

A.D.Kayumov

GRUNTSHUNOSLIK



Toshkent 2018

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**«GIDROGEOLOGIYA VA INJENERLIK GEOLOGIYASI INSTITUTI»
Davlat korxonasi**

A.D.Kayumov

GRUNTSHUNOSLIK



Toshkent 2018

UDK: 624.13

KBK 26.35

K 33

Kayumov A.D.

Grunyshunoslik / A.D.Kayumov; O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi; Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat texnika universiteti. - T.: DK «MRI», 2018. - 70 rasm, 25 jadval. - 116 b.

ISBN 978-9943-4519-7-1

Mazkur darslik «5311800-Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi» bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, unda insonning geologik faoliyati va grunyshunoslikning rivojlanishi, grunylarning qattiq komponentlari va uning elementlari o'lchami, morfologik xususiyati va miqdoriy nisbati, suyuq komponentlari, tabiiy namligi va ularning xossalari ta'siri, gazli va tirik komponentlari, fizik, fizik-kimyoviy, fizik-mexanik xossalari, mustahkamligi, tasnifi, qoyatog', dispers, gilli va changli grunylar, sho'rlangan va sun'iy grunylar, grunt massivi kabilar yoritilgan.

Darslikdan qurilish sohasiga tegishli tashkilot xodimlari, oliy o'quv yurtlarining professor-o'qituvchilari, katta ilmiy xodim-izlanuvchilari, bakalavriat va magistratura talabalari, shuningdek ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari va muhandislari qo'llanma sifatida foydalanishlari mumkin.

UDK: 624.13

KBK 26.35

Ma'sul muharrir:

B.D.Abdullaev

Taqrizchilar:

**t.f.d., professor A.F.Shaxidov,
g.-m.f.n. V.A.Ismailov**

ISBN 978-9943-4519-7-1

© Kayumov A.D., 2018

© Toshkent Davlat texnika universiteti, 2018

© DK «GIDROINGEO Instituti», 2018

© DK «MRI», 2018

KIRISH

Gruntshunoslik fani – Oliy o'quv yurtlarining «Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi», shuningdek qurilish sohasiga tegishli oliy o'quv yurtlarining «Bino va inshootlar», «Avtomobil yo'llari va aerodromlar», «Temir yo'llari qurilishi», «Transport tunellari va ko'priklar» kabi mutaxassisligining asosiy o'quv fani hisoblanadi.

Ma'lumki, insonning tabiatga geologik faoliyatining ta'siri ilm-fan va texnikaning rivojlanishi bilan ortmoqda. Natijada atrof-muhit geologiyasini o'rganuvchi fanlar orasida muhandislik – geologiyasining ahamiyati oshib bormoqda. Shu bilan birgalikda, muhandislik – geologiyasining asosiy nazariy bo'limi bo'lgan gruntshunoslikning ham dolzarbligi yaqqol namoyon bo'lmoqda.

Insonning muhandislik faoliyati bilan bog'liq bo'lgan hamma tog' jinslari, tuproqlar, cho'kindilar va antropogen yo'li bilan hosil bo'luvchilarni grunt deb nomlash qabul qilinganiga ancha bo'ldi. Ularning hammasi insonning rejalashtirilgan, amalga oshiriladigan va oshirilgan muhandislik faoliyati davomida ko'p komponentli dinamik tizim sifatida o'rganiladi. Insonning ta'siri natijasida, gruntning tashkil qiluvchi komponentlarning nisbati o'zgaradi, bu ularning xossalari o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun darslikda, birinchi navbatda, gruntni qattiq, suyuq va gazsimon komponentlari bilan birgalikda tirik komponentlari xususiyatlari tavsiflangan. Keyingi o'rinlarda ularning fizik, fizik-kimyoviy, mexanik xususiyatlari, mustahkamligi va alohida turlariga e'tibor berilgan.

Gruntlarni tavsiflashda faqat ularning xossalari ayrim namunalarda o'rganib qolmasdan, grunt qatlamini bir butinlikda tabiiy massiv holatda o'rganish katta ahamiyatga ega. Shuning uchun grunt massivini o'rganishga ham alohida e'tibor berilgan bo'lib, darsikning bitta bandi unga bag'ishlangan.

Ta'kidlash lozimki shu vaqtgacha «Gruntshunoslik» darsligini tayyorlash bilan asosan M.V.Lomonosov nomidagi Moskva davlat universitetining o'qutuvchilari shug'ullanishgan. 1936 yili M.M.Filatov «Основы дорожного грунтоведения» nomli o'quv qo'llanmasini nashr ettirdi. Unda u gruntni o'rganishda asosiy omil sifatida genetik va fizik-kimyoto monidan yondashdi. V.A.Priklonskiy tomonidan 1943 yili «Общее грунтоведение», 1949 va 1952 yillari 2 tomdagi «Грунтоведение», 1955 yili «Грунтоведение» o'quv qo'llanmasi nashrdan chiqarildi. 1952 yili Ye.M.Sergeyev «Общее грунтоведение» o'quv qo'llanmasini, 1959 yili «Грунтоведение» darsligini nashrdan chiqardi. Bu darslik 1971, 1974, 1983 va 1988 yillari Ye.M.Sergeyev va 2005 yili V.T.Trofimov tahriri ostida qayta nashrdan chiqarilib, mazmuni, mohiyati va tuzilishi tubdan o'zgartirildi.

2007 yili o'zbek tilida kirill alifbosida A.A.Adilov va N.M.Qayumova tomonidan «Грунтшунослик» o'quv qo'llanmasi nashrdan chiqarildi. Bu qo'llanma 2011 yili A.D.Qayumov, A.A.Adilov va N.M.Qayumova tomonidan lotin alifbosida qayta ishlandi.

Ushbu darslik bakalavr, magistr va doktorantlarga mo'ljallangan bo'lib, ularga mazkur fanning asosini tanishtirish bilan birgalikda gruntshunoslikning kelajakda amalga oshiradigan vazifalari va rivojlanish nazariyasi to'g'risida tushunchalar beradi.

Shuningdek darslikda gruntshunoslikda keng foydalaniladigan va unda tushunchasi keltirilmagan ayrim atamalar izohi berilgan.

Darslikni yozishda muallif tomonidan o'zining ilmiy-tadqiqot ishlari, Toshkent davlat texnika universitetida o'qigan ma'ruzalari, shuningdek, 1983 yili Ye.M.Sergeyev va 2005 yili V.T.Trofimov tahriri ostida nashrdan chiqarilgan «Грунтоведение», V.D.Kazarnovskiy «Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов» o'quv adabiyotlari, chet el adabiyotlaridan M.D.Brajani «Principles of Geotechnical Engineering» (2010 y.), G.P.Davidni «Engineering Geology principles and practice» (2009 y.), R.F.Craignig «Craig's soil mexanics» (2010 y.) ini asos sifatida olinib undan keng foydalanilgan.

UMUMIY BO'LIM

1. Gruntshunoslik fanining tarixi

Gruntshunoslik fani muhandislik-geologiyasi fanining bir qismi bo'lib, insonning muhandis-xo'jalik faoliyatiga bog'liq holda gruntlarni alohida komponentlar sifatida amaliy va nazariy tomonlardan o'rganadi.

Insonni o'rab turuvchi muhit bir qancha komponentlardan: biosfera, atmosfera, gidrosfera va litosferadan iborat. Keltirilgan hamma componentlar o'zaro ta'sirda bo'ladilar. Insonning litosferaga ta'siri to'g'ridan-to'g'ri, shuningdek atrof - muhitning bevosita va bilvosita boshqa komponentlari orqali bo'lishi mumkin. Uning litosferaga ta'sirini quyidagi misollarda ko'ramiz.

Hozirgi vaqtda yerning quruqlik yuzasining taxminan 20% qismi har xil muhandislik inshootlari (binolar, karyerlar, yo'llar, suv ombordari va boshqalar) bilan egallangan.

Ye.M.Sergeyev fikricha avtomobil va temir yo'llarining uzunligi bir necha million kilometrga teng bo'lib, ularning ko'tarmalariga yotqizilgan gruntlarning hajmini hozirgi daryolarning yotqiziqlari bilan solishtirish mumkin.

Melioratsiya va irrigatsiya qurilishlari yuzlab kvadrat kilometr massivlarni egallab olgan. XXI asrda sug'oriladigan yerlarning maydoni dunyo bo'yicha 200 mln. gektardan oshib ketdi, ammo shu bilan birgalikda ko'plab namligi oshib ketgan maydonlarni aksincha quritish talab qilinmoqda. Chunki inson, yerning yuza qismini egallagan, bu maydonlarda, tuproq va tog' jinslarining suv-tartibini va holatini tubdan o'zgartirib yubormoqda.

Inson faoliyati natijasida yer yuzasi to'rtlamchi yotqiziqlar bilan umumiy o'xshashligi bo'lmagan o'nlab ming kilometr kub tog' jinslarining to'kilmalari bilan qoplanmoqda.

Hozirgi vaqtda shaharlarda yer shari aholisining yarmidan ko'pi yashamoqda. Ta'kidlash joizki shahar – bu inson faoliyati litosferaning yuza qismiga eng jadal va xilma-xil ta'sir qiluvchi maydondir.

Yer yuzasida kechadigan geologik jarayonlar juda katta ahamiyatga ega. Unga insonning aralashuvi yer yuzasida kechadigan geologik jarayonlarning ahamiyatini yanada oshiradi. Dunyo statistikasi ma'lumotlari bo'yicha 70% ko'chkilar insonning faoliyati natijasida yuzaga keladi.

Yuqorida keltirilganlardan atrof - muhitning bitta komponenti bo'lgan litosferaning yuza qismini o'rganish juda katta ahamiyatga ega degan hulosa qilish mumkin. Atrof - muhitning bu qismini Ye.M.Sergeyev ta'biricha «geologik muhit» deb atash maqsadga muvofiq bo'ladi. «Geologik muhit» atamasi va tushunchasi litosfera bo'yicha insonning hayoti va faoliyati bilan uzviy bog'liq va u to'g'risida fikrlash imkonini beradi.

Geologik muhit deganda, insonning muhandislik faoliyati ta'sirida bo'lgan va o'z navbatida bu faoliyatni ma'lum darajada belgilaydigan, litosferaning yuqori ko'p komponentli dinamik qismi tushuniladi. Insonning ta'siri natijasida tabiiy geologik jarayonlarda o'zgarishlar kechadi va yangi antropogen jarayonlar yuzaga keladi, bu o'z navbatida hududning o'ziga xos xususiyatining o'zgarishga olib keladi.

Shunday qilib, insonning ta'siri natijasida tog' jinslari, geologik jarayonlar va xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega bo'luvchi o'zlashtiriladigan hududlarning xususiyati o'zgaradi. Keltirilgan hamma masalalar bilan muhandislik geologiyasi shug'ullanadi.

Har xil davrlarda olimlar tomonidan muhandislik geologiyasining mazmuni turlicha ta'riflangan va aniqlashtirilgan. Eng oxirgi aniqlashtirishlardan biri 1951 yili I.M.Popov tomonidan yozilgan «Инженерная геология» darsligida keltirilgan. Unda muallif yozadi: «Muhandislik geologiyasi fan sifatida, insonning muhandislik faoliyatiga bog'liq bo'lgan yer qobig'ining yuqori gorizonti dinamikasini o'rganuvchi geologiyaning bir bo'lagidir».

Hozirgi vaqtda quyidagi tushuncha mavjud: «Muhandislik geologiyasi geologik muhitdan ratsional foydalanish va uni qoʻriqlash toʻgʻrisidagi fandir».

Muhandislik geologiyasi oʻzaro bir-biri bilan bogʻliq, ammo oʻzining oʻrganadigan xususiy obyekti boʻlgan va mustaqil ilmiy yoʻnalishga ega boʻlgan yirik nazariy va amaliy boʻlimlarga boʻlinadi. Nazariy boʻlimga quyidagilar kiradi: gruntshunoslik (togʻ jinslarini oʻrganadi), muhandislik geodinamikasi (jarayonlarni oʻrganadi) va regional muhandislik geologiyasi (hududlarni oʻrganadi).

Keltirilgan ilmiy yoʻnalishlarning birinchisi – gruntshunoslik – koʻrilayotgan hozirgi darslikning asosiy mazmunidir. Muhandislik geodinamikasi yer qobigʻining yuqori gorizontida (litosferada) kechadigan zamonaviy va bashoratlanadigan tabiiy va antropogen geologik jarayonlar morfologiyasini, mexanizmini, muhandis-geologik sabablarini, fazoviy-vaqt boʻyicha shakllanish qonuniyatlarini va keyinchalik rivojlanishini oʻrganadigan muhandislik geologiyasining ikkinchi ilmiy yoʻnalishi boʻlib hisoblanadi.

Regional muhandislik geologiyasi – yer qobigʻining turli xil strukturali hududlaridagi muhandislik geologiyasi sharoitini oʻrganuvchi, ularning fazoviy tarqalish qonuniyatlari, hozirgi va bashoratlanadigan tabiiy va antropogen geologik jarayonlar taʼsirida fazoviy-vaqt boʻyicha oʻzgarishini oʻrganadigan muhandislik geologiyasining ilmiy yoʻnalishi hisoblanadi.

Regional muhandislik geologiyasining oʻrganadigan obyekti gruntshunoslik va muhandislik geodinamikasiga nisbatan murakkabroq ekanligini taʼkidlash kerak. Gruntshunoslik va muhandislik geodinamikasi muhandislik geologiyasining strukturaviy tuzilishga ega va juda murakkab boʻlgan komponentlari – gruntlarni va geologik jarayonlarni oʻrganadi. Regional muhandislik geologiyasi strukturani bir butun tuzim holatida tadqiq qiladi.

Shunday qilib gruntshunoslik muhandislik geologiyasining bitta nazariy boʻlimi boʻlib, uning qolgan boʻlimlari uchun juda katta ahamiyatga ega.

2. «Gruntshunoslik» fanining rivojlanishi

Gruntshunoslik – gruntlar toʻgʻrisidagi fan boʻlgani uchun birinchi galda «grunt» atamasini tushunib olish kerak.

Rus quruvchilarining atamasiga nemis tilidagi «grunt» soʻzi Petr I davrida Volga daryosini Baltika dengizi bilan birlashtirilgan vaqtdan boshlab kiritilgan. XIX asrga kelib rus quruvchilari orasida «grunt» atamasi toʻgʻrisida maʼlum fikrlar boʻlgan. Grunt deb qandaydir inshoot uchun asos sifatida foydalaniladigan togʻ jinslari tushunishgan.

MDHda «Gruntshunoslik» qurilishga bogʻliq holda tuproq va grunlarni oʻrganish boʻyicha yangi yoʻnalish sifatida shakllandi. Uning yuzaga kelishi uchun asosiy kuch tuproqshunoslikda V.V.Dokuchayev ishlab chiqqan genetik yondashuv va P.A.Zemyatchinskiy gillarni oʻrganishdagi ishlari, 1923 yili gillarni oʻrganishda uni maʼlum tabiiy tarixiy sharoitda shakllangan fizik jism deb qarashi sabab boʻldi.

1923 yili Sankt-Peterburgda yoʻl-ilmiy tadqiqot byurosi tuzilib, N.I.Proxorov, P.A.Zemyatchinskiy va N.N.Ivanov rahbarligida tuproq va choʻkindi (koʻpincha yosh) jinslarning yoʻl qurilishi uchun tadqiqotlari tashkil etildi. Yoʻl gruntshunosligi paydo boʻldi, keyinchalik boshqa turdagi muhandislik inshootlari uchun togʻ jinslarini oʻrganishda genetik yondashish oʻz oʻrnini topganidan soʻng, «yoʻl» atamasi mazmunini yoʻqotadi va kengroq «gruntshunoslik» deb atay boshlandi.

1924 yili sentyabr oyida Oʻrta Osiyo davlat universitetida prof. O.K.Lange tomonidan «Dinamik geologiya» kafedrası tuzilib, 1930 yildan «Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi» kafedrası deb nomlandi va gruntshunoslik faniga alohida ahamiyat berila boshlandi.

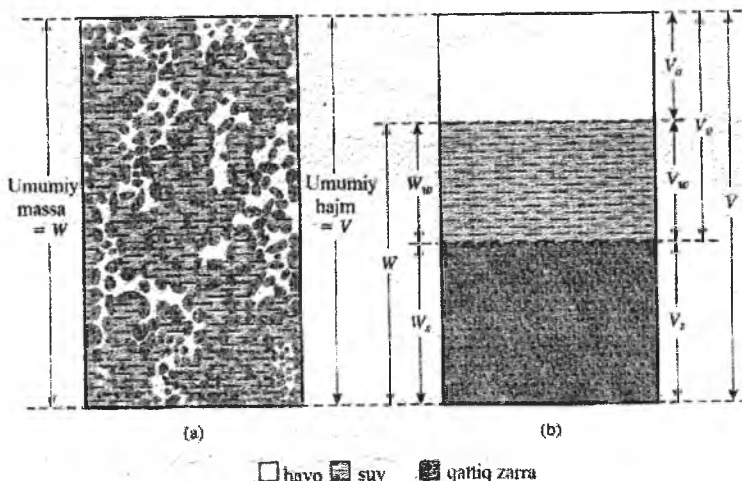
«Gruntshunoslik» sohasi boʻyicha maxsus ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish va talabalarga chuqurroq bilim berish uchun 1930 yili Sankt-Peterburg universitetida, keyinchalik, 1938 yili Moskva universitetida gruntshunoslik kafedrası tashkil qilindi.

