

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

N.Nurgeldiýew, D. Orazdurdyýew

UMUMY GIDROGEOLOGIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

N.Nurgeldiyew, D. Orazdurdyýew, Umumy gidrogeologiýa.

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

1. GIDROGEOLOGIÝA GIRIŞ

1.1. Gidrogeologiýanyň manysy

Gidrogeologiýa - Ýer togalagynyň ýerasty suwlaryny, olaryň ýeriň gabygynda ýaýrawyny, ýatýş şertlerini, hereketini, düzümini we häsiýetlerini, dag jynslary bilen özara täsirleşme prosesini, hojalykda ulanylmak mümkinçiliklerini öwrenýän ylymdyr.

XX asyryň ikinji ýarymynda gidrogeologiýa maglumat gaznasynyň baýlaşmasynyň netijesinde 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.

Giňeldilen manyda gidrogeologiýanyň kesgitnamsy şeýle berilýär: **“Gidrogeologiýa – ýerasty gidrosfera hakyndaky, onuň gelip çykyşy, ösüş taryhy, düzümi, giňişlikdäki ýaýrawy we kemala gelişi, ýer gabygyndaky beýleki gurşawlar bilen täsirleşmesi, goragy, dolandyrylyşy we ulanylyşy hakyndaky ylymdyr”** [44,61].

1.2. Gidrogeologiýanyň maksady we wezipeleri

Ýerasty suwlaryň gençlerini talaba laýyk ulanmak, artykmaç çykdajylaryň harçlanmagynyň önüni almak üçin gidrogeologik şertleriň öwrenilişi, şol sanda ýerasty suwlaryň gözlegleri, barlaglary kem-kemden jikme-jikleşdirilýän yzygiderli tapgyrlar boýunça alnyp barylýar, şeýlelik bilen gidrogeologiýanyň maksady we wezipeleri goýlan meselä we geçirilmeli işleriň tapgyryna laýyklykda kesgitlenýär.

Gözleg tapgyrlarynyň maksady – garalýan sebitde gelejekde ulanarlyk derejede içgin öwrenilmäge mynasyp ýerasty suwlaryň kysymларыnyň, 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 ulanylmak gelejegi bar bolan ýerde geçirilýär. **Barlagyň maksady** – meýdançanyň (ýerasty suw ýatagynyň) geologik-gidrogeologik şertlerini anyklamak.

Barlag tapgyrynyň önünde goýulýan **wezipeler** şulardan ybarat:

- barlanýan ýerde suwly toplumuň, suwly gatlagyň iň amatlysyny (amatly bölegini) saýlamak;
- ýerasty suwlaryň kemala gelmeginde esasy orun eýeleýän çeşmeleri anyklamak;
- suwalgyçlaryň ýerleşdirilmeli ýerlerini we ýerleşdiriliş kadasyny kesgitlemek;
- ýerasty suwlaryň hilini kesgitlemek.

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

- ýerasty suwlardan peýdaly düzümleri çykaryp almagyň ýoluny esaslandyrmak;
- senagat akyndylaryny hil we mukdar taýdan bahalamak we ony aýyrmagyň usulyny kesgitlemek.

1.3. Ýerasty suwlar hakdaky düşüňjileriň ösüş taryhy

Ýerasty suwlaryň ulanylyş taryhy olar hakdaky biziň günlerimize 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, suwâkidiji söwleri, lüleleri gurnamakda dürli abzallaryň kömegi bilen suwy uly çuňlukdan ýokary çykarmakda başarnyk

toplanypdyr. Mysal üçin, Türkmenistanda b.e. öňki asyrlarda ýerasty suwlaryň Garagum çölünde guýularyň kömegi bilen alnanlygy, kârizler arkaly Nusaý şäherine getirilenligi barada maglumatlar bar. Bu maglumatlar şol döwrüň hünärmenleriniň ýerasty suwlaryň ýatys, hereket ediş şertleri barada kesgitli düşünjeleriniň bolandygyny kepillendirýärler.

Ýeriň aşagynda döreýän suwlar hakdaky toplanan maglumatlary rejelemäge ilkinji bolup belli grek akyldary Miletli Fales (b.e. öň V-VI asyr) synanyşypdyr. Onuň pikirçe 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 pikirçe derýalaryň üsti bilen deňze barýan suw bugdan dörän ýagyn-ýagmyrdan emele gelýär. Ýersaty suwlar bolsa, ýeriň aşagyndaky boşluklarda we köweklerde howadaky buglaryň sowap, goýalyp damja öwrülmeği netijesinde döreýär. 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.

Ýagyşyň we erän garyň suwunyň ýere siňip, ýerasty suwlara goşulýanlygy hakda häzirki zaman garaýyşa golaý pikirleri Gadymy Rim inženeri Mark Witruwiý Pollio (b.e. öň I asyr) özüniň “Binagärlik barada” atly meşhur kitabynda belläpdir. Ol ilkinjileriň hatarynda suwuň tebigy aýlanyşygyny, ýerasty suwlaryň **esasan** ýagýan ýagmyryň ýere siňmegi netijesinde döreýänligi, topragyň, dag jynslarynyň öýjüklerine siňen atmosferadan gelen howanyň ýa-da ýer gabygynyň aşagyndan gelýän bugly howruň sowap damja öwrülip, ýerasty suwlara belli mukdarda goşulýandygyny belläpdir. M.Witruwini ýerasty suwlaryň döreýşi 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 ulanylan 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 paýtagtynda 30 ýyla golaý işläň we Ýeriň radiusyny haýran galarlyk ýokary takyklyk bilen kesgitläň biziň meşhur ýurtdaşymyz Abureýhan Birunyň 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 gelyň bolsa, çüwdürim dörär” diýip belleýär. Biruny şeýle-de ýerasty suwlaryň minerallaryň emele gelmegine gatnaşýandygy hakdaky pikiri aýdypdyr.

Birunyň 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 ýersaty suwlar;
- 3) ýerasty suwlaryň gözleginde kökleri ýerasty suwlardan iýmitlenýän ösümlikleri, olaryň alamatlaryny 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 ýarymynda belli bolýar.

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

1126-njy ýylda Fransiýanyň demirgazygynda burawlanan suw guýusyndan uly basyş zerarly suw çüwdürilip çykypdyr. Şol welaýatyň (Artua) latynça ady (Arteziýa) bilen baglylykda dyňzawly suwlara artezian suwlar 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 bilipdirler.

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

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

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

Geologiýanyň özbaşdak ylym pudagy bolup aýaga galan asyry bolan XIX asyra 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 buraw guýusy burawlanypdyr (1840 ý.), ýerasty suwlaryň gözlegi boýunça ilkinji gollanmalar, gidrogeologik kartalar düzülýär, takyk gidrohimiýa 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 gidrodinamikasynyň esasyny düzýän kanuna öwrülýär.

Gidrogeologik hasaplamalaryň nazaryýetini soňra Ž.Dýupýui (1857 ý.), A.Tim (1887 ý.), Ç. Slihter (1899 ý.), XX asyrdan Ç.Teýs, M.Masket, M.Y.Žukowskiý, A.A.Krasnopolskiý, N.N.Pawlowskiý we başgalar amala aşyýarlar.

XIX asyryň ikinji ýarymynda ýerasty suwlaryň emele geljisi, 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 [61].

Awstriýaly belli alym E.Zýuss (1902 ý.) geýzerleri (wagtal-wagtal pürkölüp çykýan suwlary) we gyzygyn 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 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 artezion 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 бүтін 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 gurultayy 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.Pogrebowa we beýl.) boýunça gyzykly işler diňlenilýär.

Gidrogeologiýanyň aýry-aýry nazary soraglarynyň ösmegine akad.W.I.Sawarenskiň 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.

Adamzadyň taryhynda ýerasty suwlar baradaky düşüňjäniň W.I.Wernadskiniň binýady işlerine çenli ösüşi 1-nji tablisada berilýär.

XX asyryň 40-njy ýyllaryndan başlap gidrogeologiýanyň ösüşi onuň aýry-aýry bölümleri boýunça şahalanýar.

Süýji ýerasty suwlaryň kemala gelmeginiň, olaryň genji-gorlarynyň suw üpjünçiliginde amatly we aýawly ulanylmagynyň nazary we amaly ugurlary akad. F.P.Sawarenski tarapyndan kesgitlenipdi. Bu soraglaryň çözümlerine 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 öňünden çaklamak zerurlygy hasaplamaalaryň, modelirlemäniň pudakda giňden we maksadalaýyk öwrenilmegine itergi berýär. Bu ugurdan F.M.Boçeweriň, I.K.Gawiçiň, N.K.Girinskiň, I.Y.Žernowyň, G.N.Kamenskiniň, A.A.Krasnopolinskiň, L.S.Leybenzonyň, P.Y.Polubarinowa-Koçinanyň, A.I.Silin-Bekçuriniň, I.A.Skaballanowiçiň, W.M.Şestakowyň, N.N.Weriginiň we başg. işleri gidrogeologiýa ylmyna uly goşant goşýarlar.

Sebitleýin gidrogeologiýada G.K.Kamenskiniň, B.I.Kudeliniň, O.K.Langäniň, N.A.Marinowyň, A.M.Owçinnikowyň, N.W.Rogowskaýanyň, F.P.Sawarenskiniň, A.N.Semihatowyň, N.I.Tolstihiniň, I.K.Zaýsewiň we başg. bitiren işleri aýratyn bellennmäge 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 başg. uly goşant goşýarlar.

1-nji tablisa

Gidrogeologiyanyň ösüp, kemala gelmeginiň käbir görkezijileri (S.P.Şwarsew [61] boýunça gysgaldylyp alynýar)

№	Wajyp açýşlar	Belli sene	Awtor
1	2	3	4
1.	Ýerasty suwlaryň ýagynlaryň siňmesi zerarly 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 taryhynyň 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.	“Gidrogeologiya” 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.	Paleogidrogeologiyanyň	1887 ý.	A.Dobre

	öwrenilip başlanmagy		
13.	Gidrogeokriologiýanyň öwrenilip başlanmagy	1890- 1916ý.ý.	A.W.Lwow
14.	Sebitleýin gidrogeologiýanyň esaslarynyň döredilmegi	1900 ý.	S.N.Nikitin
15.	Teýgum suwlarynyň durnuksys we durnukly hereketleriniň formulalary	1904 ý.	Ž.Bussinesk
16.	Ýerasty suwlaryň sňmeden we bug danjasyndan 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.Owçinniko w
18.	Häzirki zaman gidrogeohimiýanyň 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 taryhynyň” neşir edilmegi	1933- 1936 ý.ý.	W.I.Wernadskiý

XX asyryň 20-30-njy ýyllarynda Türkmenistanyň suw üpjünçiligini gowulandyrmak, ykdysadyýetini dikeltmek üçin ýurduň ýerasty suwlary yzygiderli öwrenilip, gidrogeologik kartalary düzülip başlanýar. Irki işler guýulary, çeşmeleri öwrenmek bilen utgaşdyrylan aýry-aýry marşrutlar boýunça geçirilen gözegçiliklerdir. Olaryň arasynda I.I.Nikşiçiň Köpetdagiň geologiýasyna we gidrogeologiýasyna (1924-1927 ý.ý.) degişli işleri, 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 kanalynyň (derýasynyň) we Baş Türkmen kanalynyň gurulmagy üçin niýetlenen ýerlerde 1942-1953 ý.ý. 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 süýji ýerasty 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 ulyly-kiçili linzalary tapylyp barlanýar: Ýashada (N.G.Şewçenko, Çilmämetgumda (M.M.Batyrşin), Üñüzarka Garagumda (D.A.Aleksandrow), Günorta-Gündogar Garagumda (I.Y.Dawydow) we başgalar.

1967-nji ýyla çenli Turkmenistanyň 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 yzygiderli geçirildi we XXI asyryň başlaryna çenli dowam edip gelýär (W.G.Bernşteýn, N.G.Şewçenko, A.P.Belonožko, W.P.Wydumkina, O.Y.Iwaşenko, D.A.Aleksandrow, Y.D.Şaşkow, W.P.Doroşenko, G.P.Batowskiý, R.Akyýew, S.Fankowskiý, S.Bayramow, R.Hümmedow, N.N.Nurgeldiýew we başg.).

Senagat we derman ýerasty suwlar (W.F.Kazakow, O.Y.Kalugina we başgalar), gidrogeologiýanyň nebitli-gazly ýataklaryň gözlegi barlagy, özleşdirilişi, bilen bagly soraglary

(Y.A.Hojagulyýew, L.A.Abukowa, A.A.Awanesow, S.N.Alýohin, A.Akmämmedow, A.Gurbanmyradow, S.Şaberdýew we başgalar) yzygiderli öwrenildi.

1972-nji ýylda Türkmenistanyň gidrogeologiýasy barada uly göwrümlü monografiýa neşir edildi [23].

Türkmenistanyň gidrogeologiýasynyň aýry-aýry soraglary ylmy gözlegleriň üsti bilen öwrenildi. Olara ýerasty suwlaryň derejesiniň peseliş egrisiniň güberçek (iýmitlenme zolagynda) we oýuk (harçlanyş 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 (Y.A.Hojagulyýew, 1964 ý.), Garagum kanalynyň täsir zolagynda ýerasty suwlaryň kemala gelmegi (D.Babaýew, 1983 ý.), Köpetdagýaka düzlüğünde gidrogeologik şertlere suwarymly ekerançylygyň täsiri (N.J.Muhamedow, 1985 ý.), Amyderýa gazly-nebitli ýaýlasýnda aşa ýokary gatlak basyşy (S.K.Karsew, 1987 ý.), Garagum gidrogeologik basseýninde ugewodorodlaryň ýataklarynyň gözleglerinde we barlaglarynda gidrodinamiki barlaglary (A.A.Awanesow, 1990 ý.), suwarymly ýerlerde hem geçiş we siňmäniň 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 jyda artanlygy sebäpli gidrogeologiýanyň nazary düzgün-kadalaryny işläp düzmegiň wagty ýetýär. Bu zerurlyk ýerasty gidrosferanyň hut özüni amatly ulanmak bilen, şeýle-de tebigy

prosesleriň, şol sanda dürli gazma baýlyklaryň kemala gelip toplanmagynyň we dargamagynyň ýerasty gidrosfera bilen täsirleşmesi netijesinde bolup geçýänligi bilen düşündirilýär.

Agzalan ýörelgelerden ugur alnyp, häzirki döwürde gidrogeologiýanyň düzümlerini 2 topara: nazary we amaly toparlara bölýärler [17, 45, 46, 61 we başg.].

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

Gidrogeodinamika – ýerasty suwlaryň hereketiniň kanunlaryny, gidrodinamiki düzgüniň we gençleriniň kanunylyklaryny 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 gelmesini öwrenýär. Gidrogeohimiki barlaglar ýerasty suwlaryň hilini önünden çaklamaga mümkinçilik berýänligi, esasan hem Ýeriň ekologik şertleriniň ýaramazlaşýan wagty aýratyn bellemäge mynasypdyr.

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

Sebitleýin gidrogeologiýa – ýerasty suwlaryň kemala gelmegindäki kanunylyklary, aýry-aýry sebitlerde ýerasty suwaryň 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 täsirleşýänliginiň üsti bilen gazma

baýlyklaryň kemala gelmeginde suwuň eýelän ornuny dikeltmäge mümkinçilik berýär.

Gidrogeologiýanyň **amaly** bölümlerine köplenç şu şahamçalar goşulýar: ýerasty suwlaryň gözlegleri we barlaglary; gazma baýlyklaryň ýataklarynyň gidrogeologiýasy; melioratiw gidrogeologiýa, ekologik gidrogeologiýa; gidrogeologik işleriň usulyýeti.

Ýerasty suwlaryň gözlegleri we barlaglary - adyndan görnüşi ýaly, gös-göni önümçiligiň zerurlygy bilen bagly. Bu şahamçanyň ady Russiýa Federasiýasynyň ýokary mekdeplerinde taýýarlanýan hünäriň “Ýerasty suwlaryň gözlegleri we barlaglary we 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 bellemäge mynasypdyr [17].

Gazma baýlyklaryň ýataklarynyň gidrogeologiýasy - gazma baýlyklaryň ýataklarynyň gözlegleri, barlaglary, geologiki-senagat nukdaýnazardan bahalanyşy, ulanylyşy bilen bagly soraglary öwrenýär. Bu bölüm goşmaça 2-3 şahamça bölünip bilýär [20, 25 we başg.]:

1) gaty gazma 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 zehaýyрма tilsimatyna mätäç suwarymly ekerançylygy üçin aýratyn möhümdir.

Ekologik gidrogeologiýa - ýerasty suwlary goramagy, tebigy (geologik) gursawy goramagyň gidrogeologik

çözgütlerini gözläp tapmagy öwrenýär. Gidrogeologiýanyň ýerasty gidrosferany tutuşlygyna dolandymakda uly orna mynasyp bu şahamçasy heniz ilkinji ädimlerini ädýär.

Agzalanlardan başga gidrogeologiýanyň amaly şahamçalaryna käbir kitaplarda ýerasty suwlaryň monitoringi, inžener gidrogeologiýasy [17], şäher gidrogeologiýasy, gazma baýlyklaryň ýataklarynyň gidrogeohimiki gözlegleri [61], radiogidrogeologiýa, mineral, senagat we termal suwlar barada taglymat, ýerasty suwlaryň üýtgew düzgüni (režimi) barada taglymat, gidrogeologik modelirleme, kriogidrogeologiýa [25] 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 başgada gidrogeologiýa geologik ylym bolany sebäpli umumy geologiýa, geomorfologiýa, dinamiki geologiýa, gazma baýlyklaryň ýataklary baradaky taglymat bilen ýakyn baglydyr.

Geologik ylymlar bilen gidrogeologiýany ilkinji nobatda ýerasty suwlaryň dag jynslary bilen ýakyn baglylygy we ulanýan usullarynyň umumylygy birleşdirýär.

Gidrogeologiýanyň mineralogiýa we petrografiýa bilen baglylygy – ýerasty suwlaryň we olary öz öýjük-jaýryklarynda saklaýan dag jynslarynyň arasynda çylşyrymly täsirleşme bolup geçýär. 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-böwşenliginiň suwly we suwabent gatlaklaryň ýaýrawyny, suw sygymyny, suwuň hereketiniň tizligini kesgitleýänliginde.

Geomorfologik şertler ýerasty suwlaryň ýatysy çuňlugyny, hereket ugruny kesgitleýär.

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

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

Geologik däl ylymlaryň içinde gidrogeologiýa iň ýakyn durýanlary gidrologiýa, meteorologiýa, klimatologiýadyr. Bu ýerde agzalan ylymlary özara baglaýan zat olaryň öwrenýan 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 gelişi, üýtgewi kesgitlenende, matematika-gidrogeologik maglumatlar statistik usullar bilen işlenip

rejelenende, ýerasty suwlaryň hereketiniň san bahaly modelleri düzülen-de 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 jemgyýetiň we hojalygyň hemme pudaklaryna diýen ýaly degişlidir.

Ilkinji nobatda agyz-hojalyk, tehniki suw üpjünçilikde (oba hojalykda, gurluşykda, senagatda) ýerasty suwlar uly orun eýeleýär.

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

Nebit-gaz pudagynda ýerasty suwlaryň düzümleri gözleg alamatlary bolup hyzmat etse, nebit-gaz ýataklary özleşdirilende önümlü gatlaklary 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 geoeologik şertleriň talaba laýyk saklanylmalydygyna uly üns berilýär, şu maksat bilen tapgyrly ýa-da dowamly geoeologik barlaglar geçirilýär. Bu ýerde ýerasty suwlaryň şol geoeologik şertleriň in wajyp görkezijileriniň biri bolýanlygyny ýatlamaly.

1.6. Hidrogeologiýa ulgamlarynyň garaýyşy

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

Ulgamlarynyň garaýyşy **ulgam** (sistema) diýlen düşüňjä 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 (düzümçeleri, ulgamçalary) öz aralarynda we dasky gurşaw bilen aralykda 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) diýilip atlandyrylýar. Şeýle bolanda ýerasty suwlar geoulgamyň bir ulgamçasy bolup hyzmat edýär.

Emma geologiýada litosferany köplenç dar manyda-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 üzülýän ýeri kabul edilýär.

Ýerasty suwlar daşyny gurşap alýan dag jynslary bilen köplenç bir wagtda döremeyänligi 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 [18]. 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 kesişýan 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 adamtarapyn 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 toplумы ýa-da gaýry geologik jisimler görnüşinde bölünip biliner. Eger baş alamat dag jynslarynyň sawdan doýgunlygy ýa-da 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 [18, 31 we başg.] gidrogeologik ulgamyň kategoriýalary (elementar, ýerli,

sebitleýin), görnüşleri, strukturasy giňişleýin häsiýetlendirilýär. Bu ýerde esasy gidrogeologik elementler bolan suwly, suwabent, şertleýin suwabent we bölüji gatklara 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 harçlanyş 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 arasyňy bölýän, emma olaryň ikisi bilen hem gidrawliki baglanyşygy saklaýan pes geçirijilikli gatlak.

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

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

Birnäçe özbaşdak pýezometrik üstli, emma umumy gidrawlik baglanyşygy bolan gatklar toplumyna **köpgatyly ulgam**

diýilýär. Önümçilik hasabatlarynda, gidrogeologik kartalarda köpgatly ulgamlar **suwly toplum** (kompleks) diýilip hem atlandyrylýar.

2. TEBIGATDA SUW

2.1. Suwuň Ýerde ýaýrawy

Älemdäki atamlaryň 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 biziň planetamyzdaky ýaly geologik, gidrogeologik şertleri döredip biljek suw we janly tebigat ýakyn gözýetimdäki asman jisimlerinde 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 ýaşaýyşy we işi bilen bagly 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 molekulalarynyň atmosferada, janly jisimde, belki mantiýada hem saklanmagy göz önünde tutulsa, gidrosferanyň araçäkleri belli derejede kesgitsiz bolýar.

Gidrosfera diňe ýerüsti suwlar goşulmaly (Dünýä ummany we gury ýerdäki derýalar, köller, batgalyklar); gidrosferanyň atmosfera aralaşýan beýikligini suwuň molekulalarynyň 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, ýer gabygy, atmosfera, biosfera) 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, geologiki gurşawlaryň, klimatyň kemala gelmeginde, ýaşaýyşyň döremeginde gidrosfera öň hem esasy orny eýelän, häzir hem eýeleýär.

M.S.Lwowiçiň hasaplamalaryna görä gidrosferanyň umumy göwrümi 1458 mln.km³, şolaryň 60 mln.km³-i 5 km-e çenli çuňlukda erkin we fiziki bagly görnüşde ýatan ýerasty suwlarydyr (2-nji tablisa). Başgaça geçirilen hasaplamalaryň aýry-aýry görkezijileri getirilen maglumatlardan tapawutly ýerleri bar [17, 38 we başg.] . Aşa uly çuňluga çenli burawlanan guýularyň (Kola ýarym adasynda, Russiýa, 12250 m, 1970 ý. we başg.) maglumatlaryna görä 5 müň metrden aşakda hem suw erkin görnüşinde duşýar.

W.F.Derpogolsyň [26] hasaplamalaryna görä gidrosferanyň has giňeldilen göwrümünde: tropopauza (troposfera, bilen atmosferanyň geçiş zolagy) bilen ýeriň ýüzüniň aralygyndaky we ýer gabygynyň gury ýerde 35 km galyňlygyndaky, ummanlaryň aşagynda 4,7 km galyňlykdaky suwlaryň jemi göwrümi 2,46 mlrd. km³-e bazabar.

Ýerüsti suwlaryň göwrümi 1,41 mlrd.km³, ýerasty suwlaryňky 1,05 mlrd.km³. Ýerasty suwlaryň 190 mln.km³-i

çökündi gatlaklarda, 860 mln.km³-i kristallik jynslarda saklanýar.

2-nji tablisa

**Gidrosferanyň düzümi we göwrümi
(M.S.Lwowiç boýunça) [20]**

Gidrosferanyň görnüşi	Göwrüm, mln.km³	Gidrosferanyň umumy göwrüminden % hasabynda
Dünýä ummany	1370	93,96
Ýerasty suwlar	60	4,11
- şol sanda işjeň suw çalşyk zolagynda	4	0,27
Buzluklar	24	1,65
Köller we suw howadanlary	0,280	0,019
- şol sanda suw howadanlary	0,005	0,0003
Toprak nemleri	0,085	0,005
Atmosferadaky buglar	0,014	0,0009
Derýalardaky suwlar	0,0012	0,00008
Hemme gidrosfera	1458,3802	100

Gidrosferanyň hasaplamalarda ulanylan aşaky araçägi suwuň kritiki 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 Mohorowičiň gatlagy (Ýer gabygynyň aşaky araçägin 1909 ý. A.Mohorowič 54 km çuňlukda seýsmik tolkunlaryň tizliginiň aşa artmasynyň esasynda kesgitleýär) kabul edilýär. 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. Bugun agramly 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 ýeterlikdir.

Suwuň bugunyň atmosferadaky mukdary absolýut we degşirme çyglylyk bilen häsiýetlendirilýär.

Absolýut çyglylyk – şol temperaturadaky we basyşdaky howanyň göwrümündäki suw bugunyň massasy. Onuň ölçeg birligi bolup her kub metrdäki gram (g/m^3) hyzmat edýär. Käte absolýut çyglylyk simap sütüniniň millimetrinde ölçelýär, bu hasap suw bugunyň maýyşgaklygy düşüňjä gabat gelýär. Absolýut çyglylyk gije-gündiziň dowamynda we möwsümleýin üýtgeýär. Orta guşaklyklarda absolýut çyglylyk gyşsyna $2\text{--}3 \text{ g}/\text{sm}^3$ -den, tomsuna $10\text{--}12 \text{ g}/\text{sm}^3$ -e çenli üýtgeýär. Görkezijiniň howanyň temperaturasyna baglylygy has görnetindir: 30°C -da absolýut çyglylyk $30 \text{ g}/\text{sm}^3$ -e ýetýär, 10°C -da $8 \text{ g}/\text{sm}^3$ -e çenli, -30°C -da $0,3 \text{ g}/\text{sm}^3$ -e çenli azalýar.

Howanyň çygdan doýgunlyk derejesiniň (e) şol şertde onuň ýetip biljek iň uly çyglylygyna gatnaşygyna ýa-da howadaky buglaryň maýyşgaklygynyň (e) şol temperaturadaky çygdan doýgun buguň maýyşgaklygyna (E) gatnaşygyna **degşirme çyglylyk** (r) diýilýär:

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

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 suwçalşygy 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 aklaňly çägelikde şeýle suwçalşygynyň netijesinde aşakda ýatan duzly suwlaryň üstünde süýji ýerasty suwlaryň linzalarynyň emele gelmegi (Ýasha ýatagy, Jynlygum ýatagy we başg.) käbir alymlaryň çaklanalaryna görä bugdan dörän goýalyş suwlary bolmaly [26, 62 we başg.].

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

Bugarma prosesine mukdar taýdan baha kesmek üçin bugarma we bugaryjylyk diýen düşüňjeler girizilýär. **Bugarma** diýip, şol bir hakyky bugaran suwuň mukdary düşünilýär, **bugaryjylyk** diýlip, üsti açyk suwly howuzdan ýada yzgarly ýerden berlen şertde bugarýan suwuň mukdary 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 uly kynçylyksyz ölçenip bilinýär.

Bugaryjylygy ölçemek ýörite gurnalan synag meýdançalarynda çylşyrymly enjamlaşdyrılan ölçegleriň geçirilmegini talap edýär.

Ýagynlar. Suw bugunyň suwuk ýagdaýa geçmegi (kondensasiýa) ýa-da gös-göni gaty hala geçmegi (sublimasiýa) birnäçe şertli sebäplere bagly: goýalyş (kondensasiýa) merkezi bolmaly; howanyň temperaturasy belli bir çäge çenli peselmeli; howa haýsy-da bolsa bir sowuk üst bilen (mysal üçin, Ýer bilen) galtaşmaly; dürli temperaturaly howa akymlary garyşmaly. S.I.Kanyň [20] maglumatlaryna görä arassa howada bug damja diňe doýgun ýagdaýyndan 6-8 esse köp mukdarda toplanandan soň öwrülýär.

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

Türkmenistanyň şertlerinde ýagyn howanyň salkyn wagtynda (ýaz, güýz) ýagýar. Ýagýan ýagynyň ýylyň dowamyndaky umumy mukdary Garagum çölünde 80-100 mm bolup, dagetek sebitlerde 200-250 mm-e çenli ýetýär.

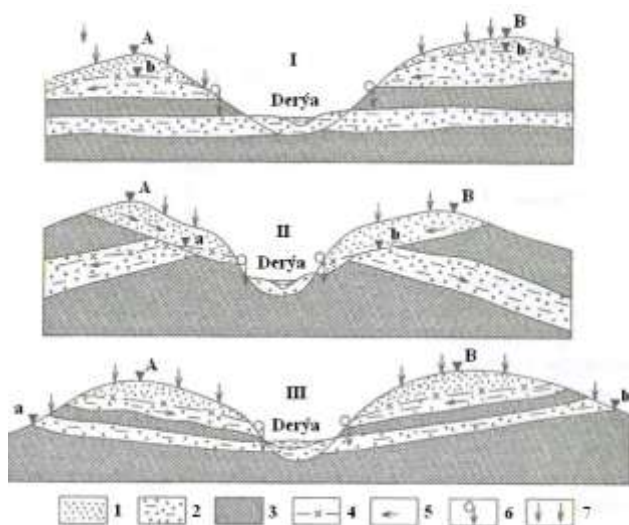
Umuman alanyňda bugaryjylygyň ýagyndan on esse diýen ýaly artyklygy, klimatyň yssy we guraksylygy ýurdumyzdaky ýerasty suwlarynyň duzlulygynyň ýokarylygynyň sebäbidir.

Akgytlar. Ýeriň üstüne ýagan ýagynlaryň bir bölegi bugarýarlar galan, bölegi akyp ýerüsti akdygy 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. Suwtopaýjy basseýnleriň akgytlarynyň **ýerüsti** we **ýerasty** görnüşleri bolýarlar. Ýerasty we ýerüsti akgytlaryň araçäkleri geologik gurluşa bagly we köplenç biri-birinden tapawutly bolýarlar (1-nji surat).

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, öýjükliklik-jaýryklylygyna, ýatys şertlerine bagly bolýar.

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



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

I – 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 sňmesi

2.3. Ýer gabygyndaky suw

Suwuň ýer gabygynyň jümmüşine uly çuňluklara çenli sinýänligini W.I.Wernadskiý aýdyp geçipdir [61]. Hakakykatdan hem dag jynslarynyň haýsysyny alsaň, onuň düzüminde suw duşýar. Gaty daşlaryň ýa-da çägelериň içindäki gyl ýaly 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 -dan (Antarktida ölçelen in pes temperatura) 1200°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 gatlaklar ýerli gidrogeologik şertlere baglylykda sowuk guşaklyklarda howaly zolagyň we suwdan doýgun zolagyň belli bölegini eýeleýär.

Bu suwly gatlaklar toplumyna başgaça **kriolitozona** diýilýär. Olar esasan dag jynslaryndaky süýji suwlaryň doňmagy, käte temperatura -10 - 15°C -a çenli peselende, duzly suwlaryň doňmagy netijesinde emele gelýärler. Kriolitozonanyň galyňlygy ýüzlerçe metre çenli ýetip bilýär (Gündogar Sibir).

Ýer gabygynyň ýokary böleginde suwuk suw örän giň ýaýrandyr. Suwuň bu görnüşi 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).

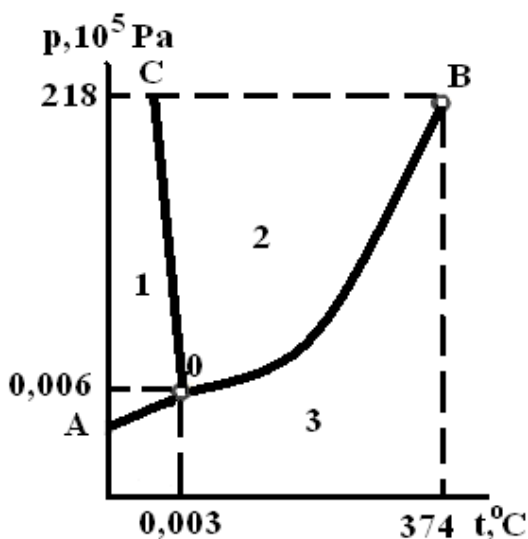
Aşakda suwuň gaýnama temeparturasynyň basyşa baglylygy berilýär.

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-a ýetip bilýär. Ýer gabygynda ýokardan aşak gitdigiňçe basyşyň suwuň gaýnama temperaturasyndan has çalt ösýänligi göz önünde tutulsa, suw kritiki ahwala ýetmän 374-450 °C-a çenli suwuk ýagdaýyny saklap biler diýlip hasaplanýar [61].

Häzirki zaman garaýyşlara laýyklykda (O.Meýnser, Y.M.Pinneker, F.P.Sawarenskiý, A.M.Sweşnikow we başg.) ýer gabygynyň kesiminde 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.Meýnser (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) çenli ýetip bilýär. Howaly zolagyň ýokarky serhedi ýeriň ýüzi, aşaky araçägi birinji suwly gatlagyň (teýgum suwlarynyň) üsti-derejesidir.



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

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

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

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

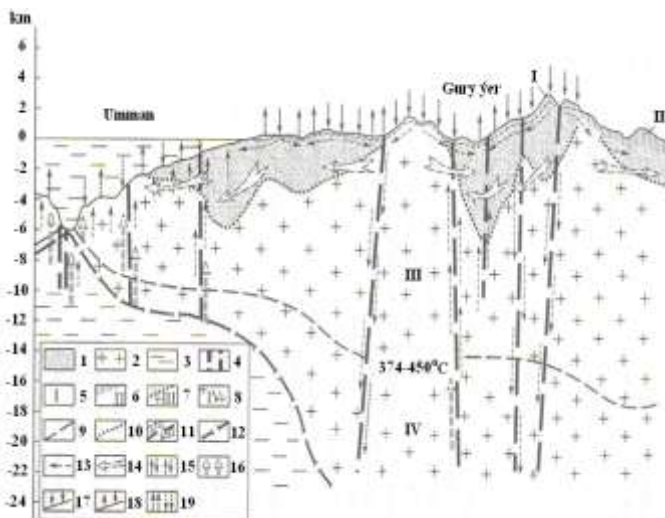
Kriolitozolak – diňe köpýyllyk doň dag jynslarynyň ýaýran ýerlerinde ýerasty gidrosferanyň özbaşdak elementi bolup hyzmat edýär. Ýer gabygynyň ýerli gidrogeologik kesimine baglylykda ol adatça howaly zolagy we doýgun zolagyň ýokarky böleginiň öz içine alýar. Kriolitozolagyň galyňlygy ýerli klimata (esasan 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-dan pese düşende doňýan fiziki bagly suw görnüşde duşýarlar. Agyrlyk güýjüne tabyn erkin suw kriolitozolagyň çäginde diňe doňan dag jynslarynyň erän meýdançalarynda ýa-da otrisatel temperaturada hem doňmaýan ýokary duzlulykly ýerasty suwlaryň ýaýran ýerlerinde duşýar.

Doly doýgun zolak ýer gabynyň ýokarky bölegini-howaly zolagyň aşaky araçäginde 8-20 km çuňluga çenli aralygy eýeleýär. Bu çuňlukdan aşakda, häzirki zaman 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 gowalçlyklar) gaz, nebit, bug-suw garyndysy bilen doldurylmadyk bolsa, erkin agyrlyk güýjüne tabyn suw bilen we dag jynslarynyň mineral bölejikleriniň üstki dartýşy bilen saklanýan fiziki bagly suw bilen doldurylýar.



3-nji surat. Ýer gabygynyň gidrogeologik kesiminiň sudur şekilli [17]

1 – çökündi dag jynslary; 2 – granit we bazalt gatlaklary; 3 – ýokarky mantiýa; 4 – çuň tektonik çatlamlaryň zolagy; 5 – howaly zolak (masştabsyz); 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 – Mohorowiçiň serhedi; 13 – ýerasty suwlaryň “ýerli” akymlarynyň hereket ugry; 14 – sebitleýin akymlaryň 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 gysylýp çykarylmagy

Doly doýgun zolagyň aşaky araçägi ýer gabygynyň termodinamiki şertlerine we suwuň ýokary basyşlardaky we temperaturalaryndaky faza-agregat ahwalyna esaslanyp çaklanýar. Sebäbi Kola adasyndaky aş 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 (dissipirlenen) suw litosferanyň aşaky böleginde, temperaturanyň 374 °C-dan ýokary galýan ýerinde ýerleşýär. Bu suw flýuid hal-ýagdaýy, pes şepbeşikligi, göçüp-gonma ukybynyň ýokarylygy, düzüminde monomer (birölçegli) molekulalary köp saklaýanlygy, dissosiasiýa hemişeligininiň düýpli artmagy bilen tapawutlanýar. Suwuň kritiki ahwaldan aňyry görnüşinden buga ýa-da suwuklyga öwürilmegi litosferanyň ýokary 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 bellenilmegi hödürlenýar.

2.4.1. Hidrologik aýlanyşyk

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

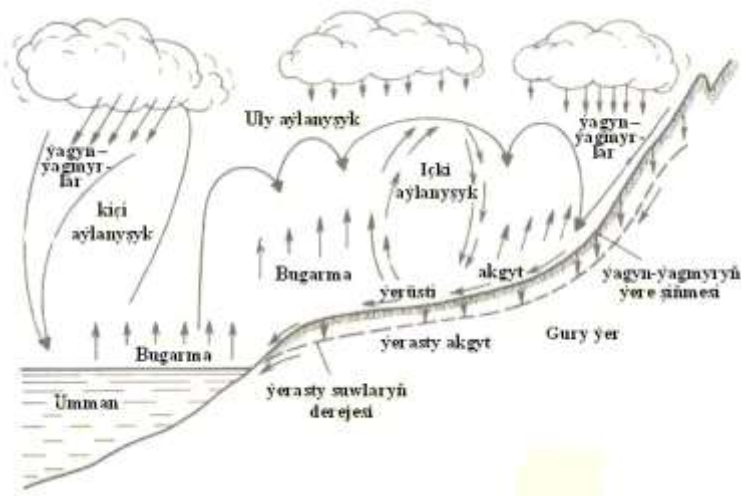
Eger ummanlardan we deňizlerden suw bugaryp howa siňse, şol sebitde ýagyn-ýagmyr bolup ýagsa, oňa **suwuň kiçi aýlanyşygy** diýilýär. **Uly gidrologik aýlanyşyk** (4-nji surat) şeýle hereket edýär: Dünýä ummanyndan we gury ýerden bugaran suwlar şemal bilen uzaga äkidilýär we amatly şertlerde ýene Ýeriň 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 belli bir bölegi atmosfera tarap gös-göni gury ýerden bugaryp gidýär. Bu prosese **ewapotranspirasiýa** diýilýär (ýagny teýgumlaryň, ösümlikleriň içinden, üstünden bugarma). Ol bugarma **içki aýlanyşyga** gatnaşýar. Suwarylýan ýerleriň meýdanynyň artmagy, ýerleriň zeýlemesiniň netijesinde içki aýlanyşygyň möçberi artýar.

2.4.2. Suwuň geologiki 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 metomorfizmi 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 aýlanysygy

Birinji görnüşi **çökündi çökmesi** bilen baglanýar. Ummanlaryň we deňizleriň düýbüne çökyän täze çökündileriň çyglylygy 70%-e deň diýip 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. Emma çökündi bilen çöken suwuň esasy bölegi diageneziň dowamynda, şeýle-de tektoniki režim üýtgäp, çökündileriň ýokary galyp, gury ýere öwrülende gidrogeologik aýlanysyga goşulýar.

Geologik aýlanysygyň ikinji görnüşi **katagenez zolagyndaky** prosesler bilen bagly. Ol ýerde temperaturanyň 200°C-a çenli ýokary galmasy mineral zireleriniň sepgidindäki suwuň molekullarynyň hereketini tizlendirýär we suwuň bagly görnüşden erkin hala geçmegine hemaýat berýär.

Suwuň gysylyp çykarylmasy zolagyň aşak çetine, ýagny 1-2 km çemesi chuňluga çenli dowam edýär we toýunsow

jynslaryň dykyzlanmasy we toýnuň argillite öwrülmesi bilen togtaýar. Bu prosesin dowamlylygy birnäçe million ýyldan 20-30 mln. ýyla barabar bolýar. Çökündi çökmesi ýa-da çökündiniň gataşyp-daşygmagy (litifikasiýasy) netijesinde emele gelen ýerasty suwlara **sedimentogen** (çökündiden dörän) suwlar diýilýär.

Geologik aýlanyşygyň üçünji görnüşü 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 bozulmasy we täzedan gurulmasy bolup geçýär. Bu proses himiki bagly suwuň uly göwrüminiň b0şamagyna getirýär. Hasaplamalaryň görkeziji ýaly metamorfizmiň netijesinde gidrosfera aralaşýan suwuň mukdary 10^{15} g/ýyl ýa-da 1 km^3 çemesi bolýar. **Metamorfogen suwlar** diýlip atlandyrylýan bu suwlaryň kemala gelmesi onlarça milliondan ýüzlerçe million ýyla çenli dowamlylykda bolup geçýär.

