

N.Nurgeldiýew, D.Orazdurdyýew

UMUMY GIDROGEOLOGIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrliگی
tarapyndan hödürlenildi*

Türkmen döwlet neşirýat gullugy
Aşgabat – 2012

UOK 556.3

N 86

Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D.

N 86 Umumy gidrogeologiýa. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2012.

Okuw kitabynda gidrogeologiýa ylmynyň häzirki zaman wezipeleri, mazmuny we usullary beýan edilýär. Berlen maglumatlar ýerasty suwlaryň gelip çykyşyna, ýatýş şertlerine, himiki düzümine, fiziki häsiýetlerine, hereketine, hojalyklaryň dürli görnüşli işleri bilen utgaşykly täsirleşmesine degişli. Kitapda ýerasty suwlaryň gözlegleriniň, barlaglarynyň geçiriliş aýratynlyklary boýunça toplanan dünýä tejribesine, Türkmenistanyň gidrogeologik şertlerine degişli mysallar getirilýär.

Kitap «Gidrogeologiýa we inžener geologiýasy» hünäri boýunça bilim alýan talyplar üçin niýetlenýär. Şeýle-de, türkmen dilinde uly göwrümde ilkinji çykan bu kitaby geologiýa we gurluşyk ugrundan bilim alýan talyp-lar, geologiýa gözleg-barlag, taslama edaralarynyň hünärmenleri hem-de degişli orta hünär we ýokary okuw mekdepleriniň talyplary ulanyp bilerler.

TDKP № 171, 2012

KBK 26.22 ýa 73

© N.Nurgeldiýew, D.Orazdurdyýew, 2012.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

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

Gaýtalama:

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

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

Gaýtalama:

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

GIRIŞ

Çuňňur özgertmeler ýoly bilen ynamly öňe barýan Türkmenistanda ykdysadyýetiň köp ugurlary boýunça täze sepgitlere ýetildi. Gurluşygyň gerimi, depgini düýpli ösdi. Medeni zolagyň, şol sanda suwarymly ekerançylygyň giňemegi bilen ýerasty suwlaryň derejesiniň beýgelen meýdany artdy. Uzynlygy 1100 km-e ýetip, Türkmen kölüne barýan Baş zeýkeşiň gurluşygy bilen ýurduň ýerasty suwlarynyň hereket ugry, duzlylygy, himiki düzümi sebitleşýin üýtgeýär.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow ýurduň ilatynyň saglygy, sagdyn durmuşy üçin yzygiderli alada edýär. 2010-njy ýylyň oktýabr aýynda kabul edilen «Türkmenistanyň agyz suwy hakyndaky» Kanun halkyň bähbidini goraýan wajyp resminamanyň biridir.

Ilatyň, ilatly nokatlaryň sanynyň artmagy, suw üpjünçiliginiň gowulandyrylmagy goşmaça suw çeşmeleriniň gözlegleriniň, öňden belli süýji ýerasty suw ýataklarynyň goraglylygyny artdyrmagyň zerurlygyny döredýär. Bu ýagdaýda ýurduň ykdysady ösüşini ilerletmäge ukyply, işine ökde hünärmenleri taýýarlamagyň iň möhüm wezipeleriniň biridigi ikuşsuzdyr.

Şu okuw kitaby soňky ýigirmi ýylyň dowamynda gidrogeologiya hünärini öwrenýän talyplara okadylýan umumy gidrogeologiya dersi boýunça toplanan tejribäniň esasynda ýazyldy. Kitapda gidrogeologiya ylmynyň şu günki derejesine giňişleşýin garalýar. Ýerde suwuň, şol sanda ýerasty suwlaryň emele gelşi, onuň himiki düzümi, fiziki häsiýetleri, ýerasty suwlaryň aýry-aýry görnüşleriniň häsiýetnamasy, hereket kanunlary öz beýanyny tapýar. Gidrogeologik maglumatlaryň alnyş usullarynyň, ýerasty suwlaryň nebit-gaz ýataklarynyň gözleginde, ulanylyşynda, ekologiýada, gurluşykda, suw üpjünçiliginde we beýleki hojalyk işlerinde tutýan ornuna ýeterlik üns berilýär.

Garalýan soraglaryň köpüsi boýunça Türkmenistanyň ýerli şertleri, bähbitleri we aladalary bilen utgaşykly mysallar getirilýär.

Kitabyň «Nebitgaz gidrogeologiyasy» bölümi «Türkmengeologiya» döwlet korporasiýasynyň ylmy-barlag geologiya gözleg institutynyň sektor müdiri M. G. Bäşiyewiň gatnaşmagynda taýýarlanyldy.

I. GIDROGEOLOGIÝA

1.1. Gidrogeologiýa barada umumy düşünje

Gidrogeologiýa Ýer togalagyndaky ýerasty suwlary, olaryň ýeriň gabygynda ýaýraýşyny, ýatýş şertlerini, hereketini, düzümini we häsiýetlerini, dag jynslary bilen özara täsirleşme prosesini, hojalykda ulanylmak mümkinçiliklerini öwrenýän ylymdyr.

XX asyryň ikinji ýarymynda maglumat gaznasynyň baýlaşmagy netijesinde gidrogeologiýa özüniň täze ösüş tapgyryna girdi. Ol amaly nukdaýnazardan öwrenilýän taglymatdan binýady ylma öwürlip başlady. Gidrogeologiýanyň öwrenýän obýekti diňe ýerasty suwlar däl-de, tutuş ýerasty gidrosfera bolmaly diýen düşünje döredi (*2-nji bölüme seret*).

Giňeldilen manyda gidrogeologiýanyň kesgitnamasy şeýle berilýär: «**Gidrogeologiýa – ýerasty gidrosfera, onuň gelip çykyşy, ösüş taryhy, düzümi, giňişlikdäki ýaýrawy we kemala gelşi, ýer gabygyndaky beýleki gurşawlar bilen täsirleşmesi, goragy, dolandyrylyşy we ulanylyşy hakyndaky ylymdyr**» [54, 71].

1.2. Gidrogeologiýanyň maksady we wezipeleri

Ýerasty suwlaryň gençlerini talabalaýyk ulanmak, artykmaç çykdajylaryň harçlanmagynyň önüni almak maksady bilen gidrogeologik şertleriň öwrenilişi, kem-kemden jikme-jikleşdirilýän yzygiderli tapgyrlar boýunça alnyp barylýar. **Gözleg tapgyrlarynyň maksady** – garalýan sebitde geljekde ulanarlyk derejede içgin öwrenilmäge degişli ýerasty suwlaryň kysymalarynyň, suwly gatlaklaryň barlygyny-ýoklugyny, ýerleşýän ýerini anyklamak. **Tapgyryň wezipesi** - garalýan ýerde ulanarlyk ähmiýeti bolan suwly gatlagyň (meýdançanyň) barlygyny-ýoklugyny kesgitlemäge mümkinçilik berýän maglumatlary toplamak.

Gidrogeologik barlaglar – ýörite buýurmalaryň esasynda hojalyk bähbitleri üçin ulanmak geljegi bar bolan ýerde geçirilýär.

Barlagyň maksady – meýdançanyň (ýerasty suw ýatagynyň) geologik-gidrogeologik şertlerini anyklamak.

Barlag tapgyrynyň öňünde goýulýan esasy **wezipeler** şulardan ybarat:

- barlanýan ýerde suwly toplumyň, suwly gatlagyň in amatly-syny (amatly bölegini) saýlamak;

- ýerasty suwlaryň kemala gelmeginde esasy orun eýeleýän çeşmeleri anyklamak;

- suwalgyçlaryň ýerleşdirilmeli ýerlerini we ýerleşdiriliş kadasyňy kesgitlemek;

- ýerasty suwlaryň hilini kesgitlemek.

Aýry-aýry şertlerde gidrogeologik işleriň öňünde goşmaça wezipeler hem goýlup bilner. Mysal üçin, senagat ýerasty suwlarynyň barlagynda şeýle wezipeler goýulýar:

- ýerasty suwlardan peýdaly düzümleri çykaryp almagyň ýoluny esaslandyrmak;

- senagat akyndylaryny hil we mukdar taýdan bahalamak hem-de olary zýýansyzlandyrmagyň usulyny kesgitlemek we ş.m.

1.3. Ýerasty suwlar hakydaky düşüňjeleriň ösüş taryhy

Ýerasty suwlaryň ulanylyş taryhy olar hakydaky biziň günlerimize çenli ýazgy görnüşinde ýeten maglumatlardan has gadymydyr. Ýakyn Gündogarda, Merkezi Aziýada, Hindistanda, Hytaýda, Müsürde 3000-5000 ýyl mundan ozal ýerasty suwlar suw üpjünçiliginde, suwaryş işlerinde, saglygy bejerişde ulanylypdyr. Şol döwürde guýy gazmakda, çeşmeleriň gözbaşyny tapyp ulanmakda, kârizleri gurnamakda, dürli abzallaryň kömegi bilen suwy uly çuňlukdan ýokary çykarmakda tejribe toplanypdyr. Mysal üçin, Türkmenistanyň çäklerinde b.e. öňki asyrlarda ýerasty suwlaryň Garagum çölünde guýularyň kömegi bilen alnanlygy ýa-da kârizler arkaly Nusaý şäherine getirilenligi barada maglumatlar bar. Bu maglumatlar şol döwrüň hünärmenleriniň ýerasty suwlaryň ýatış, hereket ediş şertleri barada kesgitli düşüňjeleriniň bolandygyny kepillendirýär.

Ýeriň jümmüşinde döreyän suwlar hakydaky toplanan maglumatlary rejelemäge ilkinji bolup belli grek akyldary Fales Miletli (b.e. öň V-VI asyr) synanyşypdyr. Onuň pikiriçe ýeliň güýji deňziň suwuny ýeriň jümmüşine iterip salýar, soňra ol suwlar dag jynslarynyň basyşy zerarly çeşme görnüşinde ýokary çykýar.

Aristotel (b.e. öň IV asyr) bu soraga has giňişleýin garapdyr. Onuň pikiriçe derýalaryň üsti bilen deňze barýan suw bugdan dörän ýagyn-ýagmyrdan emele gelýär. Ýerasty suwlar bolsa, ýeriň aşagyndaky boşluklarda we köweklerde howadaky buglaryň sowap, goýalyp damja öwrülmeği netijesinde döreyär. Ýagyn-ýagmyryň ýere siňip, ýerasty suwlaryň döremegine täsiri juda az diýip, ol ýalňyşýar. Ýerasty suwlaryň şorlanmagynyň sebäbiniň onuň hereket edýän ýolundaky dag jynslaryna baglydygyny ol dogry çaklapdyr.

Ýagşyň we erän garyň suwlarynyň ýere siňip, ýerasty suwlara goşulýanlygy hakda häzirki zaman garaýşa golaý pikirleri Gadymy Rim inženeri Mark Witruwiý Pollio (b.e. öň I asyr) özüniň «Binağärlik barada» atly meşhur kitabynda belläpdir. Ol ilkinjileriň hatarynda suwuň tebigy aýlanyşygyny, ýerasty suwlaryň, **esasan**, ýagýan ýagmyryň ýere siňmegi netijesinde döreyänligi, topragyň, dag jynslarynyň öýjüklerine siňen atmosferadan gelen howanyň ýada ýer gabygynyň aşagyndan gelýän bugly howruň sowap, damja öwrülip, ýerasty suwlara belli mukdarda goşulýandygyny belläpdir. M. Witruwini ýerasty suwlaryň döreyşi baradaky **siňiş nazaryýetiniň** düýbünü tutujy diýip hasaplap bolar.

Emma Ýewropada köp asyrlaryň dowamynda Witruwiniň däl-de, Aristoteliň (we onuň tarapdarlary Platonyň, Senekanyň) «Ýagynlaryň siňmegi ýerasty suwlary emele getirmez» diýen nädogry pikirine eýerilipdir.

Suwdan mätäçlik çekýän we ýerasty suwlary hojalyk işlerinde giňden ulanýan Ýakyn Gündogaryň we Merkezi Aziýanyň alymlary döwürdeş Günbatar kärdeşleri bilen deňeşdirilende has dogry netije gazanypdyrlar. Olar hakykaty Aristoteliň abraýyndan ýokary tutupdyrlar. Ilkinji nobatda, olaryň içinde Gaznaly türkmen şalygynyň paýtag-

tynda 30 ýyla golaý işlän we Ýeriň radiusyny haýran galarlyk ýokary takyklyk bilen kesgitlän biziň meşhur ýurtdaşymyz Abu Reýhan Birunini bellemeli. Ol ýewropalylardan 6–7 asyr öň «çüwdürimli çeşmeleriň» gidrostatik dyňzaw bilen baglydygyny anyklapdyr. Ol özüniň «Öten-geçen nesillerden galan ýadygärlikler» atly eserinde (1001 ý.): «Eger çeşmä suw ýokarda ýatan gatlakdan gelyän bolsa, çüwdürim dörär» diýip belleýär. Biruni şeýle-de minerallaryň emele gelmegine ýerasty suwlaryň gatnaşýandygy hakdaky pikiri aýdypdyr.

Biruniniň döwürdeşi pars alymy M.Karadi (1016-njy ýylda ýogalan) «Ýeriň aşagyndaky suwlaryň gözlegi» atly eserinde ýerasty suwlar barada toplanan hemme maglumatlary jemläp rejeläpdir. M.Karadi bu işinde häzirki zaman okuw kitaplarynda ulanylmaga mynasyp soraglary beýan edýär:

- 1) suwuň tebigatda aýlanyşygy;
- 2) dyňzawly, dyňzawsyz we pasyllaýyn ýerasty suwlar;
- 3) kökleri ýerasty suwlardan iýmitlenýän ösümlikleri, olaryň alamatlaryny ýerasty suwlaryň gözleginde ulanmak;
- 4) käbir meýdan synaglarynyň ýazgylary;
- 5) ýerasty suwlary agyz suwy hökmünde ulanmaga niýetlenende, oňa bildirilýän talaplar.

Gynançly ýeri, bu kitap ýewropalylara (diňe olara-da däl) XX asyryň 2-nji çäryeginde belli bolýar.

Ýerasty suwlary çykaryp almak üçin burawlama işleri ilki Hytaýda ulanylyp başlanypdyr.

1126-njy ýylda Fransiýanyň demirgazygynda burawlanan suw guýusyndan uly basyş zerarly suw çüwdürilip çykypdyr. Şol welaýatyň (Artua) latynça ady (Arteziýa) bilen baglylykda dyňzawly suwlara **arteziän suwlary** diýlip başlanýar.

Russiýada burawlanyp gazylan guýular goraba suwlary çykaryp, duz almak üçin 1137-nji ýylda ulanylyp başlanýar.

Tibet ulamalary saglygy bejerişde ulanylýan mineral suwlaryň döremeginiň geologik şertlerini XIII-XVI asyrlarda hem bilipdirler.

Ýewropa ylmynda uzaga çeken durgunlyk ýerasty suwlaryň öwrenilmeginde-de XVI-XVII asyrlara çenli bökdençlikler döredýär.

XVII asyrda belli fransuz fizigi Edm Mariott öz döwürdeşi P.Perro atly alymyň synaglaryna esaslanyp, ýerasty suwlaryň syzys arkaly döreýşini mukdar hasaplamalary bilen subut edýär.

Gidrostatik dyňzawyň döremeginiň nazaryýeti XVIII asyryň başlarynda italiýaly A.Wallisniýeri tarapyndan (A.Biruniden 700 ýyl soň) işlenip düzülen.

Geologiýanyň özbaşdak ylym pudagy bolup aýaga galan asyry bolan XIX asyr gidrogeologiýanyň nazary soraglarynyň we durmuşda ulanylyşynyň giň gerimde ösmegi bilen baglydyr. Bu döwre çenli ýazgy görnüşde giňişleýin maglumatlar toplanýlar. F.Aragonyň ýolbaşçylygynda Parižde suw üçin 500 m çuňlukly guýy burawlanýar (1840 ý.), ýerasty suwlaryň gözlegi boýunça ilkinji gollanmalar, gidrogeologik kartalar düzülýär, takyk gidrohimiki derňewler geçirilip başlanýar.

XIX asyryň ortalarynda ýerasty suwlaryň hereketiniň kanunlary aýdyňlaşdyrylýar. 1856-njy ýylda fransyz inženeri Anri Darsi laboratoriyada geçiren tejribeleriniň esasynda öýjükli teýgumlarda suwuň süzülme kanunyny döredipdir. Bu kanun **Darsiniň kanuny** ady bilen ýerasty gidrodinamikanyň esasyny düzýän kanuna öwrülýär.

Gidrogeologik hasaplamalaryň nazary soraglary soňra Ž.Dýupýui (1857 ý.), A.Tim (1887 ý.), Ç. Slihter (1899 ý.), XX asyrda Ç.Teýs, M.Masket, M.Y.Žukowskiý, A.A.Krasnopolskiý, N.N.Pawlowskiý we başgalar tarapyndan öwrenilýär.

XIX asyryň ikinji ýarymynda ýerasty suwlaryň emele gelşi, düzümi we ýer gabygynyň ýokarky böleginde ýaýrawy barada ýeterlik derejede dogry düşüňjeler döreýär, ýerasty suwlaryň ilkinji synplamalary düzülýär, olaryň sebitleýin ýaýrawynyň kanunylygy kesgitlenýär. Ençeme uly şäherleriň suw üpjünçiligi (Pariž, Wena, Çikago, Berlin we beýl.) ýerasty suwlaryň hasabyna geçirilýär. Şol ýyllar ilkinji gidrogeologik kartalar döredilip ugralýar, ýerasty suwlara bagyşlanan kitaplar fransuz (A.Dobre, 1887 ý.) we nemes (J.Gaaz, 1895 ý.) dillerinde çykarylýar [71].

Awstriýaly belli alym E.Zýuss (1902 ý.) geýzerleri (wagtal-wagtal pürkülip çykýan suwlary) we gyzgyn çeşmeleri öwrenip, ýerasty

suwlar magmanyň düzümindäki kislorodyň we wodorodyň birikmegi netijesinde emele gelip, ýeriň ýüzüne ilkinji gezek çykyp, suw aýlanyşygyna goşulýandygy hakda çaklama aýdýar. Bu pikir soňra köp çekeleşmä, tankyda sezewar bolýar, emma Zýussyň mantiýadan dörän suwlara dakan **ýuwenil suwlar** (juwan, ýaş suwlar) diýen ady henizem ulanylýar.

Russiýada ýerasty suwlar 1882-nji ýylda Geologik komitet döredilenden soň yzygiderli öwrenilip başlanýar. S.N.Nikitin (1851-1909 ý.ý.) «Rus düzlüginin teýgum we artezian suwlary» atly işinde gidrogeologik sebitlemäniň usulyýetiniň ýazgysyny berýär.

Ýerasty suwlaryň dag jynslary, olaryň mineral süňni bilen özara täsirleşmesini aýdyňlaşdyran rus alymy A.F.Lebedew (1882-1936 ý.ý.) örän wajyp netijeleri gazanýar. Ol yzgaryň doýgunlyk kaddyna ýetmedik zolagynda **siňme** prosesiniň, buguň damja öwrülip, ýerasty suwlara goşulmasynyň beýanyny berýär, dag jynslaryndaky suwlaryň ilkinji synplamasyny işläp düzýär.

Şol döwürde sibir alymy M.G.Kurlow (1859-1932 ý.ý.) ýerasty suwlaryň himiki düzümini gysgaldylan formula görnüşünde bermegi teklipe edýär. Bu usul bütin dünýäde «Kurlowyň formulasy» ady bilen häzire çenli ulanylýar.

1920-nji ýylda Moskwanyň dag-magdan akademiýasynda inžener-gidrogeologlar taýýarlanyp başlanýar, gidrogeologiýa boýunça P.N.Çirwinskiň ilkinji okuw kitaby çykarylýar.

1931-nji ýylda SSSR-de gidrogeologlaryň Birinji Bütinsoýuz gurultaýy bolup geçýär. Onda gidrogeologiýanyň umumy soraglary (O.K.Lange, A.F.Lebedew, F.P.Sawarenskiý), gidrogeologik sebitleme (A.N.Semihatow, G.M.Kamenskiý, N.I.Tolstihin we beýl.), sebitleýin gidrogeologiýa (N.A.Plotnikow, N.F.Pogrebow we beýl.) boýunça gyzykly işler diňlenilýär.

Gidrogeologiýanyň aýry-aýry nazary soraglarynyň ösmegine akademik W. I. Wernadskiniň işleri örän uly täsir edýär. Ol «Tebigy suwlaryň taryhy» (1935 ý.) atly işinde Ýeriň suwunyň hemmesiniň bitewiligi baradaky taglymaty döredýär, suwy mineral hasaplap, onuň dürli geologik, geohimiki proseslerdäki ornuny belleýär.

Ýerasty suwlar baradaky düşünjäniň W.I.Wernadskiniň binýady işlerine çenli ösüşi 1-nji tablisada berilýär.

1-nji tablisa

**Gidrogeologiýanyň ösüp, kemala gelmeginiň käbir görkezijileri
(S. P. Şwarsew [71] boýunça gysgaldylyp alynýar)**

№	Wajyp açyşlar	Belli sene	Awtor
1	2	3	4
1.	Ýagynlaryň siňmesi zerarly ýerasty suwlaryň emele gelmesiniň nazaryýeti we suwuň tebigatda aýlanyşygynyň taglymaty	b.e. öň I asyr	M.Witruwiý
2.	Çeşmeleriň döremeginde gidrostatik dyňzawyň orny	1001 ý.	A.Biruni
3.	Ýerasty suwlaryň gözlegi boýunça ilkinji kitap	1016 ý.	M.Karadi
4.	Tebigy suwlaryň emele gelşiniň esaslaryny işläp düzmek	1680-1690 ý.ý.	R.Boýl
5.	Suw balansynyň ilkinji hasaby	1686 ý.	E.Mariott
6.	Gidrodinamikanyň döredilmegi we hakyky suwuklygyň durnukly hereketiniň deňlemesini düzmek	1738 ý.	D.Bernulli
7.	Ýerasty suwlara tebigy erginler ýaly garaýan taglymaty döretmek	1744-1754 ý.ý.	M.W.Lomonosow
8.	Suwuň himiki düzümini kesgitlemek	1783-1785 ý.ý.	A.Lawuazýe
9.	«Gidrogeologiýa» adalgasyny ylma girizmek	1802 ý.	Ž.B.Lamark
10.	Süzülme nazaryýetiniň ilkinji barlaglary	1848 ý.	Ž.Dýupýui
11.	Süzülmäniň esasy kanunynyň açylmagy	1856 ý.	A.Darsi
12.	Paleogidrogeologiýanyň öwrenilip başlanmagy	1887 ý.	A.Dobre
13.	Gidroeokriologiýanyň (doňaklyk zolagynyň gidrogeologiýasynyň) öwrenilip başlanmagy	1890-1916ý.ý.	A.W.Lwow
14.	Sebitleýin gidrogeologiýanyň esaslarynyň döredilmegi	1900 ý	S.N.Nikitin

1-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4
15.	Teýgum suwlarynyň durnuksyz we durnukly hereketleriniň formulalary	1904 ý.	Ž.Bussinesk
16.	Ýerasty suwlaryň siňmeden we bug damjasyndan döremesiniň mukdar gatnaşygyny anyklamak	1908-1913 ý.ý.	A.F.Lebedew
17.	Mineral suwlar barada taglymatyň döremegi	1920-1947 ý.ý.	A.P.Gerasimow, A.M.Owçinnikow
18.	Gidroeohimiýanyň esaslaryny işläp düzmek	1929 ý.	W.I.Wernadskiý
19.	Ýerasty suwlaryň durnuklaşmadyk hereketiniň nazaryýetini işläp düzmek	1933-1955 ý.ý.	G.N.Kamenskiý, K.W.Teýs
20.	«Tebigy suwlaryň taryhy» atly kitabyň neşir edilmegi	1933-1936 ý.ý.	W.I.Wernadskiý

XX asyryň 40-njy ýyllaryndan başlap gidrogeologiýa aýry-aýry bölümleri boýunça şahalanýar.

Ýerasty süýji suwlaryň kemala gelmeginiň, olaryň genji-gorlarynyň suw üpjünçiliginde amatly we aýawly ulanylmagynyň nazary we amaly ugurlary akademik. F.P.Sawarenskiý tarapyndan kesgitlenipdi. Bu soraglaryň çözgütlerine M. Y. Altowskiniň, N. N. Bindemanyň, F. M. Boçeweriň, B. I. Kudeliniň, N. A. Plotnikowyň, N. I. Plotnikowyň we başg. işlerinde seredilýär.

Gurluşyk we hojalyk işleriniň täsiri zerarly gidrogeologik şertleriň üýtgewini önünden çaklamak zerurlygy hasaplamalaryň, modelirlemäniň pudakda giňden we maksadalaýyk ulanylmagyna itergi berýär. Bu ugurdan F.M.Boçeweriň, I.K.Gawiçiň, N.K.Girinskiň, I. Y. Žernowyň, G. N. Kamenskiniň, A. A. Krasnopoliskiniň, L. S. Leýbenzonyň, P. Y. Polubarinowa-Koçinanyň, A. I. Silin-Bekçuriniň, I. A. Skaballanowıçiň, W. M. Şestakowyň, N. N. Weriginiň we başg. işleri gidrogeologiýa ylmyna uly goşant goşýarlar.

Sebitleýin gidrogeologiýada G. K. Kamenskiniň, B. I. Kudeliniň, O. K. Langeniň, N. A. Marinowyň, A. M. Owçinnikowyň, N. W. Rogowskayınyň, F. P. Sawarenskiniň, A. N. Semihatowyň, N. I. Tolstihiniň, I. K. Zaysewiň we başgalaryň bitiren işleri aýratyn bellennäge mynasypdyr.

Nebitgaz ýataklarynyň gözlegi, barlagy, özleşdirilmegi bilen baglylykda uly çuňlukda ýatan suwly toplumlar düýpli öwrenilýär. Bu işlere G. N. Bogomolow, A. A. Karsew, Y. M. Pinneker, A. I. Silin-Bekçurin, S. N. Smirnow, W. A. Sulin we başgalar uly goşant goşýarlar.

XX asyryň 20–30-njy ýyllarynda Türkmenistanyň suw üpjünçiligini gowulandyrmak, ykdysadyýetini dikeltmek üçin ýurduň ýerasty suwlary yzygiderli öwrenilip, gidrogeologik kartalar düzülip başlanýar. Irki işler guýulary, çeşmeleri öwrenmek bilen utgaşdyrylan aýry-aýry marşrutlar boýunça geçirilen gözegçiliklerdir. Olaryň arasynda I. I. Nikşiçiň Köpetdagyň geologiýasyna we gidrogeologiýasyna degişli işleri (1924–1927 ý.ý.), B. A. Fedorowiçiň, S. Y. Gelleriň, W. W. Kuniniň aýry-aýrylykda Garagum çölüniň günbatar, merkezi we günorta-gündogar böleklerinde geçiren gidrogeologik işleri (1934 ý.) degişlidir.

Uly möçberli gidrogeologik işler Garagum derýasynyň we Baş Türkmen kanalynyň gurulmagy üçin niýetlenen ýerlerde 1942–1953-nji ýyllarda alnyp barylýdy (W. L. Dubrowkin, K. N. Ýomudskiý, G. Y. Rýabçinskiý, B. Y. Matweýew, A. T. Morozow, S. G. Korobkin we başgalar).

Bu işleriň netijesinde ýurduň çöllük ýerleriniň geologik, gidrogeologik we inžener-geologik şertleri öwrenilýär, ýerli şertlerde burawlama, suwly gatlaklary, teýgumlary öwrenmegiň usulyýeti kämilleşdirilýär.

XX asyryň ikinji ýarymynda Köpetdagyň we dagetek zolagyň ýerasty süýji suwlary jikme-jik öwrenilýär (A. I. Şapiro, M. R. Milkis, R. N. Klyşnikowa, G. G. Kelembet, I. M. Andriýenko, A. A. Mryhin, W. I. Baýkow we başgalar). Garagumda süýji we şorumtyk ýerasty suwlaryň ululy-kiçili linzalary tapylyp barlanýar: Ýashada (N. G. Şewçenko), Çilmämetgumda (M. M. Batyrşin), Üňüzarka Garagumda (D. A. Aleksandrow), Günorta-Gündogar Garagumda (I. Y. Dawydow) we başgalar.

1967-nji ýyla çenli Türkmenistanyň hemme ýerinde 1:200000 masştabda gidrogeologik barlaglar geçirilýär. Soňky ýyllarda inžener-geologik we geoekologik barlaglar bilen utgaşdyrylan 1:50000 masştabdaky gidrogeologik sýomkalar (şekil almalar) ýurduň hojalyk taýdan özleşdirilýän we ulanylmaga niýetlenen zolaklarynda yzy-

giderli geçirildi we XXI asyryň başlaryna çenli dowam edip gelýär (W. G. Bernšteýn, N. G. Şewçenko, A. P. Belonožko, W. P. Wydumkina, O. Y. Iwaşenko, D. A. Aleksandrow, Y. D. Şaşkow, W. P. Dorosenko, G. P. Batowskiý, R. Akyýew, S. Fankowskiý, S. Baýramow, R. Hümmedow, N. Nurgeldiýew we başg.).

Senagat we derman ýerasty suwlar (W. F. Kazakow, O. Ý. Kalugina we başgalar), gidrogeologiýanyň nebitli-gazly ýataklaryň gözlegi-barlagy, özleşdirilişi bilen bagly soraglary (Ý. A. Hojagulyýew, L. A. Abukowa, A. A. Awanesow, S. N. Alýohin, A. Akmämmedow, A. Gurbanmyradow, S. Şaberdiýew we başgalar) yzygiderli öwrenildi.

1972-nji ýylda Türkmenistanyň gidrogeologiýasy barada uly göwrümlü monografiýa neşir edildi [33].

Türkmenistanyň gidrogeologiýasynyň aýry-aýry soraglary ylmy gözlegleriň üsti bilen öwrenildi. Olara ýerasty suwlaryň derejesiniň peseliş egrisiniň güberçek (iýmitlenme zolagynda) we oýuk (harçlanýş zolagynda) şekilliligi (A. N. Mätiýew, 1947 ý.), takyrýaka süýjän ýerasty suwlaryň linzalarynyň kemala gelmegi (N. Guljaýew, 1960 ý.), Garagum we Amyderýa nebitli-gazly sebitleriň gidrogeologiýasy (Ý. A. Hojagulyýew, 1964 ý.), Garagum derýasynyň täsir zolagynda ýerasty suwlaryň kemala gelmegi (O. N. Nyýazow, 1969 ý., D. Babaýew, 1983 ý.), Köpetdagýaka düzlüğünde suwarymly ekerançylygyň gidrogeologik şertlere täsiri (N. J. Muhamedow, 1985 ý.), Amyderýa gazly-nebitli ýaýlasýnda aşa ýokary gatlak basyşy (S. K. Karsew, 1987 ý.), Garagum gidrogeologik basseýninde uglewododorodlaryň ýataklarynyň gözleglerinde gidrodinamiki barlaglar (A. A. Awanesow, 1990 ý.), suwarymly ýerlerde nemgöçüş we siňme görkezijileriniň kanunylyklarynyň öwreniliş usulyýeti (B. G. Hojamammedow, 1990 ý.) bilen bagly işleri we başgalary mysal getirip bolar.

1.4. Gidrogeologiýanyň düzümi

Uzak ýyllaryň dowamynda hojalyk bähbitleri üçin ulanylanlygy sebäpli XX asyryň ortalaryna çenli gidrogeologiýa amaly ylym görnüşinde ösüp kemala gelýär. XX asyryň ikinji ýarymynda adamyň geologik gurşawa, şol sanda onuň aýrylmaz bölegi bolan ýerasty suwlara täsiri has artanlygy sebäpli gidrogeologiýanyň na-

zary düzgün-kadalaryny işläp düzmegiň wagty ýetýär. Bu zerurlyk ýerasty gidrosferanyň hut özünü amatly ulanmak bilen, şeýle-de dürli gazma baýlyklaryň kemala gelip toplanmagynyň we dargamagynyň ýerasty gidrosfera arkaly täsirleşmesi netijesinde bolup geçýänligi bilen düşündirilýär.

Agzalan ýörelgelerden ugur alnyp, häzirki döwürde gidrogeologiýanyň düzümçelerini 2 topara: nazary we amaly toparlara bölýärler [27, 55, 56, 71 we başg.].

Gidrogeologiýanyň **nazary** bölümlerine gidrogeodinamika, gidrogeohimiýa, gidrogeotermiýa, sebitleýin gidrogeologiýa we paleogidrogeologiýa degişli.

Gidrogeodinamika – ýerasty suwlaryň hereketiniň sebäplerini, kanunlaryny öwrenýär. Gidrogeodinamika geologik gurluşyň we ýerasty akymyň kesgitli şertlerine baglylykda ýerasty suwlaryň hereketiniň hemme görnüşlerini: süzülmäni, konweksiýany, diffuziýany, osmosy, kapillýarlar boýunça hereketini we başgalary öwrenýär.

Gidrogeohimiýa – ýerasty gidrosferada himiki elementleriň göçüp-gonmasyny we ýerasty suwlaryň himiki düzüminiň kemala gelmegini öwrenýär. Gidrogeohimiki barlaglar ýerasty suwlaryň hilini önünden çaklamaga mümkinçilik berýänligi, esasan hem, Ýeriň ekologik şertleriniň ýaramazlaşýan wagty aýratyn bellemäge mynasyptyr.

Gidrogeotermiýa – dag jynslarynyň termiki häsiýetlerini we ýerasty suwlaryň üsti bilen ýylylyk geçirilişini öwrenýär. Ol gidrogeologiýanyň içinden täzeräk saýlanyp çykarylýan düzümçe bölegidir.

Sebitleýin gidrogeologiýa – ýerasty suwlaryň kemala gelmegindäki kanunylyklary, aýry-aýry sebitlerde ýerasty suwlaryň gençleriniň we düzüminiň geologik gurluşa baglylygyny öwrenýär.

Paleogidrogeologiýa – ýerasty gidrosferanyň gelip çykyşyny, ýerasty suwlaryň geologik proseslere täsirini öwrenýär. Bu ylmy ugur litosferanyň döräp ösüşi döwründe ýerasty gidrosfera bilen täsirleşme arkaly gazma baýlyklaryň kemala gelmeginde suwuň eýelän ornuny dikeltmäge mümkinçilik berýär.

Gidrogeologiýanyň **amaly** bölümlerine, köplenç, şu şahamçalar goşulýar: ýerasty suwlaryň gözlegleri we barlaglary; gazma baýlyk-

laryň ýataklarynyň gidrogeologiýasy; melioratiw gidrogeologiýa, ekologik gidrogeologiýa; gidrogeologik işleriň usulyýeti.

Ýerasty suwlaryň gözlegleri we barlaglary, adyndan görnüş i ýaly, gös-göni önümçiligiň zerurlygy bilen bagly. Bu şahamçanyň ady Russiýa Federasiýasynyň ýokary mekdeplerinde taýýarlanýan hünäriň «Ýerasty suwlaryň gözlegleri we barlaglary hem-de inžener-geologik gözlegler» (080300) ady bilen gabat gelýär. Bu hünäriň 0804 «Gidrogeologiýa, inžener geologiýasy we geokriologiýa», şeýle-de 011400 «Gidrogeologiýa we inžener geologiýasy» hünärlerden aýratynlykda taýýarlanýanlygy bellennäge mynasypdyr [27].

Gazma baýlyklaryň ýataklarynyň gidrogeologiýasy gazma baýlyklaryň ýataklarynyň gözlegleri, barlaglary, geologik-senagat nukdaýnazardan bahalanyşy, ulanylyşy bilen bagly soraglary öwrenýär. Bu bölüm goşmaça 2-3 şahamça bölünip bilýär [30, 35 we başg.]:

- 1) gazma gaty baýlyklaryň ýataklarynyň gidrogeologiýasy;
- 2) nebitgaz ýataklarynyň gidrogeologiýasy (nebitgaz gidrogeologiýasy);
- 3) dag-senagat gidrogeologiýasy.

Melioratiw gidrogeologiýa oba hojalykda, suwarymly ekerançylykda ekin meýdanlarynyň, topragyň hasyllylygyny ýokarlandyrmak üçin gidrogeologik şertleri öwrenýär. Gidrogeologiýanyň bu amaly bölümüniň ähmiýeti Türkmenistanyň zeý aýyрма tilsimatyna mätäç suwarymly ekerançylygy üçin aýratyn möhümdir.

Ekologik gidrogeologiýa ýerasty suwlary goramagy, tebigy (geologik) gurşawy goramagyň gidrogeologik çözümlerini gözläp tapmagy öwrenýär. Gidrogeologiýanyň ýerasty gidrosferany tutuşlygyna dolandyrmakda uly orna mynasyp bu şahamçasý heniz ilkinji ädimlerini ädýär.

Gidrogeologik işleriň usulyýeti gidrogeologik şertleri kesgitlemek üçin usullary, tärleri öwrenýär. Öwrenilýän soraglaryň esasy-laryna gidrogeologik burawlama, meýdan süzülme-synag işleri, laboratoriýa tejribeleri, ýerasty suwlaryň kartalaryny düzmek girýär.

Agzalanlardan başga gidrogeologiýanyň amaly şahamçalaryna käbir kitaplarda ýerasty suwlaryň monitoringi, inžener gidrogeologiýasy [27], şäher gidrogeologiýasy, gazma baýlyklaryň ýataklarynyň

gidrogeohimiki gözlegleri [71], radiogidrogeologiýa, mineral, senagat we termal suwlar barada taglymat, ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüni (režimi) barada taglymat, gidrogeologik modelirleme, kriogidrogeologiýa [35] goşulýar.

1.5. Gidrogeologiýanyň başga ylymlar bilen baglanyşygy

Ýer togalagyndaky suwuň köp dürlüligi we çylşyrymlylygy sebäpli, suwy köp sanly ylymlar öwrenýärler. Olaryň sanyna gidrogeologiýadan başga okeanologiýa, gidrologiýa, meteorologiýa, glýasiologiýa, gidrawlika, şeýle-de mineralogiýa, wulkanologiýa, toprak öwreniş, petrografiýa girýärler.

Bulardan başga-da gidrogeologiýa geologik ylym bolany sebäpli umumy geologiýa, geomorfologiýa, dinamiki geologiýa, gazma baýlyklaryň ýataklary baradaky taglymat bilen ýakyn baglydyr.

Geologik ylymlar bilen gidrogeologiýanyň baglylygy ýerasty suwlaryň dag jynslarynda saklanýanlygy, agzalan ylym pudaklarynyň we ulanýan usullarynyň umumylygy bilen düşündirilýär.

Gidrogeologiýanyň **mineralogiýa we petrografiýa** bilen baglylygy – ýerasty suwlaryň we olaryň öz öýjük-jaýryklarynda saklaýan dag jynslarynyň arasynda çylşyrymly täsirleşme bolup geçýänligi sebäplidir. Hereketdäki suwuň eredijilik ukyby dag jynslarynyň düzümine baglylykda gowşap ýa-da güýçlenip bilýär. Suwda kömürturşy gazy dörese, suwuň hekdaşlaryny eredijilik ukyby düýpli artýar. Eger basyş peselip, kömürturşy gazy çykyp gitse, onda suw ergininden trawertin, kalsit ýaly minerallar emele gelýär.

Petrografiýanyň we litologiýanyň gidrogeologiýa täsiri dag jynslarynyň zire düzüminiň, öýjüklik-böwşeňliginiň suwly we suwabent gatlaklarynyň ýaýrawyny, suwsygymyny, suwuň hereketiniň tizligini kesgitleýänligindedir.

Geomorfologik şertler ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugyny, hereket ugruny kesgitleýär.

Gidrogeologiýanyň **tektonik şertler** bilen baglanyşygy ýerasty suwlaryň işjeň hereketiniň köp ýagdaýlarda tektonik bozulmalar bilen çäklendirilýänligindedir.

Gidrogeologiýa geologik ylymlaryň içinde iň ýakyny **inžener geologiýasydyr**. Ilkinji nobatda ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugynyň, himiki düzüminiň inžener geologik şertleriň iň wajyp düzümlügesidini bellemeli. Suwdan doýgun teýgumlaryň berkligi pes bolýar, çökme ukyby artýar, seýsmiki täsirlere durnuklylygy peselýär. Suwdan doýgun ýagdaýa geçen teýgumlarda yzgarlamadan çökme, suwýar-suwlary, yzgarlamadan çişme ýaly geologik prosesler bolup geçýär, ýerasty suwlaryň derejesiniň pasyllaýyn üýtgeýän çuňluk aralygynda suwuň iýijilik täsiri düýpli artýar we ş.m.

Gidrogeologiýa geologik däl ylymlaryň içinde iň ýakyn durýanlary **gidrologiýa, meteorologiýa, klimatologiýadyr**. Bu ýerde agzalan ylymlary özara baglaýan zat olaryň öwrenýän kanuny – suwuň tebigatdaky aýlanyşygy bolýar. Şol sebäpli, islendik ýerde ýerasty suwlaryň balansy öwrenilende agzalan ylymlaryň degşirilen maglumatlaryny ulanmaly bolýar.

Tebigy ylymlaryň sütünleri bolup hyzmat edýän **fizika, matematika** we **himiýa** gidrogeologiýanyň içinden eriş-argaç bolup geçýär. Hususan-da, fizikanyň kanunlary ýerasty suwlaryň hereketi öwrenilende, himiýa–suwuň himiki düzüminiň kemala gelşi, üýtgewi kesgitlenende, matematika–gidrogeologik maglumatlar statistik usullar bilen işlenip rejelenende, ýerasty suwlaryň hereketiniň san bahaly modelleri düzülende has giňden ulanylýar.

Gidrogeologiýa ugurdaş ylymlaryň usullaryndan giňden peýdalanmak bilen hem özüniň, hem ýakyn ylymlaryň mazmunyny çuňaldýar we baýlaşdyrýar. Öz wagtynda gidrogeologik düşüňjelerden ugur alnyp, toprak öwrenişden teýgum öwreniş, geologiýadan inžener geologiýasy döräpdi.

Ýerasty suwlar hakdaky maglumatlary ulanmak zerurlygy halk hojalygynyň hemme pudaklaryna degişlidir.

Agyz-hojalyk, tehniki suw üpjünçiliginde (oba hojalykda, gurluşykda, senagatda) ýerasty suwlaryň ähmiýeti has uludyr.

Saglygy saklaýyşda ýerasty suwlaryň dermanlyk, melhemlik häsiýetleri ulanylýar. Himiýa senagatynda ýerasty suwlar düzüminden peýdaly baýlyklary (ýod, brom, dürli duzlar we ş.m.) çykarylyp almak üçin ulanylýar.

Nebit-gaz pudagynda ýerasty suwlaryň düzümleri gözleg almatlary bolup hyzmat etse, nebit-gaz ýataklary özleşdirilende önümligatlaklary suw almaz ýaly çäreler görülmeli bolýar we ş.m.

Köp ýagdaýlarda ýerasty suwlaryň zyýanly täsiri bolýar. Suw-tehniki, ýerasty desgalar gurlanda, şäher hojalygynda, suwarymly ekerançylykda ýerasty suwlaryň garşysyna göreş çäreleriniň amatly çözümlerini kesgitlemek, amala aşyrmak uly maýa goýumlaryny talap edýär.

Soňky döwürde dürli ýurtlarda täze gurluşyk meýilleşdirilende, taslananda, öňden ulanylan jaýlar, desgalar, hojalyklar dolandyrylanda geokologik şertleriň talaba laýyk saklanylmalydygyna uly üns berilýär, şu maksat bilen tapgyrly ýa-da dowamly geokologik barlaglar geçirilýär. Bu ýerde ýerasty suwlaryň şol geokologik şertleriň in wajyp görkezijileriniň biri bolýanlygyny bellemeli.

1.6. Gidrogeologiýa ulgamlarynyň garaýyşy

Soňky onýyllyklarda geologiýada, inžener geologiýasynda we beýleki ylmlarda bolşy ýaly, gidrogeologiýa hem ulgamlarynyň garaýyşy ornaşdyrylýar (Gawiç I.K., 1988 ý. we başg.).

Ulgamlarynyň garaýyşy **ulgam** (sistema) diýlen düşünjä esaslanýar. Bu adalganyň dürli kesgitlemeleriniň barlygyna garamazdan, olaryň hemmesinde ulgamdaky elementleriň (hakyky ýa-da kalby zatlaryň, maddalaryň) içki gurluşynyň, hereket edişiniň bitewiligi, tertipleşen toplumy emele getirýänligi tekrarlanýar. Başgaça, islendik ulgamyň elementleri (düzümleri, ulgamçalary) öz aralarynda we daşky gurşaw bilen kesgitli gatnaşykda durýarlar.

Ýeriň gaty gabygy (litosfera) minerallardan, flýuidlerden (suw, nebit, gaz), janly maddalardan düzülýär. Agzalan düzümleriň her biriniň fiziki meýdany bar we olar özara gatnaşygy we täsirleşmäni saklaýarlar. Şu nukdaýnazardan litosfera tutuşlygyna ýa-da onuň haýsy-da bolsa bir bölegi **geoulgam** (geologik ulgam) diýlip atlandyrylýar. Şeýle bolanda, ýerasty suwlar geoulgamyň bir ulgamçasy bolup hyzmat edýär.

Emma geologiýada litosferany, köplenç, dar manyda, ýagny gaty mineral maddadan düzülen geologik giňişlik görnüşinde kabul edilýär. Başgaça oňa geologik jisim diýilýär.

Geologik jisim - geogurşawyň öz çäginde geologik görkezijilerini üznüksiz saklaýan bölegidir. Bu ýerde geologik görkezijiler hökmünde şol geologik jisimiň araçäklerini kesgitlemek üçin ulanylan görkezijilere düşünilýär.

Geologik araçäk diýlip, iki geologik jisimiň kesişip, olaryň öňden gelýän alamatlarynyň üzülyän ýeri kabul edilýär.

Ýerasty suwlar daşyny gurşap alýan dag jynslary bilen, köplenç, bir wagtda döremeýänligi sebäpli, özbaşdak gurşaw - **ýerasty gidrosfera** diýlip kabul edilýär.

Ýerasty suwlaryň dag jynslaryndan aýrylykda gidrogeologiýanyň obýekti bolup bilmeýänligini nazarda tutup, **gidrolitosfera** diýen adalgany ulanmagyň bähbitlidigini ündeýän alymlar hem bar [28]. Gidrolitosfera suwdan doýgun dag jynslary bilen hemişelik täsirleşmesini saklaýan Ýer gabygynyň ýokarky bölegidir.

Bu şertde **gidrogeologik jisim** gidrolitosferanyň öz çäginde gidrogeologik alamatlary üznüksiz saklaýan bölegidir. Bu ýerde **gidrogeologik araçäkler** diýlip, dürli alamatly gidrogeologik jisimleriň kesişýän ýerine aýdylýar.

Gidrogeologik ulgam – öz düzümleri we daşky gurşaw bilen özara gatnaşyklaryny saklaýan gidrogeologik jisimleriň birleşmesidir. Ulgamyň ulgamçalara bölünmegi goýlan maksada we ulanylýan alamatlara baglylykda geçirilýär. Ilki bilen gidrogeologik ulgam **tebigy** we **tebigy-tehniki** ulgamçalara bölünýär. Tebigy-tehniki ulgamça (obýekt) tebigydan tapawutlylykda düzüminde emeli obýektleri (inžener desgalaryny) ýa-da adam tarapyndan düýpli özgerdilen tebigy obýektleri saklaýar.

Şol bir gidrogeologik ulgamy böleklere bölmek üçin dürli alamatlary ulanyp bolýar. Eger bijebaşy alamat hökmünde litosferanyň madda düzümi ulanylýan bolsa, onda geologik ulgamçalar derejesine baglylykda geologik formasiýa, dag jynslarynyň şejerediş toplumy ýa-da gaýry geologik jisimler görnüşinde bölünip bilner. Eger baş alamat dag jynslarynyň suwdan doýgunlygy ýa-da suw geçirijiligi bolsa, onda gidrogeologik jisimler suwly, şertleýin suwabent gatlaklar we zolaklar görnüşde bölünip çykarylýar. Eger gidrogeologik ulgam **gidrogeologik görkezijileriň toplumynyň** esasynda birmeňzeş böleklere yzygiderli bölünse, gidrogeologik basseýnler we ýaýlalar

(massiwler), suwly toplumlar, gatlaklar ýaly dürli derejeli ulgamçalar bölünip çykarylýar.

Ýöriteleşdirilen edebiýatlarda [28, 41 we başg.] gidrogeologik ulgamyň kategoriýalary (elementar, ýerli, sebitleýin), görnüşleri, strukturasyny giňişleýin häsiýetlendirilýär. Bu ýerde esasy gidrogeologik elementler bolan suwly, suwabent, şertli suwabent we bölüji gatlaklara kesgitnama bermek bilen çäklenilýär.

Suwly gatlak – bir bitewi pýezometrik üstli giň meýdany eýeleýän, agyrylyk güýjüne boýun egýän erkin suwdan doýgun gatlak, birnäçe gatlak ýa-da jaýrykly zolak. Suwly gatlagyň çäginde süzülme we sygym görkezijileri birmeňzeş ýa-da dürli bolup bilýär. Emma suwly gatlagyň gidrawlik ulgamynyň iýmitleniş we harçlanýş zolaklarynyň ýerleşşi we özara gatnaşygy birmeňzeş bolmaly.

Suwabent gatlak – giň meýdany eýeleýän, düzüminde diňe fiziki bagly suwlary saklaýan, olary şu termodinamiki şertlerde berip bilmeýän we suw geçirmeýän dykyz jynslardan düzülen gatlak (zolak).

Şertli suwabent (ýa-da gowşak geçiriji) gatlak - giň meýdany eýeleýän, özünde erkin we fiziki bagly suwlary saklaýan we belli termodinamiki şertlerde suwlary azda-kände üstünden geçirip we düzüminden berip bilýän gatlak. Bu gatlagyň suwsygymy we suw berijiligi pes bolýar.

Bölüji gatlak – iki suwly gatlagyň arasyny bölýän, emma olaryň ikisi bilen hem gidrawliki baglanyşygy saklaýan pes geçirijilikli gatlak.

Belli gidrolitosfera giňişliginde suwly, suwabent we şertli suwabent gatlaklaryň keşbine, möçberlerine we özara ýerleşişine **gidrogeologik struktura** diýilýär.

Gidrogeologik strukturalar düzümindäki suwly gatlaklaryň sanyna görä bölünip bilýärler. Eger bir suwly gatlagyň düýbi suwabent gatlak bilen çäklendirilen bolsa, oňa **birgatly ulgam** diýilýär. Arasy şertli suwabent bilen bölünen iki suwly gatlag **ikigat ulgam** diýilýär. Muňa Köpetdagýaka düzlüginin çetwertik we neogen suwly gatlaklary mysal bolup biler.

Birnäçe özbaşdak pýezometrik üstli, emma umumy gidrawlik baglanyşygy bolan gatlaklar toplumyna **köpgatly ulgam** diýilýär. Önümçilik hasabatlarynda, gidrogeologik kartalarda köpgatly ulgamlar **suwly toplum** (kompleks) diýlip hem atlandyrylýar.

2. TEBIGATDA SUW

2.1. Suwuň Ýerde ýaýrawy

Älemdäki atomlaryň 95%-ni wodorod («suwy dörediji») düzýär. Emma onuň kislorod bilen birleşmesi – suw dünýä möçberinde seýrek duşýar. Gün ulgamyndaky planetalarda **suwuň düşnügi** Ýupiteriň atmosferasynda anyklyan. Marsda eýeleýän meýdanyny üýtgedip duran suw buzlarynyň depeleri has uly möçberlerde duşýar. Emma ýakyn gözýetimdäki asman jisimlerinde biziň planetamyzdaky ýaly geologik, gidrogeologik şertleri döredip biljek suw we janly tebigat bardyr diýmäge hiç hili esas ýok.

Ýer hakyndaky ylmlaryň häzirki ýeten derejesine laýyklykda Ýeriň ýadrosyny örtüp duran içki geosferalara **mantiýa** bilen **ýer gabygy**, daşyklara bolsa **gidrosfera** bilen **atmosfera** degişli. Agzalan esasy sferalardan başga goşmaça örtükler: **biosfera** – dürli organizmleri özünde jemleýän örtük hem-de adamyň ýaşaýşy we işi bilen bagly gurşaw (sebit) - **noosfera** (W.I.Wernadskiý boýunça) degişli.

Gidrosfera diýip, Ýeriň suw gurşawyna düşünilýär. Oňa Dünýä ummany, gaty gabykdaky ýerasty suwlar, gury ýeriň üstündäki suwlar (derýalar, köller, batgalyklar), gar we buz örtükleri degişli. Gidrosferanyň ýokarky araçägi atmosferanyň aşaky çägi bolup hyzmat edýär. Gidrosferanyň aşaky çägi ýeriň gabygy we mantiýa bilen serhetleşýär.

Şeýlelik bilen gidrosferanyň düzümine Ýeriň özbaşdak sferasy bolup duran gaty gabygynyň tutuşlygyna goşulmagy, suwuň molekullarynyň atmosferada, janly-jandarlarda, belki mantiýada hem saklanmagy göz önünde tutulsa, gidrosferanyň araçäkleri belli derejede kesgitsiz bolýar.

Gidrosfera diňe ýerüsti suwlar (Dünýä ummany we gury ýerdäki derýalar, köller, batgalyklar) goşulmaly, gidrosferanyň atmosfera aralaşýan beýikligini suwuň molekullarynyň H_2O görnüşli saklanýan

ýeri (16-18 km) bilen çäklendirmeli, ýerasty we ýerüsti gidrosferalar aýratynlykda öwrenilmeli diýen pikir ýüwürtmeler hem bar.

Agzalan nukdaýnazarlaryň belli derejede esaslydygyny bellemeli, sebäbi dürli görnüşli suwlaryň Ýeriň hemme örtüklerinde (mantiýa-da, ýer gabygynda, atmosferada, biosferada) barlygy, goňşy örtükleriň arasynda suw çalşygynyň üznüksiz bolup durýanlygy şübhesiz hakykat. Bellenenlerden ugur alsaň, beýik alym W. I. Wernadskiniň Ýeriň tebigy suwlarynyň bitewiligi baradaky ylmy taglymatynyň dogrulygyna göz ýetirilýär.

Şol sebäplere görä, gidrosfera iki tarapa açyk dinamiki ulgam hökmünde kabul edilýär: daşyna–kosmosa tarap, içine – Ýeriň içki jümmüşine (mantiýa, ýadro) tarap. Ýeriň geologik taryhynda fiziki, himiki, geologik gurşawlaryň, klimatyň kemala gelmeginde, ýaşaýşyň döremeginde gidrosfera ön hem esasy orny eýelän, häzir hem eýeleýär.

M. S. Lwowiçiň hasaplamalaryna görä, gidrosferanyň umumy göwrümi 1458 mln km^3 , şolaryň 60 mln km^3 -i 5 km-e çenli çuňlukda erkin we fiziki bagly görnüşde ýatan ýerasty suwlardyr (2-nji tablisa). Başgaça geçirilen hasaplamalaryň aýry-aýry görkezijileriniň getirilen maglumatlardan tapawutly ýerleri bar [27, 48 we başg.]. Aşa uly çuňluga çenli burawlanan guýularyň (Kola ýarym adasynda, Russiýa, 12250 m, 1970 ý. we başg.) maglumatlaryna görä 5 mün metrden aşakda hem suw erkin görnüşinde duşýar.

W. F. Derpgolsyň [36] hasaplamalaryna görä, gidrosferanyň has giňeldilen göwrümünde: tropopauza (troposfera bilen atmosferanyň geçiş zolagy) bilen ýeriň ýüzüniň aralygyndaky we ýer gabygynyň gury ýer böleginiň 35 km galyňlygyndaky, ummanlaryň aşagynda 4,7 km galyňlykdaky suwlaryň jemi göwrümi $2,46 \text{ mlrd km}^3$ -e barabar.

Gidrosferanyň hasaplamalarda ulanylan aşaky araçägi suwuň kritiki ahwaly (ýagdaýy) bilen kesgitlenýär. Ol ýagdaý himiki arassa suw üçin 450°C bilen kesgitlenýär. Molekula görnüşli suw ýer gabygynyň hemme galyňlygynda duşýar diýlip hasaplanýar. Gidrosferanyň aşaky araçägi hökmünde Mohorowiçiçiň gatlagy kabul edilýär (Ýer gaby-

**Gidrosferanyň düzümi we göwrümi
(M.S.Lwowiç boýunça) [30]**

Gidrosferanyň düzümleri	Göwrüm, mln km³	Gidrosferanyň umumy göwrüminden % hasabynda
Dünýä ummany	1370	93,93984
Ýerasty suwlar	60	4,11415
şol sanda işjeň suw çalşyk zolagynda	4	0,428
Buzluklar	24	1,64566
Köller we suw howdanlary	0,280	0,01920
şol sanda suw howdanlary	0,005	0,00034
Toprak nemleri	0,085	0,00583
Atmosferadaky buglar	0,014	0,00096
Derýalardaky suwlar	0,0012	0,00008
Hemme gidrosfera	1458,3802	100,00034

gynyň aşaky araçägini 1909 ý. A. Mohorowičiç 54 km çuňlukda seýsmik tolkunlaryň tizliginiň aşa artmasynyň esasynda kesgitleýär). Bu gatlakda temperaturanyň we basyşyň täsiri bilen suwuň dargama we birleşme prosesleri bolup geçýär.

2.2. Atmosferadaky we Ýeriň ýüzündäki suw

Atmosferadaky suw gazlaryň garyndysyny (azot, kislorod, argon, wodorod we başg.), şol sanda suwuň buguny hem öz düzüminde saklaýar. Buguň esasy mukdary howanyň ýeriň ýüzüne ýakyn 7 km galyňlykdaky gatlagynda saklanýar. Juda az mukdardalygyna garamazdan (Ýeriň suw gorlarynyň münden bir göterimi), bug suwuň tebigatdaky aýlanyşygynda uly orun eýeleýär. Bu ýerde ummana baran suwlaryň gury ýere diňe atmosfera prosesleri arkaly dolanyp barýanlygyny bellemek ýerliklidir.

Suwuň bugunyň atmosferadaky mukdary absolýut we otnositel (degşirme) çyglylyk bilen häsiýetlendirilýär.

Absolýut çyglylyk – şol temperaturadaky we basyşdaky howanyň göwrümindäki suw bugunyň massasy. Onuň ölçeg birligi bolup her kub metrdäki gramda aňladylan mukdary (g/m^3) hyzmat edýär. Käte absolýut çyglylyk simap sütüniniň millimetrinde ölçelýär, bu hasap suw bugunyň maýyşgaklygy düşünjä gabat gelýär. Absolýut çyglylyk gije-gündiziň dowamynda we möwsümleýin üýtgeýär. Orta guşaklyklarda absolýut çyglylyk gyşyna $2-3\ g/sm^3$ -dan, tomsuna $10-12\ g/sm^3$ -a çenli üýtgeýär. Görkezijiniň howanyň temperaturasyna baglylygy has görnetindir: $30^\circ C$ -de absolýut çyglylyk $30\ g/sm^3$ -a ýetýär, $10^\circ C$ -de $8\ g/sm^3$ -a çenli, $-30^\circ C$ -de $0,3\ g/sm^3$ -a çenli azalýar.

Howanyň çygdan doýgunlyk derejesiniň (e) şol şertde onuň ýetip biljek iň uly çyglylygyna (E) gatnaşygyna ýa-da howadaky buglaryň maýyşgaklygynyň (e) şol temperaturadaky çygdan doýgun buguň maýyşgaklygyna (E) gatnaşygyna **otnositel çyglylyk (r)** diýilýär. Howanyň otnositel çyglylygynyň gyşyna artyp, yssy howada peselýänligini bellemeli:

$$r = (e/E) \cdot 100\%. \quad (2.1.)$$

Şol bir temperaturadaky iň uly bolup biljek çyglylyk bilen hakyky çyglylygyň tapawudyna **çyglylyk ýetmezi (d)** diýilýär:

$$d = E - e. \quad (2.2.)$$

Howanyň çyglylygy wagtyň dowamynda we giňişlikde örän giň gerimde üýtgeýär. Howada bolup geçýän suw çalşygy janly organizmlere we ýerasty suwlaryň emele gelmegine uly täsir edýär.

Garagum çölünde göçmeýän-süýşmeýän ýylakly çägede jokrama yssy günler çägäniň üstünden $3-5\ sm$ aşakda çyg bardygy aýdyň görünýär. Şol çyg her gün howurly howanyň bugundan çägä siňip, sowandan soň goýalyp damja öwrülýän nemdir. Çöl howasyndan döreýän şol çyg hemme çöl ösümliklerine, esasan-da, seline, sazaga, çerkeze yzgar bolup hyzmat edýär. Göçýän aklañly çägelikde, şeýle suw çalşygynyň netijesinde, aşakda ýatan duzly suwlaryň üstünde ýerasty süýji suwlaryň linzalarynyň emele gelmegi (Ýasha ýatagy,

Jynlygum ýatagy we başg.) käbir alymlaryň çaklamalaryna görä, bugdan dörän goýalyş suwlary bolmaly [36, 72 we başg.].

Bugarma. Bugarma sebitiň klimatyna, geologik şertlerine, topragyň, teýgumlaryň strukturasy, çyglylygyna, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna bagly.

Bugarma prosesine mukdar taýdan baha kesmek üçin bugarma we bugaryjylyk diýen düşüňjeler girizilýär. **Bugarma** diýlip, şol bir meýdandan hakyky bugaran suwuň mukdaryna (*mm*-de aňladylan galyňlygyna) düşünilýär, **bugaryjylyk** diýlip, üsti açyk suwly howuzdan ýa-da yzgarly ýerden berlen şertde bugarýan suwuň mukdaryna (*mm*) düşünilýär.

Hakyky bugarma bugaryjylykdan, adatça, az bolýar. Türkmenistanyň çöllük zolagynda bugarma ortaça 200 *mm* bolsa, bugaryjylyk 2000 *mm*-e çenli ýetýär. Bugaryjylyk köpsanly tejribeler bilen ulý kynçylyksyz ölçenip bilinýär. Ýerli şertlerdäki bugarmany ölçemek ýörite gurnalan synag meýdançalarynda çylşyrymly enjamlaşdyrylan ölçegleriň geçirilmegini talap edýär.

Ýagynlar. Suw bugunyň suwuk ýagdaýa geçmegi (kondensasiýa) ýa-da gös-göni gaty hala geçmegi (sublimasiýa) birnäçe şertli sebäplere bagly: 1) goýalyş (kondensasiýa) merkezi bolmaly; 2) howanyň temperaturasy bellibir çäge çenli peselmeli; 3) howa haýsy-da bolsa bir sowuk üst bilen (mysal üçin, Ýer bilen) galtaşmaly; 4) dürli temperaturaly howa akymlary garyşmaly. S.I.Kanyň [30] maglumatlaryna görä, arassa howada bug diňe doýgun ýagdaýyndan 6-8 esse köp mukdarda toplanandan soň damja öwrülýär.

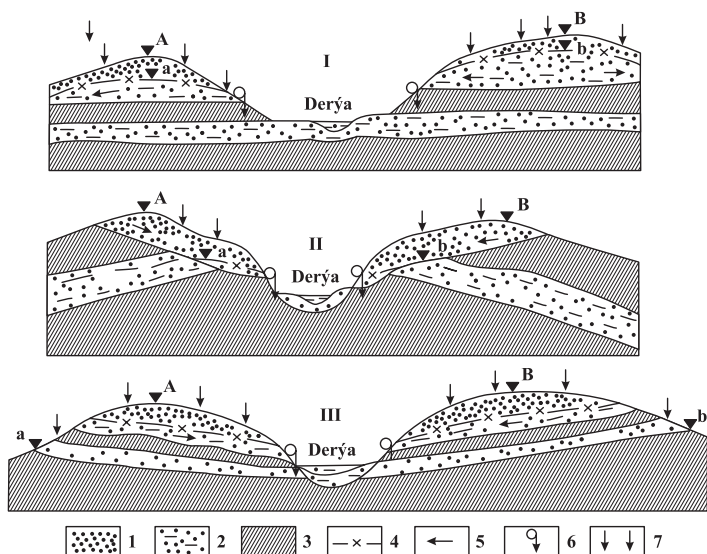
Ýagýan ýagyn-ýagmyrlar belli derejede ýerasty suwlaryň iýmitlenmekligine harçlanýar, şol sebäpli ygalyň mukdaryny, dowamlylygyny, wagtyny, görnüşini bilmek zerur. Ýagýan ýagynyň mukdary bugarma, siňme we akym ýok şertinde ýere düşýän suwuň emele getirjek suw sütüniniň beýikligi bilen (millimetrde) ölçelýär.

Türkmenistanyň şertlerinde ýagyn howanyň salkyn wagtynda (ýaz, güýz) ýagýar. Ýagynyň yssy döwürde däl-de, salkyn pasyllarda ýagmagy, ýere düşen yzgaryň bada-bat bugaryşa harçlanman, belli derejede ýere siňip, ýerasty suwlary iýmitlendirmegi bähbitli kadadyr. Ýylyň dowamyndaky ýagýan ygalyň umumy mukdary Garagum çölünde 80–100 *mm* bolup, dagetek sebitlerde 200–250 *mm*-e çenli ýetýär.

Umuman alanynda, bugaryjylygyň ýagyndan on esse diýen ýaly artyklygy, klimatyň yssy we guraksylygynyň ýurdumyzdaky ýerasty suwlarynyň duzlulygynyň ýokarylygynyň sebäbidir.

Akgytlar (стоки). Ýeriň üstüne ýagan ýagynlaryň bir bölegi bugarýarlar, galan bölegi akyp, ýerüsti akgydy ýa-da jaýryklar we öýjükler arkaly aşak siňip, ýerasty akgydy emele getirýärler.

Ýagynyň ýere düşüp toplanýan ýerine we onuň hereket edýän geologik gurşawyna **suwtoplaýjy basseýn** diýilýär. Suwtoplaýjy başseýnleriň akgytlarynyň **ýerüsti** we **ýerasty** görnüşleri bolýarlar. Ýerasty we ýerüsti akgytlaryň araçäkleri geologik gurluşa bagly we köplenç, biri-birinden tapawutly bolýarlar (*I-nji surat*).



1-nji surat. Ýerüsti we ýerasty akgytlaryň basseýnleriniň meýdanlarynyň özara gatnaşyklary:

I we III – basseýnler gabat gelýärler; II – basseýnler gabat gelmeýärler;
 AB – ýerüsti akgyt; ab – ýerasty akgyt; 1 – çäge; 2 – suwdan doýgun çäge; 3 – toýun;
 4 – teýgum suwlarynyň derejesi; 5 – teýgum suwlarynyň akymynyň ugry; 6 – ýokardan aşak inýän çeşme; 7 – ýagyn-ýagmyryň siňmesi

Ýerüsti akgyt tebigy şertlere, şol sanda sebitiň klimatyna, ýeriň ýüzüniň relýefine, toprak we ösümlik örtüğine bagly. Ýerasty akgydyň

möçberi agzalan şertlerden başga, meýdançanyň geologik gurluşyna, gatlaklary düzýän dag jynslarynyň zire düzümine, öýjüklilik-jaýryklylygyna, ýatyş şertlerine bagly bolýar.

Ýerüsti akgyt topografik kartalar boýunça kesgitlenýär, ýerasty akgydyň hasaby gidrogeologik kartalaryň kömegi bilen geçirilýär.

2.3. Ýer gabygyndaky suw

Suwuň ýer gabygynyň jümmüşine uly çuňluklara çenli siňýänligini W.I.Wernadskiý aýdyp geçipdir [71]. Hakakykatdan hem dag jynslarynyň haýsysyny alsaň, onuň düzüminde suw duşýar. Gaty daşlaryň ýa-da çägelериň içindäki gyldan hem inçe boşluklar suwuň toplanmagy üçin amatly şertleri döredýärler.

Ýeriň düzüminde saklanýan suwlaryň agregat hal-ýagdaýy ýerli temperatura we basyşa bagly bolýar. Ýer gabygynda temperatura -93°C -den (Antarktidada ölçelen iň pes temperatura) $+1200^{\circ}\text{C}$ çemesi (magma ergininiň temperaturasy) aralygynda, basyş birnäçe kPa-dan (troposferanyň ýokarky gatlaklary) 3000 MPa-a (Ýer gabygynyň aşaky serhedi) çenli üýtgeýär. Şol sebäpli ýeriň gabygynda suw suwuk, gaz görnüşli, gaty, dag jynslary bilen fiziki ýa-da himiki baglanyşan, molekulalary dissosirlenen görnüşlerde duşýar.

Gaty halda suw diňe köpýyllyk doňaklyk zolagynda duşýar. Doňan suw (buz) görnüşli gatlar ýerli gidrogeologik şertlere baglylykda sowuk guşaklyklarda howaly zolagyň we suwdan doýgun zolagyň belli bölegini eýeleýär.

Bu suwly gatlar toplumyna başgaça **kriolitozolak (kriolitozona)** diýilýär. Olar, esasan, dag jynslaryndaky süýji suwlaryň doňmagy, käte temperatura $-10-15^{\circ}\text{C}$ -ä çenli peselende, duzly suwlaryň doňmagy netijesinde emele gelýärler. Kriolitozolagyň galyňlygy ýüzlerçe metre çenli ýetip bilýär (Gündogar Sibir).

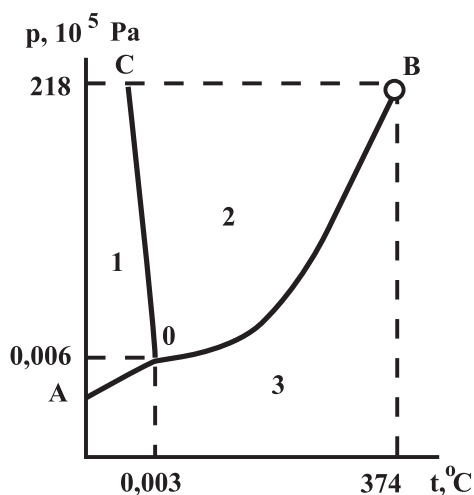
Ýer gabygynyň ýokarky böleginde suwuk suw örän giň ýaýrandyr. Suwuň bu görnüşü gury ýeriň aşagyndaky gatlaklarda, nebit-gaz ýataklaryndan we doň zolakdan başga ýerlerde suwuň kritiki temperatura ýetýän çuňlugyna çenli duşýar.

Belli bolşy ýaly, suwuň gaýnaýan temperaturasy basyşa baglydyr, basyşyň artmasy bilen ol köpelip, kritiki nokada golaýlaýar (2-nji surat).

Aşakda suwuň gaýnama temperaturasynyň basyşa baglylygy berilýär.

Basyş, MPa	0,1	0,2	0,4	0,8	1	2	5	10	15	21,8
Gaýnama nokady, °C	100	120	143	170	179	211	246	293	338	374

Tebigatda suwuň çylşyrymly ergin görnüşinde duşýanlygy sebäpli, suwuň kritiki gaýnaýan nokady hakykatda ep-esli ýokary bolýar we 400-450°C-ä ýetip bilýär. Ýer gabygynda ýokardan aşak gitdigiňçe basyşyň suwuň gaýnama temperaturasyndan has çalt ösýänligi göz önünde tutulsa, suw kritiki ahwala ýetmän, 374-450°C-ä çenli suwuk ýagdaýyny saklap biler diýlip hasaplanýar [71].



2-nji surat. Suwuň durky-halynyň basyşa we temperatura baglylykdaky diagrammasy (K.Krauskopf boýunça)

Suw: 1 – buz; 2 – suwuklyk; 3 – bug görnüşde

0 – üçhal nokady (suwuň şol bir wagtda bug, buz we suwuk görnüşde saklanyp bilýän nokady)

Häzirkizaman garaýyşlara laýyklykda (O.Meýsner, Y.M.Pinneker, F.P.Sawarenskiý, A.M.Sweşnikow we başg.) ýer gabygynyň kesiginde ýeriň ýüzünden aşaklygyna şeýle zolaklar bölünip çykarylýar: howaly zolak, kriolitozolak, doýgun (doly doýgun) zolak we ýerasty suwlaryň kritiki ahwaldan aňyrky zolagy (3-nji surat).

Howaly zolak – amerikaly gidrogeolog O.Meýsner (1933 ý.) tarapyndan girizilen adalga. Ol ýer gabygynyň dag jynslarynyň ýokarky – suwdan doly doýgun ýagdaýa geçmedik bölegidir. Onuň galyňlygy birnäçe santimetrden, desimetrden (zeýlän, şorlaşan ýerler) belent düzlüklerde, adyrlarda 200-300 m-e (Garabil düz belentligi, Türkmenistan) çenli ýetip bilýär. Howaly zolagyň ýokarky serhedi ýeriň ýüzi, aşaky araçağı birinji suwly gatlagyň (teýgum suwlarynyň) üsti-derejesidir.

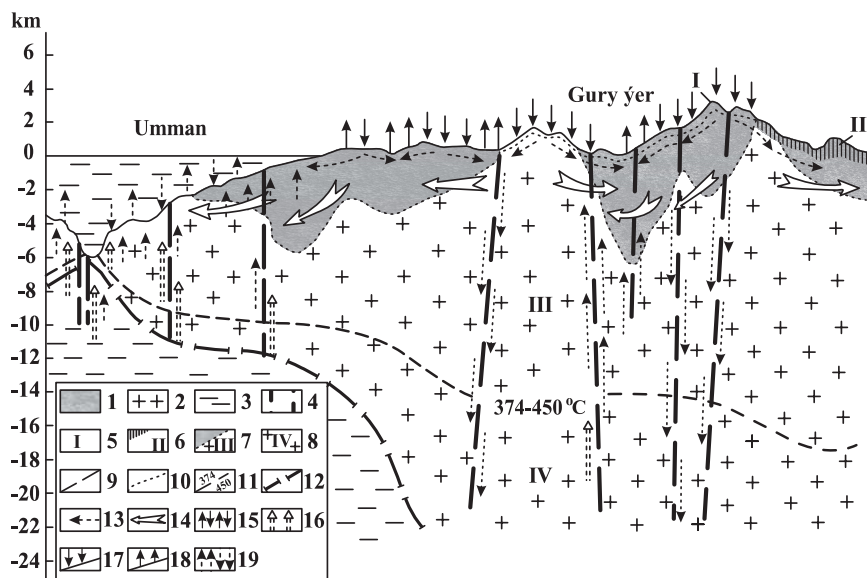
Dünýä ummanynyň çäginde, gury ýerde derýalaryň, kölleriň, suw howdanlarynyň aşagynda, birinji suwly gatlagyň ýerasty suwlarynyň ýerüsti suwlar bilen gös-göni gidrawliki baglanyşykdaýy ýerlerinde howaly zolak duşmaýar.

Kriolitozolak – diňe köpýyllyk doň dag jynslarynyň ýaýran ýerlerinde ýerasty gidrosferanyň özbaşdak elementi bolup hyzmat edýär. Ýer gabygynyň ýerli gidrogeologik kesigine baglylykda ol, adatça, howaly zolagy we doýgun zolagyň ýokarky bölegini öz içine alýar. Kriolitozolagyň galyňlygy ýerli klimata (esasan, howanyň ýyl boýunça ortaça temperaturasy), ýer gabygynyň ýokarky böleginiň geologik gurluşyna we geotemperatura şertlerine baglylykda ilkinji metrlerden başlap, 1000-1500 m-e çenli ýetip bilýär (Romanowskiý, 1983; Ýerşow, 2002 we başg.).

Kriolitozolakda ýerasty suwlar, esasan, gaty halda (buz, gaz gidratlary), şeýle-de temperatura 0°C-den pese düşende doňýan fiziki bagly suw görnüşde duşýarlar. Agyrlyk güýjüne tabyn erkin suw kriolitozolagyň çäginde diňe doňan dag jynslarynyň erän meýdançalarynda ýa-da otirisatel temperaturada hem doňmaýan ýokary duzlulykly ýerasty suwlaryň ýaýran ýerlerinde duşýar.

Doly doýgun zolak ýer gabygynyň ýokarky bölegini–howaly zolagyň aşaky araçağinden 8-20 km çuňluga çenli aralygy eýeleýär. Bu çuňlukdan aşakda, häzirkizaman ylmy garaýyşlara laýyklykda, suw ergininiň temperaturasy kritiki derejä ýetýär (2-nji surat).

Doly doýgun zolagyň çäginde dag jynslarynyň mineral süňňündäki boş giňişlik (öýjükler, jaýryklar, iri gowalçyklar) gaz, nebit, bug-suw garyndysy bilen doldurylmadyk bolsa, erkin, agyryk güýjüne tabyn suw bilen we dag jynslarynyň mineral bölejikleriniň üstki dartyşy bilen saklanýan fiziki bagly suw bilen doldurylan görnüşindedir.



3-nji surat. Ýer gabygynyň gidrogeologik kesiginiň sudur şekilli [27]:

- 1 – çökündi dag jynslary; 2 – granit we bazalt gatlaklary; 3 – ýokarky mantiýa; 4 – çuň tektonik çatlamalaryň zolagy; 5 – howaly zolak (masştabсыз); 6 – kriolitozolak; 7 – doly doýgun zolak; 8 – ýerasty suwlaryň kritiki ahwaldan aňyrky zolagy; 9 – howaly gatlagyň aşaky araçägi; 10 – çökündi jynslaryň düşegi; 11 – doly doýgun zolagyň aşaky araçägi; 12 – Mohorowiçiçiň serhedi; 13 – ýerasty suwlaryň «ýerli» akymalarynyň hereket ugry; 14 – sebitleýin akymalaryň hereket ugry; 15 – uly çuňluklardaky aşak-ýokary ugurly akymlar; 16 – «juwan» erginleriň geläýmegi ahmal ýerleri; 17 – ýagyndan iýmitlenme; 18 – teýgum suwlarynyň bugarmasy; 19 – deňiz suwlarynyň çökündiler bilen ýere dulanmagy we öýjük suwlarynyň gysylp çykarylmagy

Doly doýgun zolagyň aşaky araçägi ýer gabygynyň termodinamiki şertlerine we suwuň ýokary basyşlardaky we temperaturalar-daky faza-agregat ahwalyna esaslanyp çaklanýar. Sebäbi Kola ýarym

adasyndaky aša çuň guýynyň maglumatlaryna esaslansaň, 12 km-e çenli çuňlukdaky şertler doly doýgun zolakdaka gabat gelýär. Şol bir wagtda hem magma ergininiň ýer gabygynyň ýokary başyna golaýlaýan ýerlerinde (wulkanlar) doly doýgun zolagyň galyňlygynyň peselýän bolmagy ahmal diýip çaklanýar (Pinneker, 1983). Mysal üçin, Meksikada, Sýerro-Priýetodaky guýuda 1500 m çuňlukda suwuň temperaturasy 388 °C.

Kritiki ahwaldan aňyrdaky suw (надкритическая вода) litosferanyň aşaky böleginde, temperaturanyň 374°C-den ýokary galýan ýerinde ýerleşýär. Bu suw flýuid hal-ýagdaýy, pes şepbeşikligi, göçüp-gonma ukybynyň ýokarylygy, düzüminde monomer (birölçeegli) molekulalary köp saklaýanlygy, dissosiasiýa hemişeligiňiň düýpli artmagy bilen tapawutlanýar. Suwuň kritiki ahwaldan aňyrky görnüşinden buga ýa-da suwuklyga öwürilmegi litosferanyň ýokarky zolaklarynda bolup geçýär. Bu ýerde şeýle geçişde suwuň göwrüminiň 1,5-2,0 esse artýanlygyny we erginlerden dürli düzümleriň çöküp galýanlygyny bellemeli.

2.4. Suwuň tebigatda aýlanyşygy

Suwuň aýlanyşygy diýip, suwuň Ýeriň ýüzündäki üznüksiz gaýtalanyp duran hereketine aýdylýar. Bu hereketiň dowamynda suw bir görnüşden başga görnüşe geçip bilýär, proses gidrosferanyň hemme böleklerini: howadaky çygy, ummany, ýerüsti we ýerasty suwlary öz içine alýar we biri-birine baglaýar (4-nji surat). Suwuň aýlanyşygynyň iki görnüşini: gidrologik we geologik suw aýlanyşygy biri-birinden tapawutlandyrylmaly. Käbir işlerde gidrogeologik aýlanyşygyň hem bellemegi hödürlenýär.

2.4.1. Gidrologik aýlanyşyk

Gidrologik aýlanyşyk atmosferadaky suwy, Ýeriň üstündäki suwy, ýerasty suwlaryň akgydyny, deňizleriň we ummanlaryň ýalpaklyk we gury ýer ýapgytlyk çäklerindäki täsirleri arkaly emele gelýän bölegini öz içine alýar.

Eger ummanlardan we deňizlerden suw bugaryp howa siňse, şol sebitde ýagyn-ýagmyr bolup ýagsa, oňa **suwuň kiçi aýlanyşygy** diýilýär. **Uly gidrologik aýlanyşyk** (4-nji surat) şeýle hereket edýär: Dünýä ummanyndan we gury ýerden bugaran suwlar şemal bilen uzaga äkidilýär we amatly şertlerde ýene Ýeriň üstüne ýagýar hem-de ýerüsti we ýerasty

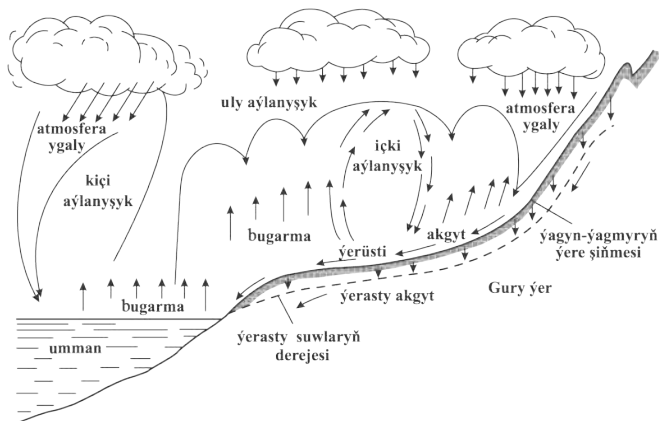
akgytlary emele getirýär. Şol akgytlaryň üsti bilen ýene-de Dünýä ummanyna dolanyp gelýär, ol ýerden ýene-de atmosfera bugaryp gidýär.

Suwuň bellibir bölegi atmosfera tarap gös-göni gury ýerden bugaryp gidýär. Bu prosese **ewapotranspirasiýa** diýilýär (ýagny teýgumlaryň, ösümlikleriň içinden, üstünden bugarma). Ol bugarma suwuň **içki aýlanyşygyna** gatnaşýar. Suwarylýan ýerleriň meýdanynyň artmagynyň, ýerleriň zeýlemesiniň netijesinde suwuň içki aýlanyşygynyň möçberi hem artýar.

2.4.2. Suwuň geologik aýlanyşygy

Ýerasty gidrosferada suwuň geologik aýlanyşygy Ýer gabygynyň we Ýeriň ösüş taryhy bilen berk baglanyşyklydyr. Geologik suw aýlanyşygynyň kemala gelşini, masştabyny we depginini kesgitleýän esasy geologik prosesler bolup çökündileriň çökmesi, litogeneziň soňky tapgyrlary, dag jynslarynyň metamorfizmi hyzmat edýär. Bu proseslere ummanlaryň rift zolagyndaky suwlaryň aşak siňmesi we soňky tapgyrlarda ol suwlaryň umman we gury ýer gabygynyň dag jynslarynda ýerini üýtgetmesi we özgermesi goşulýar.

Häzirki düşünelere görä, suwuň geologik aýlanyşygyny şertleýin birnäçe özbaşdak görnüşlere bölýärler.



4-nji surat. Suwuň tebigatda gidrologik aýlanyşygy

Suwuň geologik aýlanyşygynyň birinji görnüşi **çökündi çökmesi** bilen bagly. Ummanlaryň we deňizleriň düýbüne çökýän täze çökündileriň çyglylygy 70%-e deň diýlip alnanda hasaplamalaryň

görkezişi ýaly, ol suwlaryň massasy Dünýä ummanynda ýylyň dowamynda bugarma harçlanýan suwuň ýüzden bir göterimini düzýär. Şol suwuň hem belli bölegi çökündi çökenden soň, birnäçe ýylyň dowamynda ummana dolanyp gelýär.

Suwuň geologik aýlanyşygynyň ikinji görnüşi **katagenez zolagyny-daky** prosesler bilen bagly. Ol ýerde temperaturanyň 200°C-ä çenli ýokary galmasy mineral zireleriniň sepgidindäki suwuň molekulalarynyň hereketini tizlendirýär we suwuň bagly görnüşden erkin hala geçmegine hemaýat berýär.

Suwuň gysylyp çykarylması zolagyň aşak çäğine, ýagny 1-2 km çemesi çuňluga çenli dowam edýär we toýunsow jynslaryň dykzylanması we toýnuň argillite öwrülmesi bilen togtaýar. Bu prosesiň dowamlylygy birnäçe million ýyldan 20-30 mln. ýyla barabar bolýar. Çökündi çökmesi ýa-da çökündiniň gataşyp, daşa dönmesi (litifikasiýasy) netijesinde emele gelen ýerasty suwlara **sedimentogen** (çökündiden dörän) suwlar diýilýär.

Suwuň geologik aýlanyşygyň üçünji görnüşi geosinklinal şertlerde çökündi we wulkanogen-çökündi jynslaryň **sebitleýin metamorfizm** tapgyryny öz üstünden geçirmesi bilen bagly. Ýokary temperaturanyň we basyşyň, şeýle-de himiki reaksiýalaryň täsiri bilen minerallaryň kristal gözeneginiň bozulması we täzeden gurulması bolup geçýär. Bu proses himiki bagly suwuň uly göwrüminiň boşamagyna getirýär. Hasaplamalaryň görkezişi ýaly, metamorfizmiň netijesinde gidrosfera aralaşýan suwuň mukdary 10^{15} g/ýyl ýa-da 1 km^3 göwrüm çemesi bolýar. **Metamorfogen suwlar** diýlip atlandyrylýan bu suwlaryň kemala gelmesi onlarça milliondan ýüzlerçe million ýyla çenli dowamlylykda bolup geçýär.

Suwuň geologik aýlanyşygynyň iň uly dördünji görnüşi ýer gabygynyň umumy ewolýusiýasynyň dowamynda suwuň köp gezek göçüp-gonması we özgermesi bilen bagly. Mantiýanyň düzüminden bölünip çykýan suwlara **magmatogen** ýa-da E.Zýussuň teklibi boýunça **juwan (ýuwenil)** suwlar diýilýär.

Hasaplamalaryň görkezişine görä, mantiýadan çykýan suwlaryň umumy mukdary ýylda 1 km^3 çemesi.

Bu getirilen sanlar Ýeriň häzirki zaman geologik ösüş tapgyrynda planetanyň umumy suw balansynda geologik şahanyň ujypsyz orun eýeleýändigine şaýatlyk edýär.

Ýerasty suwlaryň hereketi planetadaky suwuň umumy aýlanyşygynyň aýrylmaz bölegi bolup hyzmat edýär. Geologik nukdaýnazardan suwuň ýeriň jümmüşindäki hereketi, şol sanda sada (mehaniki, fiziki, himiki) we çylşyrymly görnüşdäki hereketi (biologik, tehnogen), suwuň bir faza-agregat ýagdaýyndan beýlekä geçişi, dag jynslary bilen özara täsirleşmesi materiýanyň geologik görnüşli hereketiniň wajyp görkezijisi diýip hasaplanýar (A.N.Pawlow, Y.W.Pinneker we başg.)

Suwuň gidrogeologik aýlanyşygyna, köplenç, planetadaky suwuň gidrologik (klimatik) aýlanyşygynyň düzüмçesi ýaly garalýar. Emma ýerasty suwlaryň hereketi nazarda tutulanda, bu aýlanyşyk özbaşdak garalmaga mynasypdyr.

Gidrogeologik aýlanyşyk howaly zolakdaky bug görnüşli, erkin we fiziki bagly suwlaryň hereketini, kriolitozolakdaky suwuň gaty haldan suwuk ýagdaýa we tersine geçişini, doly doýgun zolakdaky fiziki bagly we agyrlyk güýjüne tabyn erkin suwlaryň hereketini öz içine alýar. Ýerasty aýlanyşygyň bu şahasy ýeriň üsti bilen planetanyň atmosferasynda, üstki gidrosferasynda we kritiki ahwaldan aňyrky suwlaryň üsti bilen ýer gabygynyň aşaky böleginde we ýokarky mantiýasynda bolup geçýän prosesler bilen ýakyn baglydyr (*5-nji surat*).

Doly doýgun zolagyň çägendäki erkin (agyrlyk güýjüne tabyn) suwlaryň hereketi gidrogeologik aýlanyşygyň iň wajyp düzüмçesi bolup hyzmat edýär. Ol hereket «ýerasty akgyt» diýen bir bitewi düşünje bilen (B.I.Kudelin) kesgitlenýär. Bu şertde doly doýgun zolaga geologik strukturalar, dag jynslarynyň toplumlary, gatlaklary bilen dürli derejede täsirleşýän erkin akymlaryň ulgamy ýaly garalýar.

Umuman, gurşawyň häsiýetlerini hasaba almasaň, ýerasty suwlaryň akymlarynyň hereketi doly doýgun zolagyň çäklerinde onuň ýokarky we aşaky serhetlerindäki gidrodinamiki şertleri bilen kesgitlenýär.

Gury ýeriň häzirki zaman çäklerinde ýokarky gidrodinamiki serhediniň şertleri birinji suwly gatlagyň derejesi bilen kesgitlenýär we şeýle baglanyşygyň üsti bilen häsiýetlendirilip bilner:

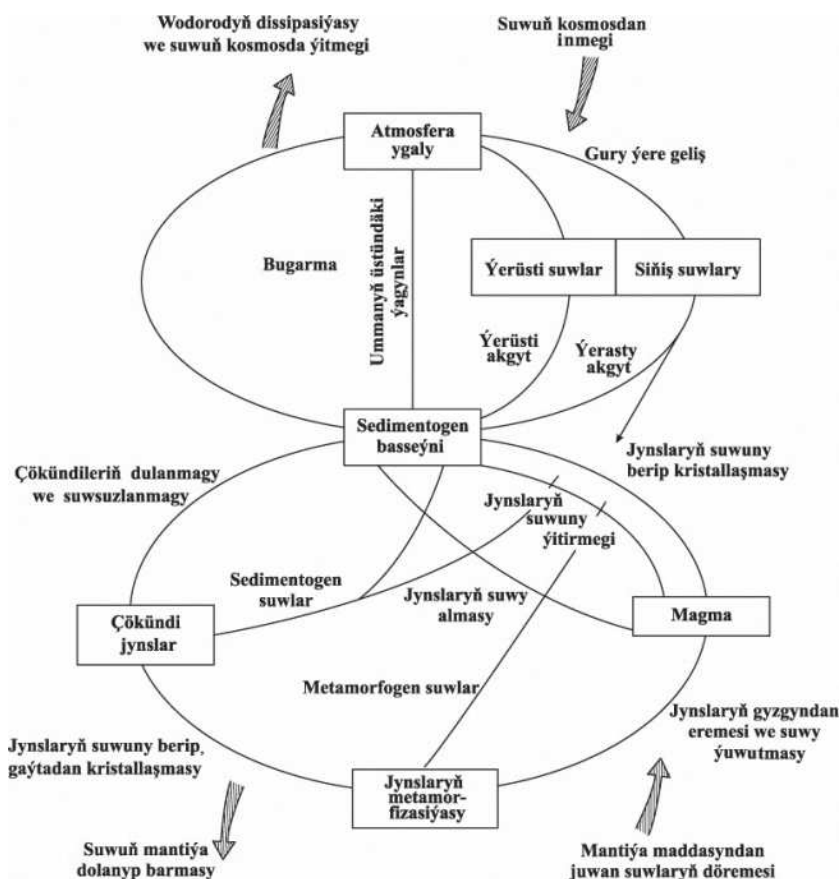
$$H = \int (x, y, t),$$

bu ýerde

H – ýerasty suwlaryň derejesiniň absolýut belligi, m ;

x, y – giňişlik koordinatlary (örkleri);

t – geologik wagt.



5-nji surat. Ýeriň jümmüşinde suwuň gidrologik we geologik aýlanyşyklarynyň baglanyşygy (Y.W.Pinneker, 1980 ý. boýunça)

Kontinentleriň häzirki zaman çäklerinde doly doýgun zolagyň ýokarky böleginde 300-500 *m*-e çenli, käbir gidrogeologik kesiklerde 1000-1500 *m*-e çenli çuňluklarda ýerasty suwlaryň «ýerli» akymlarynyň ulgamy kemala gelýär (3, 4-nji suratlar).

Aşakda 3000-5000 *m*-de, belki ondan hem uly çuňluklarda, ýerasty suwlaryň sebitleýin akymlarynyň zolagy bardyr. Ol akymlaryň ugry, esasan, gury ýeriň häzirki relýefine bagly bolýar.

Suwdan doly doýgun zolakda ýerasty suwlaryň hereketi, esasan, jaýrykly gatlaklarda dikligine gönükdirilen ýerli akymlary döredýär (3-nji surat).

Üzňelenen bozulmalaryň aşa uly çuňluga aralaşýan (ýer gabygynyň galyňlygyny doly kesýän) ýerlerinde ýerasty suwlaryň akym-larynyň kritiki ahwaldan aňyrdaky örän uly basyşly flýuidleriň man-tiýadan gelmegi bilen bagly bolmagy ahmal. Bu ýerde **flýuidler** diýip, durnuksyz, akyjy maddalaryň köp komponentli garyndysyna düşünilýär. Onuň esasy düzüm bölegi bolup kritiki ahwaldan aňyrky suw ýa-da onuň termiki (erkin wodorod we kislorod) we elektroli-tiki (proton H^+ , gidroksil OH^- we kislorod iony O^{2-}) dissosiasiasynyň önümleri bolmaly.

2.4.3. Ýeriň suw balansy barada düşünje

Suw çalşygynyň döremeginiň tebigy şertleri gidrosferanyň mas-sasynyň yzygiderli artmasy zerarly bolmaly diýip çaklanýar. Suwuň mukdarynyň artmasynda esasy orunlary organiki maddalaryň kislorod ýok şertde dargamasy, mantiýanyň we ýeriň gabygynda bolup geçýän himiki prosesler we azda-kände kosmos bilen suw çalşyk eýeleýär.

Şu nukdaýnazardan gidrologik aýlanyşygyň kemala gelme pro-seslerini Ýeriň ösüşi bilen baglap 4 tapgyra: arheý, protorezoý-rifeý, paleozoý we mezokaýnozoý tapgyrlaryna bölýärler.

Arheý tapgyrynda mese-mälim klimatik zolaklylyk bolan däl-dir, suw çalşyk bolsa umman bilen atmosferanyň, şeýle-de Ýer bilen kosmosyň arasynda bolup geçendir diýlip çaklanýar. Bu ýagdaýyň at-mosfera gatlagynyň ýukalygy bilen bagly bolmagy ähtimal.

Protorezoý-rifeý tapgyrynda platformalaryň döremegi netije-sinde Ýere gelýän ýylylyk akymlyry azalýar. Daglaryň emele gelme prosesleri bilen bir hatarda klimatyň guraksy-yssy we buzlanma kysymlyry döreýär. Netijede, umman-atmosfera-gury ýer ulgamyn-da suwuň aýlanyşygy döreýär, derýa akgydy we gaty ykgynlaryň (наносы) Dünýä ummanyna tarap akgytlary emele gelýärler.

Paleozoý tapgyry fiziki-geografik şertleriň durnuksyzlygy bilen häsiýetlendirilýär: umman bilen gury ýeriň özara gatnaşygy üýtgeýär (kembriý döwründe deňiz gury ýere sürünýär, perm döwründe yzyna gaýdýar), şol sebäpli çygly we ýyly klimat aram guraksy we öňküden salkyn görnüşe geçýär. Aýlanyşygyň görnüşi häzirkä golaýlaýar, suw bugunyň kosmosa siňmesi kesilýär, atmosferadaky kömürturşy gazynyň we kislorodyň mukdary artýar.

Mezokaýnozoý tapgyryna hem suwuň ummandan çykyp, gury ýerleri örtme we yzyna gaýtma (transgressiýa we regressiýa) prosesleri mahsusdyr: dag ulgamlarynyň we buzluklaryň kemala gelmesi suw aýlanyşyk şertlerini kesgitleýär – suw atmosferadan alnyp baglanýar we guraklyk ösýär.

Häzirki zaman suw aýlanyşygynyň şeýle aýratynlyklary bellennäge mynasyp. Ummandan bugaran suwuň bugy atmosfera aralaşýar, bu ýerden ol buglaryň bir bölegi bada-bat ýagyn-ýagmyr bolup ummana dolanýar, beýlekisi gury ýere tarap göçýär. Ummandan gury ýere ýeten howa buglary meteorologik täsirlere baglylykda ýagyn bolup ýere düşýärler ýa-da gury ýer bugarmalary bilen baýlaşyp ýagyn-ýagmyra öwrülýärler we derýa akgydyny emele getirýärler.

Şeýlelik bilen, suw çalşykda suwuň giňişlikde geçýän ýoly boýunça uly, kiçi we ýerli (gury ýer-içki) aýlanyşyklary bölüp çykaryp bolýar (4-nji surat).

Gidrologik aýlanyşygyň netijesinde suwuň üznüksiz harçlanyşy we dikelmesi bolup geçýär. Harçlanan suwuň doly derejede öweziniň dolmasy suw obýektiniň görnüşine bagly. Polýar buzlarynyň, hemişelik saklanýan gar örtügininiň we ýerasty buzlaryň doly suw çalşygy 10000 ýylda, Dünýä ummanynyňky – 2500 ýylda, dag buzluklarynyňky – 1600 ýylda, ýerasty suwlarynyňky – 1400 ýylda, kölleriňki – 17 ýylda, batgalyklaryňky – 5 ýylda, toprakdaky yzgaryňky – 1 ýylda, derýadaky suwlaryňky – 16 günde, atmosferada – 8 günde, biologik nemlerde – birnäçe sagatda bolup geçýär.

Ýerasty suwlaryň suw çalşygynyň **işjeň** bölegi ýeriň ýüzüne golaý ýatýan suwlar bilen çäklenýär. Bu suw çalşygynyň dowamlylygynyň uzaklygy (1400 ýyl) ýerasty akymyň has uly çuňluklarda ýerleşýän şahasynyň täsiri bilen düşündirilýär (bu akyma ýagýan ýagynyň bary-ýogy 5-10%-i goşulýar).

Suwuň aýlanyşygynyň mukdar häsiýetnamasy bolup **suwuň balansynyň deňlemeleri** hyzmat edýär. Olaryň şeýle görnüşleri bolup bilýär.

Akgytlar hasaba alynmazdan Ýeriň tutuş üsti:

1. $X=Z$, bu ýerde X – ýagyn-ýagmyrlar, Z – bugarma.

2. Ummanlaryň we deňizleriň üstünde bugarmanyň ýagýan ýagyndan artykmaç ýerlerinde:

$X=Z-Y$, bu ýerde Y – derýa akgydy.

3. Gury ýeriň üstünde ýagyn bugarmadan köp akgytlar hasaba alynýar:

$$X=Z+Y.$$

4. Aýry alnan derýa basseýni üçin:

$$X=Z+Y_u+Y_a,$$

bu ýerde Y_u we Y_a – hersi öz gezeginde ýerüsti we ýerasty akgytlar.

Umumy akgydy ýerüsti we ýerasty böleklere bölmek geologik we gidrogeologik kartalary we kesikleri ulanmak arkaly geçirilýär.

Suw balansynyň elementleri we olaryň özara gatnasyklary karýerlere, ýerasty desgalara geljek suwlary çaklamaly bolanda, obalarda, şäherlerde, ekin meýdanlarynda, suw peseldiş işleri taslananda, ýerasty suw ýataklarynyň gollary kesgitlenende ulanylýar.

Suw balansynyň elementleri elin gurnalýan ölçegler arkaly kesgitlenýär ýa-da tersin goýlan meseleleriň üsti bilen hasaplanyp çaklanýlar. Şol elementleriň kesgitleniş takyklygy suw çykaryjy ulgamlaryň amatly taslanmagyna we gurulmagyna uly täsir edýär.

Aşgabat şäheriniň ýerasty suwlarynyň gidrogeologik modeli düzülende suw balansynyň tehnogen elementleri (suwaryş suwlary, ýerasty suw geçirijilerindäki turbalardan ýitgiler, şäheriň daşyna akdyrylýan suwlar we ş.m.) barada maglumat ýetmezçiligi sebäpli takmyny hasaplandy.

Ýerasty suw ýataklarynyň gollary hasaplananda alynýan suwuň öwezini dolma üpjünçiligi, ýagny ýatagyň ulanyş döwründe ýagyn-ýagmyrdan ýere siňýän, ýerasty we ýerüsti akgytlar bilen gelýän suwdan çykarylýan suwuň az bolmalydygy ünsden düşürilmeli dälär.

3. DAG JYNSLARYNYŇ SUW-KOLLEKTORLYK HÄSIÝETLERI

3.1. Dag jynslarynyň öýjükliligi

Öýjüklilik diýlip, dag jynsynyň göwrüm birligindäki hemme boşluklaryň jemi göwrümüne aýdylýar (olaryň möçberine, suwdan doýgunlyk derejesine garamazdan).

Gelip çykyşy (şejeresi) boýunça öýjüklilik iki hili bolýar: 1) ilkinjiler – dag jynslary bilen bilelikde döränler we diagenез döwründe üýtgänler; 2) ön kemala gelen dag jynslarynda ereme, weýranlaşma, tektonik, biologik prosesler zerarly dörän öýjüklilik (öýjüklükler, jaýryklar, yşlar, köwekler).

Öýjüklilik magmatik, metamorfik we çökünci dag jynslarynyň hemmesine mahsusdyr, emma öýjüklükleriň emele gelşi olaryň her haýsynda aýry-aýrydyr.

Magmatik dag jynslaryndaky deslapky öýjüklükler ergin magma sowap doňanda döreýän kristallaryň arasynda, içinde saklanyp galan suwuň buglarynyň, gazlaryň eýeleýän boşluklary bilen bagly. Şeýle boşluklar, esasan-da, sowap doňýan magmalaryň ýokarky böleginde, gyrak-bujaklarynda köp bolýar, sebäbi ol ýerde magma gazlar, buglar doly çykyp ýetişmänkä doňýar.

Metamorfik jynslardaky boşluklar metamorfizm prosesi döwründe bolup geçýän gaýtadan kristallaşma bilen bagly.

Çökünci jynslarda öýjüklilik has ýokary bolýar, olar gatlaklaryň uly bolmadyk çuňluklarda ýatýanlygy bilen, diagenез döwri bolup geçýän özgerişler bilen bagly.

Öýjüklilik dag jynslarynyň gelip çykyşyna, olary düzýän zireleriň möçberine, zireleriň möçberi boýunça özara gatnaşygyna (dürlüligine, birmeňzeşligine), sementleşenligine (çökünci jynslarda), tektoniki we weýranlaşma proseslerine sezewar bolanlygyna we başg. bagly.

Möçberi boýunça öýjüklükleri **iri öýjüklere**, başgaça makroporlara (1mm-den uly) we **ownuk öýjüklere**, başgaça mikroporlara (1mm-den kiçi) bölýärler. Iri öýjüklilige **yşlylyk** hem diýilýär, olar, köplenç, özara birleşýän jaýryklardan düzülýärler.

Öýjükliligiň mukdar ölçegi hökmünde (n) dag jynslaryndaky hemme öýjüklükleriň göwrüminiň (olaryň suwdan ýa-da howadan doldurylanlygyna garamazdan) şol jynsyň umumy göwrümine bolan gatnaşygy ulanylýar (% hasabynda):

$$n = \frac{V_o}{V_u} \cdot 100\%, \quad (3.1.)$$

bu ýerde

V_{σ} – öýjükleriň göwrümi;

V_u – dag jynsynyň umumy göwrümi.

Dag jynslarynyň gelip çykyşyna, öýjükleriň möçberine, biri-birleri bilen baglanyşyklylygyna görä, öýjükleriň **ýapyk** we **açyk** görnüşleri bolýar.

Şeýlelik bilen, umumy öýjüklilikden (n_u) başga **açyk** (biri-birine bagly) öýjüklilik (n_a) hem ulanylýar.

Köp ýagdaýlarda açyk boşluklaryň belli bölegi dag jynslarynyň mineral **sünňüniň** arasynda ýerleşen «gapjalan» howa ýa-da gaz bilen, köplenç bolsa, fiziki bagly suw bilen baglananlygy sebäpli, gidrogeologiyada «umumy» we «açyk» öýjüklilikden başga **işjeň öýjüklilik** (n_i) diýlen düşünje hem ulanylýar. Ol üstünden agyrylyk güýjüne tabyn suwlary geçirip bilýän öýjükleriň göwrüminiň şol dag jynsynyň umumy göwrümüne bolan gatnaşygydyr.

Umumy (n_u), açyk (n_a) we işjeň (n_i) öýjüklilikleriň şeýle özara gatnaşyklarynyň bolup bilýänligini bellemeli:

$$n_u \geq n_a > n_i. \quad (3.2.)$$

Açyk we işjeň öýjükleriň özara gatnaşygy dag jynslarynda öýjükleriň haýsy-da bolsa bir möçberiniň agdyklyk etmegine bagly bolýar. Mysal üçin, kirşensiz iri çägelerde, doldurgyçsyz jyglymlarda $n_u = n_a = n_i$ diýip hasaplap bolar.

Öýjükleriň diametrine (D), jaýryklaryň giňligine (L) baglylykda öýjükliligi 3 topara bölýärler (3-*nji tablisa*).

Tablisadan görnüşi ýaly, iri boşlukly dag jynslarynda bagly suwy saklaýan ownuk öýjükler ýoga golaý we şol sebäpli $n_i \approx n_a$, juda ownuk öýjüklü jynslarda bolsa işjeň öýjükler bolmaýar.

Aýry-aýry böleklerden (bölejiklerden, zirelerden) düzülen dag jynslarynyň umumy öýjükliligi şol bölejikleriň daş keşbine we dykzylanyş derejesine bagly. Eger olar diňe birmeňzeş keşpli böleklerden (mysal üçin, togalak zirelerden) düzülen bolsa, nazary taýdan öýjüklilik şol parçalaryň möçberine bagly dälendir.

Öýjük-jaýryklaryň möçberine göre bölünüş [35, 64]

Öýjükliligiň görnüşü	Öýjükleriň diametri D , mm	Jaýryklaryň giňligi L , mm	Açyk we işjeň öýjükleriň özara gatnaşyklary
Kapillýardan kiçi	$< 0,0002$	$< 0,0001$	$n_a < n_u; n_i = 0$
Kapillýar	$0,0002-0,5$	$0,0001-0,25$	$n_i < n_a$
Kapillýardan uly	$> 0,5$	$> 0,25$	$n_i = n_a$

Eger küpürsek çäge şar ýaly togalak zirelerden düzülen bolsa, onda öýjüklilik şeýle formula arkaly kesgitlenip bilner:

$$n = \left[\left(d^3 - \pi \frac{d^3}{6} \right) : d^3 \right] \cdot 100 = \left(1 - \frac{\pi}{6} \right) \cdot 100 = 47,7\%, \quad (3.3.)$$

bu ýerde d – dag jynsyny düzyän togalak zireleriň diametri.

Formuladan görnüşü ýaly, birmeňzeş möçberli küpürsek çägeleriň öýjükliligi şol çägeleri düzyän zireleriň diametrine bagly hem dälidir.

Hakykat ýüzünde **çökünci dagynyk jynslar** dykzlaşma derejesiniň, zireleriniň keşbiniň, möçberiniň köp dürlüligine, bitewi-daşlar – weýranlaşma, tektonik hereketlere sezewar bolşuna baglylykda öýjükliligini örän giň gerimde üýtgedýärler (4-nji tablisa).

Uly umumy öýjüklilik bilen ýokary suw geçirijiligiň ýakyn baglanyşygy ýokdur. Mysal üçin, topurlaryň, toýunlaryň öýjükliligi 40–45% bolsa-da, olar suwy düybünden diýen ýaly geçirmeýärler. Çagyly-jyglymy gatlaklaryň öýjükliligi 20–25% bolsa-da, olaryň suw geçirijiligi çägeleriňkiden, toýunsow jynslaryňkydan onlarça-ýüzlerçe esse köp bolup biler.

Ýerasty suwlaryň hereketi diňe açyk öýjüklükler arkaly bolup geçýär, sebäbi ýapyk öýjüklükler gapjalan howa, gaz ýa-da suw bilen doldurylan bolýarlar.

**Käbir dag jynslarynyň öýjükliliginiň üýtgew gerimi
(Gidrogeologiýanyň sprawoçnigi [64] boýunça)**

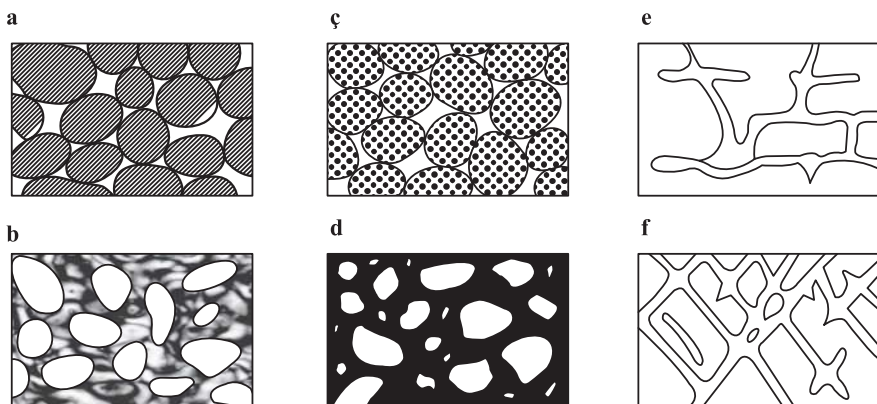
Dag jynslary	Umumy öýjüklilik, %	
	in kiçi	in uly
Granitler we gneýsler	0,02	0,6
Karrar mermeri	0,20	0,4
Toýun slanesleri	0,50	7,5
Hekdaşlar	0,50	13,5
Çägedaşlar	3,50	28,5
Çägeler	35,0	42,0
Toýunlar	25,0	55,0
Lýoslar	40,0	55,0

Dagynyk teýgumlaryň zire düzüminiň çyzgysy derňelende **aý-gytlaýjy diametr** diýlip atlandyrylýan, ýagny zireleriň özünden kiçileriniň massasy boýunça 10%-e deň bolan ýagdaýyndaky diametrine uly üns berilýär. Sebäbi hut şol diametr dag jynsynyň işjeň öýjükliligini kesgitleýär. Şonuň netijesinde hatda iri bölekli jynslar (çagyllar, iri çägeler) düzüminde 20–25%-e çenli kirşen we toýun böleklerini saklasalar-da, işjeň öýjükliligini ýitirip, suw geçirijiligini onlarça esse peseldip bilýärler.

Öýjükliligi düýpli peseldýän prosesiniň biri **sementleşmedir**. Öýjüklerde, jaýryklarda toýun, karbonat we beýleki sementleriň toplanmagy öýjükliligi azaldyp, hatda doly ýok edip hem bilýär (6-njy surat).

Öýjüksiz çöken bitewidaş çökündi, magmatik we metamorfik dag jynslarynyň yslylygy, esasan, olaryň **jaýryklylygy** bilen kesgitlenýär.

Jaýrykly yslylygyň gidrogeologiýada ähmiýeti jaýryklaryň umumy sanyna, gürlüğine däl-de, açyk jaýryklaryň inine, jaýryklaryň açylyş derejesine baglydyr. Şol şertlere baglylykda umumy we işjeň yslylygyň özara gatnaşygy üýtgeýär. Gatlak basyşy köpelse, jaýryklar gysylýarlar, ýapylýarlar, yslylyk (скважность) azalýar. Basyş azalsa, küpürseşme, jaýryklaryň açylmasy bolup geçýär.



6-njy surat. Dag jynslarynyň öýjükliliginiň esasy görnüşleri

(O.Meýnser, 1933 ý. boýunça):

a-d – küpürsek jynslar: *a* – külke zirelerden saýlanan we ýokary öýjüklilikli; *b* – kükeli we öýjükliligi pes; *ç* – öýjüklü daşlardan düzülen we ýokary öýjüklilikli; *d* – sementleşenligi sebäpli öýjükliligini peselden; *e* – köwekleşen bitewidaş, duzlary eräp gideni sebäpli öýjükliligi artan; *f* – geçirijiligi jaýryklaşma derejesine bagly bitewi daş

Jaýryklar diňe bir gysylmadan başga-da, içine palçyk girmesi, sementleşme sebäpli hem bitip bilýärler.

Ýerli termodinamiki şertlere, ýerasty suwlaryň gaz düzümine baglylykda gatlaklardaky hekdaşlary, zylçalar eräp, **köwekleri** (möçberi 5 mm-den uly, ini-boýy meňzeş boşluklary) döredip bilýärler. Dag jynslarynda köwekleriň bolmagy açyk, işjeň öýjükliligi düýpli artdyrýar.

3.2. Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleri

Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleriniň synplamalary ilkinji gezek O. Meýnser (1935) we iň doly görnüşde A. F. Lebedew (1922, 1936) tarapyndan işlenip düzülýär. Bu synplamalaryň soňky ýyllarda ösüşi we anyklanmasy W. A. Priklonskiý, A.A.Rode, S. I. Dolgow, B. W. Derýagin, R. I. Zloçewskaýa, Y. M. Sergeýew we beýlekileriň işlerinde geçirildi.

Agzalan alymlaryň işleriniň netijesinde gidrosferanyň ýerasty böleginde ýerasty suwlaryň biir-birinden düýpli tapawutlanýan iki toparyny bölüp çykaryp bolýar [27]:

1) Erkin suwlar, kysymyna baglylykda haýsy-da bolsa bir görnüşde özbaşdak hereket etmäge ukyply;

2) Bagly suwlar, ilki erkin hala geçmezden özbaşdak hereket etmäge ukypsyz.

Erkin haldaky suwuň üç görnüşi bar:

1) bug (bug görnüşli);

2) agramyna akýan suwlar (ýere siňýän damjalar, ýerasty akymalar);

3) kritiki ahwaldan aňyrky suwlar.

Bagly ýagdaýyndaky suwuň şeýle görnüşleri bar:

1) himiki bagly suw;

2) dag jynslarynyň süňni bilen fiziki we fiziki-himiki bagly suw;

3) geçiş haldaky suw, şol sanda erkin we bagly suwlaryň arasyndaky kapillýar bagly suw;

4) gaty haldaky suw.

Bug görnüşli suw ýeriň gabygynda örän giň ýaýran. Buguň uly bolmadyk galyňlykdaky bölegi ýeriň ýüzünden ýerasty suwlaryň dejesine çenli aralykda – howaly zolakda ýerleşýär. Bu buglar, esasan, atmosferadan aşak düşýän howa bilen gelýärler we dag jynslaryndaky suwlaryň bugarmasynyň netijesinde döreýärler. Bug görnüşli suw dag jynslarynyň gigroskopik çyglylygy we atmosferadaky buglar bilen deňagramlylyk saklaýar.

Suwuň dürli görnüşlere geçmesi mineral bölejikleriniň (zireleriniň) üstüniň suwy sorup saklamak ukybyna (adsorbsiýa) baglydyr. Bu sorulma (adsorbsiýa) şol sanda suw bugunyň otnositel maýyşgaklygyna baglydyr. Suwuň 50% çemesi zireleriň üstünde sorulyp saklanýar, galanlary dag jynslarynyň öýjüklerinde ýerleşýär.

Dag jynslarynyň düzümindäki suwlaryň bugy şol jynslaryň gury massasynyň müňden bir göteriminden köp bolmaýar. Emma buguň hereketi atmosfera bilen ýer gabygynyň üstündäki jynslaryň arasyndaky suw çalşykda wajyp orny eýeleýär.

Suw bugunyň hereketi dag jynslarynyň aýry-aýry gatlanjyklarynda buguň maýyşgaklygynyň dürlüligine ýa-da temperaturanyň gradiýentine bagly bolup geçýär.

Ýerasty atmosferanyň otnositel çyglylygy 100%-e golaýlanda buguň maýyşgaklygy temperaturanyň funksiýasyna öwrülýär, ýagny bug akymlary temperaturanyň gradiýentine bagly bolýar. Dik akymlar dag jynslarynyň möwsümleýin gyzmagyna baglydyr. Şol sebäpli buglar gysyna aşak hereket edýärler, tomsuna olaryň ümzügi ýokarylygynadyr. Suw bugunyň keseligine hereketi tehnogen sebäplere bagly bolýar (ýeriň ýüzüne kölege düşmegi, asfalt düşelmegi we ş.m.).

Bug görnüşli nemiň hemişelik hereketi dürli dag jynslarynyň, esasan-da, toýunsow lýospisint jynslaryň çyglylygyny we beýleki häsiýetlerini üytgedip bilýär.

Käbir şertlerde bug birmeňzeş temperaturada hem zireleriň daş keşbine baglylykda hereket edip bilýär. Bu proses W.Tompsonyň deňlemesine laýyklykda bolup geçýär: suwuň buglary güberçek üstlerden oýuk ýa-da tekiz üstlere tarap hereket edýärler [15].

Bug görnüşli suw dag jynsyndaky suwuň beýleki görnüşleri bilen hemişelik deňagramlylyk saklaýar. Eger buglar doýgun ýagdaýa geçse, olar goýalyp, damja öwrülip bilýärler. Şu ýol bilen dörän damjalar mineral zireleriň üstüne ýapysýarlar ýa-da jaýryklaryň in dar ýerlerinde toplanyp, kapillýar suwlara öwrülýärler. Doýgun bugdan dörän damjalar ownuk çägelere kapillýar baglanyşyklary döredip bilýärler we guraksy zolakdaky çöl ösümlüklerine zerur çygy yzygiderli berýärler (Garagum çägesi). Süýji suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde adamlar gadymy döwürden bäri iri öýjükleri (gowalçylyklary) emele getirýän daşy ýylmanak daş üýşmekleriniň (diňleriň) kömegi bilen howadan agyz suwuny toplan almagy (şol sanda, Garagum çölünde) başarypdylar [36].

Bug görnüşli suw ýerasty suwlaryň döremegine hem şeýle görnüşde gatnaşýar. Yssy howadaky buglaryň maýyşgaklygy toprak – teýgumdaky öýjük buglarynyňkydan ýokary bolýar. Netijede, atmosferadaky howa buglary ýere üznüksiz siňýär. Bu hereket hemişelik temperaturanyň çuňlugyna (Türkmenistanda ortaça 10 m) ýetip togtaýar. Sebäbi bu çuňlukdan aşakda ýeriň temperaturasy we öýjük buglarynyň maýyşgaklygy artyp başlaýar. Ýokardan inýän we aşakdan çykýan temperatura akymlarynyň garpysmasynyň netijesinde buglar damja öwrülip, ýerasty suwlara goşulýarlar.

Bug görnüşli suwuň iň köp bölegi uly çuňluklarda döreyän gyzgyn buglar bilen, şol sanda aşak gitdigiňçe öýjükliligiň, jaýryklylygyň peselýänligi bilen bagly. Şol bir wagtda-da aşakdaky ýokary gyzgynlykly erginler dag jynslarynyň içindäki duzlary eredýärler we köwekleşme döredip bilýärler, gatlakdaky ýokary basyşly suw jaýryklaryň gysyşdan ýumulmagyna päsgelçilik döredýär. Şol sebäpli uly çuňluklarda hem dag jynslarynyň ýokary öýjükliligi bolup bilýär: Hazarýaka çöketliginde 6600 m çuňlukda öýjüklilik 5%-e, Gündogar Kuban çöketliginde 5 km çuňlukda – 13%-e barabar ýerleriniň duşýanlygy bellenýär [30].

Agramyna akýan suw diýlip, agyrylyk güýjüniň täsiri bilen we (ýa-da) gidrostatik basyşyň gradiýentine görä, hereket edýän ýerasty suwlara aýdylýar.

Doýgun ýagdaýa ýetmedik zolakda öz agramyna aşaklygyna syrygýan suwlar damja suwy görnüşde hereket edýärler. Suwuň şeýle hereketli görnüşi «ýerasty ýagyş» ýa-da **syzylma suwlary** diýlip atlandyrylýar.

Doýgun zolakda agramyna ýa-da gidrostatik basyş zerarly hereket edýän erkin suwa ýerasty akym suwy ýa-da **süzülme suwlary** diýilýär.

Toýunsow jynslaryň öýjükliligiň, esasan, bagly suwdan doldurylanlygy sebäpli, olarda agramyna akýan suw ýoga golaýdyr. Şonuň üçin agramyna akýan suwlar diňe baglanyşyksyz dagynyk jynslarda (çägelerde, çagyllarda) we jaýryklaşan bitewidaşlarda duşýarlar.

Ýeriň gabygynda ýokardan aşak dag jynslaryň dykyzlanmasynyň artmagy magmanyň kristallaşmasy we termo- hem-de dinamometamorfizm prosesleri bilen bagly gaz-suwuklyk erginleri (flýuidleri) döredýär.

Temperaturasy we basyşy kritiki çäkten ýokarda saklanýan ýerasty suwlara **kritiki ahwaldan aňyrky suwlar** diýilýär. Kritiki temperatura 374°C-ä, basyş – $2,2 \cdot 10^4$ kPa-a deň hasaplanýar. Ýokary konsentrasiýaly ýerasty erginlerde kritiki temperatura 450°C-ä, basyş – $3,5 \cdot 10^4$ kPa-a çenli artyp bilýär [27]. Bu şertlerde suwuň şepbeşikligi azalýar, pH pese düşýär, elektrik geçirijilik artýar. Şol sebäpli kritiki ahwaldan aňyrky suw güýçli erediji häsiýete eýe bolýar we metallaryň ýokary konsentrasiýasynyň bar ýerlerinde gidrotermal magdan ýataklarynyň döremegini şertlendirip bilýär (Kraýnow we beýlekiler, 2004) [27].

Häzirki zaman garaýyşlara görä, kritiki ahwaldan aňyrky suwlaryň döremegi temperaturanyň artýanlygy we aşakdan ýokary gyzgyn suwlaryň çykmasy bilen bagly bolup geçýär.

Basyş peselse, «kritiki ahwaldan aňyrky» suw «adaty» suwuklyga we buga (suw-bug garyndysyna) öwürülýär, netijede onuň göwrümi 1,5-2,0 esse köpeliýär [54].

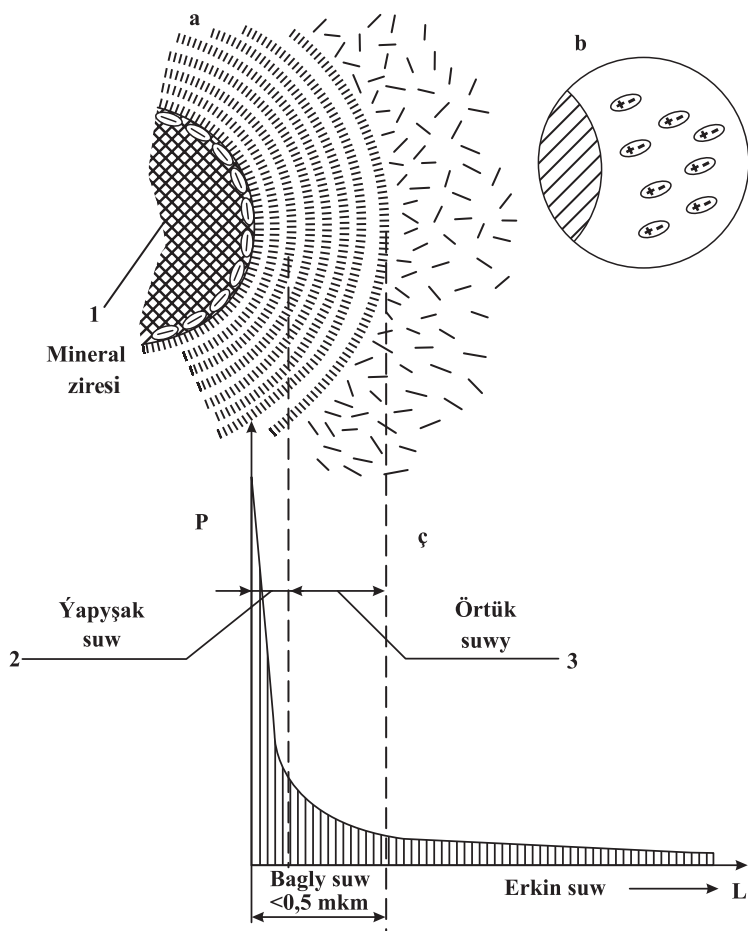
Ýene-de bir bellemeli zat: buguň bir bölegi suwuk suwda ereýär, bu proses aşak gitdigiňçe artýar. Uly çuňluklarda temperatura 600–700°C-ä ýetende suwuk suwuň ornuny bug görnüşli suw eýeleýär.

Fiziki bagly suw berk baglanyşykly (gigroskopik ýa-da adsorbirlenen ýa-da ýapyşak) we gowşak bagly (örtük) suwlara bölünýär.

Berk baglanyşykly (ýapyşak) suw külke zireli jynslara mahsus. Olar mineral zireleriniň üstünde howadaky buguň ýa-da suwuk suwuň molekulalarynyň sorulyp saklanmagy (adsorbsiýasy) netijesinde döreýärler (*7-nji surat*). Mineral zireler otirisatel zaryada eýedir, suwuň molekulalary elektrik meýdanynda položitel we otirisatel zaryadlary garşydaş taraplarynda agdyklyk edýän iki garşydaş meýdanly molekulany-dipoly emele getirýär.

Mineralyň külke zireleriniň üstüne 1-3 hatar suw molekulalaryndan ybarat bolan suw ýapyşak suwy ýa-da adsorbirlenen suwy emele getirýär. Bu suwuň şeýle fiziki häsiýetleri bar: dykzyzygy – 1,02 t/m³, doňma temperaturasy - minus 78°C, dielektrik geçirijiligi – 3-40 (erkin suwuňky – 81). Şeýle suwuň şepbeşikligi, maýyşgaklygy, süýşmä garşylygy ýokary bolýar. Ýapyşak suw ýerasty atmosferanyň otirisatel çyglylygy 100%-den az bolanda döreýär. Bu suwuň mukdary dag jynslarynyň mineral we zire düzümine bagly: çägelerde 1%-den geçmeýär, lýoslarda – 8%, toýunlarda – 18%-e çenli.

Ýapyşak suwuň daş ýüzünde **osmos** (grekçe «osmos» – sarsgyn, basyş) – ergini eredijiden aýyryan ýarymgeçiriji perdäniň üsti bilen eredijiniň birtaraply diffuziýasy) ýa-da **solwatlanma** (latynça «solvo» – eredýärin – eredijiniň molekulalarynyň erän maddanyň molekulalary (ionlary) bilen täsirleşmesi) suwy diýlip atlandyrylýan **geçiş** suwy bar. Bu suw dag jynsynyň ziresi bilen gowşagrak baglanyşan, onuň azda-kände hereket etmäge mümkinçiligi bolýar. Solwatlanma suwy, adatça, dag jynsynyň iň uly gigroskopik suwsygymyna deňdir.



7-nji surat. Gaty zire-suw ulgamynda molekulýar täsirleşýän güýçleriň shemasy (N.A.Sytowiç boýunça):

a – gaty bölejigiň diffuz gatlagynyň çäginde suwuň molekulalarynyň ýerleşiş shemasy; *b* – elektrik zarýadly ziräniň daşynda suwuň dipollarynyň ýerleşiş; ϕ – mineral ziresiniň üstüne çenli aralyga (*L*) baglylykda, molekulýar güýçleriň ululygynyň (*P*) üýtgewiniň epýury: 1 – mineral ziresi; 2 – berk baglanyşykly (ýapyşak) suw; 3 – örtük suwlary

Gowşak bagly suw (örtük suwy) dag jynsynyň zireleriniň üst güýçleri we berk baglanyşykly suw bilen täsirleşýän suw molekulalarynyň gatlagydyr. Bu suwuň fiziki häsiýetleri erkin suwuňka meňzeş, hereketi galyň örtükden ýuka örtüğe tarap bolýar, emma duzlu-

lygy dürli gatlaklaryň arasynda osmos basyşy zerarly hem hereket edip bilýärler.

Ýapyşak we örtük suwlaryň bilelikdäki mukdaryna **maksimal (aňrybaş) molekulýar suwsygy**m diýilýär. Bu suw dag jynslarynyň inžener-geologik häsiýetlerine uly täsir edýär, gidrogeologiýada suwly gatlagyň suw berijiligini çaklap hasaplamakda hem ulanylýar. Aňrybaş molekulýar suwsygyňm çägelerde 1-7, gumbaýraklarda 9–13, topurlarda 15–23 we toýunlarda 25-40% [30].

Örtük suwlary agyrlyk güýjüne boýun egmeýärler. Olar dag jynsy tarapyndan agyrlyk güýjünden 70000 esse agdyklyk edýän güýçler bilen saklanýarlar [41].

Tejribe synaglarynyň şaýatlyk etmegine görä, basyş 300–500 MPa-a ýetende ýapyşak we örtük suwlarynyň hemmesi diýen ýaly erkin ýagdaýyna geçip, öýjük erginlerini döredýärler. Şol öýjük erginleriniň gidrosferanyň düzüminde tutýan orny uludyr. Häzirki zaman deňiz çökündileriniň içinde öýjük erginleriniň göwrümi 145 mln.km^3 , ýagny Ýeriň umman gorlarynyň 10% çemesini düzýär [30].

Kapillýar suwlar dag jynslaryndaky kapillýar boşluklary dolduryp duran suwlardyr (*3-nji tablisa*). Kapillýar suwlary W. A. Wsewoložskiý [27] bagly suwlaryň hataryna goşyar. Emma gidrogeologlaryň aglaba köpüsi [30, 35, 41, 71 we başgalar] kapillýar suwlary erkin suwlaryň bir görnüşi diýip hasaplaýarlar.

S.I.Dolgow kapillýar suwlaryň dört sany görnüşiňi bölüp çykarýar [61]:

1) butnawsyz kapillýar suwlar–biri-birinden üzňe kapillýar boşluklarda duşýarlar;

2) hereketli kapillýar suwlar–yzgar çyglylygyň pes tarapyna kapillýar we agyrlyk güýjüniň täsiri bilen herekete gelende döreýärler;

3) ýeňil gopýan kapillýar suwlar–kapillýarlar arkaly ygal ýere siňende ýa-da suw ýerasty suwlaryň derejesinden ýokary galanda emele gelýärler;

4) kapillýarlar arkaly ýerasty suwlaryň derejesine ýeten suwlar, ýagny agyrlyga tabyn, agyrlykdan akýan suwlara öwrülen suwlar.

Dag jynslarynda kapillýar suwlar üst dartyş güýjüniň (kapillýar güýçleriň) täsiri bilen hereket edýärler. Üst dartyş güýji udel dartyş

güýjüniň (σ_k) üsti bilen kesgitlenýär. Ol güýç $t=20^\circ \text{C}$ bolan süýji suw üçin $8 \text{ Pa}\cdot\text{sm}$ -e deň.

Kapillýar suw agyrylyk güýjüne-de, kapillýar güýçlere hem boýun egýär. Kapillýar güýçler Ýeriň dartys güýjünden agdyklyk eden wagtynda bu suwlar aşakdan ýokary hem hereket edip bilýärler.

Tebigy erginleriň kapillýarlar boýunça ýokary galma ukybyny (h_k) Laplasyň formulasy bilen kesgitläp bolýar:

$$h_k = \frac{2\sigma_k}{\gamma_e \cdot g \cdot r}, \quad (3.4.)$$

bu ýerde

σ_k – erginiň üst dartysy;

γ_e – tebigy erginiň udel agramy;

g – erkin gaçma tizlenmesi;

r – kapillýaryň radiusy.

Kapillýar suw ýerasty suwlaryň derejesinden ýokary galyp, kapillýar doýgun zolagy döredýär. Kapillýar ýokary galyş öýjükleriň diametrine, dag jynslarynyň zire we mineral düzümine, suwuň himiki düzümine bagly. Kapillýar ýokary galyşyň aňrybaş ululygy dag jynslarynyň zire düzümine baglylykda $6,5 \text{ m-e}$ [41], hatda $12,0 \text{ m-e}$ [71] hem ýetip bilýär (*5-nji tablisa*).

5-nji tablisa

Kapillýarlar boýunça suwuň ýokary galyşynyň çäk bahalary [71]

Dag jynslary	Kapillýar ýokary galyş, sm
Iri çäge	2-12
Aram möçberli çäge	12-35
Ownuk çäge	35-120
Gumbaýrak	120-350
Topur	350-650
Toýun	650-1200

Türkmenistanyň şertlerinde ýerasty suwlaryň derejesi howply (kritiki) çuňlukdan ýokary galanda, suwuň kapillýarlar arkaly ýokary galmasy hojalygyň köp pudaklaryna düýpli zyýan ýetirýär. Bu şertde ýeriň ýüzün-

den tä ýerasty suwlaryň çuňlugyna çenli aralyk (adaty, 2-3 m-e çenli) hemişelik kapillýar doýgun ýagdaýyny saklaýar, zeýleýär. Zeýleme öz gezeginde ýerleriň şorlaşmasy, teýgumlaryň berkliginiň peselmegi, top-rak-teýgumuň ýerasty desgalara iýijilik täsiriniň artmagy, seýsmik täsiriň güýçlenmegi ýaly **amatsyz** ýagdaýlaryň döremegine getirýär.

Himiki bagly suw mineralyň göni himiki düzümine girýär. Muňa mysal bolup zylça (gips) ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) ýa-da mirabilit – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (55% H_2O) hyzmat edip bilerler. Himiki bagly suw teýgumlaryň çyglylygy kesgitlenende säwliklere sebäp bolmagy mümkin. Teýgumuň çyglylygy resmi usul bilen 105°C-ä çenli gyzdýrylyp kesgitlenende himiki bagly suw göz önünde tutulmaýar. Emma himiki bagly suw 80°C gyzgynlykda zylçanyň kristallaryndan çykyp ugraýar (dolulykda 180°C-de çykyp gutarýar). Şonuň üçin, eger çyglylyk gyzdýrmak usuly bilen (TDS-5180-84) kesgitlenilýän bolsa, zylçaly teýgumda çyglylyk bolmalysyndan ep-esli artykmaç çykýar [15].

Buz görnüşli suw diňe dag jynslarynyň temperaturasy 0°C-ä deň ýa-da ondan hem pes bolanda duşýar. Eger çygly dag jynslary şol temperatura çenli sowasalar, onda erkin, kapillýar we örtük suwlary suwuk ýagdaýdan şertleýin gaty ýagdaýa, has takygy, ideal süýgeşik jisime öwürülýärler. Şol sebäpli inžener geologiýasynda buz gaty jisime-de, suwuk jisime-de goşulman, ideal süýgeşik jisime degişli hasaplanýar. Suwuň buza öwürilmegi netijesinde yzgardan doýgun teýgumuň göwrümi 9-11%-e çenli artýar. Doňanda dag jynslarynyň berkligi, umumy çyglylygy artýar, doňy çözülende bolsa, berkligi birden gowşaýar. Bu özgerişler kirşensow-toýunsow jynslarda has uly derejede bolýar. Çäge, çagyl jynslary ilki doňup, soň doňy çözüleni bilen öz häsiýetlerini az üýtgedýärler.

Gidrogeologik nukdaýnazardan suwdan doýgun gatlaklaryň doňanda suw geçirmeýän suwabent bolup bilýänligi hasaba alynmalydyr.

3.3. Dag jynslarynyň suwatabyn häsiýetleri

3.3.1. Çyglylyk we suwsygym

Dag jynslarynyň köpüsi gaty bölejikleriniň arasyndaky boşluklarda howa, bug, gaz, nebit, suw saklap bilýärler. Olaryň suw saklama ukybyna **suw saklaýjylyk ýa-da suwsygym** diýilýär. Şol boşluk –

öýjüklerde dag jynsynyň hakykatda saklaýan suwlarynyň mukdaryna **çyglylyk** diýilýär.

Çyglylygyň san bahasyny aňlatmak üçin, adaty, agram çyglylygy ulanylýar. **Agram çyglylygy** (W) (ýa-da gysgaça çyglylyk) dag jynsyndaky çygyň (suwuň) massasynyň (m_w) gaty zireleriň, ýagny dag jynsynyň süňňüniň massasyna (m_s) gatnaşygydyr.

Çyglylyk köplenç görterimde, käte birligiň ülüşlerinde aňladylýar:

$$W = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100\% . \quad (3.5.)$$

Käbir şertlerde dag jynslarynyň çyglylygy suwuň eýeleýän göwrüminiň barlaýan nusganyň umumy göwrümüne gatnaşygy ýa-da **göwrüm çyglylygy** ($W_{göw}$) görnüşinde aňladylýar:

$$W_{göw} = \frac{V_w}{V} \cdot 100\% , \quad (3.6.)$$

bu ýerde

V_w we V – degişlilikde, nusgadaky suwuň göwrümi we umumy göwrüm.

Agram çyglylygy guradylyp çekme usuly bilen (TDS-5180-84) tejribe arkaly kesgitlenýär [15]. Göwrüm çyglylygy, adaty, agram çyglylygy W , şeýle-de teýgumuň gury halyndaky dykzlygynyň (ρ_d) üsti bilen hasaplanyp tapylýar:

$$W_{göw} = W \cdot \rho_d \quad (3.6a.)$$

Dag jynslarynyň çyglylygy tebigy we emeli şertlere baglylykda (howa şertleri, günün wagty, ýerleriň suwarylmagy, çalykdyrylmagy we ş.m.) çalt we giň gerimde üýtgäp durýan ululykdyr.

Dag jynslarynyň **suwsygymy** edil göwrüm çyglylygy ýaly öýjüklerdäki suwuň göwrüminiň nusganyň umumy göwrümüne gatnaşygy ýaly kesgitlenýän hem bolsa, bu ululyk suwda çişmeýän jynslarda hemişelikdir. Onuň san bahasy şol bir jynsyň iň ýokary bolup biljek göwrüm çyglylygyna deňdir.

Emma dag jynslarynyň düzüminde suwuň dürli görnüşleriniň saklanýanlygy sebäpli, suwsygymyň we çyglylygyň birnäçe görnüşleri duşýarlar (6-njy tablisa).

Dag jynsy doly derejede suwdan doýgun ýagdaýa geçende (düzümünde gapjalan howa, gaz bolmasa) ondaky suwuň göwrümi boşluklaryň göwrümine deňdir ($V_w = n$). Suwsygymyň beýleki görnüşlerinde dag jynsyndaky suwuň göwrümi boşluklaryň möçberine, jynsyň mineral düzümine we beýleki görkezijilere baglydyr. Bu şertde suwsygymy öýjüklilikiniň (umumy, açyk ýa-da işjeň) üsti bilen kesgitleýip bolmaýar.

Dag jynslaryndaky agramyna akýan erkin suwuň göwrüminiň suwdan doýgun gatlagyň umumy göwrümine gatnaşygy **agramyna akýan suwsygym** diýlip atlandyrylýar. Suwdan doýgun dag jynsy çalykdyrylanda agramyna (ýa-da dyňzawyň täsiri zerarly) akyp çykýan suwa (agramyna akýan suwsygyma) **suw berijilik** diýilýär. Suw berijilik doly suwsygymyň we iň kiçi suwsygymyň tapawudy görnüşinde hasaplanyp kesgitlenip bilner. Doýgun ýagdaýa ýetmedik dag jynsyndaky öýjük-boşluklara siňip bilýän suwlaryň doly mukdaryna **doýgunlyk ýetmezi** diýilýär. Ol doly suwsygym bilen tebigy çyglylygyň (göwrümleýin) tapawudyna deňdir (*6-njy tablisa*).

6-njy tablisa

**Dag jynslarynyň suwsygymynyň we çyglylygynyň
görnüşleri (W.A.Wsewoložskiý [27] boýunça,
sadalaşdyrylan görnüşde)**

Suwsygym (çyglylyk)	Bellikler
Gigroskopik suwsygym (ýapysak suwuň aňrybaş mukdary) ω_g	Howanyň otnositel çyglylygy 90-100%-e ýetende dag jynslarynyň mineral zireleriniň üstüne suwuň buglarynyň molekulalarynyň üstleýin dartylmasy zerarly döreýän ýapysak suwuň iň köp mukdary
Aňrybaş molekulýar suwsygym $\omega_{m.m}$	Dag jynsynda saklanyp bilýän fiziki bagly suwuň iň köp mukdary
Iň kiçi suwsygym (dag jynsynyň suwy saklap bilmek ukyby) $\omega_{i.k.}$	Ýapysak, osmos, kapillýar-üzňe, kapillýar-asylma suwlaryň bilelikde dördip bilýän iň ýokary çyglylygy
Kapillýar suwsygym ω_k	Kapillýar boşluklaryň hemmesiniň suwdan dolandaky suwuň mukdary (kapillýar gaýmanyň çyglylygy)

Doly suwsygyg $\omega_{i.u.}$	Dag jynsynyň mineral süňňündäki hemme boşluklar suwdan (suwuň hemme görnüşleri bilen) dolandaky suwuň iň ýokary mukdary
Iň uly çyglylyk $W_{i.u.}$	Dag jynsynyň doly suwsygymdaky çyglylygy
Tebigy çyglylyk W_{og}	Dag jynsynyň tebigy şertlerdäki çyglylygy (ýatyş şertine baglylykda ol suwsygymyň islendik derejesine deň bolup biler)
Agramyna akýan suwsygyg, suw berijilik μ	$\mu = \omega_{i.u.} - \omega_{i.k.} \quad (3.7.)$
Doýgunlyk ýetmezi μ'	$\mu' = \omega_{i.u.} - W_{og} \quad (3.8.)$

Gidrogeologiýada uly ähmiýete eýe bolýan **suw berijilik** dag jynsynyň häsiýetlerine (yşlylyk, zire düzümi, mineral düzümi) bagly. Bu jähetden ol dag jynsynyň häsiýeti diýlip hasaplanýar. Belli bir derejede suwberijilik dag jynslarynyň çalykdyrylyş tizligine hem bagly bolup bilýär. Sebäbi peseliş depgini asylyp duran kapillýar suwlaryň dürli derejelerini emele getirýär.

Doýgunlyk ýetmeziniň (μ') san bahasy dag jynslarynyň doly suwsygymyndan başga, olaryň ýatyş şertine hem baglydyr. Hususan-da, ol tebigy çyglylyga tersin ululykdyr: eger dag jynsy gury ýa-da diňe ýapyşak suw saklaýan bolsa, doýgunlyk ýetmezi juda uludyr; eger çyglylyk doly suwsygyňa näçe golaý bolsa, ol şonça-da kiçidir.

Şol sebäplere görä, doýgunlyk ýetmezi dag jynsynyň durnukly görkezijisi diýlip hasaplanmaýar, ol diňe käbir gidrogeologik hasaplamalarda dag jynsynyň (gatlagyň) häsiýetleriniň ýatyş şertine bagly toplumlaýyn häsiýetnamasy hökmünde ulanylýar.

3.3.2. Syzdyryjylyk

Dag jynslarynyň **syzdyryjylygy** diýlip, olaryň agyrlyk güýjüniň we dyňzaw gradiýentiniň täsiri bilen üstünden suwy, beýleki suwuklyklary, gazlary geçirmek ukybyna aýdylýar. Erkin (agyrlyk güýjüne tabyn) suwlar üçin (olaryň dykzlygyny we şepbeşikligini hasaba almazdan) bu häsiýet **suw süzdürijilik** diýlip atlandyrylýar. Suw

süzdürüjiligiň ölçegi bolup süzülme koeffisiýenti (K) hyzmat edýär, ol Darsiniň kanunynnda proporsionallyk koeffisiýentidir we sm/s -da we m/g .- g .-de ölçelýär.

Süzülme koeffisiýentiniň bahasy dag jynsynyň öz häsiýetlerine (işjeň gowalçlyk, boşluklaryň möçberleri, keşbi we ş.m.) we süzülip geçýän suwuklyga we gaza (olaryň şepbeşikligine we dykzylygyna) bagly.

Dag jynslarynyň öz üstünden suwuklygy we gazlary syzdyryp geçirmek ukybyny häsiýetlendirýän görkezijä **syzdyryjylyk koeffisiýenti** (K_s) diýilýär. Bu görkeziji süzülme koeffisiýenti (K) bilen şeýle aragatnaşyk saklaýar:

$$K_s = K \frac{\mu}{\gamma} = K \frac{\mu}{\rho g} = K \frac{\nu}{g}, \quad (3.9.)$$

bu ýerde

- μ – suwuklygyň dinamiki şepbeşikligi;
- γ – suwuň göwrüm birligindäki (udel) agramy;
- g – erkin gaçyş tizlenmesi;
- ρ – suwuklygyň dykzylygy;
- ν – kinematiki şepbeşikligiň koeffisiýenti.

$[K]=m/s$, $[\nu]=m^2/s$ we $[g]=m/s^2$ şertde syzdyryjylyk koeffisiýenti K_s meýdanyň ölçeg birligine eýe bolýar (m^2).

Gidrogeologik hasaplamalarda, esasan-da, nebit gidrogeologiýasynda, dag jynslarynyň syzdyryjylygyny häsiýetlendirmek üçin darsi (D) diýip atlandyrylýan könelişen birlik ulanylýar. 1 Darsi hökmünde dag jynslarynyň 1 sm^2 kese kesikli meýdanly we 1 sm uzynlykly nusgasynyň üstünden basyş tapawudy 1 atm ($9,81 \cdot 10^4$ Pa) deň bolan şertde 1 sP (santipuas ýa-da 0,001 Ns/m^2) şepbeşikli suwuklygyň 1 sm^3/s -a deň bolan harjyndaky syzdyryjylygy kabul edilýär (1D = 1000 mD, ýagny bir darsi = 1000 millidarsi).

Süýji suw üçin 20°C temperaturada agzalan birlikleriň şeýle arabaglanyşygy bar: 1 m/g .- g . = 1,2 D = $1,2 \cdot 10^{-12} m^2 = 1,2 mkm^2$.

Tebigatda duşýan dag jynslarynyň syzdyryjylygy dag jynslarynyň kysymyna we durky-halyna baglylykda biri-birinden onlarça esse tapawutly bolýar. Syzdyryjylygyň bir kysymyna degişli dag jynsyn-da hem onuň durky-halyna baglylykda (dykyzlanma, sementlenme,

jaýryklaryň açylmasy – ýumulmasy we ş.m.) giň gerimde üýtgeýänligi sebäpli, «gowy syzdyryjy», «syzdyryjylygy ýaramaz» ýaly sypatlandyrmalary diňe deňeşdirme üçin ulanyp bolýar. Emma dag jynslaryny syzdyryjylygynyň mümkin bolan bahalary boýunça toparlara bölüp bolýar (7-nji tablisa).

7-nji tablisada getirilen maglumatlardaky dag jynslarynyň syzdyryjylygy iş ýüzünde olaryň umumy öýjükliligi bilen bagly däl. Bu ýerde aýgytlaýjy orun işjeň gowalçyga degişlidir, başgaça, esasy täsiri bagly suwlar bilen eýelenmedik biri-birileri bilen baglanyşykly boşluklar edýär. Şu sebäplere görä, dag jynslarynyň süzülme ukyp-lary olary düzýän zireleriň külkeligine, jaýrykly jynslarda bolsa, jaýryklaryň açyklygyna baglydyr.