Gruntshunoslik avvaldan tabiiy tarixiy fan sifatida rivojlandi. Uning rivojlanishi-da bobokaloniarimiz Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali Ibin Sino, Al Xorazmiy, Al Foro-biylar bilan birgalikda rus olimlaridan: P.A.Zemyatchinskiy, M.M.Filatov, V.V.Oxotin, V.A.Priklonskiy, V.M.Gumenskiy, I.V.Popov, S.S.Morozov, Ye.M.Sergeyev, N.N.Maslov, chet el olimlaridan: M.D.Braja, G.P.David, R.F.Craig, o'zbek olimlaridan: G'.O.Mavlonov, K.P.Po'latov, E.V.Qodirov, A.D.Kayumov, X.Z.Rasulov, A.Z.Hasanov, M.Sh.Shermatov, A.A.Adilovlarning ilmiy ishlari katta ahamiyatga ega bo'ldi.

Gruntshunoslik bilan bir vaqtda unga yaqin bo'lgan, fizika-matematika, qurilishi va geologiya fanlari orasidagi fan – gruntlar mexanikasi yuzaga keladi. Uni yuzaga kelishi uchun birlamchi ma'lumotlar sifatida 1925 yili chop etilgan K.Tersagini «Строительная механика грунтов» nomli monografiyasi sababchi bo'ldi.

Gruntlar mexanikasida nazariy va qurilish mexanikasini tog' jinslariga ta'sir qilishi bo'yicha umumiy qonuniyatlar ko'riladi. Shu bilan birgalikda mexanikaning qonuniyatiga bo'ysunuvchi va ma'lum hisobiy chizmalarda ifodalanuvchi gruntlarning mexanik xos-salari birinchi o'ringa qo'yiladi, ularning genezisi natijasida shakllangan gruntlarning ge-ologik xususiyatlari kamroq hisobga olinadi.

Tog' jinslarini grunt sifatida tadqiqot qilishda jinsning mineral qismi (qattiq kompen-enti) o'rganib qolinmasdan, har qanday tog' jinsi tarkibida (1-rasm) bo'ladigan suv (suyuq



1-rasm. a – tabiiy holatdagi grunt elementi; b – grunt elementining uchta fazasi.

komponenti) va havo (gazsimon komponenti) ham majburiy ravishda o'rganilishi kerak. Chunki o'zining mohiyati va mazmuniga ko'ra gruntshunoslik fani tog' jinslarini ko'p omilli tizim sifatida o'rganadi. Keltirilgan komponentlarning o'zaro nisbati (tog' jinslarida shuningdek tirik komponentlar ham bo'lishi mumkin) gruntlarning xossalari belgilaydi. Ta'kidlash kerakki gilli va lyossimon gruntlar quruq holatida katta mustahkamlikka ega, lekin suv tegishi bilan oquvchan bo'ladi.

Braja M.Das [1] tomonidan 1a-rasmda tabiiy holatdagi grunt elementlarining umumiy massasi va hajmi, 1b-rasmda grunt elementlarining uchta fazasi (havo, suv va qattiq zarralar) ko'rsatilgan. Shunday qilib berilgan grunt namunasining hajmi yig'indisini quy-idagicha ifodalasa bo'ladi:

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a \quad (1)$$

bu yerda V_s – grutdagi qattiq zarralarning hajmi; V_v – g'ovaklik g'ajmi; V_w – g'ovaklikdagi suvning hajmi; V_a – g'ovaklikdagi havoning hajmi.

Yuqorida keltirilganlardan kelib chiqib «grunt» atamasiga Ye.M.Sergeyev quyidagi cha ta'rif bergan. Gruntlar – ko'p komponentli dinamik tizim sifatida ko'riladigan, insonning muhandislik faoliyati bilan amalga oshiriladigan, oshirilgan va rejalashtirish bilan bog'liq bo'lgan tadqiqotlar o'tkaziladigan har qanday tog' jinsi, tuproq, cho'kindi va antropogen yo'l bilan hosil bo'luvchilardir.

Shunday qilib hozirgi vaqtda gruntshunoslikning rivojlanishida uning asosiy vazifasi tog' jinsi, tuproq va texnogen yo'l bilan hosil bo'luvchilarning geologik muhitni ratsional o'zlashtirish maqsadida mikrosathdan massivgacha grunt sifatida ko'rishdir.

1999 yili V.T.Trofimov tomonidan gruntshunoslikning asosiy qonuni: «gruntlarning tarkibi, tuzilishi, holati va xossalari ularning genezisi, postgenetik jarayonlari tavsifi va hozirgi fazoviy (koordinatali) o'rni bilan aniqlanadi» deb ta'kidlanganini aytib o'tish joizdir. Shuningdek uning tomonidan gruntshunoslikni uch qismdan: umumiy, regional va geodinamik turlarga farqlash kerakligini ta'kidlash kerak.

Umumiy gruntshunoslik – gruntshunoslikning ilmiy bo'limi bo'lib, gruntlar va ularning birlashmalarining umumiy tarkibi, holati, tuzilishi va xossalarining umumiy xususiyatlarini, ularni shakllanish qonuniyatlarini, tabiiy va hozirgi antropogen va bashoratlanadigan geologik jarayonlar ta'sirida o'zgarishini fazoviy-vaqt davomida tadqiqot qiladi. Obyekti – gruntlarning fazoviy alomatlaridir.

Regional gruntshunoslik – gruntshunoslikning ilmiy bo'limi bo'lib, gruntlarning (muhandis-geologik strukturaning elementi sifatida) fazoda tarqalish xususiyati, ularning tarkibini, holatini va xossasini fazoviy-vaqt davomida shakllanish qonuniyati, hozirgi va tabiiy bashoratlanadigan va antropogen jarayonlar ta'sirida o'zgarishini tadqiqot qiladi. Obyekti – geologik fazodagi gruntlar.

Geodinamik gruntshunoslik – gruntshunoslikning ilmiy bo'limi bo'lib, gruntlarning tarkibi, holati va xossasining tabiiy va hozirgi antropogen va bashoratlanadigan geologik jarayonlar ta'sirida fazoviy-vaqt davomida o'zgarish qonuniyatini tadqiqot qiladi. Obyekti – gruntlarning dinamik tizimdir.

Takrorlash uchun savollar:

1. *Muhandislik geologiyasi nimani o'rganadi ?*
2. *Yer tarixi va uning tuzilishi bilan kimlar shug'llanganlar ?*
3. *Muhandislik geologiyasi nechta bo'limdan iborat ?*
4. *Gruntshunoslik fani qanday yo'nalishlarga ajraladi ?*
5. *«Grunt» atamasining ma'nosi nima ?*
6. *Gruntshunoslik fanining paydo bo'lishi va rivojlanishi to'g'risida so'zlab bering.*
7. *Gruntshunoslik fanining vazifalari nimadan iborat ?*
8. *Gruntshunoslik fani qanday fanlar bilan aloqada bo'ladi ?*
9. *Gruntlar bilan O'zbek olimlaridan kimlar shug'ullangan ?*
10. *Gruntlar bilan chet el olimlaridan kimlar shug'ullangan ?*
11. *Gruntlarning hosil bo'lish qonuniyatlari nimadan iborat ?*
12. *Gruntlarning genetik turlari nima ?*
13. *Gruntlarning xossalarini o'rganishdan maqsad nima ?*
14. *Tog' jinsining tarkibi nimalardan iborat ?*

1-BOB. GRUNT LARNING TARKIBI

1.1. Gruntlarning qattiq komponentlari

Qattiq komponentlar tog' jinslarini muhandis-geologiya yo'nalishi bo'yicha o'rganishda, olib boriladigan tadqiqotlarning oxirgi maqsadiga qarab – muhandislik inshootlari va ularning kompleksining turg'un faoliyatini ta'minlovchi tog' jinslari va ulardan tuzilgan massivlarning muhim xususiyatini aniqlash bo'yicha bir qancha bo'limlarga bo'linadilar. Ular orasida birinchi galda gruntlarning mustahkamligi va turg'unligi, ularning fizik va fizik-kimyoviy xossalari ko'riladi. O'z navbatida ular qattiq komponentning kimyoviy-mineral tarkibi, tuzilishi va mazmuniga bog'liq bo'ladilar.

Gruntlar tarkibidagi qattiq komponentlar har xil minerallar, organik-mineral birikmalar va qattiq holdagi suvdan iborat. Tog' jinslarini muhandis-geologik jihatdan o'rganishda ularda ko'p miqdorda bo'ladigan va ularning xossasiga sezilarli ta'sir qiluvchi asosiy jins hosil qiluvchi minerallar o'rganiladi.

Braja M.Dasning [1] fikricha gruntlarning qattiq fazasini shakllantiruvchi mineral zarralar tog'larning nurash jarayoni mahsulidir. Ayrim zarralarning o'lchami juda keng diapazonda o'zgaradi. Ko'pchilik gruntlarning fizik xossalari ularning o'lchami, shakli va zarraning kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'ladi. Bu omillarni tushunish uchun yer qobig'ini tashkil qiluvchi qoya tog' gruntlarining asosiy turlari bilan tanish bo'lish kerak. Qoya tog' gruntlari asosan uch xil: magmaning qotishi (magmatik), uni metamorfizmga uchrashi (metamorfik) va cho'kindiga aylanish (cho'kindi) yo'li bilan hosil bo'ladidilar.

Magmatik jinslar orasida eng ko'p tarqalgan qattiq komponentlar tarkibiga birinchi galda dala shpati, keyingi o'rinda kvars, piroksen, slyuda va olivinlar kiradilar.

Metamorfik jinslarning mineral tarkibi ko'p jihatdan, asosan, magmatik tog' jinslariga o'xshash bo'ladi. Ammo, ularning tarkibida ko'p uchraydigan kvars, dala shpati, piroksen, amfibola bilan birgalikda metamorfik yo'l bilan hosil bo'lgan granat, disten, andaluzit, xlorit, epidot va bu tog' jinslarining tasnifiga sezilarli ta'sir qiluvchi minerallar ham mavjud.

Cho'kindi tog' jinslari tarkibida asosan kvars, dala shpati, slyuda, shuningdek, gilli minerallar, karbonatli, sulfatli, galoidli minerallar bilan birgalikda organik moddalar va organik-mineral birikmalar ham keng tarqalgan.

Gruntlarning mustahkamlik va deformatsiya xossalari ularni tashkil qiluvchi qattiq komponentlarning (mineral kristallari, jinslarning zarrachalari va donalari, mineral zarralari va boshqalar) mustahkamligi va oralaridagi bog'lanish tavsifiga bog'liq bo'ladi. Qattiq komponentlarning mustahkamligi ular ichidagi bog'liqlikning mustahkamligi va tavsifiga bog'liq bo'ladi. Bir xil tarkibli minerallar tarkibidagi kristallarning strukturasi va ular orasidagi kimyoviy bog'liqlikning tavsifiga bog'liq holda turli xil mustahkamlikka ega bo'lishlari mumkin. Aksincha, kimyoviy tarkibi har xil bo'lgan minerallarning mustahkamligi va deformatsiyalanishi ularning kristall strukturasi va ularning orasidagi bog'liqlik bir-biriga yaqin bo'lgani uchun bir xil bo'lishi mumkin.

Muhandis geologik maqsadlarda minerallarni o'rganishda eng katta e'tiborni ularning kristall strukturasi bog'liq bo'lgan fizik, fizik-kimyoviy va mexanik xossalari qaratiladi. Kristall strukturasi mustahkamligi strukturadagi ayrim atomlar orasidagi bog'liqlikning yo'nalishi va energiyasi bilan belgilanadi. Shundan kelib chiqib, minerallarning muhandis geologik maqsadlarda bo'linishi uni mineralogiyada bo'lingani kabi kimyoviy tarkibi bo'yicha bo'lmasdan, ularning kimyoviy bog'liqligining asosiy turi bo'yicha amalga oshiriladi.

Asosiy jins hosil qiluvchi minerallarning kristall strukturasi elektronlarning o'zaro bog'liqligi ionli, kovalentli, metalli, vodorodli va molekulyar ko'rinishda bo'lishi mumkin.

Keltirilgan turdagi bog'liqliklarning energiyasining miqdori katta oraliqda o'zgarishi mumkin. Ularning ichida eng mustahkami ionli va kovalentli bog'liqlik hisoblanadi (1-jadval).

1-jadval

Har xil turdagi bog'liqliklarning energiyasi miqdori

Bog'liqlik turi	Struktura energiyasi, kkal/mol	Bog'liqlik energiyasi, eV	Jismning tavsiyali xossalari
Ionli	170-283	3,1	Qattiqligi yuqori, elektr o'tkazuvchanligi bo'sh
Kovalentli	180-220	1,3	Elektr o'tkazuvchanligi kam, eruvchan
Metalli	26-96	0,1-0,5	Elektr o'tkazuvchanligi yuqori
Vodorodli	3-12	0,13	Polimerlanishga layoqatli
Molekulyarli	1,8-2,4	0,01	Erish va qaynash nuqtasi kam, siqiluvchan

Ion bog'lanishning hosil bo'lishi atomlarning o'zaro elektromanfiy ta'siri, ularning elektronlarni o'ziga qo'shib olish qobiliyati bilan belgilanadi. Bunday bog'liqlikning hosil bo'lishida valentli elektronlar kam elektromanfiy atomdan katta elektromanfiy atomlarga ikkita qarama-qarshi ionlar hosil qilib o'tadi, natijada ular o'rtasida kulon tortish kuchi hisobiga bog'liqlik yuzaga keladi.

Keng tarqalgan minerallar ichida ion turidagi bog'liqlik turlariga eng mos keluvchilar - oddiy tuzlar bo'lib, ular tarkibiga karbonatlar, sulfatlar va galoidlar kiradi. Oddiy tuzlarning umumiy xususiyati - ularning suvda yengil erish qobiliyatidir. Bu xususiyat ion bog'liqlikni suvli muhitda yumshashi bilan tushuntiriladi.

Agar o'zaro ta'sirda bo'lgan atomlar yaqin yoki bir xil elektromanfiy qiymatga ega bo'lsa, unda kimyoviy bog'liqlik par elektronlarda o'zaro bir-biridan "foydalanish" hisobiga yuzaga keladi. Bu bitta atom orbitasidagi ayrim elektronlarning unga qo'shni atom orbitasiga o'tish yo'li bilan amalga oshiriladi. Shunday yo'l bilan umumlashtirilgan elektronlar atomlar orasida *kovalent* deb nomlangan mustahkam bog'liqlik hosil qiladi.

Magmatik, metamorfik va ko'plab cho'kindi jinslarni bosh jins hosil qiluvchi minerallardan silikatlarining shakllanishida kovalent bog'liqlik juda katta ahamiyatga ega. Ko'pchilik silikatlar kovalent bilan birgalikda ion turidagi bog'liqlikka ega. Ammo bu minerallarning eng tavsifli xossasi, ya'ni yuqori mustahkamligi, kam eruvchanligi va boshqalar, ularda xususan kovalent bog'liqlik borligi bilan belgilanadi.

Metalli bog'lanish erkin valentli orbita va past ionlashgan energiyaga ega bo'lgan elementlar orasidagi birikmalarda hosil bo'ladi. Bunday bog'liqlik metallarga taalluqli bo'lgan hamma - yuqori elektr- va issiqlik o'tkazuvchi, kristall panjaralaridagi elektronlar nisbatan harakatchang bo'lgan birikmalarga tavsiflidir. Davriy sistemaning 107 elementidan 83 tasi metallardir. Metall kristallaridagi elektronlar va yadrolar orasidagi bog'liqlikning energiyasi nisbatan kam (1-jadval), u ishqorli metallarda minimal bo'lib, yadro zaryadi oshishi bilan oshadi, o'tuvchi metallarda eng yuqori qiymatga erishadi.

Tarkibida vodorod bo'lgan birikmalarda (suv, muz, kristallgidratlar, organik birikmalar) ikkita atom orasida bo'lgan va ularning birortasiga kovalent bog'langan vodorod bir vaqt-ni o'zida boshqa atom bilan o'zaro ta'sirlanib *vodorod* bog'liqligini hosil qilishi mumkin. Vodorodning bunday xususiyati uni uncha katta bo'lmagan atomining radiusi va elektronlarning ichki qatlami yo'qligi bilan tushuntiriladi.