Suwuň geologik aýlanyşygynyň in uly dördünji görnüşü ýer gabygynyň umumy ewolýusiýasynyň dowamynda suwuň köp gezek göçüp-gonmasy 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.

Ýerasrt 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 (biologiki, tehnogen), suwuň bir faza-agregat ýagdaýyndan beýlekä geçişi, dag jynslary bilen özara

täsirleşmesi materiýanyň geologik görnüşli herekeriniň wajyp görkeziji diýip hasaplanýar (A.N.Pawlow, Y.W.Pinneker we başg.)

Suwuň gidrogeologik aýlanyşygyna köplenç planetadaky suwuň gidrologik (klimatik) aýlanyşygynyň düzümçesi 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 mantiýada bolup geçýän prosesler bilen ýakyn baglydyr (5-nji surat).

Doly doýgun zolagyň çägendäki erkin (agyrlyk güýjüne tabyn) suwlaryň hereketi gidrogeologik aýlanyşygyň in wajyp düzümçesi 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 şertler bilen kesgitlenýär.

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

$$H = f(x, y, t),$$

bu ýerde:

H - ýerasty suwlaryň absolýut belligi, m;

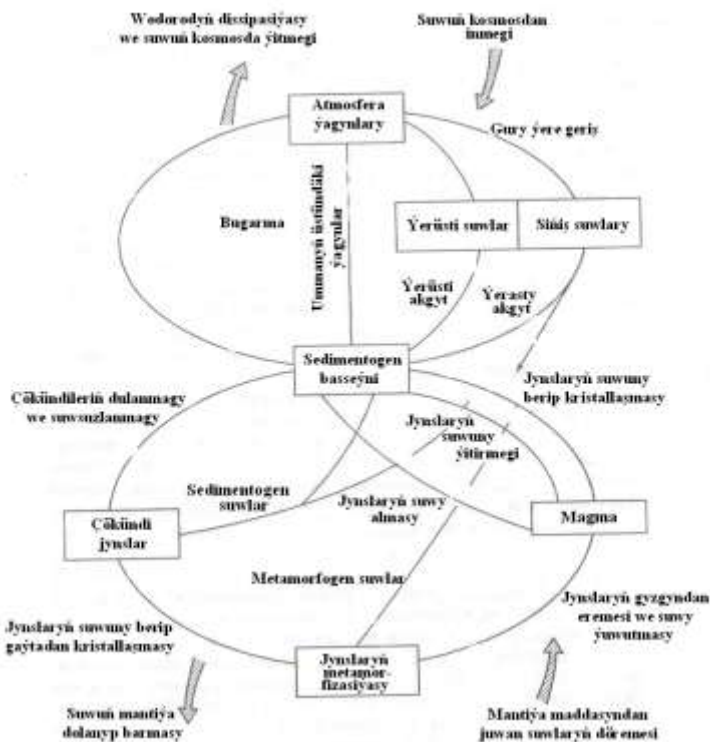
x, y - giňişlik koordinatlary (örkleri);

t - geologik wagt.

Kontinentleriň häzirki zaman çäklerinde doly doýgun zolagyň ýokarky böleginde 300-500 m-e çenli käbir gidrogeologik kesimlerde 1000-1500 m-e çenli çuňluklarda ýerasty suwlaryň “ýerli” akymalarynyň ulgamy kemala gelýär (3, 4-nji suratlar).

Aşakda 3000-5000 m, belki ondan hem köp çuňluklarda, ýerasty suwlaryň sebitleýin akymalarynyň zolagy bar. Ol akymalaryň ugry esasan gury ýeriň häzirki relýefine bagly bolýar.

Doly doýgun zolagyň aşaky böleginde ýerasty suwlaryň hereketleriniň esasy görnüşi ýokary jaýrykly we geçirijilikli zolaklar bilen bagly we dike golaý ýerli akymalaryň keşbini alýar (3-nji surat).



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

Üznelenen bozulmalaryň aşa uly çuňluga aralaşýan (ýer gabygynyň galyňlygyny doly kesýän) ýerlerinde ýerasty suwlaryň akymalarynyň hereketi kritiki ahwaldan aňyrdaky ýerasty suwlarynyň zolagynda döreýän aşa uly basyşlar we flýuidleriň mantiýadan gelmegi bilen bagly bolmagy ahmal. Bu ýerde **flýuidler** diýip, durnuksyz maddalaryň köp

komponentli garyndysyna düşünilýär. Onuň esasy düzümi bölge bolup kritiki ahwaldan aňyrky suw ýa-da onuň termiki (erkin wodorod we kislorod) we elektrolitiki (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 massasynyň yzygiderli artmasy zerarly bolmaly diýip çaklanýar. Suwuň mukdarynyň artmasynda esasy orunlary organiki maddalaryň kislorod ýok şertde dargamasy, mantiýanyň we ýeriň gabagynda bolup geçýän himiki prosesler we azda-kände kosmos bilen suwçalşyk eýeleýär.

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

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

Protorezoý-rifeý tapgyrynda platformalaryň döremeginiň netijesinde Ýere gelýän ýylylyk akymlyry azalýar. Daglaryň emele gelme prosesleri bilen bir hatarda klimatyň guraksy-yssy we buzlanma kysymlyry döreýär. Netijede umman-atmosfera-gury ýer ulgamynda suwuň aýlanyşygy döreýär, derýa akgydy we gaty ykgynlaryň Dünýä ummanyna akgytlary emele gelýärler. Häzirki zaman suwçalşyk proseslerine daşky görnüşi boýunça meňzeş bolsa-da, olar Ýeriň energetik potensialy bilen, täsirleşýän örtükleriň himiki we gaz düzümi bilen tapawutlanýardylar.

Paleozoý tapgyry fiziki-geografik şertleriň durnuksyzlygy bilen häsiýetlenýär: umman bilen gury ýeriň

özara gatnaşygy üýtgeýär (kembriý döwründe deňiz gury ýere sürünýär, permde-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 suwaýalanyşyk şertlerini kesgitleýär – suw atmosferadan alnyp baglanýar we guraklyk ösýär.

Häirki zaman suw aýlanyşygynyň şeýle aýratynlyklary bellemäge 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, suwuň suwçalşykda giňişlikde geçýän ýoly boýunça uly, kiçi we ýerli (gury ýer-içki) aýlanyşyklary bölüp 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 çalşygyň ýerüsti şahasynda **işjeň** gatnaşygy ýeriň ýüzüne golaý ýatýan suwlar bilen çäklenýär.

Ýerasty suwlaryň suw çalşygynyň dowamlylygynyň ýokarylygy (1400 ýyl), ýerasty akymyň has uly çuňluklarda ýerleşýän şahasynyň täsiri bilen düşündilýär (ol 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:

$$X=Z+Y_{ü}+Y_a,$$

bu ýerde:

$Y_{ü}$ we Y_a – hersi öz gezeginde ýerüsti we ýerasty akgytlar.

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

Suw balansynyň elementleri we olaryň öara gatnasyklary karýerlere, ýerasty desgalara geljek suwlary çaklamaly bolanda, obalarda, şäherlerde, ekin meýdanlarynda ýerleri çalykdymak, suw peseldiş işleri geçirilende, ýerasty suw ýataklarynyň gorrly kesgitlenende ulanylýar.

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

Aşgabat şäheriniň ýerasty suwlarynyň gidrogeologik modeli düzüleninde suw balansynyň tehnogen elementleri takmyny bahalandy (suwaryş suwlary, ýerasty suwly turbalardan ýitgiler, şäheriň daşyna akdyrylýan suwlar we ş.m barada maglumat ýetmezligi sebäpli).

Ýerasty suw ýataklarynyň gurlary hasaplananda alynýan suwuň öwezini dolma üpjünçiligi, ýagny çykarylýan suwuň şol wagtyň dowamynda ýagyň-ýagmyrdan ýere siňýän, ýerasty we ýerüsti akgytlar bilen gelýän suwdan az bolmalydygy ünsden düşürilmeli däl.

3. DAG JYNSLARYNYŇ SUW-KOLLEKTORLYK HÄSIÝETLERI

3.1. Dag jynslarynyň öýjükliligi (gowalçylygy)

Dag jynslarynyň özleriniň deslapky döreýşi boýunça we ikilenji prosesleriň (weýranlaşma, duzlary ýuwulma, tektoniki hereketler we başgalar) täsiri sebäpli absolyut bitewi bolman düzüminde dürli möçberli we keşpli boşluklary saklaýarlar. Şeýresi we şekili boýunça dürli boşluklar **jaýryklylyk** we **öýjüklilik** diýlip atlandyrylýarlar.

Öýjüklilik – dag jynslarynyň düzümindäki aýry-aýry minerallaryň we zireleriň arasyndaky öwnujak boşluklardyr. Öýjüklilik magmatik, metamorfik we çökündi dag jynslarynyň hemmesine mahsusdyr, emma öýjükleriň emele gelşi olaryň her haýsynda aýry-aýrydyr.

Magmatik dag jynslaryndaky öýjükler ergin magma sowap doňanda döreýän kristallaryň arasynda, içinde saklanyp galan suwuň buglarynyň, gazlaryň eýeleýän boşluklary bilen bagly. Şeýle boşluklar esasan-da sowap donýan magmalaryň ýokary çetinde, gyrak-bujaklarynda köp bolýar, sebäbi olar gazlar, buglar doly çykyp ýetişmänkä doňýarlar.

Metamorfik jynslardaky boşluklar metamorfizm prosesi döwründe bolup geçýän gaýtadan kristallaşma bilen bagly. Çökündi jynslarda öýjüklilik has ýokary bolýar, olar gatlaklaryň uly bolmadyk çuňluklarda ýatýanlygy bilen, diagenез döwri bolup geçýän özgerişler bilen bagly.

Dag jynslarynyň öýjükliligi dag jynslarynyň gelip çykyşyna, olary düzýän zireleriň möçberine, zireleriň möçberi boýunça özara gatnaşygyna (dürlüligine, birmeňzeşligine), sementleşenligine (çökündi jynslarda) bagly.

Möçberli boýunça öýjükleri käbir işlerde **iri öýjüklere** (1mm-den uly), başgaça makroporlara we **ownuk öýjüklere** (1mm-den kiçi), başgaça mikroporlara bölýärler. Iri

öýjüklilige **gowalçlyk** hem diýilýär, olar köplenç özara birleşýän jaýryklardan düzülýärler.

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

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

bu ýerde:

V_{δ} - öýjükleriň göwrümi;

V_u - dag jynsynyň umumy göwrümi.

Dag jynslarynyň gelip çykyşyna, öýjükleriň möçberine, biri-birileri bilen baglanyşyklylygyna görä öýjükleriň **ýapyk** we **açyk** görnüşleri bolýar. Ýerasty suwlaryň hereketi diňe açyk öýjükler arkaly bolup geçýär, sebäbi ýapyk öýjükler howa, gaz ýa-da gapjalan suw bilen doldurylan bolýar.

Agzаланanlar nazarda tutulyp, 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, açyk we işjeň 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 haýsyda bolsa bir möçberiniň agdyklyk etmegine bagly bolýar. Mysal üçin, kirşensi 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).

3-nji tablisa

Öýjük-boşluklaryň möçberine göre bölümişi [25, 54]

Öýjükliligiň görnüşi	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	$> 0,5$	$> 0,25$	$n_i = n_a$

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

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

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 düzýän togalak zireleriň diametri.

Formuladan görnüşi ýaly birmeňzeş möçberli küpürsek çägeləriň öýjükliligi şol çägeleri düzýän zireleriň diametrine bagly hem däldir.

Hakykat ýüzünde çökündi dag jynslary dykyslaşma derejesiniň, zireleriniň keşbiniň, möçberiniň köp dürlüligine, bitewi daşlar weýranlaşma, tektoniki hereketlere sezewar boluşyna baglylykda öýjükliligini örän giň gerimde üýtgedýärler (4-nji tablisa).

4-nji tablisa

**Käbir dag jynslarynyň öýjükliligi
(Gidrogeologiýanyň sprawoçnigi [54] boýunça)**

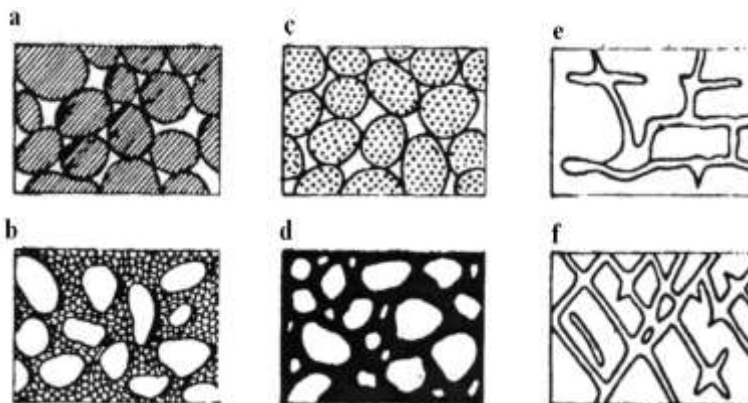
Dag jynslary	Öýjüklilik, %	
	iň kiçi	iň uly
Granitler we gneýsler	0,02	0,6
Karrar mermeri	0,20	0,4
Toýun slanesleri	0,50	7,5
Hekdaşlar	0,50	13,5
Çägedaşlar	3,50	28,5
Çägeler	35,0	42,0
Toýunlar	25,0	55,0
Lýoslar	40,0	55,0

Uly umumy öýjüklilik bilen ýokary suw geçirijiligiň ýakyn baglanyşylygy ýokdur. Mysal üçin, topurlaryň,

toýunlaryň öýjükliligi 40-45% bolsa-da, olar suwy düýbünden diýen ýaly geçirmeýärler. Çagylyly-jyglymy gatlaklaryň öýjükliligi 20-25% bolsa-da, olaryň suw geçirijiligi çägelериňkiden, toýunsow jynslaryňkydan onlarça-ýüzlerçe esse köp bolup biler.

Dagynyk teýgumlaryň zire düzüminiň çyzgysy derňelende **аýgytлаýjы diametr** diýlip atlandyrylýan, ýagny zireleriň özünden kiçilleriniň massasy boýunça 10%-e deň bolan ýagdaýyndaky diametrine uly üns berilýär. Sebäbi hut şol diametr dag jynsynyň işjeň öýjükliligini kesgitleýär. Şonuň netijesinde hatda iribölekli jynslar (çagyllar, iri çägeler) düzüminde 20-25%-e çenli kirşen we toýun bölejiklerini saklasalar-da, işjeň öýjükliligini ýitirip, suw geçirijiligin onlarça esse peseledip 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).



**6-nji 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 bitewidaş

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

Jaýrykly gowalçygyň gidrogeologiyada ähmiýeti jaýryklaryň umumy sanyna, gürlüğine däl-de, aýyk jaýryklaryň inine, jaýryklaryň açylyş derejesine baglydyr. Şol şertlere baglylykda umumy we işjeň gowalçygyň özara gatnaşygy üýtgeýär. Gatlak basyşy köpelse, jaýryklar gysylýarlar, ýapylýarlar, gowalçylyk azalýar. Basyş azalsa küpürseşme, jaýryklaryň açylmasy bolup geçýär.

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 aýyk, işjeň öýjükliligi düýpli artdyrýar.

3.2. Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleri

Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleriniň synplamalary ilkinji gezek O.Meýnsler (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 [17]:

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 görnüşü bar:

1) bug (bug görnüşli);

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

3) kritiki haldan 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. Bugun uly bolmadyk galyňlykdaky bölegi ýeriň ýüzünden ýerasty suwlaryň derejesine 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.

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

Dag jynslaryň düzümindäki suwlaryň bugy şol jynsyň gury massasynyň müňden bir göteriminden köp bolmaýar. Emma bugun hereketi atmosfera bilen ýer gabygynyň üstündäki jynslaryň arasyndaky suwçalşykda wajyp orny eýeleýär.

Suw bugunyň hereketi dag jynslarynyň aýry-aýry gatlajyklarynda bugun maýyşgaklygynyň dürlüligi ýa-da temperaturanyň gradiýentine bagly bolup geçýär.

Ýerasty atmosferanyň degşirme çyglylylygy 100%-e golaýlanda bugun maýyşgaklygy temperaturanyň funksiýasyna öwrülýär, ýagny bug akymalary temperaturanyň gradiýentine bagly bolýar. Dik akymalar dag jynslarynyň möwsümleýin gyzmagyna baglydyr. Şol sebäpli buglar gysyna aşak hereket edýärler, tomsuna olaryň ümzügi yokarylygyna. 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 [5].

Bug görnüşli suw dag jynsyndaky suwuň beýleki görnüşleri bilen hemişelik deňagramlylyk saklaýar. Eger buglar doýgun ýagdaýa geçse, olar goýalyp damja öwrülüp bilýärler. Şu usul bilen dörän damjalar mineral zireleriň üstüne ýapyşýarlar ýa-da jaýryklaryň in dar ýerlerinde toplanyp kapillýar suwlara öwrülýärler. Doýgun bugdan dörän damjalar ownuk çägelerde kapillýar baglanyşyklary döredip bilýärler we guraksy zolakdaky çöl ösümliklerine zerur çygy yzygiderli berýärler (Garagum çägesi). Süýji suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde adamlar gadymy döwürden bari iri öýjükleri (gowalçylyklary) emele getirýän daşy ýylmanak daş üýşmekleriniň (diňleriň) kömegi bilen howadan agyz suwuny toplam almany (şol sanda Garagum çölünde) başarypdylar [26].

Bug görnüşli suwuň in köp bölegi uly çuňluklarda döreýän gyzgyn buglar bilen, şol sanda aşak gitdigiňçe öýjükliligiň, jaýryklylygyň peselýänligi bilen bagly. Şol bir wagtda-da aşakdaky ýokary gyzgynlykly erginler dag jynslarynyň içindeki duzlary eredýärler we köwekleşme döredip bilýärler, gatlakdaky ýokary basyşly suw jaýryklaryň ýumulmagyna päsgelçilik döredýär. Şol sebäpli uly çuňluklarda hem dag jynslarynyň ýokary öýjükliligi bolup bilýär: Hazarýaka çöketlikde 6600 m çuňlukda öýjüklilik 5%-e, Gündogar Kuban çöketliginde 5 km çuňlukda – 13%-e barabar ýerleriniň duşýanlygy bellenýär [20].

Temperaturasý we basyşy kritiki çäkten ýokarda saklanýan ýerasty suwlara **kritiki ahwaldan aňyrky suwlar** diýilýär. Kritiki temperatura 374°C-a, basyş – $2,2 \cdot 10^4$ kPa-a deň hasaplanýar. Ýokary konsentrasiýaly ýerasty erginlerde kritiki temperatura 450°C-a, basyş – $3,5 \cdot 10^4$ kPa-a çenli artyp bilýär [17]. Bu şertlerde suwuň şepbeşikligi azalýar, pH pese düşýär, elektrik geçirijilik artýar. Şol sebäpli kritiki ahwaldan

aňyrky suw güýçli erediji häsiýete eýe bolýar we ýokary konsentrasiýaly metallaryň bar ýerlerinde gidrotermal magdan ýataklarynyň döremegini şertlendirip bilýär (Kraýnow we beýleki, 2004) [17].

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

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

Agramyna akýan suw diýlip, agyrlyk 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 hereketi “ýerasty ýagys” ýa-da **syzylma suwlary** diýlip atlandyrylýar.

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

Toýunsow jynslaryň öýjükleriniň 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) döreýär.

Basyş peselse, “kritiki ahwaldan aňyrky suw” “adaty” suwuklyga we buga (suw-bug garyndysyna) öwrülýär, netijede onuň göwrümi 1,5-2,0 esse köpelýär [44].

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

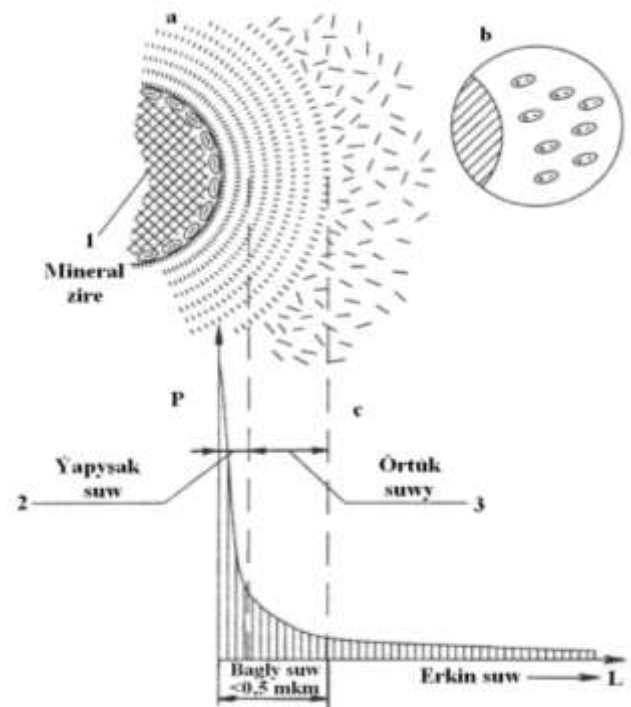
Berk baglanyşykly (ýapyşak) suw külke zireli jynslara mahsus. Olar mineral zireleriniň üstünde howadaky buguň ýa-da suwuk suwuň molekulalarynyň sorulyp saklanmagy (adsorbsiýasy) netijesinde döreýärler (7-nji surat). Mineral zireler otrisatel zaryada eýedir, suwuň molekulalary elektrik meýdanynda položitel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

Mineral ziräniň üstüne 1-3 hatar suw molekulalaryndan ybarat bolan suw ýapyşak suwuň ýokarsyny ýa-da adsorbirlenen suwy emele getirýär. Bu suwuň şeýle fiziki häsiýetleri bar: dykzyzygy – $1,02 \text{ t/m}^3$, doňma temperaturasy – 78°C , dielektrik geçirijiligi – 3-40 (erkin suwuňky – 81). Şeýle suwuň şepbeşikligi, maýyşgaklygy, süýşmä garşylygy ýokary bolýar. Ýapyşak suw ýerasty atmosferanyň çyglylygy 100%-den az bolanda döreýär. Bu suwuň dag jynslaryndaky mukdary mineral we zire düzümine bagly: çägelerde 1%-den geçmeýär, lýoslarda – 8%, toýunlarda – 18%.

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

Gowşak bagly suw (örtük suwy) – dag jynsynyň zireleriniň üsti bilen we berk baglanyşykly suw bilen täsirleşýän suw molekulalarynyň gatlagydyr. Bu suwuň fiziki häsiýetleri erkin suwuňka meňzeş, hereketi galyň örtükden

ýuka örtüğe tarap bolýar, emma duzlulygy dürli gatlaklaryň arasynda osmos basyşy zerarly hem hereket edip bilýärler.



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

a – gaty bölejigiň diffuz gatlagynyň çäginde suwuň molekularynyň ýerleşiş shemasy; b – elektrik zarýadly ziräniň daşynda suwuň dipollarynyň ýerleşiş; ç – mineral ziräniň üstüne çenli aralyga (L) baglylykda, molekulýar güýçleriň ululygynyň (P) üýtgewiniň epýury: 1 – mineral zire; 2 – berk baglanyşykly (ýapysak) suw; 3 – örtük suwly

Ýapyşak we örtük suwlaryň bilelikdäki mukdaryna **maksimal (aňrybaş) molekulýar suwsygym** diýilýär. Bu suw dag jynslarynyň inžener-geologik häsiýetlerine uly täsir edýär, gidrogeologiýa-da suwly gatlagyň suwberijiligini çaklap hasaplamakda hem ulanylýar. Aňrybaş molekulýar suwsygym çägelerde 1-7, gumbaýraklarda 9-13, topurlarda 15-23 we toýunlarda 25-40% [20].

Örtük suwlary agyrylyk güýjüne boýun egmeýärler. Olar dag jynsy tarapyndan agyrylyk güýjünden 70000 esse agdyklyk edýän güýçler bilen saklanýarlar [31].

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.km³, ýagny Ýeriň umman gorlarynyň 10% çemesini düzýär [20].

Kapillýar suwlar dag jynslaryndaky kapillýar boşluklary dolduryp duran suwlardyr (3-nji tablisa). Kapillýar suwlary W.A.Wsewoložskiý [17] bagly suwlaryň hataryna goşyar. Emma gidrogeologlaryň aglaba köpüşi [20, 25, 31, 61 we başgalar] kapillýar suwlary erkin suwlaryň bir görnüşi diýip hasaplaýarlar.

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

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

2) hereketli kapillýar suwlar-yzgar çyglylygyň pes tarapyna kapillýar we agyrylyk güýjüň täsiri bilen herekete gelende;

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

4) kapillýarlar bilen 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 güýju 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 agyrlyk güýjüne-de kapillýar güýçlere hem boýun egyär. Kapillýar güýçler Ýeriň dartyş güýjünden agdyklyk eden wagtynda bu suwlar aşakdan ýokary hem hereket edip bilýärler.

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

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

bu ýerde:

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 [31], hatda $12,0 \text{ m}$ -e [61] hem ýetip bilýär (5 -nji tablisa).

Kapillýarlar boýunça suwuň ýokary galyşynyň çäk bahalary [61]

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 örän giň ýaýran hadysadyr we ol hojalygyň köp pudaklaryna düýpli zyýan ýetirýär. Bu şertde ýeriň ýüzünden tä ýerasty suwlaryň çuňlugyna çenli aralyk (adatça 2-3 m-e çenli) hemişelik kapillýar doýgun ýagdaýyny saklaýar, zeýleýär. Zeýleme öz gezeginde ýerleriň şorlaşmasy, teýgumlaryň berkliginiň peselmesi, toprak-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-a çenli gyzdrylyp kesgitlenende himiki bagly suw göz önünde tutulmaýar. Emma himiki bagly suw 80°C gyzgynlykda zylçanyň kristallaryndan çykyp ugraýar (dolulykda 180°C-da çykyp gutarýar). Şonuň üçin, eger çyglylyk gyzdyrmak usuly bilen (TDS-5180-84) kesgitlenilýän bolsa, zylçaly teýgumda çyglylyk bolmalysyndan ep-esli artykmaç çykýar [5].

Buz görnüşli suw diňe dag jynslarynyň temperaturasy 0°C -a deň bolanda 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 geçýärler. Şol sebäpli buz inžener geologiýasynda gaty jisime-de, suwuk jisime-de goşulman, ideal süýgeşik jisime degişli hasaplanýar. Suwuň buza öwrülmegi 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.

Gidrogeologiki nukdaýnazardan doňan (şol sanda möwsümleýin doýgun) gatlaklaryň suwgeçirmeýän suwabent (wagtlaýyn) bolup bilýänligi hasaba alynmalydyr.

3.3. Dag jynslarynyň suwatabyn häsiýetleri

3.3.1. Çyglylyk we suwsygyym

Gaty bölejikleriniň arasynda boşluk (öýjük, jaýryk) saklaýan dag jynslary şol boşluklarda howa, bug, gaz, nebit, suw saklap bilýärler. Olaryň şol ukybyna **suwsaklaýjylyk**, göz önünde tutulan şertde, **suwsygyym** diýilýär. Şol boşluk – öýjüklerde dag jynsynyň hakykatda saklaýan suwlarynyň mukdaryna **çyglylyk** diýilýär.

Çyglylygyň san bahasyny aňlatmak üçin, adatça, 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 barlanýan nusganyň umumy göwrümüne gatnaşygy, ýagny göwrüm çyglylygy (W_{gow}) görnüşinde aňladylýar:

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

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 [5]. Göwrüm çyglylygy adatça agram çyglylygy W , şeýle-de teýgumuň gury halyndaky dykzlygynyň (ρ_d) üsti bilen hasaplanyp tapylýar:

$$W_{gow} = W \cdot \rho_d \quad (3.7.)$$

Dag jynslarynyň çyglylygy tebigy we emeli şertlere baglylykda (howa şertleri, günün wagty, ýerleriň suwarylmagy, çalykdyrylmagy we ş.m.) çalt we giň gerimde üýtgap 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 (düzüminde gapjalan howa, gaz bolmasa) ondaky suwuň göwrümi boşluklaryň göwrümine deňdir ($\omega = n$). Suwsygymyň beýleki görnüşlerinde dag jynsyndaky suwuň göwrümi boşluklaryň möçberine, jynsyň mineral düzümine we beýleki görkezijilere baglydyr. Bu şertde suwsagymy gowalçlygyň (umumy, açyk ýa-da işjeň) üsti bilen kesgitläp 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) **suwberijilik** diýilýär. Suwberijilik doly suwsygymyň we iň kiçi suwsygymyň tapawudy görnüşinde hasaplanyp kesgitlenip bilner.

6-njy tablisa

**Dag jynslarynyň suwsygymynyň we çyglylygynyň
görnüşleri (W.A.Wsewoložskiý [17] boýunça,
sadalaşdyrylan görnüşde)**

Suwsygym (çyglylyk)	Bellikler
Gigroskopik suwsygym (ýapyşak suwuň aňrybaş mukdary) ω_g	Howanyň degşirme çyglylygy 90-100%-e ýetende dag jynslarynyň mineral zireleriniň üstüne suwuň buglarynyň molekularynyň üstleýin dartylmasy zerarly döreýän ýapyşak suwuň iň köp mukdary

Aňrybaş molekulýar suwsygy $\omega_{m.m.}$	Dag jynsynda saklanyp bilýän fiziki bagly suwuň iň köp mukdary
Iň kiçi suwsygy (dag jynsynyň suwy saklap bilmek ukyby) $\omega_{i.k.}$	Ýapyşak, osmos, kapillýar-üzňe, kapillýar-asylna suwlaryň bilelikde döredip bilýän iň ýokary çyglylygy
Kapillýar suwsygy ω_k	Kapillýar boşluklaryň hemmesiniň suwdan dolandaky suwuň mukdary (kapillýar gaýmanyň çyglylygy)
Doly suwsygy $\omega_{i.u.}$	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 suwsygyndaky çyglylygy
Tebigy çyglylyk $W_{og.}$	Dag jynsynyň tebigy şertlerdäki göwrüm çyglylygy (ýatýş şertine baglylykda ol suwsygy myň islendik derejesine deň bolup biler)
Agramyna akýan suwsygy suwberijilik μ	$\mu = \omega_{i.u.} - \omega_{i.k.}$ (3.7.)
doýgunlyk ýetmezi μ'	$\mu' = \omega_{i.u.} - W_{og.}$ (3.8.)

Doýgun ýagdaýa ýetmedik dag jynsyndaky öýjük-boşluklara siňip bilýän suwlaryň doly mukdaryna **doýgunlyk ýetmezi** diýilýär. Ol doly suwsygy bilen tebigy çyglylygyň (göwrümleýin) tapawudyna deňdir (6-njy tablisa).

Gidrogeologiyada uly ähmiýete eýe bolýan **suwberijilik** dag jynsynyň häsiýetlerine (gowalçlyk, zire düzümi, mineral düzümi) bagly. Bu jähetden ol dag jynsynyň häsiýeti diýip hasaplanyp bilýär. 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') mukdary dag jynslaryň doly suwsygymynadan başga, olaryň ýatýş 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 suwsygyma näçe golaý bolsa, ol şonça-da kiçidir.

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

3.3.2. Syzdyryjylyk

Dag jynslarynyň **syzdyryjylygy** diýip, 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 süzdürijiligiň ölçegi bolup süzülme koeffisiýenti (K) hyzmat edýär, ol Darsiniň kanunynda proporsionallyk koeffisiýentidir we sm/s-de we m/g.-g.-de ölçelýär.

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

Dag jynslarynyň hut öz häsiýetlerine bagly, emma süzülip geçýän suwuň ýa-da gazyň şepbeşikligine we dykyzlygyna bagly bolmadyk syzdyryjylygyny häsiýetlendirilýän görkezijä **syzdyryjylyk koeffisiýenti** diýilýär. Bu görkeziji süzülme koeffisiýenti 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 agramy;

g - erkin gaçyş tizlenmesi;

ρ - suwuklygyň dykyzlygy;

ν - kinematiki şepbeşikligiň koeffisiýenti.

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

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

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

7-nji tablisa

Dag jynslarynyň syzdyryjylygy boýunça synplanysy

Dag jynslarynyň toparlanyşy	Syzdyryjylyk K, m/g.-g.	<u>Agram sygymy</u> suwberijiligi, μ	Dag jynslarynyň kysymlary
Örän ýokary syzdyryjylyklylar	100-den köp	$\frac{0,2 - 0,3}{0,10 - 0,15}$	Çagyllar, güýçli hokurdanlaşan jynslar (hekdaşlar, zylçalar)
Ýokary syzdyryjylyklylar	10-100	$\frac{0,20 - 0,25}{0,03 - 0,05}$	Iri çägeler, güýçli jaýryklaşan ýarymbitewidaşlar (çägedaşlar, granitler we başgalar)
Syzdyryjylar	0,1-10	$\frac{0,15 - 0,20}{0,01 - 0,05}$	Ownuk çägeler, kirşenli çägeler, çala jaýryklaşan, çala hokurdanlaşan jynslar
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

Tebigatda duşýan dag jynslarynyň (dag jynslarynyň kysymyna we durky-halyna baglylykda) syzdyryjylygy biri-

birinden onlarça esse tapawutly bolýar. Syzdyryjylygyň bir kysymyna degişli dag jynsynda 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 toparap bolýar (7-nji tablisa). 7-nji tablisada getirilen maglumatlardaky dag jynslarynyň syzdyryjylygy iş ýüzünde olaryň umumy öýjükliligi bilen bagly däldir. 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 süzülmä ukyplary olary düzýän zireleriň külkeligine, jaýrykly jynslarda-jaýryklaryň açyklygyna baglydyr.

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

G.M.Berýozkinanyň we beýlekileriň emeli öýjüklilik gursawlarda geçiren tejribeleriniň netijeleri dag jynslarynyň syzdyryjylygynyň öýjükliligiň orta radiusynyň 3-nji derejesine proporsionaldygyny görkezdi [17].

Bitewidäş dag jynslary (esasanda magmatik we metamorfik jynslar) jaýrykly bolmasalar gowalçylygy 1-2%-den geçmeýär. Şol sebäpli olar daşy gabsalan “wakuol” suwsygymlý 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**, tersine, diňe daşky serhetleri açyk şertde öz üstünden suwy aňsat geçirýärler.

Berlen kesgitnamalar we teswirlemeler belli derejejede şertli häsiýete eýedir. Mysal üçin, toýun gatlaklary ýokary temperaturada 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 kesimde (sil getiren çökündilerde, derýa serpindilerinde suwabentleriň we kollektoryň 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 , $m^2/g.-g.$), dereje geçirijilik koeffisiýenti (teýgum suwlarynda a , $m^2/g.-g.$), pýezogeçirijilik (dyňzawly suwlarda χ , $m^2/g.-g.$) 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 sarduryş, suwaryş we ş.m.) zerarly ulgamdaky basyşlaryň we dyňzawlaryň üýtgeýşine duýgurlygyny häsiýetlendirýärler.

3.5. Gidrogeologik stratifikasiýa

Gidrogeologik stratifikasiýanyň aýry-aýry soraglaryna A.S.Rýabçenkowyň, M.Y.Altowskiniň, N.I.Tolstihiniň, I.K.Zaýsewiň, N.A.Marinowyň, N.M.Frolowyň [31] we beýlekileriň işleri bagyşlanýar. Gidrogeologik stratifikasiýanyň esasy obýekti ýerasty gidrosfera, hususan-da dag jynslary bilen ýerasty suwlaryň arabaglanyşygy.

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 gaty, gatlagy, toplumu emele getirip bilýärler.

Agzalanarlardan ugur alyp, käbir kesgitlemeleri berip bolýar.

Suwly gat – bu dag jynslarynyň belli bir geologik ýasa degişli gaty, galyňlygy we ýaýrawy boýunça durnukly, onuň

litologik düzümi, süzülme we sygym häsiýetleri birmeňeş. Ýakyn gidrawlik baglanyşyk gatyň çäginde suwuň derejesiniň umumy saklanmagyny üpjün edýär.

Suwly gatlak – bu suwabentleriň arasynda ýa-da suwabent bilen howaly zolagyň arasynda ýatan bir ýa-da birnäçe suwly gat; olaryň kemela gelşi, hereketi we harçlanyşy umumy bolmaly. Suwly gatlak gidrodinamiki özbaşdaklyga eýedir, onuň gidrostatik ýa-da geostatik dyňzawy hemme gatlarda ýakyn aragatnaşygy saklaýar. Suwly gatlagyň çäginde gowşak geçiriji we suwabent jynslar eýerjeň häsiýete eýedirler. Suwly gatlagy düzyňan 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 gatlakdyr. Suwly toplumyň çägindäki her suwly gatlagyň gidrodinamiki özbaşdaklygy bolsa-da, olar gidrawliki baglanyşyklydyrlar. Soňky baglanyşyk ýerasty suwlaryň bir suwly gatlakdan beýlekä akyp geçmegi, iýmitlenme, hereket we harçlanyş şertleriniň umumylygy bilen häsiýetlenýär.

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

Suwabent toplum – bu birnäçe suw geçirmeýän (suwabent) gatlaklaryň az galyňlykly suwly gatlar bilen aralaşyp gelýän gatlanmasydyr. Suwabent toplum adatça sebitleýin suwabent bolup hyzmat edýär we özünden ýokarda we aşakda ýatan suwly gatlaklaryň (toplumlaryň) arasyny üzyär. Suwly topluma degişli suwly gatlarda (gatlaklarda)

gatlakiçi basyşlaryň, gidrodinamiki, gidrohimiki we temperatura režiminiň kemala geliş şertleri umumydyr.

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

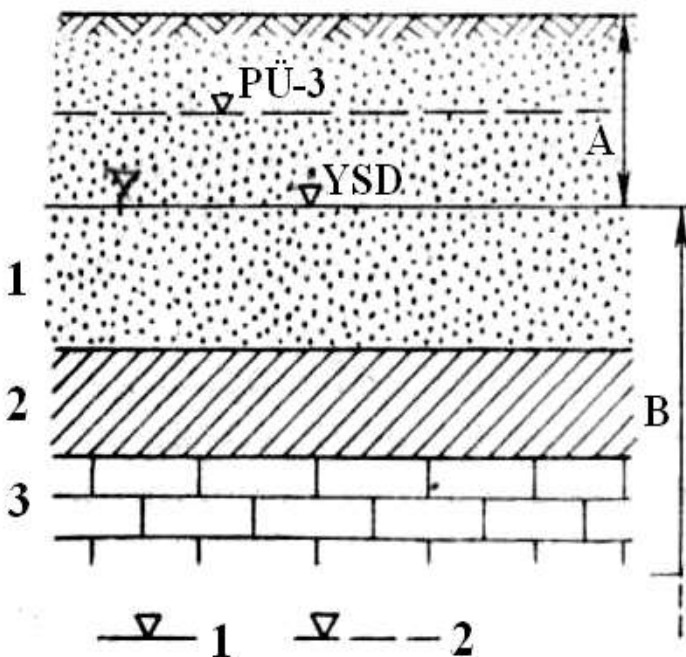
Suwly gatlaklaryň we toplumlaryň bölüniş kadalaryna şekilli mysalda garap geçeliň.

8-nji suratda A zolak çägelerden düzülen, olar kollektorlara degişli (süzülme koeffisiýenti K we suwberijiligi μ boýunça), emma olaryň çyglylygy W doly suwsygymdan (W_d) pesligi sebäpli, zolak suwdan doýgun däl. Başgaça aýdylanda, bu zolakda agramyna akýan suw ýok we şol sebäpli kollektor bolsa-da, suwly gatlak diýip atlandyrylmaýar-da howaly zolaga degişli bolýar. Ondan aşakda suwdan doýgun zolak başlanýar, ol ýerde $W = W_d$. Kesimiň bu böleginde litologik taýdan dürli üç kysyma degişli 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 ýagdaýdalygy sebäpli, olary suwly gatlaklaryň hataryna goşup bolýar. Olaryň arasyny üzýän toýunlar-suwabent gatlak.

Çägelerdäki ýerasty suwlaryň derejesiniň (YSD) hekdaşlar gatlagynyň pýezometrik üsti (PÜ-3) bilen deň gelmeýänligi sebäpli 1 we 3 suwly gatlaklaryň gidrawliki baglanyşynyň ýoklugy barada ýa-da şol baglanyşygyň juda kynlyk bilen bolup geçýänligi barada netijä gelip bolýar. Agzalan suwly gatlaklarda suwuň hereket boşluklary dürli

(çägelerde öýjükler boýunça, hekdaşlarda – jaýryklaryň üsti bilen). Mundan başga, ol gatlaklaryň içindäki 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 düşunjesine kömekçi çyzgy

1 – ýerasty suwlaryň derejesi; 2-3-nji suwly gatlagyň pýezometrik derejesi; 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 öňüne getireliň. Goý 3-nji gatlak hekdaşdan däl-de, edil 1-nji gatlak ýaly çägeden düzülen bolsun, olaryň üstleri PÜ-3 we YSD 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 kesimden görünmeýär. Şol sebäpli, agalan şertde hödürlenen pikiriň ikisiniň hem dogry bolmagy mümkiin. 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 gatlakly bolýar, şol sebäpli suwly we suwabent gatlaklaryň ýaýrawy giň, ýatýş şertleri durnukly bolýar. Çogma we dönen jynslarda gidrogeologik kesim öwrenilende stratifikasiýa ýörelgesini ulanmak mümkinçiligi bolmaýar, sebäbi olarda kollektorlyk häsiýete diňe weýranlaşyp jaýryklaşan ýerli zolaklar ýa-da tektoniki jaýryklaşan sebitleýin zolaklar eýe bolýarlar. Şeýle jaýryklaşma zolaklary geologik araçäklere gabat gelmän, köplenç olary kesip geçýär.