Dag jynslarynyň syzdyryjylygy bilen öýjükliliginiň arasyndaky baglanyşyk boşluklaryň geometrik ýagdaýynyň (möçberiniň, keşbiniň) köp dürlüligi sebäpli ýeterlik öwrenilen däl.

G.M.Berýozkinanyň we beýlekileriň emeli öýjükli gurşawlarda geçen tejribeleriniň netijeleri dag jynslarynyň syzdyryjylygynyň öýjükleriň orta radiusynyň 3-nji derejesine proporsionaldygyny görkezýär [27].

7-nji tablisa

Dag jynslarynyň syzdyryjylygy (K_s) boýunça synplanysy

Dag jynslarynyň toparlanyşy	Süzülme koeffisiýenti $K, m/g.-g.$	Agram sygymy Suw berijiligi, μ	Dag jynslarynyň kysymlary
1	2	3	4
Örän ýokary syzdyryjylar	100-den köp	$0,2 - 0,3$ $0,10 - 0,15$	Çagyllar, güýçli hokurdanlaşan jynslar (hekdaşlar, zylçalar)
Ýokary syzdyryjylar	10-100	$0,20 - 0,25$ $0,03 - 0,05$	Iri çägeler, güýçli jaýryklaşan ýarymbitewidaşlar (çägedaşlar, granitler we başgalar)
Syzdyryjylar	0,1-10	$0,15 - 0,20$ $0,01 - 0,05$	Ownuk çägeler, kirşenli çägeler, çala jaýryklaşan, çala hokurdanlaşan jynslar

1	2	3	4
Gowşak syzdyryjylar	$10^{-3}-0,1$	$\frac{0,01 - 0,05}{0,01 - 0,03}$	Çägesow toýunlar, toýundaşlar, çala jaýryklaşan bitewidaşlar, hokurdanlaşmadyk hekdaşlar
Juda gowşak syzdyryjylar	$10^{-3}-10^{-6}$	0,01-den kiçi	Toýunlar, 500-800 m-den köp çuňlukda ýatan metamorfik we magmatik jynslar
Syzdyрмаýanlar	10^{-6} -dan kiçi	0,01-den kiçi	Dykyz toýunlar, 500 m-den köp çuňlukda ýatan zylça-angidrit gatlaklary

Jaýryklaşmadyk bitewidaş dag jynslarynyň (esasan-da, magmatik we metamorfik jynslaryň) gowalçylygy 1-2%-den geçmeýär. Şol sebäpli olar daşy gabsalan suwsygymly bolýarlar we düýbünden suw geçirmeýärler.

3.4. Gatlaklaryň kollektorlyk häsiýetleri

Eger dag jynslary üstünden suwy (umuman alanyňda, beýleki flýuidler bolan nebiti, gazy) geçirýän we düzüminden berýän bolsa, ol gatlaklara **kollektorlar** (toplaýjylar, geçirijiler) diýilýär. Kollektor boşluklary kysymy boýunça öýjükli, jaýrykly, öýjükli-jaýrykly bolup bilýär.

Gatlaklaryň süzülme we sygym görkezijileriniň jemleýji häsiýetnamasyna **kollektorlyk häsiýetler** diýilýär.

Suwa bolan gatnaşygyna görä dag jynslary iki garşydaş topara: *kollektorlara we suwy geçirmeýän suwabentlere bölünýärler*. **Suwabentler** – suwy geçirmeýän gatlaklar; suwy özünde saklap bilýärler, emma ony berip bilmeýärler. **Kollektorlar** daşky serhetleri açyk şertde öz üstünden suwy aňsat geçirýärler.

Berlen kesgitnamalar we teswirlemeler belli derejejede şertli häsiýete eýedir. Mysal üçin, toýun gatlaklary ýokary temperatura-da suwy geçirip hem bilýärler ýa-da suwdan doýgun doňan çägeler suwgeçirmeýänlere – suwabentlere öwrülýärler. Bulardan başga-da, islendik suwabent azda-kände suw geçirýär, islendik kollektor belli-

bir mukdarda suwy özünde saklap bilýär ýa-da kollektor suwsuz hem bolup bilýär (mysal üçin, howaly zolakdaky çäge gatlaklary). Agzalan şertler göz önünde tutulyp, ýörite kitaplarda «ygtybarly» ýa-da «gowşak», ýa-da «şertli» suwabent, «gowy» ýa-da «ýaramaz» diýen hal häsiýetnamalary ulanylýar.

Gidrogeologik kesikde (sil getiren çökündilerde, derýa serpin-dilerinde) suwabentleriň we kollektorlaryň çylşyrymly gatlanmasy hem az duşmaýar. Bu ýagdaýda kollektorlary suwabentlerden saýlamak kynlaşýar we olar kollektorlary ýa-da suwabentleri agdyklyk edýän toplum diýlip atlandyrylýar.

Gidrogeologiýada kollektorlyk häsiýetleri süzülme koeffisiýenti (K), agramlaýyn we maýyşgak suwberijilik (μ we μ^*), açyk we işjeň öýjüklilik ýaly ýekebara görkezijileriň, şeýle-de suwgeçirijilik (süzülme koeffisiýentiniň gatlagyň galyňlygyna köpeltme hasyly T , ($m^2/g \cdot g$)), dereje geçirijilik koeffisiýenti (teýgum suwlarynda a ($m^2/g \cdot g$)), pýezogeçirijilik (dyňzawly suwlarda χ ($m^2/g \cdot g$)) ýaly toplumlaýyn görkezijileriň üsti bilen berilýär. Dereje geçirijilik ($a=T/\mu$) we pýezogeçirijilik koeffisiýenti ($\chi=T/\mu^*$) suwly ulgamyň sygym we geçirijilik ukybyny, şeýle-de dürli täsirler (suw sorduryş, suwaryş we ş.m.) zerarly ulgamdaky basyşlaryň we dyňzawlaryň üýtgeýşine duýgurlygyny häsiýetlendirýärler.

3.5. Gidrogeologik stratifikasiýa

Gidrogeologik stratifikasiýanyň aýry-aýry soraglaryna A.S.Rýabçenkowýň, M.Y.Altowskiniň, N.I.Tolstihiniň, I.K.Zaýsewiň, N.A.Marinowýň, N.M.Frolowýň [41] we beýlekileriň işleri bagyşlanýar. Gidrogeologik stratifikasiýanyň esasy obýekti–ýerasty gidrosfera, hususan-da, dag jynslary bilen ýerasty suwlaryň arabaglanyşygydyr.

Dag jynslarynyň ýerasty suwlar bilen utgaşmasynda iň wajyp soraglara olaryň suwy üstünden geçirmek we özünde saklaýan suwlaryny bermek ukyby, başgaça kollektorlyk we suwabentlik häsiýetleri degişli.

Gidrogeologik obýektleriň bu esasy görkezijilerinden başga-da aýyklaýjy alamatlary bolýar. Olara dag jynslarynyň gelip çykyşy, geologik ýaşy, madda düzümi, ýerasty suwlaryň düzümi we häsiýetleri goşulýar.

Gidrogeologik stratifikasiýanyň esasy birliklerine ownukdan irä tarap sanaw geçirilende gat (слой), gatlak (горизонт), toplum (комплекс) girýärler. Kollektorlyk, suwabentlik ukyplary boýunça şol obýektler dürli derejede suwly (bol suwly, ortaça, az suwly) we suwabent (gowşak, gowy) bolup bilýärler. Bulardan başga suwgeçiriji, emma agramyna akýan suwy saklamaýan (suwsuz) jynslar hem gat, gatlak, toplum ýaly düzümlere bölünip bilýärler.

Agzalanlardan ugur alyp, käbir kesgitlemeleri berip bolýar.

Gidrawlik baglanyşyk ýerasty suwlaryň bir suwly gatlakdan beýlekä akyp geçmegi, iýmitlenme, hereket we harçlanyş şertleriniň umumylygy bilen häsiýetlenýär.

Suwly gat – bu dag jynslarynyň bellibir geologik ýaşa degişli, galyňlygy we litologik düzümi boýunça durnukly gatlagydyr, onuň süzülme we sygym häsiýetleri birmeňzeş bolmalydyr.

Suwly gatlak – bu suwabentleriň ýa-da suwabent bilen howaly zolagyň arasynda ýatan bir ýa-da birnäçe suwly gat; olaryň kemala gelşi, hereketi we harçlanyşy umumy bolmaly. Suwly gatlak gidrodinamiki özbaşdaklyga eýedir, onuň gidrostatik ýa-da geostatik dyňzawy hemme gatlarda özara aragatnaşygy saklaýar. Suwly gatlagyň çäginde gowşak geçiriji we suwabent jynslar eýerjeň häsiýete eýedirler. Suwly gatlagy düzýän dag jynslary dürli litologik-fasial düzümlü, üýtgeýän süzülme we sygym häsiýetli bolup bilýärler.

Suwly toplum – bu gowşak geçiriji we suwabent gatlaklar bilen arasy üzülen we genç-gorlarynyň we düzüminiň kemala gelşi umumy bolan birnäçe suwly gatlagdyr. Suwly toplумыň çägindäki her suwly gatlagyň gidrodinamiki özbaşdaklygy bolsa-da, olar gidrawliki baglanyşyklydyrlar.

Az suwly gat (gatlak) – süzülme we sygym häsiýetleri pes bolan suwabent gatlaklaryň arasynda ýa-da suwabent bilen howaly zolagyň arasynda ýatýan dag jynslaryndan düzülýärler. Az suwly gatlaklar **gradiýent** tapawudy zerarly ýylylyk göçüş we nem göçüş proseslerini ep-esli kynlaşdyrýar, emma ýerasty suwlaryň öz üstünden geçmek mümkinçiligini aradan aýyrmaýar.

Suwabent toplum – bu birnäçe suw geçirmeýän (suwabent) gatlaklaryň az galyňlykly suwly gatlar bilen aralaşyp gelyän gatlanmasydyr. Suwabent toplum, adatça, sebitleýin suwabent bolup hyzmat edýär we özünden ýokarda we aşakda ýatan suwly gatlaklaryň

(toplumlaryň) arasyňy üzýär. Suwly topluma deňişli suwly gatlarda (gatlaklarda) gatlagiçi basyşlaryň, gidrodinamiki, gidrohimiki we temperatura kadasynyň (režiminiň) kemala geliş şertleri umumydyr.

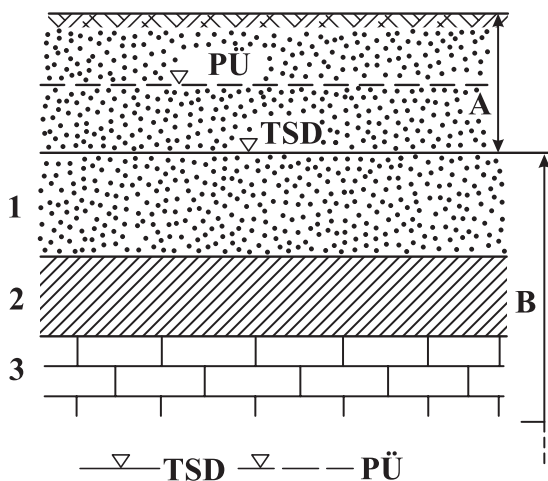
Suwgeçiriji, emma suwsuz gat (gatlak, toplum) – suw geçirýän jynslardan düzülýär, ýöne düzüminde agramyna akýan suwy saklamaýar diýen ýalydyr. Bu jynslarda agramyna akýan suwlar öň, bir wagt, heniz ol çalykmanka bolan bolmagy mümkin. Bu gatlarda (gatlaklarda, toplumlarda) suw wagtlaýyn (mysal üçin, ygaly siňen wagty) bolup bilýär ýa-da aşakda ýatan suwly gatlagyň derejesi ýokary galan wagty agzalan gatlar bölekleýin suwly ýagdaýa geçip bilýärler.

Suwly gatlaklaryň we toplumlaryň bölüniş kadalaryna şekilli mysalda garap geçeliň.

8-nji suratda A zolak çägelere düzülen, olar kollektorlara deňişli (süzülme koeffisiýenti K we suwberijiligi μ boýunça), emma olaryň çyglylygy W doly suwsygyndan (W_d) pesligi sebäpli, A zolak suwdan doýgun däl. Başgaça aýdylanda, bu zolak agramyna akýan suw saklamaýanlygy sebäpli kollektor bolsa-da, suwly gatlak diýip atlandyrylmaýar-da, howaly zolaga deňişli hasaplanýar. Ondan aşakda suwdan doýgun B zolak başlanýar, ol ýerde $W=W_d$. Kesigiň bu böleginde litologik taýdan dürli üç kysyma deňişli jynslar: çägeler, toýunlar, hekdaşlar bar, olaryň μ we K görkezijileri biri-birinden düýpgöter tapawutly. Agzalan görkezijiler boýunça çägeler we hekdaşlar kollektor diýip hasaplanyp bilýärler, şol bir wagtda-da, suwdan doýgun bolany sebäpli, olar suwly gatlaklaryň hataryna goşulýar. Olaryň arasyňy üzýän toýunlar–suwabent gatlak.

Çägelere daki ýerasty suwlaryň derejesiniň (TSD) hekdaşlar gatlagynyň pýezometrik üsti (PÜ-3) bilen deň gelmeýänligi sebäpli 1 we 3 suwly gatlaklaryň gidrawlik baglanyşynyň ýoklugy barada ýa-da şol baglanyşygyň juda kynlyk bilen bolup geçýänligi barada netijä gelip bolýar. Agzalan suwly gatlaklarda suwuň hereket boşluklary dürlüdür (çägelere öýjükler boýunça, hekdaşlarda – jaýryklaryň üsti bilen). Mundan başga, ol gatlaklaryň içindeki suwlaryň temperaturasynyň, himiki düzüminiň hem dürli bolmagy örän ähtimal.

Şol sebäplere görä bu ýerde suwabent gatlak bilen arasy üzülen iki sany özbaşdak suwly gatlagyň barlygyny ynamly tassyklamaga esas bar.



8-nji surat. Suwly gatlak düşüňjesine kömekçi çyzgy:

TSD –teýgum suwlarynyň derejesi; PÜ – dyňzawly suwly gatlagyň pýezometrik üsti; A – howaly zolak; B – doýgun zolak; suratyň ýüzündäki sanlar: 1 – erkin üstli suwly gatlak (çäge); 2 – suwabent gatlak (toýun); 3 – dyňzawly suwly gatlak (jaýrykly hekdaşlar)

Indi başgaça ýagdaýy göz önüne getireliň. Goý, 3-nji gatlak hekdaşdan däl-de, edil 1-nji gatlak ýaly çägeden düzülen bolsun, olaryň üstleri PÜ we TSD-ä gabat gelsin ýa-da az tapawutly bolsun, 1 we 3 gatlaklaryň himiki düzümi we temperaturasy hem golaý bolsun. Bu şertde 2-nji gatlak bir suwly gatlagyň içki suwabent gatlagy görnüşinde kabul edilip bilner. Belki, ol suwabent gatlak linza kysymly bolup, bahym çowlanyp ýitmegi mümkin. Emma bu aýdylýanlar kesikden görünmeýär. Şol sebäpli, agzalan şertde hödürlenen pikiriň ikisiniň hem dogry bolmagy mümkin. Ahyrky takyk maglumaty almak üçin giňeldilen goşmaça barlaglary geçirmek zerurlygy döreýär. Emma bu şertde-de, käte ygtybarly netijä gelinmeýär.

Suwlulygyň çogma (magmatik), dönen (metamorfik) we çökündi jynslarda özboluşly tapawutlylygy bolýar. Çökündi jynslarda suwlulyk gatlakly bolýar, şol sebäpli suwly we suwabent gatlaklaryň ýaýrawy giň, ýatýş şertleri durnukly bolýar. Çogma we dönen jynslarda gidrogeologik kesik öwrenilende stratifikasiýa ýörelgesini ulan-

mak mümkinçiligi bolmaýar, sebäbi olarda kollektorlyk häsiýete diňe weýranlaşyp-jaýryklaşan ýerli zolaklar ýa-da tektonik jaýryklaşan sebitleýin zolaklar eýe bolýarlar. Şeýle jaýryklaşma zolaklary geologik araçaklary gabat gelmän, köplenç, olary kesip geçýär.

Gidrogeologik stratifikasiýany nirede ulanyp bolar diýen soraga ulanyşygyň birnäçe mysalyny getirip bolýar. **Birinjiden**, gidrogeologik taksonlaryň (söklenmeleriň) giňişlikde ýaýrawyny öwrenmek gidrogeologik prosesleri we kanunylyklary öwrenmäge mümkinçilik berýär. **Ikinjiden**, gidrogeologik söklenmeleriň üsti bilen gidrogeologik kartalaşdyrmanyň nazary esaslaryny düzýän şertli belgileriniň ulgamy düzülýär. **Üçünjiden**, gidrogeologik stratifikasiýanyň üsti bilen gidrogeologik şertleriň ýöntemleşdirilmegi (shematizasiýasy) soňky düzüljek gidrodinamiki, gidrohimiki, temperatura we beýleki meýdanlaryň modelleriniň esasy bolup hyzmat edýär. **Dördünjiden**, gidrogeologik söklenmäniň üsti bilen öwrenilýän ýeriň gidrogeologik etraplaşdyrylmasy, gidrogeologik şertleri boýunça tapawutlanýan dürli meýdanlary bölüp çykarma geçirilýär.

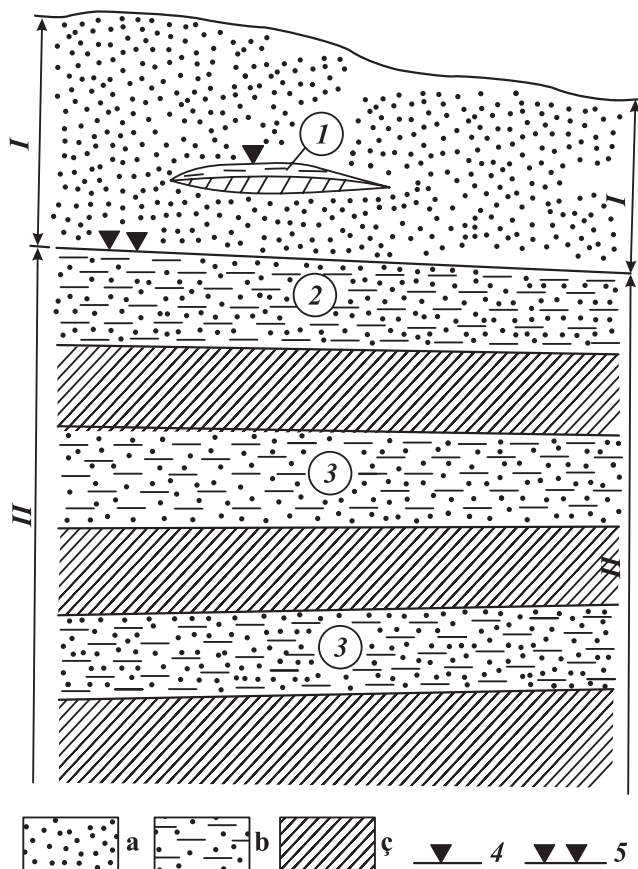
Gidrogeologik stratifikasiýada ýerasty suwlaryň ýatýş şertleri boýunça düýpli tapawutlanýan üç sany görnüşine (wagtlaýyn suwlara, teýgum suwlaryna we gatlagara suwlara) esasy üns berilýär.

Wagtlaýyn suwlar (верховодка) diýlip, ýerasty suwlaryň şertleýin suwabendiň üstünde döreyän uly bolmadyk toplumyna aýdylýar. Bu suwly gatlak ynsanly (çetwertik) döwrüň çökündilerinde we ene gatlaklarda kemala gelip bilýärler. Bu suwlary geçirmän saklaýan suwabent bolup toýunsow gatlajyklar we gyýmalar (linzalar), jaýryklanmasy pes ene gatlaklar, gömülgi topraklar, emeli dörentgiler hyzmat edip bilýärler. Wagtlaýyn suwlaryň döremegine sil suwlary, derýa joşgunlarynyň, ekin suwlarynyň gaçyp-sypanlary, şäher zolagynda ýerasty suw geçiriji turbalaryň ýarylmasy we ş.m. sebäp bolup biler.

Wagtlaýyn suwlara durnuksyz gidrodinamik düzgün mahsusdyr. Bu suwly gatlagyň galyňlygy 1-3 metrden geçmeýär. Şol sebäpli bu suwlar guraksy möwsümde bugaryp, gapdala syrygyp harçlanýar. Bu suwly gatlak kiçi we gysga ömürlü bolsa-da, şahsy hojalyklar tarapyn-

dan ulanylýan, şol sanda, guýularyň kömegi bilen suwy çykarylyp alynýan ýerleri bar.

Wagtläýyn suwlar gidrogeologik kartalarda görkezilmeýär, hasaba alynmaýar. Olar gurluşyk işlerinde (mysal üçin, gurluşyk hendegi gazylanda) duýdansyz ýüze çykanda kynçylykly, amatsyz ýagdaýy döredip bilýärler (9-njy surat).



9-njy surat. Ýerasty suwlaryň käbir kysymlarynyň ýatşsynyň shemasy:

a, b, ç – dag jynslary: *a* – suw süzdüriji, emma suwsuz; *b* – suwly; *ç* – suwabent;

I – howaly zolak; II – suwdan doýgun zolak; tegelegiň içindäki sanlar:

1 – wagtläýyn suwlar; 2 – teýgum suwlary; 3 – artezian (dyňzawly) suwlar;

4 – wagtläýyn suwuň derejesi; 5 – teýgum suwlarynyň derejesi

Teýgum suwlary (грунтовые воды) diýen adalga ilkinji gezek rus geology S.N.Nikitin (1900 ý.) tarapyndan ulanylan. Olar ýeriň ýüzünde uly giňişlikde ýaýran suwabentleriň üstünde ýatan birinji suwly gatlakdyr. Bu suwlar ynsanly döwrüň çökündilerinde-de, ene gatlaklaryň weýranlaşma gabygynda hem kemala gelip bilýärler. Suwly gatlagyň üstünde suw geçirmeýän suwabendiň ýoklugy sebäpli, bu gatлага **erkin üstli suwly** gatlak hem diýilýär.

Teýgum suwlarynyň galyňlygy 5-10 m-den 300-500 m-e çenli (Pöwrize süýji ýerasty suw ýatagy, Türkmenistan) ýetýär. Teýgum suwlary agyz-hojalyk suw üpjünçiliginde, şol sanda Türkmenistanda giňden ulanylýar. Olaryň amatly taraplary ýeriň ýüzüne golaý ýatmagy, amatsyz diýlip, olaryň goraglylygynyň çäkliligi hasaplanýar.

Iki suwabent gatlagyň arasynda ýatan suwlar, adaty, dyňzawly bolýarlar, olara **gatlagara** ýa-da **artezian suwlar** diýilýär. Artezian adynyň gelip çykyşy ýeriň ýüzüne çüwdürilip çykýan ýerasty suwlaryň ilkinji gezek burawlanyşy 1126-njy ýylda Fransiýanyň Artua welaýatynda bolup geçendigi bilen bagly. Bu suwlaryň esasy tapawutly alamaty suwabent gatlagyň üçeginiň aşagynda ýokary dyňzawly suwuň barlygy we ol dyňzawyň onlarça, ýüzlerçe metre (hatda käte birnäçe kilometre) çenli ýetip bilmegidir. Bu suwlar agyz-hojalyk, mineral, derman, senagat suwlary hökmünde ulanylýarlar.

Türkmenistanda dyňzawly artezian suwlara örän ýokary galyňlykly sebitleýin suwabent paleogen gatlagy kesip geçýän skwažinalardan çykýan goraba, mineral, derman suwlar mysal bolup bilerler.

4.

ÝERASTY SUWLARYŇ IÇKI GURLUŞY WE FIZIKI HÄSIÝETLERI

4.1. Suwuň içki gurluşy

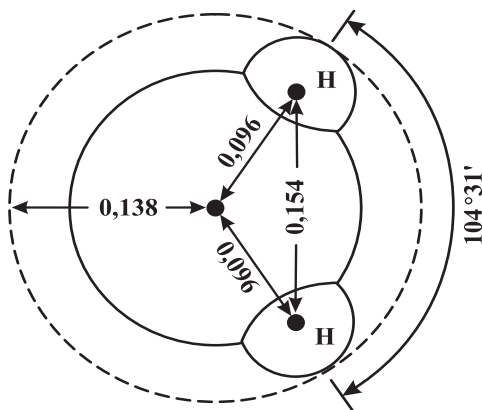
Ýeriň ýüzünde hiç hili garyndysyz suwa duşup bolmaýar. Ýerasty suwlarda hem edil beýleki tebigy suwlardaky ýaly azda-kände mineral, organiki maddalar, gazlar, janly-jandarlar duşýarlar. Ýerasty suwlardaky duşýan gaty, suwuk we gaz şekilli maddalar köp görnüşli we dürli izotop düzümlü bolup bilýärler. Şeýlelik bilen, ýerasty suwlar

gidrogeohimiki nukdaýnazardan suwuň hut özüniň düzüminde saklanýan maddalaryň özara we daşky gurşawyň arasynda täsirleşmesi bilen kesgitlenýän çylşyrymly maddadyr.

Şol sebäpli suwuň fiziki we fiziki-himiki häsiýetleri wodorodyň oksidiniň ýa-da kislorodyň gidridiniň häsiýetlerinden düýpgöter başgadyr.

Suwuň molekulasyňyň gurluşy. Ýeriň ýüzünde iň giň ýaýran molekula bolan suwuň molekulasy beýleki köpatomly molekulalaryň arasynda iň kiçisidir. Ol wodoroddan (11,11%) we kisloroddan (88,89%) düzülen himiki birleşmedir. Suwuň molekulasy nädogry tetraedre çalymdaş dipoly emele getirýär, onuň granlarynyň burçunda wodorodyň iki ýadrosy we iki elektrony bar. Suwuň elementar (ýekebara) struktur birligi bolan gidrola atomlaryň arasyndaky baglanyşyklar depesindäki burçy $104^{\circ}31'$ -a deň bolan deňýanly üçburçlugy emele getirýär (10-njy surat).

Suwuň molekulasy dipoldyr (zarýadlanan dyr). Onuň polýarlygy elektron buludynyň deňagramlyksyz ýerleşmegi bilen baglanyşykly. Kislorodyň atomynyň daşynda bir jübüt elektron aýlanýar, beýleki



10-njy surat. Suwuň ýekebara (elementar) birliginiň gurluşy

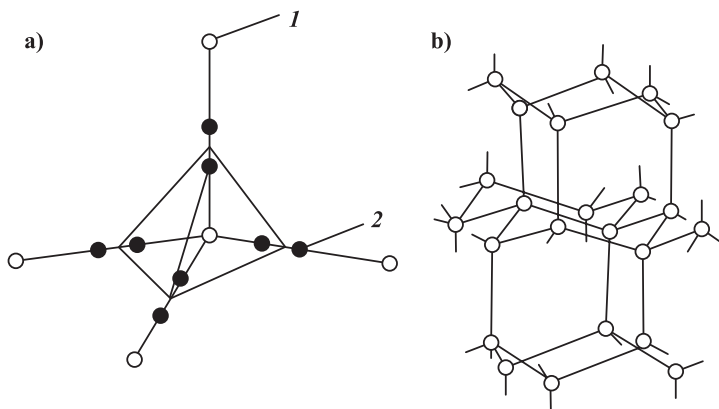
(sanlar bilen ýadrolaryň arasyndaky uzaklyk görkezilýär,
nanometrde)

dört jübüt elektronlar bolsa, elliptik orbitalardan aýlanýarlar. Iki orbitanyň içinde ýerleşýän wodorodlaryň protonlary položitel elektrik zarýadyň iki polýusyny emele getirýär, beýleki iki orbitanyň elek-

tronlary suwuň molekulasyňyň otirisatel zarýadyny döredýär. Suwuň her molekulasyňyň 4 sany wodorod baglanyşygy bar, olaryň goňşy molekulalar bilen özara täsirleşmesi netijesinde suwuň tertipleşen tetraedrik strukturasy kemala gelýär (11-nji a surat).

Şeýle ýekebara struktura – **gidrol** – bug görnüşli suwuň sadaja H_2O görnüşli molekulasyňa mahsusdyr. Gidrolyň dürli utgaşmalary bolup bilýär: **digidrol** – iki struktura birliginiň utgaşmasy suwuk halyndaky suwuň molekulasydyr; **trigidrol** – gaty (buz) görnüşli suwuň molekulasydyr. Suwuk halyndaky suwuň molekulasyňyň utgaşmasy temperatura baglylykda üýtgeýär. Suwuň molekulasy dissosirlenip (ionlara bölünip) bilýär: $H_2O = H^+ + OH^-$. Suwuň fiziki durky, häsiýetleri, adaty bolmadyk täsinlikleri onuň düzümi (strukturasy) bilen kesgitleýär.

Mysal üçin, buzuň iň durnukly strukturasy bolup geksagonal gözenege birikdirilen tetraedrler hyzmat edýärler (11-nji b surat). Temperaturanyň artmagy bilen (has hem buzuň suwa öwrülmeği bilen) struktura baglanyşyklarynyň bir bölegi bozulýar, gidrollaryň köp bölegi



11-nji surat. Suwuň strukturasyňyň elementleri:

- a - suwuň sadaja tetraedri (1 – wodorodyň atomlary;
2 – suw baglanyşygyndaky protonlaryň bolmagy mümkin ýerleri);
- b – adaty buzuň strukturasynda kislorod merkeziniň ýerleşşi

buzuň gözeneginiň içine aralaşýar, netijede, suwuň dykzlygy artýar, buzuň çat açyp döwlen bölegi bolsa herekete gelip, suwuk hala öwrülýär. Suw iň uly dykzlyga $+4^{\circ}C$ -de eýe bolýar. Temperaturanyň mun-

dan beýläk artmagy suwuň buzuňka meňzeş strukturasyny bozýar, bu bolsa onuň dykzlygynyň peselmegine getirýär. Suwuň bugy uly temperaturalarda strukturalaşan tetraedrleri saklamaýar diýen ýalydyr, bug, esasan, ýekebara gidrollardan düzülendir.

Suwuň strukturasynyň we häsiýetleriniň üýtgewi suw bilen mineralyň galtaşýan ýerinde bolup geçýär. Ol ýerde suwuň molekularynyň deňagramlaşmadyk (kompensirlenmedik) zarýadlary tetraedrler görnüşlerinde mineralyň kristal gözenegi bilen täsirleşýär we berk ýapyşan (ýapyşak) suwuň gatlagyny emele getirýärler. Şeýle täsirleşme, esasan, toýunsow jynslarda bolup geçýär.

Suwuň içki gurluşyna orbitallaryň kömegi bilen düşünmek has amatly bolýar. Elektronyň ýadro görä ähtimal hereketi elektron buludy bilen, ýagny giňişligiň hemme nokatlaryny elektronyň kesip geçmegi mümkin ýerleri bilen kesgitlenýär. Bu hyýaly buluda **orbital** diýilýär. Şol bir wagtyň özünde her orbitalda ikiden köp bolmadyk elektron bolup bilýär.

Wodorodyň atomynyň ýeke-täk elektrony ($1 s^2$) sfera görnüşlidir. Kislorodyň atomynyň elektronlary iki gatlydyr. Içki gat (K_{gat}) iki s-elektronlary saklaýar, olar sfera şekilli orbitallarda aýlanýarlar (ol elektronlaryň şertli belgileri $1 s^2$, bu ýerde 1–gatyň nomeri, s–energetik ýagdaý-orbital, 2 – orbitaldaky elektronlaryň sany).

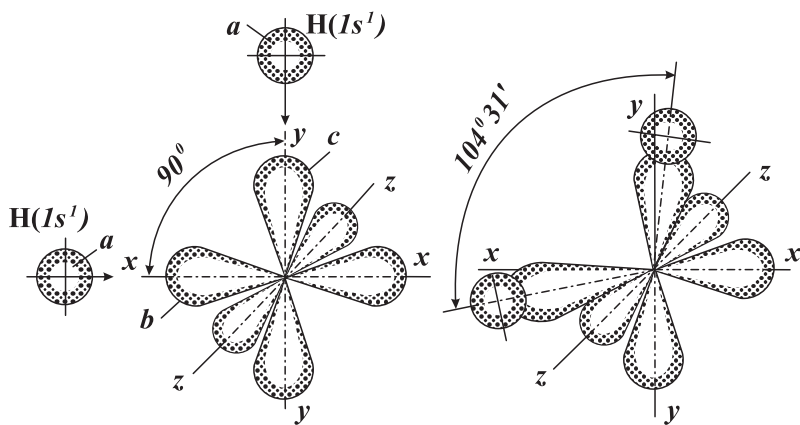
Daşky gat (h_{gat}) alty sany elektronlary saklaýar (olaryň şertli belgileri $2 s^2 p^4$, bu ýerde 2 – gatyň nomeri, s we p – orbitallar, 2 we 4 belgiler orbitaldaky elektronlaryň sanlary). Bu gatda şertli belgiden görnüşi ýaly, iki s – elektronlar şol bir sferik orbitalda saklanýarlar. Dört sany p – elektronlar özara biri-birine perpendikulýar orbitallarda ýerleşmäge mejbur, olaryň kese tekizlikdäki şekili sekizliklere meňzeş. Ol sekizlikler atomyň merkezinde kesişýärler (*12-nji surat*). Bu ýerde $4p$ – elektronlaryň üç orbitalda ýerleşişine üns bermeli. Şu ýerde hadysa düşünmäniň açary ýatyr.

Z okunyň ugry boýunça uzalyp gidýän orbital iki elektronyň mesgeni bolup hyzmat edýär. Ol doly üpjün we şol sebäpli onuň derwezesi ýapyk. X we Y orbitallarynyň hersinde bary-ýogy bir elektron bar we şonuň üçin ol orbitallaryň hersinde bir «duzak» bar.

Eger wodorodyň atomy kislorodyň atomyna ýeterlik derejede golaýlaşa, onuň ýeke-täk elektrony jübütlenmedik p – orbital bilen bada-bat gapjalýar. Kislorodda jübütlenmedik orbitalyň iki sanylygy sebäpli, ol wodorodyň iki atomyny ýesir almaga ukyply. Bu şertde wodorodyň sfera şekilli s – elektronynyň buludy p – orbitalyň ýumurtga şekilli şahasyna gonar (12-nji surat).

Wodorodyň atomlarynyň sfera şekilli elektron bulutlary (a) kislorodyň atomynyň b we c p -orbitalary bilen saklanýarlar. b we c orbitalary goşmaça zaryad alanlyklary sebäpli $104^{\circ}31'$ burç aralygynda biri-birini itekleýärler.

Wodorodyň (H) we kislorodyň (O) atomlarynyň arasynda baglanyşyk döreýär, ol kowalent baglanyşyga degişli. Bu baglanyşygyň netijesinde özboluşly desga bolan H_2O döreýär. Bu dörän molekulanyň özboluşlylygy şulardan ybarat.



12-nji surat. Suwuň molekulasyňyň emele gelşiniň shemasy

Birinjiden, elektron bulutlarynyň kesişmesi kesişme zolagynda dykyzlanmanyň hem-de otrisatel zaryadyň artmagyna getirýär.

Eger wodorodyň atomlary kislorodyň atomynyň iki tarapynyň 180° burç bilen ýerleşen bolsa, dykyzlaşma zolagy ýaňy dörän ulgamyň elektrik deňagramlylygyna hiç hili täsir etmezdi, ýagny

položitel we otrisatel zarýadlaryň merkezleri öňki ýerinde – kislorod atomynyň merkezinde bolardy. Emma wodorod elektronlaryny özüne dardan p – orbitallar 90° burç bilen birleşen, şol sebäpli dykyzlaşmalar otrisatel zarýadyň merkeziniň položitel zarýadyň merkezine görä süýşmesine getirýär. Şeýlelik bilen, suwuň dörän her molekulasy magnit meýdanyna görä ugrugýan **dipol** bolup hyzmat edýär.

Ikinjiden, goşmaça otrisatel zarýad alan p – orbitallaryň şahalary biri-birini itekleýän goşmaça güýje hem duçar bolýarlar. Özara itekleşmeleri zerarly olaryň arasyndaky burç 90° -dan $104^\circ 31'$ burça öwrülýär. Burçuň ulalmagy zarýadlaryň ýerleşişiniň simmetriklikden tapawutlylygyny has hem artdyrar. Netijede, suwuň molekulasyň dipol momenti Ýeriň çäginde duşýan hemme molekulalaryňkydan uly bolar.

Üçünjiden, wodorod atomynyň sfera şekilli elektron buludynyň kislorod atomynyň p -orbitalynyň üstüne düşen yerinden diametral garsydaş tarapynda bulut seýrekleşýär. Öň sfera görnüşli bulut bilen deňölçegli örtülen wodorodyň protony kislorodyň atomy bilen ýesir alnandan soň, daşky tarapyndan ýalaňaçlanan ýagdaýa geçýär. Emma oňa «öz ýalaňaç tenini» goňşy H_2O molekulanyň elektron buludy bilen örtmäge mümkinçilik döreýär. Ol (wodorodyň protony) bu mümkinçilikden peýdalanýar, ýagny keseki (goňşy) kislorod atomynyň «eşigine» (buludyna) berk ýapysýar. Bu güýç şol protonyň hut öz elektronyna ýapysýan güýjünden kän artykdyr. Bu goňşy kislorod atomy bilen döreýän baglanyşyk **wodorod baglanyşygy** diýlip atlandyrylýar.

4.2. Suwuň esasy fiziki häsiýetleri

Suwuň esasy häsiýeti–akyjylyk. Ol suwy düzýän bölejikleriň arasynda ilişmäniň ujypsyzlygy, sürtülme güýçleriniň bolsa düýpgöter ýoklugy bilen düşündirilýär. Bölejikler biri-birine görä hereketlenmä päsgelçilik döredýän galtaşma güýçlerini, ýagny şepbeşikligi döredip bilýär. Asuda ýagdaýynda suw Paskalyň kanunyna boýun egýär, ýagny üstüne berilýän basyş onuň hemme göwrümüne ütgewsiz ýaýraýar.

Suwuň üst gatlagynda, suw bilen howanyň serhedinde molekulýarara güýçler (üst dartyş güýçleri) bolýar. Ol güýçler suwuklygyny içine gönükdirilýär we üstüni dartýar.

Ýerasty suwlaryň fiziki halynyň we häsiýetleriniň görkezijilerine temperatura, durulyk, reňk, ys, tagam, dykzlyk, gysylmak ukyby, şepbeşiklik, elektrik geçirijilik, radioaktiwlik degişli. Suwuň duýuş organlary (agzalary) tarapyndan kesgitlenip bolýan häsiýetlerine **organoleptik häsiýetler** diýilýär. Bu häsiýetler suwa tebigy we emeli ýollar bilen dürli goşundylaryň: mineral bölejikleriniň, organiki maddalaryň, käbir himiki elementleriň düşmegine bagly.

Suwuň **temperaturasy** fiziki-geografik, geologik şertlere, iýmitleniş düzgünine baglylykda giň gerimde üýtgeýär. Köpýyllyk doňaklyk zolagyndaky duzly ýerasty suwlaryň temperaturasy -5°C çemesi bolup bilýär. Türkmenistandaky uly bolmadyk çuňlukda ýatýan ýerasty suwlaryň temperaturasy $15-20^{\circ}\text{C}$ aralykda üýtgeýär. Täze, häzirki zaman wulkanlaryň zolagynda, uly çuňlukdan çykýan suwlaryň temperaturasy 100°C -den geçip bilýär (Kamçatkanyň, Islandiýanyň, Ýaponiýanyň, Amerikanyň geýzerleri) (8-nji tablisa).

8-nji tablisa

**Ýerasty suwlaryň temperaturasy boýunça synplanyşy
(Şerbakow, 1979) [27]**

Ball	Suwuň temperatura kysymy	Gyzdyrylyş derejesi	Temperaturanyň şkalasy, $^{\circ}\text{C}$	Temperatura araçäkleriniň fiziki we biohimiki kriterileri
1	2	3	4	5
1	Aşa sowan	Juda sowuk	0°C -den aşak	Gaty hala geçmesi
2	Sowuk	Aşa sowuk	0-4	$3,98^{\circ}\text{C}$ – suwuň iň ýokary dykzlyk temperaturasy
3	Sowuk	Aram sowuk	4-20	Şepbeşikligiň birligi (santipuez) 20°C temperaturada kesgitlenýär
4	Termal	Ýyly	20-37	Adamyň bedeniniň temperaturasy 37°C çemesi
5	Termal	Gyzgyn	37-50	Bakteriýalaryň ösmegi üçin iň amatly temperatura

1	2	3	4	5
6	Termal	Örän gyzgyn	50-100	Bug görnüşine geçmesi
7	Aşa gyzdyrylan	Aşa gyzdyrylan	100-200	Termometamorfizm (CO_2 bölünip çykmasy bilen karbonatlaryň gidrolizi, abiogen H_2S -iň emele gelmegi we başgalar)
8	Aşa gyzdyrylan	Juda gyzdyrylan	200-375	Organiki maddalaryň kömre öwürlmegi we uglewodorodlaryň kemala gelmegi

Ýerasty suwlaryň temperaturasy wagtyň dowamynda üýtgeýär. Bu üýtgew ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne golaý ýatan ýerinde has uly bolýar. Hemişelik temperatura çuňlugyndan (ortaça 10 m) aşakda suwlaryň temperaturasy geotermiki basgançagyň kadasyna görä artýar.

Içilýän suwuň temperaturasy 7-11°C bolsa, içmäge ýakymly, tagamly bolýar we teňneligiňi gandyryr. Saglygy bejerişde (wannada suwa düşmekde) 35–37°C temperaturaly suwlar gowy hasaplanýar, sebäbi şeýle suwlar adamyň öz bedeniniň temperaturasyna golaý, gyzdyrylmagy ýa-da sowadylmagy talap etmeýär.

Temperatura ýeriň gabygynda bolup geçýän fiziki-himiki proseslere we ýerasty suwlaryň himiki düzümine uly täsir edýär. Temperaturanyň artmagy bilen diffuziýanyň tizligi we duzlaryň ereme derejesi artýar.

Temperaturanyň 10°C-ä artmagy diffuziýanyň tizligini 20% köpeldýär, temperaturanyň 1°C-ä üýtgemegi himiki reaksiýalaryň tizligini 10-20% üýtgedýär (Wan-Goffuň düzgüni).

Gazlaryň ýerasty suwlarda eremegi hem belli derejede temperatura bagly. Adatça, temperaturanyň artmagy bilen gazlaryň suwda eremesi peselýär.

Gidrogeologik barlaglarda suw çeşmeleriniň temperaturasy suwuň ýeriň ýüzüne çykýan ýa-da çykarylýan ýerinde ölçelýär. Guýularda suwuň temperaturasy guýynyň düýbüne golaýda ölçelmelidir. Ölçeg geçirilýän termometriň ölçeg ülüşleri 0,2°C, simap şarjagazy ýylylygy gowşak geçirýän madda bilen örtülen bolmalydyr. Has çuň skwažinalardaky suwuň temperaturasy maksimal ýa-da elektrik termometri bilen ölçelýär.

Suwuň **durulygy** onuň düzüminde erän mineral maddalara, mehaniki garyndylara, kolloidlere we organiki maddalara bagly. Suwuň durulygy dört derejä bölünýär: dury, çala bulanyk, bulanyk, örän bulanyk. Suwuň durulygy reňkiz silindr görnüşli gabyň we onuň aşagynda ýerleşdirilen standart şriftiň kömegi bilen kesgitleňýär. Eger 30 *sm* galyňlykdaky suwuň üstünden aşakdaky şrift gowy görünýän bolsa, durulyk kanagatlanarly hasaplanýar.

Ýerasty suwlaryň **reňki** himiki düzüme we garyndylara bagly. Köplenç, ýerasty suwlar reňksiz bolýarlar. Organiki gumin maddalary düzüminde saklaýan suwlar sarymtyl reňkli bolýarlar. Talh suwlaryň reňki mawumtyl bolýar, demriň kem turşulary we kükürtli wodorod suwa ýaşylymtyl-mawy (zümerret reňkli) reňki berýär. Suwda eremedik garyndylar çalyumtyl reňk berýärler. Suwuň reňkini kesgitlemek üçin ony aýna gaba guýup, ýokarsyndan seredilýär ýa-da etalon erginleriň reňkleri bilen deňeşdirilýär [30].

Ýerasty suwlaryň, adatça, **ysy** bolmaýar. Ys, köplenç, suwdaky organiki maddalary dargadyan bakteriýalar bilen bagly. Ys, köplenç, ýazgy bilen beýan edilýär. Kükürtli wodorod we organiki birleşmeler suwa palak ýumurtganyň, çüýrüntginiň, heňiň ysyny berýär. Suwuň ysyny kesgitlemek üçin 50–60°C-ä çenli gyzdymaly. Russiýa Federasiýasynda ulanylýan kadalara laýyklykda (СанПиН 2.1.4.559-96) ýerasty suwlaryň ysy 5 derejä bölünýär: 0 – ys ýok; 1 – örän gowşak ys; 2 – gowşak ys; 3 – bildirýän ys; 4 – görnetin ys; 5 – örän güýçli ys. Içmäge niýetlenilýän agyz suwy yssyz bolmalydyr.

Suwuň **tagamy** onda erän mineral duzlara, gazlara, dürli garyndylara bagly. Suwda erän hlorly natriý 500 *mg/dm*³-a çenli süýjümtik, 600 *mg/dm*³-dan ýokary bolsa, duzly tagam berýär. Magniniň sulfaty suwa ajymtyk, demriň duzlary – ýympyk, organiki maddalar – süýjümtik, kalsiniň, magniniň gidrokarbonatlary, şeýle-de erkin kömürturşy gazy suwa teňneligini gandyrjy ýakymly tagam berýär. Tagamyny kesgitlemek üçin suwy 20–30°C-ä çenli ýylatmalydyr. Her adamyň tagam kesgitleýşiniň dürli bolýanlygy unudyrmaly däl.

Suwuň **dykzylygynyň** san bahasy onuň massasynyň göwrümine gatnaşygydyr. Suwuň dykzylygy piknometr bilen kesgitleňýär. Bu ululyk suwuň duzlulygyna, gaz düzümine, temperaturasyna bagly. Süýji suwuň dykzylygy 1 *g/sm*³; şorumtyk we deňiz suwunyň 1,02÷1,03 *g/sm*³, ýokary duzlulykly ýerasty suwlaryňky 1,2÷1,3 *g/sm*³. 9-njy tablisada suwuň we käbir suwuklyklaryň atmosfera basyşyndaky dykzylyklary berilýär.

Suwuklyklaryň atmosfera basyşyndaky dykzyzlyklary

Suwuklyk	Temperatura, °C	Dykzyzlyk, ρ , g/sm ³
Suw	0	0,9999
	4	1,0000
	20	0,9982
	50	0,9881
Simap	20	13,5446
Aseton	15	0,79
Skipidar	18	0,87
Çalgy ýagy	20	0,889
Nebit	20	0,7-0,9

Suwuň **gysylma ukyby** – onuň basyş astynda göwrümini kiçeltme ukybydyr. Suw molekulýar gurluşynyň aýratynlygy zerarly, örän gowşak gysylmak ukybyna eýedir. Emma bu häsiýet köp zada, şol sanda, suwuň göwrümine hem baglydyr. Adatça, suwuň gysylma ukybynyň onuň duzlulygy, gazlylygy we temperaturasy bilen baglylygy hasaba alynýar.

Suwuň **şepbeşikligi** suwuň bölejikleriniň herekete içki garşylygyny häsiýetlendirýär. Bu görkeziji temperatura bilen duzlulyga bagly: temperaturanyň artmagy bilen şepbeşiklik peselýär, duzlulygyň artmasy bilen köpeliýär. Şepbeşiklik koeffisiýenti μ bilen bellenýär. Ol ululyk atmosfera basyşynda we otag temperaturasynda $1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ -a deň (1 puazyň ýüzden bir bölegi). Süýji we şorumtyk suwlaryň şepbeşikligi 0°C -da - $1,78 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, temperaturanyň artmagy bilen ep-esli peselýär: 10°C -de - $1,31 \cdot 10^{-3}$, 20°C -de - 10^{-3} , 90°C -de - $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$. Suwuň duzlulygy 80 g/dm^3 -a çenli artanda şepbeşiklik proporsional köpeliýär. Duzlulygyň ondan ýokary ösmegi şepbeşikligiň has uly depginler bilen artmagyna getirýär. MgCl_2 , CaCl_2 duzlarynyň şepbeşikligi NaCl duzuna garanda has ýokary derejede artýar. Şepbeşiklige basyşyň täsiri ujypsyzdyr.

Adaty şepbeşiklikden başga kinematiki şepbeşiklik (v) hem ulanylýar. Şepbeşiklik koeffisiýenti μ dinamiki şepbeşiklik bilen şeýle baglanyşyklydyr:

$$v = \mu / \rho w,$$

bu ýerde:

- v – kinematiki şepbeşiklik;
- μ – dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti;
- ρ_w – suwuň dykzlygy.

Kinematiki şepbeşikligiň ölçeg birligi bolup stoks ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) hyzmat edýär. Kinematiki şepbeşiklige tersin ululyga **akyjylyk** diýilýär.

Suwuklyklaryň şepbeşikligi wiskozimetr bilen ölçelýär. Ölçeg ýörelgesi barlanýan suwuklygyň belli göwrüminiň akyp geçmeklige harçlaýan wagtyňyň, şol göwrümlü belli şepbeşikli suwuklygyň harçlaýan wagty bilen deňeşdirilmegine esaslanýar.

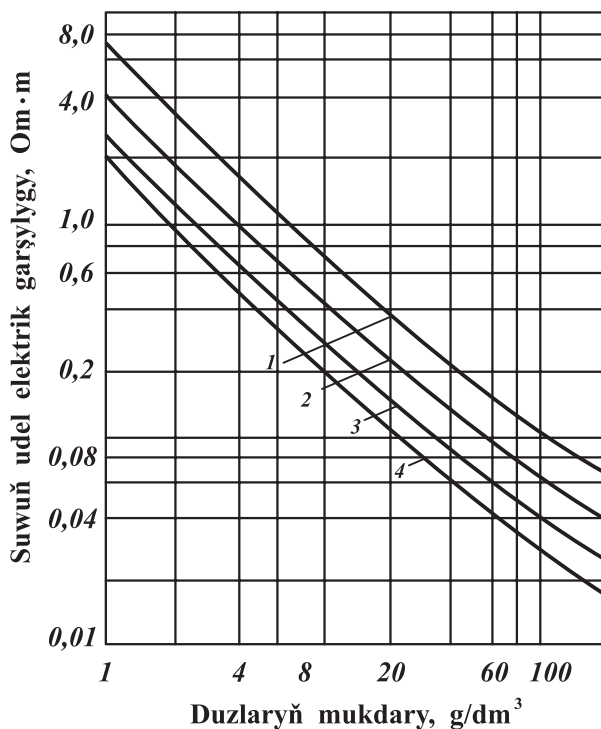
Ýerasty suwlaryň **elektrik geçirijiligi** onuň ion-duz düzümine bagly we udel elektrik garşylygyň ululygy bilen bahalanýar (uzynlygy 1 m -e we kese kesiginiň meýdany 1 m^2 -e deň silindr şekilli göni geçirijiniň elektrik togunyň geçmegine garşylygy – $Om \cdot m$). Ýerasty suwlaryň udel elektrik garşylygynyň üýtgew gerimi 0,02-1,00 $Om \cdot m$. Ol suwda erän duzlaryň mukdaryna göni bagly. Distillirlenen suw elektrik toguny geçirmeýär.

13-nji suratda erginiň udel elektrik garşylygynyň hlorly natriniň konsentrasiýasyna we temperatura baglylygynyň çyzgysy berilýär. Şol çyzgyny duzly suwlaryň we gorabalaryň köpüsiniň udel elektrik garşylygyny kesgitlemek üçin ulanyp bolar.

Ýerasty suwlaryň **radioaktiwligi** olaryň düzüminde uranyň, radiniň, radonyň (radiniň gaz görnüşli emanasiýasynyň) barlygy bilen bagly. Umuman alanyňda, hemme ýerasty suwlarda azda-kände radioaktiwlik bardyr.

Iş ýüzünde uranyň hatarynda duran elementleriň – uranyň, radiniň, radonyň we olaryň bölünme önümi bolan geliniň konsentrasiýasy öwrenilýär. Radonyň ölçeg birligi hökmünde kýuri (Ku) – 1 g radiý bilen deňagramlaşan ýagdaýy saklaýan radonyň mukdary ulanylýar. Adatça, bu birligiň has ownuk üleşleri ulanylýar: her litrdäki millikýuri ($1 \cdot 10^{-3}$ kýuri), mikrokýuri ($1 \cdot 10^{-6}$ kýuri), mahe ($3,64 \cdot 10^{-10}$ kýuri).

Uranyň we radiniň suwdaky mukdary gramda, radonyňky–kýuride ölçelýär. Radonyň konsentrasiýasy radiogidrogeologiyada emanda, mineral suwlar bilen saglygy bejerişde (balneologiyada) – mahede ölçelýär. Saglygy bejerişde ulanylýan radioaktiw suwlaryň konsentrasiýasy 14 maheden (50 emandan) ýokary bolýar. 10-njy tablisada ýerasty suwlarda radioaktiwligiň bahalanyşy berilýär.



13-nji surat. Gatlak suwlarynyň udel elektrik garşylygynyň düzümindäki duzlara baglylygy:

1 – $t = 10^{\circ}\text{C}$ -de; 2 – $t = 30^{\circ}\text{C}$ -de; 3 – $t = 65^{\circ}\text{C}$ -de; 4 – $t = 93^{\circ}\text{C}$ -de

10-njy tablisa

Ýerasty suwlaryň radioaktiwlik derejesi boýunça synplanyşy (Y.S.Burker boýunça) [30]

Radioaktiwlik derejesi	Intensiwlilik, E (emanda)
Örän güýçli	10000-den ýokary
Güýçli	1000-10000
Radioaktiw	100-1000
Gowşak	10-100
Örän gowşak	<10

4.3. Adaty suwuň täsin häsiýetleri

Ýeriň ýüzünde duşýan birleşmeleriň içinde iň täsinleriniň biri bolan suw özüniň adaty bolmadyk häsiýetleri bilen köpleri haýran galdyryr. Mysal üçin, D.Herdiň [61] hasaplamalaryna görä (1955) suwuň ereme temperaturasy beýleki elementleriň gidridleriniň eremesine kysymdaş bolup geçmeli bolsa, 0°C bolmaly däl-de, -120°C -de bolmaly, gaýnama nokady $+100^{\circ}\text{C}$ bolmaly däl-de, -112°C bolmaly.

Suwuň buzunyň eremesi aglaba birleşmelerde bolup geçýän giňelme bilen däl-de, dykyzlanma bilen baglylygy hem geň galarlyk. Suwuň iň uly dykyzlygy 0°C -de bolaýmaly ýaly, hakykatda weli $+4^{\circ}\text{C}$ -de bolup geçýär.

Hemme suwuklyklaryň içinde suw iň güýçli erediji. Ol ýaglar bilen uglewodorodlardan başga hemme maddalary eredýär. Onuň bu häsiýeti örän ýokary dielektrik syzdyryjylygy bilen bagly. Suwuň dielektrik geçirijiligi otag temperaturasynda 80-e deň, beýle diýildigi iki garşy zaryadyň suwda dartýş güýjüniň howadakydan 80 esse az diýiligidir.

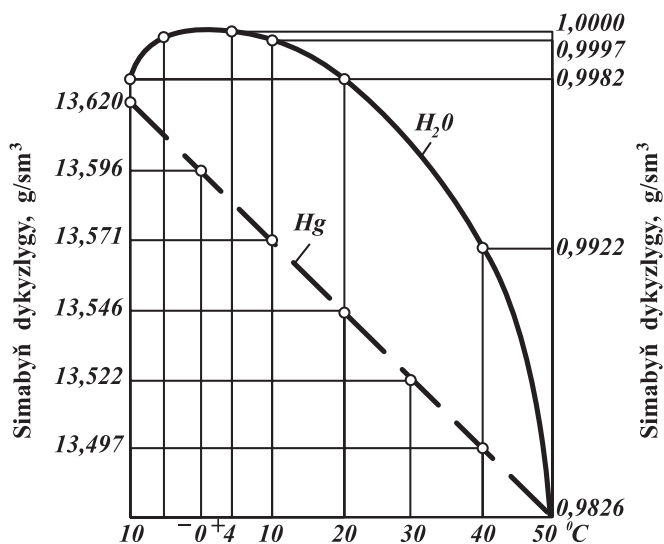
Adatça, ilki ylmy açyş edilýär, belli wagt geçenden soňra, şol açyş durmuşda ulanylyp başlanýar. M.Faradeýiň elektromagnit induksiýasy baradaky açyşy 100 ýyl çemesi wagt geçenden soň ulanylyp başlandy.

Suwuň köp häsiýetleri heniz nazary taglymaty doly öwrenilmänkä ulanylyp başlanýar.

Mysal üçin, magnit meýdanyndan geçirilen suw bug gazanlarynda emele gelýän kesmekleri düýpli azaldýar, guýma desgalaryň erginini (suspensziýasyny) magnitleşdirseň, toplanýan üýşmekler has dykyz ýerleşýär we ş.m.

Bu ýerde hünärini ýerasty suwlary öwrenmäge bagyşlanlara peýdaly bolup biljek suwuň geň-enaýy häsiýetleri barada käbir maglumatlar berilýär.

Dykyzlyk. Hemme maddalaryň gyzdyrylanda göwrümini giňeldýänligi, dykyzlygyny azaldýanlygy belli. Suwda-da şeýle, diňe 0 bilen 4°C temperaturadan başga interwallarda, suwda bu temperatura aralygynda gyzygynlyk artsa, dykyzlyk hem artýar we 4°C -de iň uly dykyzlyk bolýar (*14-nji surat*).



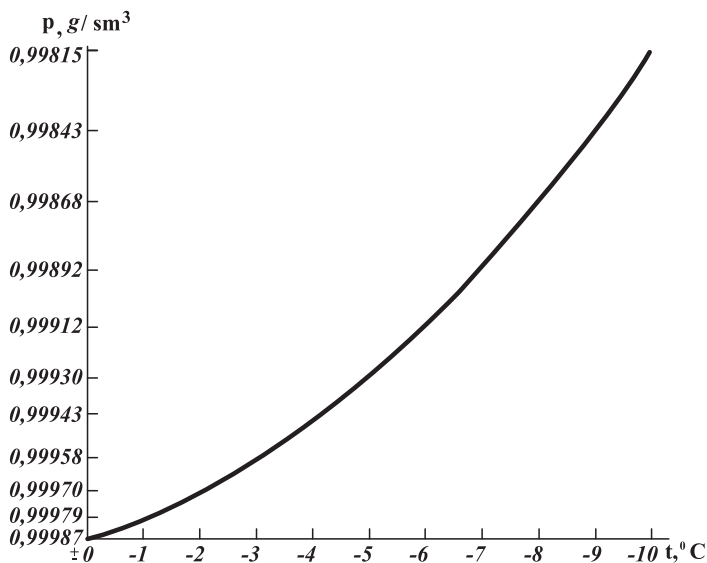
14-nji surat. Suwuň we simabyň dykzlygynyň temperatura baglylygy

Suwuň temperaturasy 0°C-den pese düşende, onuň göwrümi nähili üýtgeýärkä? Hakykat ýüzünde ol artmagyny dowam edýär, emma diňe temperatura pese düşüp, aşa sowanda. Suwy 0°C-den pes temperatura çenli sowatmak diňe adatdan daşary şertlerde bolup bilýär: suw hiç hili gymyldamaly däl, suwuň içinde kristallaşma üçin hiç hili merkez (tozanjyk, buz owuntygy we ş.m.) bolmaly däl (15-nji surat).

Suwuň düzüminde erän gazlar bolmasa, ol minus 70°C-ä çenli buza öwürlmän sowap bilýär. Eger şol aşa sowadylan suwy çala yrgyldatsaň ýa-da onuň içine bir kiçi bölejik buz bölejigini ýa-da kristallaşdyryjy merkez atsaň, suw bada-bat, göz açyp-ýumasy wagtyň içinde (derhal) buza öwürülýär we onuň temperaturasy minus 70°C-den 0°C-ä çenli bökýär. Suw şeýle-de 150°C-ä çenli gaýnamazdan gyzdyrylyp bilinýär. Şeýle gyzan suwa howa düwmeji girizilse, suw derhal gaýnaýar we onuň temperaturasy 100°C-ä çenli pese düşýär.

Suw doňanda onuň göwrümi birden 11% artýar we buz erän-de buzuň göwrümi hem bada-bat 11% azalýar. Suwuň doňanda göwrüminiň köpelmeginiň tebigatda we tehnikada ägirt uly ähmiýeti

bar. Suw ýapyk giňişlikde doňanda, buzuň döremegi bilen göwrüm artanda döreýän goşmaça basyş 2500 kgs/sm^2 -a (250MPa -a) çenli ýetip bilýär. Şu basyşyň täsiriniň netijesinde berk gaýalar jaýrylýar, äpet daşlar ownuk böleklerе bölünýär, turbalar ýarylýar.



15-nji surat. Aşa sowadylan suwuň dykzylygynyň temperatura baglylygy

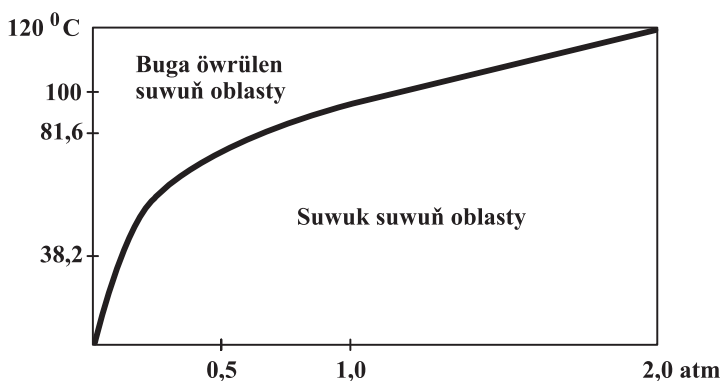
Suwuk haldaky suwuň temperaturasy artdygyça, $+4^\circ\text{C}$ -däki iň ýokary 1-e deň bolan dykzylykdan gaýnama nokadyna -100°C -ä çenli 4% kemelip, 0,95838-e deň bolýar.

Düzümindäki erän mineral maddalaryň (duzlulygyň) artmasy bilen suwuň iň ýokary dykzylyga ýetýän temperaturasy hem artýar. Suwuň dykzylygy basyşyň täsiri bilen hem artýar. Dünýä ummanynyň ýüzünde suwuň dykzylygy 1,02813 bolsa, 10 *km* çuňlukda dykzylyk 1,07104-e ýetýär (tapawut 0,04291 ýa-da 4%). Şeýlelik bilen suwuň gysylmaýanlygy baradaky giň ýaýran pikir diňe uly bolmadyk basyşlar üçin adalatly. Eger suw hakykatdan hem gysylmaýan bolsa, Dünýä ummanynyň derejesi 30 *m*-e çenli ýokary galardy.

Suwuň iň ýokary dykzylygynyň $+4^\circ\text{C}$ -de bolýanlygyny we şol sebäpli buzuň suwuň ýüzünde gaýýanlygyny tebigatda juda uly äh-

miýete eýedir. Eger buz suwdan agyr bolan bolsa, onda hemme derýalarda, köllerde, deňizlerde gyşyna doňan buzlar çökerdi we olar tä düýbüne çenli doňardy. Bu bolsa suwda ýaşayan jandarlary heläkçilige uçradardy.

Gaýnama we doňma (doňy çözülmä) nokady. Gaýnama bara-da gürrüň gozgalanda onuň gös-göni basyşa baglydygyny bellemeli (16-njy surat). Suwuň bu häsiýeti ir wagtlar dagdaky ýeriň deňiz derejesinden beýikligini kesgitlemek üçin ulanylypdyr. Suwuň gaýnama nokady onuň düzümindäki erän maddalaryň mukdarynyň artmagy bilen hem ýokary galýar.



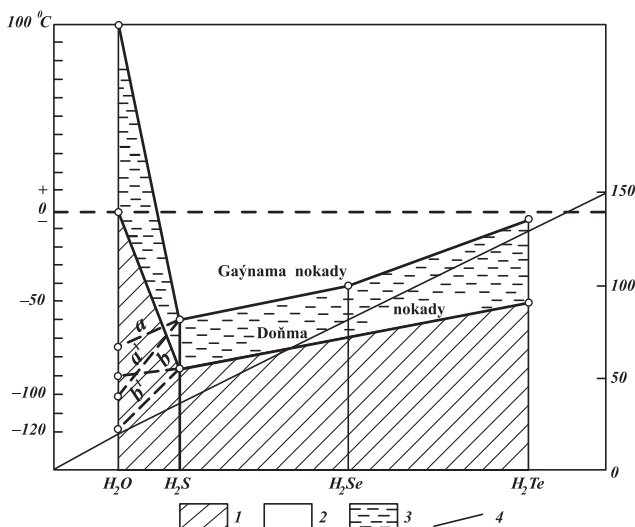
16-njy surat. Suwuň gaýnama nokadynyň basyşa baglylygy

Suwuň doňmasy (doňy çözülmäsi) bilen basyşyň arasyndaky baglanyşyk başgaça bolup geçýär. Basyşyň artmasy bilen suwuň doňma nokady hem pese gaçýar (emma diňe 2300 *atm*-a çenli). Basyş has össe, suwuň doňma nokady hem artyp başlaýar: 3530 *atm* basyşda suw minus 17°C-de doňýar, 6380 *atm*-da - 0°C-de, 16500 *atm*-da 60°C-de, 20670 *atm*-da plýus 76°C-de doňýar. Soňky iki şertde buz eýýäm gyzgyn bolýar. Emma Mohorowiçiň serhedinde (ol ýerde basyş 10000 *atm* çemesi) gyzgyn buzun düşmagy mümkin däl.

Basyş 1 *atm* deň bolanda suwuň doňma we gaýnama nokatlary (0 we 100°C) hem adaty däl. Eger Mendeleyewiň tablisasynyň VIa toparyndaky elementler bilen wodorodyň birleşmelerini alsaň (H_2Te , H_2Se , H_2S we H_2O), olaryň molekulýar massalary göz önünde tutu-

landa, suwuň doňma we gaýnama nokatlary näçe molekulýar massa uly bolsa, şonça gaýnama we doňma nokatlary uly bolmaly diýen kada boýun egmeýär. Şol kada laýyklykda suwuň doňma nokady minus 90 bilen minus 120°C aralygynda bolmaly, hakykatda welin 0°C. Şeýle tassyklama suwuň gaýnama nokadyna hem degişli, ol 75 bilen 100°C-niň aralygynda bolmaly (17-nji surat).

Adaty basyşda suw položitel temperaturada hem «doňup» bilýär. Şeýle ýagdaý gaz akdyryjy turba boýunça doly guradylmadyk (suwdan saplanmadyk) gaz akdyrylanda duşýar. Gazyň molekulasy suwuňky bilen deňeşdirilende ep-esli uly, şol sebäpli içki basyş azalyp bilýär we suw birnäçe gradusdan plýus 20°C-ä çenli aralykda doňýar. Doňup turbanyň düýbüne çöken «buz» düzüminde köp gaz saklaýar (gazogidrat).



17-nji surat. Dört gidridiň gaýnama we doňma nokatlary:

1-3 – fazalar (1 – gaty, 2 – gaz görnüşli, 3 – suwuk); 4 – deňeşdirme molekulýar massa; a, b – wodorod baglanyşygy göz önünde tutulanda suwuň gaýnama we doňma nokatlary (D. Herd, 1955); a', b'- şol nokatlar wodorod baglanyşygy hasaba alynmanda

Ýeriň ýüzündäki duşýan adaty termodinamiki şertlerde suwuň üç fazanyň hemme görnüşini saklap bilmegi bu maddanyň geň we enaýylygyna şaýatdyr.

Ereme ýylylygy. «Suwuň eremesiniň ýaşyryn ýylylygy» 80 kal/g (deňeşdirsek, şol «ýaşyryn» ýylylyk arassa demirde 6 , kükürtde $9,5$ we gurşunda $5,5 \text{ kal/g}$). Bu anomaliýa nähili amala aşýar? Buz atmosfera basyşynda minus 1 -den minus 7°C -ä çenli temperaturaly bolup bilýär. Daşyndan seredeniňde buzuň temperaturasy näçe pes bolsa, ony eretmek üçin şonça köp ýylylyk harçlamaly ýaly. Emma jogap onuň ýaly jedelsiz däl. Temperatura minus 7°C bolanda eremäniň ýaşyryn ýylylygy 80 däl-de, diňe 76 kal/g . Artykmaç sowan her gradusa zerur ýylylyk ýarym kaloriýa diýen ýaly azalýar. Bu anomaliýa buzuň udel ýylylyk sygymynyň suwuňkydan azlygy bilen düşündirilýär.

Bug emele gelmäniň ýaşyryn ýylylygy (539 kal/g) ereme ýylylygyndan 7 esse diýen ýaly kän. 100°C temperaturaly suwy şol temperaturaly buga öwürmek üçin ummasyz köp energiýa harçlamaly bolýar, emma şonça spirti buga öwürmek üçin agzalan energiýanyň $1/3$ -i, simaby geçirmek üçin bolsa, bary-ýogy $1/8$ -i ýeterlik bolardy. Şu zatlardan ugur alsan, 100°C temperaturaly buguň ýaşyryn görnüşli içki energiýasynyň nähili ägirtligini göz önüne getirmeli. Eger suwuň buguny 500°C -ä çenli gyzdysan, onuň 1 gramynyň energiýasy 1000 kal ýylylyga barabar bolardy. Gynansakda, bu ýaşyryn energiýany işde, durmuşda ulanmak juda kyn.

Buguň bug maşynlarynda ulanylýanlygy belli, emma buguň ulanylyşy ýyl-ýyldan azalýar. Onuň sebäpleri: peýdaly täsir koeffisiýentiniň $0,25$ -den pesligi, sürtülmä, şöhle goýberip sowama, ýylylyk geçijilik ýaly öwezini dolup bolmaýan ýitgiler we başgalar. Munuň ýene bir sebäbi buga öwrülme temperatura bilen daşky howanyň temperaturasynyň arasynyň golaýlygy. Şu sebäplere görä, häzir bug hereketlendirijilerini içinde ýandyrylýan, elektrik we beýleki hereketlendirijiler bilen çalşyrylýar.

Suwuň ýylylyk sygymy. Suwuň ýylylyk sygymynyň aýratyn özboluşlyklary bar. Onuň udel ýylylyk sygymy beýleki maddalaryň köpüsinden 5 – 30 esse artykdyr (suwuňkydan diňe wodorodyň we ammiagyň udel ýylylyk sygymy ýokary).

Suwuň 16°C -deki ýylylyk sygymy şertleýin 1 -e deň diýlip kabul edilýär we şeýlelik bilen beýleki maddalar üçin etalon hasaplanýar. Buzuň ýylylyk sygymy 0 -dan minus 20°C aralygynda ortaça $0,5 \text{ kal/(g}^{\circ}\text{C)}$, ýagny suwuňkydan iki esse az. Spirtiň we gliseriniň udel ýylylyk sygymy – $0,3$ (suwuňkydan 3 esse az), demriňki – $0,1$,

platinanyňky – 0,03, agajyňky - 0,6, çägäniňki we nahar duzunyňky – 0,2 $kal/(g^{\circ}C)$. Bellenenlerden ugur alsan, şol bir Günüň aşagynda suwuň gyzyşy gury çäge bilen deňeşdirilende 5 esse haýal bolýanlygy, şol bir wagtda-da gyzan suwuň öz gyzgynlygyny çägä garanynda sonça esse uzak saklaýanlygy düşnükli bolýar.

Buga öwrülen suwuň häsiýetleri has täsindir.

Howa gatlagynyň basyşy (başgaça, atmosfera basyşy) deňiz derejesinde (mysal üçin, Sankt-Peterburgda) adaty şertde (norma boýunça) 760 mm simap sütünine deň bolmaly, deňiz derejesinden ýokarda, mysal üçin, Aşgabatda, demir ýol menziliinde (deňiz derejesinden 220 m ýokarda) ol basyş 757 mm bolmaly. Howa gullugynyň maglumatlaryndan ugur alynsa, atmosfera basyşy peseljek bolsa ýagyn ýagmagy mümkin diýip çaklanýar, howa basyşy galanda bolsa, gurak howa garaşylýar.

Fizikanyň kanunlary boýunça suw bugunyň damja öwrülmesi basyş artanda bolup geçmeli, basyş peselende bolsa, suw buga öwrülme. Näme üçin bu kanunylyk bu ýerde bozulýar? Bu soragyň jogaby suw bugunyň udel ýylylyk sygymynyň aýratynlyklary bilen bagly. Basyş 1 atmosfera we temperatura $100^{\circ}C$ bolanda 1 litr suwdan 1600 litr bug emele gelýär. Howadaky basyş artsa, suw gazy (bug) duman döretmeýär we durulygyna galýar, basyş peselse, howa seýreklesse, duman emele gelýär. Hakykat ýüzünde dumanyň döremegi kondensa-siýa merkezi-tozanlyk bilen bagly, ol bolsa howada elmydama ýeterlik mukdarda bar.

4.4. Suw magnit meýdanynda

Magnit meýdanynyň suwa düşnüksiz häsiýetleri berýänligini alhimikler hem aňlapdyrlar (XIII asyr). Emma diňe XX asyrdan bu hadysa alymlar tarapyndan (fizikler, biologlar we beýl.) öwrenilip başlanýar.

XX asyryň 30-njy ýyllarynda florensiýaly (Italiýa) J.Pikkardiniň, rus gelio-biology A.L.Çižewskiniň we beýlekileriň işleriniň netjesinde Günüň aktiwligi bilen ýerdäki bolup geçýän wakalaryň arasyn-da baglanyşygyň bardygyny anyklanýar.

1945-nji ýylda belgiýaly inžener T.Wermaýern bug gazanlarynda kesmek emele gelmesiniň önüni almak boýunça patent alýar. Onuň

oýlap tapmasynyň manysy şeýle: bug gazanlarynda ulanylmaly suwlar ilki magnit meýdanyndan geçirilse, kesmek döremesi düýpli kemelýär.

Soňky ylmy gözlegler, barlaglar magnitden geçirilen suwuň birnäçe maddalaryň ereýijiligini artdyranlygyny (mysal üçin, kömürturşy magniniň ereýijiligini 120 esse), betonyň doly doňma wagty 28 günden 7 güne çenli azaldýanlygyny, betonyň berkligini 45% artdyranlygyny we ş.m. anyklady. Magnitlenen suwuň durmuşda, senagatda ulanylyşynyň dolurak sanawy W.I.Klassenin (1973) kitabynda berilýär.

Bu ýerde ýene bir mysala ýüzleneliň. Azerbaýjanda nebit bilen bilelikde suw çykarýan skwažinalaryň 120-sinde nebit çykaryjy turbalar temperaturanyň we basyşyň peselmesi zerarly kalsiniň sulfatynyň çökýän duzlary bilen dykylýan ekeni. Şol turbalaryň aşaky böleginde kiçeňräk hemişelik magnitler ýelmeşdirilenden soň, ol duzlaryň çökmesi 6-12 esse azalýar, öňki çöken duzlar hem turbanyň içinden kem-kemden sypyrylyp aýrylýarlar.

Öňki agzalan J.Pikkardi Günün üýtgeýän elektromagnit meýdanyň ýerdäki suwlaryň düýbüne çökündileriň çökmegini çaltlaşdyrýandygyny anyklapdy. Suwuň häsiýetleri emeli ýollar bilen magnitlendirilip üýtgedilende tehnologlar magnit meýdany onlarça ersteden (e) münlerçe erstede çenli artdyýarlar. Ýeriň ýüzünde duşýan tebigy magnit meýdany erstedin birliklerinden ülüşlerine çenli üýtgeýär. Mysal üçin, Moskwanyň eteginde tebigy magnit meýdany 0,5e bolsa, ionosferada ol erstedin 1%-e golaý bölegini düzýär.

Magnitlenen suw bilen ekin suwarylanda hasyllylygyň artýanlygy, mallary magnitlenen suw bilen suwa ýakanynda olaryň çalt semreýänligi hakda dürli çeşmelerde maglumatlar bar. Bu hadysalaryň nazary esaslary heniz doly anyklanmadyk. Aşakda tebigy suwlarda (ýagny düzüminde dürli gazlary we erän maddalary saklaýan suwlarda) magnit meýdanynda bolup geçýän prosesleriň sanawy berilýär:

1) suwda gaýmalaşyp ýören gaty zireleriň biri-birine ýelmeşip, tokga tutmagynyň çaltlaşmasy;

2) duzly suw gaýnadylanda duzuň kristallarynyň diňe gabyň diwarlarynda däl-de, hemme göwrüm boýunça gyradeň döremegi;

3) gaty üstleriň öllenmek ukybynyň üýtgemegi;

4) adsorbsiýanyň (üstleýin sorulmanyň) çaltlanmagy we güýjemegi;

5) gaty jisimleriň eremesiniň çaltlanmasy;

6) erän gazlaryň konsentrasiýasynyň üýtgemegi;

7) mineral zireleriniň ýelmeşijiliginiň 2-4 esse artmagy.

Tebigy suwlaryň häsiýetlerine üýtgeýän elektrik meýdanynyň, gowşak ultrasesiň, buzdan ergin hala geçmäniň täsirleri hakda hem köp sanly maglumatlar bar.

5. ÝERASTY SUWLARYŇ HIMIKI DÜZÜMI

5.1. Ýerasty suwlar çylşyrymly tebigy erginlerdir

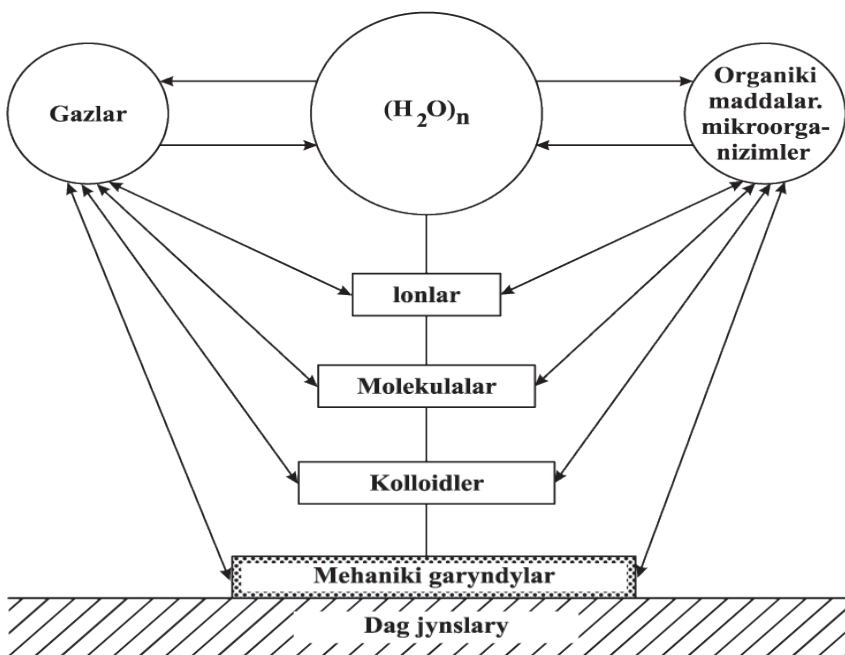
Ýerasty suwlar çylşyrymly tebigy ergin bolup, himiki elementleri, sada we düzme ionlary, erän ýa-da gaz görnüşli molekulalary öz düzüminde saklaýarlar. W.I.Wernadskiniň belleýşi ýaly, her damja suwda tutuş kosmosyň düzümi bolmaly. Soňky ýyllarda geçirilen barlaglarda Mendeleýewiň tablisasyndaky 105 elementiň 80-siniň ýerasty suwlarda bardygy anyklanyldy. Barlag usullarynyň duýgurlygy ýokarlandyrylanda beýleki galan elementleriň hem suwda tapyljakdygyna şek-şübhe ýok.

Ýerasty suwlaryň düzüminiň çylşyrymlylygy diňe olardaky himiki elementleriň sanynyň köplügi bilen däl-de, dürli kysymly suwlarda dürli elementleriň erän görnüşleriniň düýpli tapawutlylygy bilen bagly. Bu birleşmeleriň utgaşmalary şeýle bir köp we käbir alymlaryň maglumatlaryna görä münlerçe gidrohimiki kysymlary emele getirýärler.

A.M.Owçinnikow suwda duşýan garyndylary durky we möçberi boýunça tapawutlanýan birnäçe toparlara bölýär (*18-nji surat*).

Himiki elementler ýerasty suwlarda duşýan mukdaryna baglylykda dört topara bölünýärler (*11-nji tablisa*).

Makrokomponentler (baş düzümler) – suwda erän duzlaryň esasyňy düzýärler, ol duzlaryň jemine **suwuň duzlulygy** diýilýär. Umumy duzlulyk aýry-aýryklykda kesgitlenen düzümleriň (komponentleriň) jemi görnüşinde kesgitlenýär ýa-da bir litr suw buga öwrülende galan galynda deň diýlip alynýar. Soňky şertde ol **gury galyndy** diýlip atlandyrylýar. Suw bugardylanda onuň düzümindäki gidrokarbonat-ion şeýle reaksiýa boýunça bölünip dargaýar we howa uçup gidýär:



18-nji surat. Tebigy suwlaryň düzümi şekili
(A. M. Owçinnikow boýunça)

11-nji tablica

**Himiki elementleriň ýerasty suwlaryň düzümindäki
konsentrasiýasyna baglylykda bölünişi**

Elementleriň toparlary	Toparyň ady	Elementleriň massasy boýunça mukdary, %	Topara mahsus elementler
I	Makrokomponentler	$> 10^{-2}$	Na, Ca, Mg, Cl, S, C
II	Mikrokomponentler	$10^{-2} - 10^{-5}$	Br, Sr, B, F, Li, As, Rb
III	Ultramikrokomponentler	$< 10^{-5}$	Ce, Au, Bi, Te, Cd, Se
IV	Radioaktiw elementler	-	U, Th, Ra, Rn



Şol sebäpli himiki derňew bilen kesgitlenen düzümleriň jemi gury galynda deň gelmeýär.

Umumy duzlulyk we gury galyndy duzlaryň massasynyň suwuň göwrümine ýa-da massasyna gatnaşygy görnüşinde aňladylýar (*g/l, mg/l, g/dm³, mg/dm³, g/kg* we ş.m.).

Ýerasty suwlar umumy duzlulygy boýunça süýji, şorumtyk, duzly, goraba görnüşlere bölünýärler (*12-nji tablisa*).

Iň ýokary duzlulyk çöküdi (sedimentasiýa) suwlaryna mahsus, olaryň duzlulygynyň 700 *g/dm³*-e ýetýän ýerleri bar (Angara-Lena artezian basseýni), iň pes duzlulyk siňiş (infiltrasiýa) suwlaryna mahsus (adatça, < 1 *g/dm³*).

Suwuň ýene bir wajyp görkezijisi **talhlykdyr**, ol bir litr suwdaky kalsiý we magniý ionlarynyň milligram-ekwiwalent (*mg-ekw*) birli-gine getirilen mukdaryna barabardyr. Suwuň talhlygynyň durmuşdaky orny uly bolýar. Talh suw sabyny köpürjikletmeýär (hapany ýuwup aýyrmaýar), bug gazanlary-da kesmek döredýär, gaýnatmada iýmit önümleri haýal bişýär we ş.m.

12-nji tablisa

**Ýerasty suwlaryň umumy duzlulygy boýunça bölünişi
(Şwarsew, 1996)**

Suwlaryň topary	Suwlaryň görnüş-i	Duzlulyk, <i>g/dm³</i>
Süýji	Aşa süýji	< 0,2
	Mylaýym süýji	0,2 – 0,5
	Adaty süýji	0,5 – 1,0
Şorumtyk	Gowşak şorumtyk	1 – 3
	Aram şorumtyk	3 – 10
Duzly	Gowşak duzly	10 – 30
	Güýçli duzly	30 – 50
Gorabalar	Gowşak	50 – 100
	Güýçli	100 – 320
	Juda güýçli	320 – 500
	Aňrybaş doýgun	> 500

Süýji we şorumtyk suwlarda HCO_3^- , CO_3^{2-} we Ca^{2+} ionlar, duzly suwlarda we gorabalarda Cl^- we Na^+ agdyklyk edýärler. SO_4^{2-} we Mg^{2+} ionlar anionlaryň we kationlaryň arasynda aralyk mukdarda duşýarlar. Baş düzümleriň käbir häsiýetleri 13-nji tablisada berilýär.

Mikrokomponentler diýlip, ýerasty suwlaryň düzüminde $10\text{--}100\text{ mg/dm}^3$ -dan az mukdarda duşýan himiki elementlere we birleşmelere aýdylýar. Olara Li, B, F, Cr, Mn, Zn, I, Ba, Pb ýaly himiki elementler degişlidirler. Bu düzümleriň suwuň kysymyna täsiri bolmasa-da, olaryň suwda bolup geçýän dürli biologik proseslere täsiri uludyr.

Ýerasty suwlardaky mikrokomponentler nebitiň, gazyň, duzlaryň, polimetallaryň ýataklary gözlenende gözleg alamaty (nyşany) hökmünde ulanylýar.

13-nji tablisa

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi

Elementler we birleşmeler	Olaryň häsiýetnamasy
Kislorod O_2	Demri posladýar, turbalary çüýredýär
Erkin kömürturşy gazy CO_2	Betona, demre iýji täsiri bar
Hlor Cl^-	Ýerasty suwlarda köp duşýar, käte suwuň organiki hapalananlygynyň alamaty bolup hyzmat edýär
Kükürt kislotasynyň galyndysy (sulfat ion SO_4^{2-})	Suwuň düzüminde giňden ýaýran, köplenç, betonyň sementini iýip zaýalaýar
Natriý Na^+	Giňden ýaýran, adatça, hlor bilen birleşýär
Kaliý K^+	Seýrek duşýar
Kalsiý Ca^{2+}	Giňden ýaýran
Magniý Mg^{2+}	Kalsiden seýrek duşýar
Azot kislotasy (nitrat-ion NO_3^-)	Az mukdarda duşýar
Azotly kislota (nitrit-ion NO_2^-)	Seýrek duşýar, emma duşýan wagty suwuň içmäge ýaramsyzlygyny aňladýar

Käbir sebitlerde suwda we toprakda mikroelementleriň ýetmezçilik ýa-da artykmaçlyk etmegi adamlary keselledip bilýär. Mysal üçin, organizmde ýoduň ýetmezçiligi bolsa, boýun çişme (zob) keselini döredýär. Türkmenistan ilaty ýod garylan nahar duzy bilen üpjün etmekde dünýä ýurtlarynyň ön hatarynda barýar.

Kolloidler. Käbir elementler (alýumin, demir we ş.m.) ýerasty suwlary bilen ion görnüşinde göçüp-gonup bilmeýärler. Olar suwda kolloid zireleri görnüşde hereketde bolýarlar. Kolloid ziresiniň (misellanyň)

möçberi $(10-100) \cdot 10^{-10} \text{ m}$ bolup, ol hakyky erginlerden azyndan on esse iridir. Kolloidler otrisatel zaryadlylygy we udel üst meýdanynyň ululygy sebäpli dürli ionlary, birleşmeleri özüne dartmaga (adsorbsiýa häsiýetine) ukyply bolýarlar. Kolloidler hereketsiz suwda hem çökmän saklanýarlar. Kolloidler ötüşen wagty gatap, dag jynslarynyň öýjük-jaýryklaryny sementläp, olaryň kollektorlyk häsiýetleriniň, süzdürijiliginiň düýpli peselmegine, berkligiň artmagyna sebäp bolýarlar.

5.2. Ýerasty suwlaryň ion-duz düzümi

Baş düzümleriň arasynda wodorod bilen kislorod suw ergininiň esasy massasyny düzýärler.

Suwuň himiki düzüminiň kysymlary we onuň esasy häsiýetleri Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ionlar bilen kesgitlenýär.

O. A. Alýokiniň belleýşi ýaly, baş düzümleriň ion görnüşleri diňe gowşak duzly suwlara mahsus [43]. Duzlulygy ýokary bolan suwlarda ionlar jübütleşmäge meýilli bolýarlar. Ion jübütleriniň emele gelmesi, esasan, karbonat, sulfat, magniý, kalsiý ionlarynda duşýarlar. Hloruň we kalsiniň ionlary jübütleşen görnüşleri döretmeýärler.

Tebigy suwlaryň içindäki birleşmeleriň arasynda iň köp duşýan ionlar bolany sebäpli, ýokarda agzalan ionlary şertleýin baş düzümleriň (makrokomponentleriň) hataryna goşýarlar.

Baş düzümler tebigy suwlaryň mineral düzüminiň agramly bölegini – süýji suwlarda 90-95%-ni, duzlulygy ýokary suwlarda bolsa – 99%-ni eýeleýärler.

Süýji we şorumtyk suwlarda, adatça, HCO_3^- , CO_3^{2-} we Ca^{2+} ionlar, duzly suwlarda we gorabalarda Cl^- we Na^+ ionlar agdyklyk edýärler. SO_4^{2-} we Mg^{2+} ionlar beýleki anionlaryň we kationlaryň içinde aralyk ýagdaýy saklaýarlar.

Suwuň düzüminiň onuň umumy duzlulygyna we temperaturasyna baglylygy uly derejede hlor, sulfat we karbonat duzlarynyň ereýjiligi bilen kesgitlenýär (14-nji tablisa).

Karbonat duzlarynyň gowşak ereýjiligi gidrokarbonat we karbonat ionlarynyň pes konsentrasýalaryny kesgitleýär – 1000 mg/l-e çenli (erkin CO_2 -ni köp mukdarda saklaýan suwlardan başga). Hlorly duzlaryň iň uly ereýjiligi bar, şol sebäpli tebigy suwlarda hloruň konsentrasiýasy örän ýokary.

Dürli düzümlü duzlaryň temperatura bagly ereýjiligi

Erginiň temperaturasy, °C	Ergindäki duzlaryň mukdary, g/dm ³		
	NaCl	CaSO ₄	CaCO ₃
25	26,44	0,209	0,0015
50	26,99	0,204	0,0015
100	28,15	0,153	0,0015

Aýry-aýry baş düzümler hakda şeýle maglumatlary bilmek peýdaly bolar.

Hlor-ion (Cl). Ýer gabygynda hloridler köp mukdarda duşmaýarlar. Hloridler sodalit, apatit, obsidian, buýnuzça (поговая обманка), slýudalar ýaly minerallaryň düzümine girýärler. Emma agzalan çeşmelerden häzirki ummanlarda saklanýan hloridler döräp ýetişip bilmezdi. Hloridleriň döremeginiň esasy çeşmesi hökmünde wulkanlardan çykýan gazlar hasaplanýar [43].

Hloruň iony ýerasty suwlarda, esasan-da, çuň ýatýan suwly toplumlarda giňden ýaýran.

Hloruň ionunyň ýerasty suwlara ýetmegi gadymky deňizleriň düzüminde toplanan hlorly natriniň üsti bilen bolup geçýär. Şeýle-de hlor-ion ýerasty suwlara hlorly natriniň eremegi bilen, howa bilen, janly-jandarlaryň galyndylary görnüşde goşulyp bilýär.

Ereýjiligi gowy bolanlygy sebäpli, hlorly duzlar diňe suw bugaranda ýa-da doňanda çöküp bilýär. Hloruň ionlarynyň ion çalşyk, adsorbsiýa proseslerine gatnaşygy gowşak derejede bolup geçýär. Başgaça aýdylanda, hlor ýerasty suwlarda özüni örän durnukly duýýar.

Deňiz suwunyň goşulmagy ýa-da nahar duzunyň eremegi zerarly hlor-ionuň köpelmegi ýerasty suwlar üçin sanitariýa-gigiýena jähetden howp döretmeýär. Emma medeni zolakda, esasan-da, lagym suwlary akdyrylyp çykarylmaýan ýerde, teýgum suwlarynyň ýokarsynda galyň gorag gatlagy bolmadyk şertde, ýerasty suwlaryň düzüminde hlor-ionuň artmagy olaryň durmuşy zir-zibiller bilen hapalanýanlygynyň nyşanydyr. Şeýle suwlary içmäge hödürläp bolmaz.

Içmäge niýetlenýän ýerasty suwlardaky hlor-ion 350 mg/dm³-dan köp bolmaly däl. Diňe guraksy klimatda, deňizýaka zolakda hlor-ion 500-800 mg/dm³-a deň bolan şertde-de içmäge ygtyýar berilýär.

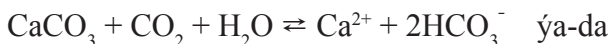
Sulfat ionlary (SO_4^{2-}) ýerasty suwlarda giňden ýaýran. Onuň mukdary suwdaky Ca^{2+} ionlary bilen çäklendirilýär, bu kation SO_4^{2-} ion bilen suwda az ereýän CaSO_4 duzuny emele getirýär. Suwda sulfatyň döremeginiň esasy çeşmesi bolup, düzüminde zylçany we dolomiti saklaýan çökündi dag jynslary hyzmat edýärler. Suwuň SO_4^{2-} ionlar bilen baýlaşmagyna sulfidleriň turşamagy hem uly täsir edýär. Sulfidleriň uly möçberi, şol sanda H_2S wulkanlar atylanda döreyärler, olar soňra turşap, SO_4^{2-} -e öwrülýärler. Guraksy klimatda ýerüsti we teýgum suwlary düzüminde galitden başga zylçany we mirabiliti saklaýan şorlaryň ýuwulmagynyň netijesinde sulfatlar bilen baýlaşyp bilýärler.

Sulfat ionlary biologik taýdan durnuksyz bolýarlar. Olar kislorod ýetmezçilik etse we degişli şertler bar bolsa, kükürtli wodoroda çenli gaýtarylyp bilýärler.

Gidrokarbonat (HCO_3^-) we karbonat (CO_3^{2-}) ionlary. Bu ionlar, esasan-da HCO_3^- , köplenç süýji we çala şorumtyk suwlarda köp duşýarlar. Bu ionlaryň ikisi hem kömür kislotasynyň önümleri bolup, erginde özara şeýle kesgitli baglanyşygy saklaýarlar:

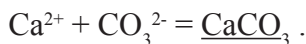
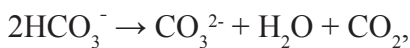


Turşy suwlarda gidrokarbonat-ionlar ýoga golaý, bitarap we aşgarly suwlarda weli, olar agdyklyk edýärler. Şol sebäplere görä, tebigy suwlarda CO_3^{2-} ionlar seýrek duşýarlar. Suwda HCO_3^- we CO_3^{2-} ionlarynyň döremeginiň çeşmesi bolup hekdaşlar, hekgumdaşlar, dolomitler we düzüminde karbonat sementini saklaýan beýleki çökündi dag jynslary hyzmat edýärler. Ol reaksiýalar şeýle görnüşde bolup geçýärler:



Suwda erkin kömürturşy gazy (CO_2) bar şertde ýeňil geçýän bu reaksiýalarda karbonatlar aşgarlanyp, weýran bolýarlar. Gurluşykda bu proses gurluşyk materiallarynyň gowşap synmasyna getirýär.

Tersin reaksiýada (sagdan çepe) suwda CaCO_3 we MgCO_3 duzlaryň çökmesi, başgaça, çökündi jynslaryň döremesi bolup geçýär. Bug gazanlarynyň içinde kesmegiň emele gelmegi şeýle reaksiýa boýunça geçýär:



↓
çökümdi

Gidrokarbonat – ion suw gaýnadylanda dargaýar, bu şertde HCO_3^- ionuň düzüminden kömürturşy gazyň ýarysy erkin hala geçýär.

Ýerasty suwlarda karbonat-ion (CO_3^{2-}) ýokdur ýa-da HCO_3^- ion bilen deňeşdirilende ujypsyz mukdardadyr.

Natriniň ionlary (Na^+) ýaýrawynyň giňligi boýunça kationlaryň arasynda birinji ýerde durýar, sebäbi natriniň hemme duzlarynyň ereýjiligi örän ýokarydyr. Süýji suwdaky kationlaryň arasynda Na^+ üçünji ýerde durýar, duzly suwlarda bolsa, durnukly agdyklyk edýär.

Suwdaky natriniň çeşmesi bolup onuň duzlary (nahar duzy, mirabilit we başgalar), şeýle-de çogma (magmatik) jynslaryň–alýumosilikatlaryň (albit, plagioklaz, nefelin we başgalar) weýranlaşmasynyň önümleri hyzmat edýärler. Bulardan başga, natriniň iony toýunsow jynslaryň we topragyň çalşyk toplumyndan kalsiniň we magniniň ionlary tarapyndan gysylyp çykarylýar, bu bolsa onuň ýerasty suwlarda toplanmasyna ýardam edýär.

Kaliniň ionlary (K^+) – himiki häsiýetleri, ýer gabygynda duşýan mukdary boýunça natriý bilen kybapdaşdyr. Kaliý edil natriý ýaly ýeňil ereýän birleşmeleri emele getirýär (KCl , K_2SO_4 , K_2CO_3). Emma kaliý ionlarynyň suwdaky konsentrasiýasy ujypsyz we diňe duzlylygy pes suwlarda duşýar. Kaliniň mukdarynyň ýerasty suwlarda azlygynyň sebäbi, olar erginden ösümlikler we dürli jandarlar tarapyndan çykarylyp alynýarlar. Bulardan başga-da, kaliý suwda kynlyk bilen ereýän ikilenji minerallaryň kristal toruna girýär.

Kalsiniň ionlary (Ca^{2+}) dürli duzlulykly ýerasty suwlarda giňden ýaýran. Süýji we aram duzly suwlarda kalsiý karbonatlar we sulfatlar bilen birleşýär, aşa duzly suwlarda, gorabalarda hloruň iony bilen birleşýär. Kalsiniň suwa düşýän çeşmeleri hekdaşlar, dolomitler we dag jynslaryndaky karbonat sementleri bilen bagly.

Köwatanyň (Türkmenistan) gowagyny düzen dolomitleşen hekdaşlaryň eremesi şeýle reaksiýa bilen ýazylýar:



Kalsiniň belli bölegi ýerasty suwlara zylçanyň we angidritiň aşgarlanmasy netijesinde hem düşýär.

Magniniň ionlary (Mg^{2+}) häsiýetleri boýunça kalsiniň ionlaryna golaý, emma biologik aktiwligi gowşak. Magniniň ionlary hemme tebigy suwlarda duşýan hem bolsa, hiç haçan agdyklyk etmeýär. Suwa bu ionlar deňiz suwundan, atmosferadan, şeýle-de düzüminde magniý saklaýan minerallaryň dargamagy, dolomitleriň aşgarlanmagy netijesinde düşýär.

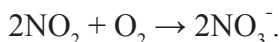
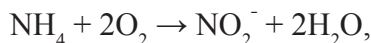
Demir. Ýer gabygynda demir piroksenler, amfibollar, magnetit, pirit, biotit, granat ýaly minerallarda duşup, giňden ýaýran. Ol minerallaryň weýranlaşmasynyň netijesinde köp mukdarda demir bölünip çykýar. Ol demirler, adatça, eremesi kyn durnukly demir turşularyna öwrülýärler.

Ýerasty suwlarda demir kem turşy (Fe^{2+} ion) ýa-da turşy (Fe^{3+} ion) görnüşde duşýar. Kem turşular suwda durnuksyz bolup, kislorodyň ýeten ýerinde ýeňil turşayarlar we demriň turşusynyň gidratyna ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), ýagny kolloid görnüşe geçýärler.

Demriň birleşmeleriniň bolmagy suwa ýakymsyz tagam berýär. Suwda demriň ionlarynyň bolmagy önümçiligiň köp görnüşleri üçin zyýanly. Demriň suwdaky mukdary onlarça mg/dm^3 -dan, hatda $100 \text{ mg}/\text{dm}^3$ -a çenli ýetip bilýär. İçimlik suwda demriň mukdarynyň $0,3 \text{ mg}/\text{dm}^3$ bolmagyna ygtyýar berilýär.

Alýumin Ýer gabygynda iň giň ýaýran elementleriň biri. Emma alýumin demir ýaly ion görnüşinde bolman, adatça, kolloidler görnüşinde duşýanlygy sebäpli, suwda onuň hereketi gowşakdyr.

Azotyň birleşmeleri ýerasty suwlarda ammoniniň (NH_4^+), nitritiň (NO_2^-) we nitratyň (NO_3^-) ionlary görnüşlerinde duşýarlar. Adaty şertlerde NH_4^+ ion durnuksyz we erkin kislorodyň bar ýerinde bakteriýalaryň täsiri bilen nitritlere geçýär, ol nitritler soňra turşap (okislenip), nitratlara öwrülýärler:



Suwdaky NH_4^+ we NO_2^- ionlaryň bir litrdäki mukdary milligramyň ýüzden, käte ondan bir bölegini düzýär. Ýeriň ýüzüne golaý ýatan suwlarda bu ionlaryň artan mukdarynyň duşmagy ol suwlaryň golaý wagtda organiki galyndylar bilen hapаланanlygynyň alamatydyr. Munuň sebäbi, ammoniniň, esasan, ösümlik we haýwanat galyndylarynyň bakteriýalary tarapyndan dargadylanda emele gelýänligi bilen düşündirilýär. Eger suwda NO_3^- iony, ýagny azot birleşmeleriniň turşumasynyň ahyrky önümi duşýan bolsa, bu hapanyň öňräk döränliginiň ýa-da uzakdan gelenliginiň alamatydyr.

Radioaktiw elementler. Radioaktiw elementlerden U, Ra, Rn we käbir radioaktiw izotoplar: ^{40}K , ^3H , ^{14}C we beýlekiler ýerasty suwlarda duşýarlar. Radioaktiw elementleriň esasy aýratynlygy – olaryň ýadrolarynyň durnuksyzlygy, şol sebäpli olar üznüksiz bölünýärler we başga elementleri ýa-da şol elementleriň izotoplaryny emele getirýärler hem-de radioaktiw şöhleleri goýberýärler.

Radioaktiw elementleriň suwdaky konsentrasiýasy g/dm^3 -da we radioaktiw şöhle goýbermäniň birliklerinde aňladylýar. Uranyň we radiniň tebigy suwlarda duşýan mukdarynyň hasaba alnan çäkleri 15-nji tablisada berilýär.

15-nji tablica

**Uranyň we radiniň tebigy suwlarda duşmagy
(massa gatnaşygynda) [43]**

Barlanan obýektler	U · 10⁻⁶	Ra · 10⁻¹³
Umman	1,3 – 3,0	0,22 - 20
Içki deňizler	1,5 – 2,8	0,9 - 20
Derýalar	0,012 – 47,0	0,3 – 60
Mineral çeşmeler	0,018 – 120	65 – 3800

Tablisadan görnüşi ýaly, uran we radiý ýerasty we derýa suwlarynda köp mukdarda duşýarlar.

Radon – radioaktiw inert gaz. Onuň 12 sany gysga ömürli izotopy bolup, olaryň içinde iň köp duşýany ^{222}Rn (ýarym bölünme döwri 3,8 gije-gündiz). Bu gazyň uly çuňluklarda dyňzawly suwly gatlaklardaky mukdarynyň ýer titremäniň önüsyrysynda artýanlygy sebäpli, olar gidroseýsmiki postlarda ýörite gözegçilikde saklanýar.

^{40}K tebigy kaliniň bary-ýogy 0,012%-e golaýyny düzýär, emma onuň şöhle goýberme aktiwligi juda ululygy sebäpli, tebigy suwlaryň radioaktiwliginiň tutuş fonuny (düşegini) düzýär. Şol bir wagtda onuň agyr suwdaky mukdary adamyň saglygy üçin hiç hili howp döretmeýär we ^{40}K howply radioaktiw element hasaplanmaýar.

Wodorodyň radioaktiw izotopy tritiý (^3H) we radiouglerod (^{14}C) atmosferanyň ýokarky gatlaklarynda ýokary energiýaly kosmik bölejikleriň zarbasy bilen goşmaça neýtron eýeläp emele gelýärler.

Tritiniň ýarymbölünmesi 12,5 ýyl. Tritiniň mukdaryny kesgitläp, atmosferadan ýere siňip emele gelen ýerasty suwlaryň ýaşı, olaryň kemala gelşi, hereketi öwrenilýär.

Radiouglerod (^{14}C) ýerasty suwlaryň, ynsanly döwrüň (Q) gatlaklarynyň, arheologik ýadygärlikleriň ýaşyny kesgitlemek üçin giňden ulanylýanlygy sebäpli teswirlenip seredilmäge mynasyp.

Uglerod usulynyň manysyny şeýle düşündirip bolýar. Ýeriň atmosferasynda aralaşan kosmik şöhleler azotyň atomyny (^{14}N) radiougleroda (^{14}C) öwürýär. Täze dörän radioaktiw uglerodyň ýarymbölünmesi 5,5 müň ýyl bolany sebäpli, ol 50 müň ýylyň dowamynda doly bölünip gutarmaly. Kosmik şöhleleriň atmosfera täsiriniň üznüksiz bolup geçýänligi sebäpli radiouglerodyň ýeriň ýüzündäki howadaky mukdary hemişeligine galýar. Başgaça, ýeriň ýüzünde iki gapma-garşy proses, ýagny ^{14}C -iň döremegi we onuň bölünmesi üznüksiz bolup geçýär.

Radiouglerod atmosferada döräp, bada-bat kislorod bilen birleşip $^{14}\text{CO}_2$ radioaktiw birleşmäni emele getirýär. Täze birleşme adaty kömürturşy gazy (CO_2) bilen bir hatarda hemme biologik we geohimiki proseslere gatnaşýar.

«Radiouglerod sagady» janly organizmiň jansyza (agaç, süňk, kömür we ş.m.) öwrülen, has takygy, barlanýan obýekt bilen ýeriň atmosferasynyň arasyndaky uglerod çalşygy kesilen pursadyndan ýöräp başlaýar. Obýektiň ýaşı ondaky bölünmeden galan ^{14}C -iň häzirki zaman ^{14}C -iň mukdary bilen deňesdirilip kesgitlenýär. Mysal üçin, eger şol tapawut obýektde laýyk iki esse az bolsa, bu fakt tapyndynyň atmosfera bilen 5,5 müň ýyl bäri arabaglanyşygynyň bolmanlygyny aňladýar.

Gadymy obýektlerde ^{14}C -i mukdar taýdan kesgitlemek usuly uglerody dürli aktiw garyndylardan arassalamak üçin geçirilýän uzağa çekýän himiki taýýarlyklary talap edýär.

Radiouglerod (^{14}C) usuly ýerasty suwlaryň ýaşyny 30 müň ýyl bilen 50 ýaş aralygynda kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Emma ^{14}C diňe suwda erän, birleşmeleriň düzümindäki duzlaryň, gazlaryň, organiki maddalaryň ýaşyny görkezýänligi sebäpli, suwuň hakyky ýaşy ^{14}C -iň ýaşyndan başgaça bolup biler. Şol sebäpli takyk hasaplamlar üçin goşmaça usullar ulanylýar (mysal üçin, ^{32}Si ýarymbölünme döwri 3000 ýyla çenli bolan ^{32}Si usuly).

5.3. Ýerasty suwlaryň gaz düzümi

Ýerasty suwlarda gazlar erän we erkin görnüşde duşýarlar. Erän gazyň mukdary onuň ereýjilik koeffisiýentine, suwuň temperatura-syna, basyşyna we duzlulygyna bagly.

Ýerasty suwlarda iň köp mukdarda duşýan gazlara kislorod O_2 , azot N_2 , kömürtürşy gazy CO_2 , kükürtli wodorod H_2S , wodorod H_2 , metan CH_4 , agyr uglewodorodlar degişli. Ýerasty suwlarda, şeýle-de inert (asylyly) gazlar – He, Ne, Ar we beýleki saklanýar. Basyş azalanda suwdaky erän gazlar erkin gaza öwrülüp bilýärler.

Gazlar gelip çykyşy boýunça şeýle toparlara bölünýärler: 1) howadan baranlar (N_2 , O_2 , CO_2 , He, Ar) dag jynslaryna göni atmosferanyň howasyndan siňýärler; 2) biohimiki gazlar (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2S , H_2 , O_2 , agyr uglewodorodlar) organiki we mineral maddalaryň mikroorganizmler tarapyndan dargadylmagynyň netijesinde döreýärler; 3) himiki gazlar (CO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 , CO_2 , N_2 , HCl, HF, SO_2 , Cl, NH_3) adaty şertlerde ýa-da ýokary basyşda we temperaturada suw bilen dag jynslarynyň täsirleşmesiniň netijesinde döreýärler; 4) radioaktiw elementler (He, Rn we beýlekiler).

Geohimiki nukdaýnazardan iň uly ähmiýete kislorod, uglerodyň ikili oksidi we kükürtli wodorod eýedir. Aýry-áýry gazlar barada şulary bellemeli.

Kislorod suwa, köplenç, atmosferadan barýar, şeýle-de suw ösümlikleriniň fotosinteziniň netijesinde döreýär. Suwda ol erän molekulalar görnüşinde duşýar. Onuň mukdary 0-dan 15 mg/l aralagynda üýtgeýär. Kislorod, esasan, howaly zolakdaky ýerasty suwlarda, teýgum suwlarynda we ýüzleý ýatýan dyňzawly (artezian) suwlarda duşýar. Emma iýmitlenýän zolagynda, tektonik jaýryklaryň golaýynda kislorodyň has

çuň ýatan dyňzawly gatlaklarda duşýanlygy barada maglumatlar hem bar [43]. Aşaky çuňluklarda kislorodyň mukdary kem-kemden peselýär. Suwda erän kislorod suwlarda ergin görnüşinde saklanýan hemme üýtgeýän walentli maddalar (demir sulfidleri, organiki maddalar) üçin turşadyjy bolup hyzmat edýär. Bu reaksiýalar aerob bakteriýalaryň gatnaşmagynda bolup geçýänligi sebäpli, suwda biogen kömürturşy gazy döreýär, demriň oksidleri, gidrooksidleri çökýär, dag jynslary sementleşýär.

Kömürturşy gazy ýa-da suwdaky uglerodyň ikili turşusy (oksidi), köplenç, erkin kömür kislotasy diýlip hem atlandyrylýar. Suwa, köplenç, howadan baryanlygy sebäpli, kömürturşy gazynyň mukdary hem aşak gitdigiňçe azalýar, emma onuň ýaýraýan çuňlугy kislorodyň ýetýän çuňlugyndan has aşakdadyr diýlip çaklanýar.

Eger suwdaky kömürturşy gazynyň mukdary onuň deňagramlaşdyryjy mukdaryndan artyk bolsa, ol karbonatlar, sement we beton üçin iýiji häsiýete eýe bolýar.

Iýiji kömür kislotasy (углекислота) adalgany şertleýin kabul etmeli, ol karbonatlary ergine geçirip bilýär diýen manyny berýär (5.1. formuladaky reaksiýa boýunça).

Kükürtli wodorod ýerasty suwlarda suwda erän gaz görnüşinde H_2S , gidrosulfidiň HS^- we sulfidiň S^{2-} ionlary görnüşlerinde duşup bilýär. Ýerasty suwlarda kükürtli wodorod howasyz şertde ýaşaýan bakteriýalaryň (anaerob bakteriýalaryň) sulfatlary gaýtardylma prosesleriniň netijesinde toplanýar. Bu prosesiniň, adaty, ýokary temperaturada we başyşda bolup geçýänligini ýatlamaly.

Kükürtli wodorodyň ýerasty suwlardaky mukdary, köplenç, 50 mg/dm^3 -dan geçmeýär. Emma käbir nebit-gaz ýataklarynyň ýerasty suwlarynda (Buguruslan, Andižan we beýl.) onuň mukdary $1000\text{--}2000 \text{ mg/dm}^3$ -a ýetýär. Bu şertde uglewodorodlara geçen kükürtli wodorody ilki aýryp, soňra turbalara salyp, ulanyjylara ugratmaly bolýar.

Ýerasty suwlarda erän kükürtli wodorod üýtgeýän walentli magdan dörediji hemme elementler üçin gaýtardyjy bolup hyzmat edýär.

Metan we agyr uglewodorodlar, esasan, nebitli-gazly ýaýlalar-da, prowinsiýalarda, şeýle-de uly çuňluklarda ýatan termal suwlarda duşýarlar. Ol ýerde bu uglewodorodlaryň konsentrasiýasy 10000 ml/dm^3 -dan hem ýokary geçip bilýär.

Azot, köplenç, nebit-gazly prowinsiýalarda duşýar. Onuň mukdary her litr suwda onlarça – ýüzlerçe millilitre ýetip bilýär.

Asyly gazlar (geliý, argon, neon we beýl.) howadan ýa-da radio-aktiw bölünmäniň netijesinde suwa düşüp bilýärler. Olaryň käbiri (geliý, argon) uly çuňlukda ýatan suwlaryň ýaşyny kesgitlemek üçin ulanylýar.

5.4. Ýerasty suwlarda erän organiki maddalar we janly madda

Organiki maddalar. Suwda erän tebigy organiki madda (SETOM) ýerasty suwlarda dürli görnüşli birleşmelerden düzülýär. Ol dürli uglewodorodlar, şol sanda hoşboý yslylar, smolalar, ýaglar, çylşyrymly efirler, ketonlar, aminler, gumus maddalary, fenollar, karbon kislotalary, uglewodlar, lipidler we beýleki görnüşlerde bolup bilýär. SETOM-daky dürli düzümlü molekulalaryň umumy massasy organiki maddalaryň iň ýokary mukdary (C_{org}) bilen häsiýetlendirilýär.

Suwdaky SETOM-yň mukdaryny gytaklaýyn bahalamak üçin suwuň turşajylyk ukyby ulanylýar. Turşajylyk diýlip, bu ýerde SETOM-yň kislород tarapyndan turşadylyp biljek mukdary düşünilýär. Ol 1 dm^3 suwda turşap biljek suwuň milligramda berlen mukdary bilen aňladylýar we turşadýan reagent diýlip atlandyrylýar (bihromatly, permanganatly we ş.m.).

Ýerasty suwlardaky dürli organiki maddalaryň umumy mukdary we özara gatnaşyklary olaryň gelip çykyşyna we ýatytş şertlerine bagly. Organiki maddanyň iň ýokary mukdary (C_{org} 400 mg/dm^3 -a çenli we ondan hem köp) nebit ýataklarynyň, esasan-da, gazkondensat ýataklarynyň (3000 mg/dm^3 -dan ýokary) suwlarynda duşýar, ol, köplenç, pes molekulaly ýagly kislotalardan düzülýär.

Nebitgaz ýataklary bilen bagly bolmadyk ýerasty suwlarda C_{org} -yň mukdary juda pesdir, her 1 dm^3 suwda birnäçe ýa-da onlarça milligrama deňdir. Teýgum suwlarynda, köplenç, gumus maddalary we pes molekulaly ýag kislotalary agdyklyk edýär. Olaryň mukdary onlarça mg/dm^3 -a ýetýär.

SETOM-yň köp dürlüligi dag jynslarynda suwa düşýän organiki maddalarda, şeýle-de ýerasty suwlar - suwsaklaýan jynslar ulgamynda bolup geçýän gidrogeohimiki we gidrobioghimiki prosesler bilen bagly. SETOM-yň düzüminiň üýtgemegi organiki maddalaryň

suwdaky mikroorganizmler ýa-da walentligini üýtgedýän himiki elementler tarapyndan turşadylmagy bilen bagly.

Ýerasty suwlaryň janly maddasy. Ýerasty suwlaryň janly maddasy ösümlük we haýwanat dünýäsiniň mikroorganizmlerinden düzülýär. Olaryň möçberi 1 *mkm*-den ýokary geçmeýär, arasynda mukdary boýunça agdyklyk edýänleri bakteriýalardyr. Bakteriýalar, adaty, daşy gaty örtükli bir kletkadan düzülýärler. Olaryň keşbi, köplenç, togalak, taýajyk kysymly ýa-da tovlanan görnüşde bolýar. Kletka 75-85% suwdan düzülýär.

Bakteriýalaryň arasynda aerob görnüşlileri, ýagny diňe kislorod bar ýerinde köpelip bilýänleri we anaerob görnüşlileri, ýagny kislorodsyz ýaşap bilýänleri bar.

Madda çalşygy üçin ulanýan energiýasyna baglylykda mikroorganizmler iki sany uly topara bölünýärler: fototroflar–Günň radiasiýasynyň energiýasyny ulanýanlar we hemotroflar–energiýa çeşmesi görnüşinde dürli himiki birleşmeleri ulanýanlar. Dag jynslarynyň we topragyň mikroorganizmleri bolan litotroflar, esasan, hemotroflara degişli.

Iýmit çeşmeleri boýunça geterotroflar taýyn organiki maddalara mätäç, awtotroflar gös-göni mineral maddalardaky uglerod (CO_2 -den), wodorod (suwdan), H_2S -i, NH_3 -i we beýlekileri özleşdirmegi başaýarlar.

Bakteriýalaryň hereket edýänleri hem, başga jisime ýapyşýanlary hem bar. Bakteriýalaryň hereketi бүкүлүп-ýazylma (düwlüp-ýazylma) ýa-da juda seýrek süýşme arkaly amala aşyrylýar. Bakteriýalaryň köpelmegi, adaty, bölünme netijesinde bolup geçýär.

Ýerasty suwlaryň mikroorganizmleriniň öwrenilişi goýýan meseleleri, mazmuny boýunça iki taryhy ugra bölünýär: 1) tebigy litotrof mikroflorany öwrenmek; 2) agyz we hojalyk suw üpjünçiligi üçin suwa sanitariýa jähtden baha bermek üçin bakteriýalary öwrenmek.

Ýerasty suwlardaky litotrof mikroflora mikroorganizmleriniň umumy spektrini anyklamak üçin kesgitlenýär. Ol mümkin bolan biohimiki prosesleri çaklamaga, bakteriýalaryň aýry-aýry görnüşleri bolsa, nebitiň, gazyň, gaty magdanlaryň ýataklaryny gözlemek maksady bilen öwrenilýär.

Mikroorganizmler dürli temperatura şertlerinde ösüp-ýaýramak ukyply boýunça tapawutlanýarlar. Ýaşayşa ukyply mikroflora hatda

kriopeglerde—Ýakut artezian basseýniniň aşa sowan otrisatel temperaturaly gorabalarynda duşýar. Bakteriýalaryň gyzgynlygy juda ýokary suwlarda duşýanlygy barada maglumatlar bar. Bakteriýalaryň her görnüşi belli temperatura aralygynda ýaşamaga ukyply. Şol temperatura aralygynyň aşaky we ýokarky çäklerinde bakteriýalar göýdük ýagdaýda duşýarlar, olaryň gülläp ösmegi şol temperatura aralygynyň ortalarynda duşýan amatly şertler bilen bagly.

Mikroorganizmler ýerasty desgalara örän uly zyýan ýetirip bilýärler. Ýere gömlen turbalaryň zaýalanmagynyň sebäbiniň 50%-i sulfatdikeldiji bakteriýalar bilen baglydyr. Mikroorganizmleriň emele getirýän gazlary 0,4 MPa goşmaça basyşy döredip, suwýarsuw (плывуны) hadysasy ýaly, gurluşyk üçin howply ýagdaý döredip bilýärler [15].

Gidroeohimiki taýdan iň giň ýaýran we ähmiýeti uly litotrof mikroorganizmler toparlaryna: kükürdiň turşadyjy birleşmeleri (tionlar, kükürt bakteriýalary, kükürdiň gaýtardjy birleşmeleri - sulfatdikeldijiler, metan döredijiler we uglewodorod turşadyjylar, nitrifisirleýjiler we denitrifisirleýjiler, demir bakteriýalary degişli.

Sanitar taýdan bahalanma we agyz suwunyň hiliniň kesel dörediji bakteriýalaryň barlygyna görä, barlagy sanitar-epidemiologik stansiýalar tarapyndan geçirilýär. Agyz suwlarynda iň köp duşýan we kesgitlenmesi kyn bolmadyk bakteriýa hapalanmasynyň görkezijisi bolup **Escherihia koli** – içege taýajygy hyzmat edýär. Ol bakteriýanyň hut özi kesel dörediji ýa-da zyýanly däl. Emma onuň mukdarynyň artmagy, köplenç, suwda kesel dörediji bakteriýalaryň barlygynyň alamatydyr. Bu bakteriýa bilen suwuň hapalanýş derejesi ýörite görkezijiler arkaly bahalanýar.

Olaryň iki sany esasy görkezijileri bar. **Koli-titr** – düzüminde bir içege taýajygyny saklaýan suwuň *ml*-de ölçelen mukdary. **Koli-indeks** – 1 *dm*³ suwda duşýan içege taýajyklarynyň sany.

TDS-2874-82 (ГОСТ 2874-82) resminamanyň agyz suwuna bildirýän talaplaryna görä, suwuň koli-titri 300-den az bolmaly däl, koli-indeks 3-den köp bolmaly däl. Ýokanç keselleriň dörän ýerlerinde sanitariýa-epidemiologiýa gullugy tarapyndan agyz suwunyň düzüminde salmonollez, holeranyň we beýleki kesel döredip biljek mikroorganizmler kesgitlenýär.

Suwuň sanitar ýagdaýyny kesgitlemek üçin geçirilýän bakteriologik analizlere degişli TDS-ler (ГОСТ-lar) işlenip düzülen. Adatça, membrana

süzgüje düşen bakteriýalaryň sany sanalýar. Mikroflorany kesgitlemek üçin suw alnanda suw guýulýan gap sap arassa (стерильно) bolmalydyr.

5.5. Ergin gurşawyň dürli desgalara we konstruksiýalara iýiji täsiri barada düşünje

Iýijilik – suwuň gurluşyk desgalarynyň materiallaryny (sementi, betony, metallary) dargatmak ukybyny häsiýetlendirýän görkeziji. Iýijiligiň kömürturşy, aşgarladyjy, umumy turşulyk, sulfat, magniý we metallary posladyjy ýaly görnüşleri bar.

Kömürturşy iýijilikde suw betonyň düzümine girýän kalsiniň karbonatyny dargadýar. Bu proses suwda deňagramlyk ýagdaýyndan artykmaç saklanýan uglerodyň dioksidiniň täsiri bilen bolup geçýär. Kömürturşy iýijilikde uglerodyň bagly (CO_3^{2-}) we erkin dioksidleriniň (CO_2) mukdary F. F. Laptewiň grafigi bilen kesgitlenip bilner. Adatça, eger suwuň karbonat talhlygy $1,4 \text{ mmol/l}$ -den az bolsa, ol beýleki görkezijileriň san bahasyna garamazdan iýiji hasaplanýar [35]. Türkmenistanda şeýle suwlar seýrek duşýarlar.

Aşgarladyjy iýijilik suwda gidrokarbonat-ion (HCO_3^-) erkin kömürturşy gazynyň deňagramlaşdyryjy mukdaryndan az ýagdaýynda bolup geçýär. Bu şertde HCO_3^- ionuň ýetmeýän mukdary betonyň düzümine girýän CaCO_3 we Ca(OH)_2 birleşmelerden eridilip (aşgarladylyp) alynýar (tä gidrokarbonatyň mukdary CO_2 bilen deňagramly ýagdaýa geçýänçä). Suwdaky CO_2 -niň mukdary onuň atmosferadaky ýa-da toprak howasyndaky konsentrasiýasyna bagly bolýar. Aşgarladyjy iýijilik HCO_3^- -iň konsentrasiýasy 0,4 bilen $1,5 \text{ mmol/dm}^3$ aralygynda üýtgände bolup geçýär [19].

Umumy turşulyk iýijiligi wodorod görkezijisiniň (pH) kiçi bahalarynda (turşy suwlarda) bolýar. H^+ ionlar gidroksil (OH^-) ionlary neýtrallaşdyrýarlar (bitaraplaşdyrýarlar), OH^- ionlar bolsa, sement daşyny düzýän Ca(OH)_2 dissosirlenende yzygiderli döräp, ereme prosesini dowam etdirýärler. Şol sebäpli kislotalara durnukly sementleriň ulanylmaýan ýerlerinde, suwuň pH-y 5,0–6,3-den pes bolsa, betonyň ýüzi dargamadan halas edilmek maksady bilen durnukly material bilen örtülmelidir.

Sulfat iýijiligi suwdaky SO_4^{2-} ionlaryň mukdary bilen kesgitlenýär. Eger suwdaky sulfat-ionyň mukdary 250 mg/dm^3 -dan ýokary bolsa, sulfata durnuksyz betonlar güberip-çişip ugraýarlar (*16-njy tablisa*). Artykmaç sulfat-iondan kalsiniň gidrosulfatoalýuminaty döreýär, onuň dykzlygy gatan sementiňkiden 2,5 esse az bolany üçin täze dörentgi betony çişirip güberdýär, iýijiligiň bu görnüşine «beton basillasy» diýilýär. Eger suwdaky SO_4^{2-} 1 g/dm^3 -dan köp bolsa, onda betonyň sementini sulfatdan emele gelyän artykmaç zylça (гипс) zaýalaýar.

16-njy tablisa

**Sulfat-ionuň we gidrokarbonat-ionuň mukdaryna
baglylykda desganyň daş-töweregindäki jynslaryň süzülme
koeffisiýenti $K > 0,1 \text{ m/g-g}$ bolanda suwuk gurşawyň sulfat
iýijiligiňiň dürli sementlere täsiri**

Sement	Gidrokarbonat-ionuň dürli mukdarynda (HCO_3^- , mmol/dm^3) sulfat-ionuň (SO_4^{2-} , mg/dm^3) san bahasyna baglylykda iýijiligiň görkezijileri			Organiki däl suwuk gurşawyň suw geçirmezligi W4 kysyma degişli betony iýijilik derejesi
	0-3 mmol/dm^3	3-6 mmol/dm^3	6 mmol/dm^3 - dan köp	
TDS-10178- 85 kysymly portlandsement	250-500	500-1000	1000-1200	Gowşak iýiji
	500-1000	1000-1200	1200-1500	Aram iýiji
	1000-den köp	1200-den köp	1500-den köp	Güýçli iýiji
TDS-101785 kysymly şlakly portlandsement	1500-3000	3000-4000	4000-5000	Gowşak iýiji
	3000-4000	4000-5000	5000-6000	Aram iýiji
	4000-den köp	5000-den köp	6000-dan köp	Güýçli iýiji
TDS-22266-94 kysymly sulfata çydamly sement	3000-6000	6000-8000	8000-12000	Gowşak iýiji
	6000-8000	8000-12000	12000-15000	Aram iýiji
	8000-den köp	12000-den köp	15000-den köp	Güýçli iýiji

Sulfat iýijiligi Türkmenistanda, esasan-da, duzlulygy ýokary suwlarda örän giňden ýaýrandyr. Sulfat iýijiligi sulfat-ionunyň konsentrasiýasyndan başga beýleki anionlaryň (Cl^- , HCO_3^-) mukdaryna, şeýle-de gatlagyň suw süzdürijiligine, ulanylýan sementiň markasyna, onuň suw geçirmezlik ukybyna baglydyr.

Sulfat-ionunyň mukdary 4000 mg/dm^3 -dan köp bolan suwlar (duzlylygy $20-25 \text{ g/dm}^3$ -dan ýokary suwlar) hloruň mukdaryna, sementiň markasyna garamazdan iýijilik häsiýete eýe bolýarlar.

Magniý iýijiligi, adatça, duzlulygy örän ýokary suwlarda magniý iony (Mg^{2+}) köp bolanda duşýar (Günbatar Türkmenistan we başgalar). Bu şertde suwdaky Mg^{2+} betonyň sementiniň düzümindäki Ca^{2+} bilen ýerini çalyşýar, ýagny kation çalşygy bolup geçýär. Netijede, betonyň bedeninde ýumşak çökündi görnüşde magniniň gidrooksidi döreýär. Beýle ýagdaý suwdaky magniniň mukdary 1000 mg/dm^3 -dan artyk bolanda duşýar (*17-nji tablisa*).

17-nji tablisa

**Suwuň himiki düzümine baglylykda suwuk gurşawyň
iýijilik ukybynyň kesgitlenişi [19]**

Iýijiligiň görkezijileri	Desganyň daş-töweregindäki jynslaryň süzülme koeffisiýenti $K > 0,1 \text{ m/g-g}$ bolanda suwuk gurşawyň iýijilik görkezijileri	Organiki däl iýiji gurşawyň betony iýijilik derejesi
Gidrokarbonat aşgarly HCO_3^- , mmol/dm^3	0-dan köp 1,05-e çenli	Gowşak iýiji
Wodorod görkezijisi pH (umumy turşulyk iýijiligi)	5-6,5	Gowşak iýiji
	4-5	Aram iýiji
	0-4	Güýçli iýiji
Iýiji kömür turşulygy CO_2 , mg/dm^3	10-40	Gowşak iýiji
	40-dan köp	Aram iýiji
Magniý iýijiligi Mg^{2+} , mg/dm^3	1000-2000	Gowşak iýiji
	2000-3000	Aram iýiji
	3000-den köp	Güýçli iýiji

Metallaryň, ilkinji nobatda, demriň suwda **iýlip zaýalanmagynyň** (poslamagynyň, zeňlemeginiň) elektrohimi, himiki we biohimi görnüşleri bar.

Elektrohimi iýijilik metal bilen suwuň elektrolitiniň ýa-da suw bugundaky kislorodyň arasynda mikrogalwaniki toklar dörende bolup geçýär.

Himiki iýijilik suwdaky kislorod, aşgarlar, kislotalar metal bilen galtaşanda bolup geçýär. Şol sebäpli metallar üýtgeýän çyglylykda-kislorodyň atmosferadan wagtal-wagtal baryp durýan ýerlerinde (mysal üçin, ýerasty suwlaryň derejesiniň möwsümleýin pese düşüp, ýokary galýan çuňluk aralygynda) has güýçli bolýar.

Biohimiki iýijilik demir bakteriýalarynyň ösüp ýaşayşy bilen (5.4. bölümçä seret) bagly.

Iýijiligiň hemme görnüşleri dürli desgalaryň gowşamagyna, hata tardan çykmagyna, mehanizmleriň, skwažinalaryň poslap zaýalanmagyna getirýär.

Gurluşyk taslamalary düzülende ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlughy, himiki düzümi, temperaturasy, üýtgew kadasy ýörite öwrenilýär we hasaba alynýar. Iýijiligiň görnüşlerini, zyýan beriş derejesini kesgitlemek üçin her suwly gatlakdan alnan suwuň nusgasy boýunça gysgaldylan himiki derňew geçirilýär, netijeler resmi taýdan bahalanýar [19]. Belli şertlerde sulfat we magniý iýijiligini kesgitlemek üçin ýörite synaglar geçirilýär [27].

5.6. Ýerasty suwlaryň düzümini kesgitlemegiň we netijelerini işläp geçmegiň usullary

Suwuň analiziniň görnüşleri. Suwuň himiki düzümini öwrenip, onuň agyz-hojalyk, tehniki, bejeriş suw üpjünçiligi, suwaryş, mallary suwa ýakmak üçin ulanmak mümkinçiligini kesgitlep bolýar. Suwuň hili meýdan gidrogeologik barlaglarda alnan nusgalar boýunça kesgitlenýär. Suwuň tebigy düzümini analize çenli saklamak maksady bilen suwuň nusgasyny almagyň, gaplamagyň we saklamagyň kadalary işlenip düzülen. Suwuň analizi iň amatly şertde nusga alnan badyna geçirilmeli, şeýle şertler ýok bolsa, suw arassa gaba guýlup, gaýym ýapylyp, gysga wagtyň içinde laboratoriýa tabşyrylýar.

Gidrogeologiýada «suwuň analizi» diýlip, onuň fiziki (şol sanda organoleptiki) häsiýetlerine, himiki (şol sanda gaz we bakteriologik) düzümine düşünilýär.

Suwuň kesgitlenilmeli görkezijileriniň sanawy we gazanylmaly takyklyk derejesi barlaglaryň maksadyna bagly.

Himiki analizleriň şeýle görnüşleri ulanylýar: meýdan, gysgaldylan, doly we ýörite analizler.

Meýdan himiki analizi sebitde geçirilýän deslapky gidrogeologik barlaglarda ulanylýar.

Analiz meýdan şertlerinde göçme laboratoriýada (plastmassadan ýasalan gaplary ulanyp) geçirilýär. Bu analizde fiziki häsiýetler, pH, Cl^- ,

SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , CO_2 , H_2S we umumy talhlyk kesgitlenýär. $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{2+} ýa-da Ca^{2+} , wagtlaýyn talhlyk, mineral maddalaryň jemi hasaplanyp tapylýar. Bu analiz kesgitlemeleriniň takyklygyny barlap görmäge mümkinçilik bermeýär. Emma bu usul şol ýetmezçiligiň öwezini durnuksyz düzümleri (HCO_3^- , CO_3^{2-} , O_2 , Fe^{2+}) kesgitlemäge mümkinçilik berýänligi bilen dolýar.

Gysgaldylan himiki analizde hemişelik gurnalan (stasionar) laboratoriyalarda suwuň fiziki häsiýetleri, pH, Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , H_2S , O_2 , erkin CO_2 , ýýji CO_2 , umumy we karbonat talhlygy, turşama ukyby we gury galyndy öwrenilýär. Meýdan analizi bilen deňeşdirilende bu usulyň takyklygy ýokarydyr, sebäbi bu usul gury galyndy boýunça kesgitlemäniň dogrulygyny derňemäge mümkinçilik berýär. Gysgaldylan himiki analiz suwuň düzümini öwrenmek üçin iň köp ulanylýan usuldur.

Doly himiki analizde suwuň hemme fiziki häsiýetleri we hemme düzümleri öwrenilýär. Şol sanda temperatura, durulyk, suwuň reňki, ysy, tagamy, dyklygy, elektrik toguny geçirijiligi, pH, Eh (turşama we gaýtarylma potensialy), Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , NO_2^- , Al^{3+} ionlar, H_4SiO_4 , H_3BO_3 molekulalar, H_2S , O_2 , erkin CO_2 , turşama ukyby, gury galyndy kesgitlenýär. Analiziň netijesi boýunça umumy, karbonat talhlygy, ýýji CO_2 hasaplanyp tapylýar. Bu analiziň takyklygy örän ýokarydyr, onda gysgaldylan analizden tapawutlylykda natriniň we kaliniň ionlary, mikrokomponentler we radioaktiw elementler kesgitlenýär. Bu usul kesgitlemeleriniň netijelerini gury galyndynyň, şeýle-de kationlaryň we anionlaryň millimollarynyň üsti bilen derňemäge mümkinçilik berýär.

Köpçülikleýin geçirilýän gidrogeohimiki barlaglaryň düzümine ýerasty suwlaryň gury galyndysynyň ýarym mukdar **spektral analiz** hem girýär. Şeýle analiz suwda duşýan mikroelementleriň düzümini we mukdaryny takmyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Agzalan analizleriň zerurlygy iş ýüzünde gidrogeologik, gidrogeoeologik we toplumlaýyn sýomkalarda, ýerasty suwlaryň ulanyş gurlaryny barlamak bilen bagly işleriň resmi kadalarynda bellenýär.

Ýörite maksat bilen geçirilýän işlerde goşmaça görkezijiler kesgitlenilýär. **Mineral derman suwlarda** balneologik aktiw düzümler

ler bolan radon, azot, brom, ýod, gidrosulfid-ion, organiki maddalar; **senagat suwlary üçin** brom, ýod, bor, polimetallar, gidrohimiki usullar ulanylyp geçirilýän gözleglerde suwda duşýan deňişli elementler: gurşun, mis, sink we başgalar kesgitlenýär. Tehniki hajatlar üçin ulanylmaga niýetlenýän suwuň iýijiligi, talhlygyny peseltmek mümkinçilikleri, düzümindäki kolloidleriň digirlenme ukyby we ş.m. öwrenilýär. Bu derňewler **ýörite analize** deňişli.

Ýerasty suwlaryň himiki düzüminiň aňladylyş usullary. Ýerasty suwlaryň himiki düzümi, adatça, gysgaldylyp gysylan görnüşde, suwuň birlik göwrümüne duşýan maddalaryň mukdary görnüşde aňladylýar.

Himiki analiziň netijelerini aňlatmak üç görnüşde geçirilýär:

1) massasy boýunça (g/l , mg/l , g/kg , mg/kg); soňky ölçeg birligi daşary ýurt edebiýatynda ulanylýar, ppm («parts per million» – milliondan bir bölegi bilen deňe golaýdyr); gazlar üçin ml , l/kg ;

2) ekwiwalenti boýunça ($mg-ekw/l$, $g-ekw/kg$) – maddanyň masasyny onuň ekwiwalentine bölüp aňladylýar;

3) ekwiwalentiň göterimi (% ekw) boýunça – her ionuň milligram-ekwiwalentdäki jeminden göterimde aňladylan mukdary. Bu görnüş dürli duzlulykly suwlaryň düzümini deňeşdirmäge, ondaky her ionuň ornuny aýry-aýrylykda bahalamaga mümkinçilik berýär.

Birlikleriň halkara ulgamyna (SI) geçilmegi bilen gidrogeologiýada himiki düzümiň öňden gelýän ölçeg birlikleri üýtgedilmelidir (*18-nji tablisa*).

18-nji tablisa

Ýerasty suwlaryň himiki analizleriniň netijeleriniň öňden gelýän we täzeçe halkara ulgamynda aňladylyşy

Adaty görnüşde	SI ulgamynyň birliklerinde
Massa konsentrasiýasy: g/l , mg/l , mg/l	Massa konsentrasiýasy: g/dm^3 , mg/dm^3 , mg/dm^3
Gram (milligram) – ekwiwalenti: $g-ekw/l$, $mg-ekw/l$	Mol konsentrasiýasy: $mmol/dm^3$, $mmol/dm^3$
Ekwiwalentiň göterimi $\%-ekw$	Göterim-mol, $\%-mol$

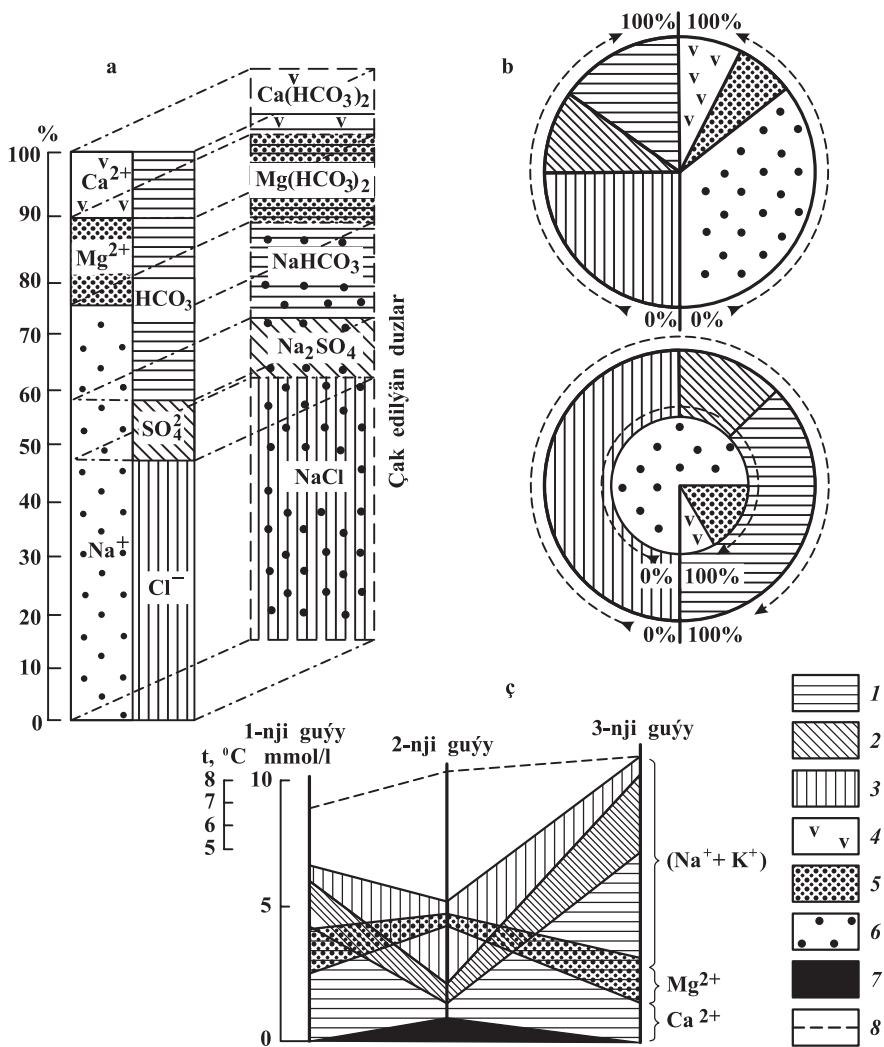
Analizleriň göterim görnüşli aňladylyşy gidrogeologik kartalarda, kesiklerde, grafiklerde giňden ulanylýar (*19-njy surat*). Şol sanda edebiýatda suwuň duz düzüminiň eýýäm könelişen gönüburçly grafik görnüşü (a) duşýar. Onda ionlar ereme ukyby kemelýän tertipde ýerleşdirilen, punktir (üzňeli çyzyk) bilen «çak edilýän (gipotetik) duzlar» görkezilýär. Hakykat ýüzünde himiki düzümiň kemala gelme prosesi sadaja eremeden has çylşyrymlydyr. Şol sebäpli şejere nukdaýnazardan analiziň bu aňladylyş usuly takyk dälidir.

Tegelek diagrammalar (*19-njy b, ç suratlar*) deň ikä bölünýärler, çepde (ýokardan aşak) anionlaryň göterimde berlen mukdary, sagdakationlar görkezilýär. Suwuň duzlulygy gapdalda görkezilýär, käte duzlulygy tegelegiň möçberi häsiýetlendirýär.

Bellenenlerden başga, suwuň ion düzüminiň guýularyň hatary boýunça üýtgewini görkezip bolýan usul hem bar (A.A.Brodskiniň gidrohimiki profili).

Himiki analiziň **göterim-mol** (% *ekw*) görnüşü tebigy suwlaryň himiki düzüminiň formulasyny ýazmak üçin hem ulanylýar. Ion düzümiň formulasy ýalan drob (pseudodrob) görnüşde bolup, sanawjyda kemelýän tertipde esasy anionlaryň konsentrasiýalarynyň ekwiwalentleriniň göterimi (göterim moly) ýazylyar. Bu ýerde göterimleriň bitin sana çenli tegeleklenip, 10%-den käte 20%-den artýanlarynyň görkezilýänligini bellemeli. Drobun maýdalawjysynda bellenen tertipde kationlaryň göterim-mollary berilýär. Drobun önünde M harpy goýulýar, ol suwuň g/dm^3 -da aňladylan minerallaşmasy (duzlulygyny) görkezýär. Bu ýerde duzlulygyň g/dm^3 -da berlen bahasynyň bitin sana ýa-da birligiň onluk ülüşlerine çenli tegeleklenilýänligini bellemeli. Mysal üçin, Aşaky Pöwrize (Türkmenistan) mineral suw ýatagynyň 1260-1800 m çuňluk aralykdaky ýura döwrüniň hekdaşlaryndan düzülen suwly gatlagyň himiki düzümini şeýle ýazyp bolýar:

$$M_{2,4} \frac{SO_4 81 Cl 12}{Ca 46 Mg 29 Na 25} \cdot \quad (5.2.)$$



19-njy surat. Suwuň himiki düzümini çyzyklar bilen aňlatmak:

a – gönüburçly-grafik (punktirde-çaklanýan duzlar);

b – tegelek-diagrammalar; ç – gidrohimiki profil

(A.A.Brodskiý boýunça)

1 – HCO_3^- ; 2 – SO_4^{2-} ; 3 – Cl^- ; 4 – Ca^{2+} ; 5 – Mg^{2+} ;

6 – $\text{Na}^+ + \text{K}^+$; 7 – NO_3^- ; 8 – $t^\circ\text{C}$

Ion düzüminiň görkezilen kysymynyň maglumat sygymy we gysga görnüşi dünýä boýunça dürli ylmy-barlag we önümçilik işlerinde giňden ulanylmagyna getirdi.

Hakykatda görkezilen formula 1921-nji ýylda M. G. Kurlow (Tomsk ş., Russiýa Federasiýasy) tarapyndan hödürlenýär we şondan bäri dünýäde **Kurlowyň formulasy** diýlip ulanylýan formulanyň gysgaldylan görnüsidir.

Kurlowyň formulasy **doly** görnüşinde suwdaky gazlar, özboluşly düzümler, dissosirlenmedik molekulalar (mysal üçin, Br, I, H_2SiO_4) hakda maglumat berýär. Bu maglumatlar duzlylygyň önünde ýalan drobuň çepinde g/dm^3 -da ýazylýar. pH, temperatura T ($^{\circ}C$) we debit (çykym) D ýa-da jemleýji debit $D\Sigma$ ($l/g-g$) maglumatlar ýalan drobuň sagynda ýazylýar.

Mysal hökmünde Soçi kurortynyň (Russiýa Federasiýasy) «Täze Masesta» atly ýokarky ýura hekdaşlaryndan çykýan kükürtli wodorodly suwuň düzümi getirilýär:

$$H_2SO_4 21Br 0,06I 0,06M_{26,0} \frac{C197HCO_3 2}{(Na + K)79Ca14} T_{34,5} D\Sigma 40. \quad (5.3.)$$

Suwuň himiki düzüminiň ady iki söz bilen berilýär, ol sözler agdyklyk edýän anionlary we kationlary kesgitleýärler. Mysal üçin, ýokarda getirilen (5.3.) «Täze Masesta» mineral suwunyň ady hlory-natrili suw. Eger beýleki ionlaryň mukdary ähmiýet bererlik derejede (adatça 25%-den köp) bolsa, ol ionlaryň ady agdyklyk edýän ionuň soňundan aýyklaýjy ion görnüşinde häsiýetlendirilýär. Mysal üçin, Pöwrize suw ýatagyndan alnan suwuň (5.2.) ion düzümi boýunça ady sulfatly kalsili-magnili-natrili suw.

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi boýunça bölünişleri. Şu günlere çenli suwuň himiki düzümi boýunça köp sanly synplamalar düzüldi. Olaryň arasynda O. A. Alýokiniň, W. I. Wernadskiniň, M. G. Walýaşkonyň, A. M. Owçinnikowyň, K. Y. Pitýewanyň, W. S. Samarinanyň, W. A. Suliniň, N. I. Tolstihiniň we beýlekileriň synplamalaryny bellemek bolar. Emma şu günlere çenli gelip çykyşy we himiki düzümi boýunça uniwersal synplama ýok.

W. S. Samarina (1977) bu synplamalary «himiki düzümi boýunça» we diňe «gelip çykyşynyň elementleri boýunça» iki uly topara bölýär.

Birinji topara «agdyklyk edýän ionlar» diýen ýörelgeden ugur alyp, suwuň gelip çykyşyny düýpgöter diýen ýaly hasaba almaýan synplamalar degişli. Muňa mysal edip, öňki bellenen ion düzüminiň we Kurlowyň formulalaryny, dürli görnüşli **kwadrat-diagrammalary** belläp bolýar. Eger bu usulda her agdyklyk edýän ion özbaşdak belgilense, şeýle utgaşmalaryň sany 36-dan 625-e çenli ýetýär [27].