Moddada molekularlarning ion radiusiga nisbatan katta masofada bo'lishi ular orasida, o'zaro ta'sir qiluvchi va qutblanish natijasida uzoqlikda ta'sirlanuvchi molekulyar yoki vandervaalsli tortish kuchini hosil qilishi mumkin.

Bog'lanishlar ichida *molekulyar* turdagisi eng bo'shi hisoblanadi. U amalda hamma minerallarda (boshqa turdagi kimyoviy bog'liqlikning har qanday ko'rinishida) uchraydi, ammo molekulyar bog'liqlik nozik dispersli gilli minerallarda sezilarli o'ringa ega.

Shunday qilib, gruntning qattiq komponentlari tarkibiga kiruvchi minerallar orasidagi atomlar bog'liqligining tuzilishi va asosiy turiga (turlari) qarab birikmalarni o'zining fizik, fizik-kimyoviy va mexanik xossasi bo'yicha beshta guruhini ajratish mumkin:

- 1) kovalent bog'liqlikka ega bo'lgan birlamchi silikatli minerallar sinfi;
- 2) ionli bog'liqlik asosiy bo'lgan ionli minerallar va oddiy tuzlar (galoidlar, sulfatlar, karbonatlar);
- 3) metalli bog'lanish asosiy hisoblanuvchi metalli birikmalar;
- 4) kovalentli bog'lanish asosiysi bo'lgan, shuningdek molekulyar va vodorodli bog'liqlikka ega bo'lgan gilli minerallar;
- 5) molekulyar bog'lanish asosiy va kovalent bog'liqligi mavjud bo'lgan organik moddalar va organik-mineral komplekslar;
- 6) molekulyar va vodorodli bog'lanish asosiy hisoblangan va kovalent bog'liqligi bo'lgan muzlar.

Birlamchi silikatli minerallar sinfida ion-kovalent turdagi bog'lanish asosiysi, oddiy tuzlarda – asosiysi ionli bog'lanish hisoblanadi. Keyingi uch turdagi guruhning mineral hosil qiluvchilarining tuzilishi va xossasiga kovalent va ion bog'liqlik bilan birgalikda vodorod va molekulyar bog'liqliklarning o'zaro muloqoti katta ta'sir qiladi.

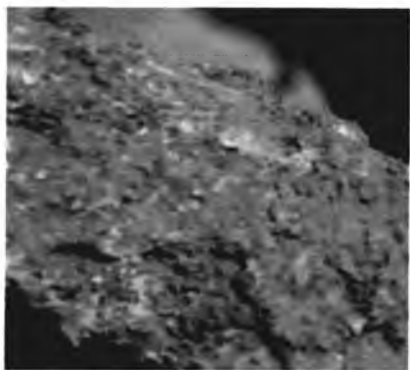
Ko'pchilik *silikatlar* murakkab tarkib va tuzilishga ega. Ularning asosiy strukturali elementi kremnekislorodli tetraedr (SiO_4)⁴⁻ bo'lib, markazida Si^{4+} ion, uchlarida – O^{2-} ionlar joylashgan. Birlamchi silikatli minerallar sinfiga: kvarts, dala shpati, olivin, piroksen, amfibollar va boshqalar kiradi.

Kvarts karkas strukturasiga ega bo'lib, kremnekislorod tetraedri ularning uchlari orqali shunday bog'langanki, unda bitta tetraedrning uchi uni yonidagi boshqa tetraedrning uchi hisoblanadi. Bunday struktura dala shpatida ham kuzatiladi.

Oddiy tuzli (2-rasm) minerallar guruhiga cho'kindi jinslar orasida keng tarqalgan, metamorfik va magmatik jinslar orasida birmuncha kam bo'lgan galoidlar (galit, silvin, karnalit), sulfatlar (gips, angidrit, barit), karbonatlar (kalsit, dolomit, magnezit, siderit) kiradi.

Oddiy tuzlarning ion turidagi bog'liqlik asosiysi bo'lgan mineral panjaralarida eng muhim xossasi ularning eruvchanligidir. Bunda gidratatsiya energiyasi kristall panjaradagi energiyasidan katta bo'lsa erish hodisasi ro'y beradi.

Metalli bog'lanishli minerallarga asosan oltingugurt va mishyakdan boshqa Fe, Cu, Zn, Pb, Sb, Ag, Au, Bi, Co, Ni ham kiradi. Bulardan tashqari ularning guruhlariga tegishli



2-rasm. Sho'rlangan gruntndagi tuz kristallari.

sulfidlarning 250 turi ma'lumdir. Gruntlarda sulfidlardan tashqari metalli bog'lanishga ega bo'lgan tug'ma minerallar (mis, kumush va b.), qattiq komponentlar, metal chiqindilari va boshqalar mavjud.

Gilli minerallar – suvli silikatlarning qatlamli va qatlamli-lentali tuzilishga ega bo'lgan guruhiga kiruvchi, nisbatan barqarorlashgan mineral hosil qiluvchi bo'lib, ko'proq tog' jinslarining kimyoviy nurashi natijasida hosil bo'ladi. Ular boshqa silikat sinfidagi minerallardan yuqori dispersligi va gidrofiligi, sorbsiya va ion almashinuviga qobiliyati borligi bilan farq qiladilar. Tabiiy sharoitda gilli minerallarning o'lchami 1-10 mkm ga teng bo'ladi, shuning uchun ular cho'kindi jinslarning yuqa (gilli) fraksiya-

sida uchraydi, bularga odatda o'lchami $<1-2$ mkm bo'lgan (3-rasm) zarralar kiradi.

Jins hosil qiluvchi gilli minerallarga quyidagilar kiradi: kaolinit, montmorillonit, gidroslyuda.

Grunt tarkibida ko'pincha *organik* (4-rasm) moddalar ham uchraydi. Cho'kindi tog' jinslarida bir yerga yeg'ilgan shakl sifatida (torfyaniklar, ko'mir qatlami, slaneslar) yoki sochilgan holatda bo'ladi.

Organik moddalarga boy bo'lgan gruntlar platformali fatsiyalarga va tog' oldi egilmalarida rivojlanishi tugayotgan fatsiyalarga xosdir. Ular asosan kam suvli qo'ltiqlar, lagunalar, limanlar, qayirlar, botqoqliklar, ko'llarda va boshqalarda keng tarqalgan.

Organik moddalar, ayniqsa uning eng ko'p chirigan (gelifitsirlangan) qismi – gumus uchun gidrofillik, yuqori suv sig'imi, yuqori plastiklik, kam suv o'tkazish, kuchli siqilish va boshqalar tavsiflidir.

Grunt tarkibida bo'lgan organik moddalarning hamma turlari, qachonlardir yashagan organizmlarning buzilishidan qolgan mahsulotlar qoldig'i hisoblanadi. Ularning bir xillari cho'kindiga uning yig'ilish davrida tushganlar, boshqalari jins shakllangandan so'ng kirib kelganlar. Organik qoldiqlarning chirishi ular yotqizilgandan so'ng amalda mikrobiologik jarayonlarda ishqorlanishi hisobiga boshlanadi. Birinchi galda organizmlar bilan yengil o'zlashtiriladigan tirik va o'simlik to'qimalari, uglevodlar, oqsillar, yog'larning bir qismi; so'ng mikrobiologik va kimyoviy chirishga eng turg'un mo'mlar va ligninlar chirydi. Organik qoldiqlarning chirishi va sintezi jarayonlari natijasida yengil gidrolizlashadigan past molekulyar birikmalar, bitumlar va gumin moddalari hosil bo'ladi va yeg'ila boshlaydi.

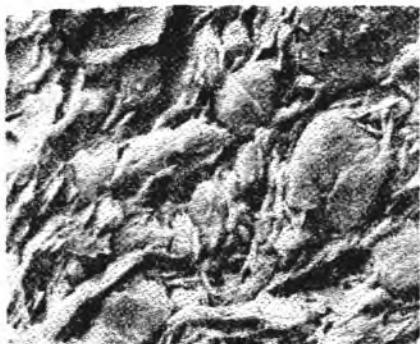
Organik moddalarning zichligi $1,25-1,80$ g/sm³ dan oshmaydi, ularning issiqlik sig'imi gillarga nisbatan ikki marotaba ko'pdir.

Organik moddalarni gruntida tarqalishi bo'yicha uchta guruhga ajratish mumkin: sochilgan, lokal va regional.

Gruntida *sochilgan* organik moddalar yuqa fraksiya, zarrachalar yuzasida «plyonka» yoki «ko'yлак» holida, umuman olganda grunt qatlamida taxminan bir tekis tarqalgan bo'ladi. Tog' oldi rivojlanishi to'xtagan platformali fatsiya va fatsiyalarda, kichik suv havzalari yotqiziqlarida, laguna, liman, stares, botqoqlik, ko'llar va boshqalarda sochilgan organik moddalar keng tarqalgan bo'ladi.

Lokal tarqalgan organik moddalar ma'lum fatsiyalar (masalan, qari yotqiziq, botqoqlik va boshqalar)da bo'ladi va gruntlarda organizmlarni bir yerga lokal yig'adi. Organik moddalarning lokal tarqalishiga – ko'mir qatlamlari, il qatlamlari, torflar misol bo'ladi. Organiklarning lokal tarqalgan joylari – texnogen gruntlar (ahlatxonalar, suv havzalari cho'kindisi, madaniy qatlamlar) bo'lishi mumkin.

Organik moddalarning *regional* tarqalishi qaysidir geologik davrlarda tirik organizmlarning ko'milishi yuz bergan ma'lum regionlarda bo'ladi. Misol uchun torfli gruntlarga boy hududlarda G'arbiy Sibirning markaziy va shimoliy botqoqliklarini keltirish mumkin. Bundan tashqari organik moddalarning regional tarqalishini tropik iqlimli hududlarning hozirgi yotqiziqlarida kuzatiladi.



3-rasm. Dengiz gilli jinslaridagi qum, chang va yaproqsimon gil zarralari: Turbulent mikrostruktura.



4-rasm. Paleogen argillitli mineral zarraning yuzasidagi bakteriyalar.

David George Priceni fikricha [2] tuproqlar tarkibida sabzavot va hayvonot olamining kam miqdorda bo'lsa ham qoldig'i uchraydi va u tuproqning xossasiga kuchli ta'sir qilishi mumkin. Masalan kolloidli organik moddaning gilda kam miqdorda bo'lishi uning plastiklik chegarasini oshirib, siqiluvchan qilib qo'yadi. Organik moddalar tarkibidagi sementni boshqarishni qiyinlashtiradi.

Manfiy haroratda gruntndagi bug'li namlik kristallashadi va *muzga* aylanadi. Hosil bo'lgan muz muzlagan gruntning asosiy komponentlaridan biri hisoblanadi.

Muz – o'ziga xos bo'lgan mineral bo'lib, avval ko'rib o'tilgan mineral va organik birikmalardan o'zining tarkibi, tuzilishi va xossasi bilan sezilarli farqlanadi. Odatiy termodinamik sharoitda (harorat 0°C dan kam bo'lgan va atmosfera bosimida) muz geksagonal strukturaga ega. Bunday strukturada suvning oltita molekulasida o'qi bo'yicha o'lchami $b=0,9\text{\AA}$ bo'lgan to'g'ri geksagonal yacheyka hosil qiladi. Suv molekulasida ichidagi kislorod va vodorodning o'zaro bog'liqlik - 40% ionli va 60% vodorodli bo'ladi. Suv molekulasida ichidagi vodorod-kislorodning o'zaro va ikki qo'shni molekula orasidagi masofasi, mos ravishda 1,00 va 1,76Å ga teng. Muz strukturasi vodorod bog'liqlikning energiyasi 18,8 kDj/molni tashkil qiladi. Muzning zichligi suv zichligidan o'rtacha 9% kam va 0,91 g/sm³ (0°C da) ga teng. Muz kristallari uchun aniq bilinuvchi plastik deformatsiya xosdir. Muz yuqori dielektrik o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, uning qiymati suvga nisbatan 20-30% ko'p bo'ladi.

1.2. Gruntlarning qattiq komponentlarini elementlarining o'lchami, morfologik xususiyati va miqdoriy nisbati

Strukturaviy elementlar o'lchami. Hamma gruntlarning qattiq komponentlari «struktura elementi» nomini olgan ayrim kristallardan, kristall bo'laki yoki jins bo'lagidan tuzilgan bo'lib, qisman farq qilishi mumkin. Strukturaning elementi o'lchamlari mikronning bir ulushidan o'nlab santimetrgacha o'zgarishi mumkin. Gruntning strukturaviy elementi o'lchamining bunday keng miqdorda o'zgarishi qattiq komponentlarning solishtirma yuzasi va uning yuza energiyasining katta farqlanishiga olib keladi, bu umuman olganda gruntning xossasiga kuchli ta'sir qiladi.

Magmatik va metamorfik jinslarni o'rganishda, kristallarning o'lchami ularning bo'linishi uchun yaxshi asos bo'lib xizmat qiladi, chunki donadorlik jinsning faqat xossasini belgilab qolmasdan, uning shakllanish sharoitini ham belgilaydi. Ko'pchilik tadqiqotchilar kristalli jinslarning zarrasini o'lchamiga qarab kristall o'lchami 5 mm dan katta bo'lgan yirikdonali, o'rtadonali – 5-2 mm, maydadonali – 2-0,2 mm, nozikdonali – 0,2 mm dan kichik va kristallari oddiy ko'z bilan ko'ra olmaydigan afanitli jinslarga bo'ladilar.

Magmatik va metamorfik jinslardagi har xil o'lchamdagi kristallarning nisbatini sifatli o'rganish faqat shliflarda olib boriladi. Shuningdek, ularni o'rganish davrida o'lchami bo'yicha bir xillik darajasi ham ko'rsatib o'tiladi. Jinslar quyidagicha bo'linadilar: teng va teng bo'lmagan o'lchamli zarralilar, porfirli va porfirsimon jinslar. Oxirgisiga mayda kristallar fonida (ayrim hollarda kristallashmagan massa) ayrim yirik donalari ajralib turuvchi jinslar taalluqlidir.

Donador cho'kindi jinslarni o'rganishda donalarining o'lchamlari va ularning miqdoriy nisbati, asosiy tasnifiy alomat hisoblanadi. Sementlashgan cho'kindi jinslar ichida bo'laki o'lchamining katta-kichikligiga nisbatan quyidagi jinslarga ajratladilar: yirik donali (psefitli), o'rta donali (psammitli), mayda donali (alevritli) va nozik donali (pelitli). Sementlashgan donador (dispers) gruntlar – yirik donali, qumli, supesli, suglinokli va gillilarga bo'linadi.

Tog' jinslarining donalanish darajasi va ayrim xossalari bog'liq ravishda GOST 25100-95 strukturasi bog'lanishi tavsifi bo'yicha ularni ikkita asosiy sinfga bo'ladi: 1) qattiq strukturali bog'langan gruntlar (qoya tog' jinslari) va 2) strukturali bog'lanishi qattiq bo'lmagan (dispers tog' jinslari) gruntlar.

Craig R.F. [3] bo'yicha qoya tog' gruntlari nurashi natijasida bo'laklarga bo'linadi va og'irlik kuchi, shamol, suv va muzliklar yordamida transportirovka qilinadi. Transportirovka qilinish davomida bo'laklarning o'lchami va shakli o'zgaradi, zarrachalar o'lchami bo'yicha xillarga ajratiladi. Nurash jarayoni fizik yoki kimyoviy yo'l bilan bo'ladi. Fizik nurashda zarralarning tarkibi o'zgarmaydi. Shakli burchakli, dumaloq, kvadrat va cho'ziq bo'ladi. Kimyoviy nurashda zarralarning tarkibi o'zgaradi.

Dispers gruntlar, odatda, har xil yiriklikdagi va mineral tarkibga ega bo'ladilar (5-rasm), ularni yarim dispersli yarim mineralli tizim deb atalsa bo'ladi [4].

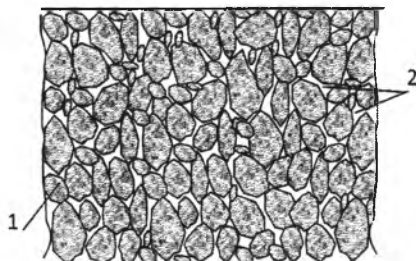
S.S.Morozov (1949) keng ravishda o'tkazgan tajribalari natijasidan o'lchami 1 mkm dan kichik bo'lgan zarrachalarning mineral tarkibi, fizik va fizik-kimyoviy xossalari keskin o'zgarishini aniqladi, bu holat bunday zarrachalarni *gilli* deb nomlangan alohida fraksiyaga ajratishga sababchi bo'ldi, chunki ularda asosiy tashkil qiluvchilari gilli minerallardir.

Qumli zarralarning quyi chegarasi deb strukturali elementlarning diametri o'lchami 0,05 mm dan kattasi qabul qilingan. Bunday o'lchamli zarralarni jinslarda oddiy ko'z bilan yengil ajratib olish mumkin, shuningdek bunday zarralardan iborat bo'lgan fraksiyalar sochiluvchan xususiyatga ega bo'ladi.