“Gidrogeologik stratifikasiýany nirede ulanyp bolar?” diýen soraga birnäçe mysal getirip bolýar. **Birinjiden**, gidrogeologik taksonlaryň (söklenmelerin) giňişlikde ýaýrawyny öwrenmek gidrogeologik prosesleri we kanunylyklary öwrenmäge mümkinçilik berýär. **Ikinjiden**, gidrogeologik söklenmelerin üsti bilen gidrogeologik kartalaşdyrmanyň nazary esaslaryny düzýän şertli belgileriniň ulgamy düzülýär. **Üçünjiden**, gidrogeologik stratifikasiýanyň üsti bilen gidrogeologik şertlerin ýönetmeleşdirilmegi (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 esasy üns ýerasty suwlaryň ýatýş şertleri boýunça düýpli tapawutlanýan üç sany görnüşine berilýär.

Wagtlaýyn suwlar diýlip, ýerasty suwlaryň şertleýin suwabendiň üstünde döreýän uly bolmadyk toplumyna aýdylýar. Bu suwly gatlak ynsanly (çetwertik) döwrüň çökündilerinde we ene gatlaklarda kemala gelip bilýärler. Bu suwlary geçirmän saklaýan suwabent bolup toýunsow gatlaýyklar 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 suwlar üçin durnuksyz gidrodinamik düzgün mahsusdyr. Bu suwly gatlagyň galyňlygy 1-3 metrden geçmeýär. Şol sebäpli bu suwlar guraksy möwsümde gurap, gapdala syrygyp harçlanýar. Bu suwly gatlak kiçi we gysga ömürli bolsa-da, şahsy hojalyklar tarapyndan ulanylýan ýerleri bar. Gije ýygananan suw irden guýularyň kömegi bilen çykarylyp alynýar.

Wagtlaýyn suwlar gidrogeologik kartalarda görkezilmeýär, hasaba alynmaýar. Gurluşyk işlerinde (mysal üçin, gurluşyk hendegi gazylanda) duýdansyz ýüze çykanda kynçylyk, amatsyz ýagdaý döredip bilýärler (9-njy surat).

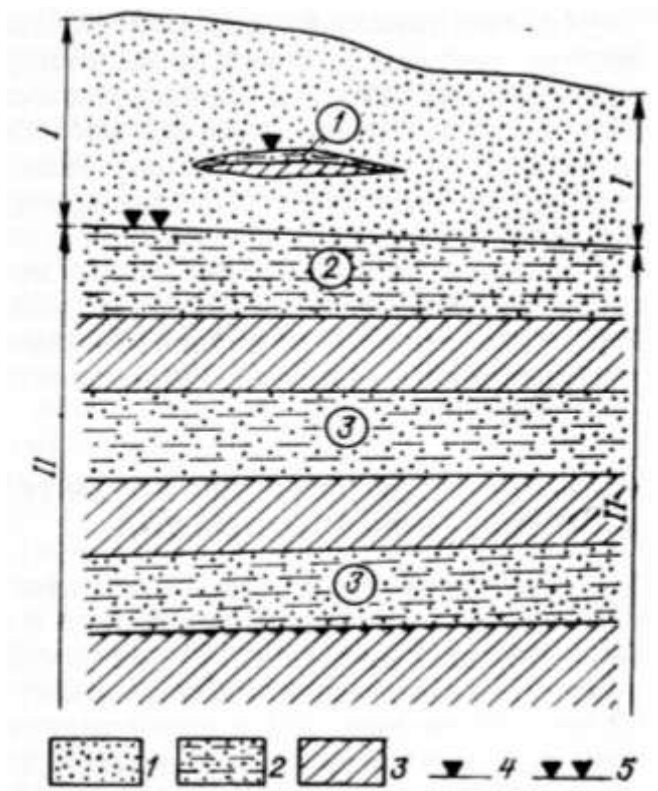
Teýgum suwlary (грунтовые воды) diýen adalga ilkinji gezek rus geology S.N.Nikitin (1900 ý.) tarapyndan ulanylan. Olar ýeriň ýüzünde uly giňişlikde ýaýran suwabentleriň üstünde ýatan birinji suwly gatlakdyr. Bu suwlar ynsanly döwrüň çökündilerinde-de, ene gatlaklaryň weýranlaşma gabygynda hem kemala gelip bilýärler. Suwly

gatlagyň üstünde suw geçirmeýän-suwabendiň ýoklugy sebäpli, bu gatlagda erkin üstli suwly gatlak hem diýilýär.

Teýgum suwlarynyň galyňlygy 5-10 m-den 300-500 m-e çenli (Pöwrize süýji ýerasty suw ýatagy) 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, yüzlerçe metre (hatda käte birnäçe kilometre) 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.



**9-njy surat. Ýerasty suwlaryň käbir kysymlarynyň
ýatyşynyň shemasy**

1-3 – dag jynslary; 1 – suw süzdüriji, emma suwsuz; 2 –
suwly; 3 – suwabent; 4 – wagtlaýyn suwuň derejesi; 5 –
teýgum suwlarynyň derejesi; I – howaly zolak; II – suwdan
doýgun zolak; tegelegiň içindäki sanlar: 1 – wagtlaýyn suwlar;
2 – teýgum suwlary; 3 – artezian (dyňzawly) suwlar

4. SUWUŇ FIZIKI HÄSIÝETLERI

4.1. Suwuk suwuň molekulasyňyň gurluşy

Suwuň agramynyň 11.11% wodorod we 88.89% kislorod düzýär. Ol kislorodyň bir atomyndan we wodorodyň iki atomyndan düzülen ýönekeýje himiki birleşmedir ($\text{H}_2^1\text{O}^{16}$). Häzirki wagtda wodorodyň üç izotopy (protiý- H^1 , deýterit- H^2 , tritiý- H^3) we kislorodyň 6 izotopy (O^{14} , O^{15} , O^{16} , O^{17} , O^{18} we O^{19}) mälimdir. Wodorodyň H^3 izotopy radioaktiwdir, kislorodyň O^{14} , O^{15} we O^{19} izotoplary gysga ömürlidirler. Kislorodyň O^{16} , O^{17} , O^{18} we wodorodyň H^1 , H^2 , H^3 izotoplaryny öwrenip, tebygy şertlerde suwuň molekulasyňyň 18 görnüşiniň bardygy takyklandy. Olaryň fiziki häsiýetleri bir-birinden tapawutlydyr.

Wodorod izotopynyň mukdaryna görä tebigy suwlaryň bölünişine bugarmak prosesi ýardam berýär.

Tebigy suwlarda $\text{H}_2^1\text{O}^{16}$ molekulalary agdyklyk edýär, galan görnüşleri örän az mukdardadyr. Meselem, 1 million wodorod atomynda 200 sany H^2 izotopy, 1 million kislorod atomynda 1000 sany O^{18} izotopy duşýar.

Belli bolşy ýaly, fiziki häsiýetleriň gyzykly üýtgemeleri adaty suwa (H_2O) hem mahsusdyr:

1) Buzuň eremegi, köp jisimlerde boluşy ýaly, giňelmän tersine gysylmak (göwrümi kiçelip) arkaly geçýär;

2) 0°C - dan 4°C çenli gyzdýrylanda suwuň dykzlygy artýar (4°C -da iň dykz suw), ondan artyk gyzdýrylanda bolsa kemelýär;

3) Periodik sistemasynyň beýikligi gidritlerden tapawutlylykda suwuň doňmak we gaýnamak temperaturalary bolmalysyndan pesdir;

4) Suw ýokary udel ýylylyk sygyma hem-de örän ýokary gizlin eremek we bugarma ýylylygyna eýedir;

5) Suwuň duzlary eretmek mümkinçiliginiň üýtgeşikligi onuň ýokary

dielektrik syzyjylygy bilen kesgitlenýär, ýagny 20°C -da ol 80-e deňdir;

6) Basyşyň artmagy bilen 0°C -dan $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ çenli aralykda suwuň goýulygy peselýär (beýleki jisimlerde artyşy ýaly däl-de), diňe ondan ýokary temperaturalarda basyşyň artyşyna görä artýar.

Bu aýratynlyklardan başga-da suwda şöhläniň döwürmegi, sesiň ýaýramagy, üstki dartyş beýleki jisimlerden üýtgeşikdir.

Agyr suw (H_2^{16}O ýa-da deýteriý D) ünsüni has hem özüne çekýär. Ol adaty suwdan elektroliz usuly bilen alynýar. Onuň molekulýar agramy 20-ä deňdir, dykzlygy- 1.106 g/sm^3 , iň dykz ýagdaýy $+11.6^{\circ}\text{C}$ temperaturadadyr, onuň gaýnama temperaturasy $+101.42^{\circ}\text{C}$, buzuň eremek temperaturasy $+3.82^{\circ}\text{C}$ deňdir. Agyr suw adaty suwdan goýulygy, üstki dartyş we beýleki häsiýetleri boýunça düýpgöter tapawutlanýar. Onuň biologik häsiýetleri hem üýtgeşikdir: bu suwda tohum gögermeyär, suw jandarlary üçin ölüm howpludyr. Tebigy suwlarda adaty suwuň 5000 bölegine agyr suwuň bir bölegi düşýär. Ol hem özüniň zyýanly täsirini ýetirimeýär.

Häzirki döwürde spektroskopik we rentgenografik derňewleriň netijesinde suw molekulasynyň gurluşy öwrenilip, ondaky wodorod baglanyşygyna görä suwuň dürli struktura modelleri teklip edildi. Bu bolsa, dürli geologik mesleleri çözmäge, esasan hem suwuň ýeriň gaty gabygyndaky we gidrogeohimik proseslerdäki geologik ornuny aýdyňlaşdyrmaga mümkinçilik berýär.

4.2. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri

Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri suwlaryň suw üpjünçiligi üçin ulanarlyk hiline, olaryň dürli gurluşyk desgalaryny, materiallaryny iýijilik täsirine deslapky baha kesmäge mümkinçilik berýär. Suwuň fiziki häsiýetleri adatça gös-göni meýdan şertlerinde suwly nokadyň ýazgysy geçirilende, suwuň nusgasy alnanda kesgitlenýär. Suwuň fiziki häsiýetlerine onuň dykzlygy, temperaturasy, durulygy, bulanyklygy, reňki, tagamy, ysy, elektrik geçirijiligi we beýlekiler degişli. Meýdan şertlerinde suwuň temperaturasy, reňki, durulygy, tagamy, ysy öwrenilýär.

Suwuň tagamynyň, ysynyň, reňkiniň we bulanyklygynyň kesgitlenilişi TDS-3351-84 resminama boýunça kadalaşdyrylýar.

Suwuň temperaturasy. 10 m çuňlukdan aşakda ýatan teýgum suwlarynyň temperaturasy adatça howanyň ýerli ortaça ýyllyk temperaturasyna golaýdyr. Türkmenistanda ol 15-25°C aralygynda üýtgeýär. Aşaky dyňzawly gatlaklardan çeşmeler, skwažinalar arkaly çykýan suwlar ýyly (30-35°C-a çenli), käte sowugrak (15-25°C-a çenli) bolup bilýär. Temperaturasy 7-11°C aralygyndaky suw içmek üçin, 35-37°C aralygyndaky suw ýuwunmak üçin (wannada) amatly hasaplanýar.

Gidrogeologik gözleglerde ýerasty suwlaryň temperaturasy çeşmedäki, guýudaky, skwažinadaky suwuň içine goýberlen termometr bilen ölçelýär.

Çeşmeleriň, açyk zeykeşleriň, kârizleriň, ýalpak guýularyň suwlarynyň temperaturasyny ölçemek üçin howanyň temperaturasyny ölçýän termometre meňzeş sapan termometrini ulanyp bolýar (10-njy surat). Bu şertde termometri suwdan çykarmankaň temperaturany ölçemeli. Çuň guýulardaky, skwažinalardaky suwlaryň temperaturasyny ölçemek üçin ýöriteleşdirilen (duýgurlygy ýörite peseldilen) termometrler ulanylýar (11-nji surat).

Guýularda aşakdan ýokaryk çykarylýança daşky howanyň täsiri bilen temperatura üýtgemez ýaly termometriň simap şarjagazynyň daşy ýylylygy haýal geçirýän material (ýüň, pamyk we ş.m.) bilen örtülýär, ýagny ýörite „ýalta“ termometr ulanylýar. Şeýle termometriň suwuň temperaturasyny dogry ölçemegini berjaý etmek üçin, ony suwda azyndan 10-15 minutyň dowamynda saklamaly. Çuň skwažinalardaky suwuň temperaturasy elektrotermometrler we elektroelementler arkaly ölçelýär.



10-njy surat
Sapan termometri



11-nji surat
Ýalta termometr

Suwuň reňki. Arassa suw reňksiz bolýar. Suwuň reňki onuň düzümindäki mehaniki we organiki garyndylara bagly. Suwa sarymtyl we goňras reňki organiki garyndylar berýär; demriň kem turşusy we kükürtli wodorod, şeýle-de talh suwlar suwa ýaşylymtyl-mawy öwürşin berýärler.

Suwuň reňkini kesgitlemek üçin beýikligi 30-40 sm bolan iki sany aýna silindrleriň birine barlanýan suw, beýlekisine distillirlenen (saplanan) suw guýulýar we olaryň reňki deňeşdirilýär.

Suwuň durulygy. Suwuň durulygy hem onuň düzümindäki mehaniki we organiki garyndylara bagly. Suwuň durulygyny kesgitlemek üçin suwy silindr şekilli aýna gaba guýmaly we ony ýörite möçberli hatyň (şriftiň) üstünde goýmaly. Eger hat gowy saýgartmaýan bolsa, gapdaky suwy döküp azaltmaly we täzedan okamaly. Haty saýgardýan suw sütüniniň iň uly galyňlygy (santimetrde ölçelýär) durulygyň mukdar görkezijisi bolýar. Meýdan şertlerinde agzalan silindr düýbi tekiz, reňksiz çüýşe gap bilen çalşyrylyp bilner. Eger durulyk 30 sm-den az bolmasa, onda suwuň durulygy kanagatlanarly hasaplanýar.

Durulyga gapma-garşy many berýän **bulanyklyk** adalgasy hem käte ulanylýar. Suwuň bulanyklygy suwuň içinde ýüzüp ýören kirşen, toýun, kolloid zireleriniň massasynyň suwuň umumy göwrümüne bolan gatnaşygydyr.

Hususan alanyňda bulanyklyk ýerüsti suwlar üçin mahsusdyr. Ol derýalaryň joşmagy, kanallaryň, ýaplaryň ýokary akymynda arçaýyş (çuňaldyş, giňeldiş) işleriniň geçirilmegi bilen bagly bolup bilýär.

Akar suwuň bulanyklygy akabanyň hanasynyň gömülmegine, howa sowanda buz örtüginin döremeginiň güýçlenmegine täsir edip bilýär.

Suwuň tagamy. Suwuň tagamy onuň düzümindäki erän mineral maddalara, garyndylara we gazlara bagly. Düzüminde hlorly natriý 500 mg/dm^3 -a çenli bolan suw süýjümtik, 600 mg/dm^3 –dan köp bolsa, duzly (şorumtyk) bolýar. Magniniň

sulfaty suwa aýy, demriň duzlary-ýympyk, organiki maddalar-süýjümtik, magniniň we kalsiniň gidrokarbonatlary, şeýle-de erkin kömürturşy gazy (CO_2) suwa ýakymly tagam berýär. Duzlulugy az ýagş suwlarynyň tagamy ýakymsyz bolýar. Suwuň tagamy 20-30°C-a çenli gyzdýrylan suwy birnäçe sekuntlap agzyňda saklap kesgitlenýär. Emma her adamyň tagama baha kesişiniň subýektiwligi sebäpli, olaryň biri-birine gabat gelmeýän wagtlarynyň hem bolýanlygyny bellemeli.

Suwuň ysy. Ýerasty suwlar adatça yssyz bolýar. Eger suwda kükürtli wodorod bar bolsa, ol suwa palak ýumurtganyň ysyny berýär. Agaç, çöp çöwlükli guýularda uzak duran ýata suwlaryň ýakymsyz ysy bolýar. Ýata ýerüsti suwlaryň ysy köplenç suwda bar bolan bakteriýalar, çüýreýän organiki maddalar bilen bagly.

Suwuň ysyny kesgitlemek üçin ony probirka guýup, 50-60°C-a çenli gyzdymaly. Soňra probirkanyň agzyny dykmaly, suwy çäýkap, dykyny aýryp, suwy ysgamaly.

5. ÝERASTY SUWLARYŇ HIMIKI DÜZÜMI

5.1. Wodorod görkezijisi we turşama - gaýtarma reaksiýasy barada düşünje

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi wodorod görkezijisiniň we ion-duz ulgamynyň üsti bilen aňladylýar.

Wodorod görkezijisi (pH) – suwdaky wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny (aktiwligini) kesgitleýär. Suw azda-kände ionlara dargaýar:



Islendik suw ergininde wodorod ionlarynyň konsentrasiýasy suwuň ion köpeltmek hasyly (K_B) bilen kesgitlenýär:

$$[H^+] \cdot [OH^-] = K_B$$

Bu görkeziji (K_B) hemişelik ululyk bolup, temperatura we az-kem basyşa baglydyr.

22°C temperaturada suwuň ion köpeltmek hasyly $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ sana deňdir. Neýtral (bitarap) suwda H^+ we OH^- ionlaryň konsentrasiýalary deň bolýar. Onda wodorod ionlarynyň konsentrasiýany şeýle hasaplap bolýar:

$$[H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}$$

Wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny **pH** görkeziji bilen aňlatmak kabul edilen. Ol H^+ ionynyň konsentrasiýasynyň onlyk logarifminiň tersin (otrisatel) bahasy bilen alnan görnüşidir:

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg [10^{-7}] = 7$$

pH görkezijä görä suwlar 5 topara bölünýärler (8-nji tablisa).

8-nji tablisa

pH görkezijä görä ýerasty suwlaryň toparlanysy

Toparlar	pH
Aşa turşy	$pH < 5$
Turşy	$pH = 5-7$
Neýtral (bitarap)	$pH = 7$
Aşgarly	$pH = 7-9$
Ýokary aşgarly	$pH > 9$

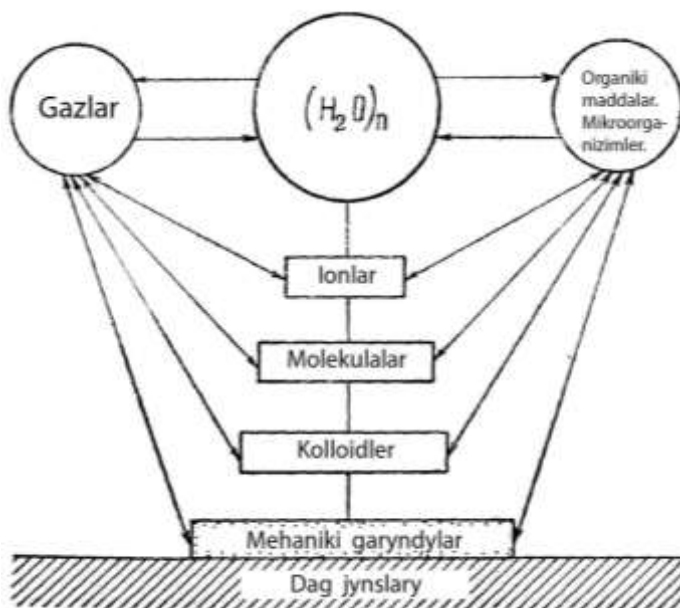
Ýerasty suwlarda $pH = 1,8 - 11,0$ aralykda bolup bilýär, emma köplenç $pH = 5-8$ aralygynda üýtgeýär.

Suw düzümi boýunça wodorod görkezijisiniň kiçi bahalaryna ($pH < 7$) eýe bolanda suwuň iýijilik ukyby artýar, şol sanda gurşawdaky duzlaryň ereýijiligi güýçlenýär.

Suwdaky wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny suwuň nusgasyny alan ýerinde kesgitlemeli. Iň köp ulanylýan usul-kolorimetrik usuldyr. Ol dürli indikatorlaryň wodorod görkezijesine baglylykda reňkini üýtgetmek ukybyna esaslanýar.

5.2.Ýerasty suwlaryň ion-duz ulgamy

Ýerasty suwlaryň ion-duz ulgamy makro – we mikrodüzümlerden, radioaktiw elementlerden ybarat. Tebigy suwlarda bulardan başga organiki maddalar we mikroorganizmler, suwda erän duzlar, kolloidler we mehaniki garyndylar bolup bilýärler (12-nji surat).



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

Suwuň duzlulygy (gury galyndysy)

Suwuň duzlulygyna suw 110°C-da gyzdyrlyp, doly bugardylandan soň galýan galyndynyň massasy boýunça baha kesilýär. Ol g/dm³-de (g/litrde) ölçelýär.

Duzlulygy boýunça tebigy suwlar baş topara bölünýärler (9-njy tablisa).

**Tebigy suwlaryň gury galyndysy boýunça
toparlanyşy**

Toparlar	Gury galyndysy, g/dm³
Süýji	<1
Çala şorumtyk	1 – 3
Güýçli şorumtyk	3 – 10
Duzly	10 – 50
Goraba	>50

Gury galyndynyň 1 g/dm³ –dan az bolmagy, içimlik **agyz suwuna** bildirilýän esasy talapdyr. Süýji suwlaryň düzüminde adaty gidrokarbonat ionlar agdyklyk edýär.

Çala şorumtyk suwlar duzlarynyň mukdary boýunça TDS-2874-82 resminamanyň talaplaryna gabat gelmese-de, suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde agyz-hojalyk suwlary hökmünde ulanylýar.

Güýçli şorumtyk suwlar adama içmäge doly ýaramsyz bolsa-da, mallary suwa ýakmak üçin Türkmenistanda giňden ulanylýar.

Şorumtyk suwlaryň düzüminde sulfat-ionlary agdyklyk edýärler. Duzly suwlaryň, gorabalaryň düzüminde hlor ionlary agdyklyk edýärler. Suwuň bir litrinde erän duzlaryň mukdary 600 grama çenli ýetip bilýär.

Suwuň düzümindäki himiki elementler, ionlar, molekulalar adaty şertlerde duşýan mukdarlaryna baglylykda **baş düzümlere (makrokomponentlere)** we **mikrokomponentlere** bölünýärler.

Baş düzümlere (makrokomponentlere) suwda köp mukdarda duşýan elementler we birleşmeler degişli. Olar suwuň himiki kysymyny we esasy häsýetlerini kesgitleýärler.

Esasy baş düzümler – suwuň hut özüni döredýän kislorod bilen wodoroddyr.

Suwuň himiki düzüminiň kysymy we esasy häsýetleri: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} ionlary (baş düzümleri) bilen kesgitlenýär. Tebigy suwlaryň mineral düzüminiň esasy bölegini (süýji we şorymtyk suwlarda 90-96%-ni, duzlulygy ýokary suwlarda 99%-den köp bölegini) baş düzümler düzýär.

Süýji we şorymtyk 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 aýry-aýry ionlarynyň häsýetnamasy 10-njy tablisada berilýär.

Mikrokomponentler diýlip, ýerasty suwlaryň düzüminde 10-100 mg/dm³ –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 dürli biologik proseslere täsiri uludur.

Käbir sebitlerde suwda we toprakda mikroelementleriň ýetmezçilik ýa-da artykmaçlyk etmegi adamlary keselledip bilýär. Mysal üçin, organizimde iodyň ýetmezçiligi bolsa, boýun çişme (zob) keseli döredýär. Mikroelementleriň ýetmezçiligi duýulýan ýerlerde, olar ýörite iýmite goşulýar. Biziň Garaşsyz Türkmenistanymyz ilaty ýod garylan nahar duzy bilen üpjün etmekde dünýä ýurtlarynyň ön hatarynda barýar.

Kolloidler. Käbir elementler ýerasty suwlar bilen ion görnüşinde göçüp bilmeýärler (alýuminiý, demir we ş.m.). Olar suwda kolloid zireleri görnüşde hereketde bolýarlar. Kolloid ziresiniň (misellanyň) möçberi $(10-1000) \cdot 10^{-10}$ m bolup, ol hakyky erginlerden azyndan on esse iridir. Kolloidiň udel üst meýdanynyň ululygy we zarýadlylygy (otrisatel) zerarly, olar dürli maýda zireleri özüne dartmaga (adsorbsiýa häsiýetine) ukyply bolýar.

5.3.Ýerasty suwlaryň gaz düzümi we düzümindäki mikroorganizmlar

Gazlar. Suwda köp duşýan gazlara kislorod (O_2), kömürturşy gazy (CO_2), kükürtli wodorod (H_2S), wodorod (H_2), metan (CH_4) degişli. Suwdaky gazyň mukdary gazyň fiziki we himiki häsiýetlerine, suwuň temperaturasyna we basyşyna bagly.

Kislorod suwa howadan barýar we suw ösümlükleriniň fotosintez prosesi bilen döreýär.

Kömürturşy gazy (uglerodyň goşa oksidi) howadan barýar we Ýer gabygynda bolup geçýän prosesler bilen bagly.

Kükürtli wodorod ýerasty suwlarda, esasan, sulfat dikeldiji anaerob bakteriýalaryň ýaşaýyş prosesleri bilen bagly.

10-njy tablisa

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi

Elementler we birleşmeler	Olaryň häsýetnamasy
Kislorod O_2	Demri posladýar, turbalary çüýredýär
Erkin kömürturşy gazy CO_2	Bu turşulygyň betona, demre iýiji täsiri bar
Hlor Cl^-	Ýerasty suwlarda köp duşýar, käte suwuň organiki hapalananlygyň alamaty bolup hyzmat edýär
Kükürt kislotasy (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 kislötasy (nitrat-ion NO_3^-)	Az mukdarda duşýar
Azotly kislota (nitrit-ion NO_2^-)	Seýrek duşýar, emma duşýan wagty suwuň içmäge ýaramsyzlygyny aňladýar

Ýerasty suwlardaky organiki maddalar we mikroorganizimler

Organiki maddalaryň ýerasty suwlara geçmeginiň çeşmeleri bolup ygallar we ýerüsti suwlar, topraklar we olardaky erginler, gyrmançalar we gyrmança suwlary, dag jynslary, nebit we gemre (torf) görnüşli organiki üýşmeler hyzmat edýärler.

Ýerüsti suwlarda organiki maddanyň mukdarlaýyn häsiýetnamasy hökmünde organiki uglewodorodyň (C_{org}) ululygy ýa-da turşamanyň dürli görnüşindäki (permanganat, bihromat, iodat we ş.m) kislorod ulanylýar. Organiki madda bilen nebit-gazly suwlar, esasan hem gazkondensatly ýataklaryň suwlary baýlaşandyr. Ýerasty suwlarda ergin organiki maddalaryň suwuň himiki düzüminiň taplanmagynda, himiki elementleriň toplanmagynda we ýaýramagynda uly ähmiýeti bardyr, olaryň derman we agyz suwlarynda şypa beriji orny kesgitlenendir. Ýerasty suwlaryň hapalanmadan goramagyň soraglary çözülen-de suwdaky dürli organiki birleşmeleriň mukdaryny we düzümini bilmek zerurdyr.

Suwuň sanitar (arassalyk) ýagdaýyna baha bermek üçin onuň bakterial düzümi kesgitlenýär.

5.4. Ýerasty suwlaryň gurluşyk konstruksiýalaryny iýijilik täsiri

Suwuň dürli materiallary iýijilik (posladyjy, zeňlediji, çüýrediji) ukybynyň görnüşleri.

Gurluşykda ýerasty suwlaryň betonlary, metallary we gaýry materiallary iýijilik ukybyny öwrenmeklige uly üns berilýär. Suwuň iýijiliginiň sulfat, kömürturşy, bikarbonat, umumy turşulyk, magniý we kislorod görnüşleri bar.

Sulfat iýijiligi. Suwuň düzüminde sulfat iony SO_4^{2-} 250 mg/dm³ – dan artyk bolsa, hem-de sulfatyň (SO_4^{2-}) we hloruň (Cl) bilelikdäki mukdary 1000 mg/dm³-dan geçse, betonda täze birleşmäniň – zylçanyň ($CaSO_4 \times 2H_2O$) we kalsiniň sulfatalýuminaty emele gelýär. Bu bolsa betonyň göwrüminiň 2-3 esse ulalmagyna, umuman, betonyň owranypsynmagyna getirýär. Şeýle suwlar Türkmenistanda giň ýaýrandyrlar.

Kömürturşy (gidrokarbonat aşgarly) iýijilik betonyň düzümindäki hekiň suwda eräp aýrylmagy bilen bagly. Suwuň wagtlaýyn talhlygy ýokary bolmadyk şertde we suwda gidrokarbonat ion (HCO_3^-) juda az mukdarda bolanda, suwdaky ergin ýagdaýyndaky uglerodyň ikili okisiniň (CO_2) bir bölegi atmosfera howasy bilen deňagramly bolan ýagdaýynda-da (0,6 mg/dm³) iýiji häsiýete eýe bolýar. Şeýle suw betonyň düzümindäki heki ($CaCO_3$) eredip ýuwup aýyrýar.

Umumy turşulyk iýijiligi TGN 02.03.01-99 laýyklykda suwuň wodorod görkezijisi $pH < 6,5$ şertde döreýär. Adaty portlandsementiň yzgar-geçirmezlik ukyby W4 derejede bolanda iýijilik $6,5 > pH > 5,0$ şertde – gowşak iýiji; $5,0 \geq pH > 4,0$ şertde – aram iýiji; $4,0 \geq pH > 0$ şertde – güýçli iýiji hasaplanýar. Agzalan şertlerde betondaky hekiň suwda eremesi güýçlenýär.

**Suwuň himiki düzümine baglylykda suwuk
gurşawyň iýijilik ukybynyň kesgitlenişi**

Iýijiligiň görkezijileri	Desganyň daş-töwere-gindäki jynslaryň K 0,1 m/g.-g.-den ýokary bolanda suwuk gurşawyň iýijilik görkezijileri	Organik däl suwuk gurşawyň betony iýijilik derejesi
Gidrokarbonat aşgarly, mmol/dm ³	0-dan köp 1,05 çenli	Gowşak iýiji
Wodorod görkezijisi <i>pH</i> (umumy turşulyk iýijiligi)	5-6,5 4-5 0-4	Gowşak iýiji Aram iýiji Güýçli iýiji

Iýiji kömür turşulygy, mg/dm ³	10-40 40-dan köp	Gowşak iýiji Aram iýiji
Magniý ionynyň mukdary (Mg ²⁺), mg/dm ³	1000-2000 2000-3000 3000-den köp	Gowşak iýiji Aram iýiji Güýçli iýiji

Magniý iýijiligi suwdaky Mg^{2+} ionyň mukdary 1000 mg/dm³-dan artyk bolanda duşýar. Bu şertde magnili suw betona siňip, ony sulfat ionyňka meňzeş hilde haraplaýar. Şeýle iýijilik diňe aşa duzly suwlarda duşýar (gury galyndy 30-40 g/dm³ - dan uly bolan şertde).

Kislorod iýijiligi suwda kislorodyň bolmagy bilen bagly. Ol, esasan, metaldan ýasalan enjamlary zaýalaýar (turbalary, nasoslary, relsleri we ş. m.).

Suwuň dürli materiallary iýijilik täsirine TGN 2.03.11-99 gurluşyk normasynyň kadalaryna görä baha kesilýär.

Suwuň betony iýjiligi kesgitlenende 12-13-nji tablisalardan peýdalanylýar.

**Sulfat-ionyň we gidrokarbonat-ionyň mukdaryna
baglylykda desganyň daş-töweregindäki jynslaryň K 0,1
m/g.-g.-den ýokary bolanda suwuk gurşawyň sulfat
iýijiligiň dürli sementlere täsiri**

Sement	Gidrokarbonat-ionyň dürli mukdarynda (HCO_3^- , mmol) sulfat- ionyň (SO_4^{2-} , mg/dm ³) san bahasyna baglylykda iýijiligiň görkezijileri			Organiki дәl suwuk gurşawyň betonyň W4 kysymly suwabentligind e iýijilik derejesi
	0-3 mmol	3-6 mmol	6 mmol- dan köp	
TDS 10178-76 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 22266-94 kysymly sulfata çydamly sementler	3000- 6000	6000- 8000	8000- 12000	Göwşak iýiji
	6000- 8000	8000- 12000	12000- 15000	Aram iýiji
	8000- den köp	12000- den köp		Güýçli iýiji

5.5. Agyz-hojalyk suw üpjünçiligi üçin ýerasty suwuň hiline baha kesmek

Agyz suwunyň hiline baha kesmek

Agyz suwy (içmäge ýaramly hasaplanýan suw) reňksiz, dury bolmaly, onuň temperaturasy 4°C -dan 15°C -a çenli bolmaly, ysy, tagamy, düzüminde kesel dörediji bakteriýalar, agyr metallaryň duzlary bolmaly däl. Hapalamak howpuny döredýän çeşmelerden, şertlerden ýerasty suwlar doly goragly bolmalydyr.

Agyz-hojalyk suwuň merkezleşdirilen çeşmesi görnüşde suw saýlanyp alnanda döwlet standartynyň (TDS-2874-82) talaplary berjaý edilýär. Suwda erän maddalaryň jemi massasy $105\text{--}110^{\circ}\text{C}$ -da kesgitlenýän gury galyndy 1000 mg/dm^3 -dan geçmeli däldir. Duzlulygy has ýokary bolan suwlaryň ulanylmak mümkinçilikleri Döwlet sanitar gullugy tarapyndan ýerli şertlere görä kesgitlenilýär. Suwuň umumy talhlygy 7 mmoldan geçmeli däldir. Talhlygy we duzlulygy ýokary suwlaryň alaç tapylmadyk ýerlerde ulanylýan ýerleri bar: mysal üçin, gury galyndysy $1500\text{--}2500\text{ mg/dm}^3$ -e çenli, hlör $450\text{--}600\text{ mg/dm}^3$ -e çenli,

sulfatlar $300\text{--}500\text{ mg/dm}^3$ -e çenli, talhlyk 10-14 mmola ýetýän suwlar käbir şertlerde ulanylýar.

Agyz suwunda ammiagyň, azot kislotasynyň bolmagyna ygtyýar berilmeli däldir, sebäbi, olaryň suwda bolmagy diňe golaý-goltumda organiki maddalaryň çüýreyänliginiň alamatydyr.

Arassalanman içmäge berilýän suwuň düzüminde garyndylar şeýle mukdara çenli bolup bilerler (mg/dm^3 -da): gurşun-0,1; myşýak-0,05; ftor-1,5; mis-3; sink-5, demir-0,3, fenol-0,01.

Agyz suwunda garyn garahassalygynyň, holeranyň, dizenteriýanyň bakteriýalary bolmaly däldir. Suwuň hapalananlygynyň alamaty bolup kesel dörediji bakteriýalar,

ýagny içege taýajygy-koli (bakteriýa) hyzmat edýär. Koli taýajygynyň hut özi zyýansyzdyr, emma onuň mukdarynyň artmagy suwuň ýokanç keselleri döredýän bakteriýa bilen hapalananlygynyň alamatydyr. İçmek üçin ýaşayş jaýlaryna göýberilýän her 1 litr suwda koli taýajyklarynyň sanynyň 3-den geçmezligi (koli-indeks) suwuň bakteriýalar bilen hapalanmanlygynyň nyşanydyr.

Tehniki suwuň hiline baha kesmek

Önümçiligiň her görnüşi (gurluşyk, kagyz, deri, konserwa önümçiligi we başg.) suwa dürli talaplar bildirýär. Adatça, tehniki hajatlar üçin suw dury, reňksiz, yssyz we mümkin boldugyça talhlygy pes bolmaly.

Iň ýokary talaplar bug döredýän gazanlara berilýän suwuň hiline bildirilýär. Ol suwlar gazanyň iç ýüzünde kesmek emele getirmeýän, suwuň ýüzünde köpürjik emele getirmeýän, gazanyň materialyny iýip haraplamaýan bolmalydyr. Bu gazanlar üçin suwuň gury galyndysy 300 mg/dm³-e çenli, hloruň mukdary 300 mg/dm³-e çenli bolmaly, iýiji kislota (CO₂) düýpgöter bolmaly däl, talhlyk 1,8-3,0 mmoldan geçmeli dälidir.

5.6. Suwuň himiki derňewleriniň görnüşleri we olaryň şekilendirilişi

Suwuň himiki düzümini öwrenmeklik onuň agyz suwy, hojalyk we tehniki hajatlar üçin, derman suwy hökümünde, suwaryş, örüleri suwlandyryş, ýylylyk-energetik we başga maksatlar üçin ulanmak mümkinçiligini çözmäge ýardam edýär.

Suwuň hili meýdan gidrogeologik gözleglerinde derňewleriň dürli görnüşleri üçin alnan nusgalyklarda öwrenilýär.

Suwuň himiki derňewlerini meýdan, gysgaldylan, doly we ýörite görnüşlere bölýärler.

Meýdan himiki derňewi meýdanyň gidrogeologik şertleri ilkinji tapgyrlerde öwrenilende suwuň himiki düzümi köpçülükleýin kesgitlenende geçirilýär. Derňew meýdan şertlerinde göçme laboratoriya bilen amala aşyrylýar. Bu derňewde adaty suwuň fiziki häsiýetleri, pH, Cl, SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , CO_2 , H_2S , umumy tahllyk kesgitlenýär. $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{2+} ýa-da Ca^{2+} , wagtlaýyn tahllyk, mineral maddalaryň jemi hasaplamalar arkaly tapylýar. Derňew kesgitlemäniň derňewini geçirmäge mümkinçilik bermeýär.

Gysgaldylan himiki derňew has takyk usullar bilen ornaşykly laboratoriyalarda geçirilýär. Bu derňewde 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_3 , azot CO_2 we iýji CO_2 , umumy we karbonat tahllygy, turşajylygy we gury galyndysy kesgitlenýär. Bu derňew meýdan derňewine garanynda has takykdyr we gury galyndy boýunça kesgitlemäniň derňewini geçirmäge mümkinçilik berýär.

Doly himiki derňew suwuň himiki düzümini jikme-jik häsiýetlendirmek üçin ornaşykly laboratoriyalarda geçirilýär. Bu derňewde gysgaldylan himiki derňewdäki ähli komponentler we goşmaça $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, mikrokomponentler we radioktiw elementler kesgitlenýär. Bu derňew has takykdyr we diňe gury galyndy boýunça däl-de, kationlaryň we anionlaryň millimollarynyň jemi boýunça hem kesgitlemeleriň derňewini geçirmäge mümkinçilik berýär.

Ýörite analiz haýsy-da bolsa belli bir meseläni çözmek üçin geçirilýär (meselem, derman we senagat suwlaryndaky belli bir komponentleri öwrenmek, gidrogeohimiki gözleglerde seýrek we dagap pytran komponentleri, gazlary, organiki we beýleki maddalary öwrenmek we ş.m.).

Suwuň himiki derňewleriň işlenişi we şekillendirişi

Suwuň himiki derňewiniň netijeleri ergin maddalaryň agramlaýyn ion mukdarynda mg/dm^3 ýa-da g/dm^3 berilýär. Ionlaryň arasyndaky mukdarlaýyn gatnaşygy ýüze çykarmak we himiki derňewiň netijelerini tertipleşdirmek üçin agramlaýyn (mg/dm^3) görnüşden ekwiwalent molýar (mmol), soňra bolsa deňeşdirmе molýar (mmol-%) görnüşe geçirýärler.

Ion (mg/dm^3) görnüşden molýar (mmol) görnüşe geçirmek üçin onuň mukdaryny geçiş koeffisientine (14-nji tablisa) köpeldilýär.