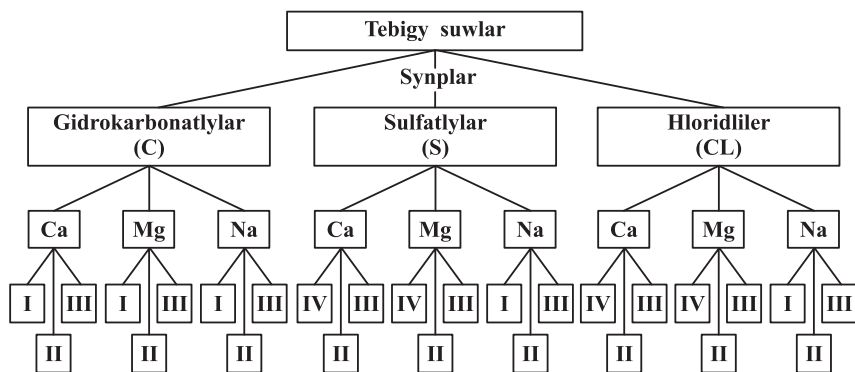
Ikinji topara mysal hökmünde W.A.Suliniň nebit suwlary üçin düzen synplamasyny getirip bolar. Bu synplamada himiki düzümiň kysymalary hakykatda agdyklyk edýän ionlar boýunça däl-de, ionlaryň özara gatnaşyklaryny hasaba alýan koeffisiýentiň üsti bilen kesgitlenýär.

O.A.Alýokiniň tebigy suwlar üçin işläp düzen we ýerasty suwlar üçin hem ulanylýan synplamasy aralyk ýagdaýy eýeleýär, her topar suwuň gelip çykyşyny hasaba alýan 4 toparyň birine bölünýär.

Bu synplamada agdyklyk edýän ionlar we esasy ionlaryň özara baglanyşygy boýunça suwlar synplara, toparlara we kysymlara bölünýärler. Agdyklyk edýänler diýlip, bu ýerde mukdary 10% moldan artýan ionlar hasaba alynýar.

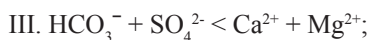
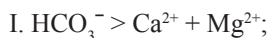
Agdyklyk edýän anionlar boýunça gidrokarbonatly (HCO_3^-), sulfatly (SO_4^{2-}) we hlorly (Cl^-) synplar, agdyklyk edýän kationlar boýunça kalsili, magnili we natrili-kalili (natriý bilen kaliý bilelikde alynýar) toparlar bölünip çykarylýar.

Ionlaryň özara gatnaşygy boýunça suwlar dört sany kysymy emele getirýärler (20-nji surat).



20-nji surat. Tebigy suwlaryň himiki düzümi boýunça bölünişi (O.A.Alýokin boýunça)

Himiki düzümiň kysymlary (mmol/dm³):



Birinji kysyma degişli suwlar, adatça süýji, duzlulygy pes suwlar. Ikinji kysym – az we aram minerallaşan suwlar. Üçünji kysym – duzly suwlar (ummanlaryň, deňizleriň suwlary, duzly ýerasty suwlar). Dördünji kysymyň suwlary turşy iýji suwlar, olar, köplenç, ýeriň ýüzünden ýüzlerçe metr aşakda ýatýarlar.

5.7. Ýerasty suwlaryň himiki düzüminiň kemala gelmegine dürli şertleriň täsiri

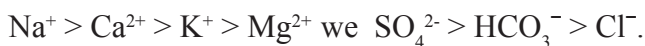
Ýerasty suwlaryň düzümi Ýeriň geologik ösüşiniň taryhy, suwlaryň dag jynslary, organiki maddalar we gazlar bilen özara täsirleşmesi, şeýle-de adamyň geologik gurşawy üýtgetmeleri bilen bagly. Ýerasty suwlaryň kemala gelmegine täsir edýän şertler (faktorlar) gelip çykyşy (tebigy we emeli), täsir derejesi (esasy, aýyklaýjy), täsiriň äşgärliگی (göni, gytak) boýunça bölünýärler.

Tebigy faktorlara fiziki-geografik, geologik, biologik we fiziki şertler degişli. Emeli (adamtarapyn) şertler adamyň tebigy we geologik gurşawlara täsirleri bilen bagly.

Fiziki-geografik faktorlar – geografik guşaklyk (giňişlik), klimat, relýef we ýerüsti suwlar ýaly şertleriň ornuny kesgitleýär. Sebitiň geografik ýerleşşi ygalyň mukdaryny we ýerasty suwlaryň başlangyç düzümini kesgitleýär. T. K. Fýodorowanyň maglumatlaryna görä [30], deňizleriň üstündäki suw buglarynda we deňiz suwlarynda şeýle hatar döreýär:



Russiýa Federasiýasynyň Ýewropa böleginde ýagyş suwunyň ortaça duzlulygy 16 mg/l. Bu ýerde öňki bellenen hatar şeýle görnüşe geçýär:



we gury ýeriň täsiriniň ýetenligini aňladýar.

Garyň himiki düzümi onuň näçe wagtlap eremän ýatanlygyna bagly. Mart aýyna çenli ýatan garyň duzlulygy $\text{eýýäm } 30,1 \text{ mg/dm}^3$, ýagyş suwy bilen deňeşdirilende gardaky gidrokarbonat, kalsiý we magniý ionlarynyň hersi öz gezeginde 5, 3,5 we 2 esse artykdygy bel-lenýär. Gardan erän suwuň düzümi şeýle görnüşe geçýär:



Suwuň himiki düzüminiň soňky üýtgemeleri ýerüsti suwlaryň topragyň we dag jynslaryň üsti bilen ýere siňşine bagly. Ýagynly passyllarda ýerasty suwlaryň duzlulygy azda-kände peselýär, tomsuň yssy günleri, bugarmanyň artmagy bilen duzlulyk hem ösýär.

Ýerüsti suwlaryň kemala gelmegine we suwçalşyga belli dere-jede relýefiň täsiri bar. Relýef bilen ýerasty suwlaryň pýezometrik derejesiniň (dyňzawynyň) arasyndaky baglanyşyk belli türkmen gid-rogeology A.N.Mätiýewiň işlerinde häsiýetlendirilýär [61]. Belent-liklerde, suwaýyrtlarda dyňzaw ýokardan aşaklygyna peselýär we ol ýerlerde duzlulygy pes gidrokarbonat-kalsiý düzümlü ýerasty suwlar kemala gelýär.

Relýefiň otrisatel görnüşli ýerlerinde ýerasty suwlaryň dyňzawy ýokarky gatlaklardan aşaky gatlaklara tarap artýar. Bu hadysa aşakdaky dyňzawly gatlaklaryň derýalaryň jülgelerinde, oý ýerlerde çeşme görnüşinde ýa-da syzyndy suwlar görnüşinde ýeriň ýüzüne çykýanlygy bilen bagly. Bu şertlerde suwlaryň duzlulygy artan, düzü-mi sulfatly – gidrokarbonatly we magnili-kalsili bolýar.

Geologik faktorlardan ýerasty suwlaryň düzümine dag jynslarynyň ýatýş şertleriniň, olaryň madda we gaz düzüminiň, geologik massiwiň strukturasynyň, tektoniki prosesleriň we magmatizmiň täsirlerini bellemeli.

Biologik faktorlara suw bilen mikroorganizmleriň, ösümlikleriň, or-ganiki maddalaryň täsirleşmesiniň bolup geçýänligi degişli. W.I.Wernads-kiniň taglymatyna görä, ýerasty suwlarda himiki elementleriň göçüp-

-gonmasy «diri madda» bilen baglydyr. Bakteriýalaryň ýaşaýşy organiki we organiki däl maddalaryň gaýtadan işlenmesi we himiki elementleriň aýlanyşygyna gatnaşmasynda ýüze çykýar (mysal üçin, C, S, N, P, Fe).

Ýerasty suwlaryň himiki düzümine täsir edýän **fiziki faktorlara** basyş, temperatura we wagt girýär. Dag jynslarynyň ýerasty suwlarda ereýjiligi olaryň aşak gitdigiňçe artýan temperaturasyna bagly. Çuňluk bilen artýan dag basyşy hem dag jynslarynyň düzümindäki adaty şertlerde eremeýän minerallaryň eremegini güýçlendirip, özboluşly gowalçylyklaryň döremegine getirýär.

Geologik ösüşiň dowamynda ýerasty suwlar dag jynslary, gazlar, organiki maddalar we diri organizmler bilen dürli temperatura hem-de basyş şertlerinde täsirleşip, öz düzümini düýpli üýtgedýärler. Emma şol bir wagtda çökündi bilen bilelikde çöküp, ion-duz düzümini şu günlere çenli üýtgeşsiz saklan ýerasty suwlar hem duşýar. Beýle ýagdaý ýer gabygynyň aşaky gatlaklarynda gidrogeologik strukturanyň suwçalşyksyz durgunlyk şertleri başyndan geçiren ýerlerinde duşýar (relikt suwlary).

Emeli faktorlar adamyň köp taraply tehniki-hojalyk işleri bilen bagly we belli şertlerde ýerasty suwlaryň düzümini tebigy faktorlardan has ýokary derejede (esasan, gysga wagtyň dowamynda) üýtgedýär. Emeli faktorlara tebigy relýefiň bozulmagy we ýerüsti suwlaryň ugrunyň üýtgedilmegi, suwaryş we çalykdyrma işleri, oba-şäher gurluşygy, dag-tehniki desgalaryň, karýerleriň gurluşygy girýärler.

Köp ýerlerde ýerüsti we ýerasty suwlaryň hapalanmasy arassalanmadyk ýa-da ýeterlik derejede arassalanmadyk senagat we hojalyk-durmuşy akyndylar bilen bagly bolup geçýär. Ýerasty suwlaryň çykarylyp alnyp ulanylmagy, ýerasty gurluşykda, magdanlar açyk usul bilen ýerden gazylyp alnanda ulanylýan suw peseldiş işleri ýerasty suwlaryň hiline we mukdaryna gös-göni täsir edýärler.

Ýerasty suwlaryň hiline başga-da köp sanly täsirler bar: ýerleriň özleşdirilişi, suwarylyşy, oba-şäher gurluşygy, oturymly ýerlerden lagym suwlarynyň çykarylyp äkidilişiniň berjaý edilişi we başgalar.

6. ÝERASTY SUWLARYŇ EMELE GELŞI WE SYNPLANYŞY

6.1. Suwuň döreýşi barada häzirki zaman düşüňjeler

Biziň planetamyzyň meýdanynyň $3/4$ bölegini ummanlar eýeleýärler. Ummanlarda saklanýan suwlaryň umumy göwrümi 1370 mln km^3 . Buz görnüşinde Ýeriň ýüzünde 24 mln km^3 çemesi suw bar. Eger şol buzlaryň hemmesi (şol sanda Antarktidaky buzlar) birden eräýse, Dünýä ummanynyň derejesi $65\text{--}70 \text{ m}$ ýokary galar we gury ýeriň kenarýaka bölegini deňiz örter. Bu suwlaryň üstüne derýalarda, köllerde saklanýan suwlary hem goşsaň, planetadaky ýerüsti suwlaryň gollary 1455 mln km^3 -e çenli artar.

Emma suwuň iň uly göwrümli gaby bolup Ýeriň jümmüşi hyzmat edýär. Ýer gabygyndaky suw Dünýä ummanyndaka barabar – $1,3 \text{ mlrd km}^3$, mantiýadaky suw ondan hem $10\text{--}12$ esse köp (takmynan $13\text{--}15 \text{ mlrd km}^3$). Emma bu uly çuňlukdaky suwlar fiziki we himiki bagly ýagdaýynda saklanýarlar. Heniz ylmy taýdan düşündirip bolmaýan sebäplere görä bu baglanyşyklaryň üznüksiz dagama prosesleri bolup geçýär. Erkin ýagdaýa geçen suwlar bolsa, ýerüsti we ýerasty ummanlaryň egsilmez genji bolup hyzmat edýärler.

«Biziň planetamyzda suw nähili döräpdir» diýen soragyň bir nazaryýete birikdirilen takyk jogaby ýok. Çaklamalar kän, olaryň umumy sanynyň $6\text{--}7$ -ä ýetirilýän ýeri bar [69]. Suwuň gelip çykyş Ýeriň özüniň döreýşi bilen bagly.

Ýerdäki suwuň döreýşi barada häzirki zaman düşüňjeler XX asyryň ortalarynda A. Ç. Leýniň, W. I. Wernadskiniň, B. L. Liçkowiň, W. Rubiniň, N. M. Strahowyň, D. Kalpyň, A. P. Winogradowyň, L. A. Zenkewiçiň, F. Kýuneniň, G. Hessiň, W. F. Derpgolsyň, W. I. Ferronskiniň we beýlekileriň işleriniň esasynda döredi. Hemme alymlaryň pikirine görä, gidrosferanyň döremegi Ýeriň planeta görnüşinde emele gelmegi we ösmegi bilen bagly, başlangyç madda hökmünde bolsa, kosmosdan gelen gaz buludy hyzmat edýär. Emma alymlaryň bir bölegi (W. Goldşmidt, G. Jeffris, W. G. Fesenkow we beýl.) planetany döreden bulut turuwbaşdan

gyzgyn bolupdyr, beýlekileri (W. I. Wernadskiý, O. Ý. Smidt, R. Rubi, A. P. Winogradow, N. M. Strahow we başg.) – sowuk bolupdyr diýip hasaplaýarlar.

Soňky nukdaýnazar boýunça Ýeriň gyzyň ýylamasy soňra bolup geçýär we hut şol döwürde hem ýeriň gabyklary (sferalary) döreýär, olaryň biri hem gidrosfera bolmaly. Deslapky mantiýany düzýän gaz-tozan maddalar eränden soň, olar bazaltlara we dunitlere (litosfera) öwrülýärler. Çaklamalar boýunça olaryň içinden çykan buglardan we gazlardan bolsa gidrosfera we atmosfera döreýär.

Mantiýanyň gazsyzlanmasynyň mundan 4-5 mlrd ýyl öň, Ýeriň geologik taryhynyň ilkinji ýüzlerçe million ýyllarynda bolup geçenligi ähtimal. Gabykdan çykan buglar, suwlar şol wagtky Ýeriň ýüzüniň tekize golaý bolanlygy sebäpli, tutuş Ýeriň üstüni eýeleýär, ýagny hakykatdan hem ilkinji (emma çuňlugy pes) Dünýä ummany emele gelýär. P.N.Kropotkiniň hasaplamalaryna görä, arheýde gidrosferanyň 90% göwrümi döreýär, galan 10%-i soňky geologik eýýamlarda emele gelýär. Bu pikir boýunça Ýeriň ýüzündäki Dünýä ummany has gadymy, ýagny ol ýeriň gabygy materikleriň döräp ösmegi bilen bilelikde bolup geçýär.

Deslapky planeta sowuk bolupdyr diýen pikiriň tarapdarlary ilkinji suwuň döreýşini şeýle suratlandyýarlar. Olar Ýerde ilkinji döran juwan (ýuwenil) suw, mantiýadan gelýän wodorod bilen kislorodyň birleşmesi netijesinde dörändir diýip hasaplaýarlar.

A. P. Winogradowyň hasaplamalaryna görä, mantiýada $20 \cdot 10^{18}$ tonna suw saklanýar, onuň 7,5-12,5%-i ýer gabygyna we Dünýä ummanyna tarap göçüp geçipdir. Şol sanda erkin suwuň emele gelmegine mantiýadan çykan suwuň agramly bölegi harçlanan. Ýer gabygyny düzýän dag jynslaryna, şol sanda ummanyň gabygy bolup hyzmat edýän aşgarly jynslaryň serpentinleşmegine (magniniň suwly silikat-laryna öwürlmegine) agzalan suwlaryň az bölegi siňen.

Bu düşüňjäniň tarapdarlarynyň bir bölegi (A. P. Winogradow, N.M.Strahow, A.B.Rodow we beýl.) suw bilen uçup çykan gazlaryň arasynda 2,5 mlrd ýyl çemesi mundan ozal dinamiki deňagramlylyk bolup geçipdir diýip belleýärler. Edil şol döwürde jynslaryň granitleşmesi we granit gatlagynyň döremesi bolup geçýär, ýeriň gabygy geosinklinallara we platfomalara bölünýär, gury ýerde deňizler emele gelýär. Bu wakalar atmosferanyň we ilkinji zygiderli

suw çalşygynyň döräp başlamagyna sebäp bolýarlar. Häzirki wagtky gidrogeologlaryň uly topary (W. F. Derpgols, Y. B. Pinneker, F. A. Makarenko, Y. W. Posohow, W. I. Kononow we beýl.) Ýerde suwuň gelip çykyşy boýunça A. P. Winogradowyň pikirini goldaýarlar.

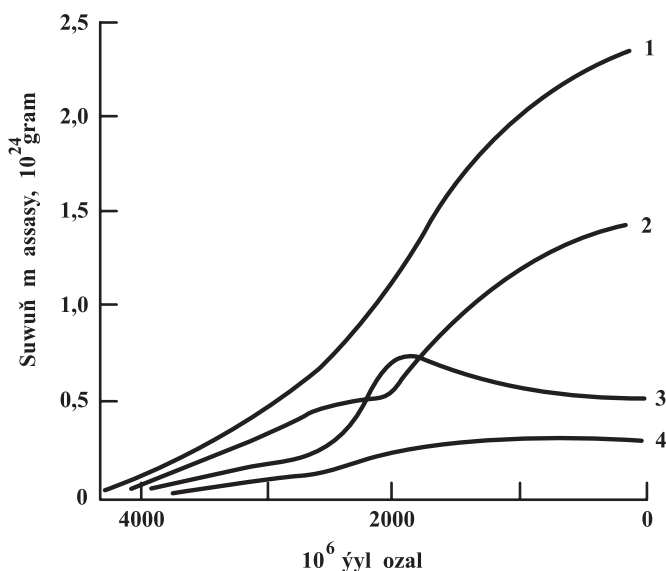
Şol bir wagtda-da başgarak pikir ýüwürdyän alymlar hem bar.

Olar hem ýeriň jümmüşinde dörän suwlaryň juwanlygyny (ýagny wodorod bilen kislorodyň sintezi esasynda döränligini) ykrar edýärler, emma olar gidrosfera kem-kemden döreýär we biziň döwrümize çenli mantiýanyň hasabyna onuň kemala gelmesi dowam edýär diýip hasaplaýarlar. Amerikaly W.Rubi we ýaponiýaly Ý.Miýaki mantiýanyň gazsyzlanmasy geologik taryhyň bütin dowamynda azda-kände deňölçepli bolup geçen, häzir hem dowam edýär diýip hasaplaýarlar. Rus alymy O.G.Sorohtiniň hasaplamalaryna görä, Dünýä ummany ösüş depginini peseldipdir, ösmegini ýene 2 mlrd ýyllap dowam etmeli.

Garalyp geçilen ýuwenil çaklamasyna görä, suwdan başga beýleki himiki birleşmeler hem mantiýadan bölünip çykýar. A.P.Winogradowyň belleýşi ýaly mantiýanyň durnuksyz uçujy maddalary (HCl , CO , CO_2 , CH_4 , S , H_2S , NH_3 , HF , HB , HI) umman suwunyň anion düzümini döredýärler. Kation düzümi (Na , Ca , Mg , K) bolsa, klimatik aýlanyşygy döwründe dag jynslaryndan suwuň eredip çykaran birleşmeleriniň hasabyna döreýär. Ilkinji gidrosferada erkin kislorod bolmaýar, şol sebäpli suwda dag jynslaryny eredýän, aňsat turşayan iýiji komponentler agdyklyk eden. Gaz-bug garyndynyň temperaturasynyň kem-kemden 1000°C -den hem pes derejä çenli azalmagynyň netijesinde suw düzüminde erän kislotalar bilen bilelikde atmosferadan bölünip ýere düşýär we soňra bazalt jynslar tarapyndan neýtrallaşýar.

Suwuň döreýşiniň beýan edilen garaýyşlary giň köpçülik tarapyndan ykrar edilýän hem bolsa, olar belli faktlaryň hemmesini düşündirip bilmeýärler. Olaryň içinden ikisini aýratyn bellemeli: 1) dünýä ummanynyň düýbüniň ýaşy onuň ýuwenil suwlar bilen baglanýan gadymylygyna çapraz gelýär, hakykatdan hem ummanyň düýbünde hek döwründen gadymy dag jynslary duşmaýarlar; 2) häzirki ummanlardaky suwlaryň izotop düzümi Ýeriň jümmüşinden çykýan ýuwenil suwlaryňky bilen deň gelmeýär.

Bu agzalan we beýleki çaprazlyklar Ýeriň turuwbaşdan sowuklygy baradaky pikire şübhe döredýär we bir wagtky ret edilen «gyzgyn başlangyçly» Ýere dolanyp barmaklyga itekleýär.



21-nji surat. Ýer gabygynda wagtyň dowamynda suwuň massasynyň üýtgemegi:

- 1 – mantiýanyň gazsyzlanmasy zerarly dörän suwuň umumy massasy;
 2 – gidrosferadaky suwuň massasy; 3 – umman gabygy bilen bagly suwuň massasy; 4 – gury ýer gabygy bilen bagly suwuň massasy

W. I. Ferronskiý ýeriň we älemiň dürli obýektlerindäki suwlaryň izotop düzümini deňeşdirip, şeýle üns çekiji netijelere gelýär [71].

1. Dürli obýektlerde D-niň (deýteriniň) we ^{18}O -yň mukdarynyň örän giň gerimde üýtgeýänligine garamazdan, umman suwunda izotoplaryň düzümi uzak wagtyň dowamynda üýtgewsiz saklanýar.

2. D-niň ýer we älem obýektlerindäki mukdary umman suwy bilen deňeşdirilende elmydama diýen ýaly azalmaga ymytlýar.

3. Gidrosferada dag jynslary we minerallar bilen deňeşdirilende D köp, ^{18}O az, bu bolsa umman suwlarynyň Ýeriň jümmüşinden çykan juwan suwlary bilen iýmitlenýänligine şaýatlyk etmeýär.

4. Ýerasty suwlardaky ^{18}O dag jynslaryndakydan we minerallardakydan az.

5. Bar bolan maglumatlar Ýeriň, Aýyň we meteoritleriň materiallarynyň birmeňzeş materialdan, emma dürli temperatura düzgüninde we dürli yzygiderlikde dörandigini subut edýärler.

6. Wodorodyň (H) we kislorodyň (O) izotoplarynyň tebigy suwlardaky we dag jynslaryndaky mukdarlarynyň gatnaşygy sowuk başlangyçly Ýer hakyndaky çaklama çapraz gelýär.

7. Biziň planetamyzda juwan (ýuwenil) suw ýok, olar öň hem hiç wagt bolmandyr, gidrosfera bolsa atmosfera we gyzgyn Ýer bilen bagly.

Suwuň izotop düzümini deslapky Ýeriň gyzgyn bolanlygy baradaky çaklama has gowy düşündirýär. Gün ulgamynyň hemme planetalary bir umumy gazly bulutdan agram zerarly gysylýar, dykzylanýar, netijede maddalaryň gyzyp, agramy we durnuksyz uçujlygy boýunça aýyl-saýyllaşmasy bolup geçýär. Ýeriň kemala gelme prosesi dürli himiki birleşmeleriň dürli temperaturada ergin haldan gaty hala geçmesi (kondensasiýasy) boýunça yzygiderli dowam edýär. Kremnili we magnili demir bilen nikeliň kondensasiýa nokady ýokary bolany üçin olar planetanyň ýadrosyny emele getirýärler. Sulfidleriň we silikatlaryň kondensasiýa temperaturasy pes bolany sebäpli, olar mantiýany emele getirýärler. Iň kiçi kondensasiýa temperaturaly suw Ýeriň ýüzüne çenli süýşmeli bolýar. Kondensirlenmedik gazlar bolsa atmosferada galýarlar.

Köp sanly alymlaryň (G. Ýuri. I. Wud, D. Larimer, M. Blander, D. Kas we beýl.) işlerine daýanyp, suwuň we gidrosferanyň kemala gelmegi ýuwenil görnüşli däl-de, wadoz görnüşli, ýagny ýeriň üstünde dörän diýmäge esas bar. Ýeriň jümmüşine suw soň aýlanyşyk prosesleri bilen düşýär.

Gidrosferanyň kondensasiýa (goýalma) ýoly bilen dörändigi baradaky pikiri A. N. Pawlow goldaýar we ösdürýär. Ol amerikaly alymlar S. P. Klarkyň, K. K. Turekýanyň, I. L. Grosmanyň işlerine daýanyp, gidrosfera dumanlygynyň kondensasiýasynyň soňky tapgyrynda döreýär diýip hasaplaýar.

Tektonik şertleriň režimi bilen suwuň aýlanyşygynyň hem görnüşleri üýtgeýär. Klimatik aýlanyşyk, belki, gury ýer we umman döräni bilen emele gelendir. Ol häzirki görnüşine materikler we ummanlar kemala gelenden soň gelendir. Geologik aýlanyşyk çökündi dag jynslary bilen bile proterozoýdan başlanýar. Mantiýa-umman aýlanyşygy plitalaryň tektonikasy bilen bagly.

Agzalanlardan ugur alyp, A. N. Pawlow ýerasty suwlaryň kemala gelmesiniň şeýle shemasyny öňe sürýär:

1. Ýeriň geologik taryhy başlanmazdan ozal (3,6 mlrd ýyl mundan öň), gaz dumanlygynyň goýalmasynyň soňky tapgyrynda deslapky gidrosfera döreýär.

2. Üstki jaýrykly, öýjükli gatlagyň suwdan doýgun ýagdaýa geçmegi onuň soňky geologik taryhyny kesgitleýär. Iň ýokarky gatlagyň gaty haldan şepbeşik-süýgeşik ýagdaýa geçmegi pangeo-sinklinal režime geçilmegine amatly şertler döredýär. Şol wagtdan tä biziň günlerimize çenli mantiýanyň suwsuzlanmagy dowam edýär.

3. Ýeriň ýüzünde ýaşaýşyň döremegi we ösmegi degişli fiziki-geologik prosesleriň bolup geçmegini kesgitleýär.

4. Ýeriň geologik ösüşiniň hemme tapgyrlarynda häzirki döwür-däkä kybapdaş suwuň aýlanyşygy bolup geçýär.

Häzirki wagt gidrosferanyň goýalyş (kondensasiýa) usuly bilen dörandigi baradaky çaklamany tassyklaýan maglumatlar köp duşýar. Mysal üçin, suw endogen alýumosilikatlara juda iýji täsir edýär, olaryň ýer gabygynyň hemme çäklerinde deňagramly sazlaşykly saklanýan ýerleri ýok. Mantiýadan dörän dag jynslarynyň suw bilen şeýle «oňuksyzlygy» olaryň şejere taýdan garyndaş dälidiginiň nyşanydyr diýlip hasaplanýar.

6.2. Ýerasty suwlaryň döreýşi

Gidrosferanyň nähili emele gelenligine garamazdan, dörän suwlar dürli aýlanyşyklara goşulýarlar we dürli kysymly ýerasty suwlary emele getirýärler. **Ýerasty suwlar** diýlip, dag jynslarynyň öýjüklerinde we boşluklarynda saklanýan, hereket etmäge, akyp, çykyp gitmäge ukyply damja-suwuk görnüşli suwlara aýdylýar. Iýmitleniş çeşmesiniň umumylygyna, ýeriň jümmüşine siňiş mehanizmine, aýlanyşyk prosesleriniň umumy ugruna laýyklykda ýerasty suwlar şejerediş kysymlara bölünýärler.

Ýerasty suwlaryň gelip çykyşy gidrogeologlaryň arasynda ir wagtdan bäri uly gyzyklanma döredýän soraglaryň biridir. Bu soragy gadymy döwürde Platon, Aristotel, M. Witruwiý Pollio, Pliniý we beýlekiler öwrenen bolsa, soňky döwürde E. Zýuss, R. A. Deli, A. A. Kozyrew, A. Žirmunskiý, G. N. Kamenskiý, N. I. Tolstihin, A. M. Owçinnikow, E. T. Degens, A. Şýelder, D. Y. Uaýt, Y. W. Pinneker we beýlekiler ýerasty suwlaryň gelip çykyşy boýunça öz garaýyşlaryny beýan edýärler.

Ýerasty suwlaryň gelip çykyşyna siňme, goýalma, çökme we juwan nazaryýetleri bagyşlanýar.

Siňme nazaryýeti. Bu nazaryýet ilkinjileriň hatarynda döreýär. Klimatik aýlanyşyga laýyklykda ýerasty suwlaryň uly bölegi atmosfera ygallarynyň ýeriň jümmüşine siňmeginiň netijesinde döreýär. Ilkinji bolup bu hakda ýazan M. Witruwiý Pollio. Onuň pikirine görä, ýerasty suwlar ýere siňip, suw geçiriji gatlaklarda toplanýarlar ýa-da çeşme-bulak bolup ýeriň ýüzüne çykýarlar.

Soňky asyrlarda bu çaklamany Bernar Palissi (XVI asyr) goldaýar, Pýer Perro, Edm Mariott, Edmund Galleý (XVII–XVIII asyrlar) ylmy taýdan esaslandyrýarlar.

Siňme kysymly suwlar ýer gabygynyň ýokarky gatlaklarynda suwçalşygyň depgini güýçli ýerinde ýaýrandyr. Uly çuňluklarda, suw çalşygy haýal bolup geçýän ýerlerinde gadymy siňme suwlary duşýarlar. Häzirki döwürde süýji ýerasty suwlaryň we käbir mineral suwlaryň gelip çykyşy siňme nazaryýeti bilen baglydyr.

Goýalyş nazaryýeti. Goýalyş (başgaça kondensasiýa) nazaryýetiniň başlangyjynda gadymy grek alymy Aristotel (b.e. öň 384–322 ý.ý.) durýar. Onuň pikirine görä, suw damjalary howada döreýşi ýaly, öýjükli dag jynslarynda bugdan goýalyp döräp bilýärler.

XIX asyrdaky goýalyş çaklamasyny nemes inženeri O. Folger ösdürýär. Ol ýeriň ýokarky gatlaklaryna siňen gyzgyn howa (howur) sowandan soň, ondaky buglar goýalyp, damja öwrülýärler diýip tassyklaýar. Atmosferanyň howasy bilen dag jynslarynyň boşluklaryndaky howanyň arasynda hemişelik aýlanyşyk geçip dur, atmosferanyň çygly howasy ýer gabygynyň sowuk bölegine siňip, şol ýerde bugy taşlap, yzyna atmosfera gurap dolanýar. Netijede, ýerasty suwlaryň toplanmagyna şertler döreýär.

«Ýerasty suwlar ýere siňen ýagyndan döreýärmi ýa-da gyzgyn howa sowanda döreýän goýalyş damjalaryndan» diýen sorag kesgitli çözgüdi talap edýär. Bu nukdaýnazarlaryň haýsysynyň dogrulygyny anyklamak üçin rus alymy A.F. Lebedew 1907–1919-njy ýyllarda örän gyzykly tejribeleri geçirýär. Synaglaryň netijesinde ol suwuň toprakdaky hereketiniň mehanizmini işläp düzýär, ýerasty suwlaryň döremeginde ygalyň, ýerüsti suwlaryň ýere siňmesiniň, buguň goýalyp damja öwrülmesiniň hakyky orunlaryny kesgitleýär, suwuň dürli görnüşlerini ýüze çykarýar.

A. F. Lebedew ýeterlik derejede delillendirip, teýgum suwlarynyň iki usul bilen hem: 1) toprakdaky, teýgumdaky bug görnüşli suwuň

goýalmagy we 2) suwuk suwuň (ygalyň) siňmesi zerarly döräp bilýänligini subut edýär.

Köplenç ýagdaýlarda bu prosesler şol bir wagtda bilelikde bolup geçýärler. Emma teýgum suwlarynyň diňe goýalyş usuly bilen döreýän, käte diňe siňme usuly bilen kemala gelýän ýerleri bolýar. Bu ýerde bellemeli zat – çygly klimatda-da, guraksy klimatda-da ýerasty suwlaryň kemala gelmeginde esasy orun siňmä degişli. Jedeller, adatça, belli ýerli şertde suwuň döremeginde siňmäniň we goýalyşyň eýeleýän orny barada gidýär.

Hakykatdan hem klimatik aýlanyşyk zerarly ýerasty suwlaryň esasy bölegi atmosfera ygallarynyň ýere siňmegi netijesinde döräp, meteor suwlaryň kysymyny emele getirýär.

A. F. Lebedewiň subut edişi ýaly, suw buglarynyň goýalyşy atmosferadaky we toprak howasyndaky suw buglarynyň maýyşgakylygynda tapawutlylyk dörände bolup geçýär. Bu tapawut suw buglarynyň maýyşgakylygyň uly ýerinden kiçi ýerine tarap süýşmegine getirýär. Howanyň otnositel (degşirme) çyglylygy 100%-e deň bolanda süýşýän nem dag jynslarynyň mineral bölejikleriniň üstünde goýalýar.

F. P. Sawarenskiý Mugan sährasynda (Azerbaýjan) geçiren synaglarynyň esasynda bellenenlere meňzeş netijeleri alýar.

W. N. Çubarowyň maglumatlaryna görä, Garagum çölüniň käbir ýerlerinde, çägeli oýlarda goýalma zerarly ýerasty suwlara goşulýan suwuň mukdary bir ýylda 17,8 *mm*-e çenli ýetýär [72]. Edil şonuň ýaly goýalma ýymitlenişiniň Ukrainada 13,56 *mm*/ýyl-a, Moskwanyň etegindäki Kupawnada 36 *mm*/ýyl-a çenli ýetýänligi barada maglumatlar bar [30].

Soňky ýyllarda goýalma nazaryýeti siňme bilen bilelikde garalýar, sebäbi olaryň ikisi hem (çyg hem, ygal hem) atmosfera bilen bagly.

Köp sanly barlaglaryň netijeleriniň görkezişi ýaly, goýalyşdan döreýän suwlaryň mukdary sebitiň meteorologik aýratynlyklaryna, geologik şertlerine, dag jynslarynyň suw-fiziki häsiýetlerine (zire düzümi, dykzlyk, öýüklilik) bagly.

Suwuň umumy balansynda goýalyş suwlarynyň orny uly däl-dir. Emma amatly klimat şertlerinde onuň ähmiýeti hasaba alarlyk derejä ýetip bilýär. W. W. Klimoçkiniň maglumatlaryna görä [30],

Baýkalýaka daglyk sebitinde we Ýakutiýanyň derýa çökündilerinden emele gelen düzlüklerinde goýalyş suwlary ýerasty akgydyň üçden birine çenli bölegini düzýär. Goýalyş suwlarynyň Gün düşmeýän kölegeli ýerlerde, üsti asfalt bilen örtülen ýerlerde, seleň ýerde emele gelen içi köwek – gowalçlykly jyglym-daş depeleriň çäginde ýylylyk-nemgöçüş zerarly döreýänligini köp sanly barlagçylar belleýärler. Şeýle prosesler süýji suwlaryň ýerli gorlarynyň döremegine, çäkli zeýleme, yzgarlamadan çökme ýaly hadysalaryň emele gelmegine getirip bilýär.

Çökündi suwlar nazaryýeti. Bu nazaryýet hem beýlekiler ýaly, öz ýoluny gadymyýetden alyp gaýdýar. Iň döwürlerde ýerasty suwlaryň döreýşini deňiz, umman suwlary bilen baglanyşdyrjak bolupdyrlar. Ilkinji çaklamalaryň birinde duzly ýerasty suwlar bir wagtky deňiz suwlardan galan (relikt) suwlar, ýagny ýerasty suwlar çökýän çökündiler bilen bir wagtda döräpdir we biziň günlerimize çenli üýtgeşsiz saklanypdyr diýlip hasaplanypdyr.

Häzirki wagtda çökündi suwlar nazaryýetini birnäçe ugurlara bölýärler. Hidrogeologlaryň köpüsi ýerasty suwlaryň bir böleginiň emele gelşini çökündileriň yzygiderli çökmesi we diagenез bilen baglaýarlar. Bu prosesiň netijesinde galyndy erginler we basyş zerarly gysylyp çykarylan suwlar geologik masştab bilen ölçelýän uzak wagtyň dowamynda gidrologik aýlanyşykdan jyda düşüp, onuň geologik şahasyn-da saklanýarlar.

Çökündi suwlar daşyny gurşap alýan dag jynslary bilen ýaşyt (singenetik suwlar) ýa-da olardan ýaş–litogeneз döwründe gysylyp çykarylan suwlaryň göçüp-gonmasy zerarly (epigenez suwlar) bolup bilýärler. Çökündi suwlar geologik taryhyň soňky tapgyrlarynda gatlaklaryň gysylmasy, ýokary galyp weýranlaşmasy, jaýryklaryň döremegi bilen gidrologik aýlanyşyga goşulyp bilýär.

Ýuwenil (juwan) suwlar nazaryýeti awstriýaly geolog E. Zýussuň (1831-1914) ady bilen bagly. Ol bu suwuň emele gelşini magmanyň sowap doňmasy bilen baglaýar. Ýeriň dörän ilkinji tapgyrlarynda juwan suwlar soňky aýlanyşyklara we dürli reaksiýalara gatnaşan suwlaryň esasy bolup hyzmat edýärler.

Şu wagtky hasaplamalara görä, ýer gabygynyň aşagyndaky magma erginindäki suwuň mukdary massasy boýunça 1–2%-e barabar-

dyr, aşakda basyşyň artmagy bilen ol mukdar 4–5%-e çenli köpeliýär. Magmadan döreýän suwlary wulkanik suwlara (magmanyň hereketinde döreýänlere) we magmaara suwlara (aşakdan ýokary gidýan tutuş akym) bölýärler. Bir ýylyň dowamynda aýlanyşyga goşulýan juwan suwuň mukdary 1 km^3 çemesi diýip çaklanýar.

6.3. Ýerasty suwlaryň synplanysy

Ýerasty suwlaryň ýeke-täk synplamasy ýok. Munuň sebäbi ýerasty suwlaryň wagtyň we giňişligiň dowamynda hili we mukdary boýunça giň gerimde üýtgeýän örän çylşyrymly madda bolýanlygy bilen bagly. Synplaýjy alamatlar hökmünde ýerasty suwlaryň gelip çykyşy, ýatýş şertleri, has takygy, ýer gabygynda ýerleşşi, gidrodinamiki görkezijiler, temperatura, hil görkezijileri, suw saklaýan jynslaryň litologik düzümi, suwly gatlaklaryň geologik ýaşy ulanylýar. Synplamalary şertleýin umumy, bölek (şahsy) we ýörite toparlara bölüp bolýar.

Umumy synplamalar ýerasty suwlaryň geologik gurşaw bilen özara täsirleşmesini, olaryň suw-dag jynsy ulgamyndaky ornuny häsiýetlendirýär.

Ýerasty suwlaryň hut öz alamatlary (himiki, fiziki we başg.) boýunça geçirilen synplamalara **bölek synplamalar** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň durmuşdaky ähmiýeti we ulanylyşy boýunça amala aşyrylan synplamalara **ýörite synplamalar** diýilýär.

6.3.1. Umumy synplamalar

Umumy synplamalar ýerasty suwlary geologik ýatýş şertleri, gelip çykyşy, toplanýş kysymlary boýunça toparlaýarlar.

Geologik ýatýş şertleri boýunça ýerasty suwlaryň ilkinji synplamasyny S. N. Nikitin (1851-1909 ý.ý.) işläp düzýär. Ol ýeriň ýüzünden birinji bolup ýatýan suwly gatlagy – teýgum suwlaryny we pýezometrik derejesi suwly gatlagyň depesinden ýokary galýan artesian suwlary bölüp çykarýar.

Soňra şu kysyma degişli synplamalar A. Ştofer (1907 ý.), O. E. Meýnsen (1923, 1935 ý.ý.), B. L. Liçkow (1929, 1954 ý.ý.), O. K. Lange

(1933, 1969 ý.ý.), F. P. Sawarenskiý (1935, 1939 ý.ý.), G. N. Kamenskiý (1947 ý.), A. M. Owçinnikow (1948, 1955 ý.ý.), N. I. Tolstihin (1954 ý.), A. Şeller (1962 ý.), S. Dewis we R. de Uist (1970 ý.), P. P. Klimentow we G. Y. Bogdanow (1977 ý.), Y. W. Pinneker (1980 ý.), I. K. Gawiç (1985 ý.) we başgalar tarapyndan goşmaça işlenilýär we ösdürilýär.

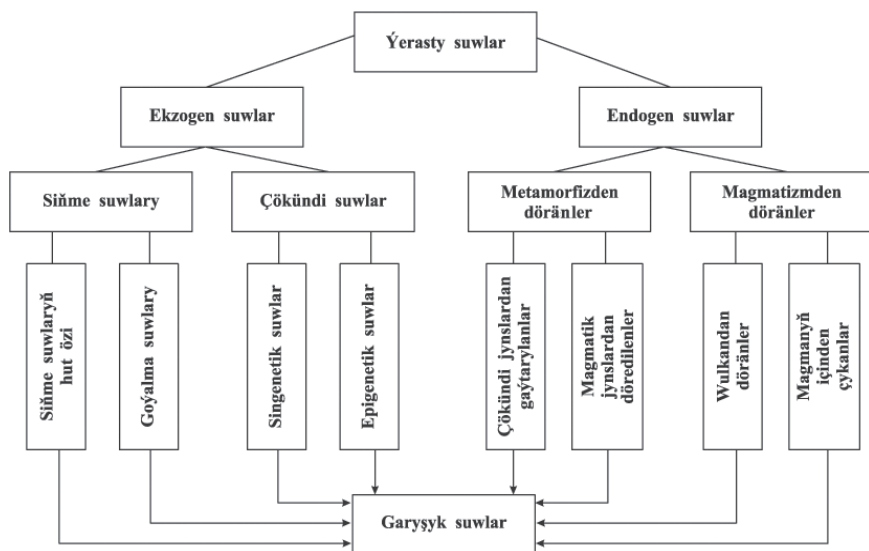
Agzalan alymlaryň hemmesiniň işlerinde diýen ýaly suwuk-damja görnüşli suwlar umumylaşdyrylýar. Uzak ýyllaryň dowamynda ulanylan F.P.Sawarenskiniň synplamasynda ýerasty suwlar baş synpa bölünýärler: 1) toprak, batgalyk suwlary we wagtlaýyn suwlar; 2) teýgum suwlary; 3) gowak suwlary; 4) artezion suwlar; 5) damar (jaýryk) suwlary. Ýerasty suwlaryň agzalan synplary häzirki zaman edebiýatynda hem giňden ulanylýar, emma bu synplamada synplamanyň ýörelgesi ýeketäkligini saklamaýar. Mysal üçin, gowak suwlary teýgum we artezion suwlary görnüşinde, jaýryk suwlary gowak suwlary görnüşinde bolup bilýärler.

Soňky synplamalar S.N.Nikitiniň we F.P.Sawarenskiniň shemalaryny takyklaýarlar we olaryň üstüni ýetirýärler.

A.M.Owçinnikow (1948 ý.) esasy synplaryň sanyny üçe çenli (wagtlaýyn, teýgum, artezion suwlary) azaldýar, emma goşmaça hemişelik doňaklygyň we ýaş wulkanlaryň ýerasty suwlarynyň synplaryny bölüp çykarýar.

Ýerasty suwlaryň gelip çykyşy boýunça synplamalar hem umumy synplamalaryň hataryna goşulýarlar. Olaryň içinde iň bellileriň biri Ý.W.Pinnekeriň şejere synplamasydyr (*22-nji surat*).

Umumy synplamalaryň içinde sada we ulanylmaga amatlylarynyň biri A.M.Owçinnikowyň we P.P.Klimentowyň synplamasydyr (*19-njy tablisa*). Ol synplama ýerasty suwlaryň gelip çykyşy, ýerleşiş, gidrodinamik ýagdaýy we üýtgew düzgüni (režimi) we halk hojalygynda ulanylmak mümkinçiligi göz önünde tutulyp düzülen. Bu synplama boýunça ýerasty suwlaryny saklaýan gurşawa görä üç kysymy: wagtlaýyn, teýgum we artezion suwlary bölünip çykarylýar.



22-nji surat. Ýerasty suwlaryň gelip çykyşy boýunça bölünişi (Ý.W.Pinneker boýunça [30])

6.3.2. Bölek we ýörite synplamalar

Bölek synplamalar suwuň düzümi ýa-da häsiýet görkezijilerine esaslanýarlar.

Gidrawlik alamatlary boýunça ýerasty suwlar **dyňzawsyzlara** ýa-da erkin üstli suwlara we **dyňzawlylara** bölünýärler. Soňky şertde suwly gatlak ýokardan suw geçirmeýän (suwabent) gatlak bilen örtülip, dyňzaw döredýän gidrostatik basyşda saklanýar.

Duzlulygy (düzümindäki erän duzlaryň umumy mukdary) boýunça ýerasty suwlar şeýle görnüşlere bölünýärler: **süýji suwlar** – düzüminde erän maddalaryň mukdary 1 g/dm^3 -a çenli bolanda; **çala şorumtyk** – erän duzlar $1-3 \text{ g/dm}^3$; **güýçli şorumtyk** – erän duzlar $3-10 \text{ g/dm}^3$; **duzly** – erän duzlar $10-50 \text{ g/dm}^3$; **gowşak gorabalar** – erän duzlar $50-100 \text{ g/dm}^3$; **güýçli we aşa güýçli gorabalar** – erän duzlar 100 g/dm^3 -dan ýokary.

Temperaturasy boýunça suwlar **sowuk** (temperaturasy 20°C -den pes), **ýyly** (temperaturasy $20-37^\circ\text{C}$), **gyzgyn** (temperaturasy $37-42^\circ\text{C}$), **örän gyzgyn** (42°C -den ýokary) suwlara bölünýärler.

Ýerasty suwlara baha berlende onuň düzüminde erän maddalaryň umumy mukdaryndan başga, erän duzlaryň **düzümine** hem üns berilýär. Şu alamata laýyklykda (molýar gatnaşygyna görä) agdyklyk edýän anionlary boýunça **gidrokarbonatly**, **sulfatly**, **hlorly** suwlar, kationlary boýunça **kalsili**, **magnili**, **natrili** suwlar bölünip çykarylýar.

Ýerasty suwlaryň düzüminde dürli gazlar ergin ýagdaýynda duşýarlar, ol gazlaryň düzümine baglylykda suwlar **kömür turşuly**, **kükürtli-wodorodly**, **radonly** we ş.m. bolup bilýärler.

Ýerasty suwlar **umumy talhlygy** boýunça, ýagny himiki derňewde ýüze çykarylan Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlaryň *mmol* mukdarynyň jemi boýunça **aşa ýuwan** (1,5 *mmola* çenli), **ýuwan** (1,5–3,0 *mmol*), **mylaýym talh** (3,0–6,0 *mmol*), **talh** (6,0–9,0 *mmol*) we **aşa talh** (9 *mmol*-dan uly) kysymlara bölünýärler.

Ýerasty suwlar ulanylyş mümkinçilikleri boýunça **içimlik ýa-da agyz suwa**, **tehniki**, **bejeriş-mineral**, **senagat suwlara** bölünýärler. Saglyga oňaýly täsir edýän suwlar **mineral suwlar** diýlip atlandyrylýar. Düzüminde çykaryp alynmaga ýeterlik mukdarda peýdaly düzümleri (ýod, brom we ş.m.) saklaýan suwlara **senagat suwlary** diýilýär. Türkmenistan düzüminde senagat masştabynda ýody, bromy, dürli duzlar saklaýan ýerasty suwlara baýdyr.

6.4. Howaly zolakdaky ýerasty suwlar

Howaly zolak, başgaça doýgunlaşmadyk zolak diýlip, ýeriň ýüzünden ilkinji ýerasty suwly gatlagyň erkin üsti bilen çäklendirilen bölegine aýdylýar. A.M.Owçinnikowyň [53] şowly belleýşi ýaly, «howaly zolak atmosfera bilen ýerasty gidrosferanyň arasyndaky geçiş gatlagydyr». Bu zolagyň üsti bilen ygallar, ýerüsti suwlar, bugdan goýalyp, damja öwrülen suwlar ýere – suwly gatлага siňýär, ýagny ýerasty gidrosferanyň suw bilen iýmitlenmesi amala aşyrylýar. Beýleki tarapdan, bu zolagyň üsti bilen bugarma arkaly ýerasty suwlar atmosfera yzyny üzmän göçüp dur. Bu zolagyň galyňlygy 0-dan 200–250 *m*-e çenli we ondan hem uly aralykda üýtgeýär. Adyndan görnüşi ýaly (doly doýgunlaşmadyk zolak), howaly zolakdaky dag jynslarynyň mineral süňňüniň arasyndaky giňişlik suwdan (bagly, kapillýar, erkin, agramdan akýan, bug, buz görnüşli suwlar) we gazdan (esasan, atmosfera gazyndan) bölekleyin doldurylandyr. Howaly zolagyň çyglylygy giňişlikde

we wagtyň dowamynda örän giň gerimde üýtgäp bilýär (gigroskopik, maksimal molekulýar suwsygymdan doly suwsygyma çenli).

Howaly zolakdaky dag jynslarynyň çyglylyk derejesi ýeriň ýüzüniň çyglanyşyna (ýagynlaryň ýagmagy, garlaryň eremegi, ýerleriň suwarylmagy), dag jynslarynyň suw süzdürijiligine baglydyr. Suwuň dürli görnüşleriniň hereketi öz gezeginde dag jynslarynyň çyglylygyna, düzümine baglydyr (çagyl, çäge, gumbaýrak, topur, köwekli jynslar we ş.m.). Tejribe synaglarynyň görkezşi ýaly, agramyna hereket edýän suw üçin doýgunlaşmadyk howaly zolakdaky dag jynslarynyň syzdyryjylygy (K) olaryň çyglylygyna bagly bolýar we şeýle formula bilen aňladylýar:

$$K = K_f \cdot \overline{W}^n, \quad (6.1.)$$

bu ýerde

K_f – dag jynsynyň doly doýgunlaşan ýagdaýynda

(W_{\max}) süzülme koeffisiýenti;

$\overline{W} = W / W_{\max}$ – howaly zolagyň otnositel çyglylygy
birligiň ülüşlerinde;

W – tebigy çyglylyk;

W_{\max} – doly suwsygym;

$n = 3 - 4$ (Şestakow, 1981).

Howaly zolagyň doýgunlaşmadyk jynslarynda ýerasty suwlaryň hereketi bug görnüşli we gowşak baglanyşykly (örtük) suwlaryň hereketi görnüşinde bolup geçýär. Emma ýeriň ýüzi bilen doýgun zolagyň arasyndaky suwçalşykda howaly zolagyň üsti bilen nemiň göçmesiniň agyrlyk güýjüniň we kapillýar-sorbsiýa güýçleri arkaly bolup geçýänligi bellenýär [75].

Gowşak geçiriji jynslardan (gumbaýrak, topur) düzülen howaly zolakda suwuň hereketi ol ýerde ösýän ösümlikleriň kök ulgamlarynyň we dürli mör-möjekleriň hinjagazlarynyň üsti bilen bolup geçýär [41].

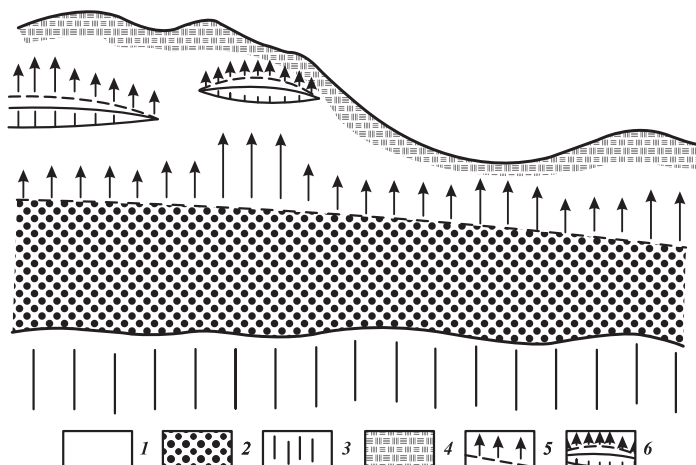
Dikligine nemiň göçmesiniň bir görnüşü erkin suwuň agyrlyk güýji zerarly ýere siňip, birinji suwly gatлага ýetmegi, ýerasty suwlaryň siňme usuly bilen kemala gelmegidir. Ol hereketiň beýleki görnüşine – ýerasty suwlaryň kapillýarlaryň üsti bilen ýeriň ýüzüne çykyp, bugaryp gitmegi degişli.

**Ýerasty suwlaryň umumy synplamasy (A. M. Owçinnikow
we P. P. Klimentow boýunça [30])**

Ýerasty suwlaryň kysymlary	Dyň-zawýň barlygý-ýöklügi	Ýerasty suwlaryň görnüşleri	Ýymitlenme we ýaýraw sebitle-ri-niň özara gatnaşygy	Suwuň üýtgew düzgüniniň aýratyn-lyklary	Gelip çykyşy	Ulanlyşy
1	2	3	4	5	6	7
Howaly zolagý suwlary	Dyňzaw-syz	Batgalyk, toprak suwlary, wagtlaryn suwlar. Şortlardaky suwlar, köpýyllyk doňaklykda eräp möwsümleýin döreýän suwlar	Ýymitlenýän we ýaýrawan sebitleri biri-birlerine gabat gelyärler	Adatça, wagt-laýyn häsiýetli	Esasan, siňme zeraýy döreýär-ler, käbir ýerlerde goýalmanyň täsiri bilen dörräp bilýärler	Oba hojalygynda, şahsy hojalyklarda suwaryş möwsü-minde
Teýgum suwlary	Köplenç dyňzaw-syz	Derýa jülgeleleriniň, sähra, çöl, ýarym-buzlanma çökündileri. Sil getiren we ýapy üsti çökündiler. Daglyk sebitler. Denizleriň çägesow kenarlary	Ýymitlenýän we ýaýrawan sebitleri biri-birlerine gabat gelyärler	Suwlaryň derejesi ýokardan sinýan suwlara, ýerasty bugama we azda-kände aşakdan dyňzaw geçişine bagly	Esasan, siňme zeraýy döreýär-ler, käbir ýerlerde goýalmanyň täsiri bilen dörräp bilýärler	Suw üpjünçiliginde, kätte ýerleri suwarmak üçin
Artezian suwlar	Dyň-zawly	Gatlagara dyňzawly suwlar (şol sanda nebitli, mineral, senagat, termal suwlar, doňagasty suwlar)	Ýymitlenýän we ýaýrawan ýerleri gabat gelmeyärler	Suwlaryň derejesi dyň-zawý geçişine bagly üýtgeýär	Siňme, deniz suwlarynyň, juwan suwlaryň gelmesi	Süýji suwlar-suw üpjünçiliginde, goraba suwlar – duz almak üçin, mineral suwlar-saglygy bejerişde

Howaly zolagyň çäginde ýatys şertine we suw düzgüniniň üýtgewine baglylykda ýerasty suwlaryň üç sany kysymy bölünip çykarylýar (23-nji surat).

Toprak gatlagynda saklanýan yzgar ýeriň ýüzüniň iň ýokarky böleginde ýerleşýär, onuň galyňlygy onlarça santimetrlerden 1-1,5 m-e çenli ýetýär. Toprak gatlagynyň doýgunlyk derejesi köp zatlar bilen kesgitlenýär (ýagyşyň ýagmagy, garyň eremeği, ýerleriň suwarylmagy, goýalyş, bugarma, transpirasiýa prosesleri). Doýgun derejä çenli yzgarlan topraklar, adatça, ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne golaý ýatan ýerinde, ýerleriň zeýlän ýerinde – kapillýar gaýmanyň hemişelik toprak zolagynda saklanýan ýerinde duşýar (23-nji surat).



23-nji surat. Howaly zolakdaky dürli kysymly ýerasty suwlaryň ýatys shemasy:

- 1 – howaly zolagyň jynslary; 2 –teýgum suwly gatlagy;
- 3 – gowşak geçirijilikli gatlaklar; 4 – toprak gatlagy;
- 5 – ýerasty suwlaryň derejesi we kapillýar gaýma;
- 6 – wagtlaýyn suwlar

Topragyň mikroagregat strukturasy, düzüminde organiki maddalaryň saklanýanlygy sebäpli toprak gatlagynda, esasan, berk we gowşak baglanyşykly kapillýar suwlar kemala gelýärler, gatlak güýçli depginde yzgarlanda (suwarylanda) ol ýerde erkin grawitasiýa suwlary hem döreýär. Topragyň yzgarly gatlagyndaky suwuň hereketi kapillýar-sorbsiýa we grawitasiýa güýçleriniň täsiri bilen

bolup geçýän nem göçüşidir. Belli derejede nemiň hereketi kökleriň, baldaklaryň üsti bilen (transpirasiýa görnüşinde) bolup geçýär.

Toprak ony dörediji ene gatlaklaryň üstünde ýatýar. Toprakda suwuň iň köp ýaýran görnüşi – bagly we kapillýar suwlar ýerleşýär.

Ýokardan ygaldan ýa-da buguň goýalmasyndan dörän kapillýar suwlar toprak gatlagynyň aşagynda «asylan» ýagdaýda saklanýarlar. Ösümlikleri suw bilen üpjün etmekde olaryň örän möhüm ähmiýeti bardyr.

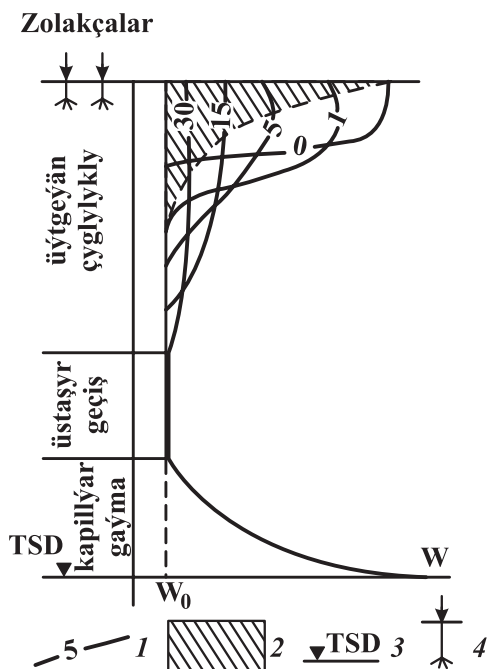
Bug görnüşli suw toprakda hemişelik saklanýar we diffuziýa arkaly absolýut çyglylygy uly gatlakdan pes gatлага tarap hereket edýär. Şol sebäpli tomus bug elmydama aşak gidýär, gysyna–ýokary. Howanyň temperaturasy durnukly otrisatel derejede saklansa, toprak gatlagy doňýar, bu şertde toprakda buz agdyklyk edýär.

Suwuň režimi (üýtgew düzgüni) boýunça howaly zolakda üç zolakça bölünip çykarylýar: üýtgeýän çyglylykly, üstaşyr geçiş, kapillýar gaýma (24-nji surat). Howaly zolaga siňen ygal, esasan, toprak gatlagynda (ýokarky 10–20 sm) toplanýar. Eger ygal az, bugaryş köp bolsa, ýere siňen suw ýene bugaryp, atmosfera dolanyp barýar. Ygalyň howaly zolagyň aşaky böleklerine siňmesi, wagtlaýyn suwly gatlagy iýmitlendirmesi diňe bol we dowamly ýagan ygald, ýer suwarylanda bolup geçýär. 24-nji suratdan görnüşi ýaly, **üýtgeýän çyglylykly** zolakçada çuňluk boýunça çygyň ýaýrawy deňleşýär.

Klimatyň we beýleki şertleriň täsiri astynda toprak suwlarynyň kemala gelmesiniň doňaklyk, ýuwuşly, ýuwuşsyz, derli, suwarymly suw düzgün kysymlary bölünip çykarylýar.

Doňaklyk düzgüni hemişelik doň ýagdaýyny saklaýan topraklara mahsus. Ol ýerde toprakdaky buz görnüşli suw diňe tomsuna 0,3–0,5 m galyňlyga çenli eräp, 1-3 aýlyk doňüsti suwlaryň (надмерзлотные воды) döremegine getirýär.

Ýuwuşly düzgün çygly klimatda duşýar. Bu şertde topraga düşýän suw onuň harçlap biljek mukdaryndan aşa köp. Şol sebäpli suw topragyň üstünden (içinden) geçip, özi bilen ol ýerdäki duzlary aşak alyp gidýär. Şeýle suw düzgüni tokaý, sähra-tokaý, sähra zolaklaryna mahsus bolan küljümek (подзолистый) topraklary emele getirýär.

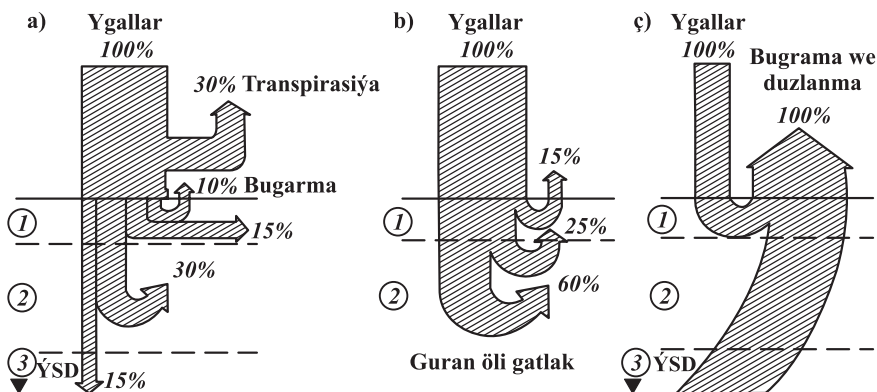


24-nji surat. Howaly zolakda atmosfera ygalynyň ýaýrap bölünişi (I.S.Paşkowskiý boýunça, 1984 ý.):

- 1 – ýagyşdan soňky wagt aralyklarynda (g-g) çyglylygyň epýuralary (W_0 – başlangyç çyglylyk); 2 – çygýň bugaryp harçlanýan zolakçasý; 3 – teýgum suwlarynyň derejesi; 4 – atmosferadan suw bilen iýmitlenme

Ýuwuşsyz düzgünde topraga gelýän we onuň harçlaýan suwlarynyň arasynda deňagramly ýagdaý döreýär. Şeýle düzgün sähra we ýarym çöl zolaklaryň gara kaştan we çal topraklaryna mahsusdyr. Ýazyna ol ýerde çyg 3-4 m çuňluga çenli ýaýraýar. Bu çuňlukdan aşakda tä teýgum suwlarynyň kapillýar gaýmasyna çenli aralygy çyglylygy pes bolan «guran öli gatlak» eýeleýär.

Derli düzgün guraksy klimatda topraga gelýän suwdan onuň harçlaýan böleginiň artyk ýerlerinde duşýar. Harçlanýan we gelýän suwuň tapawudy bu ýerde gaty uly bolmadyk çuňluklarda ýatýan ýerasty suwlaryň bugarmasynyň hasabyna bolup geçýär, bu bolsa topragyň we toprakdaky suwlaryň duzlulygynyň artmagyna getirýär (25-nji surat).



**25-nji surat. Suw düzgüniniň balansynyň elementleriniň
ýaýrawynyň shemasy (A.A.Rode boýunça [41]):**

a-b-ç – toprak suwlarynyň kemala geliş kysymlary:

a – ýuwuşly; *b* – ýuwuşsyz; *ç* – derli;

1-3 – režim zolakçalary: 1 – toprak suwlary; 2 – aralyk;

3 – kapillýar örtügi

Suwarymly düzgün köp şertlere bagly we örän üýtgewli. Ol suwaryş düzgünine, gidrogeologik we klimatik şertlere bagly üýtgeýär. Agzalan şertleri amatly ulanylýan ýerlerde topragyň duzlulygyny, çyglylygyny we beýleki häsiýetlerini bähbitli tarapa gönükdirip, suwarymly düzgüni amatly dolandymak başardýar.

Toprak suwlarynda dürli organiki birleşmeleriň, baý mikrofloranyň, howadan we janly jisimden dörän gazlaryň bolmagy, bu suwlaryň eridijilik ukybyny artdyrýar we erän maddalaryň göçmesini ýeňilleşdirýär. Toprak suwlary, adaty, demire, fosfora, ammonä, nitratlara, nitritlere, marganese, gumin we fulwokislotalara baý bolýarlar.

Toprak suwlarynyň düzümi landşaft-klimatik zolaklylyga gös-göni baglydyr. Çygly klimatda, tundrada, taýgada, esasan, gidrokarbonatly-magnili-kalsili, duzlulygy $0,1-0,2 \text{ g/dm}^3$ suwlar kemala gelýärler. Yssy klimatda, sähra we çöl topraklarynda, adaty, toprak suwlarynyň düzümi sulfatly-hlorly-natrili, duzlulygy $5-10 \text{ g/dm}^3$ bolýar.

Nemsiz toprakda ösümligiň ýaşayşy mümkin däl. Ösümlikler agramyna akýan we kapillýar suwlary aňsatlyk bilen ulanyp bilýärler, emma bagly suwlar ösümlikler üçin elýeterli däl diýen ýalydyr [41].

Aralyk guşaklyk (üstaşyr geçiş) toprak gatlagy bilen kapilýar örtügiň arasynda ýerleşýär. Ol üýtgeýän çyglylykly zolakçanyň aşaky bölegini we üstaşyr geçiş zolakçasyny eýeleýär. Atmosfera çygy (ygal) topraga siňenden soň, suwuň aşak hereketi (siňmeden, iýmitlenme kesilenden soň hem) dowam edýär. Yzgarlamanyň bugarma geçen wagty suwuň hereketi ýokardan aşak hem, aşakdan ýokaryk hem bolup bilýär.

Aralyk guşaklykda iň köp duş gelýän suwuň görnüşi wagtlaýyn suwlardyr, olar çakli meýdany bolan suwabendiň üstünde ýatan linza şekilli suwly gatlakdyr. Onuň esasy alamaty wagtlaýynlygy – möwsümleýinligidir, onuň düzgüniniň (derejesiniň, goralarynyň, temperaturasynyň, himiki düzüminiň) wagtyň dowamynda giň derejede üýtgemegidir.

Wagtlaýyn (ötegçi) suwlar (верховодка) teýgum suwlarynyň derejesinden ýokarda ýerleşen meýdany çakli suwabendiň üstünde wagtlaýyn saklanýan (ygally möwsüm, ýagynlyk ýyl) suwly gatlakdyr. Wagtlaýyn suwly gatlaklar, köplenç, howaly galyň gatlagyň çäginde duşýar. Onuň döremegine ýerleriň suwarylmagy, suw geçirýän turbalaryň ýarylmagy we ş.m. sebäp bolup bilýär.

Wagtlaýyn suwlar çetwertik dag jynslarynda hem, ene gatlaklaryň çäginde hem döräp bilýärler. Suwabent gatlak bolup toýunsow jynslaryň ýukarak gatlaklary, linzalary hyzmat edip bilýärler. Käbir ýerde olar üsti gömlen toprak gatlagynyň ýa-da jaýryklylygy pes bitewidaşlaryň üstünde toplanýarlar.

Wagtlaýyn suwlary döredýän çeşme bolup, köplenç, ygallaryň ýere siňmesi hyzmat edýär, toprak nemleriniň goýalmagy uly orun eýelemeýär. Şol sebäpli wagtlaýyn suwlaryň iýmitlenmesi gysga wagtyň dowamynda bolup geçýär: ýagynlaryň, joşan akabalaryň suwlarynyň ýere siňmesi we ş.m. Belli şertlerde siňen suwlar suw geçirmeýän üstde toplanýarlar we tä töwerege, aşak syrgyp ýa-da bugaryp tükenýänçä saklanýarlar. Wagtlaýyn suwlaryň galyňlygy 0,4–1,0 m, käte 2–5 m-e çenli ýetýär. Suw saklaýan jynslar, köplenç, gumbaýrakdan-topurdan ybarat [71].

Wagtlaýyn suwlaryň saklanyş dowamlylygy klimat şertlerine, suwabent gatlagyň suw geçirijiligine, keşbine, ýerleşýän çuňlugyna, şeýle-de relýefe bagly. Çygly klimatda wagtlaýyn suwlar ýyly howa möwsümünde dowamly saklanyp bilýärler. Kese ýatan we tabakpisint suwabentler wagtlaýyn suwlary güberçek suwabentlerden gowy saklaýarlar.

Möçberleri uly suwabentleriň üstünde kemala gelýän wagtlaýyn suwlar uzak saklanyp bilýärler, sebäbi olaryň aşak syrygyp gitjek ýoly we wagty uzalýar. Suwabent gatlagyň ýatýan çuňlugy wagtlaýyn suwlaryň bugarma harçlanyşyny kesgitleýär. 2-3 m-den aşakda ýatan ýerasty suwlara bugarma düýpli täsir etmeýär diýen ýalydyr [41]. Wagtlaýyn suwlaryň himiki düzümi köp dürlüdür we klimata hem-de toplanýan ýerlerindäki dag jynslarynyň duzlulygyna bagly. Guraksy klimatda bu suwlaryň duzlulygy $0,5 \text{ g/dm}^3$ -dan 10 g/dm^3 -a çenli, düzümi gidrokarbonatly-kalsiliden hlorly-natrilä çenli üýtgeýär.

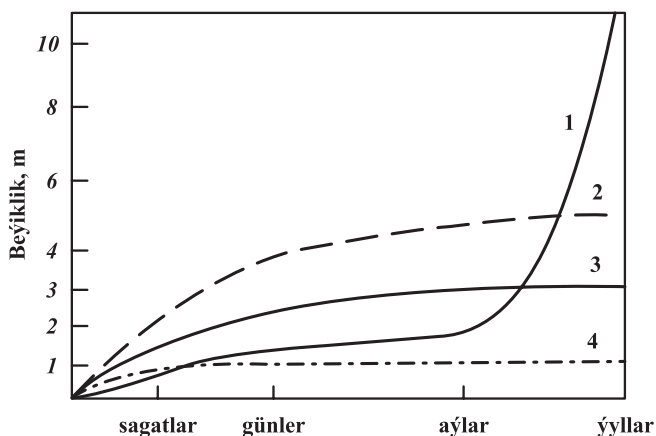
Wagtlaýyn suwlaryň suw üpjünçilikde ulanylyşy çäklidir, birinjiden, olaryň gorralary-gençleri az, ikinjiden, aňsat hapalanyp bilýär. Emma şahsy hojalyklar çöllük ýerleriň kiçi gorly wagtlaýyn çeşmelerini ulanýarlar.

A. M. Owçinnikow çäge depeleriniň aşagynda döreýän süýji suw linzalaryny hem wagtlaýyn suwlaryň hataryna goşýar [71]. Eger çöllük zolakda howaly zolagyň süzdürijiligi güýçli bolsa (arassa çäge), erän gar ýa-da ýagan ýagys aşak syrygyp, bugarma çäginden aşak düşüp (adatça, 2-3 m), haýsy-da bolsa çanak kysymly suwabendiň üstünde toplansa, ol uzak wagtlaýyn saklanyp bilýär. Deňizýaka çägeleriň içinde bug goýalyşyndan emele gelip, deňziň duzly suwunyň üstünde ýatýan linzalar hem agzalan mysala çalymdaş görnüşde kemala gelýärler.

Kapillýar gaýmanyň suwlary gös-göni teýgum suwlarynyň üstünde ýerleşýärler. Kapillýar gaýma teýgum suwlary bilen gidrawliki baglanyşygy saklaýar. Kapillýar gaýmanyň galyňlygy (teýgum suwlarynyň derejesinden ýokary galşy) howaly zolakdaky jynslaryň zire düzümine bagly we şol sebäpli dürli bolup bilýär (5-nji tablisa).

Ösümlikleriň suw bilen iýmitlenmegi üçin diňe kapillýarlar boýunça ýokary galşyň beýikligi däl-de, suwuň ýokary galma tizligi hem möhümdir. Topragyň külkeliginiň peselmesi bilen, ýagny toýun parçalarynyň mukdarynyň azalmasy bilen kapillýar ýokary galys peselýär, emma kapillýar suwuň hereket tizligi we süýşýän suwuň göwrümi artýar (26-njy surat). Topragyň külkeligi artan ýagdaýynda agzalan hadysa tersin bolup geçýär.

Toýun parçalarynda ($d < 0,002 \text{ mm}$) kapillýar suwuň hereketi juda haýal bolup geçýär. Suwuň hereketi toýunlarda doly galyp bilýän beýikligine birnäçe ýyllaryň dowamynda ýetýär.



26-njy surat. Toprakda suwuň kapillýar ýokary galşynyň umumy shemasy:

1 – toýun; 2 – lýoslar; 3 – topurlar; 4 – çägeler we gumbaýraklar

Howaly zolakda kapillýar gaýmanyň suwlarynyň aşak-ýokary süýşmesi teýgum suwlaryň derejesiniň möwsümleýin we köpýyllyk üýtgewi bilen bagly, olar hem öz gezeginde iýmitleniş we harçlanýş şertleriň üýtgewine bagly bolup geçýär.

Kapillýar gaýmanyň barlygy-ýoklugy, onuň galyňlygy, ýeriň ýüzüne golaýlygy howaly zolagyň suw düzgüniniň kemala gelmegine uly täsir edýär. Kapillýar gaýmanyň çäginde ösümlikleriň kök ulgamy bar bolsa, agzalan täsir teýgum suwlarynyň bugarma we transpirasiýa arkaly harçlanmasyna hem getirýär.

6.5. Teýgum suwlary

Teýgum suwlary ýa-da **teýgum suwly gatlagy** diýip, ýeriň ýüzünden aşakda birinji duşýan sebitleýin ýaýrawly erkin üstli hemişlik suwly gatлага aýdylýar. «Sebitleýin ýaýrawly» we «hemişelik suwly gatlag» diýlen düşüňjeler teýgum suwlaryny wagtlaýyn suwlardan tapawutlandyrmak üçin goşulýarlar. Wagtlaýyn suwlardan tapawutlylykda teýgum suwlary üçin sebitleýin suwabent gatlagynyň bolmagy hökmandyr (garylýan sebit boýunça ýa-da onuň ýeterlik uly bölegi boýunça).

Teýgum suwlarynyň şeýle aýratynlyklary bar:

1) bu suwlar, adatça, dyňzawsyz bolmaly (suwly gatlagyň üstündäki basyş atmosfera basyşyna deň);

2) teýgum suwlary ygalyň, ýerüsti suwlaryň siňmeginden we howaly zolakdaky buglaryň goýalmagyndan iýmitlenýärler.

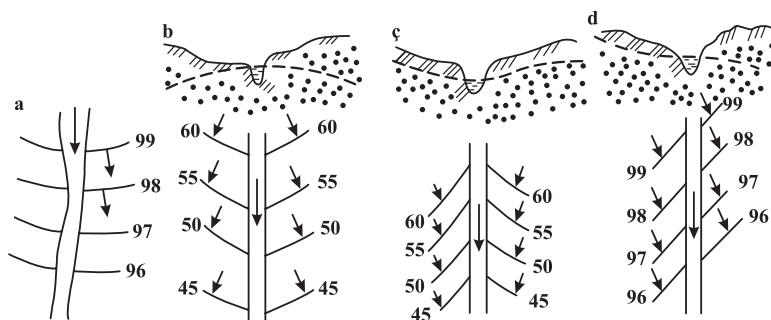
Teýgum suwlary wagtlaýyn suwlardan tapawutlylykda suwdan doýgun zolagy düzýärler, wagtlaýyn suwlar bolsa, howaly zolagyň çäginde ýerleşýärler (9-njy surat).

Teýgum suwlary, adatça, ýerüsti suwlary bilen ýakyn baglanyşyk saklaýarlar. Şol baglanyşygyň görnüşleri ýeriň ýüzüniň beýikli-pesligi, klimat we emeli şertler bilen kesgitlenýär (27-nji surat). Eger teýgum suwlary bilen aşakda ýatan dyňzawly suwly gatlagyň arasy gowşak geçirijilikli jynslaryň gatlaklary bilen üzülen bolsa, gidrawlik arabaglanyşyklaryň şeýle görnüşleri bolup biler:

1) teýgum suwlarynyň derejesi dyňzawly suwlaryň derejesinden ýokarda bolanda, teýgum suwlary dyňzawly suwlara tarap akyp geçýär;

2) agzalan suwly gatlaklaryň derejeleri gabat gelende teýgum suwlarynyň derejesi peselse (mysal üçin, suw sorduryşda), teýgum suwlarynyň dyňzawly suwlardan iýmitlenmesi bolup geçýär;

3) teýgum suwlarynyň derejesi dyňzawly suwlaryň derejesinden hemişe pes bolanda, teýgum suwlary dyňzawly suwlaryň hasabyna iýmitlenýärler.



27-nji surat. Ýerüsti we ýerasty suwlaryň özara arabaglanyşygy [30]:

a – suwlaryň arasynda baglanyşyk ýok; *b* – derýa teýgum suwlaryny iýmitlendirýär;

ç – teýgum suwlary derýany iýmitlendirýär; *d* – derýa

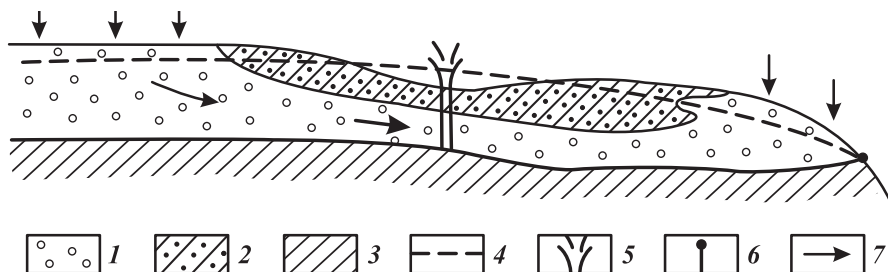
bir kenaryndan teýgum suwlaryny iýmitlendirýär, beýleki kenaryndan

bolsa teýgum suwlaryndan iýmitlenýär; peýkamjyklar suwlaryň hereket

ugruny, üznäli çyzyklar teýgum suwlarynyň derejesini, sanlar

gidroizogipsleriň belliklerini görkezýärler

Teýgum suwlarynyň ýokarsynda, adatça, suw geçirmeýän gat-laklar bolmaýar we şol sebäpli olar dyňzawsyz bolýarlar. Emma käbir alymlaryň belleýşi ýaly, bu baş alamat däldir. Aýry-aýry ýerlerde teýgum suwly gatlagynyň üçegini suwabent gatlak örtende, olar ýerli dyňzawa eýe bolýarlar (28-nji surat).



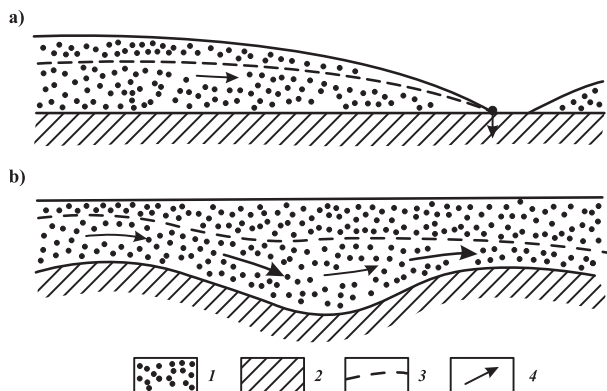
28-nji surat. Teýgum suwlarynyň ýerli dyňzawynyň kemala gelşiniň shemasy:

- 1 –buzlanma çökündileri; 2 – buzlanma (morena) toýunlary;
3 – sebitleýin suwabent; 4 – teýgum suwlarynyň derejesi;
5 – çüwdürimli skwažina; 6 – çeşme; 7 – suwuň akymynyň ugry

6.5.1. Teýgum suwlarynyň ýatýş şertleri we üýtgew düzgüni

Teýgum suwlarynyň ýymitleniş sebiti olaryň ýaýran sebiti bilen gabat gelýär. Şol sebäpli olaryň derejesi, düzümi, temperaturasy ýerli klimatik, meteorologik we emeli şertlere bagly bolýar. Ýaşy boýunça teýgum suwlary ýymitleniş çeşmesi bilen döwürdeş bolýarlar, emma geologik masştabda ýaşy 20–50 müň ýyla ýetýän teýgum suwlary duşýar.

Ýatýş şertleri boýunça **teýgum akymlyry** we **teýgum basseýn-leri** bölünip çykarylýar. Teýgum akymlyry agram güýjüniň täsiri bilen erkin üstüň belentliginiň peselýän ugruna tarap hereket edýär, teýgum basseýni üçin üsti tabakpisint oýuk görnüşli suwabent gatlagyň bolmagy hökmandyr. Onuň çägininiň belli böleginde akymyň ugry öňkiniň tersine, aşakdan ýokary ýerleri bolmalydyr (29-njy surat).



29-njy surat. Teýgum akymynyň (a) we teýgum basseýniniň (b) akym bilen utgaşan şekiliniň shemasy:

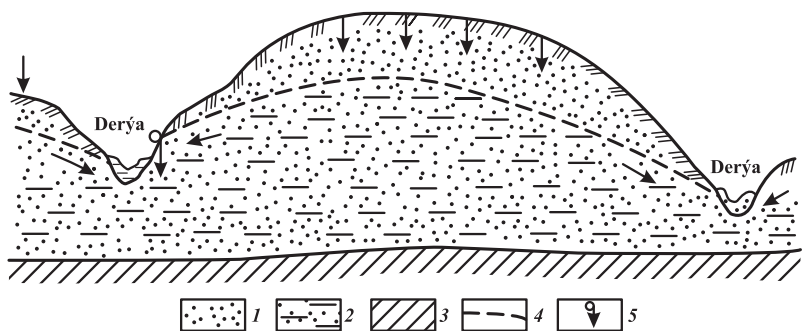
1 – suw geçiriji çägeler; 2 – suw geçirmeýän jynslar;
3 – teýgum suwlarynyň derejesi; 4 – suwuň hereket ugry

Teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugy, başgaça, dereje diýlip atlandyrylýar. Teýgum suwlarynyň derejesi gidrogeologik kartalarda çuňluk boýunça deňçuňluk çyzyklary (изолинии глубин), deňiz derejesinde beýikligi boýunça deňbeýiklik çyzyklary (гидроизогипсы) bilen şkillendirilýär. Teýgum suwlarynyň erkin üstüniň ýerleşşi howaly zolakdaky suw geçirýän gatlaklaryň galyňlygyna, olary kesip geçýän jülgeriň, jarlaryň çuňlugyna bagly.

Teýgum suwlary, köplenç, ýerüsti suwlaryň we ygalyň ýere siňmegi bilen iýmitlenýärler, az derejede howaly zolakda buguň goýalmasy hem öz goşandyny goşýar. Her sebitiň, meýdançanyň öz iýmitleniş çeşmeleri bolup bilýär (derýa suwlary, kanallaryň, suwarylýan meýdanlaryň suwlary, aşaky dyňzawly gatlakdan suwlaryň ýokary galmasy we ş.m.).

Teýgum suwlarynyň üsti ýeriň ýüzüniň relýefine çalymdaş bolýar (30-njy surat). Suwaýyrtlarda teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugy jülge bilen deňeşdirilendäkiden juda uludyr. Bu tapawut dagda has köp bolýar we käte 500–700 m-e ýetýär. Düzülük ýerlerde agzalan tapawut 100 m-den azdyr.

Teýgum suwlarynyň iýmitleniş şertleri onuň režimini, ýagny teýgum suwlarynyň gorlarynyň, derejesiniň, düzüminiň we häsiýetleriniň tebigy we emeli (bozulan) faktorlaryň täsirleri astynda üýtgewini kesgitleýär.



30-njy surat. Derýa aralygynda teýgum suwlarynyň derejesiniň şekili:

- 1 – çäge; 2 – suwly çäge; 3 – toýun; 4 – peseliş egrisi;
5 – ýokardan inýän çeşme

G.N.Kamenskiý (1954) tebigy režimiň dört görnüşini bölüp çykarýar:

1) atmosfera ygallarynyň, bugarmanyň we ýerasty akgyt zerarly kemala gelýän suwaýyrt režimi;

2) derýalaryň, deňizleriň, kölleriň suwlarynyň derejeleriniň üýtgemegi bilen döreýän kenarýaka režimi;

3) dagdan inýän ýerasty we ýerüsti akgytlar zerarly döreýän dag-etek režimi;

4) doňüsti (teýgum) suwlarynyň bölekleýin ýa-da tutuşlygyna doňmagy netijesinde döreýän doňaklyk režimi.

Teýgum suwlarynyň **emeli (bozulan) režimi** suwly gatlaklaryň çalykdrylmasy, suwlarynyň bolaldylmagyna, hapalanmagyna getirýär.

Suwaýyrt režiminde teýgum suwlarynyň balansynyň esasy elementleri ýylyň dowamynda üýtgeýär. Ygallaryň güýçli siňmesi güýz-ýaz möwsümleri bolup geçýär, gýşyna siňme ýer doňanlygy sebäpli azalýar, tomsuna öň siňen suwlar bugarma we transpirasiýa narçlanýarlar. Howaly zolak galyň bolsa, bugarma azalýar, siňme weli yzygiderli dowam edýär.

Kenarýaka režime allýuwal çökündileriň (derýa çökündileriniň) suwly gatlagy mysal bolup bilýär. Olara şeýle häsiýetler mahsusdyr:

1. Derýadaky suwuň we allýuwal suwly gatlagyň režimi biri-birine ýakyn bagly. Derýa çuň hanadan akýan bolsa, köplenç, teýgum suwlary derýa tarap hereket edýärler. Derýa joşan wagty allýuwal

suwly gatlak derýa suwlarynyň hasabyna iýmitlenip bilýär. Şeýlelik bilen teýgum suwlarynyň derejesi derýadaky suwuň derejesiniň üýtgewini gaýtalaýar. Derýadan daşlaşdygyňça ol yrgyldylaryň täsiri gijä galýar, gerimi peselýär.

Dagetek sebitlerde, güberçek ýapylaryň (конуса выноса) çäklerinde derýalar elmydama diýen ýaly allýuwial suwly gatlaklary iýmitlendirýärler. Çöllük, ýarymçöllük sebitlerde, şol sanda Türkmenistanda, teýgum suwlarynyň derejesi bilen derýanyň hanasynyň arasynyň üzülyän wagtlary seýrek bolmaýar. Bu şertde derýalar teýgum suwlarynyň ýeke-täk iýmitlendiriji çeşmesi bolup hyzmat edýärler.

Suwarýş üçin ýörite gazylan kanallaryň (noburlaryň, ýaplaryň) çäginde teýgum suwlarynyň derejesi ýokary galýar. Bu şertde teýgum suwlary kanaldan syzan suwlaryň hasabyna döreyärler we iki gapdala akýarlar.

2. Allýuwial suwlar, adaty, ýeriň ýüzüne golaý çuňlukda ýatýarlar. Olaryň ýatýan çuňlugy, köplenç, birnäçe metrden geçmeýär. Emma çöllük ýerlerde allýuwial suwlar 20–40 m çuňlukda ýatyp bilýärler.

3. Allýuwial akymalaryň aglaba böleginiň duzlulygy $0,3\text{--}0,5\text{ g/dm}^3$, düzümi gidrokarbonatly-kalsili bolýar.

4. Allýuwial suwlar suw üpjünçiliginde giňden ulanylýar. Iş ýüzünde, köplenç, siňme suwalgyçlar diýlip atlandyrylýan usul ulanylýar. Suw sorduryp çykaryjy skwažinalar derýanyň kenaryndan 100–150 m aralykda ýerleşdirilende, allýuwial suwly gatlagyň ulanyp bolýan gorralary artýar.

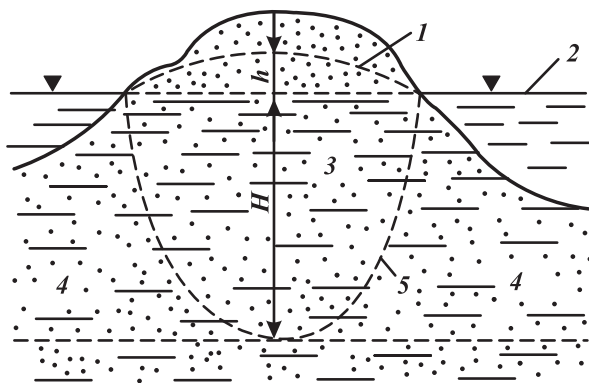
Deňiz kenarlaryndaky teýgum suwlarynyň režimine deňziň täsiri äşgär bildirýär: deňziň golaýyndaky suwlarda (atmosfera ygalynda we ýerasty suwlarda) hlor-ionuň mukdary ýokary bolýar. Deňizden uzaklaşdygyňça, ol ionlaryň mukdary kem-kemden peselýär.

Gury ýerden deňze tarap akyp gelýän süýji suwlaryň we deňziň duzly suwlarynyň arasynda örän çylşyrymly täsirleşme bolup geçýär. Sadalaşdyrylan görnüşde (suwlaryň garyşmasyny we diffuziýany hasaba almazdan) süýji we duzly suwlaryň galtaşma zolagynyň üstki böleginiň eňňitligi gury ýere tarap gönükdirilýär. Süýji suwlaryň dykzlygynyň (1,000) deňziň duzly suwunyňkydan ($1,024\text{ g/dm}^3$) ýeňil bolanlygy sebäpli, gury ýeriň aşagynda döreyän ýeňil süýji suwlar deňziň agyr suwlarynyň üstünde «ýüzüp ýörler». Şeýle ýagdaý deňziň içinde ýerleşen adada has aýdyň görünýär. Süýji suwlaryň duzly suwlaryň üstünde «ýüzmegi» üçin onuň derejesiniň (şol sanda deňziň içindäki adanyň) deňziň derejesinden ýokarda bolmagy zerur. Bu ýerde süýji suwuň derejesi näçe beýik bolsa, şonça-da

süýjän suwly linzanyň galyňlygy hem uly bolýar. Agyr deňiz suwy bilen deňagramlaşmak üçin, süýji suwuň galyňlygy (H) onuň deňiz derejesinden – beýikliginden (h) 43 esse köp bolmaly, ýagny $H = 43h$ (31-nji surat). Kenarýaka zolagynda şeýle süýji suw ýataklary ulanylyp başlanan badyna diýen ýaly süýji suwuň derejesi peselip, suw sorujy desga aşakda ýatan duzly suwy sorup başlaýar. Şol sebäpli hasapsyz alnan suwuň ýerinde emele gelen peseliş oýtумы deňiz suwlary bilen doldurylýar.

Daglyk, dagetek sebitlerdäki teýgum suwlarynyň režimi klimata, topraga, ösümlige, tutuş landşafta täsir edýän beýiklik boýunça üýtgeýän zolaklylyga boýun egýär. Suwaýyrdyň töwereginde atmosfera ygallarynyň ýere siňmesi we wagtlaýyn akymalaryň kemala gelmesi bolup geçýär. Ýapy-eňňitleriň weýranlaşma zolagynda teýgum suwlary topnanýarlar, eňňitleriň, jülgeleleriň düýbünde bolsa, ýeriň ýüzüne çykýarlar.

Beýikligi 3,3 km-den ýokarda çeşme akgydynyň moduly bary-ýogy $0,1 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$, 2,8–3,3 km beýiklikli eňňitlerde ol $1,2 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$, 2,3–1,3 km beýiklikde $5,4\text{--}12,4 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$, etekde beýiklik 0,85 km çenli peselende çeşme akgydynyň moduly $13,6 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$ -e çenli artýar. Derýalaryň jülgelelerinde derýa suwy bilen gidrawliki baglanyşygy saklaýan galyň teýgum suwlary kemala gelýärler. Dagara çöketlikleriň köpüsinde teýgum suwlarynyň akymyndan başga, olaryň basseýnleri döreýärler.



31-nji surat. Deňizde ýerleşen çäge adasyndaky teýgum suwlarynyň ýatýş shemasy:

- 1 – süýji suwlarynyň derejesi; 2 – deňiziň derejesi;
- 3 – süýji suw saklaýan çäge gatlagy; 4 – duzly suwly çäge gatlagy; 5 – süýji we duzly suwlaryň arasyndaky araçäk

6.5.2. Teýgum suwlarynyň hojalyk işlerinde ulanylyşy we zyýanly täsirleri

Teýgum suwlarynyň çeşme görnüşinde ýeriň ýüzüne çykýan ýerleri seýrek bolmaýar. Olar diňe ýokardan inýän (нисходящие) çeşmeler görnüşinde duşýarlar (30-njy surat). Olar ýapylaryň ýüzünde, basgançaklaryň kertlerinde, suwly we suw geçirmeýän gatlaklaryň araçäklerinde, suwly gatlaklaryň inçelip ýitýän ýerlerinde ýüze çykýarlar (mysal üçin, Bagyr obasynyň (Türkmenistan) günortasynda). Köplenç, çeşmeler ýerüsti suwlara (derýalara, bulaklara) gözbaş bolup hyzmat edýärler. Çeşmeleriň suwunyň harjy, temperaturasy, düzümi möwsümleýin üýtgäp durýar. Aýratyn giň gerimde üýtgeýänlere gowak suwlaryndan iýmitlenýän çeşmeler degişli. Dünýä boýunça belli çeşmelere harjy $40 \text{ m}^3/\text{s}$ -e deň Ras-el-Ain ýa-da «Çeşmeleriň patyşasy» (Türkiýe), Timawo (öňki Ýugoslawiýa) – $26 \text{ m}^3/\text{s}$, Gyzył çeşme (Başgyrdystan, Russiýa Federasiýasy) – $12\text{--}15 \text{ m}^3/\text{s}$ we başgalar degişli.

Teýgum suwlary suw üpjünçiliginde giňden ulanylýar. Köplenç, olar kiçeňräk ilatly oba-şäherleri suw bilen üpjün etmekde ulanylýar. Aýry-aýry ýerlerde olaryň gençleriniň (öwezi tebigy usul bilen dolýan gorralarynyň) uly şäherleri suw bilen üpjün etmäge ýeterlik ýataklary hem duşýar. Türkmenistanyň iň uly süýji teýgum suwlarynyň ýataklaryna Pöwrize ýerasty suw ýatagy (galyňlygy 300-400 metr), Ýasga suw ýatagy (süýji suwly ýatagyň meýdany 2000 km^2) [72] degişlidirler. Olar Türkmenistanyň paýtagty Aşgabady we Balkan welaýatynyň merkezi Balkanabady agyz-hojalyk suwy bilen üpjün etmekde uzak ýyllaryň dowamynda üstünlikli ulanylýarlar.

Teýgum suwlary ýeriň ýüzüne golaý ýatýanlygy we üsti suw geçirýän gatlaklar bilen örtülgi bolanlygy sebäpli, olaryň dürli hojalyk, senagat, durmuşy galyndylary bilen hapalanmak howpy hemişelik saklanýar. Ulanylmaga ýaramly teýgum suwlary döwlet kanunlary tarapyndan goralýar. Agyz-hojalyk suw üpjünçiligine ýaramly teýgum suwlarynyň gorralaryna howp saljak gurluşyk, önümçilik, hojalyk işleri çäklendirilýär, süýji suwly ýatagyň sanitar gorag zolagynda bolsa, olar düýpgöter gadagan edilýär.

Teýgum suwlarynyň peýdadan başga zyýanly täsiri hem bolup bilýär. Juda aşakda ýatýan suwlar ýerasty, suwasty gurluşyklaryň geçirilmegi-

ni kynlaşdyrýar. 10 metrden az çuňlukda ýatýan suwlar ýer titremäniň jaýlara, desgalara ýetirip biljek zyýanly täsirlerini artdyryp başlaýar. Ol täsirler ýerasty suwlaryň ýatýan çuňluga azaldygyça has güýçlenýär.

Eger teýgum suwlarynyň derejesi ýerleri zeýledýän **howply (kritiki) çuňluk** diýip atlandyrylýan çuňluga ýetse, onuň hojalyk işlerine, ýaşaýşyň köp taraplaryna zyýanly täsiri düýpli artýar.

Eger teýgum suwlarynyň girdeji görkezijileri (gelýän ýerasty akym, ýerüsti suwlaryň we ygalyň ýere siňip, teýgum suwlaryna goşulmagy, öýjüklerdäki buguň goýalyp, neme-damja öwrülmeği, ýerasty suw geçiriji desgalaradan ýitgiler we başg.) çykdaýjy görkezijilerden (gidýän ýerasty akym, ýerasty suwlaryň kapillýarlar boýunça ýokary galyp, bugaryp harçlanmagy, ýerasty suwlaryň ulanyş guýular we zeýkeş ulgamy arkaly çykarylmagy we başg.) artsa, teýgum suwlarynyň derejesi kem-kemden ýokary galýar.

Ýokary galýan teýgum suwlary bilen bilelikde hereket edýän kapillýar gaýma ýeriň ýüzüne çykan badyna, grawitasiýa (agyrlyk güýjüne) boýun egýän suw ýokary galmasyny togtadýar, artykmaç suwlar şol kapillýarlar boýunça atmosfera bug görnüşinde goşulyp harçlanýar. Bu ýerde Türkmenistanyň guraklyk klimatynda erkin bugarmanyň bir ýylyň dowamynda 2000 *mm* çemesi bolup, ýagýan ygaldan (100-250 *mm*) 10 essä golaý artykdygyny ýatlamak ýerliklidir.

Agzalan howply çuňluk howaly zolakdaky jynslaryň kapillýarlygyna, suw süzdürijiligine baglydyr. Hususan, bu çuňluk ýerasty suwlaryň kapillýarlar bilen ýokary galýan mukdarynyň şol ýerdäki iň köp topragüsti bugaryşa barabarlyga ýeten derejesi bilen kesgitlenýär. Türkmenistanda dagynyk çökündi jynslaryň ýatyş şertleriniň çylşyrymlylygy we dürlüligi nazarda tutulyp, çenalyş hasaplarda ortaça howply çuňluk ekin ýerleri üçin 2 *m*, şäherlerde 3 *m* diýlip kabul edilýär.

Ýerasty suwlaryň 2-3 *m*-den az çuňlukda ýatýan ýerlerine **zeýlän ýerler**, ýerasty suwlaryň şeýle çuňluga çenli ýokary galyp saklanma hadysasyna **zeýleme** diýilýär. Başgaça aýdylanda, eger ýerasty suwlaryň çuňluga 2-3 metrden az bolsa, ýeriň ýüzünden tä ýerasty suwlaryň ýatýan derejesine çenli aralyk yzgarlaýar, zeýleýär. Munuň sebäbi toýunsow jynslardaky kapillýar öýjükler arkaly teýgum suwlarynyň üznüksiz ýokary galmagy we bugaryşa harçlanmasy bolup durýar. Munuň netijesinde zeýlän ýerlerdäki topragyň, teýgumlaryň duzlulygy yzygiderli artýar.

Zeýleme hadysasy Türkmenistanda örän giň ýaýran. Zeýleme hojalygyň hemme pudaklaryna diýen ýaly uly zyýan ýetirýär. Ol amatsyzlyklaryň esaslaryna aşakdakylar degişlidir:

1. Zeýlemäniň netijesinde bugarýan suwlaryň düzümindäki duzlar ýeriň ýüzünde toplanýar, soňra ýagan ýagyşlar, ýuwuş suwlary olary aşak siňdirýärler. Şeýlelik bilen ýerler (toprak, teýgum) şorlanýar, ekerançylyga, gurluşyga düýpli zyýan ýetýär. Ekilen tohumlar kynlyk bilen gögerýär, gögerenleriň hem hasyllylygy pes bolýar. Ýere gömlen turbalary, kabelleri, jaýlaryň we ýerzeminleriň binýadyny we ş.m. duz iýip haraplaýar.

2. Hemişelik ýokary çyglylyga eýe bolan teýgumlaryň berkligi zeýleme zerarly juda peselýär, çöküjiligi artýar. Şol sebäpli gurulmaly jaýlaryň, desgalaryň düýbünü artykmaç çykdaýy harçlap abatlamaly, binýadyň inini ulaltmaly bolýar we ş.m.

3. Zeýlän ýerlerde salnan jaýlara ýer titremäniň zarbasy ýetende ýumrujy täsir güýçlenýär, bu bolsa artykmaç howpa, artykmaç çykdaýy çykarylmagyna sebäp bolýar.

4. Zeýlän ýerlerde gurluşyk işlerini, esasan-da, çuňaldylan binýatly we ýerasty desgalaryň gurluşygyny geçirmek juda kynlaşýar (suwy aýyrmak zerurlygy döreýänligi sebäpli).

5. Zeýlän ýerlerde ýaşaýyş şertleri ýaramazlaşýar, esasan-da, birgatly jaýlarda, köpgatly jaýlaryň birinji gatynda yzgar pola, diwara, ýorgan- düşege siňýär, hemişelik saklanýan ýokary çyglylyk adamlary guragyry keseline ýolukdyrýar. Zeý ýerzeminleri, tebigy oýlary we emeli çukurlary suwdan doldurýar, çybyn-çirkeýler üçin amatly şertler döreýär we ş.m.

Dünýä tejribesi boýunça zeýlemäniň garşysyna aşakdaky çäreleri ulanmak täsirli netijeleri berýär:

1) tebigy ýerasty akymyň çykyp gidýän bölegi kemter gelýän ýerlerde zeýkeşleri gurmaly hem-de olaryň göwnejaý we durnukly işlemegini gazanmaly; zeýkeş ulgamynyň taslamalaryny resmi seljerişden geçirmeli, täze gurulýan we durky täzelenýän zeýkeş ulgamlarynyň talabalaýyklygyny kepillendirmegi garaşsyz guramalara tabşyrmaly;

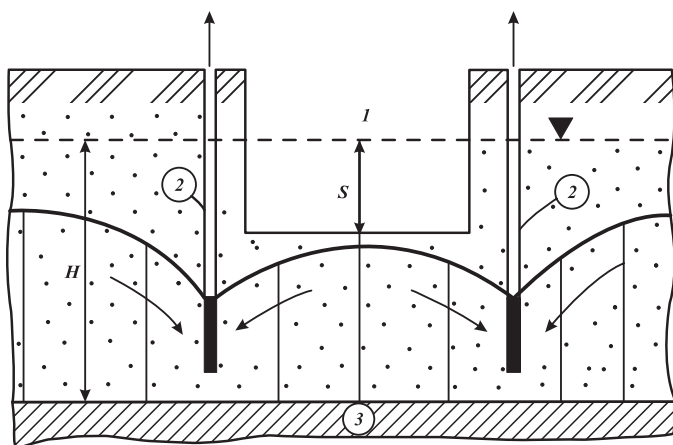
2) ýerasty suwlaryň artýan mukdaryny (zeýleme derejesine ýetirmezlik niýeti bilen) mümkinçilik bar ýerlerinde çykaryp alyp ulanmaly (ýerleri suwarmak, mallary suwa ýakmak üçin we ş.m.);

3) suwuň (suwaryş, agyz suwlarynyň, ýuwnup-ardynmak we gaýry niýet bilen ulanylýan suwlaryň) tygşytlý harçlanyşyny berjaý etmeli;

4) ekinleri suwarmagyň iň tygşytlý tärlerini, usullaryny ulanmagy kada görnüşinde ýola goýmaly we berjaý etmeli;

5) harçlanýan we ýitýän suwlary (turbageçirijilerden, ulanyjylardan) ölçemegi ýola goýmaly we ş.m.

Türkmenistanda suwarymly ekerançylykda ýerleriň zeýlemesine we sorlaşmasyna garşy açyk kese zeýkeşler ulgamy, şäher ýerlerinde taslanýan we ulanylýan jaýlaryň, desgalaryň teýkaryndaky teýgumlary çalykdirmek üçin dik zeýkeş guýulary ulanylýar (32-nji surat).



**32-nji surat. Gurluşyk hendeginiň gazylmaly ýerinde
teýgum suwlarynyň derejesiniň zeýkeş guýulary
arkaly pese düşürilişi:**

1 – gurluşyk hendegi; 2 – zeýkeş guýulary; 3 – suwabent gatlak;
S – ýerasty suwlaryň derejesiniň peselişi; H – suwly gatlagyň
deslapky galyňlygy

Türkmenistanyň suwarymly ekerançylyk ýerleriniň, uly şäherleriniň tutýan meýdanlarynyň köp böleginiň zeýlän ýagdaýyndygyny we zeýlemä garşy göreş çäreleriniň hemme ýerde üstünlikli geçmeýänligini nazarda tutup, şu ýerde paýtagtymyz Aşgabat şäheriniň mysalynda zeýlemäniň sebäpleri, oňa garşy göreş çäreleriniň taryhy, endişeleri we geljegi barada gysgaça maglumat berilýär.

Aşgabat şäheriniň tutýan meýdanynyň giňemegi, şäheriň suw üpjünçiliginiň gowulanmagy, şäheriň içiniň we daş-töwereginiň bagy-bossanlyk bilen örtülmeği şäheriň içine gapdalyndan, esasan, Garagum derýasyndan getirilýän suwlaryň mukdarynyň düýpli köpeldilmegine sebäp boldy. Bu suwlaryň ep-esli bölegi (käbir çaklamalara görä 20-40% çemesi) ýere siňip, ýerasty suwlaryň üstüne goşulýar. Şäheriň aşagyndaky suwly gatlaklar toplумы dag tarapdan gelyän ýerasty akymy we şäheriň çäginde ýere siňip, ýerasty suwlara goşulýan suwlary Garagum çölüne tarap akdyryp ýetişip bilmeýär. Azda-kände muňa Garagum derýasynyň hanasyndaky suwuň ýerasty suwlar bilen garpyşyp emele getiren ýerasty ysly (tutuş bitewi bolmadyk) böwedi-bökdenji hem täsir edýär. Netijede, Aşgabat şäheriniň sebitinde, esasan hem, şäheriň gündogar böleginde, demir ýoldan gaýrada ýerasty suwlar «howply» derejä çenli ýokary galdy.

Bu örän oňaysyz ýagdaýy düzetmek üçin ýerasty suwlaryň derejesini emeli usullar bilen peseltmek zerur. Şu maksat bilen 1974-nji ýylda Aşgabatda ýerasty suwlary çykaryp aýyrjak zeýkeş guýularynyň (skwažinalarynyň) onlarçasy burawlandy. 1990-njy ýyllara çenli olaryň sany 200-den geçdi. Emma ýerasty suwlaryň derejesi ýeterlik möçberde peselmedi. Munuň dürli sebäpleri bar:

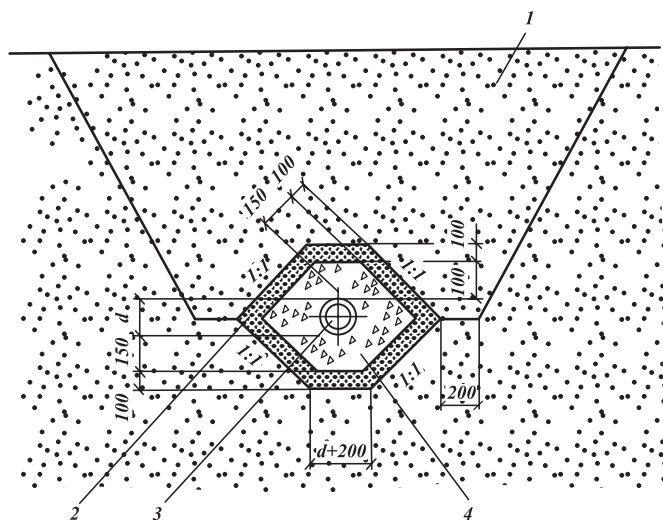
1. Şäheriň tutýan meýdanynyň we suw ýitgileriniň artmagynyň depginini işleýän zeýkeş guýularynyň sanynyň artma depgininden ýokary.

2. Dik zeýkeş skwažinalarynyň süzgüji suwly gatlagyň aşaky böleginde, ýagny 20-50 m çuňlukda ýokary suw berijilikli çagyl gatlagynda ýerleşdirilen. Nasosyň sormagy netijesinde guýa barýan suw ýeriň ýüzüne golaý ýatýan (2-15 m) az suwberijilikli çägesöw-toýunsow gatladan dikligine däl-de, esasan, aşakdaky çagylly gatladan keseligine gelyär. Netijede, ýerasty suwlaryň derejesi guýynyň töwereginde garaşylýan möçberde pese düşmeýär.

3. Umuman alanyňda, dik zeýkeş guýularynyň has aşakda ýerleşen süzgüjiniň üsti bilen üznüksiz suw sorduryşyň geçirilmegi netijesinde hem-de zeýkeşiň birnäçe metrlik töwereginde örän uly gidrawlik gradiýentiň hasabyna peseliş oýtумы döreýär. Emma suwly örtük gatlagynyň suw süzdürijiliginiň juda pesligi we şäherasty suw geçiriji ulgamlardan ýitgileriň hut şu ýokary gatladan bolup geçýänligi dik zeýkeşiň täsir radiusynyň artmagyna mümkinçilik bermeýär.

Zeýlemeden dynmak üçin dik zeýkeş guýularynyň süzgüjini gatlagyň ýokarky pes geçirijilikli (2-15 m), emma iýmitlenýän ýerine golaý ýerleşdirmek amatly ýaly. Emma bu usulyň esasy kemçiligi – süzgüji geçirijiligi pes gatlaklarda ýerleşdirilen zeýkeşlere geljek suwuň juda ujypsyz bolýanlygynda.

Süzdürijiligi pes gatlakdaky suwy çykaryp almak üçin, adatça, zeýkeşiň süzgüjiniň suwly gatlak bilen galtaşýan meýdanyny artdyrmak gerek. Biziň mysalymyzda suwly örtük gatlagyndaky suwy aýyrmak üçin gurnalmaly zeýkeşiň süzgüjiň uzynlygy şol gatlagyň galyňlygynyň azlygy bilen (5-15 m) çäklendirilýär. Süzdürijiligi pes örtük gatlakdan alynmaly zeý suwy önjeýli artdyrmagyň başga bir usuly zeýkeş guýusynyň diametrini artdyrmak we ony dik däl-de, ke-se ýerleşdirmekdir. Bu usul aýyk ganawlar gazylyp, içine degre-daşy ownuk çagyl bilen gabsalan süzgüç turbalar ulanylan şertlerde (dünýä tejribesiniň görkezişi ýaly) toýunsow gatlaklaryň zeýini aýyrmakda hem gowy netijeleri berýär (33-nji surat).



33-nji surat. Kämil däl kysymly turbaly zeýkeşiň kese kesimi:

1 – ýerli çäge; 2 – aram möçberli çäge; 3 – turba; 4 – ownuk çagyl
ýa-da jyglym

Emma bu (umuman, amatly) usulyň Aşgabat şäherinde ulanylmagyna 2 sany düýpli päsgelçilik bar:

1) ganawyň düýbi, ýagny kese zeýkeşiň ýatmaly çuňlugy 2–3 metrden köp bolsa, suwýarsuwlary (плывуны) zerarly ganawlar kenarynyň akyp-süýşüp ýumrulmagy sebäpli bada-bat gömülýär. Ýerasty suwlaryň derejesini ganaw gazmadan ön wagtlaýyn peseltmek (mysal üçin, inňepisint suw sorduryjy desgalary ulanyp) we soň kese zeýkeşleri gurnamak juda gymmat düşjek;

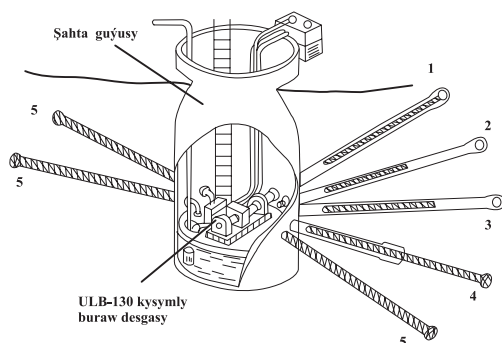
2) ganaw gazyş işleri şäheriň ýerüsti we ýerasty desgalarynyň gür ýerleşen ýerlerinden geçmeli boljak. Eýeçiligiň dürli görnüşlerine we dürli pudaklara degişli ownukly-irili desgalary söküp-düzmek işi hem örän çylşyrymly we süýrenişikli bolýar.

Şäheriň ýerüsti desgalaryny söküp aýyrman, şol bir wagtda-da pes geçirijilikli suwly gatlakdaky teýgum suwlarynyň derejesini peseltmek maksady bilen 2001-nji ýylda Aşgabadyň aşagynda (ýagny 15–25 m çuňluk aralygynda) zeýakabaly aragatnaşyk tunnelini gurnamak barada karara gelindi.

Bu ägirt desgany gurnagyň esasy maksady paýtagtyň zeýlän ýerlerini abatlamakdyr. Şäheriň zeýlän ýerlerindäki jaý-desgalaryň ýer titremäniň täsirine durnuklylygyny gazanmak maksady bilen ýerasty suwlaryň derejesini azyndan 6 metre çeňli pese düşürmek niýetlenilýär.

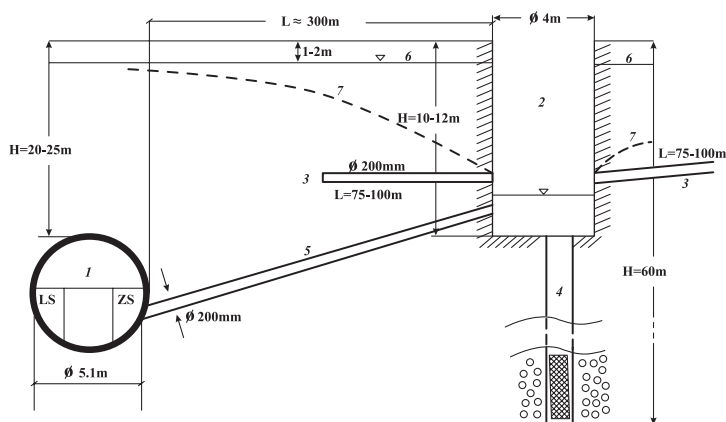
Bu başlanan işler we deslapky netijeler boýunça şulary bellemeli:

1. Ýeriň ýüzünden siňip, gowşak geçirijilikli örtük gatlaklarynda toplanýan zeý suwy önjeýli aýyrmak maksady bilen tunneliň iki tarapyndan 200–300 m aralykda ýerleşýän, diametri 4 m-e, çuňlugy 10–12 m-e deň bolan şahtalar (giň guýular) gazylýar. Her şahtanyň içinden 9–10 m çuňlukda uzynlygy 75–100 m-lik 5 sany kese zeýkeş guýulary (skwažinalar) burawlanýar. Şöhlepisint kese zeýkeşler Russiýa Federasiýasynyň ULB-130 kysymly buraw stanogy bilen şeýle yzygiderlikde gazylýar (*34-nji surat*): 1 – kese skwažina-şnek usuly bilen burawlanýar; 2 – skwažinadan burawlaýjy iş instrumenti çykarylýar; 3 – oturtma turbalaryň içinde süzgüç oturdylýar; 4 – oturtma turbalary yzyna sogrulyp çykarylýar; 5 – taýyn kese zeýkeş skwažinalary akabaly suw toplaýjy bolup hyzmat edýär. Hasaplamalara görä, her kese zeýkeş skwažinasyndan ortaça 2 l/s, jemi 10 l/s, ýene-de 2 l/s suw aşaky çagylyly gatlakdaky suwuň ýokary dyňzawyny peseltmek üçin şahtanyň düýbünden gazylýan çuňlugy 60 m-lik dik zeýkeş guýusyndan çykarylýar, jemi şahta boýunça 12 l/s suw öz akymyna toplanmaly.



34-nji surat. Şöhlepesint kese zeýkeşi gurnamagyň tehnologik shemasy

Şahta tebigy dyňzaw zerarly akyp gelyän suwlar has aşakdan geçýän tonneliň zeý suw bölümine öz akymyna ugratmak üçin şahtadan uzynlygy 200–300 m, ýogynlygy 20 sm-e deň sepleýji turba geçirijileri gurulmaly (35-nji surat).

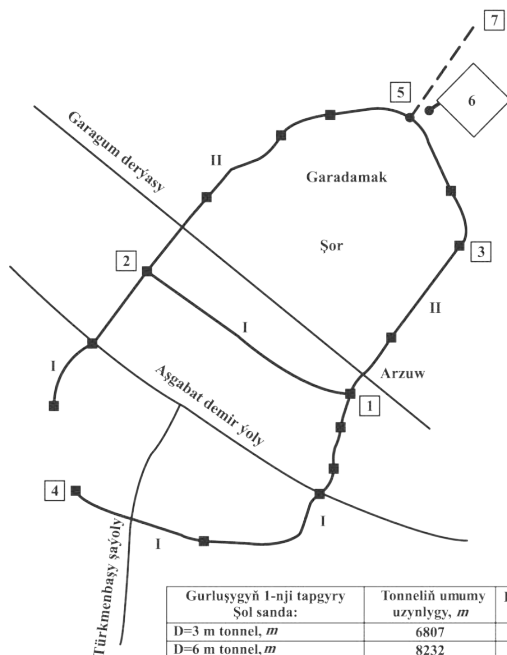


35-nji surat. Kese zeýkeşlerden we dik zeýkeş skwažinasyndan şahta toplanýan suwuň tonnele ugradylyşynyň ýönetleşdirilen shemasy:

1 – tonnel (LS–lagym suwlaryny akdyrýan bölge; ZS–zeý suwlaryny akdyrýan bölge); 2 – zeý suwlaryny toplaýjy şahta; 3 – şöhlepesint kese zeýkeşler (her şahtada 5 sany); 4 – şahtanyň düýbünden burawlanan suwly gatlagyň aşakdaky ýokary geçirijilikli böleginiň dyňzawyny peseldiji dik zeýkeş guýusy; 5 – şahta toplanýan zeý suwlary tonnele akdyryjy turbageçirijisi; 6 we 7 – ýerasty suwlaryň derejeleriniň deslapky we peseldilen ýagdaýlary

2006-njy ýylyň maglumatlaryna görä, tonneliň 6 m inli günorta zeý suw toplajy böleginde şeýle şöhlipsisint zeykeşli şahtalaryň 32 sanysy bolmaly.

Tonneliň lagym we zeý suw akdyryjy bölekleri galkan toplumyny düzülip-sökülýän kameralardan (монтажно-демонтажная щитовая камера – МДЩК) demirgazykda 3,0 m diametr bilen geçilip, Şor–Garadamak obasynyň golaýynda bir ýere birigýär. Bu ýerde şäherden çykýan lagym suwlar 300 müň m^3/g -g öndürilijiligi bolan arassalaýjy ulgam arkaly (канализационная очистная система - КОС) arassalanýar we zeý suwlara goşulýar (36-njy surat).



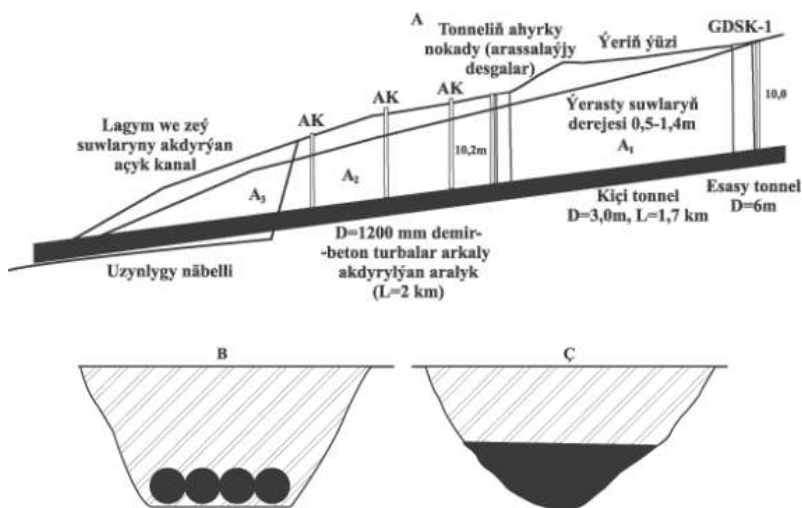
Gurluşygyň 1-nji tapgyry Şol sanda:	Tonneliň umumy uzynlygy, m	Doly gutarylan, m	Galany, m
D=3 m tunnel, m	6807	6807	0
D=6 m tunnel, m	8232	7523	709
Tonneliň kameralary	12	12	0
Şöhlipsisint zeykeşler	32	32	0
Gurluşygyň 2-nji tapgyry Şol sanda:	Tonneliň umumy uzynlygy, m	Doly gutarylan, m	Galany, m
D=3 m tunnel, m	6981	5073	1944
D=6 m tunnel, m	8641	973	7668
Tonneliň kameralary	10	3	7

36-njy surat. Aşgabat şäheriniň. zeyakabaly aragatnaşyk tonneliniň 2006-njy ýylyň 14-nji noýabryndaky ýagdaýy:

1÷4 – tonneldäki galkan toplumynyň düzülýän (3), sökülýän (4), düzülýän hem sökülýän (1, 2) kameralary; 5 – şäheriň lagymsuw nasos stansiýasy;

- 6 – hapa suwlary arassalaýjy desgalar ulgamy (kuwwaty 300 müň m^3 g.-g);
 7 – zyňyndy suwlaryň ahyrky ýetmeli nokady. ■ – tonneldäki aralyk kameralar; I - tonneliň $D = 6$ m, uzynlygy 16,8 km bolan toplaýjy bölegi;
 II - tonneliň $D = 3$ m, uzynlygy 13,7 km bolan zyňyndy suwlary akdyryjy bölegi

Arassalanan lagym suwlaryň we zeý suwlaryň indiki geçmeli ýoly 2 km aralyga 10,2–8,5 m çuňlukda $d = 1200$ mm turbalar arkaly amala aşyrylýar. Öz akymyna akyp, 8,5 m çuňluga çenli baran suwlaryň soňky ýoly Tozanly obasyna çenli açyk zeýkeşiň kömegi bilen ýeriň ýüzüne çykýança ugradylyar (37-nji surat).



37-nji surat. Lagym we zeý suwlarynyň galkanlaryň düzülýän-sökülyän 1-nji kamerasyndan (GDSK-1) Tozanly obasyna çenli aralykda geçirilişiniň taslanýan shemasy:

- A – suwlaryň tonnel (A_1), turbaly geçiriji (A_2) we açyk kanal arkaly geçirilýän ýeriniň (A_3) boýun (uzaboýna) kesigi; AK – aralyk kameralar;
 B – arassalanan lagym suwlaryň we zeý suwlaryň demir-beton turbalar arkaly akdyrylýan böleginiň kese kesigi (turbalaryň $D=1200$ mm, gömülmeli ortaça çuňlugy 10,2-8,5 m, her turbanyň akdyryş harjy 130 müň $m^3/g.-g.$, jemi 520 müň $m^3/g.-g.$);
 Ç – zyňyndy suwlaryň açyk kanal arkaly akdyrylmaly böleginiň kese kesigi (relýefiň peselmegi zerarly suwuň 8,5 metr çuňlukdan ýeriň ýüzüne çykmalý bölegi)

Hasaplamalara görä, ýeriň ýüzüne çykarylan suwlar suwarymly ekerançylykda ulanmaga, ýagny maldarçylygyň ot-ýým bazasyny art-dyrmaga mümkinçilik berer.

Şäheriň çäginde çykarylan suwlaryň bir bölegini ýene yzyna-şähre getirip, suwaryş we tehniki suw üpjünçiliginde ulanylmak mümkinçiligi hem aradan aýrylmaýar.

6.6. Artezian suwlar

Suwlaryň bu kysymynyň ýatys şertleri örän köp dürli, çylşyrymly we esasan, sebitiň geologik gurluşyna bagly. Ýer gabygynyň esasy struktura bölekleri bolup hyzmat edýän platformalarda we ýygirtly-daglyk sebitlerde şeýle elementler (gatlar) bölünip çykarylýar: örän güýçli ýygirtlanmalary – bozulmalary başyndan geçiren intruziw, effuziw, metamorfik jynslardan düzülen **aşaky gat (binýat)**, çökündi we çökündi-metamorfik jynslardan düzülen **ortaky gat**; öňkülerden has ýaş we ýumşak çökündilerden düzülen **ýokarky gat**. Sanawda görkezilen dag jynslarynyň massiwiniň elementleri onuň gidrogeologik strukturasyny düzýärler. N.I.Tolstihiniň, I.K.Zaýsewiň we W.A.Kirýuhiniň bilelikde işläp düzen shemasyna laýyklykda esasy gidrogeologik strukturalara gidrogeologik massiwler, artezian we wulkanik basseýnler degişli.

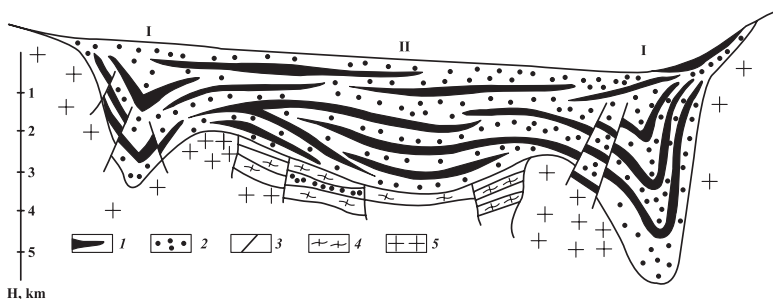
Gidrogeologik massiw – adatça, aşaky (käte aşaky we ýokarky) gatdan düzülýär, suw jaýrykly-öýjükli magmatik we metamorfik jynslarda saklanýar. Güýçli jaýryklaşan zolagyň galyňlygy birinji onlarça metrden ýüzlerçe metre çenli ýetýär. Gidrogeologik massiwler platformalaryň çäginde giňişligi düzýän ýumşak çökündileriň arasyn-dan çykyp duran şit (galkan) görnüşinde duşýarlar. Olara mysal edip Baltik şitini, Rus platformasynda Ukrain kristallik massiwini, Sibir platformasynda Anabar we Aldan şitlerini görkezip bolar. Ýygirtly-daglyk sebitleriň we ýaş platformalaryň çägendäki gidrogeologik massiwleriň has çylşyrymly gurluşy bardyr. Mysal üçin, Ural we Kawkaz sebitlerinde olar artezian basseýnleri bilen aralaşyp gelýärler.

Artezian basseýnleriň üç gatly gurluşy bolýar we olar ýer gabygynyň ýygirtly strukturasynyň otrisatel böleklerinde sinklinoriýalarda, sinklinal-larda, brahisinklinallarda, grabenlerde, monoklinallarda duşýarlar. Agza-lan strukturalaryň ýer gabygynyň tektonik elementleriniň haýsy ýerinde

duşýanlygyna baglylykda artezian basseýnleriň platforma, geosinklinal we geçiş görnüşleri bölünip çykarylýar. Ýygirtly-daglyk sebitlerde käte birikdirilen artezian superbasseýnleri hem bölünip çykarylýar.

Her artezian basseýniň binýady kristallik, magmatik we metamorfik jynslardan düzülýär we ýokardan galyň çökündi gatlaklar bilen örtülýär. Çökündi gatlaklaryň, köplenç, jaýrykly we öýjükli bolýanlygy sebäpli, olar kollektorlyk häsiýete eýe bolýarlar we ýerasty süýji, mineral suwlaryň, gorabalaryň ummasyz uly gorlaryny özünde saklaýarlar.

Platforma kysymly artezian suwlar platformanyň çäginde kristallik binýadyň çöket ýerinde duşýarlar. Köplenç, şeýle basseýnler tabakpisintli, ini-boýy deňe golaý bolýar (38-nji surat). Platformada ýerleşen şeýle basseýnleriň utgaşmasy artezian basseýnleriň welaýatyny (oblastyny) emele getirýärler: Orta Rus, Hazarýaka, Garadenizýaka artezian basseýn toplumlary we ş.m. Her basseýnde gidrogeologik kesigiň düzümine arasy sebitleýin hem-de ýerli suwabent gatlaklar bilen üzülen suwly toplumlar we gatlaklar girýärler. Ol basseýnleriň araçäkleri binýatdaky suwaýyrtlar boýunça geçirilýän hem bolsa, olaryň özara gidrawlik baglanyşyklydygyny bellemeli.

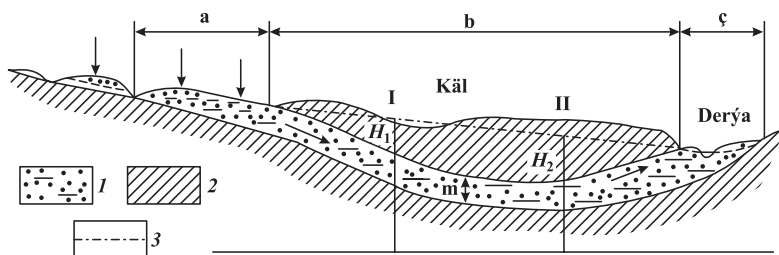


38-nji surat. Geosinklinal (I) we platforma kysymly (II) artezian basseýnleri özünde saklaýan artezian welaýatynyň shemasy:

1 – sebitleýin ýaýran suwabent; 2 – ýokarky struktura gatlagynyň kollektor gurşawy; 3 – tektonik bozulmalar; 4 – aşaky struktura gatlagynyň kristallik slanesleri; 5 – intruziw dörentgiler

Platforma kysymly artezian basseýnleriň iýmitlenişi olaryň ýerleşýän yeriniň daş ýüzünden bolup geçýär. Ýokardan seredilende olar halka ýa-da ýarym halka şekilli bolýarlar. Ol suwlaryň yerin ýüzüne çykmasy basseýniň

ortasyna golaý ýerleşen oýlarda, akabalaryň, kölleriniň çäginde bolup geçýär. Kábir artezion basseýnleriniň çäginde ýeke-täk suwly toplumyň ýa-da suwly gatlagyň duşýan ýerleri hem bar (39-njy surat).



39-njy surat. Artezian basseýniň gurluşynyň shemasy

(A.N.Owçinnikow boýunça üýtgetmeler bilen) [30]:

a – iýmittenme we dyňzaw döreme sebiti; b – dyňzawyň ýaýraýan sebiti; c – ýeriň ýüzüne çykyp harçlanýan sebit; 1 – suwly jynslar; 2 – suwabent jynslar; 3 – pýezometrik dereje; m – artezion suwly gatlagyň galyňlygy; H_1 we H_2 – I we II kesikleriň pýezometrik dyňzawlary

Şäherleri we obalary suw bilen üpjün etmekde platforma kysymly artezion basseýnleriň ähmiýeti uludyr. Muňa Moskwa we Pariž artezion basseýnlerini mysal getirip bolar.

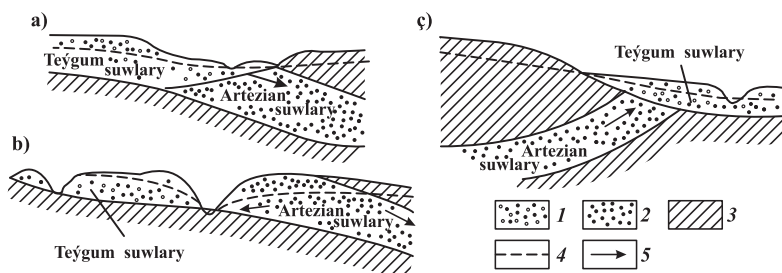
Ýygirtly-daglyk kysymly artezion basseýnler Ýeriň ýüzünde inçeden uzyn uzalyp ýatýsy, ýokarky struktura gatyna degişli gatlaklarynyň eňaşak ýatýsy we tektonik bozulmalary bilen häsiýetlendirilýärler. Bu basseýnlerdäki dag jynslary köplenç slaneslerden, kristallaşan hekdaşlardan we ýuka gatlakly çägedaşlardan düzülýärler. Basseýniň çäginde sinklinal we antiklinal strukturalar gezekleşip düsýarlar (Donbasyň ýygirtly strukturalary).

Geçiş kysymly artezion basseýnler platforma we ýygirtly-daglyk kysymly artezion basseýnleriň alamatlaryny özünde saklaýarlar (Donbasyň ýura we ýokarky hek artezion basseýnleri).

Artezian suwlaryň pýezometrik derejesine fiziki-geografik şertler, ýylyň passyllary juda az täsir edýärler.

Artezian suwly gatlaklaryň dyňzawy maýyşgak režimde üýtgeýär, gatlakdan suw çykarylýp alnanda bolup geçýän prosesler suwly gatlagy düzýän jynslaryň we olaryň boşluklaryndaky suwuklygyň maýyşgak häsiýetine bagly bolýar.

Artezian suwlar teýgum suwlary bilen iýmitlenýän sebitinde hem-de harçlanýan sebitinde düzümi boýunça özara bagly bolýarlar. Ol suwlaryň derejeleriniň özara gatnaşygyna baglylykda artezion suwlar iýmitlenýär (40-njy a we b suratlar) ýa-da harçlanýar (40-njy ç surat).



40-njy surat. Artezian we teýgum suwlarynyň özara täsirleşmesi:

a – artezion suwlar teýgum suwlaryndan iýmitlenýärler; *b* – artezion suwlar teýgum suwlaryna öwrülýärler; *ç* – teýgum suwlary artezion suwlaryň hasabyna iýmitlenýärler;

1 – çetwertik döwrüniň suwly ýumşak çökündileri; 2 – ene gatlaklaryň suwly gatlaklary; 3 – suwabent jynslar; 4 – suwuň derejesi; 5 – suwuň hereket ugry

Suwly toplumlaryň iýmitlenmeginde käwagt dyňzawlaryň tapawutlaryna baglylykda ýokarky suwly toplumdan suw aşaka ýa-da tersine akyp geçip bilýär.

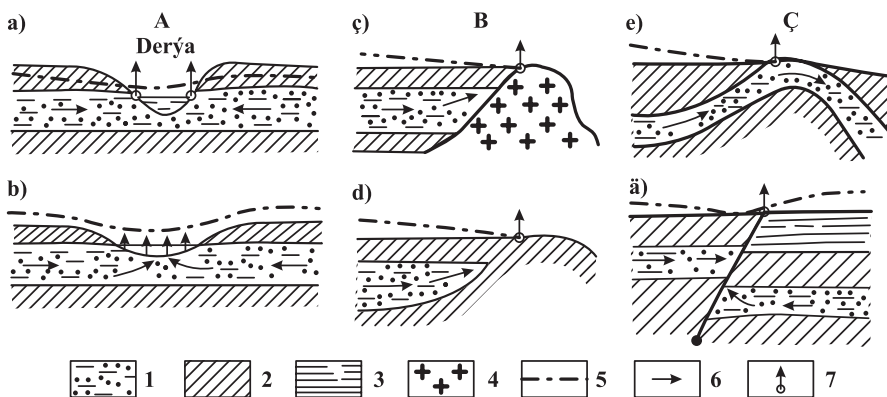
Suwuň dyňzawynyň ýaýrawy artezion basseýniniň meýdanynda bolup geçýär.

Üsti suw geçirmeýän (suwabent) gatlak bilen örtülen suwly gatlak haýsy-da bir skwažina (guýy) bilen açylanda, ondaky suw belli beýiklige çenli ýokary galýar. Gatlagyň depesinden dyňzawly suwuň ýokary galyp bilýän beýikligine (metrde ölçelýär) **dyňzaw (напор)** diýilýär. Dyňzaw suwuň potensial energiýasynyň goruny kesgitleýär. Artezian basseýniň suwly gatlaklaryna (toplumlaryna) **dyňzaw derejeleri** mahsusdyr. Olar **pýezometrik derejeler** diýlip atlandyrylýarlar.

Artezian suwlaryň harçlanýan sebiti onuň iýmitlenýän sebiti bilen deňeşdirilende has pes absolýut belentliklere eýedir. Harçlanýş sebiti, adatça, aýyk (aşakdan ýokaryk çykýan çeşmeler) ýa-da ýaşyryn ojaklar (çetwertik döwrüniň çagyly-çägeli gatlaklaryna, derýanyň hanasyna, deňziň düýbüne harçlanmak) görnüşinde bolýar. A. M. Owçinnikow gady-

my we häzirkir zaman harçlanyş ojaklaryny bölüp çykarýar. Häzirkir zaman harçlanyş ojaklaryny ol tebigy, emeli, açyk we ýaşyryn görnüşlilere bölýär.

Artezian suwlaryň harçlanýan **tebigy** açyk ojaklaryna jaranlaşmadan (eroziýadan) döränler, derýa jülgelerinde duşýan ýerli ýüze çykmalar, çölde ýüzüniň çägeleri ýel bilen sowrulyp äkidilen oýlar ýa-da çökertlikler, bökdençliler (barýerliler – artezion suwlaryň hereket edýän ýolunyň beklenen ýerleri), tektonik bozulmalar, ýygirtly-daglyk sebitde antiklinal strukturalar we başgalar (41-nji surat) degişlidir.



41-nji surat. Artezian suwlaryň harçlanýan açyk ojaklarynyň görnüşleri [43]:

A – jaranlaşma ojaklary (a – derýa jülgelerinde; b – relýefiň erozion-tektonik çökertliklerinde); B – bökdençli (ç – magmatik ýa-da beýleki jynslaryň ýerasty suwlaryň hereketiniň önünde döredýän bökdenji; d – suwabent gatlagyň ýygirtlynyň bökdenji);

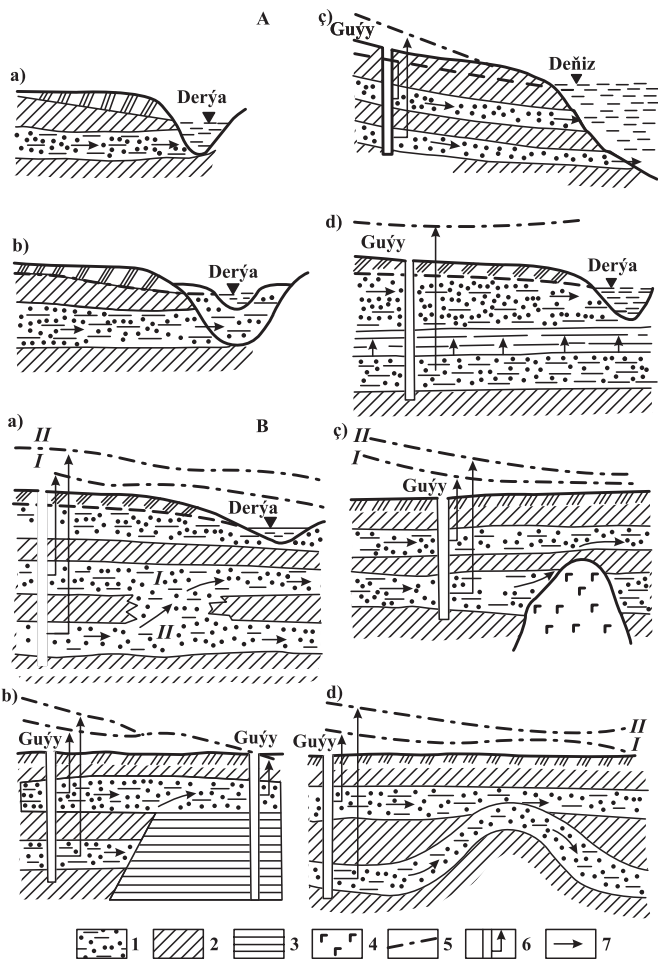
Ç – struktura-tektonik (e – suwly gatlagyň gümmez bölegi;

ä – ýerasty suwlary çykarýan tektonik zyňylma);

1 – suwly gatlag; 2 – suwabent jynslar; 3 – şertli suwabent jynslar;

4 – dyklyz magmatik jynslar; 5 – dyňzawly suwlaryň derejesi; 6 – ýerasty suwlaryň hereketiniň ugry; 7 – artezion suwlaryň harçlanýan ojagy

Ýaşyryn ojaklar daşkylara we içkilere bölünýärler. Ýaşyryn daşky ojaklara *subfýuwal* (suwly gatlagastylar–derýa hanalaryna we derýa çökündilerine çykýan artezion suwlar), *submarin* (deňziň düýbünden çykýan çeşmeler) görnüşinde bolup bilýärler (42-nji surat).



42-nji surat. Artesian suwlaryň harçlanýan ýaşyryn ojaklary [43]:

A – dyňzawly ýerasty suwlaryň harçlanýan daşky ojaklary:

a we b – suwly gatlakasty: a – derýanyň hanasynyň düýbünde;

b – çetwertik döwürüň derýa çökündilerinde; ç – deňizasty (submarin) ojagy; d – dagynyk harçlanma (şertli suwabent gatlagyň üsti bilen);

B – artesian suwlaryň harçlanýan içki ojaklary: a – suwabent toplumyň içindäki süzdüriji ötüklerniň üsti bilen; b – üsti örtülen tektonik bozulmalar;

ç – duz böwetleri, gümmezleri, intruziýalar we başg. ýaşyryn bökdençler;

d – ýerasty ýygirtlanmalaryň gümmez bölegi;

1 – suwly jynslar; 2 – suwabent jynslar; 3 – şertli suwabent jynslar;

4 – duz çökündileri; 5 – pýezometrik derejeler; 6 – pýezometrik dyňzawlar;

7 – artesian suwlaryň hereket ugurlary; I-II – suwly gatlaklar

Käwagt şeýle harçlanmalar aşa uly bolup bilýär. I.M.Çernenkonyň maglumatlaryna görä, Aral deňziniň düýbünden ýeriň ýüzüne çykýan artezian suwlaryň harjy $176 \text{ m}^3/\text{s}$ -e ýa-da $5,5 \text{ km}^3/\text{ýyla}$ ýetýär. Ýerasty akgydyň Dünýä ummanyna goşulýan jemi ýerasty suwlarynyň mukdary (artezian we teýgum sawlaryna bölmezden) $2460 \text{ km}^3/\text{ýyl}$ -a barabardyr [71].

Artezian basseýnleri, adaty, suw geçiriji we şertli suwabent gatlamasy görnüşinde duşýar. Suwly gatlagyň möçberleri näçe dur-nukly, onuň ýymitlenýän sebitiniň meýdany, şeýle-de ýymitlenýän we harçlanýan sebitleriň arasyndaky beýiklik tapawutlary näçe uly bolsa, artezian basseýnleriň suwy şonça-da bol bolýar.

Artezian basseýnleriň köpüsiniň suwlary süýji ýa-da şorumtyk, gidrokarbonatly-hlorly-sulfatly-natrili-kalsili düzümlü we agyz-ho-jalyk suw üpjünçiliginde ulanylmaga ýaramly bolýarlar. Olaryň duz-lulygy ýymitlenýän sebitinden harçlanýan sebitine çenli kem-kemden artýar, emma aglaba şertlerde 10 g/dm^3 -dan geçmeýär.

Bu suwlar, köplenç, mineral suwlara degişli bolýarlar, sebäbi düzüminde dürli gazlary, demriň, kremniniň, organiki maddalaryň ýokary mukdaryny saklaýarlar.

6.7. Gidroizogips we gidroizopýez kartalary barada düşünje

Eger teýgum suwlarynyň derejesi dürli nokatlarda bir wagtda ölçe-len bolsa, onda suwlaryň ýatys üstüni karta geçirip bolýar. Munuň üçin ölçeği geçirilen hemme guýular (skwažinalar), çeşmeler takyk topo-grafik karta geçirilýär. Ýerasty suwlaryň ýatys şertleri kartalarda iki hili görkezilýär: suwuň derejesiniň ýeriň ýüzünden aşakda ýatan çuňlугy boýunça (çuňluk kartalary) we suwuň derejesiniň deňiz derejesinden beýikligini (pesligini) görkezýän kartalar (deňdereje kartalary).

Teýgum suwlarynyň ýatys çuňlугy gidrogeologik skwažinalaryň burawlanmaly ýerleri, jaýlaryň-desgalaryň binýatlarynyň ýerleşdiril-meli çuňlугy anyklananda, ýerleri çalykdyrmak üçin zeykeş ulgamy taslananda we ş.m. hasaba alynýar. Gidrogeologik kartalaryň arasynda

iş yüzünde möhüm ähmiýete eýe bolýanlarynyň biri ýerasty suwlaryň deňiz derejesinden näçe ýokarda (ýa-da aşakda) ýatýandygyny görkezýän karta, ýagny teýgum suwlarynyň **deňdereje (gidroizogips) kartasydyr**. Şeýle kartany gurmak üçin, ilki bilen, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna ýetýän guýular toplumynyň (azyndan 10-20 guýynyň) ýerleşýän nokatlary takyk topografik karta geçirilýär. Soňra her guýudaky suwuň derejesiniň deňiz derejesinden näçe ýokardadygyny ýa-da aşakdadygyny kesgitlemeli. Munuň üçin guýynyň agzynyň beýiklik belliginden suwuň çuňlugyny aýyrmaly. Soňra guýularyň arasynda suwuň derejesiniň deňbeýiklikli nokatlary her 1; 2; 5 ýa-da 10 metrden birikdirilýär. Şeýle kartalary gurmak üçin interpolýasiýa usuly ýa-da has önjeýli usul bolan paletka usuly ulanylýar [17]. Şeýle kartalar aşakdaky soraglary çözmäge mümkinçilik berýär:

1) ýerasty suwlaryň hereket ugruny; munuň üçin deňbeýiklikli çyzygyň (gidroizogipsiň) islendik nokadynda perpendikulýar çyzyk geçirmek ýeterlikdir; suwuň hereketi şol perpendikulýar boýunça uly bellikden kiçi bellige tarapdyr;

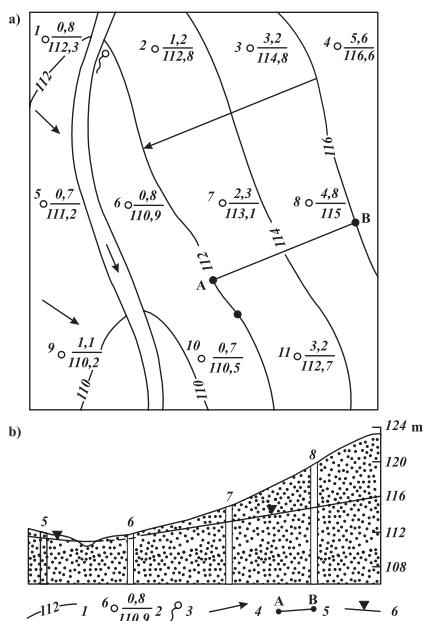
2) berlen ugur boýunça ýerasty suwuň eňňitligini kesgitläp bolýar (eňňitlik ulaldygygyça deňbeýiklikli çyzyklaryň arasy golaýlaşýar);

3) islendik ýerde ýerasty suwlaryň ýatýan çuňluguny kesgitläp bolýar, munuň üçin ýeriň ýüzüniň absolýut belliginden suwuň absolýut belligini aýyrmak ýeterlik;

4) deňdereje kartasy ýerasty we ýerüsti suwlaryň özara gatnaşygyny (iýmitleniş, harçlanyş ýagdaýyny) kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Agzalanarlara kömekçi görkezme esbap hökmünde teýgum suwlarynyň deňdereje kartasynyň we kesiginiň bir bölegi hödürlenýär (43-nji surat).

Gatlagara dyňzawly (artezian) suwlar üçin gidroizogips kartalarynyň deregine **gidroizopýez kartalary** düzülýär. Ol kartalarda görkezilýän deňdyňzawly çyzyklar şol nokatda dyňzawly gatlak açylanda gatlagara suwuň näçe beýiklige çenli ýokary galyp biljekligini görkezýär.