Graviy donalariga strukturali elementning 2 mm dan yiriklari kiradi. Ularda amalda molekulyar suv sig'imi va kapillyar ko'tarilish kuzatilmaydi; ularning suv o'tkazish qobiliyati juda yuqoridir. Bundan tashqari ularning qumli zarralari asosan birlamchi minerallardan, graviy donalari esa jins donalaridan iborat. V.V.Oxotinaning taklifiga asosan graviy fraksiyasining yuqori chegarasi - donalarning diametri 40 mm ga teng deb qabul qilingan.

Shunday qilib, **gilli** zarralar fraksiyasi <0,001 mm, **changlilar** fraksiyasining guruhi 0,001 – 0,05 mm, **qumlilar** – 0,05 – 2 mm va **graviylar** 2 – 40 mm dan iborat bo'ladi. Ularning o'zlaridan yirikroq elementlari bilan birgalikda bo'linishi 2-jadvalda keltirilgan.

Odatda ko'ndalang o'lchami 0,2 mk dan kichik bo'lgan zarralarni kolloidlar, ularga xos bo'lgan xossalarni esa kolloidli xossalalar deb atash qabul qilingan. Kolloid o'lchamli zarralar har xil gruntlarda bo'lishi mumkin. Ko'pincha ular qobiq sifatida kattaroq zarralarning ustini o'rab turadi. Shuning uchun zarralarning taxminiy kolloidli xossalari aniqroq bilinadigan o'lchami 1 mkm deb belgilandi, ya'ni hamma gruntlarning gilli-kolloid qismi kolloid xossasiga ega bo'ladi.



5-rasm. Dispers gruntning chizmasi: 1 – grunt skeleti har xil o'lchamli zarrachalar ko'rinishida, 2 – suv va havo bilan to'lgan g'ovaklik.

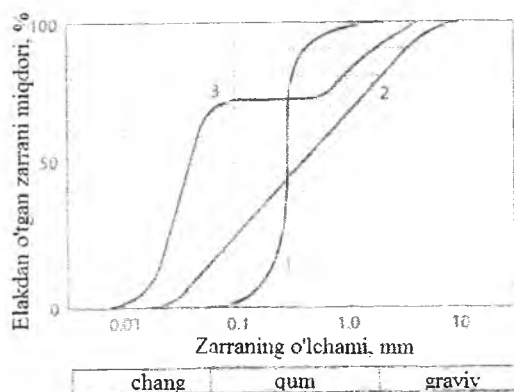
2-jadval

Gruntning qattiq strukturali elementini o'lchami bo'yicha tasnifi

Elementlar tarkibi		Element tarkibining o'lchamlari, mm
sinflari	fraksiyalari	
Harsanglar va toshlar	yirik	>800
	o'rta	400-800
	mayda	200-400
Galka (silliqliq tosh) va qeбен (chaqir tosh)	yirik	100-200
	o'rta	60-100
	mayda	40-60
Graviy (silliqliq tosh) i dresva (emirilgan tosh)	juda yirik	20-40
	yirik	10-20
	o'rta	4-10
	mayda	2-4
Qumli zarralar	juda yirik	1-2
	yirik	0,5-1
	o'rta	0,25-0,5
	mayda nozik	0,10-0,25 0,05-0,10
Changli zarralar	yirik	0,01-0,05
	mayda	0,001-0,01
Gilli zarralar		<0,001

Bir birlik hajmdagi grunt zarralarining o'lchami va miqdoriga ularning yuzasining bog'liqligi

Zarralarning bo'linish darajasi	Zarralarning o'lchami, mm	1 sm ³ dagi zarralar soni	Yuzasining yeg'indisi, m ²
Yirik dispers	10	1	6·10 ⁻⁴
	1	10 ³	6·10 ⁻³
	0,01	10 ⁶	6·10 ⁻¹
Mayda dispers	0,001	10 ¹²	6
	0,0001	10 ¹⁵	60
Kolloidli	0,00001	10 ¹⁸	600



6-rasm. Donalarga ajratilgan yotqizilarning turlari. 1 – yaxshi tasniflangan; 2 – bir jinsli tasniflangan; 3 – uchta oraliqda tasniflangan.

Texnik gruntlar uchun zarraiarining o'lchami tavsifi

Grunt nomi	Kattaligi	Donasining o'lchami, mm
Harsang		>200
Galka		63-200
Graviy	Yirik	20-63
	O'rta	6,3-20
	Mayda	2-6,3
Qum	Yirik	0,63-2
	O'rta	2-0,63
	Mayda	0,063-0,02
Chang	Yirik	0,02-0,063
	O'rta	0,006-0,02
	Mayda	0,002-0,006
Gil		<0,002

Dispers fazasining bir birlik hajmiga to'g'ri keluvchi yuzasi zarralarning chiziqli o'lchamiga teskari proporsional bo'ladi (3-jadval).

David George Price [2] cho'kindilarda zarraiarining o'lchamini quyidagi intervalda o'zgarishini ta'kidlaydi (6-rasm).

Gil zarralarining o'lchami 0,002 mm va undan kichik plastinka shaklida bo'lishi mumkin. Standartlash bo'yicha xalqaro tashkilot EN 14688-1 gruntlarining quyidagi tavsifini taklif qiladi (4-jadval).

Braja M.Das [1] grunt tarkibidagi zarralarining o'lchami juda keng diapazonda o'zgaradi deb ta'kidlaydi. Umuman gruntlarga zarrasining o'lchami eng ko'p bo'lgan graviy, qum, chang yoki gil taalluqlidir. 5-jadvalda Zarrasining o'lchamiga nisbatan bir qancha tashkilotlar: Massachusetts texnologik instituti, Amerika Qishloq xo'jalik departamenti; joy ahamiyatiga ega bo'lgan yo'llarning va Transportirovka boshqarmasining amerika Assotsiatsiyasi; AQSH armiyasining muhandislik qo'shini va Amerika tiklanish byurosi zarraning o'lchamini tavsiflaganlar.

Struktura elementining morfologik xususiyatlari. Grunt tuzilgan mineral zarralari va donalari yuzasining shakli va tavsifi juda xilma xildir. Qattiq bog'liqlikka ega bo'lmagan cho'kindi gruntlardagi elementlarning morfologiyasi ayrim zarralar va donalarning bir-biri bilan tutashish sharoitiga sezilarli ta'sir qiladi. Bu, ayniqsa, jinsning birlik hajmidagi tutash joylari miqdoriga, tutash joy maydoniga va tutash joyda bo'lgan maydoni yuzasining notekislik (noravonlik) darajasiga, bu jinslarning mustahkamlik va deformatsiya xususiyatlarida bilinadi. Bundan tashqari strukturali elementning silliqqlanish darajasi g'ovaklikning tavsifi va o'lchamini aniqlaydi, shunday qilib suv o'tkazish qobiliyatiga va gruntlarning kapillyarlaridan suvning ko'tarilish balandligiga ta'sir qiladi. Bayon qilinganlarning hammasi morfologik alomatlar jinsning elementlarini tavsiflovchi ekanligini belgilaydi.

Mineral zarralar va donalarning *shakli* deganda ularning tashqi ko'rinishi (gabitus) tushuniladi. Magmatik tog' jinslarida magmaning qotishi natijasida hosil bo'lgan mineral zarralarning kristallari nisbatan to'g'ri ko'rinishda bo'ladi. Zarraning bunday ko'rinishi idiomorf deb ataladi.

Zarralar o'lchamining klassifikatsiyasi

Tashkilot nomi	Zarraning o'lchami (mm)			
	graviy	qum	chang	gil
Massachus texnologik instituti	>2	2 dan 0,06 gacha	0,06 dan 0,002 gacha	<0,002
Amerika Qishloq xo'jalik departamenti	>2	2 dan 0,05 gacha	0,05 dan 0,002 gacha	<0,002
Joy ahamiyatiga ega bo'lgan yo'llar va Transportirovka boshqarmasining Amerika Assotsiatsiyasi (AASHTO)	76,2 dan 2 gacha	2 dan 0,075 gacha	0,075 dan 0,002 gacha	<0,002
AQSH armiyasining muhandislik qo'shini va Amerika tiklanish byurosi	76,2 dan 4,75 gacha	4,75 dan 0,075 gacha	<0,075	

Braja M.Das fikricha [1] zarralarning shakli umuman uchta katta guruhga bo'linishi mumkin:

1. Katta zarralar, ular asosan qoya tog' jinslari va foydali qazilmalarning mexanik bo'linishi natijasida hosil bo'lgan.

2. Juda kichik sharsimon, odatda 0.01 va undan kichik zarralar. Bu zarralar – gilli foydali qazilmalarda uchraydi.

3. Ninasimon, boshqa ikkita guruhga nisbatan kam tarqalgan.

Metamorfik jinslarda mineral zarralarning o'sishi va qayta kristallashuvi qisilgan sharoitda kechadi. Shuning uchun metamorfik jinslarning kristallari ko'pincha to'g'ri bo'lmagan ko'rinishga ega bo'lib, ksenoblastik deb nomlanadi.

Cho'kindi tog' jinslari, xususan yirik donali va qumli jinslar tarkibidagi elementlar har xil shaklga ega (7, 8-rasm) [5]. P.I.Fadeev ularni shakli bo'yicha to'rtta guruhga bo'lishni taklif qiladi: dumaloqsimon (burchaklari va qirralari kuzatilmaydi), burchakli (donalari burchakli va qovurg'ali), yarim dumaloq (donalari birinchi va ikkinchi guruh alomatiga ega) va murakkab shaklga ega bo'lgan donalar (yuzasi tekis bo'lmagan, ko'pincha o'yilgan, sindirilgan).



7-rasm. Yirik donali va qumli gruntlar donasining shakli: 1 – dumaloq; 2 – yarim dumaloq; 3 – burchakli; 4 – murakkab ko'rinishli; 5 – uzunlashgan-plastinkali.

Donasimon zarralar morfologiyasi bir nechta omil bilan aniqlanadi. Bu omillarga zarrachaning mineral tarkibi, uning o'lchami, transportirovka va yotqizish (genezisi) sharoiti kiradi. Mineral tarkibining ta'siri zarrasining fizik mustahkamligi va mineralning turg'unligi orqali namoyon bo'ladi. Mineral zarrasi va donasining transportirovkasi davomiyligi ortgan sari kvarsiga o'xshash mustahkam va turg'un minerallar ko'proq dumaloq bo'ladi. Ayniqsa gilli zarralarda minerallarning kristallkimyoviy xususiyati bilan morfologiyasi o'rtasida juda yaqin bog'lanish mavjud bo'lishi kuzatiladi.

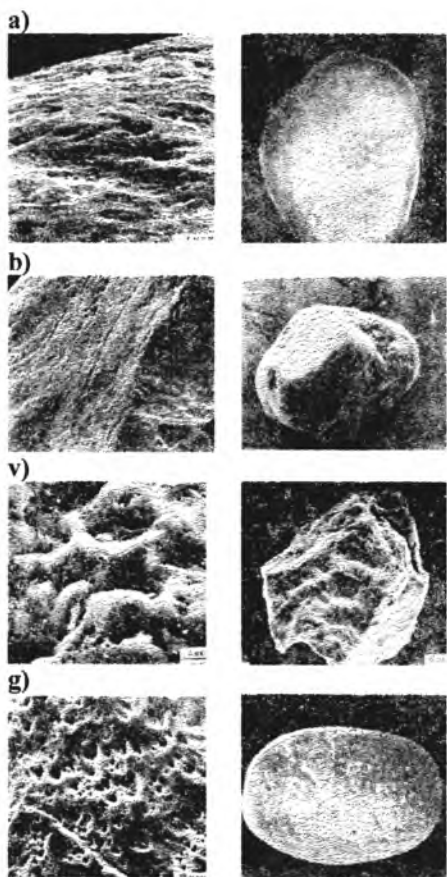
Zarralarning silliqilanish darajasi uning o'lchamiga ko'p jihatdan bog'liq. O'lchami 0,02 mm dan kichik birlamchi va hamma gilli zarralar qayta ko'chirish va yotqizish jarayonida og'irligi kam va yuzasida gidrat himoya qiluvchi plyonka bo'lgani uchun qayta ishlanmaydi. Zarrachaning o'lchami va og'irligi oshgani sari uning dumaloqlashishi ortadi.

Zarralar morfologiyasining o'zgarishi uni transportirovka va yotqizish jarayonida yaqqol namoyon bo'ladi. Eol qumlarida, masalan, zarralarning silliqatlanishi doimo yaxshi kechadi, delyuvial va elyuvialda – yomon boradi. Suvli muhitda hosil bo'lgan qumli jinslarning silliqatlanish darajasi transportirovka qilish masofasiga bog'liq va uning ortishi bilan oshadi.

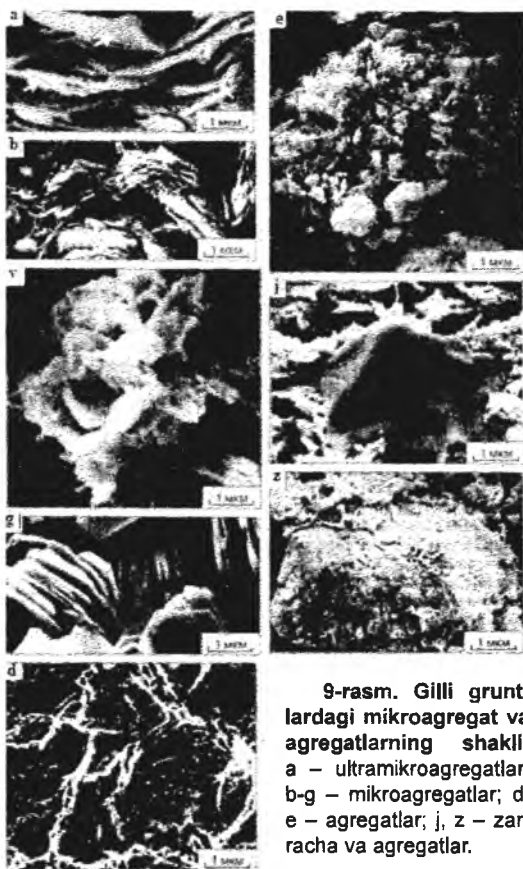
Dispers gruntlarning granulometrik va mikroagregat tarkibi. Hamma dispers tog' jinslari bitta yoki ko'pincha bir nechta fraksiyalardan iborat bo'ladi (9-rasm) [5]. Dispers jinslarda har xil fraksiyalarning miqdoriy nisbati ularni *granulometrik tarkibi* bilan tavsiflanadi. Granulometrik tarkib, u yoki boshqa birorta jinsda qanday o'lchamli zarra qancha miqdorda bo'lishini ko'rsatadi. U bir qancha qo'llanmalarda keltirilgan maxsus usullar bilan aniqlanadi. Bunda har bir fraksiyaning miqdori quritilgan namunaning og'irligiga nisbatan foiz hisobida ifodalanadi.

Jinslarning granulometrik tahlilini bajarishda avvalo undagi birlamchi zarrachalarning miqdori, ya'ni ayrim kristallar va tog' jinslarining donalari aniqlanadi. Ammo ko'pchilik gruntlarda, ayniqsa nozik disperslarda, birlamchi zarralar bilan birgalikda bir nechta birlamchi agregatlarning birlashishi (agregatsiya) natijasida hosil bo'lgan mikroagregat sifatida ikkilamchi deb ataluvchi zarrachalar bo'ladi.

Shuning uchun granulometrik tarkibni aniqlashda, ikkilamchi zarralarni birlamchi zarralar qatoriga o'tkazish maqsadida jins namunasini maxsus ishlovdan o'tkazish kerak.



8-rasm. Har xil genetik turdagi qum zarralarining mikrorelyefi shakli va tavsifi: a – eolli, b – allyuvial, v – dengizli, g – dengiz-eolli stallokimyo xususiyati bilan morfologiyasi o'rtasida juda yaqin bog'lanish mavjud bo'lishi kuzatiladi.



9-rasm. Gilli gruntlardagi mikroagregat va agregatlarning shakli: a – ultramikroagregatlar; b-g – mikroagregatlar; d, e – agregatlar; j, z – zarracha va agregatlar.

Jinsda birlamchi zarralar bilan ikkilamchi zarralar hisobga olinganda, ya'ni uning tabiiy dispersligi aniqlanganda, jinsning ikkilamchi dispersligi to'g'risida ma'lumot bo'lishi kerak. Ikkilamchi jinsning tarkibi granulometrik bo'lmasdan *mikroagregat tarkibi* bilan tavsiflanadi.

Qumli va yirik donali (unda nozikdispers to'ldiruvchilar bo'lmaganda) jinslar uchun granulometrik va mikroagregat tarkibi (10-rasm) bir biriga yaqin bo'ladi [5].

Gilli va lyosli jinslar uchun har xil fraksiyadagi zarralar miqdori, granulometrik va mikroagregat tahlil natijasida olingan ma'lumotlarga asosan sezilarli darajada o'zaro farq qilishi mumkin.