Kationlar	Koeffisientler	Anionlar	Koeffisientler
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	0.0435	Cl^-	0.0282
Ca^{2+}	0.0499	SO_4^{2-}	0.0208
Mg^{2+}	0.0822	HCO_3^-	0.0164

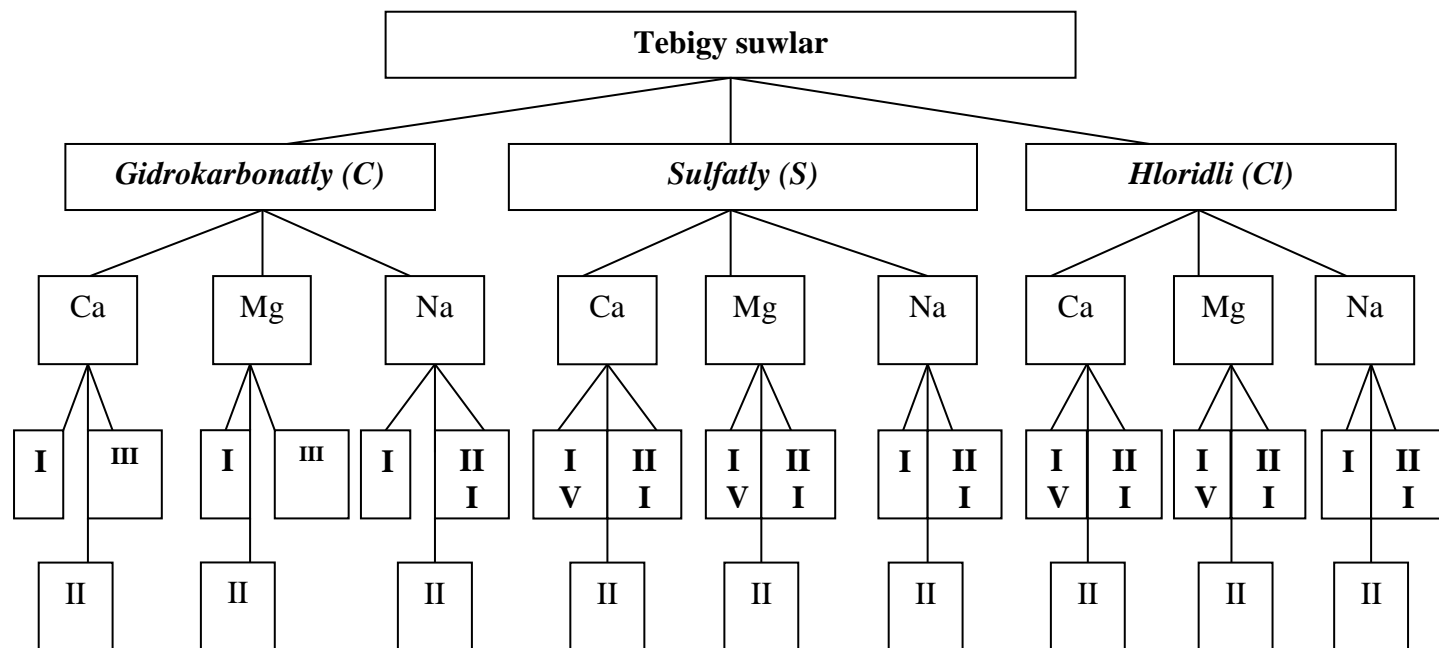
Mmol-% hasaplamak üçin anionlaryň (kationlaryň) mmol jemlerini 100% deňläp, her anionyň (katonyň) mmol-% mukdaryny aýry-aýrylykda hasaplanýarlar.

Suwuň himiki derňewleriniň netijeleriniň işlenilişi

Suwuň himiki derňewlerini tertipleşdirmek üçin köp sanly synplamalar hödürlendi, emma umumylaşdyrylan ýeketäk synplama henize çenli ýok. Bilişimiz ýaly suwlary duzlulugy, umumy talhlygy, pH boýunça synplaýarlar, emma giň ýaýrany agdyklyk edýän ionlar we olaryň özara gatnaşygy boýunça synplmadyr (O.A.Alyokiniň, W.A.Suliniň, A.M.Owçinnikowyň synplamalary).

O.A. Alyokiniň synplamasynda durup geçeliň. Bu synplama görä tebigy suwlar agdyklyk edýän anionlara görä üç synpa: gidrokarbonat (ýa-da karbonat), sulfat we hlorly suwlara bölünýärler (13-nji surat). Her synp agdyklyk edýän

kationlara: kalsiý (Ca^{2+}), magniý (Mg^{2+}) ýa-da natriý (Na^+) ionlara görä üç topara bölünýär. Soňra suwlar ionlaryň gatnaşygyna (mukdarlary mmol-%-de) 4 kysyma bölünýärler:



13-nji surat. Tebigy suwlaryň himiki düzümi boýunça synplanysy
(O.A.Alýokiniň synplamasy, 1970).

I kysym ($\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)- duzlulygy pes suwlar.

II kysym ($\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$) - aram duzlukly suwlar.

III kysym ($\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ýa-da şonuň ýaly - $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$) - adatça ýokary duzlulykly suwlar.

IV kysym ($\text{HCO}_3^- = 0$) - turşy suwlar, sulfatly we hlorly synplaryň Ca we Mg toparlarynda I kysymyň ýok ýerinde duşýar.

Suwuň düzümine has gowy göz ýetirmek üçin III kysym iki bölege (Ýe.W. Posohow, 1975) bölünýär. IIIa - $\text{Cl}^- < \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$ ion gatnaşykly deňiz suwlary; IIIb - $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$ ion gatnaşykly çuňlukdaky gorobalar.

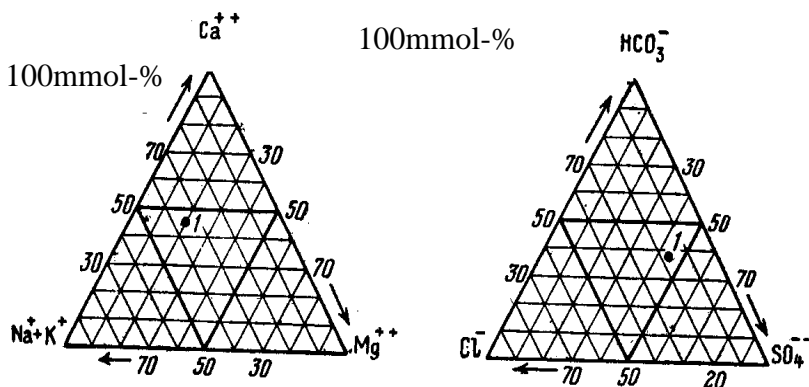
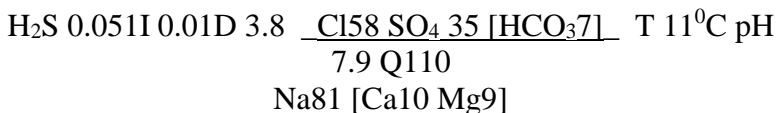
O. A. Alýokiniň synplamasyna görä agdyklyk edýän ion mukdary iň uly ion hasaplanýar, ikinji agdyklyk edýän ion birinjiden 10 mmol-% golaý yzdaky ion kabul edilýär.

M.G. Kurlowyň formulasy

Suwuň himiki düzümini köplenç M.G.Kurlowyň teklipe eden ülnewi görnüşinde şekillendirýärler. Ol drob görnüşinde bolup, sanawjyda - kemelip gidýän tertipde anionlar (mmol-%), maýdalawjyda bolsa, şol tertipde kationlar (mmol-%) ýerleşdirilýär. Mukdary 10 mmol-% geçmeýän ionlar bu ülnewe salynmaýar. Drobyň önünden çepde gazlaryň we işjeň elementleriň (mg/dm^3) mukdary hem-de suwuň duzlulugy D (g/dm^3 -da ülüşiň ondan bir takyklygy bilen) görkezilýär. Drobdan soň sagda suwuň temperaturasy ($^{\circ}\text{C}$), reaksiýasy pH, guýunyň ýa-da çeşmäniň çukuwy ($\text{m}^3/\text{g-g}$) yazylýar.

Häzirki döwürde suwuň himiki düzüminiň döreýş şertlerine takyk göz önüne getirer ýaly M.G.Kurlowyň formulasyna käbir üýtgetmeler girizildi. Bu ülnewe 1 mmol-%-den geçýän ähli anionlar we kationlar girizilýär, 25 mmol-%-

den geçmeýän ionlary ikinji derejeli hasaplap, olary ýaýa salyp esasy ionlardan aýyrýarlar (Ýe.W.Posohow, 1975). Aýdylanlary göz önünde tutsaň M.G.Kurlowyň formulasy şeýle görnüşe eýe bolýar:



100mmol-%
100mmol-%

100mmol-%

100mmol-%

14-nji surat. Ferreniň üçburçluk çyzgylary.

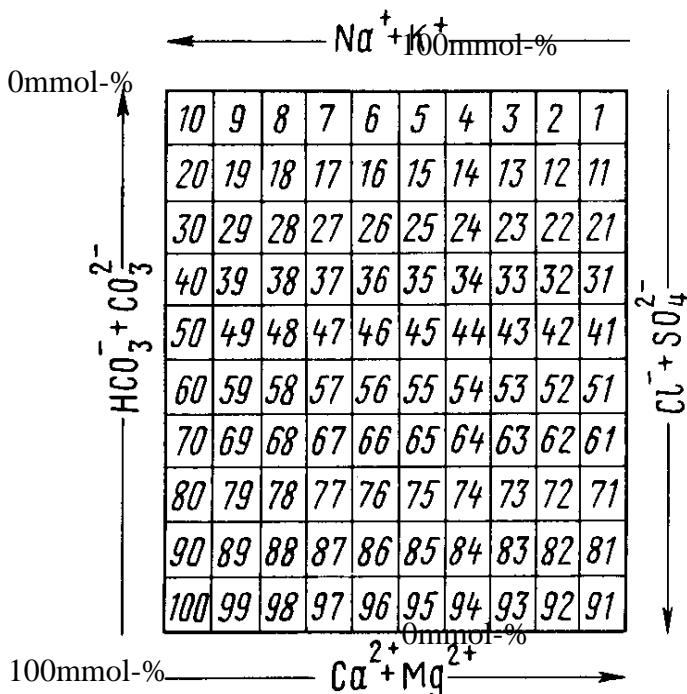
1-nji nokat düzümi boýunça: $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 35%; Mg^{2+} 20%;

Ca^{2+} 45%; Cl^- 18%; SO_4^{2-} 44%; HCO_3^- 38% gabat gelýär

Suwuň düzüminiň ady 25 mmol-%-den köp bolan anionlar we kationlar bilen kesgitlenýär. Birinji ýerde mukdary az anionlary we kationlary goýmak teklipe edilýär.

Ýokarky ülnew bilen şekillendirilen suw şeýle atlandyrylýar: kükürtli - wodorodly - ýodlaşan sulfatly - hlorly natrili suw.

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi duz düzüminiň çyzgylary, Ferreniň üçburçluklary, Tolstihiniň kwadratlary we ş.m. görnüşinde şekillendirilip biliner (14-15-nji suratlar)



15-nji surat. N.I. Tolstihiniň kwadrat çyzgysy

6.ÝERASTY SUWLARYŇ EMELE GELIŞI WE SYNPLANYŞY

6.1. Ýerasty suwlaryň döreýşi

Gidrosfaranyň döremegi we ösmegi Ýeriň geologik taryhy bilen baglydyr. Ýerasty gidrosferanyň döreýşi gidrogeologiýanyň çylşyrymly we ýeterlik öwrenilmedik meseleleriniň biridir. Häzirki döwürde alymlaryň köpüsi atmosferanyň we gidrosferanyň döreýşi barada 1959 ý A.P.Winogradowyň aýdan pikiri bilen ylalaşýarlar.

Oňa görä Ýer başda sowuk jisim (0.5-1% suwly daş we demir-daş meteoritlere çalymdaş), ol adiabatik gysylma we elementleriň radioaktiw dagamagy netijesinde bölünip çykýan ýylylygyň hasabyna Ýeriň ösüşiniň irki döwründe gyzyýar. Ol döwürde bölünip çykýan energiýanyň mukdary häzirkisinden 8-9 esse köp ekeni. Ýeriň jisimleri gyzdrylmagyň täsirinden birtaraplaýyn ugrukdyrylan gabyklara bölünmek prosesi (mantiýanyň eremegi we gazyň aýrylmagy netijesinde Ýeriň ýüzüne suwly we ergin gazly çalt ereýän bazalt magmasy çykýar) bolup geçýär. Şeýlelikde, atmosferanyň we gidrosferanyň döremegi mantiýanyň jisiminiň eremeginiň we gazynyň aýrylmagynyň netijesidir. Gidrosferanyň ol wagtydaky ähli suwlary ýuwenil şejerelidir. Ýeriň ösüşiniň irki döwründe gidrosfara mukdar hem-de hil tarapyň çylşyrymly ewolýusiýa (öwrülşiğe) sezewar bolýar. Mümkün, irki poleozoydan bäri Dünýä ummany düzümini düýpli üýtgetmän saklanyp gelýändir.

Gidrosfera döranden soň we ýer togalagynda suwuň uly aýlanyşygynyň ösmegi bilen ýerasty suwlaryň döremeginde duzly deňiz suwlardan başga ygallaryň süýji suwy hem gatnaşýar. Olar magmadan (otly erginden) döreýän ýuwenil suwlaryň buglarynyň goýlamasyndan emele gelýärler.

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi suwlaryň dag jynslary, gazlar, organiki maddalar bilen çylşyrymly özara täsiri

netijesinde taplanýar. Ol belli bir derejede Ýeriň gaty gabygynyň geologik ösüş taryhyny görkezýär. Ýerasty suwlaryň döreýşi barada 4 nazaryýet bar: 1) infiltrasion (siňme); 2) kondensasion (goýalma); 3) sedimentasion (çökme); 4) ýuwenil.

Tebigy suwuň aýlanyşygyna işjeň gatnaşýan çalt suwçalşyk zolagyndaky süýji, şorurtyk suwlaryň esasy bölegi we käte duzly-şor suwlar infiltrasion şejereli suwlara degişlidir. Süýji suwlaryň kesgitli bölegi howaly zolakdaky buglaryň goýalmasyndan döreýär. Goýalyş suwlaryň az ygally sähralarda, çöllerde ähmiýeti uludyr.

Sedimentasion suwlar (gadymy basseýinlerde çökündi toplanmak prosesinde dörän deňiz şejereli suwlar) çuň artesian basseýinleriň çökündi jynslarynda ýaýrandyr we geologik möçberlikli wagtda suw aýlanyşygyna gatnaşýarlar. Olaryň ilkibaşdaky düzümi orun üýtgame, metomorflaşmak prosesleriň, dag jynslarynyň, gazlaryň we organiki maddalaryň täsirinden düýpli üýtgändir.

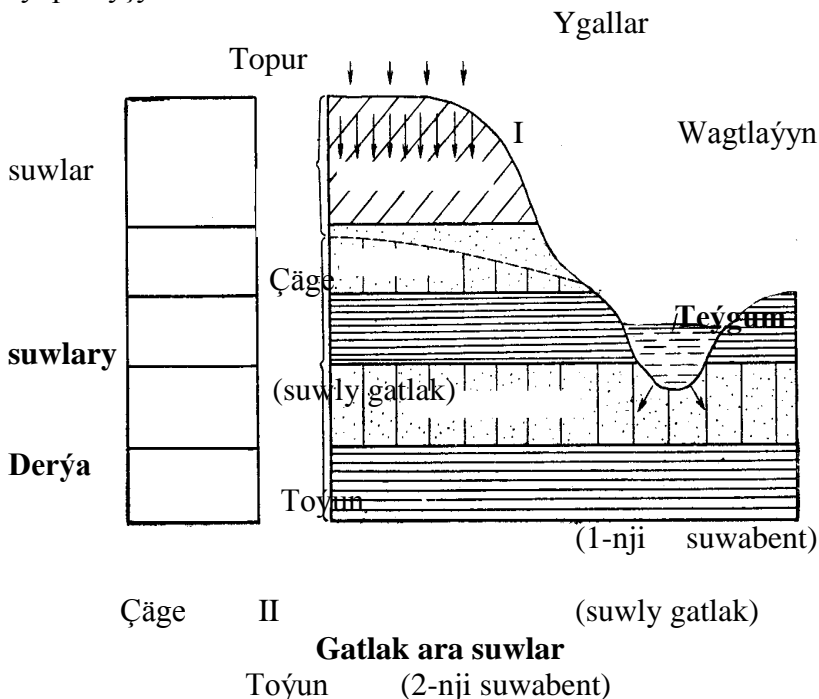
Ýuwenil suwlaryň orny Ýeriň ösüşiniň irki döwürlerinde uludyr (başda Ýerdäki ähli suwlar ýuwenil suwlara degişlidir - A.P.Winogradow). Häzirki döwürde magmatik ojaklarda ýuwenil suwlaryň belli bir mukdary döreýär, emma ýerasty suwlaryň umumy balansynda olaryň paýy ujypsyzdyr.

Poleogidrogeologiýada giňden ulanylýan ýerasty suwlaryň şejereleri boýunça synlanyşy hem ünse mynasypdyr. Oňa görä ýerasty suwlary ýeriň jümmüşine ýokardan gelyän **ekzogen** we magmadan hem-de mantiýadan litosfera aşakdan gelyän **endogen** ýerasty suwlara bölünýär.

Ekzogen suwlara infiltrasion (şol sanda kondensasion) we sedimentasion, endogen suwlara bolsa, magmatik (ýuwenil) we metamorfik suwlar degişlidirler.

6.2. Ýerasty suwlaryň synplanýşy

Ýerasty suwlary ýatyş şertleri, döreýşi, gidrodinamik häsiýetleri, himiki düzümi, temperaturasy we beýleki aýratynlyklary boýunça dürli-dürlidir. Şoňa görä-de ýerasty suwlar dürli alamatlar boýunça synplanýar. Käbir synplamalar (himiki düzümi, döreýşi, gidrodinamik häsiýetleri, temperaturasy we ş.m boýunça) deňişli baplarda berilýär. Häzir biz gidrogeologiýada giňden ulanylýan synplama-ýerasty suwlaryň ýatyş şertleri boýunça synplanýşyna seredeliň.



16-njy surat. Gidrosferadaky zolaklar we ýerasty suwlaryň ýatyş şertlerine görä synplanýşy
I – howaly zolak; II – suwdan doýgun zolak

Ýe.W.Pinnekeriň hödürlän synplamasyna görä ýerasty suwlar **toparlara** (gaty gabyň baş elementlerinde ýerasty suwlaryň ýerleşşi boýunça), **bölämlere** (dag jynslaryň suwdan doýgunlygyna görä), **kysymlara** (gidrawliki alamatlaryň esasynda), **synplara** (ýerasty suwlaryň ýatys şertlerine görä), **synpçalara** (jynslaryň suw-kollektor häsiýetlerine görä) we **áýratyn şertlere** (tebigy ýagdaýyň áýratynlygyna) görä bölünýärler.

1948ý. A.M.Owçinnikow tarapyň ýerasty suwlaryň ýatys şertlerine görä synplamasy işlenildi. Oňa görä ýerasty suwlar **wagtleýyn, teýgum we artezion** suwlara bölünýärler (16-njy surat).

A.M.Owçinnikow we P.P.Klimentow tarapyndan ýatys şertlerine, dyňzowyň häsiýetine, tertibiniň áýratynlygyna, döreýşine we halk hojalygyna ulanylyşyna görä ýerasty suwlaryň synplamasy özleşdirildi. Oňa görä ýerasty suwlar üç esasy kysma (howaly zolakdaky suwlar, teýgum we artezion suwlar) bölünýär. Howaly zolokdaky suwlar adatça wagtleýyndyr. Olar esasan ýaz aýlary iýmitlenişini amatly döwri döreýärler, ýeriň ýüzüne golaý ýerleşýärler. Olar howaly zolakdaky linza görnüşli suw süzdürijiligi pes jynslaryň üstünde toplanýar. Teýgum suwlary hem ýeriň ýüzünden uly bolmadyk çuňlukda ilkinji suwabent gatlagyň üstünde ýerleşýärler. Olar adatça dyňzowsyzdyr. Artezion suwlary dyňzowly, suwabent gatlaklaryň arasynda ýerleşendirler we ýaýraw meýdanlary giňdir. Eger olar suwabent gatlaklaryň arasynda suwdan doýmadyk gatlakda ýerleşen bolsa, onda olara dyňzowsyz gatlakara suwlar diýilýär.

Ýerasty suwlaryň ulanylyşyna görä synplanysy.

Ýerasty suwlary ulanylyşyna görä agyz-hojalyk, tehniki, senagat, şypa (derman), ýyly (termal) suwlara bölünýärler.

Ýerasty suwlary **agyz suwy, hojalyk** maksatlary üçin giňden ulanylýar. Süýji suwlar suw üpjünçiligiň esasy

çeşmesidir, olary başga maksatlar üçin ulanmaga rugsat berilmeýär. Agyz-hojalyk suw üpjünçiligiň çeşmesi bolup depginli suwçylyk zolagyň ýerasty suwlary hyzmat edýärler. Süýji ýerasty suwlar ýeriň ýüzünden onlarça mert çuňlukda ýerleşendir, emma uly çuňlukly (300-500 we uly) etraplar hem bardyr.

Senagatyň we oba hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanylýan suwlar **tehniki suwlardyr**. Olara bildirilýän talaplar önümçiligiň görnüşine we aýratynlygyna baglydyr. Tehniki suwlar agyz-hojalyk suwlardan tapawutlylykda ilki bilen talhlygyna görä baha berilýär.

Senagat suwlaryň düzüminde senagat ähmiýetli ergin peýdaly elementleriň (brom, ýod we başg.) belli bir mukdary bardyr. Bu suwlar örän haýal suwçalşyk zolagynda ýerleşýärler, duzlulygy ýokary (2-den 500-600 g/dm³ çenli), düzümi hlorly-natrili, temperaturasy 60-80⁰s ýetýär. Bu suwlar Türkmenistanda Balkan welaýatynyň çäginde duşýarlar we onuň düzümindäki peýdaly ýody, bromy alýarlar.

Şypa – derman (mineral) ýerasty suwlaryň düzüminde biologik işjeň (aktiw) mikrokomponentleriň gazlaryň, radioaktiw elementleriň ýokary mukdary bar. Bu suwlar adamyň bedenine şypa beriji fiziologik täsir edýär. Olar ýeriň ýüzüne tebigy ýol bilen çeşmeler görnüşinde çykýarlar ýa-da guýularyň kömegi bilen açylýar. Türkmenistanda şypa suwlaryň baý gorlary bar (Arçman, Berzeňni, Köýtendag we ş.m.).

Termal suwlaryň temperaturasy 37⁰C ýokarydyr. Olaryň çuňlugy geologik struktura baglylykda dürli-dürlidir. Bu suwlar uly bolmadyk şäherçeleriň, oba hojalyk obýektleriň ýylylyk üpjünçiliginde, energetik maksatlar üçin hem-de şypa suwy hökmünde ulanylýar. Biziň ýurdumyzda hem termal suwlar Köpetdagda, Köýtendagda duşýarlar.

6.3. Howaly zolakdaky ýerasty suwlar

Toprak we wagtlaýyn suwlary

Howaly zolakda toprak we wagtlaýyn suwlar duşýarlar (16-njy surat).

Toprak suwlary - ýeriň ýüzündäki jynslarda bug, bagly (ýapyşak we örtük suwlary) we sallanma - kapillýar suwlar görnüşlerde duşýarlar. Bu suwlar ygallaryň siňmesi, buguň goýalmasy, ekerançylyk we başga suwlaryň netijesinde emele gelýär. Olar ösümlikleriň ösüşinde wajyp orny bar we inžener desgalara özleriniň täsirini ýetirýärler. Bu suwlar organiki maddalara we mikroorganizmlere baýdyr. Toprak suwlary agramlar we toprak öwrenijiler tarapyndan jikme-jik öwrenilýär. Ösüş döwründe ösümlükler bu suwlaryň köp mukdaryny sorup alýar, olaryň ýetmezçiligi hasyllylygy peseldýär. Ýöne bu suwuň artykmaçlygy hem ösümlüklere zyýandyr. Ygallaryň siňmegi topragyň we onuň aşagyndaky gatlagyň suw geçirijiligine baglydyr.

Bu gatlaklaryň suw süzdürijiligi olaryň düzümi we strukturasy bilen kesgitlenýär.

Toprakdaky kapillýar suwlar kapillýar boşluklary dolduryp, ýeriň dartýş güýjüne-de, kapillýar güýçlere hem boýun egýärler. Teýgum suwlary çuň ýerleşýän etraplarda bu suwlar ösümlük üçin çygyň esasy çeşmesi bolup hyzmat edýär. Kapillýar suwlaryň uly mukdarda gapdala we dikligine süýşmäge mümkinçiligi ýokdur. Kapillýar suwlaryň howaly zolakda hereketiniň esasy görnüşi çyg göçürmedir.

Wagtlaýyn suwlary - howaly zolakdaky uly bolmadyk çuňlukda ýerleşen we çäkli meýdanly linza görnüşli suwabent gatlaklaryň üstünde üýşýän ýerasty suwlardyr. Bu suwlar pasyllaýyn häsiýetlidir we suwabent gatlagyň ölçegine hem-de iýmitleniş şertlerine baglydyr. Wagtlaýyn suwlaryň hili uly üýtgewlidir, hapalanmak mümkinçiligi hem ýokarydyr. Şäher çäklerinde, senagat kärhanalaryň töwereklerinde

suwgeçirijileriň ýitgisi netijesinde meýdanlar batgalaşýar, tehnogen wagytlaýyn suwlar döreýär.

Wagtlaryň suwlaryň döremeginde relýefiň täsiri uludyr. Çöketicilik ýerlerde olaryň döremegi üçin gowy şertler döreýär. Wagtlaryň suwlaryň erkin derejesi, kapillýar gaýmasy, uly bolmadyk galyňlygy bardyr, olar bugarma we teýgum suwlaryň iýmitlenmesine harç edilýär, tekiz suwaýyrtlarda we çöketicilik ýerlerde döreýärler, olary tertibi klimatik şertlere baglylykda uly üýtgewlidir, olar ýerleriň batgalaşmagyna getirýär, gurluşyk işlerine öz zyýanly täsirini ýetirýär.

6.4. Teýgum suwlary

Teýgum suwlary - ýaýran meýdany giň we galyňlygy ýeterlik suwabent gatlagyň üstündäki ýeriň ýüzünden aşakdaky birinji hemişelik suwly gorizontyň ýerasty suwlarydyr. Geomorfologik we geologik - gidrogeologik şertlere görä teýgum akymlyry, teýgum basseýinleri ýa-da olaryň gezekleşigi döräp biler. Olaryň arasynda giň ýaýrany teýgum akymlyrydyr. Olar dereje ýapgytlygynyň ugry boýunça dartys güýçleriň täsirinden hereket edýärelər. Teýgum basseýinlerde suwuň tygasy gönükdir (gorizontaldyr), olar depressiýalarda duşýarlar, hereketsizdir.

Teýgum suwlaryň häsiýet aýratynlyklaryna aşakdakylar degişlidir:

1) bu suwlar erkin derejelidir (tygalydyr), ýagny gazuw işlerinde açylanda olaryň derejesi açylan çuňlugynda ýerleşýär (teýgum suwlaryň tygasyndaky basyş atmosfera basyşyna deňdir);

2) olaryň iýmitleniş ygallaryň siňmesi we howaly zolakdaky buguň goýalmasy netijesinde amala aşýar, teýgum suwlaryň iýmitleniş we ýaýraw meýdanlary gabat gelýär;

3) ýerleşiş çuňlugynyň uly dældigi sebäpli olar jarlar, käller, derýa hanalary we başg. arkaly üsti açylyp bilner;

4) ýeriň ýüzüne golaý ýerleşendigi sebäpli olara ýeriň üstündäki bolup geçýän özgerişler uly täsirini ýetirýär; wagtdowamynda olaryň derejesi, çykuwy, himiki düzümi, temperaturasy we beýleki görkezijileri çalt üýtgäp bilýär;

5) iýmitleniş şertleri we çykuw ýerlerine garşy depginli hereketleri teýgum suwlaryň adatça duzlulygynyň pes bolmagyna ýardam edýär;

6) teýgum suwlaryň tygysyndan ýokarda kapillýar suwlaryň gaýmasy ýerleşýär, onuň ýokarky çäginde basyş atmosfera basyşdan azdyr;

7) eger teýgum suwuň tygasynyň çäginde suwabent jynslaryň linzasy duşsa, onda bu ýerde ýerli dyňzow döreýär, ýagny açylanda teýgum suwuň derejesi bu linzanyň dabanyndan ýokary galýar.

Teýgum suwlaryň üstüne onuň tygasy diýilýär. Tyga bilen suwabent gatlagyň aralygyna suwly gorizontyň galyňlygy diýilýär. Teýgum suwlaryň tygasy çykuw ýerine garşy ýapgyt bolup, akymy emele getirýär. Kesimde akymyň üsti depression egrisini (parabolik, güberçek, epilen) emele getirýär. Teýgum suwlary ýerüsti suwlar (derýalar, köller) bilen arabaglanyşyklydyr. Adatça teýgum suwlary ýerüsti suwlary iýmitlendirýärler. Teýgum suwlary uly çuňlukda ýerleşende we derýalaryň, suw howdanlaryň suwunyň derejesi ýokary galanda olaryň suwy siňip teýgum suwlara goşulýarlar.

Esasan teýgum suwlary howaly zolak arkaly siňýän ygallaryň, ýerüsti suwlaryň we buglaryň goýalmasynyň hasabyna iýmitlenýärler. Teýgum suwlaryň iýmitleniş meýdanlarynda derejesi ýokary, çykuw meýdanlarynda bolsa - pesdir.

Teýgum suwlary suwabent jynslarda "penjire" bar bolsa ýa-da pýezometrik dereje teýgum suwlaryň derejesinden ýokarda bolsa, onda olar artezion suwlaryň hasabyna hem iýmitlenip bilerler.

Ýatyş şertleriniň aýratynlygyna, ýaýraýşyna, tertibine we iýmitlenişine görä 1) derýa arasyndaky we suwaýyrtlardaky;

2) derýa jülgelerindäki; 3) güberçek ýapylardaky we dagetek şleýflerdäki; 4) deňiz ýakalardaky; 5) müdimi doňaklyk welaýatlardaky we başga teýgum suwlaryna bölünýärler.

Klimatik şertlere, erozion toruň çuňlugyna, suwly jynslaryň kollektor häsieýtlere we düzümine görä teýgum suwlary giňişlik zolaklara bölünýär. G.N.Kamenskiý teýgum suwlaryny iki şejere kysymyna bölýär: 1) erediji teýgum suwlary; 2) kontinental şorlaşan teýgum suwlary.

Erediji teýgum suwlary artykmaç çygly welaýatlara mahsusdyr, emma ýokary syzdyryjylykly dag jynsly we gowy tebigy дренаžly çyg ýetmezçilikli meýdanlarda hem duşýarlar. Bu zolakda demirgazykdan günorta tarap teýgum suwlaryň duzlulugy artýar.

Kontinental şorlaşan teýgum suwlary gurak sähralarda, ýarymçöllerde we çöllerde döreýärler. Bu meýdanlarda ygalyň mukdary bugarmadan az, tebigy дренаž ýok, teýgum akymlaryň döremegi üçin amatly şertler ýok.

Ýerasty suwlaryň tertibi we balansy barada düşünje

Wagt dowamynda ýerasty suwlaryň derejesiniň, temperaturasynyň, himiki düzüminiň we beýleki görkezijileriniň tebigy we emeli sebäpleriniň täsirinden üýtgewine olaryň **tertibi** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň tertibini kesgitleýän tebigy sebäplere: klimatik, geologik, gidrogeologik, gidrologik, geomorfologik, toprak, biogen we ş.m täsirler degişlidirler.

Adam hojalygynyň täsirli meýdanlarynda: ekerançylyk ýerlerde, çalykdyrylýan meýdanlarda, suw howdanyň gurulýan ýerlerinde ýerasty suwlaryň tertibine emeli sebäpler täsir edýär, ondan başga-da suw üpjünçiligi üçin ýerasty suwlaryň ulanyşy, peýdaly gazma baýlyklar ýataklary ulanylanda ýerasty suwlaryna göreş çäreleri, ýerasty suwlaryň gorlarynyň üstüni doldurmak hem täsirini ýetirýär.

Diňe tebigy sebäpler bilen kesgitlenýän ýerasty suwlaryň tertibine **tebigy** ýa-da **bozulmadyk tertip**, eger-de onuň döremegine emeli sebäpler öz täsirini ýetirýän bolsa, ondan oňa **emeli** ýa-da **bozulan tertip** diýilýär

Tebigy sebäpleriň depginli täsiri ýeriň ýüzüne golaý ýerleşýän teýgum suwlaryna ýetýär. Çuňlugyň artmagy bilen bu täsir kem-kemden azalyp, soňra ýitip gidýär. Wagta görä ýerasty suwlaryň tertibi gije-gündizleýin, möwsümleýin (pasyllaýyn), ýyllyk we köpýyllyk tertiplere bölünýär.

Ýerasty suwlaryň tertibini kesgitleýän sebäpleriň täsiri dürli tebigy ýagdaýda dürli netijeleri berýär. Sebäbi her bir täsir beýleki bilen bilelikde täsir edip ýa esasy täsirediji ýa-da ikinji derejeli bolup biler. Şonuň üçin ýerasty suwlaryň tertibi öwrenilende esasy täsiredijileri ýüze çykarmak we olaryň ornuny kesgitlemek wajypdyr.

Balans diýlip belli bir döwürde (ongünlikde, aýda, ýylda we ş.m) ýerasty suwlaryň iýmitlenişini we harjyny (millimetrde ýa-da m^3/lga) kesgitleýän düzüjileriniň, mukdarlaýyn baglanyşygyna aýdylýar.

Belli bir meýdançada teýgum suwlaryň iýmitleniş i ygallaryň we ýerüsti akymalaryň ýere siňmeginden we goňşy meýdanlaryndan gelýän gapdal akymdan ybaratdyr. Teýgum suwlarynyň harçlanyşy bugarmadan, ösümlükleriň sorup alýan suwundan (transpirasiýadan) we meýdançadan akyp çykýan akymlardan düzülýär.

Teýgum suwlaryň balansynyň girdeji we çykdaýj düzüjilerini mukdarlaýyn kesgitlemek ýerasty suwlaryň gidrodimaniki tertibiniň döremeginiň sebäplerini bilmäge, tertibiň kysymalaryny we ýerlerde takyk ýaýraw meýdanlaryny ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

Ýerasty suwlaryň belli meýdandaky tertibini öwrenen alymlar köp (G.N.Kamenskiý, M.A.Şmit, M.M.Krylow, M.Ýe. Altowskiý we başg.). Olaryň işleriniň esasynda tertibiň synplanýş çyzgydynyň esasy düzülendir. Olardan has esaslandyrylany teýgum suwlaryň balansynyň esasy girdeýji

we çykdaýy düzüjileriň gatnaşygyna görä tebigy tertibiniň şejere kysymlaryny ýüze çykarmak ýörelgesidir. (G.N.Kamenskiý, M.M.Krylow we başg.).

Gurak klimatly etraplar üçin teýgum suwlaryň tebigy tertibiniň esasy şejere kysymlary aşakdakylardyr:

- 1) akymlaýyn tertip (M.M.Krylow);
- 2) siňme - akymlaýyn tertip (G.N.Kamenskiý);
- 3) syzma-bugarma - akymlaýyn tertip (A.W.Lebedew, G.Ýa.Bogdanow);
- 4) siňme bugarma tertip (M.M.Krylow, G.Ýa.Bogdanow);
- 5) siňme bugarma - suwbasma tertip (A.W.Lebedew, G.Ýa.Bogdanow);
- 6) goşulma - siňme - bugarma tertip (G.Ýa.Bogdanow).

Häzirki döwürde ýerasty suwlaryň tertibini öwrenmeklik üç ugur boýunça alynyp barylýar:

- 1) teýgum suwlaryň tebigy tertibini we balansyny öwrenmek;
- 2) dürli halk-hojalyk çäreleriniň netijesinde tertibiň üýtgewini çaklamak;
- 3) halk hojalygynyň bähbidi üçin ugur boýunça tertibi dolandyrmagyň çärelerini özleşdirmek.

6.5. Dyňzawly (artezian) suwlar

Arteziyan suwlary, olaryň ýatyşy we ýaýraýşy

Üsti we asty suwabent gatlaklar bilen örtülen suwly gorizontlardaky (toplumlardaky) gidrostatik dyňzawly ýerasty suwlara **artezian suwlary** diýilýär. Gidrastatik dyňzow sebäpli bu suwlar guýular ýa-da beýleki kánler bilen açylanda suwuň derejesi üçekden ýokary galýar (Ýe.W.Pineker we başg., 1980). Eger suwuň derejesi ýeriň yüzünden ýokary galsa, onda guýudan suw çüwdürim bolup akar.

17-nji surat. Artezian basseýni

Ondan başgada artezian suwly gatlagyň ýatýş çuňlugy, onuň galyňlygy, ýaýraw meýdany, dyňzaw, ýymitleniş we çykuw welaýatlary bar. Gatlakara suwlarda dyňzawyň döremegi esasan ýerasty suwlaryň ýymitleniş welaýatynyň ýaýraw welaýatdan beýikligi bilen baglydyr. Artezian suwlar maýyşgak tertiplidir. Bu tertip suwuň gatlakda maýyşgaklygynyň (gysylmagynyň) we gatlagyň jynslarynyň maýyşgaklygynyň hasabyna döreýär. Artezian suwlaryň maýyşgak tertibi (esasan uly çuňlukdaky) uzak wagtlap

gatlagy guratman guýudan suwy almaga mümkinçilik berýär. Dyňzawly suwlaryň maýyşgak tertibiniň aýratynlyklary, olaryň görkezijileri ýerasty suwlaryň dinamikasynnda giňişleýin seredilýär.

Artezian suwlaryň aýratynlyklaryna:

1) her haýsy ýokarsyndan we aşagyndan suwabent gatlaklar bilen çäklenen artezion suwlaryň gorizontlarynyň toplumlarynyň (kopleksleriniň) gatlakara ýerleşmegi;

2) artezion suwlaryň ýaýraw welaýatlarynyň dyňzaw, iýmitleniş welaýatlary bilen gabat gelmezligi (iýmitleniş meýdany daşda ýerleşýär);

3) artezion suwlary açylanda suwuň derejesi suwly gorizontyň üçeginden elmydama ýokardalygy (pýezometrik dereje gatlakda basyşyň ýaýraýşyna görä dikeldýär);

4) artezion suwlaryň tertibi beýleki ýerasty suwlara garanyňda hemişelikligi;

5) artezion suwlary hapalanmadan has goraglylygy we ýokary hilliligi degişlidir.

Artezian suwlary saklaýan tebigy sygymlara:

1) artezion basseýinleri;

2) artezion ýapylary degişlidir (Ýe.W.Pinneker we başg., 1980).

Artezian basseýinler

Sinklinal strukturalardaky dyňzow suwly gorizontlaryň ýa-da toplumlaryň bileleşigine **artezion basseýinleri** diýip düşünilýär. Bu strukturalarda ýerasty suwlaryň hereketi gidrostatik dyňzowyň täsirinden bolup geçýär (8-nji surat).

Artezian basseýinleri platformalaryň, dagara çöketiclikleriň, gyra epilmeleriň, muldalaryň we beýleki strukturalaryň çäklerinde döreýärler. Olar çylşyrymly we ýönekeý bolýarlar. Çylşyrymlylar ýönekeýlerden düzülýärler. A.M.Owçinnik ölçeglerine görä artezion basseýinleri 1) iri

artezian basseýinlere ($>100000 \text{ km}^2$), orta ($100000-10000 \text{ km}^2$) we kiçi (ýönekeý, $<10000 \text{ km}^2$) basseýinlere bölýär.

Arteziýan basseýinlerde 1) häzirký ýmitleniş welaýaty; 2) çykuw welaýaty we 3) dyňzaw ýaýraw (akym) welaýatlary bar.

Ýmitleniş welaýaty - bu ýeriň üstüniň has ýokary belliklerinde ýerleşen suwly jynslardyr. Bu ýerde arteziýan suwlaryň ygallaryň, ýerüsti suwlaryň ygallaryň we beýleki çeşmeleriň hasabyna ýmitleniş bolup geçýär. Käwagt ol daşky ýmitleniş (ygallaryň akyp gaýdýan daglara ýanaşyk ýapylar) we içki ýmitleniş (basseýiniň çägindeki belentlikler, antikližalar) welaýatyna bölünýär. Dyňzawyň tapawudy zerarly bir gorizontdan beýlekä ýa-da goňşy basseýinlerden akyp geçmegi arkaly hem ýmitleniş bolup biler.

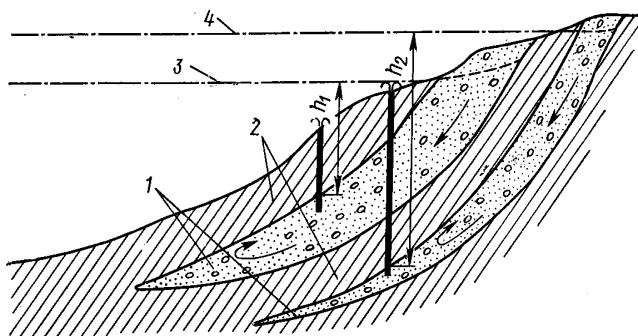
Çykuw welaýaty - bu arteziýan suwlaryň ýeriň ýüzüne, derýalaryň jülgesine, deňze açyk ýa-da gizlin (ýapyk) çykýan meýdanydyr. Çykuwyň açyk ojaklaryna eroziýa (derýalar, çökeltlikler), päsgelçilik (suwuň ýolundaky suwabent gatlaklaryň epilmeleri, öňe çykmalary), struktura - tektoniki (epilme welaýatlaryndaky tektonik bozulmalar, antiklinallar) ojaklar degişlidir. Allýuwiýal çökündileriň aşagyndan, deňziň düýbünden (submarin çeşmeleri) suwuň çykmalary, müdümi doň jynslaryň erän boşluklaryny, suwabent gatlaklardaky "fasial" penjireleri we ş.m çykuwyň gizlin ojaklaryna degişlidir. Arteziýan suwalgyçlar çykuwyň emeli çeşmesine degişlidir.