43-nji surat. Teýgum suwlarynyň deňdereje kartasy we 5-8-nji guýular boýunça gurlan gidrogeologik kesik:

- 1 – absolýut bellikli gidroizogipsler (suwuň deňdereje çyzyklary);
 2 – guýy (çepde–guýynyň belgisi (nomeri); sagda–sanawjyda suwa çenli çuňluk; maýdalawjyda – teýgum suwlarynyň derejesiniň absolýut bellegi; 3 – çeşme; 4 – teýgum suwlarynyň hereket edýän ugry; 5 – gidrawlik gradiýent (teýgum suwlarynyň eňňitligi),

$$\text{ölçelýän meýdança: } I = \frac{H_B - H_A}{L_{BA}} = \frac{(116 - 112)}{560} \approx 0,007;$$

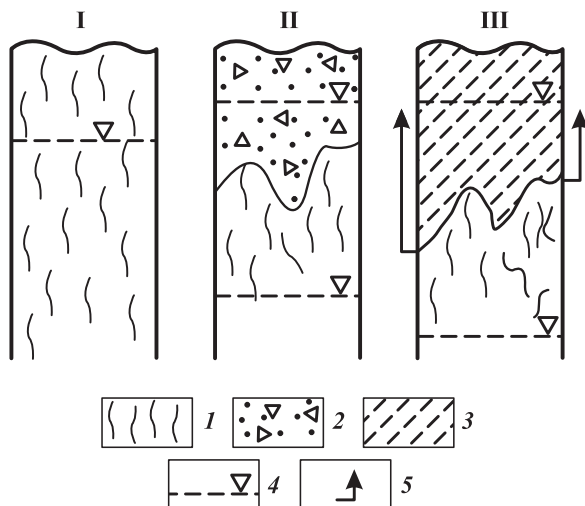
6 – teýgum suwlarynyň derejesi

7. DÜRLI KYSYMLY WE DÜRLI BÄHBITLI ÝERASTY SUWLAR

7.1. Jaýryk we karst suwlary

Jaýryk we karst suwlary ýatys şertleri boýunça teýgum suwlaryna I (we II) ýa-da artesian suwlara (III) degişli bolýarlar (44-nji surat). Bu şertde olara 6-njy bapda beýan edilen häsiýetnama ýerlikli-

dir. Şol bir wagtda-da aýry-aýry ýerlerde olaryň teýgum suwlaryndan we artezian suwlardan düýpli tapawutlylygy, ilkinji nobatda hereket edýän ýolunyň iri boşluklardan (jaýryklar, damarlar, köwekler) geçýänligi sebäpli, olar ýerasty suwlaryň aýratyn kysymyna degişli hasaplanýar. Aşakda ol suwlara gysgaça häsiýetnama berilýär.



44-nji surat. Jaýrykly jynslaryň howaly zolakda ýerleşişiniň dürli görnüşleri:

- 1 – bitewidaş jaýrykly jynslar; 2 – geçirijiligi ýokary dagynyk jynslaryň çökündileri; 3 – gowşak geçirijilikli dagynyk jynslar;
4 – suwly gatlagyň aşaky serhedi we dyňzawynyň ýetýän derejesi; 5 – teýgum suwlarynyň ýerli dyňzawy

7.1.1. Jaýryk suwlary

Dag jynslarynyň bitewiliginiň bozulyşyna baglylykda ýerasty suwlar **gatlak-öýjük suwlaryna we jaýryk-damar suwlaryna** bölünýärler. Sementleşmedik çägesow-toýunsow jynslarda örän giň ýaýran gatlak-öýjük suwlary bölünip çykarylýar. Bu suwlar ynsanly döwürde (Q) dörän jynslardaky ýerasty suwlaryň ýeke-täk diýen ýaly görnüşidir. Olar şeýle-de platformalarda dürli geologik eýýamlara (kaýnozoydan proterozoýa çenli) degişli gatlaklarda duşýarlar.

Öýjükli çökündi jynslarda jaýrykly teksturanyň döremegi çäkli ýaýran jaýryk-öýjük suwlarynyň synpyny bölüp çykarmaga mümkinçilik berýär.

Ýerasty suwlaryň süzülme hereketiniň berjaý edilmeginde jaýryklaryň esasy ýol bolup hyzmat etmegi, jaýryk ýerasty suwlarynyň özbaşdak synpynyň bölünmegine ygtyýar berýär.

Jaýryk-damar ýerasty suwlarynyň ýaýrawy dag jynslaryndaky jaýryk böwşeňlikleriň gelip çykyşy (şejeresi) bilen bagly. Ol şejereleriň esasylyryna litogenetiki, tektonik we ekzogen jaýryklylyklar degişli.

Litogenetiki jaýryklylyk magma sowanda (magmatik jynslaryň kontraksiýa jaýryklylygy), metamorfizmde (metamorfik jaýryklylyk), çökündileriň epigenezinde (diagenetik jaýryklylyk) döreýär.

Tektonik jaýryklylyk epilmeler we ýygirtlylyk emele gelende (epilme jaýryklylygy) we bitewidaş jynslaryň süýşmeli bozulmalarynda döreýär (Köpetdag termal zolagy we ş.m.).

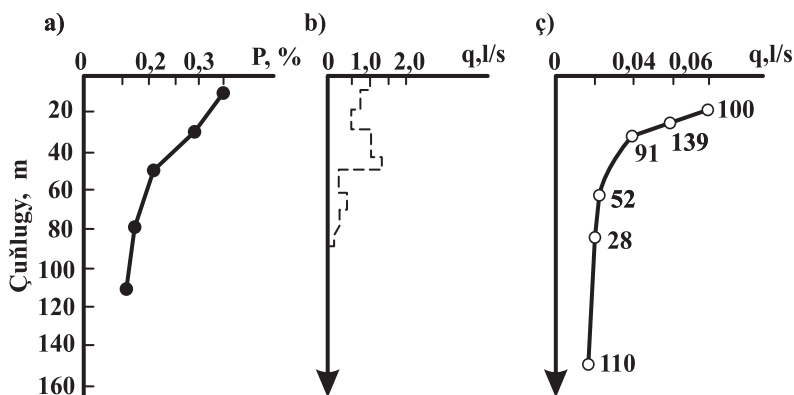
Ekzogen jaýryklylyk weýranlaşma prosesinde, süýşgün ýarsmalarynda, opurylmalaryň, gowaklaryň üçeginiň ýumrulmasy sebäpli döräp bilýär.

Jaýrykly jynslaryň getirilen synplamasyna laýyklykda jaýryk-damar ýerasty suwlary weýranlaşma, litogenetik we tektonik jaýryklaşmaly zolaklaryň sebitleýin-jaýryk suwlaryna we tektonik bozulmaly zolagyň ýerli-jaýryk suwlaryna bölünýärler.

Weýranlaşma jaýryklary dürli şejereli gaty jynslaryň hemmesinde döräp bilýärler. Dag jynslarynyň bitewiliginiň bozulýş çuňlугy weýranlaşma zolagynyň galyňlygyna, ol hem öz gezeginde jynslaryň geologik ýaşyna, litologik häsiýetnamasyna, tekstura-struktura aýratynlyklaryna we ýerli fiziki-geografik şertlere bagly bolýar. Jaýryklylygyň bu gömüşi ikilenji bolup, ol ilkinji (litogenetiki we tektonik) jaýryklaryň düşeginde ýerleşýär, üstüni ýetirýär. Weýranlaşma zolagynyň suwdan doýgunlyk derejesi dag jynslarynyň kysymalaryna bagly bolup, suwlulygynyň peseliş derejesi boýunça şeýle tertipde ýerleşýärler: karbonat jynslar-kaýnotipler (az özgerenler) – effuziwler – intruziwler – terrigen jynslar – metamorfik jynslar.

Sebitleýin jaýryklylyk weýranlaşma zolagynda 100-150 m çuňluga çenli duşýar. Has aşaky gatlaklarda jaýryklar çökündi jynslarda gatlakly teksturalar, gatlagara tygalar, sepler bilen bagly. Çuňluk boýunça sebitleýin jaýryklylyk kem-kemden belli kadasyz azalyp ýitýär. Şol sebäp bilen baglylykda dag jynslarynyň suwlulyk derejesi hem düýpli kemelýär (45-nji surat).

Jaýryk suwlary daglary düzýän gaty, bitewidaş jynslaryň ýaýran ýerlerinde, esasan-da, tektonik bozulmalaryň çäklerinde köp duşýarlar. Tektonik bozulmalarda 150-200 *m* çuňluga çenli ýaýran jaýryklar weýranlaşma prosesiniň has hem uly çuňluga aralaşmagyna sebäp bolýarlar. Jaýryk suwlary, esasan, ýagyş-ýagmyryň siňmeginiň hasabyna iýmittenýärler. Ýokary jaýryklylyk ýagan ygallaryň bugarmaga harçlanman ýere siňmegine ýardam edýär. Jaýryk suwlarynyň uly çuňluklarda ýatmagy, jaýrykly gaty jynslarda kapillýar-öýjükleriň ýoga golaý bolmagy guraksy klimatda-da bu suwlaryň bugarma zerarly düzlülgyny artdyрмаýar. Şol sebäpli jaýryk suwlary, köplenç, süýji suwlara degişli bolup, gidrokarbonatly-kalsili (ýa-da kalsili-natrili) himiki düzümlü bolýarlar (Köpetdagdaky malm-neokom suwly toplumy).



45-nji surat. Magmatik we metamorfik jynslaryň çuňluk boýunça jaýryklylygynyň we suwlulygynyň üýtgewiniň grafigi [54]:

a – Baýkalyň günorta-günbatar ýakasynda jaýryk boşluklyk koeffisiýenti; *b* – Ukraina kristallik galkanynda guýularyň udel çykymy; *c* – Steýtswil etrabynyň guýularynyň ortaça udel çykymy, ABŞ (nokatlaryň ýanyndaky sanlar udel çykymynyň orta bahasy hasaplananda ulanylan guýularyň sany)

Jaýryk suwlarynyň harçlanmasy çeşmeler, derýajyklar arkaly bolup geýär. Köpetdagiň jaýrykly karbonat-çägedaş jynslaryna siňen suwlar dagetek güberçek ýapylaryny we düzlüginini düzýän çagyl-çäge gatlaklarynda toplanýarlar we skwažinalaryň, kãrizleriň kömegi bilen çykarylýp alnyp, ulanylýar.

Jaýryk suwlarynyň **režimi** (üýtgew kadasy) olaryň ýatýan çuňlugyna bagly. Ýeriň ýüzüne golaý çuňluklarda olaryň režimi teýgum suwlarynyňka meňzeşdir. Çuňluk 500–800 *m*-den geçenden soň, jaýryk suwlarynyň režimi ýokardan režime täsir edýän faktorlaryň ýoklugy sebäpli durnuklaşýar. Emma soňky ýyllarda geçirilen ýörite barlaglaryň görkezişine görä, belli şertlerde bu suwlaryň basyşy, himiki we gaz düzümi üýtgeýär. Şeýle üýtgewler režim döredýän geologik faktorlara (tektonik dartgynlyklaryň döremegi we köşeşip-kiparlaşmasy, ýer titremeleri we başg.) bilen bagly. Şu maglumatlara esasanyp, uly çuňlukda ýatan suwlaryň režimi ýer titremäniň wagtyňyň öňünden çaklamak maksady bilen ençeme ýyllaryň dowamynda (şol sanda Türkmenistanda) öwrenilýär.

7.1.2. *Karst suwlary*

«Karst» adalgasy bu hadysanyň ilkinji öwrenilen ýeri bolan öňki Ýugoslawiýada ýerleşýän hekdaşlardan düzülen tekizleşen dagyň ady bilen bagly. **Karst** – tutuşlugyna ýa-da aglaba göwrümi ereýän maddalardan düzülen dag jynslarynyň (karbonatlaryň, sulfatlaryň, galoidleriň) ýerasty ýa-da ýerüsti suwlar tarapyndan eredilmegi, ergine geçen birleşmeleriň hereket edýän suw bilen äkidilmegi netijesinde gowalçylyklaryň, köwekleriň, gowaklaryň emele gelmegini öz içine alýan prosesdir. Şeýle prosese sezewar bolan dag jynslaryna **gowaklaşan** jynslar, prosesiniň özüne bolsa **gowaklanma** diýilýär. Şu prosesler zerarly dörän köweklerde, gowaklarda, iri jaýryklarda ýeriň aşagynda käte onlarça *km*-e çenli uzalyp gidýän ötlem-ötlem deşiklerde saklanýan ýa-da hereket edýän ýerasty suwlara **karst suwlary** diýilýär.

Bu suwlaryň esasy aýratynlygy hereket ýolunyň uly (giň) bolanlygy sebäpli olar syrygyp, haýal süzülip däl-de, uly tizlik bilen köwlenip akmagydyr. Şol sebäpli karst suwlarynyň ýerasty desgalara ýa-da suwalgýç guýulara gelyän harjy juda uly bolýar.

G. A. Maksimowiçiň pikirine görä [43], Ýeriň ýüzünde gowaklaşýan jynslar giňden ýaýrandyrlar. Olaryň tutýan meýdany *mln km²*-de şeýle: karbonatlarda – 40, zylçalarda-gipslerde – 7 we duzlarda – 4. Karbonatlar, sulfatlar we hloridler tebigy şertlerde suwda ereýjilik ukyby (doýgunlaşma derejesindäki konsentrasiýasy) şeýle gatnaşykda

durýarlar: $1:10^2:10^4$ we ereýjilik derejesi boýunça *kyn, aram we aňsat* ereýänlere bölünýärler.

Gowaklanma dag jynslarynyň jaýryklylygy bilen bagly we esasan, jaýryklaryň ugry boýunça ösýär. Gowaklanmanyň döremegi we ösmegi üçin şeýle şertler zerurdyr: ereýän we aşgarlanýan jynslaryň bolmagy, ol jynslaryň süzdürijiliginiň ýokary bolmagy, hereket edýän suwuň bolmagy, suwuň iýijilik (eredijilik) ukybynyň bolmagy (duzlulygynyň pes bolmagy, düzüminde erkin, kömürturşy gazynyň bolmagy). Şu agzalan 4 şertiň haýsy-da bolsa biriniň bolmazlygy dag jynslarynyň gowaklanmasyny togtadyp biler.

Gowaklanmanyň umumy kanunylyklaryna aşakdakylar degişli:

- dag jynslarynyň gowaklaşmasynyň çuňluk boýunça peselmegi;
- jülgeýaka zolakdaky jynslaryň suwaýyrt zolakdakylardan has köp gowaklaşmasy;
- klimat çygly we subtropik şertlere golaýlanda gowaklaşmanyň güýçlenmegi;

- gowaklaşmanyň ösüş depgininiň geologik gurluşa, geologik geçmişe, geografik guşaklyga, ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne (ýapylarda, dere-jülgelerde) çykmasyna baglylygy.

Karst suwlary Uralda, Karpat daglarynda, Krymda, Gruziýada duşýarlar. Türkmenistanda karst suwlary Köýtendagda, Köpetdagda duşýarlar. Köplenç, gowaklaryň üsti bitewi dag jynslary bilen örtülgi bolýar. Gyşyna dag ýapylaryna gezelenç edýänler ýeriň aşagyndan buguň çykýan ýerine duşsalar, bu şol ýerde içi suwly gowagyň barlygynyň alamatydyr. Ýurdumyzda Köwata gowagyndaky janyňa şypa beriji suw karst suwlaryna iň gowy mysal bolup biler.

Karst suwlarynyň hereket ugurlary we aýlanyşygy örän çylşyrymlydyr. Olar ilki hereket edip başlan ýerlerinde süýji, hatda aşa süýji (ультрапресные) bolup, hereket ýolunyň soňunda minerallaşýarlar. Olaryň düzümi gowaklaşan jynslaryň himiki düzümi bilen kesgitlenilýär.

Saklanýan gurşawyna baglylykda karst suwlary gatlak we damar suwlaryna bölünýärler; olar hem degişli jaýryk-karst suwlarynyň synpyny emele getirýärler.

Gatlak jaýryk-karst suwlary ýatýş eňňitligi pes we tektonik bozulmalara azda-kände sezewar bolan karbonat jynslarynda duşýarlar. Olar platfomalarda hem, ýygirtly-daglyk sebitlerde hem duşýarlar.

Damar jaýryk-karst suwlary gaýtadan kristallaşan we güýçli tektonik bozulmalary başyndan geçiren karbonat jynslarda duşýarlar.

Agzalan synplaryň ikisinde-de sulfatly, käte galoidli gatlaklaryň duş-
ýan ýerleri bolýar.

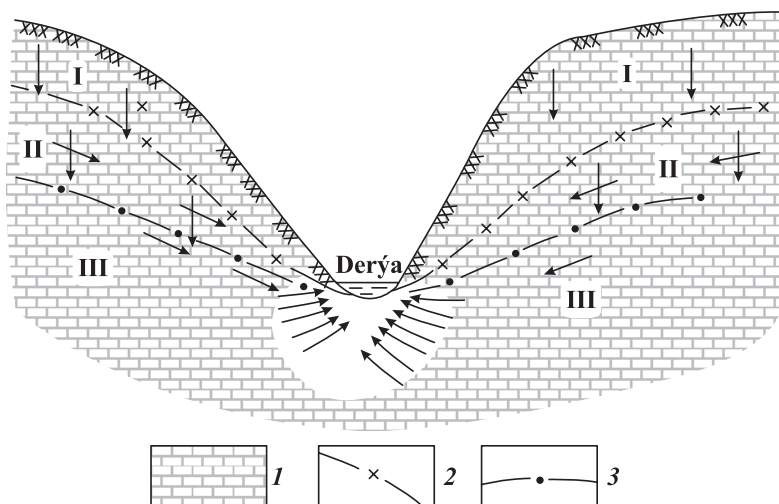
Gowaklaşan massiwlerde suwuň hereketiniň we režiminiň tapa-
wutlylygy boýunça dikligine şeýle gidrodinamiki zolaklar bölünip
çykarylýar (46-njy surat):

I – howaly zolak, bu ýerde dike golaý jaýryklar boýunça ygalyň
siňmesi we inflýuasiýasy (iri boşluklardan akmasy) bolup geçýär;

II – ýerasty suwlaryň derejesiniň pasyllaýyn üýtgeýän zolagy,
bu zolagyň galyňlygy iýmitleniş şertine baglylykda birnäçe metrden
onlarça metre ýetýär;

III – doly doýgun zolak, bu zolak karst suwlarynyň esasy gor-
laryny düzýär we ýerli dere-jülgelerde çeşme döredip bilýär;

IV – çuň hereketli zolak, bu zolakda suwuň hereketi ýerli derýa-
-jülgeleriň düýbünden aşakda geçýär (46-njy suratda görkezilmedik).



**46-njy surat. Gowaklaşan jynslaryň dürli dik zolaklarynda
ýerasty suwlaryň hereket şertleri (D.S.Sokolow boýunça)**

Zolaklar: I – howaly zolak; II – ýerasty suwlaryň derejesiniň
pasyllaýyn üýtgeýän zolagy; III – doly doýgun zolak;

1 – gowaklaşan hekdaşlar; 2 we 3 – hersi öz gezeginde
ýerasty suwlaryň gowaklaşan jynslardaky beýik we pes
derejeleri; peýkamjyklar suwlaryň hereket ugruny görkezýärler

Karst suwlary tonnelleriň gurluşyk we ulanyş işlerini, dag-gazyp alma işlerini (şahta usuly ulanylanda) kynlaşdyryp bilýärler. Bu ýerde iň kyn soragyň biri ýeriň aşagynda nirede suwdan doly uly boşluklaryň barlygyny anyklamakdyr. Şeýle suwly boşluklar (ýa-da olar bilen baglanyşýan ýerasty kanallar) duýdansyz ýagdaýda açylsa, suwuň ummasyz uly möçberi ýerasty desga tarap okdurylýar. Uly möçberli desgalary şeýle ýol bilen suw almagynyň önünden gaçmak üçin deslapdan şol ýerlerde geofiziki barlaglar geçirilýär, kiçi diametrli skwažinalar ýa-da şpurlar burawlanýar.

Karst suwlarynyň, köplenç, hili gowy bolýar. Olary agyz suwy hem-de bejeriş suwy hökmünde ulanyp bolýar. Emma gowaklaşýan jynslaryň suw geçirijiliginiň ýokarylygy sebäpli, karst suwlarynyň aňsat hapalanyp bilýänligi göz önünde tutulmalydyr.

7.2. Derman mineral suwlary

7.2.1. Derman mineral suwlarynyň umumy häsiýetnamasy

Derman (bejeriş) mineral suwlary diýlip, düzüminde keselleriň bejerilmegine ýardam etmäge ýaramly mineral, organiki we radioaktiw maddalary, şol sanda gazlary ýeterlik mukdarda saklaýan suwlara aýdylýar.

Ýerasty suwlaryň lukmançylyga dahylly bolan düzümlerine erkin CO_2 , H_2S , Fe, As, Br, I, H_4SiO_4 , Rn organiki maddalar degişli. Saglyga, bejerişe amatly täsir edýän görkezijilere suwuň aşgarlyk-turşulyk ýagdaýy, temperaturasy, ergin hala geçen maddalaryň umumy mukdary, şeýle-de zäherliligi bilen baglylykda käbir ionlaryň, şol sanda birnäçe metallaryň ýokary konsentrasiýalary degişli.

Ýerasty suwlary adaty agyz suwlaryndan tapawutlylykda derman suwlary diýip atlandyrmak üçin, olaryň düzüminde adamyň organizmine sagaldyjy täsirini ýetirip biljek komponentleriň konsentrasiýalarynyň aşakdaky çäkleri ulanylýar (20-nji tablisa).

**Mineral suwlaryň esasy görkezijileriniň kadalary
(normalary)
(A. Ý. Smirnowa we W. L. Boçarow boýunça, 1996)**

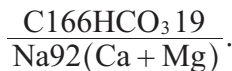
T/b	Esasy görkezijiler we ölçeg birlikleri	Görkezijiler şu mukdardan az bolmaly däl	Suwlaryň atlandyrylyşy we toparlanyşy	
1	2	3	4	5
1.	Umumy duzlulygy, g/dm^3	2,0	< 2	çala duzly
			2-5	az duzly
			5-15	aram duzly
			15-35	duzlulygy ýokary
			35-150	gorabalar
			> 150	güýçli gorabalar
2.	Erkin kömürturşy gazynyň (CO_2) suwda erän mukdary, g/dm^3	0,5	0,5-1,4	gowşak kömürturşulylar
			1,4-2,5	aram kömürturşulylar
			> 2,5	güýçli kömürturşulylar (gazy howa düwmeläp çykýanlar)
3.	Kükürtli wodorodyň H_2S (H_2S+HS^-) mukdary, mg/dm^3	10	10-50	gowşak sulfidli
			50-100	aram sulfidli
			100-250	güýçli sulfidli
			> 250	örän güýçli sulfidli
			pH<6,5 bolanda	kükürtli wodorodly
			pH=6,5-7,5 bolanda	kükürtli wodorodly gidrosulfidli
			pH>7,5 bolanda	gidrosulfidli kükürtli wodorodly
4.	Demriň Fe ($Fe^{2+}+Fe^{3+}$) mukdary, mg/dm^3	20	20-40	demirli
			40-100	güýçli demirli
			> 100	örän güýçli demirli
5.	Bromuň (Br) mukdary, mg/dm^3	25,0		bromly

1	2	3	4	5
6.	Ýoduň (I) mukdary, mg/dm^3	5,0		ýodly
7.	$(H_2SiO_3 + HSiO_3^-)$ -iň mukdary, mg/dm^3	50		kremnili
8.	Radonyň (Rn) mukdary, nanokýuri/ dm^3 (nKu/dm^3)	5	5-40	gowşak radonly
			40-200	aram radonly
			> 200	ýokary radonly
9.	Temperatura, °C		< 20	sowuk (suwlar)
			20-35	ýyly
			35-42	gyzgyn (termal)
			> 42	örän gyzgyn (ýokary termal)

Bellik. *Organiki maddalar üçin resmi ölçeg çäkleri ýok. Russiýa Federasiýasynda ulanylýan mineral derman suwlarynda organiki maddanyň konsentrasiýasy (C_{org}) 12-140 mg/dm^3 aralygyndadyr.*

Mukdar çäkleriniň käbirleri fiziki alamatlara (gyzgyn-ýylylyga, bedeniň gyzarmagyna we ş.m.) esaslansa, beýlekileri kliniki taýdan bahalanýar. Zäherleýji ionlaryň ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýasy (предельно-допустимая концентрация ýa-da ПДК) derman we derman-içimlik suwlary üçin aýry-aýrylykda kesgitlenilýär (21-nji tablisa). Munda kolititr hem hasaba alynýar, ol suwa düşmek üçin 100-den we derman-içimlik suwlary üçin 300-den az bolmaly däl.

Duzlulygy we düzümi dürli suwlaryň adamyň organizmine täsiriniň esasynda bir tarapdan osmos we diffuziýa hadysalary ýatyr. Munuň sebäbi, ganyň plazmasy düzüminde belok we beýleki organiki maddalary saklaýan hlorly-natrili ergin bolup, şeýle ion düzümlü formula bilen aňladylyar (W. W. Iwanow we G. A. Newraýew, 1967):



Ganda bu ionlaryň umumy konsentrasiýasy 300 $mmol/dm^3$ çemesi bolýar. Şol sebäpli dürli suwlar düzümine baglylykda ganyň plazmasyna görä «gipo-» (az, pes), «izo - (izotonik)» (deň) ýa-da «gipertoniki» (artyk, ýokary) bolýar, bu bolsa osmos we diffuziýa prosesleriniň hereket ugurlaryny kesgitleýär.

İçilýän mineral suwlar üçin käbir zäherleýji we zyýanly maddalaryň ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýalary

Komponent	Ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýa (YBAK), <i>mg/dm³</i>	
	içimlik-derman suwlar	derman suwlar
As	1,5	3,0
F	5,0	8,0
V	0,4	0,4
Hg	0,02	0,02
Pb	0,3	0,3
Cr	0,5	0,5
Ra	$5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-7}$
U	0,5	0,5
NO ₃	50	50
NH ₄	2,0	2,0
Organiki maddalar (jemi)	10	30,0
Fenollar	0,001	0,001

Düzümine baglylykda duzlulygy 8,4-den 13,0 g/dm^3 -a çenli suwlar izotonik häsiýete eýe bolýarlar. Kurortlarda duzlulygy 2–8 g/dm^3 suwlar derman-içimlik suw hökmünde, duzlulygy 10–140 g/dm^3 bolan suwlar bolsa suwa düşmek üçin ulanylýar.

Düzümi şu şertlere gabat gelmedik ýagdaýynda suwlar garylyp, agzalan şertlere gabat getirilmelidir.

Suwuň temperaturasy gös-göni kesel bejeriji bolmasa-da, möhüm ähmiýetli faktordyr. Lukmançylykda temperaturasy 35–42°C bolan suwlary ulanmak amatly, ondan sowuk suwlar gyzdyrylmaly, has gyzgyn suwlar sowadylmaly bolýar.

7.2.2. Derman mineral suwlarynyň synplanyşy we käbir synplaryň häsiýetnamasy

Derman mineral suwlary saglyga ýardam ediş ukyplary boýunça birnäçe balneologik (şypa berijilik) toparlara bölünýärler. Ol toparlar düzüminde saklanýan gazlara baglylykda aýry-aýry toparçalara bölünýärler (ýaý içinde):

- 1) kömürturşy suwlar;
- 2) sulfidli (kükürtli wodorodly) suwlar (düzüminde CH_4 , N_2 ýa-da CO_2 bolup bilýär);
- 3) demirli, myşşakly we başga suwlar (N_2 , CO_2);
- 4) bromly, ýodly-bromly, ýodly suwlar (N_2 , CH_4);
- 5) organiki maddalary ýokarlanan suwlar (N_2 , CH_4);
- 6) radonly suwlar (N_2 , CO_2);
- 7) kremnili termal suwlar (N_2 , CO_2 , CH_4).

Sekizinji topara özboluşly düzüme we häsiýetlere eýe bolmadyk derman mineral suwlar degişli. Olaryň kesel bejeriş ukyby düzüminde saklanýan mikrokomponentler we duzlulygy bilen kesgitlenýär. Türkmenistanda şeýle suwlara Aşgabat, Farap, Garaçagyl mineral suw ýataklary, Goşabulak (Pitnák), Keletçaý (Gündogar Köpetdag) sebitlerinde tapylan suwlar mysal bolup bilerler.

Kömürturşy suwlar saglygy dikeldişde giňden ulanylýan derman mineral suwlara degişli. Olar wannalarda suwa düşmek ($\text{CO}_2 > 1,4 \text{ g/dm}^3$), şeýle-de içmek üçin ($\text{CO}_2 > 0,5 \text{ g/dm}^3$) ulanylýar. Kömürturşy gazy ýürek-damar ulgamyna işjeň täsir edýär, şeýle-de aşgazanyň iýmit siňdirmesine ýardam edýär we ş.m.

Ýerasty suwlarda kömürturşy gazyň döremegi karbonat jynslarynyň häzirkî zaman termometamorfizmi bilen bagly. Şol sebäpli kömürturşy suwlar wulkanly sebitlerde, kaýnozoý eýýamynda işjeňleşýän ýygirtly daglyklarda duşýarlar.

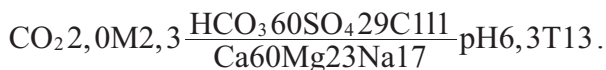
Kömürturşy suwlar ýerasty suwlaryň iň köp mukdarda gaz saklaýan görnüşidir. Gazyň we suwuň çykymlarynyň özara gatnaşygy («gaz factory» diýip atlandyrylýan görkeziji), köplenç, $1,5\text{--}5,0 \text{ g/dm}^3$ bolup, käte 15–20-ä ýetýär we umuman, çuňluk boýunça aşak gitdigiňçe artýar. Kömürturşy gazy karbonatlaryň eremegini güýçlendirip, suwy gidrokarbonat ion bilen baýlaşdyrýar we onuň düzümini üýtgedip bilýär.

Şu günlere çenli kömürturşy suwlaryň tebigatda 30-a golaý kysymynyň duşýanlygy anyklanan (süýji gidrokarbonatly we sulfatly-gidrokarbonatlylardan 90 g/dm^3 duzlulykly hlorly suwlara çenli).

Olaryň içinde saglygy dikeldişde has giňden ulanylýanlara *narzan* görnüşli suwlar degişli. Bu suwlaryň iň bol ýerleri Kawkaz Mineral Suwlar sebiti. Olar Kislowodskiniň, Pýatigorskiniň, Železnowodskiniň, Ýessentukiniň kurortlarynda giňden ulanylýar.

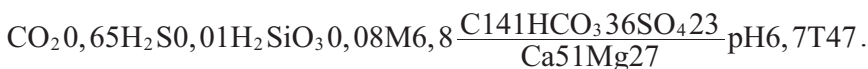
Narzanlar diýlip, sowuk ýa-da ýyly, süýji ýa-da çala şorumtyk kömürturşy- gidrokarbonatly, käte sulfatly-kalsili suwlara aýdylýar.

Kislowodsk kurortyndaky Narzan çeşmesiniň düzümi şeýle formula bilen aňladylýar:

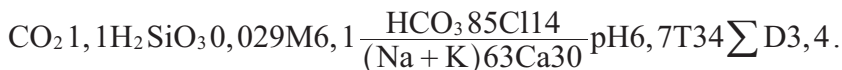


Pýatigorskiniň, Železnowodskiniň kurortlarynda ulanylýan has duzly we termal suwlar hem şertleýin narzan kysymly suwlara degişli hasaplanýarlar. Emma olaryň ion düzüminde hloruň, natriniň mukdary ýokarydyr, köplenç kükürtli wodorod, demir we kremniý kislotasy bardyr.

Pýatigorskiniň kurortyndaky № 16 guýudan 173 m çuňlukdan çykarylan suwuň formulasy şeýle:



Gruziýanyň Boržomi atly kurortynda ulanylýan adybir suw kömürturşy suwlaryň sodaly görnüşine degişlidir. Boržominiň düzümi şeýle (skw. №1, çuňluk 197 m):



Türkmenistanda henize çenli kömürturşy suwlaryň ýataklary belli däl.

Sulfidli (kükürtli wodorodly) suwlar. Bu suwlaryň saglygy dikeltmäge ýardam edýän düzümleri kükürdiň wodorod bilen birleşmesi H_2S (erän gaz) we HS^- (ion). Sulfidli suwlar ýürek-damar, nerw, deri kesellerini we beýlekileri bejermekde ulanylýar. H_2S güýçli dikeldiji bolanlygy (elektronyny aňsat berip bilýänligi) sebäpli, adamyň organizmindäki beloklaryň okislenen görnüşleri, fermentler bilen täsirleşýär we kletkalaryň bioenergetik ukyplarynyň dikeldilmegine ýardam edýär.

Kükürtli wodorod (H_2S) güýçli ysly, reňksiz zäherleýji gaz, onuň ysy konsentrasıyasy 1 mg/dm^3 -a ýetende duýlup başlanýar. Ol suw-

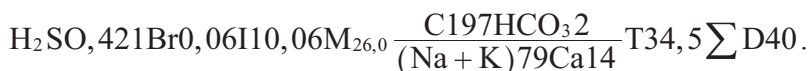
da örän gowy ereýär, sap suwda 20°C-de onuň ereýjiligi $2,582 \text{ dm}^3/\text{dm}^3$. Emma onuň ýerasty suwlardaky hakyky saklanýan mukdary şol temperaturada eräp biljek mukdaryndan 3-4 esse azdyr we adatça, $0,3\text{-}0,4 \text{ g/dm}^3$ -dan geçmeýär diýen ýalydyr. Kükürtli wodorodyň iň ýokary konsentrasiýasy nebit suwlarynda duşýar (20 g/dm^3). Sulfidli suwlaryň gaz düzüminde kükürtli wodorodyň paýy 1% çemesidir, beýleki gazlar (metan, kömürturşy gazy, azot) agdyklyk edýärler.

Howa bilen garyşanda kükürtli wodorod durnuksyzdyr we aňsat dargap, kükürtli gazy emele getirýär.

Kükürtli wodorodyň we gidrosulfid-ionyň (HS^-) suwlardaky otnositel mukdary aşgarlyk-turşulyk şertlere bagly: aşgar şertde HS^- agdyklyk edýär ($\text{pH}=8,0$ bolanda $\text{HS}^- > 90\%$), turşy şertde – H_2S agdyklyk edýär ($\text{pH}=6,0$ bolanda $\text{H}_2\text{S} > 90\%$), bitarap şertde ($\text{pH} = 7,0$) $\text{H}_2\text{S} = \text{HS}^-$.

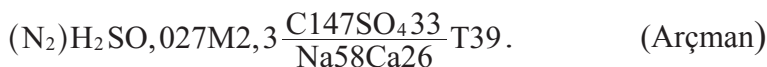
Kükürtli wodorodyň ýerasty suwlarda emele gelşi dürli bolup bilýär: mysal üçin, ýokary basyşlarda we temperaturada biohimiki we himiki ýol bilen sulfatlaryň gaýtarylmasy netijesinde. Mineral suwlaryň köpüsi düzüminde biohimiki şejereli kükürtli wodorody, ýagny bakteriýalaryň ýaşaýşynyň önümini saklaýar. Şeýle suwlar suw çalşygy kyn bolan, gaýtaryş şertli suw saklaýan jynslarda sulfatlar, organiki maddalar bar bolan ýerlerde döreyärler.

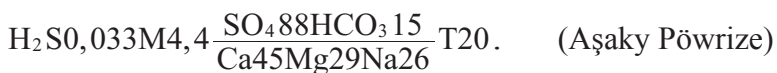
Kükürtli wodorodyň örän uly konsentrasiýasyny saklaýan suwlara mysal hökmünde Soçidäki (Russiýa Federasiýasy) Täze Masesta suwunyň formulasyny getirýaris:



Türkmenistanda sulfidli (kükürtli wodorodly) suwlar giňden ýaýrandyr. Kükürtli wodorodly suwlaryň duzlulygy 1-den 345 g/dm^3 -a çenli üýtgeýän hem bolsa, duzlulygy $2\text{-}15 \text{ g/dm}^3$ we 35 g/dm^3 -dan ýokary suwlar görnüşinde köp duşýar.

Köpetdagyň sulfidli suwlarynda kükürtli wodorodyň mukdary, adatça, 10 mg/dm^3 -dan artyk (Arçman, Uzynsuw, Duşak çeşmeleri we beýl.). Aşakda uzak ýyllaryň dowamynda saglygy bejerişde ulanylýan Arçman we Aşaky Pöwrize çeşmeleriniň mineral suwlarynyň formulalary berilýär [38]:





Kükürtli wodorodly şypa beriji suwlar Köpetdagyn beýleki sebitlerinde (Gäwers, Janahyr we başg.), Garagum gidrogeologik basseýninde, Günorta Hazar çökeltiginde, Gissar daglygynyň günorta-günbatar eteklerinde we başga ýerlerde giňden ýaýran.

Demri, myşýagy we beýleki metallary saklaýan mineral suwlar demirli we myşýakly suwlara bölünýärler.

Demirli suwlar demir ýetmezligi sebäpli döreýän anemiýany (az ganlylygy) bejermekde ulanylýar we birnäçe ýagdaýlarda himiki dermanlardan gowy netije berýär. Sagaldyjy komponent bolup bu ýerde iki walentli demir (Fe^{2+}) hyzmat edýär. Bu suwlaryň azotly demirli, kömürturşy demirli görnüşleri bolýar. Ol suwlar Russiýa Federasiýasynda (Kawkaz, Kareliýa, Baýkal ýakasy), Ukrainada (Karpat daglary) duşýarlar.

Myşýakly suwlarda sagaldyjy komponent bolup myşýakly kislota (H_3AsO_4) we myşýak kislota (H_3AsO_3) we olaryň dissosiasiýasynyň önümleri (ionlary) hyzmat edýärler. Şeýle suwlar Russiýa Federasiýasynda (Kawkaz, Ural, Uzak Gündogar) duşýarlar.

Radonly suwlar. Radonly bejeriş suwlary diýlip, düzüminde radony $5n\text{Ku}/\text{dm}^3$ -dan (185 Bk -den) köp saklaýan suwlar hasaplanýar. Bu suwlar aýaklaryň dyz-bogun agyrlary bilen bagly keselleri bejermekde ulanylýar. Radonly suwuň emele gelşi radiý saklaýan minerallardan radiniň bölünip dargamagy, soňra dörän gazlaryň öýjükli jynslarda toplanmasy bilen bagly. Köplenç, olar ýygirtly – daglyk sebitlerde turşy magmatik jynslaryň ýaýran ýerlerinde duşýarlar (Ural, Kawkaz, Altaý-Saýan we Baýkal sebitleri). Radonly suwlarda saglyga ýardam beriji goşmaça şertler (kömürturşy gaz, kremniý, demir ýaly komponentler, ýokary temperatura) bolup bilýär.

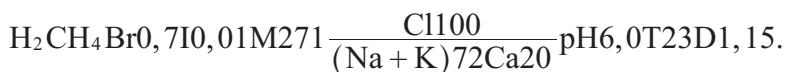
Organiki maddalara baý suwlar. Bu suwlaryň saglygy dikeldiji täsiri doly öwrenilmedik hem bolsa, olar eýýäm 100 ýyldan gowrak wagtyň dowamynda aşgazan, bagyr, böwrek kesellerini bejermekde giňden ulanylýar. Şeýle suwlaryň esasynda döredilen ady belli Truskawes kurorty Günbatar Ukrainada Naftusýa çeşmesiniň golaýynda ýerleşýär. Ol sowuk suwuň (7°C) gidrokarbonatly-magnili-kalsili

düzümi we $0,5-1,0 \text{ g/dm}^3$ duzlulygy bar. Ol daşyndan göräýmäge adaty teýgum suwlaryndan tapawutlanmaýan hem bolsa, düzüminde 120 mg/dm^3 -e çenli dürli görnüşli organiki maddalary (gumin maddalaryny, ýag, naften kislotalaryny, bitumlary, fenollary we beýl.) saklaýar, onuň kerosin we nebit ysy bar.

Şu wagta çenli Truskawesde dürli ion düzümlü mineral suwlarynyň sekiz sany kysymy öwrenildi. Olar düzümi boýunça süýji gidrokarbonatly-kalsili suwlardan hloridli-natrili goraba suwlara (400 g/dm^3) çenli üýtgeýärler. Bu suwlar skwažinalar arkaly mioseniň bitumly çägedaşlarynda brahiantiklinalyň gümmezinde açylan. Ol ýerde nebitiň we gazyň hem duşýan ýerleri bar.

Bromly, ýodly we ýodly-bromly suwlar. Bu suwlaryň toparyna içmäge ýaramly, duzlulygy $10-15 \text{ g/dm}^3$ -dan ýokary bolmadyk we düzüminde süýji suw bilen garylandan soň hem bromy 25 mg/dm^3 -dan, ýody 5 mg/dm^3 -dan az bolmadyk mukdarda saklaýan suwlar degişli. Bu suwlar damar we nerw kesellerini bejermekde ulanylýar. Şeýle suwlar, adaty, çuň ýerleşen artezion strukturalarda duşýar we şol sanda, Türkmenistanda giň ýaýrandyr (esasan, Günbatar Türkmenistanda). Olaryň düzümi hlorly-natrili ýa-da kalsili bolup, duzlulygy 10 -dan 540 g/dm^3 -a çenli ýetýär.

Bu suwlar gaz düzümi boýunça metanly, käte kükürtli wodorodly ýa-da azotly-metanly bolup bilýär. Brom bilen ýod käbir sulfidli suwlarda hem duşýar. Aşakda Russiýa Federasiýasynyň Perm oblastyndaky Ust-Kaçka kurortyndaky suwuň (4-nji skwažina, çuňluk 1312 m) formulasy berilýär:



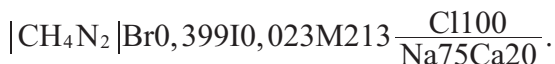
Türkmenistanda bromly suwlar örän giň ýaýran. Ýokary dyňzawly azotly-bromly suwlar Goşobada, Gyzylkupda, Garabogazyň ýakalarynda, Daşoguz welaýatynda belli. Olaryň duzlulygy $57-174 \text{ g/dm}^3$, bromuň konsentrasiýasy $57-177 \text{ mg/dm}^3$ aralygynda.

Aşakda Daşoguz şäheriniň şypahanasynyň içinde burawlanan $650-980 \text{ m}$ çuňlukdan çykarylýan azotly-bromly suwuň formulasy berilýär:



Günorta Kaspiý çöketliginde duzlulygy 95 g/dm^3 -dan ýokary suwlarda bromdan (ortaça $140\text{--}730\text{ mg/dm}^3$) başga ýod ($13\text{--}33\text{ mg/dm}^3$) hem bar (Çeleken, Boýadag).

Günbatar Türkmenistanda sanatoriýa-şypahana pudagy üçin geljegi uly bolan 2 sany bromly-ýodly ýerasty suw ýatagy barlandy (Awaza we Mollagara ýataklary). Ol suwlar $330\text{--}410\text{ m}$ çuňlukda apşeron gatlaklarynda ýatýarlar we şeýle düzümlü:



Ýodly we ýodly-bromly mineral suwlar Günorta Hazar çöketliginiň gündogarynda, Günbatar Köpetdagda, Murgap we Guşgy sebitlerinde belli.

Kremnili gyzgyn suwlar. Bu topara degişli suwlaryň, adatça, duzlulygy pes (2 g/dm^3 -a çenli) bolýar, olar kremniý kislotasyny köp mukdarda ($H_2SiO_3 > 50\text{ mg/dm}^3$) saklaýarlar. Skwažinanyň agzyndaky temperaturasy boýunça bu suwlar gyzgyn ($35\text{--}75^\circ\text{C}$), ýokary termal ($75\text{--}100^\circ\text{C}$) we aşagyzygyn (100°C -den ýokary) bolup bilýärler. Bu suwlaryň ýaýrawy wulkanlar, kaýnozoý eýýamynyň tektonik hereketli ýerleri, paleozoý eýýamynyň esasynda dörän plitalaryň sebitleri bilen bagly. Käbir ýerlerde termal suwlar jaýlary, sowuk pasylda ýapyk gurşawda ekilýän ekinleri ýylatmak üçin ulanylýar (Kamçatka, Günbatar Sibir we başg.).

Saglygy bejerişde kremnili gyzgyn suwlar (termalar) deri, nerw, damar we beýleki keselleri bejermekde ulanylýar. Bu suwlar kremniý kislotasyndan başga täsirli goşantlary boýunça azotly-kremnili (Kamçatka, Gruziýa), metanly-kremnili, kömürturşy kremnili (Pýatigorsk, Železnowodsk kurortlary we başg.) termalara bölünýärler.

Duzly suwlaryň we gorabalaryň himiki we gaz düzümi dürli bolup, duzlulygy $500\text{--}600\text{ g/dm}^3$ -a çenli ýetip bilýär. Duzly suwlaryň we gorabalaryň bromly, ýodly-bromly we ýodly, hlorly, hlorly-kükürtli-wodorodly görnüşleri bar. Saglygy dikeltmede hlorly, hlorly-kükürtli-wodorodly, sulfatly, aşagyzygyn we goraba suwlar bejerişde has giňden ulanylýar.

Aşa ýokary duzly gorabalaryň Türkmenistanda hem onlarça meýdançalarda duşýanlygy anyklandy [58, 63]. Olaryň duzlulygy 300 g/dm^3 -dan 540 g/dm^3 -a ýetýär, ýaýrawy sulfatly-hloridli dag jynslarynyň ýaýran ýerleri bilen çäklenýär. Aşakda Sakar meýdançasýndan alnan gorabanyň formulasy getirilýär:



Türkmenistanda **özboluşly düzüme we häsiýetlere eýe bolmadyk** topara girizilýän suwlar hem köp duşýar. Olaryň duzlulygy çala sorumtykdan aşu duzla çenli, şypa beriji komponentleri azot, metan, kükürtli wodorod, kömürturşy gazy ýaly, dürli düzümlü birleşmelerden ybarat bolup bilýär. Köp ýyllaryň dowamynda Arçman, Mollagara, Garaçagyl, Parhaý, Berzeňni, Şatlyk, Farap we beýleki kurortlarda, şypahanalarda onlarça müň adam saglygyny dikeldýär. Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe derman mineral suwlaryň ulanylmagyna esaslanan şypahanalary, sagaldyş öýlerini ýurduň her etrabynda diýen ýaly gurnamaga gidrogeologik taýdan mümkinçilikler bar.

Türkmenistanda ýerasty suwlaryň saglygy dikeltmek üçin ulanylmagyna bagyşlanan köp sanly işler bar. Şolaryň arasynda M. Berdigylyjowyň we N. Mýagkowskyň «Курортные ресурсы Туркменистана» (1971) işini bellemek ýerliklidir. Bu kitapda aýry-aýry kurortlara häsiýetnama berilýär, olarda bejerilýän keselleriň sanawyna garalyp geçilýär. Şol sanda kitapda kurort hökmünde ulanyлмаýan hem bolsa, özüniň geň galdyryjy täsinligi, suwuna düşeniňde jana ýakymlylygy bilen ýerli ilatyň we gaýry ýurtly jahankeşdeleriň arasynda meşhur Köwata gowagynyň suwy häsiýetlendirilýär. Şu ýerde şol gowak we onuň suwy barada käbir maglumatlar bereliň.

Köwata köli Baharly etrabynda ýeriň ýüzünden 62 m aşakda ýerleşýär. Kölüň uzynlygy 72 m, ini 30 m, iň uly çuňlugy 12 m, suwunyň temperaturasy 35–37°C. Gowak Köpetdag termal zolagyndan aşakdan ýokary galýan suwlaryň täsiri bilen Köpetdagiň uzaboýuna gidýän tektonik jaýrygyň ýura döwrüniň dolomitleşen hekdaşlarynyň eremeği netijesinde döreýär.

Kölün çala ýaşylymtyl öwüşginli dury suwy bar. Onuň himiki düzüminiň derňewi 1957-nji ýyldan başlap onlarça gezek geçirilýär. Suwuň düzümi giň bolmadyk gerimde üýtgeýär (22-nji tablisa).

22-nji tablisa

Köwata kölüniň gowak suwlarynyň himiki düzüminiň esasy görkezijileriniň üýtgew gerimi ($\text{mg/dm}^3\text{-da}$)

Üýtgew gerimi	Esasy ionlar							Gury galyndy
	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
Aşaky baha	17	393	264	52	178	1159	371	2638
Ýokarky baha	40	439	324	92	305	1255	468	2850

Köwatanyň suwunyň in doly himiki derňewi P.Ý.Graždan (1957) tarapyndan geçirilýär (23-nji tablisa).

Ýerasty kölüň suwunyň pH-y 7,32–7,50. Onuň gaýtardyjy tarapy-na gönükdirilen ýokary potensialy bar (127mV). Titrleme netijesinde suwdan alnan kükürtli wodorodyň mukdary $10,5 \text{ mg/dm}^3$.

Suwda kremniý kislotasynyň ($63,6\text{--}147,1 \text{ mg/dm}^3$) we boruň ($3,91 \text{ mg/dm}^3$) ýokary mukdarda saklanýanlygy onuň dermanlyk mümkinçilikleriniň nyşanydyr. Ýerasty kölüň suwunda spektral derňewiň (analiziň) netijesi boýunça 27 himiki elementin barlygy anyklanan (wodorod, natriý, kaliý, mis, berilliý, magniý, kalsiý, stronsiý, bariý, bor, alýumin, uglerod, kremniý, titan, sirkoniý, azot, fosfor, wanadiý, kislorod, kükürt, hrom, hlor, marganes, brom, demir, kobalt, nikel). Elementleriň beýle seýrek utgaşmasy we suwuň ýeterlik gyzgynlygy onuň biologik taýdan işjeň bolmalydygyna şaýatlyk edýär.

1970-nji ýyllarda Baharly etrabynda 760–1010 m çuňluklardan açylan mineral-derman suwlarynyň ýürek-damar, hereket organlaryny, nerw, zenan we deri kesellerini bejermäge ýaramlydygy anyklanyldy.

7.3. Senagat suwlary

Düzüminde peýdaly komponentleri (brom, ýod, bor we başg.) häzirki zaman tehnologiýa şertlerinde himiýa senagaty üçin çig mal hökmünde çykaryp almak, gaýtadan işlemek düşewüntli bolar ýaly

mukdarda saklaýan suwlara **senagat suwlary** diýilýär. Agzalan elementlerden başga ýerasty suwlaryň düzüminden litiý, rubidiý, seziý, kaliý, magniý, nahar duzy, natriý sulfaty, radiý, stronsiý, geliý we başgalar çykarylýp alynýar. Dünýä möçberinde alnanda ýerasty suwlar ýod üçin (100%), brom üçin (60–70%) esasy gidromineral çig mal bolup hyzmat edýär.

23-nji tablisa

Köwata gowagynyň karst suwlarynyň himiki düzümi

Ionlar	Ölçeg birlikleri		
	mg/dm ³	mg-ekw (mmol/dm ³)	mg-ekw % (mmol %)
K ⁺	23,6	0,61	1,46
Na ⁺	444,0	19,3	46,30
Ca ²⁺	311,8	15,59	37,40
Mg ²⁺	60,0	4,93	11,82
Sr	50,6	1,15	2,7
Ba ²⁺	1,0	-	-
Fe ³⁺	1,22	0,05	0,12
Al ³⁺	0,53	0,06	0,14
Kationlaryň jemi		41,69	
HCO ₃ ⁻	292,8	4,80	1,68
SO ₄ ²⁻	1189,2	24,77	60,30
Cl ⁻	404,7	11,41	27,78
Br	2,27	0,03	0,07
NO ₃	4,1	0,07	0,17
PO ₄	0,15		
Anionlaryň jemi		41,08	

Kesgitnamadan görnüşi ýaly, senagat suwlary ýerli geologik-gid-rogeologik şertlere, ykdysadyýetiň, tehnikanyň, tehnologiýanyň ýag-daýyna baglylykda her çykarylýp alynmaly peýdaly komponentiň in az mukdarynyň düşewüntlilikini anyklamak zerurlygyny talap edýär. Suwdan çykarylýp alynýan çig malyň dünýä bazaryndaky bahasynyň, önümçiligiň tehniki-tehnologik şertleriniň üýtgemegi senagat suwlarynyň gollarynyň ulanylyş mümkinçiliklerini üýtgedip bilýär.

Ýaýrawyna, ýatys şertlerine, ulanylyşynyň tehniki-ykdysady şertlerine baglylykda senagat suwlaryna bildirilýän takmyny talaplar 24-nji tablisada berilýär.

24-nji tablisa

**Senagat suwlarynda bolmaly peýdaly komponentleriň
ygtyýar berilýän iň az konsentrasiýalary
(Bondarenko we Kulikow boýunça, 1984)**

Komponent	Iň az konsentrasiýasy, mg/dm³	Komponent	Iň az konsentrasiýasy, mg/dm³
NaCl	$5 \cdot 10^4$	Mg	1000-5000
Na ₂ SO ₄	$5 \cdot 10^4$	K	350-1000
NaHCO ₃ +Na ₂ CO ₃	$5 \cdot 10^4$	Li	10-20
Br	250-500	Rb	3,0
I	18	Cz	0,5
B ₂ O ₃	200	Ra	10^{-5} - 10^{-6}
I, Br ₂ O ₃	10-75	Sr	300
I we Br	10-200	Ge	0,5

Senagat suwlarynyň çig mal çeşmesi hökmünde ulanylmagynyň ykdysady taýdan bähbitliligi köp taraplydyr. Peýdaly komponentleriň has köp mukdarda saklanylýan ýerlerinde hem ol magdanlaryň çig mal hökmünde ulanylmagynyň bähbitsiz ýerleri seýrek duşmaýar. Muňa ol çig malyň uly çuňluklarda ýatmagy, arassalamanyň we önümçilik galyndylaryny gaýtadan işlemegiň endişeleri, ulanyjydan uzaklygy, ulag-gatnaw serişdeleriniň ýetmezçiligi we başgalar sebäp bolýar.

Şol bir wagtda ýerasty suwlaryň çig mal çeşmesi hökmünde birnäçe artykmaçlyklary bar. Giňişlikde giňden ýaýranlygy sebäpli olaryň gorrlyry, köplenç, uly bolýar. Häzirki tehnologiýalar suwuň düzüminden bir däl-de, birnäçe peýdaly komponentleri çykaryp almaga mümkinçilik berýär. Mundan başga-da, çykarylýan senagat suwlary şol bir wagtda saglygy dikeltme maksady bilen hem-de ýylylyk üpjünçiliginde ulanylyp bilner. Seýrek metallaryň gorrlyry suwda gaty çig mallardakydan köpdür. Senagat suwlarynyň sordurylyp ýa-da öz akymyna skwažinalar arkaly ýokary çykarylmagy dag işlerini geçirmekden (şahtalary gazmak we ş.m.) has arzandyr we şol

bir wagtda ýeriň ýüzüne galdyrylmagy üçin ulag serişdelerine mätäç däl. Gidromineral çig malyň ýene bir artykmaçlygy çig malyň baýlaşdyrmasyňyň senagat suwlarynyň bugartma arkaly geçirip bolýar.

Ýerasty senagat suwlary, esasan, aşaduzly suwlara we gorabalara degişli. Düzümünde saklanýan peýdaly komponentlere, ulanylyş gorlaryna baglylykda ýerasty suwlary gidromineral çig mal hökmünde L.S.Balaşow 3 kysyma bölýär:

- 1) artezian basseýnleriniň hlorly gatlak suwlary;
- 2) alp ýygirtlygynyň ýygirtly-daglyk zolagynyň kömürturşy suwlary;
- 3) häzirki zaman wulkanizminiň hlorly gyzgyn suwlary.

Birinji kysyma degişli gatlak senagat suwlary örän giň ýaýrandyrlar we olar gidromineral çig malyň esasy çeşmesi bolup hyzmat edýärler (şol sanda Türkmenistanda). Ikinji, aýratyn-da, üçünji kysyma degişli senagat suwlarynda litiý, rubidiý, seziý, bor, germaniý, flor, kremniý, myşşak we beýleki komponentler saklanýar, emma bromuň, has hem ýoduň mukdary azdyr we senagat ähmiýetine eýe däl.

Senagat suwlarynyň ýerasty ýatagy diýlip, ýerasty gidrosferanyň peýdaly komponentleri senagat konsentrasýadan az bolmadyk mukdarda saklaýan bölegine aýdylýar.

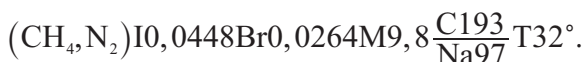
Senagat suwlarynyň ulanyş gorlary häzirki ulanylyan kadalara laýyklykda senagat suwlarynyň umumy göwrümüne, hasapda göz önünde tutulýan möhletiniň içinde suwdan çykaryp alyp boljak peýdaly komponentleriň massasyna baglylykda kesgitlenýär. Şu mukdar tehniki-ykdysady nukdaýnazardan önüm çykaryjy kärhananyň gurluşygy, önümi çykarmak, gaýtadan işlemek üçin sarp edilen harajatlary ödemelidir, önümçiligiň durnukly düzgünde işlemegini berjaý etmelidir. Senagat suwlarynyň gorlarynyň ygtybarlylygyny kesgitlemek üçin bildirilýän talaplar edil şol hajatlar üçin agyz-hojalyk suwlarynyň gorlaryna bildirilýän talaplardan has berkdir. Munuň sebäbi uly çuňlukda ýerleşen senagat suwlarynyň goşmaça barlaglaryny geçirmeginiň çylşyrymlylygy we gymmatlygy bilen bagly.

Türkmenistanda senagat suwlarynyň içinde iň giň ýaýrany ýodly-bromly suwlardyr. Ol suwlaryň senagat gorlary, esasan, Gönbatar Türkmenistanda duşýar.

Ýody-bromy $15\text{--}34\text{ mg/dm}^3$ konsentراسiýaly suwlaryň diňe 5 ýatakdaky (Çeleken, Boýadag, Nebitdag-Monjukly, Gögerendag-Garadaşly, Ojak) gorlary täze zawodlaryň gurlan şertlerinde tehniki ýoduň 3500 tonnasyny öndürmäge mümkinçilik berer.

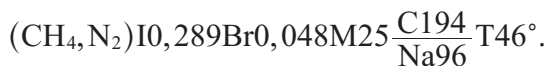
Günbatar Köpetdagda düzüminde ýody örän köp mukdarda saklaýan senagat suwlaryny ilkinji gezek A.W.Kudelskiý açýar. Ol ýod suwlarynyň Içki Köpetdag we Tersakan-Däneata zolaklaryny bölüp çykarýar. Ýodly-bromly suwlar ýura, hek, paleogen we neogen çökündilerinde saklanýarlar. Suwlaryň himiki düzümi hlorly-natrilili, duzlulygy 6-dan 108 g/dm^3 -a çenli. Ýoduň iň pes mukdary ($7\text{--}11\text{ mg/dm}^3$) sinklinal çöketlikleriň suwlarynda, iň ýokary mukdary (434 mg/dm^3 -a çenli) antiklinal strukturalaryň gümmezinde we ganatlarynda, ýerasty suwlaryň uly çuňluklara gidýän jaýryklardan ýokary galýan ýerlerinde duşýar.

Ýodly suwlaryň Tersakan ýatagy adybir çeşmäniň golaýynda ýerleşýär. Ýatak ýokarky hek we paleogen çökündilerinden düzülen uly brahiantiklinal бүklümiň gümmezinde ýerleşýär. Suwuň häsiýet-namasy aşakdaky formulada berilýär:



Seýitkerderi ýodly ýerasty suw ýatagy hek, paleogen çökündilerinden düzülen adybir antiklinal gümmezde ýerleşýär. Ýatagyň çäginde hlorly we hlor-gidrokarbonatly düzümlü, duzlulygy $9\text{--}21\text{ g/dm}^3$ aralygyndaky iki sany çeşme çykýar. Çeşmeleriň suwlarynyň harçlary $0,3\text{--}1,0\text{ l/s}$, temperaturasy $20\text{--}25^\circ\text{C}$.

Burawlamanyň netijesinde ýatagyň çäginde ýodly suwlar santonyň, senomanyň, albyň çägedaşlarynda açylýar. Suwlar, esasan, dyňzawly, skwažinanyň agzyndan öz akymyna çykýan suwlaryň harjy $0,3\text{--}6,0\text{ l/s}$, temperaturasy $30\text{--}46^\circ\text{C}$, duzlulygy $23\text{--}31\text{ g/dm}^3$, suwuň düzüminde ýoduň mukdary $268\text{--}427\text{ mg/dm}^3$, bromuňky $46\text{--}113\text{ mg/dm}^3$. Düzümi boýunça suwuň formulasy şeýle:



Türkmenistanyň günorta-gündogarynda Mary welaýatynda ýodly-bromly suwlar Mary, Maý, Baýramaly, Şaraply meýdançalarynyň apt-senoman çökündilerinde tapylan. Ol ýerdäki ýerasty suwlaryň duzlulygy adatydan pes bolup, 37–56 g/dm³ aralygynda üýtgeýär. Suwdaky ýoduň mukdary 18–42 mg/dm³, bromuňky 112–221 mg/dm³.

Türkmenistan ýoduň-bromuň çaklanylýan gurlary boýunça dünýä möçberinde öňdäki orunlardaky ýurtlaryň hataryna girýär. Ýody-bromy çykaryp, arassalap, dünýä bazarynda ýerlemek boýunça mynasyp orny eýelemek ýurduň hünärmenleriniň nobatdaky wezipesidir. Nebitgaz ýataklarynyň özleşdirilişiniň soňky tapgyrlarynda ykdysadyýetiň ýerli infrastrukturasyny ulanyň, ýoduň, bromuň ýerasty suwlardan çykarylyp alynmagynyň ýola goýulmagy amatly bolar.

7.4. Termal suwlar

Termal suwlara adamyň temperaturasyndan ýokary tempearturaly suwlar degişli hasaplanýar [43]. Temperaturasy 37°-dan 42°C-ä çenli suwlar gyzgyn, 42°-dan 100°C-ä çenli – örän gyzgyn, 100°C-den ýokary suwlar aşa gyzdyrylan suwlara [53] degişli diýlip kesgitlenýär. Guýynyň agzyndaky temperaturasy 85°C-den ýokary bolan suwlara **ýylylyk-energetiki suwlar** diýilýär. Käbir şertlerde temperaturasy 20–35°C bolan ýerasty suwlaryň hem ýylylyk energiýasynyň dürli hojalyk bähbitleri üçin ulanylýan ýerleri bar. Termal suwlaryň ol ýa-da beýleki hajatlar üçin ulanylmak mümkinçilikleri temperaturadan başga olaryň duzlulygy, wodorod ionlarynyň konsentrasiýasy (pH), zäherli elementleri saklaýanlygy we başgalar bilen kesgitlenýär.

Hojalyk bähbitlerinde ulanylmak mümkinçilikleri boýunça termal suwlar şeýle bölünýärler:

1) temperaturasy 20°C-ä çenli suwlar suw üpjünçilikliginde ulanylmaklyga amatly;

2) temperaturasy 20–50°C aralygyndaky suwlar kesel bejerişde, ýoduň-bromuň önümçiliginde ulanylmaga bähbitli;

3) temperaturasy 50–75°C aralygyndaky suwlar parnikleri, mal ýataklaryny we ş.m. ýylatmak üçin amatly;

4) temperaturasy 75–100°C suwlary şäherleriň, kurortlaryň ýyladyş ulgamynda ulanmak bähbitli;

5) temperaturasy 100°C-den ýokary suwlar (suw-bug garyndylary), adatça, energetiki hajatlar üçin ulanylýar.

Bu ýerde suwuň temperaturasy näçe ýokary bolsa, onuň energetiki potensialynyň şonça ýokarydygyny bellemeli.

Termal suwlar kaýnozoý eýýamynyň ýygrytlanma sebitlerinde, esasan-da häzirki döwür wulkanly ýerlerde (mantiýanyň ýylylygynyň ýeriň ýüzüne köp mukdarda çykýan ýerlerinde) giňden ýaýran (Kamçatka, Kuril adalary we başg.). Soňky döwürde termal suwlaryň ekologiýa taýdan arassa energiýasy elektrik energiýasyny öndürmek üçin ABŞ-da, Russiýa Federasiýasynda uly depginler bilen ösýär. Amerikanyň Birleşen Ştatlarynda gidrogeotermal elektroenergetiki stansiýalaryň umumy kuwwaty 3000 MWt-dan köpdür (2000 ý.).

Termal suwlaryň duzlulygy 0,3-den 200 g/dm³-a çenli we ondan hem köp aralykda üýtgeýänligi, ion düzüminiň örän köp dürlüligi sebäpli, termal suwlaryny elektrik energiýasyny almak ýa-da başga maksatlar üçin ulanylanda suwuň düzümine, temperaturasyna baglylykda dürli tehnologik shemalar ulanylmaly bolýar. Ykdysady taýdan termal suwlaryň duzlulygy pes bolsa, düzüminde iýiji komponentler (H₂S, CO₂, NH₄ we başg.) bolmasa amatly.

Ýylylyk energetiki suwlary barlamak, çykaryp ulanmak ýörite gyzgyna çydamly enjamlaryň, eşikleriň ulanylmagyny, suw çykarýan turbanyň daş ýüzüniň betonlanmagyny, gyzgyn bug-suw garyndynyň birden atylýp zyňylmagynyň önüni almak üçin ýörite agraldylan (mysal üçin, gematit goşulyp) suwuň ätiýaçlyk goruny saklamagy we başgalary talap edýär.

Türkmenistanda uly çuňluklarda suwuň temperaturasynyň üýtgewi gidrogeologik sýomkalaryň, mineral, senagat suwlaryň gözlegleriniň (A. W. Kudelskiý, S. N. Alýohin, M. R. Milkis we başg.), nebit-gaz ýataklarynyň gözlegi bilen bagly barlaglaryň (W.N.Korsenşteýn, L. G. Sokolowskiý, S. Şaberdiýew, Ý. A. Hojagulyýew, H. Babaýew we başg.), ýörite geçirilen geotermik barlaglaryň (S. S. Jibuti, W. W. Kolodiy, A. Gurbanmyradow, T. Aşyrow we başg.) düzüminde öwrenilen. Bu işleriň netijeleri baradaky käbir maglumatlar W. F. Borzasekowyň işlerinde jemlenen (1969, 1985 ý.ý.).

Geçirilen barlaglar Türkmenistandaky termal suwlaryň ulanylmak mümkinçilikleriniň çäklidigini görkezýär. Duzlulygy pes termal

suwlaryň ýylylyk potensialy az, gyrgyzlygy ýokary suwlar (70–100°C-ä çenli) bolsa, aşa berk gorabalara degişli. Termal suwlaryň ulanylmagy mümkin çaklanýan gurlary we esasy gidrogeologik görkezijileri barada şulary bellemeli.

Garagum sebitinde (paleozoýdan soňky platformanyň çäginde) termal suwlar mezozoý eýýamynyň dyňzawly toplumlarynyň hemmesinde duşýar. Olaryň dyňzawy suwy ýeriň ýüzüne çykarmaga ýetmän 20–200 m çuňlukda saklanýar. Himiki düzümi boýunça olar duzlulygy 250 g/dm^3 -a ýetýän hlörly-natrili gorabalar. Bu suwlaryň resmi talaplara laýyk gelýän gurlary $10840 \text{ m}^3/\text{g-g}$, gidrotermal energiýanyň genji (resursy) bary-ýogy 30 Gkal/ýyl . Köpetdag geotermik etrabynda Alynky we Içki Köpetdag zolaklary atly iki zolak bölünip çykarylýar (Kudelskiý, 1973). Alynky zolakdaky ýylylygy az ($36\text{--}41^\circ\text{C}$) suwlar dag eteginde çeşme görnüşinde çykýarlar we skwažinalar bilen açylýarlar. Olaryň himiki düzümi sulfatly-natrili, kükürtli wodorodly, duzlulygy $2,6\text{--}3,5 \text{ g/dm}^3$. Skwažinalaryň çykymy 10–11 l/s çemesi. Içki Köpetdagyň termal suwlarynyň temperaturasy birneme ýokary ($37\text{--}52^\circ\text{C}$), duzlulygy has ýokary $10\text{--}29 \text{ g/dm}^3$, skwažinalardan öz dyňzawyna çykýan suwlaryň çykymy 10–55 l/s aralygynda üýtgeýär.

Köpetdag sebitinde resmi talaplara laýyk gelýän termal suwlaryň çykaryp alyp boljak umumy gurlary $10840 \text{ m}^3/\text{ýyl}$, olaryň gidrotermal energiýasynyň genji bary-ýogy 30 Gkal/ýyl .

Köpetdagyň Alynky antiklinalyndaky kükürtli wodorodly suwlary geljekde ulanmak mümkinçiligi çuňlугy 2500–3000 m-e ýetýän guýulary burawlamak bilen bagly bolar. Bu şertde guýularyň agzynda temperaturasy $70\text{--}80^\circ\text{C}$ -ä ýetýän suwlary alyp, ulanyp bolar (25-nji tablisa).

Türkmenistanda çeşme bolup çykýan ýerasty termal suwlar diňe Garabogaz kölüniň golaýynda we Lebap welaýatynda duşýar. Garabogazyň golaýyndaky ýyly çeşmeleriň çykymy 0,5–2 l/s, temperaturasy 40°C -ä çenli. Ýurduň günorta-gündogarynda Çärjew basgança-gyndaky suwlaryň duzlulygy ýokary, temperaturasy $38\text{--}58^\circ\text{C}$.

Umuman jemlenende, Türkmenistanyň termal suwlarynyň durmuşda ulanarlyk bähbitliligi pes. Emma tehnikanýň, tehnologiýanyň ösmegi bilen turbalary, gyzdyryjylary gymmat düşýän polatdan, çouýundan däl-de, plastmassa önümleri bilen çalyşmak, termal suwlaryň energiýasyndan beýleki bähbitleriniň hem (senagat suwlary hökmünde, kesel bejerişde) ulanylmak mümkinçilikleri ekologiýa taýdan arassa energiýany berýän bu suwlaryň geljeginiň bardygyny görkezýär.

**Köpetdagyň we Günbatar Türkmen çökettliginiň
geotermiki şertleri**

	Ýerasty suwlaryň dürli çuňlukdaky temperaturasy, °C			
	1000 m	2000 m	3000 m	4000 m
Köpetdag				
Merkezi Köpetdag	35-44	54-57	-	-
Günbatar Köpetdag	47-53	67-78	90-98	-
Günbatar Türkmen çökettligi				
Gündogar Balkanýaka	40-48	62-78	80-87	-
Gögerendag-Ekerem	41-44	56-64	79-85	-
Merkezi Balkanýaka	35-42	54-57	70-75	84-94
Kaspiý (Hazar)	30-36	45-49	56-63	67-77

7.5. Agyz-hojalyk suwlary

Hili boýunça içmäge we hojalykda ulanylmaga ýaramly tebigy suwlara agyz-hojalyk suwlary diýilýär.

Agyz-hojalyk suwlarynyň hiline suw üpjünçiliginde suwuň fiziki häsiýetleri, himiki we bakteriologik düzümi boýunça baha berilýär.

Suwuň sanitariýa ýagdaýy iki görkeziji boýunça kesgitlenýär:

1) barlanýan suwuň 1 ml-i iýmitlendiriji gurşawa ýerleşdirilende, onda döreýän koloniýalaryň sany boýunça;

2) koli-indeks, ýagny 1 litr suwuň düzüminde duşýan içege taýajyklarynyň (Colis bakteriýalarynyň) sany boýunça.

Agyz-hojalyk hajatlary üçin ulanylmaly suwuň hili TDS-2874-82 «Agyz suwy» standartyň talaplaryna laýyklykda kesgitlenýär (26-njy tablisa).

Agzalan resmi standartdan başga-da, agyz-hojalyk suwlarynyň hiline bildirilýän tehniki talaplaryň kadalaşdyrylan düzgünnamalary hem bar. Olardan Dünýa saglygy saklaýyş guramasynyň «Agyz suwunyň hilini barlamak boýunça gollanmany» (Ženewa, 1994), Russiýa Federasiýasynda agyz suwunyň gigiyenik talaplaryna bagyşlanan sanitar düzgünlerini we normalaryny (СанПиН 2.1.4.559-96, СанПиН 2.1.4.544-96 we başg.) mysal getirip bolar. Bu ýerde agyz-hojalyk suwlarynda duşýan zyýanly maddalaryň

**Agyz-hojalyk suwlarynyň düzümine TDS-2874-82
«Agyz suwy» standarty boýunça esasy talaplar**

Görkezijiler	Ölçeg birligi	Norma (şu mukdardan artmaly däl)
Umumy talhlyk	mmol/dm ³	7,0
Sulfatlar	mg/dm ³	500
Hloridler	mg/dm ³	350
Gury galyndy	mg/dm ³	1000
Ftor	mg/dm ³	0,7-0,5
Demir	mg/dm ³	0,3
Marganes	mg/dm ³	0,1
Galyndy alýumin	mg/dm ³	0,5
Mis	mg/dm ³	1,0
Sink	mg/dm ³	5,0
Geksametasulfat	mg/dm ³	3,5
Tripolifosfat	mg/dm ³	3,5
Galyndy poliakrilamid	mg/dm ³	2,0
Berilliý	mg/dm ³	0,0002
Myşýak	mg/dm ³	0,05
Gurşun	mg/dm ³	0,03
Selen	mg/dm ³	0,001
Stronsiý	mg/dm ³	7,0
Nitratlar (NO ₃ ⁻ boýunça)	mg/dm ³	10,0
1 ml-däki bakteriýalaryň umumy sany	san	100
Koli-indeks	san	3

Russiýa Federasiýasynda ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýalary hakda maglumat berilýär (27-nji tablisa).

Tablisalardan görnüşi ýaly, agyz suwunyň duzlulygy 1 g/dm³-dan geçmeli däl, olar düzüminde zäherleýji maddalary saklamaly däl, bakteriologik taýdan arassa bolmaly, umumy talhlygy 7 mmol/dm³-dan geçmeli däl. Suw üpjünçiligiň ýerli şertleri göz önünde tutulyp, bellenen görkezijiler suwuň hilini ýaramazlaşdyrýan tarapa üýtgedilip bilner (şol sanda Türkmenistanda). Mysal üçin, suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde suwuň umumy duzlulygynyň nusgawy görkezijisi 1500 mg/dm³-a çenli, umumy talhlyk 10 mmol/dm³-a çenli artdyrylýar.

**Tebigy suwlarda zyýanly maddalaryň Russiýa Federasiýasynda
ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýasy
(toplanmasy) [30]**

Görkezijiler	Ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýasy (mg/dm ³) (şu sandan artmaly däl)	Howplulyk derejesi
Nebit önümleri (jemi)	0,1	
Üstki aktiw maddalar (anionaktiwler)	0,5	
Fenol indeksi	0,25	
Alýumin (Al ³⁺)	0,5	2
Bariý	0,1	2
Berilliý (Be ²⁺)	0,0002	1
Kadmiý (jemi)	0,001	2
Nitratlar (NO ₃ boýunça)	45	3
Simap (jemi)	0,0005	1
Gurşun	0,03	2
Hrom (Cr ⁶⁺)	0,05	3
Sianidler (CN)	0,035	2
Sink	5,0	3
Organiki däl maddalar		
γ – ГХІІ (Lindan)	0,002	1
DDT (jemi)	0,002	2
2,4-D	0,03	

Bellik: Arassaçylyk (sanitar) kadalarynda zyýanly maddalaryň 4 topary bölünip çykarylýar: 1- adatdan daşary howply; 2 – örän howply; 3 – howply; 4 –gowşak howply (mysal üçin, 26-nji tablisada görkezilen hlوريدler we sulfatlar şu synpa degişli).

Suw üpjünçilik ulgamynda suw arassalananda, zyýansyzlandyrylanda suwuň düzüminde käbir zyýanly maddalaryň saklanyp galmagy mümkin. 28-nji tablisada şeýle maddalaryň ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýasy berilýär.

**Suw arassalananda we zyýansyzlandyrylanda suwda emele gelýän
hem-de suw üpjünçiliginde duşýän zyýanly maddalaryň ygtyýar
berilýän aňryçäk konsentrasiýasy [30]**

Görkezijiler	Ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýa, <i>mg/dm³</i> (şu sandan köp bolmaly däl)	Howplulyk derejesi
Hlor: - erkin galyndy	0,3-0,5 çäklerinde	3
- bagly galyndy	0,8-1,2 çäklerinde	3
Hloroform (suw hlorlananda)	0,2	2
Galyndy ozon	0,3	-
Formaldegid (suw ozonlananda)	0,05	2
Poliakrilamid	2,0	2
Aktiweleşdirilen kremniý kislotasy (Si boýunça)	10	2
Polifosfatlar (PO ₄ ³⁻ boýunça)	3,5	3
Demriň we alýuminiň koagulyantlarda saklanyp galan mukdary: - Al	0,5	2
- Fe	0,3	-

Agyz suwunyň 1-nji we 2-nji howplulyk derejesine degişli zyýanly maddalaryň bar bolan şertinde, olaryň aýry-áýry konsentrasiýalarynyň jeminiň ygtyýar berilýän aňryçäk konsentrasiýasy (YBAK) 1-den uly bolmaly däldir. Şol hasap şeýle formula boýunça geçirilýär:

$$\frac{C_{\text{hak}}^1}{C_{\text{ygt}}^1} + \frac{C_{\text{hak}}^2}{C_{\text{ygt}}^2} + \dots + \frac{C_{\text{hak}}^n}{C_{\text{ygt}}^n} \leq 1, \quad (7.1.)$$

bu ýerde

C^1 , C^2 , C^n – 1-nji, 2-nji we n -nji synplara degişli
maddalaryň hakyky (hak.) we ygtyýar
(ygt.) berilýän (aňryçäk) konsentrasiýalary.

Tehniki hajatlar üçin ýerasty suwlar gazylyp alynýan maddalar baýlaşdyrylanda, beton garylanda, ýer suwarylanda, köçelere suw sepilende, burawlamada toýun ergini taýýarlananda, gury burawlamada döreýän tozany ýatırmada we ş.m. ulanylýar. Köplenç, bu maksatlar üçin zeý suwlary ulanylýar. Tehniki suwlara bildirilýän talaplar, adatça, edil agyz-hojalyk suwlarynyňky ýaly. Emma aýry-aýry tehnologiiki proseslerde suwuň eýeleýän ornuna baglylykda onuň hiline goşmaça talaplar bildirilýär.

7.5.1. Arassa suwuň endişeleri (meseleleri)

Arassa suwuň endişeleri özüniň wajyplygy boýunça klimatyň üýtgemegi, ozon gatlagynyň ýukalmagy, topraklaryň şorlanmasy, atmosferany we Dünýä ummanyny hapalanmakdan goramak ýaly ähliadamzat aladalaryndan öňe geçýär. Sebäbi suw diňe bir ýaşaýşyň çeşmesi däl-de, belli fransuz ýazyjysy we jahankeşdesi Sent-Ekzýuperiniň belleýşi ýaly, ýaşaýşyň hut özüdir. Emma her bir suw ýaşaýş dälidir. Hapalanan suw ýaşaýş üçin howply bolup başlaýar. **Suw şu gün indi aňrysy-bärisi görünmeýän tükeniksiz tebigy önüm dälidir.** Şu hakykata hemmeler, esasan-da, hünärmenler doly düşünmelidir. Şu soragyň jümmüşine girmekden öňürti biziň planetamyzda näçeräk süýji suwuň barlygyna göz aýlamaly, sebäbi hut şol suwlar gury ýerdäki ýaşaýşy we adamyň hojalyk işlerini üpjün edýärler. Ýeriň ýüzünde we elýeter çuňluklardaky suwlaryň çaklanýan gollary 29-njy tablisada berilýär.

Tablisadan görnüşi ýaly, süýji suwlaryň agramly bölegi (85%) buzluklarda we garly-buzly dörentgilerde jemlenýär. Emma buzluklary suw üpjünçilik çeşmesi hökmünde ulanmak şu wagt çözmegi kyn meseleligine galýar (ýakyn geljekdäki onýyllyklarda). Buzdan soň indiki orny ýerasty suwlar eýeleýärler, emma bu suwlaryň süýji suwly bölegi juda azdyr (diňe 14%). Guraksy klimatda ýerleşen Türkmenistanda bu sanyň görkezilenden hem ençeme esse azdygyny bellemeli. Buzluklarda we ýerasty suwlarda süýji suwlaryň 99%-i saklanýar.

Gidrosferanyň çägendäki süýji suwlar [47]

Gidrosferanyň bölekleri	Süýji suwuň göwrümi, km^3	Gidrosferanyň şu böleginde tutýan orny, %	Süýji suwlaryň umumy göwrümündäki orny, %
Buzluklar	24000000	100	85
Ýerasty suwlar	4000000	67	14
Köller we suw howdanlary	155000	55	0,6
Topraklardaky çyglar	83000	98	0,3
Atmosferadaky buglar	14000	100	0,05
Derýa suwlary	1200	100	0,004

Planetadaky süýji suwlaryň umumy göwrümi $28,3 \text{ mln } km^3$ -a ýetýär, bu bolsa gidrosferanyň umumy göwrüminiň 2% çemesini düzýär. Eger polýar buzluklaryndaky ulanmak üçin elýetmez ýerde gaýym saklanýan suwlary aýyrsaň, süýji suwlaryň göwrümi diňe $4,2 \text{ mln } km^3$ -a barabar bolýar ýa-da gidrosferanyň göwrüminiň 0,3%-ni düzýär. Jan başyna düşýänini hasaplasak, her adama $0,8 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ süýji suw düşýär. Emma süýji suwlaryň ýaýrawynyň deňölçegsizligi sebäpli ýeriň ýüzüniň köp yerinde olaryň ýetmezçiligi duýulýar.

Öňki SSSR-iň çäginde süýji suwuň mukdary ýeterlik derejede uludyr ($69 \text{ müň } km^3$), şol sanda ýerasty suwlary $30 \text{ müň } km^3$, Baýkal kölünde $28 \text{ müň } km^3$. Dürli hasaplamalara görä, bu sebitde jan başyna düşýän süýji ýerasty we ýerüsti suwlaryň mukdary $20 \text{ müň } m^3/ýyldan$ $30 \text{ müň } m^3/ýyl$ aralygynda üýtgeýär. Emma bu san öňki SSSR-iň aýry-aýry bölekleri üçin dürlüdür. Bu sebitde suw üpjünçiliginiň iň pesi ($1 \text{ müň } m^3/ýyldan$ az) Merkezi Aziýada täze dörän garaşsyz döwletleriň paýyna düşýär.

Getirilen maglumatlaryň üsti adamyň durmuşda ulanýan suwunyň mukdary bilen ýetirilse, garalýan mesele has aýdyňlaşar.

Ýaşayşyň derejesiniň artmagy, önümçiligiň ösmegi bilen adamyň ulanýan suwy hem artýar. Daş asyryndaky adam günde 10 litrden köp bolmadyk suw ulanandyr diýlip çaklanýar. Şu günler diňe durmuşy hajatlar üçin her adama ortaça günde 200 litr suw gerek. Şol bir wagtda ýurt näçe ösen bolsa, onda şonça-da köp suw harçlanýar. Ösýän

ýurtlarda günde ortaça 300 litr suw ulanylýan bolsa, ýokary derejede ösen ýurtlarda bu norma 500-600 l/g-g-e çenli artýar.

Adamzadyň taryhynda her täze dörän hojalyk pudagy üçin (küýze-gärlik, mallaryň derisini eýlemek, metallary eredip almak, agaç önümlerini işlemek, ýerleri suwarmak) örän köp suw harçlanylmagy talap edilýär (30-njy tablisa).

Eger dünýä boýunça derýalardan akýan suwuň jan başyna düşýäniniň ($9100 \text{ m}^3/\text{ýyl}$) planeta boýunça umumy ulanylýan suwdan ($1046 \text{ m}^3/\text{ýyl}$) 9 esse artykdygyny göz öňünde tutsak, arassa suwuň gor-gençleriniň ýeterlik artykdygy görünýär. Emma bu ýerde goşmaça şertleri hasaba almaly. Birinjiden, suwuň ulanylyşy yzygiderli ösýär, hasaplamalara görä 2000-nji ýyla çenli ol $5600 \text{ m}^3/\text{ýyl}$ -a çenli artmaly. Ikinjiden agyz suwunyň problemasy diňe onuň mukdarynda däl-de, onuň hilindeligini bellemeli, bu bolsa aýratyn ynjalyksyzlyk döredýär.

30-njy tablisa

**1990-njy ýylda dünýä boýunça tebigy suwuň ulanylyşy
(M. I. Lwowiç boýunça)**

Suw ulanylyşynyň görnüşleri	Suw çeşmelerinden suwuň alnyşy, $\text{km}^3/\text{ýyl}$	1 adama düşýän suwuň harjy, $\text{m}^3/\text{ýyl}$	Otnositel paý, %
<i>Suw üpjünçiligi</i>			
Agyz-hojalyk we durmuşy maksatlar üçin	192	43,9	4,2
Maldarçylyk üçin	55	12,6	1,2
Ýylylyk-energetika işleri üçin	320	73,2	7,0
Senagat üçin	350	80,1	7,1
Jemi	917	209,8	20,0
<i>Suw ulanyşyň beýleki görnüşleri</i>			
Ýerleri suwarmak	2810	643,0	61,6
Suwarymsyz ekerançylyk	600	137,2	13,1
Gidroenergetika we gämi gatnawy	180	41,2	3,9
Gaýry maksatlar üçin suw ulanyş	65	14,9	1,4
Hemmesi	4572	1046,1	100

Bulardan başga-da, Ýeriň ýüzünde süýji suwuň deňölçeşsiz ýaýranlygy, ilatyň, önümçiligiň çäkli meýdanda ýerleşenligi hasaba alynmaly. Şeýle şertlerde planetanyň masştabynda süýji suw ýeterlik mukdarda bar hem bolsa, käbir uly derýanyň kenarynda-da arassa suwuň ýetmezçiligi duýulýan wagtlary bolýar.

7.5.2. Arassa suwuň esasy meselesi (problemasy) – tebigy suwlaryň hapalanmasy

Gadym zamanlardan bäri adam öz hapalaryny golaýyndan akýan suw çeşmelerine guýup gelýär. Bu ýagdaý adam geologik güýje öwrülenden soň, has ýitileşýär.

Hapalaýjynyň esasy görnüşiniň biri-kärhanalaryň zyňnydy suwlary. Suwuň aýratyn häsiýetleri, onuň köp ýerde elýeterliligi we hamana bol-telkiligi senagatyň, oba we jemagat (kommunal) hojalyklarynyň hemme pudaklarynda diýen ýaly suwy köp ulanýan «öl» tehnologiýalaryň döremegine sebäp bolýar. Netijede, ahyrky önümiň her tonnasy 10-1000 esse köp hapalanan suwlar döreýär. Hapalanan suwlar ahyrky önümiň her tonnasynda şeýle mukdarda harçlanýar (m^3): gant şugundyry – 13-16, deri – 82-110, kükürt kislotasy – 60-140, emeli kauçuk – 250, kapron – 25000.

M.I.Lwowiçiň maglumatlaryna görä, derýa suwlarynyň zyňnydy suwlar bilen hapalanýan bölegi $7080 km^3$ -a ýa-da umumy akgydyň 20%-e barabar.

Suw çeşmelerine iň uly urgularyň biri olaryň suwarymly ekerançylykda ulanylýan ýuwuş suwlary bilen hapalanmagydyr, ol suwlar topraktan ýuwlup aýrylan duzlardan başga, biogen elementleri, metallary, pestisidleri, defoliantlary özünde saklaýarlar. Suwlaryň biogen galynydlary, aýratynda fosfor bilen hapalanmagy örän howpludyr.

Emeli fosforyň döremegi tehnologiýalaryň ösmegi bilen bagly. Fosfory köp mukdarda ýuwujy, kir aýryjy serişdeler we maldarçylyk toplumlary berýärler. 10 müň baş maly semrediji toplum 100 müň ilatly şäheriňki ýaly zyňnydy suwlary döredýär.

Örän güýçli hapalaýjy bolup durmuşy akyndylar hyzmat edýärler, suwa garylanda olar organiki maddalary dargatmak üçin köp

mukdarda suwdaky kislorody harçlaýarlar we suw organizmleri üçin kislorod ýetmezçiligini döredýärler.

Adamyň we haýwanlaryň nejasatlary bilen hapalanan suwlar arassa suwa kesel dörediji bakteriýalary we wiruslary getirýärler.

Nebit önümleriniň (nebit, benzin, kerosin, mazut) suwa siňmegi düýpli hapalanma getirýär (nebiti gaýtadan işleýän kärhanalarynyň zyňyndy suwlary, nebit önümleriniň saklanýan, daşalýan ýerlerinde heläkçilikleriň (awariýalaryň bolmagy). Uglewodorodlar suwa ýakymсыз ys we ýakymсыз tagam berýärler, suw bilen atmosferanyň arasynda gaz çalşygyny kynaldýarlar, şeýle-de olar suwdaky köp janly organizmleri zäherleýärler.

Ýerasty suwlaryň hapalanmasy ýerüsti suwlaryňkydan düýpli tapawutlydyr. Eger ýerüsti suwlaryň hiç hili goragy ýok bolsa, ýerasty suwlarda ol azda-kände bardyr. Ýerasty suwlaryň suwly gatlak bilen ýeriň ýüzüne çenli ýatan howaly zolak bilen goraglylygy, olaryň suw üpjünçiliginde ulanylmagy üçin esasy bähbitli tarapydyr. Emma ýerasty suwlaryň goraglylygyny absolýutlaşdyrylmaly däl. Durmuşyň görkezişi ýaly, ýerasty suwlar hem hapalanyp bilýärler, özi hem ýyl-ýyldan köp hapalanýarlar. Goraglylygy iň pes ýerasty suwlara ýeriň ýüzünden birinji suwly gatlak bolup ýatýan teýgum suwlary degişli.

A.Ý.Oradowskaýa (1983) hapalaryň suwly gatлага, esasan, 4 usul bilen barýandygyny belleýär (47-nji surat):

1) hapa suwlar gös-göni dörän we toplanan ýerlerinden aşak ýere siňýärler (zyňyndy suwlaryň toplaýjylary, kärhanalaryň, suwaryş ulgamynyň hapalanan, sorlaşan suwlary). Bu siňmäniň meýdany we depgini dürli, siňmäniň ýylyň dowamyndaky görnüşi dürli (hemişelik, möwsümleýin, tötänleýin) bolup bilýär (47-nji a surat);

2) gapdaldan gelip derýanyň hanasyna, jülgesine ýetýän hapalar, derýa joşan wagty pes basgançaklaryň hapalanmasy (47-nji b surat). Bu hili hapalanma edil öňki ýaly diňe teýgum suwlarynda duşýar, esasan-da, galyňlygy az, howaly zolakdaky gatlaklaryň geçirijiligi ýokary bolan şertlerde;

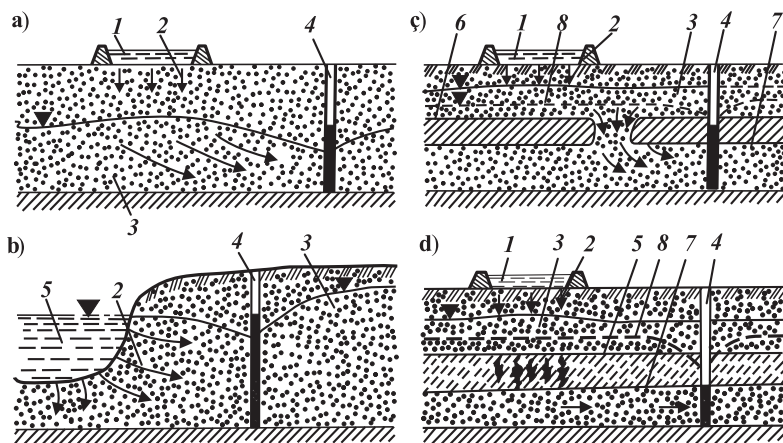
3) hapa suwlar dikligine goňşy hapa suwly guýudan ýa-da araçäk bolup hyzmat edýän suwabent gatlagyň «gidrogeologik penjiresiniň» (47-nji ç surat) ýa-da gowşak geçirijilikli gatlagyň üsti bilen (47-nji d surat) gelýärler;

4) hapalar gös-göni ýygnaýan wagty hapa suwlary ýeriň aşagyndaky siňdiriji gatлага akdyrylanda ýa-da kemli guýudan nebit, nebit-

-gaz bilen ugurdaş çykýan gorabalar ýokary galdyrylanda, akdyrylanda bolup bilýär.

Giň meýdany eýeleýän sebitleýin hapalaýjy bolup oba hojalygy, şol sanda, suwarymly ekerançylyk hyzmat edýär. Suwaryş kanallarynyň, ýaplaryň düýbünden, gapdalyndan ýere siňen suwlar teýgum suwlarynyň derejesini ýokary galdyrýar we topragyň, ýerasty suwlaryň duzlulygyny artdyrýar. Duzlulygy artan suwlar derýa düşüp, onuň hem duzlulygyny artdyrýar. Şeýle oňaýsyz ýagdaýlar guraksy klimatta ekerançylygyň diňe suwarymly görnüşiniň ulanylýan ýerlerinde has uly amatsyz ýagdaýlary döredýärler.

Ekin meýdanlarynda mineral we organiki dökünleriň, pestisidleriň ulanylmagynyň we haşal otlaryň, mör-möjekleriň garşysyna zäherli maddalaryň ulanylmagynyň netijesinde teýgum suwlarynyň düzümi yzygiderli üýtgeýär, hili peselýär.



47-nji surat. Suwly gatlaklara hapalaryň barsynyň görnüşleri:

a – ýokardan ýerüsti suwlaryň siňmesi netijesinde; *b* – gapdaldan ýa-da hapa suw toplaýjy akgytlardan, howdandan; *ç* – suw geçirmeýän gatlagyň «penjiresiniň» üsti bilen geçýän ýerli hapalanma; *d* – gowşak geçirijilikli gatlagyň üsti bilen meýdanlaýyn hapalanma.

1 – ýerüsti hapalaýjy çeşme; 2 – hapalanan ýerüsti we ýerasty suwlaryň süzülmegi; 3 – hapalanan teýgum suwlary; 4 – suwalgyçlar; 5 – hapalanan akgyt ýa-da suw howdany; 6 – gidrogeologik «penjireli» suwabent gatlak; 7 – ýerasty suwlaryň ulanylýan gatlagy; 8 – pýezometriki egri; 9 – gowşak geçirijilikli gatlak

Suwuň hili bilen ilatyň saglygy ýakyn baglydyr. Hiç kime garaşly bolmadyk statistikanyň görkezişi ýaly, dünýädäki keselleriň 80%-ne çenlisi agyz suwunyň hiliniň kanagatlanarlyksyzlygy, suw üpjünçiligiň sanitariýa-gigiýena normalarynyň bozulmasy bilen bagly. Suw bilen bagly keseller 5 görnüşe bölünýärler:

1) ýokanç keselli suwlardan döreyänler (garahassalyk, holera, ganly iç geçme, poliometit, gepatit we başg.);

2) hapa suwda ýuwnulanda döreyänler (deri keselleri, nemli bardalaryň keselleri, trahomadan heýwerä çenli);

3) suwda ýaşayan ownuk jandarlar bilen bagly keseller (şistosomatoz, rišta we başg.);

4) suwda ýaşap, köpeli bilýän mör-möjekleriň ýaýradýan ýokanç keselleri (gyzdyrma, sary ysytma we ş.m.);

5) zäherli maddalary saklaýan suw içilende döreyän keseller (allergiýa, bagryň, böwregiň keselleri we başg.).

Dünýä möçberinde suw bilen bagly döreyän keselleriň sany örän köpdür. BMG-niň berýän maglumatlaryna görä dünýädäki ilatyň üçden biri hili pes suw ulanýar. Netijede ejir çekýänleriň sany gastroenteritden - 400, trahomadan - 500, şistosomatozdan - 200, gyzdyrmadan - 800 million adam [48].

Agyz-hojalyk suwlarynyň hiliniň bellenen talaplara gabat gelmeýänligi sebäpli, çekilýän maddy zyýan (hatda iň ösen ýurtlarda hem) her ýyl onlarça milliard amerikan dollaryna ýetýär (hili pes suwlaryň ulanylýanlygy zerarly döreyän, keselleri bejermek, olaryň önüni almak we ş.m. üçin) (W.A.Koptýug, 1992 ý.).

7.5.3. Arassa suwuň çökgünliginden çykalga ýollary

Suw çökgünligini ýeňip geçmek örän kyn mesele bolup, ony çözmeklik BMG-niň çäginde geçirilmeli. Sebäbi bu problema hemme ýurtlar üçin döwrebaplygyna galýar. Bu ýerde esasy tutum **ilatyň saglygyny bijebaşy hasaplap, her adama tebigatyň arassa suw içmäge beren hukugyny** dikeltmek hasaplanmaly [71].

Häzirki wagt planetamyзда şeýle düýpli ýagdaý döredi, ýagny ýaşaýşy we daşky dünýäni dörediji suw öň hiç haçan ýüze çykmadyk

ahwalata–adamyň kömegine mätäç boldy. Ýaşaýşyň esasyňy saklamak üçin suw gurşawynyň hapalanmagy bilen göreşmeli, onuň tebigy deňagramlylygyny berjaý etmeli, gor-gençlerini artdyrmaly, Ýeriň bu deňsiz-taýsyz maddasyny goramaly.

Ilkinji nobatda, «suw ýaşaýşyň esasydyr» diýilýän düşüňjani takykklamaly: **arassa suw – ýaşaýyş, hapalanan suw-ýaşaýyşa howp.** Arassa suw ýyl-ýyldan azalýar. Bu bolsa, ýaşaýyş üçin howpuň ýyl-ýyldan köpeliändigini aňladýar.

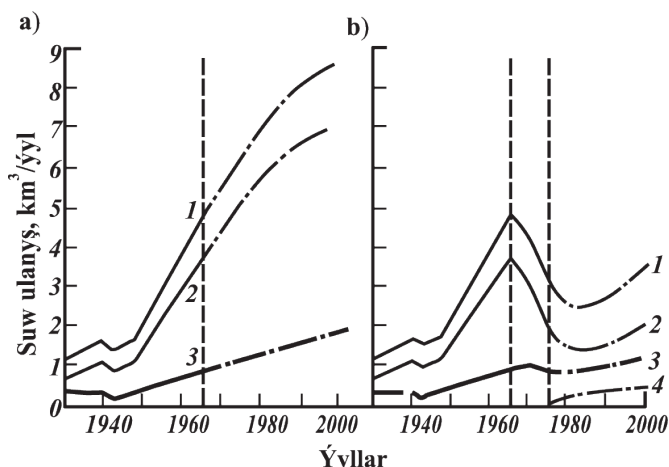
Ikinjiden, **suw indi mugt tebigy genç bolman, onuň giň gerimli serişdeleriň harçlanmagyny talap edýänliginden ugur almaly.**

Aýdylanlaryň üstüni şeýle ýetirmek ýerliklidir. Käbir syýasy işgärler, hatda käte tehniki ugurda işleýän alymlar «Häzirki zaman tehnologiýasy islendik derejede hapalanan suwlary arassalamaga mümkinçilik berýär» diýýärler. Şeýle tehnokratik pikir ýüwürme howpludyr we onuň geljegi ýokdur. Esasy pikir hapalanan suwlary arassalamaklyga däl-de, arassa suwlaryň hapalanmagyna ýol berilmezlige gönükdirilmeli.

Umumy pikir ýüwürtmelerden soň, suw çökgünliginiň önüni almak boýunça amala aşyrylan käbir şowly mysallara ýüzleneliň.

Şeýle ýollaryň biri **ulanylýan suwuň mukdaryny azaltmakydyr.** XX asyryň 70-nji ýyllarynda ykdysadyýetde bolup geçen çökgünlik energiýanyň, azygyň dünýä möçberinde ýetmezçiligi **tebigy gençleri tygşytly ulanmak** pikirini döredýär. Netijede, mysal üçin, ABŞ-da 1960-njy ýyllardaky suwuň ulanylyşy $14,3 \text{ km}^3$ -dan 1970-nji ýyllarda $11,6 \text{ km}^3$ -a çenli azalýar.

Şwesiýada suwuň ulanylyşy iň ýokary derejä 1965-nji ýylda ýetýär, 2000-nji ýyllara çenli ony 2 essä çenli artdyrmak çaklanýar eken. Emma dünýä üýtgeýär, hemme ýerde galyndysyz tehnologiýa, ýapyk suw aýlanýşygyna geçilip, suwuň ulanylyşy 1970-nji ýyllarda artman, gaýtam kemelýär (*48-nji surat*). Şwesiýada 10 ýylyň içinde (1965–1975 ý.ý.) sellýulozanyň önümçiligi 2 esse artýar, bu önümçilik örän köp suwy talap edýän hem bolsa, suwuň harçlanyşy 3 esse azalýar. Bu netije sellýulozanyň ýitgileriniň 7 esse azaldylmagy arkaly gazanylýar. Şeýle tygşytlylyk Günbatar Ýewropa ýurtlarynyň köpüsi, Kanada we ABŞ üçin mahsusdyr.



48-nji surat. Şwesiýada 1965 (a) we 1975 (b) ý.ý. suw ulanylyşynyň çaklanýan we hakyky harçlary [47]

Suw ulanylyşy: 1 – umumy ýurt boýunça; 2 – senagatda;

3 – hojalyk-durmuşy işlerde; 4 – ýerleri suwarmakda;

tutuş çyzyklar–hakyky ýagdaý, üznükliler–çaklanýan möçberi

Suw ekologik çökgünlikden çykmanyň beýleki bir ýoly–**arasalanmadyk zyňyndy suwlary tebigy suw çeşmeleriniň içine guýmagy düýpli azaltmak, geljekde bolsa, doly bes etmek**. Bu meseläniň in aňrybaş çözgüdi suw üpjünçiliginiň ýapyk aýlanyşygyna geçilmegi bilen bagly. Bu şertde zyňyndy suwlar doly arassalanyp, ýene-de tehnologik zerurlyk üçin goýberilýär. Elbetde, suwuň in bir zyýanly bölegini aýyrmaly bolar. Ol galyndyny ýeriň aşagynda töweregine zyýan bermejek gatlakda ýerläp ýa-da suwy bugardyp, galyndyny gaty madda öwürmeli bolar.

Suwuň himiki, biologik arassalama işleri agzalan işler bilen ugurdaş kämilleşdirilip alnyp barylmalýdyr, aýratyn-da, sada usullara esasy üns berilmelidir. Şu tendensiýa dünýä boýunça ösýär. Mysal üçin, Fransiýada 20 ýylyň içinde (1970–1990 ý.ý.) hapa suwlary arasalaýan stansiýalaryň sany 7 esse, 40 ýylyň içinde bolsa (1950–1990 ý.ý.) 180 esse artýar.

Russiýa Federasiýasynda ýerüsti suwlara her ýyl $70,6 \text{ km}^3$ ulanylan suw goşulýar, şol suwlaryň 30%-i arassalanman goşulýar.

Ýerüsti suwlaryň aglaba böleginiň žyňynda suwlar bilen hapalanýanlygy sebäpli, ýerasty suwlaryň ulanylmagy aýratyn döwrebap meselä öwrülýär. Hakykatdan-da, XX asyryň ikinji ýarymynda ýerasty suwlaryň ulanylmagy köp ýurtlarda ençeme esse artdy. Öňki SSSR-de 1940–1980-nji ýyllar aralygynda ol 15 esse artýar. ABŞ-da her ýyl hojalyk-durmuşy, suwaryş we tehniki maksatlar üçin million guýy burawlanýar. Olaryň çuňlugy 50–150 *m*-den 800–1000 *m*-e ýetýär.

Kiçi (ilaty 50 müňe çenli) we orta möçberli (ilaty 50–200 müň adam) şäherleriň suw üpjünçiliginde ýerasty suwlar esasy orny eýeleýärler. Şäher ulaldygyça ýerüsti suwlaryň hasabyna suw üpjünçiliginiň üsti ýetirilýär.

Ilatyň suw üpjünçiliginde ýerasty suwlaryň ornunyň artmagy olaryň ýerüsti suwlar bilen deňeşdirilende goraglylygynyň ýokarylygy bilen düşündirilýär. Mundan başga, ýerasty suwlarda adamyň ýaşaýşy üçin, zerur mikro- we makrokomponentleriň barlygy hem olaryň esasy artykmaçlygy bolup hyzmat edýär. Ýerasty suwlaryň başga-da bellenmäge mynasyp görkezijileri bardyr. Olar has giňden ýaýran, ýagny ýerüsti suwlaryň ýok ýerlerinde hem duşýarlar. Ýerasty suwlar pasyllaýyn we köpýyllyk gurakçylyga has köp durnukly. Ýene-de bir goşmaça bellenmeli zat, ýerasty suwlaryň suw üpjünçiliginde ulanylyşyny ilatyň artmagyna baglylykda kem-kemden artdyryp bolýar. Ýerüsti suwlaryň ulanylyşyny artdyrmak üçin bolsa, bir wagtda köp serişde talap edýän uly desgalar toplumyny gurmaly bolýar.

Derýalary az ýa-da hapаланan suwly ýurtlarda ýerasty suwlar has uly ähmiýete eýe bolýarlar. Saud Arabystany we Kuweýt tutuşlygyna, Tunis, Marokko, Daniýa, Belgiýa tutuşlygyna diýen ýaly hojalyk-durmuşy we suwaryş hajatlary üçin zerur suwlary ýerasty suwlaryň hasabyna üpjün edýärler.

Suwuň harçlanylyşyny tygşytlamak, suw gençlerini aýawly ulanmak we goramak, tebigy suw çeşmelerine guýulýan hapa suwlary azaltmak, geljekde olaryň hapalanmasynyň önüni doly almak we suw aýlanyşygynyň dünýä boýunça wajyplygyny giň köpçülige wagyz etmek suw-ekologiýa çökgünliginden çykylmagyň esasy ýollarydyr.

Ýene üns berilmeli meseläniň biri—oba-şäherleriň tutýan meýdany giňelende, köplenç, olary ýakalap duran süýji ýerasty suw ýataklarynyň

üstüne süýşmek howpy yzygiderli döräp durýar. Bu ýerde süýji ýerasty suw ýataklarynyň şäheriň çäğine düşen böleginiň agyz-hojalyk suw üpjünçiliginde ulanmak mümkinçiligini doly ýitirýanligini hünärmenler, wezipeli adamlar, tutuş jemgyýet bilmelidir.

8. ÝERASTY SUWLARYŇ DINAMIKASY

8.1. Esasy düşüňjeler we howaly zolakda suwlaryň hereketi

8.1.1. Esasy düşüňjeler

Ýerasty suwlaryň dinamikasynyň binýady soraglary A. Darsi (1856), Ž. Dýupýui (1863), A. Tim (1870), A. Forhgeýmer (1914), N. Ý. Žukowskiý (1889), N. N. Pawlowskiý (1923), G. N. Kamenskiý (1940) tarapyndan öwrenilen.

Ýerasty suwlaryň dinamikasy – gidrogeologiýanyň bölümi bolup, tebigy we emeli faktorlaryň täsiri bilen ýerasty suwlaryň hereketiniň nazary esaslaryny we amaly usullaryny öwrenýär.

Tebigy faktorlara howa şertleri (ygallar, temperaturanyň üýtgewi), ýerüsti suwlar (derýalaryň suwunyň möwsümleýin joşmagy, kesilmegi) degişli.

Emeli faktorlar adamyň hojalyk işleri bilen kesgitlenýär (kanallaryň, suw howdanlarynyň gurluşygy, ýerleriň suwarylmagy, ýerasty suwlaryň sordurylyp çykarylmagy, akabaly zeýkeşler). Suwuň dag jynslaryndaky hereketi olaryň struktura-tekstura aýratynlyklaryna, yşlylygyna-jaýryklylygyna, ýeriň ýüzüniň relýefine bagly. Gidrogeologiýada suwuň hereketiniň iki görnüşi öwrenilýär: agyrlyk güýjüne boýun egýän we agyrlyk güýjüne boýun egmeýän hereketler. Agram ýa-da dyňzaw gradiýenti zerarly akýan suwlar suwdan doýgun zolakda duşýarlar. Olaryň hereketine **süzülme** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň derejesinden ýokarda ýatan gatlaklarda – howaly zolakda agram güýjüne mätäç bolmadyk hereketler duşýar. Ol hereketler temperaturanyň, basyşyň, öýjükleriň möçberleriniň dürlüligi, dag jynslarynyň mineral, zire düzümi bilen baglylykda bolup geçip bilýär. Suwuň bu hereketine **nemgöçüş** diýilýär.

8.1.2. Howaly zolakda hereket edýän suwlaryň görnüşleri

Howaly zolak diýlip, ýeriň ýüzi bilen teýgum suwlarynyň derejesiniň arasynda ýatan gatlaklar toplumyna aýdylýar.

Ýerasty suwlaryň ýerüsti suwlardan, ýagyndan iýmitlenişi öwrenilende, hapalanmakdan goramakda, ýerleriň zeýlenip, şorlanma meseleleri çözülide howaly zolakdaky gatlaklaryň suw süzdürijiligini bilmek zerurdyr.

Bu zolakda suwlaryň görnüşleriniň hemmesi bardyr. Emma nem-göçme prosesi esasy 4 hili: bug, örtük, kapillýar we agramdan akýan suwlaryň hereketi bilen bagly.

1. Bug aňrybaş gigroskopik çyglylyga çenli hereket edip bilýän ýeke-täk suwdur. Onuň hereket ugry çygly ýerden çygysyz ýere tarap. Eger dag jynslarynyň tebigy çyglylygy gigroskopik çyglylykdan köp bolsa, onda tä aňrybaş molekulýar suwsygymyň çyglylygyna çenli buguň maýyşgaklygy temperatura bagly, ýagny bug gyzan ýerden sowuk ýere hereket edýär, şol sebäpli toprakda buguň hereketi tomsuna ýokardan aşak, gysyna aşakdan ýokary bolup geçýär.

Teýgumdaky bug howadaky bilen elmydama bagly. Esasan, buguň maýyşgaklygy nirede az bolsa, onuň şol tarapa hereketi başlanýar.

2. Örtük suwy galyň ýorkadan ýuka ýorka tarap hereket edýär. Çygly toýunsow jynslaryň dykyzlandyrylýan ýerlerinde örtük suwlarynyň bir bölegi gysylp çykarylýp, erkin suwa goşulýar.

3. Kapillýar suwlar kapillýar öýjükler, jaýryklar bilen hereket edýärler. Kapillýar güýçler agyrlyk güýjünden uly bolsa, suw kapillýarlar boýunça ýokaryk hereket edip bilýär. Eger çägäniň öýjüklerindäki atmosfera basyşy P bilen, suwuň derejesinde kapillýar turbajykda döreýän basyşy P_0 bilen belleseň, onda kapillýar ýokary galyş şeýle kesgitlenýär:

$$H_k = \frac{P_0 - P}{\gamma},$$

bu ýerde

γ – suwuň udel agramy;

H_k – kapillýar ýokary galyş.

Kapillýarlaryň möçberine we kapillýar basyşa baglylykda suw H_k beýiklige çenli ýokary galyp bilýär (5-nji tablisa seret).

Kapillýarlar boýunça ýokary galýan suwuň duzlulygy köpeldigiçe H_k ösýär.

4. Agramyna akýan suwuň hereketi ygalyň, ekin suwlarynyň, ýerüsti suwlaryň ýere siňmeginde duşýar. Suwuň howaly zolakdaky bu hereketine **siňme** (infiltrasiýa) diýilýär. Onuň 2 görnüşi bar: *erkin siňme*, *tutuş siňme*.

Erkin siňmede suwuň hereketi biri-birinden üzňe akymjyklar (sepelenýän suw ýaly) görnüşde bolýar. Köplenç, erkin siňiş iri öýjükler, köwekler boýunça bolup geçýär.

Eger aşak barýan akym hemme öýjükleri we jaýryklary dolduryp, bir bitewi gidrawlik gurşawy döretse, onda siňme **süzülmä** (filtrasiýa) öwrülýär (ýagny hereket gidrostatik dyňzaw zerarly bolup geçýär).

Siňýän akymyň gury jynslar bilen araçäginde **kapillýar soruş güýçleri** (h_k) döreýär. Ol güýçler kapillýar ýokary galmanyň ýarysyna deň diýlip kabul edilýär ($h_k \approx 0,5 H_k$). Şeýle herekete **adaty (tutuş) siňme** diýilýär (49-njy surat). Siňme akymynyň bilelikde jemlenen güýjüni I_w gradiýentiň üsti bilen aňladyp bolýar:

$$I_w = \frac{h_0 + L + h_k}{L}, \quad (8.1.)$$

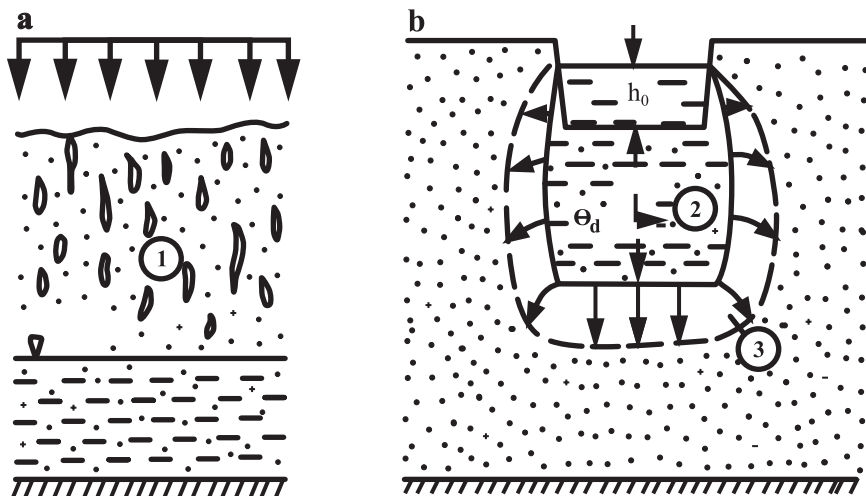
bu ýerde

$(h_0 + L + h_k)$ – täsir edýän dyňzaw;

h_0 – 49-njy surata seret;

L – siňme akymynyň uzynlygy (öl ýeten zolak).

(8.1.) formuladaky I_w gradiýent tutuş siňmäniň dowamynda kem-kemden azalýar, sebäbi hereket ugrunda suw sürtülme güýçlerini ýeňip geçmeli bolýar. Bu hili hereket Darsiniň kanunyna boýun egýär, emma süzülme koeffisiýentiniň (K) deregine bu ýerde nemgöçüş koeffisiýenti (K_w) ulanylýar. Bu ululyk dag jynslarynyň çyglylyk derejesine bagly we şeýle formula bilen kesgitlenýär [35]:



49-njy surat. Suwuň howaly zolakdaky siňmesiniň sudur şekili:

a – erkin siňme; *b* – tutuş siňme; 1 – howaly zolakda suwuň erkin siňmesi;

2 – tutuş siňýän akymly zolak (çyglylygy θ_d); 3 – kapillýar sorujy güýçleriň täsir zolagy; h_0 – kanaldaky suwuň galyňlygy;

L – doly yzgarlan zolak (çyglylygy θ_d)

$$K_w = K \left(\frac{\theta_0 - \theta_{mm}}{\theta_d - \theta_{mm}} \right)^{3,5}, \quad (8.2.)$$

bu ýerde

θ_0 , θ_{mm} we θ_d – hersi öz gezeginde tebigy çyglylyk, maksimal molekulýar we doly suwsygym (şol bir wagtda $\theta_{mm} \leq \theta_0 \leq \theta_d$ diýlip göz önünde tutulýar).

Howaly zolagyň köpjisimli gurşawlygy sebäpli, onuň suw bilen özara täsiriniň dürli görnüşleri duşýar. Gaty jisim bilen suwuň, howa bilen suwuň arasynda dürli häsiýete we möçbere eýe bolýan güýçler döreýär (kapillýar, sorbsiýa, osmos güýçleri we başgalar). Şol güýçler agyrlyk güýjünden agdyklyk edýärler. Öýjük-jaýryklardaky

nemiň we onda erän maddalaryň ýylylyk, elektrik, magnit, grawitasiýa meýdanlarynyň gradiýentleriniň täsiri zerarly howaly zolakdaky nemiň hereketi örän çylşyrymlydyr.

8.2. Suwuň we suwly gatlagyň käbir häsiýetleri

8.2.1. Suwuň gysylmak ukyby

Suwuň hemişelik temperaturada gysylmak ukybyny Gukuň kanunynyň esasynda şeýle ýazyp bolýar:

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V_0}.$$

Gukuň kanuny

$$P = E\varepsilon_v,$$

bu ýerde

V_0 – suwuň başlangyç göwrümi;

ΔV – göwrümiň absolýut kiçelmesi;

ε_v – göwrümiň otnositel kiçelmesi;

P – mehaniki dartgynlyk;

E – maýyşgaklyk moduly (Ýunguň moduly).

Suwda basyş ulalsa, göwrüm maýyşgak kiçelýär. Gazsyz süýji suwda Ýunguň moduly $E = 2000$ MPa, onda suwuň göwrüm giňelme koeffisiýenti (β) şeýle kesgitlenýär:

$$\beta = \frac{1}{E} = \frac{1}{2000} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}^{-1}.$$

β koeffisiýentiň bahasynyň kiçiligi uly bolmadyk basyşlarda basyş zerarly suwuň gysylmasyny hasaba almasaň hem bolýanlygyny aňladýar.

Erän garda we temperatura artanda β köpeliýär.

8.2.2. Suwuň dykzlygy we şepbeşikligi

Suwuň dykzlygy (ρ) edil teýgumlaryňky ýaly massany (m) göwrüme paýlap, $\rho = \frac{m}{V}$ formuladan tapylýar. Suwuň dykzlygy $\rho = 1\text{ g/sm}^3$ deň diýlip alynýar (süýji suw we $t=+4^\circ\text{C}$ bolanda). Emma goraba üçin suwuň duzlulygy $M=300\text{--}500\text{ g/dm}^3$ bolan şertde ($\rho=1,2\text{--}1,3\text{ g/sm}^3$) dykzlykdan başga, köplenç, udel agram (γ) ulanylýar:

$$\gamma = \rho \cdot g, \text{ kN/m}^3. \quad (8.3.)$$

Şepbeşiklik – suwuň daşky täsir zerarly akmasyna garşylyk görkezme ukybydyr. Şepbeşiklik temperatura ($t^\circ\text{C}$), duzlulyga, erän gazlaryň düzümine bagly. Süýji we şorumtyk suwlarda şepbeşikligi temperatura baglylykda şeýle bahalap bolýar:

0°C -de $1,78 \times 10^{-3}$ (Pa·s);

20°C -de 10^{-3} (Pa·s);

90°C -de $0,3 \times 10^{-3}$ (Pa·s).

Duzlulyk köpelse (80 g/dm^3 -a çenli), şepbeşiklik hem artýar. Şepbeşiklik akymyň tizligini peseldýär.

8.2.3. Gidrostatik basyş

Hereketsiz suwuklykda basyş (mysal üçin, atmosfera basyşy) Paskalyň kanunyna görä, suwuklygyň göwrüminiň hemme ýerine deň ýaýraýar. Eger goşmaça (daşky) güýç bolmasa, şol suwuklygyň göwrüminiň islendik nokadynda gidrostatik basyş (P) (atmosfera basyşyna goşmaça) ýokarda duran suwuklygyň agramy bilen kesgitlenýär:

$$P = \gamma \cdot h_p = \rho \cdot g \cdot h_p. \quad (8.4.)$$

Eger-de h_p çuňluga çenli suwuklygyň dykyzlygy (ρ) üýtgeýän bolsa, onda basyş şeýle formula bilen kesgitlenýär (50-nji surat):

$$P = g \int_0^{h_p} \rho(z) dz + P_0, \quad (8.5.)$$

bu ýerde

P_0 – suwuň derejesinde atmosfera basyşy;

g – erkin gaçyş tizlenmesi;

z – çuňlugyň koordinaty ýa-da çuňlugyň deňşdirme tekizlige görä beýikligi.

Gidrostatik basyşyň deňagramlylygy şol çuňluga salnan jisimi P güýç bilen iterip çykarmaga ymtylýar.

8.2.4. Gidrostatik dyňzaw (Һаноп)

Gymyldaman duran suwuklygyň belli göwrüminiň mehaniki energiýasy onuň **potensial** düzüjilerine we 2 güýji ýeňmek üçin harçlanýan işe deňdir: 1) agyrlýk güýji (şol suwuklygyň göwrümini deňşdirme tekizlikden z beýiklige galdyrmak işi); 2) suwuň şol göwrümündäki gidrostatik basyşy.

Agzalan potensial energiýanyň görkezijisi diýip, bu ýerde metrde ölçelýän gidrostatik dyňzaw (Һаноп) H_p ulanylýar.

$$H_p = h_p + z = \frac{P}{\rho \cdot g} + z, \quad (8.6.)$$

bu ýerde

h_p – пьезометрик beýiklik (potensial energiýanyň gidrostatik basyşy bilen bagly);

z – seredilýän göwrümiň (nokadyň) deňşdirme tekizlikden beýikligi.

Suwabent gatlagyň kese we eňňit ýatan ýerlerinde gidrostatik dyňzaw (H_p) dürli görnüşde hasaplanýar (50-nji surat):

1) kese suwabent gatlak üçin:

2) eňňitli suwabent gatlakda:

$$H_p = h = h_p + z, \quad H_p = h_p + z \neq h, \quad (8.6a.)$$

bu ýerde

H_p – suwuň derejesiniň deňşdirme tekizlikden beýikligi.

8.2.5. Gidrodinamik dyňzaw

Hereket edýän suwuklykda öňki seredilen potensial energiýadan başga **kinetik** energiýa hem bar. Ideal (gysylmaýan) suwuklyk şep-beşiksiz we inwersiýasyz bolsa, onuň doly energiýasy Bernulliniň deňlemesi bilen kesgitlenýär:

$$H_u = \frac{P}{\rho \cdot g} + z + \frac{u^2}{2g} = \text{const}, \quad (8.7.)$$

bu ýerde

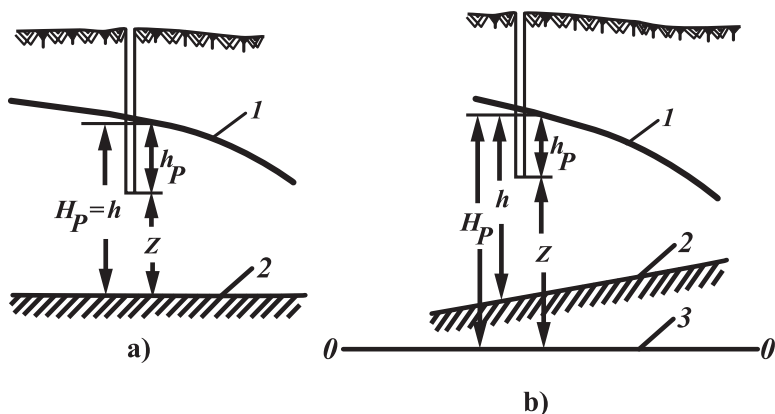
H_u – gidrodinamik dyňzaw;

$\frac{u^2}{2g}$ – tizlik dyňzawyny ýa-da tizlik beýikligi.

Adaty şertlerde gidrostatik basyş hereket edýän suwuň doly energiýasyny häsiýetlendirýär, başgaça, gidrodinamik dyňzaw gidrostatik dyňzawa deň diýip kabul edip bolýar.

Haýal hereketde süzülme koeffisiýentiniň bahasy 1000 m/g-g-den geçmese, tizlik dyňzawyny ýa-da $u^2/2g$ ululygy hasaba almasaň hem bolýar, sebäbi:

$$\frac{u^2}{2g} = \frac{(1000)^2 \text{ m}^2/\text{sek}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m}/\text{sek}^2 \cdot 86400^2} \approx 0,01 \text{ mm}. \quad (8.8.)$$



50-nji surat. Suwabent düşegi kese (a) we ýapgyt (b) ýatan teýgum suwlarynyň pýezometrik dyňzawynyň $H_p = h_p + z$ şekilleri:

- 1 – teýgum suwlarynyň derejesi; 2 – suwabent düşek;
- 3 – dyňzawlary deňeşdirmek üçin alnan kese tekizlik;
- h_p – guýudaky suwuň galyňlygy, m

8.3. Suwdan doýgun gatlakda ýerasty suwlaryň hereketi

8.3.1. *Süzülmäniň tebigaty*

Suwdan doýgun zolakda hem suwlaryň hemme agzalan görnüşleri bolup bilýär. Emma hereket edýän suw ol ýerde diňe 2 sanydyr–agramdan akýan suw we gowşak bagly örtük suwy.

Agram güýjüne (grawitasiýa) boýun egýän suw gönüçyzykly ýa-da köwlümli hereket edip bilýär. Örtük suwunyň hereketi örän haýal şepbeşik-süýgeşik görnüşde bolýar. Bu suwlar hereket edende, suw bilen (külke) gaty jisimiň arasyndaky molekulýar dartys güýçlerini ýeňip geçmeli bolýarlar.

Suwdan doýgun öýjükli zolakdaky suwlaryň hereketine **süzülme** diýilýär. Başgaça, süzülme suwly gatlakda agramdan akýan we gowşak baglanyşykly ýerasty suwlaryň hereketidir.

8.3.2. *Laminar (çylgymlaýyn) we turbulent (köwlümleýin) hereket*

Ýerasty suwlar laminar we turbulent düzgünde hereket edýärler.

Laminar (çylgymlaýyn) hereketde suw köwlenmän, biri-birine parallel we haýal hereket edýär (toýunda, topurda, gumbaýrakda, çägede, çagyl-jyglymlaryň köpüsinde)

Turbulent (köwlümleýin) hereketde – gaty akýan suwda köwlenme, pulsirlenme (sorkuldama), garyşma bar. Bu hili ýokary tizlikli hereket diňe uly möçberli jaýryklarda we uly gradiýentde (eňaşaklykda) bolup biler.

Gidrawlikada suwuň hereketiniň görnüşini kesgitlemek üçin Reýnoldsyň sany (Re) ulanylýar:

$$Re = \frac{u \cdot d}{\nu}, \quad (8.8.)$$

bu ýerde

u – orta tizlik;

d – turbanyň diametri;

ν – şepbeşikligiň kinematik koeffisiýenti.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad (8.9.)$$

bu ýerde

μ – suw berijilik;

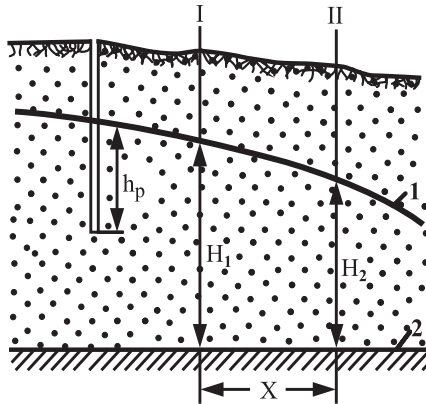
ρ – suwuň dykzlygy.

Suwuň hereketi $Re > 2300$ şertde turbulent, $Re < 2300$ şertde laminar düzgünli bolýar.

8.3.3. Dyňzaw gradiýenti

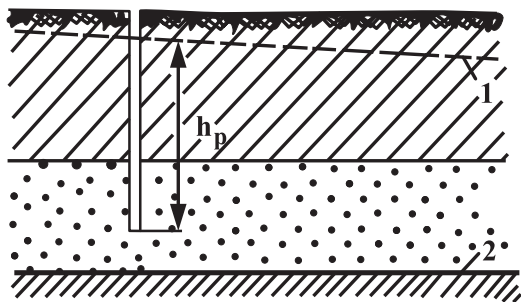
Dag jynslarynyň boşluklarynyň içinden suw hereket edende dyňzawyň bir bölegi sürtülmä harçlanýar. Şol sebäpli ýerasty suwlaryň hereket edýän ugrunda dyňzaw kem-kemden peselýär.

Erkin üstli teýgum suwlarynda suwuň derejesiniň absolýut bellikleri iýmitleniş zolagyndan harçlanyş zolagyna tarap peselýär (51-nji surat). Üsti suw geçirmeýän gatlak bilen tutuş örtülen dyňzawly suwlarda suwuň derejesiniň tebigy ýagdaýy ýokarda ýatan suwabent gatlagyň dabany bilen çäklendirilýär. Bu şertde pýezometrik beýikligiň möçberine we onuň dyňzawly suwuň hereket edýän ugruna tarap peselýänligine suwabent gatlak guýular bilen açylanda göz ýetirip bolýar (52-nji we 57-nji suratlar).



51-nji surat. Teýgum suwlarynyň guýudaky pýezometrik beýikliginiň (h_p) sudur şekili:

1 – teýgum suwlarynyň derejesi (peseliş egrisi); 2 – suwabent düşek



52-nji surat. Guýudaky dyňzawly suwlaryň pýezometrik beýikliginiň (h_p) sudur şekili:

1 – pýezometrik üst; 2 – suwabent düşek

2 kesigiň arasyndaky eňňitlige basyşsyz teýgum suwlarynda **peseliş egrisi** (депрессионная кривая), dyňzawly suwda bolsa oňa **pýezometrik** egri diýilýär. Şol kesikleriň arasyndaky ortaça eňňitlige **dyňzaw eňňitligi** (gidrawlik gradiýent) diýilýär:

$$I = \frac{H_1 - H_2}{\chi} = \frac{\Delta H}{\Delta \chi}; \quad (8.10.)$$

bu ýerde

I – gidrawlik gradiýent;

H_1 we H_2 – 1 we 2 kesiklerde ýerasty suwlaryň derejeleriniň beýikligi;

$\Delta \chi$ – şol kesikleriň aradaşlygy.

Eňňitligiň hakyky bahasy şol bir nokatda tapylýan çäkdir:

$$I = \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta H}{\Delta x} \right) = -\frac{dH}{dx}. \quad (8.11.)$$

Gidrawlik gradiýentiň önündäki minus (–) alamatynyň goýulmagy suwuň hereket edýän ugruna x -iň artýanlygyny, H -yň bolsa kemelýänligini aňladýar.

Suwabent gatlak gorizonta ýatanda, öňki ýazylan formulany (8.11.) şu görnüşde ýazyp bolýar:

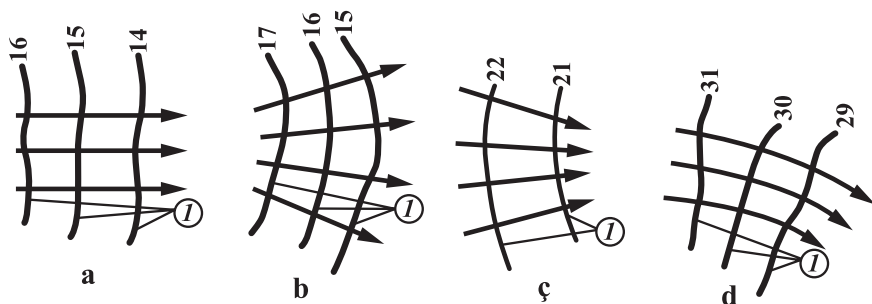
$$H = h \quad \text{we} \quad I = -\frac{\Delta h}{\Delta x} = -\frac{dh}{dx}. \quad (8.12.)$$

8.3.4. Akym çyzyklary we deňdyňzawly çyzyklar

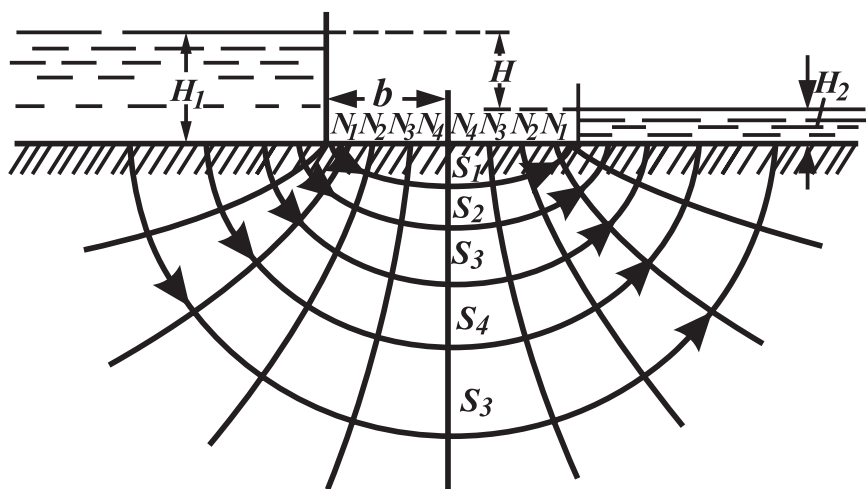
Suwuklygyň akym çyzyklary (линии тока) diýlip atlandyrylýan akym, umumy halda egri çyzyklaryň her bir nokadynda suwuklygyň hereketiniň tizliginiň wektorydyr we şol akym çyzyklaryna galtaşýan çyzyk boýunça ugrukdyrylandyr. Şol galtaşma nokatlaryny birikdirýän ýylmanak egri çyzyklara **akym çyzyklary** diýilýär.

Şol çyzyklara dikan (perpendikulýar) geçýän çyzyklara **deňdyňzawly çyzyklar (gidroizogipsler)** diýilýär. Başgaça, deňdyňzawly çyzygyň çäginde ýerasty suwlaryň derejesi deňiz derejesinden deň beýiklikde ýerleşýändir. Agzalan çyzyklaryň bilelikde emele getirýän şekiline **gidrodinamiki tor** diýilýär.

Gidrodinamiki toruň we akym çyzyklarynyň şekiline görä, akym-lar şertleýin tekiz-parallel (плоский) we tekiz-radial görnüşlere bölünýärler (53-nji surat). Kenarlary birmeňzeş jynslardan düzülen kanaldan gapdala gidýän suwlar ýa-da şol şertlerde gurlan kese zeýkeşe gelýän akym-lar tekiz (parallel) akym-lara degişli. Suwalgyç guýa gelýän ýa-da siňdiriji guýudan, örtüksiz howuzdan gidýän akym-lar bolsa radial (şöhlepisint) akymy döredýär.



53-nji surat. Teýgum suwlarynyň akymynyň görnüşleri:
a – tekiz; *b* – ýaýraýan radius şekilli; *ç* – birigýän radius şekilli;
d – egrem-bugram şekilli; 1 – gidroizogipsler (deňdyňzawly
 çyzyklar) we olaryň deňiz derejesinden beýiklikleri



54-nji surat. Teýgum suwlarynyň bendiň aşagyndan süzülip geçmeginiň netijesinde döreýän gidrodinamiki tor:

H_1 – ýokarky býefdäki suwuň dyňzawy; H_2 – aşaky býefdäki suwuň dyňzawy; H – ýokarky we aşaky býeflerdäki suwuň dyňzawlarynyň tapawudy; b – bendiň flýutbetiniň deň ýarysy;

N_1, N_2, N_3, N_4 – ekwipotensiallar (deňdyňzawly çyzyklar);

S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 – akym çyzyklary. Peýkamjyklar bilen akymyň ugry görkezilýär.

Gidrodinamiki torlaryň nusgawy görnüşine suw bendiniň aşagynda döreýän gidrodinamiki tor degişlidir (54-nji surat).

Hakykatda (işde, tebigatda) suwuň hereketi çylşyrymlydyr. Mysallar juda sadalaşdyrylan görnüşde berilýär. Hidrogeologik kartada ýerasty suwlaryň deňdyňzawly (deňdereje) çyzyklary görkezilen bolsa, her çyzygyň islendik nokadynda teýgum suwlarynyň hereket ugruny kesgitlemek aňsatdyr. Munuň üçin gidroizogipsiň üstünde dereje belligi peselýän gidroizigipse gönükdirilen dikan (perpendikulýar) geçirmek ýeterlidir.

8.4. Darsiniň kanuny we onuň ulanylyş çäkleri

8.4.1. Darsiniň kanuny

A. Darsi 1856-njy ýylda Fransiýanyň Dižon şäheriniň suw üpjünçiligi üçin, çägelerde geçiren süzülme synaglarynyň netijesinde häzirki günlere çenli dünýäde **Darsiniň kanuny** (başgaça, **süzülmäniň gönüçyzykly kanuny**) diýlip atlandyrylýan kanuny döredýär.

Ol kanunyň söz bilen ýazylyşy şeýle:

«Suwly gatlakdan süzülip geçýän suwuň mukdary ýa-da harjy (Q , $m^3/g\cdot g$) garalýan kesikleriň arasyndaky dyňzaw gradiýentine (I), kese kesigiň meýdanyna (F) we süzülme koeffisiýentine göni proporsionaldyr».

Darsiniň geçiren tejribesiniň shemasy 55-nji suratda, kanuny bolsa (8.13.) formulada berilýär.

$$Q = K \cdot \frac{H_1 - H_2}{\Delta l} \cdot F = K \cdot \frac{\Delta H}{\Delta l} \cdot F. \quad (8.13.)$$

Deňlemäniň iki tarapyňy hem kese kesigiň meýdanyna (F) paýlap alyp bolýar:

$$V = K \cdot I \quad (8.14)$$

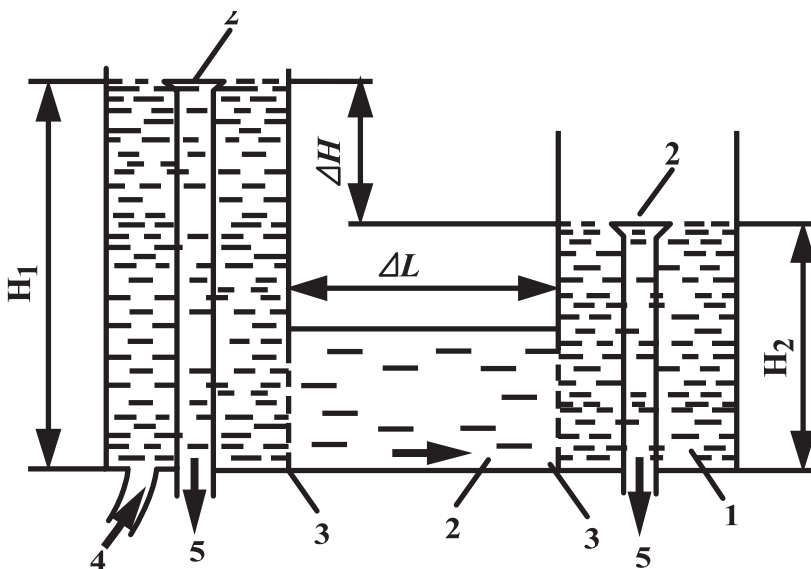
bu ýerde

K – süzülme koeffisiýenti, $m/g\cdot g$;

Q – harç, $m^3/g\cdot g$;

$\frac{\Delta H}{\Delta l} = I$ – gidrawlik gradiýent (dyňzaw gradiýenti).

Tizligiň V bilen gradiýentiň I arasynda gönüçyzykly gatnaşyk bolany üçin (56-njy surat) bu kanuna süzülmäniň gönüçyzykly kanuny hem diýilýär. 8.14-nji formula boýunça gidrogeologiyada örän giňden ulanylýan süzülme koeffisiýentiniň (K) fiziki manysyny düşündirip bolýar. Eger gidrawlik gradiýent $I=1$ bolsa, onda $K=V$ bolýar. Bu ýerden **süzülme koeffisiýenti** gidrawlik gradiýent 1-e deň bolan şertdäki ýerasty suwlaryň tizligine deňdir diýip kesgitläp bolýar. Şol sebäpli süzülme koeffisiýentiniň ölçeg birligi tizligiňki bilen deňdir ($m/g\cdot g$, sm/s).



55-nji surat. Darsiniň tejribesiniň shemasy:

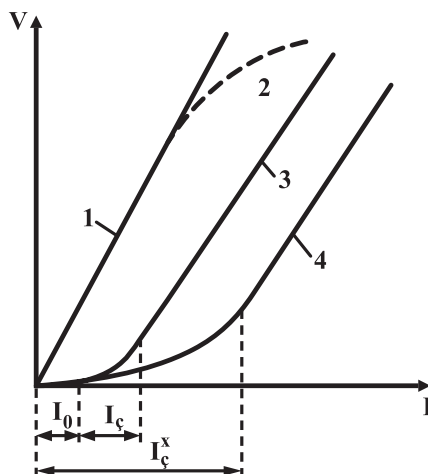
1 – çäge; 2 – artykmaç suwlary aýyrýan turbalar; 3 – çäge bilen suwuň arasynda goýlan tor (süzgüç); 4 we 5 – suwuň girýän we artykmaç suwuň akyp çykýan ýerleri.

8.4.2. Toýunsow jynslarda suwuň süzülmesi

Toýunsow jynslaryň öýjükleri, esasan, bagly suwlardan doly. Ol suwlaryň herekete gelmegi (şepbeşik-süýgeşik akymyň döremegi) üçin dyňzaw gradiýentiniň (I) başlangyç çäk bahasyndan (I_0) uly bolmaly. $I > I_0$ bolan şertde toýunlardaky suwuň hereketini şeýle görnüşde ýazyp bolýar [35]:

$$V = K \left(I - \frac{4}{3} I_0 \right). \quad (8.15.)$$

Dürli toýunlarda I_0 giň gerimde üýtgeýär. Dykyz toýunlarda başlangyç dyňzaw gradiýentiniň bahasy 20–30-a ýetýär.



56-njy surat. Süzülmäniň esasy kanunlarynyň çyzgy şekili:

1 – Darsiniň gönüçyzykly süzülme kanuny; 2 – ulanylyşyň ýokarky çäginde egriçyzykly hereketi hasaba alýan iki agzaly kanun; 3 we 4 – aşaky çäkke şepbeşik-süýgeşik akymy hasaba alýan kanun

8.4.3. Ýerasty suwlaryň hakyky tizligi

Süzülmäniň tizligi (V) suwuň öýjüklerdäki hakyky tizligine (U) deň däldir. Eger Q – suwuň mukdary, F – kesigiň meýdany, n – işjeň öýjüklilik bolsa, onda

$$Q = F \cdot V \text{ ýa-da } Q = F \cdot n \cdot U. \quad (8.16.)$$

$n < 1$ bolany sebäpli, mydama $V < U$. G. N. Kamenskiniň maglumatlaryna görä U bilen I -iň arasynda gönüçyzykly gatnaşyk $K \approx 1000 \text{ m/g-g-e}$ çenli bolýar, şondan soň laminar süzülme turbulent herekete öwrülýär (56-njy surat, 2). Bu ýagdaýda (örän jaýrykly ýa-da gowaklaşan gatlaklarda) gönüçyzykly däl kanun ulanylýar, V bilen Q Krasnopoliskiniň formulasy bilen kesgitlenilýär:

$$V = K \cdot \sqrt{I}; \quad Q = K \cdot F \cdot \sqrt{I}.$$

Türkmenistanda ýerasty suwlaryň hereket tizligi 1000 $m/g-g$ -den has azdyr. Şonuň üçin hemme ýerde diýen ýaly Darsiniň kanuny ulanylýar.

8.4.4. Süzülme we syzdyryjylyk

Süzülme koeffisiýenti $m/g-g$ -de, sm/s -de ölçelýär. Bu ölçeg birli-gi adaty şertlerde (süýji, şoruntyk we duzly suwlar üçin) ulanylýar.

Süzülme koeffisiýentiniň üýtgew gerimi dürli jynslar üçin 31-nji tablisada berilýär.

Süzülme koeffisiýenti suwuklygyň häsiýetine hem baglydyr. Ol (K) suwuklygyň dykzlygyna (ρ_w) göni we şepbeşikligine (v) ters proporsionaldyr.

$$K = K_s \cdot \frac{\rho_w \cdot g}{v}, \quad (8.17.)$$

bu ýerde

v – şepbeşiklik;

K – süzülme koeffisiýenti;

K_s – proporsionallyk koeffisiýenti bolup hyzmat edýän syzdyryjylyk koeffisiýenti (коэффициент проницаемости). Onuň ölçeg birligi m^2 , sm^2 , mkm^2 .

31-nji tablisa

Dürli dag jynslarynyň süzülme koeffisiýentleriniň çäk bahalary ($m/g-g$)

Dag jynslary	Süzülme koeffisiýentiniň (K) çäk bahalary ($m/g-g$)
Toýun	0,001-0,0001
Topur	0,01-0,1
Gumbaýrak	0,1-0,5
Kirşenli çäge	0,5-1,0
Ownuk çäge	1-5
Aram möçberli çäge	5-15
Iri çäge	15-50
Daşly çäge	50-100
Çagyl, jyglym (doldurgyjna baglylykda)	10-200

Süýji suw 20°C-de süzülende $K_s=1\text{ mkm}^2$ şertde $K=0,86\text{ m/g-g}$ $=0,001\text{ sm/s-e}$ deňdir. K_s görkeziji uly çuňlukdaky gatlaklar, nebit, gaz ýataklarynyň gidrogeologiyasy öwrenilende ulanylýar.

Çuňlukda ýatan ýerasty suwlaryň sebitleýin hereketleri öwrenilende suwuň derejesine basyşdan başga şol suwlaryň dykzyzlygynyň dikligine üýtgewi nazarda tutulmaly. Bu ýerde akymyň her nokadynyň energetik derejâni bilmek üçin **getirilen basyş** diýilýän adalga ulanylýar.

Getirilen basyş (P_g) suwly gatlagyň belli nokadynyňdaky gatlak basyşyndan (P_i) we şol nokatdan deňeşdirilýän tekizlige çenli suw sütüniň basyşyndan düzüldir:

$$P_g = P_i + \int_{z_0}^{z_i} \gamma(z) dz = P_i + \int_{z_0}^{z_i} g \cdot \rho(z) dz, \quad (8.18.)$$

bu ýerde

z_0, z_i – suw sütüniň dikligine örkleri (koordinatlary);
 ρ, γ – suwuň dykzyzlygy we udel agramy;
 g – erkin gaçyş tizlenmesi.

8.5. Suwly gatlagy häsiýetlendirýän esasy gözkezişler

8.5.1. Suwly gatlakdaky dartgynlyklar

Dag jynslaryna täsir edýän güýçleri *daşky* we *içki* güýçlere bölüp bolýar.

Daşky güýçler üstki we göwrümleýin güýçlere bölünýärler. Üstki güýçlere desganyň, jynslaryň, enjamlaryň agramy we başgalar degişli. Göwrümleýin basyşa agram (grawitasiýa) we seýsmik güýçler degişli.

Daşky güýçler içki güýçlere garşy durýarlar. Meýdan birligindäki içki güýçler statikada daşky güýçlere deňdir.

ρ dykzyzlygy we z_0 beýikligi bilen dag jynslarynyň sütüniň döredýän umumy basyşy σ_z şeýle hasaplanýar:

$$\sigma_z = g \sum_0^{z_0} \rho(z) dz, \quad (8.19.)$$

σ_z basyş jynslaryň süňni we öýjük nemleriniň gidrostatik basyşy bilen deňagramly ýagdaýda bolýar, ýagny:

$$\sigma_z = \sigma_{ef} + \sigma_n, \quad (8.20.)$$

bu ýerde

σ_{ef} – dag jynsynyň mineral süňňüniň öz üstüne alýan **effektiw (işjeň) dartgynlygy (напряжение)**;
 σ_n – doýgun zolakdaky suwuň gidrosfatik basyşynyň döredýän **neýtral dartgynlygy**.