Granulometrik tarkibni aniqlashda dispers gruntning bir xilligi baholanadi. Shu maqsadda bir xillik koeffitsiyentidan foydalaniladibu

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (2)$$

bu yerda d_{60} – berilgan namunada og'irligi bo'yicha 60% miqdordan kam bo'lgan zarralar diametri; d_{10} – jinsda miqdori bo'yicha 10% dan kam bo'lgan zarralar diametri.

Keltirilgan ikkala zarrachalarning diametri granulometrik tarkibning integral egrisidan aniqlanadi.

Agar qumlarda bir xil emaslik koeffitsiyenti 3 dan katta, gillarda 5 dan katta bo'lsa jinslar bir xil emas deyiladi.

Dispers gruntlarning granulometrik tasnifi. Dispers gruntlarning granulometrik tarkibini o'rganishdan maqsad uni tasniflashdir, ya'ni granulometrik tarkibi orqali uning petrografik turi yoki gurihini aniqlash. Buning uchun granulometrik tasnifdan foydalaniladi.

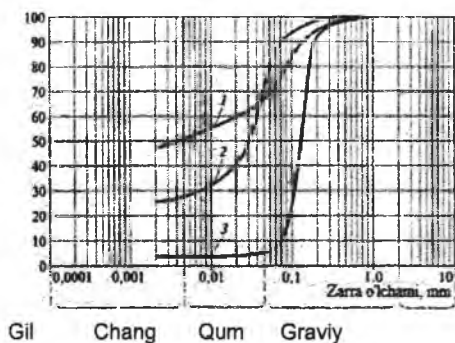
Muhandislik geologiyasida foydalaniladigan tasnif, odatda, asosiy elementlarning o'lchami bo'yicha amaldagi nisbatiga asoslanadi va dispers gruntlarning granulometrik har xilligining hamma tomonlarini aks ettiradi.

Qumli-gilli gruntlarning granulometrik tasniflari bo'yicha gruntshunoslikda eng mashhuri va keng foydalaniladigani V.V.Oxotin tasnifidir. Hozirda u qisman o'zgartirish bilan keltirilgan. V.V.Oxotin tasnifi P.A.Zemyatchenko bo'yicha (ammiak bilan qaynatish) gruntlarni tahlilga tayyorlash usuliga nisbatan ishlab chiqilgan. U hozirgi vaqtda qidiruv ishlari amaliyotida gilli jinslarning granulometrik tahlilini areometrik usul bilan o'tkazishda keng foydalaniladi.

Agar tahlilga tayyorlanish tuproqlar uchun tayyorlangan A.N.Kachinskiy tasnifiga asosan nordon pirofosfor kislotasi qo'shib amalga oshirilsa, gilli gruntlar uchun ham foydalanish mumkin.

V.V.Oxotin tasnifi gilli jinslarni kerakli darajada mufassal donalarga bo'ladi. Shu bilan birgalikda uning tasnifi qumli jinslarning ko'p tomonlarini o'rganishda qo'l keladi. Shuning uchun qumlarning granulometrik tarkibini o'rganish uchun Ye.M.Sergeyev alohida tasnif ishlab chiqargan. Tasnif qumlarni bitta yoki bir nechta fraksiyalari bo'yicha turlarga ajratishga asoslangan. U qumning nomiga qarab uning bir xilligi va xossalari to'g'risida fikr yuritish imkonini beradi.

Ko'pchilik ishlab chiqarish tashkilotlarida qumli va yirik donali gruntlarning qurilish me'yorlari va qoidalarida taklif qilingan (QMQ 2.02.01-98) tasnifidan (6-jadval) foydalaniladi [9].



10-rasm. Zarralar tarkibining yeg'indisini egri ko'rinishidagi (komulyativ) grafikli tasviri: 1 – gil; 2 – changli suglinok; 3 – qum.

**QMQ 2.02.01-98 bo'yicha yirikdonali va qumli gruntlarning
granulometrik tasnifi**

Yirikdonali va qumli gruntning turi	Yirikligi bo'yicha zarralarning tarqalishi, havoda quritilgan gruntning og'irligiga nisbatan % da
A. Yirikdonali	
Harsang tosh (silliqlanmagan donalari ko'p – "gliblar")	O'lchami 200 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 50% dan ko'p
Galechnikli grunt (silliqlanmagan donalari ko'p – "shebyonkali")	O'lchami 10 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 50% dan ko'p
Graviyli grunt (silliqlanmagan donalari ko'p – "dresva")	O'lchami 2 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 50% dan ko'p
B. Qumli	
Graviyli qum	O'lchami 2 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 25% dan ko'p
Yirik qum	O'lchami 0,5 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 50% dan ko'p
O'rtacha yiriklikdagi qum	O'lchami 0,25 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 50% dan ko'p
Mayda qum	O'lchami 0,1 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 75% dan ko'p
Changli qum	O'lchami 0,1 mm dan katta bo'lgan donalarning og'irligi 75% dan kam

1.3. Gruntlarning suyuq komponentlari

Suyuq komponentlar – ko'pchilik gruntlarning asosiy qismi hisoblanadi. Ular gruntga tabiiy va sun'iy yo'l bilan hosil bo'lishi mumkin. Suyuq komponentlarning kimyoviy tarkibi juda xilma xildir. Suyuqliklarni tarkibi bo'yicha organik bo'lmagan, organik va aralash, emulsiyalar bilan birgalikdagi (7-jadval) turlarga bo'ladilar.

7-jadval

Gruntidagi suyuqlikning tarkibi

Organik bo'lmagan suyuqliklar	Organikli suyuqliklar	Aralashma va emulsiyalar
Suv va suvli organik bo'lmagan eritmalar: a) elektrolitlar b) elektrolit bo'lmaganlar	1. Suyuq uglevodorodlar (neft mahsulotlari) 2. Sintetik smolalar va polimerlar 3. Bitumlar	1. Neft 2. Suvli organik eritmalar 3. Suvneftli emulsiyalar 4. Suvyog'li emulsiyalar.

Grunt tarkibidagi neorganik suyuqliklar ichida eng ahamiyatligi *suv* – Yerda eng ko'p tarqalgan moddadir. Deyarli Yer yuzining 70,8% suv bilan qoplangan.

Dengiz, okean va suv havzalaridagi (muzlarning dunyo bo'yicha zaxirasi bilan) suv miqdori taxminan 1,4 mlrd km³, litosferadagi tog' jinslarida (yer osti suvlari) har xil mualliflarning hozirgi vaqtdagi baholashi bo'yicha – taxminan 0,73-0,84 mlrd km³ tashkil qiladi.

Har doim suv tarkibida organik bo'lmagan va organik moddalar eritmasi uchraydi. Shuning uchun gruntlardagi suvlarni suvli eritma sifatida ko'rish kerak.

Muhandis geologik tadqiqotlar uchun tabiiy va texnogen yo'l bilan hosil bo'lgan elektrolit va elektrolit bo'lmagan suvli eritmalarini farqlash lozim.

Suv va boshqa suyuqliklar grunt tarkibida har xil bo'shliqlarda (yoriqlik, g'ovaklik, kanallar va boshqalar) uchraydi. Tabiatda kichik miqdorda bo'lsa ham g'ovakligi bo'lmagan absolyut butun gruntlar uchramaydi. Bu bo'shliqlarni suv yoki boshqa suyuqliklar o'zlarining

harakatchangligi bilan egallab turadilar. Grunt suvlaridan taxminan 4-5 km va undan ham chuqurlikda tog' jinslarida suvli eritma bilan to'lgan g'ovaklik bo'lishi aniqlangan

Gruntdagi suyuq komponentlarning miqdoriy tarkibini har xil ko'rsatkichlar: namlik hajmi va og'irligi bilan baholash mumkin.

Namlikning hajmi (W_n), yoki suyuqlikning hajmiy miqdori, suv (suyuqlik)ning hajmini (V_w) gruntning hamma hajmiga (V_{tot}) nisbati bilan aniqlanadi:

$$W_n = (V_w/V_{tot}) 100\%. \quad (3)$$

Bu qiymat %da yoki birlik ulushida o'lchanadi, noldan (absolyut quruq grunt uchun) 100%gacha (yoki 1) (to'liq suvga to'yingan gruntlar uchun) o'zgarishi mumkin.

Namlikni og'irligi (W) yoki suyuqlikning og'irlikdagi (massali) miqdori, u gruntdagi suv (suyuqlikni) massasini (m_w) gruntning qattiq fazasi massasiga (m_{sk}) nisbati bilan ifodalanadi:

$$W = (m_w/m_{sk}) 100\%.$$

Bu ko'rsatkich ham % da yoki birlik ulushida o'lchanadi. Ammo hajmiy namlikdan farqli absolyut quruq gruntlar uchun quyi chegara -0% bilan chegaralanadi. Namlikning hajmi va og'irligi o'zaro quyidagi nisbat bilan bog'langanlar:

$$W_n \rho_w = W \rho_d, \quad (4)$$

bu yerda ρ_d – grunt skeletining zichligi, g/sm^3 ; ρ_w – suvning zichligi, g/sm^3 .

Namlik darajasi (koeffitsiyenti) (S_r) berilgan gruntdagi g'ovakliklarning suv (suyuqlik) bilan nisbiy to'yinish birligini tavsiflaydi. Uning qiymati suv yoki suyuqlik hajmining (V_w) gruntdagi g'ovaklik (V_n) hajmiga nisbati bilan o'lchanadi:

$$S_r = V_w / V_n. \quad (5)$$

S_r ning qiymati birlik ulushida yoki % da o'lchanadi va 0 dan (absolyut quruq grunt bo'lganda) 1 yoki 100% gacha (g'ovakliklar to'liq to'yinganda) o'zgarishi mumkin. Erigan muzlamagan gruntlar uchun namlik darajasi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

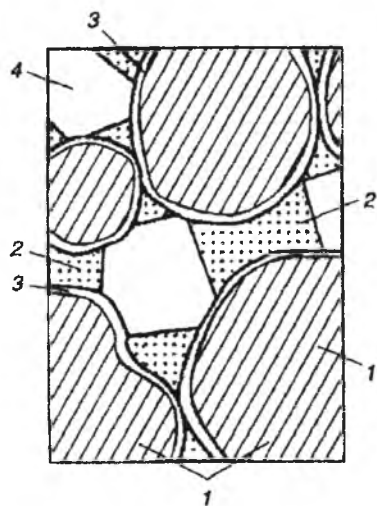
$$S_r = W_n / n = W \rho_d / \rho_w e, \quad (6)$$

bu yerda n – g'ovaklik, %; e – g'ovaklik koeffitsiyenti, birlik ulushida; ρ_w – suvning zichligi, g/sm^3 .

Tabiiy holatda yotgan gruntning namligi *tabiiy namlik* deb ataladi. Uni hajmiy yoki og'irlikda ifodalashda foiz yoki birining ulushida yozish mumkin. Aeratsiya hududidagi gruntning tabiiy namligi doim bir xil bo'lmasdan yilning mavsumiga qarab o'zgarib turadi.

Gruntdagi suvlar turlarining tasnifi. Suv gruntda har xil fazali ko'rinishda bo'ladi: gazsimon, suyuq, qattiq (11-rasm). Gruntdagi suvning holati faqat haroratga bog'liq bo'lmasdan, gruntning qattiq komponentlari holatiga ham bog'liq bo'ladi.

Grunt tarkibida bo'luvchi suvli suyuqlik enyergiyasi turlicha bo'ladi: mineral yuzaga yaqin turgan suvning molekulasini ionlarning gidratatsiya jarayoni kabi tortish kuchining ta'sirida strukturani o'zgartiradi. Undan tashqari grunt tarkibidagi suv molekulasini mineralga bog'lashda gidratatsiyalanishda kationlarning almashinuvi katta ahamiyatga ega bo'ladi. Shuning uchun gruntlarda *erkin* suvlardan tashqari *bog'langan suvlar* deb ataluvchi turlari ham bo'ladi [9].



11-rasm. Gruntdagi muzlamagan suvning holati: 1 – mineral zarralar, 2 – muz, 3 – muzlamagan suvning plyenkasi, 4 – havo.

Bog'langan suvlar tog' jinsining kichik g'ovakliklarida va yoriqliklarida bo'ladi va qattiq komponentlarning yuzasi tomonidan har xil tabiatli va jadallikdagi "bog'lanish" ta'siriga uchraydi, natijada erkin suvlardan farq qiladi va strukturasi boshqacha bo'ladi. Yerning litosferasida bog'langan suvlarning miqdori 0,31-0,35 mlrd km³, ya'ni yer qobig'idagi umumiy suvlarning 42%ni (F.A.Makarenko bo'yicha) tashkil qiladi. Ammo bog'langan suvlarni tog' jinslaridan ajratib olish yengil ish emas. Har xil tabiatli yuza kuchlari ta'sirida bog'langan suviar mineral yuzasida mahkam ushlanib turadi, gravitatsiya kuchiga bo'ysunmaydi, ularning grunt ichidagi harakati boshqa kuchlar ta'sirida bo'ladi.

Hozirgi kunda R.I.Zlochevskaya tomonidan ishlab chiqilgan tasnif eng ma'quli hisoblanadi. Unga asosan gruntdagi suvlar uch xil ko'rinishda bo'ladi: bog'langan, o'tuvchi turdagi va erkin (8-jadval).

8-jadval

Gruntdagi suv turlarining tasnifi

Suvning darajasi (turi)	Suvning turi va xili
Bog'langan	1. Minerallarning kristall panjarasidagi suv (konstitutsionli, kristalli bog'lanish) 2. Adsorblashgan suv (orolli, molekulyar va yarim molekulyar adsorblashgan)
O'tuvchi turdagi (bog'langandan erkinga)	1. Osmotik yutilgan suv 2. Kapillyar suvlari (kapillyar kondensatsiyali va kapillyar shimilgan)
Erkin	1. Yopiq yirik g'ovakliklar ichidagi (immobillashgan) 2. Oquvchi

Bog'langan suvlarning hosil bo'lishi minerallarning bevosita yuza kuchlari (elektrostatik va molekulyar) ta'sirida ro'y beradi. Uning asosida fizik adsorbsiya, kapillyar kondensatsiya va osmotik hodisalar yotadi. Ta'kidlanganlarga asosan fizik bog'langan va o'tuvchi turdagi suviar orasida *adsorblashgan*, *kapillyar* va *osmotik* suvlarni ajratish qabul qilingan (8-jadval). Birinchisi, ya'ni adsorblashgan suv vodorod, ion-dipol va dipol-dipol ta'sir natijasida mineral yuzasiga mustahkam bog'langani uchun, ularni gruntda bog'langan suv deb ataladi, shuningdek kapillyar va osmotik suvlar *o'tuvchi turdagi* suvlar qatoriga kiritiladi.

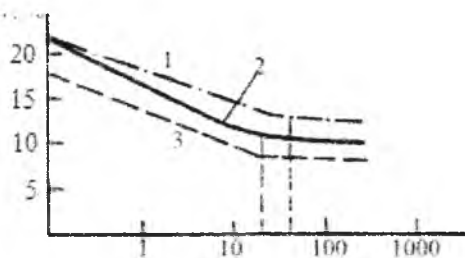
Bog'langan suvlar yuqorida keltirilgan tasnifga asosan tog' jinsida minerallar yuzasida kimyoviy va fizik kuchlar bilan bog'lanib (energiyasi 0,1-800 kDj/mol bo'lgan) turadi. Ular ikki xil turda (8-jadval) bo'ladilar. Birinchi xil turdagisi har xil minerallarning kristall panjarasi tarkibiga kiruvchi suvlar. Bu suvlar *konstitutsionli* suvlar deb ataladi. Mineralning kristall panjarasidagi ionlar bilan bog'langan suvlar *kristallizatsiyalashgan bog'langan* suvlar deb ataladi.

Grunt g'ovakliklarini to'ldiruvchi erkin suviar qattiq zarralar bilan deyarli ta'sirda bo'lmaydi. U gravitatsiya kuchlari ta'siri ostida bo'ladi. Bu kuchlar uni harakatlantiradi. Harakatdagi, ya'ni *oquvchi* bo'lgan erkin suvni gravitatsiya suvi deb atash mumkin. Gravitatsiya kuchlari ostida bo'lgan erkin suvlar, yopiq g'ovakliklarda bo'lgani uchun gruntda harakatlana olmasa, bunday erkin suv *im-mobillashgan* suv deb ataladi.

Gruntni strukturasi va tarkibi sezilarli darajada gruntdagi u yoki boshqa turdagi va xildagi suvning qaysi biri asosiylikini bildiradi. Shuning uchun yuqori dispers gruntlarda (gill va lyosslarda) ko'p miqdorda bog'langan suvlar, yirik donali (galechnikli va graviyli) gruntlarda esa erkin, asosan gravitatsiya suvi asosiysi bo'lib hisoblanadi.