Dyňzawyň ýaýraw meýdany - bu ýerasty suwlaryň dyňzawy ýüze çykýan arteziýan basseýinleriň ýaýran meýdanydyr. Birnäçe arteziýan gorizontlaryň pýezometrik derejeleri diňe olaryň gidrawlik baglanyşygy bar bolanda ýa-da ýmitleniş we çykuw welaýatlaryň beýiklik derjeleri deň gelende gabatlaşýarlar. Köplenç tebigatda bu ýagdaý seýrek duş gelýär. Göni relýefde aşaky gorizontlar ýokarka görä uly dyňzawlydyr, ters öwürülen relýefde bolsa — tersinedir. Ýmitleniş we çykuw welaýatlaryň relýefiniň aýratynlyklaryna

görä artezian we teýgum suwlaryň dürli özara gatnaşyklary ýüze çykýar.

Artezian ýapylar

Guýlyp gutarýan ýa-da fasial gowşak syzdyryjy jynslar bilen çalyşýan monoklinal ýatyşly suwly gorizontly artezian suwlaryň assimetrik basseýinlerine **artezian ýapy** diýilýär (18-nji surat). Artezian ýapylar dagýaka, dagara epilmeleriň gyralarynda, sineklizalaryň we platforma çöketlikleriň ýapylarynda, monoklinallarda duşýarlar. Bu artezian suwlaryň iýmitleniş, çykuw şertleri örän dürlüdir; olar entek doly öwrenilmedikdir. Adatça artezian ýapylaryň iýmitleniş we çykuw welaýatlary bir-birine golaý ýerleşýärler, dyňzow welaýatlary iýmitleniş welaýatlaryň absolýut belliklerinden kiçi, çykuw welaýtlaryňkydan bolsa - uly derejelerde ($H_1 > H_2 > H_3$) ýerleşýär. Artezian ýapylar meýdany boýunça artezian basseýinlerinden ep-esli kiçidir we ýerasty suwlaryň yza gaýtma-öňe gitme hereketleri bilen häsiýetlendirilýär.



18-nji surat. Artezian ýapysy

1 – dyňzaw suwly gatlaklar; 2 – suwabent jynslar; 3, 4 – pýezometrik derejeler; h_1 , h_2 – suwuň dyňzawynyň beýikligi

Artezian suwlaryň zolaklygy

Platforma welaýatlaryň we dagara çöketlikleriň artezion basseýinlerinde süýji, derman, senagat we termal suwlaryň uly gorlary jemlenendir. Olar basseýinleriň geologik-gidrogeologik aýratynlyklary bilen jebis baglanşyklydyrlar. Köp ýerlerde halk hojalyk obýektleriň suw üpjünçiligi şu basseýinleriň suwlaryna esaslanandyr. Basseýinleriň çäginde ýerasty suwlaryň barlaglary alymlara (W.I.Wernadskiý, D.L.Liçkow, I.K.Zaýsew, N.I.Tolstihin we başg.) ýerasty suwlaryň dikligine zolaklylygyny ýüze çykarmaga we düşündirmäge mümkinçilik berdi. Şeýlelikde, dikligine gidrodinamik, gidrogeohimik, gazly we gidrogeotermik zolaklylyk barada ylým döredi.

Gidrodinamik zolaklylyk dürli hereket tizlikli (suwçalyşygyň depginine görä) ýerasty suwlaryň üç zolagynyň dikligine yzygiderli çalyşmagyndan ybaratdyr. **Ýokarky depginli (işjeň suwçalyşyk zolagy)** 500-1500m çenli çuňlugyny öz içine alýan basseýiniň ýokarky bölegidir. Bu zolakda дренаž, suwçalyşyk erkin amala aşýar. Bu zolakda ýerasty suwlaryň suwçalyşyk depgini ortaça 330 ýyldyr.

Ortaky haýal (kynlaşýan) suwçalyşyk zolakda ýerasty suwlaryň hereket tizligi we olaryň дренаży onlarça we yüzlerçe mün ýyldyr. **Aşaky passiw (örän haýal-kynlaşan) suwçalyşyk zolakda** ýerasty suwlaryň suwçalyşyk depgini million ýyllara deňdir. Basseýiniň bu zolagynda ýerasty suwlaryň hereketi diňe gidrawlik gradiýentiň hasabyna däl-de, jynslaryň grawitasion dykyzlanmasynyň, neotektonikanyň we başga sebäpleriň täsirinde hem bolup geçýär.

Gidrogeohimik zolaklylyk guşaklaýyn (bir, iki we üç zolakly) bolýar. Bir zolakly guşak basseýiniň gyra bölegini öz içine alýar, iki zolakly guşak merkezi we gyra bölekleriniň arasynda ýerleşýär, üç zolakly guşak basseýiniň merkezi bölegini eýeleýär. Merkezi bölegi 1) ýokarky süýji suw zolagyna (duzlulygy 1 g/kg-dan az); 2) ortaky duzly suw

zolagyna (1-35 g/kg) we 3) aşaky gorobalar zolagyna (> 35 g/kg) bölýärler.

Ýerasty suwlaryň gaz zolaklylygy ýokardan aşak howa sejereli (azot, kislorod we başg.) gazlar, dikelme (gaýtarma) gazlar we beýleki sejereli (metan, kükürtwodorod, wodorod we başg.) gazlar bilen aňladylýar.

Gidrogeotermik zolaklylyk ýokardan aşak sowuk ($0-20^{\circ}\text{C}$) ýa-da has sowuk (0°C pes) zolaklaryň termal suwlar ($20^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$) zolagynda, soňra aşa gyzgyn suwlar ($> 100^{\circ}\text{C}$) zolagyna çalşmagyndan ybaratdyr.

Zolaklylyk fiziki-geografik, geologik-srtuktur, termodinamik we başga sebäpleriň täsirinden döreýär.

6.6. Gidroizogips we gidroizopýez kartalary

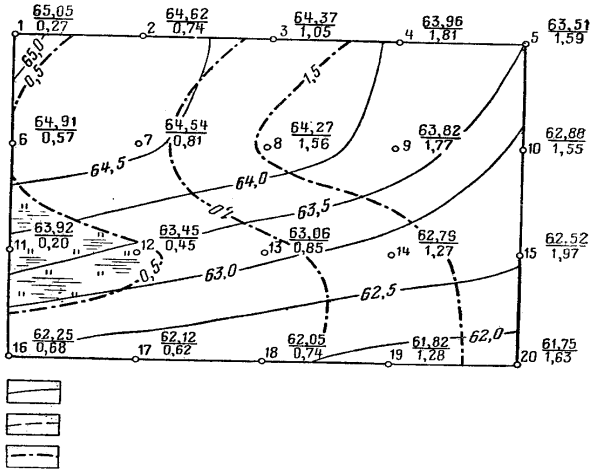
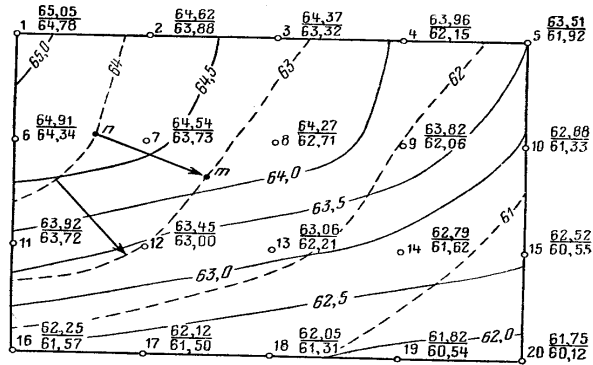
Teýgum suwlaryň çuňluk we gidroizogips kartalary

Guýularyň ýeterlik mukdarynda we olarda suwuň derejeleri bir wagtda ölçenende topografik esasyda gidroizogips kartasyny gurup bolar (19-njy surat).

Bu kartalar t wagtyň belli bir döwründe deň çyzyklarda teýgum suwlaryň tygasynyň ýagdaýyny görkezýär. Instrumental çatma bilen topografik kartanyň ýüzüne guýulary geçirýärler, olaryň gapdalynda suwuň derejesiniň absolýut belgisi görkezilýär.

Eger guýul suwabent gatlagy çenli gazylan bolsa, onda onuň üstüniň gorizontaly kartada görkezilse maksada laýyk bolar. Gidroizogips kartalary üçburçluk usuly bilen gurulýar. Ähli gidroizogips kartalarda gurlan wagty görkezilmelidir. Şoňa görä bir meýdan üçin pasyallar boýunça birnäçe karta gurup bolar.

Gidroizogips kartasy



Gidroizobat kartasy

Gorizontallar

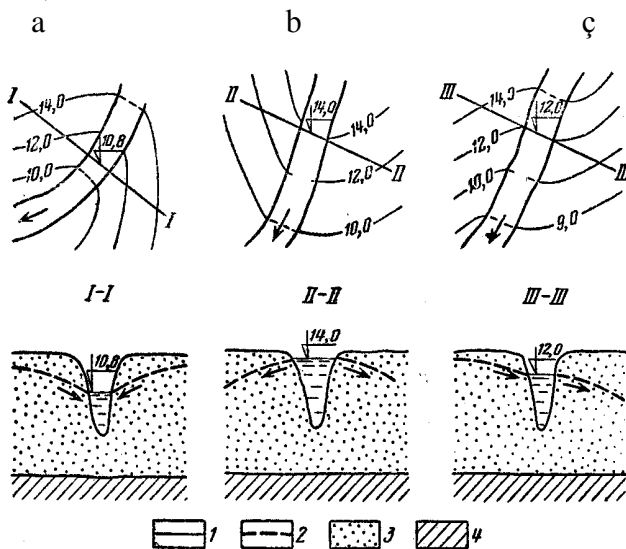
Masştaby 1:1000

Gidroizogipsler Kartany düzen

Gidroizobatlar Senesi

19-njy surat. Gidroizogips we gidroizobat (çuňluk) kartalary

Meýdan boýunça teýgum suwlaryň ýatýş çuňlugyna baha bermek üçin izobat (deňçuňluk) kartalary gurulýar. Izobatlar - teýgum suwlaryň birmeňzeş çuňlukly nokatlaryny birikdirýän çyzyklardyr. Kä ýagdaýlarda bir topografik esasda gidroizogipsler, izobatlar we suwabent gatlagyň üçeginiň izogipsleri görkezilýär. Deňçuňluk (izobat) kartalary gurmak usullary gidroizogips kartalaryny gurmak bilen meňzeşdir. Bu kartalar teýgum suwlaryny ulanmak we açmak bilen bagly köpsanly halk hojalyk meselelerini çözmekde giňden ulanylýar (20-nji surat).

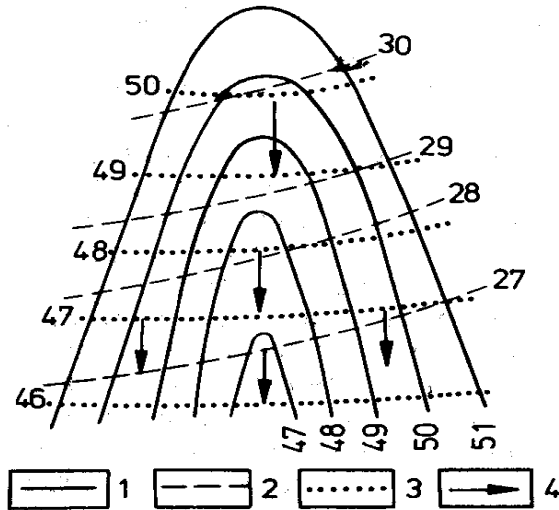


20-nji surat. Teýgum we ýerüsti suwlaryň arabaglanyşygy

a – teýgum suwlary derýany iýmitlendirýärler; b – derýa teýgum suwlaryny iýmitlendirýär; ç – teýgum suwlary derýanyň sag kenaryny iýmitlendirýärler, çep kenary bolsa, teýgum suwlaryny iýmitlendirýär; 1 – gidroizogipsler; 2 – teýgum suwlarynyň derejesi; 3 – suw süzdürýän jynslar; 4 – suwabent jynslar

Gidroizopýez kartalary

Gidroizopýez kartalary absolýut bellikli deň çyzyklar görnüşinde (pýezoizogips) dyňzaw suwly gorizontlaryň pýezometrik üstüni şekillendirýärler (21-nji surat).



21-nji surat. Gidroizopýez kartasy

1 – gorizontallar; 2 – suwly gorizontyň üçeginiň izogipsleri;
 3 – pýezoizogipsler; 4 – dyňzaw suwlaryň hereket ugry

Bu kartalaryň gurluşy gidroizogips kartalaryňky ýaly topografik esasynda we goşmaça ýokarky suwbendiň üçeginiň izogipsini geçirmek bilen alnyp barylýar. Pýezoizogips kartalaryň üstü gidrogeologik kesimler bilen doldurylmalydyr. Kesimlerde guýynyň sütüniniň ýanynda stratigrafik çäklerini, jynslaryň litologiýasyny, dyňzawyny, pýezometrik derejäniň absolýut belliklerini we başga görkezilýär. Pýezoizogips kartalar boýunça dürli gidrogeologik görkezijileri we suwly gorizontyň aýratynlyklaryny düşündirip bolýar. Bu kartalar

boýunça basyşyň peselişine görä dikana geçirip ýerasty suwlaryň hereketiniň ugruny kesgitläp bolýar. Pýezoizogipsiň maksimal (iň uly) bellikleri iýmitleniş we dyňzaw döreýiş welaýatlaryny, minimal (iň pes) belikler bolsa - çykuw welatlaryny görkezýär. Pýeizogipsleriň ýygylgyna we seýrekligine görä suwly gorizontyň galyňlygynyň üýtgeýşini ýa-da jynslaryň süwsüzdürilijiligini kesgitläp bolýar.

7.DÜRLI KYSYMLY WE DÜRLI BÄHBITLI ÝERASTY SUWLAR

7.1. Jaýryk we gowak suwlary

Jaýryk suwlary

Geologik kartalaşdyrma, buraw - gazuw işleri geçirilende daşygan (esasan hem kristallaşan we dönen) jynslaryň jaýryklaşanlaryna duş gelinýär. Jaýryklar tektonik prosesleriň, weýranlaşmagyň, aşgarlaşmagyň, eremegiň we başga sebäpleriň netijesinde emele geýärler. Dag jynslarynda jaýryklaryň ýaýraýşy dürli-dürlidir. Bir ýerde daşygan jynslaryň toplумы bildirmeýän kanunalaýykly jaýryklar bilen bölünen bolsa, beýleki ýerde jaýryklaryň köpüsi bir ugra duşukdyrylandyr.

Tektoniki jaýrykly zolaklar esasan epinli welaýatlarda, antiklinal epinli gatlaklarda duşýarlar.

Dag jynslarda **weýranlaşma** bilen bagly jaýryklar esasan temperaturanyň, hereket edýän suwuň himiki we mehaniki täsirinden döreýärler. Temperaturanyň täsiri 20-30m çuňluga çenli ýaýraýar. Şol sebäpli weýranlaşma jaýryklary çuňluk artdygyça azalýarlar we 30-50m-den aşakda olar duşmaýarlar.

Jaýryklar açyk we ýapyk (çägeli-toýunly material ýa-da mineral emelegelmeler-kwars, kalsit we ş.m. bilen doldurylan) görnüşli bolýalar. Kert gerişlerdäki jaýryklar köplenç - açyk bolýarlar. Jaýryklaryň häsiýetleri, ölçegleri dag jynslaryň düzümine we berkligine baglydyr.

Aşgarlaşma we ereme jaýryklary hekli, duzly we şuňa meňzeş jynslara mahsusdyr. Bu agzalanlardan başga-da **litogenetik jaýryklar** hem duşýarlar. Olaryň döreýşi dag jynslaryň emele gelişi bilen bagly bolup, gatlak boýunça ähli ýerde ýaýraýarlar, emma ölçegleriniň we agzynyň açyklygynyň pesligi bilen tapawutlanýarlar.

Dag jynslardaky jaýryklaryň köpdürlüligi ýerasty suwlaryň üýşmeginiň (toplanmagynyň), ýaýramagynyň we hereketiniň çylşyrymly şertlerini döredýär.

Jaýrykdaky suwlary öwrenmeklik dag jynslaryň jaýryklygyny, ýagny jaýryklaryň görkezijilerini: olaryň giňişlikdäki ugruny, agzynyň açyklygyny, jaýryklyk koeffisiýentini öwrenmekden başlanýar. Jaýrygyň iki diwarynyň orta aralygyna onuň **agzynyň açyklygy** (S) diýilýär. Bu görkezijä görä jynslardaky jaýryklar makrojaýryklara ($S \geq 0.1\text{mm}$) we mikrojaýryklara ($S < 0.1\text{mm}$) bölünýärler. Olar jynslaryň suwgeçirijilik ukybyny häsiýetlendirýär.

Litogenetik we ekzogen jaýrykly dag jynslarda üçekde suwabent gatlagyň barlygyna-ýoklugyna görä artesian ýa-da teýgum suwlary ýerleşýärler. Bu suwlaryň hereketi çylgymlaýyn (laminar) çyzykly süzülme kanunyna (Darsiniň kanunyna) boýun egýär. Bu suwlaryň iýmitlenişi ygallaryň, ýerüsti suwlaryň, seýrek halatlarda ýokarky suwly gorizontyň hasabyna amala aşýar. Akymlar suwaýyrtlardan ýapylara garşy gönükdirilendir. Suwly zolaklaryň galyňlygy 30-200m çäklerdedir.

Suwsüdrüjilik meýdanlaýyn üýtgewlidir we çuňluga görä kemelýär. Hidrokarbonatly süýji suwlaryň himiki düzümi çuňlugyna görä üýtgemegi mümkin.

Umuman jaýrykly jynslaryň suwsaklaýjylygy uly däl, emma Zakawkazýede, Gawaý ýarymadada lawaly örtüklerde dyňzowly we teýgum gatlak-jaýryk suwlaryň uly akymlyry bar, käbir çeşmeleriň çykymy $20\text{m}^3/\text{s}$ hem artýar. Dag jynslarda jaýryklylygyň çuňluga görä kemelýändigini sebäpli, olaryň suwlylygy hem peselýär. Şonuň üçin suw üpjünçilik guýularynyň çuňlugu 50-70m geçmeýär.

Iri tektonik bozulmalardaky ýerasty suwlary **jaýryk - damar ýa-da damar suwlary** diýlip atlandyrylýar. Olar birnäçe kilometre uzalyp gidýän akymlyry emele getirýärler. Olar köplenç dyňzowly, uly çuňluk suwçalşykly, himiki, gaz

düzümi, temperaturasy boýunça ýeriň ýüzünde ýokary çykymly toparlaýyn çeşmeleri emele getirýärler. Meselem, Köpetdagda bozulmalaryň termal zolagynda çeşmeleriň jemlenen çykymy 450 l/s ýetýär.

Bozulmalar zolagy bilen ýanaşyk jaýrykly jynslaryň bölegi ygallar, ýerüsti suwlar ýa-da golaýdaky suwly gorizontlar bilen iýmitlenýän çylşyrymly kysymly gaby (rezerwuary) emele getirýär. Bu zolokdaky suwlaryň hereketi turbulent häsiýetlidir. Bu akymlarda çuňluga görä suwlaryň duzlulygy we temperaturasy artýar. Tektonik taýdan aktiw epinli daglyk welaýatlarda (Kawkaz, Pamir, Köpetdag, Kamçatka we başgalar) himiki düzümi we temperaturasy boýunça dürli jaýryk-damar derman (mineral) suwlar duşýarlar, şonuň üçin bu ýerlerde adamlaryň saglygyny dikelder ýaly şypahanalary, kurortlary gurýarlar.

Gowak suwlary

Hek daşlaryň, hek-gumdaşlaryň, dolomitleriň, zylçalaryň, angidritleriň we başga-da gowaklanýan jynslaryň aşgarlaşmagy we eremeği netijesinde döreýän suwlara **gowak (karst) ýa-da gowak-jaýryk suwlary** diýilýär. Gowak emele gelme prosesine dag jynslaryň düzümi, ýatys şertleri, olaryň öýjükliłigi we gowaçlylygy, etrabyň relýefi we klimaty, ýerüsti we ýerasty suwlar hem-de başga sebäpler täsir edýärler. Ýerasty gowaklaryň (ötükler, boşluklar, köwekler) döremegi durnuksyz tertipli ($Q = 1 - 10 \text{ m}^3/\text{s}$), käwagt turbulent häsiýetli gowak suwlaryň güýçli akymy bilen baglydyr. Peýdaly gazma baýlyklar özleşdirilende dag kánlerine akyp gelýän gowak suwuň mukdary $10000 \text{ m}^3/\text{dag}$ ýetýär.

Gowak suwlaryň hereketiniň we tertibiniň häsiýetine görä D.S.Sokolow (1962) dag jynslaryň toplumynda 4 zolagy ýüze çykaryýar.

1) howaly zolak - bu ýerde suwuň hereketi jaýryklar boýunça dikligine ýokardan aşak (syzma);

2) ýerasty suwlaryň derejsiniň pasyllaýyn üýtgeýän zolagy - bu ýerde suwuň hereketi dereje ýokary galanda - keseligine, pese düşende bolsa, dikligine aşak;

3) suwdan doýgun zolak - bu ýerde suwuň hereketi derýa jülgesine tarap ugrukdyrylandyr;

4) çuň hereketli zolak - bu ýerde suwuň hereketi gowaklanmaýan jynslaryň geologik - sturktur aýratynlyklaryna we ýerleşiş çuňlugyna baglydyr.

Gowak suwlary tertibiniň durnuksyzlygy, himiki düzüminiň dürlüligi, ýeriň üstünden hapalanmak mümkinçiligi bilen tapawutlanýar. Şonuň üçin agyz suwy, hojalyk hajatlary üçin suw üpjünçiliginde ulananda gorag, sanitar gözegçilik soraglaryna uly üns berilmelidir.

7.2. Çuňňur we doňaklyk suwlary

Çuňňur suwlar

Gatlak suwlaryň, kristallik binýatlaryň we çuň bozulmalaryň basseýinlerinde uly çuňluklarda gidrostatik dyňzowyň ululgyndan ýokary artykmaç gatlak basyşly ýerasty suwlar duşýar. Artykmaç gatlak basyşy çökündileriň baslykmagy, geotektonik dartgynlyk, mantiýadan fluidleriň goşulmagy we başga sebäpler bilen baglydyr. Bu suwlar giň ýaýrandyrlar we 1-6km çuňlukda çuň guýular bilen açylýar. Olar çüwdürme tertibi bilen häsiýetlenýärler, şonuň üçin çykymy kem-kemden azalýar. Kola ýarymadasynda gazylan in çuň guýuda çuňňur suwlar 6350m duşýar, gatlak basyşy bu çuňlukda gidrostatik basyşdan 2 esse artyk, pýezometrik dereje guýynyň agzynda 5.3km ýokarda, duzlulygy bolsa 300 g/dm^3 golaý.

Çuňluk 7 km-den geçende mineral emele gelmäniň işjeň gidrotermal prosesleri ýüze çykyp başlaýar, 10.5km golaý

çuňlukda ýokary düzlulykly suwuk-gaz erginleri duşýar. Şeýle-de çuňňur suwlara gaty kyn suwçalyşykly zolaga degişli artezian suw basseýinleriň çuň bölekleriniň ýerasty suwlary hem degişlidir (Ýe.W.Pinneker we başg., 1980).

Doňaklyk suwlary

Müdümi doň dag jynslary diýip köp ýyllaryň ýa-da asyrlaryň dowamynda otirisatel ýa-da nol temperaturaly öýjükleri, boşluklary we jaýryklary buz bilen doly dag jynslaryna aýdylýar. Bu jynslar ýer togalygynda gury ýeriň 35 mln km² golaý (24%) meýdanyny tutýar. Doň zolak Antarktidanyň, Ýewroaziýanyň demirgazyk-gündogar bölegini, Alýaskanyň tas ähli meýdanyny, Kanadanyň ep-esli bölegini, arktiki adalary, Grinlandiýany we ähli kontenentleriň beýik dag gerişlerini tutup dur. Bu zolakdaky dag jynslaryň temperaturasy - 1°C-dan - 9°C we ondan hem pesdir, galyňlyklary 50-den 900m çenli we ondan hem gowrakdyr.

Erän tegmil çökündileri diýip müdümi jynslaryň erän ýa-da hiç wagt doňmadyk böleklerine (meýdanlaryna) aýdylýar.

Ýokary her ýyl eräp - doňýan jynslaryň galyňlygyna **täsirli gatlak** diýilýär.

Müdümi doň jynslaryň döreýşi we dikligine hem-de keseligine ýaýraýyş meýdanyň fiziki-geografik şertleri, gaty gabygyň ýokarky böleginiň atmosfera bilen ýylylyk we çyg çalyşygy, klimat we onuň taryhy, daglaryň döreýşi, geologik - struktura ýagdaýy, ynsanly döwürde geologik ösüş taryhy we gidrogeologik şertler bilen baglydyr.

Müdümi doňaklyk welaýatlary aşakdaky zolaklardan ybaratdyr: täsirli gatlak (onuň galyňlygy birnäçe sm-den 3-5, dag ýapylarynda 10 we ondan hem gowrak metre ýetýär), müdümi doň jynslaryň zolagy, köplenç erän tegmil meýdançaly (olar ýerasty suwlar bilen bagly) we erän dag

jynslar zolagy (süzdüriji jynslarda ýerasty suwlary ýerleşýärler we hereket edýär).

N.I.Tolstihin (1941) gaty gabygyň doň zolagyndaky ýerasty suwlaryny 3 kysma bölýär: doňaklygyň üstündäki, arasyndaky we aşagyndaky suwlar. N.N.Romanowskiý (1966) bu synlamany giňeldip suwlary 5 kysma bölýär: doňaklyk-üsti, doňaklykara, doňaklykiçre, doňaklykasty we zowwam erän zolakdaky suwlar.

Doňaklyküsti suwlar doň jynslaryň ýokarsynda ýerleşýärler, bu jynslar bolsa suwabent gatlak bolup hyzmat edýärler. Ýatyş şertlerine we tertibine görä bu suwlar pasyllaýyn doňýan, pasyllaýyn doly doňmaýan we pasyllaýyn doňmaýan suwlara bölünýärler (N.I.Tostihin, 1974).

Pasyllaýyn doňýan suwlar täsirli gatlakda ýerleşýärler we hemme meýdanda ýaýraýarlar. Bu suwlaryň ýymitlenişi ygallar we ýerüsti suwlar bilen baglydyr. Çykuw meýdanlary derýa jülgelerinde, çöketliklerde dürli çeşmeler görnüşlidir, mukdary 10 l/s çenli bolup bilýär. Temperaturasy 0-5°C çemesi, ondan artýan wagtlary hem bolýar. Duzlulygy örän pes süýji ($D < 0.1 \text{ g/dm}^3$), himiki düzümi boýunça hlorly - gidrokarbonatly - natrili suwlardan gidrokarbonatly - kalsili suwlardyr. Bu suwlaryň suw üpjünçiliginde ulanylyşy çaklidir.

Pasyllaýyn doly doňmaýan suwlar erän suwy ýapýan tegmilli suwsüzürjiligi gowy jynslardan düzülen täsirli gatlakda seýrek duşýarlar. Bu suwlar güberçek ýapylarda, derýa jülgelerinde we köl çöketliklerinde duşýarlar.

Pasyllaýyn doňmaýan suwlar derýalaryň hanasynda, pes basgançagynda, köllerň aşagynda, güberçek ýapylaryň dagýaka eteklerinde gowy suwsüzdüriji esasan çagyl, çäge owrantgy çökündilerinde erän tegmillerde duşýarlar.

Erän tegmiller müdümi doň jynslarda ýerüsti suwlaryň ýylylyk täsirinden emele gelýärler (akym aşgyndaky kölaşagyndaky erän tegmiller). Bu suw gatlaklaryň galyňlygy 60m ýetýär, suw saklaýan jynslaryň suwsüzürjilik koeffisiýentiniň bahalary 0.1-den 50m g/g çenli golaýlaýar,

duzlulygy $0.1-0.5\text{g/dm}^3$, düzümi gidrokarbonatly - magnili - kalsili suwdan hlorly - gidrokorbanatly - kalsili - natrili suwa çenlidir.

Doňaklykiçe ýerasty suwlary linza ýa-da gatljayk görnüşli ähli tarapyndan müdümi doň jynslar bilen çäklenen suwuk egrinlerdir. Bu suwlar položitel we otrisasel temperaturaly toparlara bölünýärler. Olar doňaklyküsti we doňaklykasty suwlar bilen gidrawliki baglydyr. Bu suwlaryň düzümi dürlüdür, dyňzowsyz ýa-da dyňzowly bolup bilerler, duzlulygy süýjüden şorumtyga çenlidir (käwagt ýokary duzlulykly linzalar hem duşýarlar).

Doňaklyklara suwlaryň çykuwy çeşme görnüşli bolup, ýeriň üstünde iri buzlary, ýeriň aşagynda bolsa, gatlak, linza we damar görnüşli galyňlygy onlarça metre ýetýän buzlary emele getirýärler.

Doňaklykasty suwlara müdümi doň jynslaryň aşagynda ýerleşýän suwuk suw erginleri degişlidirler. Olary galtaşýan, galtaşmaýan we "çuňňur" suwlara bölýärler. Galtaşýan doňaklykasty suwlar müdümi doň jynslaryň zolagynyň aşagynda ýerleşýärler, bu jynslar suwabent üçek bolup hyzmat edýär. Galtaşmaýan doňaklykasty suwlar doň jynslaryň dabanyndan ýa suwabent gatlak bilen (onda bu suwlar dyňzowly) aýrylandyr ýa-da olaryň ýagdaýy suwsüzdürýän jynslaryň azat derejesi bilen häsiýetlendirilýär. "Çuňňur" suwlar doň jynslar toplumyndan ýüzlerçe metr aşakda ýerleşip, olaryň täsirinden aýrylandyr.

Doňaklykasty suwlar diňe suwuk ýagdaýda duşýarlar. Bu suwlar ygallar, doňaklyküsti, doňaklykara we ýerüsti suwlary bilen iýmitlenýärler, çykuw ýerleri deňizlerde ýa-da köl çöketiklerinde, derýa jülgelerinde, jarlarda, tektonik bozulmalarda ýerleşýärler. Himiki düzümi gurşap alýan jynslaryň düzümine, iýmitleniş şertlerine, suwly gatlagyň çuňlugyna baglydyr. Doňaklykasty suwlaryň ýatyş çuňluklary günortadan demirgazyga tarap artyp 300-600 we ondan hem gowrak metre ýetýär.

Zowwam erän zolakly suwlara grawitasion suwy geçirer ýaly boşluklary (kanallary) emele getirýän tegmillerdäki ýa-da tegmiller zolagyndaky suwlara aýdylýar. Bu tegmillerde suw ýa ýokarlygyna ýa-da aşaklygyna hereket edýär. Şonuň üçin bu zowwam tegmiller ýuwdujy ýa-da çykaryjy bolup bilerler. Bu suwlaryň duzlulygy we himiki düzümi dürlüdür, suw üpjünçiliginde ähmiýeti uludyr.

Doňaklyk hadysalaryna "Inžener geodinamika" dersinde jikme-jik seredilýär.

7.3. Derman (mineral) suwlary

Öz duzlulygyna, ion düzümine, ergin gazlara, aktiw (işjeň) mikrokomponentlere, radioaktiw elementlere, aşgarlygyna we turşulygyna, gyzgynlygyna görä adamyň bedenine peýdaly täsir edýän ýerasty suwlara **derman (mineral, şypa) suwlary** diýilýär.

"Içilýän mineral-derman we derman-naharhana suwlary" DÖST-e görä derman suwlaryň umumy duzlulygy 2 g/dm^3 mukdardan we biologik işjeň mikrokomponentleriň mukdary kesel bejeriş kadasyndan az bolmaly däldir.

Içilýän derman suwlaryň duzlulygy $8-12 \text{ g/dm}^3$ çäklerindedir. Duzlulygy 8 g/dm^3 -dan az, düzüminde ýokary mukdarda As, B we başga mikrokomponentler bar bolsa, onda bu suwlar hem derman suwlara degişlidirler. Derman suwlary şoruntlyk, duzly we goroba bolup bilerler, emma duzlulygy 35 g/dm^3 - dan uly suwlar hem duşýarlar. Derman (şypa) suwlaryň himiki düzümi dürlüdür.

Temperaturasyna görä derman suwlary **sowuk** ($< 20^\circ \text{C}$), **ýyly** ($20-37^\circ \text{C}$), **gyzgyn** ($37-42^\circ \text{C}$) we **örän gyzgyn** ($> 42^\circ \text{C}$) **suwlara** bölünýär.

Gaz düzümine görä: **kömürturşy, kükürtli - wodorodly - kömürturşyly, kükürtli - wodorodly (sulfidli), azotly, azotly-metanly we metanly suwlara** bölünýärler.

Derman suwlaryny aşkdaky toparlara bölýärler:

1) duzly suwlar we gorobalar; 2) kömürturşuly; 3) radonly; 4) kremnili gyzgyn (termal); 5) demirli, myşşakly we metallaryň (Mn, Cu, Zn, Pb, Al we başgalar) mukdary ýokary; 6) duzlulygy pes, organiki garyndylaryň mukdary ýokary ("Naftus" kysymly suwlar) suwlar.

Duzly suwlaryň we gorobalaryň duzlulugy 500-600 g/dm³, himiki we gaz düzümi dürlüdür. Bu suwlar platformalaryň we dagara artezian basseýinleriň çäginde giň ýaýrandyr (Uralýaka, Karpatýaka, Demirgazyk Kawkaz we başgalar).

Kömürturşyly suwlar giň ulanylýan suwlardyr, täze wulkanly, ýaş ösýän dagly welaýatlarda giň ýaýrandyr. Kawkaz mineral suwlary öz dürli-dürlüligi bilen tapawutlanýar. Şol esasyda Kislowodsk, Essentuk, Pýatigorsk, Železnowodsk kurortlary gurlandyr.

Radon suwlary epinli welaýatlarda, esasan hem kristallaşan turşy jynsly etraplarda giň ýaýrandyr. Olaryň düzüminde dürli mukdarda radon gazy bar. Radon suw ýataklary Altaýda (Belokurihi), Baýkal aňrysında (Ýamkun), Kawkazda (Pýatigorsk) meşhurdyr.

Kremnili termal suwlar duzlulygy pes (< 2 g/dm³), kremniý turşulygy ýokary (50-160 mg/dm³), ýokary pH (9.6 çenli), ýokary temperaturaly (20-100°C) suwlardyr. Mysal edip Baýkal gidrotermal welaýatyny görkezmek bolýar.

Demirli, myşşakly we metallaryň mukdary ýokary suwlaryň derman suwy hökmünde ähmiýeti gaty uludyr. Olar Kawkazda, Sahalinde, Kamçatkada giň ýaýrandyr.

Duzlulygy pes, organiki garyndylaryň mukdary ýokary suwlar organiki maddalara baý çökündi jynslaryň toplumlarynda seýrek duşýarlar. Dünýä belli Truskowes ("Naftus" suwy) kurortyny bu suwlara mysal getirip bolar. Bu suwlaryň ýataklary Krasnodar ülkesinde, Azerbaýjanda, Uralda, Sibirde we başga ýerlerde barlanandyr.

Türkmenistan derman (şypa) suwlaryna baý ýurtdur, bu suwlaryň uly gorylary bar. Olar düzümi boýunça kükürtli-

wodorodly (Arçman, Berzeňni) ýyly (Köwata, Durun) suwlardyr. Türkmenistanyň Prezidenti Beýik Saparmyrat Türkmenbaşy adamlaryň saglygy barada uly alada edýär. Şol sebäpli derman suwlaryň bar ýerinde (Arçman, Mollagara we ş.m.) täze häzirkî zaman talaplaryna laýyk gelýän kurortlar gurulýar, öňki kurortlaryň, şypahanalaryň durky täzelenýär, enjamlaşdyrýlar.

7.4. Senagat suwlary

Senagat maksatlary üçin alyp boljak mukdardaky peýdaly komponentli suwlara **senagat suwlary** diýilýär. Halk hojlaygynyň dürli pudaklarynda ýoduň, bromuň, borun, litiniň, rubidiniň, germaniniň we beýleki komponentleriň ulanylyşynyň ösmegi degişli himiki düzümlü senagat suwlaryň gözleginiň, barlagynyň we ulanylyşynyň giňeldilmegini talap edýär.

Ýokary duzlulykly (goroba) senagat suwlary uly çuňlukda ($> 500\text{m}$) ýerleşip, kesgitli geostrukturaly, gidrogeologik we termik şertli çäkli meýdanlary eýeleýärler.

Senagat suwlaryň çykarylyşynyň öz-özünü ödeýşi onuň peýdaly düzüminiň mukdary, suwlaryň ýatyş çuňlugy, ulanyşda suwuň çykymy we derejesi, işlenilen suwuň akdyrylyş şerti, alnan çig-malyň ugradylyş şertleri we beýleki tehniki-ykdysady görkezijileri bilen kesgitlenýär.

Senagat mineral suwlara baha bermekligiň esasy görkezijileri we kadalary ýörite jedwellerde berilýär. Senagat suwlaryň ýatyş çuňlugy 2-4 km-den uly, yrga derejesi 200-600m-den pes, guýudan çykymy $200\text{-}500\text{ m}^3/\text{g-g-den}$ az bolmaly dälidir.

Käbir etraplaryň (Ural, Kawkaz we ş.m) senagat suwlaryň düzüminde metallar (mis, sink, wolfram, alýumin we ş.m.) duşýar. Bu suwlardan metallary almak mümkinçiligi bar. Senagat suwlara mineral suwlaryň dürli görnüşleri hem degişlidir, ýöne giň ýaýrany ýodly we bromly suwlardyr

(gunbatar Türkmenistanyň ýodly - bromly suwlary). Bu suwlar 500-3000m çuňlukda ýerleşýärler. Guýular **az çykymly, orta çykymly we seýrek uly çykymly (70 l/s) çenli** bolup bilerler. Çuňluk artmagy bilen suwda bromyň, stronsiniň mukdary azalýar, boruňky artýar, ýoduňky bolsa üýtgemeyär.

Uly çuňlukdaky senagat suwlary ýokary gyzgynlyklydyr, şonuň üçin olar utgaşdyrylyp ulanylýar.

7.5. Termal suwlar

Gidrotermal gençleri (ýeriň içindäki suwlaryň ýylylygy) termoenergetik maksatlary üçin ulanyp bolýar. Bu gençlere **termal (gyzgyn), suw, bug-suw garyndysy we gury bug** degişlidir.

Guýynyň agzyndaky temperatura görä **gyzgyn (35-75°C), ýokary gyzgynlykly (75-100°C) we aşa gyzgyn (> 100°C) suwlara** bölünýärler. Termal suwlaryň dürli bähbitler üçin ulanyp boljak mümkinçiliklerine baha berlende olaryň duzlulygy, wodorod ionyň mukdary (pH), zyýanly elementleriň barlygy - ýoklugy we başgalar möhüm ähmiýete eýedirler.

Ýylylyk öndürilijiline (we guýynyň çykymyna) görä termal suwlar **kiçi** - $< 4.18 \times 10^3$ J/sag (< 1000 m³/g-g), **orta** - 4.18×10^3 - 2.09×10^4 J/sag (1000 - 3000 m³/g-g) we **uly** - $> 2.09 \times 10^4$ J/sag (> 3000 m³/g-g) **ýataklara** bölünýärler. Termal suw ýataklaryň özleşdirilişiniň maksadalaýyklygy ulanyşyna we beýleki ýangyçlaryň görnüşleri bilen deňeşdirilende ykdysady bähbitliligine baglydyr. Kamçatkadaky gidrotermal beketleriň öndürýän elektrik energiýasy dizel we kömür beketleriňkiden 2-5 esse arzandyr. Termal suwlar ýylylyk üpjünçiliginde, elektrik togunyň önümçiliginde, parnik hojalygynda, suw howdanlarda, dag - önümçilik senagatynda we ş.m giňden ulanyp bilner.

Bu suwlaryň esasy ýaýraw meýdanlary: **wulkanik etraplar, kaýnozoy epinli sebiti we epipaleozoý**

plitalarydyr. Hidrogeotermal gençleriň özleşdirilişi başlangyç möwritdedir (Kamçatka, Kawkaz, Günübatar Sibir, Merkezi Aziýa, Baýkalýaka).

Çeşmeler

Dürli sebäplere görä ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne tebigy çykuwlaryna **çeşme (bulak)** diýilýär. Bu sebäplere ýeriň ýüzüniň ýuwulyp bozulmalary (jarlar, köller, derýa jülgeleri), tektonik bozulmalar we jaýryklylygyň gyradeň daldigi, jynslaryň litologik-fasial üýtgewleri, doňaklyklardaky erän tegmiller we ş.m. deňşlidirler.