Işjeň dartgynlyk artdygyça dykzlyk we berklik artýar. Ol çuňluga baglydyr:

$$\sigma_z = \rho_u \cdot g \cdot z, \quad (8.21.)$$

bu ýerde

$\rho_u = (\rho_s - \rho_w) \cdot (1 - n)$ – **suwasty dykzlyk**;
 ρ_s, ρ_w – gaty bölejikleriň we suwuň dykzlygy;
 n – öýjüklilik.

Neýtral dartgynlyk σ_n öýjükdäki suwlarda dyňzaw döredýär. Ol her nokat üçin $\sigma_n = \rho_u \cdot g \cdot h_p$ formula boýunça kesgitlenýär (bu ýerde h_p garalýan nokat bilen suwly gatlagyň depesine çenli aralyk).

Neýtral (bitarap) dartgynlyk σ_n gidrostatik basyşdan artsa, oňa **öýjük basyşy** diýilýär.

Eger formulada ýokarda ýatan gatlaklaryň üýtgew täsiri hasaba alynmasa:

$$d\sigma_{ef} = -d\sigma_n,$$

ýagny ýerasty suwlaryň **dyňzawynyň peselmegi** işjeň dartgynlygyň artmagyna getirýär, mineral gaty bölejikler dykzlaşýar, gatlagyň suwy çekilen böleginiň **süňňi gysylýar**.

Hereketdäki suwda grawitasiýa güýçlerinden başga **gidrodinamik basyş (D)** hem döredýär. Ol şeýle kesgitlenýär:

$$D = p_w \cdot g \cdot I \cdot n, \quad (8.22.)$$

bu ýerde

n – suwly gatlagyň öýjükliligi.

Gidrodinamik basyş $iň$ uly täsirini gowşak geçirijilikli toýunsow jynslaryň dartgynlygyna bildirýär, sebäbi şolarda $iň$ uly gidrawlik

gradiýent I duşýar. Çägesöw jynslarda gidrodinamik basyş **süzülme ýarsmalaryny** – hokurdanlaşmany (suffoziýany) döredip bilýär. [15]

8.5.2. Ýerasty akymyň gidrodinamik görkezijileri

Süzülme akymynyň gidrodinamik elementlerine suwly gatlagyň galyňlygy, ini, dyňzawy, dyňzaw gradiýenti, deňdyňzawly çyzyklary, akym çyzyklary, süzülme tizligi, akymyň harjy degişli.

Akymyň galyňlygy suwly gatlagyň galyňlygyna deň. Teýgum suwlarynda h – suwuň erkin üstünden (derejesinden) aşakda ýatan suwabent gatлага çenli aralyk. Dyňzawly suwlarda m – suw geçirmeýän iki suwabendiň arasyndaky suwdan doýgun gatlagyň galyňlygy.

Akymyň ini (B) herekete dikan kesikde kesgitlenýär. Ol suwly gatlagyň ýaýrawyna bagly.

Akymyň dyňzawy ýerasty suwlaryň erkin ýa-da pýezometrik üstüniň deňeşdirmе tekizlige görä ýerleşşi bilen kesgitlenýär. Ol garalýan nokadyň deňeşdirmе tekizlikden beýikligine we şol nokatdan ýokardaky suw üstüniň beýikligine deňdir (*57-nji surat*).

Dyňzaw gradiýenti ýa-da gidrawlik eňaşaklyk (I) dyňzawyň peselmegini häsiýetlendirýär. Ýerasty suwlaryň tebigy akymlary üçin dyňzaw gradiýenti uly däldir we ortaça 0,01–0,0001 aralykda üýtgeýär.

Süzülme tizligi (V) – gatlakda hereket edýän suwuň çaltlygy ($m/g-g$). Ol süzülme akymynyň harjyny kesgitleýär.

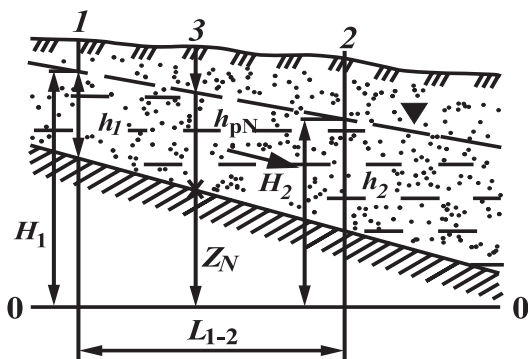
Akymyň harjy Q – gatlakdan wagт birliginde akyp geçýän suwuň mukdary ($m^3/g-g$). Süzülme şertlerini öwrenmek üçin, köplenç, akymyň **birlik harjy q** kesgitlenýär, ol ini (B) 1 metre deň akymyň harjydyr $q=Q/B$.

Akym çyzyklary – akymyň ugruny görkezýän çyzyklar. Şol çyzyklara dikan (perpendikulýar) geçýän çyzyklara **deňdyňzawly çyzyklar** ýa-da **ekwipotensiallar** diýilýär.

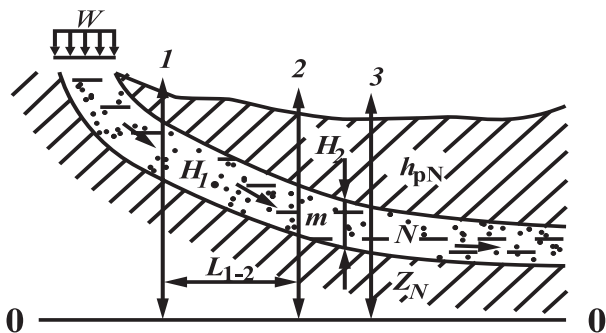
Bu iki biri-birine dikan geçýän çyzyklar toplумы **gidrodinamiktory** (*54-nji surat*) emele getirýär. Gidrodinamik torlar ýerasty suwlaryň akymyna hil we mukdar taýdan baha kesmäge mümkinçilik berýär we süzülme şertlerini modelirlemekde giňden ulanylýär.

Deňdyňzawly çyzyklaryň kese tekizlige göçürimine (proýeksiýasyna) teýgum suwlarynda **gidroizogipsler** (suwuň deňdereje çyzyklary) we dyňzawly suwlarda bolsa, **gidroizopýezler** diýilýär.

A



B



57-nji surat. Pýezometrik dyňzawyň kesgitlenişiniň şekilleri:

A–teýgum akymynda; B–dyňzawly akymda;

H_1 we H_2 – teýgum akymynyň (gatlagara suwlaryň dyňzawynyň) 1 we 2 kesikde deňeşdirme tekizlikden beýikligi, m ; h_1 we h_2 – teýgum akymynyň 1 we 2 kesikdäki galyňlygy, m ; L_{1-2} – iki kesigiň aralygy, m ; Z_N we h_{pN} (bilelikde) – pýezometrik dyňzaw, m ; m – dyňzawly suwly gatlagyň galyňlygy, m

8.5.3. Dag jynslarynyň sygym görkezijileri

Dag jynslarynyň suwy özüne siňdirip saklamak ukybyna **suw-sygym** diýilýär. Suwsygym çyglylyk ýaly %-de ýa-da birligiň üleşlerinde ölçelýär.

Dag jynslary ýokary suwsygymly (gemre, toýun, topur), aram suwsygymly (hek, gumbaýrak) we suwsygymsyz (çägeler, çagyllar) bolup bilýärler.

Siňme we saklanma ukybyna görä suwsygymyň ýapyşak, molekulýar, kapillýar we doly görnüşleri bolýar.

Doly suwsygym (W_d) – doýgun ýagdaýa ýetirilen jynslaryň suwy siňdirip, özünde saklamak ukyby. Doly suwsygym zire düzüme baglydyr. Çägelerde ol öýjüklilige deň bolup, toýunlarda bolsa öýjüklilikden ýokary, suwda çişme çyglylyga deň bolup bilýär. Doly suwsygy my siňdirme usuly bilen kesgitläp we suw berijilik, doýgunlyk ýetmezi hasaplananda ulanyp bolýar.

Kapillýar suwsygym (W_k) – kapillýar boşluklarda saklanyp galýan suwlaryň mukdarydyr. Bu suwsygy my howaly zolakda ýerasty suwlaryň derejesine çenli geçirilen barlag guýusynda tebigy çyglylygyň dikligine üýtgewi boýunça takyk kesgitläp bolýar. Laboratoriýada dury turbajyga guýlan çägäniň aşagyny suwa batyryp, takmyny kesgitläp bolýar. Ýerleriň zeýlemegi, şorlamagy hasaplananda W_k uly ähmiýete eýe bolýar.

Maksimal (aňrybaş) molekulýar suwsygym (W_{mm}) – molekulýar güýçler bilen saklanyp bilýän suwlardyr (örtük suwlary). Toýunsow we çägesow jynslar molekulýar suwdan başga kapillýar suwlary hem saklaýarlar. Toprak öwrenişde dag jynslarynda hereketsiz, asyl-asy bolup duran suwlara (olaryň molekulýar ýa-da kapillýar güýçler tarapyndan saklanýanlygyna garamazdan) **meýdan suwsygy my (W_{ms})** diýilýär.

W_{mm} we W_{ms} bilelikde beýik sütünler usuly bilen (köplenç, çägelde) we pyrlap aýlama usuly bilen (toýunsow jynslarda) kesgitlenýär.

W_{mm} we W_{ms} bagly suwlara degişli hasaplanyp, suw berijilik (μ) hasaplananda ulanylýar ($\mu = W_d - W_m$ ($\mu = W_d - W_{ms}$)). Umuman, W_{mm} we W_{ms} dag jynslarynyň külkelik derejesine bagly bolup, şol bir dag jynsy üçin hemişelik ululykdyr.

Ýapyşak (gigroskopik) suwsygym (W_g) – dag jynslarynyň 94% çyglylykly howada özüne dartyp saklap bilýän buglarynyň çyglylygydyr. Bu görkezijini, adatça, derňew üçin alnan nusganyň sap agramy kesgitlenende ulanylýar.

Suw berijilik (μ) – suwdan doýgun jynslaryň ýerasty suwlaryň derejesi (ýa-da basyşy) peselende suw berip bilmek ukybydyr.

Grawitasiýa suw berijiligi μ dag jynsynyň göwrüm birliginiň suw erkin akyp çykanda berip biljek suwunyň mukdarydyr:

$$\mu = V_s / F \cdot \Delta H, \quad (8.23.)$$

bu ýerde

V_s – akyp çykýan erkin suwuň göwrümi, m^3 ;

F – kese kesigiň meýdany, m^2 ;

ΔH – suwuň derejesiniň peselişi, m .

Dagynyk teýgumlaryň suw berijiligi 0,3 015–0,2-den (iri çägel-er) 0,01–0,1 (topurlar) aralykda üýtgeýär. Ýarymbitewidaşlaryň suw berijiligi 0,01 çemesidir.

Suw süzdürijilik (водопроницаемость) – dag jynslarynyň suwdan doýgun ýagdaýda dyňzaw gradiýentiniň peselmegi zerarly öýjükleriň we jaýryklaryň üsti bilen suw geçirijiligi. Suw süzdürijiliginiň ölçegi süzülme koeffisiýenti (K), ölçeg birligi $m/g\cdot g$, sm/s .

Suw geçirijilik (T) (водопроницаемость) – suwly gatlagyň suwdan doýgun ýagdaýynda öz içinden suw geçirmek ukyby. Ol suwly gatlagyň galyňlygynyň (m) süzülme koeffisiýentine (K) köpeltmek hasylyna deňdir:

$$T = K \cdot m, \quad m^2/g\cdot g, \quad (8.24.)$$

bu ýerde

m – suwly gatlagyň galyňlygy.

Dereje geçirijilik we pýezogeçirijilik – dag jynslarynyň gatlagynyň özünde döredilen pýezometrik derejäni ýa-da basyşy geçirip bilmek ukyby. Eger gatlakda teýgum suwlarynyň derejesi üýtgeýän bolsa, muňa dereje geçirijilik (a_d) diýilýär.

$$a_d = T/\mu, \quad m^2/g\cdot g. \quad (8.25.)$$

Eger gatlakda gatlak basyşynyň üýtgewi ýaýran bolsa, onda muňa **pýezogeçirijilik** diýilýär:

$$a_d^* = T/\mu^*, \quad m^2/g\cdot g. \quad (8.26.)$$

bu ýerde μ^* – maýyşgak suw berijiligiň koeffisiýenti, ol şeýle kesgitlenýär:

$$\mu^* = \eta \times m$$

$$\eta = \gamma_w [n/E_w + (1-n) a]; \quad (8.27.)$$

bu ýerde

γ_w – suwuň udel agramy;

n we a – dag jynsynyň öýjükliligi we gysylma koeffisiýenti;

E_w – Ýunguň göwrümleýin moduly.

8.6. Ýerasty suwlaryň gatlakdaky hereketi. Durnukly hereket

8.6.1. Ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugynyň ähmiýeti

Ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugynyň, derejesiniň üýtgewi şäher hojalygyna, oba hojalyga, gurluşyga uly täsir edýär. Muňa mysallar: **şäherde** ýerzeminleri, gurluşyk hendeklerini suw almagy, ýer titremäniň desgalara täsiriniň üýtgewi; **oba hojalykda** ýerleriň zeýlemegi, şorlaşmasy, ekinleriň hasyllylygynyň peselmegi we başg.

Ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugynyň üýtgewi köp zada, şol sanda gatlagyň hut öz görkezijilerine we daşky täsirlere bagly bolýar.

Gatlagyň görkezijilerine gatlagyň galyňlygy, suw süzdürijiligi we bu görkezijileriň giňişlikde üýtgewi degişli.

Daşky täsirlere – ýerasty suwlaryň ýymitlenişi we harçlanyşy (ýagyn suwlarynyň, ekin suwlarynyň ýere siňmegi, suw ýokary galanda bugaryp harçlanmagy, ýerasty gelip-gidýän akym, zeýkeşler) degişli.

8.6.2. Ýerasty suwlaryň gatlakdaky hereketiniň görnüşleri

Umuman, suwlaryň dag jynslarynda hereketleriniň 2 görnüşiniň bardygy ön belenilipdi:

- 1) agram güýjüniň täsiri boýunça;
- 2) agramyň täsirinden daşgary hereket.

2-nji herekete kapillýar suwlaryň we fiziki bagly suwlaryň hereketleri degişli. Bu suwlaryň hereketi haýal bolsa-da, olaryň çyglylygyny ýaýramagynda ähmiýeti uludyr.

Agyrlygynyň täsiri bilen hereketlenýän suwlar 2 topara bölünýär:

1. **Siňme** – howaly zolakda aýry-aýry akym ugry (струя) boýunça ýa-da damja görnüşli bolýar.

2. Ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda suwuň hereketi tutuş, bitewi akym görnüşde bolýar. Oňa **süzülme** diýilýär.

Süzülme 2 hili bolýar: *durnukly* we *durnuksyz*.

Durnukly hereketde akymyň görkezijileri: galyňlygy, dyňzaw gradiýenti (eňňitligi) we harjy islendik kesikde wagtyň dowamynda üýtgemeyär.

Durnuksyz hereketde agzalan görkezijiler wagtyň dowamynda üýtgeýärler.

Durnukly hereket diňe ýapgyt suwabentli gatlakda we deňgalyňlykly gatlakda dyňzawly suw hereket edende bolýar. Başga wagtlar (hemme wagtda diýen ýaly) suwuň hereketi durnuksyzdyr.

Emma eger iýmitleniş, harçlanyş şertleri az üýtgeýän bolsa, gidrogeologik hasaplamalary sadalaşdyrmak üçin hereket şertleýin durnukly diýlip alynýar.

8.6.3. Durnukly we durnuksyz hereketler hakda düşünje

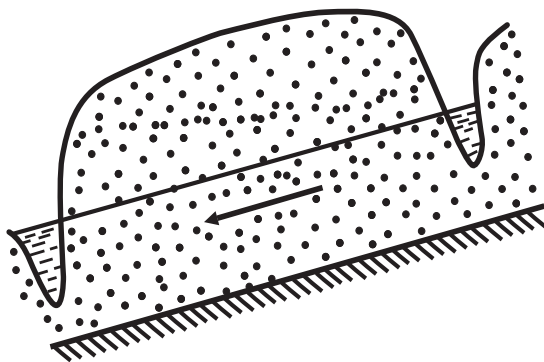
Ýerasty suwlaryň öýjükli we jaýrykly gurşawda hereketi durnukly we durnuksyz görnüşde bolýar. Has dogrusy, takyk aýdylanda, ýerasty suwlaryň hereketi elmydama durnuksyzdyr, ýagny wagtyň dowamynda üýtgeýändir. Durnuksyzlygynyň esasy görnüşi ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugynyň üýtgewidir. Bu bolsa dyňzaw gradiýentiniň, süzülmäniň tizliginiň, harçlanyşyň üýtgemegine getirýär. Üýtgewleriň sebäbi tebigy ýa-da emeli täsirlere bagly: iýmitleniş, hereketiň, harçlanyşyň üýtgemegi. Esasy täsirler: relýef, ýagynyň ýagmagy, siňmegi, akabalaryň suwunyň köpelmegi we peselmegi, ýerleriň suwarylmagy, zeykeşleriň işleýşi, ýerasty suwlaryň çykarylýp alnyşy we ş.m.

Ýerasty suwlaryň iýmitleniş, harçlanyşy az üýtgeýän ýerlerde, ýerasty suwlaryň **hereketini durnukly** diýip hasap edip bolýar. Dur-

nukly hereketde ýerasty suwlaryň derejesi we tizligi şol bir nokatda wagtyň dowamynda üýtgemeýär.

Durnukly hereketiň 2 hili ýagdaýda bolmagy mümkin: 1) dyňzawly (artezian) suw akymy birmeňzeş galyňlykdaky gatlakda hereket edende; 2) teýgum (dyňzawsyz) suw akymy ýapgyt suwabendiň üstünde hereket edende teýgum suwlarynyň durnukly hereketi (58-nji surat).

Başga hili şertlerde akymyň galyňlygy (h) üýtgeýär (peseliş egri-si emele gelýär). Şonuň üçin suwuň hereketi, adatça, durnuksyz. Durnuksyz hereketde akymyň parallel görnüşi diňe aşakda – suwabende ýanaşyk ýerlerde duşýar. Ýokarda ol egrelýär, iň uly egrilik suwuň erkin üstündedir.



58-nji surat. Ýapgyt suwabent düşekde teýgum suwlarynyň deňölçegli hereketi

8.6.4. Kese ýatan birmeňzeş gatlakda durnukly akymyň harjy (Dýupýuiniň formulasy)

Işde duşýan hasaplary sadalaşdyrmak üçin, köplenç, ýerasty suwlaryň hereketi şertleýin durnukly diýlip alynýar (stasionar hereket).

Durnukly hereketde akymyň esasy görkezijileri: dyňzaw gradiýenti, gatlagyň kese kesiginiň meýdany, akymyň tizligi wagtyň dowamynda hemişelik bolmalydyrlar.

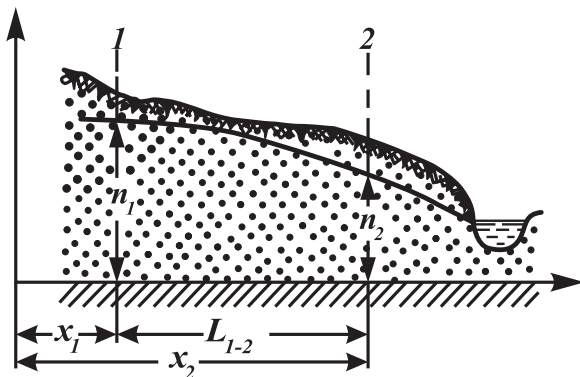
Ýerasty suwlaryň kesikden geçýän harjy (Q) umumy görnüşde şeýle hasaplanýar:

$$Q = F \cdot V = B \cdot h \cdot K \cdot I.$$

Bu ýerde deňlemäniň iki tarapyny hem kese kesigiň inine (B) bölsek, birlik harjy (q) ýa-da ini 1 m -e deň bolan akymyň harjyny alýarys:

$$q = \frac{Q}{B} = h \cdot K \cdot I. \quad (8.28.)$$

Bu meselä gidrodinamikada «**tekiz mesele**» diýilýär. Bu usul göwrümleýin meseläniň çözüdini ýeňledýär.



59-njy surat. Tekiz suwabentli gatlakda duşýan şertleýin durnukly hereket:

h_1 we h_2 – suwly gatlagyň 1 we 2 kesikdäki galyňlygy;
 x_1 we x_2 – 1 we 2 kesikleriň örkler okunyň başlanýan
 ýerinden aradaşlygy; L_{1-2} – 1 we 2 kesikleriň aradaşlygy

Tekiz suwabent üçin (59-njy surat) suwuň dereje eňňitligi (gradiýenti) $I = \frac{dh}{dx}$ (emma $\frac{dh}{dx} < 0$).

Onda

$$q = -h \cdot K \frac{dh}{dx} = -K \cdot h \frac{dh}{dx}. \quad (8.29.)$$

Akymyň harjy hemişelik ýa-da üýtgeýän bolup bilýär. Siňiş bugarmadan köp bolsa, güberçek üst, bugaryş agdyklyk etse, oýuk üst emele gelýär. Akymyň harjy başga sebäpden hem üýtgäp bilýär. Eger gatlak aşakda ýatan dyňzawly suwlardan ýymitlense, harç (çykym) artýar, eger akymdaky suwuň bir bölegi suwabent düşegiň böwşenliginden syzyp gitse, akymyň harjy peselýär.

Darsiniň kanunynyň esasynda Dýupýuiniň formulasy şeýle çykarylýar.

(8.30.) formulanyň 2 tarapyny hem $\frac{dx}{K}$ köpeldip alýarys:

$$\frac{q}{K} \cdot dx = -hdh. \quad (8.30.)$$

Üýtgeýän ululyklary kesigiň araçäklerine görä integrirläp alýarys:

$$\frac{q}{K} \int_{x_1}^{x_2} dx = - \int_{h_1}^{h_2} hdh.$$

Integralyň tablisa bahalaryny ulanyp alýarys:

$$\frac{q}{K}(x_2 - x_1) = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2}.$$

Bu ýerden birlik harç bolan q-yň bahasyny kesgitleýäris:

$$q = \frac{K(h_1^2 - h_2^2)}{2(x_2 - x_1)}. \quad (8.31.)$$

Bu formula (8.31.) **Dýupýuiniň formulasy** diýen at bilen belli. Ýerasty akymyň durnukly hereketiniň hasaplamalarynda şu formula giňden ulanylýar.

8.6.5. Dýupýuiniň formulasynyň işde ulanylyşy. Peseliş egrisini gurmak

Ýerasty teýgum suwlarynyň akymy hereket ýolunda öňünde ýatan ýerasty suwlaryň garşylygyna sezewar bolýanlygy sebäpli dyňzawyny peseldýär. Iki kesigiň arasynda dyňzaw peselişi göni çyzyk boýunça däl-de, egriçyzykly bolup geçýär. Şol peselişiň iki belli nokatlaryň arasyndaky üýtgew düzgünini Dýupýuiniň formulasynyň üsti bilen hasaplap bolýar.

Birlik harç üçin Dýupýuiniň formulasy (8.31.) görnüşde ýazylýar.

Eger x_1 we x_2 kesikleriň arasy L_{1-2} bilen bellense, formula şu görnüşi alýar:

$$q_{1-2} = \frac{K(h_1^2 - h_2^2)}{2L_{1-2}}.$$

Onda 1-x kesikde ($x=0$ bolan şertde) birlik harç şeýle bolýar:

$$q_{1-x} = \frac{K(h_1^2 - h_x^2)}{2x}.$$

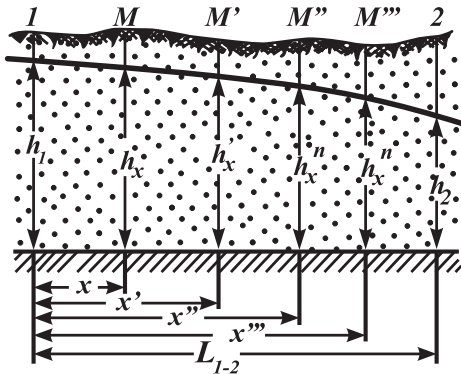
Ýokarky deňlemeleriň sag tarapyny biri-birine deňläp alýarys:

$$\frac{K(h_1^2 - h_2^2)}{2L_{1-2}} = \frac{K(h_1^2 - h_x^2)}{2x}.$$

Bu deňlemäni h_x -a göre çözüäris:

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} \cdot x}. \quad (8.32.)$$

(8.32.) formula peseliş egrisini hasaplamakda giňden ulanylýar (60-njy surat). Deňlemäniň manysy şeýle: eger biz 2 sany gözegçilik (ýa-da barlag) skwažinasynda (1 we 2) ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugyny (ýa-da absolýut belligini) bilýän bolsak, ol aralykdaky çuňluklary (peseliş egrisini) x üýtgeýjä dürli baha berip kesgitlep bolýar. Bu ýerde şeýle hasap üçin akymyň harjyny (q) we suwly gatlagyň süzülme koeffisiýentini bilmek zerurlygy ýokdur.



60-njy surat. Teýgum suwlarynyň 1, M, M', M'', M''', 2 kesikleriniň arasynda peseliş egrisini gurmak üçin kömekçi çyzgy

8.6.6. Ýapgyt suwabentli akymyň harjyny kesgitlemek

Bu sorag G. N. Kamenskiý we N. N. Pawlowskiý tarapyndan öwrenilen.

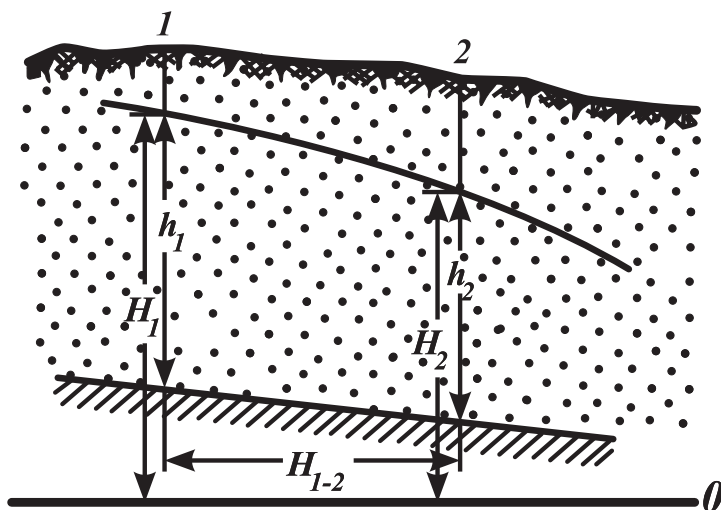
Eňňitli suwabent gatlakdaky dyňzawsyz suwuň birlik harjy (61-nji surat) şeýle formula bilen aňladylýar:

$$q = -Kh \frac{dH}{dx},$$

bu ýerde

H – ýol boýy üýtgeýän pýezometrik dyňzaw;

h – suwly gatlagyň üýtgeýän galyňlygy.



61-nji surat. Ýapgyt suwabentli teýgum suwlarynyň akymynyň hasaby üçin kömekçi çyzgy

Bu formulany üýtgedip we integrirläp alýarys:

$$qdx = -KhdH,$$

$$\frac{q}{Kh} dx = -dH, \quad \text{onda} \quad \int_{x_1}^{x_2} \frac{q}{Kh} dx = - \int_{H_1}^{H_2} dH.$$

Bu ýerde üýtgeýän ululyk bolan h -yň deregine şetleýin $\bar{h} = \frac{h_1 + h_2}{2}$ alsak:

$$\frac{q}{Kh}(x_2 - x_1) = -(H_2 - H_1) \quad x_2 - x_1 = L_{1-2}.$$

Netijede, alýarys:

$$q = K \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}}, \quad (8.33.)$$

bu ýerde:

h_1 we h_2 – suwly gatlagyň 1 we 2 kesiklerdäki galyňlygy;
 H_1 we H_2 – şol kesiklerdäki pýezometrik dyňzaw.

Kamenskiniň bu formulasy (8.33.) takmyny bolsa-da, amaly işde ýeterlik takyklygy berýär we şol sebäpli giňden ulanylýar.

8.7. Birmeňzeş bolmadyk gatlaklar toplumynda durnukly hereket

8.7.1. Suwly gatlaklaryň dürlüliginiň görnüşleri

Gatlagy düzýän dag jynslary bir kysyma, bir görnüşe degişli bolsalar, olara *birmeňzeş gatlaklar* diýilýär. Birmeňzeşlik (однородность) dag jynslarynyň teksturasyna bagly bolup bilýär. Gatlagyň çäginde suw süzdürijilik izotrop (gyradeň) we anizotrop (ugurlaýyn) bolup bilýär. Mysal üçin, Garagum çölüniň ürgün çägelери tygasyz, şol sebäpli häsiýeti izotrop, lýoslar (süzülme koeffisiýenti dikligine ýokary), zolakly toýunlar (gatlagyň ugruna ýokary süzdürijilikli) bolsa, anizotrop bolýar.

Gyradeň we ugurlaýyn diýen düşüňjeleri çägelериň zire düzüminiň birmeňzeşligi we dürlüligi $\left(C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}\right)$ bilen garyşdyrmaly däl. Sebäbi suwly gatlak dürli görnüşlere degişli jynslardan düzülip biler. Tebigatda şulara kybapdaş gatlaklar toplumlary köp duşýarlar:

- 1) suwly gatlak dürli geçirijilikli gatlaklardan düzülen;
- 2) ikigat gatlaklar, köplenç, ýokarky gatlak aşakydan az geçiriji. Bu hili gatlaklar düzlük derýalarynyň boýunda köp duşýar, aşagy

derýanyň hanasynyň iri çägelери, ýokarsy joşgun suwunyň getirýän kirşenli çägelери;

3) keseligine suw süzdürijiligini düýpli üýtgedýän gatlaklar.

8.7.2. Gatlaklara ugurdaş hereketde suwuň harjynyň kesgitlenişi (Kamenskiniň usuly)

Eger suwly gatlak dürli galyňlykly (h_i) we dürli süzülme koef-fisiýentli (K_i) gatlakçalardan düzülen bolsa, onda gatlakdan süzülip geçýän suwuň harjynyň hasaby çylşyrymlaşýar. Bu ýerde, ilkinji no-batda, gatlagugra we gatlaklary dik kesýän ugurlarda akymyň dürli bolup geçýänligi göz önünde tutulmalydyr.

Dürli galyňlykly (h_1, h_2, h_3) we dürli süzdürijilikli suwly n gat-lakçalarda ýerasty suwlaryň (62-nji surat) gatlagugra harjy Darsiniň kanuny boýunça şeýle bolýar:

$$1) q_1 = K_1 \cdot h_1 \cdot I$$

$$2) q_2 = K_2 \cdot h_2 \cdot I$$

$$3) q_3 = K_3 \cdot h_3 \cdot I,$$

bu ýerde

K_1, K_2, \dots, K_n – 1-nji, 2-nji, \dots n -nji gatlakçalaryň süzülme koeffisiýentleri;

h_1, h_2, \dots, h_n – şol gatlakçalaryň galyňlygy;

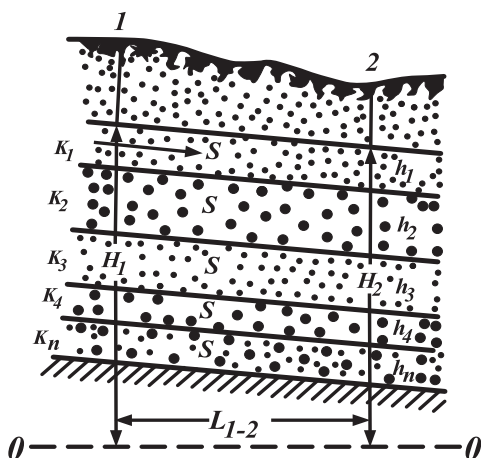
I – dyňzaw gradiýenti (hemme gatlar üçin deň, suwa-bent ýapgyt).

Goşup alýarys:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = (K_1 \cdot h_1 + K_2 \cdot h_2 + \dots + K_n \cdot h_n) \cdot I$$

Alnan deňlemäniň sag tarapyny ($h_1 + h_2 + \dots + h_n$) aňlatma hem köpeldip, hem-de bölüp alýarys:

$$q = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2 + \dots + K_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \cdot (h_1 + h_2 + \dots + h_n) \cdot I.$$



62-nji surat. Köpgatly suwly gatlagyň harjyny kesgitlemek üçin kömekçi çyzgy:

K_1, K_2, K_3, K_4, K_n – gatlaryň süzülme koeffisiýentleri;
 h_1, h_2, h_3, h_4, h_n – gatlaryň galyňlygy; S – akym ugurlary;
 H_1 we H_2 – teýgum suwlarynyň 1 we 2 kesiklerdäki pýezometrik
 dyňzawlary; L_{1-2} – 1 we 2 kesikleriň aradaşlygy

Birinji köpeldijini

$$\overline{K}_k = \frac{K_1 \cdot h_1 + K_2 \cdot h_2 + \dots + K_n \cdot h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad \text{diýip bellesek,}$$

q gatlak harjyny şeýle ýazsa bolar:

$$q = q_k = \overline{K}_k \cdot (h_1 + h_2 + \dots + h_n) \cdot I = \overline{K}_k \sum_{i=1}^n h_i \cdot I \quad (8.34.)$$

bu ýerde

\overline{K}_k – gatlaklaryň ugruna süzülme koeffisiýentiniň orta bahasy, $m/g-g$;

q_k – gatlagugra keseligine birlik harç, $m^2/g-g$.

8.7.3. Kese ýatan gatlaklarda suwuň dikanlygyna hereketi

Edil öňki usul boýunça formulany çykaryp bolýar. Bu ýerde ortaça $\overline{K_d}$ şeýle tapylýar:

$$\overline{K_d} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{\frac{h_1}{K_1} + \frac{h_2}{K_2} + \dots + \frac{h_n}{K_n}}. \quad (8.35.)$$

Onda

$$q_d = \overline{K_d} \sum h_i \cdot I,$$

bu ýerde

$\overline{K_d}$ – gatlaklary dik kesýän ugurda süzülme koeffisiýentiniň orta bahasy, $m/g\cdot g$;

q_d – gatlaklary dik kesýän ugurda birlik harç, $m^2/g\cdot g$.

Dürli geçirijilikli gatlardan düzülen suwly gatlagyň ýatýş ugruna (keseligine) süzdürjiliginin gatlaklary dikan (perpendikulýar) kesýän ugurdakydan elmydama kän uludygyny bellemeli, ýagny $K_k \gg K_d$ we $q_k \gg q_d$.

8.7.4. Çylşyrymly geologik şertlerde derýa ýakasynda ýerasty suwlaryň hereketi

Öňki bölümlerde bellenişi ýaly, tebigatda absolýut suw geçirmeyän suwabent gatlaklar duşmaýar, takyk aýdanynda suwabentler şertli bolup, olar azda-kände suw geçirýärler. Bu sorag A. F. Lebedew, N. M. Gersewanow, N. K. Girinskiý tarapyndan öwrenilen. Şu soragy çözmäge uly goşant goşanlaryň biri A. N. Mätiýewdir. Onuň işleriniň netijesinde suwabent gatlaklarda süzülme akymalarynyň bolýanlygy anyklandy.

Şu ýörelgeden ugur alyp A. N. Mätiýew arasy suwabent bilen üzülen suwly gatlaklary özara gidrawlik baglanyşyk saklanýan **suwly toplum** diýip hasaplap boljakdygyny belleýär.

A. N. Mätiýew suwly gatlaklaryň (akymlaryň) 2 görnüşini bölüp çykaryar (63-nji surat):

Iýmitlenýän sebitdäki suwly gatlaklar (derýaara zolak, alaňlar, belentlikler, daglar)

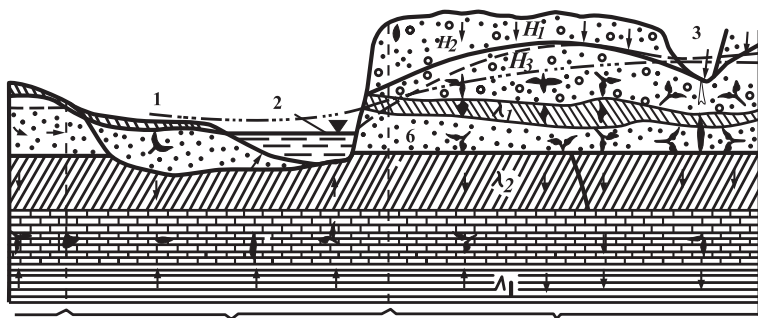
Ýerasty suwlaryň tebigy **harçlanýan** sebitleri (ýerleri) – «syzyp çykýan zolak» (зона высачивания) ýerleri (derýa jülgeleri, oýlar, çöketlikler, gollar).

Ýymitlenýän ýerinde suwly gatlagyň pýezometrik egrisi **güberçek** bolýar, guýy näçe çuňaldylsa, şonça-da dyňzaw azalýar, guýulardaky suwlar çalt siňýär (azalýar), suwabent gatlakda aşaklygyna ugrukdyrylan akymlar bar.

Ýerasty suwlaryň **harçlanýan** (syzyp çykýan) ýerlerinde hemme zat tersine bolýar:

- pýezometrik egrisi oýuk;
- guýy çuňaldygyça dyňzaw artýar (hatda suw guýynyň agzynyndan çykýança);
- guýular bol suwly bolýar;
- suwabent gatlaklarda akymlaryň ugry aşakdan ýokary bolýarlar.

Belli türkmen gidrogeology A. N. Mätiýewiň bu anyklan netijeleriniň wajyp nazary ähmiýeti bardyr we olar işde, önümçilikde hasaba alynmalydyr.



63-nji surat. Derýaaralyk ýaýlasynnda teýgum suwlarynyň hereketiniň çyzgysy (A.N.Mätiýew boýunça):

1 – derýanyň arnasyndaky batgalyk; 2 – derýa; 3 – derýajyk;
suwly gatlaklar: 4 – l_1 gatlak; 5 – l_2 gatlak; 6 – l_3 gatlak

Aşakda ýatan ýerasty suwlar ýeriň ýüzündäki pes-oýlara tarap hereketde bolýarlar. Ýokarky suwabendiň (λ_1) üstünde ýatan teýgum suwlary derýajygyň hanasyna siňýärler. Aşaky (λ_2) we (λ_3)

suwabentleriň arasyndaky suwly gatlagyň suwlary uly derýanyň çuň jülgesine hereket edip harçlanýarlar.

Suratda görkezilişi ýaly, «harçlanma» zolagynda suwabent gatlakda akym ýokarlygyna, iýmitlenýän zolakda akym suwabentden aşak tarapa ugrukdyrylan.

Sagdaky bölekde ýerasty suwlar kiçi derýajyga goşulýarlar, bu ýerde gradiýent uly däl. Uly derýa tarap akýan ikinji akymyň gradiýenti köp hem bolup biljek, emma onuň ösmegine toýunsow gatlak päsgelçilik döredýär.

Şeýlelik bilen, bu ýerde 3 sany suwly gatlak bar: l_1 – kiçi derýa (3) harçlanýar, l_3 – uly derýa harçlanýar, derýa tarap bu ýerde harçlanma we derýanyň iýmitlenmesi aşakdaky suwabentden gelýän suwlaryň hasabyna hem bolup geçýär. l_2 - de harçlanma uly derýa (2) tarap we batgalykda bolup geçýär.

Agzalan ýagdaý ýeriň ýüzüne golaý ýatýan suwly gatlaklarda we ýerasty suwlaryň oýlara, gollara tarap çykyp, siňip harçlanýan ýerlerine mahsusdyr.

8.8. Ýerasty suwlaryň durnuksyz hereketi

8.8.1. Umumy düşüňjeler

Durnuksyz hereket teýgum suwlarynyň derejesiniň wagta görä üýtgemegi bilen bagly. Bu bolsa dyňzaw gradiýentiniň (I), hereket tizliginiň (V), akymyň harjynyň (q) üýtgemegine getirýär.

Gidrogeologiýada, köplenç, hasaplamalar durnukly hereket boýunça geçirilýär. Emma hakykatda ygalyň ýagmagy, ýerleriň suwarylmagy, akabalardan, suwgeçiriji turbalardan suwlaryň ýere siňmegi, bugarma, suwalgýç, zeýkeş guýularyň işledilmegi we ş.m. sebäpli ýerasty suwlaryň derejesi **wagtyň dowamynda** üýtgäp durýar. Bu täsirler ýeterlik öwrenilip, degişli netijeler çykarylsa, gidrogeologik hasaplamalaryň, çaklamalaryň takyklygyny artdyryp bolýar.

Durnuksyz hereket öwrenilende suwberijilik (μ_b) we doýgunlyk ýetmezi (μ_i) ulanylýar.

$$\mu_b = n_a - W_{gh} - W_{ss},$$

$$\mu_i = n_a - W_{gh} - W_0,$$

bu ýerde

n_a – işjeň öýjüklilik;

W – gapjalan howa (göwrümleýin);

W_{ss} – sepsuwy (стыковая капиллярная влага);

W_0 – tebigy çyglylyk (göwrümleýin).

Amaly hasaplamalarda $\mu_i = \mu_b = \mu$ diýlip alynýar, bu şertde μ («mi» ýa-da «mýu») – suw berijilik diýlip düşünilýär.

8.8.2. Bussineskiniň deňlemesi (birölçeqli mesele)

Bernulliniň deňlemesini ulanyp, berlen dyňzawyň üsti bilen Bussineskiniň deňlemesi şeýle çykarylýar:

$$H = h = \frac{P}{\rho g} + z.$$

Goý, dx inli kesige t wagt aralygynda gelýän suw $q_1 \cdot dt$, şol kesikde ýagyn ýa-da bugarma $W \cdot dt \cdot dx$, çykýan suw $q_2 \cdot dt$ bolsun (64-nji surat). Onda şol kesikdäki suwuň göwrümi şeýle hasaplanýar:

$$dV = (q_1 + W dx - q_2) dt.$$

Suwuň gysylmaýanlygyny nazarda tutup, bu formulany şeýle hem ýazyp bolýar:

$$dV = dh \cdot dx \cdot \mu,$$

bu ýerde

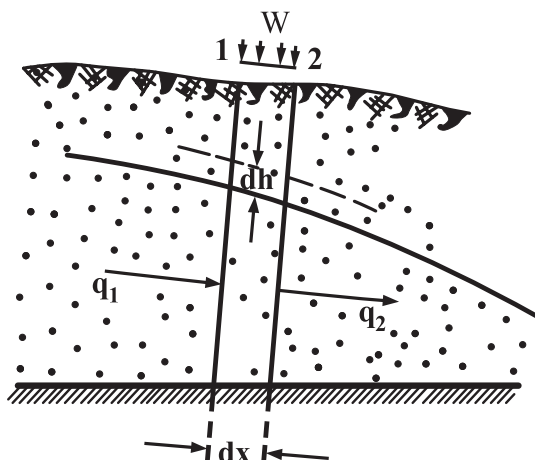
μ – kapillýar gaýmadan ýokardaky çägäniň doýgunlyk ýetmezi (μ_i).

Ýokarky formulalardan alýarys:

$$(q_1 + W \cdot dx - q_2) dt = \mu \cdot dh \cdot dx.$$

Deňlemä käbir sadalaşdyрма girizip, alýarys:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{q_1 + W \cdot dx - q_2}{\mu \cdot dx};$$



64-nji surat. Bussineskiniň deňlemesini çykarmak üçin kömekçi çyzgy:

1 we 2 – arasy ýeterlik derejede golaý alnan iki sany kesik;
 dx – kese suwabentli suwly gatlagyň elementi; dh – şol elementiň
 çäginde ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgewi;
 q_1 we q_2 – suwly gatlagyň agzalan elementine girýän (q_1) we çykyan (q_2) akym

Dýupýui boýunça $q_1 = -Kh \frac{\partial H}{\partial x}$, şeýle-de bu ýerde $q_2 = q_1 + dq$,
 $dq_1 - dt$ wagtdaky harç üýtgemesi.

Doly differensialy şahsy önümiň (частная производная) üsti
 bilen berip bolýar: $dq_1 = \frac{\partial q_1}{\partial x} \cdot dx$, onda

$$dq_1 = \frac{\partial}{\partial x} \left(-Kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) \cdot dx = -K \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial H}{\partial x} \right) dx,$$

$$q_2 = q_1 + dq_1 = -Kh \frac{\partial H}{\partial x} - K \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial H}{\partial x} \right) dx,$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{K \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial H}{\partial x} \right) dx + W \cdot dx}{\mu dx}.$$

Sadalaşdyryp alýarys:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{W}{\mu} + \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial H}{\partial x} \right). \quad (8.36.)$$

Şu formula **Bussineskiniň formulasy** diýilýär (suwabent gatlak ýapgyt bolanda). Eger suwabent kese (gorizontal) bolsa (64-nji surat), formulany başgaça ýazyp bolar:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{W}{\mu}, \quad (8.37.)$$

bu ýerde

h – suwly gatlagyň galyňlygynyň üsti bilen berlen dyňzaw.

Bussineskiniň deňlemesi durnuksyz hereketde suwuň derejesiniň üýtgemegi süzülme koeffisiýentine (K) we gatlagyň galyňlygyna göni proporsional, şol sanda siňýän ýa-da bugarýan suwuň mukdaryna (W) hem göni proporsional, doýgunlyk ýetmezine (ýa-da suwberşe) weli, ters proporsionallygy görkezýär.

Başgaça, Bussineskiniň deňlemesiniň manysy şeýledir: durnuksyz hereketde teýgum suwlarynyň derejesiniň üýtgemegi süzülme koeffisiýentine (K), süzdürýän gatlagyň galyňlygyna (h), ýokardan siňýän suwlara (W) göni baglydyr, doýgunlyk ýetmezine (μ) ters proporsionaldyr.

8.8.3. Bussineskiniň deňlemesiniň çözümleri

Bussineskiniň deňlemesi ýapgyt we kese ýatan suwabentli gat-laklar üçin şeýle görnüşleri alýar:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(H \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{W}{\mu},$$

eger $H = h$ bolanda

$$\frac{dh}{dt} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{W}{\mu}.$$

Bu deňleme boýunça aşakdakylary aýdyp bolýar:

– durnuksyz hereketli ýerasty suwuň derejesiniň üýtgewi suw süzdürijilige, suwly gatlagyň galyňlygyna, siňiş-bugaryşa göni proporsional, doýgunlyk ýetmezine we suw berşe ters proporsionaldyr.

Bu deňleme egri çyzykly differensial deňleme bolanlygy sebäpli, onuň anyk çözgüdi ýokdur. P.Ý. Polubarinowa-Koçina howdan derhal doldurylan şertde gorizonta suwabentli gatlak üçin bu deňlemäni çözüpdir. Emma agzalan şert diňe hyýaly şertdir. Beýleki çözgütleriň hemmesi deňlemäniň ýöntemleşdirilmegi (линеаризация) bilen baglydyr. Bu usullarda «**akymyň orta galyňlygy**» diýen düşünje girizilýär.

Bussineskiniň usuly (1-nji kysymly ýöntemleşdirme). Deňlemede ýaý içinde h üýtgeýän ululyk bar. Ony \bar{h} bilen çalşyryarsy: $\bar{h} = \frac{h(x_1) + h(x_2)}{2}$; ýagny üýtgeýän ululygy hemişelik san bilen çalşyryrs. Eger $\frac{K \cdot \bar{h}}{\mu} = a^2$ diýip bellesek, onda (8.37) deňleme şeýle görnüşli alýar:

$$\frac{dh}{dt} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{W}{\mu}. \quad (8.38.)$$

Bu deňleme $W=0$ ýagdaýda Furýeniň deňlemesine öwrülýär. Ol deňlemäniň bolsa, ýylylyk geçirijilik nazaryýetinde belli çäkler boýunça birnäçe çözgütleri bardyr.

Bagrowyň we Weriginiň usuly (2-nji kysymly ýöntemleşdirme). Bu usul suwabent gatlagyň kese (gorizonta) ýatan şerti üçin niýetlenen.

Bu usulda deňlemäniň 2 tarapy hem (h) koeffisiýente köpeldilýär:

$$h \frac{dh}{dt} = \frac{h \cdot K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{Wh}{\mu}.$$

Soňra (h) differensialyň belgisiniň aşagyna salynýar:

$$\frac{d\left(\frac{h^2}{2}\right)}{dt} = \frac{hK}{\mu} \cdot \frac{\partial^2 \left(\frac{h^2}{2}\right)}{\partial x^2} + \frac{Wh}{\mu}.$$

$$\frac{h^2}{2} = u; \quad \frac{Kh}{\mu} = a^2; \quad \frac{Wh}{\mu} = b \quad \text{diýip hasaplap alýarys:}$$

$$\frac{du}{dt} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + b.$$

Soňra a^2 we b üsti bilen aňladylýan h deregine suwly gatlagyň ortalaşdyrylan galyňlygyny (\bar{h}) alýarys we deňlemäni ýöntemleşdirýäris:

$$\frac{h^2}{2} = -\frac{W}{2K}x^2 + Cx + D, \quad (8.39.)$$

C we D hemişelik sanlary kesgitleýäris.

Bu formulany birnäçe ýerde sadalaşdyryp, tükenikli tapawutlar usulynyň (ýa-da Kamenskiniň usulynyň) formulasyny alýarys [62]. Ol formula 1943–1944-nji ýyllarda Garagum derýasynyň Günorta-Gündogar Garagumdan geçmeli ýolunyň taslamasy üçin, derýanyň ýitgileri hasaplananda A. T. Morozow tarapyndan giňden ulanylan.

8.9. Ýerasty suwlaryň derejesiniň beýgelmegi (подпор) we peselmegi (сработка)

Tebigy şertlerde ýerasty suwlaryň hereketi sadalaşdyrylyp, durnukly diýlip hasaplanýar. Hakykatda ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlугy, derejesi wagtyň dowamynda durnuksyzdyr.

Ýerasty suwlaryň durnuksyz hereketini öwrenmek zerurlygy şu ýagdaýlarda ýüze çykýar:

- 1) kanalyň, akabanyň ýakalarynda ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgewi hasaplananda;
- 2) suwarymly ýerlerde ýerasty suwlaryň üýtgewi hasaplananda;
- 3) ýerleriň zeýlemegi öňünden çaklananda;
- 4) kanaldan, suw howdanyndan ýitgiler hasaplananda;
- 5) dowamly suw peseldiş desgalarynyň gurluşygy taslananda;
- 6) suw berijilik, ýagynlaryň ýere siňýän mukdary, bugaryş, teýgum suwlarynyň umumy balansy hasaplananda.

8.9.1. Ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgemegine esasy täsirler

Ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgewleri köp sanly sebäplere baglydyr. Ýagynlaryň ýagmagy, ýerleriň suwarylmagy, ýaplara suw gelmegi, ýerüsti suwlaryň derejesiniň ýokary galmagy (mesemegi) ýerasty suwlaryň derejesiniň ýokary galmagyna getirýär. Ýagynsyz paslyň başlamagy, yssy düşüp bugaryşyň artmagy, ýaplardaky suwlaryň kesilmegi, ekinleriň suwarylmagynyň bes edilmesi ýerasty suwlaryň derejesiniň öňki beýgelen ýerleriniň töwerege ýaýrap, peselmesine getirýär.

Medeni zolakda ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgemegi, köplenç, emeli-tehniki sebäpler bilen baglydyr: tebigy ýerasty akymyň önünde gurlan kanal, ýap akymyň hereketini bökdäp, gowşadyp, derejäniň beýgelmegine getirýär. Şeýle ýagdaý suw geçiriji desgalaradan ýere sinýän ýitgiler, zeý aýryjy guýularyň işiniň wagtlaýyn togtamasy zerarly hem döräp bilýär.

Türkmenistanda ýagynlaryň pasyllaýyn ýagmagy, ekinleriň pasyllaýyn suwarylmagy we başgalar ýerasty suwlaryň derejesiniň pasyllaýyn üýtgemegine getirýär.

Ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgewiniň ýerüsti suwlaryň derejesiniň aşak-ýokary galyp-düşmesinden ep-esli gijä galýanlygyny bellemeli. Bu säginme howaly zolakdaky gatlaklaryň galyňlygyna, doýgunlyk ýetmezine, suw geçirijiligine, suwberijiligine baglydyr. Türkmenistanyň çäklerinde ýerasty suwlaryň derejesiniň iň beýik wagty aprel-maý aýlaryna (ýuwuş, ekiş suwaryşlaryndan soňky döwre), iň pes ýagdaýy noýabr-dekabr aýlaryna (ýaplaryň suwlary kesilenden, suwaryş işleri tamamlanandan soňky döwre) gabat gelýär.

Obalaryň, şäherleriň, ekerançylyk zolaklaryň çäklerinde ýerasty suwlaryň derejesiniň ýylyň dowamynda üýtgew gerimi 0,2 – 0,5 m-den 2 – 3 m-e çenli ýetýär.

Ýerasty suwlaryň ýatyş çuňlugynyň gurluşyga, şäher hojalygyna, suwarymly ekerançylyga uly täsiriniň barlygy sebäpli, dereje beýgelmäniň önünden hasaplanmasyna uly üns berilýär.

Şeýle hasaplamalara mysallar hökmünde Garagum derýasynyň 1-nji nobatynyň taslamasyny düzmekde üstünlikli ulanylan tükenikli tapawutlar usulyny (A. T. Morozow, 1944), Aşgabat şäheriniň zeýlemesine garşy göreş çärelerini kesgitlemekde ulanylan matema-

tiki modelirlmeleri (W. S. Zilberg, 1988, 1989; A.B.Sitnikow, 2002; M. N. Klimentow, 2003) getirip bolar.

8.9.2. Dereje beýgelmä gidrogeologik görkezijleriniň täsiriniň hasaba alnyşy

Öňden gelýän akymyň ýolunda päsgelçilik dörese akymyň gradiýenti, tizligi peselýär, suw çişip, ýokary galyp ugraýar. Bu ýerde akym bilen gelýän suw iki taraplaýyn harçlanýar:

1) dereje beýgelýän ýerdäki gatlaklary doýgun hala ýetirmäge (aşakdan akyp gelýän ýa-da ýokardan siňýän suwlaryň hasabyna);

2) derejesi beýgelýän akymyň ýerasty böwediniň önünde toplanmagyna.

Ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgemegi (beýgelmegi) birnäçe şertlere baglydyr:

1) suwabent gatlagyň kese ýatanlygyna (ýa-da ýapgytlygyna); $h_i = H_i$ ýa-da $h_i \neq H_i$);

2) suwly gatlagyň we suwuň derejesiniň beýgelýän ýerindäki howaly zolakdaky dag jynslarynyň süzülme koeffisiýentiniň deňligine ($K=K_1$) ýa-da deň däldigine ($K \neq K_1$);

3) derýadaky suwuň derejesi üýtgände, iki kesigiň arasyndaky aralygyň üýtgemeyänligine ($l_1=l$) ýa-da üýtgeýänligine ($l_1 \neq l$).

Agzalan 3 şertiň bilelikdäki ýa-da aýry-aýrylykdaky üýtgemegine baglylykda kesgitlenýän kesikde suwuň derejesiniň üýtgewini 4 hili formula bilen kesgitläp bolýar (65-nji surat).

Derýadaky suw mesänden soň, 1 kesikden (derýanyň gyrasyndan) l aralykda ýerleşen 2 kesikde suwly gatlagyň galyňlygy y_x şeýle hasaplanýar:

1) eger $K \neq K_1$ we $l_1 \neq l$ bolsa

$$y_x = \sqrt{y_1^2 + \frac{K}{K_1} l_1 \cdot I(h_1 + h_x)}; \quad (8.40.)$$

2) eger $K_1 \neq K$ we $l_1 = l$ bolsa

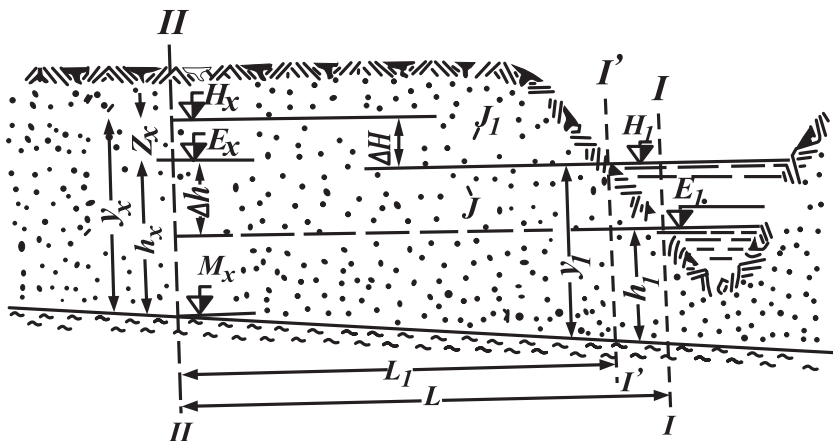
$$y_x = \sqrt{y_1^2 + \frac{K}{K_1} \cdot \Delta h(h_1 + h_x)}; \quad (8.41.)$$

3) eger $K_1=K$ we $l_1 \neq l$ bolsa

$$y_x = \sqrt{y_1^2 + l_1 \cdot I(h_1 + h_x)}; \quad (8.42.)$$

4) eger $K_1=K$ we $l_1=l$ bolsa

$$y_x = \sqrt{y_1^2 + \Delta h(h_1 + h_x)}. \quad (8.43.)$$



65-nji surat. Suwabent düşegi ýapgyt şertde derýadaky suwuň derejesiniň üýtgewi zerarly teýgum suwlarynyň derejesiniň zygyderli üýtgewiniň shemasy:

l – iki kesigiň aralygy, m; l_1 – şol aralyk derýanyň suwy ýokary galandan (mesänden) soň, m; h_1 we h_x – suwly gatlagyň 1 we 2 kesikdäki deslapky galyňlygy, m; y_1 we y_x – şol galyňlyk suw mesänden soň, m;

\bar{K} we K_1 – suw mesemänkä we mesänden soň suwly gatlagyň ortaça süzülme koeffisiýenti, m/g-g.

8.10. Ýerasty suwlaryň suwalgyç desgalara tarap hereketi

8.10.1. Suwalgyçlaryň görnüşleri

Ýerasty suwlar dik we kese suwalgyçlaryň kömegi bilen alnyp bilner. Dik suwalgyçlara buraw skwažinalary, guýular, keselere-kärizler, ýapyk zeýkeşler, ganawlar mysaldyr.

Dik suwalgyçlar teýgum suwlaryndan suw alýan bolsa, olara **teýgum guýulary** diýilýär. Eger olar dyňzawly suwlardan iýmitlenýän bolsalar, olara **artezian guýulary** diýilýär.

Bu guýularyň iki kysymy bolýar:

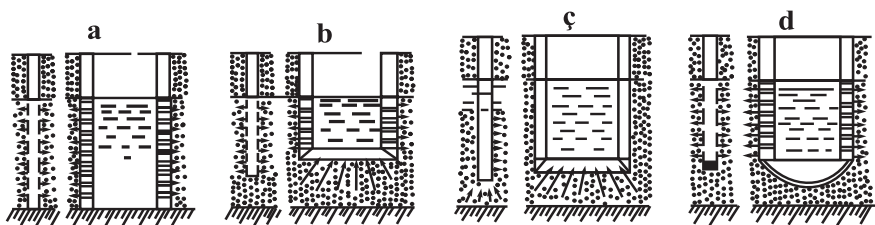
a) kämil guýular – eger guýularyň düýbi suwabent gatlaklara degip duran bolsa;

b) kämil däl guýular – eger guýularyň düýbi suwabent gatlakdan ýokarda bolsa.

Türkmenistanda, köplenç, kämil däl guýular ulanylýar, sebäbi suwabent gatlaklar örän çuň ýerleşýärler.

Kämil däl guýularyň diwarlary syzdyrman, diňe düýbi syzdyrýan ýa-da düýbi ýapykda, diwarlary syzdyrýan ýa-da hem diwarlary, hem-de düýbi syzdyrýan bolmagy mümkin (66-njy surat).

Agzalan dik we kese suwalgyçlardan başga **utgaşyk** (kombinirlenen) suwalgyçlar hem bolýar. Aşgabat şäherinde gurlan zey akabaly aragatnaşyk tonneliniň zeytoplaýjy şahtalary (çuňlugy 12 m, giňligi 4 m-e çenli) 5 sany kese şöhlepisint guýulardan (uzynlygy 75–100 m) we bir dik guýudan (çuňlugy 60 m) ybarat. Şol şahtalar utgaşyk zeykeşlere (suwalgyçlara) degişli.



66-njy surat. Teýgum suwlaryny çykaryp almak üçin ulanylýan guýularyň kysymlyry (G.N.Kamenskiý boýunça):

a – kämil guýy; *b* – diwarlaryndan we düýbünden iýmitlenýän kämil däl guýy; *ç* – diwary ýapyk, düýbi syzdyryjy kämil däl guýy; *d* – düýbi ýapyk, diwarlary syzdyryjy kämil däl guýy

8.10.2. Artezian kämil guýa geljek suwuň harjy

Artezian guýular diýlip, gatlagara dyňzawly ýerasty suwlardan suw çykarýan guýulara aýdylýar. Şeýle guýular Türkmenistanda uly çuňluklardan derman, mineral suwlaryny çykarmak üçin ulanylýar.

Kämil artezian guýusy iki sany suw geçirmeýän gatlagyň arasynda ýatan suwly gatlagy doly kesip geçýär (67-nji surat).

Eger örkler okuny guýynyň merkezinde, aşaky suwabent gatlagyň üstünde ýerleşdirsek we guýynyň süzgüjiniň suwly gatlak bilen galtaşýan meýdanyny $F=2\pi \cdot M$ diýip alsak, Darsiniň kanunyny şeýle ýazyp bolýar:

$$Q = 2\pi \cdot K \cdot M \cdot x \frac{dy}{dx}.$$

Bu ýerden tapýarys:

$$dy = \frac{dx}{x} \cdot \frac{Q}{2\pi K \cdot M}.$$

Deňlemäniň 2 tarapyny 1-nji we 2-nji kesigiň arasynda integrirläp alýarys:

$$\int_{y_1}^{y_2} dy = \frac{Q}{2\pi K M} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x},$$

$$y_2 - y_1 = \frac{Q}{2\pi K \cdot M} (\ln x_2 - \ln x_1).$$

Eger peseliş egrisiniň koordinatlaryny aşakdaky ýaly alsak: $x_1=r$; $x_2=R$ we $y_1=h$; $y_2=H$, onda

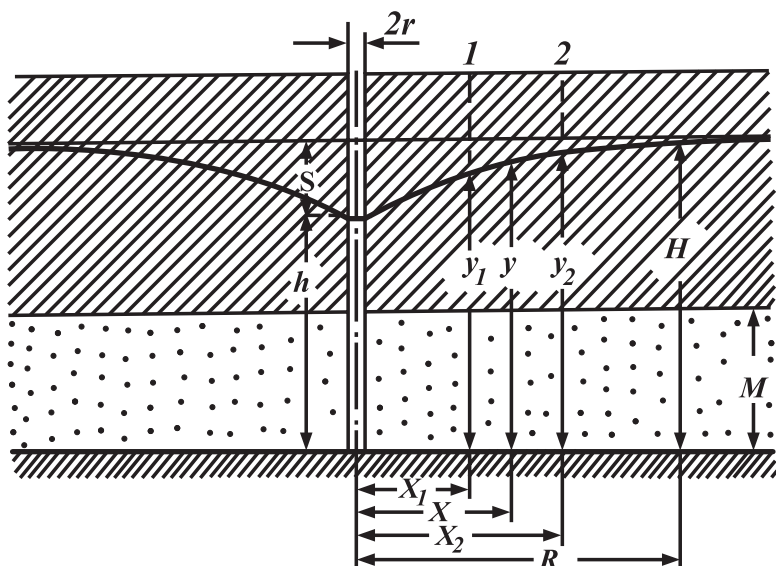
$$H - h = \frac{Q}{2\pi K M} \ln \frac{R}{r}.$$

Bu ýerden

$$Q = 2\pi K \cdot M \frac{H - h}{\ln R - \ln r}.$$

Natural logarifmden onluk logarifme geçip we $H - h = S$ bolýanlygyny göz önünde tutup alýarys:

$$Q = 2,73 K M \frac{S}{\lg R - \lg r}. \quad (8.44.)$$



**67-nji surat. Dyňzawly kämil guýa syzylyp geljek suwuň hasaby
üçin kömekçi çyzgy:**

M – dyňzawly suwly gatlagyň galyňlygy; r – guýynyň radiusy;

R – täsir radiusy; S – guýudaky suw peseliş; H – dyňzaw;

y – guýudan x aralykdaky peseliş

Artezian kämil guýa geljek suw süzülme koeffisiýentine (K), suwly gatlagyň galyňlygyna (M) we peselişe göni proporsionaldyr. Täsir radiusy we guýynyň radiusy bu ýerde uly orun eýelemeýär.

8.10.3. Dyňzawsyz kämil guýulara geljek suwuň hasaby

Dyňzawsyz kämil guýulara geljek suwlaryň harjy Darsiniň kanunynyň esasynda aňsat çykarylýp bilinýär.

Darsiniň kanuny boýunça alýarys:

$$Q = F \cdot K \cdot I = F \cdot K \frac{dy}{dx}.$$

Biziň mysalymyzda F radiusy x -e we beýikligi y -e deň bolan silindriň gapdal üstüniň meýdanyna deňdir, ýagny $F=2\pi xy$.

Onda $Q = K \cdot 2\pi xy \frac{dy}{dx}$ ýa-da

$$ydy = \frac{Q}{2\pi K} \cdot \frac{dx}{x}.$$

Deňlemäniň iki tarapyny hem integrirläp alýarys:

$$\int ydy = \frac{Q}{2\pi K} \int \frac{dx}{x}; \quad \frac{y^2}{2} = \frac{Q}{2\pi K} \cdot \ln x + C_1,$$

bu ýerden

$$y^2 = \frac{Q}{\pi K} \ln x + C$$

Eger biz peseliş oýtumynyň (x_1, y_1) we (x_2, y_2) kesikleri üçin deňlemelerini ýazsak, şeýle bolýar:

$$y_1^2 = \frac{Q}{\pi K} \ln x_1 + C,$$

$$y_2^2 = \frac{Q}{\pi K} \ln x_2 + C.$$

Bu deňlemeleriň tapawudy:

$$y_2^2 - y_1^2 = \frac{Q}{\pi K} (\ln x_2 - \ln x_1).$$

Deňlemäni sadalaşdyryp bolýar.

Goý, $x_1 = r$; $x_2 = R$; $y_2 = H$; $y_1 = h$ (68-nji surat).

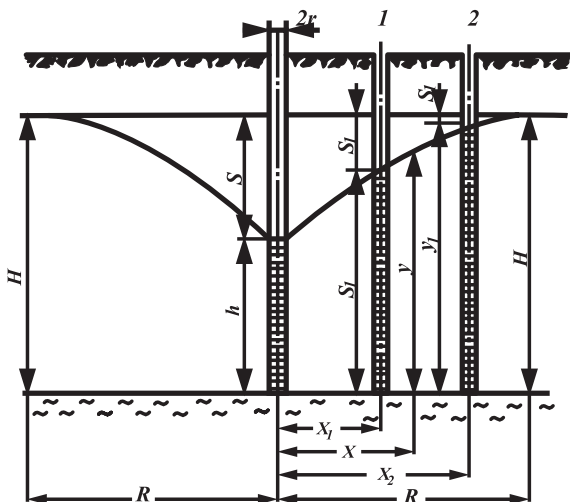
Onda

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi K} \ln \frac{R}{r},$$

bu ýerden

$$Q = \pi \cdot K \frac{H^2 - h^2}{\ln R / r}. \quad (8.45.)$$

Şeýlelik bilen biz aýlanyp-dolanyp Dýupýuiniň deňlemesine geldik.



68-nji surat. Dyňzawsyz kämil guýa syzylyp geljek suwuň hasaby üçin kömekçi çyzgy:

H – suwly gatlagyň galyňlygy; h – guýudaky suwuň galyňlygy;
 R – täsir radiusy; r – guýynyň radiusy; y_1 we $y_2 - x_1$ we x_2 aralykda
 suwly gatlagyň peselen galyňlygy

Şu görnüşde deňlemäni guýa geljek suwy hasaplamak üçin ulanyp bolýar. Şol bir wagtda bu formulany suw sorduryş tejribesiniň netijesi boýunça süzülme koeffisiýentini kesgitlemek üçin hem ulanyp bolýar:

$$K = \frac{Q(\ln R - \ln r)}{\pi(H^2 - h^2)}.$$

Ýokarky (8.45.) formulada (π) sanyň bahasyny goýup we natural logarifmi onluk logarifm bilen çalşyryp alýarys:

$$Q = 1,366K \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r}. \quad (8.45a.)$$

Dyňzawsyz kämil guýa geljek suwuň harjy suwly gatlagyň we guýudaky suw sütüniň galyňlyklarynyň kwadratlarynyň tapawudyna we süzülme koeffisiýentine göni proporsionaldyr.

8.10.4. *Dyňzawsyz kämil däl guýulara gelyän suwuň harjyny hasaplamak*

Türkmenistanda kämil däl guýular örän köp duşýar. Şeýle guýudan suwy çekip ýa-da sorduryp alanyňda guýynyň täsiri suwly gatlagyň doly galyňlygyna ýetmeýär-de, diňe gatlagyň aktiw (işjeň) bölegine täsir edýär, ondan aşakdaky suwlar gozganman saklanýar diýip hasaplanýar.

Kämil guýulara gelyän suwlaryň harjy şu formulalaryň haýsy-da bolsa biri bilen hasaplanýar:

$$Q = 1,366K \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r},$$

$$Q = 1,366K \frac{(2H - S) \cdot S}{\lg R - \lg r}.$$

Kämil däl guýularda bu hasap çylşyrymlaşýar.

Bu ýerde 3 hili ýagdaýyň bolmagy mümkin:

- 1) suw guýa diňe gapdaldan gelyär (düýbi ýapyk);
- 2) suw guýa diňe düýpden gelyär (gapdaly ýapyk);
- 3) suw guýa hem gapdaldan, hem düýpden gelyär.

Biz şu ýagdaýlaryň 1-njisi boýunça harjyň hasaplanyşyna garap geçeliň. Guýa (skwažina) suw gapdaldan gelyän ýagdaýda Forhgeýmeriň formulasy ulanylýar:

$$Q_{k.d.} = Q_{käm} \sqrt{\frac{t}{h_0}} \sqrt[4]{\frac{2h_0 - t}{h_0}}, \quad (8.47.)$$

bu ýerde $Q_{käm}$ – kämil guýa gelyän suwuň harjy, $m^3/g \cdot g$;
 t – suw sorduryşda guýudaky suwuň galyňlygy, m ;
 h_0 – suw sorduryşda işjeň suwly gatlagyň galyňlygy, m ;
 $Q_{k.d.}$ – kämil däl guýa gelyän suwuň harjy, $m^3/g \cdot g$.

Parkeriň pikirine görä, kämil däl guýy üçin (69-njy surat) suwly gatlagyň işjeň böleginiň galyňlygy H_o guýudaky suwuň 4/3 bölegine deňdir, ýagny

$$H_0 = \frac{4}{3}F \approx 1,3F \approx 1,3(S + t), \quad (8.47.)$$

bu ýerde

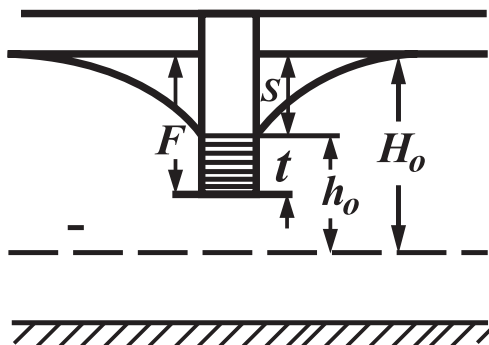
F – guýudaky suwuň suw sorduryşdan öňki galyňlygy, m .

Ý. A. Zamarin dürli peseliş (S) we F üçin işjeň zolagy şeýle hasaplaýar:

S	$0,2 F$	$0,3 F$	$0,5 F$	$0,8 F$
H_0	$1,3 F$	$1,5 F$	$1,7 F$	$1,85 F$

(8.45a.) formuladaky H -yň deregine H_0 -y (kämil däl guýynyň işjeň zolagynyň galyňlygy), h -yň deregine h_0 -y (kämil däl guýudaky suwuň yrga derejesiniň işjeň zolagyň dabanyndan beýikligi) goýup alýarys:

$$Q = 1,366K \frac{H_0^2 - h_0^2}{\lg R - \lg r}. \quad (8.48.)$$



69-njy surat. Kämil däl guýa geljek suwuň hasaby üçin

kömekçi çyzgy:

H_0 –işjeň suwly gatlagyň galyňlygy, m ; h_0 –suw sorduryşda işjeň suwly gatlagyň galyňlygy, m ; S - suw peseliş, m ; t – suw sorduryşda guýudaky suwuň galyňlygy, m ; F - suw sorduryşdan öň guýudaky suwuň galyňlygy, m

8.10.5. Düybünden we gapdalyndan suw alýan peseňrük guýynyň harjy

Türkmenistanyň şahsy hojalyklarynda şeýle guýular juda köp duşýar. Şolaryň harjyny şeýle takmyny formula boýunça hasaplap bolýar:

$$Q = \pi \cdot d \cdot S \cdot K, m^3/g-g, \quad (8.49.)$$

bu ýerde

d – guýynyň diametri.

8.10.6. Kese suwalgyçlara geljek suwuň harjynyň hasaby

Eger garym kämil bolsa, ýagny ol teýgum suwlarynyň gatlagyny doly kesip geçýän bolsa, oňa iki tarapdan akyp geljek suwuň harjy (Q) şeýle formula bilen kesgitlenýär (70-nji surat):

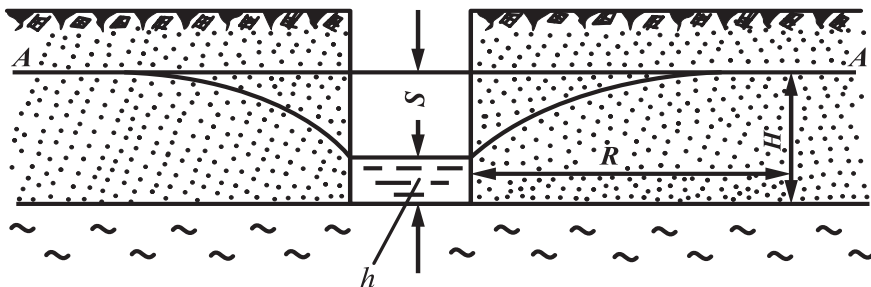
$$Q = \frac{K \cdot B(H^2 - h^2)}{R}, m^3/g-g, \quad (8.50.)$$

bu ýerde

B – garymyň uzynlygy;

h – garymdaky suwuň galyňlygy, m .

Beýleki görkezijiler öňki formulalarda berlen.



70-nji surat. Kese suwalgyçlar bilen suw çykarylanda emele gelýän peseliş egrisi

8.11. Suwly gatlaklaryň gidrogeologik görkezijilerini kesgitlemek

8.11.1. Gidrogeologik görkezijileriň kesgitleniş usullary

Guýa, skwažina, gurluşyk hendegine süzülip geljek suwuň harjyny kesgitlemek zerurlygy döwründe islendik formula ulanylanda-da, hasap üçin zerur gidrogeologik görkezijileri hökmünde gatlaklaryň (gatlaryň, gatlaklar toplumynyň) süzülme koeffisiýenti (K) we suw çykaryjy desganyň täsir radiusy (R) hyzmat edýärler. Şol sebäpli bu görkezijileriň köp dürli kesgitleniş usullary bardyr.

Süzülme koeffisiýentiniň takmyny bahasy sebitleýin ýa-da ýerli düzülen tablisalardan alynýar. Çägeleriň süzülme koeffisiýenti zire düzüminde agdyklyk edýän parçanyň diametrine esaslanan ýasama (empirik) formulalaryň üsti bilen takmyny kesgitlenýär.

Tejribe usullary iki topara bölünýär: *laboratoriýa* we *meýdan usullary*.

Laboratoriýa şertlerinde çägesow-toýunsow jynslaryň süzülme koeffisiýentlerini çalt, aňsat, arzan kesgitläp bolýar. Emma tejribe üçin alynýan nusganyň möçberiniň kiçiligi, nusga alnanda, daşalanda teýgumuň tebigy durkunyň belli derejede bozulýanlygy sebäpli, takyklyk ýokary derejä ýetmeýär. Usulyň sadalygy bu kemçiligi ýeňip geçmek üçin tejribe synaglaryny öwrän-öwrän gaýtalap geçmäge mümkinçilik berýär. Bu bolsa säwlikleriň belli bölegini azaltmaga ýardan berýär.

Laboratoriýada çägeleriň süzülme koeffisiýentini kesgitlemek üçin geçirilýän tejribeler Darsiniň synaglaryna çalymdaşdyr.

Gumbaýrakda, topurda süzülme synagy süzülme-kompressiýa abzalynda, ýagny basyş astynda geçirilýär. Bu abzalda barlanýan nusganyň suw süzdürijiligine baglylykda zerur dyňzaw gradiýentini sadaja turbajyklar we şlangalar arkaly berip bolýar.

Suwly gatlagyň süzülme koeffisiýentini kesgitlemegiň iň ygtybarly we takyk usuly – meýdanda geçirilýän suw sorduryş synagydyr. Ol synagyň beýany indiki bölümçede berler.

Dürli formulalara girýän täsir radiusy (suw sorduryşda guýynyň töwereginde emele gelýän peseli şoýtumynyň radiusy) suwly gatlagyň süzülme koeffisiýentine baglydyr. Gatlagyň süzülme koeffisiýenti, suw berijiligi uly bolsa, peseliş (S) az bolýar, emma täsir

radiusy uly bolýar. Eger täsir radiusyny ýokary takyklyk bilen kesgitlemeli bolsa, suw çykarýan guýynyň gapdalyndan hatara düzülen birnäçe gözegçilik guýulary burawlanýar. Eger täsir radiusyny çäkli takyklyk bilen kesgitlemek ýeterlik bolsa, onda ol peselişiň (S), süzülme koeffisiýentiniň (K), suwly gatlagyň galyňlygynyň (H) üsti bilen Kusakiniň formulasy boýunça hasaplanyp bilner:

$$R = 2S\sqrt{H \cdot K} . \quad (8.51.)$$

8.11.2. Suw sorduryşyň görnüşleri

Howaly zolakda süzülme koeffisiýenti (K) suw guýuş synaglary bilen kesgitlenilýänligi ön belenipdi.

Süzülme koeffisiýentini suwly gatlakda kesgitlemegiň in ygtybarly usuly – suw sorduryş tejribesidir.

Dowamlylygy, şol sanda ygtybarlylygy boýunça suw sorduryş tejribeleri:

1) suwçalşyk (прокачки), **saldarly synag** (пробные), **tejribe** (опытные) suw sorduryşlary görnüşinde bolup bilýär.

Suwçalşykda – barlag guýulary burawlanýan wagty guýynyň içinden buraw ergini bilen garylan suw aýrylýar, soňra 0,5–2 sagadyň dowamynda gözegçilik geçirilýär. Netije:

- guýa gelen täze tebigy suwdan nusga alyp bolýar;

- suwuň tebigy derejesiniň dikelişi yzygiderli ölçelip K hakda takmyny maglumat alynýar. Bu maglumat guýynyň dik kesiginde haýsy çuňluk aralygynyň has ýokary suw süzdürijiliginiň barlygyny görkezýär.

Saldarly synag suw sorduryşy süzülme koeffisiýentiniň bahasyny kesgitlemek üçin ulanylýar. Onuň dowamlylygy 0,5 – 2 g-g

Suw sorduryşyň in takygy diýlip, **tejribe** suw sorduryşy hasaplanýar. Bu synaglar ýalňyz guýuda ýa-da guýular toparynda 1–2 peselişde, 2–12 g-g dowamlylykda ýörite ýasalan süzgüç sütüniniň daşyna çagyl-jyglym sepgisi guýlup geçirilýär.

Tejribe suw sorduryşy ulanyş guýularynda 40 güne çenli dowam edip bilýär. Bu tejribe süzülme koeffisiýentini we suwly gatlagyň gidrogeologik görkezijilerini bahalamaga mümkinçilik berýär.

8.11.3. Ýalňyz guýuda suw sorduryş tejribesi

Tejribe guýusy ýörite ýasalan süzgüç (çöwlük) bilen üpjün edilýär. Süzgüç dürli görnüşde bolýar (torly, sim saralgy, sebetli we ş.m.). Süzgüç üçin ulanylan turbanyň deşikleriniň ini, sany, gürlügi, sepginiň zire düzümi ýörite kadalar boýunça kesgitlenýär.

Suw sorduryş durnukly harja (Q) ýetilenden soňra, süzülme koeffisiýenti (K) (8.52.) formula boýunça hasaplanýar:

$$K = \frac{0,73 \cdot Q \cdot (\lg R - \lg r)}{(2H - S) \cdot S}, \quad (8.52.)$$

bu ýerde

R – suw sorduryşyň täsir radiusy, m ;

r – skwažinanyň radiusy, m ;

H – suwly gatlagyň galyňlygy, m ;

S – peseliş, m .

Suw sorduryş şol bir peselişde çykýan suwuň harjy Q durnukly baha geçýänçä dowam etdirilýär.

Täsir radiusyny (R) gözegçilik guýulary burawlanmadyk ýagdaýda Kusakiniň formulasy bilen hasaplap bolýar (8.51-nji formula).

K näbelli şertde peseliş oýtumynyň radiusynyň tablisa bahalaryny ulanyp bolýar. Peseliş egrisiniň radiusy çagyldan çägä, çägeden topura we ş.m. azalýar, ýagny $R_{\text{çagyl}} > R_{\text{çäge}} > R_{\text{topur}}$ we ş.m.

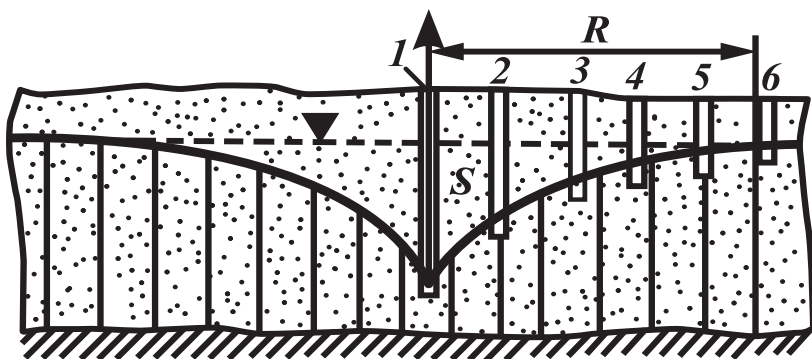
Eger $S = 5 \text{ m}$ bolsa, R (täsir radiusy) ownuk çägede – 50 - 100 m ; aram möçberli çägede – 100 - 200 m ; iri çägede – 200 - 400 m ; daşly çägede, çagylda, jyglymda, örän jaýrylaşan jynslarda $\geq 400 - 600 \text{ m}$, aralykda üýtgeýär.

Emma täsir radiusyny (R) hasaplamak kyn we takmyny bolýar. Şonuň üçin täsir radiusyny we süzülme koeffisiýentini tejribe guýular toparynda kesgitlemek amatly.

8.11.4. Toparlaýyn suw sorduryş tejribeleri

Toparlaýyn suw sorduryşda bir guýy (merkezi) suw sordurmak, birnäçe guýy bolsa suwuň derejesiniň üýtgewine gözegçilik etmek üçin ulanylýar. Gözegçilik guýular bir hatar, iki hatar, burçly we

atanaklaýyn ýerleşdirilýär. Iň köp ulanylýany 1 merkezi we bir hatarda 2 gözegçilik guýusy, emma olaryň sany köp hem bolup bilýär (71-nji surat). Toparlaýyn suw sorduryş tejribeleri ýerasty suw ýatagynyň goruny kesgitlemekde ýokary takyklykly maglumatlary almak üçin ulanylýar.



71-nji surat. Suw sorduryş tejribesinde gözegçilik guýularynyň kömegi bilen täsir radiusynyň takyk kesgitlenilişi:

- 1 – suw sordurylyp çykarylýan (merkezi) skwažina (guýý);
2-6 – gözegçilik skwažinalary (guýulary)

Bu usulda gözegçilik guýularynyň d_g diametrleri kiçi, emma süzgüji merkezi guýynyň süzgüjiniň gabadynda gurnalýar ($D_M = 268 \text{ mm}$; $d_g = 108 \text{ mm}$ we ş.m.).

Süzülme koeffisiýenti (K) bu usulda şeýle formula boýunça hasaplanýar:

$$K = \frac{0,73 \cdot Q \cdot (\lg x_2 - \lg x_1)}{(2H - S_1 - S_2) \cdot (S_1 - S_2)}, \quad (8.53.)$$

bu ýerde

x_1 we x_2 – merkezi guýudan 1-nji we 2-nji gözegçilik guýulara çenli aralyk, m ;

S_1 we S_2 – 1-nji we 2-nji gözegçilik guýularynda ýerasty suwlaryň derejeleriniň peselişi, m (68-nji surat).

8.12. Akabalardan we suw howdanlaryndan suwuň ýitgileriniň hasaby

8.12.1. Umumy düşüňjeler

Kanallar we suw howdanlary gurulmazdan öň, olarda bolup biljek suwuň ýitgileri hasaplanýar. Türkmenistanda ýitgileriň belli bölegi, şol sanda ýerasty suwlaryň daş-töwerege zyýanly täsiri, suw howdanlary bilen baglydyr.

Derýa bilen gelyän suwuň artykmaç bölegini bir ýerde toplap, soň ulanmak üçin suw howdanlary gurulýar (Oguzhan, Köpetdag suw howdanlary we başg.). Şol howdanlaryň esasy desgalarynyň biri **bentdir**. Bendiň teýkaryndaky gatlaklaryň suw syzdymagy suwuň ýitgilerine, daş-töweregiň zeýlemegine uly täsir edýär. Bu ýitgileriň mukdaryny öňünden hasaplamak, olary azaltmagyň amatly çärelerini tapmak gidrogeologlaryň wezipeleriniň biridir.

8.12.2. Suw howdanyndan ýitgileriň hasaplanyş usullary

Howdanlardaky suwuň eýeleýän meýdany giň, galyňlygy uly bolýanlygy sebäpli, olardan syzylýp gidýän suwuň mukdary uly möçbere eýe bolýar.

Eger bendiň düýbi tekiz bolsa, howdandan syzyp gitjek ýitgiler N.N.Pawlowskiniň formulasy bilen hasaplanýar:

$$Q = B \cdot K \cdot H \cdot q_N, m^3/g-g \quad (8.54.)$$

bu ýerde

B – bendasty ýitgileriň hasaplanylan böleginiň uzynlygy, m ;

K – bendasty jynslaryň süzülme koeffisiýentiniň orta bahasy, $m/g-g$;

H – dyňzaw (suwuň ýokarky we aşaky býefdäki derejeleriniň tapawudy), m ;

q_N – getirilen harç, ýagny $H=1$ we $K=1$ bolan şertlerdäki harç (birlik üleşlerinde), bu ululyk binýadyň keşbine we teýkardaky suw süzdürýän gatlaklaryň galyňlygyna bagly.

(8.54.) formulanyň goşmaça warianty hem bar. Eger teýkardaky suwly gatlagyň (gatlarlar toplumunyň) galyňlygy (L) taslanýan binýadyň ininden (T) köp bolmasa, onda ýitgileriň harjyny G.N.Kamenskiniň takmyny formulasy bilen kesgitläp bolýar:

$$Q = B \cdot K \cdot H \cdot \frac{T}{L + T}, \text{ m}^3/\text{g-g.} \quad (8.55.)$$

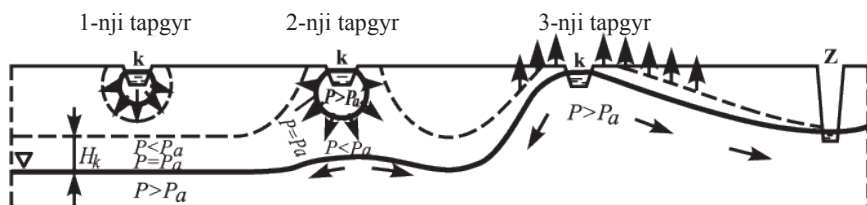
8.12.3. Kanaldan süzülip gidýän ýitgileriň hasaby. Süzülme tapgyrlary

Bu soragy ýörite öwrenen S. F. Awerýanow çuň ýatan ýerasty suwlaryň üstünde gurlan kanaldan syzylma (süzülme) 3 tapgyrda bolup geýýänligini belleýär: *erkin süzülmä*, *kapillýar teýgum akymy* we *durnukly akym* (72-nji surat).

Erkin süzülmä – başgaça, howaly zolakdaky siňme. Bu hereket 2 görnüşde bolup bilýär: *syrygyp siňme* we *damjalaýyn siňme* («ýerasty ýagyş»). Olaryň birinjisi, köplenç, çägelerde, ikinjisi–topur gat-laklarda (mysal üçin, ekinde ösüş suwy berlende) duşýar.

Kapillýar teýgum akymy.

Bu tapgyrda damyp-syrygyp giden suwlar ýerasty suwlaryň derejesine ýetýärler, emma tutuş akym görnüşinde garpyşmaýarlar, ýerasty suwlaryň derejesi birneme ýokary galýar.



72-nji surat. Kanaldan suwuň süzülmesiniň tapgyrlary
(S. F. Awerýanow boýunça):

1-nji tapgyr – erkin siňme, suw öz agramyna we kapillýar güýçleriň täsiri bilen erkin siňýär; 2-nji tapgyr – kapillýar teýgum akymy, teýgum suwlary erkin siňýän suwlaryň kapillýar gaýmasy bilen bagly; 3-nji tapgyr – bökdençli süzülmä (подпертая фильтрация), kanaldan siňýän suwlaryň önünde töwerege akýan teýgum suwlarynyň akymy kem-kemden durnuklaşýar

Kanaldan suw wagtlaýyn akýan ýerlerinde we ýerasty suwlaryň derejesi çuň bolanda, suwuň derejesiniň ýokary galşy çalt (1-2 gün) we uly möçberli bolýar. Kanaldaky suwuň ýerasty suwa ýetme wagtyňy şeýle formula arkaly kesgitläp bolýar:

$$t_1 = \frac{H_0 \mu}{K_B}, \quad (8.57.)$$

bu ýerde

H_0 – kanalyň düýbündäki suwa çenli aralyk;
 $\mu = \theta_d - \theta_0$ – doly suwsygym bilen başlangyç
 çyglylygyň tapawudy (doýgunlyk ýetmezi);
 K_B – nemgöçüş koeffisiýenti (çylşyrymly usulda kesgitlenýär).

Bu şertde 1 m uzynlykda kanaldan ýere siňýän suwuň göwrümi (V_f) şeýle kesgitlenýär:

$$V_f = B_0 H_0 \mu, \quad (8.57a.)$$

bu ýerde B_0 – kanaldaky suwuň gum bilen galtaşýan perimetri.

Ýerasty suwlar ýerüsti suwlar bilen bir bitewi gidrawlik ulgama baglanyşandan soňra, akymyň ugrundaky suwlar garşylyk (bökdenç) görkezýärler. Bu akym hem ilki durnuksyz bolýar, soňra süzülme bilen harçlanma deňagramlaşandan soň durnukly akyma öwrülýär.

3. Durnukly akym. Kanalyň täsiri uzaga aralaşdygyça, akymyň eňňetlik (eňňitlik gradiýenti) azalýar we belli wagtdan akym durnukly (stasionar) görnüşe geçýär. Bu tapgyrda syzylp gidýän akymyň harjy öňki tapgyrlardakydan onlarça esse az bolýar. Munuň sebäbi (32-*nji tablisa*) akym dikligine erkin däl-de, esasan, keseligine bökdençli bolup geçýär, şol bir wagtda hem kanaldan uzaklaşdygyça, ýerasty suwlaryň gidrawlik gradiýenti azalýar.

Kanalyň ýakasynda bökdençli akymyň ini kiçi ýaplarda 20–50 m , uly noburlarda 200–500 m -e çenli bolýar.

Türkmenistanda kanaldan suwlaryň siňmegi netijesinde duzly suwlaryň üstünde süýjän suw linzalary döreýär. Ol ýapýaka linzalaryň ini, galyňlygy ýerasty suwlaryň ýatan çuňlugyna, tebigy zeykeş bolup biljek jarlaryň-kölleriniň barlygyna – ýoklugyna, siňýän suwuň we

aşakda öňden ýatan şor suwlaryň duzlulyklarynyň tapawudyna, dag jynslarynyň suw süzdürijiligine, kanalyň ölçeglerine we ş.m. bagly. Kanaldan syzyp gitjek harjy şol görkezijilere görä hasaplaýarlar.

32-nji tablisa

Dag jynslarynyň suw geçirijiligi boýunça toparlanyşy

Dag jynslarynyň toparynyň ady	K, m/g-g	
	Kese ugurda	Dik hereketde
Aşa geçiriji	> 100	> 1
Gowy geçirijilikli	100 – 10	0,1 – 0,001
Geçiriji	10 – 1	$10^{-3} - 10^{-5}$
Gowşak geçiriji	1 – 0,1	$10^{-5} - 10^{-7}$
Juda gowşak geçiriji	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-7} - 10^{-9}$
Suwabent gatlak	< 10^{-3}	< 10^{-9}

*Türkmenistanyň gurluşyk kadalary (TGK 2.06.04-2004)
boýunça kanaldaky ýitgileri kesgitlemek*

TGK 2.06.04-2004. boýunça kanaldan syzyp gitjek ýitgiler şeýle hasaplanýar:

I. Eger kanalyň kese şekili köpburçluk ýa-da parabola görnüşli bolsa:

$$Q = 0,0116 \cdot K(B + 2d_c), \quad (8.57.)$$

bu ýerde

Q – ýitgileriň harjy, $m^3/g-g$ (kanalyň her 1 km uzynlygynda);

K – kanalyň düýbündäki teýgumlaryň süzülme koeffisiýenti, $m/g-g$;

B – kanalyň suwunyň üst tekizligi boýunça giňligi, m ;

d_c – kanaldaky suwuň çuňlugy.

II. Eger kanalyň kese kesimi trapesiýa görnüşde bolsa, onda ýitgiler başgaça hasaplanýar:

$$a) \quad Q = 0,0116 \cdot K \cdot \mu(B + 2d_c); \quad \frac{b}{d_c} < 4 \text{ şertde}$$

$$b) Q = 0,0116 \cdot K(B + Ad_c); \quad \frac{b}{d_c} > 4 \text{ şertde}$$

goşmaça belgiler:

b – kanalyň düýbüniň ini, m ;

μ we A – TGGK 2.06.04-2004 boýunça kesgitlenýän koeffisiýentler.

Eger syzylma bökdençli (подпертый) düzgünde bolup geçýän bolsa, onda ýitgiler şeýle hasaplanýar:

$$Q_b = Q_f a,$$

bu ýerde

Q_f we Q_b – erkin we bökdençli süzülmeledäki ýitgiler, $m^3/g \cdot g$;

a – bökdenjiň ýitgilere ($\alpha < 1$) täsirini aňladýan (hasaba alýan) koeffisiýenti (33-nji tablisa boýunça kesgitlenýär).

33-nji tablisa

α – koeffisiýentiň bahalary

Kanalýň harjy, $m^3/g \cdot g$	Ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugy, m							
	3 m-e çenli	3	5	7,5	10	15	20	25
1	0,63	0,79	-	-	-	-	-	-
3	0,50	0,63	0,82	-	-	-	-	-
10	0,41	0,50	0,65	0,79	0,91	-	-	-
20	0,36	0,45	0,57	0,71	0,82	-	-	-
30	0,35	0,42	0,54	0,66	0,77	0,94	-	-
50	0,32	0,37	0,49	0,60	0,69	0,84	0,97	-
100	0,28	0,33	0,42	0,52	0,58	0,73	0,84	0,94

Kanaldan, akabalardan syzyp gidýän ýitgiler zerarly ýerleri şorladýan zeýlemäniň döremegi suwarylýan ýerdäki toprak-teýgumlaryň zire düzümine, olarda bolup geçýän kapillýar ýokary galşa, şeýle-de ýerasty suwlaryň duzlulygyna bagly. Takmyny hasaplamalar üçin ýerasty suwlaryň duzlulygy $5 g/dm^3$ -dan ýokary bolsa, teýgum suwlarynyň 2–2,5 metrden az çuňlukda ýatmagy howply hasaplanýar.

8.13. Suwarymly ýerlerdäki ýerasty suwlar

8.13.1. Umumy düşüňjeler

Suwaryş diýlip, topragyň hasyllylygyny artdyrmak üçin onuň emeli yzgarladylmagyna aýdylýar. Ol Türkmenistanda meliorasiýanyň esasy görnüşi hökmünde örän giňden ulanylýar.

Suwaryş işleri ýörite gazylan noburlaryň, nowhanalaryň, ýapalaryň we salmalaryň kömegi bilen geçirilýär. Suwaryşyň birnäçe usullary bar: *basdyrylyp, keşläp, sepeläp, damjaladyp we başgalar*.

Suwaryş işleri nähili seresap geçirilse-de, suwlaryň bir bölegi aşak siňýär, ýerasty suwlara goşulýar, ýerasty suwlaryň derejesi, düzümi, iýmitlenişi, harjy üýtgeýär. Ýerasty suwlaryň derejesi kapilýar gaýmanyň galyňlygyna çenli ýokary galanda üznüksiz bugaryş başlaýar we ýerler şorlap, sandan çykýar. Eger tebigy we emeli harçlar iýmitlenişden pes bolsalar, ýerasty suwlaryň derejesi her ýylda 0,2 – 0,5 m-den 2 – 3 metre çenli ýokary galýar.

8.13.2. Suwarymly ýerlerde ýerasty suwlaryň hereketi

Bu hereketler aşakdaky şertlere baglydyr:

1) Esasy täsir emeli şertler bilen bagly (suwaryş kadasy, ýaplardan, kanallardan syzyş, zeykeşleriň işleýşi); belli orun tebigy şertlerde-de degişli (ýerasty suwlaryň iýmitlenişi, harjy, režimi).

2) Ýerasty suwlaryň ýerler özleşdirilip başlanandan soňky ýokary galmasyň depgini kem-kemden peselip, iýmitlenişin we harçlanmanyň (akyp gitmek we bugarma) deňleşen wagty togtaýar.

3) Suwuň ýokary galmagynyň tizligi we absolýut ululygy ýitgileriň mukdaryna, ýerasty suwlaryň deslapky çuňlugyna, howaly gatlagyň kapillýar häsiýetlerine, ekin we ýuwuş suwlarynyň we ekine berilýän ösüş suwlaryň mukdaryna baglydyr.

4) Suwarymly ýerlerdäki ýerasty suwlaryň režimi (üýtgew kadasy) aktiw (işjeň) gatlagyň yzgarlanyş režimine baglydyr. Olaryň üýtgewiniň çaklamasyny düzmegiň ýollary heniz doly öwrenilen däl-dir (yzygiderli öwrany barlaglar - balans meýdançalarynda ýörite gurnalan lizimetrli tejribeler gowy netije berýär).

5) Ýerasty suwlaryň balansyna (iýmitleniş-harçlanyşyna) çuňluk uly täsir edýär. Ol durgunly we durgunsyz bolýar. Durgunly ýatyşda **ortaça çuňluk üýtgemeyär**, diňe pasyllaýyn üýtgew bolýar. Durgunsyz ýagdaýda hem pasyllaýyn üýtgew, hem-de yzygiderli ýokary galyş ýa-da peseliş bolýar.

6) Akabalardan siňiş olaryň teýindäki (düýbündäki) we gapdalynyň dag jynslarynyň süzdürijiligine, kanallaryň iş režimine baglydyr.

8.13.3. *Howaly gatlakda nemgöçüş*

Howaly gatlakda suw dürli usul bilen hereket edýär. Olaryň esasy görnüşü – suwuk haldaky **nemgöçüşdir**. Bu hereket Darsiniň – Klýutuň kanuny boýunça bolup geçýär. Bu ýerde K -nyň deregine K_w – nemgöçüş koeffisiýenti ulanylýar.

Nemgöçüş tizligi (V_z) şeýle formula (Darsi-Klýut) bilen tapylýar [35]:

$$V_z = -K_w \cdot \frac{\partial H}{\partial z} = K_w \frac{\partial \psi}{\partial z} - K_w = K_w \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} - 1 \right),$$

bu ýerde ψ – soruş beýikligi.

Görnüşü ýaly, nemgöçüşde suwuň hereketi Darsiniň kanunyna laýyklykda bolup geçýär, emma süzülme koeffisiýentiniň (K) deregine nemgöçüş koeffisiýenti (K_w) ulanylýar. Nemgöçüş koeffisiýenti dag jynslarynyň oňnositel çyglylygyna bagly bolup, şeýle formulanyň üsti bilen kesgitlenýär:

$$K_w = K \left(\frac{W - W_{maks}}{W_d - W_{maks}} \right)^{3,5}, \quad (8.58.)$$

bu ýerde

K – süzülme koeffisiýenti;

W – tebigy çyglylyk;

W_{maks} – maksimal molekulýar suwsygym;

W_d – doly suwsygym.

Iş ýüzünde nemgöçüşü tapmak üçin meýdan tejribelerini geçirmeli we kompýuter hasaplamalaryny ulanmaly.

Nemgöçüş, esasan, ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugyna baglydyr: eger olar 3-5 *m*-den az çuňlukda ýatsalar, nemgöçüşden bugaryş agdyklyk edýär.

Suwarymly ýerlerdäki ýerasty suwlaryň režimine ýaplardan suw-syzyş uly täsir edýär. Ölçegele, harçlara görä suwaryş üçin alynýan suwlaryň takmyny 50%-i syzyşa harçlanýar (ýaplardan, salmalardan). Garagum derýasyndan suwuň jemi syzyşy 70 *m*³/*s* ýa-da her kilometr aralykda 100 *l/s*-den geçmeýär. Bu san ortaçadyr: Günorta-Gündogar Garagumda syzyş 150-200 *l/s* bolsa, Köpetdagýaka düzlüginde 25 *l/s*-dir.

8.13.4. *Kese açyk zeýkeşiň hasaby*

Teýgum suwlarynyň oba hojalygyna zyýan ýetirmän ýatýan çuňlugyna **çalykdyrma normasy (норма осушения)** diýilýär (*H*). Ol teýgumlaryň suw süzdürijiligine, kapillýarlara baglydyr. Suwuň derejesini zyýan ýetirmeýän çuňlukda saklamak üçin ýörite ganawlar – kese zeýkeşler gazylýar. Bu usul, köplenç, suwarymly ekerançylykda ulanylýar.

Goňşy ganawlaryň (zeýkeşleriň) arasyny (*L*) sadaja usul bilen şeýle hasaplap bolar:

$$L = \frac{2(t - H - h)}{\operatorname{tg}\beta}, \quad (8.59.)$$

bu ýerde

t – gazylyjak ganawyň çuňlugy;

H – çalykdyrma normasy (2–3 *m*);

h – ganawdaky suwuň galyňlygy (suwarylyp ekilýän meýdanlarda ol köplenç 0,1–0,3 *m* bolýar);

tgβ – koeffisiýent, ony A.A.Çerkasowyň hödurnamasyna laýyklykda alyp bolýar (34-nji tablisa).

**Kese zeykeşleriň zerur aralygyny kesgitlemek üçin
ulanylýan koeffisiýent ($\text{tg}\beta$)**

Dag jynslarynyň atlary	Koeffisiýent, $\text{tg}\beta$
Çägeler	0,005 – 0,025
Gumbaýrak	0,02 – 0,05
Topur	0,03 – 0,07
Toýun	0,05 – 0,10
Dykyz toýun	0,06 – 0,12

8.14. Ýerasty suwlaryň süzülmesini modelirlmek

8.14.1. Modelirlmäniň görnüşleri we çözüň meseleleri

Ýerasty suwlaryň süzülme proseslerini dürli modelleriň üsti bilen amala aşyrylmasyna **gidrogeologik modelirleme** diýilýär.

Modelirlmäniň gidrogeologiýada ulanylýan görnüşleri 2 sany: *fiziki modelirleme* we *matematiki modelirleme*.

Fiziki modelirleme – mehanizmi doly öwrenilmedik proseslerde ulanylýar (nowajyklarda süzülme we ş.m.).

Matematiki modelirleme – matematiki ýazgysy birmeňzeş proseslerde öwrenilýär. Onuň fiziki manysy, dürli ugurlara degişli birnäçe prosesler birkysymly differensial deňlemeler bilen aňladylýar: suwuklygyň öýjükli gurşawda süzülmesi, geçirijide elektrik togunyň hereketi, gaty jisimde ýylylygyň ýaýramagy, suwuklygyň, gazyň dif-fuziýasy, magnit akymynyň ýaýrawy we ş.m. Agzalan prosesleriň hemmesi hem şol bir formulalaryň üsti bilen ýazylýar.

8.14.2. Modelirlemede ulanylýan abzallar we enjamlar

Fiziki modelirlemede **süzdüriji nowa** we **yşly nowa** ulanylýar. **Nowaly modelirlemede** içi suwly çägelerde oturdylyan tirsekli turbajyklarda (pýezometrlerde) tejribe geçirilýär.

Matematiki modelirleme hem modelde (elektriki ýa-da gidrawliki) gurnalýar.

Öň köp ýaýran, emma häzirki wagtda seýrek ulanylýan **tutuş elektriki modeli (EGDA)** usuly şeýle analoglara esaslanýar (35-nji tablisa).

35-nji tablisa

Modelirlemede süzülmäniň dereğine elektrik togunyň görkezijileriniň ulanylyşy

Süzülme akymy	Elektrik togy
1) Darsiniň kanuny $V = -K \frac{dH}{dx}$	Omuň kanuny $i = -\sigma \cdot \frac{dU}{dx}$
2) Pýezometrik dyňzaw H, m	Elektrik potensial $U, (V)$
3) Süzülmä ýolunyň uzynlygy x, m	Geçiriji simiň uzynlygy x, sm .
4) Süzülmä koeffisiýenti $K, m/g-g$	Elektrik geçirijilik koeffisiýenti, $\sigma, \text{Om}^{-1} sm^{-1}$
5) Dyňzaw gradiýenti $I = -\frac{dH}{dx}$	Elektrik potensialyň gradiýenti $E = \frac{dU}{dS}, V/sm$
6) Akymyň harjy $Q, m^3/g-g$ $Q = K \cdot I \cdot \frac{H_1 - H_2}{x}$	Elektrik togunyň güýji I, A . $I = \sigma \cdot \omega \frac{U_1 - U_2}{x}$
7) Akymyň kese kesiginiň meýdany F, m^2	Simiň kese kesiginiň meýdany ω, sm^2

Torly modellerde süzülmä akymy dikan torda gidrawlik ýa-da elektrik garşylyk görnüşde modelirlenýär. Usulyň nazary esasy bolup tor usuly hyzmat edýär (tükenikli tapawutlar usuly). Bu usul boýunça süzülmä akymy aýry-aýry bloklara bölünýär, her blokda ýerleşýän suw şol bloguň merkezinde ýerleşen diýip hasaplanýar.

Soňky döwürde tokly simli uly göwrümlü integratorlaryň (analog hasaplaýjy maşynlaryň) deregine san bahaly modeller (численное моделирование) ulanylýar.

Modelirlеме bilen çözülýän gidrogeologik meseleler 3 görnüşe degişli: *göni*, *tersin* we *utgaşan* görnüşler.

Göni meselede başlangyç we serhet şertleri berilýär hem-de dürli wagt pursady üçin ýerasty suwlaryň derejesi, dyňzawy kesgitlenýär (şol sanda Aşgabat şäheri üçin ulanylan modellerde).

Tersin goýlan meselede eýýäm belli görkezijiler boýunça näbeli ýa-da nätakyk başlangyç şertler anyklanýar. Mysal üçin, ýagynyň, ýerüsti suwlaryň ýere siňip, ýerasty suwlara goşulmasy, çykýan hem-de girýän akym we başga ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgew düzgüni (režim gözegçilikleriň netijesi) boýunça geçirilip bilinýär.

8.14.3. Aşgabat şäheriniň gidrogeologik şertleriniň modelirlenmesi

Gidrogeologik şertleriň (ýatyş çuňlugy, duzlulygy, dyňzawlar we ş.m.) wagtyň dowamynda üýtgewini önünden çaklamak üçin modelirlеме usuly ulanylýar. Bu usulda bolup geçýän hadysa, proses olaryň fiziki ýa-da matematiki modeli bilen çalşyrylýar. Bu usul, adatça, juda uzakda, juda gyzgyn, juda uly basyşly ýerde bolup geçýän prosesleri çaklamak üçin ulanylýar. Mysal üçin, Galileý erkin gaçyş kanunyny döredende tejribeden önürti oýlanma tejribesini ulanýar.

Gidrogeologik modelirlemedede 1960–1985-nji ýyllarda analog modelirlemesi (EGDA) ulanylan. Soňra kompýuterleriň giňden durmuşa aralaşmagy bilen, bu usul san modelirlemesi bilen çalşyrylýar. Soňky 25 ýylyň içinde Aşgabat şäheriniň gidrogeologik şertlerini modelirlemek işi 3 gezek geçirildi. Ol modellere Zilbergiň (1988, Russiýa), Sitnikowyň (2002, Ukraina), Fedorenkonyň (2003, Russiýa), Tkaçenkonyň (2003, Ukraina) modelleri degişlidirler. Şeýle modeller düzülende gidrogeologik şertleriň sadalaşdyrylmagyna uly üns berilýär.

Sadalaşdyrmada şeýle ýörelgelerden ugur alynýar:

1) serhet şertleriniň dürli derejeleri kesgitlenmeli;

2) gidrogeologik görkezijileriň san bahalary alynmaly (H – dyňzaw, K – süzülmä koeffisiýenti, K_d – suw geçirijilik, μ – suw berijilik);

3) giňişlik koordinatlary (umumy we bölünen meýdançalar boýunça) kesgitlenmeli;

4) hemme hasaplamalarda säwlikleriň garaşylýan netijeleri amat-syzlaşdyrjakdygy göz önünde tutulmaly.

Aşgabat şäherinde gurulýan zeýakabaly tonneliň taslamasy üçin geçirilen modelirlemelerde ýerasty suwlaryň serhet şertleri şeýle kabul edildi:

1) 1-nji derejeli serhet şertleri (dyňzawlar we derejeler wagtyň dowamynda hemişelik, emma giňişlikde üýtgeýär);

2) 2-nji derejeli serhet şertleri (şöhlepisint suwalgyçlaryň harjy wagtyň dowamynda hemişelik).

Aşgabat şäherinde modelirleme üçin alnan meýdanda (14×16) km^2 , serhet şertleri: demirgazykda – Garagum derýasy (200-nji gidroizogips); günortada – Oguzhan (öňki Aýtakow) köçesi; günbatarda – Köşiniň baýrynyň etekleri; gündogarda – Änew ýolundaky derweze (Aşgabat şäheriniň gündogar derwezesi) kabul edildi.

8.14.4. Aşgabat şäheriniň ýerasty suwlarynyň gidrogeologik modeli

Şäheriň ilkinji matematiki modeli W.S. Zilbergiň (Moskwa şäheri) ýolbaşçylygynda düzüldi (1988, 1989, 1992 ý.ý.). Model hasaplamalaryndan ön adaty taýýarlyk işleri, ýagny gidrogeologik şertleri ýöntemleşdirilme, araçäk şertleri kesgitleme işleri geçirildi. Bu işleriň netijesinde şäherasty suwly toplumyň ikigatlygy, ýagny onuň aşaky çagylyly-jyglymly we ýokarky toýunsow gatlaklardan düzülenligi anyklandy. Şeýle-de, şäheriň zeýlemeginiň esasy sebäbiniň ýerasty akyma Garagum derýasynyň döredýän bökdençligi däldigi belli boldy.

Matematiki modelirlemäniň soňky ýyllardaky tapgyrlary (2002, 2003 ý.ý.) Aşgabatda gurulýan zeýakabaly tonneliň hasap esaslary bilen bagly bolup, ukrainaly (professor A. B. Sitnikow) we russiýaly (professor M. N. Klimentow) alymlar tarapyndan geçirildi. Modelleri gutarnykly kämilleşen görnüşe ýetirmek işine ýerli gidrogeologlar N. Nurgeldiýew, B. Annamammedow hem gatnaşdylar [11].

Modelde şäheriň hasaba alnan meýdany tonneliň täsiriniň ýetjek ýeri bilen kesgitlenip, 14×16 kwadrat kilometri düzýär we Köşiniň baýyrlary, şäheriň öňki sil sowgudy we Garagum derýasy bilen çaklenýär. Modeliň içki araçäk şertlerini suwlaryň dyňzawy we harçlary düzýärler. Suwly gatlagyň galyňlygy 60 m -e deň diýlip alynýar.

Hasaplamalaryň deslapky mukdar maglumatlaryny gatlaklaryň giňişlikde ýerleşişi, süzülme koeffisiýenti, suw berijiligi, ýerasty suwlaryň girdeji (daşyndan gelyän ýerasty akym, Garagum derýasyndan getirilip, suwaryşda ulanylýan suwlaryň we ygalyň ýere siňmegi we başgalar), çykdaýy (gidýän ýerasty akym, dik zeýkeşleriň çykymy, bugaryş we başgalar) düzümleri kesgitleýär. Suwlaryň girdeji we çykdaýy düzümleri boýunça takyk ölçeg maglumatlaryň (suw geçirijilerden syzylmalar, bugarma we başgalar) bolmanlygy sebäpli modelirlenmäniň düzüminde käbir näbelli görkezijiler tersin goýlan meseleleriň üsti bilen bahalanýar.

Şäheriň ýerasty suwlarynyň çaklama golaý hasaplanan balansynyň girdeji ($6794\text{ dm}^3/\text{s}$) we çykdaýy ($5220\text{ dm}^3/\text{s}$) düzümleriniň tapawudynyň $1,57\text{ m}^3/\text{s}$ ýa-da $49,5 \cdot 10^6\text{ m}^3/\text{ýyl}$ bolýanlygy bellenýär.

Dürli modellerde şäheriň meýdanynyň 140 km -den 260 km^2 -e çenli alynýanlygyny bellesek, ortaça meýdany 200 km^2 -e çenli tegelekläp alyp bolar. Onda şäheriň her 1 inedördül metrine düşýän artykmaç suw galyňlygy $49,5 \cdot 10^6\text{ m}^3 : 200 \cdot 10^6\text{ m}^2 = 0,25\text{ m}$ bolýar. Ýagny hasap boýunça şäheriň çäginde ýerasty suwlaryň ýokary galyş depgini ýylda ortaça $0,25\text{ m}$ bolýar.

Modelirlenmäniň soňky tapgyrynyň wajyp netijeleriniň biri şundan ybarat: ýerasty suwlaryň artykmaç bölegini aşakda ýatan çagylyly suw berijiligi ýokary gatlakdan (ortaça $15\text{--}20\text{ m}$ -den aşakda) almak ýeterlik däl, suwuň agramly bölegini ýokarky pes geçirijilikli, emma suwuň esasy iýmitlenýän zolagyndan (ortaça $2\text{--}15\text{ m}$ aralyklardan) almaly.

Aşgabatda geçirilen modelirlmeleri şertleýin iki derejä bölüp bolýar: *çaklama* (sebitleýin) we *ýerli* modelirlleme.

Çaklama modelirlemesi tutuş Aşgabat şäheri üçin düzülen. Bu model boýunça şäheriň inžener goragyna, ýagny zeýkeş desgalarynyň ulgamyna şeýle talaplar bildirilýär:

1) zeýkeş ulgamy tonneliň daş-töwereginiň 1000 metr zolagynda ýerasty suwlaryň derejesini 4–6 m çuňluga çenli aşak düşürmeli;

2) zeýkeş ulgamy gurulýan we ulanylýan döwürde şäheriň öňden duran jaý-desgalaryna ýetiriljek zyýanly täsirler juda ujypsyz bolmaly;

3) desga gurlup, ulanylyp ýörlen döwründe, öň synagdan geçirilende ýokary görkezijileri beren tehnika we tehnologiýalar ulanylmaly;

4) ulanyş ygtybarly bolmaly, abatlaýyş işleriniň aralygy ýygý bolmaly däl;

5) tonneliň ýeriň ýüzüne çykýan desgalarynyň tutýan meýdany uly bolmaly däl;

6) gurluşyga we ulanyşa çykýan çykdajylar aşa köp bolmaly däl;

7) gurluşyk we ulanyş döwürlerinde teýgumuň külke parçalarynyň suw bilen çykarylyp äkidilmegi zerarly hokurdanlaşma (suffoziýa) prosesiniň döremeginiň önüni almaly.

Agzalan talaplar, umuman alanyňda, dik zeýkeşler ulgamy bilen hem, kese zeýkeşler ulgamy bilen hem amala aşyrylyp bilinýär. Öň kese zeýkeşiň dik zeýkeşden esasy artykmaçlygy süzgüjiň meýdanynyň düýpli artmagydygy agzalyppy. Bu ýerde dik zeýkeşiň goşmaça kemçiliklerini belläp bolýar:

- her bir dik zeýkeşiň üstünden penalyk jaýjagaz salmaly bolýar;

- köpsanly tejribeleriň netijesi boýunça her suw nasosynyň işleýiş ömrüniň 2000–3000 sagatdan (3–4 aýdan) geçmeýänligi sebäpli, her zeýkeş guýusynyň nasosyny ýylda 3–4 gezek çalyşmaly bolýar.

Şu sebäplere görä, şäherde ýerasty suwlaryň derejesini peseltmegiň iň ygtybarly, ykdysady taýdan iň bähbitli usullarynyň biri akabaly zeýkeş ulgamy, hususan-da, şöhlepisint kese zeýkeş ulgamy hasaplanýar.

Ýerli modelirlemde şäheriň ýerasty suwlarynyň derejesini peseltmegiň jikme-jik soraglaryny çözmek üçin zeýkeş nokatlarynyň sany we ýerleşiş kadasy kesgitlenýär. Bu ýerde şu şertleri berjaý etmek göz önünde tutulýar:

- zeýakabaly tonneliň daş-töwerek zolagynda ýerasty suwlaryň derejesini 4–6 m çuňluga çenli peseltmek;

- zeýakabaly tonneliň kameralarynyň ýerleşiş kadasyny, absolyt belliklerini kesgitlemek;

- zey suwlarynyň öz akymyna akyp gitmegini (akabalylygyny) üpjün etmek;

- şahta guýularyna şöhlepisint kese zeykeşlerden toplanan zey suwlaryny tonnele tarap äkidiji turbalary gurnamagyň tehniki mümkinçiliklerini we amatly tehnologik çözgütlerini kesgitlemek;

- gurluşyk meýdanlarynyň gidrogeologik we inžener-geologik şertlerini hasaba almak;

- tonnel ulgamynyň çäginde ýeriň ýüzündäki bina-desgalaryň gürlüğini hasaba almak.

Aşgabat şäheriniň zeyakabaly tonneliniň gurluşygynyň taslamasy düzülende, şol sanda şöhlepisint zeykeşleriň ugurlary, uzynlyklary takyklandanda agzalan şertler göz önünde tutuldy.

8.14.5. Ýerasty suwlaryň derejesini zeyakabaly tonnel arkaly pese düşürmegiň taslanýan çözgütleri

Şäheriň zeylän ýerlerindäki ýerasty suwlaryň girdeji bölegine emeli çeşmeleriň (ýere sinýän ýerüsti suwlaryň we ş.m.) täsirini düýpli azaltmak üçin kese şöhlepisint zeykeşler ulgamy ulanylmaly.

Şöhlepisint zeykeşleri gurnamak üçin, ilki bilen, tonneliň iki tarapyndan 200–300 m aradaşlykda diametri 4 m-e we çuňlugy 12 m-e çenli bolan şahtalar (uly guýular) gazylýar. Ol guýularyň diwarlary demir beton halkalar bilen berkidilýär. Guýynyň gurluşygy doly tamamlanandan soň, onuň içine Russiýa Federasiýasynyň Belgorod şäherinde WIOGEM şereketi tarapyndan işlenip ýasalan ULB-130 kysymly buraw desgasy goýberilýär we onuň bilen guýynyň içinden uzynlygy 75–100 m-e, diametri 200 mm-e barabar kese skwažinalar burawlanýar. Skwažinalaryň içine ýörite ýasalan süzgüç oturdylandan soň, olar şöhlepisint zeykeşlere öwrülýärler (34, 35-nji suratlar).

Her şahtada (uly guýuda) agzalan şöhlepisint kese zeykeşleriň 5 sanysy bolmaly. Ol kese zeykeş skwažinalary şäheriň aşagyndaky suwly toplumyň suw berijiligi az böleginiň suwlaryny şahtanyň düýbünde toplaýar. Ol suwlaryň şahta kese zeykeşler boýunça nasossyz (sorujysyz) öz akymyna barmalydygyny bellemeli.

Aşaky, suw berijiligi ýokary bolan çagylyly gatlagyň dyňzawyny peseltmek maksady bilen her şahtanyň düýbünden çuňlugy 60 m bo-

lan dik zeýkeş skwažinasy burawlanýar. Zeýakabaly tunnel ulgamy doly tamamlanandan soň, her şahta 5 sany şöhlepisint kese zeýkeşden we köp suwberijilikli aşaky gatlakdan syzyp gelýän suwlar tonneliň zeý akdyryjy bölümine turbageçiriji bilen öz akymyna gönükdirilmeli.

Şeýlelik bilen, Aşgabat şäheriniň ýerasty suwlarynyň derejesini peseltmäge niýetlenen matematiki modelirlemäniň esasynda taslanan we belli bölegi gurlan zeýakabaly tunnel boýunça garaşylýan netijeleri şeýle jemläp bolýar:

1) Dürli wariantly model gözleglerinden soň, şäheriň zeýlän yerlerindäki suwlaryň derejesini peseltmegiň inžener çözgüdiniň şeýle usuly talabalaýyk diýlip kabul edildi. Ýerasty suwlar tonneliň iki tarapyndan ortaça 200–300 *m* aradaşlykda ýerleşdirilýän, çuňlugy 10–12 *m* bolan şahtalara uzynlygy 75–100 *m*-e deň şöhlepisint kese zeýkeşler arkaly (jemi her şahtada 5 sany) we aşakdaky çagylyly gatlagyň dyňzawyny peseldýän 1 dik guýudan öz akymyna gelmeli. Soňra suw äkidiji turbalar bilen öz akymyna tonneliň zeý äkidiji bölümine çatylyp, şäheriň çägindeň daşyna çykarylmalý.

2) Modelirlemäniň esasynda düzülen taslamalar iş ýüzünde gyşarnyksyz berjaý edilse, hemme 72 şahta gurnalyp, tonnele çatylandan soň, tunnel boýunça şäheriň daşyna her günde 134000 *m*³ (bir ýylda 4,9·10⁷ *m*³) zeý suwy çykarylmalý (dik zeýkeşler ulgamynyň öňki möçberde çykarylýanyndan başga). Netijede, tonneliň ikiýan ýüzünde ini 1000 *m* zolakda ýerasty suwlaryň derejesi azyndan 4–6 *m*-e çenli pese düşer, ýer titremede seýsmiki tolkunlaryň jaýlara we desgalara ýetirjek zyýanly täsiri ep-esli azalar diýlip garaşylýar.

9. GIDROGEOLOGIK IŞLERIŇ USULÝÝETI

Ýerasty suwlaryň ýaýrawy, ýatyş şertleri, olaryň üýtgew düzgüni, balansy, himiki düzümi we ş.m. ýörite gidrogeologik işleriň toplumyny ulanmak arkaly öwrenilýär.

Ýerasty suwlaryň ýataklaryny gözlemek üçin geçirilýän işlere **gidrogeologik gözlegler**, şol ýataklardaky suwlaryň gorlaryny kesgitlemek üçin geçirilýän işlere bolsa **gidrogeologik barlaglar** diýilýär.

Bu ýerde we soňra gidrogeologik işleriň haýsy tapgyra degişlidigini ýörite nygtamak zerurlygy bolmadyk şertlerde olar şertleýin **gidrogeologik işler** diýlip atlandyrylýar.

9.1. Gidrogeologik işleriň görnüşleri we tapgyrlary

Gidrogeologik işleri şertleýin 3 görnüşe bölüp bolýar: *meýdan işleri, laboratoriya işleri, modelirlеме.*

Gidrogeologik işleriň görnüşleri başgaça hem bölünip bilýär: gidrogeologik sýomka, burawlama we gazuw-dag işleri, meýdan synaglary, laboratoriya işleri, öwrany gözegçilikler, geofiziki barlaglar we ş.m. [43]. Bu ýerde gidrogeologik işlere şadalaşdyrylan görnüşde garalýar.

9.1.1. Meýdan işleri

Gidrogeologyň işi meýdan işlerini geçirmezden bolup bilmeýär. Gidrogeologik barlaglarda näçe täze tenhika, tehnologiýalar ulanylsa-da, tebigy şertler bilen elin tanşyp, öwrenmek üçin düýpli täze maglumatlary almagyň esasy usulydyr. Ýerasty suwlary maglumat sygymy köp bolan litologiýa, tektonika, relýef bilen baglanyşykda öwrenmek gidrogeologiýanyň gözbaşynda duran alymlardan (S.N.Nikitin, O.K.Lange, F.P.Sawarenskiý we başg.) galan mirasdyr.

Häzirki zaman resmi kadalara laýyklykda ýerasty suwlaryň gözleg-barlag işleri şeýle yzygiderlikli tapgyrlar boýunça alnyp barylýar:

1) 1:200000–1:50000 masştabda sebitleýin geologik-geofiziki we gidrogeologik sýomka;

2) ýerasty suwlaryň ýataklarynyň gözlegi;

3) deslapky barlaglar;

4) jikme-jik barlaglar;

5) ulanyş barlaglary.

Sebitleýin gidrogeologik işler ýurduň aýry-aýry böleklerinde indiki geologik-barlag işleri geçirmek üçin amatly ýerleri saýlamak, sebitiň geokologik şertlerini bahalamak üçin alnyp barylýar (adatça, 1:200000 masştabda).

Ýerasty suwlaryň ýataklarynyň gözlegi umumy sebitleýin işleriň düzüminde hem, ýöriteleşdirilen maksatlar üçin hem geçirilýär. Se-

bitleýin kartalaşdyrmalarda ulanylmaga ýaramly suwly gatlaklaryň barlygy-ýoklugy anyklanýar, eger bar bolsa, şeýle ýataklaryň araçäkleri bahalanýar.

Eger halk hojalygynda ulanylmaga mynasyp hilde we mukdarda suwly gatlak (toplum) tapylsa, ol **ýerasty suwlaryň ýatagy** diýlip atlandyrylýar we ol ýerde yzly-yzyna deslapky, jikme-jik barlaglar geçirilýär. Bu işleriň esasy maksady-berlen araçäklerdäki ýerasty suwlaryň mukdaryny we hilini kesgitlemek.

Soňky tapgyrda geçirilýän ulanyş barlaglary (эксплуатационная разведка), adatça, suwalgyç gurulmaly ýerde geçirilýär, ondaky barlag-synag guýularynyň bir bölegi ulanyş guýularyna öwrülýär.

Meýdan işleriniň düzümine marşrutlaýyn gözegçilikler, burawlama, gazuw-dag işleri, synag-süzülme işleri girýär.

Marşrutlaryň ugry esasy geomorfologik elementleri perpendikulýar kesmeli, olaryň sany, gürlügi alnyp barylýan işleriň masşabyna, jikme-jikligine, ýerli gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygyna bagly. Gidrogeologik barlaglarda alyslaýyn usullaryň, landşaftlaýyn ýorgudyň, kosmos suratlarynyň ýorgudynyň, geofiziki usullaryň ulanylyşynyň artmagy marşrutlaryň aralaryny seýrekletmäge, bu işiň çykdaýylaryny azaltmaga mümkinçilik berýär. Bu gidrogeologik işleriň usulyýetiniň tebigy ösüşi. Emma meýdan şertlerinde ýerasty suwlaryň tebigy we emeli ýüze çykmalaryny öwrenmek gidrogeologik işleriň aýrylmaz bölegiligi bolup galýar. Meýdan gözegçiligi döwründe öwrenilýän ýeriň iň wajyp aýratynlygyny görmegi başarmak inžener-gidrogeologyň başarnygynyň hil ölçegi bolýar.

Synag-süzülme işleri meýdan gidrogeologik işleriniň iň esasysy hasaplanýar. Onuň manysy şeýle: dürli desgalaryň (guýularyň, skwazinalaryň, şurflaryň) üsti bilen gatлага suw siňdirseň ýa-da nasosyň (suw sorduryjynyň) kömegi bilen suwy sorduryp çykarsaň, siňen ýa-da çykarylan suwuň mukdary boýunça howaly zolagyň, suwly gatlagyň süzdürijilik häsiýetlerini ýeterlik takyklyk bilen anyklap bolýar.

Gözleg işlerinde, adatça, guýulardan dowamlylygy 2 g-g-den geçmeýän synag suw sorduryşlary (пробные откачки) geçirilýär. Bu işleriň netijesi suwly gatlaklaryň süzülmesiniň umumy häsiýetnamasyny berýär.

Ýerasty suwlaryň ýataklarynyň **deslapky barlaglarynda** esasy üns tejribe suw sorduryşlaryna gönükdirilýär. Tejribe suw sorduryşlary (опытные откачки), köplenç, toparlaýyn geçirilýär, ýagny suw sordurylýan merkezi guýudan başga bir ýa-da birnäçe gözegçilik guýulary hem burawlanýar.

Toparlaýyn suw sorduryşlarda alnan maglumatlar ýatagyň hemme meýdany ýa-da onuň esasy bölegi boýunça dag jynslarynyň süzülme häsiýetlerini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Şeýle tejribeler suwly gatlaklaryň özara baglanyşygyny, gorlaryny dikeltmek mümkinçiliklerini we ş.m. bahalamaga ýardam edýär.

Jikme-jik barlaglarda, köplenç, tejribe-ulanyş suw sorduryşlary (опытно-эксплуатационные откачки) geçirilýär. Olaryň dowamlylygy 2–3 aýa çekip bilýär. Şeýle suw sorduryşlaryň kömegi bilen geljekki suwalgyçlaryň işi modelirlenýär.

Suw siňdiriş synaglary geljekde suwdan doýgun ýagdaýa geçmege mümkin dag jynslaryny (gidrotehniki desgalaryň gurluşygunda, melioratiw gurluşykda) öwrenmek üçin ulanylýar.

9.1.2. Laboratoriýa işleri

Hemme gidrogeologik işleriň düzümine laboratoriýa işleri girýär. Bu işleriň netijesinde ýerasty suwlaryň himiki, gaz düzümi, radioaktivligi, dürli dag jynslarynyň kiçi nusgalarynda süzülme, fiziki, suwatabyn, mehaniki häsiýetleri, zire düzümi öwrenilýär. Tejribeler, köplenç, standart usullar boýunça geçirilýär. Bu işler ýöriteleşdirilen laboratoriýalaryň, ýörite bilimli himikleriň, fizikleriň, teýgum öwrenişden hünärmenleriň bolmagyny talap edýär.

Laboratoriýa barlaglarynyň maglumatlary işlenende nusgalaryň kiçiligi, tebigy durkunyň, adatça, bozulanlygy sebäpli meýdan synaglary bilen deňeşdirilende takyklygyň ýokary dældigi hasaba alynmalydyr.

Agzalan takmynylyklar gidrohimiki kesgitlemelerde turşadyjy-gaýtardyjy täsirler, gaz, temperatura düzgüni bilen bagly. Dag jynslarynyň nusgalarynyň süzülme we beýleki häsiýetleri kesgitlelenende bolsa tebigy durkuň bozulanlygy, uly jaýryklaryň, boşluklaryň hasaba alynmak mümkinçiliginiň ýoklugy bilen bagly.

Şeýlelik bilen, laboratoriýa işleri meýdan işleriniň üstüni ýetirýär, emma olaryň ýerini tutup bilmez.

9.1.3. Modelirleme

Modelirleme diýlip, bu ýerde gidrogeologik şertleriň, goýlan meseleleriň çözgüdiniň tebigy obýektleriň we inžener desgalaryň ýörite taýýarlanan ýa-da hyýaly gurnalan modelleriniň üsti bilen amala aşyrylmagyna düşünilýär. Häzirki zaman gidrogeologik işlerde modelirleme göni analitiki barlaga doly başartmaýan islendik çylşyrymly inžener meselesiniň çözgüdiniň hökmany elementleriniň biri diýlip hasaplanýar.

Modelirleme, köplenç, başga usullar bilen alnan maglumatlary derňemäge, käte bolsa öwrenilýän hadysanyň fiziki manysyna düşünmäge ýardam berýär. Modelirleme diňe bar bolan ýagdaýlary däl-de, hyýaly (mümkin ýa-da adatdan daşary) ýagdaýlary hem derňemäge, dürli wariantlary deňeşdirip, içinden amatlysyny saýlamaga mümkinçilik berýär. Modelirleme üçin iň wajyp soragyň biri bolup tebigy obýekt bilen kabul edilip alnan modeliň meňzeşligi (ekwiwalentligi) hyzmat edýär.

Gidrogeologiýada ýerasty suwlaryň süzülmesiniň modelirlemesi giňden ulanylýar. Onuň esasynda öýjükli we jaýrykly gurşawda suwuň hereketiniň we beýleki fiziki prosesleriň (elektrik, magnit, ýylylyk meýdanlarynyň dinamikasy) arasynda matematiki analogiýanyň barlygy ýatyr.

Onlarça ýyllaryň dowamynda gidrogeologiýada ýerasty suwlaryň hereketini öwrenmek üçin gidrawlik we elektrik modeller ulanyldy.

Gidrawlik modeller barlanýan dag jynslaryndan içi doldurylan gapdan ybarat. Dürli serhet şertlerinde we dyňzawlarda ol jynslaryň üstünden süzülip geçýän suw ölçelýär.

Elektrik modelirleme Darsiniň we Omuň kanunlarynyň arasynda bar bolan matematiki analogiýa esaslanýar. Gidrogeologik şertler gatlagyň suw süzdürijiligini şol gatlakdan elektrik togunyň geçmegine görkezilýän garşylyk bilen, suwuň dyňzawyny elektrik naprýaženiýesi bilen çalşyrylyp modelirlenýär.

Gidrogeologiýada häzirki döwürde, esasan, kompýuteriň kömegi bilen çözülýän sanly modelirleme ulanylýar. Bu şertde fiziki prosesler adaty hasaplamalar bilen çalşyrylýar. Dürli görkezijili shemalaryň wariantlarynyň hasaplamasyny çalt geçirmek ukyby sanly modelirlenmäniň artykmaç tarapydyr. Kompýuterlerde, şol sanda Internetiň üsti bilen ýerasty suwlaryň hereketini sanly modelirleme

bilen çözyän standart algoritmleriň, programmalaryň elýeterli däl-di-gi usulyň endişeli tarapyna degişli. Aşgabat şäheriniň gidrogeologik şertleri sanly modelirlemäniň kömegi bilen 2003-nji ýylda öwrenildi (A.B.Sitnikow, Ukraina). Taslanýan tonneliň zeý akabaly ulgamynyň hasaby üçin paýtagtyň ýerasty suwlarynyň hereketiniň modelini kämilleşdirmek işlerine ýerli gidrogeologlar hem gatnaşdylar [11].

Geljekde modelirlemäni ulanyp, tebigy suwlaryň üsti bilen maddalaryň göçmegini önünden çaklamagyň ýollaryny öwrenmek niýetlenýär.

9.2. Gidrogeologik sýomka

Hususan aýdylanda, gidrogeologik işleriň usulyýeti, şol sanda gidrogeologik sýomkanyň usulyýeti, umumy gidrogeologiýanyň öwrenmeli soraglaryna degişli däl ýaly görünýär. Emma ýokary mekdebiň talyplary eýýäm ilkinji okuw we önümçilik tejribeliklerinde gidrogeologik ýagdaýy meýdan depderçesinde we kartada beýan etmeli bolýar. Şol sebäpli gidrogeologik sýomka hakda başlangyç maglumatlary umumy gidrogeologiýanyň düzüminde bermek amatly.

Gidrogeologik sýomka – öwrenilýän ýeriň gidrogeologik kartasyny düzmek maksady bilen geçirilýän barlaglaryň toplumydyr.

Niýetlenýän ugry boýunça gidrogeologik sýomkalar umumy we ýöriteleşdirilen görnüşlere bölünýärler.

Umumy gidrogeologik sýomkalar sebitiň tutýan meýdanyn-da gidrogeologik kartalaşdyrylmasyny geçirmekdir. Bu iş döwlet gidrogeologik kartalaryny düzmek üçin kesgitli kadalar boýunça geçirilýär. Häzirki zaman nusgawy usuly talaplara görä bu sýomkalar 1:100000-1:500000 (köplenç, 1:200000) masştabda halkara geografik sahypalaryň çäginde geçirilýär.

Ýöriteleşdirilen gidrogeologik sýomkalar belli hojalyk meselelerini çözmek üçin geçirilýär (ýerasty suwlaryň ýataklaryny barlamak, gidrotehniki gurluşyk, gaty magdanlaryň ýataklaryny çylşyrymly şertlerde barlamak, melioratiw işler we başg.). Kartalaşdyrylýan ýeriň araçäkleri çözülýän mesele bilen baglanýar. Bu sýomkalaryň masştablary 1:50000–1:200000 aralygynda üýtgeýär.

Ýerli tebigy şertleriň öwreniliş derejesine baglylykda, şeýle-de çözülmeli soraglar nazarda tutulyp, käbir ýagdaýlarda **toplumlaýyn**

sýomkalar geçirilýär. Muňa mysal hökmünde Türkmenistanda 1960–2000-nji ýyllarda melioratiw gurluşyk üçin 1:200000–1:100000-1:50000 masştablarda alnyp barlan toplumlaýyn gidrogeologik-inžener-geologik sýomkalary getirip bolar.

Umumy gidrogeologik sýomkalaryň wezipeleri goýlan maksada laýyklykda şulardan ybarat:

1) kartalaşdyrylýan ýerdäki ýerasty suwlaryň ýaýraw we kemala gelme kadalaryny öwrenmek;

2) kartalaşdyrylýan ýerdäki ýerasty suwlaryň ulanylmak mümkinçiliklerini bahalamak;

3) medeni zolakda, aýratyn-da, hojalyk taýdan dowamly ulanylýan ýerlerde sýomkanyň çözmeli iň wajyp meselesi ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugyna, kemala gelme, üýtgame kadalaryna, balansyna, suwlaryň düzümine we hiline adamtarpyn täsirleri öwrenmektir.

Ýöriteleşdirilen sýomkalaryň çözmeli soraglary öňde goýulýan meselelere baglylykda kesgitlenýär.

9.2.1. Gidrogeologik sýomkadaky işleriň mukdaryna täsir edýän şertler

Sýomka üçin harçlanmaly wagtyň, serişdeleriň mukdary sýomkanyň görnüşi (geologik, gidrogeologik, toplumlaýyn), masştaby, gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygy, alyslaryň suratlaryň ýorulmak mümkinçilikleri, barlanýan ýerleri ulagly geçmek şertleri bilen kesgitlenýär.

Gidrogeologik şertler üç kategoriýa (derejä) bölünýärler: sada, aram we çylşyrymly.

Sada şertler: gatlaklar uzaboýuna we galyňlygy boýunça durnukly, ýerasty suwlar gatlagyň çäginde (gatlak suwlary) birmeňzeş litologik düzümlü ynsanly döwürden öňki çökündilerde, derýa çökündilerinde, örtük topurlarda ýa-da gumbaýrakda ýerleşýär. Ýerasty suwlaryň himiki düzümi birmeňzeş ýa-da birmeňzeşe golaý.

Aram (ortalyk) şertler: gatlaklar uzaboýuna we galyňlygy boýunça durnuksyz, gatlak suwlary agdyklyk edýärler, ýerasty suwlar azda-kände weýranlaşan ýarymbitewi daşlarda saklanýarlar.

Çylşyrymly şertler: durnuksyz aragatnaşykly, dürli kysymly, himiki düzümi üýtgeýän ýerasty suwlar, gowaklanma suwlary, uly galyňlykly (50 m-den köp) dürli düzümlü ynsanly döwürüň we dagetäk ýapylarynyň çökündilerinde saklanýan ýerasty suwlar.

Agzalananlara kybapdaş synplamalar geologik gurluşyň ynsanly döwrüň çökündileriniň örtügi boýunça, inžener-geologik şertler boýunça hem ulanylýar.

Gidrogeologik sýomkalarda alyslaýyn suratlary ulanmak dürli konturlaryň araçäkleriniň kesgitlenmegini ýeňilleşdirýär, marşrutlaryň ugurlaryny amatly kesgitlemäge, şol sanda olaryň maşynly, uçarly, pyýada geçmeli ýerlerini saýlamaga kömek berýär. Öwrenilýän ýeriň tebigy durkunyň bozulmasynyň alyslaýyn suratlaryň ýorgudyny kynlaşdyrýanlygyny bellemeli.

Gidrogeologik sýomka ýol söküliş şertleri (проходимость местности) hem uly täsir edýär. Ýol söküliş şertleri boýunça çala çarkandakly ýa-da baýyrly relýef, derýa jülgeleri, tekizleşen käller **gowy şertlere** degişli. Dikligine üýtgew gerimi 300 *m*-den we eňaşaklygy 20°-dan geçmeýän dag düzlükleri **kanagatlanarly** relýef hasanlanýar. Geçmesi kyn dag gaýaly relýefi, suwaryş we zeýkeş ulgamynyň torlarynyň, Garagum çölüniň göçýän çägeleleriniň ýaýran ýerleri ýoly sökmäniň **kyn şertine** degişlidir.

9.2.2. Gidrogeologik sýomkadaky işleriň esasy görnüşleri

Maglumatlary toplamak. Sýomka geçirmek üçin geologik tabşyryk alnandan soň, şeýle işler geçirilmeli:

1) sýomka ýeriniň geologik, gidrogeologik taýdan öwreniliş derejesine görä işiň taýyn geologik esas boýunça ýa-da toplumlaýyn geologik-gidrogeologik sýomka görnüşinde geçirilmelidigini kesgitlemek;

2) topografik esas we alyslaýyn suratlar bilen üpjünçiligini kesgitlemek, ýetmeýän topokartalary sargamak;

3) etrap boýunça gaznalarda saklanýan we neşir edilen işler bilen tanyşmak we gidrogeologik ýagdaýlary aýdyňlaşdyrmak;

4) alyslaýyn suratlaryň deslapky ýorgudyny geçirmek;

5) etrabyň klimaty, ýerüsti suwlary, ykdysadyýeti boýunça maglumatlary toplamak;

6) bar bolan buraw guýulary barada katalog düzmek, onuň içine geologik kesigi, gidrogeologik nusga alyşlary, suwuň himiki düzümini, skwažinalaryň konstruksiýasyny goşmak şerti bilen;

7) bar bolan çeşmeleriň, kârizleriň, guýularyň katalogyny düzmek;
8) etrabyň geologik we gidrogeologik jähetden öwreniliş kartalaryny düzmek;

9) ilkinji nobatda geçilmeli daýanç marşrutlary we kesikleri kesgitläp, sýomka geçirjek hünärmenleri olar bilen tanyşdyrmak;

10) etrap boýunça ýörite edebiýat çeşmelerini düzmek;

11) ýygynalan maglumatlary jemläp, bir göterijä ýazmak (gaty diske, fleşkä we ş.m.).

Maglumatlaryň birin-birin elin toplanmasy, akylyly-başly ulgamlaryň seljerilişi we işlenilişi işleriň göwrümini dogry taslamaga, anyklanylmaly «garaňky» ýerlerini kesgitlemäge, öňden belli zatlary döwnäp durmazlyga mümkinçilik berer.

Taslama düzmek. Maglumatlar toplanandan soň, sýomka geçirilmeli ýere aýlanyp çykamak (ulagly ýa-da pyýada) amatly hasaplanýar. Sýomka işleriniň taslamasy adaty dört bölümden ybarat bolýar: *umumy, usulyýet, önümçilik we çenlik* bölümleri.

Umumy bölümde belli maglumatlara esaslanyp, etrabyň fiziki-geografik, geologik we gidrogeologik şertleriniň gysgaça häsiýetnamasy berilýär. Taslamanyň **usulyýet bölümi** niýetlenýän işleriň mukdaryny, usulyýetini kesgitlemäge, senet-abzallaryň saýlanyp alynmasyna bagyşlanýar. **Önümçilik bölümünde** niýetlenýän işleriň hemmesi üçin harçlanýan zähmetiň, wagtyň, ulag serişdeleriniň hasaplary berilýär. Taslama **çenlik (smeta)** bilen gutarýar. Edaranyň tehniki maslahatynda taslama ara alnyp oňlanandan soňra, hökmany ýerine ýetirilmeli resminama öwrülýär. Taslanýan işleriň amala aşyrylyşy edaranyň başlygy, işi maliýeleşdirýän bank tarapyndan derňelýär. Eger işiň dowamynda taslamadaky işleriň sanawyny, mukdaryny üýtgetmek zerurlygy dörese, onda taslama ýörite goşundy düzülýär.

Işleriň gurnalyşy. Sýomka geçirmek üçin sýomka topary (партия) düzülýär. Toparyň düzümine topar başlygy (начальник партии), geologlar, gidrogeologlar, teknik-gidrogeologlar, işçiler, burawlaýjylar girýär. Adatça, sýomka gatnaşýan işgärleriň umumy sany 20–25 adama ýetýär. Meýdan işlerine taýýarlyk döwründe zerur esbaplar, serişdeler azyk, ýangyç alynýar, abzallaryň, enjamlaryň abatlygy barlanýar, meýdan işlerini geçirmäge, iş ýerine barmaga zerur ulag meselesi çözülýär, meýdanda wagtlaýyn düşelgeler taýýarlanýar.

Gidrogeologik sýomkanyň düzümine şu işler girýär:

- marşrut (ugurlaýyn) gözegçilikleri;
- gidrogeologik burawlama we synag-süzülme işleri;
- gidrogeohimiki barlaglar;
- gidrologik gözegçilikler we gidrometriki ölçegler;
- geofiziki işler;
- režim gözegçilikleri;
- ýöriteleşdirilen işler (uçarly gözegçilikler, geoekologik, geobotaniki barlaglar we başg.).

Ugurlaýyn gözegçilikler, adatça, toplumlaýyn gözegçilikleri öz içine alýan marşrutlar boýunça geçirilýär we gözegçilik nokatlaryň ýerleşdirilişi boýunça üç usulda geçirilýär: meýdanlaýyn kartalaşdyrma, daýanç marşrutlary, «bijebaşy meýdançalar».

Meýdanlaýyn kartalaşdyrma, esasan, açyk ene gatlaklaryň we ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne köpçülikleýin çykyan ýerlerinde geçirilýär. Bu usulda gözegçilik nokatlary meýdan boýunça deňölçegli ýerleşdirilýär. Ugurlaýyn işler gurnalanda sýomkanyň masştabyna we resmi görkezmelere laýyklykda gözegçilik nokatlarynyň aralygynyň (ýa-da 1 km^2 düşýän gözegçilik nokatlaryň sanynyň) deň bolmagy üpjün edilýär.