Bog'langan suvlar gilli jinslar tarkibida ko'p miqdorda bo'ladi. Zarralarning yuzasida, suv molekulasi bo'lgan adsorblashishi (adsorbsion suv – tog' jinsi yoki tuproq zarrachalari orqali eritmadan so'rib olingan suv) natijasida hosil bo'ladigan suv qatlami mahkam bog'langan deb nomlanadi, yoki *gigroskopik* suv (W_g) deb ham ataladi.

Mineral zarralar yuzasida adsorblashgan suvni qanchalar mahkam ushlanib turishini quyidagi omildan bilsa bo'ladi, ya'ni gillarda 1 sm² yuzaga bir necha o'n tonna



12-rasm. Grunt namligining unga bosim ta'sirining oshishiga qarab o'zgarishi:
1 – turli mineral tarkibli gillar; 2 – kaolinli gil;
3 – o'rtacha turli mineralli sug'lnok.

bosim berilganda suv gigroskopik namlik miqdoriga qolgan (Kryukov). 12-rasmda, har xil gilli minerallar va almashinuv kationlari uchun, g'ovaklikdagi eritmalarda har xil tuzlarning miqdori va harorat ta'siri bo'lganda bir xil qonuniyat kuzatiladi: gilli gruntdagi suvning bir qismi yengil siqib chiqariladi, bir qismi esa sezilarli qiyinchilik bilan chiqishi ko'rsatilgan. Ye.M.Sergeyv va S.S.Polyakov ma'lumotlari bo'yicha, adsorblashgan bog'langan suvlarning siqib chiqarilishi bosim 20-50 MPa bo'lganda boshlanadi, R.I.Zlochevskaya va boshqalarning ma'lumotlari bo'yicha esa 10 MPa dan yuqorida kuzatiladi.

Adsorblashgan bog'langan suvning tarkibi bir xil emas. U mineral yuzasiga o'zining bog'lanish energiyasi bo'yicha kam deganda ikki xil: orol va monomolekulyar (bir qatlamli) adsorblashgan (suvni mineral yuzasiga tortilish energiyasi 40-120 kDj/mol) va monomolekulyar (ko'p qatlamli) adsorbsiyalashgan suvlar (tortilish energiyasi 40 kDj/mol dan kam) ko'rinishda bo'ladi.

Orol ko'rinishidagi adsorbsiyalashgan suvlar yuzaga (gilli gruntlarda bu kristall panjaralar va almashuv kationlari qirralarining valentli bog'langan joylarining uzilgan qismi) eng faol adsorbsion markaz bilan adsorblashadi. Bu holatda hosil bo'lgan ion-dipolli bog'lanish o'zaro yuqori energiya ta'siriga (40-130 kDj) ega bo'ladi. Bog'langan suvning bu turi havoning nisbiy namligi 20-30% gacha bo'lganda hosil bo'ladi va uning umumiy miqdori almashinuv kationi tarkibiga bog'liq maksimal gigroskopiklikka nisbatan 1/10-1/5 ni tashkil qiladi.

Bog'langan suvning uzluksiz plyonkasi, uning ikkinchi xili – ko'p qatlamli adsorblashgan suvning yuzaga kelishi bilan hosil bo'la boshlaydi. Uning hosil bo'lishi havoning nisbiy namligi 30-90% oraliqda bo'lganda kuzatiladi. Ko'p qatlamli adsorbsiyalashgan suv mineral yuzasida malekulalarning "uzoqlikdan ta'sir qiluvchi" tarkibli kuchi hisobiga ushlanib turadi. Shuning uchun uning zarralar bilan bog'lanish kuchi orol ko'rinishidagi suvlarga nisbatan kam (0,4-40 kDj/mol).

Gruntlarda mustahkam bog'langan suvlarning maksimal miqdoriga havoning nisbiy namligi taxminan 90% bo'lganda erishiladi.

Gruntda hosil bo'lgan mustahkam bog'langan suvlarning umumiy miqdori, bug'larning nisbiy elastikligi taxminan 0,9 ga teng bo'lganda, *gruntlarning maksimal gigroskopik namligi* (W_{mg}) bilan tavsiflanadi.

Gruntdagi mustahkam bog'langan suvlarning miqdori uning kimyo-mineral tarkibi va dispersligi bilan belgilanadi. Ayniqsa, mustahkam bog'langan suvlarning miqdoriga gruntning mineral tarkibi katta ta'sir qiladi. Misol tariqasida quyidagini keltirish mumkin: o'lchami 1 mkm dan kichik bo'lgan zarralarning maksimal gigroskopiklik miqdori: kvarslarda – 0,9%, dala shpatlarida (albit, ortoklaz, mikroklin) – 8-17%, slyudalarda (muskovit, biotit) – 30-48%. Montmorillonit tarkibli gillarning havoda quritilgan namunalarda gigroskopik namlik 20% ga yetishi mumkin, kaolinli gillarda – 1% dan kam bo'ladi. Cho'kindi sementlashmagan jinslarda dispersligi, kimyo-mineral tarkibiga bog'liq ravishda mustahkam bog'langan suvlar keng oraliqda – 0,2 dan 30% va undan ko'p miqdorda o'zgarishi mumkin.

Ko'pchilik tajribalar mustahkam bog'langan suvning muzlash harorati past bo'lishiga guvoh bo'ladilar. Gilli gruntlarning – 30 + 50° gacha sovutilganda ham suvning bir qismi mu-

zlamaganini ko'rsatuvchi ma'lumotlar bor. Bunday hodisalar ham mustahkam bog'langan suvlarda suv molekularining orientatsiyasi yuqori bo'lishini ko'rsatadi, shuning uchun ular muzlash jarayonida (muz strukturasi hosil bo'lishida) qayta orientatsiya bo'lishi uchun ko'p miqdorda energiya talab qiladi.

O'tuvchi turdagi suvlar. Ularga osmotik jarayonlar va kapillyar kondensatsiyada hosil bo'lgan suvlar taalluqli ekanligi avval aytib o'tildi.

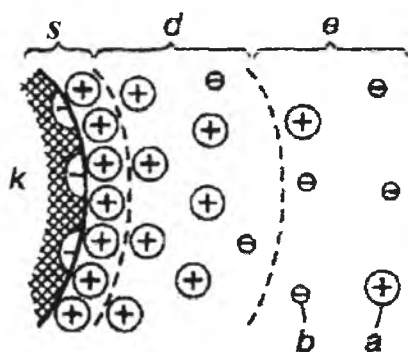
Kapillyar suvlari (13, 14-rasmlar) kapillyar-ajralgan, osilgan, xususiy kapillyarlarga bo'linadi. Kapillyar-ajralgan suvlar g'ovaklik burchaklaridagi, yoki tutash suvlar, yoki grunt suvlarining kapillyar-harakatsiz suvi deb (Dolgov) ham ataladi. Kapillyar-ajralgan suvlar, odatda, zarralar va g'ovaklikning qisilgan uchastkalarini tutash joylarida hosil bo'ladi. Suvning bu xili qumlarda 3-5%, supeslarda – 4-7% namlikda uchraydi. Gilli gruntlarda kapillyar-ajralgan suvlarning miqdori to'g'risida ma'lumotlar hozircha yo'q.

Gruntning namligi oshgani sari kapillyar g'ovakliklar suv bilan to'la boshlaydi. Bu holatda, grunt suvlari sathi bilan birlashadimi yoki yo'qligiga qarab xususiy-kapillyar va osilgan suvlar hosil bo'la boshlaydi.

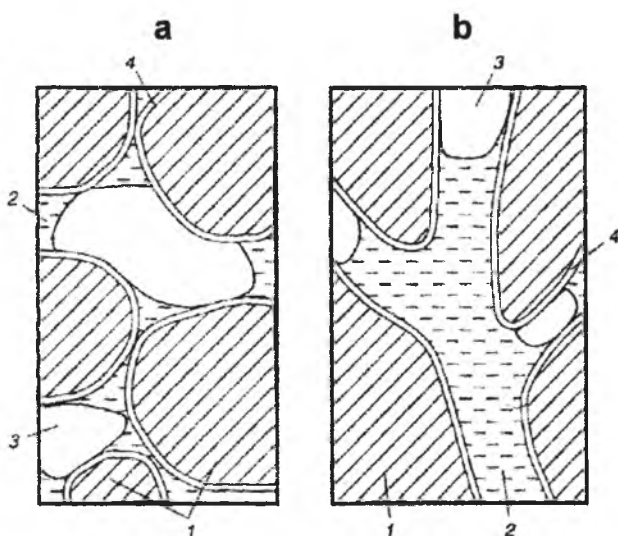
Xususiy kapillyar suvlari grunt suvi sathidan yuqoriga qarab ko'tarila boshlanadi. Grunt ichida, bo'g'lanishda, kapillyar suvlarining miqdori kamayganda, grunt suvlarining yangi qismini kapillyar g'ovakliklar hisobiga, bir tomoni bilan suvga tushirilgan kapillyar trubkada ro'y beradigandek, uning tiklanishi kuzatiladi.

Xususiy-kapillyar suvlarning harakati kapillyarlarning diametriga bog'liq bo'ladi. Mikrokapillyarlarda (0,1-10 mkm) suvning kapillyarlardan ko'tarilishi sekin va katta balandlik-kacha, makrokapillyarlarda (0,01-1 mm) – tez va uncha katta bo'lmagan masofagacha bo'lishi kuzatiladi. Bu hodisa kapillyarlarda mustahkam bog'langan va kapillyar suvlarning har xil nisbati natijasida ro'y berishi mumkin. Mustahkam bog'langan suvning hosil bo'lishi uni kapillyarlardan ko'tarilishini sekinlatsa kerak.

Osilgan suvlar, ko'pincha, qumlarda ro'y beradi. Ular bir xil, shuningdek qatlamli qatlamlarda yuqoridan namlanganda hosil bo'ladi. Bir xil tarkibli qatlamlarda osilgan suvlarning hosil bo'lishi, qumning granulometrik tarkibiga va boshlang'ich namlikka bog'liq bo'ladi. Yirik donali qumlarda osilgan suvlar hosil bo'lmaydi.



13-rasm. Manfiy zaryadlangan mineral zarrasining yaqinidagi osmotik-yutilgan suvning hosil bo'lishi: a – kationlar; b – anionlar; s – bog'langan suv egallagan adsorblashgan qatlamning hududi; d – osmotik-yutilgan suv egallagan ikkilamchi elektrli qatlamning diffuziya qismi; e – erkin suv egallagan ikkilamchi elektr qatlamdan tashqari hudud; k – manfiy zaryadlangan zarralar.



14-rasm. Gruntidagi kapillyar suvning holati: a – kapillyar-kondensirlashgan suv; b – xususiy kapillyar suv; 1 – mineral; 2 – kapillyar suv; 3 – havo; 4 – adsorblashgan suv.

Osilgan suvlar grunt suvlari sathiga bevosita bog'liqligi yo'qligi bilan xususiy-kapillyar suvlardan farq qiladi. Shuning uchun osilgan suviar grunt suvlaridan suv olo olmaydi. Grunt dagi suvning bunday holatini past tomoni suvga tegib turmagan kapillyarlardagi suvning holati bilan solishtirish mumkin.

Quruq qumlarda osilgan suvlar yuqorigi gorizontlarda hosil bo'ladi: uning qalinligi santimetr, ayrim hollarda detsimetrlar bilan o'lchanadi. Qatlamli qatlamlarda osilgan suvlar granulometrik tarkibi har xil bo'lgan ikkita qatlam chegarasida hosil bo'ladi. Grunt da ushlanib turishi mumkin bo'lgan osilgan suvning eng ko'p miqdori eng *kichik suv sig'imi* yoki *gruntning suv ushlab turish qobiliyati* deb ataladi.

Hamma kapillyar g'ovakliklari suv bilan to'lgan gruntning namligi *kapillyar suv sig'imi* (W_c) deb ataladi. Kapillyar suv sig'imiga teng namlikda, kapillyar suvlardan tashqari, mustahkam bog'langan suvlar bo'lishini esda tutish kerak. U grunt zarralarini atrofini o'rab olgani uchun kapillyar suvlarning harakatlanishi uchun kerak bo'ladigan g'ovaklikning diametrini kichraytiradi. Kapillyar suvlarning ultrakapillyar g'ovakliklarda harakati umuman bo'lmaydi, chunki ular to'liq bog'langan suv bilan band bo'ladilar. Grunt bo'shlig'idagi bog'langan va kapillyar suvlarning o'zaro nisbati N.A.Kachinskiy taklif qilgan chizmada (15-rasm) aks etgan.

Har xil gruntlarning kapillyar suv sig'imi ularning kapillyar g'ovakliklari va umuman olganda tarkibi va strukturasi bilan belgilanadi. Kapillyar suviar gravitatsion suvlar kabi gidrostatik bosimni uzatadi. Shu kabi ayrim xossalari bilan u gravitatsion suvlardan farq qilmaydi, ammo bog'langan suvlarga yaqin turadi. Xususan, kapillyar suvlar

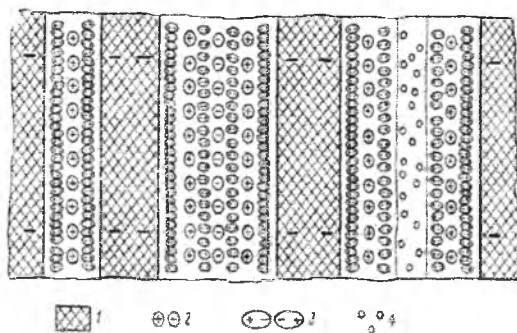
harorat 0°C dan pastda muzlaydi, shu bilan birgalikda uning muzlash harorati u joylashgan g'ovaklik diametriga bog'liq bo'ladi. T.A.Litvinova ma'lumotlariga asosan suglinokli va gilli gruntlarning g'ovakliklarida bo'lgan kapillyar suvlar -12°C dan yuqori haroratda muzlaydi. Aksincha ultra g'ovaklik suvlari -12°C dan past haroratda muzlaydi.

Osmotik suvlar g'ovaklikdagi eritmalarda bo'luvchi va grunt zarrasiga yaqin turuvchi ion konsentratsiyalarining farqlari natijasida hosil bo'ladi. Ionlar konsentratsiyasining tenglashishi suvning boshqa bir xilini, ya'ni molekullari zarraga yaqin masofada ushlanib turuvchi ionning difuziya qatlami kationi bilan bog'langan turining hosil bo'lishiga olib keladi.

Osmotik suvlar – bog'liqlik energiyasining qiymati ($<0,4 \text{ kDj/mol}$) uncha katta bo'lmagan suvlardir. U zarraning yuzasi bilan bo'sh bog'langan va shuning uchun bo'sh bog'langan suvlarga tarkibiga kiradi. Osmotik suvning zichligi bo'sh bog'langan suvning zichligiga yaqinlashadi; muzlash harorati – $1,5^{\circ}\text{C}$, ammo bu qiymat kapillyar suvlari bir necha xilining muzlash haroratiga nisbatan ancha katta miqdordir.

Ko'pchilik gilli gruntlarda mumtahkam bog'langan, kapillyar va qisman osmotik suvlarning umumiy miqdorini maksimal gigroskopik va plastiklikning quyi chegarasi orasida kuzatiladi va mos ravishda ularning namligini ifodalaydi. Bu namlik A.F.Lebedev gruntlarning maksimal molekulyar suv sig'imi (W_{mmc}) deb atagan namlikka yaqin bo'ladi.

Erkin suvlar. Erkin yoki gravitatsion suvlar immobillashgan va gravitatsiya suvlariga bo'linadi. *Immobillashgan* suvlar gruntning yopiq g'ovakliklarida bo'ladi va gravitatsiya kuchlari ta'sirida harakatlanmaydi. *Gravitatsiya yoki oquvchi* suvlar gravitatsiya ta'sirida harakatlanadi. Agar gravitatsiya suvlari grunt suvlari sathidan yuqorida tursa, ular



15-rasm. Grunt kapillyarlarida suvning tarqalish chizmasi: 1 – kapillyarlar devori; 2 – ionlar (kation va anionlar); 3 – bog'langan suvning molekulas; 4 – kapillyar suvlar.

asosan vertikal yo'nalishda (singib kiruvchi gravitatsiya suvi) harakatlanadi. Grunt suvi oqimining gravitatsiya suvlari gorizontal yo'nalish bo'yicha harakatlanadi. Gruntida maksimal miqdorda bog'langan suvlar (hamma turdagilari) bo'lganda va g'ovakliklar gravitatsiya suvlari bilan to'liq to'lganda, *gruntning to'liq suv sig'imi* (W_o) tushunchasi bilan tavsiflanadi. Gruntida gravitatsiya suvining miqdori to'liq va kapillyar suv sig'imlarining orasidagi farqlari bilan belgilanadi. Agar gruntida yirik kapillyarlari bo'lmagan g'ovaklik bo'lmasa, to'liq suv sig'imining qiymati kapillyar suv sig'imi qiymati bilan mos kelishi mumkin. Bu, gruntida erkin suv yo'q deganidir. Aksincha, makrog'ovakliklar bo'lganda gruntning to'liq suv sig'imi qiymati uning kapillyar suv sig'imining qiymatidan sezilarli katta bo'ladi.