Çeşmeleri toparlaýan ýeke-täk bitewi synplama heniz ýok. Olar dürli görkezijilere görä toparlanýar. Ýerasty suwuň kysymyna görä: **1) wagytdlaýyn suwlar; 2) teýgum suwlary; 3) dyňzawly suwlar** bilen bagly çeşmelere bölünýärler. Suwly jynslaryň häsiýetlerine görä: 1) dagynyk gowşak sepli çökündi jynslary bilen bagly öýjük suwly çeşmelere; 2) weýaranlaşma zolakdaky we işjeň jaýryklaşan daşygan jynslardaky jaýryk suwly çeşmelere; 3) tektonik bozulmalardaky jaýryk-damar suwly çeşmelere; 4) gowaklaşan hek, duz we zylça jynsly toplumyndaky gowak suwly çeşmelere; 5) adalaýyn we bölekleyin ýaýran müdümü doň jynslardaky çeşmelere bölünýärler;

Ýeriň ýüzüniň çykyş şertine görä:

1) ýuwulma (erozion); 2) degşirme; 3) tutuly (ekranly suw süzdürmeýän gatlakly); 4) sifonly çeşmelere bölünýärler.

Tertibiniň aýratynlygyna görä **hemişelik, pasyllaýyn we wagtal - wagtallaýyn (ritmik) çeşmelere** bölünýärler.

Gidrodinamik alamata görä **ýokary böwüşýän (dyňzawly) we aşak inýän (teýgum suwlary) çeşmelere** bölünýärler.

Häzirki zaman wulkanly we tektonik hereketli ýerlerde (Kamçatka, Çita welaýatlary) geýzerler - gyzgyn suwly çeşmeler duşýarlar.

Çykymyň üýtgewine (Q_{\min} ýyl / Q_{\max} ýyl) görä:

1) **durnukly (üýtgewsiz)** - 1:1 gatnaşykly; 2) **hemişelik** - 1:1-1:2 gatnaşykly; 3) **üýtgewli** - 1:2-1:10 gatnaşykly; 4) **uly üýtgewli** - 1:10-1:30 gatnaşykly we 5) **möçbersiz uly üýtgewli** - 1:30-1:∞ gatnaşykly çeşmelere bölünýärler.

Çeşme suwlaryň himiki we gaz düzümi, temperaturasy dürlüdir, gyzyl reňkli kesmek, çöken duz, tuf, palçyk yzlaryny emele getirýärler. Çeşmelerde gazlardan azot, metan, kömürüň, dioksidi, kükürtli wodorod, radon we ş.m duşýarlar.

Çeşmelerin aýratynlygyny, suw üpjünçiliginde ulanmak mümkinçiligini öwrenmek üçin öwrany gözegçilikler zerurdyr.

8.ÝERASTY SUWLARYŇ DINAMIKASY

8.1. Howaly zolakda we doýgun zolakda suwuň hereketi

Howaly zolakda suwuň hereketiniň esasy görnüşleri

Öň belleýişimiz ýaly, dag jynslarynda suwatabyn we fiziki-mehaniki häsiýetlerine, suwuň ýatys şertlerine, onuň dag jynslary bilen özara täsirine we beýleki sebäplere görä suwuň dürli görnüşleri bar. Dag jynslaryndaky suwuň dürli görnüşleri ýerasty suwlaryň hereketiniň şertlerini we kanunalaýyklyklaryny kesgitleýärler.

Belli bolşy ýaly, howaly zolakda suwuň ähli görnüşleri bardyr. Olaryň her biri göçmäniň (migrasiýanyň) kesgitli kanunalaýyklygy bilen häsiýetlenýär. Öň erkin grawitasion suwdan beýleki ýapyşak (giproskopik), örtük, kapillýar we beýleki görnüşleriniň hereket kanunalaýyklygyna seredilipdi. Ýöne grawitasion suwuň hereket prosesi iň gowy öwrenilenidir.

Grawitasion suwuň hereketi howaly zolakda dag jynslaryndan ygallaryň, ekerançylyk we ýerüsti suwlaryň syzyp geçmegi bilen baglydyr. Howaly zolakda suwuň syzyp geçmek prosesine **siňme** diýilýär. Onuň iki görnüşü bar: erkin siňme we adaty (normal) siňme (infiltrasiýa).

Erkin siňmede suw agram güýjüniň we kapillýar güýçleriň täsirinden aýry-aýry kanaljyklardan we öýjük kapillýarlaryndan üzne (izolirlenen) damja akymy görnüşinde hereket edýär ("ýerasty ýagyş"). Siňýän suwuň uly mukdarynda aşak gönükdirilen akym öýjüklere we jaýryklary dolduryp, tutuşlaýyn gidrawliki gurşawy emele getirýär. Bu gurşawda suwuň hereketi gidrastatik dyňzawyň täsirinden filtrasiýa (süzülme) görnüşinde bolýar, süzülme akymynyň gury jynslar bilen araçäginde bolsa, soruş kapillýar güýçleri täsir edýär (olaryň ululygy h_k kapillýar ýokary galmanyň H_k ýarysyna deň diýip kabul edilýär: $h_k = 0.5 H_k$). Süzülme

akmynyň bu hereketine **adaty siňme (normal infiltrasiýa)** diýilýär. Suwuň bu hereketi Dersiniň kanunyna boýun egýär.

Howaly zolak-suwuň dürli görnüşlerini özünde jemleýän köp fazaly (düzümlü) ulgamdyr. Teýgumynyň gaty zireleri bilen suwuň arasynda çylşyrymly täsir bolup geçýär. Onuň netijesinde gaty zire-suw, howa-suw araçäklerde dürli häsiýetli we ululykly güýçler (kapillýar, sorbsion, osmatik we ş.m) döreýärler. Olar agram güýjünden agdyklyk edýärler. Eger çygyň we ondaky ergin maddalaryň jemlenen ýylylyk, elektrik, magnit we grawitasion meýdanlaryň gradiýentleriniň täsirindedigini göz önünde tutsaň, onda howaly zolakda çygyň hereketine täsir edýän güýçleri hasaba almaklygyň çylşyrymlydygy düşnükli bolar.

Howaly zolakda çygyň hereket prosesi (grawitasion, molekulýar, kapillýar, güýçleriň täsirinden erkin we molekulýar çygyň göçürilmegi) **çyg göçürme** diýip atlandyrylýar. Çyg göçürme tizligi položitel ($V_z > 0$) bolanda howaly zolakda çyg ýokary hereket edýär (bugarma), tizlik otrisatel ($V_z < 0$) bolanda - aşak hereket edýär (siňme). Eger tizlik $V_z = 0$ bolanda çyg akymy ýokdur (ýagny çygyň deň ýaýran ýagdaýy).

Howaly zolakda çyg göçürme meseleleri çözlende differensial deňlemeler ulanylýar, EHM ulanylsa has hem netijeli bolar.

Doýgun zolakda ýerasty suwlaryň hereketi

Doýgun zolakda ön seredilen suwlaryň ähli görnüşleri duşýarlar. Emma bu ýerde esasy öwrenilýäni grawitasion (erkin) we gowşak bagly (örtük) suwlarydyr.

Grawitasion suw akymyň iki tertibi bilen häsiýetlendirilýär - çylgymlaýyn (laminar) we turbulent (köwlümlü), örtük suwlary bir tertiplidir (şepbeşik-süýgeşik).

Çylgymlaýyn (laminar) hereketde - suw üznüksiz haýal tizlikli bir-birine parallel köwlenmän akýan akym görnüşinde hereket edýär.

Turbulent hereketde - suw uly tizlikli köwlenip - garylýp hereket edýär.

Tebigy şertlerde öýjükli we jaýrykly gurşawda suwuň hereketi laminar (çylgymlaýyn) häsiýetlidir. Diňe iri boşluklarda we jaýryklarda hem-de inžener desgalaryň depginli täsirli meýdançalarynda (guýulardan suw sorduryşda) ýerasty suwlaryň hereketi laminar häsiýetden turbulent häsiýete geçýär. Akymyň tertibiniň iki görnüşiniň (çylgymlaýyn we turbulent) bar bolan geçiş ýerleriň hem bolmagy mümkindir.

Akymyň şepbeşik-süýgeşik tertibi örtük suwlaryň hereketi üçin mahsusdyr. Bu hereketiň ýüze çykmagy üçin suw bilen jynslaryň (ownuk dagynyk gurşawda) özara täsirinden döreýän molekulýar dartýş güýçlerden üstün çykylmalydyr.

Suwdan doýgun jynslarda suwuň herekedine **süzülme (filtrasiýa)** prosesi diýilýär.

8.2. Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanuny we onuň ulanyş çägi

Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanuny

Dag jynslarda ýerasty suwlaryň çylgymlaýyn hereketi 1856 ýylda eksperimental usul bilen fransuz alymy A.Darsi tarapyndan açylan süzülmäniň çyzykly kanunyna boýun egýär.

Bu kanun çäge süzgüçlerden suwuň süzülişiniň köp sanly synaglarynyň esasynda açyldy. Darsiniň synagynyň çyzgydy 22-nji suratda görkezilýär. Bu çyzgytdan görnüşi ýaly synag geçirilende çägeden doldurylan (çäge süzgüji) turbajygyň girelgesinde we çykalgasynda suwuň hemişelik derejeleri H_1 we H_2 saklanylýar. Synagyň manysy çäge

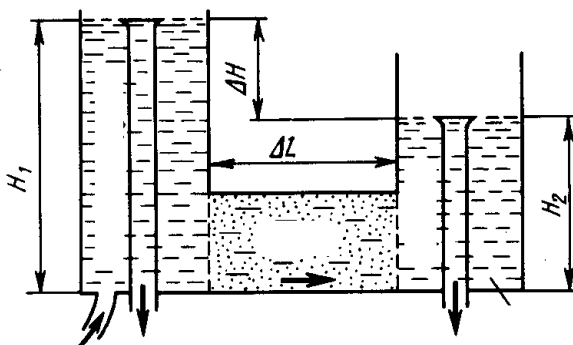
süzgüjinden süzülýän suwuň harjynyň derejeleriň tapawudyna ($\Delta H = H_1 - H_2$) we süzgüjiň ölçeglerine (onuň uzynlygyna ΔL we kese kesiginiň meýdanyna F) baglylygyny kesgitlemekden ybaratdyr.

Synagyň netijesinde wagt birliginde süzgüçden süzülýän suwuň mukdarynyň Q meýdanyň kesimine F , dereje tapawudyna ΔH (onuň täsirinden süzülme bolup geçýär) göni proporsionallygy we süzülme ýoluna ΔL ters proporsionallygy kesgitlendi:

$$Q = K \cdot F (H_1 - H_2) / \Delta L = K \cdot F \cdot \Delta H / \Delta L \quad (1),$$

bu ýerde:

K - süzülme koeffisienti diýip atlandyrylan jynslaryň we süzülýän suwuklygyň fiziki häsiýetlerine bagly hemişelik proporsionallyk koeffisienti; $H_1 - H_2 / \Delta L = \Delta H / \Delta L$ - gatnaşygy süzülme ýolunda dereje üýtgeşini görkezýän **dyňzow ýa-da gidrawliki gradiýent** : $I = \Delta H / \Delta L$.



22-nji surat. Darsiniň tejribesiniň çyzgysy

(1) deňlemäniň iki tarapyny hem kesimiň meýdanyna F bölüp, $Q/F = V$ - süzülme tizligi düşüňjani ulanyp, Darsiniň kanunynyň başga aňlatmasyny alýarys:

$$V = K \cdot \Delta H / \Delta L = K \cdot I \quad (2).$$

(2) formula süzülme tizliginiň V dyňzow gradiýentine I çyzykly baglylygyny görkezýär. Şonuň üçin Darsiniň kanuny çyzykly süzülme kanuny diýip atlandyrylýar.

Çyzykly süzülme kanunynda süzülme tizligi dyňzow gradiýentiniň ýa-da akymyň ýapgytlylygynyň birinji derejesine proporsionaldyr.

A.Darsiniň kanunynyň ulanyş çäkleri

Darsiniň kanuny tebigy şertlerde giň ýaýran ýerasty suwlaryň çylgymlaýyn hereketi üçin adalatlydyr. Şonuň üçin oňa ýerasty suwlaryň hereketiniň esasy kanuny diýilýär. Emma Darsiniň kanunynyň ulanyş çäkleri (aşaky we ýokarky) bardyr.

Soňky ýyllarda köp alymlar süzülme tizliginiň we dyňzow gradiýentiniň örän kiçi bahalarynda Darsiniň çyzykly süzülme kanunynyň bozulýandygyny belleýärler. Bu ýagdaý subkapillýar öýjüklü we köp mukdarly fiziki bagly suwly gowşak suw süzdüriji toýunsow jynslarda döreýär. Olarda dyňzow gradiýenti bar hem bolsa, suw süzülmeýär. Bu şertde süzülme bolup geçer ýaly dyňzow gradiýenti belli bir ululyga çenli I_0 artdyrylýar. Dyňzow gradiýenti artdyrylyp $I_{kr} = 4/3 I_0$ ýetirlende toýunsow jynslarda suwuň süzülmesi Darsiniň kanunyna gabat gelýär. Emma Darsiniň kanunynyň ulanylyşynyň aşaky çäginin takyk bahasy belli däl.

Erkin suw hereket edende sürtülme we inersiýa güýçleri görýärler. Emma olaryň ululyklarynyň örän ujypsyzlygy sebäpli hasaba alynmaýar.

Şeýlelikde, Darsiniň kanunynyň ulanylyşynyň aşaky çägi grawitasion (erkin) suw üçin ýokdur.

Darsiniň kanunynyň ulanylyşynyň ýokarky çägi ýokary süzdürijilikli jynslarda we süzülmäniň uly tizliklerinde grawitasion suwlaryň hereketinde döreýän inersion we pulsirleýji güýçleriň döremegi bilen baglydyr. Bu çäk süzülmäniň aňrybaş (kritiki) tizligi bilen baglansyklydyr. Bu tizlige ýetilende süzülme tizligi bilen dyňzow gradiýentiniň göni proporsionallygy bozulýar. Süzülmäniň aňrybaş tizligi V_{kr} N.N.Powlowskiniň üňewi bilen kesgitlenýär:

$$V_{kr} = (0,75n + 0,23) (v/d_e) \cdot R_{e\ kr} \quad (3),$$

bu ýerde:

n - öýjüklilik, birligiň ülüşinde;

v - şepbeşikligiň kinematik koeffisiýenti, m^2/s ;

d_e - zireleriň effektiwi diametri, mm;

$R_{e\ kr}$ - Reýnoldsyň sany (aňrybaş tizlikde eksperimental maglumatlara

göra $R_{e\ kr} = 7,5-9$).

Daşky güýjüň täsirinden suwuklygyň akmaga garşylyk görkezmek ukybyna **şepbeşiklik** diýilýär. Ol dinamik we kinematik şepbeşiklik koeffisientleri bilen häsiýetlendirilýär.

Tizlik gradiýenti bire deň bolanda suwuklygyň hereket edýän iki gatlagynyň galtaşma üstüniň birligine düşýän içki sürtülme güýçlerine **dinamik şepbeşiklik koeffisienti** (μ) diýilýär. Onuň ölçegi - $Pa \cdot s$.

Suwuklygyň şepbeşikliginiň dinamiki koeffisiýentiniň suwuklygyň dykzlygyna bolan gatnaşygyna **kinematik şepbeşiklik koeffisiýenti** (v) diýilýär. Onuň ölçegi - m^2/s .

G.N. Kamenskiniň maglumatlaryna göre ýerasty suwlaryň hereketiniň hakyky tizliginiň $1000m/g$ -g ýetýän bahalarynda Darsiniň kanuny ulanylýar. $1000m/g$ -g geçýän tizlik örän seýrek duşýar we gowakly, uly jaýrykly, iri bölekli suwly dag jynslara mahsusdyr. Olarda turbulent hereket ýüze

çykýar. Turbulent hereketli suwlarda Şezi-Krasnopolskiniň çyzyksyz süzülme kanuny ulanylýar:

$$Q = K \cdot (\Delta H / \Delta L)^{1/2} \cdot F = K \cdot \sqrt{I} \cdot F \quad (4) \quad \text{---}$$

A.A.Krasnopolsikiniň çyzyksyz süzülme kanuny tizligiň üsti bilen aňladylýar:

$$V = K \sqrt{I} \quad \text{---}$$

Toýunsow jynslaryň suw süzdürijiligi

Örän kiçi ölçegli öýjükli dagynyk toýunsow jynslarda bagly suw öýjükleriň kesimini dolulygyna ýapýar.

Bu jynslarda süzülme ýüze çykmagy üçin başlangyç dyňzow gradiýentden I_0 ýokary dyňzow gradiýenti döretmeli. Başlangyç dyňzow gradiýenti I_0 şepbeşik-süýgeşik bagly suwuň fiziki häsiýetleriniň adaty suwdan tapawutlylygy bilen baglydyr we bu suw kesgitli süýşme berklige eýedir. Süýşme berkligi bilen kesgitlenýän başlangyç gradiýentden ýokary dyňzow gradiýentde toýunsow jynslarda Darsiniň çyzykly süzülme kanunyna boýun egýän süzülme başlanýar:

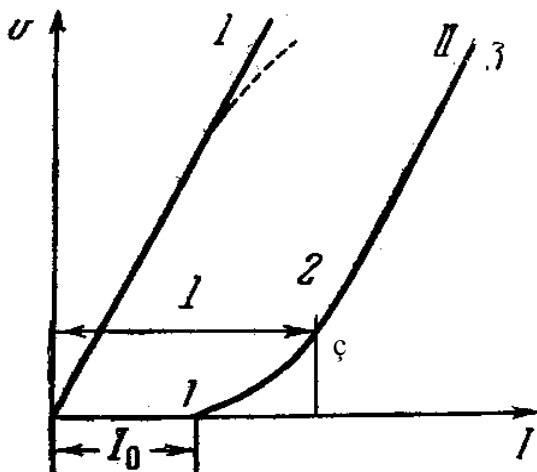
$$V = K (I - I_{pr}) = K \cdot (I - 4/3 I_0) \quad (5)$$

Çyzgyda (23-nji surat) çägesow jynslarda (I göni çyzyk) we toýunlarda (II egri çyzyk) suwuň süzülme tizliginiň dyňzow gradiýentine baglylygy görkezilýär.

Çägesow jynslarda suwuň süzülşinde süzülme tizligi V bilen dyňzow gradiýentiniň I başlanşygy göniçyzyklydyr (I göni çyzyk); toýunsow jynslarda birinji bölekde (1-2) bu baglanşyk egriçyzykly, ikinji bölekde (2-3) bolsa-göniçyzyklydyr. (II egri çyzyk).

II egri çyzykdaky 1-nji nokat başlangyç dyňzow gradiýentine I_0 gabat gelýär, munda suw aňrybaş (predel)

ýagdaýda bolýar; dyňzow gradiýenti başlangyç gradiýentinden geçende suwuň süzülşi başlanýar, emma süzülme tizligi bilen dyňzow gradiýentiniň baglanyşygy egriçyzykly häsiýetlidir (II egir çyzygyň 1-2 bölegi). 2-nji nokat aňrybaş dyňzow gradiýentiniň I_{pr} bahasyna gabat gelýär, ondan uly bahada Darsiniň kanuny adalatly bolýar.



23-ni surat. Süzülme tizligi bilen dyňzaw gradiýentiniň arabaglanyşygy

S.A.Rozanyň eksperemental barlaglaryna görä dykyz toýunlarda süzülme dyňzow gradiýentiniň 20-30 bahalarynda, beýleki ýagdaýlarda bolsa, birnäçe birlikde başlanýar.

Ýokarky aýdylanlara görä, tebigy şertlerde deňeşdirme suwabent toýunsow jynslarda hem süzülmäniň bolmak mümkinçiligi hasaba alynmalydyr.

8.3. Süzülme koeffisiýenti we onuň kesgitleniş usullary

Süzülme koeffisiýenti barada düşüňje

Dag jynslaryň we suwly gatlaklaryň esasy süzülme görkezijilerine süzülme koeffisiýenti hem-de syzyş, suwgeçiriş, derejegeçiriş we pýezogeçiriş koeffisiýentleri degişlidirler.

Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanunyna (Darsiniň kanunyna) laýyklykda: $V=k \cdot I$, ýagny süzülme koeffisiýenti dyňzow gradiýenti bire deň bolanda $I=1$, süzülme tizligidir V . Bu koeffisiýentiň ululygy esasan öýjükleriň geometriýasy, ýagny olaryň ölçegleri we durky (sypaty) bilen kesgitlenýär. Süzülme koeffisiýentiň ululygyna süzülýän suwuklygyň gidrodinamik häsiýetleri (dykzlygy we şepbeşikligi), öýjük giňişliginiň sturkturasy, jynslaryň mineral düzümi, duzlulyk derejesi we ş.m. täsir edýärler. Suwuň şepbeşikligi temperatura baglydyr. Şonuň üçin dürli temperaturada kesgitlenen süzülme koeffisiýentleriň bahalaryny deňeşdirmek üçin düzediş temperatura koeffisiýentin girizip, bir temperatura 10°C getirýärler:

$$K_{10} = K / (0.7 + 0.03t^{\circ}\text{C}),$$

bu ýerde:

$t^{\circ}\text{C}$ - süzülme koeffisiýenti kesgitlenen temperatura.

Süzülme koeffisiýentiň ölçeg birligi 1m/g-g (SI ulgamynda - m/s) diýip kabul edilýär.

Süzülme tizligi $V = Q/F$ ülnewde (çylgymlaýyn akymda) jynsdaky suwuň hakyky tizligine gabat gelmeýär. Sebäbi ülnewe girýän F süzülýän jynsyň ähli kesimini aňladýar, emma suw diňe öýjükleriň we jaýryklaryň meýdanyna deň bolan kesimden akyp geçýär. Şonuň üçin bu ýerde K hyýaly süzülme koeffisiýentidir. Suwuň hakyky tizligini kesgitlemek üçin jynslaryň öýjüklerini hasaba alýarlar:

$$V_h = Q/F \cdot n \text{ ýa-da } V_h = V/n,$$

bu ýerde:

n -jynslaryň öýjükliigi, birligiň ülüşinde.

Bu formulalar aýyk öýjükli çägesow we iribölek jynslar üçin ulanmaga degişlidir, sebäbi olarda suw erkin hereket edip bilýär. Toýunsow jynslarda öýjükleriň bir bölegi ýapykdyr we suw diňe aýyk öýjüklerde hereket edýär. Şonuň üçin ülnewe n derek n_{akt} (aktiw - işjeň öýjüklilik) girizilýär:

$$n_{akt} = n \cdot W_{m.m.s} \cdot \rho_s,$$

bu ýerde:

$W_{m.m.s}$ - aňrybaş (maksimal) molekulýar suw sygymy (birligiň

ülüşinde);

ρ_s - jynslaryň zire dyklyzlygy, g/sm^3 .

Süzülme koeffisiýentiniň kesgitleniş usullary

Gidrogeologiýada ulanylýan ähli formulalara süzülme koeffisiýenti girýär. Şonuň üçin onuň ululygyny hasabyň takyklygyna görä hasaplamak zerurdyr.

Süzülme koeffisiýentiniň ululygyna takmyny baha bermek üçin **tablisalar boýunça** maglumatlary ulanyp bolar.

Süzülme koeffisiýentiniň ululyklarynyň has esaslandyrylan bahalaryny **hasaplaýyş, tejribe (labarator) we meýdan usullary** boýunça kesgitläp bolar.

Hasaplaýyş usuly bilen süzülme koeffisiýentiniň bahalary diňe çägesow we çagyly jynslar üçin kesgitlenýär. Bu usul golaýlaşdyrylan usul bolup, barlaglaryň başky tapgyrlarynda ulanmaklygy teklip edilýär. Bu usulda süzülme koeffisiýenti bilen jynslaryň zire düzümini baglaşdyrýan formulalar ulanylýar. Meselem:

$$K=1500 \cdot d_e^2,$$

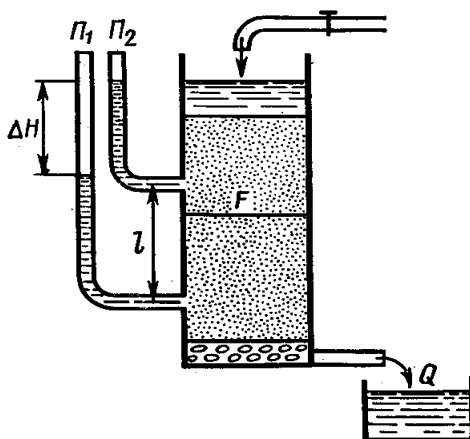
bu ýerde:

$d_e (d_{10})$ - täsir ediş diametri, mm.

Tejribe (laborator) usullar dyňzow gradiýentiniň dürli bahalarynda jynslaryň nusgalygynyň üstünden geçýän suwuň tizligini kesgitlemäge esaslanandyr. Silindr gaba barlanýan jynsy ýerleşdirýärler. Onuň üstünden käbir dyňzawda suwy süzdürýärler. Synag wagty süzülýän suwuň harjyny, wagtyny we dyňzaw gradiýentiniň ululygyny ölçeýärler. Nusgalygyň kesimini F bilip, harjy Q we gradiýenti I kesgitlep, süzülme koeffisiýentini tapýarys:

$$V = Q/F; \quad K = V \cdot I.$$

Süzülme koeffisiýentini tejribe usuly bilen kesgitlemek üçin dürli gurallar (Tim-Kamenskiniň guraly, SPESGEO turbajygy, F-1M guraly we ş.m.) hödürlenendir (24-nji surat).



24-nji surat. Çägeleriň süzülme koeffisiýentini kesgitleýän guralyň çyzgysy

Tejribe usullaryň ýönekeýlegi we arzanlygy süzülme koeffisiýentini köpçülikleýin kesgitlemek üçin ulanmaga mümkinçilik berýär.

Meýdan usullary süzülme koeffisiýentini jynslaryň tebigy ýatys şertlerinde we ýerasty suw çalyşygynda kesgitlemäge mümkinçilik berýär, şeýlelikde has takyk netijeleri almaklyk üpjün edilýär. Ýöne meýdan usullary tejribe (laborator) usulary bilen deňeşdirilende has köp zähmeti talap edýär we bahasy gymmatdyr.

Doýgun zolakda suwly jynslaryň süzülme koeffisiýenti guýulardan suwsorduryş bilen kesgitlenýär.

Gury jynslaryň (howaly zolakda) süzülme koeffisiýenti barlag çukurlaryna suw guýmak usuly bilen kesgitlenýär (A.K.Boldyrewiň, N.S.Nesterowyň usullary).

Suwsorduryş ýeke-täk guýuda ýa-da synag şahasyndan amala aşyrylýar. Synag şahasynda merkezi guýy synag guýysy hökmünde, beýleki guýular bolsa gözegçilik guýulary hökmünde (olarda suwuň derejesi ölçenýär) ulanylýar (25-nji surat).

Guýudan sordurylýan suwuň mukdary Q suwuň derejesiniň belli bir peselişinde S jynslaryň süzülme koeffisiýentine we ýaýraýan aralygynda R baglydyr. Bu usul bilen kesgitlenen K barlanýan gatlak üçin ortalaşdyrylan bahadyr.

Hasaplamak üçin aşakdaky ülnew ulanylýar:

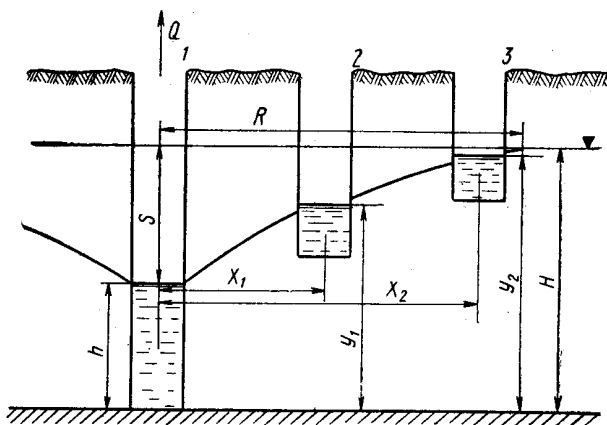
$$K = Q \cdot 1/\pi \cdot (\ln x_2 - \ln x_1) / (y_2^2 - y_1^2),$$

bu ýerde:

Q - sordurylýan suwuň harjy, m^3/g ;

x_1 we x_2 - gözegçilik guýulardan synag guýysyna çenli aralyk, m;

y_1 we y_2 - gözegçilik guýularynda suwuň derejesi, m.



25-nji surat. Meýdan şertlerinde suwsorduryş bilen süzülme koeffisiýentiniň kesgitlenişi

1 – suw sordurylýan tejribe guýusy; 2, 3 – gözegçilik guýulary
Syzyş we suwgeçiriş koeffisiýentleri barada düşünje

Öýjükli gurşawyň öz üstünden suwuklygy ýa-da gazy geçirmek häsiýetine **syzyş koeffisiýenti (k_s)** diýilýär.

Bu koeffisiýent öýjükli gurşawyň geometrik häsiýetlerini häsiýetlendirýär we süzülýän suwuklygyň görnüşine bagly däl. Bu koeffisiýent süzülme koeffisiýenti bilen aşakdaky görnüşde baglanyşyklydyr:

$$K_s = K v/g \text{ ýa-da } K = K_s g/v,$$

bu ýerde:

v - şepeşiklikligiň kinematik koeffisiýenti;

g - erkin gaçmanyň tizlenmesi;

SI ulgamynda K_s - m^2 , fiziki ulgamda - darside (D)

ýa-da sm^2 (1D =

$1.02 \cdot 10^{-8} sm^2 = 1.02 \cdot 10^{-12} m^2$).

Suwly gatlagyň süzülme koeffisiýentiniň onuň galyňlygyna (m ýa-da h) köpeltmek hasyllyna **suwgeçiriş koeffisiýenti** (**T**) diýilýär:

$$T = K \cdot m \text{ ýa-da } T = k \cdot h$$

Bu koeffisiýentiň ölçeg birligi m^2/g - m galyňlykly we $1m$ inli suwly gatlagyň dyňzow gradiýenti bire deň bolanda wagt birliginde suwy süzdürmek ukýbyny aňladýar.

Derejegeçiriş we pýezogeçiriş koeffisiýentleri barada düşünje

Erkin tygaly ýerasty suwlaryň derje üýtgewini geçirmek ukýby suwly gatlagyň **dereje geçiriş koeffisiýenti** (**a**) bilen häsiýetlendirilýär:

$$a = T/\mu \text{ ýa-da } a = k \cdot h/\mu,$$

bu ýerde:

T - suwgeçiriş koeffisiýenti, m^2/g ;

μ - suwly jynslaryň erkin suwy bermek koeffisiýenti ýa-da aktiw (işjeň) öýjüklilik.

Dereje geçirijilik koeffisiýentiniň ölçeg birligi - m^2/g . Suw üpjünçiligi üçin ulanylýan suwly gorizontlarda bu koeffisiýentiň bahasy 10^2 - 10^4 m^2/g -g çäklerdedir.

Pýezogeçiriş koeffisiýenti wagt dowamynda süzülmäniň maýyşgak tertibiniň prosesleriň ýaýbaňlanmagyny häsiýetlendirýär we dyňzow suwly gorizontlaryň dyňzowynyň ýa-da basyşynyň ýaýramak tizligini aňladýar. Pýezogeçiriş koeffisiýentiň suwly gatlagyň suwunyň we jynsynyň maýyşgak häsiýetleriniň görkezijileri bilen baglanyşygy şeýle aňladylýar:

$$a_p = k/\gamma(n\beta_s + \beta_\gamma),$$

bu ýerde:

k - süzülme koeffisiýenti;

n - gatlagyň öýjükliligi (jaýrylkly jynslar üçin jaýrygyň göwrüminiň

jynsyň göwrümine bolan gatnaşygy);

β_s - suwuň göwrümleýin gyzyлма koeffisiýenti;

β_γ - suwly gatlagyň jynsynyň göwrümleýin gysylma koeffisiýenti;

γ - suwuň udel agramy.

W.N.Şelkaçew boýunça β_b we β_γ koeffisiýentleriň ölçege birligi 1/m we san bahalary:

$$\beta_b = (2.7 - 5) \cdot 10^{-6} \text{ 1/m};$$

$$\beta_\gamma = (0.3 - 2) \cdot 10^{-6} \text{ 1/m}.$$

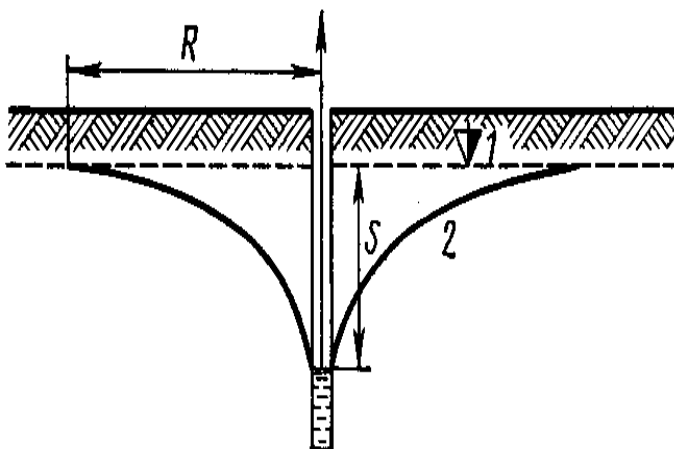
Bu aňlatmalara görä dyňzow 1m pese düzşende suwuň we jynsyň göwrümi başky göwrümden: suw üçin 2.7-den 5-e, jyns üçin 0.3-den 2 birligiň million üleşine ulalýar, ýagny maýyşgak gorlar grawitasion gorlardan bimöçber kiçidir.

Suw üpjünçiligi üçin ulanylýan suwly gorizontlaryň pýezogeçiriş koeffisiýentiniň bahalary $a_p = 10^4 - 10^7 \text{ m}^2/\text{g-g}$.

8.4. Ýerasty suwlaryň suwalgyçlara hereketi.

Peseliş oýtумы we täsir ediş radiusy barada düşünje

Guýularda suw sordurylanda suwuň jynslaryň zirelerine sürtülmegi netijesinde derejäniň peseliş oýtумы emele gelýär (26-njy surat).



26-njy surat. Suwpeseliş oýtumy

1 – teýgum suwuň derejesi; 2 – depression (suwpeseliş) egrisi;
 S – suwsoruşda guýda suwpeseliş; R – suwpeseliş oýtumynyň radiusy

Bu oýtum üstünden seredilende tegelege golaý şekilli, dik kesimde bolsa egri çyzyk görnüşlidir (egriligi guýa golaýlaşdygyça artýar). Bu oýtumyň döremegi suw akymynyň tebigy ugrunyň bozulmagyna we teýgum akymynyň tygasynyň üýtgemegine getirýär. Ony suwsoruşdan ön we soň gurlan gidroizogipsleri deňeşdirip bilip bolýar.

Peseliş oýtumyň çäklerini bilmek jynslaryň süzülme häsiýetlerine baha berlende, gorag guşaklarynyň sanitariýa çäkleri kesgitlenende, suw üpjünçiliginiň çeşmesiniň hapalanyşynyň sebäpleri kesgitlenende we ş.m. uly ähmiýete eýedir.

Peseliş oýtumyň radiusyna **täsir ediş radiusy (R)** diýilýär. Peseliş oýtumyň ölçegleri (degişlilikde R), hem-de oýtum egri çyzygyň egriligi jynslaryň suwsüzdürijiligine baglydyr. Gowy süzdüriji çagyla we çägä (suwuň zirelere sürtülmesi az) uly radiusly giň oýtum häsiýetlidir, gowşak

suwsüzdüriji topurlara uly bolmadyk radiusly kiçi oýtumlar häsiýetlidir.

Peseliş oýtumyň ölçeglerine we sypatyna suwly gorizontyň iýmitleniş şertleri, ýanaşyk suwly gorizontlar we ýerüsti suwlar bilen baglanyşygy, suwsoruşyň depgini we dowamlylygy we ş.m. täsir edýär.

Amaly hasaplarda täsir ediş radiusy adatça golaýlaşan ülnewleriň üsti bilen tapylýar. Meselem, dyňzowsyz suwly gatlaklarda durnuklaşan süzülmede Kusakiniň formulasy:

$$R = 2S \sqrt{H \cdot K}, \quad \text{—}$$

dyňzawly suwlarda bolsa Zihardtyň formulasy ulanylýar:

$$R = 10S \sqrt{K} \quad \text{—}$$

bu ýerde:

S - suwuň derejesiniň peselişi, m;

H - dyňzawsyz gatlagyň galyňlygy, m;

K- süzülme koeffisiýenti, m/g-g.

Tasir ediş radiusyň takmynan ululyklaryny işleýän suwalgyçlaryň meňzeşligi boýunça ýa-da jedwellerden kesgitläp bolar. Täsir ediş radiusyň has ynamly bahalary synag suwsorduryş işleriň netijesinde kegitlenýär.

Suwalgyçlaryň görnüşleri

Ýerasty suwlary almaga niýetlenen inžener desgalara **suwalgyçlar** diýilýär. Suwalgyçlar dürli maksatlar (suwüpjünçiligi, ekerançylyk, suwpeseldiş, şypa, senagat, termal suwlary ulanmak) üçin ulanylýar.

Suwalgyçlar düzgüt aýratynlygyna görä üç topara bölünýär: **dik ýa-da wertikal** (guýular, çukurlar), **kese ýa-da gorizont** (açyk ganawlar, kese guýular) we **kombinirlenen suwalgyçlar**.

Teýgum suwlary alýan suwlagyçlara **teýgum suwalgyçlary**, dyňzowly suwlary alýanlara - **artezian suwalgyçlary** diýilýär.

Suwalgyçlaryň suwly gorizontlary açyşyna görä **kämil we kämil däl suwalgyçlara** bölünýärler. Kämil suwalgyçlar suwly gorizonty doly galyňlygynda açýar, suw guýulara ähli galyňlyk boýunça akyp gelýär. Kämil däl suwalgyçlar suwly gorizontyň galyňlygynyň diňe belli bir bölegini açýar, şonuň üçin guýulara suw diňe açylan bölekden (gapdal diwarlaryndan, düýpden) gelýär.

Suwalgyçlar ýerleşşi boýunça **ýeketäk** ýa-da **özara täsirli** bolýarlar. Ýeketäk suwalgyçlar başga suwalgyçlaryň täsirini duýmaýarlar. Özara täsirli suwalgyçlar bolsa, bir-birine täsir edýärler. Olar ýerleşiş çyzgydyna görä erkin, bir ugurly, halkalaýyn, inedördil ýa-da göniburçly tor boýunça ýerleşen suwalgyçlara bölünýärler.

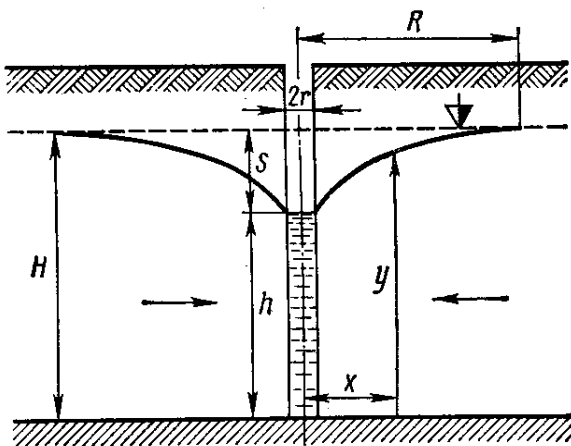
Suwalgyçlardan wagt birliginde alynýan suwuň mukdaryna **suwalgyjyň çykymy (Q)** diýilýär. Onuň ölçeg birligi l/s, m³/sag, m³/g-g. Guýularyň hasaplama çykymyny suwly gatlagyň kysymyna (dyňzawly ýa-da dyňzawsyz), guýynyň kämilligine (kämil ýa-da kämil däl), guýularyň özara täsirililigine görä ülnewler boýunça kesgitleýärler.

Suwly gatlaklar açylanda guýulardaky ilki başdaky derejä ýerasty suwlaryň **tebigy ýa-da statik derejesi**, suwsorduryşyň netijesinde peselen derejä bolsa, **yrga ýa-da dinamik dereje** diýilýär.

Eger guýuda suwsorduryş geçirilende alynýan suwuň öwezi üznüksiz dolýan bolsa, onda guýy **durnuklaşan süzülme** şertlerinde işleýär diýip hasaplap bolar.

Suwalgyçlara suwuň syzyp gelişiniň hasaplary

Kämil guýularyň çykymy. Dyňzowsyz suwly gatlaklarda kämil guýa syzyp geljek suwuň mukdary Dýupyýuniň ülnewi bilen kesgitlenýär (27-nji surat):



27-nji surat. Kämil guýa dyňzawsyz suwuň syzyp gelişi

H – suwly gatlagyň galyňlygy; R – suwpeseliş oýtумыň radiusy; S – suwsoruşda suwpeseliş; h – guýuda suw sütüniniň peselmedik beýikligi

$$Q = \pi K (H^2 - h^2) / (\ln R - \ln r) \quad (1)$$

π san bahasyny goýup we natural logarifmden onluk logarifme geçip alýarys:

$$Q = 1.366K \cdot (H^2 - h^2) / (\lg R - \lg r), \quad (2)$$

eger: $H - h = S$, onda $Q = 1.366K (2H - S) S / (\lg R - \lg r)$
(3).

bu ýerde:

H - dyňzawsyz suwly gatlagyň galyňlygy, m;
 R - oýtумыň (täsirediş) radiusy, m;
 S - suwsorduryş dereje peselme, m.