Daýanç marşrutlary dag jynslarynyň we ýerasty suwlaryň ýüze çykmalarynyň çäklerinde, geologik-struktur zolaklaryň gönüçyzykly geçýän ýerlerinde geçirilýär (derýa jülgeleri, tektonik jaýryklar, geomorfologik elementler). Bu usulda in ýokary sygymly gözegçilikler hut şu daýanç ugurlar boýunça geçirilýär.

«Bijebaşy meýdançalar» («ключевые участки») usuly, köplenç, ownuk masştably barlaglarda barmasy kyn ýerlerde ulanylýar. Bu usuly ulanmak üçin sýomkada barlanmaly ýer ilki etraplaşdyrylýar, fiziki-geografik we geologik-gidrogeologik şertleri birmeňzeş (kybapdaş) bolan ýerler bölünip çykarylýar. Soňra her meňzeş häsiýetli etrapda saýlanyp alnan kiçeňräk (bijebaşy) meýdançada sýomka işleriniň toplumy geçirilýär. Bu meýdançada alnan maglumatlar tutuş meýdana mahsus diýip hasaplanýar. Bu usul amala aşyrylanda esasy ugurlar boýunça ser salyş we uçarly gözegçilikler geçirilmelidir.

Ugurlaýyn gidrogeologik sýomkanyň esasy obýektleri bolup ýerasty suwlaryň tebigy ýa-da emeli ýol bilen ýüze çykmalary, karýerlerde, gurluşyk hendeklerinde ýerasty suwlaryň ýüze çykmalary, ýol köwleri, sil jarlary we ş.m. hyzmat edip bilýärler.

Ýerasty suwlaryň **tebigy ýüze çykmalary** (çeşmeler) ýazga geçirilende şu maglumatlar bellemelidir:

- suwly nokat, onuň kartada ýerleşýän ýeri, absolýut belligi;
- gözegçilik nokadynyň geomorfologik we geologik ýagdaýy (relýefiň kysymy, elementi, dag jynslarynyň geologik ýaşı, şejeresi);
- çeşmäniň kysymynyň ýazgysy (ýekebara çeşme, çeşmeler toparý, jaýrykdan, gowakdan çykýan suwlar, aşakdan ýokarylygyna çykýan, ýokardan inýän çeşme we ş.m.);
- çeşmäniň çykymy (l/s);
- suwuň fiziki häsiýetleri (tagamy, ysy, reňki, durulygy, temperaturasy);
- suw çykaryjy gurnamanyň häsiýetnamasy;
- çeşmäniň işleýiş düzgüni (režimi) we ulanylyşy (ýerli ilatdan sorag-ideg arkaly).

Suwuň himiki düzümini kesgitlemek üçin nusga alnanda suwuň durnuksyz düzümlerini ölçemek çeşmäniň ýanynda geçirilýär.

Gidrogeologik sýomkada duşýan kyn işleriň biri çeşmäniň, akaryň çykymyny ölçemek bolýar. Eger çykym $1-1,5 l/s$ çemesi bolsa, in aňsat usul göwrüm usuly (sebäbi, marşrut toparý ýany bilen göwrümi $10-12$ litre deň gaplary, köplenç, götermeyärler). Eger çykymyň mukdary $10-15 l/s$ -den geçmeýän bolsa, çykymy ternaw usuly (ternaw ramkalary) bilen ölçäp bolar. Burçy 90° -a deň üçburçly ternaw (Tomsonyň ternawy) ulanylýan bolsa (*73-nji surat*), suwuň harjy (Q) şu formula boýunça hasaplanyp bilner:

$$Q = 1,4 \cdot H^{5/2}, \quad (9.1.)$$

bu ýerde

Q – çeşmäniň harjy, m^3/s ;

H – ternawyň bosagasyndaky suwuň dyňzawy, m .

Akardaky suwuň harjyny has takygrak ölçemek üçin çeşmeden aşakda akaryň hanasynyň göni geçýän ýeri saýlanyp alynmaly. Ölçeg

geçirilýän ýerde harsaňlar, ösümlükler, hananyň ýata suwly ýerleri bolmaly däl. Hananyň keseligine ini we çuňlugyň ölçegleri akyma perpendikulýar ugurda kesgitlenilmeli. Bu ýerde akýan suwuň kese kesiginiň meýdany (F) şeýle formula bilen kesgitlenýär:

$$F = b \cdot h, \quad (9.2.)$$

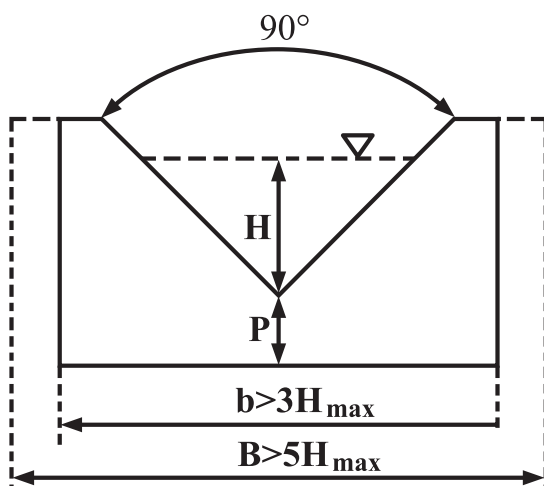
bu ýerde

b – saýlanyp alnan kesikde hananyň ini, m ;

h – akymyň kesigindäki ortaça çuňluk, m .

Suwuň tizligi gidrometrik pyrlampaç bilen ýa-da (takmyny) suwa goýberilen boýçy bilen ölçelýär.

Akaryň dürli ininde we çuňlugynda ölçegleri, orta çuňlugyň hasaplanyşy, pyrlampaç bilen ölçelen tizlikden orta tizlige geçiş koef-fisiýentleri, pyrlampaçlaryň ulanylyş aýratynlyklary gidrologiýa we gidrogeologiýa boýunça gollanmalarda we maglumat kitapçalarynda (sprawoçniklerde) seredilýär.



73-nji surat. Tomsonyň üçburçly ternawy [27]:

H – ternawyň üstündäki suwuň beýikligi; P – basseýniň düýbünden ternawyň bosagasyna çenli aralyk; b – ternawyň ini; B – basseýniň ini

Ýerasty suwlaryň **emeli ýol bilen** ýüze çykmalarynyň iň giň ýaýrany **guýulardyr**. Olar barlananda şeýle işler we gözegçilikler geçirilýär:

- guýyny karta çatmak (kesgitli belgilere esaslanyp);
- guýynyň çuňlugyny we guýudaky ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyny kesgitlemek;
- guýynyň çöwlüginini we diwarlarynyň berkidilişiniň konstruksiýasyny kesgitlemek;
- suwuň fiziki häsiýetlerini kesgitlemek (temperatura, reňk, tagam, ys);
- himiki derňew üçin suwuň nusgasyny almak we durnuksyz elementleri guýynyň başynda kesgitlemek;
- guýynyň sanitar ýagdaýyna we ulanylyşyna baha bermek;
- guýy gazylanda çykarylan dag jynslarynyň ýazgysyny bermek, suwly gatlakdan ilkinji suwuň çykyş ýagdaýyny sorag-ideg bilen anyklamak;
- guýynyň üýtgew düzgünine baha bermek: ýylyň dürli pasylarynda suwuň derejesiniň, duzlulygynyň, suw berijiliginiň üýtgewi, suw üznüksiz alnanda guýynyň öndürijiliginiň, reňkiniň, tagamynyň, ysynyň, duzlulygynyň we başgalaryň üýtgewi.

Käbir köne gollanmalarda guýulardan suw sorduryşlaryny geçirmek maslahat berilýär, indi bu usul juda seýrek ulanylýar (sebäbi işi gurnamak kyn, alynýan netijeleriň takyklygy pes).Türkmenistanyň şertlerinde munuň deregine mallary suwa ýakmak üçin guýudan birbada aşa köp suw alnandan soň, suwuň pese düşen derejesiniň öňki kaddyna ýetmek tizligini kesgitlep, guýynyň çykymy (*l/s*) hasaplanyp bilner.

Sýomka döwründe **burawlanan we öňden bar guýular** (skwažinalar) barlagyň has wajyp obýekti bolup hyzmat edýärler. Ilatly nokatlary suw bilen üpjün etmek üçin gurlan suwalgyçlarda-ky buraw guýularynyň köpýyllyk gidrogeologik görkezijileri ýerli pudaklaýyn geologik gaznalarda, arhiwlerde saklanýarlar.

Ol maglumatlary ulanmak uly kynçylyksyz amala aşyrylyp bilinýär. Maglumatlar tölegli bolan şertinde, ol çykdajylar sýomkanyň çenliginde göz önünde tutulmaly. Suwalgyç guýulardan suwuň nusgalaryny alyp, öňki maglumatlaryň takyklygyny ýa-da olaryň wagtyň dowamynda üýtgeýänligini anyklap bolýar.

Ugurlaýyn (marşrut) işleri zerur gidrogeologik maglumatlary diňe «aýyk» etraplarda, içinde ene gatlaklaryň we ýerasty suwlaryň ýüze çykmalarynyň bar ýerlerinde gowy netijeleri berýär. Ýerasty suwlaryň tebigy ýüze çykmalarynyň seýrek duşýan ýerlerinde marşrutly gözegçilikleriň netijeliligi pes bolýar. Bu şertlerde esasy üns ýerasty suwlaryň emeli ýüze çykmalaryna (guýular, kãrizler, zeykeşler, karýerler we ş.m.) gönükdirilýär, şeýle-de ýöriteleşdirilen geofiziki, geobotaniki barlaglar ulanylýar. Eger ýerasty suwlar 1–1,5 m-e çenli çuňlukda ýatýan bolsalar, olaryň ýatýan çuňlugyny anyklamak we himiki derňew (analiz) üçin suwuň nusgasyny almak üçin ownuk şurflar gazylýar. Olardan suwuň nusgalarynyň alnyşy tebigy çeşmeleriňkä kybapdaş geçirilýär.

Gidrogeologik sýomkada suwlaryň himiki düzüminiň köpçülikleýin derňewi, adatça, göçme meýdan laboratorýalarynda sadalaşdyrylan görnüşde geçirilýär. Sýomka döwründe burawlanan guýulardan gysgaldylan derňew üçin nusga alynýar. Ähmiýetli we gyzyklandyryjy obýektlerden (termal, mineral, senagat suwlarynyň çeşmelerinden we geljekde agyz suwy hökmünde ulanylmagy mümkin süýji ýerasty suwlardan) alnan nusgalar boýunça **doly himiki derňew** geçirilýär. Adatça, gysgaldylan, aýratyn-da doly derňew üçin alnan suw nusgalarynyň gury galyndylary boýunça mikrokomponentleriň barlygyny anyklamak maksady bilen ýarymmukdar spektral derňewi geçirilýär.

Derňew üçin alynýan suwuň göwrümi talap edilýän takyklyga we barlanmaly suwuň duzlulygyna görä kesgitlenýär (36-njy tablisa).

36-njy tablisa

Himiki derňewi geçirmek üçin suwuň talap edilýän göwrümi

Derňewiň görnüşi	Gury galyndy, g/dm ³		
	0,5	0,5-1,5	1,5-den köp
	Alynmaly nusganyň göwrümi, litr		
Doly derňew	2,0	1,5	1,0
Gysgaldylan derňew	1,5	1,0	0,5
Meýdan derňewi	0,5	0,5	0,25

Suwuň durnuksyz düzümleri NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Fe^{2+} , Fe^{3+} , O_2 , H_2S , CO_2 , pH, Eh we başg. barlanýan çeşmäniň başynda ölçelme-li. Bu ölçeg ПЛАВ (полевая лаборатория анализа воды) ýa-da МЛАВ (маршрутная лаборатория анализа воды) kysymly labora-toriýada geçirilýär.

Geofiziki işler. Geofiziki işler gidrogeologik sýomkanyň düzü-minde hemişe diýen ýaly ulanylýar, bu işleriň ähmiýeti, aýratyn-da, ene gatlaklaryň we ýerasty suwlaryň tebigy ýüze çykmalarynyň ýok ýerlerinde we ýeriň ýüzi çarkandaksyz (jarlar, dereler bilen kesilme-dik) ýerlerde has uludyr.

Gidrogeologik sýomkada ýerüsti geofiziki işler meýdanlaýyn ýa-da profiler boýunça şu meseleleri çözmek üçin geçirilýär:

1) daýanç elektrik gatlagyň çuňlugynyň esasynda suwly gatlagyň, gowşak geçiriji we suwabent gatlagyň ýatýan çuňlugyny kesgitlemek;

2) gidrogeologik kesigi aýyl-saýyllaşdyrmak, suwly gatlagyň, gowşak geçirijilikli gatlaklaryň galyňlyklaryny kesgitlemek;

3) jaýryklaşan dag jynslarynyň, tektonik bozulmalaryň, gowak-lanmalaryň ösen ýerlerini kesgitlemek we karta geçirmek;

4) ýerasty suwlaryň ýerasty (suwasty) harçlanýan ýerlerini kes-gitlemek;

5) ýerasty suwlaryň hereketiniň ugurlaryny we tizliklerini kes-gitlemek.

Agzalan we beýleki soraglary çözmek üçin gidrogeologik sýom-kada dik elektrik zondlama (DEZ), elektrik profilirleme, tebigy elek-trik meýdan usuly (PS) we käte seýsmiki barlaglar ulanylýar.

Gidrogeologik sýomkalarda geofiziki barlaglaryň öwrenýän çuňlugy 100–150 m-den geçmeýär. Geofiziki maglumatlaryň muk-darlaýyn seljerilmesi gidrogeologik we geofiziki görkezijileriň ara-synda kesgitlenen arabaglanyşyga görä ýa-da ýörite goýlan daýanç (parametrik) guýusynyň maglumatlarynyň esasynda geçirilýär.

Kartalaşdyryjy gidrogeologik guýularda **guýy geofizikasy** seýrek ulanylýar. Emma guýularda elektrik karotažyň usullary: gamma karotaž, neýtron-gamma karotaž, gamma-gamma karotaž, termometrik we rezisti-wimetrik karotaž we beýlekiler ulanylsa, wajyp gidrogeologik maglumat-lary (gidrogeologik kesigi litologik taýdan aýyl-saýyllaşdyrmak, çuňluk boýunça suwuň duzlulygynyň, temperaturasynyň üýtgewi) alyp bolýar.

Ýerasty suwlaryň üýtgew düzgünini (režimini) öwrenmek.

Gidrogeologik sýomka döwründe ýerasty suwlaryň režimini doly manyda öwrenmeklige işiň dowamlylygynyň azlygy (1-2 ýyl) mümkinçilik bermeýär. Gözegçilikler wagtyň dowamynda gidrodinamik şertleriň üýtgewini (guýulardaky suwuň derejesi, çeşmeleriň çyky-my), fiziki we gidrohimiki görkezijileri (temperatura, duzlulyk, himiki düzüm) öwrenmeklige gönükdirilýär. Alnan maglumatlar barlag nokatlaryndaky relýefiň, klimatyň, ýerüsti suwlaryň, emeli şertleriň täsiri bilen baglanyşykda degşirilip seljerilýär.

Režim gözegçilikleri dogry gurnalanda gysga möwritli (1-2 ýyl) gözegçilikler ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugynyň, duzlulygynyň himiki düzüminiň pasyllaýyn üýtgewini, şeýle-de üýtgewlere klimatyň, relýefiň, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugynyň, adamyň hojalyk işleriniň täsirini anyklamaga mümkinçilik döredýär.

Gidrogeologik kartalar. Gidrogeologik sýomkanyň netijeleri boýunça **gidrogeologik karta**, gidrogeologik kesik we teswirleýji ýazgylar düzülýär.

Kartalaşdyrmanyň masşaby boýunça kartalar iri (1:50000 we ondan hem iri), orta (1:100000-1:500000) we ownuk masşablylara (1:1000000 we ondan hem kiçi) bölünýärler. Mazmuny we niýetlenýän maksady boýunça islendik masşabdaky gidrogeologik kartalar **umumy** we **ýörite** kartalara bölünýärler.

Umumy gidrogeologik kartalar, adaty, sýomka işleriniň netijeleri boýunça düzülýärler we gidrogeologik kesigiň ýokarky böleginde ýatýan ýerasty suwlaryň kysymalaryny we ýaýrawyny doly derejede görkezýärler.

Ýörite gidrogeologik kartalar ownuk masşabda bolsa, geologik gaznalarda saklanýan maglumatlar boýunça iri masşably bolsa, ýörite geçirilen gidrogeologik işleriň netijeleri boýunça düzülýärler. Niýetlenýän maksadyna laýyklykda olar gidrogeologik sebitleme kartalary, ýerasty suwlaryň gençleriniň ýaýrawy, gidrohimiki kartalar, ýerasty suwlaryň görkezijileri, ýatýş çuňlugy we başgalar görnüşinde düzülip bilner.

Umumy gidrogeologik kartalaryň hemme masşablary elmydama hut şol masşabda düzülen geologik kartalaryň esasynda düzülýärler.

Häzirki zaman talaplaryna görä, umumy gidrogeologik kartalar-da şeýle maglumatlar berilýär:

- 1) dürli derejeli gidrogeologik etraplaryň araçäkleri;
- 2) sýomka döwründe öwrenilen suwly gatlaklaryň (toplumlaryň) we pes geçirijilikli gatlaklaryň araçäkleri;
- 3) suwly gatlaklary düzýän çökündileriň we pes geçirijilikli gatlaklaryň stratigrafik ýaşı;
- 4) dag jynslarynyň litologik, litologik-petrografik düzümi;
- 5) ýerasty suwlaryň tebigy ýa-da emeli ýol bilen ýeriň ýüzüne çykýan ýerleri (çeşmeler, guýular, buraw guýulary);
- 6) gidrogeologik kesikleriň geçirilen ýerleri;
- 7) goşmaça maglumatlar etrabyň geologik-gidrogeologik şertlerine we adamtarapyn täsirlere görä görkezilýär (tektonik bozulmalaryň zolagy, gidroizogipsler, duzlulygy dürli ýerasty suwlaryň araçäkleri, iri suwalgyçlar, teýgum suwlarynyň adam tarapyndan hapalanan ýerleri).

Suwly gatlagy düzýän çökündileriň stratigrafik ýaşı geologik kartalaryň gidrogeologik şkalasy üçin kabul edilen reňkler bilen reňklenýär. Bu ýerde tutuş reňkleme ýeriň ýüzünden birinji ýatýan suwly gatlagyň (teýgum suwlarynyň) ýa-da esasy (ulanylmaga amatly) suwly gatlagyň ýaýran ýerlerini görkezmek üçin ulanylyp bilner. Adatça, kartada görkezilýän goşmaça maglumatlar (gidroizogipsler ýa-da gidroizopýezler, duzlulygyň deň çyzyklary ýa-da izominerler we başg.) ýerasty suwlaryň esasy suwly gatlagy diýlip kabul edilip, kartalaşdyrylýan suwly gatlak üçin berilýär.

Sýomka döwründe öwrenilen beýleki suwly gatlaklar diňe esasy suwly gatlagyň düşeginde geçirilen ýaýraw araçäk çyzyklary we belgilenip görkezilen stratigrafik ýaşı bilen häsiýetlendirilýärler.

Pes geçirijilikli (suwabent) gatlaklaryň kartada diňe ýaýraw araçäkleri we stratigrafik belgileri görkezilýär.

Ýerasty suwlaryň ýüze çykmalaryny (çeşmeler, guýular, suw üçin burawlanan skwažinalar we başg.) kartada görkezmek üçin iň köp maglumat sygymlylary saýlanýar. Olar kartada kabul edilen san we harp görnüşli şertli belgileriň ulgamynyň üsti bilen berilýär. Eger barlanýan ýerasty suwlaryň ýüze çykmalary seýrek duşýan bolsalar, kartada olaryň hemmesi görkezilýär.

Her gazylan guýynyň belgisiniň gapdalynda suwly gatlagyň ýaşı, guýynyň çuňlugy (m -de), suwuň ýatýan çuňlugy (m -de), duzlulygy (g/dm^3 -da) görkezilýär.

Her buraw guýusynyň belgisiniň ýanynda açylan ýa-da nusga alnan suwly gatlagyň stratigrafik ýaşı, skwažinanyň çuňlugy (m -de), suwuň durnuklaşan ýagdaýyndaky çuňluk derejesi (m -de), udel çykymy (l/s -de), duzlulygy (g/dm^3 -da) görkezilýär.

Zerur ýagdaýlarda suwly nokadyň belgisiniň içinde ýerasty suwlaryň himiki düzümi reňk bilen berilýär.

Islendik masştabda düzülen gidrogeologik kartanyň ýanyna bir ýa-da birnäçe gidrogeologik kesikler goşulýar. Ol kesikleriň ugurlary maglumat sygymy ýokary ýerlerden geçmelidir. Adatça, bu ugurlar (profiller) geomorfologik elementleri perpendikulýar kesýän ýa-da guýular (skwažinalar) bilen doly derejede üpjün edilen nokatlary kesip geçýän tarapa ugrukdyrylýar.

Gidrogeologik kesiklerde şu maglumatlar görkezilýär:

1) kesikdäki suwly we pes geçirijilikli gatlaklaryň ýaýrawy, ýatys şertleri, gurluşy;

2) suwly gatlaklaryň we pes geçirijilikli gatlaryň stratigrafik ýaşı (reňk bilen ýa-da stratigrafik belgiler bilen);

3) dag jynslarynyň litologik düzümi (şertli belgileriň ulgamy bilen);

4) buraw guýulary (san görnüşli şertli belgiler bilen guýynyň çuňlugy, nusga alnan çuňluk aralyklary, ýerasty suwlaryň dyňzawynyň we durnuklaşan derejesiniň ýagdaýy, udel çykymy (l/s), duzlulygy (g/dm^3) zerur şertlerde ýerasty suwlaryň himiki düzümi reňkli belgiler bilen görkezilýär);

5) duzlulygy dürli ýerasty suwlaryň araçäkleri ýa-da deň duzlulykly çyzyklar (izominerler).

9.3. Gidrogeologiýada burawlama işleri

Burawlama we tejribe-süzülme işleri gidrogeologik işleriň düzüminde uly orun eýeleýärler. Şol bir wagtda-da bu işler geologik maksat bilen geçirilýän beýleki barlaglarda (inžener-geologik gözleglerde, melioratiw gurluşykda, gasma baýlyklaryň ýataklary barlananda we başg.) hem giňden ulanylýar.

9.3.1. *Gidrogeologik burawlama*

Gidrogeologik skwažinalary (guýulary) burawlanyş usuly, olaryň konstruksiýalary, burawlama döwri alnyp barylmalý gözegçilikleriň sanawy, esasan, niýetlenýän işleriň maksadyna laýyklykda kesgitlenýär.

Gidrogeologik skwažinalary niýetlenýän maksatlary boýunça şeýle toparlara bölünýärler: 1) kartalaşdyryjy (gözleg-kartalaşdyryjy); 2) barlag; 3) barlag-ulanyş; 4) ulanyş; 5) synag; 6) gözegçilik; 7) režim skwažinalary.

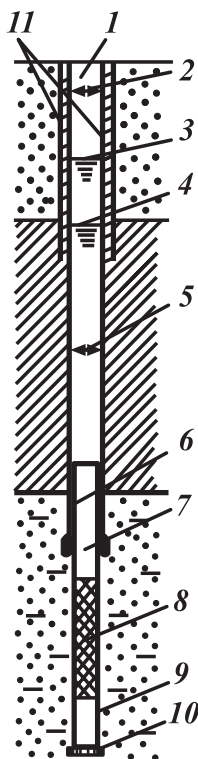
Kartalaşdyryjy skwažinalar gidrogeologik sýomka döwründe iň köp sanly burawlanýanlara degişli. Eger sýomka işleriniň önünde ýerasty suwlaryň ýataklaryny gözlemek wezipesi goýulýan bolsa, kartalaşdyryjy skwažinalar **gözleg-kartalaşdyryjy skwažinalar** diýlip atlandyrylýar.

Kartalaşdyryjy skwažinalaryň esasy wezipesi taslamanyň tabşyrygy boýunça kesgitlenen ýerde we çuňlukda (adaty, 100–150 m-e çenli) gidrogeologik kesigi öwrenmek, suwly we pes geçirijilikli gatlaklary bölüp çykarmak hem-de burawlamanyň açan hemme suwly gatlaklaryndan nusga almakdyr. Kesigiň aýyl-saýyllaşdyrylmasy skwažinadan çykarylan kern (özen) ýa-da şlam (bulamak) nusgalary, şeýle-de karotaž usullary arkaly amala aşyrylýar. Suwly gatlagyň açylanlygy litologik düzümiň üýtgemegi, suwuň çykmagy we onuň derejesiniň üýtgemegi, buraw ergininiň temperaturasy we dyklylygy boýunça bellenýär. Goňşy suwly gatlaklardan aýry-aýrylykda nusga alma we synap görme (опробование) işlerini geçirmekligiň dowamynda suwuň durnuklaşan (kiparlaşan) derejesi kesgitlenýär, temperaturasy ölçelýär, himiki düzümini kesgitlemek üçin nusga alynýar, synag suw sorduryşy geçirilýär.

Barlag skwažinalary ýerasty suwlaryň ýatagynyň barlagynyň (разведка) dürli tapgyrlarynda haýsy-da bolsa, bellibir suwly gatlagy (gatlaklary) içgin öwrenmek üçin burawlanýar. Bu skwažinalar burawlananda barlanýan suwly gatlagyň goňşy suwly gatlaklar bilen aralary gaýym ýapylmalydyr (suwuň nusgasyny almak, suw sorduryş tejribesini geçirmek, başg.). Eger barlag tejribelerinden soň skwažina ulanyşa bermek meýilleşdirilýän bolsa, olar **barlag-ulanyş** skwažinalary diýlip atlandyrylýarlar. Bu şertde olaryň konstruksiýasyna goşmaça talaplar bildirilýär.

Ulanýş skwažinalary elmydama barlag işleri doly tamamlanandan soň, önümlü suwly gatlakda burawlanýar. Şol sebäpli bu skwažinalaryň konstruksiýalary diňe çykarylyp alynýan suwuň hilini we mukdaryny uzak ýyllaryň dowamynda taslamada göz önünde tutulýan tertipde berjaý etmelidir. Suwuň hilini we mukdaryny uzak wagtyň dowamynda ynamly saklamak zerurlygy, köplenç, goňşy (esasan-da, ýokarda ýatan) gatlaklaryň arasynyň gaýym ýapylmagyny (petiklenmegini) talap edýär.

Gidrogeologik skwažinanyň konstruksiýasynyň esasy elementleri 74-nji suratda berilýär.



74-nji surat. Hidrogeologik skwažinanyň konstruksiýasynyň esasy elementleri:

1 – skwažinanyň agzy; 2 – birinji oturtma sütüni; 3 – suwuň durnuklaşan derejesi; 4 – suwuň yrga derejesi; 5 – ulanýş sütüni; 6 – salnik (turbaara sep dykysy); 7 – süzgüç turbasynyň ýokarky bütewi bölegi; 8 – süzgüjiň işleýän bölegi; 9 – durlagýç; 10 – guýynyň tersin klapanly düýbi;

11 – guýynyň sementlenen ýeri

Tejribe skwažinalary tejribe işlerini (süzülme, göçme proseslerini öwrenmek) geçirmek üçin ýörite burawlanýar. Olaryň deregine barlag, barlag-ulanyş skwažinalaryny hem ýörite enjamlaşdyrylyp ulanyň bolýar. Hemme ýagdaýlarda tejribe skwažinalarynyň konstruksiýalary nusga almagy we taslama tabşyrygynda görkezilen synaglary geçirmäge doly mümkinçilik bermelidirler.

Gözegçilik skwažinalary tejribe skwažinalary bilen toparlaýyn gurnalýarlar (skwažinalar topary). Olar tejribe suw sorduryşy döwründe ýerasty suwlaryň görkezijileriniň (derejesiniň, duzlulygynyň we ş.m.) üýtgewini belläp, hasaba almagy üpjün edýärler. Köplenç, olar kiçi diametrli burawlanýarlar. Gözegçilik skwažinalarynyň aglaba köpüsiniň turbalary tejribeler tamamlanandan soň sogrulyar, olaryň diňe käbirleri soňky režim gözegçilikleri üçin galdyrylýar.

Režim skwažinalary ýerasty suwlaryň görkezijileriniň wagtyň dowamynda üýtgew düzgünini uzak möhletde (ýyllap, onlarça ýyllap) öwrenmek üçin gurnalýar. Olaryň konstruksiýasy gözegçilik skwažinalaryňka meňzeş.

Kesigiň geologik-gidrogeologik şertlerine we taslama tabşyrygyna baglylykda gidrogeologik burawlama üçin dürli usullar ulanylýar (Klimentow, Kononow, 1989; Awdonin, 1994).

Başlangyç diametri 200 mm-e çenli, çuňlugy 100–150 m-e çenli kartalaşdyryjy, gözleg-kartalaşdyryjy we tejribe skwažinalary **kolonkaly usul** bilen kern alnyp burawlanýar. Bu usulda toýunly buraw ergininiň deregine suw, az toýunly howaly ergin garyndysy ulanylýar. Sebäbi agyr buraw ergini skwažinanyň diwaryny galyň toýun gabygy bilen örtýär, bu bolsa skwažinanyň töwereginde suwuň süzülip geçmesini düýpli kemeldýär, süzülmä görkezijilerini synag üsti bilen ynamly derejede kesgitlemek üçin bu ýerde ilki ýörite toýunsyzlandyрма işlerini geçirmek zerurlygy döreýär.

Gidrogeologik şertleri çylşyrymly we az öwrenilen ýerlerde **urguly-urganly burawlama** ulanylýar. Bu usul harsaňly-çağyly çökündileri geçmekde gowy netijeleri berýär.

Urguly-urganly ýa-da **urguly-aýlawly usul** barlag-ulanyş gidrogeologik skwažinalary uly diametrde (1000 mm-e çenli) burawlama, şeýle-de burawlamanyň başlangyç tapgyrynda ulanylýar.

Senagat, derman, mineral suwlary üçin çuň skwažinalar, adatça, **rotorly we turbinaly usullar** bilen burawlanýarlar.

9.3.2. Süzgüçler we olaryň saýlanyşy

Tejribe, gözegçilik, režim ulanyş guýulary süzgüç bilen üpjün edilýär.

Süzgüç diýlip, ýerasty suwlaryň turbanyň içine girmegini berjaý edýän turbalar ulgamyna aýdylýar. Ol süzgüjiň işleýän böleginden (çöwliginden) başga turbanyň bitewi böleginden (süzgüçden ýokarky böleginden), durlagyçdan ybaratdyr (74-nji surat).

Gidrogeologik skwažinalaryň süzgüçleriniň iki sany esasy wezipesi bardyr:

1) suwly gatlagyň barlanýan ýa-da ulanylýan çuňluk aralygynda diwary ýumrulmaz ýaly saklaýar;

2) suwly gatlak bilen skwažinanyň içindäki suwuň gidrawliki baglanyşygyny üpjün edýär.

Süzgüçleriň kysymy saýlananda, şu talaplar berjaý edilmelidir:

1) süzgüjiň möçberleri mümkin boldugyça kiçi bolmaly, şol bir wagtda ol suwuň hilini üýtgetmän saklap, suwy ýeterlik mukdarda üstünden geçirmeli;

2) süzgüç ýeterlik derejede berk, iýji gurşawyň täsirine durnukly bolmaly, bitmeli däl (dykylmaly däl);

3) tebigy şertler hasaba alnyp, süzgüjiň in amatly kysymy saýlanyp alynmaly.

Ýörite edebiýatda süzgüçleriň konstruksiýasy, ýasalýan materialy boýunça tapawutlanýan 80-den hem köp kysymynyň barlygy bellenýär. Olaryň içinde in köp ulanylýanlary 10-15 sany (37-nji tablisa). Süzgüjiň kysymy suw saklaýjy jynslaryň düzümine, suwa, guýynyň niýetlenilýän maksadyna, işlemeli wagtyň dowamlylygyna, ýerleşdirilmeli çuňlugyna baglylykda kesgitlenilýär. 38-nji tablisada görkezilen süzgüçler goýberilýänlere (1–9 we 12–15-nji kysymlar) we ýerinde gurnalýanlara (10, 11-nji kysymlar) bölünýärler. Ilkinjiler guýa taýyn goýberilýär, soňky agzаланanlar (№ 10, 11) guýynyň içinde ýasalýar.

Türkmenistanyň şertlerinde süzgüçler, köplenç, suw berijiligi pes kirşenli çägelerde, gumbaýraklarda, topur-gumbaýrak doldurgyçly çagylyly gatlaklarda oturdylyar. Şol sebäpli 37-nji tablisada görkezilen süzgüçleriň 10, 11-nji kysymlary giňden ulanylýar (75-nji surat).

Süzgüçleriň hasaby. Süzgüjiň hasabynda onuň birnäçe görkezijileri kesgitlenýär: diametri, işeň böleginiň uzynlygy, süzgüjiň garşylygynyň ululygy, süzgüje girende suwuň dyňzawynyň peselmesi we ş.m.

Süzgüjiň diametri D şeýle ýasama formula boýunça kesgitlenýär [35]:

$$D = \frac{a \cdot Q}{l_0}, \quad (9.1.)$$

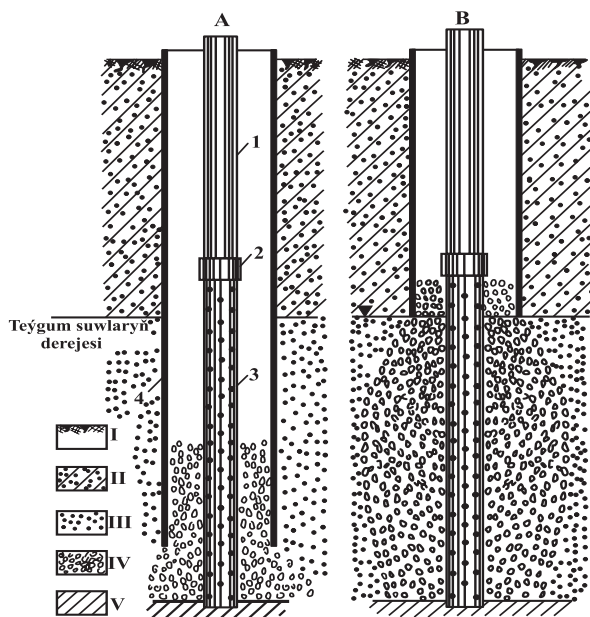
bu ýerde

a – dag jynslarynyň süzülmesini häsiýetlendirýän koeffisiýent;

Q – skwažinanyň taslanýan çykymy, m^3/sagat ;

l_0 – süzgüjiň işjeň böleginiň uzynlygy, m .

Çagyl-jyglymly we güýçli jaýryklaşan jynslarda $a = 30-50$, iri, aram möçberli çägelere we gowşak jaýryklaşan jynslarda $a = 50-70$, ownuk we kirşenli çägelere $a = 50-90$ diýlip kabul edilýär.



75-nji surat. Ownuk çagyl sepgili süzgüç (фильтр с гравийной обсыпкой):

A – ownuk çagylly süzgüjiň turba aralygyna sepgi (обсыпка) guýlup başlan wagty ýagdaýy; B – ownuk çagylly süzgüjiň sepgi guýlup bolnandan soňky ýagdaýy; 1 – süzgüjiň turbasynyň bitewi bölegi; 2 – birleşdiriji mufta; 3 – süzgüjiň turbasynyň eleme-deşik edilen ýeri; 4 – oturma turbalar;

I – ösümlik örtügi; II – gumbaýrak; III – ownuk çägeden düzülen suwly gatlak; IV – ownuk çagyl sepgisi; V – suwabent gatlak

Süzgüçleriň kysymlary we häsiýetnamalary
(Gordeýew we beýl., 1990-njy ýyl boýunça gysgaldylyp alnan)

Suwly jynslar	Süzgüjiň konstruksiýasy	Süzgüjiň kysymy	Süzgüjiň konstruksiýasynyň gysgaça häsiýetnamasy
Ownuk çagyl, iri we aram möçberli çäge	Deşikli süzgüçler	1	Eleme-deşik edilen oturtma turbalar. Deşikleriň diametri 10-25 mm. Ýşlylyk 20-25%
	Dilikli süzgüçler	2	Dilikli oturtma turbalary, işlylyk 20-25%
Jaýrykly durnuksyz jynslar	Tutuş simli süzgüçler	3	Daýanç halkalara uzaboýuna (aralary 25 sm) $d=3-5$ mm bolan simler kebşirlenýär
	Karkasly-simli süzgüçler	4	Daýanç halkalara uzaboýuna $d=10-18$ mm sterženler kebşirlenýär, olaryň daşyna sim saralýar
	Saralgy simden ýasalan süzgüç	8	1, 2 ýa-da 4-nji kysymly süzgüje keseligine (turbanyň daşyna) sim saralýar, sargynyň daşyna simden spiral oralýar
	Torly süzgüç	9	1, 2 ýa-da 4-nji kysymly süzgüjiň daşyna boýyn simler goýberilýär, daşyndan tor (metaldan, sintetikadan) oralýar, soňra spiral görnüşli oralan sim bilen berkidilýär
Ownuk we kirşenli çägeler	Birgatly ownuk çagyl sepgili süzgüç	10	1-4 ýa-da 8 kysymly süzgüç oturtma turbalar bilen berkidilen skwažinanyň içinde ýerleşdirilýär, soňra aralyga ownuk çagyl sepilýär
	Ikigatly ownuk çagyl sepgili süzgüç	11	1-4 ýa-da 8 kysymly süzgüç oturtma turbalar bilen berkidilen skwažinanyň içinde ýerleşdirilýär, soňra kömekçi turbalaryň sütüni bilen ikigat sepgi guýulýar
	Blokly süzgüç	12, 13	Karkasyň daşyna öýjükli betondan, öýjükli keramzitden ýasalan bloklar geýdirilýär
	Gutuly süzgüç	14	Ownuk çagylly sepgini karkasyň (deşikli, dilikli turbanyň) daşynda oralgy tor bilen gymldaman durar ýaly berkidilýär
	Jübüli süzgüç	15	Ownuk çagyl karkasyň daşynda metaldan, sintetikadan ýasalan jübülere guýulýar

Süzgüjiň işjeň böleginiň uzynlygy l_0 şeýle gatnaşygy berjaý edilip kesgitlenýär $\frac{l_0}{m} = 0,5 - 0,8$ (bu ýerde m - suwly gatlagyň galyňlygy). Şol bir wagtda hem tehniki sebäplere görä, süzgüjiň işjeň böleginiň uzynlygy 25-30 m -den köp bolmaly däl (aýratyn-da, çuň skwažinalarda).

Skwažinalaryň çykymy hasaplananda **süzgüje girende dyň-zawyň peselmesi** we beýleki täsirler hasaba alynýar. Süzgüjiň suw geçirýän deşikleriniň möçberleri teýgumun zirelerine, süzgüjiň kysymyna baglylykda S.K.Abramowyň tablisasyna laýyklykda kesgitlenýär (38-nji tablisa).

38-nji tablisa

Süzgüjiň suw geçirýän ýşynyň möçberiniň kesgitlenilişi

Süzgüjiň kysymy	Yşlaryň hödürlenýän möçberleri, mm	
	dag jynslarynyň we sepginiň zire düzümi deňölçegli	dag jynslarynyň we sepginiň zire düzümi dürli (deňölçegsiz)
Deşikli	$(2,5 \div 5,0) D_{50}$	$(3 \div 4) D_{50}$
Torly	$(1,5 \div 2,0) D_{50}$	$(2,0 \div 2,5) D_{50}$
Dilikli	$(1,25 \div 1,50) D_{50}$	$(1,5 \div 2,0) D_{50}$
Sim sargyly	$1,25 D_{50}$	$1,5 D_{50}$

Bellik: D_{50} – suwly gatlagy düzyän jynsda özünden kiçi zireleriň mukdary 50%-e deň bolan ziräniň diametri.

Ownuk çagylyly süzgüçlerdäki sepginiň galyňlygy 50 mm -den 200 mm -e çenli bolup biler.

Süzgüçler barada has jikme-jik maglumatlar burawlama boýunça ýazylan kitaplardan alnyp biler. Süzgüjiň kysymy, hasaby dogry kesgitlenen we iş ýüzünde akylyly-başly gurnalan şertde guýa suw zerur mukdarda uzak wagtlap geler.

9.4. Tejribe-süzülme işleri

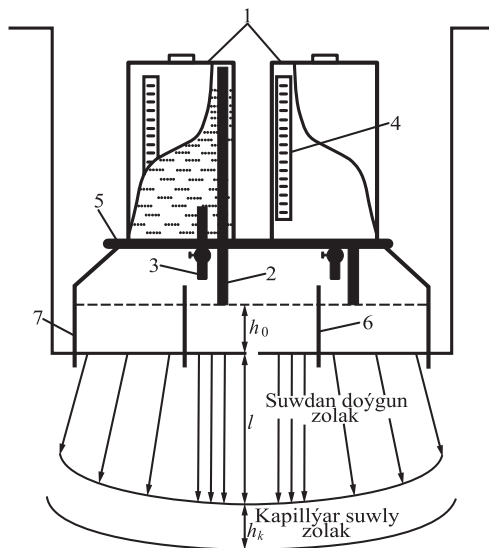
Tejribe-süzülme işleri – suwly gatlaklaryň görkezijilerini kesgitleýän esasy işdir. Onuň kömegi bilen guýularyň udel çykymy, suwlaryň duzlulygy, temperaturasy kesgitlenýär, pes geçirijilikli gatlaklaryň gidrodinamik görkezijileri bahalanýar.

Bu işleriň iň giňden ulanylýanlaryna şurflara suw guýuş we guýulardan (skwažinalardan) suw şorduryş tejribeleri degişli.

9.4.1. Howaly zolakda tejribe-süzülme işleri

Şurflara (barlag çukurlaryna) suw guýuş usuly howaly zolağyň dag jynslarynyň suw süzdürişini öwrenmekde giňden ulanylýar (ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugy 4–5 m-den az bolmadyk şertde).

Häzirki döwürde suw guýuş tejribeleri, adatça, N. S. Nesterowyň usuly boýunça geçirilýär (76-njy surat).



76-njy surat. Suw guýuş tejribäniň Nesterowyň usuly boýunça geçirilişi («Полевые методы гидрогеологических... исследований». М., МГУ, 2000 ý. atly kitap boýunça):

- 1 – ölçeg gaplary (Mariottyň gaplary); 2 – «howa» turbajygy;
3 – «suw» turbajygy; 4 – suwuň harjyny ölçýji şkala; 5 – suwly gaplary saklaýan ştatiw; 6 – içki halka; 7 – daşky halka

Bu usul boýunça şurfun düýbüne 5–10 *sm* çuňluga iki halka (içki we daşky) basylyp girizilýär. Suw guýuş her halka aýratynlykda Mariottyň gaplarynyň kömegi bilen amala aşyrylýar, ol gaplar guýulýan suwuň derejesini hemişelik saklamaga mümkinçilik berýärler. Gapdala siňip gidýän akym we kapillýar soruşa harçlanýan suw iki halkanyň arasyndan gidýär, içki halkadan harçlanýan suw bolsa, dik aşaklygyna hereket edýär diýlip hasaplanýar. Guýulýan suwuň siňiş çuňlugy (*L*) tejribe tamamlanandan soň, içki halkanyň duran ýeriniň ortasyndan el burawy bilen gazyylan skwažinadan alnan teýgumlaryň çyglylygynyň üýtgewi boýunça kesgitlenýär. Süzülme koeffisiýentini (*K*) bahalamak üçin içki halkanyň kese kesiginiň meýdany (*F*), durnuklaşan harç (*Q*), dyňzaw gradiýentiniň bahasy (*I*) zerurdyr. Gi-drawlik gradiýent şeýle hasaplanýar:

$$I = \frac{h_0 + h_k + L}{L}, \quad (9.2.)$$

bu ýerde

h_0 – içki halkadaky suw sütüniniň beýikligi;

h_k – kapillýar ýokary galyş.

Soňra süzülme koeffisiýenti *K* aşakdaky formula bilen hasaplanýar:

$$K = \frac{Q}{I \cdot F}. \quad (9.3.)$$

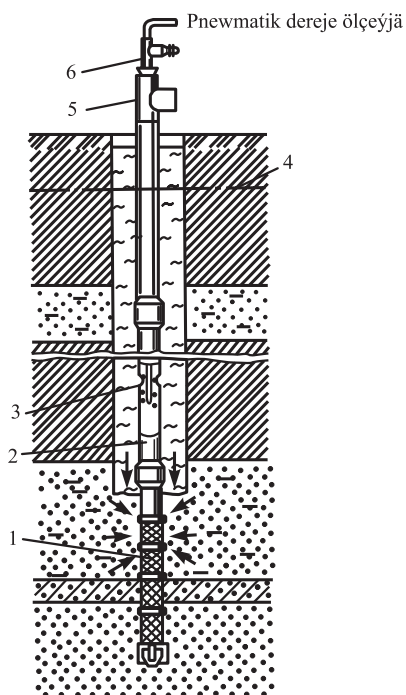
9.4.2. Çaltlandyrylan suw sorduryş usullary

Ekspres suw sorduryşlar we suw guýuşlar suwly we howaly gatlaklary düzýän suw geçirijiligi ýokary bolmadyk ($0,01 < K < 5 \text{ m/g-g}$) jynslaryň süzülme häsiýetlerini öwrenmek üçin giňden ulanylýar.

Guýudan bir wagtda köp mukdarda suw çykarylsa ýa-da tersine, oňa suw guýulsa, onda guýudaky suwuň derejesi bada-bat üýtgär. Suwuň derejesiniň öňki kaddyna çenli üýtgemegi (suw çykarylan bolsa ýokary galmasy, suw guýlan bolsa siňip pese düşmesi) her minutda 3-4 gezek, soňra her 2 minutdan (3-4 gezek), soňra her 5 minutdan (6 gezek), soňra öňki dereje dikelýänçä her 30 minutdan ölçenýär. Tejribäniň dowamlylygy 2 topar çalşyga (бригада-смена) çenli dowam edip

bilýär. Ölçeğleriň netijeleri çyzygylar we hasaplamalar bilen işlenilip, süzülme koeffisiýenti hasaplanýar. Usulyň takyklygy adaty synag suw sorduryş alnyp barylan ýerde geçirilen ekspres suw sorduryş işleriniň netijelerini deňeşdirmek arkaly artdyrylyp bilner.

Öňürtme usuly bilen synagly nusga alyş. Aýlawly burawlama ulanylanda, suwly gatlagy synamak üçin dürli nusga alnyş usullary ulanylýar. Şolaryň giňden ulanylýanyna öňürtme synagly nusga alnyşy (опережающее опробование) degişli. Ol synag toplumy süzgüçden, pneumatik dereje ölçeýjiden, erlift suw sorduryş enjamyndan ybaratdyr (77-nji surat). Bu toplum (komplekt) hemme suwly gatlaklardan guýy sütüninden toýun erginini aýyrmazdan, burawlamany togtatman, suwuň nusgasyny almaga mümkinçilik berýär.



77-nji surat. Suwly gatlakda öňürtme usuly bilen synag geçirmek:

- 1 – öňürtme synag süzgüji; 2 – buraw turbalary; 3 – erliftiň howa turbalary; 4 – barlanýan gatlakda ýerasty suwlaryň derejesi;
- 5 – çykarylýan suwy döker ýaly troýnik; 6 – howa geçirýän turbada dyky bilen petiklenen troýnik

Suwly gatlagla ýetilende guýynyň düýbüne synagçy süzgüç goýberilýär, ol yrgyldadylyp, şol bir wagtda içine arassa suw goýberilýänligi sebäpli, suwdan doýgun çägäniň içine aňsat girýär. Süzgüje giren suwdan buraw turbalaryny ulanyp, erlift usuly bilen himiki derňew üçin suwuň nusgasy alynýar, suwuň temperaturasy ölçelýär. Şeýle usul bilen geçirilen önürtme suw sorduryşynyň netijeleri gatlagyň süzülme koeffisiýentiniň takmyny bahasyny hasaplamaga mümkinçilik berýär.

9.4.3. *Buraw guýularyndan suw sorduryş*

Bu usul iň köp ulanylan synaglara degişli. Niýetlenilýän maksadyna, gurnalyşyna, alynýan netijelere baglylykda suw sorduryş synaglarynyň synag, tejribe, tejribe-ulanyş görnüşleri bolýar.

Synag suw sorduryşy (пробная откачка) kartalaşdyryjy guýularda suw synagynyň giňden ulanylýanyna degişli. Şeýle-de, bu usul tejribe, tejribe-ulanyş suw sordurylyşyna geçilmeziniň önüsyrynda geçilýän suw sorduryşdyr. Bu synag, adatça, gysga wagtlaýyn geçirilýär (6-10 sagada çenli, käte köprük). Synag suw sorduryşyň esasy wezipesi burawlamadan soň guýynyň (skwažinanyň) içini ýuwmak, buraw ergininden arassalamak, udel çykymy (q_{ud}) hasaplamakdyr. Udel çykym suw sorduryşda durnuklaşan harjyň (Q) peselişe (s) gatnaşygy bolup, suwly gatlaklaryň suw berijiligini häsiýetlendirýän, biri-birinden aýyl-saýyllaşdyrýan esasy görkezijidir. **Udel çykym** diýlip, suwy sordurylyp çykarylýan gatlagyň derejesiniň 1 metr peselişdäki çykymyna düşünilýär. Ol şeýle formula boýunça kesgitlenýär:

$$q_{ud} = \frac{Q}{s}, \quad (9.3.)$$

bu ýerde

Q – skwažinanyň s peselişdäki çykymy, $m^3/g \cdot g$;

q_{ud} – udel çykym, $m^2/g \cdot g$.

Şeýle-de, synagyň netijesi süzülme koeffisiýentini (K), gatlagyň suw geçirijiligini (T) kesgitlemäge we himiki derňew üçin suwuň nusgasyny almaga mümkinçilik berýär. Suw geçirijilik (T , $m^2/g \cdot g$):

$$T = K \cdot m \quad (9.4.)$$

formula boýunça kesgitlenýär (m – gatlagyň galyňlygy).

Tejribe suw sorduryşy suwly we pes geçirijilikli gatlaklaryň süzülme koeffisiýentini, suw geçirijiligini, pýezo-we dereje geçirijiligini, suw berijiligini ýeterlik takyklyk bilen kesgitlemäge mümkinçilik berýän meýdan usulydyr. Bu suw sorduryş ýekebara (ýalňyz) guýuda ýa-da guýular toplumynda geçirilýär.

Ýekebara tejribe suw sorduryşy synag suw sorduryşyndan tapawutlylykda 2-3 peselişde geçirilip bilýär, bu bolsa guýynyň çykymynyň peselişe baglylygyny ($Q = f(s)$) goşmaça usulda barlamaga mümkinçilik berýär. Bu usulda suw sorujy (merkezi) skwažinadan başga bir ýa-da birnäçe gözegçilik skwažinalary burawlanýar. Gözegçilik guýularyň merkezi guýudan ýerleşdirilmeli aradaşlygy hasaplanyp kesgitlenýär. Bu ýerde iň uzakda ýerleşdirilen gözegçilik guýusynda tejribe suw sorduryşynda emele geljek peseliş (çuňluk) kesgitlenende ygtyýar berilýän (ýetip bolýan) säwlikden az bolmaly dälidiginden ugur alynýar.

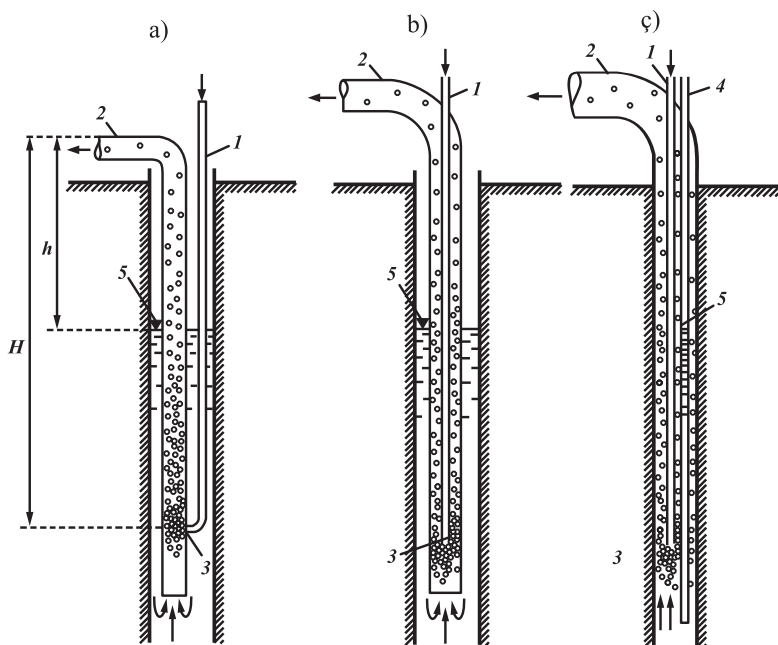
Guýular toplumynda suw sorduryş, adaty, iki-üç peselişde geçirilýär.

Tejribe-ulanyş suw sorduryşy bir ýa-da birnäçe skwažinada ýerasty suwlaryň ýatagynda jikme-jik barlaglarda geçirilýär. Bu usul iş ýüzünde ýatagyň ulanyş gorlaryny **bahalamak usuly**na degişlidir. Bu suw sorduryşlar 1-3 aýlap dowam edip bilýär.

Gidrogeologik barlaglarda ulanylýan tehniki enjamlar suw çykaryjy gurnamalardan çykarylýan suwuň çykymyny (harjyny), guýudaky suwuň derejesini, suwuň temperaturasyny ölçeýän, nusgasyny alýan abzallardan we enjamlardan düzülýär.

Skwažinanyň agzyna çenli ýokary galan suwlardan nusga alynýan wagtlary hem bolýar. Emma suwuň ýokary çykmary, köplenç, mejbury görnüşde nasoslar arkaly amala aşyrylýar. Tejribäniň maksadyna, skwažinanyň konstruksiýasyna, ýerli tehniki enjamlar bilen üpjünçiligine baglylykda suw sorduryşda suwy ýokary galdyryjy dürli enjamlar ulanylýar.

Kartalaşdyryjy guýulardaky synag suw sorduryşlarda erlift usuly örän giňden ulanylýar (şol sanda Türkmenistanda). Aýry-aýry ýagdaýlarda bu usul tejribe suw sorduryşlarynda hem ulanylýar (78-nji surat).



**78-nji surat. Erlift enjamy bilen suwuň skwažinadan
çykarylyşynyň görnüşleri [57]:**

a – gapdaldan; *b*, *ç* – içi bilen: 1 – kompressordan gelýän howa geçiriji turba; 2 – suwy galdyryjy turbalar; 3 – forsunka (garyjy); 4 – suwuň derejesini ölçemek üçin turba; 5 – suwuň yrga (dinamiki) derejesi

Erliftiň işleýşi skwažinanyň sütünine basyşly howanyň üznüksiz üflenmegine esaslanýar. Netijede, skwažinanyň içinde howa-suw garyndysy–emulsiýa emele gelýär. Ol garyndynyň udel agramynyň suwuňkydan pesligi sebäpli, ol guýynyň agzyna çenli (ondan soň hem zerur beýiklige çenli) ýokary galýar. Erliftiň konstruksiýasy howa geçirýän we suw geçirýän turbalardan ybarat. Erliftiň konstruksiýasynyň sadalygy burawlamanyň yzysüre skwažinanyň içini dolduryp duran palçykly suwy ýokary galdyrmaga hem mümkinçilik berýär. Erlifti ulanmak üçin göçme kompressory ulanmak zerurlygy ýüze çykýar. Erlift gurnamasyny işledýän kompressory buraw guýusynyň ýanyna maşynyň yzyna tirkäp eltmek uly kynçylyk döretmeýär.

Erlyftiň kemçiliklerine onuň peýdaly täsir koeffisiýentiniň (PTK) pesligi (25–30%-den geçmeýär) we garyjyny (forsunkany) suwuň derejesinden has aşak çümdürmeli bolýanlygy degişli. Garyjynyň aşak goýberilmeli **çuňluga** (H) suwuň yrga derejesinden 2–2,5 esse uly bolmagy ($\frac{H}{h} = 2,0 - 2,5$) amatly hasaplanýar. Bu bolsa kartalaşdyryjy skwažinalaryň çuňluklarynyň artdyrylmagyna sebäp bolýar.

Tejribe guýularynyň **çykymyny** ölçemek, köplenç, iň sada usul bolan **göwrüm usuly** bilen amala aşyrylýar. Barlag guýusyna çenli islendik göwrümli ölçeg gabyny eltmeke uly kynçylyk döretmeýär. Uzaga çekýän suw sorduryş tejribelerinde suwuň çykymy $1,0-1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ geçmeýän şertlerde öňki agzalan ternaw usuly ulanylyp bilner (73-nji surat).

Meýdan gidrogeologik işlerinde suwuň **temperaturasynyň** ölçelişi, suwdan **nusga alnyşy** okuw we ýörite maksatlar üçin ýazylyan kitaplarda (25, 43 we başg.), şol sanda türkmen dilinde ýazylyan kitapda [17] berilýär.

9.5. Ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüniniň we balansynyň öwrenilişi

9.5.1. Ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüni (režimi) barada düşünje

Dürli faktorlaryň täsiri bilen ýerasty akymlaryň esasy görkezijileriniň wagt-giňişlik çäginde üýtgewine ýerasty suwlaryň **üýtgew düzgüni** (režimi) diýilýär.

Ýerasty suwlaryň režiminiň esasy görkezijileri şeýle toparlanýarlar:

- 1) girodinamiki (dereje, harç, akymyň tizligi);
- 2) gidrogeohimiki (duzlulyk, makro- we mikrokomponentler, gazlar, organiki maddalar we başg.);
- 3) geotermiki (temperatura).

Ýerasty suwlaryň režimini öwrenmek köpgörnüşlidir we şulardan ybaratdyr:

1) režim gözegçilikleriniň esasynda gidrogeologik görkezijileri kesgitlemek;

2) ýerasty suwlaryň üýtgew düzgünine täsir edýän esasy faktorlary anyklamak;

- 3) suwuň balansynyň elementlerini kesgitlemek;
- 4) ýerasty suwlaryň režiminiň üýtgewini öňünden çaklamak;
- 5) ýerasty suwlaryň režimine yzygiderli gözegçilik geçirip, etrabyň gidrogeologik şertleriniň amatsyz tarapa üýtgemeginiň önüni almak;
- 6) ýerasty suwlaryň režimini we balansyny bähbitli dolandyrmak.

Režimiň **tebigy** we dürli faktorlaryň täsiri astynda **bozulan** görnüşleri bolýar.

Tebigy režim gidrogeologik, gidrologik şertleriň we klimatyň täsiri bilen kemala gelýär. Mysal üçin, Garagum çölüniň hemme ýerinde diýen ýaly ýerasty suwlaryň režimi tebigydyr.

Bozulan režim adamyň inžener-hojalyk işleriniň täsiri bilen bolup geçýär. Bu faktorlaryň ikisi hem bilelikde täsir edýän bolsa, **garyşyk režim** döreýär. Ýerasty suwlaryň režimi, esasan-da, suwlaryň ýatýan çuňlugynyň üýtgewi gurluşyga, oba hojalygyna, şäher jemagat hojalygyna uly täsir edýär. Iň köpdürli üýtgew ýeriň ýüzüne golaý ýatýan teýgum suwlary üçin mahsusdyr, şol sebäpli olara gözegçilik ýygy-ýygdydan we dowamly geçirilmelidir.

Häzirki döwürde ýerasty suwlaryň režimi ýörite gurnalan gözegçilik guýularynyň toplumynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Bu guýular toplumlary niýetlenýän maksatlary we düzümleri boýunça barlag, ýörite we daýanç torlaryna bölünýärler.

Barlag tory her suw-hojalyk obýektinde bolmaly. Ol ýerasty suwlaryň hiline, derejesine, çykymyna we beýleki görkezijilerine yzygiderli gözegçilik geçirmek üçin niýetlenýär. Bu tor ulanyjy edaralara degişli bolýar.

Ýörite tor meýdan barlag işleri geçirilýän döwürde wagtlaýyn gurnalýar. Barlag işleri tamamlanandan soň degişli edaralara tabşyrylmasa, süzgüçli turbalar sogrulyp çykarylýar we gözegçilik guýulary ykjam gömülýär.

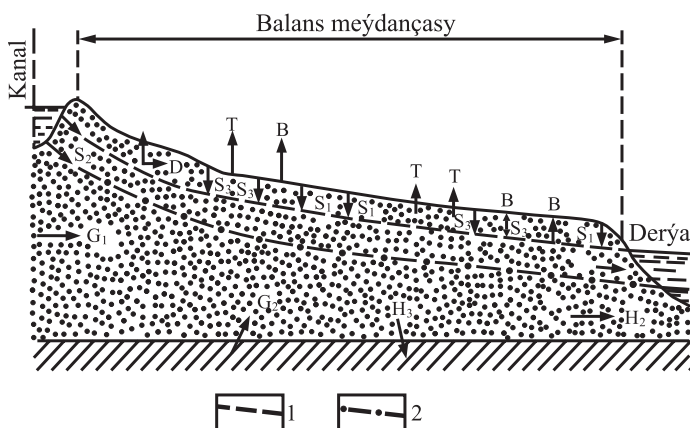
Sebitleýin daýanç tory ýerasty suwlary amatly we aýawly ulanmak maksady bilen köpýyllyk maglumat almak üçin gurnalýar. Bu tor «Türkmengeologiýa» döwlet korporasiýasynyň gidrogeologik ekspedisiýalarynyň garamagynda durýar.

Ýerasty suwlaryň režimine gözegçilik torda ýerleşen skwažinalar, çeşmeler, guýular, kárizler, derýalaryň boýunda ýerleşen gidropostlar arkaly amala aşyrylýar. Gözegçilik nokatlarynyň ýerleşdiriliş ýörelgeleri, ölçegleriň usulyýeti ýörite edebiýatlarda giňişleýin berilýär (W. S. Kowalewskiý, 1986 we başg).

9.5.2. Suw we duz balansy hakda düşünje

Haýsy-da bolsa bir etrabyň **suw balansy** diýlip, ýerasty suwlaryň belli wagt aralygynda iýmitlenişini we harçlanyşyny kesgitleýän elementleriň mukdar gatnaşyklaryna düşünilýär.

Teýgum suwlarynyň balansyny kesgitlemek üçin belli etrabyň çäginde onuň girdeji we çykdajy elementlerini kesgitlemeli. Bu ýerde etrabyň gapdal araçäkleri (serhetleri) bolup derýalar, kanallar; ýokarky araçägi bolup ýeriň ýüzi; aşaky çägi bolup suwabent gatlak hyzmat edýär. 79-njy suratda belli meýdanyň teýgum suwlarynyň girdeji we çykdajy elementleri görkezilýär.



79-njy surat. Teýgum suwlarynyň balansynyň shemasy:

- 1 – t döwrüň başlanan wagty teýgum suwlarynyň derejesi;
- 2 – t döwrüň tamamlanan wagty teýgum suwlarynyň derejesi

Suw balansynyň girdeji elementlerine şular degişli:

- 1) ygalyň siňmesi bilen iýmitlenme (S_1);
- 2) kanallaryň, derýalaryň suwlarynyň siňmesi bilen iýmitlenme (S_2);
- 3) suwaryş suwlarynyň siňmesi bilen iýmitlenme (S_3);
- 4) ýerasty suwlaryň goňşy meýdançalardan akyp gelmegi (G_1);
- 5) aşaky dyňzawly gatlakdan syzyp çykýan suwuň hasabyna iýmitlenme (G_2);
- 6) howadaky buguň damja öwrülmeğiniň hasabyna iýmitlenme (D).

Teýgum suwlarynyň balansynyň esasy çykdaýy elementlerine şular degişli:

1) ýeriň ýüzünden teýgum suwlarynyň kapillýarlar arkaly ýokary çykyp bugarmagy (B);

2) suwuň ösümlikleriň üsti bilen transpirasiýasy (T);

3) ýerasty suwlaryň çuň jarlara, derýalara çykyp harçlanmasy (H_1);

4) ýerasty suwlaryň goňşy meýdançalara akyp gitmesi (H_2);

5) teýgum suwlarynyň aşakda ýatan suwly gatlaklara syzyp harçlanmasy (H_3).

Girdeji we çykdaýy elementleriň tapawudy teýgum suwlarynyň derejesiniň $\mu \Delta H$ ululyga üýtgemegine getirýär.

Suw balansynyň t wagt aralykdaky deňlemesi şeýle umumy görnüşe eýe bolýar:

$$\mu \Delta H = \frac{(S_1 + S_2 + S_3 + G_1 + G_2 + D) - (B + T + H_1 + H_2 + H_3)}{F}, \quad (9.4.)$$

bu ýerde

F – balans meýdançasynyň tutýan meýdany, m^2 ;

ΔH – t wagt aralygynda balans meýdançasynda

teýgum suwlarynyň derejesiniň ortaça üýtgewi, m ;

μ – teýgum suwlarynyň derejesiniň üýtgeýän çuňluk aralygyndaky dag jynslarynyň suw berijiliginiň ýa-da doýgunlyk ýetmeziniň ortaça bahasy.

Duzuň balansynyň umumy deňlemesine giňişleýin D. M. Kasyň, W. M. Şestakowyň (1981 ý.) we başgalaryň işlerinde seredilýär. Ol deňlemede ýerüsti suwlaryň howaly gatlakdaky dag jynslarynyň, ýerasty suwlaryň, ýagýan ygalyň düzümindäki duzlar, duzlaryň şemal bilen getirilmegi, dökünler bilen goşulmagy we başgalar hasaba alynýar.

Suw balansynyň elementleri belli landşaft zolaga mahsus bolan şertlerde ýörite gurnalan tejribe-balans meýdançalarynda öwrenilýär.

9.6. Gidrogeologiýada geofiziki usullar

Gidrogeologik barlaglarda geofiziki usullar uly kömek berip bilýär:

1) suw saklamaga ukyply gatlaklar gözlenende gidrogeologik maglumatlaryň takyklygyny artdyrýar;

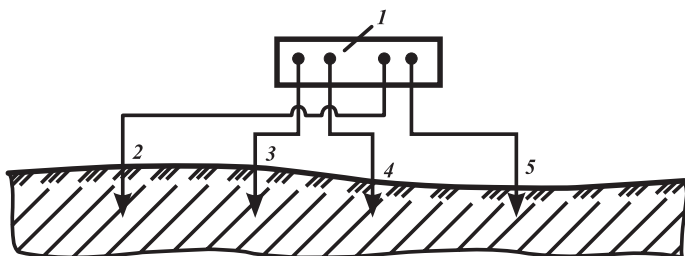
2) gözleg-barlag guýularyny amatly ýerleşdirmäge ýardam berýär.

Geofiziki usullar tebigy we emeli döredilen fiziki meýdanlaryň ulanylmagyna esaslanýar.

Gidrogeologiýada giňden ulanylýan ýerüsti geofiziki usullardan şulary belläp bolýar:

- 1) garşylyk usuly bilen geçirilen elektrik barlaglar;
- 2) emeli polýarlaşdyrma arkaly elektrik barlaglar;
- 3) tebigy elektrik meýdan usuly bilen geçirilen elektriki barlaglar;
- 4) serpigen tolkunlar usuly bilen geçirilen seýsmiki barlaglar.

Elektrik gapdal kesmede (электропрофилирование) tokly sime çatylan gazyklar kakylýar. Şol tokly gazyklaryň aralygy üýt-gewsiz alnyp, bellenen ugur boýunça ölçegler ýörite abzalyň kömegi bilen dowam edilýär (80-nji surat).



80-nji surat. Dag jynslarynyň elektrik kesme usuly bilen öwrenilişi:

1 – abzal; 2–5 – elektrodlar

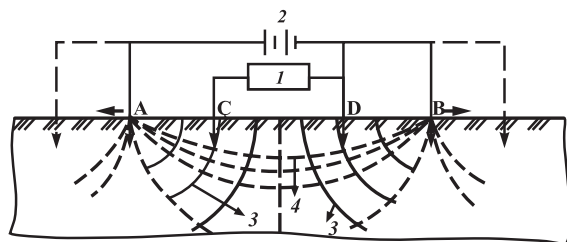
Barlanýan ugurda elektrik togunyň geçmegine udel garşylygyň üýtgemegi şol ýerde dag jynslarynyň görnüşleriniň, çyglylygynyň, ýerasty suwlaryň derejesiniň, duzlulygynyň üýtgemegini ýa-da aşakda haýsy-da bolsa bir gowalçylygyň, yşlylygyň barlygyny aňladýar.

Dik elektrik zondlama (вертикальное электрическое зондирование) ene gatlaklaryň, ýerasty suwlaryň, dag jynslarynyň litologik çalşygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Bu usulyň-abzalyň işleýşi şulara esaslanýar (81-nji surat): tok barýan *A* we *B* elektrodalaryň (simli gazyklaryň) arasyny uzaltdygyňça, toguň akym çyzyklary has aşakdan geçýär. Şol sebäpli elektrik zondlamanyň (sünjümlemäniň) barlap bilýän çuňlugy *A* we *B* nokatlaryň aradaşlygyna bagly we ortaça ol aralygyň 1/3-ne ýa-da 1/4-ne deň bolýar.

Tok barýan A we B elektrodalaryň arasyndaky toguň güýjüni kesgitläp, hem-de C we D elektrodalaryň arasyndaky potensiallaryň tapawudyny ölçäp, dag jynslaryň elektriki garşylygyny bilip bolýar (81-nji surat).

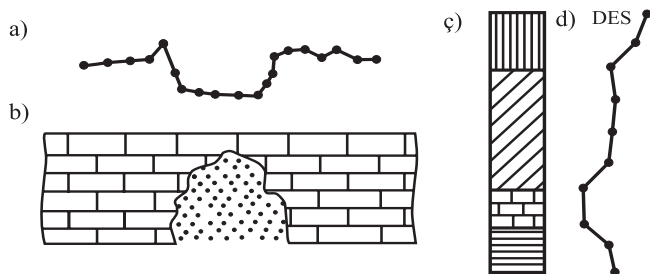
Şol maglumatlaryň esasynda gidrogeologik kesik düzülýär. Usulyň takmynylygy göz önünde tutulyp, kesik goşmaça geçirilen buraw guýulary arkaly takykklanýar.



81-nji surat. Dik elektrik zondlama bilen dag jynslarynyň gatlaklaryny öwrenmek:

1 – potensiometr; 2 – tok çeşmesi; A, B, C, D – elektrodlar;
3 – ekwipotensiallar (birmeňzeş potensially çyzyklar); 4 – tok çyzyklary

82-nji suratda dik elektrik zondlama usuly bilen burawlamanyň netijeleriniň deňşirilip deňeşdirilmesiniň mysaly berilýär.



82-nji surat. Gatlaklar ulgamynyň elektrik barlagy:

a – içi çägeden dolan gowakly ýerden geçýän elektrik kesimi;
b – hekdaşlaryň üsti ýapyk gowakly ýeri; c – guýynyň dik kesigi;
d – dik elektrik zondlamanyň egrisi (DEZ)

Gidrogeologik guýularda ulanylýan we ulanylmagy mümkin senagat geofiziki usullaryň sanawy 39-njy tablisada berilýär.

**Gidrogeologik guýularda (skwažinalarda) ulanylmaga
niýetlenýän senagat geofiziki usullar [35]**

№	Barlag usullary	
1.	Hyýaly garşylyk usuly	Кажущееся сопротивление (КС)
2.	Gapdallaýyn elektrik zondlama	БКЗ - Боковое каротажное зондирование
3.	Tebigy potensiallar usuly	Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС)
4.	Gamma usuly	Гамма-каротаж (ГК)
5.	Neýtron-gamma usuly	Нейтронный гамма-каротаж (НГК)
6.	Harç ölçeme	Расходометрия (РМ)
7.	Termometriýa	Термометрия (ТМ)
8.	Kabelde berkidilen abzallar bilen synag usuly	Опробования пластов приборами на кабеле (ОПК)

9.7. Ýerasty suwlaryň gorlary we gençleri barada düşünje

9.7.1. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň görnüşleri

Ýerasty suwlaryň beýleki gasma baýlyklardan esasy tapawutlylygy, olaryň ýerini jümmüşindäki hereketlilikinde we gorlarynyň hemişelik üstüniň ýetirilip bilinmegindedir. Şol tapawutlylyk sebäpli ýerasty suwlaryň mukdar kategoriýalary iki görkeziji: **gorlar (запасы)** we **gençler (ресурсы)** bilen häsiýetlendirilýär.

Gorlar diýlip, suwly gatlakda, toplumda saklanýan agyrylyk güýjüne tabyn suwlaryň göwrümine aýdylýar. Gorlaryň ölçeg birligi m^3 ýa-da km^3 .

Gençler diýlip, suwly gatlag (topluma, basseýne) dürli çeşmelerden wagt birliginde gelyän suwuň mukdaryna aýdylýar. Gençleriň ölçeg birligi akymyň harjy bilen deňdir, ýagny l/s , $m^3/g-g$, $km^3/ýyl$. «Gençler» adalgasynyň deregine «serişdeler» adalgasynyň bardygyny hem bellemeli.

Gorlaryň we gençleriň toparlara bölünişleri dürli gidrogeologik işlerde berilýär. Bu ýerde käbir goşmaçalar bilen N.I.Plotnikowyň işlerinden alnan synplamanyň beýany berilýär [35].

Tebigy gorlar – tebigy şertlerde suwly gatlakdaky (toplumdaky, basseýndäki) agyrylyk güýjüne tabyn suwlaryň göwrümi. **Dyňzawly suwly gatlaklarda** tebigy gorlardan başga **maýyşgak tebigy gorlar** hem bolýar. Ol gorlar gatlak çalykdyrylmazdan gatlak basyşynyň peselmegi bilen (suw sordurylanda ýa-da öz dyňzawyna çykanda) suwuň we dag jynsynyň maýyşgak giňelmesiniň hasabyna döreýär. Başgaça, maýyşgak gorlar harçlananda suwly gatlagyň göwrümi azalmaýar-da, diňe pýezometrik dereje peselýär.

Tebigy gençler – suwly gatлага (topluma, basseýne) tebigy şertlerde dürli çeşmelerden gelýän suwuň harjy (ygalyň, ýerüsti suwlaryň, damja öwrülýän buguň siňmesi, ýokarda we aşakda ýatan gatlaklardan syzyp geçme, goňşy meýdançalardan gelýän ýerasty akym).

Emeli gorlar – adamyň inžener-hojalyk işleri zerarly dag jynslarynda toplanan ýerasty suwlar (ýagyş, sil suwlarynyň çägä, çagyyla siňdirilmesi, suwarymly ýerlerden, kanallardan, suw howdanlaryndan siňen suwlaryň hasabyna döreýän gorlar).

Emeli gençler – tehnogen prosesleriň täsiri bilen gatлага gelýän suwuň harjy (kanaldan, suw howdanyndan, ekin meýdanlaryndan we ýörite siňdiriji meýdançalardan siňen suwlaryň gelmegi).

Goşulýan (привлекаемые) gençler – suwly gatlakda tebigy şertlerde däl-de, ulanyş döwründe ýerüsti suwlardan, goňşy suwly gatlaklardan gelip döreýän suwlaryň harjy.

Ulanyş gorlary diýlip, tehniki-ykdysady taýdan amatly usul bilen gurnalan suwalgyç desgalar arkaly görkezilen ulanyş düzgünde we suw ulanyşyň doly dowamlylygynda kanagatlanarlyk hilini saklap, alyp bolýan ýerasty suwlaryň mukdaryna aýdylýar. Olary ulanmagyň hasap möhleti 25 ýyla deň diýlip kabul edilýär.

Ýerasty suwlaryň **çaklama gençleri** diýlip, ýerasty suwlaryň umumy gidrogeologik garaýyşlara, nazary pikir ýüwürtmelere, geologik, gidrogeologik kartalaşdyrma, geofiziki, gidrohimiki, gidrologik we suw-balans barlaglara esaslanyp, çaklanýan mukdaryna aýdylýar.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary öwreniliş derejesine baglylykda **A, B** we **C₁** barlag hem-de **C₂** deslapky bahalanýan kategoriýalara bölünýärler.

A kategoriýaly gorlar ulanyş guýularyň iş ýüzünde berýän çykymy we barlag guýularynyň tejribe suw sorduryşlary arkaly barlanyp, degişli hasaplamalar bilen tassyklanan çykymyna görä kesgitlenýär.

B kategoriýaly gorlar ulanyş we barlag guýularynyň hakyky we hasaplanan çykymlarynyň, çeşmeleriniň çykymlarynyň esasynda kesgitlenýär.

C₁ kategoriýaly gorlar sany çäkli synagdan geçen barlag guýularynyň, sada şertlerde bolsa goňşy meýdançalarda geçirilen jikme-jik barlaglaryň netijelerini ulanyp kesgitlenýär.

C₂ kategoriýaly gorlar suwalgyçlaryň hasaplanyp tapylan öndürijiligi ýa-da ýalňyz ýeke guýularda geçirilen gidrogeologik synaglaryň netijesinde kesgitlenýär.

Halk hojalygynda ähmiýeti boýunça ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary balansda duran we balansdan daşgary gorlara bölünýärler.

Balansda duran (hasaba alnan) ulanyş gorlary häzirki döwrüň tehniki we tehnologiýa şertlerinde daşky we ýerli gurşawy aýawly ulanyp, çykarylyp alynmasy, işlenişi, gaýtadan işlenilişi, ulanylmasy ykdysady taýdan bähbitli gorlar.

Balansdan daşary (hasapdan daşary) duran ulanyş gorlary häzirki döwürde çykarylyp alynmasy ykdysady taýdan bähbitsiz bolan, tehniki we tehnologiýa şertler boýunça mümkin bolmadyk gorlar. Balansdan daşgary gorlar agzalan şertler üýtgände balans gorlaryna geçirilip bilner.

9.7.2. Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlaryny bahalamagyň usullary

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary suwalgyç arkaly kesgitli möhlet aralygynda ýa-da çäksiz uzak wagtlap suwuň talap edilýän çykymyny almak mümkinçilikleriniň barlygyny subut edýän deliller boýunça bahalanýar.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary gidrodinamik, gidrawlik, balans, matematiki modelirleme we gidrogeologik analoglar usullary bilen bahalanýar.

Gidrodinamik usul. Bu usul boýunça gorlar hasaplananda matematiki fizikanyň we nazary gidrodinamikanyň deňlemelerinden

çykarylan formulalar ulanylýar. Agzalan deňlemeleleriň we olaryň esasynda çykarylan formulalaryň matematiki we fiziki nukdaýnazardan ýeterlik takyklygy bar diýip hasaplanýar. Bu usul gidrogeologik şertleri sada we ortaça bolan, ýagny ýatys şertleri, gidrohimiki ýagdaýy we süzülme häsiýeti deňölçegli ýa-da belli derejede çylşyrymlaşan ýataklar üçin ulanylýar. Bu usul çylşyrymlylygy juda ýokary bolmadyk ýataklaryň ulanyş gorralaryny hasaplamakda Türkmenistanda hem örän giňden ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorrary şeýle tertipde hasaplanýar. Talap edilýän suwuň mukdary we her guýynyň hasaplanan çykymy boýunça taslanýan suwalgyçda bolmaly guýularyň umumy sany kesgitlenýär. Soňra suwalgyjyň gidrogeologik şertleri boýunça suwalgyç guýularyň amatly ýerleşdiriliş shemasy saýlanyp alynýar. Guýularyň saýlanyp alnan ýerleşdiriliş shemasyna we esaslandyrylan hasap shemasyna görä, ýerasty suwlaryň derejesiniň hasap peselişi kesgitlenýär (S_{has}). Ol ygtyýar berilýän peselişden (S_{ygt}) artyk bolmaly däl. Eger $S_{has} \leq S_{ygt}$ şert berjaý edilýän bolsa, berlen meýdança ulanyş gorrary bilen üpjün edilen diýlip hasaplanýar.

Ýerasty suwlaryň dinamikasynyň formulalarynyň takmynylygy ýokary takyklykly hasaplanýan ulanyş gorralaryň möçberiniň takyklygyna güwä geçmeýär. Ýerasty suwlaryň ulanyş gorralaryny bahalamagyň iň wajyp tapgyry tebigy şertleriň aýgytly görkezijilerini sadalaşdyryp, mukdar bahaly görkezijilere öwürmekdir. Hasaplaryň ygtybarlylygyny artdyrmak üçin gidrodinamik usuly matematiki modelirleme usuly bilen bilelikde ulanmak maslahat berilýär (aýratyn hem çylşyrymly şertlerde).

Gidrawlik usul. Bu usul önüsyra da geçirilen suw sorduryş synaglarynyň netijelerini uly möçbere geçirilmegine esaslanýar. Suwalgyjyň hasap çykymy ýa-da suwalgyçdaky guýularda suwuň derejesiniň garaşylýan peselmesi öňki tejribe suw sorduryşlarda suwalgyjyň ulanylyş döwri toplanan maglumatlara esaslanýar. Bu usul şu meseleleri çözmek üçin ulanylýar:

1) guýudaky suwuň derejesiniň peselmesiniň çykyma baglylygyny anyklamak;

2) özara täsirleşýän guýular ulanylanda, olaryň yrga derejeleriniň kesişmeli ýerini kesgitlemek;

3) toparlaýyn suwalgyçlar ulanylanda emele geljek peseliş egrisiniň ösüşini önünden çaklamak.

Gidrawlik usulyň artykmaçlygy onuň gidrogeologik şertleri toplumlaýyn hasaba almagydyr (guýynyň gyrasynda süzülme kanunynyň ýoýulmasy, gatlaklaryň litologik durnuksyzlygy we ş.m.). Şol sebäpli bu usuly gidrogeologik şertleriň çylşyrymly we önän çylşyrymly ýerlerinde ulanmak bähbitli bolýar.

Usulyň kemçiligi ulanyş gorlaryň gaýtadan dikelmegini (öweziniň dolmasyny) kesgitläp bolmaýanlygydyr, sebäbi tejribe maglumatlary ýerasty suwlaryň akymynyň balansyny öz içine almaýar.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlarynyň balans, matematiki modelleme, gidrogeologik meňzeşlik (analogiýa) usullar bilen kesgitleniş ýörite kitaplarda giňişleýin berilýär.

10.

SEBITLEÝIN GIDROGEOLOGIÝA GIRIŞ

10.1. Territoriýalary gidrogeologik sebitleşdirmeginiň ýörelgeleri

Sebitleýin (regional) gidrogeologiýa ýerasty suwlaryň kemala gelşini, ýatysyny, ýaýrawyny, şeýle-de olaryň dürli sebitlerdäki hilini we mukdaryny öwrenýär.

Sebitleýin gidrogeologiýanyň ýörelgelerini ulanyp düzülen we toplumlaýyn häsiýetlendirilen daýanç gidrogeologik kesikler bilen üsti ýetirilen kiçi masştably kartalaryň atlaslary iş ýüzünde giňden ulanylýar.

Gidrogeologik sebit diýlip, gidrogeologik şertleriniň umumylygy bilen häsiýetlendirilýän sebitlere aýdylýar. Gidrogeologik sebitlemäniň mazmuny dürli maksatlary, faktorlary, masştablary hasaba alyp, şeýle sebitleri bölüp çykarmakdyr.

Gidrogeologik sebitleme dürli etraplarda, welaýatlarda, olaryň arasyndaky kanunylyklary aýan etmäge mümkinçilik berýär. Sebitleşdirmäniň esasy bolup, ilkinji nobatda, geologik-struktur, litologik, geomorfologik, tektonik, fiziki-geografik alamatlar hyzmat edýärler. Ol şertler bilen dürli sebitlerde ýerasty suwlaryň toplanmasy, ýaýrawy, ýatys şertleri, duzlulygy we düzümi kesgitlenýär.

Sebitleýin gidrogeologiyada öňki agzalan adalgalardan başga gidrogeologik basseýn we gidrogeologik mertebe ýa-da suwly formasiýa ýaly goşmaça düşüňjeler ulanylýar.

Gidrogeologik basseýn diýlip, bir bitewi ýaýla arkaly baglanyşyk saklaýan suwly toplumlaryň ulgamyna aýdylýar. Dyňzawly suwlar bilen doldurylan basseýnlere artezian basseýn diýilýär.

Geologik ýaşy boýunça dürli bolanda-da, litologik düzümi we gelip çykyşy boýunça birmeňzeş, ýatyş şertleri, ýaýrawy, iýmitlenişi, harçlanyşy boýunça golaý ýerasty suwlaryň birleşmelerine (basseýnlerine) **gidrogeologik mertebe (этаж)** ýa-da **suwly formasiýa** diýilýär [71].

Suwly formasiýalar birnäçe suwly toplumlardan (kompleksden) düzülýärler we köplenç, sebitleýin durnukly suwabentler bilen araçäkleşýärler. Her formasiýa beýlekiden öz paleogidrogeologik ösüşi, gidrodinamik we gidrogeologik şertleri bilen tapawutlanýar.

Gidrogeologik sebitlemede artezian we teýgum suwlary aýry-aýrylykda we toplumlaýyn (kompleksleýin) sebitleşdirilip bilinýär. Toplumlaýyn sebitleme ownuk masştably barlaglarda ulanylýar. Ol geologik-struktur ýörelgelere esaslanýar. Munuň ýaly garaýyşda sebitiň hemme suwlary hasaba alynýar, bu garaýyş tebigatdaky hemme suwlaryň bir bitewiligi baradaky ýörelgä gabat gelýär. Struktur-gidrogeologik sebitleme suwly gatlaklaryň, toplumlaryň, mertebeleriň geologik giňişligiň dikligine we keseligine bölünmesiniň taksonomik shemasyny hasaba alýar.

Şeýle sebitlemäniň netijesinde öňki SSSR-iň meýdany 19 sany iri gidrogeologik welaýatlara bölünýär. Şol sanda olaryň arasynda Türkmenistana **Turan plitasynyň we Köpetdag-Balkan ýygýrtlanmasynyň** welaýatlary degişli. Platformalara degişli gidrogeologik welaýatlaryň çäklerinde **birinji we ikinji derejeli** sebitler bölünip çykarylýar. Ol bölümçeler gadymky platformalaryň gabyk galkanyna (щит) we ýaş platformalaryň binýadyny düzýän ýygýrtlanmaly ulgamlara, platformalaryň içerki bölümçeleri bolup hyzmat edýän sineklizalara, anteklizalara, çöketliklere degişli bolup bilýärler.

Daglyk-ýygýrtlanmaly gidrogeologik sebitler ýokary gönükdirilen zarply jaýryk suwlarynyň, gowşak hereketli jaýrykly-gatlakly suwlaryň, alp guşaklygyndaky dürli tarapa ugrukdyrylan jaýryk-gatlak suwlarynyň basseýnleri bilen häsiýetlendirilýärler. Daglyk-ýygýrt-

lanmaly gidrogeologik welaýatlaryň çäklerinde-de dag ýaýlalarynyň, dagara çöketlikleriň we ýapylaryň **birinji** we **ikinji** derejeli sebitleri (basseýnleri) bölünip çykarylýar.

Aşakda Türkmenistandaky gidrogeologik welaýatlara gysgaça häsiýetnama berilýär [32, 34, 35].

10.2. Turan plitasy

Turan plitasy ýa-da Turan platformasynyň artezion welaýaty çylşyrymly epigersin plitanyň çäginde epinli paleozoy binýadynyň üstünde ýerleşýär we mezo-kaýnozoyyň ýumşak çökündileri bilen örtülýär. Onuň araçäkleri bolup gündogarda Týan-Şan daglyk ýurdy, günortada Köpetdagyň we Paropamiziň ýapylary, demirgazyk-günbatarda Günorta Ural we Emba tektonik sepi, demirgazyk-gündogarda Gazak tümmekli baýyrlygy, günbatarda Hazar (Kaspiý) deňzi hyzmat edýärler.

Relýefi boýunça bu ýerde pesrāk daglyk-baýyrlyklar, çuň çöketlikler duşýarlar.

Üstýurt platosy daş-töweregindäki ýerlerden beýikligi 35–40 *m*-e, käte 200 *m*-e ýetýän kötel ýapylary (çüňkleri) bilen saýlanýar. Plato günorta-günbatarda Mangyşlak beýgelmesi, peseňrāk Tüwergyr daglary we olara ýanaşyk çöketlikler-oýlar bilen çäklenýär. Tekiz alaňlaryň üstünde uzynan giň seňnerler (валы) we çuň oýlar duşýarlar. Relýefiň absolýut bellikleri 160–236 *m*-den minus 20, minus 40 *m* aralykda üýtgeýär.

Garagum düzlügi Amyderýa bilen Üstýurduň hem-de Köpetdagyň aralygynda ýerleşýär. Bu düzlük Üňüzarka we Pes Garaguma bölünýär, olaryň araçägi bolup Üňüziň düýbi şorlaşan zynjyra düzülen ýaly, akgytsyz oýlary hyzmat edýär.

Üňüzarka Garagum çölüniň demirgazyk-günbatar bölegini eýeleýär. Üstýurt bilen onuň arasyny Ýokarky Uzboý koridory üzýär, demirgazyk araçägi bolup Horezm serpindi çökündileri, gündogarda Amyderýanyň häzirkі zaman jülgesi hyzmat edýär. Belent düzlügiň relýefinde ulgamly depeler agdyklyk edýär. Olar galapyn ene gatlagyň jynslaryndan düzülýärler we meridian bilen ugurdaşa golaý uzalyp

ýatýarlar. Olaryň absolýut bellikleri günortadan-demirgazyga tarap 220 *m*-den 100 *m*-e çenli azalýar.

Pes Garagumda relýefiň iň giňden ýaýran görnüşleri çägeleriň ulgamlary, depeleri we aklaňlary, olaryň uzalyp-süýnüp ýatyş ugurlarynyň meridiandan gapdala gyşarmasy 30°-dan geçmeýär. Pes Garagumuň tapawutly aýratynlygy – ol ýerde takyrlaryň giňden ýaýranlygyndadyr.

Günortada Pes Garagum Köpetdagyň dagýaka düzlügiňiň, Tejen, Murgap derýalarynyň we Amyderýanyň aralarynda ýerleşen Bathyz we Garabil belentliklerine (absolýut belentlikleri 900 *m*-e çenli) öwrülýär.

Sebitiň guraksy çöllük **klimaty** bar we temperaturanyň ýokarylygy, çyglylyk ýetmeziniň örän ýokarylygy bilen tapawutlanýar. Bu şertler ýeriň ýüzüne golaý ýatýan gatlaklardaky suwlaryň üznüksiz bugaryşa harçlanmagyna sebäp bolýar. Ýylyň dowamynda ýagýan ýagynyň mukdary 100-150 *mm* çemesi. Ýagynlaryň esasy bölegi howanyň salkyn pasyllarynda ýagýar (gyşyna-ýazyna). Güýz ýagyşlary yssy tomusda guran dag jynslaryna siňip, diňe iň ýokarky gatlary yzgarladýar we köplenç, ýerasty suwlaryň derejesine ýetmeýär.

Gyşyna gar, adatça, doňan dag jynslarynyň üstüne ýagýar we eräýse-de bugaryşa kän harçlanman, topragyň doýgunlyk ýetmezini azaldýar. Ýazyna ýagynyň iň köp ýagýan wagty ýere düşen ýagyn howa salkynlygy sebäpli bugaryşa az harçlanýar, soňra doýgunlyk ýetmezçiligi peselen dag jynslarynyň üsti bilen ýerasty suwlaryň derejesine syrygyp ýetýär. Çägeli çöllükde ýagyn suwunyň hemmesi diýen ýaly çägä siňýär. Ýüzi topur, toýun gatlagy bilen örtülen takyrlarda azda-kände dowamly ýagyşdan soňra takyrlaryň peselýän ýerinde wagtlaýyn köller emele gelýär. Ol suwlaryň takyrlaryň aýa-guçlarynda, çägä yzygiderli siňýän ýerlerinde takyrýaka süýji suw linzalary kemala gelýär.

Turan plitasynyň binýady dislokasiýa (düýpli tektonik ýygirtlanma-bozulyp synma proseslerine) sezewar bolan paleozoý eýýamynyň metamorfizmeleşen (düýpli özgeren) çökündi we magmatik jynslaryndan düzülen. Bu binýada **aşaky gidrogeologik mertebe** degişli.

Bu mertebe paleozoý we proterozoý eýýamlarynyň dürli düzümlü jynslarynda saklanýan jaýryk, jaýryk-gowaklanma suwlaryny öz içine alýar.

Kristallik binýadyň relýefi örän çylşyrymly: käbir ýerde ol ýeriň ýüzüne çykýar, beýleki ýerlerde 10000 *m*-e çenli çuňlukda duşýar (83-*nji surat*). Binýadyň ýeriň ýüzüne çykýan ýerlerinde iň gadymy jynslardan düzülen Garataý, Soltanweýisdag (Soltanweýisdag – Amyderýanyň sag kenarynda ýerleşen (peseňräk dag gerşi) ýaly paleozoý eýýamynyň kwarsitlerinden, granodioritlerinden düzülen (БСЭ, т.25, 1976) daglary, Gyzylgumuň belentlikleri duşýarlar. Binýadyň uly çuňlukda ýatýan böleginiň içinde aýry-aýry gümmез ýokary galyşlary (antiklinal ýygirtlanma ulgamlary) süýnmek belentlikleri döredýärler (Üstýurt, Tüwergyr, Maňgyşlak we başg.). Binýadyň örtügi mezozoý-kaýnozoy eýýamlarynyň çökündi jynslaryndan düzülen. Umuman, Turan plitasy çuň tektonik synmalar arkaly uly parçalara (bloklara) bölünip, çylşyrymly fasial-struktur şertleri döredýärler. Oňa iki sany gidrogeologik mertebe degişli.

Ýokarky gidrogeologik mertebe çetwertik, neogen we ýokarky paleogen döwürleriniň çökündilerini öz içine alýar. Onda dürli şejereli (gelip çykyşly) çökündilere (deňiz, derýa) degişli teýgum suwlary we pes dyňzawly suwly gatlaklar we toplumlar duşýarlar. Şolaryň arasynda iň giň ýaýranlaryna derýalaryň çökündileriniň suwly gatlaklary degişli. Olar himiki düzüminiň, çykymynyň, galyňlygynyň we ýatyş çuňlugynyň örän köp dürlüligi bilen häsiýetlendirilýärler. Derýa aralyklaryny düzýän çägelерде süýşýän çägelеріň çäklerinde giň meýdanlary eýeleýän süýji ýerasty suwlaryň linzalary duşýarlar (mysal üçin, Çerkezli linzasy). Ýokarky mertebäniň aşagynda galyňlygy 100–400 *m* we ondan hem köp bolan paleogen toýunlary ýatýarlar.

Ortaký gidrogeologik mertebe paleogen, hek we ýura döwürleriniň dag jynslary bilen bagly. Olarda dürli himiki düzümlü gatlagara dyňzawly suwlar ýatýarlar.

Ýokarky gidrogeologik mertebäniň ýerasty suwlary

Türkmenistanda iň uly ähmiýete Turan plitasynyň ýokarky gidrogeologik mertebesiniň ýerasty suwlary eýedir.

Häzirki zaman deňiz çökündileriniň suwly gatlagy Hazarýaka düzlüklerde duşýar. Suw saklaýan çökündiler zylçalaşan çägelерден

ybarat. Teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugy 0,5–10,0 *m*. Kenarýaka zolakda suwlar ýeriň ýüzüne has golaý ýatýarlar. Teýgum suwlarynyň duzlulygy 15 *g/dm*³-dan 100 *g/dm*³-a çenli we ondan hem köp, himiki düzümi hlorly-natrili, hlorly-magnili-natrili. Käbir ýerde duzly suwuň ýüzünde süýji suwlaryň linzalary emele gelýär. Guýularyň çykymy 1,5–4,0 *m* peselişde 0,4 *l/s*-den ýokary geçmeýär.

Ýokarky çetwertik we häzirki zaman derýa çökündileriniň suwly gatlagy Amyderýanyň, Murgap, Tejen derýalarynyň arnasynda, birinji we ikinji basgançaklarynda duşýarlar. Suw saklaýan jynslara çägeler, çagyllar, topurlar, toýunlar bilen gezekleşip ýatýan gumbaýrak degişli. Suwly gatlagyň galyňlygy 10–65 *m*. Suwuň ýatýan çuňlugy arnada we birinji basgançakda 1–5 *m*, ikinji basgançakda – 10 *m*-e çenli. Teýgum suwlarynyň duzlulygy kenarýaka zolakda 1–3 *g/dm*³. Birinji we ikinji basgançaklarda duzlulyk 5–10 *g/dm*³, suw aýlanyşygy haýal bolup geçýän we teýgum suwlarynyň ýeriň ýüzüne golaý ýatýan ýerlerinde duzlulyk 40–50 *g/dm*³-a ýetip bilýär. Birlik (udel) çykym 0,3-den 15 *l/s*-a çenli üýtgeýär.

Çetwertik döwrüň aýyl-saýyllaşdyrylmadyk derýa çökündileriniň suwly toplumy gadymky Amyderýanyň çökündilerinden düzülen. Aşgabadýň gabadyndand gündogarda olaryň üsti gadymky Murgap we Tejen derýalarynyň çökündileri bilen örtülen. Bu toplum dürli möçberli çägelerden düzülip, gündogardan demirgazyk-günbatara–Hazar deňzine tarap hereket edýän ýerasty suwlaryň örän galyň akymyny öz içinde saklaýar. Suwly toplumyň galyňlygy basseýniň merkezi böleginde 300 *m*-e ýetýän bolsa, günbatarda–Uzboýa ýeten ýerinde nola çenli azalýar. Suwlaryň duzlulygy Amyderýanyň jülgesinden daşlaşdygyça 0,5 *g/dm*³-dan 10–15 *g/dm*³-a çenli artýar. Suwlaryň ýatýan çuňlugy, köplenç, 20–30 *m*, akgytsyz oýlarda 1–3 *m*-e çenli. Toplumyň ýerasty suwlary erkin üstli, diňe käbir toýun gatlaklarynyň aşagynda ýatan suwly çägelerde ýerli dyňzaw döräp bilýär.

Tejen-Murgap, Amyderýa-Murgap derýa aralyklarynda, suwly toplumyň Üňüzarka Garagumuň gündogar bölegi bilen serhetleşýän ýerlerinde, günbatar aýaguçlarynda duzly suwlaryň üstünde ýüzüp ýören süýji we çala şorumtyk ýerasty suwlaryň giň meýdanly ýataklary duşýar. Olardan iň gowy öwrenilenlerine Ýasha, Çilmämmetgum, Çerkezli linzalary degişli. Balkan welaýatynyň dürli kärhanalaryny, şol sanda Awaza syýahatçylyk toplumyny, agyz-hojalyk suw bilen üpjün etmekde ol ýataklaryň ähmiýeti örän uludyr.

Çerkezli linzasynda duzlulygy 1 g/dm^3 -a çenli bolan suwlar 400 km^2 meýdanda ýaýran ($30 \times 14 \text{ km}^2$). Süýji suwly gatlagyň galyňlygy 30 m , ýatýan çuňlugy $13\text{--}90 \text{ m}$.

Ýasha ýerasty süýji suw linzasyndaky suwlaryň möçberleri has hem uly. 1987-nji ýylda N.G.Şewçenko we A.S.Kolomeýes onuň gollaryny 2075 l/s -e deň diýip kesgitleýärler [58].

Dagetek düzlükleriň aýaguçlaryndaky takyrlaryň çäge depeleri bilen serhetleşýän ýerlerinde tebigy we emeli takyrýaka ýerasty süýji suw linzalary emele gelýärler. Şeýle takyrlar Pes Garagumuň içki böleklerinde hem duşýarlar. Ol linzalaryň galyňlygy 20 m -e çenli. Olaryň suw berijiligi ýokary däl (çykymy köplenç $0,05\text{--}0,3 \text{ l/s}$).

Çetwertik delýuwial-prolýuwial (ýapyüsti-silsüren) suwly toplumy, esasan, Köpetdagýaka düzlügiň çäginde duşýar. Iri jülge-lerden çykýan wagtlaýyn akymlyr we derýalar dagyň düýbünde uly eňaşaklyk bilen ýatan güberçek ýapylary (конус выноса) emele getirýärler. Olaryň ýokarky we merkezi bölekleri gumbaýrak doldurgyçly çagyllardan düzülip, galyňlygy ýüzlerçe metre ýetýän suwly gatlaklary döredip bilýärler (Pöwrize, Arwaz güberçek ýapylary). Günorta araçägi hekdaşly gaýalara ýetip duran bu çökündiler duzlulygy pes bol suwly gatlagy emele getirýärler. Suwlaryň duzlulygy $0,3\text{--}3,5 \text{ g/dm}^3$, esasan, gidrokarbonat-sulfat düzümlü. Dagetek düzlügiň tekizleşen ýerlerini düzýän toýunsow gatlaklarda duzlulyk 10 g/dm^3 -a, hatda 30 g/dm^3 -e çenli artýar. Olaryň suw berijiligi pes, çykymy $0,2\text{--}0,5 \text{ l/s}$ -den geçmeýär.

Neogen çökündileriniň suwly toplumy

Neogeniň uly galyňlykly çökündileriniň gidrogeologik şertleri ýerine baglylykda dürlüdür. Suw saklaýan jynslar: çägeler, çägedaşlar, çagyldaşlar, hekdaşlar, balykgulakly hekdaşlar.

Dagetek zolakda neogeniň aýry-aýry gatlaklarynyň amatly süzdürijiligi bar, emma olaryň suw ýygnaý biljek meýdany ujypsyzdyr.

Deňizde dörän neogen çökündileriniň suwly gatlaklarynyň dagetek zolakda ýerleşen ýerlerinde kiçeňräk çeşmeler duşýar. Öz döwründe duzlary ýuwlup aýrylan neogeniň akçagyl bölüminiň çägelere we çagyllary bilen süýji hem çala şorymtyk suwlar bagly.

Şeýle suwlar Berekedin (öňki Gazanjygyň) golaýynda duşýarlar. Olaryň duzlulygy $0,8-2,0 \text{ g/dm}^3$. Himiki düzümi boýunça suwlar hlorly-sulfatly, kation düzüminde natriý agdyklyk edýär. Günbatar Köpetdagda skwažinalar bilen neogeniň açylan suwlarynda $\frac{rNa}{rCl}$

elmydama 0,87-den örän köp, bu bolsa suwlaryň siňme usuly bilen döränliginiň alamatydyr.

Neogeniň sarmat we orta miosen çökündilerinde duşýan suwlar Bamy-Goç-Gyzylarbat (häzirki Serdar) sebitlerinde burawlanan skwažinalardan alnan maglumatlara görä, duzly we örän duzly (60 g/dm^3 -a çenli we ondan hem köp). Suwlar hlorly-natrili, sulfat düýpgöter diýen ýaly ýok, emma ýod bilen brom bar. Suwuň düzüminde duşýan gurşunyň we sinkiň adatydan köpdügi görünýär.

Üňüzarka Garagumda suw saklaýan toplumlar orta pliosene degişli çägeler we çägedaşlar, olar bilen gatlaşyp duşýan hekgumdaşly toýunlar, ýokarky pliosene degişli çägeler we çägedaşlar. Suwly toplумыň galyňlygy 40–120 m, ýatýan çuňlugy 10–70 m we Demirgazyk-Günorta Üňüziň akgytsyz oýlaryna tarap artýar. Hut akgytsyz oýlarda ýerasty suwlar 0–10 m çuňlukda ýatýarlar. Suwlaryň duzlulygy ýokary ($10-50 \text{ g/dm}^3$), düzümi boýunça hlorly-natrili.

Üňüzarka Garagumuň gündogar böleginde galyňlygy 2 m-den 30 m-e ýetyän süýji ýerasty suwlaryň barlygy hasaba alnan. Suwuň düzümi gidrokarbonatly-natrili, sulfatly-gidrokarbonatly-natrili. Ol ýerde ýerleşen Balguýý süýji suw linzasynyň çykymy 2,5–6 m peselişde 2–8 l/s-a deň.

Ortaky gidrogeologik mertebäniň ýerasty suwlary

Şu mertebeden hek döwrüniň çökündilerinde ýerleşen ýerasty suwlar häsiýetlendirilýär.

Amyderýa artezion basseýninde ýokarky hek döwrüniň çökündileriniň suwlary çägelerde, çägedaşlarda we kirşendaşlarda saklanýarlar. Ol suwly gatlaklaryň umumy galyňlygy 80–160 m. Suwly gatlaklar 100–800 m çuňlukda ýerleşýärler, emma suwuň pýezometrik derejeleri ýeriň ýüzünden 10–50 m çuňluga çenli ýokary galýarlar,

Garagum gümmeziniň çäklerinde ol derejeler ýeriň ýüzünden 80–40 *m* çuňluga çenli ýokary galýar. Gatlagyň ortaça süzülme koeffisiýenti 0,05–6 *m/g-g*. Suwlaryň duzlulygy Murgap çökertliginiň we Garagum gümmeziniň çäklerinde 25–35 *g/dm³*. Suwlaryň düzümi hlorly-natrili, nebit-gaz ýataklarynyň golaýynda suwuň düzüminde kükürtli wodorod, kömürturşy gazy, metan duşup başlaýar.

Aşaky hek döwriň suwly toplumlary Türkmenistanda, köplenç, uly çuňluklarda duşýarlar. Merkezi Garagum gümmezinde senoman we ýokary alb çökündilerinde suwuň derejesi 1485–1490 *m* çuňlukda açylýar we soňra guýynyň agzyndan 50 *m* çuňluga çenli ýokary galýar. Suwuň duzlulygy 30 *g/dm³*. Aşaky apt çökündilerindäki suwlar aşa duzlulygy (120 *g/dm³*-a çenli) sebäpli gorabalara degişli.

Aşaky gidrogeologik mertebäniň ýerasty suwlary

Aşaky gidrogeologik mertebe diňe ýeriň ýüzüne çykýan ýerlerinde, platformanyň gyrak-bujaklarynda uly çuňluklara çenli pese düşmedik ýerlerinde, azda-kände binýadyň uly çuňlukdaky ýerlerinde öwrenilen. Ol ýerlerde jaýryk, jaýryk-damar, jaýryk-gowaklaşma suwlary duşýrlar. Ol suwlar paleozoýdan öňki we paleozoý ýaşly dürli petrografik düzümlü jynslarda saklanýarlar.

Merkezi Gyzylgumda jaýrykly hekdaşlardan çykýan çeşmelerdäki gidrokarbonatly-kalsili suwlaryň duzlulygy 1 *g/dm³*-dan ýokary geçmeýär.

Jaýrykly çägedaşlardaky we çagyldaşlardaky suwlaryň duzlulygy 1,5–3 *g/dm³*, düzümi sulfatly-hlorly-natrili.

Metamorfik slanesler örän az suwly, suwuň duzlulygy 3–5 *g/dm³*-a çenli.

Jaýrykly magmatik jynslaryň (intruziwler we effuziwler) suwly zolagynyň galyňlygy onlarça metre ýetýär. Olardan iýmitlenip, aşakdan ýokary çykýan çeşmeler köp sanly, emma harçlary, köplenç pes (0,2–0,5 *l/s*), suwlar süýji we çala şorumtyk (0,5–2,5 *g/dm³*). Bu jaýryk suwlarynyň duzlulygynyň pesligi olaryň atmosferadan ýere siňenden soň geçýän akgyt ýolunyň uzyn dældigi bilen bagly.

Gidrogeologik sebitleşdirme

Turan plitasynyň çäginde birinji derejeli sebit hökmünde artezian basseýnleri we jaýryk suwlarynyň basseýnleri bölünip çykarylýar. Käbir artezian basseýnler biri-biri bilen ýakyn baglanyşykly ikinji derejeli basseýnlerdir.

Birinji derejeli uly artezian basseýnlere Amyderýa (şol sanda Buhara-Garşy, Üňüzarka, Merkezi Garagum, Bathyz-Garabil, Köpetdagetek ikinji derejeli basseýnler), Syrderýa, Üstýurt we beýlekiler degişli.

Amyderýa artezian basseýni Turan plitasynyň günorta tараpynda ýerleşýär, ol meýdany örän uly adybir depressiýany eýeleýär. Demirgazykda we demirgazyk-gündogarda ol paleozoý binýadynyň ýokary galmalary bilen çäklenýär, günbatarda ol, esasan, Täjik wirgasiýasynyň, Köpetdagyň, Uly we Kiçi Balkanyň mezozoý we kaýnozoy çökündileri bilen araçäkleşýär.

Binýadyň çylşyrymly şekili we litologik aýratynlyklary boýunça basseýniň çäginde birnäçe ikinji derejeli artezian basseýnleri bölünip çykarylýar.

Üňüzarka artezian basseýni Amyderýa basseýniniň demirgazyk böleginde, Merkezi Garagum gümmesinde we oňa ýanaşyk duran Üňüzarka we Derýalyk-Döwdan çöketliklerinde ýerleşýär (Derýalyk–Amyderýanyň Sarygamyş kölüne guýan köne hanasynyň biri. Iň soňky gezek onda suw 1878-nji ýylda akan (БСЭ, т.7, 1972)). Çöküнди örtük bu ýerde örän galyň (2000-4500 *m*). Basseýniň ýokarky we ortaky gidrogeologik mertebelerinde ýerasty suwlaryň duzlulygy ýokary – 10–35 *g/dm³*-dan gorabalara (200 *g/dm³*) çenli. Diňe neogen çägelerinde süýji suwlaryň linzalary duşýar.

Merkezi Garagum artezian basseýniniň araçäkleri bolup, demirgazykda Üňüzarka artezian basseýni, güntortada Köpetdagetek çöketligi, günbatarda Tüwergyr beýgelmesi hyzmat edýärler. Çöküнди örtügiň galyňlygy 4000 *m*. Ortaky gidrogeologik mertebe, esasan, hek döwrüniň suw geçirmeýän (suwabent) gatlaklaryndan düzülen. Gidrogeologik jähetden diňe neogen-çetwertik çökündileriniň suwly gatlagy (200-500 *m* çuňluga çenli) öwrenilen. Ýerasty suwlar duzly

(15–50 g/dm³), diňe takyryaka zolakda galyňlygy 5–30 m-e ýetýän süýji suw linzalary duşýarlar.

Bathyz-Garabil artezion basseýni Amyderýa artezion basseýniniň günorta we günorta-gündogar bölegini eýeleýär we Murgap çökertliginiň hem-de Repetek-Kelif beýgelmeleriniň çäklerinde ýerleşýär. Çökündi örtügiň galyňlygy 5000 m-e ýetýär. Bu örtügiň içinde ýokarky ýura çökündileriniň gowurdak pagsasynyň sebitleýin suwabent bolup hyzmat edýänligini bellemeli.

Ýokarky gidrogeologik mertebäniň neogen-çetwertik çökündilerinde süýji ýerasty suwlaryň linzalary giň meýdanlary eýeleýärler. Olaryň galyňlygy 80 m-e çenli ýetýär. Linzadan aşakda dürli düzümlü duzly suwlar ýatýarlar.

Ortaky gidrogeologik mertebäniň suwlary hem örän duzly. Ýokarky hek çökündilerinde iň az duzly suwlar (28 g/dm³) duşýarlar. Aşakdaky suwlaryň duzlulygy 550 g/dm³-a ýetýär. Günortada agzalan suwly toplumlaryň ýymitlenýän zolagynda şorumtyk (3–5 g/dm³) suwlar duşýarlar.

Köpetdagetek artezion basseýni. Köpetdagetek çökertligi Kürendagdan günorta-gündogara – Sarahsa çenli diýen ýaly, 500 km-e uzalyp gidýär. Günbatarda çökertligiň epinli sebite degip duran ýerinde:

- 1) Uly we Kiçi Balkanyň arasyny üzüp duran Balkanara koridory.
- 2) Däneata gerşi bilen Kiçi Balkanyň arasyny üzüp duran Däneata koridory.
- 3) Ezet-Garagöz depressiýasy emele gelýär.

Agzalan dagara çökertliklere degişli artezion basseýnleri bar.

Köpetdagetek artezion basseýniniň aýry-aýry depressiýalarynyň aralary struktur böwetler bilen üzülýär. Serdar etrabyndan (Gyzylarbatdan) demirgazyk-günbatarda Gazanjyk artezion basseýni bar. Ondan günorta-gündogarda Aşgabat we Kaka artezion basseýnleri ýerleşýärler.

Köpetdagetek basseýni gidrogeologik taýdan ýeterlik öwrenilmedik. Bar bolan çuň guýularyň we geofiziki barlaglaryň maglumatlary kesikde Köpetdagdaky suwly toplumlaryň we suwabentleriň bardygyny görkezýär, emma olaryň ýaýrawy doly anyklanylmadyk.

Köpetdagyň çökertligiň üstüne süýşüp-abanyp duran ýerinde ýyly çeşmeleriň uzyn hatary («Synma zolagy») ýerleşýär. Ol çeşmelerden

ýeriň aşagy bilen synma zolagyndan gelýän suwlar we ýagyn suwlary dagetek düzlüginin ýerast suwlarynyň tebigy iýmitlenmesinde aýgtyly orun eýeleýärler.

Üstýurt artezian basseýni Turan plitasynyň günbatarynda Merkezi-Üstýurt tektonik seňneri bilen serhetleşýän iki sany Demirgazyk Üstýurt we Aşaky howdan ((Accake-Kaудан) – uzynlygy 150 km, ini 85 km çöketlik (Özbekistan-Gazagystan). Onuň merkezi böleginde (ýokarky çetwertik döwürde süýji suwly Sarygamyş kölüniň bir bölegi bolan) çuň çöketlikler ýerleşýärler (БСЭ, t.2, 1970). Basseýniň günorta, günorta-günbatar we merkezi böleklerinde Sarygamyş, Aşaky howdan, Barsagelmez oýlary ýerleşýärler. Günbatarda we günortada Maňgyslak basseýni we Tüwergyr beýgelmeleri, demirgazykda Hazaryaka pesligi, demirgazyk-gündogarda Demirgazyk Aral artezian basseýni bilen araçakleşýär.

Basseýniň örtük çökündileriniň aýratynlyklaryna ýokarky gidrogeologik mertebesinde mioseniň galyň karbonat jynslary, ortaky gidrogeologik mertebesinde hek döwriň senon bölüminiň suwabent hek gumdaşlary degişli. Örtük çökündileriň galyňlygy triasyň çökündilerini hasaba almazdan, tektonik seňnerleriň gümmezinde 2000 m-den, çöketliklerde 4000 m-e çenli ýetýär.

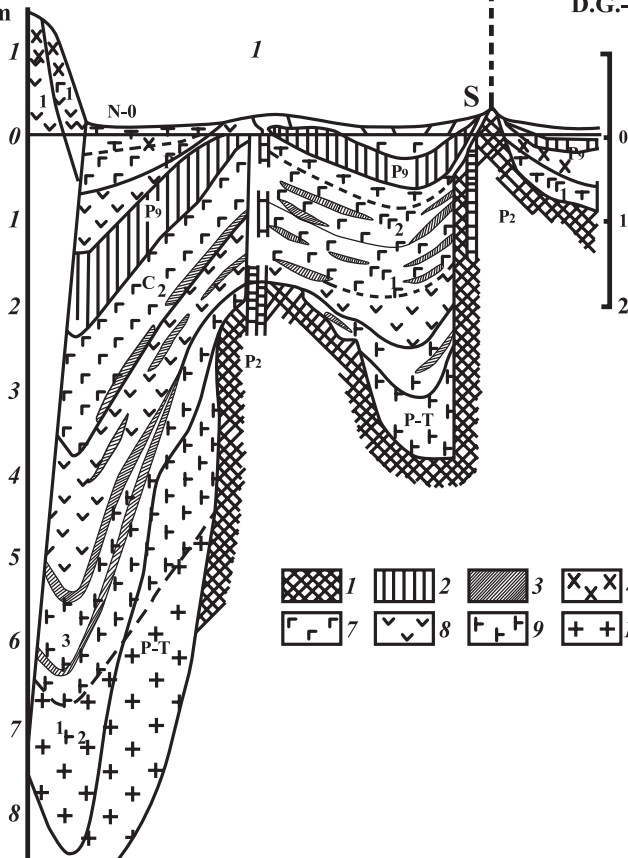
Basseýniň çäginde süýji ýerasty suwlar ýok, çala şorumtyk suwlar (2 g/dm^3 -a çenli) mioseniň jaýryklaşan we gowaklaşan hekdaşlarynda duşýarlar. Beýleki suwly toplumlarda suwuň duzlulygy ýokary ($20\text{--}200 \text{ g/dm}^3$), düzümi, esasan, hlorly-natrili.

Tüwergyr basseýni jaýryk we jaýryk-gatlak suwlaryndan ybarat we adybir pes daglygyň çäklerinde duşýar. Süýji suwlar ýok. Çala şorumtyk we şorumtyk suwlar ($2\text{--}5 \text{ g/dm}^3$) binýadyň epinli az suwly jynslarynda duşýarlar. Ýura we hek döwürleriniň karbonat hem-de terigen jynslarynyň ýüze çykmalary bilen duzlulygy $17,5 \text{ g/dm}^3$ suwlar bagly. Suwlar himiki düzümi boýunça hlorly-natrili kysyma degişli.

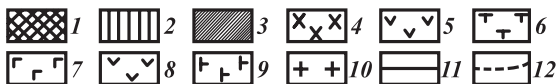
Turan plitasynyň geologik gurluşynyň we gidrogeologik şertleriniň berlen gysgaça beýanynyň üsti 83-nji surat bilen ýetirilýär.

G.O.-G.B.

km



D.G.-G.D.



**83-nji surat. Amyderýa we Syrderýa basseýnleriniň
üstünden geçirilen kesik (L.A.Ostrowskiý we
W.M.Fomin boýunça [32]):**

1 – paleozoýyň ýygýrtlaşan binýady; 2 – paleogeniň sebitleýin suwabendi; 3 – ýerli suwabentler.

Ýerasty suwlaryň duzlulygy (g/dm^3): 4 – 3 g/dm^3 -a çenli;

5 – 3-10 g/dm^3 ; 6 – 10-35 g/dm^3 ; 7 – 35-70 g/dm^3 ;

8 – 70-140 g/dm^3 ; 9 – 140-270 g/dm^3 ; 10 – 270 g/dm^3 -dan

köp; 11 – suwly toplumlaryň araçäkleri; 12 – duzlulygy dürli suwlaryň araçäkleri; S – Soltanweýisdag

Sebitiň ýerasty suwlarynyň halk hojalygynda ähmiýeti

Sebitde süýji we duzlulygy pes suwlarynyň ýaýrawy deňölçeşsiz, olaryň ulanylyşyna gözegçilik talap edilýän derejä ýetirilmeyär.

Merkezleşdirilen suw üpjünçilikde ulanylmak mümkinçilikleri diňe Amyderýanyň jülgesindäki we Köpetdagýaka düzlükdäki suwly toplumlaryň we gatlaklaryň aýry-aýry ýerlerinde duşýar.

Öri meýdanlaryny, kiçeňräk oba-şäherleri suw bilen üpjün etmek üçin Amyderýa artezian basseýninde ýerleşen süýji suw linzalarynyň (Gündogar-Üňüzarka, Balguýy, Jynlygum, Ýasha, Akjaguýma) ähmiýeti uludyr.

Mineral, senagat ýerasty suwlary

Turan plitasynyň günorta böleginde ýody-bromly güýçli gorabalar, bromly gowşak gorabalar, duzly suwlar giňden ýaýran. Güýçli gorabalar, esasan, ýuranyň, neokomyň, aptyň çökündilerinde, gowşak gorabalar albyň, senomanyň çökündilerinde, duzly we şorumtyk suwlar turonyň, senonyň we paleogeniň çökündilerinde duşýarlar.

Hlorly-kalsili-natrili güýçli gorabalar biologik taýdan aktiw elementlerden iody, bromy, bory özünde saklaýarlar we öz dyňzawy ýeriň ýüzüne çogup ýetýän ýa-da ýetmeýän guýulardan 1000 m-den uly çuňluklardan çykýarlar.

Gowşak gorabalar, duzly we şorumtyk suwlar ýody ($1-7 \text{ mg/dm}^3$), bromy ($10-150 \text{ mg/dm}^3$), bory ($4-50 \text{ mg/dm}^3$) özünde saklaýar, kükürtli wodorodyň mukdary 10 mg/dm^3 -dan geçmeýär.

Saglygy bejerişde ýokary ýura duzly toplumdan 2900–3500 m--den çykýan örän güýçli gorabalar (duzlulygy $348-546 \text{ g/dm}^3$) gowy netijeler berip biler diýlip çaklanýar (Baýramaly meýdançasý).

Bathyzyň, Garabiliň günorta böleklerinde kükürtli wodorody, ýody-bromy, metany-azody ýeterlik mukdarda saklaýan şorumtyk suwlar paleogen çökündilerinde duşýarlar. Senonyň çökündilerinde 600–800 m çuňlukda açylan duzly suwlarda we gowşak gorabalarda ýod ($12,7 \text{ mg/dm}^3$ -a çenli), brom (110 mg/dm^3 -a çenli), bor bar.

Himiki düzümi boýunça sulfatly-hlorly we hlorly-natrili kysyma deňişli bu suwlar şeýle-de düzüminde $25-260 \text{ mg/dm}^3$ kükürtli wodorody saklaýarlar.

Mineral suwlaryň ýataklarynyň on sanysynyň (Aşgabat, Bäherden, Mollagara, Arçman, Daşoguz, Awaza, Janahyr, Maý, Sakarçäge, Çärjew) ulanyş gorralary tassyklanan. Ol suwlaryň ulanyş gorralary $A+B+C_1+C_2$ derejeler boýunça jemlenende $12627 \text{ m}^3/\text{g-g}$, şol sanda özboluşly düzüme we häsiýetlere eýe bolmadyk suwlar – $722 \text{ m}^3/\text{g-g}$, kükürtli wodorodly suwlar (daşky bedene niýetlenen) – $2148 \text{ m}^3/\text{g-g}$, bromly suwlar (daşky bedene niýetlenen) – $9757 \text{ m}^3/\text{g-g}$.

Mineral suwlaryň çaklanýan tebigy gençleriniň ýerli gidrogeologik sebitler boýunça ýerleşşi şeýle kesgitleýär ($\text{m}^3/\text{g-g}$): Köpetdag-Uly Balkan–38949, Günorta Kaspiý – 8640; Gündogar Garagum – 29160; Günorta-Gündogar Garagum – 1987; Merkezi Garagum – 1728; Garabogaz-Tüwergyr – 423. Jemi Türkmenistan boýunça 01.01.1990-njy ýylda mineral suwlaryň çaklanýan tebigy gençleri $80887 \text{ m}^3/\text{g-g}$. Şol sanda ($\text{m}^3/\text{g-g}$) kükürtli wodorodlylar – 22118, «özboluşly düzüme we häsiýetlere eýe bolmadyklar» – 26378, bromlylar – 2151, kükürtli wodorodlylar we «özboluşly düzüme we häsiýetlere eýe bolmadyklar» bilelikde – 21600, kükürtli wodorodlylar we bromlylar bilelikde – 8640 (Kazakow W. F., 1991) [63].

10.3. Köpetdag–Uly Balkan ýygirtlanma welaýaty (P.I.Kalugin we O.Ý.Kalugina boýunça)

10.3.1. Fiziki-geografik şertleri we geologik gurluşy

Türkmenistanyň dagly-ýygirtlanma welaýaty tebigy landşafty boýunça: beýik dagly, pes daglyk we dagetek alaňlyklar, dagýaka düzlükler zolaklaryna bölünýär.

Beýik dagly zolak (1000-3000 *m* beýiklikli) Köpetdagyň baş antiklinorisiniň gişlerini, Alynky hataryň köp bölegini, Kiçi we Uly Balkany öz içine alýar. Gişler üsti örtüksiz hekdaşlardan we çägedaşlardan düzülen, olar antiklinallaryň gümmezinde, uly synmalaryň golaýynda güýçli jaýryklaşan. Ýapylar örän çuň dereler we jarlar bilen kesilen. Ygalyň agramly böleginiň ýagýan gys aýlarynda howanyň ortaça temperaturasy 0°C -den aşakda. Ýyl boýy ýagýan ýagynyň mukdary 250–400 *mm*.

Uly Balkanyň we Köpetdagyň beýik dagly zolagy esasy bol suwly ygalyň siňýän ýeridir. Şol bir wagtda-da zolak ýerüsti hemişelik akgytlaryň hemmesiniň diýen ýaly ýymitlenýän zolagydyr. Bu zolakdan 30-a golaý süýji we şorumtyk derýajyklar öz gözbaşlaryny alýarlar. Ol akarlar düzlüğe çykandan suwlaryň hemmesi diýen ýaly ýerleri suwarmak üçin harçlanýar. Olardan diňe Etrek derýasynyň joşan suwunyň bir bölegi Hazar deňzine guýulýar. Umumy harjy $50 \text{ m}^3/\text{s}$ -dan gowrak bolan ol derýalaryň hemmesiniň ýymitlenmeginde esasy orny ýerasty suwlar eýeleýärler.

Pes daglyk we dagetek alaňlyklar zolagy (beýikligi 150–1000 *m*) Günbatar Köpetdagyň pes daglygyny, dagetek alaňlyk guşaklygyny, Daglyk Bathyzyň hemme ýerini diýen ýaly öz içine alýar. Bu ýerde howanyň ýyl boýunça ortaça temperaturasy 10-16°C, ýagýan ýagynyň mukdary 150-250 *mm*.

Bu zolagyň landşafty köp dürli we ýerli geologik gurluş hem-de relýef bilen kesgitlenýär. Gatlaklaryň ýatyş eňaşaklygy az bolanda (K_p , N_p) adyrlaşan baýyrly relýef emele gelýär, eňaşaklyk kötel bolsa, epinleriň ganatlarynda kuest şekilli relýef, ýokarky hek döwruňiň, paleogeniň we plioseniň toýunsow jynslarynyň zolagynda bolsa, üsti ösümlik örtüksiz diýen ýaly ýylmanak relýef emele gelýär. Bu şertlerde süzdürijiligiň pesligi sebäpli siňme azalýar, ýumşak gatlaklaryň ýüzünde jar-jaranlaryň, källeriň gürlügi ýerüsti akgydyň güýçlenmegini berjaý edýär.

Dagýaka düzlükler zolagy Günbatar Türkmen pesligini we Köpetdagýaka düzlüğini öz içine alýar (absolyt bellikler minus 28 *m*-den plýus 250 *m* aralykda üýtgeýär). Zolagyň klimaty guraksy ýagynyň ýyl boýy mukdary 100–150 *mm* çemesi. Zolagyň landşafty hem dürlüligi bilen häsiýetlendirilýär. Giňişligiň köp bölegini takyrlar, küpürsek şorlar eýeleýärler. Aýry-aýry ýerlerde olaryň arasynda göçýän çägeleriň depeleri, gerişleri duşýar.

Dagýaka düzlükler we Günbatar Türkmen pesliginiň takyrlarynyň üsti her ýyl diýen ýaly ýagyş suwlary bilen örtülýär. Olar sil çökündilere siňip, dagdan çöle tarap akýan teýgum suwlaryna goşulýarlar, ýerüsti akgytlar bilen düzlügiň aýaguçlaryndaky takyrlary ýakalap duran çägelere ýetende bolsa, süýji suwly linzalary döredýärler.

Zolagyň geologik gurluşy. Paleozoý çökündileri demirgazyk-günbatarda ýeriň ýüzüne çykýarlar (Uly Balkan, Gubadagyň günorta ýapysy, Darja ýarymadasy). Olar dürli granitoidlerden we olaryň önümlerinden düzülen. Uly Balkanyň ýanynda paleozoý binýaty 6 *km* çuňlukda ýatýar. Günbatar Türkmen pes düzlüginini we Köpetdagýaka düzlüginini çäklerinde ol 10-12 müň metr çuňluga çenli pese düşýär.

Perm-trias çökündileri çagyldaşlardan, çägedaşlardan, toýundaşlardan düzülen we Tüwergyrda ýeriň ýüzüne çykýarlar. Olaryň galyňlygy 3000 *m*-den geçýär.

Orta ýura çökündileri Uly Balkan antiklinalynyň gümmezinde ýüze çykýarlar we slanesleşen toýundaşlardan, şeýle-de çägedaşlardan we kirşendaşlardan düzülen. Köpetdagda we Köpetdagetek çöketlikde aşaky we orta ýuranyň galyňlygy 6-7 müň metre ýetýär.

Ýokarky ýura Köpetdagda barlag guýulary bilen açylan (Merkezi Köpetdagynyň Alynky gerşinde, Gäwersdagda). Olar dolomitleşen hekdaşlardan, angidritlerden düzülen (Köwata), galyňlygy Köpetdagda 1000 *m*, Uly Balkanda 500 *m*.

Aşaky hek (K_1) çökündileriniň hemme mertebeleri Köpetdagda, Kiçi Balkanda, şeýle-de Daglyk Bathyzyň uly antiklinalarynyň gümmezlerinde ýeriň ýüzüne çykýarlar. Aşaky hekiň düýbünde neokomyň örän galyň karbonat seriýasy ýatyr (esasan, hekdaşlar we dolomitleşen hekdaşlar).

Bu gatlaklar toplumy (galyňlygy 500 *m*-den 1500 *m*-e çenli) weýranlaşma proseslerine durnukly bolany üçin Köpetdagynyň Alynky beýik dag gerişlerini düzýär we öňki agzalan malm toplumy (ýokarky ýurada) bilen malm-neokom karbonat seriýasyny emele getirýär.

Ýokarky hek çökündileriniň (K_2) Köpetdagda galyňlygy 1000–2000 *m*. Aşaky bölümünde toýunsow, ýokarkysynda-karbonatly çökündiler agdyklyk edýär.

Paleogeniň eosen we oligosen bölümleri Günbatar Türkmen pesliginde, Köpetdagetek çöketliginde 1500 *m*-den geçýän çuňluklarda düşýär. Olar galyňlygy 700–2000 *m* toýunlardan düzülip, sebitleýin suwabent (suw geçirmeýän gatlak) bolup hyzmat edýärler.

Neogen günbatarda (Günbatar Köpetdag, Kiçi Balkan) deňiz çökündileri, merkezi etraplarda deňiz we gury ýer çökündileri görnüşde düşýär. Gündogarda, Köpetdagynyň daglyk böleginde neogeniň gury ýer çökündileri agdyklyk edýär.

Neogen çökündileri hekdaşlardan, hekgumdaşlardan (deňiz şertlerinde döränler), çägelerden, çägedaşlardan, kirşendaşlardan, toýunlardan, çagyllardan düzülen. Olaryň umumy galyňlygy 3000 *m*-den geçýär.

Çetwertik (ynsanly) döwrüň çökündileri hekli çägelerden, gowşak sepli hekli çägedaşlardan, balykgulakly hekdaşlardan düzülen (günbatarda). Derýa çökündileri Amyderýanyň, Tejenin, Etregin, Sumbaryň gadymky we häzirki akymlary bilen bagly. Olaryň içinde Garagum pagsasy – gadymky Amyderýanyň çäge çökündileri 600 *m*-e çenli galyňlyga eýe. Dagetek zolakdaky çagyl-çäge-gumbaýrak-topurdan düzülen sil çökündileriniň hem gidrogeologik ähmiýeti uludyr.

10.3.2. Suwly toplumlaryň häsiýetnamasy

Köpetdag–Uly Balkan ýygirtlanma welaýatynda esasy suwly toplumlara şu çökündiler degişli:

- 1) çetwertik deňiz çökündileri;
- 2) neogen deňiz çökündileri;
- 3) maastriht, dat (daniýa), paleosen;
- 4) alb-senoman;
- 5) apt;
- 6) malm we neokom;
- 7) ýokarky baýos we bat;
- 8) paleozoý suwly toplumu.

Olaryň arasynda gidrogeologik welaýatyň hemme ýerine ýaýran «sebitleýin suwly toplumlar» we «sebitleýin suwabentler» bölünip çykarylýar. Sebitleýin suwly toplumlara malm-neokom, apt, alb-senoman we dat-senoman degişli. Sebitleýin suwabentler bolup ýokarky barrem, aşaky apt, senon we paleogen çökündileri hyzmat edýärler.

Sebitleýin suwly toplumlar suwabent gatlaklaryň aşagynda ýerleşýänligi sebäpli dyňzawly häsiýete eýe bolýarlar.

Paleogen, neogen, aýratynda çetwertik çökündileriniň suwly toplumlary durnuksyz, sebäbi olaryň düzümi, galyňlygy giňişlikde çalt üýtgeýär.

Agzalan suwly toplumlaryň aglaba köpüsi sebitde giň ýaýran. Diňe paleozoý suwly toplumynyň çäkli ýaýrawy bar (Uly Balkanda we Gubadagda).

Sebitiň aýry-aýry etraplarynda suwly toplumlaryň we suwabentleriň utgaşmalary ýerli fasiýa-litologik şertlere laýyklykda dirlüdür (40-njy tablisa).

Gidrodinamik we gidrohimiki şertler. Suwly toplumlary gidrohimiki şertleri boýunça düýpli tapawutlanýan üç sany zolaga bölüp bolýar.

Erkin suwçalşyk zolagy bolsuwly suwly toplumlaryň iýmitlenýän, harçlanýan sebitlerini we olaryň arasyndaky meýdanyň esasy bölegini eýeleýär. Erkin suwçalşykly malm-neokom suwly toplumynyň galyňlygy 1000 m-e çenli ýetýär, emma erkin suwçalşyk ilkinji onlarça metr çuňlukdan aşak geçmeýär.

Gidrohimiki taýdan bu zolakda turşama prosesi agdyklyk edýär. Suwuň duzlulygy 1-2 g/dm³-dan geçmeýär, seýrek şertlerde 3 g/dm³-a ýetýär. Suwuň düzüminde howadan baran ergin görnüşli kirlorod we azot bar.

Suwçalşygy kynlaşan zolak suwly toplумыň suwabent gatlagyň aşagyna düşüp ýerleşýän ýerlerinden başlaýar. Suwly toplumlaryň köpüsi şu zolaga degişli. Suwlaryň duzlulygy 2–10 g/dm³, düzüminde sulfat, hlor, kationlardan natriý agdyklyk edip başlaýar, turşama prosesi gaýtarylma prosesi bilen ýerini çalşyrýar.

Suwçalşygyň örän kynlaşan zolagy hem sebitiň suwly toplumlarynyň hemmesine diýen ýaly mahsusdyr. Bu zolagyň suwlary Köpetdagyň we Köpetdagetok çökertliginiň Günübatar Türkmen pesliginiň uly çuňluklarynda az sanly barlag guýulary bilen açylan. Bu suwlara uly dyňzaw, ýokary temperatura we aşýokary duzlulyk mahsus. Suwuň düzümindäki erän gazlaryň arasynda biogen azotdan başga, metan hataryna degişli uglewodorodlar bar.

Dürlü suwçalşykly suwlaryň gidrohimiki düzümine käbir mysallar 41-nji tablisada berilýär.

**Günorta we Günorta-Günbatar Türkmenistanyň
suwly toplumlary we suwabentleri [32]**

Etrap	Çökündileriň ýaşı we şejeresi	
	suwly toplumlar	suwabentler
Uly Balkan	Alb	Ýokarky apt
	Apt	Ýokarky barrem we aşaky malm
	Malm we neokom	
	Ýokarky baýos we bat	Ret, leýas
Günbatar Türkmen pesligi	Deňiz çetwertik çökündileri	Apşeron, baku
	Deňiz neogen çökündileri	Paleogen
	Maastricht, dat, mont	Senon, aşaky senoman
	Ýokarky senoman-turon	Ýokarky barrem we aşaky apt
	Alb	
	Apt	Aşaky malm
	Malm we neokom	Ret, leýas we aşaky baýos
	Ýokarky baýos we bat	
Günbatar Köpetdag we Kiçi Balkan	Deňiz neogen	Apşeron we baku
	Maastricht, dat, mont	Paleogen
	Ýokarky senoman-turon	Senon
	Alb	Aşaky senoman
	Apt	Ýokarky apt
	Malm we neokom	Aşaky barrem we aşaky apt
	Ýokarky baýos we bat	Aşaky malm
		Ret, leýas we aşaky baýos
Merkezi Köpetdag	Neogen we çetwertik	Ýokarky apt
	Malm we neokom	Ýokarky barrem we aşaky bat
	Ýokarky baýos we bat	Aşaky malm
		Ret, leýas, aşaky baýos
Gäwers Köpetdagy	Guryýer neogen we çetwertik	Eosen-oligosen
	Maastricht, dat, mont we tenet	Turon we senon
	Alb we senoman	Ýokarky apt
	Malm we neokom	Ýokarky barrem we aşaky apt
Daglyk Bathyz	Maastricht, dat, mont we tenet	Turon we senon
	Alb we senoman	Ýokarky apt

Esasy suwly toplumlaryň gidrogeohimik häsiýetnamasy

Suwly toplumlaryň (çökündiler)	Suwçalşygyň gidrogeologik zolaklary		
	erkin	kynlaşan	örän kynlaşan
Deňiz çetwertik			$M_{20-100} \frac{Cl99}{Na80 - 70Ca24 - 16}$
Deňiz neogen	$M_{0,8-2} \frac{SO_448 - 84Cl40 - 34HCO_318}{Na56 - 36Ca40 - 18Mg38 - 20}$		$M_{20-300} \frac{Cl100 - 92}{Na86 - 76Ca24 - 14}$
Maastricht, dat we paleosen	$M_{0,6-6} \frac{SO_480 - 34HCO_350 - 18Cl32 - 10}{Na96 - 90Ca26 - 6Mg20 - 6}$	$M_{6-30} \frac{Cl96 - 50SO_442 - 14}{Na94 - 86Mg12 - 6}$	$M_{50-60} \frac{Cl96 - 36SO_460 - 4HCO_312}{Na96 - 68Ca18 - 2}$
Albsenoman	$M_{0,2-4} \frac{SO_472 - 10HCO_338 - 10Cl46 - 8}{Na72 - 16Ca54 - 10Mg44 - 8}$	$M_{4-10} \frac{Cl94 - 90SO_46 - 4}{Na96 - 92}$	$M_{10-100} \frac{Cl100 - 90SO_46 - 4}{Na90 - 80Ca10}$
Apt	$M_{0,4+2,4} \frac{SO_472 - 36HCO_344 - 16Cl20 - 16}{Ca70Mg28 - 10Na12 - 8}$	$M_{3-10} \frac{Cl80 - 86SO_414 - 10}{Na92 - 90}$	$M_{10-130} \frac{Cl100}{Na74 - 70Ca18Mg12}$

10.3.3. *Gidrogeologik sebitleşdirme*

Garalýan welaýatyň gidrogeologik sebitleşdirilmeginiň esasynda geostruktur ýörelgesi ulanylýar. Dürli derejeli geostruktur bölümçelere degişli derejeli gidrogeologik strukturalar ýaly seredilýär.

Köpetdag–Uly Balkan ýygirtlanma zolagynda şeýle birinji derejeli, strukturalar bölünip çykarylýar:

- Köpetdagiň jaýryk suwlarynyň basseýnleriniň we dagara basseýnleriň ulgamy;

- Uly Balkan jaýryk suwlarynyň basseýni;

- Günbatar Türkmen artezian basseýni.

Sanawda agzalan birinji derejeli strukturalar we käbir strukturalaryň has ownuk bölümçeleri 84-nji suratda berilýär.

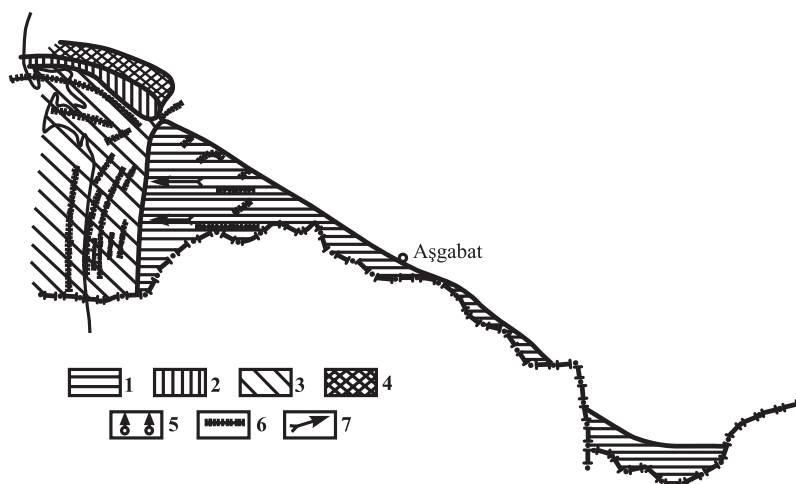
Köpetdagiň jaýryk suwlarynyň basseýnleriniň we dagara basseýnleriň ulgamy antiklinal gerişleriň we dagara sinklinal çöketlikleriň gezekleşip gelmegi netijesinde döreýär. Köpetdagiň jaýryk suwlarynyň basseýnleri häzirki zaman siňme welaýatyny emele getirýär, onuň beýiklik bellikleri 1000–2500 *m*-den ýokarydyr.

Mezo-kaýnozoyýň suwlary günbatar peselme zolagynda dyňzawlydyrlar. Suwlulyk dagdaky we düzlükdäki tektonik synmalaryň çäklerinde duşýan makro- we mikrojaýryklyklar bilen bagly.

Köpetdagiň we ondan «termal zolak» atly perde bilen arasy üzülen Köpetdagetok artezian basseýniniň baglylygy barada giňden ýaýran nukdaýnazara laýyklykda (A. W. Kudelskiý, L. G. Sokolowskiý, Y. A. Hojagulyyew we başg.) Köpetdagdan Garaguma tarap çetwertik çökündilerinden başga gatlaklaryň üsti bilen ýerasty akgyt ýok.

Jaýryk suwlarynyň basseýni iýmitlenmäniň esasy welaýaty bolup hyzmat edýär. Ýerasty suwlaryň iýmitlenmeginde örän wajyp orny Merkezi Köpetdagiň hekdaşdan düzülen geniş-ýapylary eýeleýär. Pes temperatura, ygalyň köp ýagmagy, antiklinallaryň gümmezlerinde bitewidaşlaryň owrananlygy ýagynyň agramly böleginiň siňmä harçlanmagyna ýardam edýär. Çaklamalara görä, Köpetdagiň suwly gatlaklarynyň ýagyn suwlaryny özüne siňdirýän mukdary ortaça 60 *m*³/*s* çemesidir.

Köpetdagiň ýerasty suwlarynyň iýmitlenmesinde ýerüsti suwlar, şol sanda dag derýalary we bulaklary, siller, suwaryş suwlary hem gatnaşýarlar.



84-nji Köpetdag–Uly Balkan ýygirtlanma welaýatynyň gidrogeologik sebitlemesi:

- 1 – Köpetdagýň jaýryk suwlarynyň ulgamy; 2 – Uly Balkan jaýryk suwlarynyň basseýni; 3 – Günorta-Kaspiý artezian basseýniniň Günbatar Türkmen ýapysy (Günbatar Türkmen artesian basseýni); 4 – Uly Balkanetek artezian basseýni; 5 – ýerasty suwlaryň sebitleýin harçlanmasy; 6 – harçlanmanyň çaklanýan ýaşyryn zolagy we ýerasty suwlaryň ýerli harçlanyş zolaklary; 7 – esasy suwly toplumlaryň ýerasty suwlarynyň hereket ugurlary

Köpetdagýň ýerasty suwlarynyň harçlanyşynyň şeýle görnüşlerini görkezip bolýar:

1. Ýüzleý jaýryklylyk bilen bagly çeşmeler. Bu çeşmeleriň suwy sowuk bolýar, olaryň temperaturasy howanyň temperaturasynyň üýtgewine bagly. Suwlar gidrokarbonatly ýa-da gidrokarbonatly-sulfatly-kalsili düzümlü. Olaryň duzlulygy $0,5 \text{ g/dm}^3$ -dan geçmeýär.

2. Iri tektonik bozulmalar ýa-da gytak synmalar bilen bagly ýerli çeşmeler. Bu çeşmelerden dag derýajyklary öz gözbaşyny alýarlar (Pöwrize, Altyýap, Sekizýap we başgalar). Bu çeşmeleriň suwlarynyň temperaturasy giçe-gündiziň dowamynda üýtgemeyär, duzlulygy pes, (1 g/dm^3 -dan az), düzümi gidrokarbonatly, gidrokarbonatly-sulfatly.

3. «Termal» synma zolagy bilen bagly sebitleýin harçlanma zolagy. Bu zolak 500 km -e çenli uzalyp, umumy harjy 6500 l/s -a ýetýän ýerasty suwlaryň ýüzlerçe tebigy we emeli ýüze çykmalaryny döredýär. Çeşmeleriň temperaturasy $20\text{--}26^\circ\text{C}$. Köpetdagýň demir-

gazyk eteklerinde geotermiki basgançak 40-a golaý bolansoň, bu temperaturalar suwuň 1000-1500 *m* çuňluklardan aýlananlygyna şaýatlyk edýärler.

Guryýer çetwertik çökündileriň suwlary dagýaka düzlükde we iri derýalaryň jülgelerinde giňden ýaýran (Sumbar, Çendir, Ajydere, Arwaz, Sekizýap, Altyýap, Pöwrize, Kelteçynar we beýlekiler).

Ýokarky hek we paleogen döwürleriniň toýunsow jynslarynyň ýaýran ýerlerinden akyp çykýan derýalaryň, bulaklaryň suwlary az, bulanyk, şorumtyk bolýar (Tersakan, Şorja, Keleteçay). Dag derýalarynyň jülgesinde burawlanan guýularyň çykymy her sekuntda onlarça litre çenli ýetip bilýär. Laýynsuwuň jülgesinde bir guýy 70 *l/s*, Pöwrize jülgesindäki kárizler 1957-nji ýylda 100 *l/s*-dan köp suw beren. Sumbar derýasynyň jülgesindäki çetwertik suwly çökündileriň gorlary 400 *l/s* mukdarda kesgitlenen [32].

Gidrogeologik welaýatyň öňki agzalan suwly toplumlarynyň ýene-de ikisi goşmaça häsiýetlendirilmäge mynasyp.

Alb we senoman çökündileriniň suwly toplumy Köpetdagyň hemme ýerinde, aýratyn hem Günbatar Köpetdagda giňden ýaýran, onuň iýmitlenýän zolagyndaky galyňlygy 750 *m*.

Bu suwly toplum bilen bagly çeşmeleriň çykymy, köplenç, 1-10 *l/s* aralygynda. Erkin suwçalşyk zolagynda olaryň duzlulygy 0,5 *g/dm*³ çemesi, düzümi gidrokarbonatly-sulfatly.

Çeşmeleriň köpüsi üçin erkin suwçalşyk zolagynda $\frac{r_{\text{Na}}}{r_{\text{Cl}}}$ koef-fisiýentiň bahasy 0,87-den ýokary (0,87–13,7 aralykda üýtgeýär). Bu bolsa jynslaryň gowy ýuwulanlygynyň alamatydyr we suwlaryň siňme arkaly dörändigini görkezýär. Suwlar gowşak aşgarly: *pH* = 7,4 – 7,8, temperaturalary 16-18°C.

Günbatar Köpetdagda bu zolak bilen köpsanly kükürtli wodorodly çeşmeler bagly. Şeýle çeşmeleriň iň köp duşýan ýerleri Kürendagda we Sumbar derýasynyň jülgesinde. Alb toplumynyň aşak çöken ýeri bolan Merkezi, Gündogar Köpetdagda kükürtli wodorodly suwlar guýularyň üsti bilen açylan.