Jinslar suvga to'liq to'yinganda va ularda gazlar bo'lmaganda g'ovaklikning hajmi g'ovaklikdagi suvning hajmiga teng bo'ladi. Takidlanganlardan kelib chiqib, to'liq suv sig'imini suv massasining grunt skeleti zichligiga nisbati bilan aniqlash mumkin:

$$W_o = \frac{n\rho_w}{\rho_d}, \quad (7)$$

bu yerda W_o – to'liq suv sig'imi, n – g'ovaklik, ρ_w – suvning zichligi, ρ_d – grunt skeletining zichligi.

Gravitatsiya suvlari oddiy suvning hamma xossasiga ega bo'ladi. O'zida erigan tuz va gazlarni saqlaydi, shuningdek kolloid holatdagi moddalar bo'lgani uchun kimyoviy tarkibi bo'yicha har xil bo'lishi mumkin. Grunt suvlarida bo'ladigan moddalarning miqdori, suvning umumiy mineralizatsiyasi deb ataladi va keng miqdorda: litrida bir necha yuz milligramdan bir necha yuz gramgacha o'zgarishi mumkin, shuni ham ta'kidlash kerakki dengiz suvining sho'rligi taxminan 35‰ tashkil qiladi. Yer osti suvining mineralizatsiyasi, odatda, chuqurlik oshishi bilan oshadi. Suvda yeri yidigan tuzlarning eng ko'p miqdori tuzli foydali qazilma konlari bor tumanlarda, shuningdek cho'l va yarim cho'l hududlarda uchraydi.

1.4. Gruntlarning tabiiy namligi va uni ularning xossalariga ta'siri

Tabiiy holatda yotadigan tog' jinslari va tuproqlarda bo'ladigan suvlarning hamma miqdori, *tabiiy namlik* deb ataladi. Uning namunalari 105-107°C haroratda o'zgarmas og'irlikkacha quritish yo'li bilan aniqlanadi (bu haroratning qiymati fizik asoslanmagan, ammo standart bilan aniqlashtirilgan, shuning uchun har xil tashkilotlarda olinadigan natijalar o'zaro solishtirilishi mumkin).

Quruq jinsning og'irligiga nisbatan olingan namlik jinsning *og'irlik* (absolyut) bo'yicha namligi deb ataladi, jinsning hajmiga nisbatan olingan namlik – jinsning *hajmiy* namligi deyiladi.

Jinsning fizik holatini tavsiflash uchun faqat namlikni bilish yetarli emas: g'ovaklikning suv bilan to'lish darajasini aniqlash kerak. Buning uchun gruntning *nisbiy namligini* (namlik koeffitsiyenti) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$G = \frac{W_n}{n} = \frac{W\rho_s}{e}, \quad (8)$$

bu yerda W_n – hajmiy namlik; n – g'ovaklik, %; W – absolyut namlik, bir birlikda; ρ_s – gruntning qattiq qismi zichligi; e – g'ovaklik koeffitsiyenti. G ning qiymati 0 dan ($W_n = 0$ bo'lganda) 1 gacha ($W_n = n$) o'zgaradi.

Har qanday gruntida suvning bo'lishi uning xossasiga ta'sir qiladi (9-jadval). 9-jadvaldan gilli gruntlarda bog'langan orol ko'rinishidagi adsorblashgan suvlar bo'lganda, ularning mustahkamligi yuqori bo'lishini tushunish mumkin. U boshqa ko'rinishdagi bog'langan

Gilli gruntlar xossalariining tarkibidagi suv miqdoriga bog'liqligi

Suv		Namlik tavsiflari	Xossalari
turi	xili		
Bog'langan	Orol ko'rinishida adsorblashgan	$W < W_g$	Yuqori mustahkam
	Ko'p qatlamli adsorblashgan	$W_g < W < W_{mg}$	Mustahkamligi kamayadi, ammo yuqori darajada bo'ladi
O'tuvchi turdagi	Osmotik va ultrakapillyar suvlar	$W_{mg} < W < W_p$	Mustahkamligi kamayadi, ammo bosim ostida yopishqoqlik hosil bo'ladi
	Osmotik va kapillyar	$W_p < W < W_L$	Mustahkamlikning kamayishi davom etadi va juda kam bo'ladi, yopishqoqlik bosim bo'lmasa ham hosil bo'ladi va maksimal qiymatga yetadi; plastiklik va ko'pchish tavsifiydir
Erkin (bog'liqlikka qo'shimcha)			Mustahkamlik nolga teng, grunt oquvchan holatga kelishi mumkin

suvlar hosil bo'lishi bilan kamaya boshlaydi. Osmotik suvlar hosil bo'lishi bilan birgalikda ultrakapillyarlarning to'lishi kuzatiladi, natijada yuqori kuch ta'siri ostida grunt yopishqoqlik holati kuzatiladi. Mikrokapillyarlar suv bilan to'lgan sari, grunt namligi maksimal molekulyar suv sig'imiga yaqinlashishi bilan ($W_{mg} < W < W_p$) yopishqoqlik o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Agar namlik plastiklikning quyi chegarasidagi namlikka nisbatan ko'p bo'lsa ($W_p < W < W_L$), mustahkamlikni kamayishi davom etadi va uning qiymati makrokapillyarlar suvga to'lishi bilan juda kamayadi [6, 7]. Grunt bu holatda plastiklik va yopishqoqlik xossasiga ega bo'ladi. Grunt erkin suvlarning hosil bo'lishi bilan u mustahkamligini yanada kamaytiradi. Gruntning strukturasi buzilishi bilan u oquvchan holatga o'tish qobiliyatiga ega bo'ladi.

Gilli gruntlarda namlikning oshishi va unda har xil turdagi va xildagi suvlarning hosil bo'lishiga bog'liq ravishda ayrim xossalariining o'zgarishi yuqorida takidlab o'tilganlar kabi bo'ladi. Namlikning kamayishi tabiiy holda yuqorida keltirilgan suvlar turlari va xillarining yo'qolib borishiga olib keladi, bu o'z navbatida gilli gruntlarning xossalariiga ta'sir qiladi.

1.5. Gruntlarning gazli komponentlari

Gruntlardagi gazlar genezisi sharoiti va xususiyatiga qarab tabiiy va antropogen (texnogen) yo'l bilan hosil bo'lishi mumkin. Tabiiy va texnogen gazlar tarkibi bir-biridan farq qiladi.

Tabiiy gazlar genetik turi bo'yicha – geologiya, atmosfera va biologiya yo'li bilan hosil bo'lgan turlarga bo'linadi. Birinchi guruh gazlari xususiy geologik jarayonlar (ekzogen va endogen); ikkinchisi asosan atmosfera bilan gaz almashinuvi; uchinchi – grunt dagi organizmlarning hayot faoliyati hisobiga hosil bo'ladi. Undan tashqari tabiiy gazlar *sin-genetik* (jins shakllanishi bilan bir vaqtda hosil bo'lgan) va *epigenetik* (gruntga qo'shni qatlam yoki atmosferadan gaz almashinuvi natijasida kirgan) bo'lishi mumkin. Aeratsiya hududidagi gazlar ko'pincha epigenetik bo'lishi mumkin, chunki unda atmosferadan kirgan har xil qo'shimchalar uchraydi.

Geologik yo'l bilan (endogen va ekzogen) hosil bo'lgan gazlar magmatik (vulqonli), metamorfik va cho'kindi jarayonlar natijasida shakllangan. Ular to'rt xil genetik turga bo'linadi: vulqon gazlari (asosan suv bug'lari 90-95%, qolganlari CO_2 , H_2 , SO_2 , H_2S , HCl , HF , kam miqdorda CO , N_2 , NH_3 , Ar , He , shuningdek organik birikmalar); katogenetik gazlar (tog' jinslarining katogenez hududida organik moddalarning o'zgarishi bilan hosil bo'luvchi og'ir uglevodород gazlari, CN_4 , N_2 , H_2S , H); metamorfik gazlar (tog' jinslarin-

ing metamorfizm sharoitida hosil bo'lganlar, asosiylar CO_2 , N_2 , H_2S , H); radiogen gazlari (tabiiy radiaktiv elementlar uran, toriy, kaliyni parchalanishidan hosil bo'lgan gazlar geliy, ksenon, argon, radon va boshqalar).

Atmosfera yo'li bilan hosil bo'lgan gazlar. Ularga asosan CO_2 , N_2 , O_2 , muhim qo'shimchalar – Ar, CN_4 , N_2 kiradi.

Biologiya yo'li bilan hosil bo'lganlar. Ularga metan CN_4 , etan, propan, butan, izobutan va pentanlar kiradilar. Ulardan tashqari biokimyo yo'li bilan hosil bo'lgan karbonat anhidrid gazi (CO_2), vodorod sulfidi (H_2S) va vodorod (H) kiradi.

Texnogen yo'l bilan hosil bo'lgan gazlar. Gruntlarda bunday gazlarning hosil bo'lishi insonning faoliyati bilan bog'liqdir. Gazlar eng ko'p miqdorda shahar sharoitida, sanoat ishlab chiqaruvchi hududlarda, kimyo va neftkimyo sanoatida, kommunal va qishloq xo'jaligida yuzaga keladi. Eng xavfli gazlarga ekotoksikant hisoblanuvchi *dioksinlar* kiradi. Yerga ko'milgan chiqindilar tarkibida oltingugurt (metilmerkaptan, dimetilsulfid, dimetildisulfid, oltingugurt uglerodi va boshqalar), uglevodorodlar (terpen, spirtlar va karbonil birikmalari, metan) bo'lgan gazlarni ajratib chiqaradi.

Kimyoviy tarkibi bo'yicha gazlar: 1) uglevodorodli, 2) azotli va 3) uglekislotlilarga bo'linadi.

Gruntlardagi gazlarning tarkibi. Gruntlarning g'ovakliklarida va yoriqliklarida bo'ladigan gaz komponentlari ko'p darajada uning xossalarini belgilaydi. Ular ayniqsa aeratsiya hududidagi gruntlar uchun katta ahamiyatga ega, odatda u uch- yoki to'rt komponentli tizim hisoblanadi.

Tabiiy sharoitda tog' jinsi tarkibida bir birlik massada (yoki hajmda) bo'lgan erkin va sorblashgan gazlarning miqdori *gaz sig'imi* deb ataladi. Gruntlarning gaz sig'imi undagi g'ovaklik va bo'shliqlar (yoriqliklar va yirikroq g'ovaklikni) hajmi va ularning suv bilan to'lish darajasiga bog'liq bo'ladi. G'ovakliklar qancha suvga to'lgan bo'lsa, ularning tarkibida shuncha gaz kam bo'ladi va aksincha.

Gazlar havo ko'rinishida gruntlardagi g'ovakliklarga atmosferadan kiradi. Atmosferya va grunt qatlami orasidagi gaz almashinuvi bir qancha omillar: gazlarning diffuziya almashinishi, havoning harorati va bosimi tebranishi, yomg'ir yog'inlari va shamollar natijasida sodir bo'ladi.

Grunt va atmosfera orasidagi gaz almashinuvi jadalligi jinsning tarkibi va tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Monolit qoyatoshli gruntlarda gaz almashinuvi qiyin, dispers gruntlarda esa u jadal kechadi; gruntlarda qancha ko'p makrog'ovaklik, yoriqlik va bo'shliq bo'lsa shuncha jadalligi yuqori bo'ladi; ularning yoriqliklari oshishi bilan gaz almashinuvi ham oshadi.

Atmosfera va grunt qatlami orasida bo'ladigan gaz almashinuvi atmosfera havosining tarkibi va gruntlar gazli tarkibining tenglashishiga olib keladi. Atmosfera havosi va gruntlardagi gazlar tarkibidagi har xillik avvalambor CO_2 , O_2 va N_2 larning miqdoriga bog'liq. Agar atmosferada havosida karbonat anhidrid foizning yuzdan bir ulushiga ($\sim 0,03\%$) teng bo'lsa, unda uning miqdori tuproqda va tog' jinsida o'ndan bir va to'liq foizda ham bo'lishi mumkin, tuproqli havoda deyarli 10% ga teng bo'ladi. Grunt qatlamida kislorod va azot har xil miqdorda bo'ladi. Ular grunt qatlamining tuproqli qismida atmosferadagiga qaraganda kam. Bu holat tuproqda kislorod va azotning yutilishi, karbonat anhidridning ajralib chiqishi bilan tushuntiriladi.

Gazli komponentning muhim asosiy tarkibidan biri *suvli bo'g'lardir*. Suvli bo'g'ning miqdori yer qobig'i oldi havosida juda o'zgaruvchan bo'ladi va u o'ndan birdan bir necha foizgacha o'zgaradi. Gruntli atmosferada bo'g'ning miqdori nisbatan qisman ko'p. Ammo grunt-dagi suvli bo'g'ning umumiy miqdori gruntning hamma og'irligini 0,001% dan ortiq bo'lmaydi. Shunga qaramasdan grunt-dagi kechadigan jarayonlarda bo'g' shaklidagi suv katta ahamiyatga ega, chunki u birinchidan namlik juda kam bo'lganda ham grunt-dagi harakatlanadigan

suvning asosiy tarkibidir, ikkinchidan grunt zarralari yuzasida bo'g'larning kondensatsiyasi natijasida suvning boshqa turlarining hosil bo'lishiga olib keladi.

Gruntdagi gazsimon komponentlar atmosfera havosiga nisbatan juda ko'p marotaba (tahminan 2000 marta) radiofaol emanatsiyaga boydir. Atom og'irligi 222 bo'lgan gazsimon element nisbatan katta radiofaollikka ega bo'ladi.

Gazli komponentlar ichida geliy insoniyatda nisbatan ko'proq qiziqish uyg'otadi. Geliy yer qobig'ining juda chuqurligidan yer yuzasiga ko'tarilib chiqadi. Tektonik yoriqliklarning borligi uning pastdan yuqoriga qarab harakatlanishini engillashtiradi. Tektonik yoriqliklar bor bo'lgan joylarda geliyning konsentratsiyasi, ya'ni miqdori katta bo'ladi.

Grunt tarkibida bo'lgan metan (CN_4) va og'ir vodorod sulfidlari katta ahamiyatga ega. Yer qobig'ining pastki qatlamlarida tabiiy yonuvchi gazlar yig'ilib juda katta miqdorni tashkil qilishi mumkin, bu juda katta amaliy ahamiyatga ega. Tabiiy yonuvchi gazlarga metan (98% gacha), etan, propan, butan, izobutan va pentan kabilar kiradi.

Tuproqdagi havoda og'ir vodorod sulfidlarining bo'lishi neft yotqiziqlaridan darak beradi va geologlar tomonidan neftli tumanlarda qidirish ishlarini olib borishda foydalaniladi.

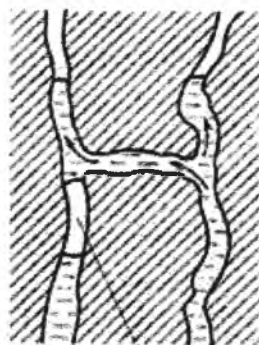
Gruntlardagi gazlarning holati. Grunt g'ovakligida gazlar erkin, adsorblashgan va harakatlanuvchan holatda bo'lishi mumkin. Ular grunt tarkibida g'ovaklikni to'ldiruvchi suvlarda, mayda siqilgan havo sharchasi shaklida yoki erigan holatda uchrashi mumkin. Gazlar adsorblashgan va siqilgan holatida gruntlarning ma'lum xossalariga ta'sir qiladi.

Adsorblashgan gazlar grunt zarrasining yuzasida molekulyar kuchlar ta'sirida bo'ladi. Quruq gruntdagi bu kuchlar natijasida zarralar yuzasida, quyi qatlami bir necha o'n yoki yuz megapaskalli bosim ostida bo'lgan, yuqori qatlami grunt zarralari bilan kam mustahkamlikda bog'langan (atmosfera bosimiga yaqin bo'lgan bosimga teng) ko'p molekulyar gazli plyonka hosil bo'ladi. Gruntdagi adsorblashgan gazning miqdori uning mineral tarkibiga, gumusning borligiga va boshqa organik moddalarga, gruntning dispersligiga va gruntning g'ovaklik qiymatiga bog'liq bo'ladi. Odatda sarg'ish-qizg'ish tuproqlarda adsorblashgan gazlarning miqdori 100 g gruntda 2 dan 7 sm^3 gacha, qora tuproqlarda 8-15 gacha bo'ladi. Gruntning dispersligi oshishi bilan unda adsorblashgan gazning miqdori osha boradi. Mayda donali kvarsli qumlarda adsorblashgan gazning miqdori 100 g gruntda 1 sm^3 dan kam bo'ladi, yani tuproqlarga nisbatan bir necha marotaba kam bo'ladi.