Eger-de guýy ýerüsti suwlaryna (derýa, köle) golaý ýerleşen bolsa, onda ýeke-täk dyňzawsyz guýynyň çykymy Forhgeýmeriň formulasy bilen kesgitlenýär:

$$Q = \pi K (H^2 - h^2) / (\ln 2a - \ln r), \quad (4)$$

bu ýerde:

a - guýy bilen derýanyň aralygy, m.

Derýada suwuň derejesiniň üýtgeýşini hasaba almasaň, onda bu ýagdaýda derýa bilen aralyk we ondaky suwuň derejesi hemişelikdiginde süzülme akymyny durnuklaşan (wagta bagly däl) diýip hasaplap bolar.

Dýupýuiniň formulasy H y bahasyna, R x çalşyp, oýtum egrisiniň deňlemesi hökmünde ulanyp bolýar:

$$y^2 - h^2 = (Q/\pi K) \cdot \ln x/r. \quad (5)$$

Dyňzaw suwly gatlaklarda kämil guýa syzyp gelýän suwuň mukdary aşkdaky formulalar bilen kesgitlenýär (28-nji surat):

$$Q = 2\pi K m (H_p - h) / (\ln R - \ln r) \quad \text{ýa-da}$$

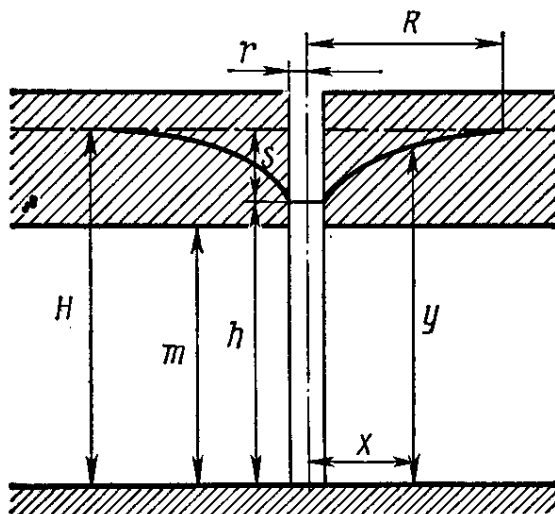
$$Q = 2.73 K \cdot m \cdot S / (\lg R - \lg r), \quad (6)$$

bu ýerde:

$$H_p - h = S$$

Depginli suwsorduryşda yrga (dinamik) dereje suwabent gatlagyň üçeginden pese düşýär. Bu ýagdaýda guýy teýgum - artesian guýusy diýip atlandyrylýar. Bu hili suwalgyçlaryň çykymy şu formula bilen hasaplanýar:

$$Q = 1.366 K [(2H_p - m) \cdot m - h^2] / (\lg R - \lg r) \quad (7).$$



28-nji surat. Kämil guýa dyňzawly suwuň syzyp gelişi
 m – dyňzaw suwly gatlagyň galyňlygy; H_p – pýezometrik dyňzawyň beýikligi

Nazary nukdaýdan seredilende guýynyň çykymy suwly gatlak doly guradylanda in ýokary ululyga ýetmeli ($S = H$ ýa-da $S = H_p$). Emma iş ýüzünde bu ýagdaýa ýetirmek mümkin däl, sebäbi suw sorujy nasos suwuň içinde ýerleşmelidir.

Şonuň üçin suwuň peseliş derejesi ýol bererli çäkden ($S_{ý.b}$) pese düşmeli däl, ýagny $S \leq S_{ý.b}$. İş ýüzünde suw soruşlarda $S=2-15m$, seýrek ýagdaýda ondan artdyrylýar. Ähli ýagdaýlarda suwuň derejesiniň peselişi suwly gatlagyň doly galyňlygynyň 0.5-0.75 bahasyndan geçmeli däl.

Kämil däl guýularyň çykymy. Kämil däl guýularda kämil dälliğiň iki görnüşi bar: 1) açyş derejesine görä; 2) suwly gatlagy açyş häsiýetine görä (19-njy surat). Birinji görnüş guýynyň işçi böleginiň uzynlygy (l) bilen suwly gatlagyň galyňlygynyň (H ýa-da m) gatnaşygyna baglydyr. Kämil däl guýularda l elmydama H -dan ýa-da m -den kiçidir.

Kämil dälligiň ikinji görnüş i süzgüjiň düzgüdine (süzgüçdäki deşikleriň diametri, olaryň 1m-däki sany we ş.m.) baglydyr.

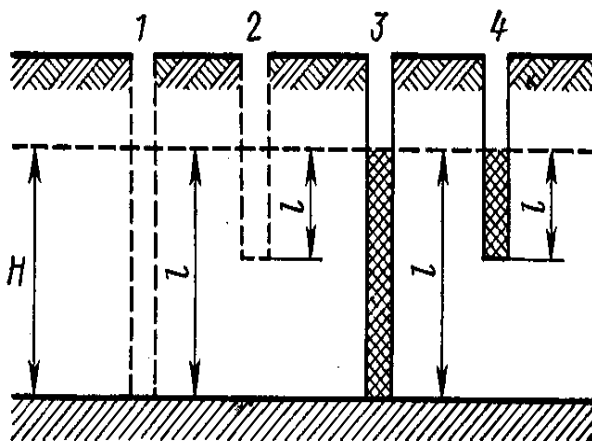
Kämil dälligiň iki görnüş i hem goşmaça süzülme garşylygyny (kämil guýy bilen deňeşdirilende) döredýär, şonuň üçin kämil däl guýynyň çykymy deň şertlerdäki kämil guýynyňkydan azdyr. Kämil däl guýularyň çykymy aşakdaky ülhewler bilen hasaplanýar:

a) dyňzawsyz suwlarda: $Q = 1.366 K (2H - S)S / (\lg R - \lg r + 0.217 \zeta)$, (8);

b) dyňzawly suwlar üçin: $Q = 2.73 K \cdot m \cdot S / (\lg R - \lg r + 0.217 \zeta)$, (9)

bu ýerde:

ζ - goşmaça süzülme garşylygynyň görkezijisi.



29-njy surat. Kämilligine görä guýularyň kysymlary

1 – kämil; 2 – açylyş derejesine görä kämil däl; 3 – açylyş häsiýetine görä kämil däl; 4 – açylyş derejesine we häsiýetine görä kämil däl.

Bu goşmaça süzülme garşylygy l/m we m/r gatnaşyklara görä N.N.Weriginiň jedweli boýunça kabul edilýär.

Drenaž desgalaryň esasy kysymlary

Obýektleri suwbasmadan goramakda hem-de ýerasty suwlaryň derejesini bellenen çuňluga çenli peseltmekde ýerasty suw akymalaryny tutup almak üçin niýetlenen emeli desgalara **drenaž desgalary** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň peseldilen derejesinden ýeriň ýüzüne çenli aralyga **çalykdyrmanyň kadasy** diýilýär.

Raýat we senagat gurluşygynda, oba hojalyk ýerleriň meliorasiýasynda bu kada 3-5m-den geçmeýär.

Gurluşyk beýleki görnüşlerinde (peýdaly gazma baýlyklaryň özleşdirilişinde, gidrotehniki gurluşykda) çalykdyrma kadasy aýratynlykda bellenýär.

Drenaž desgalary maksadyna we niýetlenişine görä **kese (gorizontal), dik (wertikal) we utgaşdyrylan (kombinirlenen) drenažlara** bölünýärler.

Kese drenažlar (alaka, ganaw, turba, galareýa we ş.m. drenažlar) **açyk we ýapyk** görnüşli bolýarlar. Olar ýerasty suwlaryň çuňlugy uly bolmadyk ýagdaýlarda ulanylýar. Egerde suwuň derejesini has uly çuňluga düşürmeli bolanda dik (wertikal) drenaž (guýular) ulanylýar. Gatlakly toplumlarda hem-de birnäçe suwly gorizontlarda suwuň derejesi peseldilende utgaşdyrylan (kombinirlenen) drenažlar (meselem, ştrekler we dik guýular) ulanylýar.

Drenaž desgalary hem suwly gorizontlaryň açylyşyna görä **kämil we kämil däl drenažlara** bölünýärler.

Drenaž desgalary bir çyzykda ýerleşdirilen bolsa, onda olara **bir ugurlaýyn drenaž** diýilýär. Bu ulgamlar suw aýyrtan gelýän akymy tutup alsa, oňa - **baş drenaž**, derýa tarapdan gelýän akymy tutsa, onda - **kenar drenažy** diýip atlandyrylýar. Eger drenaž desgalary çalykdyrylýan

meýdançanyň gyra çägi boýunça ýerleşdirilen bolsa oňa **halkalaýyn drenaž** diýilýär.

Eger-de drenaž çalykdyrylýan meýdanyň çäginde meýdanlaýyn ýerleşdirilen bolsa, onda olara **ulgamlaýyn drenaž** diýilýär.

Drenaž desgalaryň hasaplamalaryň maksady zeýkeşlere syzyp geljek suwuň mukdaryny kesgitlemekden, oýtumyň egri çyzygyny gurmakdan we drenažlaryň has amatly kysymlaryny we çyzgytlaryny esaslandyrmakdan ybaratdyr. Bu hasaplamalaryň beýanlary W.M.Şestakowyň (1965), D.M.Kasyň we W.M.Şestakowyň (1981), I.Ýe.Žernowyň (1982) we başgalaryň işlerinde berilýär. Suwalgyçlaryň ähli hasaplamalaryny drenaž desgalary üçin hem ulanyp bolar. Çylşyrymly gidrogeologik şertler üçin hasaplamalar modelirmek usuly bilen ýerine ýetirilse, has maksada laýyk bolar.

9. ÝERASTY SUW ÝATAKLARY BARADA DÜŞÜNJE

9.1.Ýerasty suw ýataklary barada düşünje

Bü düşünje gidrogeologiýa ilkinji sapar 1934ý. A.Owçinnikow tarapyndan derman suwlary üçin, G.N.Kamenskiý tarapyndan süýji we senagat suwlary üçin girizildi. Häzirki döwürde bu düşünje dürli alymlar (N.A.Plotnikow, N.I.Plotnikow, S.S.Bondarenko we başg.) tarapyndan giňden ulanylýar.

Ýerasty suw ýataklary diýlip halk hojalygynyň dürli maksatlary (suw üpjünçiligi, suwaryş, kesel bejeriş, peýdaly goşundylary almak, ýylylyk üpjünçiligi we ş.m) üçin ulanylyp boljak we tygşytly usullar bilen alyp boljak ýeterlik mukdarly we kesgitli düzümlü suwdyňzowly ulgamyň içinde giňişleýin çäklenen suw üýşmelerine aýdylýar.

Şeýlelikde, suwdyňzowly ulagmalaryň ösüşinde we ýerasty suwlaryň döremegi bilen baglanyşykly tebigatda süýji, derman, senagat we termal suw ýataklary emele gelýärler. Käbir suwdyňzowly ulgamlarda özara gidrodinamik baglanyşykly dürli kysymly suw ýataklaryna duş gelinýär.

N.I.Plotnikow (süýji suwlara degişli) ýataklary **tebigy we emele** suw ýataklaryna bölýär. Ýerasty suw ýataklary beýleki peýdaly baýlyklar ýataklaryndan (magdan, nebit, nebit-gaz) hereketlilik we gençleriniň öweziniň dolmaklygy (süýji suwlar üçin) bilen tapawutlanýarlar. Meselem, süýji suw ýataklary işlenilende olaryň gorylary diňe harçlanman, derýadan suwuň syzmagy we iýmitleniş çäklerinde suwuň siňmeginiň artmagy netijesinde köp meýdanlarda täzedan döreýär.

Ýerasty suw ýataklary hem beýleki peýdaly baýlyk ýataklaryň görnüşleri ýaly meýdanda we kesimde öz çäkleri we göwrümi (gory) bar. Emma ýerasty suw ýataklaryň çäkleri tebigy we emele sebäpleriň netijesinde mydama üýtgäp durýar.

Senagat suw ýataklaryň içinde ulanyş meýdançalary çäklendirýärler. N.A.Plotnikow we S.S.Bondarenko görä **ulanyş meýdançasý** diýlip, ähli hasaply ulanyş döwürde (adaty 25 ýyl) jemleýji gidrogeologik we tehniki-ykdysady görkezijileri boýunça amatly we peýdaly senagat ýerasty suwly meýdana düşünilýär. Suw ýatagynda bir ýa-da birnäçe ulanyş meýdançasý bolup biler.

9.2. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň görnüşleri

Ýerasty suwlaryň gorlaryna baha berýän hünärmen gidrogeologlar "gor" we "genç" (resurs) adalgalaryna dürli düşüňjeler berýärler. Olardan esasyly "tebigy gençler" we "ulanyş (ekspluatasion) gorlary (gençleri)" düşüňjeleridir.

Suwly gatlakda, toplumda, ulgamda bar bolan grawitasion suwuň göwrümüne (m^3 ýa-da km^3) ýerasty suwuň **gory** diýilýär.

Dürli iýmitleniş çeşmelerden suwly gorizonta (topluma, ulgama) gelýän suwuň mukdaryna (l/s, $m^3/g-g$, $km^3/ýyl$) ýerasty suwuň **genji** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň toparlanyşyny köp sanly gidrogeologik işlerde berlendir. Biz N.I.Plotnikowyň işinde getirilen synplama (käbir goşmaçalar bilen) seredeliň.

Tebigy şertlerde suwly gatlakdaky (toplumdaky, ulgamdaky) grawitasion suwuň göwrümüne **tebigy gor** diýilýär. Dyňzow suwly gorizontlarda tebigy gordan başga **maýyşgak tebigy gor** hem bardyr. Ol gatlak guradylman dyňzowly peseldilende (suw soruşda ýa-da özi akyp çykanda) suwuň we dag jynsyň maýyşgak giňelmegi netijesinde ýüze çykýar.

Tebigy şertlerde dürli iýmitleniş çeşmeleriniň hasabyna (ygalyň siňmegi, ýerüsti suwlardan syzmagy, ýokarky we aşaky gatlaklardan, ýanaşyk meýdanlardan akyp gelmegi)

suwly gorizontyň (toplumyň, ulgamyň) üstüni (öwezini) doldurýan suwuň mukdaryna **tebigy genç** diýilýär.

Tebigy gençler suwly gorizontyň balansynyň girdeji böleginden düzülýär. Olar tebigy şertlerde akymyň harjyny emele getirýärler.

Adamyň inženerçilik işleriniň (ýerasty suwlary emeli toplamak, suwaryş, kanallardan we suw howdanlardan syzyş we ş.m) netijesinde dag jynslarda üýşýän suwuň mukdaryna **emeli gor** diýilýär.

Adamtarapyn (tehnogen) prosesleriň (kanaldan, howdandan, suwaryş meýdandan, ýörite syzyş howdanlardan we ş.m) netijesinde suwly gorizonta gelýän suwuň harjyna **emeli genç** diýilýär.

Tebigy şertlerde däl-de, suwly gorizontyň ulanyş prosesinde ýerüsti suwlardan ýa-da howdanlardan hem-de ýanaşyk suwly gorizontlardan akyp gelýän suwuň döremegi we artmagy netijesindeki ýerasty suwuň harjyna **alyp boljak genç** diýilýär.

Suwulanyşyň ähli hasaplaýyş döwründe bellenen ulanyş tertipde we halk hojalygynda maksadalaýyk ulanyşy kanagatlandyryan suwuň hilinde tehniki-ykdysady taýdan ygtybarly suwalgyçlar bilen alyp boljak ýerasty suwuň mukdaryna **ulanyş gory (genji)** diýilýär. Suwulanyşyň hasaplaýyş döwri 25 ýyl hasaplanýar.

Umumy gidrogeologik düşüňjeleriň nazary öňdengörüşleriň, geologik we gidrogeologik kartalaşdyrma, geofizik, gidrigeohimik, gidrogeologik we suw balans barlaglaryň netijesinde artezian basseýinleriň, gidrogeologik toplumlaryň we etraplaryň çäginde bahalandyrylyp çaklanýan ýerasty suwlara **çaklama genç** diýilýär. Ol potensial ulanyş mümkinçiligi görkezýär. Çaklama gençler (P kategoriýa) ýerasty suwlaryň gözleg işlerini meýilleşdirmäge we täze ýerasty suw ýataklaryny tapmaga mümkinçilik berýär. Mundan başga-da olar ýerasty suwlaryň toplumlaýyn

ulanyşynyň we goragynyň çyzgytlary düzülende hasaba alynýar.

Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň dürli görnüşleriniň arabaglanyşygy aşakdaky formula boýunça berilýär (Bindeman, Ýazwin, 1970):

$$Q_u = \alpha_1 \cdot Q_t + \alpha_2 V_t/t + \alpha_3 \cdot Q_e + \alpha_4 V_e/t + Q_a$$

bu ýerde:

Q_u - ulanyş gory;

Q_t we Q_e - tebigy we emeli gençler;

V_t we V_e - tebigy we emeli gorlar;

Q_a - alyp boljak genç;

t -ulanyş döwri;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - tebigy gençleri, tebigy gorlary, emeli gençleri we emeli gorlary ulanyş koeffisiýentleri.

9.3. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň kategoriýalary

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary öwreniliş derejesine görä **barlanan** (A_1 B we C_1 kategoriýalar) we **deslapky bahalandyrylan** (C_2 kategoriýa) **gorlara** bölünýärler.

A kategoriýaly gorlary ulanyş suwalgyçlaryň hakyky we hasaplaýyş çykymlary we barlag-gazuw desgalarda synag suwsоруşlaryň maglumatlary boýunça hasaplaýarlar (ýönekeý gidrigeologik şertlerde - goşmaça taslanýan desgalaryň synag işleri bilen hasaplaýyş çykymlary boýunça hasaplanýar).

B kategoriýaly gorlary ulanyş we barlag guýularyň hakyky we hasaplaýyş çykymlary, çeşmeleriň çykymlary we goşmaça taslanýan desgalaryň hasaplaýyş çykymlary boýunça kesgitlenýärler.

C_1 kategoriýaly gorlar barlag desgalaryň çäkli mukdarynda geçirilen synaglary, emma ýönekeý gidrogeologik şertlerde - jikme-jik barlanan ýanaşyk

meýdança meňzeş taslanýan guýunyň hasaplaýyş çykymy boýunça bahalandyrylýar.

C2 kategoriýaly gorlar aýry-aýry barlag desgalaryň synaglarynyň maglumatlary esasynda suwalgyçlaryň hasaplaýyş öndürijiligine görä hasaba alynýar.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary halk hojalygyndaky ähmiýetine görä 2 topara **balans** we **balansdan daşary** gorlara bölünýärler.

Daşky we geologik gurşawy aýawly ulanmak we gorap saklamak talaplaryny berjaý edip, häzirki zaman tehnikasy we çykaryş tilsimatyny ykdysady taýdan maksadalaýyk ulanyp alyp boljak ulanyş goruna **balansly gor** diýilýär.

Häzirki döwürde ulanmak ykdysady taýdan bähbitsiz ýada tehniki we tilsimat taýdan mümkin däl hasaplaşylýan gorlara **balansdan daşary ulanyş gorlary** diýilýär. Olar soňra balansly gorlara geçirilip biliner (geçirmeklik esaslandyrylan bolmaly).

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlarynyň ýüze çykarylyşyň ygtybarlygy öwrenilýän ýatagyň gidrogeologik şertleriniň çylşyrymlylygy bilen kesgitlenýär. Ähli süýji we tehniki suw ýataklary üç-ýönekeý, çylşyrymly we örän çylşyrymly gidrogeologik şertli toparlara bölünýärler.

Ýönekeý topara sodalyk bilen ýatýan suwly gorizontly, ýönekeý gidrogeologik we gidrogeohimik şertli, galyňlygy, gurluşy we süzülme häsiýetleri kesgitli ýataklar degişlidir.

Çylşyrymly topara galyňlygy, gurluşy we süzülme häsiýetleri üýtgeýän suwly jynslardan düzülen çylşyrymly gidrogeologik şertli we çylşyrymly gidrohimik ýagdaýly ýataklar degişlidir.

Örän çylşyrymly topara suwly gorizontlaryň galyňlygy, gurluşy we süzülme häsiýetleri örän üýtgewli, gidrogeologik we gidrogeohimik şertleri örän çylşyrymly we başga sebäpli ýataklar degişlidir.

9.4. Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlaryny bahalandyrylyş usullary

Berlen çykymda we kesgitli dowamlylykda suwalgyçlar bilen ýerasty suwlaryny ulanmak mümkinçiligini subut edýän ýollar bilen ulanyş gorlar bahalandyrylýar. Netijede gorlary bahalandyrmak berlen çykymda suwuň derejesiniň peselmesini hasaplamaklykdan ybaratdyr.

Ulanyş gorranyň bahalandyrylyşy gidrodinamik, gidrawlik, balans, matematik modelirlemek we gidrogeologik meňzeşlik usullary bilen amala aşyrylýar.

Gidrodinamik usul bilen gorranyň bahalandyrylyşy matematiki fizikanyň we nazary gidrodinamikanyň deňlemelerinden alnan formulalar bilen hasaplamaga esaslandyr. Bu usul bilen çylşyrymlylygy 1-nji we 2-nji topara degişli ýataklaryň gorlary bahalandyrylýar. Çylşyrymly gidrogeologik şertlerde ygtybarly çaklama üçin gidrodinamiki usuly matematiki modelirleme usuly bilen bilelikde ulanmalydyr.

Gidrawlik usul bilen gorranyň bahalandyrylyşy synag maglumatlaryny ulanmaklyga esaslanandyr. Suwsoruş synaglarda ýa-da suwalgyçlaryň ulanylyşynda alnan empirik maglumatlar boýunça suwalgyjyň hasaplaýyş çykymy ýa-da çaklama suwpeselişi bahalandyrylýar. Bu usulyň artykmaçlygy-guýunyň işleýşine täsir edýän gidrogeologik sebäpleri toplumlaýyn hasaba alynmagydyr.

Bu usul çylşyrymly we örän çylşyrymly gidrogeologik şertli ýataklarda gidrodinamik ýa-da balans usullary bilen bilelikde ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň gorranyň **balans usully** bilen bahalandyrmak meýdançanyň suw balansyny we ulanyş gorranyň öwezini dolma üpjünçiligini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Bu usul suwsüzdürijiligi ýokary jynsly çäkli meýdanly gurluşda (strukturada) hem-de ýerasty suwlaryň gençleri

sebitleýin bahalandyrylanda gidrodinamik ýa-da gidrawlik usullar bilen bilelikde ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň gorralaryny **matematik modelirlemek usuly** bilen bahalandyrmak kysymlaýyn hasaplaýyş çyzgydyna ýerleşmeýän örän çylşyrymly gidrogeologik şertlerde ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň gözleginde we barlagynda bu usul iki ugur boýunça: 1) ýerasty suwlaryň ulanyş gorralaryny bahalandyrmakda; 2) ýataklaryň barlagynda amatly usullary esaslandyrmakda ýa-da gözleg-barlag moderlirlemekde beýleki usullar bilen bilelikde ulanylýar.

Gidrogeologik meňzeşlik usuly işläp duran suwalgyçlaryň ulanyş tertibiniň maglumatlaryny oňa meňzeş gidrogeologik şertli barlag meýdançanyň gorralaryna baha bermekde ulanmakdan ybaratdyr. Bu usul bilen ýerasty suwlaryň gorralaryna baha bermekligiň takyklygy pesdir (golaýlaşdyrylandyr), emma çylşyrymly gidrogeologik şertde ýerasty suw ýataklaryň barlaglarynyň depginini çaltlandyrmakda ulanylýar.

10. GIDROGEOLOGIK İŞLERİN USULÝETİ

10.1. Gidrogeologik işleriň esasy görnüşleri we möwritleri

Esasy gidrogeologik gözleglere:

- geçen ýyllardaky alnan maglumatlary toplamak, işläp geçmek, rejelemek we ulanmak;
- gidrogeologik sersalyş barlaglary;
- gidrogeologik kartalaşdyрма;
- buraw - gazuw işleri;
- süzülme - synag işleri;
- ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik;
- laborator işler degişlidirler.

Soňky ýyllarda gözleg-barlag usullar toplumyna täze alyslayn, izotop, metamik modelirmek we ş.m usullar hem goşuldy.

Geçen ýyllardaky alnan maglumatlary toplamak, işläp geçmek, rejelemek we ulanmak işleri ýerasty suwlary öwrenmekligiň başky möwritlerinde geçirilýär. Esasy üns etrabyň geologik we gidrogeologik şertlerini, işleýän suwalgyçlaryň we aýry-aýry ulanyş guýularyň işleýiş tertibini häsiýetlendirýän maglumatlara gönükdirilýär.

Meýdanyň sersalyş barlaglary meýdançanyň çäklerini bellemek, onuň geomorfologik, geologik we gidrogeologik aýratynlyklaryny deslapky öwrenmek hem-de barlag işleriň dürli görnüşleriniň ýerine ýetirilişiniň tehniki – ykdysady şertlerini ýüze çykarmak üçin geçirilýär.

Gidrogeologik sýomka - gidrogeologik gözlegler toplumynyň maksady meýdanyň gidrogeologik şertlerini öwrenmek we kartalaşdyrmakdyr, ýagny gidrogeologik kesimi, suwly toplumyň we ýerasty suwlaryň dürli kysymalarynyň ýaýraýyş kanunalaýyklyklaryny, olaryň hilini ýüze çykaryp öwrenmekdir we karta geçirmekdir.

Barlag işleri buraw guýularyny burawlamakda we käte ownuk gazuw desgalaryny - barlag çukurlary, ganawlary,

sypymalary geçmekden (gazmakdan) ybaratdyr. Hidrogeologik guýulary talap edilýän çuňluga çenli geologik - litologik kesimi öwrenmäge, suwly gorizontyň üçeginiň we dabanyňyň çuňlugyny, onuň galyňlygyny, suwly jynslaryň düzümini, dyňzowyň derejesini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Süzülme-synag işleriň maksady howaly zolakdaky suwly gatlaklaryň we dag jynslaryň hidrogeologik görkezijilerini öwrenmek üçin guýulardan, barlag çukurlaryndan suwsоруşy we barlag çukurlara, guýulara suw guýmak synaglary amala aşyrmakdyr. Süzülme - synag işleriň esasy görnüşleriniň biri suwsоруşdyr. Olar dürli maksatlar üçin ýerasty suwlaryň hidrogeologik gözleglerinde geçirilýär.

Ýerleri suwarmak we çalykdymak, kanallary we suw howdanlary gurmak üçin hidrogeologik gözleglerde barlag çukurlara we guýulara suw guýmak synaglary geçirilýär. Hidrotehniki gurluşyk üçin hidrogeologik gözleglerde guýulara dyňzow bilen suw guýmak synaglary geçirilýär.

Ýerasty suwlaryň režimini öwrenmek işleri ýerasty suwlaryň döreýiş şertlerine baha bermek, olaryň tertibini öňünden çaklamak, olary ulanmak ýa-da olaryň zyýanly täsirine garşy göreş çäreleri taýýarlamak, gorlaryny bahalandyrmak, olary hapalanmakdan we gorlarynyň kemelmegininden goramak çärelerini özleşdirmek we ş.m soraglary çözmek maksady bilen geçirilýär. Öwrany gözegçilikler ýörite gurnalan gözegçilik nokatlarynda (guýularda, skawižinalarda, çeşmelerde, derýadaky suw ölçeyiş nokatlarda we ş.m) geçirilýär.

Laborator işler teýgumlaryň fiziki hem-de suwatabyn häziýetlerini, ýerasty suwlaryň fiziki häsieýetlerini, himiki we gaz düzümini öwrenmek maksady bilen geçirilýär. Derňewiň dürli görnüşleri üçin teýgumlaryň we suwuň nusgalyklary alynýar. Bu nusgalyklar hidrogeologik kartalaşdyrmada, buraw-gazuw işlerinde, süzülme - synag we öwrany gözegçilik işlerinde alynýar.

Gidrogeologik gözelegleriň maksadyna we çözyň meselelerine laýyklykda işleriň esasy görnüşleriniň üsti geofizik, topografik - geodezik, gidrologik we ş.m işler bilen doldurylýar.

Gidrogeologik gözlegleriň yzygiderligi

Ýerasty suwlaryň gençlerini meýilleşdirip ýüze çykarmak we talabyň maksadyna gabat gelmeýän jikme-jik gidrogeologik işleriň çykdaýjylaryndan gaça durmak maksady bilen häsiýetine görä ýerasty suwlaryň bitewi geologik - barlag prosesi aşakdaky möwritlere bölünýär:

I möwrit - 1 : 200000 masştably gidrogeologik sýomka;

II möwrit - gözlegler ;

III möwrit - deslapky derňew;

IV möwrit - jikme-jik derňew;

V möwrit - ulanyş derňewi.

Düzgüne görä möwritleýin işler adaty yzygiderlikde alnyp barylmaladyr. Kä ýagdaýlarda belli-belli şertlerde: öwreniliş derejesine, gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygyna we suwa mätäçlige görä geologik - barlag prosesiniň umumy çyzgydyndan käbir möwritler aýrylýar ýa-da beýleki möwritler birleşdirilýär.

Gidrogeologik gözlegleriň her möwritine işleriň dürli görnüşleriniň amatly toplumy we geçiriliş usulýeti degişli bolmalydyr. Öňki möwritiň işleriniň netijeleri indiki möwritiň işleriniň taslamasy düzülende esas bolmalydyr.

10.2. Gidrogeologik barlaglaryň möwritleri

I möwrit. 1 : 200000 masştably gidrogeologik sýomka

Sebitiň meýdanyny meýilleşdirip gidrogeologik taýdan öwrenmek üçin 1:200000 masştably gidrogeologik sýomka

geçirilýär. Bu möwritde işler ýerasty suwlaryň dürli kysymlarynyň döreýşiniň we ýaýraýşynyň esasy kanunalaýyklyklaryny ýüze çykarmaga, meýdanyň suwlulygyny hem-de ýerasty suwlaryň häzirki we ulanyş mümkinçilikleriniň şertlerini umumy bahalandyrmaga niýetlenendir. Kartlaşdyrma meýdany geljekde gözlegler we barlag işler geçiriljek perspektiw meýdançalara we suwly gorizontlara bölüp, umumy gidrogeologik etraplaşdyrma geçirmäge mümkinçilik berýär hem-de işleriň geçiriliş şertlerini kesgitleýär. Bu işleriň esasy netijesi 1:200000 masştably döwlet gidrogeologik karta gurmakdyr. Oňa goşmaça ýerasty suwlaryň dürli kysymlarynyň döreýiş we ýaýraýş kanunalaýyklyklaryny we olaryň ulanyp boljak mümkinçiliklerini häsiýetlendirýän ýörite kartalar toplумы düzülýär.

II möwrit. Gözlegler

Gözlegler geljekde barlag işlerini gurnamakda suwly gorizontlary we meýdançalary ýüze çykarmak we olaryň ulanyş mümkinçiliklerine takmynan baha bermek üçin geçirilýär. Gözleg möwriti **umumy gözleglere we jikme-jik gözleglere** bölünýär. **Umumy gözlegleriň maksady** - geljekki gözleg - barlag işlerini ýola goýmak üçin suwly gorizontlara (toplumlara) hem-de olary ýaýraw meýdanlara bölüp, ýerasty suwlaryň ol ýa-da beýleki kysymlaryny ýüze çykaryp, iri gidrogeologik sebitlere baha bermekligi we belli suwly gorizontlar we toplumlar boýunça aýry-aýry basseýinleriň, sebitleriň, meýdanlaryň çäginde ulanyş gorlarynyň sebitleýin bahalandyrylmagyny geçirmekden ybaratdyr. Umumy gözleg möwritinde geçirilen kartalaşdyrmanyň maglumatlaryny toplam, işläp geçmek, rejelemek we ulanmak, beýleki peýdaly baýlyklaryň gözleginde we barlygynda ýa-da ýerasty suwlaryň

tertibine gözegçilik edilende alnan maglumatlar arkaly alnyp barylýar.

Eger şu maglumatlar ýeterlik hasap edilse, onda ýerasty suwlaryň ulanyş gory sebitleýin bahalandyrylýar. Eger maglumatlar ýeterlik bolmasa, onda guýular gazylýar, işleýän suwalgyçlarda synag işleri we öň burlan guýularda barlag işleri geçirilýär.

Jikme-jik gözlegleriň maksady - geljekki barlag işlerini gurnamak we ulanyş mümkinçiliklerini takmyn bahalandyrmak üçin amatly şertli suwly gorizontlaryň we meýdançalaryň perspektiw meýdanlaryň çäginde ýüze çykarmakdan we esaslandyrmakdan ybaratdyr. Bu möwritiň esasy meselesi - belli meýdanyň çäginde hojalyk maksatlary üçin özleşdiriljek ýerasty suw ýataklaryň bardygyny (ýa-da ýokdugyny) esaslandyrmaga mümkinçilik berýän zerur maglumatlary almakdan ybaratdyr. İşleriň esasy görnüşlerine: geofizik, gidrogeohimik, alyslaýyn aerokosmik, buraw, synag, gidrometrik, topogeodezik we laborator işler toplumy bilen bilelikde geçirilýän 1:50000 we ondan iri masştably gidrogeologik kartalaşdyrma (işleýän suwalgyçlar boýunça hem maglumatlar toplanýar) degişlidir.

III möwrit. Deslapky derňew

Ýataklaryň (meýdançalaryň) geologik - gidrogeologik şertleriniň esasy aýratynlyklaryny öwrenmek we jikme-jik derňewi geçirmekliliň maksadalaýykdygyny esaslandyrmak üçin deslapky derňew zerurdyr. Eger suw zerurlygy barada talap bildirilen bolsa, ýatak (meýdança) öz möçberleri, suwuň hili hem-de geografik-ykdysady ýagdaýy we tehniki - ykdysady görkezijileri boýunça özleşdirmäge mynasyp hasap edilse, onda deslapky derňew geçirilýär.

Deslapky derňew möwritiniň işleriniň çözüýän esasy meseleleri aşakdakylardyr:

1) derňeýän meýdançanyň çäginde has perspektiw suwly toplumy ýa-da gorizonty (bir ýa-da birnäçe) saýlamak;

2) ýerasty suwlaryň ulanyş gorlarynyň emele gelişiniň esasy çeşmelerini, olaryň umumy mukdaryny bahalandyrmak we ýüze çykarmak;

3) geljekki suwalgyjyň meýdançasyny saýlamak we guýulary ýerleşdiriş çyzgydyny esaslandyrmak;

4) ýerasty suwlaryň hilini kesgitlemek.

Senagat we termal suw ýataklary üçin goşmaça aşakdaky meseleler çözülýär:

1) suwdan peýdaly goşundylary (garyndylary) we ýylylygy almak tilsimatyny özleşdirmek teklibi;

2) ulanylýan suw akymynyň mukdaryny we hilini kesgitlemek hem-de ony aýyrmak usuly.

Deslapky derňew möwritinde meýdanda sersalyş, guýulary burawlamak, süzülme-synag, iri möçberli meýdanlaýyn we guýulardaky geofizik gözleg, suwdan we dag jynslardan nusgalyklar almak, laborator, ýerüsti we ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik, topogeodezik, sanitar-barlag we ş.m işler geçirilýär.

IV möwrit. Jikme-jik derňew

Ulanyşyň berlen döwründe suwalgyjyň işini üpjün edýän mukdarda ýerasty suwlaryň goruny ýüze çykaryp, täze gurluşygyň ýa-da öňki suwalgyjyň giňeltmegiň taslamasyny esaslandyrmak üçin; senagat suwlary üçin amortizasion döwürde kärhanany çig mal bilen üpjün etmegi esaslandyrmak üçin zerur maglumatlary almak maksady bilen jikme-jik derňew geçirilýär.

Jikme-jik derňewler ikä: 1) täze ýatagyň jikme-jik derňewlerine; 2) ulanylýan ýatagyň jikme-jik derňewlerine bölünýär.

V möwrit. Ulanys derñewi

Tassyklanen gorly meýdançalarda ulanys tertibiň çaklanan hasaplamalara gabat gelşini barlamak üçin, ulanysyň bähbitli tertibini we onuň deslapky meýilleşdirilişini esaslandyrmak üçin suwlagyçlaryň gurluşygynda we ulanysynda ulanys derñewi alnyp barylýar.

Gurluşygyň dürli görnüşlerinde gidrogeologik gözlegler möwritleýin geçirilýär. Jogapkär desgalaryň barlaglaryny taslama we iş resminamalary möwritlere bölýärler. Ownuk obýektli gurluşykda gözlegleri bir möwritli - işçi taslama möwritli geçirilýär.

10.3. Gidrogeologik işler

Gidrogeologik kartalaşdyrma

Meýdanyň gidrogeologik şertlerini öwrenmek we ony düzýän elementleri kartalaşdyrmak maksady bilen **gidrogeologik kartalaşdyrma** geçirilýär. Düzüji elementlere suwsüzdüriji we suwabent jynslaryň ýaýraýyşy, ýatys şertleri, esasy gidrogeologik görkezijileri, olaryň litologik düzümi, suwatabyn häsiýetleri hem-de ýerasty suwlaryň himiki häsiýetnamalary degişlidir.

Gidrogeologik kartalaşdyrmada ýerasty suwlaryň iýmitleniş we çykuw aýratynlyklary, suwly gorizontlaryň özara baglanyşygy, dürli geologik, geomorfologik, gidrologik, geokriologik, klimatik, biogen, tehnogen we başga sebäpleriniň ýerasty suwlaryň gençleriniň we düzüminiň döreýşine täsiri bahalandyrylmalydyr.

Gidrogeologik kartalaşdyrmanyň esasy meselesi gidrogeologik kartalary düzmekdir. Bu kartalar agyz-hojalyk suwlary üçin gözleg işlerini meýdanlaryny saýlamakda, melioratiw maksatlar üçin meýdanyň gidrogeologik - meleoratiw şertlerini deslapky bahalandyrmakda; senagat,

teploenergetik maksatlarda; ýerleri suwaryş we örüleri suwarmak mümkinçiligini ýüze çykarmakda; meýdanlary hojalyk maksatlary üçin özleşdirmäge gidrogeologik esaslandyrmakda; käbir peýdaly baýlyklaryň gidrogeohimik gözleg işlerini gurnamakda we gidrogeologik şertlerine hojalyk işleriň täsirini umumy bahalandyrmakda esas bolup durýarlar. Gidrogeologik kartalaşdyrmagyň meseleleri onuň niýetlenişine we möçberligine görä üýtgeýär. Möçberligine görä: **ownuk masştably (1:500000), orta masştably (1:200000 - 1: 100000), iri masştably (1:500000 - 1: 25000) we jikme-jik (1:10000 we ondan iri) sýomka** bölünýärler. Niýetlenişine görä **döwlet we ýöriteleşdirilen gidrogeologik sýomka** bölünýär.

Gidrogeologik kartalaşdyrmagyň düzümine meýdandan öňürti, meýdan, laborator we jaýlaşykly işler toplумы girýär, şoňa degişlilikde ol taslananda we geçirilende **meýdandan öňürti, meýdan we jaýlaşykly döwürlere** bölünýärler. Laborator işler meýdan we jaýlaşykly döwürlerde ýerine ýetirilýär. Soňky ýyllarda geologik kartalaşdyrma işlerinde gözlegleriň aero-we kosmiki usullary giňden ulanylýar. Bu usullar sebitleýin gidrogeologik etraplaşdyrmany geçirmäge mümkinçilik berýär.

Meýdandan öňürti döwrüň wajyp meselesi - öň geçirilen işler boýunça gidrogeologik maglumatlary toplamakdan we işlemekden ybaratdyr. Bu işler gidrogeologik kartalaşdyrmagyň hilini ýokarlandyrylýar we gymmatyny peseldýär. Onuň netijesinde deslapky gidrogeologik karta (masştaby 1:200000 ýa-da 1:50000) we kesimler düzülýär.

Ýany bilen kömekçi ("bahalandyryş") kartalar hem düzülýär.

Meýdandan öňürti döwrüň işleriniň netijesinde hususy kartalaşdyryş işleriň (meýdan, laborator, jaýlaşykly işler) taslamasy düzülýär. Bu taslamada gidrogeologik kartalaşdyrmagyň tabşyrygyna laýyklykda geçiriljek gözlegleriň düzümi we görümi esaslandyrylyp kesgitlenýär.

Taslamanyň ýanyna: 1) etrabyň gözýetim kartasyny; 2) geçirilen gidrogeologik, geofizik gözlegleriň kartalaryny; 3) öň geçirilen işler boýunça maglumatlar kartasyny; 4) dürli masştably (1:500000 - 1:200000 - 1:50000) ýöntemleşdirilen kartalary; 5) deslapky landşaftly alamat (indikasion) kartany; 6) talap edilýän masştably deslapky gidrogeologik karatalary we kesimleri; 7) guýularyň taslama geologik tehniki kesimlerini; 8) deslapky ýoruş çyzgydyny; 9) gorizontlaýyn gidrogeologik kartalary goşýarlar.