Kynlaşan suwçalşykly zolakda artan mukdarda ýod, brom we beýleki mikrokomponentler duşýarlar. Suwlaryň duzlulygy 3–15 *g/dm*³.

Malm we neokom çökündileriň suwly toplumy

Malm we neokom çökündileriň suwly toplumyny düzýän hekdaşlaryň, dolomitleriň, dolomitleşen hekdaşlaryň galyň gatlagy Köpetdagyň görüňýän kesiginiň düýbünü, gerişlerini, demirgazyk-gündogar ýapylaryny (eňňitlerini) düzýär. Toplumyň galyňlygy 1800 *m*-den 2500 *m*-e çenli.

Hekdaşlaryň suwlulygy antiklinal we sinklinal epilmeleriň uza-boýuna owrananlygy we jaýryklaşanlygy bilen bagly. Iň iri çeşmeler tektonik synmalardan, has bol suwlulary termal zolakdan gözbaş alýarlar (Aşgabat, Köşi, Bagyr, Garasy, Goturata, Sünçe, Pantys, Köw, Arçman we başgalar). Diagonal (gytak) tektonik synmalardan çykýan Germap çeşmesi Sekizýaby iýmitlendirýär (1000 *l/s*), Gozalyk çeşmesi Altyýaby iýmitlendirýär (700 *l/s*) we ş.m.

Malm-neokom suwly toplumyny iýmitlendirýän daglaryň umumy meýdany 20 *müň km*², şolardan 11 *müň km*² bölegi Günorta Kaspiý artezion basseýnini iýmitlendirýär. Şu meýdandan ýerasty suwlaryň iýmitlenmesi, takmynan, 46 *m*³/*s* mukdarda bolup geçýär diýip çaklanýar.

Malm-neokomdan suw alýan çeşmeleriň jemi çykymy 30-33 *m*³/*s*-dan geçmeýär. Galan 13–15 *m*³/*s* bölegi beýleki suwly gatlaklara akyp geçýär diýip hasaplanýar.

Erkin suwçalşykly zolakda suwlar 1000 *m* çuňluga çenli aralykda aýlanýar. Suwlar, esasan, süýji we şorumtyk suwlara degişli, duzlulygy 1–2 *g/dm*³-dan geçmeýär. Bu suwlar weýranlaşma jaýryklardan çykýan ownuk çeşmelerden, tektonik jaýryklaşmalardan aşakdan ýokary çykýan sowuk çeşmelerden başga, termal zolagyň köp sanly guýulary, kãrizleri arkaly ulanylýar. Termal zolakdan iýmitlenýän guýularyň we kãrizleriň jemi harjy 6500 *l/s* çemesidir diýlip hasaplanýar [32].

Neokomyň we ýokarky ýuranyň çökündilerinde has aşakdan (1000 *m*-den aşakdan) aýlanýan suwlar Merkezi Köpetdagda, Gäwersdagda, Garahanderede we başga ýerlerde barlag guýulary bilen açylan. Ol suwlaryň temperaturasy 20–37°C, duzlulygy 2,9–15 *g/dm*³. Ol suwlardan Arçman çeşmesi, Köwata ýerasty köli, Hoja çeşmesi iýmitlenýär. Suwlar, esasan, hlorly-sulfatly we hlorly, kation düzümi natrili we natrili-kalsili. Olaryň düzüminde ýoduň, bromyň, kükürtli wodorodyň duşýan wagtlary seýrek bolmaýar.

Suwuň turşama-gaýtarylma potensialy Pöwrize jülgesindäki guýuda $-142mv$, Arçman çeşmesinde $-144mv$, Köwatada $-127mv$. Bu ululyklar agzalan suwlaryň aýlanýan zolagynda gaýtarylma şertleriniň barlygyna şaýatlyk edýär.

10.3.4. Ýerasty suwlaryň halk hojalygynda ähmiýeti

Ýerasty suwlaryň gençleri (resurslary) barada şulary belläp bolýar:

1. Köpetdagyň, Daglyk Bathyzyň we Uly Balkanyň ýerasty suwlarynyň tebigy gorylary $20 m^3/s$ çemesidir. Suwlar, esasan, süýjüdir.

2. Günbatar Türkmen pesliginde mezo-kaýnozoý çökündilerindäki (triasy hasaba almazdan) suwlaryň göwrümi $60-65 m^3 km^3$. Bu suwlar kynlaşan we örän kynlaşan suwçalşykly zolaklaryň suwlary – aşaduzly gorabalar. Häzirki wagtda çeşmelerden, guýulardan, laýly wulkanlardan bu suwlaryň $1000 l/s$ çemesi mukdary çykýar. Suwlaryň agramly bölegi düzüminde gymmat bahaly mikrokomponentleri senagat ähmiýetli mukdarda saklaýar. Suwlar, esasan, termal suwlara degişli, temperaturasy $50^{\circ}C$ -den ýokary.

3. Türkmenistanda saglygy dikeldiş maksatlary üçin, esasan, düzüminde kükürtli wodorody $10 mg/dm^3$ çemesi mukdarda saklaýan sulfidli suwlar ulanylýar. Ol suwlaryň gorylary $300 l/s$ çemesidir diýlip hasaplanýar [32].

4. Türkmenistanda ýerasty suwlar gadym zamanlardan bäri giňden ulanylýar. Müňýyllyklaryň dowamynda dagetek zolakda onlarça kárizler ýerasty suwlary $100 m$ -den hem uly çuňluklardan ýeriň ýüzüne çykarypdyrlar (Janahyr kárizi, Akmeýdan kárizi we başgalar).

5. Türkmenistanyň ilatyny takyrlarda toplanýan ýagyş, gar suwlaryny dürli desgalaryň kömegi bilen ýygnap, ulanmagy oýlap tapanlaryň hataryna goşup bolýar (takyrýaka kaklar, çyrla guýular, süýji suw linzalaryny ulanýan guýular).

6. Ýerasty suwlaryň üýtgew düzgünine (režimine), esasan-da, ýatýan çuňlugyna tebigy şertlerden başga emeli faktorlar uly täsir edip başlady: Garagum derýasynyň gurulmagy, suwarymly ekerançylygyň giňemegi, şäherleriň eýeleýän meýdanynyň artmagy, suw üpjünçilik şertleriniň üýtgemegi.

7. Ýerasty suwlaryň derejesiniň yzygiderli ýokary galmasy belli şertlerde howply derejä–zeýletme çuňlugyna çenli (1–3 m) dowam edýär. Bu şertde oba-şäher gurluşygynda, kommunal hojalygynda, oba hojalygynda, umuman, pudaklaryň hemme görnüşlerinde diýen ýaly amatsyz ýagdaý döredýär.

8. Gurluşyk geçirilýän meýdanyň artmagy tebigy gurşawa, ilkinji nobatda, ýerasty suw ýataklarynyň hiline, gorlaryna goşmaça howplary döredýär.

9. 7, 8-nji jümlelerde meýilleşdirilýän, taslanýan işleri halkyň bähbidine gönükdirilen hilde geçirmek ýerli gidrogeologlaryň wajyp wezipeleriniň biridir.

11. NEBITGAZ GIDROGEOLOGIÝASY

Nebitgaz gidrogeologiýasy uglewodorodlaryň emele gelşiniň, göçmesiniň, toplanmasynyň, saklanmasynyň, dagamasynyň gidrogeologik şertlerini, nebitgazlylygyň gidrogeologik görkezijilerini, nebitgaz ýataklary özleşdirilende döreýän problemalary öwrenýär.

Gidrogeologiýanyň bu pudagynyň wajyp soraglaryna G.M.Suharewiň, W.N.Korsenşteýniň, A.A.Karsewiň, M.I.Subbotanyň, L.M.Zorkiniň, S.B.Waginiň, Ý.Kollinziň, W.M.Şwesiň, I.P.Gattenbergeriň, L.Koýzuň, A.R.Ahundowyň, Ý.A.Hojagulyýewiň we başgalaryň işlerinde seredilýär.

11.1. Nebitgazly basseýnlerde flýuidleriň döreýşi

Flýuidleriň döreýşiniň taryhyny paleogidrogeologiýa öwrenýär. **Paleogidrogeologiýa** gadymky gidrogeologik şertleri we olaryň geologik wagtyň dowamynda ösüşini öwrenýär.

Häzirki wagt paleogidrogeologik rekonstruksiýalar metal magdanlarynyň, süýji we mineral suwlaryň, gorabalaryň ýataklary we uglewodorodlaryň toplanmalary öwrenilende ulanylýar.

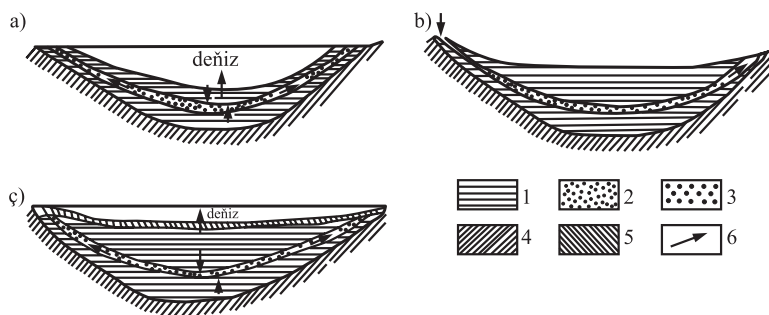
Paleogidrogeologiýanyň ösmegine A.N.Semihatow, A.M.Owçinikow, A.A.Karsew, Ý.A.Hojagulyýew, Ý.B.Pinneker we beýlekiler uly goşant goşdular. Gidrogeologiýanyň bu bölüminiň ösmegine Aşgabatda geçirilen (1966, 1978) ylmy maslahatlar ýardam berdi.

Paleogidrogeologik barlaglar geologik we gidrogeologik faktorlaryň özara ýakyn baglylygy baradaky taglymata hem-de ýer gabygynyň

çöküncü basseýnlerinde olaryň suw erginlerini döretmekdäki ornuny kesgitlemäge esaslanýar.

Her sebitiň çöküncü toplumlarynyň çäklerinde kesgitli gidrogeologik döwürler bolup geçýär. **Gidrogeologik döwür** diýip, suwly toplumyň ýa-da etrabyň gidrogeologik taryhynyň elizion we siňme tapgyrlaryny öz içine alýan bölegine düşünilýär. Şol sanda gidrogeologik döwürüň **elizion tapgyry** gidrogeologik taryhyň çöküncü çökme we gatlak suwlarynyň emele gelme proseslerinden başlanýar. Bu prosesin dowamynda suwly toplumy düzýän we onuň üstünde ýatýan jynslar dykyzlanýar (we şol gysylmanyň netijesinde flýuidler gysylýp çykarylýar). Elizion tapgyr sebitiň ýokary galmasy, suwlaryň çekilip, gury ýeriň emele gelmegi we dag jynslarynyň denudasiýasynyň başlamagy bilen gutarýar (85-nji surat).

Gidrogeologik döwürüň **siňme tapgyry** diýlip, suwly toplumyň gidrogeologik taryhynyň, tektonik hereketleriň inwersiýasynyň netijesinde döwrän şertlerde ýerüsti we ygal suwlaryny özüne siňdirýän wagt aralygy düşünilýär. Sebitiň tektonik şertleriniň ösüşine baglylykda suwly toplumyň gidrogeologik taryhynda bir ýa-da birnäçe gidrogeologik döwür bolup biler. Nebitgazly basseýnleriň paleogidrogeologik barlaglarynda gidrogeologik tapgyry döwürlere bölmegiň ähmiýeti uludyr.



85-nji surat. Gidrogeologik döwürleriň tapgyrlary [52]:

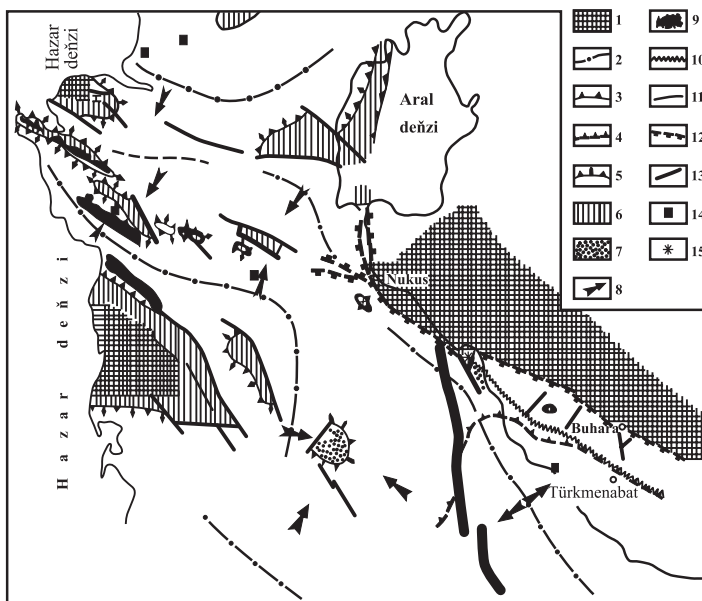
a, b – elizion tapgyrlar; *ç* – siňme tapgyry

1 – elizion tapgyryda emele gelýän we suwlaryň özünde saklaýan läbikler we toýunlar; 2 – sedimentogen (2) we siňme (3) suwlaryň özünde saklaýan kollektorlar; 4 – basseýniň düşegi; 5 – gaýtadan başlanan elizion tapgyryda emele gelýän läbikler we toýunlar; 6 – suwuň hereket ugry

Döwürlere bölmekde paleogeografik, litologik-faziýa, paleotektonik kartalar uly möçberli maglumatlary berýärler.

11.1.1 Paleogidrogeodinamika

Elizion we siňme tapgyrlarynda suwly toplumlaryň gidrogeodinamik şertleri dürli bolup geçýär. Elizion tapgyrlarda suwlaryň hereketi ilkinji nobatda geostatik basyşyň gradiýentlerine we gatlagyň dürli nokatlarynda flýuidleriň maýyşgak ýarsmasyna bagly bolýar. Siňme tapgyrynda suwlaryň hereketi iýmitlenme we harçlanma zolaklaryndaky gidrostatik basyşyň tapawutlaryna bagly bolýar.



86-njy surat. Turan plitasynyň irki hek döwründäki paleogidrogeologik shemasy [52]:

- 1 – ýura çökündileriniň ýok ýerleri; 2 – irki hek döwri başlan wagty iň uly çökýän sebitleriň oklary; 3 – hek döwründen öň ýura çökündileriniň ýeriň ýüzüne çykyp duran ýerleri; 4 – Gowurdak pagsasynyň ewaporitleriniň (himiki çökündileriniň) ýaýran araçäkleri; 5 – siňme suwlarynyň hereket ugry; 6 – ygalyň we ýerüsti suwlaryň siňmesiniň mümkin ýerleri;
- 8 – gidrogeologik şertleriň üýtgemeginiň mümkin ýerleri; 9 – fleksura-synma zolaklary (ol ýerlerden ýerasty suwlaryň we erän uglewodorodlaryň hereketi bolanlygy çaklanýar); 10, 11 – ýerasty suwlaryň göçmesi ýa-da harçlanmasy bolanlygy çaklanýan tektonik synmalar;
- 13 – orny kesgitlenmedik synmalar;
- 14 – hek döwürüniň başlarynda uglewodorodlaryň toplanmasy mümkin bolan strukturalar; 15 – öňki toplanan uglewodorodlaryň aşaky hek döwüründe dagamasy mümkin bolan strukturalar

Sadaja paleogidrogeodinamik shemalary düzmegiň usulyýeti çökündileriň galyňlyklarynyň ýerleşişiniň derňewine esaslanýar. Paleogidrogeodinamik kartalar elizion tapgyr üçin düzülende paleodýňzawlaryň we paleobasyslaryň ulanylýan ýerleri hem bar.

Paleogidrodinamik rekonstruksiýalary üçin matematiki modelleme hem ulanylýar. Şeýle işler A.A.Awanesow tarapyndan Garagum çökündi basseýni üçin geçirildi [21]. Olar suwly toplumlaryň gidrogeologik taryhynyň elizion we siňme tapgyrlaryndaky paleopýezometrik üstleri dikeltmäge mümkinçilik berdiler.

Paleogidrogeologik rekonstruksiýada geologik wagtyň dowamynda gatlak harçlanma depginini kesgitlemek hem ähmiýetlidir.

Paleoharçlanmalaryň rekonstruksiýalary üçin onuň hilini, masstabyny, giňişlikde ýerleşişini, harçlanýan ojaklaryny, akyp geçýän ýollaryny we ş.m. kesgitlemek üçin ýörite kartalaryň toplumy düzülýär. Şeýle kartalar Turan plitasynyň mezozoý çökündileri üçin R. I. Bykow, S. B. Wagin we W. P. Gawrilow tarapyndan düzülen (86-*njy surat*). Ol kartalar gidrogeologik taryhyň dürli tapgyrlarynda suwly toplumlaryň harçlanma depgininiň üýtgemegini yzarlamaga mümkinçilik berdiler.

11.1.2. Paleogidrogeohimiýa

Paleogidrogeohimiki rekonstruksiýalarda çökündileriň toplanýan basseýnlerindäki deslapky suwuň düzümi, duzlulygy we soňky elizion we siňme suw çalşyklaryndaky üýtgemeler, olar bilen bagly fiziki-himiki prosesler öwrenilýär.

Toýunlaryň ýuwdulma toplumyna esaslanan rekonstruksiýalar I. S. Gromberg, paleogidrogeohimiki rekonstruksiýalar A. M. Nikonorow we G.P.Wolobuýew, şeýle-de Ý. A. Hojagulyýew we L. A. Abukowa tarapyndan işlenip düzülen.

Ý. A. Hojagulyýew we L. A. Abukowa tarapyndan ulanylan paleoduzlulygy dikeltmegiň usulyýeti ýerasty suwlaryň kemala gelme prosesine täsir edýän tebigy faktorlaryň toparynyň hasaba alynmagyna esaslanýar. Litosfera suw erginleriniň himiki düzüminiň kemala gelmesine täsir edýän esasy faktorlaryň toparyna olar litologik-fasiýa, paleogeografik, paleoklimatik torlary goşýarlar. Bu faktorlary awtor-

lar usulyýetiň hasap göwrümi diýip atlandyryrlar. **Hasap göwrümi** diýip, suwly gatlagy (toplumy) öz içine alýan we birmeňzeş litologik-fasiýa, paleogeografik we paleoklimatik şertleri bolan geologik jisim atlandyrylýar. Barlanýan hasap göwrümi bölüp çykarmak üçin paleotektonik, paleogeografik, paleogidrodinamik kartalar, paleoklimat baradaky maglumatlar we häzirki zaman gidrogeodinamik kartalar hyzmat edýärler. Garagum gidrogeologik basseýniniň çäklerinde neokom suwly gatlagy öwrenilende awtorlar üç sany hasap göwrümini bölüp çykarýarlar (87-nji suratda A, B, Ç hasap göwrümleri).

Litosferadaky suw erginleriniň düzümi we duzlulygy temperatura, basyş we syzyş suwçalşygy ýaly faktorlar bilen kesgitlenýändir diýlip çaklanýar.

Her bölünip çykarylan hasap göwrümleri üçin suwuň häzirki zaman görkezijilerine görä, şeýle baglanyşyklar düzülýär:

$$M = f(T), \quad M = f(P), \quad M = f(\gamma), \quad (11.0.)$$

bu ýerde

M – suwuň duzlulygy;

T – temperatura;

P – basyş;

γ – suwuň düzüümçesi (hlor, kalsiý, magniý we ş.m.).

Matematiki işlenip geçmäniň netijesinde suwuň häzirki zaman himiki düzümi boýunça her gatlak we hasap göwrümi üçin hasap baglanyşyklary düzülýär. Garagum basseýniniň garalýan mysalynda (87-nji surat):

A bölegi üçin:

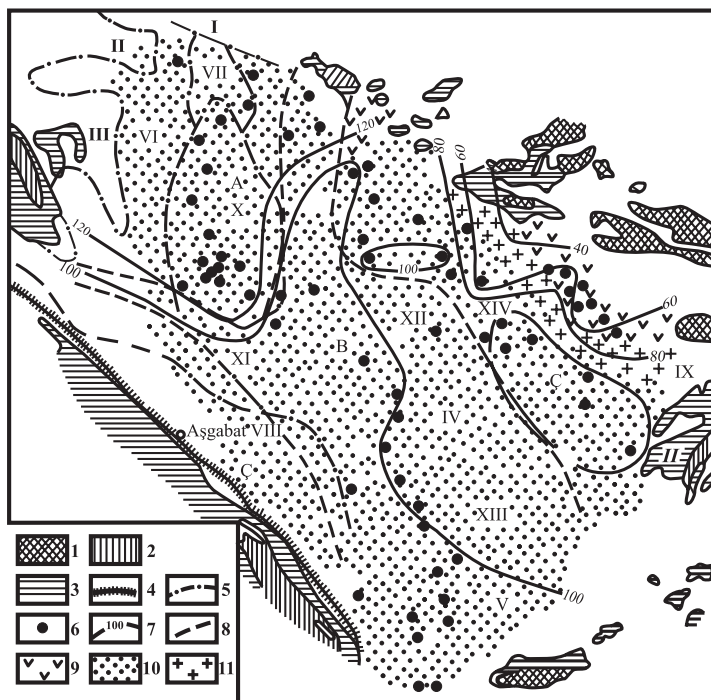
$$M = 75,34 + 0,2419T + 0,0101P. \quad (11.1.)$$

B bölegi üçin:

$$M = 39,82 + 0,2423T + 0,0051P. \quad (11.2.)$$

Ç bölegi üçin:

$$M = 40,99 + T + 0,0172P. \quad (11.3.)$$

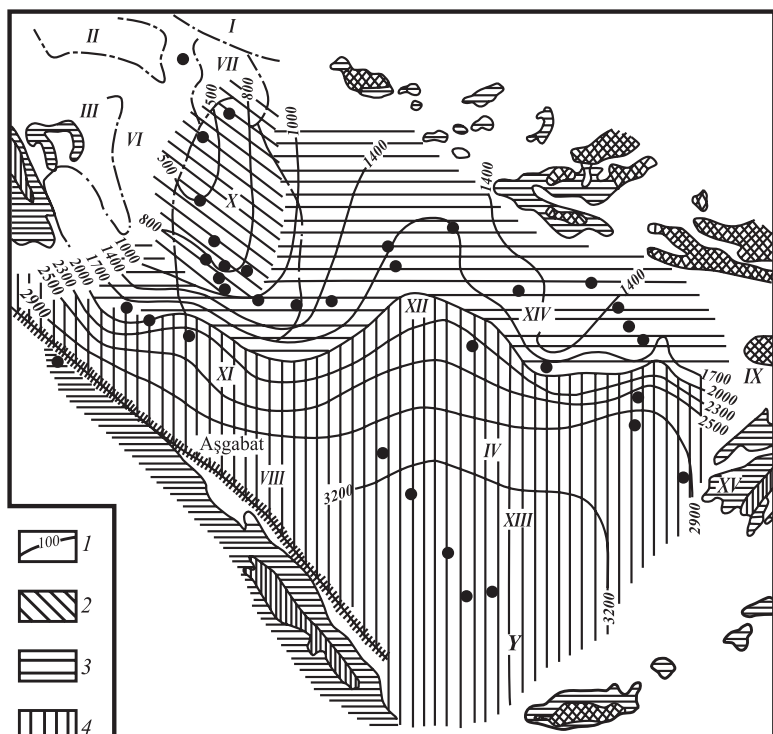


87-nji surat. Garagum basseýniniň neokom suwly gatlagynyň paleogen gidrogeologik döwrüniň elizion tapgyrynyň paleogidrogeohimiki kartasy
(Ý.A.Hojagulyýew we L.A.Abukowa boýunça)

Çökündileriň ýerini ýüzüne çykmalary: 1 – ýuradan öňki; 2 – ýura; 3 – hek; 4 – tektonik bozulma; 5 – struktur elementleriň araçäkleri; 6 – barlag meýdançalary; 7 – izominerler, g/dm³; 8 – hasap görümleriň araçäkleri; dürli kysymly suwlaryň ýaýraw zolagy (W.A.Sulin boýunça); 9 – gidrokarbonatly-natrili; 10 – hlorly-kalsili; 11 – hlorly-magnili.

Beýgelme zolaklary: I – Merkezi Üstýurt, II – Günorta Maňgşlak-Üstýurt, III – Tüwergy, IV – Repetek-Kelif, V – Garabil-Bathyz; peslikler: VI – Ýokarky Uzboý, VII – Derýalyk-Döwdan, VIII – Köpetdagýaka gyra, IX – Başkent, X – Merkezi Garagum gümmezi, XI – Bokurdak monoklinaly; oýlar: XII – Üňüzarka, XIII – Murgap, XIV – Çärjew basgançagy, XV – Günorta-Günbatar Gissar

Berlen formulalarda gerek wagt aralygyny häsiýetlendirýän temperaturanyň we basyşyň bahalaryny goýup paleogidrohimi şertleriň esasy görkezijilerini alyp bolýar. Garalan mysalda (87-nji surat) basyşyň we temperaturanyň degişli bahalarynda paleogen gidrogeologik döwrüniň elizion tapgyryna mahsus duzlulyk kesgitlenýär.



88-nji surat. Garagum basseýniniň ýura suwly toplumynyň paleogen gidrogeologik döwrüniň elizion tapgyrynyň soňunda paleogazdoýgunlygyň shemasy (Ý.A.Hojagulyýew we L.A.Abukowa boýunça):

1 – gazdoýgunlygyň izoliniýalary, sm^3/dm^3 ; gazdoýgunlykly suwlaryň zolaklarynyň (sm^3/dm^3) ýaýrawy: 2 – 1000-e çenli; 3 – 1000–2000; 4 – 2000-den köp; beýleki şertli belgiler

87-nji suratdaky ýaly

Paleogidrogeologik rekonstruksiýalarda, aýratyn-da, basseýniň gazlylygy çaklanyp bahalananda, litosfera suwlarynyň paleogazdoýgunlygyny kesgitlemegiň ähmiýeti uludyr. Bu soragyň çözgüdi Ý. A. Hojagulyýew we L. A. Abukowa tarapyndan matematiki statistika ulanylyp tapylýar [60]. Awtorlaryň belleýşi ýaly, suwda erän gazlaryň mukdary we hil düzümi birnäçe faktorlara: litologik-fasiýa häsiýetnama, gurşawyň gidrodinamik şertlerine we gaz çykarýan organiki maddalaryň gömlen wagtyna, gazgeohimiki meýdanlaryň

wagtyň dowamynda üýtgedilip gurulmasyny kesgitleýän termobarik şertlere we ş.m. bagly. Paleogazdoýgunlygy kesgitlemek üçin köpagzaly regressiýanyň şeýle görnüşi ulanylan:

$$V = a_0 + a_1 M + a_2 P + a_3 T, \quad (11.1.)$$

bu ýerde

V – geologik wagtyň hasap döwri üçin ýerasty suwlaryň gazdan doýgunlygynyň bahasynyň matematiki garaşmasy;
 M – şol döwür üçin suwuň duzlulygy NaCl-yň mollarynda 1 dm³ üçin;
 P we T – şol döwür üçin geostatik basyş we temperatura;
 a_0 – deňlemäniň erkin agzasy;
 a_1, a_2, a_3 – regressiýanyň koeffisiýentleri.

Türkmenistanyň platforma böleginiň mezozoý çökündileri üçin gazdan doýgunlygyň temperatura, basyşa we duzlulyga baglylygy şeýle formulanyň üsti bilen aňladylýar:

$$V = 348,171 - 181,64M + 0,9759T + 60,9711P.$$

Şu formula barlanýan geologik wagta mahsus duzlulygyň, temperaturanyň we basyşyň bahalaryny goýup, her meýdança üçin gazdan doýgunlygy tapyp bolýar. Şeýlelik bilen, düzülen kartalar toplumyna 88-nji suratda berlen ýura suwly toplumynyň paleogazdoýgunlygynyň shemasy mysal bolup bilýär. Ol shemada paleogen gidrogeologik döwrüniň elizion tapgyrynyň gazgeohimiki ýagdaýy suratlandyrylýar.

11.1.3. Paleogidrogeotermiýa

Suw erginleriniň himiki düzüminiň kemala gelme prosesi, esasan, ýer jümmüşiniň temperatura düzgüni bilen kesgitlenýär. Sebitiň geologik taryhynyň aýry-áýry tapgyrlarynda bolan geotermiki şertleri bilmegiň nebit-gaz geologiýasynda ähmiýeti uludyr. Ilkinji nobatda, şeýle maglumat nebitgaz döreyän zolaklary çaklamaga we flýuidleriň, şol sanda uglewodorodlaryň göçme ugruny kesgitlemäge

mümkinçilik berýär. Paleogeotemperaturalaryň hasaplanma usullary M.S.Burştar, I.W.Maşkow, A.M.Nikanorow, G.L.Wolobuýew, W.F. Borzasekow we Ý.A.Hojagulyýew tarapyndan hödürilendi.

W.F.Borzasekownyň we Ý.A.Hojagulyýewiň hödürleýän usuly wagtyň öwrenilýän kesiginde paleotektonik şertleriň aýratynlyklaryny, dag jynslary dykyzlananda olaryň galyňlyklarynyň üýtgewini, şeýle-de stratigrafik toplumyň uly çuňluga çökmesiniň netijesinde geotermiki gradiýentleriň üýtgemesini hasaba alýar.

T paleotemperaturanyň H çuňlukdaky n - gatly toplumyň garalýan wagat aralygyndaky hasabyny şeýle formula arkaly kesgitlemek hödürilenýär:

$$T = t_{or} + \sum_{i=1}^{i=n} G_i \cdot h_i, \quad (11.5.)$$

bu ýerde

t_{or} – garalýan wagtda ýyl boýunça howanyň ortaça temperaturasy (paleoklimatologiýanyň maglumatlary boýunça);

h_i – stratigrafik toplumyň galyňlygy (degişli wagtda dykyzlanma zerarly öýjükliligiň azalmagy hasaba alnanda);

C_i – garalýan wagat aralygynda stratigrafik toplumyň geotermik gradiýenti.

11.2. Nebitiň we gazyň göçmesiniň, toplanmasynyň, saklanmasynyň hem-de dagamasynyň gidrogeologik şertleri

11.2.1. Nebitiň we gazyň göçme hem toplanma şertleri

Nebitiň we gazyň göçmesiniň hem-de toplanmasynyň gidrogeologik şertleri öwrenilende, bu proseslerde litosfera erginleriniň aktiw (işjeň) we passiw (gowşak) orun eýeleýänligini bellemeli. Gidrogeologik şertleriň passiw orny – uglewodorodlaryň we beýleki maddalaryň göçmesinde we toplanmasynda litosfera suw erginleriniň agzalan prosesler üçin gurşaw bolup hyzmat edýänliginde. Emma ony gurşaw diýip diňe şertleýin atlandyryp bolýar, sebäbi ol, mysal üçin, himiki reagent bolup hyzmat edip bilýär.

Gidrogeologik şertleriň nebitgaz toplanmasynda aktiw orny litosfera suwlarynyň (erginleriniň) daşajy ulag bolup hyzmat etmeginde. Hakykatdan-da, eger suw nebitgazy bir ýerden başga ýere göçürýän bolsa, şol suw (ergin) ony toplan (saklap) hem bilýär.

Uglewodorodlaryň suwdan doýgun jynslarda göçme mehanizminiň görnüşlerine dürli alymlaryň işlerinde dürli garaýyşlar bar. Ol işlerde maddanyň hakyky ergin, kolloid ergini, bagly suwuň ergini, suw-nebit emulsiýasy, suw bilen bilelikde erkin fazaly görnüşlerde grawitasiýa, molekulýar, ýylylyk energiýalarynyň, üstki güýçleriň täsiri bilen göçüp bilýänligi bellenýär.

Nebitgazyň döremegi we toplanmagy üçin gurşaw bolup hyzmat edýän litosfera suw erginleriniň sedimentogeneze prosesinde döreýänligini hemme alymlar ykrar edýärler. Ol erginleriň üstüne litogen erginler – toýun minerallarynyň ýitirýän himiki bagly suwlary hem goşulýarlar.

Uglewodorodlaryň göçmeginde suw erginleriniň daşajy ulag bolma prosesi çylşyrymlydyr. Uglewodorodlar ergin ýa-da emulsiýa görnüşde ýa-da iki-üç fazaly akym görnüşli hereket edip biler. Bu ýerde suwuň kesgitli orny eýeleýänligini bellemeli, sebäbi onuň mas-sasy basseýndäki beýleki suwuk we gaz fazalardan düýpli artykdyr.

Şeýlelik bilen, uglewodorodlaryň (şol sanda iň sadajalary metanyň, etanyň) suw erginleri bilen ilkinji göçmesiniň masşaby belli şertlerde senagat möçberli ýataklary döredip biljekligini bellemeli.

Nebit uglewodorodlarynyň döremegi erginden (ýa-da mikro-emulsiýadan) gös-göni gabawjylarda (ловушка) bolup geçýänligine durmuşda mysal az. Belki şeýle bölünme gabawja ýetilmänkä bolup geçýändir, uglewodorodlaryň soňky göçmeleri iki-üç fazaly akym-larda olaryň suwuň ýüzüne ýüzüp çykasy netijesinde döreýändir.

11.2.2. Uglewodorodlaryň we olaryň ýatakçalarynyň dagamasy

Nebitiň we gazyň ýatakçalarynyň dagamasy hem, toplanmasy hem suw gurşawynda bolup geçýär, şol sebäpli litosfera suwlary we olarda erän maddalar nebit hem gaz ýatakçalaryny hem-de ýataklaryny mehaniki, fiziki-himiki, himiki we biologik usullar bilen dagydyp bilýär.

Ýatakçanyň mehaniki dagamasynda nebit we gaz hereket edýän suwuň içinde köp fazaly akym görnüşinde ýüzdürilip äkidilýär. Fiziki-himiki dagamada suwuň düzümi degişli üýtgeýän şertlerde ereýär. Nebitgaz ýatakçalarynyň himiki dagamasy uglewodorodlaryň suwda erän maddalar, esasan-da kislorod we sulfat bilen turşadylmagynyň netijesinde bolup bilýär. Biohimiki dagamada bu prosesiniň üstüne bakteriyalar öz goşandyny goşýar.

Uglewodorodlaryň ýatakçalarynyň suw bilen dagadylmagynyň agzalan görnüşleriniň öz aýratynlyklary we kanunalaýyklyklary bar. Mundan başga-da, bu prosesler nebitiň we gazyň ýatakçalarynda dürli bolup geçýär.

Nebit we gaz ýatakçalarynyň mehaniki (gidrawlik) dagamasy nebit-suw we gaz-suw sepgitlerinde ýapgydyň döremeginden başlaýar.

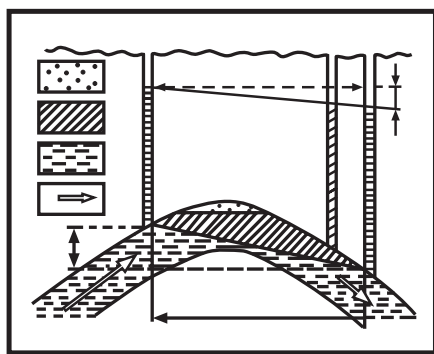
W.P.Sawçenkonyň we M.Habbertiň belleýşi ýaly, gaz-suw we nebit-suw sepgitleriniň kese (gorizontal) ýatmagy diňe gymyldysyz ýatan suwlarda bolup bilýär.

Nebit-suw ýa-da gaz-suw sepgidiniň üstüniň eňňitliginiň ($tg\theta$) gidrawlk gradiýente baglylygyny şeýle formula arkaly aňladyp bolýar:

$$tg\theta = \frac{\rho_w}{\rho_w - \rho_n} \cdot I, \quad (11.6.)$$

bu ýerde

ρ_w we ρ_n – suwuň we nebitiň dykzlygy;
 I – gidrawlik eňňitlik.

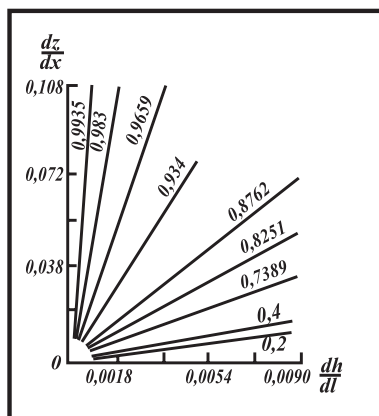


89-njy surat. Nebit-suw sepgidiniň we pýezometrik üstüň baglanyşygynyň shemasy [52]:

1 – gaz; 2 – nebit; 3 – suw; 4 – suwuň hereket edýän ugry

Şeýlelik bilen, nebit-suw (gaz-suw) sepgidiniň üstüniň eňaşaklygy gidrawlik eňňitlige göni proporsionaldyr we galtaşýan suwuklyklaryň dykzlyklarynyň gatnaşyklaryna baglydyr. Bu baglanyşyk 89-njy suratdan aýdyň görünýär.

Has dykz (agyr) nebitlerde nebit-suw sepgidiniň eňňitligi dykzlygy az (ýeňil) nebitlere garaňda pes bolýar (90-njy surat).



90-njy surat. Nebit-suw sepgidiniň eňňitliginiň $\left(\frac{dz}{dx}\right)$ gidrawlik eňňitlige $\left(\frac{dh}{dl}\right)$ we nebitleriň hem-de gazlaryň dykzlygyna baglylygy [52]

Egri çyzyklaryň üstünde ýazylan sanlar nebitiň we gazyň dykzlygy, g/dm^3

Eger suwuň otnositel dykzlygyny bire deň, nebitiňkini 0,8 g/sm^3 -e deň diýlip alynsa (gatlak şertlerinde köp duşýan ortaça ululyklar), gury gazyňkyny 0,001 diýlip kabul edilse, (11.6.) formula esaslanyp gaz ýatakçasy üçin alyp bolýar:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{I}{1 - 0,001}. \quad (11.7.)$$

Suwuň dykzlygy bilen deňeşdirilende gazyň dykzlygynyň juda kiçiligini göz önünde tutsaň, ony hasaba almasaň hem bolýar. Onda

$$\operatorname{tg} \theta = I. \quad (11.8.)$$

(11.6.) formula nebitiň dykzylygynyň bahasyny $\rho_n = 0,8$ goýup alyp bolýar:

$$\operatorname{tg} \theta_n = 5I. \quad (11.9.)$$

Şeýlelik bilen, ρ_n we ρ_g görkezijileriň kabul edilen bahalarynda nebit-suw galtaşmasynyň eňňitligi gaz-suw sepgidiniň eňňitliginden 5 esse artyk. Emma ýagly gazlaryň ýatakçalarynda, aýratyn-da, olaryň basyşy uly bolanda bu gatnaşyk ep-esli azdyr (2-3 essä çenli).

Eger nebit-suw (gaz-suw) sepgitleriniň eňňitligi gabawjynyň gümmeziniň ganatynyň eňňitliginden uly bolsa, onda nebit (gaz) ýuwlup aýrylar, ýatakça ýiter. Bu bolsa ýatakçanyň suw bilen dagadylmasyny aňladýar.

Ýatakçanyň mehaniki dagamadan saklanma şertini şeýle deňsizlik bilen aňladyp bolýar:

$$\theta < \alpha,$$

bu ýerde

α – gabawjynyň gabadyndaky gatlagyň ýatış burçy (I ugur boýunça);

θ – nebit-suw (gaz-suw) sepgidiniň eňňitlik burçy.

11.8-nji we 11.9-njy formulalary ulanyp, gaz we nebit ýatakçalarynyň hereket edýän suw bilen äkidilmejek iň kiçi we iň uly gidrawlik eňňitliklerini takmyny hasaplap bolýar (42-nji tablisa).

42-nji tablisa

**Gatlaklaryň gazyň we nebitiň ýatakçalarynyň ýuwlup
äkidilme howpundan saklaýan iň kiçi ýapgytlyk
burçlary ($\rho_n = 1; \rho_n = 0,8; \rho_g = 0,001$)**

Gidrawlik eňňitlik	Gatlaklaryň ýapgytlyk burçlary		Gidrawlik eňňitlik	Gatlaklaryň ýatış burçlary	
	gaz ýatakçalary (gury gaz)	nebit ýatakçalary		gaz ýatakçalary (gury gaz)	nebit ýatakçalary
0,0001	0°00'18"	0°01'30"	0,01	0°30'	2°30'
0,001	0°03'	0°15'	0,1	6°	3°

42-nji tablisadan görnüşi ýaly, nebit-gaz sebitlerinde duşýan adaty gidrawlik gradiýentlerde gury gazyň ýatakçalary iş ýüzünde

islendik gabawjylarda saklanyp bilýärler; nebit ýatakçalary eýýäm 0,005-0,01 gidrawlik gradiýentlerde eňaşaklygy juda az gabawjylarda (gümmeziň ganatyndaky gatlaklaryň ýatys eňaşaklygy 1°-dan pes bolan şertde) ýuwlup aýrylmaly.

Nebit ýatakçalarynyň gidrawlik dagama durnuklylygy gaz ýatakçalarynyňkydan has pes. Gurşawda otnositel dykzlygy 1,2-ä deň gorabalar bar bolan ýeňil nebitlerde gatlagyň ýatys durnukly burçy 2,5 essä çenli peselýär, gurşawda süýji suwlar bar bolsa, nebit hem agyr bolsa, ýatakçanyň durnukly burçy 2 esse çemesi ýokarlanýar.

Fiziki-mehaniki dagamada gaz ýatakçalary gatlak suwlarynda eräp ýitýär. Gatlak basyşy ýokarlarda (gatlak aşak çökende) gazdan doýgunlyk yzygiderli artmaýan bolsa, ýatakçany emele getiren metan suwda ereýär we ýatakça ýok bolup (ýitip) bilýär. Gaz ýatakçalarynyň ereme howpy, esasan-da, temperatura 100-120°C-den ýokary geçende, metanyň ereýjiligi artýan wagty has ýokarlanýar.

Nebit uglewodorodlarynyň metan bilen deňeşdirilende suwda ereýjiliginiň pesligi sebäpli nebit ýatakçalarynyň fiziki-himiki dagamasynyň möçberi uly bolmaýar. Şol bir wagtda hem nebit uglewodorodlarynyň aýry-aýry gomologlarynyň saýlanyp eredilmegi mümkindir.

Nebit we gaz ýatakçalarynyň uglewodorodlarynyň suwda ergin ýagdaýynda saklanýan kislorod we sulfatlar tarapyndan eredilmegi netijesinde bolup geçýän **himiki dagama** uly ähmiýete eýedir. Bu proses **biohimiki dagama** bilen eriş-argaç bolup utgaşyp, bilelikde bolup geçýär. Soňky dagamada uglewodorodlar bakteriýalar tarapyndan «iýilýärler».

Uglewodorodlaryň aerob (howaly) turşamasy suwda erän kislorodyň täsirinden döreýär. Suwda erän kislorodyň litosfera suwlarynda 500–600 *m*-e çenli çuňluklarda duşýanlygy barada maglumatlar bar. Erän kislorodyň mukdary gidrogeologik şertlere, siňme suwlarynyň hereket tizligine, dag jynslaryndaky sulfidleriň we organiki maddalaryň mukdaryna baglylykda, birligiň ýüzden bir ülüşlerinden başlap 4–5 *mg/dm*³-a çenli ýetip bilýär.

Nebit we gaz ýatakçalary bilen galtaşýan suwlarda kislorod duşmaýar diýen ýalydyr. Munuň sebäbini şeýle düşündirip bolýar. Siňme zolagyndan uzakda ýerleşen ýataklara çenli akyp barýan suw-

lar ýolboýy ilki turşama ukyply dürli minerallary turşadyp harçlanýar. Şol sebäpli erän kislorodyň täsiri diňe ýerüsti suwlaryň siňýän ýerine golaý ýatakçalara ýetýär.

Uglewodorodlaryň sulfatlar arkaly turşamasyň ähmiýeti uludyr, sebäbi sulfatlar litosfera suwlarynda we gorabalarda dürli görnüşde duşýarlar.

Uglewodorodlaryň biohimiki turşamasy heňiz ýeterlik öwrenilen däldir. Sulfat dikeldiji bakteriýalaryň 90–95°C-den ýokary temperaturalarda, şeýle-de suwuň duzlulygy 300 g/dm³-dan ýokary, pH 5-den az şertlerde ýaşap bilmeýänligi barada maglumatlar bar. Bu ýerde esasy ornuň temperatura degişlidigini bellemeli.

Suwda erän turşadyjylar tarapyndan uglewodorodlaryň turşamasyň, esasan, suw bilen galtaşýan ýerinde bolup geçýänligi sebäpli, turşama tizligi sepgit üstüniň meýdanyna gös-göni baglydyr. Şu sebäbe görä suwda «ýüzüp ýören» ýatakçalaryň diňe gyrak-bujaklarynda suw bilen galtaşýan ýatakçalardan has çalt turşajakdygy düşnüklidir.

Nebit-suw sepgidiniň çäklerinde turşamanyň netijesinde örän dykyz (goýy) nebit we asfalta meňzeş maddalar (bitumlar) döreýärler, umuman, turşama prosesi tamamlanmadyk (ýagny turşamanyň netijesinde diňe kömür kislotasy we suw emele gelýänçä) şertlerde uglewodorodlar ýok bolup gitmeýärler-de, ýatakçalar bir görnüşden başga görnüşe geçýärler. Nebit-suw sepgidinde örän goýy nebitiň ýa-da galyňlygy birnäçe metre ýetýän akmaýan bitumyň (asfalta meňzeş maddanyň) gabygynyň döremegi giňden ýaýrandyr. Bu şertde turşamanyň netijesinde emele gelen täze dörentgiler ýatakçanyň galan böleginiň turşamasyň öňüni alýan bentleýji gatlagyň ornuny tutýar. Bu proses turşamany gowşadyp bilse-de, doly togtadyp bilmeýänligi ähtimal. Sebäbi nebit ýatakçalarynyň turşama zerarly doly özgerenleri seýrek duşmaýar.

Nebit ýatakçasynyň tutuşlygyna şepbiklere (smolalara), organiki kislotalara ýa-da başga kislorod düzümlü birleşmelere öwrülmeğiniň netijesinde nebit ýatakçasý ýitip ýok bolýar-da, gaty bitumyň ýatakçasý emele gelýär.

Metan turşanda hiç hili aralyk önüm gabygy emele gelmeýär. Metan ýa-da onuň düzümi boýunça golaý-goltumyndaky gomologlary

turşanda kömürturşy gazy emele gelýär. Kömürturşy gazynyň suwda örän gowy ereýänligi sebäpli, bu proses uly ähmiýete eýe bolmaýar.

11.3. Nebitgaz gözleg gidrogeologiýasy barada düşünje

Gidrogeologiýanyň nebit we gaz ýatakçalarynyň gözleginde ulanylýan gidrogeologik görkezijiler we ol gözlegleriň usulyýetleri baradaky maglumatlary öz içine alýan bölümine **nebitgaz gözleg gidrogeologiýasy** diýilýär.

Nebitgaz gözleg gidrogeologiýasy nebit we gaz ýatakçalarynyň gözlegleriniň üç derejesini esaslandyryp bilýär:

1) sebitleýin, ýagny tutuşlygyna nebitli-gazly ýa-da nebitli-gazly bolmagy mümkin basseýn, şeýle-de şol basseýniň aýratyn alnan gidrogeologik mertebesi boýunça;

2) zolakly, ýagny basseýniň nebitli-gazly ýa-da nebitli-gazly bolmagy mümkin zolagy;

3) ýerli, ýagny aýratyn gabawjy.

Ol gabawjy özbaşdak ýatak ýa-da düzüminde ýatakçany saklamagy mümkin bolan gatlak bolup bilýär.

Häzirki döwürde nebitgazlylygyň ýerli çaklamasyna uly üns berilýär. Ol ýokary derejede nebit we gaz ýatakçalarynyň oreollarynyň ýaýrawyna, nebitiň we gazyň ýatakçalarynyň geohimiki täsiriniň oreollaryna esaslanýar. Bu ýerde **ýaýraw oreoly** diýlip, ýerasty suwlaryň nebitgaz ýatakçalary bilen bagly düzüm görkezijileriniň daşky gurşawdakydan has ýokary mukdarda saklanýan sebitçelerine we meýdançalaryna düşünilýär.

11.3.1. Nebitgaz gözleginiň gidrogeologik görkezijileri

Nebitgaz gözleginiň gidrogeologik görkezijileri örän köp dür-lüdür. Iş tejribesine görä, şol görkezijileriň iň ygtybarlylary suwuň gaz düzümine esaslanandyr. Şol görkezijileriň arasynda suwda erän gazlaryň doýgunlygynyň basyşy (maýyşgaklygy) gaz ýatakçasynyň barlygynyň ýa-da ýoklugynyň ynamly otnositel şaýadydyr. Aýratyn-da **gazdan doýgunlygyň koeffisiýenti** diýlip atlandyrylýan görkezi-

ji, ýagny erän gazlaryň basyşynyň (maýyşgaklygynyň (P_g) suwly gatlagyň basyşyna (P_w) gatnaşygy $\left(\frac{P_g}{P_w}\right)$ ünsse mynasypdyr.

A.A.Karsew we başgalar tarapyndan 1982-nji ýylda hödürlenen **nebitgazlylygyň toplumlaýyn görkezijileri** birnäçe görkezijilerden ybarat: a) gaz, b) organiki-gidrogeohimiki, ç) mineral-gidrogeohimiki, d) gidrogeodinamik; e) gidrogeotermik, f) paleogidrogeologik görkezijiler.

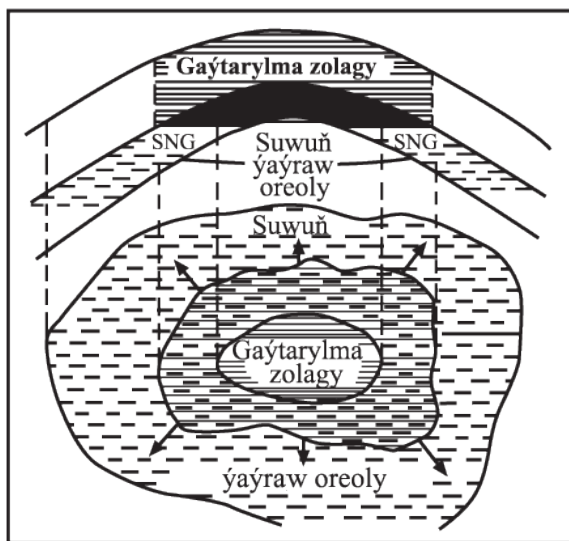
Gaz görkezijilere: suwuň umumy gazdan doýgunlygy (sm^3/dm^3), suwda erän gazlaryň maýyşgak basyşy (MPa), suwuň gazdan doýgunlyk koeffisiýenti $\left(\frac{P_g}{P_w}\right)$, metanyň, metanyň gomologlarynyň (jemi), butanlaryň, pentanlaryň, geksanlaryň, geliniň (nebitgazly toplumlarda we olardan ýokarda otrisatel görkeziji), kükürtli wodorodyň mukdaryna (sm^3/dm^3 we suwda erän gazlaryň jeminden %-de), metan / etan we metan/, propan (ýokary gomologlar) koeffisiýentleri, azot, azotly koeffisiýent degişli.

Organiki-gidrogeohimiki görkezijilere: suwuk uglewodorodlaryň (nebitiň) jemi we düzümi, bitumoidlik koeffisiýenti, benzol we toluol, uçup gidýän ýagly kislotalar, fenollar, spirtler, organiki kükürt, organiki fosfor degişli.

Mineral-gidrogeohimiki görkezijilere (mikroelementler hem alnanda): ammoniý, suwlaryň sulfatdan doýgunlygy, umumy we otnositel sulfatlylyk, suwuň umumy duzlulygy, bor, bariý, nikel, simap we başgalar degişli.

Gidrogeodinamik we gidrogeotermik görkezijilere ýokarky suwlardaky pýezominimumlar we pýezomaksimumlar (basyşyň juda pes we aşa ýokary ýerleri), gidrogeotermik anomaliýalar (temperaturanyň daş-töwerege görä aşa ýokary ýa-da juda pes bolmagy) degişli.

Gaz, organiki-gidrogeohimiki we mineral-gidrogeohimiki ýerli görkezijiler ýüze çykarylanda we seljerilip hasaba alnanda (интерпретация) suw oreollarynyň ýaýrawyny kesgitlemek, ýagny gazlaryň gurşawdaky eýeleýän ýerini we anomal konsentrasiýalaryny anyklamak aýratyn ähmiýete eýe bolýar (91-nji surat).



91-nji surat. Uglewodorodlaryň ýatakçalarynyň suw oreollarynyň ýaýrawynyň ýerleşişiniň shemasy [52]

SNG – suw-nebit galtaşmasy (sepgidi)

Nebitgaz gözlegleri bilen bagly barlaglar gözlegleriň dürli tapgyrlarynda alnyp barylýar. Nebitgazgözleg gidrogeologiyasynyň barlaglarynyň esasynda gidrogeologik sebitleme ýatmalydyr. Gidrogeologik basseýn tutuşlygyna öwrenilende nebitgazlylygy bahalamak has üstünlikli geçýär. Aýry-áýry ýerli elementleriň öwrenilişi we bahalanyşy, olaryň basseýniniň çäklerinde, eýeleýän ýerine baglylykda geçirilmelidir.

11.3.2. Nebitiň we gazyň gidrawlik gabawjylary

Gidrawlik (gidrodinamik) gabawjylaryň we nebitiň, gazyň gidrawlik perdelenen ýatakçalarynyň nazaryýeti köpsanly alymlar: W. P. Sawçenko, A. A. Plotnikow, Y. P. Gattenberg, N. A. Ýerýomenko, I. M. Mihaýlow, M. Habbert, A. Leworsen tarapyndan işlenip düzülen.

Nebit we gaz ýatakçalarynyň kemala gelmesinde gidrawlik gabawjylaryň ýeterlik orny barlygy kesgitlenen. Könedan nebit we gaz çykarylýp alnýan etraplarda öňden gurlan önümi çykaryjy, ugradyjy enjamlar bar bolsa-da, täze özleşdirilişe girizilmeli strukturalaryň

sany azalýar. Şol sebäpli bu şertde gidrawlik örtülen gabawjylaryň halk hojalygynda ähmiýeti artýar.

Gidrawlik gabawjylaryň döremegi suwdyňzaw ulgamynyň dinamiki ýagdaýy bilen bagly. Ýatyş eňňitligi pes gatlaklarda nebitiň we gazyň ýatakçalarynyň döremegi nebitiň we gazyň ýüzüp ýüze çykma güýjüniň (Arhimed güýjüniň) gatlak suwlarynyň dyňzawynyň tapawudy (gidrawlik güýji) bilen deňagramlaşmasy, dyňzaw tapawudynyň dag jynslarynyň kollektorlyk häsiýetleriniň ýa-da galyňlyklarynyň aýry-aýry meýdançalarda düýpli üýtgemegi bilen bagly bolup bilýär.

Soňky döwürde gidrawlik gabawjylara öňküden köp üns berlip başlandy. Munuň iki sebäbi bar:

1) könedən özleşdirilýän nebitgazly welaýatlarda adaty «gümmez» kysymly gabawjylar azalýar, tükenýär, bu şertde bolsa gidrawlik gabawjylar litologik, stratigrafik gabawjylar bilen deň hatarda ünsi özüne çekýär;

2) emeli ýa-da tehnogen gabawjylaryň döremegi we olaryň sanynyň artmasy [52].

Gidrawlik gabawjylara gyzyklanmanyň artmagynyň ýene bir sebäbi, käbir maglumatlara görä, bölekleyin gidrawlik örtülenlere şeýle ägirt uly ýatakçalar bolan Hýugoton, Boliwar, Katar-deňiz, Döwletabat we beýlekiler degişli.

Nebitiň we gazyň gidrawlik örtülen ýatakçalarynyň gözleginde suwdyňzaw ulgamyny, şol sanda pýezometrik üstüň örän çylşyrymly bolup bilýän sekileri, suwdyňzaw toplumynyň üçeginiň ýatýan çuňluklary, onuň galyňlygy, kollektorlyk häsiýetleri jikme-jik öwrenilmelidir.

Gazyň gidrawlik gabawjylarynyň kartalaşdyrylmasy gatlagyň üçegi boýunça düzülen struktur kartanyň gidroizopýezler kartasy bilen degşirilmesiniň üsti bilen amala aşyrylýar.

Gidrawlik gabawjylary gözläp tapmanyň usullary E.Dalbergiň (1985) we A.A.Plotnikowyň (1989) işlerinde berilýär.

11.3.3. Uglewodorod ýatakçalarynyň pytramasynyň suw oreollary

Häzirki döwürde nebitgazly basseýnleriň gowy öwrenilenligi göz önünde tutulyp, nebitgazlylygyň ýerli görkezijilerine uly üns berilýär. Bahalanýan gatlak boýunça, käte ondan ýokarky suwly

gatlak boýunça suwuň derňewleri bar bolsa, şeýle gidrogeohimiki görkezijiler peýdaly ulanylyp bilner. Bu ýerde esasy ähmiýete ugledodorod ýatakçalarynyň pytran suw oreollary eýedir.

Şeýle oreollar birnäçe düzümlük görkezijileri boýunça yzarlanýar: gazlardan metan, metanyň gomologlary; suwda erän organiki maddalardan benzol we onuň gomologlary, ýag (ilkinji nobatda garynja we sirke kislotalary, fenollar, organiki fosfor, ammoniý, mikroelementlerden, metallardan – nikel, wanadiý, sink, gurşun, mis, kobalt, molibden, germaniý, kümüş.

Suw oreollarynyň aýyl-saýyllygy (контрастность) we möçberleri düzümlükleriň diffuziýa hereketliligine we ýatakçanyň kemala gelen wagtyna bagly. Gazlar ýeňillik bilen hereket edýärler, suwda olaryň oreollary 2 km-e, organiki kislotalaryňky – 1-2 km-e ýetýär. Benzolyň oreollarynyň ýetýän aralygy 400–800 m, mikroelementleriňki – 500 m-e çenli. Köne basseýnlerde oreollaryň ýetýän aralygy daş, ýaşlaryňky – az. Suwda erän organiki maddalaryň we mikroelementleriň aýyl-saýyllygy şeýle tertipde peselýär: nebit ýatakçalary-gazkondensatlar – gaz ýatakçalary. Nebit ýatakçalarynyň mikroelement oreollary baý hem-de ýokary aýyl-saýyllykly. Gaz ýatakçalarynyň mikroelement oreollary garyp we çala saýgardýan aýyl-saýyllykly. Bu kadadan ýod bilen simap çykýar. Bu görkezijiler gaz ýatakçalarynyň töwereginde duşýan mukdary ýokary, sebäbi olar bug-gaz görnüşde bugaryp uçmaga ukyply. Gaz ýatakçasynyň töwereginde kondensasiýa (goýalyş) suwlarynda ýoduň mukdarynyň 24 mkg/dm^3 -a ýetýän ýerleri bar. Suw oreollaryna ýatakçanyň möçberi hem täsir edýär: ýatakçanyň kiçelmesi bilen mikroelementleriň konsentrasiýasy artýar, benzolyň mukdary azalýar (43-nji tablisa).

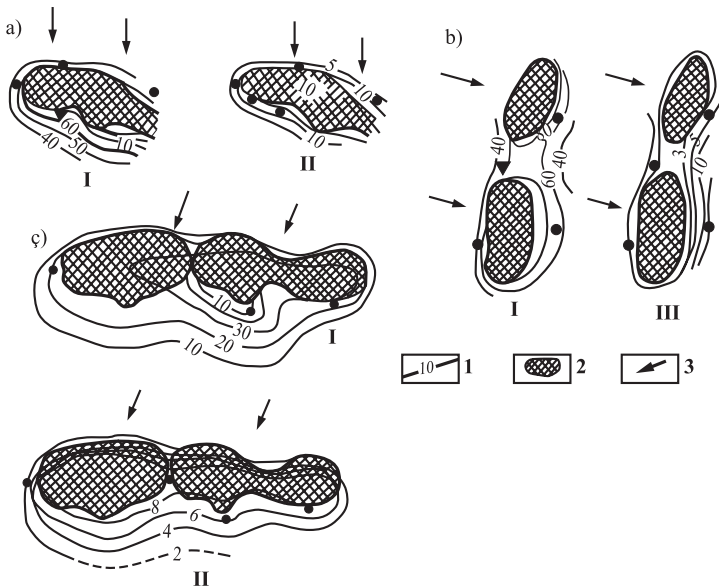
Gazlaryň, mikroelementleriň we suwda erän organiki maddalaryň suw oreollarynyň pytramasyny anyklamak ýerli strukturalaryň nebit-gazlylygyny bahalamakda, şeýle-de nebitiň, gazyň we kondensatyň ýatakçalaryny aýry-aýrylykda çaklamakda ähmiýeti örän uludyr.

Gatladaky gidrodinamik şertler suw oreollarynyň pytramasynyň ýarsmasyna sebäp bolup, **Sawçenkonyň effekti** diýlip atlandyrylýan effekte getirip bilýär. Bu effekt boýunça oreol ýatakçanyň maňlaý tarapyndan onuň suwuň hereket edýän ugrunyň yk tarapyna äkidilip ýerleşdirilýär (92-nji surat). Şu faktor gözleg guýularynyň ýerleşdirilmeli ýerleri kesgitlenende hasaba alynmalydyr.

**Günbatar Sibir nebitgaz megabasseyiniň dürli möçberli
nebit ýataklarynyň ýakyn golaýyndaky suwlarda
mikroelementleriň we benzolyň ortaça mukdary
(W. M. Matusewiç boýunça) [52]**

Ýataklaryň	Düzümçeleriň mukdary						
	<i>mg/dm³</i>			<i>mkg/dm³</i>			
	C_6H_6	S	Ba	Ni	Co	Pb	V
Owruk	0,35	6,4	103	58	11	16	22
Ortaça	0,57	1,8	14	35	8	4	23
Iri	0,61	1,4	12	17	7	4	7

Pytrama oreolynyň görkezijilerini (mysal üçin, uglewodorodlary) ýataklaryň barlygynyň göni alamaty we geohimiki täsiriň oreolyn-



**92-nji surat. Sawçenkonyň effektiniň mysallary
(L.M.Zorkin boýunça) [52]:**

a – Kuleşew ýatagy, A gatlak; *b* – Žirnow we Bahmet'yew ýataklary, Tula gatlagy; *c* – Krasnyý Ýar ýatagy, B gatlak. 1 – gazyň mukdarynyň izoliniýalary (II – metanyň, III – azotyň gomologlary, sm^3/dm^3 we gazyň doýgunlygynyň basyşy (1), MPa; 2 – ýataklary; 3 – suwuň hereket ugry

dan has ygtybarly diýip hasaplap bolýar. Emma soňky alamatlaryň käbiriniň (mysal üçin, suwlaryň sulfatdan doýgun dældigi) has dur-nuklydygy, hatda pytrama oreoly ýitenden soň (käte ýatakça ýitenden soň) hem saklanyp galmagynyň mümkinligi hasaba alynmalydyr.

Nebitgazgözleg gidrogeologiýasynyň dürli sebitlerde ulany-lyşynyň mysallary «Nebitiň we gazyň gözleglerinde gidrogeologik barlaglaryň netijeleriniň seljerilip işlenilişi» (1990) atly kitap bilen tanşyp bilerler.

11.4. Nebitgaz senagat gidrogeologiýasy

Nebitgaz senagat gidrogeologiýasy (нефтегазопромысловая гидрогеология) nebit we gaz ýataklarynyň özleşdirilişi taslananda we amala aşyrylanda gidrogeologik maglumatlaryň ulanylyşyny öwrenýär.

Nebitgaz senagat gidrogeologik barlaglary

Nebitgaz çykarylyp alynýan meýdançalarda geçirilen gözegçi-likler, ölçegler, laboratoriýa derňewleri jemlenip işlenip kesikler, pro-filler, kartalar, grafikler gurulýar. Şol maglumatlary ulanyp nebit we gaz ýataklarynyň aýry-aýry stratigrafik gatlaklaryna mahsus ýerasty suwlaryň ortaça himiki düzümi kesgitleýär.

Nebitgaz senagat gidrogeologik barlaglary şu meseleleriň çözügünde ulanylýar:

1) ýuwujy suwuklyklaryň we tamponaž sementleriň düzümi esaslandyrylyp saýlananda;

2) gatлага suwuň emeli usulda basyşly siňdirilmesiniň (gatlagy suwa basdyrmagyň) taslamasy düzülende;

3) guýulara suwlaryň girýänligi we olaryň giren ýerleri kesgitle-nende;

4) ýatakçalara suwuň gelmegini we olary suwa aldyrylmasyny hasapda saklamakda.

1. Gidrogeologik şertleri burawlama üçin ýuwujy suwuklyklar (buraw ergini) we tamponaž sementi taýýarlananda hasaba almak möhümdir. Mysal üçin, burawlanyp geçilmeli aralykda gorabalaryň

(şeýle-de duz gatlaklarynyň), ergin haldaky kükürtli wodorodyň, gidrosulfidleriň bolmagy ýuwujy suwuklyklaryň we tamponaž materiallarynyň tehnologik häsiýetlerini düýpli üýtgedip bilýänligi olaryň resepti düzülende hasaba alnylmalydyr.

Açylyan gatlaklaryň şertlerini amatlaşdyrmakda guýulýan erginleriň berýän peýdasy suwuň düzümine baglydyr. Mysal üçin, B.D.Gorodnowyň hödürleýän KMS-85-700 kysymly stabilizatory ýokary duzlulykly we düzüminde kalsini köp saklaýan suwlar üçin niýetlenýär.

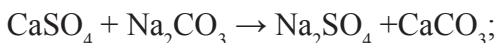
Suwuň himiki düzüminiň hasaba alynmagy tamponaž sementiniň kysymy saýlananda hem ähmiýetli. Mysal üçin, suw gurşawynyň duzlulygy 20 g/dm^3 -dan ýokary bolanda adaty portlandsement suwuň iýijilik täsirine sezewar bolýar. Suwuň iýijilik täsiriniň güýçlenmegi çaklanýan ýerde ýörite goşundylar goşulýar. Mysal üçin, tamponaž erginleriniň iýilmegine garşy goşundylar ulanylanda kesigiň degişli aralygyndaky gidrogeohimiki şertler hasaba alynýar.

2. Nebit ýatakçalaryna suw guýuş prosesleriniň suw üpjünçiliginiň taslamasy esaslandyrylanda nebitgaz gidrogeologiyasynyň ähmiýeti uludyr. Ýatakça guýmak üçin ýerasty suwlar, ýerüsti suwlar (derýa, köl, deňiz suwlary) we senagat zyňyndy suwlary ulanylyp bilner.

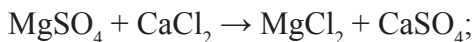
Ilkinji agzalan suw çeşmesi ulanylanda gidrogeologik barlaglaryň orny has uly, sebäbi degişli ýerasty suwlaryň gor-gençleri hasaba alynmaly. Emma nebit ýatakçalaryna guýulmaly suw ýerüsti çeşmelerden ýa-da senagat zyňyndylaryndan alnanda hem gidrogeologik maglumatlaryň ulanylmagy aradan aýrylmaýar. Sebäbi ýatakça islendik suw guýlanda hem ol gatlak suwlary bilen we olary saklaýan jynslaryň gaty bölejikleri bilen täsirleşip bähbitsiz netije berýän şertleri döredip bilýär. Bu hadysany, esasan, ýatakçanyň suduryňyň (konturyňyň) daşyna suw guýlanda nazarda tutmak möhüm, emma bu proses suduryň içine suw guýlanda hem hasaba alnylmalydyr, sebäbi nebitli suduryň içinde hem suw ol ýa-da beýleki görnüşde elmydama diýen ýaly saklanýar. Eger guýlan suw bilen gatlak suwunyň düzümi deň ýa-da örän golaý bolsa, erginiň düzümleriniň arasynda hiç hili reaksiýa bolup geçmeýär. Beýleki ýagdaýlaryň hemmesinde duzuň çökmegi we gazlaryň bölünip çykmasy bilen utgaşýan reaksiýalaryň bolup geçmegi mümkin.

Bu şertlerde bolup geýýän reaksiýalaryň şeýle görnüşleri bar:

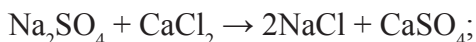
- guýlan suwuň (mysal üçin, deňiz suwunyň) kalsisiniň sulfaty bilen gatlak suwunyň natrisiniň karbonatynyň arasynda:



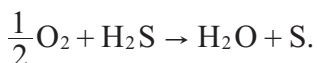
- guýlan suwuň (deňiz suwunyň) magnisiniň sulfaty bilen gatlak suwunyň kalsisiniň hloridiniň arasynda:



- guýlan suwuň (derýa suwunyň) natrisiniň sulfaty bilen gatlak suwunyň kalsisiniň hloridiniň arasynda:



- guýlan suwdaky (derýa, deňiz suwlary we ş.m.) erän kislorodyň molekulalary bilen gatlak suwunyň kükürtli wodorodyň (kükürtli wodorodyň özi tehnogen önüm bolup bilýär) arasynda:



Bu reaksiýalaryň netijesinde emele gelýän kalsiniň karbonatynyň, sulfatynyň çökündileri, erkin kükürt dag jynslaryndaky öýjükleri, jaý-ryklary bitirip, sementläp, guýynyň içinde toplanyp bilýär.

Nebit ýataklary özleşdirilende duzlaryň çökmesiniň otrisatel tehniki-ykdysady ähmiýeti bar.

Dürli kysymly suwlar garyşanda çökündileriň çökmesi guýulýan suwuň aşakda çykýan ýerinde (turbanyň ujunda) däl-de, garylan suwuň gatlak boýunça hereket edýän ugrunda guýynyň düýbüne golaý zolakda hem bolup geýýär. Sementenme we bitme netijesinde gatlagyň, guýynyň önüm berijiligi peselýär. Aýry-aýry şertlerde derýa suwy nebitli gatлага guýlanda natrinin sulfatynyň we kalsiniň hloridiniň arasyndaky reaksiýanyň netijesinde döreýän zylça (gips) önümiň ýoluny doly dykyp, işiň birnäçe günläp togtadylmagyna getirýän wagtlary hem bolýar [52].

Guýulýan sulfatly suwlaryň we bakteriýalaryň nebit bilen reaksiýa gatnaşmagynda kükürtli wodorodyň emele gelmegi mümkin. Netijede metallaryň, sementiň iýilmegi güýçlenip bilýär.

Nebit ýatakçalaryna suw guýlanda bolup geçmegi mümkin bähbitsiz gidrogeohimiki prosesleriň önüni almak üçin degişli şertlerdäki gidrogeohimiki ýagdaýlara görä, guýulýan suw saýlanyp alynmalydyr. Guýulýan suw bilen gatlak suwlarynyň arasynda bolup geçjek täsirleşmeleri tejribe üsti bilen modelirlemek hem gowy netijeleri berýär.

Eger nebitli gatlaklara guýmak üçin zerur hilli suw tapylmasa, onda bar bolan suwuň hilini ilki gowulandyrmaly bolýar. Bu çäreler şular degişlidirler:

a) bulanyk suwlar durlandyrylýar, süzülýär, nebit garyndyly suwlar ozonlanýar, ekstragirlenýär we mikrobiologik usul bilen arasalanýar;

b) duz çökmesini peseltmek üçin guýulýan suwa ýörite saýlanyp alynýan maddalar–ingibitorlar goşulýar;

ç) guýulýan suw bilen barýan bakteriýalaryň – desulfatorlaryň zyýanly täsiriniň önüni almak üçin guýulýan suwa bakteriýalary öldürýän garyndy (mysal üçin, formalin) garylýar ýa-da suw gyzdyrylýar, ýa-da suw ultrases bilen zyýansyzlandyrylýar.

Dürli gidrogeohimiki şertlerde ingibitorlaryň dürli görnüşleriniň garaşylýan netijeleri berýänligi hasaba alynmalydyr.

Umuman alanyňda, iň amatly wariant diýlip, nebit ýatakçalaryna şol gatlagyň öz suwuny (ýapyk aýlaw) ýa-da aşakda ýatan gatlagyň suwuny guýmak bähbitli hasaplanýar.

3. Nebitgaz senagat gidrogeologiýasynyň çözyän wajyp meseleleriniň **birine guýulara we ýatakça gelýän suwlary (suwalma howpuny) gözegçilikde saklamakdyr**. Bu soragy üstünlikli amala aşyrmak üçin şeýle maglumatlary bilmek zerurdyr:

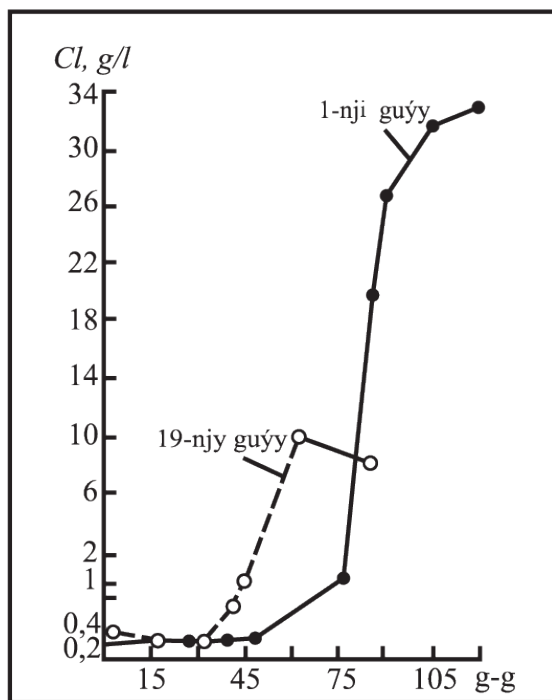
- işlenilýän nebitgazly gatlagyň suwlarynyň himiki düzümini we onuň golaý araçäkdäki üýtgewini;
- ýokarky we guýulýan suwlaryň düzüminiň häsiýetnamasyny;
- gatlak suwlarynyň guýulýan suwlar bilen garyşandan soňky düzüminiň häsiýetnamasyny.

Bu ýerde bir tarapdan guýynyň kemli yerinden suwuň girendigini we onuň giren yeriniň nirededigini bilmeli, beýleki tarapdan, ýatakça barýan suwlaryň ugruny we tizligini bilmek zerurdyr.

Ulanys we gözegçilik guýularyndaky suwlaryň düzüminiň üýtgewini yzygiderli hasaba almak, ýatakça tarap süýşýän suwy çaklamaga mümkinçilik berýär.

4. Guýulara we ýatakçalara barýan **suwlary gidrogeohimiki gözegçilikde saklamak** gaz we gazkondensat ýatakçalar özleşdirilende ulanylýar. Eger gaz bilen bile çykýan süýji goýalyş (kondensasiýa) suwlaryň deregine duzlulygy ýokary gyraky ýa-da düýp suwlary gelip, duzlulyk ýa-da hlirlulyk artyp ugrasa, bu suw basmanyň nyşanydyr (93-nji surat).

I. A. Leontýew çykarylýan gatlak suwunyň mukdaryny hloruň mukdarynyň gelyän suwuň göwrümüne baglylygynyň üsti bilen hasaplap kesgitlemegi teklipe edýär.



93-nji surat. Gaz ýatagynda guýa girýän gatlak suwunyň duzlulygynyň üýtgewiniň dinamikasy [52]:
19-njy guýy – ýuka gatlakly suwbasma; 1-nji guýy – galyň suwbasma

I.A.Leontýewiň usuly şeýle deňlemä esaslanýar:

$$Q_g = q_k (M_1 - M_3) (M_3 - M_2), \quad (11.10.)$$

bu ýerde

Q_g – goýalyş suwunyň (kondensatyň) duzlulygyny M_2 duzlulykdan M_3 duzlulyga ýetirmek üçin zerur gatlak suwunyň mukdary ($kg/1000 m^3$ gazda);

q_k – suw buglarynyň suwuk hala geçen mukdary ($kg/100 m^3$ gazda)

$q_k = g_g - g_n$; g_g we g_n – gatlak şertlerindäki we nusga alnan ýerdäki suw bugunyň mukdary;

M_1, M_2, M_3 – gatlak, goýalyş we garyndy suwlaryň duzlulygy.

Guýulýan suwlary gidrogeohimiki gözegçilikde saklamak usuly bilen şeýle maglumatlary alyp bolýar:

- suw guýulýan guýynyň täsir zolagyny kesgitlep bolýar; önüm bilen çykarylýan suwuň näçe bölegini guýulýan suwuň tutýanlygyny kesgitlep bolýar;

- guýulýan suwuň ýatakça siňýän mukdaryny hasaplap bolýar;

- aýry-aýry ugurlar boýunça basyşly siňdirilýän suwlaryň ortaça tizligini kesgitlep bolýar we ş.m.

Gaz ýataklarynyň özleşdirilmesiniň soňky tapgyrlarynda nebit-gaz senagat gidrogeologiýasynyň önünde duz çökmeleriniň önüni almak boýunça soraglar ýüze çykýarlar. Bu tapgyrlarda gatlak basyşlary düýpli peselende guýa gelýän gazyň düzüminde suw ýetmezligi duýlup başlanýar. Bu şertlerde guýa duzly suwlaryň, aýratyn-da, gorabalaryň gelmegi olaryň bugarmasy bilen bilelikde bolup geçýär. Ergindäki duzlar doýgunlyk derejesine ýetenden soňra bolsa duz çöküp başlaýar.

W. A. Tereşsenko esasy çökyän duzuň (galitiň) gaz guýusynda çökmesiniň şertlerini formula bilen aňladylmagyny teklipl edýär:

$$\Delta W > V \cdot d,$$

bu ýerde

ΔW – gazdaky suwýetmeziniň mukdary, sm^3/m^3 ;

V – guýa gelýän duzly suwuň mukdary $l/1000 m^3$ gazda;

d – duzly suwdaky süýji suwlaryň NaCl-a görä udel genji sm^3/sm^3 .

d görkezijiniň doýgun gorabalarda noldan başlap, duzlulygy pes suwlarda birlige çenli üýtgeýän bahasy ýörite düzülen nomogramalaryň esasynda – süýji suw genjiniň duzlulyga baglylyk grafigi boýunça kesgitlenýär [52].

11.5. Gaz we gazkondensat ýatakçalarynyň özleşdirilişine gidrogeologik gözegçilik (Şatlyk senagat gatlagynyň mysalynda, S.N.Alýohin we başg. boýunça)

Dyňzawly suwly gatlaklaryň gidrogeologik aýratynlyklarynyň ýatakçalaryň özleşdirilişine täsirini öwrenmek gaz we gazkondensat ýataklarynyň ulanylyşyny amatlaşdyrmaga ýardam berýär. Ýerasty suwlaryň gatlagyň özleşdirilişine täsirini çaklamak gazyň alynmaly nukdar görkezijileriniň başlangyç tapgyrda gaz süzülme, soňky tapgyrlarda – maýyşgak suw dyňzaw süzülmäniň hasaba alynmagyna esaslanýar. Gidrogeologik gözegçiliklere ýeterlik üns berilmedik şertlerde ýatakçany suw almasy taslanýan hasaplamalardan üznä gelýär. Bu bolsa özleşdirilişe zyýanly täsir edýär.

11.5.1. Şatlyk senagat gatlagynyň gidrogeologik aýratynlyklary

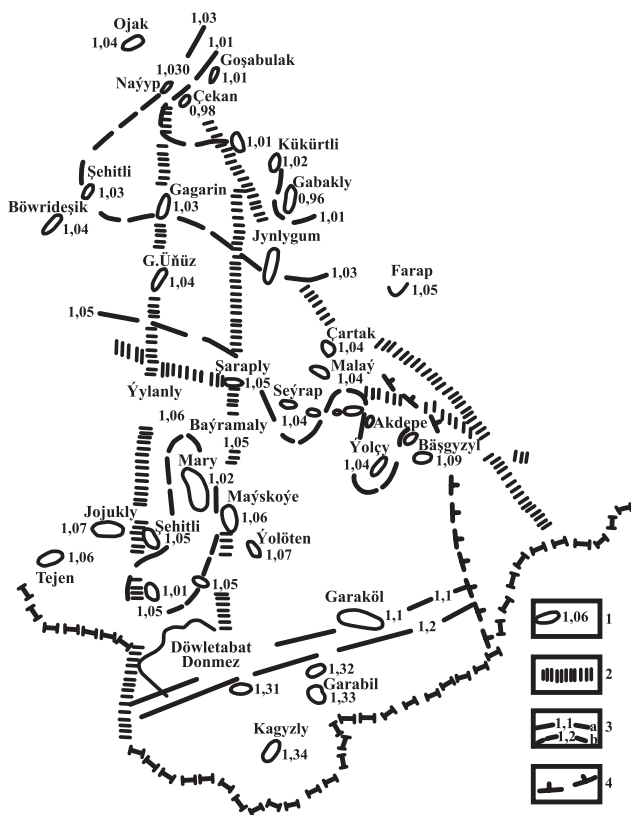
Amyderýa nebitli-gazly basseýniniň Şatlyk senagat gatlagynyň demirgazyk we demirgazyk-günbatar araçäkleri basseýniň araçäkleri bilen gabat gelýär. Şatlyk gatlagynyň önümlü çökündileriniň gündogar araçägi Çartak-Agargum-Gulaç hatary bilen ugurdaş gidýär. Bu ýerde gatlagyň önümlü çägedaşlary Kerki gatlagynyň öýjüksiz duzly çökündileri bilen ýerini çalyşýar.

Günortada Bathyz-Garabil etraplarynda, takmynan, Şorköl, Şordepe–Döwletabat sebitlerinde Şatlyk gatlagy gyýylyp, ýitere golaýlaýar.

Şatlyk gatlagynyň günorta-günbatar araçägi Rahoj, Çäçe–Tejen–Jojukly hatary boýunça kesgitlenýär.

S.N.Alýohin, M.A.Kasman, M.G.Bäşiýew we P.A.Kasman Gündogar Türkmenistanda Şatlyk senagat gatlagynda (göteriň mertebesi) geçirilen gözleg-barlag, ulanyş işleriniň döwründe 30 ýylyň dowamynynda toplanan maglumatlary jemläpdirler [31]. Bu awtorlar tarapyndan ulanylan maglumatlary işläp geçme usulynyň şeýle aýratynlyklary bar.

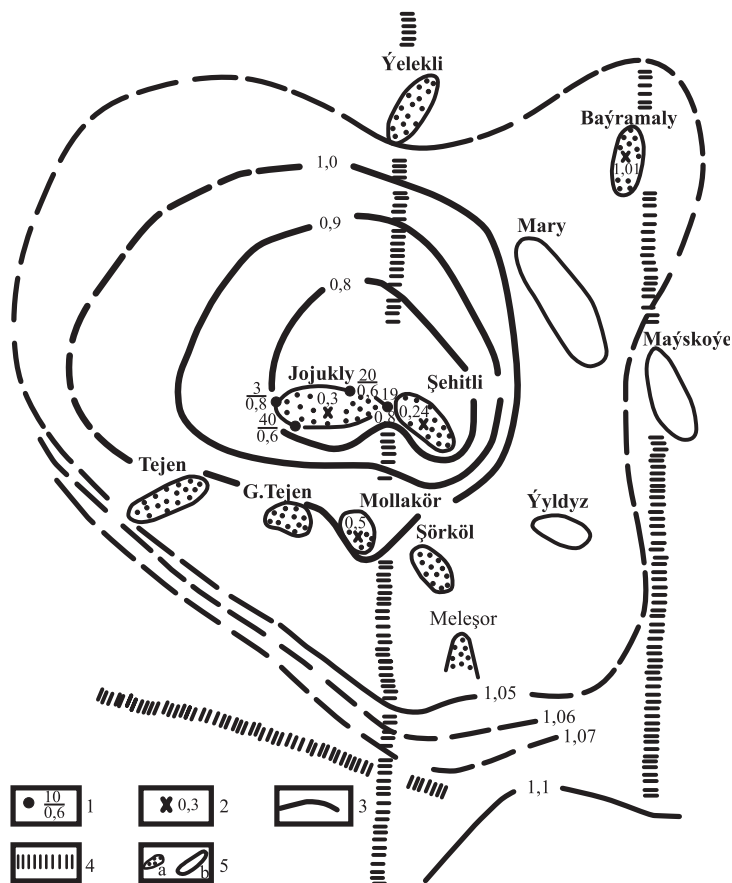
Ýatakçanyň özleşdiriliş kadasy, başgaça suwdyňzawly gatlagyň içinden gaz alnanda bolup geçýän üýtgewleriň depgini ýatakçanyň özleşdirilişiniň gözegçilikde saklanýan prosesinde kesgitlenýär. Bu soragyň çözgüdi üçin alnyp barylýan işleriň iň wajyby ýatakçanyň gyrasyndaky ýa-da aşagyndaky suwlaryň gatlak basyşynyň (derejesiniň) dinamikasyna ýörite gurnalan **pýezometrik guýular** diýip atlandyrylýan guýular arkaly geçirilýän yzygiderli gözegçiliklerdir. Ýokarda agzalan awtorlar ýatakça girýän suwuň mukdaryny pýezometrik guýularyň derejesiniň (basyşynyň) dinamikasy bilen kesgitlemegi başarypdyrlar.



94-nji surat. Gündogar Türkmenistanda göteriň suwdyňzawly gatlagynda (Şatlyk gatlagy we onuň analoglary) GBAK-ýň fon (tebigy düşek) ýaýrawynyň shemasy (düzenler S. N. Alýohun, G. A. Berdiýew, 1990):

1 – meýdança we GBAK-ýň bahasy; 2 – synma zolaklary;
3 – GBAK-ýň bahalarynyň izoliniýalary (a – ynamly; b – çaklanýan); 4 – Şatlyk gatlagynyň kollektorlarynyň Kerki kollektor däl gatlagy bilen çalyşýan zolagy

Şatlyk senagat gatlagy Amyderýa nebitli-gazly basseýninde giňden ýaýran. Gatlagyň galyňlygy Zähmet monoklinalynda 54–90 *m*-e ýetýär. Umuman, gatlagyň peýdaly galyňlygy günbatardan gündogara we günorta-gündogara 80 *m*-den (Seýrap) 12 *m*-e (Başgyzyl) çenli azalýar. Şatlyk gatlagynyň çägedaşlarynyň öýjükliligi 18–22% aralygynda durnukly saklanýar.



95-nji surat. GBAK-yň gaz ýataklarynyň özleşdirilýän zolagynda (01.12-1987 ý.) ýerleşşi (düzenler: S. N. Alýohin, G. A. Berdiýew):

- 1 – guýy, sanawjyda onuň nomeri, maýdalawjyda GBAK-yň bahasy;
- 2 – gaz ýatakçasynda GBAK-yň orta bahasy; 3 – GBAK-yň izoliniýalary;
- 4 – synma zolaklary; 5 – meýdan (a – ýatakça, b – gelejegi näbelli)

Flýuid ulgamynyň basyş şertlerinde gatlak basyşynyň anomal koeffisiýenti (GBAK) gatlak basyşynyň şertli gidrostatik basyşa gatnaşygy bilen bahalanýar. Şatlyk gatlagynyň GBAK-yň ýaýrawy, umuman, deňölçegli we 1,3-den geçmeýär. Onuň ýokary bahalary Köpetdagetäk we Sandykgaçy çöketliklerinde – gazyň ilki dörän ýerlerine (generasiýa zolagyna) mahsus.

Generasiýa zolagyna golaýladygyňça GBAK artýar. Çöketliklerden onuň daşyny alyp duran beýgelmelere tarap GBAK azalýar (94-nji surat).

Gidrodinamik şertleriň başlangyç ýagdaýy gaz ýatakçalaryň özleşdirilmegi netijesinde düýpli üýtgeýär. Mysal üçin, Şatlyk basseýnara zolagynda gaz ýatakçalarynyň dowamly özleşdirilmesiniň netijesinde radiusy 100 km-e çenli ýetýän peseliş oýumlary (депресссионные воронки) emele gelen (95-nji surat).

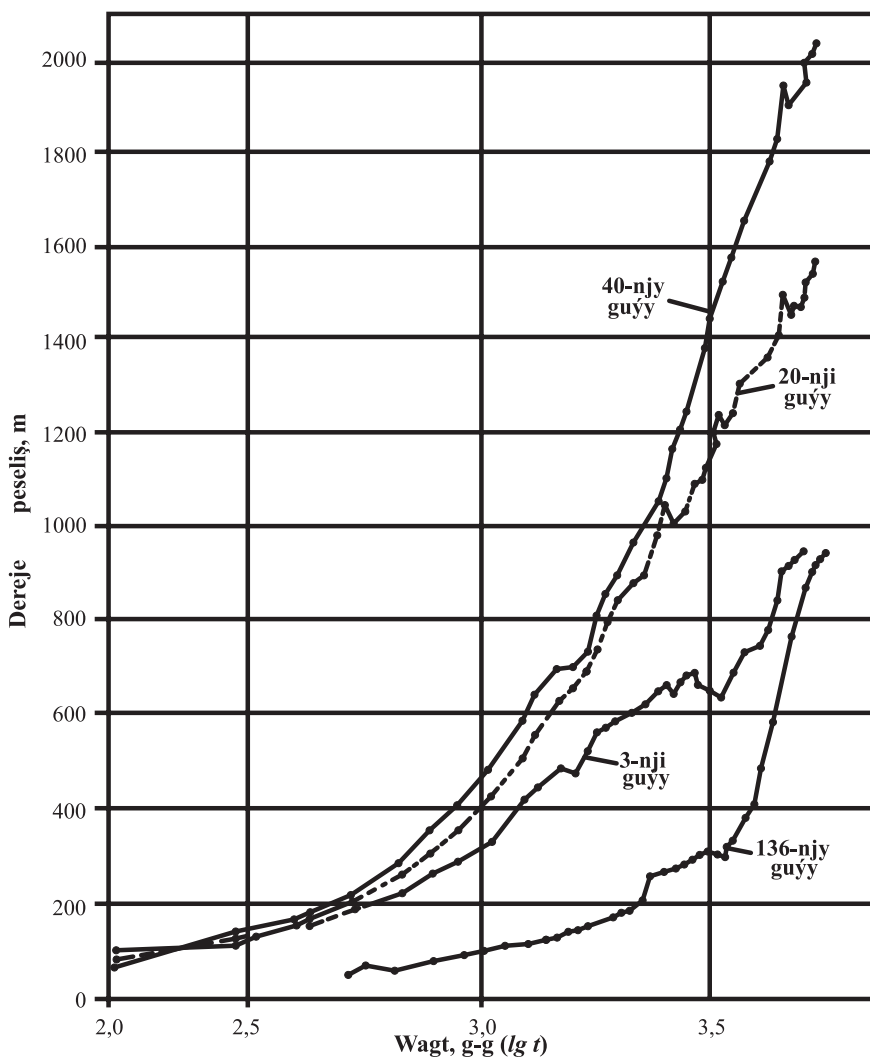
Şatlyk senagat gatlagynyň gatlak suwlarynyň duzlulygy 80–282 g/dm³ aralygynda üýtgeýär. Suwuň duzlulygynyň gatlagyň ýatan çuňlugyna we struktur-tektonik aýratynlyklaryna mese-mälim baglylygy ýok.

11.5.2. Şatlyk basseýnara zolagynda gaz we gazkondensat ýataklarynyň özleşdirilişine gidrogeologik gözegçilikler

Şatlyk basseýnara zolagy Amyderýa sineklizasynyň günorta-günbatarynda ýerleşýär we 200 müň km² meýdany eýeleýär.

Öz çäklerinde Şatlyk ýatagyny saklaýan Şatlyk strukturasy tektonik taýdan brahiantiklinal kysymly adybir seňňere degişli. Strukturanyň çäginde 2 sany: Jojukly (Günbatar Şatlyk) we Şehitli (Gündogar Şatlyk) gümmezleri bölünip çykarylýar.

Suwdyňzaw ulgamynyň Şatlyk ýatagynyň özleşdirilişi 7, 9, 19, 136 (Gündogar Şatlyk) we 3, 20, 40 (Günbatar Şatlyk) pýezometrik guýularda geçirilen gözegçiliklerde öwrenilen (96-njy surat).



96-njy surat. Şatlyk ýatagynyň özleşdiriliş prosesinde pýezometrik guýularda suwuň derejesiniň peselişi [31]

Önümli gatlagyň suwly böleginiň gidrogeologik görkezijileri on-daky suwuň derejesiniň peselişi boýunça hasaplanan (44-nji tablisa).

Iň ýokary sygym-süzülme görkezijiler Gündogar Şatlygyň gündogar böleginde we Günbatar Şatlygyň günbatar böleginde, beýleki ýerlerdäkidən 5-6 esse uly möçberde duşýar.

**Şatlyk ýatagynyň göteriw önümlü gatlagynyň suwly böleginiň
sygym-süzülme görkezijileri
(pýezometrik guýularda suwuň derejesiniň peselişi
boýunça hasaplanan)**

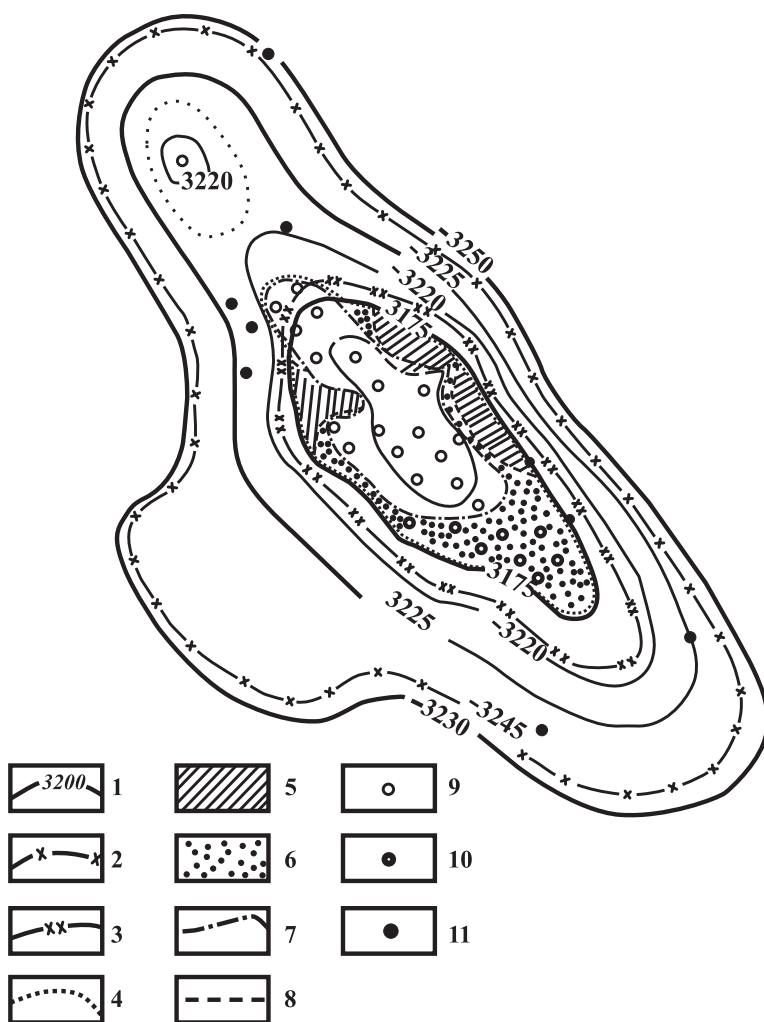
Görkezijiler	Guýular						
	Gündogar Şatlyk				Günbatar Şatlyk		
Ýatakçanyň merkezinden pýezometrik guýa çenli aralyk, <i>km</i>	6,9	10,15	10,6	6,75	11,77	11,77	10,57
Suwly gatlagyň pýezogeçirijiligi, <i>m²/s</i>	3,23	3,35	1,32	1,0	2,31	0,81	0,69
Suwly gatlagy düzýän jynslaryň syzdyryjylygy, <i>10⁻¹² m²</i>	0,196	0,203	0,080	0,061	0,144	0,050	0,043
Suwly gatlagyň işjeň galyňlygy, <i>m</i>	32,6	41,5	35,3	35,3	35,0	46,0	35,3
Suwly gatlagyň geçirijiligi, <i>10⁻⁵ m²/s</i>	21,08	27,79	9,36	7,08	16,8	6,3	4,7
Süzülme koeffisiýenti, <i>m/g-g</i>	0,56	0,58	0,23	0,17	0,41	0,12	0,12

Gidrohimiکی gözegçilikleriň netijeleri boýunça Gündogar Şatlykdaky ulanyş guýularyny yzygiderli suw alýanlygy görüňýär (97-nji surat).

1.01.1990-njy ýylda Gündogar Şatlykda suwly önümlere gatlak suwlarynyň gelenliginiň alamatlary 35, 45, 50, 51, 53, 56, 59, 129-njy guýularda bildirip ugrady. Bu alamat suwdaky hloruň mukdarynyň 1,0-5,0 *g/dm³*-a ýetmegi bilen ýüze çykdy.

Günbatar Şatlykda guýulary suwalma hadysasy duşmaýar. Guýularyň suw önümlerinde hloruň mukdary 1 *g/dm³*-dan az, ýagny onuň gatlak suwlaryndakydan 100 esseden gowrak az.

Gündogar we Günbatar Şatlyk ýataklaryny dürli derejede suw almasynyň bir sebäbi ýatakçalaryň beýikliginiň dürlüligi bilen düşündirilýär. Gündogar Şatlykda gazly gatlagyň galyňlygy 108 *m* bol-sa, Günbatar ýatakda ol 228 *m*, ýagny iki esse köp. Netijede, Günbatar Şatlykda suw almasyz önüm alma möhletiniň uzagrak boljagy görüňýär.



**97-nji surat. Gündogar Şatlyk ýatagynyň özleşdirilmegi netijesinde
suw almasynyň kartasy (1.06-1987 ý. üçin):**

- 1 – izogipsler; 2 – gazlylygyň daşky sudurynyň (konturynyň) başlangyç ýagdaýy; 3 – gazlylygyň içki sudurynyň başlangyç ýagdaýy;
4 – gaz-suw galtaşmanyň 1.06-1987 ý. ýagdaýy; 5 – ýatakçanyň bölekleyin suw alan meýdany; 6 – gazyň we suwuň bilelikde çykýan ýeri; 7 – gazyň we suwuň bilelikde çykýan yeriniň araçäkleri;
8 – ýatakçanyň bölekleyin suw alan yerleriniň araçägi; 9 – gaz çykarýan guýular; 10 – gazy suw bilen bilelikde çykarýan guýular; 11 – suw alan guýular

12. GIDROGEOLOGIÝANYŇ ÝÖRITE SORAGLARY

12.1. Ýerasty suwlar we suw üpjünçiligi

Ýerasty suwlar halk hojalygynda dürli maksatlar üçin ulanylýar. Sûýji we şorümtýk ýerasty suwlaryň esasy bölegi suw üpjünçiligi üçin harçlanýar. Öňki SSSR boýunça şäher we oba ilatynyň 62%-den köp bölegi suw bilen ýerasty suw çeşmeleriniň hasabyna üpjün edilen [35].

Suw üpjünçiliginde ýerasty suwlaryň ýerüsti suwlardan birnäçe artykmaçlyklary bar: ýerasty suwlaryň ýerüsti suwlara garanyňdan has deňölçegli ýaýrawy bar; guraksy welaýatlarda ýerüsti suwlaryň az ýa-da ýok ýerlerinde, ýerasty suwlar suw üpjünçiligiň ýeke-täk çeşmesi bolup hyzmat edýärler. Ýerüsti suwlaryň bol ýerlerinde hem suw üpjünçilikde ýerasty suwlary ulanmak amatly bolýar: olar aňsat hapalanmaýarlar, şol sebäpli düzüminde kesel dörediji bakteriýalary saklamaýarlar we arassalanmaga mätäç bolmaýarlar.

Gurakçylyk ýyllar ýerasty suwlaryň gorrly ýerüsti suwlaryňky ýaly çalt tükenmeýär. Häzirki döwürde daşky gurşawyň hapalanmasy kem-kemden giňelip barýan wagty ýerasty suwlaryň ähmiýeti we gadymy önümleri ýokarlanýar.

12.1.1. Ýerasty suwlaryň ýataklarynyň kysymlary we häsiýetnamalary

Ýerasty suwlaryň ulanylmaga mynasyp hilde we mukdarda ýerleşýän toplumyna **ýerasty suwlaryň ýataklary** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň ýataklarynyň senagat kysymlary olaryň geologik-struktur, gidrogeologik, geomorfologik, gidrologik we beýleki şertlerine bagly.

Öňki SSSR-iň Döwlet gorlar toparynyň Düzgünnamalaryna laýyklykda ýerasty suwlaryň ýataklary ýedi kysyma bölünýär:

- 1) derýa jülgeleriniňki;
- 2) artezian basseýnleriniňki;
- 3) dagetek güberçek ýapylarynyňki;
- 4) tektonik bozulmalarynyňki we jaýryklaşan-gowaklaşan jynslarynyňki;

- 5) çöllük we ýarymçöllük zolagyň çägeleriniňki;
- 6) morenaüsti we morenara suw-buzluk çökündileriniňki;
- 7) köpýyllyk doň jynslaryň doňy çözülen ýerleriniňki.

Aşakda agzalan Düzgünnamada bellenen toparlaryň Türkmenistanda duşýan kysymlarynyň süýji ýerasty suwlaryna gysgaça häsiýet-nama berilýär.

Derýa jülgeriniň ýerasty suwlarynyň ýataklary örän giň ýaýrandyrlar we adaty, teýgum suwlaryna degişli bolýarlar. Giň derýa jülgerinde suw saklaýan jynslar—derýa çägeleri we çagyllary duşýan ýataklara şeýle alamatlar mahsusdyr:

- galyň (400 *m*-e çenli) çägeli-çagylyly suwly toplumyň bolmagy;
- teýgum suwlarynyň akymynyň (ininiň) uly bolmagy (15 *km*-e çenli);
- çagyllaryň suw geçirijiliginiň çuňluk boýunça azalmagy;
- ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne golaý ýatmagy (ýaş basgançaklarda 3 *m*-e çenli, gadymy basgançaklarda 20 *m*-den az);
- çagylyly toplumlarda suwuň uly möçberli tebigy gorlarynyň toplanmagy;
- ýerasty suwlaryň ýerüsti suwlar, şol sanda derýa bilen ýakyn baglanyşykda bolmagy.

Ýataklaryň bu kysymynda ýerasty suwlar ýerüsti derýa suwlarynyň siňmesiniň, ýeriň asty bilen ene gatlaklardan jaýryk we gowak suwlarynyň gelmeginiň, ýagynlaryň siňmeginiň netijesinde iýmitlenýär.

Jaýryk-gowak suwlarynyň ýataklary geosinklinal welaýatlar-da galyňlygy münlerçe metre ýetýän we güýçli jaýryklaşan karbonat toplumlaryndan düzülip ini 5 *km*-den geçmeýän uzaboýuna ýüzlerçe *km*-e ýetýän zolagy emele getirýärler. Iň ýokary jaýryklylyk we gowaklanmalar tektonik bozulmalaryň çäklerinde saklanýar.

Platforma şertlerinde jaýryklylygyň ýaýrama çuňlugy weýranlaşmanyň ýetýän çuňluklary bilen çäklenýär we onlarça metrler bilen ölçelýär. Ýerli ýuwulma bazisinden 50-60 *m* aşakda jaýryklaryň mukdary düýpli azalýar we süzülme şertleri ýaramazlaşýar. Daglyk-ýýgyrtlanma etraplarynda jaýryklaşan-gowaklaşan suwly toplumlaryň galyňlygy 450–500 *m*-e çenli ýetýär.

Jaýryk-gowak suwlarynyň iýmitlenmesi, harçlanan böleginiň öweziniň dolmasy ýagynlaryň we ýerüsti suwlaryň siňmesiniň netijesinde bolup geçýär.

Türkmenistanda ýerasty suwlaryň agzalan kysymyna Köpetdag-daky malm-neokom suwly toplумы, Amyderýanyň boýundaky Dostluk ýatagy mysal bolup bilerler.

Çöllük we ýarym çöllük zolagyň çägelerinde duşýan ýataklaryň kysymyna çöl çägelerinde emele gelýän linzalar we kanalyýaka linzalar degişli.

Şeýle ýataklaryň iň irileri Garagum çölünde duşýar. Süýji ýerasty suwlaryň linzalarynyň gidrogeologik şertleri örän çylşyrymly bolýar. Ownuk linzalaryň meýdany 1 km^2 -den geçmeýär, süýji suwly zolagyň galyňlygy 3–6 m çemesi bolýar. Iri linzalaryň eýeleýän meýdany käte 100 km^2 -den geçýär, süýji suwlaryň galyňlygy 50–60 m-e ýetýär. Kiçi linzalar (takyrýaka linzalar), adatça, ýerli çarwa hojalyklarynyň suw üpjünçiligi, öri meýdanlaryndaky mallary suwa ýakmak üçin ulanylýar.

Ene ýaplaryň aşagynda emele gelýän hanaasty we kanalyýaka linzalar has köp ýaýrandyr. Olar iri akabalaryň düýbünden we kenarlaryndan siňýän suwlaryň hasabyna döreýärler. Bu süýji suwly linzalaryň ini 0,5–2,0 km, galyňlygy ortaça 15–25 m-e çenli bolýar.

Güberçek ýapylaryň (конуса выноса) ýerasty suwlarynyň ýataklary. Ýataklaryň bu kysymy degetek zolakdaky çägesow-çagylyly sil çökündileri bilen bagly. Dag gaýalarynyň gyrasynda güberçek ýapylaryň depesine golaý ýerlerde ýerasty suwlar iýmitlenýärler we uly çuňluklarda ýatýarlar (80–120 m-e çenli). Litologik taýdan bu zolak geçirijiligi gowy çagylyly jynslardan düzülýär. Indiki zolakda–güberçek ýapylaryň merkezi böleginde çagyl gatlagynyň bitewi aky-my arasy pes geçirijilikli gatlaklar bilen üzülip, birnäçe gat döredýän çagylyly suwly gatlaklara bölünýär. Suwly gatlaklarda çuňluk artmagy bilen gidrostatik dyňzaw hem artýar. Sil çökündileriniň galyňlygy 500 m-e çenli ýetýär. Bu zolakda çykymy $2\text{--}15 \text{ m}^3/\text{s-e}$ ýetýän iri tebigy çeşmeler duşýarlar.

Güberçek ýapylaryň ýokarky böleginde derýa suwlarynyň siňmesi, güberçek ýapylaryň hemme meýdanynda ygallaryň siňmesi görnüşinde hemişelik hereket edýän iýmitleniş çeşmeleri bardyr. Güberçek ýapylaryň

merkezi we aşaky böleklerinde suwaryş suwlarynyň hem ýerasty suwlary ýymitlendirmekde öz goşantlary bolýar.

Güberçek ýapylaryň ýerasty suwlarynyň ýataklary ulanyş üçin örän amatlydyr: guýularda uly peselişleri döredip bolýar, suwuň çykarylşynyň depginini özara täsirleşýän suwalgyçlaryň üsti bilen, şol sanda dürli çuňluklarda ýerleşdirilen süzgüç mertebeleri arkaly artdyryp bolýar ($500 \text{ m}^3/\text{g-g-e}$ çenli we ondan hem köp).

12.1.2. Türkmenistanyň süýji ýerasty suw ýataklarynyň häsiýetnamasy

Türkmenistanda dürli döwürlerde geçirilen gidrogeologik gözlegleriň we barlaglaryň netijesinde süýji ýerasty suwlaryň 200-den gowrak ýatagynyň barlygy anyklandy. Halk hojalygynda ulanylýan ýerasty suwlaryň agramly bölegi ýeriň ýüzünden ilkinji bolup ýatýan suwly toplumlarda we gatlaklarda saklanýarlar. Olara aşakdakylar degişli:

- çetwertik döwrüniň suwly gatlaklary we toplumlary;
- neogen-çetwertik çökündileriniň suwly toplumlary;
- apşeron we akçagyl deňiz çökündileriniň suwly gatlagy;
- ýokarky miosen-aşaky pliosen (ünüzarka örümi) çökündileriniň suwly gatlagy;
- sarmat çökündileriniň suwly gatlagy;
- paleosen çökündileriniň suwly gatlagy (Buhara gatlagy);
- alb-senoman çökündileriniň suwly toplumu;
- malm-neokom we neokom çökündileriniň suwly toplumu.

Çetwertik çökündileriň suwly gatlaklary we toplumlary

Bu topluma degişli süýji ýerasty suw ýataklaryny iki topara bölüp bolýar: emeli akabalara we tebigy derýalara degişli ýataklar. Ol ýataklaryň ulanyş gurlary sygym gurlarynyň harçlanylyşyna we tebigy gençleriniň ulanylyşyna görä kesgitlenýär.

1. Ene ýaplara we kanallara degişli ýataklar.

Bu görnüşe degişli ýapýaka süýji ýerasty suw ýataklary, esasan, Amyderýanyň aýaguçlarynda ýerleşýär we derýa-serpindi çökündileri bilen bagly. Şu kysyma degişli ýataklar Tejen we Murgap derýalarynyň serpindileriniň ýaýran ýerlerinde we Garagum der-

ýasynyň boýlarynda seýrek duşýar. Bu ýataklaryň iýmitlenmesi kanallardan syzyp gidýän ýitgileriň hasabyna bolup geçýär. Ýataklaryň bu kysymlarynyň ulanyş gurlary kanalda suw ýokka sygym gurlaryň harçlanylyşyna we suwaryş ulgamynyň ýitgileriniň (içi suwly wagty) hasabyna kesgitleýär.

2. Derýa jülgelerine degişli ýataklar.

Bu kysyma degişli ýataklar Amyderýanyň, Murgap, Tejen derýalarynyň, Köpetdagyň dag derýalarynyň (Çandyr, Sumbar, Altyýap, Pöwrize, Kelteçynar we başg.) jülgelerinde duşýarlar. Süýji ýerasty suwlaryň ýataklary agzalan jülgelerde, esasan, ýagyn suwlarynyň hanaasty süzülmesiniň, suwarylýan ýerlerdäki siňmeleriň we ýerasty akgydyň toplanmasynyň netijesinde kemala gelýär. Bu hili ýataklaryň ulanyş gurlary ýerasty suwlaryň hemme girdeji we çykdajy düzümleri hasaba alnyp, balans usuly bilen kesgitlenýär.

3. Garagum çölüniň çägeasty linzalarynyň ýataklary.

Ýataklaryň bu kysymyna Balkan welaýatynda ýerleşen Ýasha, Çerkezli, Lebap we Mary welaýatlarynda ýerleşen Jynlygum çägeasty süýji suw linzalary degişli. Agzalan linzalardaky süýji suwlaryň gurlary maýa goýumlar goýlup, ulanylyşa hödürlenmäge mynasypdyr. Hakykatdan-da, Ýasha suw ýatagynyň suwlary 1963-nji ýyldan bäri Balkan welaýatynyň ilatynyň we senagat kärhanalarynyň suw üpjünçiliginde ulanylýar. Türkmenistanyň çägeasty linzalaryny öwrenmäge uly goşant goşan alymlaryň biri N.G.Şewçenko şeýle belleýär: «Gurak zolaga degişli ýurtlaryň köpüsünde süýji ýerasty suwlaryň linzalarynyň ulanylmagyna degişli soraglar 100 ýyldan hem köp wagtlaýan öwrenilýänligine garamazdan, bu sorag diňe Türkmenistanda Garagum linzalarynyň mysalynda çözüldi [72]».

Iri çägeasty linzalaryň, şol sanda Ýasha linzasynyň gelip çykyşyny B. A. Fedorowiç, W. N. Kunin, N. G. Guljaýew, N. G. Şewçenko, N. A. Ogilwi, W. N. Çubarow ýaly alymlar öwrenip, dürli çaklamalary hödürleýärler. W. N. Çubarowyň geçiren tejribe işlerinden we N. G. Şewçenkonyň matematiki modelirlemesinden soň, Ýasha süýji suw ýatagy relik ýatak (ir wagt ýeriň aşagyna siňen suwlaryň galyndysy) we üznüksiz howa buglaryndan iýmitlenýän suw çeşmesi hasaplanýar [72].

W. N. Çubarow (1972) geçiren synaglary boýunça şeýle möhüm netijelere gelýär [72]:

1. Örtükli (süýşmeýän) çägeleriň ýaýran ýerlerinde howaly zolagyň galyňlygynyň 20 *m*-den köp ýerlerinde çägeleriň relýefine, ösümlik örtüğine garamazdan, ýerasty suwlar howaly zolagyň üsti bilen harçlanmaýar we iýmitlenmeýär.

2. Süýşýän çägeleriň (aklaňlaryň) ýaýran ýerlerinde ýerasty suwlar ortaça 6,8 *mm/ýylda* tizlik bilen howadaky buglaryň çägä siňmekleriniň we damja öwürlmeginiň (kondensirlenmeginiň) hasaby-na iýmitlenýärler. Bu ýerde aklaňlara oýlarda agzalan iýmitlenmäniň 20,6 *mm/ýylda* ýetýänligi göz önünde tutulan.

Şol bir wagtda N.G. Şewçenko we beýleki awtorlar çägeasty linzalaryň iýmitlenmesinde ýagyn suwlarynyň göni siňmesiniň hem ýeterlik ornunyň bardygyny nygtaýarlar.

4. Dagetek düzlüklere degişli ýataklar.

Dagetek ýataklaryň çäklerinde iň köpsanly suwalgyçlar Uly Balkanyň günorta we esasan, Merkezi we Gündogar Köpetdagyň demirgazyk ýataklarynda ýerleşýärler.

Uly Balkanyň dagetek düzlüginin günorta böleginde dört: Jebel, Nebitdag, Baleýşem, Garagyýçak suwalgyçlary bar. Jebel suwalgyjynda çykarylýan suwlar agyz-hojalyk suw üpjünçiliginde ulanylýar, beýleki suwalgyçlaryň suwlary tehniki maksatlar we ýerleri suwarmak üçin ulanylýar.

Köpetdagyň demirgazyk tarapyndaky dagetek düzlükde 30-dan gowrak suwalgyç bar. Olardan çykarylýan suwlar, esasan, agyz-hojalyk suwlary görnüşde ulanylýar. Soňky döwürde dagetek düzlüginin ýerasty suwlary obalary, şäherleri ýakalap ösüp oturan «Gök guşak» zolagynyň agaçlaryny damjalaýyn usul bilen suwarmak üçin giňden ulanylýar. Muňa garamazdan, dagetek zolagynda Garagum derýasynyň suwlarynyň suwaryş üçin giňden ulanylanlygy sebäpli, ýerasty suwlaryň gorlarynyň kemelmän, artýan ýerleri bar. Ýerasty suwlaryň derejesiniň howply çuňluga ýeten ýerlerindäki suwlar dik we kese zeýkeşleriň kömegi bilen çykarylyp, medeni zolagyň çägin-den daşyna ugradylýar.

Neogen-çetwertik çökündileriniň suwly toplumy

Neogen-çetwertik çökündileriniň suwly toplumy Demirgazyk we Gündogar Garagumda, Amyderýanyň jülgesinde, Tejen, Murgap derýalarynyň we Amyderýanyň serpindi çökündilerinde giňden ýaýran.

Süýji ýerasty suw ýataklarynyň şu kysymyna iri çägeasty linzalar: Jynlygum, Repetek, Bathyz, Garabil hem goşulýar. Soňky agzalan iki linzada süýji ýerasty suwlaryň uly tebigy (sygym) gorlary bar. Bu linzalaryň çäklerinde geçirilen döwlet gidrogeologik sýomkalarynyň maglumatlaryna görä, 25 ýylyň dowamynda suw çykarylyp ulanylanda bar bolan ulanyş gorlaryň diňe ýaryna golaýynyň harçlananlygyny belläp bolýar.

Umuman, agzalan linzalaryň medeni zolakdan uzakda ýerleşenligi sebäpli, olar, esasan, öri meýdanlarynda bakylýan mallary suwa ýakmakda ulanylýar.

Daşoguz, Mary, Lebap welaýatlarynyň ýataklary, esasan, neogen-çetwertik suwly topluma degişli. Umuman, XX asyryň aýaklaryna öňki agzalan ýataklaryň üstüne 1994-nji ýylda tassyklanan Zähmet ýatagynyň gorlaryny hem goşsaň, neogen-çetwertik suwly toplumdaky süýji suwlaryň gorlary $50 \text{ million } m^3/g-g$ -den hem geçýär. Emma halk hojalygy üçin heniz şol suwlaryň diňe ýaryna golaýy ulanylýar.

Apşeron we akçagyl deňiz çökündileriniň suwly gatlagy

Apşeron we akçagyl suwly gatlagyna Uly Balkanyň demirgazygynda ýerleşýän Çilmämmetgum linzasy degişli. Apşeron (günortada) we akçagyl (günbatarda) suwly gatlaklar gidrawlik taýdan özara bagly. Suwly gatlakdaky süýji suwlaryň gorlary agyz-hojalyk maksatlar üçin bölekleyin ulanylýar.

Ýokarky mioseniň – aşaky plioseniň (Üňüzarka örümi) suwly gatlagy

Bu suwly gatlak Demirgazyk we Günorta-Gündogar Garagumda ýerleşýär. Bu suwly gatlag uly sygym gorlary bolan Balguýy we Gündogar Üňüzarka ýataklary degişli. Duzlulygy 2 g/dm^3 -a çenli süýji we çala şorumtyk suwlaryň gorlarynyň ýüzlerçe $m^3/g-g$ -e çenli

barlygy çaklanýar. Bu suwlar diňe mallary suwa ýakmak üçin gazylan guýular arkaly çykarylyp ulanylýar.

1984-nji ýylda Günorta-Gündogar Garagumuň demirgazyk böleginde Garagum derýasynyň süýji we şorumtyk ýerasty suwlarynyň ýatagy açyldy we onuň gorlary tassyklandy.

Sarmat çökündileriniň suwly gatlagy

Günbatar Köpetdagyň pes daglyklarynda we sinklinal jülgelelerinde sarmat çökündileri giňden ýaýran. Olar, esasan, toýundan düzülýärler we içinde çägeleriň we çägedaşlarynyň ýuka gatlaklaryny saklaýarlar. Sarmat çökündileriniň suw berijiligi pes, suwlar, köplenç, duzly we şorumtyk. Olaryň iýmitlenmesi, esasan, ýagynlaryň siňmesiniň netijesinde bolup geçýär. Suwlaryň çykarylyp, ýerleri suwrmak üçin ulanylýan ýerleri bar.

Alb-senoman çökündileriniň suwly toplumy

Bu suwly toplum Günbatar Köpetdagda (Sumbar sinklinalynda we Kürendagda) duşýar.

Kürendagda alb-senoman çökündileri çägedaşlardan düzülen. Däneata we Oboý ýataklarynyň hersinde bir guýudan suw çykarylyp ulanylýar.

Sumbar sinklinalyndaky suwly toplum hem çägedaşlardan düzülen. Bu suwly toplumyň suwlary 3 ýerdäki – Garrygala (Günbatar Köpetdag), Nohur, Garawul (Merkezi Köpetdag) suwalgyçlary arkaly çykarylyp ulanylýar. .

Malm-neokom we neokom çökündileriniň suwly toplumy

Suwly toplum Köpetdagyň Alynky gerşiniň çäklerini eýeleýär.

Neokomyň çökündileri, esasan, Günbatar Köpetdagda duşýarlar. Merkezi Köpetdagda malm-neokom suwly toplumy giň ýaýran.

Malm-neokom çökündileriniň ýerasty suwlarynyň dagiçi jülgeleriň we peslikleriň sil çökündileri bilen gidrawlik baglanyşygy bar. Merkezi Köpetdagyň ýerasty suwlarynyň gençleriniň uly bölegi şu suwly toplum bilen bagly. Toplumyň tassyklanan gorralarynyň diňe

az bölegi (ýediden bir bölegi) çykarylyp ulanylýar. Soňky onýyllyklarda «Türkmengeologiýa» döwlet korporasiýasynyň (DK) Döwlet suw sanawyny alyp barýan topary tarapyndan ýurduň ýerasty süýji suwlar bilen üpjünçiligi we süýji ýerasty suw ýataklarynyň iş ýüzünde ulanylyşy boýunça uly möçberli maglumatlar toplanyldy. Emma bu maglumatlar diňe ýörite işleri alyp barýan hünärmenlere belli bolup, giň köpçülige elýetersizligine galýar.

1994-nji ýylyň 10-njy martynda Türkmenistanyň Prezidenti «Türkmenistanyň ilatly ýerlerini ýerasty süýji suw bilen üpjün edilişini giňeltmek baradaky çäreler» atly 1690 belgili kararyny çykardy. «Türkmengeologiýa» DK-sy bu karardan ugur alyp, aýry-aýry welaýatlaryň ýerasty süýji suw ýataklary boýunça maglumat kitapçalaryny (sprawoçnikleri) düzdi. 1994, 1995-nji ýyllarda Mary we Lebap welaýatlarynyň ýerasty suw ýataklarynyň maglumat kitapçalary (sprawoçnikleri) neşir edildi [65, 66]. Beýleki welaýatlaryň ýerasty süýji suwlarynyň ýataklary baradaky maglumatlar diňe ylmy maslahatlarda edilen çykyşlaryň tezislerine görä getirilýär [58, 63 we başg.].

Mary welaýaty boýunça ýerli häkimiýetleriň 2000-nji ýyl üçin deslapky talap edýän süýji ýerasty suwlary (1992 ý.) 376 müň $m^3/g-g$, başgaça, şol döwürde agzalan suwlaryň tassyklanan gorlaryndan (111,3 müň $m^3/g-g$) tas 3,5 esse köp. Emma ýerasty suwlaryň iş ýüzünde çykarylyp alynýany has az. Tassyklanan gorly ýataklardan 1992-nji ýylda bary-ýogy 14,77 müň $m^3/g-g$ suw alyndy, mundan başga, gorlary tassyklanmadyk ýataklardan 2,25 müň $m^3/g-g$ suw alnan. Emma jemlenip alnanda-da, bu mukdar tassyklanan goruň diňe 15%-ini tutýar. Hojalyklar üçin gerek agyz-hojalyk suwlary bolsa, Murgap derýasyndan, Garagum derýasyndan, olara degişli ýaplardan alynýar (ol suwlaryň hiliniň ýerasty suwlar bilen deňeşdirerlikden juda pesligine garamazdan).

Bu soraglaryň oňaýly çözümleri Bathyz, Garabil, Jynlygum, Zähmetsuw ýataklarynyň, Murgap, Guşgy derýalarynyň jülgelerinde ýataklaryň ulanylyşa girizilmegi bilen çözülip bilner.

Lebap welaýatynyň çäklerinde umumy gorlary 2995,6 müň $m^3/g-g$ -e deň 34 sany süýji ýerasty suwlaryň ýataklary bar, olardan 15 ýatagyň tassyklanan ulanyş gorlary 847,9 müň $m^3/g-g$ -e deň. Çöllük zolakda ýerleşen çägeasty linzalaryň (Günorta Uňüzarka, Jynlygum

we başg.) gorlary 1916,7 müň $m^3/g-g$ -e deň. Agzalan gorlar welaýat boýunça 2000-njy ýyl üçin çaklanyp talap edilýän süýji ýerasty suwlaryň mukdaryna (641,4 müň $m^3/g-g$) doly derejede ýeterlikdir. Emma bu welaýatda hem ýokary hilli ýerasty süýji suwlaryň tassyklanan gorlarynyň ýeterlik mukdarda barlygyna garamazdan, köp ilatly ýerlerde agyz-hojalyk maksatlar üçin ýerüsti suwlar ulanylýar.

Merkezi Köpetdagyň dagetek düzlüginin (Ahal welaýaty) ýerasty suwlary bilen üpjünçiligi ýeterlik ýokary. B.Serhenowyň belleýşi ýaly [63], sebitiň güberçek ýapylarynda, tektonik bozulmalar zolagynda we dag jülgelerinde ýerleşen 29 sany süýji ýerasty suw ýataklarynyň tassyklanan ulanyş gorlary 13063 l/s, şol sanda olaryň 10469 l/s-y güberçek ýapylaryň ýataklary bilen bagly. Bu sanlaryň suw üpjünçiligi üçin zerur mukdardan artykdygy bellenýär.

Balkan welaýaty boýunça 2004-nji ýylyň başlaryna çenli ýerasty süýji suw ýataklaryň 18-si barlandy. Olaryň çaklanýan gorlary 664 müň $m^3/g-g$, şol sanda 13 suw ýatagynyň 342,5 müň $m^3/g-g$ -e deň gorlary tassyklandy (Ýasha, Çilmämmetgum, Sumbar we beýl.). Golaý geljekde Balkan welaýatynyň suw üpjünçiliginiň ýerasty suwlaryň hasabyna gowulanmagyny Ýasha, Çilmämmetgum, Jebel, Sumbar, Oktüm-gum ýerasty suw ýataklarynyň barlanyp ulanylmagy netijesinde geçirmek niýetlenilýär.

Daşoguz welaýatynyň ýerasty süýji suw ýataklary duzlulygy 15–30 g/dm^3 bolan ýerasty suwlaryň üstünde emele gelýän ýapýa-ka linzalary görnüşlerinde duşýarlar. Linzalaryň ortaça ini 560 m, galyňlygy 25–30 m. Dik suwalgyçlar ulanylanda, aşakda ýatan duzly suwlaryň ýokary çekilmeginiň önüni almak üçin guýularyň çykymyny çäklendirmeli bolýar. Gurluşyk suw peseldişi bilen utgaşdyrylyp gurnalan synag kese suwalgyjy (süzgüjiň diametri 420 mm, uzynlygy 23 m) 15 l/s harç bilen 1,5 aýyň dowamynda suw çykarylyp alnanda çykarylýan suwuň hilini durnukly saklamaga mümkinçilik berdi.

Ilatyň maddy hal-ýagdaýyna düýpli täsir edýän süýji ýerasty suw üpjünçiligi barada döwlet tarapyndan goldanýan çäreleri üstünlikli amala aşyrmak üçin şeýle kadalary berjaý etmek möhümdir:

- ýerasty süýji suw ýataklarynyň daşynda sanitar zolaklaryny gurnamak;

- ýatagyň çäginde gözegçilik guýularyny gurnamak we öwrany ölçepleri geçirmek;

- ulanyş guýularyny dereje ölçeýji we harç ölçeýji abzallar bilen üpjün etmek;
 - ýerasty we ýerüsti suwlaryň hilini tejribehanalarda yzygiderli barlap durmak;
 - aşakdan şor suwlaryň gelmesiniň önüni almak üçin çykarylýan suwuň harjyny hasaplanan mukdardan artdyrmaga ýol bermezlik;
 - ýatagyň suwlarynyň awuly maddalar, mineral we organiki dökünler bilen hapalanmasynyň önüni almak üçin ýatagyň çäginde suwarymly ekerançylygy ulanmazlyk;
 - ýapýaka süýji suwly linzalara gelýän suwlaryň mukdarynyň azalmazlygy üçin ene ýaplary düýbüne çökýän läbiklerden yzygiderli arassalap durmak;
 - ýapýaka linzalaryň howaly zolagynda dag jynslarynyň we topraklaryň duzlulygyny peseltmek (süýji suwly linzalaryň duzlulygynyň artmagynyň önüni almak) üçin şol ýerlerde ýorunja ýa-da bugardyjylygy uly iým otlaryny ekmek;
 - ýerasty suwlaryň çykarylýp alnyşyna, ulanylyşyna gözegçiligi şol suwlaryň ýataklaryny gözleýän, barlaýan, gorlaryny tassyklanmaga hödürleýän «Türkmengeologiýa» DK-nyň edaralaryna tabşyrmak.
- Süýji ýerasty suwlary çykarmak üçin suwalgyçlar gurlanda, şu talaplar berjaý edilmelidir:
- guýulary diňe degişli edaralar tarapyndan ygtyýarnama berlen-den soň burawlamak;
 - täze burawlanan suwalgyç guýulary ýa-da öňküleriň täzedan burawlananlary baradaky maglumatlary »Türkmengeologiýa« DK-nyň Geologik gaznasynyň hasabyna girizmek;
 - hemme suwalgyç guýulara pasportlary doldurmak.

12.2. Ýerasty suwlar we gurluşyk

Gurluşyk bilen ýerasty suwlaryň köp taraplaýyn baglanyşygy bar.

1) Gurulýan jaýlaryň düýbünü-teýkaryny düzýän teýgumlaryň berkligi, ýarsma görkezijileri olaryň çyglylygyna, şol sanda ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna bagly. Şol sebäpli gurluşygyň taslamasyny esaslandyrmak üçin ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugy öwrenilýär.

2) Jaýlaryň, desgalaryň ýerasty bölekleri; binýatlar, turbalar, kabeller suw bilen galtaşanda suwdaky duzuň mukdaryna, düzümine

baglylykda dürli himiki, fiziki-himiki prosesler geçip, enjamlar, materiallar zaýalanyp bilýärler. Şol sebäpli gurluşykdan öň suwlaryň himiki düzümi öwrenilýär.

3) Eger taslanýan desganyň binýady, onuň aşagynda gurnalmaly teýgum düşegi ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda bolsa, onda gurluşyk döwründe, käte ulanyş döwründe suwuň derejesini emeli peseltmeli bolýar. Gurluşyk suw peseldiş işlerini geçirmezden öň, onuň hasabyny geçirmeli. Şol hasap üçin zerur gidrogeologik görkezijileriň mukdar bahalaryny kesgitlemek üçin tejribe suw sorduryş synaglary geçirilmeli.

4) Ýerasty suwlaryň derejesi wagtyň dowamynda tebigy şertlere görä pasyllaýyn ýa-da emeli täsirlere baglylykda (suwaryş, suw sorduryş we ş.m.) üýtgäp durýar. Şol sebäpli ýerasty suwlaryň öwrenilişi gurluşygyň taslamasy üçin geçirilen işler bilen çäklenmän, gurluşyk başlanandan soň üýtgän şertlerde ýerasty suwlaryň derejesiniň wagtyň we giňişligiň dowamynda üýtgewini hasaba alynmagyny berjaý etmek üçin gözegçilik guýularyny gurnamak zerurlygyny döredýär.

5) Ýerasty suwlaryň täsiri bilen gurluşyga düýpli täsir edip biljek geologik we inžener-geologik prosesleriň hem hadysalaryň bolup geçmegi mümkin: suw ýarsuwar, gowaklanma, hokurdanlaşma, yzgarlamadan çökmeler, zeýleme we başg.

6) Bulardan başga, täze gurluşyk üçin geçirilýän inžener-geologik işleriň wezipelerine taslanýan desganyň, oba-şäherleriň suw üpjünçiligi üçin ýerli ýerasty suwlary ulanmak mümkinçiliklerini bahalamak ýüklenilýär. Aýry-aýry gurluşyklar (melioratiw, suw-tehniki, ýerasty desgalaryň gurluşygy) üçin geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň agramly bölegini gidrogeologik barlaglar düzýär.

Dürli gurluşyklar üçin gidrogeologik işleriň aýratynlyklary barada şulary bellemeli.

12.2.1. Türkmenistanyň gurluşyk normalarynda ýerasty suwlaryň öwrenilmegine resmi talaplar

Gurluşygyň taslamalary üçin geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň düzüminde gidrogeologik şertleriň şu umumy soraglaryny öwrenmek teklipe edilýär (TGN 1.02.07-2000):

1) gurluşyga täsir etjek ýa-da gurluşygyň, gurlan desganyň täsirine sewewar boljak suwly gatlaklaryň barlygy-ýoklugy;

2) suwly gatlagyň ýaýrawy, ýatyş şertleri, hapalanmakdan ýa-da baýamakdan (çakdanaşa azalmakdan) goraga mätäçligi, gidrawlik häsiýetnamalary;

3) howaly zolagy we suwdan doýgun zolagy düzýän dag jynslarynyň süzülme häsiýetleri we olaryň giňişlikde üýtgewi;

4) suwly gatlagyň ýmitleniş çeşmeleri, ýmitleniş we harçlanyş şertleri;

5) ýerasty suwlaryň hereketiniň aýratynlyklary, serhet şertleri;

6) ýerasty suwlaryň himiki düzümi we onuň gurluşyga täsiri;

7) teýgum suwlarynyň aşaky suwly gatlaklar we ýerüsti suwlar bilen arabaglanyşygy;

8) ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüni (režimi);

9) gidrogeologik şertleriň üýtgewine emeli faktorlaryň täsiri.

Ýerasty suwlaryň gidrogeohimiki barlaglary (himiki düzüminiň kesgitlenmegi) onuň betonlary iýiji, metallary posladyjy ukybyny kesgitlemek, ýerasty suwlaryň dürli geologik prosesleriň (gowaklanma, himiki hokurdanlaşma we başg.) ösmegine täsirini bahalamak, ýerasty suwlaryň hapalanyş çäklerini we hapalaýjy çeşmelerini anyklamak üçin geçirilýär.

Gidrogeologik şertleriň taslama çözügütlerine aýgytlaýjy täsir edýän ýerlerinde ýekebara guýudan synag suw sorduryşlaryny, barlag çukurlarynda suw guýuş tejribelerini geçirmek maslahat berilýär (TGN 1.02.07-2000, 6-njy goşundy).

Gidrogeologik görkezijiler taslanýan desganyň geologik gurşaw bilen täsirleşýän çäklerinde öwrenilmeli.

Gidrogeologik barlaglaryň mukdar ölçegleri gurluşygyň kysymyna, taslamanyň tapgyryna, şertleriň çylşyrymlylygyna bagly. Bu sorag boýunça ýurduň raýat we senagat gurluşygynda örän giňden ulanylýan **iş taslamasy** tapgyrynda şeýle kadalar resmileşdirilýär:

- himiki derňewler üçin her suwly gatlakdan alnan suwuň nusgalarynyň sany **altydan** az bolmaly däl;dir;

- ýerasty suwlaryň üýtgew düzgünini öwrenmek üçin gurnalýan gözegçilik guýularynyň sany **bäşden** az bolmaly däl;dir.

Gurluşyk gurnamalaryny ýerasty suwlaryň iýiji we posladyjy täsirlerinden gorag çärelerini kesgitlemek üçin (TGN 2.03.01-99) iň

köp ulanylýan himiki derňewiň görnüşi – **gysgaldylan derňew**. Bu derňewde SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} ionlaryň we gury galyndynyň mukdary kesgitlenýär, $Na^+ + K^+$ hasaplanyp tapylýar.

Ýerasty suwlar baradaky maglumatlar beýleki gurluşyk normalarynda, ýeke-täk kadalarda hem hasaba alynýar: TGN 2.02.01-98 (Jaýlaryň we desgalaryň düýbi), TGN 2.01.08-99* (Ýer titreme zolaklarynda gurluşyk), EGK 01-05 (Türkmenistanyň şäherlerini seýsmiki mikroetraplaşdyrmak) we başgalar.

12.2.2. Gurluşygyň dürli görnüşlerinde gidrogeologik barlaglaryň aýratynlyklary

Jogapkärliги uly we iri desgalaryň taslamalary iki tapgyrda düzülýär: taslama we iş resminamasy. Tehniki taýdan çylşyrymsyz we kysymdaş desgalaryň taslamasy bir tapgyrda – iş taslamasy görnüşinde geçirilýär.

Gurluşygyň gidrogeologik şertleri boýunça esasy maglumatlar taslama tapgyrynda alynýar. Gidrogeologik görkezijileri kesgitlemek boýunça gidrogeologik işleriň hödürlenýän sanawy 45-nji tablisada berilýär.

Gurluşygyň dürli görnüşleri üçin geçirilýän gidrogeologik barlaglar umumy usuly görkezmeler boýunça amala aşyrylýar, şol bir wagtda aýry-aýry desgalar taslananda aýratynlyklar hem bolup bilýär.

Gidrotehniki gurluşyk ýurtda, esasan, melioratiw we suw üpjünçilik maksatlary üçin ulanylýar. Onuň esasy desgalaryna kanallar, suw howdanlary, bentler degişli.

Kanallaryň gurluşygy üçin geçirilýän gidrogeologik barlaglar olardan ýere siňip gitjek suwuň ýitgilerini, kesgitlemäge kanalyka zolagyň zeýlemeginiň çaklamasyny düzmäge, gurluşygyň şertlerini anyklamaga zerur materiallary almaga gönükdirilýär. Esasy ulanylýan usullar süzülme synag işleri. Kanalyka zolagyň zeýlemesini çaklamak üçin kanala dikan ýerleşdirilýän barlag guýularynyň hatary burawlanýar. Guýularda suw guýuş – suw sorduryş synaglary geçirilýär. Olaryň bir bölegi gözegçilik guýulary görnüşde gurnalýar.

**Gurluşyk taslamalary üçin geçirilýän gidrogeologik işleriň
düzüminde öwrenilýän esasy görkezijiler**

Gidrogeologik görkezijiler	Gidrogeologik barlaglaryň görnüşleri	Ulanlyş şertler
Süzülme (suw geçirijilik koeffisiýenti)	Ýalňyz guýudan we guýular toparyndan suw sorduryş	Suwdan doýgun teýgumlar
	Ýalňyz guýa we guýular toparyna suw guýuş	Gowşak geçirijilikli gury we suwdan doýgun teýgumlar
	Barlag çukurlaryna suw guýuş	Gury teýgumlar
	Ýerasty we ýerüsti suwlaryň derejelerine yzygiderli gözegçilik	Suwdan doýgun teýgumlar
Doýgunlyk ýetmeziniň we suw berijiligiň koeffisiýentleri	Guýular toparyndan suw sorduryş	Suwdan doýgun teýgumlar
	Barlag çukurlaryna suw guýuş	Gury teýgumlar
	Ýerasty suwlaryň derejesine yzygiderli gözegçilik	Suwdan doýgun teýgumlar
Işjeň öýjüklilik	Indikator usullary	Suwdan doýgun teýgumlar
	Guýulara suw guýuş we basyşly suw siňdiriş	Gury teýgumlar
Dereje geçirijilik (pýezogeçirijilik) koeffisiýenti	Guýular toparyndan suw sorduryş	Suwdan doýgun teýgumlar
	Guýular toparyna basyşly suw siňdiriş	Suwdan doýgun we gury teýgumlar
	Guýudaky suwuň derejesine yzygiderli gözegçilik	Suwdan doýgun teýgumlar
Akyp göçüş koeffisiýenti	Guýular toplumyndan suw sorduryş	Pes geçirijilikli gatlak bilen arasy üzülen suwdan doýgun teýgumlar
Udel suw beriş	Guýulara suw guýuş, guýulardan suw sorduryş	Suwdan doýgun we gury teýgumlar
	Guýulara basyşly suw siňdiriş	Suwdan doýgun we gury bitewidaş teýgumlar

Bentleriň taslamasynyň düzülmegine uly üns berilýär. Ilkinji gidrogeologik barlaglar bendiň gurulmagyna amatly ýeri saýlamak üçin geçirilýär. Saýlanyp alnan ýerdäki barlaglar hasaplamalar üçin zerur maglumatlaryň alynmagyna gönükdirilýär (Syzylyş ýitgileriniň, gidrodinamik basyşyň, hokurdanlaşmanyň, gurluşyk hendeklerine geljek suwlaryň hasaplary we ş.m.).

Suw howdanlarynyň gurulmaly ýerlerinde geçirilýän gidrogeologik barlaglar howdanyň gurluşygyny esaslandyrmaga, syzylyş ýitgilerini çaklamaga, gorag çäreleriniň taslamasyny düzmäge ýeterlik bolmalydyr.

Ýerasty desgalaryň gurluşygynyň taslamasy üçin geçirilýän gidrogeologik barlaglar ýerasty desganyň dik we kese tekizlikde amatly ýerleşdirilmegini, ýerüsti desgalaryň abatlygyny saklap, ýerasty gurluşygyň usulyny esaslandyrmagyny, desgany ýerasty suwlaryň iýijiliginden gorag çäreleriniň kesgitlemegini üpjün etmelidir. Barlaglaryň sanawyna ýerüsti gözegçilikler, geofiziki usullar, ýeke-bara guýudan we guýular toparyndan suw sorduryş synaglary, modelleme girýär.

Umuman alanyňda, kesgitli gurluşygyň taslama tapgyryny esaslandyrmak üçin geçirilýän gidrogeologik işleriň sanawy, mukdary gurluşyk pudagy üçin işlenip düzülen resmi düzgünnama, tehniki tabşyryk, ýerli şertler göz önünde tutulyp düzülen maksatnama boýunça kesgitlenýär.

12.3. Ýerasty suwlar we ýer titremeleri

Gidrogeologiýa bilen seýsmologiýanyň sepinde geçirilýän barlaglara alymlar soňky onýyllyklarda uly üns berýärler. Bu barlaglary şeýle toparlara bölüp bolýar: suwlaryň seýsmiki proseslere gatnaşmagy, şol sanda ýerasty suwlaryň ýer titremelere täsiri, ýer titremeleriniň gidrogeologik buşlaýjy alamatlaryny gözlemek, ýer titremeleriniň ýerasty suwlara täsiri, güýçli ýer titremeleriniň bolup geçjek wagtyň gidrogeologik nyşanlar boýunça önünden çaklamak. Barlaglaryň heňiz soňy görünmeýär. Bu ýerde barlaglaryň umytlandyryjy käbir deslapky netijelerine ýüzlenilýär.

12.3.1. Ýer titremelerine ýerasty suwlaryň täsiri

Ýer titremeleri giposentriň çuňlugyna görä 3 kysyma bölünýärler: gysga fokuslylar (70 *km*-e çenli), aralyk (70–300 *km*) we çuň fokuslylar (300–700 *km*). Ýer titremeleriniň aglaba köpüsiniň ojagy 20–30 *km*-e çenli (käbiriniňki bary-ýogy 10 *km*-e çenli) çuňluklarda ýerleşýärler. Şu kysymlaryň arasynda gysga fokusly ýer titremeleriniň bolup geçýän gurşawynyň bir bölegini suw eýeleýändir diýlip hasaplanýar.

Dag jynslarynyň öýjükliligi, şol sanda suwlulygy çuňluk boýunça peselýär. Emma öýjükli we jaýrykly jynslaryň burawlama bilen ýetilen iň uly çuňluklarda hem barlygy anyklanan. 4–10 *km* çuňlukdaky dag jynslarynyň ýeterlik uly işjeň öýjükliliginiň we jaýryklylygynyň bolup bilýänligine çuň guýulardan çykarylýp alynýan nebitiň, gazyň harçlary, Kola ýarymadasyndaky aşa çuň guýynyň aşaky çuňluklarynda-da suwuň barlygy şaýatlyk edýärler.

Kwars çägeleriniň zireleriniň araçäklerine suwuklyk aralaşanda ýarsmalar gury zirelerde döreýän ýarsmalardan 50–100 esse az basyşda bolup geçýär [42]. Bu hadysanyň esasynda ýarsmalaryň bitewidaşlarda döreýän iňňän kiçi jaýryklarda adsorbsiýa (üstleýin sorulýan) suwuklygynyň täsiri bilen hem bolup geçýändigini çaklanýar [42].

Tektonik we seýsmik proseslere öz täsirini ýetiren ýerasty suwlar ýeriň ýüzünde seýsmik şertleri ýaramazlaşdyrýan faktor bolup hyzmat edýär.

Bolup geçen ýer titremeleriniň, şol sanda Aşgabat ýer titremesiniň (1948) netijeleri boýunça suwdan doýgun çägesow-toýunsow teýgumlaryň üstünde ýerleşen jaýlaryň has güýçli ýumrulýanlygyny belläp bolýar.

Teýgumlaryň fiziki-mehaniki häsiýetlerine, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna baglylykda meýdançalaryň seýsmikliginiň üç derejesi (kategoriýasy) bölünip çykarylýar.

Birinji derejä weýranlaşmadyk bitewidaşlar we doldurgyçsyz ýa-da çäge doldurgyçly iri bölekli teýgumlar degişli (eger ýerasty suwlar 15 *m*-den aşaky çuňluklarda ýatýan bolsalar).

Ikinji derejä – birinji derejä degişli bolmadyk bitewidaşlar we iri bölekli teýgumlar, dykyz we az çygly çägesow-toýunsow teýgumlar degişli.

Üçünji derejä – dykzlygy pes ýa-da suwdan doýgun çägesow-toýunsow teýgumlar degişli.

Fiziki-mehaniki häsiýetleri barada maglumat bolmadyk şertde çägesow-toýunsow jynslar teýgum suwlary 5 *m*-den az çuňlukda ýatýan bolsalar, üçünji derejä degişli hasaplanýar («Строительство в сейсмических районах» СНТ 2.01.08-99*, Ашхабад, 2008).

Türkmenistanyň seýsmik zolagynda mikroetraplaşdyrma geçirilende seýsmik etraplaşdyrmada görkezilen bal (балл) ikinji derejeli teýgumlar üçin şol durşuna goýulýar, üçünji derejeli ýerlerde üstüne bir bal goşulýar, birinji derejeli ýerlerde bir bal aýrylýar.

S.W.Medwedew dag jynslarynyň suwdan doýgunlygynyň seýsmik zarbanyň güýçlenmegine edýän täsirini barlaýar (46-njy tablisa).

46-njy tablisa

Teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugyna baglylykda seýsmik täsiriň ösmegi (L.D.Belyý, W.W.Popow, 1975 ý. boýunça)

Teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugy, <i>m</i>	Seýsmik täsiriň ösmegi, ballar	Teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugy, <i>m</i>	Seýsmik täsiriň ösmegi, ballar
0-1	1	4-10	0,1
1-4	0,5	> 10	0

Binýadasty teýgumlaryň fiziki-mehaniki häsiýetleriniň we teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugynyň seýsmikligiň ösmegine bilelikdäki täsiri (ΔI) S.W.Medwedewiň formulasy (1962) boýunça şeýle kesgitlenýär:

$$\Delta I = 1,67 \lg \left(\frac{V_e \cdot \rho_e}{V_m \cdot \rho_m} \right) + K \cdot e^{-0,04h^2}, \quad (12.1.)$$

bu ýerde

V_m , V_e we ρ_m , ρ_e – meýdançadaky we etalon teýgumlarda kese seýsmik tolkunlaryň ýaýraýyş tizlikleri we dykzlyklary;
 $e = 2,72$ – natural logarifmiň esasy;
 h – teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugynyň pasyllaýyn üýtgewi bilen kabul edilen hasap bahasy;

K – dik kesikde agdyklyk edýän çägesow-toýunsow teýgumlar üçin $K = 1$, agdyklyk edýän iri bölekli teýgumlar üçin $K = 0,5$ diýip alynýan koeffisiýent.

12.3.2. Ýer titremeleriniň öňünden çaklanyşy

Ýer titremeleriniň duýdansyz, weýrançylykly we adam pidaly bolýanlygy üçin, olary öňünden çaklamaga örän uly üns berilýär. Ylmy gözlegler üç taraplaýyn alnyp barylýar: ýer titremeleriniň aňrybaş güýjüni, boljak ýerini we wagtny kesgitlemek.

Indiki boljak ýer titremesiniň güýji ol ýerde öň bolup geçen ýer titremeleriniň in güýçlüsine salgylanyp çaklanýar. Şu ýörelgäniň esasynda ýer titremesiniň boljak, täsiriniň ýaýrajak ýerleri hem kesgitlenýär.

Ýer titremeleriniň bolmagy mümkin ýerlerini, olaryň aňrybaş güýjüni ýeterlik ähtimallyk bilen çaklap bolýar. Indiki boljak ýer titremesiniň wagtny öňünden kesgitlemek welin, in kyn hem-de henize çenli doly çözülmelik meseleleriň biridir.