Meýdan gözlegleriň amatly toplumyny saýlamak we işleri gurnamak.

Orta möçberlikli kartalaşdyrmalar geçirlende gidrogeologik kartalaşdyrma işleriniň umumy gurnalyşynyň iki görnüşü (**sahypalaýyn we toparlaýyn**) bar. **Sahypalaýyn** görnüşde ähli işler 1:200000 masştably kartanyň bir sahypasynda alnyp barylýar. Her sahypa üçin aýratyn taslama we hasabat düzülýär.

Toparlaýyn kartalaşdyrmada işler ýanaşyk birnäçe sahypalaryň çäginde bir tasalama boýunça alnyp barylýar we jemýeýji umumy hasabat düzülýär.

Hojalyk özeleşdirmeleri geçiriljek uly meýdanlarda köplenç işleriň gurnalyşynda toparlaýyn gidrogeologik karalaşdyrma görnüşü ulanylýar. Onuň artykmaçlygy: 1) birbada iri perspektiw meýdanlary öwrenmekden we kartalaşdyrmakdan; 2) alyslaýyn usullary ulanmakdan; 3) ýerüsti ugurlaýyn gözlegleri zerur meýdançalarda jemlemegiň uly mümkinçilikleriň barlygyndan; 4) tebigy çäklerde kartalaşdyrmany geçirmek mümkinçiliklerden; 5) gözlegleriň netijelerini kartanyň goňşy sahypalaryň çäginde biri-birine ýörite baglamak zerurlygynyň ýoklugyndan ybaratdyr.

Gidrogeologik şertleriň çylşyrymlygyna, landşaftyň umumy häsiýetine we meýdanyň geçiş derejesine baglylykda toparlaýyn we sahypalaýyn gidrogeologik kartalaşdyrmada dürli usullar bilen ýerine ýetirilýän meýdan işleriň göwrümi ähli meýdanda gyradeň (**meýdanlaýyn sýomka**) ýa-da belli

mahsus kysymly meýdançada jemlenýär. Bu iki usul utgaşdyrylyp hem ulanylýar.

Meýdanlaýyn usul geçiş şertleri gowy, tebigy landşaftlar uly üýtgewli meýdanlarda giň ulanylýar. Onda işleriň göwrümi meýdan boýunça örän gradeň ýerleşdirilýär.

Mahsus kysymly meýdançalar usuly geçiş şertleri çylşyrymly we tebigy landşaftlar bozulmadyk etraplarda ulanylýar. Bu usulda kartalaşdyrylýan meýdanyň köp bölegi üçin mahsus kysymly kiçijik aýratyn meýdançada meýdan işleri jemlenýär, onda alnan maglumatlaryň netijeleri ähli kartalaşdyrylýan meýdana geçirilýär.

Gidrogeologik kartalaşdyrmada dürli-dürli utgaşdyryp göni (ýerüsti ugurlaýyn gözlegler, buraw - gazuw we meýdan synag işleri, ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik), gytak (aerolandşaft gözlegleri, geofizik we gidrometrik işler) we ýörite gidrogeohimik, gidrogeotermik we izotop gözlegler toplanyp ulanylýar.

Işleriň görnüşleriniň amatly toplumy we olaryň yzygiderligi gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygyna, öwreniliş derejesine, geçiliş şertlerine we klimata görä kesgitlenýär. Ondan başga-da kartalaşdyrma sahypalaýyn ýa-da toparlaýyn, meýdanlaýyn ýa-da mahsus kysymly meýdançalar usully bilen geçirilýändigini hem hasaba alynmalydyr.

Başda landşaft - alamatlaýyn usul kosmik gidrogeologik gözlegler bilen bile ulanylýar. Ýerüsti geofizik usullar esasy kartalaşdyrma işlerinden öňürti geçirilýär. Bu işleriň netijesi ähli meýdan boýunça sebitleýin gidrogeologik kanunalaýyklary bilmäge we beýleki işleriň göwrümini hem-de usulyýetini takykklamaga mümkinçilik berýär.

Ýerüsti ugurlar boýunça gidrogeologik, geomorfologik, geologik, gidrologik, geokriologik, geobotanik, inženergeologik, gidrogeotermik we beýleki gözegçilikler amala aşyrylýar.

Gidrogeologik gözegçililerde çeşmeler, guýular, skwažinalar, drenaž desgalary, işleýän şahtalar we karýerler öwrenilýär we olaryň ýazgysy geçirilýär, suratlary çekilýär ýa-da alynýar.

Gemorfologik gözegçiliklerde relýefiň esasy görnüşleri we elementleri, olaryň aýratynlyklary, ýerasty suwlar bilen baglansygy we ş.m öwrenilýär we ýazgy edilýär.

Geologik gözegçilikleri jynslaryň tebigy we emeli çykuwlarynda amala aşyrylýar.

Gidrologik gözegçilikler derýalarda, köllerde, batlgalyklarda, suwaryş ýaplarda we zýýkeşlerde geçirilýär.

Geobatanik gözegçilikler kesgitli landşaftly zolaklarda geçirilip, etrabyň ösümlikler toplumy boýunça gidrogeologik aýratynlyklara baha berilýär.

Inžener - geologik gözegçiliklerde inžener - geologik hadysalar we prosesler (gowaklama, hokurdanlaşma, süýüşler, yzgarlap çökme, ýerleriň batgalaşmasy we şorlaşmasy we ş.m) öwrenilýär.

Geofizik işler kartalaşdyrmadan önürti ýerüsti we skwažinalarda geofiziki işler görnüşinde geçirilýär.

Buraw - gazuw işleri kesimi emeli ýol bilen açmak we dürli barlaglary geçirmek üçin ulanylýar. Kartalaşdyrmanyň maksadyna we aýratynlygyna laýyklykda burawyň dürli görnüşleri ulanylýar. Gurluş (struktura), kartalaşdyryjy, sünjüm (zondirleýji), synag, gözegçilik guýular bolup, olar gurnawy we niýetlenişi boýunça tapawutlanýarlar.

Gazuw işlerinde ganawlar, barlag çukurlary, hendekler, sypymalar geçilýär we olarda meýdan synaglary geçirilýär.

Meýdan synag işleri guýularda, barlag çukurlarynda suwaryş, suwguýuş, howa dyňzatmak, pressiometriýa we ş.m synaglary geçirmekden ybaratdyr.

Laborator işleri meýdan işlerinde alnan teýgumyň, suwuň, ösümlikleriň, janly - jandarlaryň nusgalyklaryny tejribehanada öwrenmekden ybaratdyr. Suwly gorizontyň gidrogeologik görkezijileriniň we olar bilen bagly hadysalaryň

wagyt dowamynda we giňişlikde üýtgewine baha bermek üçin **öwrany gözegçilikler** geçirilýär.

Jaýlaşykly işler

Jaýlaşykly işlerden öňürti deslapky işlenilen we jemlenen meýdan maglumatlary kabul edilýär. Oňa meýdan gündeliklerinden başga burawyň, gazuw, synag, geofizik we beýleki işleriň resmi kagyzlary we geçirilen işleriň netijeleri, maglumatlaryň meýdan kartalary, ähli meýdanyň landşaftly alamat kartasy, landşaftly ekologik kesimler we esasy gidrogeologik karta (kesimler bilen) girýär.

Jaýlaşykly işleriň meselelerine: meýdandan öňürti we meýdan döwründe toplanan ähli maglumatlary gutarnykly işlemek, laborator barlaglaryň netijelerini jemlemek, gidrogeologik kartalaşdyrma boýunça işlenen maglumatlary hasabat görnüşinde taýýarlamak, esasy gidrogeologik we kömekçi kartalary hem-de hasabata goşuljak beýleki maglumatlary düzüp gutarmak girýär.

Gidrogeologik karta bir sahypada kartalaşdyrma geçirilen möçberlikde topografik esasyda düzülýär. Onda suwly gorizontlaryň suwgeçirijiligi, suwçalşygyň, suw we gaz ýüze çykmalaryň görkezijileri, ýerasty suwlaryň gorklary, duzlulygy, himiki düzümi we temperaturasy görkezilýär. Ondan başga-da gidrogeologik şertlere täsir etjek tebigy obýektler, hadysalar, gidrotehnik we başga inžener desgalary görkezilýär.

Kartanyň ýanynda ähli öwrenilen kesim boýunça gidrogeologik bölünişigi häsiýetlendirýän we geologik bölünişik bilen maýylylygyny görkezýän gidrogeologik sütün (kolonka) gurulýar.

Iri möçberlikli ýöriteleşdirilen kartalaşdyrmada dürli ýörite: ýerasty suwlaryň çuňňluk we duzlulyk kartalary, teýgumlaryň şorlaşma, gidrodinamik we başga kartalar gurulýar.

Barlag - gazuw işleri

Barlag - gazuw işlerine guýulary burawlamak we ganawlary, barlag çukurlaryny gazmak işleri girýär.

Ýerasty suwlaryny tapmak, öwrenmek, ulanmak esasan gidrogeologik guýularyň kömegi bilen, örän seýrek ýagdaýda dag-gazuw kânlerinde (barlag çukurlarynda, şahtalarda) alnyp barylýar. Olar niýetlenenişine garamazdan öwrenilýän meýdançanyň gidrogeologik şertleri boýunça mümkin boldugyça köp maglumat bermelidirler. Ýurdumyzda geçirilýän gidrogeologik gözleglerde münlerçe guýular gazylýar (agyz - hojalyk we tehniki suw üpjünçiliginde, derman we senagt suwlaryny gözlemekde, ulanmakda, дренаž guýulary we ş.m.).

Niýetlenişine görä gidrogeologik guýular 1) **gözleg - kartalaşdyryjy**; 2) **derňew**; 3) **derňew-ulanyş**; 4) **ulanyş**; 5) **gözegçilik** kysymlara bölünýärler.

Gözleg - sýomka işlerinde kesimiň geologik - gidrogeologik aýratynlyklaryny öwrenmek we onuň deslapky mukdarlaýyn we hil tarapyn synamak üçin **gözleg-kartalaşdyryjy guýulary** gazylýar.

Kesgitli suwly gorizontlarda gidrogeologik barlaglaryň toplumyny geçirmek üçin derňewleriň deslapky we jikme-jik möwritlerinde dürli maksatly we düzgütli **derňew guýulary** gazylýar.

Derňewiň jikme-jik möwritinde gidrogeologik barlaglaryň toplumyny geçirmek we soňra ulanyşa bermek üçin **derňew - ulanyş guýulary** gazylýar.

Jikme-jik barlaglardan soňra, ulanyşa niýetlenen, ýagny uzak möhletli dowamynda ýerasty suwlary almak, aýyrmak ýa-da rejelemek (tertiplleşdirmek) üçin **ulanyş guýulary** gazylýar.

Ýerasty suwlaryň tebigy ýa-da bozulan tertibine gözegçilik etmek üçin ýönekeý düzgütli we kiçi kesimli **gözegçilik guýulary** gazylýar. Olar barlaglaryň dürli

görnüşlerinde we möwritlerinde ulanylýar. Gözegçilik guýulary hökmünde ozal gazylan talaplary berjaý edýän guýulary hem ulanyp bolýar.

Guýynyň düzgüdi: 1) oturtma turba sütüniniň sany, uzynlygy, keseini; 2) tamponažyň (dykmanyň) interwaly, häsiýeti; 3) çöwlügiň kysymy, keseini, uzynlygy, onuň goýulmaly interwaly degişlidir.

Düzgüt guýunyň kysymyna we niýetlenişine, onuň çuňlugyna, guýa goýberilýän gurallaryň, enjamlaryň görnüşlerine we başgalara baglydyr.

Dürli kysymly guýularyň düzgüdi aşakdaky esasy talaplara laýyk gelmelidir:

- 1) zähmeti, wagty we serişdäni az sarp edip gazmak mümkinçilikli;
- 2) guýynyň açýan dag jynslary we ýerasty suwlary barada doly maglumatlary almaklyga;
- 3) suwly gorizontlary ýokary hilli açmaklyga we barlamaklyga;
- 4) suwly gorizontlary biri-birinden we ýeriň üstünden özara baglanşygy bolmaz ýaly ygtybarly aýyrmaklyga;
- 5) içinde zerur gurallary we enjamlary ýerleşdirmek mümkinçilikli we ş.m.

Ähli maglumatlaryň esasynda taslama **geologik-tehniki kesim** gurulýar, ol geologik we tehniki bölümlerden ybaratdyr.

Burawyň usulyny saýlamaga: 1) ykdysady sebäpler; 2) zerur mukdarly we hilli geologik - gidrogeologik maglumatlary almaklyk; 3) guýynyň esasy görkezijileri (çuňluga, kesimi); 4) jynslaryň düzümi we suwly gorizontlaryň aýratynlygy; 5) iş geçiriljek meýdançanyň tebigy şertleriniň aýratynlygy; 6) burawyň her görnüşiniň aýratynlygy täsir edýär.

Gidrogeologik guýulary burawlamaklyk **tanaply urgy, mehaniki we utgaşdyrylan usullar** bilen amala aşyrylýar.

Tanaply urgy usully burawlamada geçilýän dag jynslary, suwly gorizontlar ýokary hili öwrenilýär, emma guýynyň daş-töweregindäki jynslar ep-esli dykzlaşýar (berçigýär).

Pyrlanma buraw usulynda süzgüji bitirýän materialy aýyrmaklyk suw bilen göni ýa-da terslin ýuwmak arkaly amala aşyrylýar.

Burawyň mehaniki usuly dagynyk çäkündilerde şnek bilen çuň däl guýulary burawlamakda ulanylýar.

Burawyň utgaşdyrylan usuly dürli usullary utgaşdyryp ulanylýar.

Buraw bilen açylan suwly gorizontlaryň özara baglansygy bolmaz ýaly biri-birinden aýyrmak üçin, oturtma sütüniň turbalaryny zeňlemeden goramak üçin, sementli köprüleri döretmek üçin, dürli interwallary biri-birinden aýyrmak üçin sementlemegi ulanýarlar.

Durnuksyz daşygan we dagynyk jynslarda öwrenmek ýa-da ulanmak üçin suwly gorizontlar açylanda guýularyň suw kabul edýän bölegi çöwlük bilen enjamlaşdyrylmalydyr. Çöwlügiň dogry saýlanmagy we onuň gurnalyşy gidrogeologik guýulary ýokary hili gurnagyň we özleşdirmegiň esasy görkezijisidir.

Çöwlük - turba sütünidir, ol çöwlük üsti, süzgüç (işçi) böleklerden we durlaýjydan düzülýär.

Çöwlügiň kysymy saýlananda aşakdaky talaplar berjaý edilmelidir:

- 1) çöwlük iň kiçi ölçeglerde zerur suwuň mukdaryny onuň hilini üýtgetmezden goýbermelidir;
- 2) çöwlük ýeterlik mehaniki berklikli, zeňlemäge durnukly, deşikleri bitmez ýaly bolmalydyr;
- 3) tebigy şertlere görä iň talabalaýyk çöwlük saýlanmalydyr.

Ýörite edebiýatda çöwlükleriň 80-den gowrak kysymlary beýan edilýär. Olardan ulanylýany 15 töweregidir.

Çöwlügiň hasabyna onuň keseinini, işçi böleginiň uzynlygyny, geçirijiligini (öýjükligini), çöwlügiň garşylygynyň ululygyny, çöwlüğe girende dyňzow ýitgisini we ş. m. görkezijileri kesgitlemek degişlidir.

Suwly gorizontlaryň özleşdirilişi diýlip, guýularda çöwlügiň oturdylmagyna, çöwlügiň we suwly gatlaklaryň tebigy süwsüzdürijiligini dikeldilmegine, gatlaklaryň suwsüzdürijiligini emeli artdyrylmagyna düşünilýär.

Barlag işlerinde gözegçilik we olaryň resmileşdirilişi.

Guýular burawlananda gözegçilikleriň görnüşleri dürli-dürlidir we olar geçilýän dag jynslary we suwly gorizontlar barada mukdarlaýyn maglumatlary almak üçin zerurdyr.

Gözegçilikleriň görnüşleri, gaýtalanyşy gözlegleriň maksadyna, guýynyň görnüşine, kesimiň geologik-gidrogeologik şertleriniň aýratynlygyna, buraw usulyna we ş.m baglydyr.

Gözegçilikleri öz wagtynda we ýokary hilli ýerine ýetirmek üçin önünden resmi kagyzlaryň nusgalyklaryny, meýdan dergisini, gurallary we enjamlary taýýarlap goýmalydyr.

Guýular burawlananda:

- 1) geçilýän dag jynslara;
- 2) pyrlanma burawda ýuwujy suwuklygyň düzümine we göwrümüne hem-de buraw guralynyň üzülip gaçmagyna;
- 3) gaz ýüze çykmagyna;
- 4) ýerasty suwuň ýüze çykmagyna we derejesiniň durnuklaşyşyna;
- 5) suwuň temperaturasyna;
- 6) ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetlerine we himiki düzümine hem-de başga gözegçilikler amala aşyrylýarlar.

Ähli gözegçilikleriň maglumatlary dergä geçirilýär, soňra guýunyň gidrogeologik sütüni kada görä gurulýar.

Dag-gazuw işlerinde (ganawlarda, barlag çukurlarynda, şahtalarda we ş.m) hem geologik - gidrogeologik gözegçilikler alnyp barylýar. Olaryň içinde gönüden-göni gözegçilikler,

ölçeğerler, surat çekmeler we suratyny almalar jynslar we suwly gatlaklar barada doly we ýokary hilli maglumatlary almaga mümkinçilik berýär. Dag jynslaryň litologiýasy, strukturasy, teksturasy, berkligi, weýranlaşyş derejesi, çägeleriň dykzylygy, daşygan jynslaryň jaýryklylygy, sepleşikli jynslaryň toýunsowlygi we ýumşak-gatylygy, çyglylygy, suwlulygy we ş.m öwrenilýär.

Suwly gorizontlarda suwuň derejesi, temperaturasy, çykymy, himiki düzümi, suwuň gelişi kesgitlenýär. Ýerasty suwlara bagly prosesler (göwrüm giňeme, suw ýarsuwlaryň böwürmegi, yzgarlap çökme, hokurdanlaşma we ş.m) hem öwrenilýär. Adaty resmi kagyzlaryň (dergi, kesimler we ş.m) üsti çekilen we alnan suratlar bilen doldurylýar.

Meýdan synag işleri

Dürli gidrogeologik gözeleglerde suwly gorizontlar we beýleki gatlaklar barada wajyp maglumatlary (mukdarlaýyn we hilleýin) berýän esasy işleriň görnüşine süzülme-synag işleri degişlidir. Dag jynslaryň has ygtybarly gidrogeologik görkezijilerini ýerasty suw ýatagyň çäginde has häsiýetli meýdançada geçirilen süzülme - synag işleriň netijesi boýunça alyp bolar.

Süzülme - synag işleriň görnüşleri gözlegleriň maksadyna we möwritine, geologik - gidrogeologik şertleriň aýratynlygyna, alnan maglumatlaryň işleniş usulyna we beýleki sebäplere baglydyr. Meýdan süzülme-synag işlerine suwsoruşlar, guýulara suw guýma we suw basma, barlag çukurlara suw guýma we ekspres-usullar degişlidir. Bu işler biri-birinden aýratynlygy bilen tapawutlanýarlar. Süzülme-synag işleriň maglumatlarynyň dolulygy we ygtybarlygy synagyň dowamlylygy artanda we usullar utgaşdyrylyp ulananda has hem artýar.

Gidrogeologik gözleglerde giň ýaýran synag işleriň biri **suw soruşdyr**. Onuň netijesinde suwly gorizontlaryň esasy

gidrogeologik görkezijileri we beýleki maglumatlar kesgitlenýär. Ýokary basyş şertlerde suwly jynslaryň we gury suwsyzdyryan jynslaryň gidrogeologik görkezijilerini kesgitlemek üçin guýulara **suw basma synaglary** ulanylýar.

Azsuwly we gury jynslaryň gidrogeologik görkesijilerini kesgitlemek üçin **guýulara suw guýma** synaglary geçirilýär.

Howaly zolagyň jynslarynyň suwsüzdürijilik häsiýetlerini öwrenmek üçin **barlag çukurlara suw guýma synaglary** zerurdyr.

Deslapky barlaglarda ýeterlik buraw prosesinde küpürsek jynslarda barlanýan gorizontlaryň mukdarlaýyn we hilleýin häsiýetnamalaryny almak üçin pyrlanma burawda **oňurdiji synaglar** ulanylýar.

Guýular gurlandan soň öwrenlýän suwly gorizontlaryň deslapky süzülme häsiýetlerine baha bermek üçin **ekspres-usul** ulanylýar.

Dürli suwalgyçlardan (guýular, skwažinalar we ş.m) suwgaldyryjy gurallaryň (nassoslaryň) kömegi bilen suwy mejbury almaklyga **suwsoruş** diýilýär.

Suwsorduryşlaryň **nusgawy, synag** (ýekelikdäki, şahalaýyn), **toparlaýyn we synag-ulanys** görnüşleri bolýar.

Nusgawy suwsorduryşlary suwly gorizontyň aýry-aýry ýaýran ýerlerinde olaryň suwlulygyna, süzülme häsiýetlerine we hiline deslapky baha bermek üçin 1-2 gije - gündiziň dowamynda in uly suw peselişde geçirilýärler.

Ýekelikdäki synag suw suwsorduryşlary gözlegleriň deslapky, köplenç jikme-jik möwritlerinde suw peselişin çykyma baglylygyny bilmek hem-de käbir gidrogeologik görkezijileri hasaplamak üçin geçirilýär. Çykymyň egrisini gurmak üçin suwsoruş üç we köpräk suwpeselişin basgançaklarynda suwly gorizontyň gidrodinamik aýratynlygyna we maksadyna baglylykda birnäçe gije-gündiziň dowamynda geçirilýär.

Şahalaýyn synag suwsorduryşlary gözlegleriň deslapky we jikme-jik möwritlerinde ähli gidrogeologik

görkezijileri kesgitlemek hem-de gatlagyň çägendäki şertleri, beýleki suwly gorizontlar, ýerüsti suwlar bilen baglanşygyny öwrenmek üçin geçirilýär. Suwsorduryşyň dowamlylygy suw peselişiň bir basgançagynda 6-15 gije-gündizdir. Suwsorduryş merkezi (tolgundyryjy) we gözegçilik guýulardan ybarat synag şahalaryndan amala aşyrylýar.

Toparlaýyn suwsorduryşlar örän suwly gorizontlarda birbada birnäçe tolgundyryjy guýularda suw peselişiň bir basgançagynda amala aşyrylýar. Olaryň usulýeti we maksady şahalaýyn synag suwsorduryşlaryňky ýalydyr.

Bir ýa-da birnäçe barlag - ulanyş guýulardan synag - ulanyş suwsoruşlary gözlegleriň jikme-jik möwritinde çylşyrymly gidrogeologik we gidrohimik şertlerde geçirilýär. Olaryň maksady synaglaryň üsti bilen 1-4 aýyň dowamynda in ulý taslama çykymda suwuň derejesiniň we hiliniň üýtgewiniň kanunalaýyklyklaryny kesgitlemekden ybaratdyr.

Suwsorduryşyň görnüşini saýlamaklyk gidrogeologik şertlere, gözlegleriň möwritine we maksadyna hem-de başgalara baglydyr we jikme-jik usuly, tehniki we ykdysady taýdan esaslandyrmany talap edýär.

Synag işleriň taslanyşy suwsorduryşyň görnüşiniň geçiriljek - ýeriniň esaslandyrmasy, guýularyň ýerleşdiriliş çyzgydynyň hasabyny, tolgundyrmanyň häsiýetini we derejesini, suwsorduryşyň dowamlylygyny, guýynyň enjamlarynyň esaslandyrmasy, suwsorduryşyň usulýetini we netijeleriniň işlenişi boýunça teklipleri özünde jemleýär.

Synag işleriň usulýati we netijeleriniň işlenişi köp alymlar (W.D.Babuşkin, F.M.Boçewer, B.W.Borewskiy, L.S. Ýazwin we başg) tarapyndan özleşdirildi we edebiýatda giňişleýin beýan edildi.

Synag şahasynyň çyzgydy diýlip, guýularyň sanyna, olaryň meýdanlaýyn we kesimde özara ýerleşiş häsiýetine düşünilýär. Suwsorduryşyň geçiriljek ýerini saýlamaklyk onuň maksadyna we aýratynlygyna baglydyr.

suwsorduryşyň gurnalysyna we geçirilşine

1) guýyny taýýarlamak (suwgöterijini gurnamak, suwy aýyrmak, gurallary taýýarlamak);

2) suwsorduryşy geçirmek;

3) suwsorduryşda resmi kagyzlary doldurmak girýär.

Suwsorduryşda suwsoruşyň dergisi alnyp barylýar. Onda gözegçilikde ulanylýan suwly gorizont, guýynyň düzgüdi, çöwlükler, suwsorujylar, gurallar barada ähli maglumatlar görkezilmelidir. Dergide suwsoruşyň başlanýan we tamamlanýan wagty, ölçegleriň wagty, suwsoryjynyň kabul edijisiniň çuňlугy, suwuň çykymy, üýtgewsiz we yrga derejeler, suw peseliş ýazgy edilmelidir.

Suwsorduryş tamamlandan soň, guýuda suwuň derejesiniň dikelişi dergide ýazylýar. Onda gözegçilik guýulardaky derejeler hem bellennelidir.

Dergidäki maglumatlar boýunça suwuň derejesiniň we çykymynyň wagta baglylygynyň çyzygy belli möçberlikde gurulýar. Ondan başga-da gözegçilik guýular üçin derejäniň wagta baglylygynyň $S = f(lgt)$, eger çykym üýtgeýän bolsa, udel peselişiň wagta baglylygynyň $S/Q = f(lgt)$ ýarymlogarifmik çyzyglary gurulýar.

Suwsorduryşlary ýokary hilli geçirmek üçin kesgitli şertlerde has amatly enjamlary we gurallary saýlamak zerurdyr. Olara suwsoruş üçin sorujylar, derje, çykym, gyzygynlyk, basyş ölçejiler we başgalar degişlidir.

Suwsorduryşyň ähli görnüşlerinde dürli düzgütli suwsorujylar (nasoslar) ulanylýar. Olardan merkezden daşlaşýan, ştangaly - porşenli, erliftli, suw çüwdürimli, yrgyldyly we başga suwsoryjylar giňden ulanylýar.

Gidrotehnik desgalaryň derňewlerinde jynslaryň gidrogeologik görkezijilerini kesgitlemek üçin guýulara suw guýmak we basmak synaglary geçirilýär.

Synag suw basma usulynda ýörite taýýarlanan guýa ulanylýan enjam bilen suwy dyňzaw bilen iterýärler. Udel suw ýuwdyş şu formula bilen tapylýar:

$$q^1 = Q / l_o H_o$$

Soňra takmynan suwsuzdürjilik häsiýetine
W.D.Babaşkininiň formulasy bilen baha berilýär:

$$K = 0.525 q^1 \lg (\alpha l_o / r_g),$$

bu ýerde:

Q - basylan suwuň mukdary, l/min;

l_o - barlanýan interwalyň uzynlygy, m;

H_o - üýtgewsiz derejeden dyňzawyň tapawudy, m;

α - koeffisiýent (eger barlanýan interwal suwabent
gatлага ýanaşyk

bolsa,

$K = 1.32$; ondan daşda bolsa, $K = 0.66$);

r_g - guýynyň keyesi (radiusy), m.

Guýulara suw guýmak synaglary esasan howaly zolakda
gowşaksepli we jaýrykly jynslarda ulanylýar. Bu synaglar
ýokarky ýaly ýöne suw dyňzawsyz guýular. Süzülme
koeffisiýenti şu formula bilen kesgitlenýär:

$$K = 0.423 Q / h_c^2 \lg (2h_c / r_g),$$

bu ýerde:

h_c - çöwligiň aşaky çäginde ýokary suw sütüniniň
beýikligi ($h_c = \text{const}$).

Bu formula $50 < h_c / r_g < 200$ şertde ulanylýar.

Howaly zolagyň 15m çuňlugyna çenli jynslaryň süzülme
häsiýetlerini öwrenmekde barlag çukurlaryna suw guýmak
usuly giňden ulanylýar. Bu synaglar A.K.Boldyrewiň,
N.S.Nesterowyň, N.K.Girinsikiniň, N.N.Bindemanyň usullary
bilen geçirilýär.

Bu synaglaryň geçirilişine umumy talaplar aşakdakylardyr:

- 1) ýuwulmaz ýaly barlag çukuryň düýbüne 2 sm
galyňlykda ownuk çagyl dökülýär;
- 2) çukuryň düýbünden teýgum suwuna çenli aralyk 4-5m -
den az bolmaly dälär;

3) synagyň dowamlylygy suwuň siňmesiniň durnuklaşmagy bilen kesgitlenýär

(2 sagadyň dowamynda suwuň siňýän mukdarynyň 4-5 ölçegi biri-birinden

10%-den tapawutlanmaly däldir);

4) synagyň başynda dereje we mukdar ölçegleri her 10-15 minutdan, soňra dereje durnuklaşýşyna görä her 0.5-1 sagatdan geçirilýär;

5) synagyň ölçegleriniň ýazgysy dergä geçirilip, siňýän suwuň mukdarynyň wagta baglylygynyň $Q=f(t)$ çyzgysy gurulýar;

6) bir barlag çukurunda gaýtadan synag geçirilmegine ýol berilmeli däldir;

7) synag üçin ulanylýan suwda mehaniki garyndy bolmaly däldir.

8) synagyň gutarandan soň, çukur gömülip, toprak gatlagy öňki durkuna getirilmelidir.

Pýrlanma burawda suwly çägeler açylanda olary synamak üçin ýörite özleşdirilen synaýjylar bar. Olar çöwlük-synaýjydan, howaly dereje ölçeýjiden we erlift - suwsoruş enjamyndan düzülendir. Bu synaglar bilen buraw prosesinde guýynyň toýunyny aýyrmazdan suwly gorizontlary synamak bolýar.

Suwsüzdürijiligi uly bolmadyk suwly we gury jynslaryň süzülme häsiýetleriniň görkezijilerini takmynan kesgitlemek üçin ekspres suwsoruş we suwguýuş synaglary geçirilýär.

EDEBIÝATLAR

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Eserler ýygındysy. 1-nji tom. Aşgabat, 2007.
3. Türkmenistanyň Prezidentiniň "Obalaryň, şäherçeleriň, etrapdaky şäherleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin" Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
4. Hil sözlügi. A.: Türkmenstandartlary, 1994.
5. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy inžener geologiýasy. A.: TDNG, 2008.
6. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. "Gidrogeologiýa we inžener geologiýasy" hünärinde millileşdirilip ulanylyşa girizilen geologiýa we tehnika adalgalarynyň türkmençe we rusça sanawy. A.: TBM TPI, 2005.
7. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy gidrogeologiýa dersiniň amaly işleri boýunça okuw gollanmasy (çapda).
8. TGN 1.02.07-2000. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Gurluşyk üçin inžener gözlegleri. A.: TGM, 2000.
9. TGN 2.03.11-99. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Gurluşyk gurnamalaryny zeňlemekden goramak. A.: TGM, 2000.
10. TGK 2.01.08-05. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Seýsmiki şertlerde gurluşyk geçirmek. A.: TGM, 2005.
11. 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.

12. Арнагельдыев А.Ю Костюковский В.И. Пустыня Каракумы. Природа и человек. М.: Наука, 1985.
13. Бабаев Д., Орлов М. Гидрогеология. А.: Магарыф, 1988.
14. Белоусова А.П. и др. Экологическая гидрогеология. М.: Академкнига, 2006.
15. Бондарь Н.Я., Охрименко В.И. Гидрогеологическое и инженерно-геологическое картографирование. М.: Недра, 1987.
16. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра, 1979.
17. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. М.: Изд.МГУ, 2007.
18. Гавич И.К., Семенова С.М., Швец В.М. Методы обработки гидрогеологической информации с вариантами задач. М.: ВШ, 1981.
19. Гаттенбергер Ю.П., Дьяконов В.П. Гидрогеологические методы исследований при разведке и разработке нефтяных месторождений. М.: Недра, 1979.
20. Геология. Часть III. Гидрогеология. (Гальперин А.М.и др.) М.: МГГУ, 2008.
21. Гидрогеология газовых и газоконденсатных месторождений Шатлыкского промыслового горизонта Юго-Восточной Туркмении (Алехин С.Н. и др). А.: ТНИГРИ, 1990.
22. Гидрогеология СССР. Сводный том. Вып.3. Ресурсы подземных вод СССР и перспективы их использования. М.: Недра, 1977.
23. Гидрогеология СССР. Том 38. Туркменская ССР. М.: Недра, 1972.
24. Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений.

- (Отв.редакторы: акад.РАН Дмитриевский А.Н., Муляк В.В.). М.: ГЕОС, 2007.
25. Гордеев П.В., Шемелина В.А., Шулякова О.К. Гидрогеология. М.: ВШ, 1990.
 26. Дерпгольц В.Ф. Мир воды. Л.: Недра, 1979.
 27. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М.: Научный мир, 2001.
 28. Казаков В.Ф. Минеральные лечебные воды Туркменистана. А.: МНО, 1990.
 29. Карцев А.А., Вагин С.Б. Невидимый океан. М.: Недра, 1978.
 30. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. М.: Колос, 1981.
 31. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Павлов А.Н. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1988.
 32. Киссин И.Г. Землетрясения и подземные воды. М.: Наука, 1982.
 33. Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1977.
 34. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований. М.: ВШ, 1989.
 35. Корчуганова Н.И., Корсаков А.К. Дистанционные методы геологического картирования. М.: КДУ, 2009.
 36. Ланге О.К. Гидрогеология. М.: ВШ, 1969.
 37. Ларионов А.К. Занимательная гидрогеология. М.: Недра, 1979.
 38. Лосев К.С. Вода. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
 39. Методические рекомендации по гидрогеологической съемке масштаба 1:200000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1983.
 40. Методическое руководство по обоснованию и комплексированию современных методов исследований при гидрогеологической и

- инженерно-геологической съемке для целей мелиорации. Вып.4. М.: Недра, 1979.
41. Минкин Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении гидрогеологических и водохозяйственных задач. М.: Стройиздат, 1973.
 42. Нефтегазовая гидрогеология (Карцев А.А. и др.). М.: ВО, 2001.
 43. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. М.: Госгеолтехиздат, 1955.
 44. Основы гидрогеологии. Т.1. Общая гидрогеология (Отв. ред. Пиннекера Е.В.). Новосибирск: Наука, 1980.
 45. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность и история воды в земных недрах (Отв.ред. Пиннекер Е.В.). Новосибирск: Наука, 1982.
 46. Плотников Н.И. Поиск и разведка пресных подземных вод. М.: Недра, 1985.
 47. Ретхати А. Грунтовые воды и строительство. М.: Стройиздат, 1989.
 48. Роговская Н.В., Морозов А.Т. Статистический и гидродинамический анализ влияния орошения на грунтовые воды (закономерности формирования грунтовых вод дельты р.Мургаб). М.: Недра, 1964.
 49. Роль подземной гидросферы в истории земли (Сб.статей посв. 100-летию Личкова Б.Л.). М.: Наука, 1990.
 50. Седенко М.В. Основы гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Недра, 1970.
 51. Силин-Бекчурин А.И. Специальная гидрогеология. М.: Госгеолиздат, 1951.
 52. Скабалланович И.А. Гидрогеологические расчеты. М.: ГНТИЛ по горному делу, 1960.

53. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Гостоптехиздат, 1961.
54. Справочник гидрогеолога (Под общей ред. Альтовского М.Е.). М.: Госгеолиздат, 1962.
55. Справочник по месторождениям подземных вод Марыйского вelayта (Аванесов А.А. и др.). А.: Гарлавач, 1994.
56. Справочник по месторождениям подземных вод Лебапского вelayта (Аванесов А.А. и др.). А.: Гарлавач, 1995.
57. Суббота М.И., Ходжакулиев Я.А. и др. Организация и проведение гидрогеологических исследований при разведочном бурении на нефть и газ. А., 1972.
58. TDS-2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. М.: Изд.стандартов, 1982.
59. Фрадкин Б.З. Белые пятна безбрежного океана. М.: Недра, 1983.
60. Ходжакулиев Я.А. Каракумская и Амударьинская нефтегазоносные области. Гидрогеология. А.: Изд. "Туркменистан", 1966.
61. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1996.
62. Шевченко Н.Г. Закономерности распространения и формирования линз пресных вод пустынь и опыт рациональной их эксплуатации. А.: Ылым, 1982.
63. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. М.: КДУ, 2009.
64. Шестаков В.М. Прикладная гидрогеология. М.: Изд.МГУ, 2001.
65. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология. М.: Академкнига, 2003.

MAZMUNY

1. GIDROGEOLOGIÝA GIRIŞ.....	7
1.1 Gidrogeologiýanyň manysy.....	7
1.2. Gidrogeologiýanyň maksady we wezipeleri.....	7
1.3. Ýerasty suwlar hakdaky düşüňjileriň ösüş taryhy.....	8
1.4. Gidrogeologiýanyň düzümi.....	18
1.5. Gidrogeologiýanyň başga ylymlar bilen baglanyşygy.....	21
1.6. Gidrogeologiýa ulgamlaryn garaýyş.....	24
2. TEBIGATDA SUW.....	28
2.1. Suwuň Ýerde ýaýrawy.....	28
2.2. Atmosferadaky we Ýeriň ýüzündäki suw.....	31
2.3. Ýer gabygyndaky suw.....	35
2.4. Suwuň tebigatda aýlanyşygy.....	40
3. DAG JYNSLARYNYŇ SUW-KOLLEKTORLYK HÄSIÝETLERI.....	51
3.1. Dag jynslarynyň öýjükçiligi (gowalçlygy).....	51
3.2. Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleri.....	57
3.3. Dag jynslarynyň suwatabyn häsiýetleri.....	66
3.4. Gatlaklaryň kollektorlyk häsiýetleri.....	73
3.5. Gidrogeologik stratifikasiýa.....	75
4. SUWUŇ FIZIKI HÄSIÝETLERI.....	83
4.1. Suwuk suwuň molekulasyň gurluşy.....	83
4.2. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri.....	85

5.ÝERASTY SUWLARYŇ HIMIKI DÜZÜMI.....89

- 5.1.Wodorod görkezijisi we turşama –
gaýtarma reaksiýasy barada düşünje.....89
- 5.2.Ýerasty suwlaryň ion-duz
ulgamy.....90
- 5.3.Ýerasty suwlaryň gaz düzümi we
düzümindäki mikroorganizimler.....94
- 5.4.Ýerasty suwlaryň gurluşyk
konstruksiýalaryny iýijilik täsiri.....96
- 5.5.Agyz-hojalyk suw üpjünçiligi üçin
ýerasty suwuň hiline baha kesmek.....101
- 5.6. Suwuň himiki derňewleriniň
görnüşleri we olaryň şekilendirilişi.....102

6.ÝERASTY SUWLARYŇ EMELE GELIŞI WE SYNPLANYŞY.....110

- 6.1. Ýerasty suwlaryň döreyşi.....110
- 6.2. Ýerasty suwlaryň synyplanyşy.....112
- 6.3. Howaly zolakdaky ýerasty suwlar.....115
- 6.4. Teýgum suwlary.....116
- 6.5. Dyňzawly (artezian) suwlar.....120
- 6.6.Gidroizogips we gidroizopýez
kartalary.....126

7.DÜRLI KYSYMLY WE DÜRLI BÄHBITLI ÝERASTY SUWLAR.....131

- 7.1. Jaýryk we gowak suwlary.....131
- 7.2. Çuňňur we doňaklyk suwlary.....134
- 7.3. Derman (mineral) suwlary.....138
- 7.4. Senagat suwlary.....140
- 7.5. Termal suwlar.....141

8. ÝERASTY SUWLARYŇ DINAMIKASY.....	144
8.1. Howaly zolakda we doýgun zolakda suwuň hereketi.....	144
8.2. Ýerasty suwlaryň esasy Süzülme kanuny we onuň ulanyş çägi.....	146
8.3. Süzülme koeffisiýenti we onuň kesgitleniş usullary.....	152
8.4. Ýerasty suwlaryň suwalgyçlara hereketi.....	158
9. ÝERASTY SUW ÝATAKLARY BARADA DÜŞÜNJE.....	168
9.1. Ýerasty suw ýataklary barada düşünje.....	168
9.2. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň görnüşleri.....	169
9.3. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň kategoriýalary.....	171
9.4. Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlaryny bahalandyrylyş usullary.....	173
10. GIDROGEOLOGIK IŞLERIŇ USULÝETI.....	175
10.1. Hidrogeologik işleriň esasy görnüşleri we möwritleri.....	175
10.2. Hidrogeologik barlaglaryň möwritleri.....	177
10.3. Hidrogeologik işler.....	181
EDEBIÝATLAR.....	197