Ýer titremeleriniň öňüsyrynda tebigatda, haýwanat dünýäsinde döreýän käbir nyşanlar irki döwrüň pähimdarlarynyň hem ünsüni özüne çekipdir. Ýer titremeleriniň öň ýanynda çeşmelerden çykýan suwlaryň azalýanlygy, käte kesilýänligi, guýulardaky suwuň bulanýanlygy Abu Reýhan Biruniniň (XI asyr) işlerinde belllenýär.

Häzirki wagtda ýer titremesiniň öňüsyryndaky alamatlary – ýer titremesini «buşlaýjy» nyşanlaryny öwrenmäge müňlerçe geologlaryň, geofizikleriň, gidrogeologlaryň we beýleki ugurlardan işleýän alymlaryň bilimleri we yhlasy gönükdirilendir.

Şu günlere çenli (2010 ý., W.M.Belikowyň maglumatlary boýunça) ýer titremeleriniň wagtny öňünden çaklamak üçin 300-e golaý «buşlaýjy» nyşanlaryň hödürlenenligi belli, şolaryň üçden biri gidrogeologik görkezijilere degişli.

Gidrogeologik nyşanlar üç topara: gidrogeodinamika, gidrogeohimika we gidrogeotermika bölünýär.

Ýer titremeleriniň gidrogeodinamiki nyşanlary. Dag jynslarynyň maýyşgak gysylmasy ýa-da dartylmasy öýjükleriň we jaýryklaryň sygymyny üýtgedýär. Şol sebäpli gatlak basyşy onuň netijesinde ýerasty suwlaryň dyňzawy ýa-da derejesi peselýär. Jaýryklylygyň ösmegi bilen

suwly gatlaklaryň arasyndaky süzülme baglanyşygy güýçlenýär, netijede ýerasty suwlaryň režiminiň yrgyldyly hereketi döreýär. Ýerasty suwlaryň dyňzawynyň, süzülme görkezijileriniň üýtgewi guýularyň we çeşmeleriniň çykymyna täsir edýär.

Agzalanlardan ugur alsaň, maýyşgak ýarşmalaryň artmasy bilen ýerasty suwlaryň derejesiniň, dyňzawynyň, harjynyň üýtgemegi uzak wagtyň dowamynda kem-kemden bolup geçýär. Ýer titremesiniň taýyarlygynyň soňky tapgyrlarynda üýtgemeler güýçli depginde «tisinginme» görnüşinde bolup geçýär.

Gidrogeodinamik nyşanlar öwrenilende, şu talaplar berjaý edilmelidir:

1) gözegçilikler ýerasty suwlaryň tebigy režimi saklanan (az bozulan) ýerlerinde geçirilmeli;

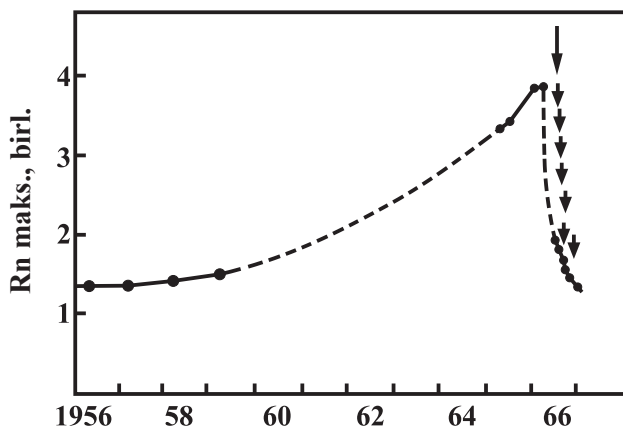
2) gözegçilik nokatlary saýlananda seýsmika degişli bolmadyk täsirleriň päsgelçilik döretmejek ýerleri saýlanmaly (mysal üçin, çuň ýerleşen suwly gatlaklar);

3) eger gözegçilige seýsmik däl faktorlar täsir etseler (mysal üçin, ygallar), olar ýörite hasaba alynmalydyr.

Ýer titremeleriniň gidrogeohimiki nyşanlary. Seýsmologiýanyň düýbünü tutujylaryň biri hasaplanýan rus akademigi B.B.Golisyn 1911-nji ýylda ýer titremesiniň tebigatyny kesgitlemek üçin ýerasty suwlaryň himiki we gaz düzümini öwrenmegiň möhümdigini belläpdi. Alymyň bu teklibi 55 ýyldan soň ýatlanylýar.

Daşkent şäheriniň golaýynda saglygy dikeldiş üçin ulanylýan termomineral suwlaryň derejesine we düzümine uzak ýyllaryň dowamynda gözegçilik geçirilipdir. 1966-njy ýylyň aprelinde Daşkent ýer titremesi bolup geçenden soň, ýerasty suwlaryň gidrogeohimiki nyşan wezipesini ýerine ýetirip biljekligi anyklanýar. Suwuň düzümindäki radon (gaz) ýer titremesiniň taýýarlyk döwründe (1956-1966 ý.ý.) artpy, ýer titremesiniň ön ýanynda bolsa, güýçli depginde ösýär (98-nji surat).

Ýer titremesi bilen baglylykda radonyň, geliniň, argonyň, fluoridleriň, uranyň we beýleki elementleriň mukdarynyň artma hadysasy **ylmy açyş** hökmünde hasaba alynýar (G. A. Mawlýanow, A. N. Sultanhojaýew, W. I. Ulomow we başg.).



98-nji surat. Daşkendiň termomineral suwlarynda 1966-njy ýylyň 26-njy aprelindäki ýer titremesinden öň we soň radonyň mukdarynyň üýtgemegi (W.P.Ulomow we B.Z.Mamaşew boýunça):
uly peýkamjyk–esasy sarsgyn, kiçi peýkamjyklar – afterşoklar (paýaw sarsgynlary)

Gidrogeohimiki nyşanlaryň döreýşi şeýle düşündirilýär. Dag jynslarynyň süňnünde döreýän uly basyş seplerdäki minerallaryň eremesini güýçlendirýär, erginde aýry-aýry elementleriň mukdary artýar (flor, brom we ş.m.). Jaýryklaşmanyň artmasy bilen süzülme hereketleri üýtgeýär, dyňzaw gradiýentiniň artmasy bilen suw erginleriniň aşakdan ýokarlygyna göçmesi güýçlenýär.

Maýyşgak ýarşmalarda gazyň bölünip çykması heniz doly öwrenilmedik. Dag jynslary gysylanda öýjüklerdäki radon çykyp, ergine geçýär. Jaýryklaşmanyň ösme tapgyrynda radony artan suwlar aşakdan ýokary göçýär diýlip çaklanýar.

Ýer titremesiniň gidrogeotermik nyşanlary barada şulary bellemeli. Ýylylyk gyzgyn ýerden sowuk ýere tarap göçýär. Maýyşgak ýarşmalaryň ösýän tapgyrynda gyzgyn suwlar aşaky suwly gatlaklardan ýokarlygyna hereket edýärler. Merkezi Aziýada gurlan tejribe meýdançalaryndan alnan maglumatlara görä, temperaturanyň üýtgewi episentrden 100 km-e çenli uzaklyga ýaýraýar. Temperaturanyň artmasy käbir güýçli sarsgynlardan 2-3 gün öň 0,7–1,2°C-ä ýetýär (Y.M.Pinneker, 1982).

12.3.3. Ýer titremeleriniň önünden çaklanyşynyň Türkmenistanda gurnalyşy

Ýeriň jümmüşinde bolup geçýän dartgynlyklaryň gidrogeologik nyşanlaryna gözegçilik geçirip, ýer titremeleriniň wagtyny önünden çaklamany öwrenmek Türkmenistanda 1974–1978-nji ýyllarda başlandy. Ilkinji gözegçilikler 1200 metrden 2500 metre çenli çuňluklarda malm-neokom suwly toplumyna ýetirilen guýularda Aşgabat, Aşaky Pöwrize we Bäherden mineral suw ýataklarynyň çäklerinde gurlan gidroseýsmik postlarda başlanýar. Ilkinjileriň hatarynda atly gidrogeologlar S.B.Baýramowyň, I.W.Woroniniň, M.R.Milkisiň, A.A.Mryhiniň gatnaşmagynda tejribe nokatlarynda öz dyňzawyna ýeriň ýüzüne çykýan suwlaryň harjyny, dyňzawyny, temperaturasyny, gaz düzümini we radonyň mukdaryny yzygiderli öwrenmek işleri ýola goýulýar.

1982-nji ýylda «Türkmengeologiýa» döwlet korporasiýasynyň Ahal (şol wagt Günorta Garagum) gidrogeologik ekspedisiýasynyň düzüminde Gidroseýsmik toparça döredilýär. 1997-nji ýyldan başlap ol toparça Ýerasty suwlaryň monitoringi diýlip atlandyrylýar. Toparça gözegçilik işleri gidrogeologiýa we inžener geologiýasy boýunça Bütinsoýuz institutynyň (ВСЕГИНГЕО) usulyýetiniň esasynda gurnalýar we Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň Seýsmologiýa institutynyň hünärmenleri bilen bilelikde uzak ýyllaryň dowamynda kämilleşdirilýär.

Agzalan toparçanyň esasy wezipesi ýerasty suwlaryň režimini yzygiderli öwrenip, bolup geçýän ýer titremeleriniň oňa ýetirýän täsirlerini anyklamak we öwrenilýän režimde ol täsirleriň alamatlaryny gözläp, indiki boljak ýer titremeleriniň nyşanlaryny tapmak we olary önünden çaklamak bolup durýar.

Ýer titremeleri zerarly maddy zyýandan başga, adam pidalarynyň bolýanlygy sebäpli, bu hadysanyň düýpli öwrenilmegi döwlet tarapyndan yzygiderli goldanylýar.

Türkmenistanda 1991-nji ýylda çykarylan 147 belgili Karar seýsmologiýa boýunça gözegçilik gullugynyň döredilmegine we ýer titremeleriniň önünden çaklanylmagyna bagyşlanýar.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň 2007-nji ýylda çykaran «Ylmy işleri kämilleşdirmek baradaky» Kararynda seýsmologiýa ulgamyndaky ylmy gözlegleriň bijebaşy ugurlaryň biridigi belenlänär.

1986–1991-nji ýyllarda gidroseýsmik barlaglaryň düzüminde Köpetdagiň 15 sany çeşmesinde, Türkmenistanyň dürli ýer titremeli zolaklaryndaky 20 sany postlarynda we nokatlarynda ýerasty suwlaryň derejesiniň, çykymynyň režimi, himiki we gaz düzümi yzygiderli öwrenilýär. Hidrogeologik nyşanlaryň arasynda in möhüm maglumat berýän radonyň mukdary we daşky täsiri döredýän atmosfera basyşy yzygiderli ölçelýär.

Häzirki döwürde Türkmenistanda gidroseýsmik öwrany barlaglar 18 sebitleýin nokatda geçirilýär. Alnan maglumatlar seljirilýär, jemlenýär, netijeler neşir edilýär. Şol sanda Aşgabat ýer titremesiniň (1948) önüsyrynda güýçli ýer titremäniň boljaklygyny aňşyrmaga mümkinçilik berýän köpsanly hidrogeologik we gidrometeorologik nyşanlaryň bolanlygy anyklanan (Милькис М. Р. ДАН СССР, 1983, т.273, № 5). Türkmenistanda we goňşy sebitlerde bolup geçen ýer titremeleriniň ýerasty suwlaryň aýry-aýry düzümi we häsiýet görkezijileri bilen baglanyşyklary M. W. Belikowyň, T. A. Aşyrowyň, G. A. Işangulyýewiň, S. Ş. Şaberdiýewiň, G. I. Woýtowyň we beýlekileriň ylmy makalalarynda we hasabatlarynda berlen.

12.4. Ýerasty suwlar we suwarymly ekerançylyk

Suwarýş diýlip, topragyň hasyllylygyny artdyrmak maksady bilen onuň yzgarladylmagyna aýdylýar.

Suwarýşda ýere siňen suwlaryň bir bölegi bugaryşa harçlanýar, ýene bir bölegi ýerasty suwlara goşulyp, olaryň derejesini beýgeldýär. Geçirijiligi pes toprak-teýgumlaryň suwarylmagy ýerasty suwlaryň derejesiniň tiz zeýleme çuňlugyna çenli (2-3 m) ýokary galmagyna getirýär. Bu şertde ýerasty suwlar howaly zolakdaky kapillýarlar arkaly üznüksiz ýokary galyp, bugaryşa harçlanýarlar. Netijede ýerler şorlaşýar, ekin üçin birnäçe amatsyz şertler döreýär (ekilen çigit aňsat gögermeýär, gögereni igläp, ösmeýär we ş.m.).

Türkmenistanyň düzlük ýerlerinde howaly zolagyň ýokarsyn-da pes geçirijilikli toýunsow-çägesow jynslar giňden ýaýran. Bu şertlerde suwarymly ekerançylyk, adatça, ýerleriň zeýlemegine getirýär. Zeýleme, şorlanma prosesleriniň önüni almak üçin, şol sanda suwaryşa taýýarlanýan ýerlerde zeý aýryjy desgalar gurmak, taslamak üçin gidrogeologik şertleri içgin öwrenmek zerurlygy döreýär.

12.4.1. Suwarymly ýerleriň gidrogeologik şertleriniň kysymlary

Suwarymly ýerlerde gidrogeologik barlaglar şu soraglary çözmek üçin geçirilýär:

- suwarymly ekerançylygyň geljegini bahalamak üçin sebitiň gidrogeologik-melioratiw şertlerini bahalamak;
- ilkinji nobatda oba hojalygy üçin özleşdirilmeli ýerleri saýlamak;
- suwaryş ulgamlarynyň taslamalaryny esaslandyrmak üçin gidrogeologik şertleri öwrenmek;
- ýerasty suwlaryň režimini öwrenmek we suwarymly ýerleriň suw režimini dolandyrmak, zeýkeşleriň taslamalaryny esaslandyrmak;
- suwaryş işleri üçin suw çeşmelerini gözlemek we bahalamak.

Suwarylmaly ýeriň gidrogeologik şertleri suwaryşyň amatly usullarynyň saýlanylmagyny, geçirilmeli barlaglaryň, çaklamalaryň aýratynlyklaryny kesgitleýär. Bu soragyň çözgüdi üçin suwarymly ýerleri gidrogeologik şertleri boýunça kysymlara bölmek uly ähmiýete eýedir.

Gidrogeologik şertleriň kysymy diýlip, ýerasty suwlaryň tebigy şertlerde kemala gelmegini, meliorasiýanyň garaşylýan täsirini we amatly gidrogeologik şertleri döretmäge mümkinçilik berjek zerur çäreleri häsiýetlendirýän toplumlaýyn görkezijilere aýdylýar (D. M. Kas, W. M. Şestakow).

D. M. Kas serhet şertlerine, üstünden suw geçirip ýuwulmasyna (drenirlenmesine), teýgum suwlarynyň we dyňzawly suwlaryň arabaglanyşyna görä, suwarymly ýerleriň gidrogeologik şertlerini 18 kysyma bölýär. Olar suwarymly ýerleriň gidrogeologik şertleriniň çylşyrymlylygyna baglylykda dört **topara** bölýnýärler: sada şertli, aram şertli, çylşyrymly we önän çylşyrymly etraplar. Çylşyrymlylyk

derejeleri boýunça daglyk etraplarda sada şertden örän çylşyrymly şertlere çenli, platforma (düzlük) etraplarda aram şertden örän çylşyrymly çenli şertler duşýarlar. Bu ýerde bölünip çykarylýan toparlara gysgaça häsiýetnama berilýär.

Sada şertli topara degişli etraplara, köplenç, uly çuňluklarda durnukly ýatýan süýji ýerasty suwlar mahsus, olar tebigy çalykdyrylýan ýagdaýda bolýarlar. Hemme iýmitlendiriji çeşmelerden ýerasty suwlara goşulýan suwlar, gidýän ýerasty akym bilen doly äkidilip ýetişilýär. Ol ýerler zeý suwlarynyň aýrylmagyna mätaç däl. Bu kysymlara degişli ýerler suwarymly ekerançylyk üçin örän amatly. Teýgum suwlary uly çuňluklarda ýatmasalar hem, akyp gidýän ýerasty akymyň güýçlüdiği sebäpli, öz süýjüligini saklaýarlar. Siňýän suwaryş suwlary ýeterlikligi sebäpli, howaly zolagyň toprak teýgumlary ýeňil ereýän duzlardan saplanan bolýarlar. Bu şertde seýrek ýerleşdirilen zeýkeş tory zeýlemäniň önüni alyp bilýär.

Aram (çylşyrymlykly) etraplar – süýji dyňzawly suwlar bilen iýmitlenýän tebigy çalykdyrylýan ýerlere ýa-da tebigy çalykdyrylmasy gowşak ýerlere degişli. Birinji agzalan şertde diňe batgalaşma bolup geçýär, ikinjisinde – duzly suwlaryň derejesiniň beýgelmegi netijesinde topraklar gowşak şorlaşýarlar. Soňky agzalan şertler Türkmenistanda hem duşýarlar we düýpli zeý aýryjy çäreleriň geçirilmegini talap edýärler.

Gidrogeologik şertleri çylşyrymly etraplaryň tebigy çalykdyrylmasy pes bolýar, süýji suwlar bilen iýmitlenmesi bolmaýar ýa-da az bolýar. Bu etraplar teýgum suwlarynyň režiminiň kadalaşdyrylmagyny we olaryň duzlulygynyň ýokarylygy sebäpli, zeý aýyрма işleriniň yzygiderli alnyp barylmagyny talap edýär.

Gidrogeologik şertleri örän çylşyrymly etraplary özleşdirmek düýpli maýa goýumlary talap edýär, ulanyş döwründe her ýyl goşmaça çykdajylar çykarylmalı bolýar. Bu sebitiň tebigy çalykdyrylmasy juda gowşak, suw geçirijiligi pes jynslaryň iki gatyndan ýa-da köp gatyndan düzülen suwly gatlagyň iýmitleniş düzümleri ýeterlik, ýerasty suwlaryň çykyp gidýän böleginiň mukdary bolsa, ujypsyz akgytlylyk bilen häsiýetlendirilýär.

Soňky iki etraplarda ýerasty suwlaryň derejesini peseltme we şorlaşmanyň garşysyna göreş çärelerini dyngysyz emeli çalykdyrma we suwaryşyň tygşytly usullaryny ulanmak arkaly geçirmeli bolýar.

12.4.2. Suwarymly ekerançylyk üçin gidrogeologik barlaglaryň aýratynlyklary

Gidrogeologik barlaglar sebitleýin barlaglara, suwaryşyň taslamasyny esaslandyrmak üçin geçirilýän barlaglara we suwaryş ulgamlarynyň gurluşygy we ulanyş döwürlerindäki barlaglara bölünýärler.

Sebitleýin barlaglar

Sebitleýin gidrogeologik barlaglar taslamadan ozalky döwürde geçirilýär. Barlaglaryň maksady tehniki-ykdysady esaslandyрма, ýagny niýetlenýän suwarymly ekerançylygyň ykdysady taýdan bähbitlidigine, tehniki mümkinçilikleriň ýeterlikdigine göz ýetirmek. Bu meseläniň çözgüdini tapmak üçin 1:200000 masştabda toplumlaýyn gidrogeologik we inžener-geologik sýomka geçirilmeli. Sýomkanyň düzümine geofiziki, dag-agtaryş, gidrogeologik we inžener-geologik synaglar, topogeodezik, laboratoriya we jaýlaşykly işler girýär.

Meýdan işleriniň başynda her 8–15 km-den geofiziki profiller geçirilýär. Profiliň her 60–80 km-inden 1–4 sany daýanç guýusy burawlanýar.

Daýanç profilleriniň aralygynda her 100 km² meýdanda ortaça howaly zolagyň doly galyňlygyny geçýän 1 barlag çukury (şurf) we suwabent gatlagla çenli 2 guýy burawlanmaly.

Tejribe suw sorduryşlary her daýanç guýusynda we ýerasty suwlaryň derejesine ýeten guýularyň üçden birinde geçirmeli.

Şurflara we buraw guýularyna suw guýuş synaglary howaly zolakda duşýan dag jynslarynyň süzülme häsiýetlerini kesgitlemek üçin geçirilýär. Dag jynslarynyň her görnüşi üçin azyndan üç suw guýuş synagy geçirilmelidir.

Laboratoriýada teýgumlaryň zire düzümini, çyglylygyny, duz düzümini, dykzlygyny, yzgarlamadan çökmesini we başgalary kesgitlemek üçin umumy alnan nusgalaryň 10–12%-i ugradylýar.

Režim gözegçilikleri gözegçilik guýularynyň hatary boýunça geçirilýär. Guýularyň hatary ýerasty suwlaryň hereket edýän ugry boýunça, adatça, akabalara dikan 25, 50, 100, 200, 300 m aralyklarda ýerleşdirilýär.

Suwaryşyň taslamasyny esaslandyrmak üçin barlaglar

Melioratiw gurluşygyň taslamasy üçin gidrogeologik barlaglar iki tapgyrda geçirilýär: taslama we iş resminamasy. Sada şertlerde taslanýan ýeriň meýdany 500 *ga*-dan, çylşyrymly şertlerde – 300 *ga*-dan geçmeýän bolsa, taslama bir tapgyrda geçirilýär.

Taslama tapgyry. Bu tapgyrda barlag işleriniň agramly bölegi geçirilýär. Barlaglar suwarymly ekerançylygyň bähbitli boljagy anyklanan meýdanlarda geçirilýär. Işin esasy görnüşi 1:50000 masştabda toplumlaýyn gidrogeologik we inžener-geologik sýomka. Sýomka bilen ugurdaş geçirilýän işler üç tapgyrda geçirilýär.

Birinji tapgyrda her 3–5 *km*-den geofiziki profiller geçirilýär, her profilden geçirilmeli ölçegleriň ädimleri 1 *km*. Bu işler gidrogeologik we inžener-geologik şertleriň üýtgewini, burawlama, gazuw-agtaryş, synag işleriniň mukdaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Ikinji tapgyrda bütün meýdan boýunça sýomka geçirilýär, degişli kartalar, kesikler düzülýär.

Üçünji tapgyrda ikinji tapgyrda dörän meseleler çözülýär: goşmaça barlag profiller geçirilýär, geologik, gidrogeologik araçäkleri anyklamak üçin geofiziki işler alnyp barylýar. Kartalaşdyryjy guýularyň aralygy 0,2–0,5 *km*-e çenli azaldylýar. Barlag guýularynyň umumy sanyndan 5–10%-i daýanç guýular, çuň we orta çuňlukly guýular 20–40%-i, ýalpak (ownuk) guýular 50–75%-i düzýärler. Ýalpak guýularyň 20–30%-i şurflar (barlag çukurlary) görnüşinde geçirilmeli. Guýularyň burawlanmaly ýerleri saýlananda kanallaryň, ýaplaryň gazylmaly ýerleri hasaba alynmaly.

Hemme suwly gatlaklarda süzülme synaglary geçirilmeli. Howaly zolagy öwrenmek üçin ortaça barlag guýularynyň ýarysyna golaýynda suw guýuş synaglary geçirilmeli. Dag jynslarynyň düzümini we fiziki-mehaniki häsiýetlerini öwrenmek üçin her litologik görnüşden 25–30 sany durky bozulan we bitewi nusgalary almak talaba laýyk hasaplanýar.

Iş resminamasy. Iş resminamasy tapgyrynda taslama we gurluşyk döwürlerinde dörän zerur meseleler çözülýär. Köplenç, tejribe meýdançalarynda, kanallaryň, köprüleriň gurulmaly ýerlerinde teýgumlaryň süzülme, fiziki-mehaniki häsiýetlerini öwrenmek üçin goşmaça işler geçirilýär. Käte aýgytly täsir edip biljek geologik (inžener-geologik) proses we hadysa (mysal üçin, yzgarlanmadan çökmek) jikme-jik öwrenilýär.

Öňki tapgyrlardaky režim gözegçilikleri dowam etdirilýär.

Suwaryş ulgamlarynyň gurulýan we ulanylýan tapgyrlarynda barlaglar

Bu tapgyrda işler suwaryş ulgamynyň gurluşygyna we ulanylyşyna ýokary hilli gidrogeologik gözegçilik, aýry-aýry desgalaryň taslamasyny anyklamak üçin geçirilýär.

Bu döwürde ulgamyň inžener desgalarynyň gurluşyk prosesi resmi hasaba alynýar, ýerasty suwlaryň režimini öwrenmek üçin öwrany barlaglar, tejribe-synag işleri alnyp barylýar. Bu işler ulgamyň netijeliliginiň artdyrylmagy, çaklanýan we hasaplanýan görkezijileriň anyklanylmagy üçin niýetlenilýär. Öwrenilýän soraglaryň özboluşlylygy göz önünde tutulyp, işler ýöriteleşdirilen edaralar tarapyndan geçirilýär.

12.5. Magdan ýataklarynyň özleşdirilişi we ýerasty suwlar

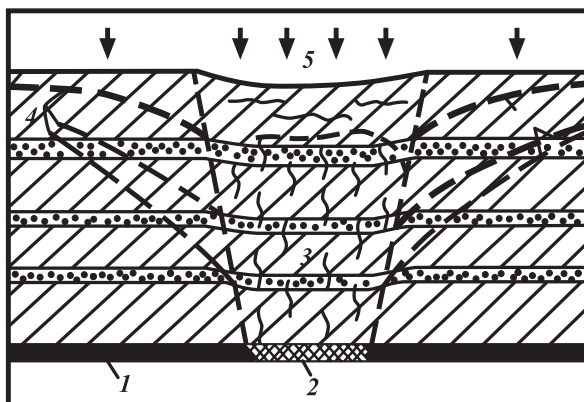
12.5.1. Magdan ýataklary açylanda ýerasty suwlaryň režiminiň üýtgewi

Şahtalaryň, karýerleriň gurluşygynda we ulanyş döwründe ýerasty suwlaryň tehnogen režimi kemala gelýär. Bu şertde suwly gatlaklaryň hereket ümzügi magdan gazmalaryna we zeý aýryjy desgalara gönükdirilip, tebigy režimi düýpli üýtgedýär.

Ýerasty suwlaryň tehnogen režiminde magdan gazmalaryna gelýän suwuň mukdary, köplenç, suwly gatlaklaryň tebigy gorlarynyň peselmegi zerarly kem-kemden azalýar. Emma gelýän suwuň wagtyň dowamynda artýan wagtly hem bolýar: üsti açylan ýerleriň meýdanynyň artmagy, karýerleriň giňeldilmegi, çuňaldylmagy we başgalar.

Magdan ýataklary açyk usul bilen işlenende ýerasty suwlar karýere (şahta) önümlü gatlakdan ýokarda ýatan suwly gatlaklaryň hemmesinden syzyp gelip bilýärler.

Şahtalara barýan suwlaryň esasy göwrümi önümlü gatлага ýetiliş döwründe bolup geçýär. Suw, adaty, işlenip geçilen ýerde döreýän tehnogen jaýryklar boýunça hereket edýär (99-njy surat).



99-njy surat. Ýerasty desga tarap suwuň akymynyň kemala gelmesi:

1 – peýdaly gasma baýlygyň gatlagy; 2 – işlenip geçilen (önümi alnan) ýer; 4 – suwy çekilýän suwly gatlaklaryň derejeleri; 5 – ygalyň güýçli siňmesi netijesinde ýeriň ýüzüniň çökme ýarsmasy

12.5.2. Magdan ýataklarynyň barlaglarynda ýerasty suwlaryň öwrenilişi

Uly çuňlukda ýatan gaty magdan ýataklaryny çuň şahtalar bilen özleşdirilmegine, köplenç, gidrogeologik şertler uly täsir edýärler. Olar Köýtendag sebitinde kaliý duzlarynyň çykarylyp alynmagy üçin niýetlenýän desgalar toplumyna hem degişlidir. Bu soragy anyklamak üçin ýatagyň çäginde 1:10000-1:5000 masştablarda inžener-geologik we gidrogeologik sýomka geçirilýär. İşleriň düzüminde dag jynslarynyň ýatyş şertleri, suwlulygy, suwlaryň düzümi, temperaturasy, suwly gatlaklaryň suw berijiligi öwrenilýär.

Dag-magdan kärhanalarynyň düzümine şahtalar, ýerasty desgalar, boş jynslaryň üýşmekleri, baýlaşdyryjy fabrikler we ş.m. girýärler. Bu çylşyrymly desgalar taslananda ýatagyň çäginde gidrodinamik şertleri öwrenilýär, olaryň üýtgewiniň çaklamasy düzülýär.

Gidrogeologik barlaglar dag-magdan kärhanasy gurulýan we ulanylýan wagtlary hem dowam etdirilýär. İşleriň esasy maksady öňki çaklamalary anyklamak we gasma baýlyklaryň çykarylyp alynmasyny amatlaşdyrmak üçin zerur gidrogeologik we inžener-geologik maglumatlary almak.

Gazma baýlyklaryň özleşdime tapgyry tebigy gurşawyň hemme sferalaryna: atmosfera, litosfera we biosfera zyýanly täsir edýär. Şonuň üçin ulanyş tapgyrynda esasy wezipe daşky gurşawyň ýagdaýynyň **monitoringini** gurnamakdyr.

Magdan çykarylýp alyş önümçiliginde zyýanly täsirleriň çeşmeleri bolup aşakdakylar hyzmat edýärler:

- karýerler, şahtalar, skwažinalar, ganawlar;
- boş dag jynslarynyň üýşmekleri, gazma baýlyklaryň ammarlary;
- zyňyndy suwlar, durlaýjy howuzlar, bugardyjylar;
- şahta, magdan suwlaryny we galyndy suwlary äkidýän turbageçirijiler;
- galyndy suwlary tersin ýere duwlanýan poligonlar;
- suw peseldiji we zeý aýryjy guýularyň ulgamy;
- ýangyç we himiki reagentleriň ammarlary.

Dag işleri geçirilýän zolakda monitoring gurnamak diýmek, litosferanyň ýagdaýyny, ýerasty desgalaryň, dag jynslarynyň dartgynly ýagdaýyny, dag basyşyny, aşaklary boşadylan gatlaklaryň durnuklylygyny, litosferanyň suw, gaz we temperatura režimini göz astynda saklamak diýmekdir.

Tebigata zyýan gowy arassalanmadyk suwlaryň derýalara, kölere ýa-da ýerasty süýji suw ýataklarynyň golaýynda ýere guýulmasy netijesinde bolup biler:

- 1) bugardyjy howuzlardan suwuň ýere siňmegi;
- 2) üýşürilen terrikonlaryň (boş dag jynslarynyň) ýagynlar bilen eredilmegi we erginiň ýere siňmegi;
- 3) senagat meýdançalaryndaky, ammarlardaky önümleriň ýagyn suwy bilen akdyrylyp äkidilmegi.

Monitoringiň esasynda meýdançanyň häzirki zaman ýagdaýy, hapalanmagy, tebigy deňagramlylygyň bozulmagy anyklanýar. Munuň üçin şu işler amala aşyrylmalydyr:

- 1) sebitiň (etrabyň, meýdançanyň) tehnogen üýtgän şertlerini önki ýagdaý bilen deňeşdirmek;
- 2) topragyň, teýgumuň, suwuň, howanyň hakyky ýagdaýyny döwlet standartlary, sanitar normalary, ygtyýar berilýän aňrybaş konsentrasiýalar (YBAK) bilen deňeşdirmek;
- 3) önüni alma çärelerine çykjak çykdaýjyny oba hojalyga, tebigy suwlara, tebigy landşafty, adamlaryň saglygyny dikeltmek üçin sarp edilmeli zerur harajatlar bilen ykdysady taýdan deňeşdirmek.

12.5.3. Magdan ýataklaryny çalykdyrmagyň ýollary

Çalykdyrma ýa-da suwly gatlaklaryň derejelerini (dyňzawlaryny) peseltmek – ýerasty desgalara barýan suwlary azaltmak, çykarylýp alynýan önümiň çyglylygyny peseltmek, iş meýdançasyna suw barmagynyň önüni almak üçin geçirilýär.

Çalykdyryjy gurnamalaryň dik we kese tekizlikde ýerleşdiriliş shemasy we olaryň işe giriziliş yzygiderlik shemasy **çalykdyrma ulgamyny** kesgitleýär. Bu ulgamyň üç görnüşi: öňürtme, parallel we bilelik ulgamlary bolýar.

Öňürtme ulgamynda çalykdyrma dag işlerinden öň başlanýar we soňra bu çäre wagt boýunça öňürdip geçirilýär. Bu ulgam gidrogeologik şertleri sada ýataklarda ulanylýar.

Parallel ulgamda çalykdyrma çäreleri dag işleri bilen bir wagtda ulanyp barylýar. Bu ulgam sada we ortaça çylşyrymly gidrogeologik şertleri bolan ýataklarda amatly.

Bilelikde alnyp barylýan **çalykdyrma ulgamynda** çalykdyrma dag işlerinden öň girişilýär, dag-magdan kärhanalary gurlup we ulanylýp başlanan wagty bolsa çalykdyrma işleriň bähbidi aralyp, öňürtme usuly bilen parallel ulgam görnüşinde geçirilýär.

Gazma baýlyklaryň ýataklarynyň çalykdyrmasyň taslamasy düzülende şu ýörelgelerden ugur alynýar (Mironenko W.A., 1989):

1) suwly gatlaklaryň çalykdyrylmagynyň zerurlygyny we bähbitlidigini esaslandyrylmaly we çalykdyrylmaly giňişligiň şertleri kesgittenmeli;

2) tehniki-ykdysady deňeşdirme üçin çalykdyrmanyň sanawynda hemme belli ulgamlar, usullar hasaba alynmaly;

3) çalykdyrmanyň her hasaba alnan ulgamy üçin suw peseldişiň ýörite süzülme hasaby bolmaly;

4) çalykdyrma hem suwlary çekme ulgamyny sebitiň we dag işleriniň suw üpjünçiligi bilen utgaşdyrmaly;

5) taslamanyň dag-gazuw işleri we çalykdyrma işleriniň özara baglanyşygy gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygyna görä gurnalmaly.

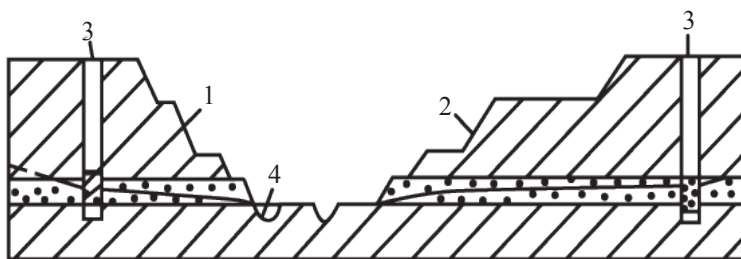
Çalykdyrma ulgamyny taslamagyň esasy tapgyry – **süzülme hasaplar** bolmaly. Ol hasaplar şu maksatlar üçin geçirilýär:

1) dag kärhanasyna dürli pursatlarda geljek suwuň umumy mukdaryny kesgitlemek;

2) çalykdyrmanyň zerurlygyny çalykdyryjy gurnamalaryň kysymyny, sanyny, ýerleşdirilmeli ýerlerini, iş düzgünini esaslandyrmak;

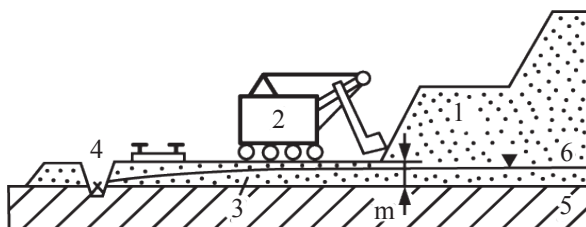
3) ýerasty suwlaryň derejesiniň wagtyň dowamynda üýtgewini kesgitlemek.

Karýerleriň we şahta meýdanlarynyň çalykdyrylmasynyň köpsanly görnüşleri bardyr. 100, 101-nji suratlarda açyk karýerleriň, 102 we 103-nji suratlarda ýapyk we düýp çalykdyrmalaryň sadaja shemalary berilýär [30].



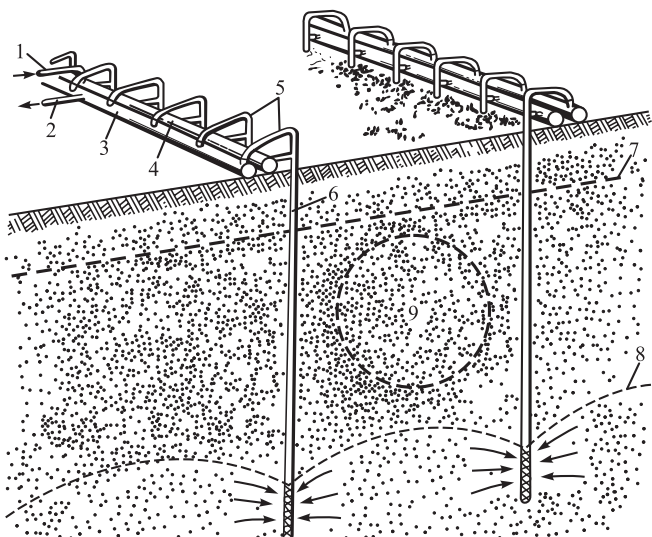
100-nji surat. Önüm çykaryjy karýer gazylanda garymly çalykdyrma:

1, 2 – karýeriň işlenmeýän (1) we işlenýän (2) gyalalary; 3 – çalykdyryjy guýular; 4 – düýp gyrada ýerleşdirilen ýapyk kese zeýkeş



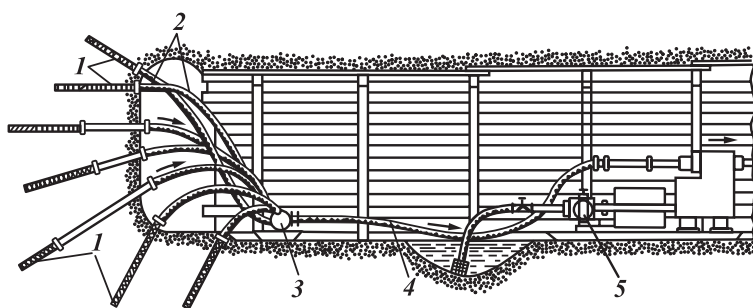
101-nji surat. Açyk çalykdyrma usulyny ulanyp, karýeriň işlenýän ernegindäki çägeleriň alnyşy:

1 – işlenýän ernek; 2 – ekskawator; 3 – ýumşak jynslaryň alynman goýulýan ýeri; 4 – zeý aýryjy ganaw; 5 – suwabent gatlak; 6 – ýerasty suwlaryň derejesi; m – alynman galýan gatlagyň galyňlygy



102-nji surat. Ežektorly inňepisint süzgüç gurnamasynyň işleýiş shemasy:

1 – nasosdan suw berýän turba; 2 – çykýan suwlary aýlawly suwly howdana iberýän turba; 3 – suw ýygnaýjy turbageçiriji; 4 – paýlaýjy turbageçiriji; 5 – birikdiriji şlangalar; 6 – ЭИ-2 еžektorly иññepisint süzgüjiñ turbasy; 7 – teýgum suwlarynyñ suw peseldişden öñki derejesi; 8 – suw peseldiji gurnama işläp durka, ýerasty suwlaryñ derejesi; 9 – tonneliñ taslanýan kontury



103-nji surat. Suw peseldiji gurnamanyň düýpde ýerleşdirilýän görnüşi:

1 – iňnepisint süzgüçler; 2 – birikdiriji gollar (şlangalar);
3 – suw ýygnaýjy kollektor; 4 – soruij şlanga; 5 – nasos agregaty

13. EKOLOGIK GIDROGEOLOGIÝA

13.1. Ekologik gidrogeologiýa-ýerasty suwlar baradaky ylmyň täze şahamçasy

«Ekologiýa» adalgasy ilkinji gezek 1866-njy ýylda nemes biology E.Gekkel tarapyndan girizilýär. Gekkel boýunça «ekologiýa–organizmleriň özara we daşky gurşaw bilen gatnaşyklary baradaky ylymdyr». Golaý wagtlara çenli ekologiýa biologiýanyň bir bölümi görnüşinde hasaplanýardy.

XX asyryň 80-nji ýyllarynyň ortalaryndan başlap ekologiýanyň düzümine adam bilen tebigy ýa-da tebigy-tehniki gurşawyň gatnaşygy baradaky bilimleri goşup başladylar. Häzirki döwürde ekologiýa giň gerimli soraglary öz içine alyp, birnäçe ýanaşyk ylymlar: biologiýa, geografiýa, geologiýa, gidrogeologiýa, himiýa we beýlekiler bilen eriş-argaç bolup utgaşýar.

Häzirki zaman ekologiýasynyň aşakdaky esasy ugurlary bölünip çykarylýar: binýady ekologiýa (nusgawy biologik ekologiýasy); amaly ekologiýa (senagat, himiki, oba hojalyk, daşky gurşaw ekologiýalary we ş.m.); durmuş ekologiýasy (adam sosiumynyň tebigat bilen aragatnaşygy).

Köp ylymlaryň düzüminde ekologiýanyň we daşky gurşawyň goragy bilen bagly ylmy ugurlar kemala geldi. Ol ugurlaryň ady şol ylmyň adyna «ekologiýa» sözüni goşup döredilýär: mysal üçin, geoekologiýa. **Geoekologiýa** dürli alymlar dürli kesgitleme berýärler. W.I.Osipow geoekologiýany geosferanyň müşgül soraglary baradaky dersara ylym diýip kesgitleýär. W.T.Trofimow we D.G.Ziling ekologiýany ekoulgamy öwrenýän metaylym diýip hasaplaýarlar.

«**Ekologik gidrogeologiýa**» diýen adalgany 1992-nji ýylda N.I.Plotnikow hödürledi. Ol ekologik gidrogeologiýany gidrogeologiýanyň we durmuş (sosial) ekologiýasynyň amaly soraglaryny çözüň şahamçasy diýip hasaplaýar.

Ekologik gidrogeologiýa boýunça ilkinji okuw kitabyňy taýýarlanlar A.P.Belousowa we beýlekiler garalýan ylym şahamçasyny gidrogeologiýanyň özbaşdak bölümi diýip düşüňýärler [23]. Ekologik

gidrogeologiýa öz mazmuny boýunça durmuşy soraglary çözmäge gönükdirilen amaly ylma degişlidir. Ol ilatyň ýokary hilli ýerasty agyz suwy bilen üpjünçiliginiň, inžener desgalarynyň gurulýan ýerlerinde kanagatlanarly ekologik ýagdaýlaryň döredilmeginiň (saklanmagynyň) aladasyny edýän ylym pudagydyr. Ekologik gidrogeologiýany gidrogeologiýanyň özbaşdak şahamçasy hökmünde bölünip çykarylmasynyň **esasy sebäbi – ýerasty gidrosfera düşýän tehnogen täsirleriň görnüşleriniň we göwrüminiň artmagynyň adamyň ýaşaýyş şertlerini kynlaşdyrýanlygy bilen düşündirilýär.**

13.2. Ýerasty suwlaryň hapalanmasynyň görnüşleri

Ý. W. Pinneker we beýleki alymlar (1979) **ýerasty suwlaryň hapalanmasy** diýip, olaryň hiliniň adamyň täsiri bilen islendik görnüşde peselmegine düşüňärler.

Dünýä möçberinde ýerüsti suwlaryň hapalanýanlygy göz önünde tutulyp, köp ýerde merkezleşdirilen suw üpjünçilik ýerasty suwlaryň hasabyna geçirilýär. Emma daşky gurşawa tehnogen täsirleriň artmagy bilen ýerasty suwlar hem hapalanýar. Ýerasty suwlaryň hapalanmasy köp sanly durmuşy amatsyzlyklaryň döremegine getirýär. Olaryň arasynda hapalaýjy komponentleriň ýerasty suwlaryň üsti bilen iýmit zynjyry boýunça ýaýrawy aýratyn bellemäge mynasypdyr. Zyýanly elementler adamyň organizmine diňe içilýän suw bilen däl-de, ösümlikden we maldarçylykdan öndürilýän iýmitiň üsti bilen hem geçip bilýär. Ilat hapalanan suwy içmän, diňe ony nahar taýýarlamakda, mallary suwa ýakmakda, ekinleri suwarmakda ulanýan hem bolsa, bu täsir onuň häzirkiki we soňky nesilleriniň saglygyna zyýan ýetirip bilýär.

Ýerasty suwlaryň hapalanmagynyň esasy görnüşlerine himiki, bakterial we ýylylyk hapalanmalary degişli.

Himiki hapalanma – ýerasty suwlaryň hapalanmasynyň iň köp ýaýran görnüşidir, muňa degişli bolmadyklara bakterial, radioaktiv maddalar, gaty maddalar we ýylylyk zerrarly hapalanmalar girýärler. Himiki hapalanmada ýerasty suwlaryň duzlulygy, temperaturasy artyp bilýär, reňki üýtgeýär.

Himiki hapalanma wagtyň dowamynda durnukly bolup, suwly gatlak boýunça uzak aralyklara göçüp bilýär.

Ýerasty suwlaryň himiki hapalanmasy, köplenç, makrokomponentler, nebit önümleri, agyr metallar, nitratlar we pestisidler zerarly bolup geçýär.

Makrokomponent hapalanmasy ýokary duzlulykly zyňyndy suwlaryň süýji suwly gatlaklara aralaşmagy bilen bolup geçýär (aşaky gorizontlardan çykarylýan senagat suwlary, nebitgaz bilen ugurdaş çykýan suwlar). Bu suwlaryň dykzlygy ýokary bolany sebäpli, olar süýji suwly gatlagyň aşaky böleginde toplanýarlar.

Nebit we nebit önümleri bilen hapalanma adamyň hojalyk işleriniň islendik görnüşi bilen bagly bolup bilýär. Nebit hapalanmasynda gatlakly kesik döreýär. Iň ýokarda galyňlygy *sm*-de ýa-da *m*-de ölçelýän bir fazaly uglewodorod, aşakda suw bilen nebit önüminiň emulsiýasy, iň aşakda - suwda erän hoşboý ysly nebit önümleriniň ergini ýerleşýär. Emulgirlenen we suwda erän uglewodorodlaryň eýeleýän meýdany nebit linzasynyňkydan birnäçe esse uly bolýar.

Agyr metallara dykzlygy demriňkiden ($7,87 \text{ g/sm}^3$) ýokary metallar degişli: gurşun, mis, sink, nikel, galaýy, simap we başgalar. Olar suwa wulkan atylmasy we dag jynslarynyň weýranlaşmasy zerarly döreýän aerezollar we adam tarapyndan galyndylar görnüşinde düşýärler.

Ýerasty suwlarda, köplenç, gurşun, sink, mis, kadmiý düşýarlar (aýratyn-da agzalan metallar bilen howanyň, topragyň we ýerüsti suwlaryň hapalanan ýerlerinde). Eger agyr metallar suwda kation görnüşinde düşýan bolsalar, olar ownuk zireleriň üstüne sorulyp dartylýarlar (sorbirlenýärler), şol sebäpli uzaga ýaýramaýarlar.

Nitrat hapalanmasy – esasan, oba hojalyk işleriniň netijesinde döreýär. Ýerasty suwlary hapalaýjy çeşmeler bolup, adatça, iri maldarçylyk hojalyklary we dökünler hyzmat edýärler. Nitrat hapalanmasy üç görnüşde düşýar: ammoniý, nitritli we nitratly. Turşama prosesleriň netijesinde ammoniý azoty nitrit azotyna, soňra bolsa, iň durnukly görnüş bolan nitrat azotyna öwrülýär. Nitratlar suwda örän ýeňil ereýärler, suwly gatlagy düzýän dag jynslary tarapyndan sorulyp dartylmaýarlar we şol sebäpli ýerasty suwlarda nitrat görnüşli azot köp mukdarda toplanyp bilýär.

Pestisid hapalanmasy. Suwarymly ekerançylykda geologik gurşawyň iň täsirli hapalanmasy pestisidler ulanylanda bolup geçýär. **Pestisidler** diýlip, ösümlikleri goramak üçin ulanylan serişdelere aýdylýar. Ulanylyş maksadyna laýyklykda olar **gerbisidlere** (haşak otlara garşy ulanylýanlara), **intektisidlere** (mör-möjeklere garşy ulanylýanlara), **fungisidlere** (garabaş döredýän kömelejiklere garşy ulanylýanlara) bölünýärler.

Pestisidler himiki düzümi boýunça hlororganiklere (DDT, GHSG, lindan, aldrin, geptahlor, dihloretan, hlorpikrin we başg.), fosfororganiklere (dihlofos, metafos, karbafos, fosfamid, hlorofos, ftalofos we başg.), simap-organiklere (gramozan, merkurian, rodosan we başg.), myşýaklylara (natriniň arsenaty, kalsiniň arsenaty), karbamatlara (siram, sineb, asilat, sewin, ýalan, karbin we başg.), moçewina önümlerine (monuron, linuron, kotozan, diuron) bölünýärler.

Pestisidler wagtyň dowamynda dargama prosesine sezewar bolýarlar. **TDS-17.1.3.04-82 «Ýerüsti we ýerasty suwlary pestisidlerden hapalanmakdan goramagyň umumy talaplary»** boýunça pestisidler dargama prosesine durnuklylygy boýunça şeýle toparlara bölünýärler:

suwda dargamasy: I – 5 günden az; II – 5-10 gün; III – 11-30 gün; IV – 30 günden köp;

toprakda dargamasy: I – 1 aýdan az; II – 1-5 aý; III – 6-24 aý; IV – 24 aýdan köp.

Simap-organikler iň durnuklylara degişli (10 ýyla çenli), beýleki pestisidleriň: hlororganikleriň (4-5 ýyla çenli), myşýaklylaryň durnuklylygy pesräk (2 ýyla çenli). Iň çalt dargaýanlara – fosfororganiki pestisidler (birnäçe gün) degişli.

Zäherleýji täsiri boýunça iň güýçlülere myşýaklylar we simap-organiki pestisidler degişli. Hlororganiki pestisidler aram zäherleýjilere degişli, emma durnuklylygy ýokary bolanlygy sebäpli, olar hem edil myşýaklylar we simap-organiki pestisidler ýaly, daşky gurşaw üçin howpludyr.

Öňki agzalan TDS (ГОСТ) ýerasty suwlaryň hiline bildirýän howplary boýunça pestisidleri şeýle toparlara bölýärler: A – şertleýin howpsuz; B – çala howply, aňsat dargaýanlar, toplanmaga ukypsyzlar; Ç – az howply, emma toplanmaga ukyply, şeýle-de uly kynçylyksyz dargaýanlar; D – howplular, dargamaýanlar ýa-da çala dargaýanlar.

Pestisidler biologik işjeň maddalara degişli bolup, olaryň köpüsi özgerip aralyk birleşmelere (metabolitlere), käbir ýagdaýda öňkünden hem beter zäherleýji maddalara öwrülýärler. Pestisidleriň suwda ereýjiligi pes. Şol sebäpli olar ekin üçin ergin, emulsiýa, poroşok we aerosol görnüşlerde ulanylýarlar [23].

Bakterial hapalanma. Şäher we oba hojalyk galyndylarynda dürli görnüşli saklanýan mikroorganizmler ýerasty suwlara düşende ýerasty suwlaryň biologik häsiýetleri we sanitar ýagdaýy üýtgeýär. Bakteriýalar, mikroblar suwlaryň hapalanmasynyň görkezijileri bolup, olaryň belli göwrümdäki sanynyň adaty tebigy gurşawdakydan düýpli artykdygy boýunça kesgitlenýär.

Bakterial hapalanmanyň aýratynlygy onuň ýaýrawynyň çäkliligi bilen bagly. Bu hapalanmanyň çäkliligi we wagtlaýynlygy bakteriýalaryň ýerasty suwlarda ýaşap bilmek wagt aralygy 30–400 günden geçmeýänligi bilen düşündirilýär.

Radioaktiv hapalanma ýeriň ýüzüne we atmosfera radionuklidleriň zyňylmasy, ylymda, bejerişde, önümçilikde ulanylan radioaktiv maddalaryň galyndylarynyň akyndy suwlar bilen ýerasty suwlara goşulmagy zerarly döräp bilýär.

Çernobyl AES-de (1986 ý., Ukraina) bolan heläkçiligiň görkezişi ýaly, ýerasty suwlar radioaktiv hapalanma duýgur. Teýgum suwlarynyň, hatda çuňda ýatan dyňzawly suwlaryň partlamanyň 70 km-lik töwereginde kem-kemden hapalanýanlygy barada maglumatlar bar.

Ýylylyk hapalanmasy ýerasty suwlaryň temperaturasynyň adaty tebigy gurşawdakyndan ýokarlanmagy görnüşinde ýüze çykýar. Şeýle ýagdaý, köplenç, zyňydy suwlaryň ýere siňdirilmegi netijesinde döreýär. Gyzan suwlaryň eredijilik ukyby artýar, bu bolsa hokurdanlaşma, gowaklanma proseslerini güýçlendirip biler.

13.3. Ýerasty suwlaryň düzüminde mikroelementleriň artykmaçlygy we ýetmezçiligi

Lukmanlar birnäçe keselleriň döremegini adamyň içki organlarynda dürli mikroelementleriň artykmaçlygy ýa-da ýetmezçiligi bilen baglaýarlar. Keselleriň bir topary içki organlarda dürli

elementleriň toplanmasy bilen bagly. Adamyň organizminde iň köp toplanýanlara: böwrekde – kadmiý, hrom; içege-aşgazan ulgamynda – mis; merkezi nerw ulgamynda – simap; aşgazanda – sink; böwrekde, bagyrda – myşýak; içegede, bagyrda, böwrekde – selen; gan dörediji organlarda – berilliy degişlidir.

Suwda kalsiý duzlarynyň artykmaçlygy organizmde orun çalyşma prosesleriniň bozulmagyna, ateroskleroza, siýdik haltada daş döremegine getirýär.

Nitratlaryň artykmaçlygynda içegä düşen nitratlar nitritlere öwürülýärler, olar bolsa, ganda metgemoglobiniň döremegine getirýärler. Netijede, dokumalaryň kislorod bilen üpjünçiligi peselýär, nitratlar we nitritler rak keselini döredip biljek nitroaminlere öwürlip bilýärler. Nitratlaryň agyz suwundaky mukdary 45 mg/dm^3 -dan ýokary geçmeli däldir.

Iýilýän, içilýän önümlerde islendik elementiň gereginden artyk mukdarynyň saglyga amatsyz täsir edýänligi belli. Emma käbir elementleriň ýetmezçiligi hem saglyga howply täsir edýär.

Muňa ýod ýetmezinde döreýän zob keseliniň, demir ýetmezinde – anemiýanyň, ftor ýetmezçiliginde – kariýesiň döreýänligini mysal getirip bolar. İçimlik suwda ftoruň ýetmezçiligi endemiki flýuroz keselini döredýär, bu kesel bagyry, böwregi we merkezi nerw ulgamyny zaýalaýar, köp ýerde giň ýaýran dişleriň kariýes keseli suwdaky ftoruň ýetmezi bilen bagly. Adamyň organizmine bir günde 4 mg ftor zerurdyr.

Makrokomponentleriň arasynda adamyň organizmine iň uly täsir edýäni – agyz suwunda kalsiniň we magniniň ýetmezlikligi etmegidir. Köp ýurtlarda agyz suwlary üçin Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň kesgitlenen normasy 7 mmol hasaplanýar. Agzalan ionlar şu mukdardan artyk bolsa, ol suwlara **talh**, kem bolsa **ýuwan suwlar** diýilýär. Köp sanly barlaglaryň netijeleriniň görkezişi ýaly, suwda kalsiý we magniý ionlary azlyk edýän ýerlerinde (mysal üçin, planetanyň demirgazyk bölegindäki ýurtlarda) ýürek-damar keselleriniň döremegine, gan damaryndaky basyşyň ýokary bolmagyna getirýänligi anyklandy.

Suwda, azyk önümlerinde saklanýan zyýanly maddalaryň ygtyýar berilýän mukdary Bütindünýä saglygy saklaýyş guramasynyň (BO3), aýry-aýry ýurtlaryň döwlet standartlarynyň kadalary boýunça resmileşdirilýär (TDS-2874-82; TDS-13273-88 we başg.).

13.4. Ýerasty suwlaryň goraglylygy

13.4.1. Ýerasty suwlaryň öz-özünden saplanmasy

Hapalaýjy maddalaryň ýerasty suwlara aralaşmagyny göz önüne getirmek üçin, suwdaky maddalaryň hereketini seljermek peýdalydyr. Suwda maddalaryň göçmegi, köplenç, **konweksiýa** görnüşinde, ýagny hereket edýän suw bilen bilelikde bolup geçýär. Eger akymyň tizligi örän haýal bolsa **diffuziýanyň** ähmiýeti artýar, ýagny maddalaryň göçmegi ionlaryň konsentrasiýasynyň gradiýentleriniň hasabyna bolup geçýär. Durmuşda, hakykatda duşýan süzülme tizliklerinde massa göçmesi, köplenç, konweksiýa görnüşinde bolup geçýär.

Göçme prosesinde suwly gatlaklardaky dürli möçberli we dürli teksturaly öýjük-jaýryklara baglylykda maddanyň süzülme we diffuz dagamasy bolup geçýär. Mundan başga, maddanyň ýerasty suw bilen göçmesi suw-dag jynslary ulgamyny deňagramlaşdyrmaga gönükdirilen dürli himiki, biohimiki, fiziki-himiki prosesler bilen utgaşykly bolup geçýär.

Eger ýerasty suwlara hapalaýjy maddalar düşse, ýokarda agzalan prosesler öz-özünden saplanma diýen düşüňjä jemlenýär.

Ýerasty suwlaryň organiki däl maddalardan arassalanmasy ergindäki komponentleriň geohimiki barýerlerde çökmeginiň netijesinde bolup geçýär. **Geohimiki barýer** (A.I.Perelman, 1969) diýlip, himiki elementleriň gidrogeohimiki göçme şertleriniň düýpli üýtgeýän zolagyna aýdylýar. Ol zolakda elementler gaty görnüşe geçip çökýärler. Geohimiki barýerler dürli fazalaryň (jisimleriň) serhedinden başga birmeňzeş gurşawda, mysal üçin, ýerasty suwlaryň Eh-pH şertleri ýa-da ergindäki haýsy-da bolsa bir düzüмçäniň konsentrasiýasynyň üýtgemesi netijesinde hem bolup bilýär.

Süýji ýerasty suwlaryň öz-özünden arassalanmasyna getirýän esasy geohimiki barýerlere turşadyjy (kislodorodly), gaýtardyjy, aşgarlanma (gidrolitik we karbonatly), sulfidli, turşy gidroksid sorulyp dartyлма, тоýunsow sorulyp dartyлма görnüşleri degişli.

Turşadyjy barýerde has gowy ereýän gaýtarylan birleşmeler turşama zerarly ereýijiligi pes gurşawlara öwrülýär.

Aşgarlanma gidrolitik barýeri gurşawyň pH-y artanda bolup geçýär. Bu şertde birnäçe toplumlaýyn hereket edýän ionlar doly ýa-da bölekleyin gidroksid görnüşli gaty madda öwrülýärler.

Gidroksid sorulyp dartyлма барýeriniň manysy şeýle. Täze çöken köpwalentli elementleriň gidroksidleri gowy sorbent bolup hyzmat edýärler. Olara ilkinji nobatda Fe, Mn, Al ýaly elementleriň gidroksidleri degişli. Olar turşy gurşawda W, As, Se, Mo, Cr, Sb we başgalary, aşgar gurşawda Ba, Sr, Zn, Cu, Pb we başgalary çökündä düşürýärler.

Toýunsow sorulyp dartyлма барýeri toýun minerallarynyň üstünde otrisatel zarýadyň barlygy sebäpli bolup geçýär. Netijede, kation çalşygy zerarly Ba, Zn, Cu, Pb we başgalar bilelikde çökündä düşýärler.

Emma süýji ýerasty suwlaryň hiliniň tehnogen täsirlerden hapalanman saklanmasy olaryň goraglylygyna bagly.

13.4.2. Ýerasty suwlaryň goraglylygynyň bahalanysy

Ýerasty suwlaryň ýokardan hapalanmasy, esasan, suwly gatlaklaryň goraglylygy bilen kesgitlenýär. **Suwly gatlagyň goraglylygy** diýlip, onuň ýokardan hapalary geçirmän saklaýan çökündiler ýa-da başga suwly gatlak bilen örtülgiligine aýdylýar. Goraglylyk tebigy we tehnogen faktorlara bagly.

Esasy **tebigy faktorlara** ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlугy, kesikde geçirijiligi pes gatlaklaryň bolmagy we olaryň galyňlygy, dag jynslarynyň litologiyasy we sorbsiýa häsiýetleri, barlanýan we ýokarda ýatan suwly gatlaklaryň derejeleriniň özara gatnaşyklary degişli.

Tehnogen faktorlara, ilkinji nobatda, hapalaýjy maddalaryň ýeriň ýüzünde ýatyşy we olaryň ýerasty suwlara ýetiş şertleri, olaryň himiki düzümi, göçüşi, dag jynslary tarapyndan sorulyp dartylyş ukyplary, durnuklylygy, dagamasy, dag jynslary we ýerasty suwlar bilen özara täsirleşmesi degişli.

Ýerasty suwlaryň goraglylygyny hil taýdan we mukdar taýdan häsiýetlendirip bolýar. Birinji ýagdaýda, esasan, tebigy faktorlar, ikinjide tebigy we tehnogen faktorlar ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň goraglylygyny mukdar taýdan jikme-jik bahalamak üçin, köplenç, hapalaryň ýerasty suwlara ýetmesiniň gidrogeohimiki modelirlemesi geçirilýär.

Hapalanmanyň hil taydan bahalanmasy sertli ballary jemlemegiň üsti bilen ýa-da ýokarda syzyp hereket edýän hapalaryň suwly gatlagga ýetjek wagtynyň bahalanmagy boýunça geçirilýär. Bu şertde nemgöçüşiň aýratynlyklary we hapalanma prosesiniň dag jynslarynyň ýerasty suwlar bilen täsirleşmesi hasaba alynmaýar.

Ýerasty suwlaryň hapalanmadan goraglylygynyň bally bahalanmasy W.M.Goldberg tarapyndan işlenip düzülen [17]. Ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna, geçirijiligi pes gatlaklaryň galyňlygyna we olaryň litologik düzümine bagly alynýan ballaryň jemi teýgum suwlarynyň goraglylygynyň derejesini kesgitleýär.

Litologiýasy we süzülme häsiýetleri boýunça pes geçirijilikli çökündiler üç topara bölünýärler: **a** – gumbaýraklar we ýeňil topurlar (süzülme koeffisiýenti $K = 0,1 - 0,001 \text{ m/g-g}$); **ç** – agyr topurlar we toýunlar ($K < 0,001 \text{ m/g-g}$); **b** – **a** we **ç** toparlardaky teýgumlaryň bilelikde gezekleşip ýatýan ýerleri ($K = 0,01 - 0,001 \text{ m/g-g}$). Teýgum suwlarynyň ýatyş çuňlugyna (H) görä, ballar şeýle görnüşde berilýär:

<i>H, m</i>	< 10	10-20	20-30	30-40	> 40
Ballar	1	2	3	4	5

47-nji tablisada howaly gatlagy düzýän pes geçirijilikli çökündileriň galyňlygy we litologiýasy boýunça suwly gatlagyň goraglylygynyň ballarynyň kesgitlenişi berilýär.

Ballaryň jemini hasaplamak üçin howaly gatlagyň galyňlygy boýunça alnan ballaryň üstüne kesikdäki jynslaryň galyňlygyna görä berilýän ballary goşmaly. Mysal üçin, eger teýgum suwlary 14 m çuňlukda ýatýan bolsa (2 bal) we şol sanda howaly gatlakda gowşak geçirijilerden 3 m gumbaýrak (2 bal) we 6 m toýun (6 bal) bar bolsa, ballaryň jemi 10 bolýar. Ballaryň jemi boýunça teýgum suwlarynyň goraglylygynyň derejesi kesgitlenýär. Teýgum suwlarynyň goraglylygynyň W.M.Goldberg boýunça 6 sany derejesi bölünip çykarylýar:

**Pes geçirijilikli çökündileriň galyňlygy (m_0) we litologiýasy
boýunça suwly gatlagyň goraglylygynyň ballarynyň
kesgitlenişi**

Galyňlyk m_0, m	Litologik toparlar	Ballar	Galyňlyk m_0, m	Litologik toparlar	Ballar
< 2	a	1	12-14	a	7
	b	1		b	10
	ç	2		ç	14
2-4	a	2	14-16	a	8
	b	3		b	12
	ç	4		ç	18
4-6	a	3	16-18	a	9
	b	4		b	13
	ç	6		ç	18
6-8	a	4	18-20	a	10
	b	6		b	15
	ç	8		ç	20
8-10	a	5	> 20	a	12
	b	7		b	18
	ç	10		ç	25
10-12	a	6			
	b	9			
	ç	12			

Dereje	I	II	III	IV	V	VI
Ballaryň jemi	< 5	5-10	10-15	15-20	20-25	> 26

Iň pes goraglylyk I derejä degişli, iň ýokary goraglylygy VI dereje eýeleýär.

Ýerasty suwlaryň goraglylyk derejesini hapalanan suwlaryň ýeriň ýüzünden suwly gatлага çenli süzülip ýetjek wagty boýunça hem kesgitläp bolýar. Howaly gatlak birmeňzeş düzümlü jynsdan düzülen, hapa suw saklaýan howdandaky suwuň derejesi hemişelik bolsa, hapalaryň suwly gatлага ýetjek wagty (t) Sunkeriniň formulasy boýunça takmyny kesgitläp bolar:

$$t = \left(\frac{nH}{k} \right) \left[\frac{m}{H} - \ln \left(1 + \frac{m}{H} \right) \right], \quad (13.1.)$$

bu ýerde

H – howdandaky hapa suwlaryň galyňlygy, m ;
 n – howaly gatlakdaky jynslaryň doýgunlyk ýetmezi;
 k, m – howaly gatlagy düzýän jynslaryň ortaça süzülme
koeffisiýenti (m/g -g) we umumy galyňlygy, m .

13.5. Ýerasty suwlaryň hiline tehnogen faktorlaryň täsiri

Ýerasty suwlaryň hiline dag-magdan işleri, senagat zyňyndylary, şäher hojalygy we oba hojalyk işleri bilen bagly hapalar täsir edip bilýärler. Bu ýerde soňky iki hojalyk pudaklarynyň täsirine garalyp geçilýär.

13.5.1. Şäher hojalygynyň ýerasty suw ýataklaryna täsiri

Ilatly nokatlar üçin ýer saýlananda elmydama suw üpjünçiligi göz önünde tutulýar. Şol sebäpli şäher bilen süýji ýerasty suw ýataklarynyň aralary golaý bolýar. Şäheriň ösmegi, giňemegi bilen ýaşayyş jaýlary ýatagyň çäklerine aralaşýar.

Şäherde daşky gurşawa adamlaryň täsiriniň hemme görnüşi duşýar. Bu şertde senagat we durmuşy akyndylar radioaktiw, bakterial, gaz görnüşli, ýylylyk hapalanmalaryny ýerasty suwlara ýetirip bilýär. Şäher ýerinde gidrogeologik şertler bozulan ýagdaýyny saklaýar, muňa gurluşyk işleriniň gürlügi, asfalt bilen örtülen ýerleriň ululygy, suw geçiriji we gaýry ýerasty desgalaryň gür tory sebäp bolýar. Uly şäherlerde ýerasty suwlaryň derejeleri ýerli suw üpjünçilikde ulanylyşlygy sebäpli peselip ýa-da suwaryş we suw geçiriji desgalaryň ýitgileri sebäpli ýokary galyp bilýärler. Hapalanan suwlaryň doly derejede merkezleşdirilip, şäheriň daşyna çykarylmagynyň hem ähmiýeti örän uludyr. Ýerasty suwlaryň hapalanmasy onuň derejesiniň möwsümleýin ýa-da emeli täsirler sebäpli aşak-ýokary üýtgemegi we suwlaryň şäherasty tehnogen çökündiler bilen täsirleşmesi arkaly hem bolup bilýär.

Ýerasty suwlaryň suwalgyçlary kada boýunça senagat kärhanalarynyň we ýaşayyş jaýlarynyň çäkleringen üzňe ýerleşdirilmelidir [59].

Ýerasty suwlaryň suwalgyçlarynyň hapalanmagynyň önüni almak üçin onuň daşynda üç zolakdan ybarat **sanitar gorag zolaklary** (SGZ) döredilýär.

Birinji zolak – berk düzgünli zolak – dyňzawly (goragly) suwlar üçin 30 *m* radiusly, teýgum suwlary üçin azyndan 50 *m* radiusly kesgitlenýär. Eger ýatagyň gorlarynyň üsti emeli çeşmelerden (howdandan, kanaldan) doldurylýan bolsa, zolagyň araçägi şol siňdiriji desgalardan azyndan 100 *m* uzaklykda ýerleşdirilýär. Bu zolak ýatagyň suwalgyjyň suwunyň tötänleýin ýa-da bilkastlaýyn hapalanmasynyň önüni almak üçin gurnalýar. Zolagyň daşy beklenýär, gorag üçin ýörite sakçy bellenýär. Zolakda ýuwundy suwlar ýere siňdirilmeli däldir, hiç kim (hatda ýörite işgärler hem) ýaşamaly däldir, hapalar günübirin zibilhana daşalmalydyr.

Ikinji (II) we üçünji (III) zolaklar – çäklendirme zolaklary suwly gatлага hapa ýetirip biljek gurluşykdan ýa-da gaýry hojalyk işlerinden goragly saklanmaly meýdany öz içine alýarlar. Ol zolaklaryň araçäkleri ýerli gidrogeologik şertlere görä kesgitlenýär.

Suwalgyçlaryň SGZ-niň **II zolagy** suwly gatlagyň **mikroblardan hapalanmasynyň** önüni almaga niýetlenýär. Suwly gatлага mikrobly suwlar senagat desgalarynyň, ýaşayş jaýlarynyň, maldarçylyk fermalarynyň çäklerinden, lagym suwlary akdyryjy turbalaryň ýaryklaryndan baryp bilýär. Ýokarsy galyň toýun-topur jynslar bilen örtülmedik ýataklar üçin II zolagyň araçäkleri mikrobly suwlar suwalgyja 200–400 günden ön baryp bilmez ýaly giňlikde kesgitlenýär [54].

Suwalgyçlaryň SGZ-niň **III zolagy** suwly gatlagyň **himiki hapalanmasynyň** önüni almak üçin niýetlenýär. Bu zolagyň ini hapаланan suw suwalgyja azyndan 25 ýyllap hereket edende ýetmez ýaly şerti berjaý edilip, gidrodinamik hasaplamalaryň esasynda kesgitlenýär.

Suwalgyçlaryň SGZ-niň II we III zolaklarynda şeýle çäreler gyşarnyksyz berjaý edilmelidir:

1) suwly gatlagyň hapalanmagyna getirip biljek köne, ulanylmayan ýa-da nädogry ulanylýan guýular (skwažinalar) hasaba alynmalydyr, petiklenmelidir ýa-da dikeldilmelidir;

2) islendik burawlama we gurluşyk işleri diňe ýerli sanitar, geologik-derňew gulluklaryň ygtyýarnamasynyň esasynda geçirilmelidir;

3) ýerasty gatlaklara ulanylan suwlaryň siňdirilmegini, gaty galyndylaryň dulanmagyny, suwly gatлага zyýan berip biljek ýerasty dag işleriniň geçirilmegini gadagan etmeli;

4) ulanylýan suwly gatlaklar bilen gidrawlik baglanyşyk saklaýan akabalaryň we suw howdanlarynyň sanitar ýagdaýyny yzygiderli gözegçilikde saklamaly;

5) senagat akyndylaryny toplaýjylary, ýangyç-çalgy ýaglarynyň, awuly maddalaryň, mineral dökünleriň ammarlarynyň we suwly gatlagyň arassalygyna howp abandyrjak beýleki obýektleriň gurluşygyny gadagan etmeli.

Agzalanlardan ugur alyp, ýerasty suwalgyçlaryň SGZ-niň II zolagynda gonamçylygyň bolmagy, dürli haýwanlaryň maslyklarynyň gömülmegi dökünleriň, silos ganawlarynyň, suwarymly ekerançylygyň, maldarçylyk, guşçulyk fermalarynyň bolmagy doly gadagan edilmelidir [59].

13.5.2. Ýerasty suw ýataklaryna oba hojalyk önümçiliginiň täsiri

Ýerasty suwlaryň oba hojalyk önümçiligi zerarly hapalanmasy toprakdan ýagyn, suwaryş suwlary bilen dökünleriň we awuly himikatlaryň ýuwlup äkidilmegi bilen bagly. Suwlary hapalaýjy çeşme bolup maldarçylyk toplumlarynyň we guşçulyk fermalarynyň akgytlary hyzmat edip bilýärler. Oba hojalygyň suwarymly ekerançylygynyň hapalanyşynyň meýdany giň, hatda örän giň bolup bilýär. Oba hojalygynda iň köp ulanylýan hapalaýjylara azot, fosfor we kaliý dökünleri degişli, olaryň arasynda azot dökünleriniň ähmiýeti has uludyr.

Azotyň birleşmeleri topraga düşende, olaryň ammoniý (NH_4^+) görnüşi dag jynslary tarapyndan dartylyp saklanýar we toprakdan nitratlar ýaly çalt ýuwlup aýrylmaýar. Ammoniniň ösümlikler bilen özleşdirilmedik we dag jynslary tarapyndan sorulyp dartylmadyk bölegi ilki nitritlere, soňra nitratlara çenli turşaýar. Nitratlar göçme ukyplyry boýunça hlora meňzeş bolup, örän ýeňil ereýärler we gidrohimiki barýerlerde toplanmaýarlar. Şol sebäpli oba hojalygynyň nitratlary ýerasty suwlary iň köp hapalaýan birleşmedir. Köp ýurtlarda teýgum suwlary nitratlary ygtyýar berilýän mukdardan ýokary derejede saklaýarlar (1000 mg/dm^3 -a çenli).

Kaliý we fosfor dökünleri ýerasty suwlar üçin az howpludyr. Sebäbi kaliniň we fosforyň birleşmelerini ösümlikler ýeňillik bilen özleşdirýärler, şeýle-de olar toýun parçasynyň zireleriniň üstüne dartylyp saklanýarlar, ýerasty suwlara olaryň ujypsyz bölegi ýetýär.

Geologik gurşawa, şol sanda ýerasty suwlara hojalyk işleriň täsiri, ol tehnogen täsirleriň kysymlara, kysymçalara bölünişi 48-nji tablisada berilýär [13].

48-nji tablisa

**Geologik gurşawa tehnogen täsirleriň kysymlara
we görnüşlere bölünişi**

Kysym	Kysymça	Görnüş	Geologik gurşawa edip biljek täsiri
1	2	3	4
Oba hojalyk (meliorasiýasyz)	Ekerançylyk	-	Ýerasty suwlaryň iýmitleniş şertleriniň üýtgewi, topragyň, howaly zolakdaky dag jynslarynyň, ýerasty suwlaryň hapalanmagy
	Maldarçylyk	Örüli maldarçylyk toplumy	Takyrlyaryň ýüzüniň bozulmagy, çägelereň süýşmegi, toprak örtügiňiň zaýalanmagy, sil akymalarynyň toplanmasynyň güýjemegi
		Agyllý maldarçylyk toplumy	Topragyň, örtük jynslaryň, ýerasty we ýerüsti suwlaryň güýçli hapalanmagy, olaryň iýijilik ukybynyň artmagy
Suw hojalyk	Melioratiw suw üpjünçilik	Çalykdyrma	Teýgum suwlarynyň derejesiniň peselmegi, toprak teýgumlaryň çyglylygynyň azalmagy, ýerasty suwlaryň hapalanmagy, teýgumlaryň häsiýetleriniň (gowy tarapa) üýtgemegi
		Suwaryş	Teýgum suwlarynyň derejesiniň ýokary galmagy, zeýleme, şorlanma, teýgum suwlarynyň we howaly gatlakdaky jynslaryň duzlulygynyň peselmegi ýa-da artmagy, ýerasty suwlaryň hapalanmagy, yzgarlap çökmeler, ýer titremesiniň täsiriniň güýçlenmegi
		-	Ýerleriň çalykdyrylmagy, akabalardaky suwlaryň azalmagy, ýeriň ýüzüniň çökmegi, dag jynslarynyň inžener-seýsmogeologik durnuklylygynyň artmagy, teýgumlaryň häsiýetleriniň üýtgemegi, olaryň ýylylyk režiminiň bozulmagy

1	2	3	4
Dag gazyp alyş	Şahta usuly bilen	-	Ýerasty suwlaryň derejesiniň peselmegi, tehnogen teýgumlaryň döremegi, ýeriň ýüzüniň çökmegi we opurylmagy, gowaklanmanyň hokurdanlaşmanyň güýjemegi, ýerasty suwlaryň hapalanmagy, dag jynslarynyň dartgynlygynyň üýtgemegi
	Karýer usuly bilen	-	Ýerasty suwlaryň derejesiniň peselmegi, eňňitlik hadysalary, suwlaryň hapalanmagy, tehnogen teýgumlaryň döremegi, dartgynlyk üýtgewleri
Senagat	Himiýa		Dag jynslarynyň, ýerasty we ýerüsti suwlaryň hapalanmagy
Şäher hojalygy	-	-	Teýgum suwlarynyň derejesiniň ýokary galmagy, zeýleme, geologik hadysalaryň güýjemegi, dag jynslarynyň, ýerasty suwlaryň hapalanmagy, tehnogen teýgumlaryň döremegi
Ulaglar	Demir ýol, gara ýol, nebit, gaz, suw geçirijileri	-	Teýgum suwlarynyň, howaly zolakdaky dag jynslarynyň hapalanmagy, geologik hadysalaryň güýjemegi, ýerasty we ýerüsti akgytlaryň ugrunyň üýtgemegi
Energetik	Ýylylyk-energetik	-	Teýgumlaryň we teýgum suwlarynyň hapalanmagy, dag jynslarynyň we suwlaryň ýylylyk režiminiň üýtgewi

13.6. Ekologik-gidrogeologik barlaglaryň görnüşleri we usullary

Ekologik-gidrogeologik barlaglar şu esasy soraglaryň çözülmegine gönükdirilmelidir:

- ýerasty suwlaryň düzümini ekologik nukdaýnazardan bahalamak;
- ýerasty suwlaryň hapalanýanlygyny wagtynda anyklamak we onuň önüni almak;
- ýerasty suwlaryň tebigy we tehnogen şertlerde hiliniň üýtgewini önünden çaklamak;
- ýerasty suwlaryň derejesiniň ýokary galmagy netijesinde dorejek amatsyz şertleri bahalamak;
- suwlaryň goragy boýunça gidrogeologik çäreleri esaslandyrmak;

- ýerasty suwlaryň goragyny we hapalanma derejesini gözegçilikde saklamak.

Ekologik-gidrogeologik işleriň toplumyny iki tapgyra: meýdan we jaýlaşykly (kameral) işlere bölüp bolýar. Meýdan işleri döwründe sebitiň, etrabyň, meýdançanyň gidrogeologik şertleri, ýerasty suwlaryň düzümi, häsiýetleri, olara täsir edýän prosesler derňelýär. Geologik gurşaw-biosfera-tehnosfera ulgamdaky özara baglanyşyklara aýratyn üns berilýär. Jaýlaşykly işler döwründe alnan maglumatlar seljerilýär, ekologik-gidrogeologik kartalar düzülýär, barlanýan prosesleriň kompýuterde modeli düzülýär. Toplanan we seljerilen maglumatlar tebigaty goramagyň ekologik-gidrogeologik esaslandyrylmasy üçin ulanylýar.

13.6.1. Ýerasty suwlaryň ýagdaýynyň monitoringi

Geologik gurşawy aýawly ulanmak we goramak adamyň alyp barýan inžener-hojalyk işlerini yzygiderli barlamagy we dolandyrmagy göz önünde tutýar. Geologik gurşawy aýawly ulanmagyň we gorap saklamagyň esasy ýoly **litomonitoring** diýlip hasaplanýar. 1972-nji ýylda Stokgolm şäherinde bolup geçen BMG-niň maslahatynyň esasynda **monitoring** diýip, daşky giňişlikdäki gurşawyň bir ýa-da birnäçe elementlerine belli maksada gönükdirilen we ýörite taýýarlanan maksatnama boýunça öwrany gaýtalanyp geçirilýän gözegçilik ulgamyna aýdylýar. Y.A.Izrael [13] bu kesgitnamany şeýle takyklaýar: «**Monitoring** – daşky tebigy gurşawyň durkunyň adam tarapyndan üýtgewini öwrenýän gözegçilik, bahalama we çaklama işleriniň ulgamydyr».

Ekologik-gidrogeologik işlerde ýerasty suwlaryň üýtgew düzgünini öwrenmek, monitoringini gurnamak ilkinji nobatda çözülmeli meseledir. Ýerasty suwlaryň ýagdaýy beýleki tebigy gurşawlar bilen (atmosfera, ýerüsti suwlar, toprak) ýakyn baglylygy sebäpli, ýerasty suwlaryň monitoringi ýerüsti suwlaryň, meteorologik gözegçilikleriň we topragyň monitoringleri bilen baglanyşykly gurnalmalydyr.

Ýerasty suwlaryň monitoringini gurnamak režim guýularynyň toruny gurnamakdan başlanýar. Gözegçilik nokatlary hökmünde ýörite gurnalan režim guýularyndan başga hemme çeşmeler, adaty guýu-

lar, şahtalar we beýleki suw çykaryjy desgalar ulanylýar. Gözegçilik guýulary her öwrenilýän tebigy we tehnogen şertli meýdanlara mahsus nokatlarda ýerleşdirilmelidir. Çözülýän meselelere baglylykda monitoringiň tebigy durkly, sebitleýin we ýöriteleşdirilen gözegçilikleri gurnalýar.

Tebigy durkly (фондовый) gözegçilik tory ýerasty suwlaryň tebigy gurşawdaky deslapky ýagdaýyny öwrenmek üçin gurnalýar. Ýerasty suwlaryň soňky adamtarapyn üýtgemelerine şol dereje bilen deňeşdirilip baha berilýär. Tebigy durky öwrenmek üçin gurnalýan gözegçiligiň müşgöl soraglary bar. Heniz adamyň täsiri ýetmedik ýerasty suwlaryň derejesiniň üýtgewi juda ujypsyz, emma şol üýtgewleri öwrenmek zerur çäreleri wagtynda geçirip başlamak üçin örän möhüm.

Sebitleýin gözegçilik tory ýerasty suwlaryň hiline we derejesiniň režimine, esasan, tebigy şertlere täsir edýän iri meýdanlarda, sebitlerde gurnalýar. Gözegçilik guýulary agyz-hojalyk suw üpjünçiligi üçin ähmiýetli nokatlarda ýerleşdirilýär.

Ýöriteleşdirilen gözegçilik guýularynyň tory iri senagat, oba hojalyk kärhanalarynyň, merkezleşdirilen suwalgyçlaryň çäklerinde ýerasty suwlaryň ýerli hapalanmasyny barlamak üçin gurnalýar. Toruň esasy maksady –adam tarapyndan güýcli täsirde ýerasty suwlaryň režiminiň aýratynlyklaryny öwrenmek we amatly dolandyrmak.

Türkmenistanda ýerasty suwlaryň wagtyň we giňişligiň dowamynda üýtgew düzgüni (režimi) 1948–1959-njy ýyllarda «Türkmengeologiýa» döwlet korporasiýasynyň ekspedisiýalarynda, toparlarynda öwrenilip başlanýar. Dürli welaýatlaryň çäginde kanallaryň, ýaplaryň, derýalaryň kenarlarynda, ekin meýdanlarynda, umuman, adamyň täsiriniň ýetýän medeni zolagynda gözegçilik guýularynyň tory gurulýar we olarda yzygiderli işler alnyp barylýar. Ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugynyň, duzlulygynyň, himiki düzüminiň üýtgewi boýunça her ýylda ýa-da ýylaşa, şeýle-de baş ýylda bir gezek ýyllyk (ikiýyllyk) ýa-da köpýyllyk hasabatlar düzülýär. Alnan netijeler boýunça ýerli häkimiýetlere, ýer-suw ulanyjylara hödurnamalar ýazylyp berilýär.

Bu işlerden başga XX asyryň 80-nji ýyllaryndan başlap ýerasty suwlar boýunça awtomatik ulgamda çalt hasaba alynmaga we ula-

nylmaga niýetlenen döwlet suw kadastry (DSK ýa-da ГБК) düzülip başlanýar. Bu işler azda - kände üýtgedilen görnüşde şu günlere çenli dowam edilýär.

1990–1993-nji ýyllarda «Türkmengeologiýa» döwlet korporasiýasynyň önümçilik bölümleri tarapyndan «Geologik gurşawyň aerokosmik monitoringi» atly öňki SSSR-iň Geologiýa ministrligi we beýleki pudaklar tarapyndan gurnalan maksatnama laýyklykda işler alnyp barlan. Bu işleriň düzüminde Garagum derýasynyň täsir zolagynda (Mary, Ahal welaýatlarynda), Amyderýanyň jülgesinde (şol sanda Aralýaka zolakda) ýörite işler geçirilýär. İşleriň toplumynda adaty gidrogeologik syýmka, burawlama, meýdan synaglary, alyslaryň maglumatlar (uçardan we kosmosdan alnan suratlar) ulanylýar. Bu işlerde gidrogeologik şertleri has doly öwrenmek niýeti bilen, täze gurlan zeý akabalarynyň, suw howdanlarynyň täsir zolagynda gözegçilik guýularynyň hatarlary gurnalýar, öňden ulanylyp gelinýän gözegçilik guýularynyň hatarlary uzaldylýar. İşleriň tamamlanan böleginiň netijeleri, şol sanda ýerasty suwlaryň hapalanyş derejeleri ýörite düzülen hasabatlarda berilýär (B. O. Nyýazow, N. Nurgeldiýew, O. Y. Iwaşenko, A. Suhanow we başgalar).

Ýurdumyzda tebigy gurşawyň, şol sanda geologik gurşawyň goragyna, aýawly ulanylmagyna döwlet, pudak ýolbaşçylary tarapyndan uly üns berilýär.

1993-nji ýyllarda Pöwrize, Garaňky-Ýablonowka, Ýanbaş ýerasty süýji suw ýataklarynyň çäginde gurluşyk işlerini gadagan etmek hakda Türkmenistanyň Prezidentiniň karary kabul edildi.

1990–1996-njy ýyllarda süýji ýerasty suw ýataklarynyň hili, gory, ulanylyş derejeleri baradaky maglumatlar Türkmenistanyň aýry-ýer welaýatlary boýunça degişli hödürnamalar goşulyp «Türkmengeologiýa» döwlet korporasiýasy tarapyndan neşir edildi [65, 66].

13.6.2. Ekologik-gidrogeologik kartalary düzmegiň ýörelgeleri

1990-njy ýylda öňki SSSR-iň Geologiýa ministrligi tarapyndan geologik-ekologik barlaglaryň we karta düzmeleriň resmi düzgünleri kabul edildi (Требования к геолого-экологическим исследованиям

и картографированию масштаба 1:200000. – М., Мингео СССР, 1990; Требования к геолого-экологическим исследованиям и картированию масштабов 1:50000-1:25000. – М., Мингео СССР, 1990).

Geoekologik barlaglaryň **obýektlerine** dag jynslary, topraklar, ýerasty we ýerüsti suwlar, geohimiki, geodinamiki we beýleki geologik prosesler, şeýle-de geologik gurşawa täsir edýän tehnogen obýektler we geotehnogen ulgamlar girýärler.

Ekologik barlaglaryň **çözütleri** üç derejede geçirilýär, şol sanda olaryň ikisi hut geoekologiýa barlaglara degişli:

1. Sebitleýin geoekologik barlaglar we karta düzmeler. Bu işleriň düzüminde geologik gurşawyň we onuň düzümleriniň häzirki zaman ýagdaýy, oňa tehnogen faktorlaryň täsiri, geogurşawyň üýtgewugry kesgitlenýär. Adatça, bu işler gidrogeologik, geologik, inžener-geologik sýomkalar bilen utgaşdyrylyp geçirilýär.

2. Litomonitoring. Bu çözüde geogurşawyň üýtgewini gözegçilikde saklamak, tebigy-tehnogen ulgamlaryň geoekologik modelini düzmek, bolup geçmegi mümkin bolan amatsyz prosesleri önünden çaklamak degişli.

3. Tebigaty ulanmagyň we adamyň saglygyny gorap saklamagyň çärelerini esaslandyrmak we işläp düzmek. Bu soragy diňe geoekologiýanyň çäginde çözüp bolmaýar, onda biosferanyň, atmosferanyň we daşky gurşawyň beýleki düzümleriniň ýagdaýy göz önünde tutulmaly. Emma geoekologik barlaglar ekologik çäreleriň maglumat we konseptual esasyňy bermelidir.

Geoekologik kartalarda gidrogeologik maglumatlary saklaýan şu obýektler görkezilmeli:

- hapalanmanyň ýaýran ýerleri, olaryň ýerasty suwlar bilen göçmesiniň meýdanlary;

- ýerasty suwlaryň emeli täsirler bilen bagly iýmitlenýän we harçlanýan ýerleri;

- suwalgyç, zeýkeş guýularynyň ulanylyşy zerarly ýerasty suwlaryň derejesiniň peseliş oýtumlarynyň dörän ýerleri;

- ýerasty suwlaryň duzlulygynyň we himiki düzüminiň üýtgän ýerleri.

13.6.3. Inžener-ekologik gözlegler

Inžener-ekologik gözlegler gurluşygy we gaýry hojalyk işleri ekologik taýdan esaslandyrmak üçin geçirilýär. Aýry-aýry ýurtlarda bu gözlegler inžener-geologik gözlegler bilen bir hatarda dürli taslamalar üçin geçirilýän inžener gözlegleriň taslamasyna resmi taýdan girizilen («Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». СНиП 11-02-96, Российская Федерация, 1997 и др.).

Inžener-ekologik gözlegleriň **düzümine** gidrogeologik barlaglar hem girýär. Barlaglaryň netijeleri boýunça gidrogeologik şertleriň tehnogen täsirleri zerarly nähili üýtgejekligine baha berilýär. Ol üýtgewleri amatlaşdyrmak boýunça teklipler taýýarlanylýar.

Inžener-ekologik gözlegler taslama boýunça kesgitlenen tertipde şu resminamalary işläp düzmek maksady bilen geçirilýär:

- maýa goýumlardan öňki döwürde tebigy baýlyklary toplumlaýyn amatly ulanmagyň, inžener goraglarynyň taslamasyny düzmegiň ýoluny kesgitlemek;

- kärhanalaryň, jaýlaryň, desgalaryň gurluşygynyň maýa goýumlaryny esaslandyrmak;

- jaýlaryň, desgalaryň taslamalaryny düzmek.

Obýektler gurulýan, ulanylan we sökülip aýrylýan wagtlary inžener-ekologik gözlegler zerur şertlerde tebigy gurşawyň ýagdaýyny gözegçilikde saklamak, wagtynda amatsyz prosesleriň önüni almak üçin geçirilýär.

Inžener-ekologik gözlegleriň **wezipeleri** öňden bar tebigy we garaşylýan tehnogen täsirlere we taslamanyň tapgyryna görä kesgitlenýär.

Maýa goýumlary esaslandyrmagyň önüsyndasynda inžener-ekologik gözlegleriň wezipeleri şulardan ybarat:

- täze önümçilikleri ýerleşdirmek nukdaýnazardan ekologik ýagdaýa baha kesmek;

- daşky gurşawyň deňagramlylygynyň saklanmasy boýunça çaklama düzmek.

Maýa goýumlary esaslandyrmak üçin geçirilýän inžener-ekologik gözlegleriň wezipelerine bäsleşige hödürülenýän hemme meýdançalarda

gurluşyk we ulanyş döwründe ilatyn ýaşayyş şertlerine iň az täsir edýän wariantlary saýlamak, ekologik töwekgelçiligi ujypsyzlandyrmak girýär. Gözlegleriň bu tapgyrynyň düzümine tehnogen täsirleriň görnüşlerini, dowamlylygyny, gaýtalanýş wagt aralyklaryny, şol sanda howa, ýerüsti we ýerasty suwlaryň hereket ugurlaryny anyklamak girýär.

Taslama resminamalaryny esaslandyrmak üçin, inžener-ekologik gözlegleriň önünde şeýle meseleler goýulýar:

- gurluşygyň we ulanylyşyň daşky gurşawa ýetirjek täsirini şowsuzlyk, awariýa bolan wagty daşky gurşawa zyňylp atylmagy mümkin maddalaryň hilini, mukdaryny, olaryň ýerasty suwlara ýetme wagtyny kesgitlemek;

- tebigy gurşawyň düzümleriniň gurluşygyň önüsyndaky ýagdaýyna baha kesmek;

- geoeologik şertleriň tehnogen täsirlere durnuklylygyna, öňki durkuny dikeltme ukybyna baha kesmek;

- obýektiň gurluşygy, ulanylyş we söküp aýrylyş döwri ýerli we ýörite ekologik monitoringiň maksatnamasy üçin teklipleri taýýarlamak.

Inžener-ekologik gözlegleriň netijeleri boýunça hasabat düzülýär. Hasabatda öňki bellenen gidrogeologik işleriň hasabatyndaky düzümlerinden başga iki sany bölümçe bolmalydyr: «Geoeologik şertleriň häzirki zaman ýagdaýy», «Garaşylýan amatsyz hadysalaryň çaklamasy». Soňky bölümçede daşky tebigy gurşawyň hapalanmasy mümkin ýerleriniň araçäkleri, täsiriniň ýaýrap biljek çäkleri, şol sanda şowsuzlyk (awariýa) bolan şertde garaşylýan nogsanlyklar görkezilmelidir.

Eger tehniki hasabat üçin zerur maglumatlar ýok bolsa ýa-da olar ýetmezçilik edýän bolsa, hasabatyň netije bölümünde goşmaça barlaglary geçirmegiň zerurlygy barada teklip berlip bilner.

13.7. Agyz suw bolçulygyny döretmekde Türkmenistanyň tebigy mümkinçilikleri

Garaşsyzlyk ýyllarynda Türkmenistanyň ilatyny şu gün we geljekde arassa suw bilen üpjün etmek barada ençeme asyly kararlar kabul edildi. Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe ol kararlar üstünlikli amala aşyrylýar. Muňa halky mugt suw bilen üpjün etmek, ulanylýan agyz suwunyň hilini dünýä standartlaryna ýetirmek barada-

ky kararlar, görkezmeler, suwy süýjediji we arassalaýjy zawodlaryň gurluşygy degişli.

Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe Türkmenistan ykdysady kuwwatynyň artmagy, senagat, raýat gurluşygynyň ösüş depgini, ilatynyň ýaşaýyş şertleriniň gowulanmagy boýunça dünýäniň ösen ýurtlarynyň hataryna girýär. Bu üstünlikleriň özeninde Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň içerki we daşarky syýasaty, ýurdy ösdürmekde alnyp barylýan strategik özgertmeler ýatýar. Uglewodorod serişdelerini daşky bazara çykarylyşyny diwersifikasiýalaşdyrmak boýunça özgertmeler diňe bir ýurtdaky ykdysady durnuklylygy artdyrmakdan başga goňşy we uzakda ýerleşen döwletler bilen ysnyşykly aragatnaşyk gurmaga mümkinçilik berýär.

Türkmenistan ösýär, şol sanda ilatyň sany, oba-şäherleriň, medeni ojaklaryň, senagat kärhanalarynyň sany artýar, ilatyň agyz-hojalyk suwlary bilen üpjünçiligi gowulaşýar. Netijede, goşmaça arassa suw çeşmelerine zerurlyk hem artýar.

Dünýä boýunça ulanylýan suwuň 0,1%-i deňiz suwuny süýjedip alynýar. Uly göwrümlü suw süýjediji toplumlar ýurdumyzyň gür ilatly ýerlerinde: welaýat merkezlerinde, Awaza syýahatçylyk zolagynda guruldy. Bu usulyň köpçülikleýin ulanylmagy arassalanyp alnan suwuň bahasynyň gymmatlygy we duzlulygy artan suwy bir ýere ýerlemek zerurlygy bilen çäklendirilýär.

Bu şertlerde goşmaça suw çeşmelerini gözlemegi köptaraplaýyn geçirmek, bu ugurda dünýä derejesinde toplanan tejribeleri ulanmak bähbitlidir.

Biziň pikirimizçe, ýerli şertlerde ylmy-tehniki gözlegler 5 usula gönükdirilse amatly bolar:

1. Suwy tygşytly ulanmak.
2. Süýji ýerasty suw ýataklaryny hapalanmadan gorap saklamak.
3. Ygal suwuny isripsiz toplam ulanmak.
4. Arassa suwy göni howadan almak.
5. Hapalanan suwlary biologik usul bilen arassalamany özleşdirmek.

1. Suwy tygşytly ulanmak.

Suwy ulanmagyň ykdysady bähbitlilikini artdyrmagyň esasy ýolunyň biri suwy tygşytly ulanmak, ýitgileri azaltmakdyr. Köp ýitgiler suw geçiriji turbalaryň deşik-ýaryk ýerleri, suw kranlarynyň, lagym ulgamynyň näsaz işlemesi bilen bagly. Bu ugurdan dünýä möçberinde hasaba alynmaga mynasyp tejribe toplanan. Mysal üçin, ABŞ-da (Massaçusets ştaty, 1993) bir köpgatly ýaşaýyş jaýynyň suw geçirijilerini kämilleşdirmäge harçlanan çykdajy eýýäm indiki ýylyň dowamynda tygşytlanan suwuň hasabyna iki esse girdeji bolup yzyna dolanypdyr. Beýleki bir edara suw geçirijileri çalyşmagyň netijesinde iki ýylyň dowamynda harçlanan puldan alty esse köp girdeji alypdyr. Ysraýylda suwy ölçeg boýunça goýberilmeginiň netijesinde soňky 20 ýylyň içinde suwuň öndürilýän önüme görä sarplanyşy 70 göterim azalypdyr. Bu iş suw geçirijileri ölçeg abzallary bilen abzallaşdyrmakdan, ýitgileriň döreýän ýerlerini wagtynda kesgitläp düzetmekden başlanypdyr.

Garaşsyzlyk ýyllarynda Türkmenistanyň ilaty suw bilen mugt üpjün edilýär. Mugt suw—asyrlar boýy suw ýetmezçiligi zerarly horluk çekip gelen türkmen halkynyň beýik guwanjydyr we bu eşretiň gadyry bilinmelidir. Emma suw giň köpçülik üçin mugt berilýän hem bolsa, döwlet üçin ol mugt däldir, onuň aňyrsynda ençeme zähmet, serişde ýatyr. Diňe halk bähbidi göz önünde tutulyp, suwa çykýan çykdaýjylaryň öwezi—girdeji­ligi ýokary pudaklaryň hasabyna dol­durylýanlygy unudylmaly däldir.

Ýurdumyzda suwuň tygşytly ulanyлмаýan ýerleri az däldir. Munuň sebäbi suw äkidiji ulgamlardaky ýitgilerden başga şertlere bagly bolup bilýär. Şäheriçi, şäherýaka bag-bossanlyklar üçin ýerli ýerasty suwlary ulanyp bolýan şertler seýrek duşmaýar. Emma şäher suw üpjünçiliginde golaýdaky derýadan, kanaldan suwy çykaryp getirmegiň ýerasty suwlary çykarmakdan arzanlygy we sada tehnologiýalar talap edýänligi sebäpli, şäheriň daşyndan getirip, köp suw ulanylýar. Netijede, ýerasty suwlaryň derejesi ýokary galyp, goşmaça endişeleri döredýär.

Suw gorlaryny we gençlerini ulanmakda täze tehnologiýalara daýanmak Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow tarapyndan 2009-njy ýylyň mart aýynda bolup geçen Ýaşular maslahatynda yglan eden täze döwlet syýasatynyň biridir. Bu syýasat Aşgabat şäherinde eýýäm amala aşyrylyp, amatly netijeri berip ugrady. Dagetek baýyrlardaky, ýapylardaky baglary damjalaýyn usul bilen, şähere görk berýän gök otluklary emeli ýagyş ýagdyrylyp, ýerli ýerasty suwlaryň gorlarynyň hasabyna suwarylmagy, harçlanýan suwuň mukdaryny hem, şol sanda olaryň ýerasty suwlaryň üstüne goşulýan bölegini hem düýpli azaldýar. Şäheriň günorta böleginde ýerasty suwlaryň derejesiniň ýokary galma depgininiň peselenligi gözegçilik guýularyndan alnan maglumatlardan görünýär.

Çäkli ýerdäki wagtlaýyn bähbitler aralman tutuş ýurduň uzak wagtlyk bähbitleri göz önünde tutulanda suwy tygşytlamany köptaraplaýyn alyp barmaly:

1. Ulanyjylaryň harçlaýan suwlaryny ölçäp hasaba almak we suwuň isripli ulanylýan ýerlerinde ykdysady çäreleri ulanmak. Bu usul Günbatar Ýewropada öňden, Russiýa Federasiýasynda soňky döwürde ulanylýar we gowy netijeleri berýär.

2. Suw geçiriji ulgamlaryň ýitgilerini azaltmak. Häzirki zaman geofiziki abzallary bilen ýeriň aşagynda suwly turbanyň deşik ýerini aňsat kesgitlep bolýar; şorlaşan we yzgarly toprakda çalt çüýreýän metal turbalary durnukly plastmassa turbalary bilen çalyşmaga ýerli senagatymyzyň önümçiligi mümkinçilik berýär.

3. Suwuň iň uly ýitgileri suwaryş bilen bagly. Mümkin bolan ýerlerde gyrymsy otlary pürkölýän emeli ýagyş, agaçlary damjalaýyn usuly bilen suwarmak.

4. Süýji agyz suwlarynyň hojalyk-tehniki hajatlar üçin ulanylyşyny çäklendirmek maksady bilen ulanyjylara agyz suwuny we tehniki suwy iki turba arkaly aýratynlykda bermek.

5. Oba-şäherleriň çäklerinde süýji ýa-da çala şorumtyk ýerasty suwlar bar hem bolsa, ol suwlary agyz suwy hökmünde ulanmak bolmaýar. Bu şertlerde ýerasty suwlary suwaryş we tehniki hajatlar üçin ulanyjylary ykdysady bähbitler bilen goldamak.

2. Süýji ýerasty suwlaryň ýataklaryny hapalanmakdan goramak. Irki döwürlerden bäri oba-şäherler üçin oturymly ýerler saýlananda golaýda agyz-hojalyk suwlaryň çeşmesiniň bolmagy bijebaşy şert hasaplanýar. Şu nukdaýnazardan şäherleriň golaý aralygynda süýji ýerasty suwly ýataklaryň bolmagy adatylygyna galýar: şäheriň ösüşi zerarly raýat jaý gurluşygynyň ýa-da ekologik töwekgelçilikli desganyň ýatagyň çäginde ýa-da onuň sanitar zolagynda gurulmagy seýrek duşmaýar. Bu şertde ýatak ýa-da onuň bellibir bölegi hatardan çykýar, sebäbi üstünde ýaşaýyş jaýlary ýerleşen süýji ýerasty suwly ýatagy agyz-hojalyk suw üpjünçiliginde ulanylmaklyga ygtyýar berilmeýär (ýatagy hapalanmadan gorap saklamagy kepillendirip bolmaýanlygy sebäpli). Bu şertlerde süýji suwly ýatagy goramagyň iň ygtybarly çäresi – agzalan zolaklarda gurluşygy doly gadagan etmek bolup durýar. Eger şäheriň ösmegi üçin täze meýdanlar gerek bolsa, ol ýerler süýji ýerasty suwly ýataklaryň çäginde başga ýerden gözläp saýlamaly. Gurluşyk üçin ýerleriň bölünip berilmegi süýji ýerasty suw ýataklaryny gözläp tapýan, barlap gorkalaryny kesgitleýän, ulanylyşynyň amatly düzgünlerini işläp hödürleýän «Türkmengeologiya» döwlet korporasiýasynyň razylygynyň esasynda geçirilmeli.

3. Ygal suwuny isripsiz toplamak. Bu usul boýunça türkmeniň çarwaçylyk taryhynda baý tejribe toplanan. Muňa takyrlaryň abat saklanmagy, ygal suwlarynyň kaklarda, sardabalarda, çyrly guýularda we takyryýaka çägeleriň aşagynda toplama usullary degişli.

Takyr diýlip, adaty, otsuz-çöpsüz, бүдүр-сүдүрсиз ýylmanak tekiz üstli ýere düşünilýär. Takyryň ýüzi toýun çökündileri bilen örtülen (birnäçe metre çenli galyňlykda) we çala bildirýän jaýrykly bolýar. Çölde seýrek duşýan ýagşy ýagyp başlan badyna toýun çişip, şol jaýryklar ýapylýar, takyr suw geçirmeýän gatlagla öwrülýär. Şol sebäpli ýagşy aşak siňmeýär-de, takyryň derejesiniň peselýän tarapynda syrygýar. Eňaşaklygyň juda azlygy sebäpli ($< 0,001$), ýagyn suwlarynyň akymy takyryň ýüzüni ýuwup bozmaýar we takyryň aýagujunda toplanýar. Eger şol suwy aşakda ýatan çäge gatlagyna çalt siňdirip, bugaryşdan halas edip saklap bolsa, uzak wagtyň dowamynda ulanyp boljak süýji suwlaryň gory döreýär.

Bu suwlary toplamak saklamak üçin ir wagtdan bäri ulanylýan **kak-larda** – uly göwrümlü çukurlarda (takmynan $25 \times 25 \times 2$ m) toplanýan suw howanyň gyzmagy bilen çalt bugarma harçlanýar. Kaklaryň düýbi, diwarlary suw geçirmez ýaly berkidilen, üsti suw bugarmaz ýaly ýapylan görnüşleri – **sardabalar** suwy uzak wagtlap saklamaga mümkinçilik berýär. Soňky desgalaryň ýene bir gowy tarapy olary takyrsyz ýerde çägelereň üstüni hem asfalt bilen eňňitli örtüp, suw toplamaga mümkinçilik berer ýaly edip gurup bolýanlygy, kemçiligi – bahasynyň gymmat düşýänligi.

Çyrlalarda (ygaly suwuny toplam guýulýan guýularda) ýagyn suwlarynyň aşakdaky duzly teýgum suwlary bilen azda-kände garyşmasynyň netijesinde süýjän suwlaryň linzalary emele gelýärler. Bu usulda ýagyn suwy guýynyň göni içine akdyrylýar ýa-da täze ýagan gar bilen guýy üstünde-töwereginde depe döreýänçä gömülýär. Netijede, şor suwly guýynyň suwy ep-esli süýjeýär, mallary suwa ýakmaga ýaramly sorumtyk suwlar uzak wagtlap (adatça, indiki ýagyna ýa-da ýagynly möwsüme çenli) hyzmat edýär. Usulyň kemçilikleri: goşmaça zähmeti talap edýär, bulanyk ýagyş suwy guýa siňende tebigy we emeli süzgüçler bitýär, guýlan suwlaryň ilki siňmesi, soňra yzyna süzülip gelmesi peselýär. Netijede, siňýän suwuň azlygy sebäpli, döreýän süýjän linzanyň galyňlygy az, duzlylygy bolsa ýokary bolýar. Mundan başga-da, bu usul üçin diwarlary opurylyp-opurylmaz ýaly, berkidilen guýularyň bolmagy zerur.

Çyrla guýular, adatça, suw süzdürijiligi pes çökündilereň ýaýran ýerlerinde (Tejen, Murgap derýalarynyň serpindi çökündileri) gazylýar.

Eger takyr abat we tekiz (şyrtakyr) bolsa, takyryň pes tarapynda uly bolmadyk çuňlukda (1-2 m) suw süzdürijiligi ýokary çäge gat-laklary, adatça, gadymy Amyderýanyň ýa-da «Garagum örüminiň» ($aQ_{1,2}$) çägelere ýatan bolsa, süzdürijiligi pes örtügi aýryp, ýere siňýän ygalyň mukdaryny düýpli artdyryp, süýji suwly linzanyň galyňlygyny onlarça metre ýetirip bolýar. Bu süýji suwly linzalar bugarma harç-lanmaýanlygy, osmos güýçleriniň we diffuz hereketiniň täsiri bilen aşaky duzly suwlar bilen garyşmasynyň haýallygy sebäpli, goragly

saklanýan uly takyrlaryň ýanynda gum obalaryny suw bilen doly üpjün edip biljek süýji ýerasty suwlaryň uly gorralary döreýärler (Ata guýy, Kirpili, Sansyz we başgalar).

A.P.Lawrowyň (1975) maglumatlary boýunça Türkmenistandaky takyrlaryň umumy meýdany 20 *mün km²*-a barabar. Eger çöle ýagýan ygaly ortaça 100 *mm*-e deň diýip alsak, onda 1 *km²* meýdanly takyra 100 *mün m³*-a barabar ygalyň düşýänligini, ýurduň hemme takyrlaryna ýagýan ygalyň bolsa, 2 *mlrd.kub metre* ýetjekligini hasaplap bolýar.

A. A. Arnageldiýewiň we W. I. Kostýukowskiň (1981) maglumatlaryna görä, takyra ýagýan ygalyň 30%-ine çemesi mukdaryny toplam bolýar. Hakykatda bolsa, ýurduň takyrlaryna ýagýan ygaldan *ýüzlerçe million m³* süýji suwy toplam bolmaýar. Sebäbi takyrlaryň aglaba köp bölegi suw ýygnama ukybyny ýitiren, adyrlaşan, çöp basan. Takyrlara ekine, mala sereden ýaly seredip, ideg berip durmaly. Takyryň üstünden tigirli, zynjyply ulagyň, mallaryň geçmegine rugsat bermeli däl. Bu talaplaryň berjaý edilmedik ýerlerinde takyra ýyg-nanan suw belli ugra tarap syrygman, takyryň ýüzünde ýaýylyp, ýeriň ýüzünü yzgarladýar. Suwuň ýatan ýerlerinde ot-çöp gögerýär, olaryň töweregine syran çäge toplanýar, takyr kem-kemden adyrlaşyp, ygal suwlaryny toplamak ukybyny ýitirýär.

Häzir Garagumda maldarçylygy ösdürmäge ot-ýým ýeterlik, suw yetmezligi weli duýulýar. Onuň esasy sebäpleriniň biri öň ideglikä suw ýygnaýan takyrlaryň köpüsi garawsyz galyp zaýalanypdyr. Çöldäki ilaty, maldarçylygy kanagatlanarly suw bilen üpjün edip duran takyrlaryň ýüzlerçesi çöp basanlygy we adyrlaşanlygy sebäpli, häzirki döwürde ýagyn suwlaryny toplamak ukybyny ýitiripdir. Şol takyrlaryň ýüzüniň çöpi aýrylyp, tümmek-depeleri tekizlense, olary öňki kaddyna ýetirip boljak. Ýurdumyzda kabul edilen Ýer we Suw baradaky kanunlaryň esasynda takyrlara eýeçilik gözi bilen garaýyş gazanylsa, bu bähbitli işiň amala aşyrylmagynyň tehniki çözügüniň düýpli kynçylyklary ýokdur. Takyrlaryň sanawy (kadas-try) öň geçirilen. Şol sebäpli uzaga çekýän meýdan işlerini geçirmegini

zerurlygy ýok. Diňe geologik gaznalardaky hasabatlary, kartalary, alyslaýyn maglumatlary (kosmosdan we uçardan alnan suratlary) doly öwrenip derňemek – haýsy takyrlaryň täzedan dikeldilmeginiň bähbitliligini kesgitlemäge ýeterlikdir.

4. Arassa suwy göni howadan almak. Süýji suwuň esasy çeşmesiniň biri-howadaky bug görnüşli suwdur. Bir pursatda atmosferada saklanýan suwuň mukdary $5,15 \text{ mln km}^3$ -a deňdir. Bu ähli derýalaryň bilelikde alnan süýji suwlaryndan ($1,2 \text{ mln km}^3$) 4 esse köpdür.

Süýji suwy howadan almagyň örän amatly taraplary bar: bu suwy näçe alsaň, şonçasy bada-bat öz-özünden döreyär. Howadan alnan kondensatyň (goýalyş suwunyň) düzüminde mikroblar ýok, zyýanly metallaryň mukdary sanitar normalaryň rugsat berýän aňryçäk toplanmasyndan (ПДК) ýüzlerçe esse az, suw düzüminde ýeterlik mukdarda howa saklaýar.

Agzalan bugdan goýalyp döreyän goýalyş ýa-da kondensasiýa suwy guraksy ýerlerde bulutsyz howadan suwuň ýokdan bar edip alynýan görnüşidir. Gündiz howa näçe köp gyzdygyça, gyzgyn howruň düzüminde bug görnüşli suw sonça köp bolýar.

Howadaky buguň suwuk suwa öwrülmeği üçin iki şert gerek: howanyň temperaturasy çyg nokadyndan pes bolmaly: damja döremegi üçin kondensasiýa ýadrosy (merkezi) bolmaly. Çyg nokady 100% çyglylykda howanyň şol wagtky temperaturasyna deň. Buglar damja öwürler ýaly merkez bolup suw damjasy, tozan ziresi, öl ýaprak, ýylmanak daş, demir bölegi, umuman, ýeriň ýüzi hyzmat edip biler. Türkmenistanda howadaky buglaryň (ýeriň ýüzüne golaý gatlakda olaryň mukdary, takmynan, 35 g/m^3) damja öwrülmeği üçin gijesine temperaturanyň düýpli azalmagy amatly şertleri döredýär. Emma ýeriň ýüzüne golaý atmosferada kondensaty özüne çeker ýaly merkez-ýadro ýok. Tozanjyklar, kiçi damjajyklar – Stoksuň kanuny laýyklykda öz agramyna ýere düşýärler. Şeýlelik bilen mesele kondensasiýa döreder ýaly, juda köp şahalanýan öýjükli gözenegi we onuň içine yzyny üzmän gelýän (üflenýän) çygly howanyň çalşygyny döretmäge syrykdyrylýar.

Ygal suwlaryny toplar ýaly takyrlaryň ýok ýerlerinde (mysal üçin, gyrda) suw ýetmezçilik meselesini şeýle çözüpdirlir. Arassa çagyldan, jyglymdan, mümkingadar beýik depe ýasapdyrlar. Ol depäniň içindäki boşluk-gowalçyga siňýän gyzgyn howur sowanda düzümindäki buglar damja öwrülýärler. Daş depeleriniň düýbüne suw geçirmeýän toýun düşelen şertde syrygan damjalaradan depäniň gyrasynda ýörite ýasalan çukura inýän suwlary ýylboýy ulanyp bolupdyr. Şunuň ýaly desgalaryň galyndylarynyň Hazar deňziniň gündogar kenarynda, Garagum çölünde tapylanlary bar. Şeýle depä ýerli çarwalar diň diýýärler. Şol depeleriň gurlanyna ýüzlerçe (belki münlerçe) ýyllaryň geçmegine we öýjükleriň köpüsiniň syran çäge bilen bitenligine garamazdan, depeleriň gapdalyndaky çukura (joýa) henize çenli suw ýygnanýar, şol ýygnanan suwlary içmäge keýikler hem gelýär [36].

Krymda (Kerç, Feodosiýa, Ýewpatoriýa şäherleriniň golaýlarynda) şeýle depeleriň aşagynda goýlan küýze turbalardan çykýan suwy golaýdaky ilat suw üpjünçiliginde ulanypdyr. Şol sebitde Depe obasy diýilýän ýerde düýbüne jyglym üşürilen agaçlaryň has ösgünligi, olaryň töweregine biten otlaryň gurakçylyk wagty hem göm-göklügi mese-mälim görünýär. Fransiýanyň günortasynda hekdaşynyň çagylyndan ýasalan piramida köp ýyllar ulanylyp, öýjükleri bitişen hem bolsa, her günde 2 litre çenli çyg suwuny berýär.

W. W. Tugarinowyň geçiren barlaglarynda 1 inedördül *km* meýdandan 10 sagatda 4500 tonna çyg suwuny alyp boljaklygy çaklanyp hasaplanýar [36]. Garagum çölünde şeýle suw öwrülişigi üznüksiz bolup geçýär. Göçmeýän – süýşmeýän ýylakly çägede jokrama yssy günler (çäge 70°C-ä çenli gyzsada) çägäniň ýüzünden 5-7 *sm* aşakda çyg bardygy aýdyň görünýär. Şol çyg her gün gyzan howanyň bugunyň çägä siňip, soňra goýalyp damja öwrülýän çyg suwudyr. Çöl howasyndan döreyän şol suw hemme çol ösümliklerine, esasanda, ýylaga, sazaga, gandyma, çerkeze yzgar bolup hyzmat edýär. Biziň pikirimizçe tebigatymyzyň bu bähbitli şertlerini pesinden iki ýerde ulanyp boljak: birinjiden, **gurakçylykda baglary guratman saklamakda, ikinjiden, medeni zolakdan uzakda ýerleşen kiçeňräk hojalyklary, ilatly nokatlary agyz-hojalyk suwy bilen üpjün etmekde.**

Soňky döwürde dürli ýurtlarda howadan suw almak boýunça köp sanly synaglar geçirilen. 1989–1995-nji ýyllarda Çilide her haýsysynyň meýdany 48 m²-a deň bolan 50 sany torly toplaýjy bilen iň gurak wagtda her günde 7200 litr suw alnypdyr. Şol ýerde ulagly daşalyp getirilen suwuň bir tonnasynyň bahasy ABŞ-nyň 8 dollaryna deň bolsa, howadan alnan suwuň bahasy diňe bir dollara düşýär. Bu netijeleriň yssy we gyraksy ýerde alnandygyny bellemeli.

Çygly we salkyn howaly ýerdäki synaglaryň netijeleri başgaça. 2000–2005-nji ýyllarda rus alymlary (Moskwa döwlet uniwersiteti) öňki agzalan «Çagyl depeleri» kysymly usulyň netijeliligini artdyrmak maksady bilen ýeriň sowuk temperaturasyna we Günün gyzygyn temperaturasyna esaslanan gurnamany hödürleýärler. Bu gurnama Russiýa Federasiýasynyň Obninsk şäherinde ulanylan, emma çykarylan harja görä alnan suwuň mukdarynyň azlygy sebäpli (howadaky buglary özüne dartyp, damja dörediji metal plastinkalaryny sowatmasynyň kynlygy sebäpli) usul amatsyz hasaplanýar («Водоснабжение и санитарная техника», № 5, 2008. РФ).

Uzak ýyllaryň dowamynda şor suwlaryň duzlaryny aýyrmak üçin geçirilen ylmy-barlag işleri, suwy süýjetmek usullary şeýle yzygiderli tapgyrlar boýunça geçirilýär:

- 1) duzly suw bir ýerden alynýar (getirilýär);
- 2) şol suwy energiýanyň dürli görnüşlerini ulanyp, ilki buga, soňra bugy goýaldyp damja öwürýärler ýa-da duzly suwy dürli görnüşli süzgüçlerden geçirip, süýji suwa öwürýärler;
- 3) üçünji tapgyrda ulanylanda duzlulygy artan suwlar bir ýerde ýerlenýär.

Howa bugundan suw alnanda agzalan üç tapgyryň ikisiniň zerurlygy ýok. Howany hiç ýerden getirmeli däl, onuň özi gelýär, usulda duzlulygy artan duzly suwlar döremeýär. Iň esasy artykmaç tarapy, howadan suw alma usulynda suw toplaýjy desga gurnalandan soň, ulanyş döwründäki çykdaýjylar ujypsyz bolýar.

Ýurdumyzda hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň tagallalary bilen gurulýan demir ýollaryň, gara ýollaryň, turbaly

geçirijileriň, Awaza dynç alyş zolagynyň, Türkmen kölüne barýan Baş zeykeş ulgamynyň suw ýetmezçiligi duýuljak zolaklarynda howa bugundan suw alma usuly suw üpjünçiligiň beýleki usullaryna alternatiwa bolup hyzmat edip bilerlik ähmiýeti bar. Şol sanda Hazar deňziniň ýakalarynda çyg nokadyna golaý şertler ýylyň alty aýynyň dowamynda saklanýar.

Tebigatymyzyň howa gurşawynda egsilmez mukdarda saklanýan buga öwürülen arassa suwlary ýygnamagyň tilsim-tärlerini kämilleşdirmek üçin häzirki ösen tehnikanyň, tehnologiýalaryň mümkinçilikleri, gözleg-barlag-synag işleriň netijeleri ulanylmalydyr. Bu işiň oňyn çözgüdi döwlet goldawyna, ýurduň tejribe toplan alym-bilermenleriniň pähimine, Altyn asyryň ýaşlarynyň gujur-gaýratyna baglydyr.

5. Hapalanan suwlary biologik usul bilen arassalamak.

Hapalanan suwlary gaýtadan ulanmakda peýdaly ýoluň biri ýata ýada çala akýan suwlaryň ýüzüne sepilip ekilýän suwotynyň bir görnüşi – **rýaskany** ösdürip ulanmakdyr. Bu usul, bir tarapdan, hapalanan suwlary zyýansyzlandyrýar, ikinji tarapdan, örän ýokumly maddany (mal iýmini) öndürmäge mümkinçilik berýär. Dünýä tejribesine salgylansaň, rýaskany suw howdanlarynda ösdürip, balykly emeli köllere geçirmek bilen her gekardan ýylda 50 tonna çenli goşmaça balyk alyp bolýar. 0,4 gekardan günde 0,5 tonna çenli öl önüm, 45 kg örän ýokumly gury önüm alyp, towuk iými üçin ulanyp bolýar. Rýaskany şorumtyk suwlarda hem ulanyp bolýanlygy göz önünde tutulsa, bu usuly Türkmenistanda, şol sanda Türkmen kölüne barýan Baş zeykeşler ulgamynda ulanyp boljaklygyna umyt döreýär.

Türkmen kölüne barýan Baş zeykeş ulgamynyň 1080 km-lik ýolunda rýaskany ekip ulanar ýaly, şorumtyk suwly köller, zeykeşiň göterme görnüşinde geçirilen ýerlerindäki tebigy oýlarda öz-özünden döreýärler. Ol ýata suwly kölleri nasoslar (sifonlar) arkaly gapdala sowup, emeli usulda hem döredip bolar.

Ýurdumyzda oba hojalyk önümleriniň alynjak mukdaryny düýpli artdyrmak, suwy köp talap edýän senagat pudaklaryny ösdürmek göz önünde tutulýar. Ilatyň sany artýar, ilaty agyz-hojalyk suwlary

bilen dünýä standartlarynyň talaplaryna laýyk mukdarda we hilde üpjün etmek niýetlenýär. Şu babatda bize arassa suwuň goşmaça mukdarynyň gerek boljagy ikuçsuzdyr. Türkmenistanyň tebigatynda bar bolan suwlaryň hemme ýaramly görnüşlerini isripsiz ulanmak, suwy tygşytly ulanmagy esasy kada görnüşinde berjaý etmek şol zerur goşmaça mukdardaky suwy gazanmagyň salgysydyr, ýurduň ykdysady Garaşsyzlygyna önjeýli goşantdyr.

PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. – Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. – Aşgabat, 2007.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan–sagdynlygyň we ruhabelentligiň ýurdy. – Aşgabat, 2007.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. – Aşgabat, 2008.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, – 2009.
6. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. I tom. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy. – Aşgabat, TDNG, 2010.
7. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. II tom (goşundylar). Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy. – Aşgabat, TDNG, 2010.
8. 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.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». – Aşgabat, 2006.
10. Annamuhamedow B., Durdyýew N. Gaz ojaklarynyň suwdyňazawly düzgüninde suw basjak guýulary çaklamak. «Ýlym we Türkmenistanyň gaz senagaty». Makalalar ýygyndysy. – Aşgabat, «Türkmengaz» DK-sy, 2009.
11. Annamuhamedow B., Nurgeldiýew N. Ekologiýa meselelerini çözmek maksady bilen geçirijiligi pes gatlaklardan flýuidleriň çykymyny artdyrmakda modelirlenäniň orny. Şol ýerde, 2009.
12. Daşky gursawa degişli adalgalaryň sözlügi. Türkmenistanyň tebigaty goramak ministrligi. – Aşgabat, 2002.
13. Nurgeldiýew N. Türkmenistanda gurluşygyň taslamalary üçin geçirilýän inženergeologik gözlegleri kämilleşdirmek barada. «Türkmenistanda ylym we tehnika», 2008, № 5.
14. Nurgeldiýew N., Hüwjerow B. Türkmenistanda geoeologik barlaglar (çapda).
15. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy inžener geologiýasy. – Aşgabat: TDNG, 2008.
16. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. «Gidrogeologiýa we inžener geologiýasy» hünärinde millileşdirilip ulanylyşa girizilen geologiýa we tehnika adalgalarynyň türkmençe we rusça sanawy. – Aşgabat: TBM TPI, 2005.
17. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy gidrogeologiýa dersiniň amaly işleri boýunça okuw gollanmasy (çapda).

18. TGN 1.02.07-2000. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Gurluşyk üçin inžener gözlegleri. – Aşgabat: TGM, 2000.
19. TGN 2.03.11-99. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Gurluşyk gurnamalaryny zeňlemekden goramak. – Aşgabat: TGM, 2000.
20. TKG 2.01.08-05. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Seýsmiki şertlerde gurluşyk geçirmek. – Aşgabat: TGM, 2005.
21. Аванесов А.А. Гидродинамические исследования при поисках и разведке месторождений углеводородов (на примере Каракумского гидрогеологического бассейна). Автореф. дис. на соиск.уч.ст.д.г.-м.н. – М.: 1990.
22. Бабаев Д., Орлов М. Гидрогеология. – Ашхабад: Магарыф, 1988.
23. Белоусова А.П. и др. Экологическая гидрогеология. – М.: Академкнига, 2006.
24. Бердыклычев М., Мягков Н. Курортные ресурсы Туркменистана. – Ашхабад. Изд. «Туркменистан», 1971.
25. Бондарь Н.Я., Охрименко В.И. Гидрогеологическое и инженерно-геологическое картографирование. – М.: Недра, 1987.
26. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Недра, 1979.
27. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. – М.: Изд. МГУ, 2007.
28. Гавич И.К. Гидрогеодинамика. – М.: Недра, 1988.
29. Гаттенбергер Ю.П., Дьяконов В.П. Гидрогеологические методы исследований при разведке и разработке нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1979.
30. Геология. Часть III. Гидрогеология (Гальперин А.М. и др.). – М.: МГУ, 2008.
31. Гидрогеология газовых и газоконденсатных месторождений Шатлыкского промыслового горизонта Юго-Восточной Туркмении (Алехин С.Н. и др.). – Ашхабад: ГНИГРИ, 1990.
32. Гидрогеология СССР. Сводный том. Вып.1. Основные закономерности распространения подземных вод на территории СССР. – М.: Недра, 1976.
33. Гидрогеология СССР. Сводный том. Вып.3. Ресурсы подземных вод СССР и перспективы их использования. – М.: Недра, 1977.
34. Гидрогеология СССР. Том 38. Туркменская ССР. – М.: Недра, 1972.
35. Гордеев П.В., Шемелина В.А., Шулякова О.К. Гидрогеология. – М.: ВШ, 1990.
36. Дерпгольц В.Ф. Мир воды. Л.: Недра, 1979.
37. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. – М.: Научный мир, 2001.
38. Казаков В.Ф. Минеральные лечебные воды Туркменистана. – Ашхабад: МНО, 1990.
39. Карцев А.А., Вагин С.Б. Невидимый океан. – М.: Недра, 1978.
40. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Колос, 1981.
41. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Павлов А.Н. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1988.
42. Киссин И.Г. Землетрясения и подземные воды. – М.: Наука, 1982.
43. Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1977.
44. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований. – М.: ВШ, 1989.
45. Корчуганова Н.И., Корсаков А.К. Дистанционные методы геологического картирования. – М.: КДУ, 2009.
46. Ланге О.К. Гидрогеология. – М.: ВШ, 1969.
47. Львович М.И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986.
48. Лосев К.С. Вода. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.

49. Методические рекомендации по гидрогеологической съемке масштаба 1:200000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1983.
50. Методическое руководство по обоснованию и комплексированию современных методов исследований при гидрогеологической и инженерно-геологической съемке для целей мелиорации. Вып.4. – М.: Недра, 1979.
51. Мятлев А.Н. Напорный комплекс подземных вод и колодцы. Изв.АН СССР, отд.техн.наук, № 9, 1947.
52. Нефтегазовая гидрогеология (Карцев А.А. и др.). – М.: ВО, 2001.
53. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. – М.: Госгеолтехиздат, 1955.
54. Основы гидрогеологии. Т.1. Общая гидрогеология (Отв.ред. Пиннекер Е.В.). – Новосибирск: Наука, 1980.
55. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность и история воды в земных недрах (Отв.ред. Пиннекер Е.В.). – Новосибирск: Наука, 1982.
56. Плотников Н.И. Поиск и разведка пресных подземных вод. – М.: Недра, 1985.
57. Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований. – М., Изд.МГУ, 2000.
58. Практические вопросы изучения и освоения геологических ресурсов и охраны недр Туркменистана. – Ашхабад: Ылым, 1987.
59. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов для санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. – М., ВНИИ «ВОДГЕО» Госстроя СССР, 1983.
60. Санитарные нормы и предельные допустимые содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (СНиП). – М., МЗ СССР, 1988.
61. Силин-Бекчурин А.И. Специальная гидрогеология. – М.: Госгеолиздат, 1951.
62. Скабалланович И.А. Гидрогеологические расчеты. – М.: ГНТИЛ по горному делу, 1960.
63. Состояние и перспективы развития геологоразведочных работ в Туркменистане. Тезисы докладов конф., посв. 50-летию ТуркменНИГРИ, – Ашхабад: Ылым, 1991.
64. Справочник гидрогеолога (Под общей ред. Альтовского М.Е.). – М.: Госгеолиздат, 1962.
65. Справочник по месторождениям подземных вод Марыйского велаята (Аванесов А.А. и др.). – Ашхабад: Гарлавач, 1994.
66. Справочник по месторождениям подземных вод Лебапского велаята (Аванесов А.А. и др.). – Ашхабад: Гарлавач, 1995.
67. TDS 609-2003. Грунты дисперсные. Классификация, Главная государственная служба «Туркменстандартлары», Ашхабад, 2003.
68. TDS-2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – М.: Изд.стандартов, 1982.
69. Фрадкин Б.З. Белые пятна безбрежного океана. – М.: Недра, 1983.
70. Ходжакулиев Я.А., Абукова Л.А. Палеогидрогеологические исследования при поисках нефти и газа. – М.: Недра, 1985.
71. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996.
72. Шевченко Н.Г. Закономерности распространения и формирования линз пресных вод пустынь и опыт рациональной их эксплуатации. – Ашхабад: Ылым, 1982.
73. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. – М.: КДУ, 2009.

MAZMUNY

Giriş	7
1. Hidrogeologiya	8
1.1. Hidrogeologiya barada umumy düşünje	8
1.2. Hidrogeologiyanyň maksady we wezipeleri	8
1.3. Ýerasty suwlar hakdaky düşüňjeleriň ösüş taryhy	9
1.4. Hidrogeologiyanyň düzümi	17
1.5. Hidrogeologiyanyň başga ylymlar bilen baglanyşygy	20
1.6. Hidrogeologiya ulgamlaryn garaýyş	22
2. Tebigatda suw	25
2.1. Suwuň Ýerde ýaýrawy	25
2.2. Atmosferadaky we Ýeriň ýüzündäki suw	27
2.3. Ýer gabygyndaky suw	31
2.4. Suwuň tebigatda aýlanyşygy	35
2.4.1. Hidrologik aýlanyşyk	35
2.4.2. Suwuň geologik aýlanyşygy	36
2.4.3. Ýeriň suw balansy barada düşünje	40
3. Dag jynslarynyň suw-kollektorlyk häsiýetleri	42
3.1. Dag jynslarynyň öýjükli	42
3.2. Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleri	47
3.3. Dag jynslarynyň suwatabyn häsiýetleri	55
3.3.1. Çyglylyk we suwsygym	55
3.3.2. Syzdyryjylyk	58
3.4. Gatlaklaryň kollektorlyk häsiýetleri	61
3.5. Hidrogeologik stratifikasiya	62
4. Ýerasty suwlaryň içki gurluşy we fiziki häsiýetleri	68
4.1. Suwuň içki gurluşy	68
4.2. Suwuň esasy fiziki häsiýetleri	73
4.3. Adaty suwuň täsin häsiýetleri	80
4.4. Suw magnit meýdanyna	86
5. Ýerasty suwlaryň himiki düzümi	88
5.1. Ýerasty suwlar çylşyrymly tebigy erginlerdir	88
5.2. Ýerasty suwlaryň ion-duz düzümi	92
5.3. Ýerasty suwlaryň gaz düzümi	99

5.4. Ýerasty suwlarda erän organiki maddalar we janly madda	101
5.5. Ergin gurşawyň dürli desgalara we konstruksiýalara iýji täsiri barada düşünje	104
5.6. Ýerasty suwlaryň düzümini kesgitlemegiň we netijelerini işläp geçmegiň usullary	107
5.7. Ýerasty suwlaryň himiki düzüminiň kemala gelmegine dürli şertleriň täsiri	114
6. Ýerasty suwlaryň emele gelşi we synplanysy	117
6.1. Suwuň döreýşi barada häzirki zaman düşüňjeler	117
6.2. Ýerasty suwlaryň döreýşi	122
6.3. Ýerasty suwlaryň synplanysy	126
6.3.1. Umumy synplamalar	126
6.3.2. Bölek we ýörite synplamalar	128
6.4. Howaly zolakdaky ýerasty suwlar	129
6.5. Teýgum suwlary	138
6.5.1. Teýgum suwlarynyň ýatys şertleri we üýtgew düzgüni	140
6.5.2. Teýgum suwlarynyň hojalyk işlerinde ulanylyşy we zyýanly täsirleri	145
6.6. Artezian suwlar	155
6.7. Gidroizogips we gidroizopýez kartalary barada düşünje	161
7. Dürli kysymly we dürli bähbitli ýerasty suwlar	163
7.1. Jaýryk we karst suwlary	163
7.1.1. Jaýryk suwlary	164
7.1.2. Karst suwlary	167
7.2. Derman mineral suwlary	170
7.2.1. Derman mineral suwlarynyň umumy häsiýetnamasy	170
7.2.2. Derman mineral suwlarynyň synplanysy we käbir synlaryň häsiýetnamasy	173
7.3. Senagat suwlary	181
7.4. Termal suwlar	186
7.5. Agyz-hojalyk suwlary	189
7.5.1. Arassa suwuň endişeleri (meseleleri)	193
7.5.2. Arassa suwuň esasy (meseleleri) (problemasy) – tebigy suwlaryň hapalanmasy	196
7.5.3. Arassa suwuň çökgünliginden çykalga ýollary	199
8. Ýerasty suwlaryň dinamikasy	203
8.1. Esasy düşüňjeler we howaly zolakda suwlaryň hereketi	203
8.1.1. Esasy düşüňjeler	203
8.1.2. Howaly zolakda hereket edýän suwlaryň görnüşleri	204
8.2. Suwuň we suwly gatlagyň käbir häsiýetleri	207
8.2.1. Suwuň gysylmak ukyby	207
8.2.2. Suwuň dykzlygy we şepbeşikligi	208
8.2.3. Gidrostatik basyş	208
8.2.4. Gidrostatik dyňzaw (напор)	209
8.2.5. Gidrodinamik dyňzaw	210
8.3. Suwdan doýgun gatlakda ýerasty suwlaryň hereketi	211

8.3.1. Süzümäniñ tebigaty.	211
8.3.2. Laminar (çylgymlaýyn) we turbulent (köwlümleýin) hereket.	211
8.3.3. Dyňzaw gradiýenti.	212
8.3.4. Akym çyzyklary we deňdyňzawly çyzyklar.	214
8.4. Darsiniñ kanuny we onuñ ulanylyş çäkleri.	216
8.4.1. Darsiniñ kanuny.	216
8.4.2. Toýunsow jynslarda suwuñ süzülmesi.	217
8.4.3. Ýerasty suwlaryñ hakyky tizligi.	218
8.4.4. Süzülme we syzdyryjylyk.	219
8.5. Suwly gatlagy häsiýetlendirýän esasy gözkezişler.	220
8.5.1. Suwly gatladaky dartgynlyklar.	220
8.5.2. Ýerasty akymyñ gidrodinamik görkezijileri.	222
8.5.3. Dag jynslarynyñ sygym görkezijileri.	223
8.6. Ýerasty suwlaryñ gatladaky hereketi. Durnukly hereket.	226
8.6.1. Ýerasty suwlaryñ ýatış çuňlugynyñ ähmiýeti.	226
8.6.2. Ýerasty suwlaryñ gatladaky hereketiniñ görnüşleri.	226
8.6.3. Durnukly we durnuksyz hereketler hakda düşünje.	227
8.6.4. Kese ýatan birmeňzeş gatladaky durnukly akymyñ harjy (Dýupýuiniñ formulasy).	228
8.6.5. Dýupýuiniñ formulasynyñ işde ulanylyşy. Peseliş egrisini gurmak.	230
8.6.6. Ýapgyt suwabentli akymyñ harjyny kesgitlemek.	232
8.7. Birmeňzeş bolmadyk gatlaklar toplumynda durnukly hereket.	233
8.7.1. Suwly gatlaklaryñ dürlüliginiñ görnüşleri.	233
8.7.2. Gatlaklara ugurdaş hereketde suwuñ harjynyñ kesgitlenişi (Kamenskiniñ usuly).	234
8.7.3. Kese ýatan gatlaklarda suwuñ dikanlygyna hereketi.	236
8.7.4. Çylşyrymly geologik şertlerde derýa ýakasynyda ýerasty suwlaryñ hereketi.	236
8.8. Ýerasty suwlaryñ durnuksyz hereketi.	238
8.8.1. Umumy düşünjeler.	238
8.8.2. Bussineskiniñ deňlemesi (birölçegli mesele).	239
8.8.3. Bussineskiniñ deňlemesiniñ çözgütleri.	241
8.9. Ýerasty suwlaryñ derejesiniñ beýgelmegi (подпор) we peselmegi (сработка).	243
8.9.1. Ýerasty suwlaryñ derejesiniñ üýtgemegine esasy täsirler.	244
8.9.2. Dereje beýgelmä gidrogeologik görkezijileriniñ täsiriniñ hasaba alnyşy.	245
8.10. Ýerasty suwlaryñ suwalgýç desgalara tarap hereketi.	246
8.10.1. Suwalgýçlaryñ görnüşleri.	246
8.10.2. Artezian kämil guýa geljek suwuñ harjy.	247
8.10.3. Dyňzawsyz kämil guýulara geljek suwuñ hasaby.	249
8.10.4. Dyňzawsyz kämil däl guýulara gelýän suwuñ harjyny hasaplamak.	252
8.10.5. Düýbünden we gapdalyndan suw alýan peseňrak guýynyñ harjy.	254
8.10.6. Kese suwalgýçlara geljek suwuñ harjynyñ hasaby.	254
8.11. Suwly gatlaklaryñ gidrogeologik görkezijilerini kesgitlemek.	255
8.11.1. Gidrogeologik görkezijilerini kesgitleniş usullary.	255
8.11.2. Suw sorduryşyñ görnüşleri.	256

8.11.3. Ýalňyz guýuda suw sorduryş tejribesi	257
8.11.4. Toparlaýyn suw sorduryş tejribeleri.	257
8.12. Akabalardan we suw howdanlaryndan suwuň ýitgileriniň hasaby	259
8.12.1. Umumy düşünjeler.	259
8.12.2. Suw howdanyndan ýitgileriň hasaplanýş usullary.	259
8.12.3. Kanaldan süzülip gidýän ýitgileriň hasaby. Süzülme tapgyrlary.	260
8.13. Suwarymly ýerlerdäki ýerasty suwlar.	264
8.13.1. Umumy düşünjeler.	264
8.13.2. Suwarymly ýerlerde ýerasty suwlaryň hereketi	264
8.13.3. Howaly gatlakda nemgöçüş	265
8.13.4. Kese açyk zeýkeşiň hasaby.	266
8.14. Ýerasty suwlaryň süzülmesini modelirllemek	267
8.14.1. Modelirlämäniň görnüşleri we çözyän meseleleri	267
8.14.2. Modelirlemde ulanylýan abzallar we enjamlar	268
8.14.3. Aşgabat şäheriniň gidrogeologik şertleriniň modelirlenmesi	269
8.14.4. Aşgabat şäheriniň ýerasty suwlarynyň gidrogeologik modeli	270
8.14.5. Ýerasty suwlaryň derejesini zeýakabaly tonnel arkaly pese düşürmegiň taslanýan çözümleri	273
9. Gidrogeologik işleriň usulyýeti	274
9.1. Gidrogeologik işleriň görnüşleri we tapgyrlary	275
9.1.1. Meýdan işleri	275
9.1.2. Laboratoriýa işleri	277
9.1.3. Modelirleme.	278
9.2. Gidrogeologik sýomka	279
9.2.1. Gidrogeologik sýomkadaky işleriň mukdaryna täsir edýän şertler	280
9.2.2. Gidrogeologik sýomkadaky işleriň esasy görnüşleri	281
9.3. Gidrogeologiyada burawlama işleri	291
9.3.1. Gidrogeologik burawlama	292
9.3.2. Süzgüçler we olaryň saýlanyşy	295
9.4. Tejribe-süzülme işleri	299
9.4.1. Howaly zolakda tejribe-süzülme işleri.	299
9.4.2. Çaltlandyrylan suw sorduryş usullary	300
9.4.3. Buraw guýularyndan suw sorduryş.	302
9.5. Ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüniniň we balansynyň öwrenilişi.	305
9.5.1. Ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüni (režimi) barada düşünje	305
9.5.2. Suw we duz balansy hakda düşünje.	307
9.6. Gidrogeologiyada geofiziki usullar.	308
9.7. Ýerasty suwlaryň gurlary we gençleri barada düşünje	311
9.7.1. Ýerasty suwlaryň gurlarynyň we gençleriniň görnüşleri.	311
9.7.2. Ýerasty suwlaryň ulanyş gurlaryny bahalamagyň usullary.	313
10. Sebitleýin gidrogeologiyä giriş	315
10.1. Territoriýalary gidrogeologik sebitleşdirmegiň ýörelgeleri	315
10.2. Turan plitasy	317
10.3. Köpetdag–Uly Balkan ýygirtlanma welaýaty	

(P.I.Kalugin we O.Ý.Kalugina boýunça)	329
10.3.1. Fiziki-geografik şertleri we geologik gurluşy	329
10.3.2. Suwly toplumlaryň häsiýetnamasy	332
10.3.3. Hidrogeologik sebitleşdirme	336
10.3.4. Ýerasty suwlaryň halk hojalygynda ähmiýeti	340
11. Nebitgaz gidrogeologiyasy	341
11.1. Nebitgazly basseýnlerde flýuidleriň döreyşi	341
11.1.1. Paleogidrogeodinamika	343
11.1.2. Paleogidrogeohimiýa	344
11.1.3. Paleogidrogeotermiýa	348
11.2. Nebitiň we gazyň göçmesiniň, toplanmasynyň, saklanmasynyň hem-de dagamasynyň gidrogeologik şertleri	349
11.2.1. Nebitiň we gazyň göçme hem toplanma şertleri	349
11.2.2. Uglewodorodlaryň we olaryň ýatakçalarynyň dagamasy	350
11.3. Nebitgaz gözleg gidrogeologiyasy barada düşünje	356
11.3.1. Nebitgaz gözleginiň gidrogeologik görkezijileri	356
11.3.2. Nebitiň we gazyň gidrawlik gabawjylary	358
11.3.3. Uglewodorod ýatakçalarynyň pytramasynyň suw oreollary	359
11.4. Nebitgaz senagat gidrogeologiyasy	362
11.5. Gaz we gazkondensat ýatakçalarynyň özleşdirilişine gidrogeologik gözegçilik (Şatlyk senagat gatlagynyň mysalynda, S.N.Alyohin we başg. boýunça)	368
11.5.1. Şatlyk senagat gatlagynyň gidrogeologik aýratynlyklary	368
11.5.2. Şatlyk basseýnara zolagynda gaz we gazkondensat ýataklarynyň özleşdirilişine gidrogeologik gözegçilikler	371
12. Hidrogeologiyanyň ýörite soraglary	375
12.1. Ýerasty suwlar we suw üpjünçiligi	375
12.1.1. Ýerasty suwlaryň ýataklarynyň kysymlyry we häsiýetnamalary	375
12.1.2. Türkmenistanyň süýji ýerasty suw ýataklarynyň häsiýetnamasy	378
12.2. Ýerasty suwlar we gurluşyk	385
12.2.1. Türkmenistanyň gurluşyk normalarynda ýerasty suwlaryň öwrenilmegine resmi talaplar	386
12.2.2. Gurluşygyň dürli görnüşlerinde gidrogeologik barlaglaryň aýratynlyklary	388
12.3. Ýerasty suwlar we ýer titremeleri	390
12.3.1. Ýer titremelerine ýerasty suwlaryň täsiri	391
12.3.2. Ýer titremeleriniň önünden çaklanyşy	393
12.3.3. Ýer titremeleriň önünden çaklanyşynyň Türkmenistanda gurnalyşy	396
12.4. Ýerasty suwlar we suwarymly ekerançylyk	397
12.4.1. Suwarymly ýerleriň gidrogeologik şertleriniň kysymlyry	398
12.4.2. Suwarymly ekerançylyk üçin gidrogeologik barlaglaryň aýratynlyklary	400
12.5. Magdan ýataklarynyň özleşdirilişi we ýerasty suwlar	402
12.5.1. Magdan ýataklary açylanda ýerasty suwlaryň režiminiň üýtgewi	402

12.5.2. Magdan ýataklarynyň barlaglarynda ýerasty suwlaryň öwrenilişi . . .	403
12.5.3. Magdan ýataklaryny çalykdymagyň ýollary	405
13. Ekologik gidrogeologiýa	408
13.1. Ekologik gidrogeologiýa-ýerasty suwlar baradaky ylmyň täze şahamçasy	408
13.2. Ýerasty suwlaryň hapalanmasynyň görnüşleri	409
13.3. Ýerasty suwlaryň düzüminde mikroelementleriň artykmaçlygy we ýetmezçiligi	412
13.4. Ýerasty suwlaryň goraglylygy	414
13.4.1. Ýerasty suwlaryň öz-özünden saplanmasy	414
13.4.2. Ýerasty suwlaryň goraglylygynyň bahalanyşy	415
13.5. Ýerasty suwlaryň hiline tehnogen faktorlaryň täsiri	418
13.5.1. Şäher hojalygynyň ýerasty suw ýataklaryna täsiri	418
13.5.2. Ýerasty suw ýataklaryna oba hojalyk önümçiliginiň täsiri	420
13.6. Ekologik-gidrogeologik barlaglaryň görnüşleri we usullary	422
13.6.1. Ýerasty suwlaryň ýagdaýynyň monitoringi	423
13.6.2. Ekologik-gidrogeologik kartalary düzmegiň ýörelgeleri	425
13.6.3. Inžener-ekologik gözlegler	427
13.7. Agyz suw bolçulygyny döretmekde Türkmenistanyň tebigy mümkinçilikleri	428
Peýdalanylan edebiýatlar	440