Gruntlarning namligi oshganda adsorblashgan gazlar suv plyonkasi bilan siqib chiqariladi. Adsorblashgan gazlarning eng ko'p miqdori absolyut quruq gruntlarda kuzatiladi; namlik 5-10% bo'lganda ularning miqdori nolga tenglashadi. Gruntlarning bu namligi maksimal gigroskopikka mos keladi deb taxmin qilish mumkin, yani adsorblashgan gazlar gruntlarda mustahkam bog'langan suvlar miqdori maksimal miqdorga teng bo'lganda yo'qoladi.

Agar namlanish suvlarning kapiliyarlar orqali ko'tarilishi natijasida bo'lsa, ochiq g'ovakliklardan siqib chiqarilgan gazlar erkin holda atmosferaga chiqadi. Bu holda ular *siqilgan gazlar* deb ataladi, yoki agar bu yer qobig'ining yuza qismida yuz bersa, *siqilgan havo* deyiladi. Siqilgan gazlar grunt ichidagi ancha joyni egallashi yoki ingichka mikroporalarda uncha ko'p miqdorda (16-rasm) bo'lmasligi mumkin.

Siqilgan gazlarning maksimal miqdori adsorblashganga nisbatan farq qilgan holda qandaydir gruntning optimal namligida hosil bo'ladi. P.F.Melnikova tajribalarida gilli va lyossimon gruntlar bir xil miqdorda zichlashganda siqilgan gazlar kam namlikda eng kichik hajmga ega bo'lganlar. Masalan, suglinokning namligi 6-10% bo'lganda siqilgan gazlarning miqdori namuna hajmining



Silgan havo

16-rasm. Grunt g'ovakligidagi siqilgan havo.

1-1,5% ga teng bo'lgan. Namlikning 25-30% ga oshishi bilan siqilgan gazlarning hajmi kamaygan. G'ovakliklar suvga to'liq to'lganda va namlik nolga teng bo'lganda siqilgan gazlar gruntida bo'lmagan. Siqilgan gazlar gilli gruntlarda g'ovaklik hajmining 20-25% ga teng bo'lishi mumkin.

Grunt tarkibidan adsorblashgan va siqilgan gazlarni tashqi bosim yordamida siqib chiqarish kerakli darajada qiyin kechadi. M.M.Filatov (1936) o'tkazgan tajribalarida tabiiy namlikda bo'lgan to'rtlamchi va yura gillari tarkibida 2000 MPa yuk ostida zichlashtirilgandan keyin ham gazlar mavjud bo'lganini ta'kidlagan.

1.6. Gruntlarning tirik komponentlari

Tuproq va tog' jinslarida yashovchi organizmlar gruntlarning tirik komponentlarini tashkil qiladi. Gruntlarning tirik komponentlari makro- va mikroorganizmlardan iborat bo'ladi.

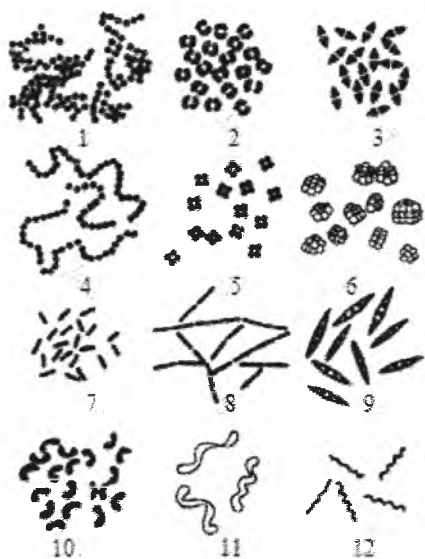
Makroorganizmlar tuproqda va tuproq osti qatlamida yashaydilar. Ularning gruntlar tarkibi, tuzilishi va xossalariga ta'siri chegarasini yer yuzasidan bir necha metrda ham ko'rish mumkin. Bu ta'sir juda sezilarli bo'lishi mumkin. Ta'sir to'g'risida tushuncha bo'lishi uchun juda katta miqdordagi o'simliklar o'zining ildizlari bilan tog' jinsining tuproqli va tuproq osti qatlamiga kirib borishi, umurtqasiz jonzo'tlar 1 ga da 12 mln dan 2 mld gacha bo'lishini, ma'lum bir sharoitlarda bunday umurtqalilardan yumronqoziq, yer o'yar, chichqon va boshqalarning faoliyati juda jadal bo'lishini eslash kifoya. Ko'pincha, yengil yuviladigan lyessli tog' yonbag'rilarida, yumronqoziqlarning kovlagan yo'llari jar hosil bo'lishining boshlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Tog' jinslarida va uni tashkil qiluvchi tuproqlarda yashovchi jonzo'tlar va o'simlik ildizlari, ularni organik modda bilan boyitib va tuzilishini o'zgartirib, o'zlari yashaydigan qatlamning muhandis geologik xossalarini tubdan o'zgartiradi. Tuproqlarning muhandis geologik xususiyatini baholash, faqat ularga makroorganizmlar ta'sirini bilgan taqdirdagina bo'lishi mumkin. Shu bilan birgalikda makroorganizmlarning tog' jinslariga ta'siri mikroorganizmlarning ta'siriga nisbatan solishtirib bo'lmaydigan darajada kamligini ta'kidlash kerak.

V.I.Vernadskiy va boshqa tadqiqotchilar o'z ishlari bilan yerning rivojlanishini har xil bosqichlardagi biokimyo jarayonlarida mikroorganizmlarning ahamiyati kattaligini ko'rsatganlar. Ma'lumki mikroorganizmlar yer hosil bo'lgandan so'ng 1 mlrd yil keyin faol hayot kechira boshlaganlar (Zaverzin).

Mikroorganizmlar – faqat mikroskoplar yordamida ko'rinadi. Ularning o'lchamlari birnecha mikron yoki ularning bo'lagiga teng bo'lib, juda turli-tuman tirik organizmlarni birlashtiruvchi guruhlardir.

Tuproq va tog' jinslarida yashovchi mikroorganizmlarning tarkibi favqulodda xilma xil: bu-lar – bakteriyalar, aktinomitsetlar, griblar, suv o'simliklari, drojilar, viruslar, mayda fiziologik turg'un amyeba, jgutikonoslar, infuzor va «protozoy faunasi» deb ataluvchi sodda organizmlardir.

Bakteriyalarga bakteriyalarni o'zi, aktinomitsetlar, miksobakteriyalar, spiroxetlar, mikoplazmalar va boshqalar kiradi. Bakteriyalarning shakli turli xil (17-rasm): shar ko'rinishidan (kokillar) cho'zilgan, ipsimon va spiralgacha bo'ladi.



17-rasm. Har xil bakteriyalarni asosiy shakillari. Sharsimon: 1 – stafilokkoklar, 2, 3 – diplokokklar, 4 – streptokokklar, 5 – tetrakkokklar, 6 – sarsinlar; 7-9 – har xil ko'rinishdagi tayoqchalar; spiral shakidagi-lar: 10 – vibriionlar, 11, 12 – spirallar.

Hamma mikroorganizmlar geterotrof va avtotroflarga bo'linadi. Avtotrof mikroorganizmlarning rivojlanishi yoriqlik energiyasi yoki bir qator neorganik birikmalarning (vodorod, oltingugurt, ammiak, temir va boshqalar) ishqorlanish energiyasi hisobiga yuz beradi. Geterotrof mikroorganizmlar o'zlarining hayotiy faoliyatlari uchun har xil organik moddalardan foydalanadilar, ularning ayrim namoyandalari o'zlarining xossalari bo'yicha juda xilma xildir, ular kislorod bo'lganda ham, bo'lmaganda ham rivojlanishlari mumkin. Grunt-da yashovchi ko'pchilik geterotrof mikroorganizmlar, juda kam oziqlantiruvchi elementlar bo'lgan eritmalarda (eritmada organik modda konsentratsiyasi 5 mg/l dan ko'p bo'lmisligi mumkin) rivojlanish qobiliyatiga egalar. Bular – odatda mineral zarralari yuzasida faoliyat yurituvchi va ozuqani ularning yuzasini yuvuvchi eritmalardan oluvchi oligotrof mikroorganizmlardan iboratdir.

Mikroorganizmlarning yashash va faoliyat ko'rsatuvchi sharoitlari hayratlanarli darajada xilma xildir. Ularning har xil namoyandalari aerob (kislorod bo'lganda) va anaerob (kislorod bo'lmaganda) sharoitda ham yashashi mumkin. Manfiy haroratda (-7°C) va 90°C dan yuqori issiq manbalarda yashovchi mikroorganizmlarning turlari ham uchraydi. Bu holat mikroorganizmlarning katta chuqurliklarga kirib borish imkonini beradi. Vodorod sulfidlarining ishqorlovchi va yonuvchi gazlarni hosil qiluvchi (CN_4 , N_2 , N_2S) bakteriyalari Shimoliy Ustyurt razrezida 1100 m chuqurlikda, Shimoliy Kavkaz suvlarida – 2000 m chuqurlikda ham kuzatilgan.

Yer qobig'ida mikroorganizmlarning tarqalishi va harakatlanishi yer osti suvlarining filtratsiyasi bilan bog'liq bo'lishi kerak. Mikroblarning yer osti suvlariga suv oluvchi manbalar orqali kirib borishi kembriydan oldin boshlanib hozirgacha davom etadi deb taxmin qilinadi. Yer osti suvlarida turli fiziologik va tizimli guruhlariga kiruvchi har xil mikroorganizmlar topilmoqda, ularning 1 ml suvdagi miqdori o'n mingdan milliongacha o'zgaradi.

Tarkibidagi mikroorganizmlar o'rganilgan hamma grunt turlarida: morena, lyoss, lentali gillar, qumtosh va gilli alyuvial yotqiziqlarda aniqlangan. Ularning miqdori vaqt va chuqurlik bo'yicha har xil gruntlarda bir xil emas va 1 g gruntida 10^7 - 10^8 donaga yetadi, bu tupoqdagiga qaraganda kam, ammo tabiiy suvga qaraganda yuqori.

Umumiy holda hamma mikroorganizmlar grunts-hunoslik va geologiya fanlari nuqtai nazaridan qiziqish uyg'otadi. Ularning hayot faoliyati natijasida qattiq mineral birikmalar (masalan temir oksidi va marganes), geologik muhit bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadigan va fizik-kimyo sharoitini o'zgartirish qobiliyatiga ega bo'lgan almashinuv mahsulotlari hosil bo'ladi. Bunday moddalarga CO_2 , organik kislotalar, azot va oltingugurt kislotasi, vodorod sulfidlarini kiritish mumkin. Ko'pchilik mikroorganizmlar hayot faoliyati davomida dispers gruntlarning tarkibiga, mikrotuzilishiga va xossasiga ta'sir qiluvchi shilliqalar, yuza-faol moddalar va gazlar hosil qiladi.

Mikroorganizmlar [5] tuproqlarda va tog' jinslarida yoki g'ovaklik eritmalarida yashaydi, yoki adsorblashgan holatda qattiq zarralarning yuzasida bo'ladi (18, 19-rasmlar). Ular o'zlarining hayot faoliyati natijasida minerallarni maydalashi mumkin. Minerallarning maydalanishi ularning qayta yotqizilgunicha davom etishi mumkin. Tabiatda absolyut mustahkam mineral bo'lmasa kerak. U yoki boshqa darajada eng mustah-



18-raam. Katta qilib ko'rsatilgan oltingugurt bakteriyalari, badanida oltingugurt kristallari ko'rinib turibdi.



19-rasm. Mikroskop ostida ko'ringan hozirgi yotqiziqdagi mineral yuzasidagi grib sporalari.

kamlari, alyumosilikatlar va kvarslar boshqalarga qaraganda kam tezlikda bo'lsa ham maydalanadi. Masalan o'tkazilgan tajribalar natijasida nefelin zarrasi mog'orli griblar va bakteriyalar ta'sirida bir necha sutkada to'liq erigan, shuningdek natriy plagioklazida, tajriba boshlangandan 7 oy o'tgandan so'ng, buzilishning birinchi aloqmatlarini ko'rish mumkin bo'lgan (Aristovskaya).

Mikroorganizmlarning mineral hosil qilishi ham ma'lum. Bunday minerallarning hosil bo'lishi karbonat minerallarining shakllanishida keng rivojlangan bo'lsa kerak. Masalan, sulfat-tiklovchi bakteriyalarning Bagam orollarida karbonatlar, Qizil dengizning chuqur joylarida karbonatli cho'kindilar, Texasda perm ohaktoshlari, G'arbiy Kanadada devonning shelfli karbonatlari hosil bo'lishida ishtiroki borligi ta'kidlangan

(Fridman). Karbonatlarning hosil bo'lishi, karbonatli muhitda bor bo'lgan kationlar bilan birgalikda nafas olish jarayonlarida va achishida ajralib chiqadigan ta'sirida, shakllanadi. Shuning uchun bu jarayonlarda mikroorganizmlarning ko'p yoki kam miqdorda juda xilma xil turlari ishtirok etishi mumkin. Oltingugurt ko'p bo'lganida karbonatlarning bir yerga yeg'ilishi sulfat-reduksiya jarayonlari tufayli yuz beradi, bunda kletkalar kalsit kristallari va aragonit agregatlari bilan kristallashadi (Aristovskaya, 1980). Karbonatlar yotqiziqclarining hosil bo'lishida mikroorganizmlarning boshqa ko'rinishdagi mexanizmlari ishtirok etishi ham mumkin.

Gruntlarning mustahkamlik xossalari shakllanishi uchun ko'pchilik mikroorganizmlar tomonidan amalga oshiruvchi temir va manganesning ishqorlanishi katta ahamiyatga ega, natijada limonit, gyotit, pirollyuzit va boshqa minerallar hosil bo'ladi.

Temir bakteriyalari vodoprovod va drenaj quvurlarida, yer osti suvlari bilan birga tushuvchi tiklangan temir, shuningdek quvurning o'zidagi temirning ishqorlanishi hisobiga keyinchalik rivojlanishi mumkin. Hosil bo'lgan temir okisi quvurni to'ldirib qo'yishi yoki temirli drenaj quvurlari 4-5 yil davomida karroziyalanib ishdan chiqib yaramas holga kelishi mumkin.

Mikroorganizmlarning faoliyati natijasida mineral zarralarining agregatlanish jarayonlari tabiatda keng rivojlangan. Bu jarayon zarralarning mikroorganizmi qattiq zarralar yuzasida adsorbsiyalashida mikroorganizmlarning (ayniqsa polisaxaridlar) hayot faoliyati mahsulotlari bilan o'zaro yopishishidan yuzaga kelishi mumkin.

Mikroorganizmlarning adsorbsiyalanishi natijasida gilli minerallarda o'lchami 50-100 mkm va undan katta bo'lgan agregatlar hosil bo'lishi mumkin. Agregatlarning o'lchami mikroorganizmlarning miqdori ortishi bilan oshadi. Masalan, mikrobl kletkalarning 1 mln/ml konsentratsiyasida o'lchami 10-20 mkm bo'lgan montmorillonit gillarining agregatlari hosil bo'lgan, konsentratsiya miqdori 1000 mln/ml bo'lganda agregatlarning o'lchami 100-200 mkm ga yetgan.

Mikroorganizmlar minerallarni maydalab gruntlarning g'ovakligini o'zgartirishi mumkin, bunda g'ovaklik o'lchami 15%ga oshishi kuzatiladi (Pomerans, Belenitskaya). Shulardan kelib chiqib, mikroorganizmlar ko'pchish bosimini hosil qilib, ko'pchishga sababchi bo'ladi. Shuningdek g'ovaklikning o'zini hajmi ham ularning hayot faoliyatining mahsulotlari va kletkali massalari bilan to'lishi natijasida kamayishi mumkin.

Ahlat yotqiziqclari orqali singib kirgan yer osti suvlari, ularning chirish darajasiga bog'liq holda, karbonat anhidrid va boshqa metabolitlarning nordonlashishi natijasida agressivlashadi. Bu agressiv suviar karbonat jinslari yoki yer osti inshootlarini betoni-

ning nimustahkamligini kamaytiradi. Bunday holatni axlatlarni ko'mish uchun joy ajratilganda hisobga olish kerak.

Mikroorganizmlar gruntlarning gazli komponentlariga katta ta'sir etadi. Mikroblarning hamma turlari orasida gaz ajralib chiqish jarayoni keng tarqagan. Rossiyaning Mariya Respublikasida joylashgan chuchuk suvli ko'lda, metanning mikrobiologik hosil bo'lishi 1 sutkada $0,04-8 \text{ sm}^3/\text{l}$ ni tashkil qiladi; hisob ishlari botqoqlikning $0-20 \text{ sm}$ li gorizontida, ko'lning maydoni $0,1 \text{ km}^2$ bo'lganda bir yilda 70000 m^3 metan hosil bo'lishini ko'rsatadi (Belyaev).

Hozirgi vaqtgacha mikroorganizmlar geologiyada, diagenез va gipergenez jarayonlariga ta'sir qiluvchi omil sifatida, rudali (temir, rangli metallar va boshqalar) va ruda bo'lmagan (neft, oltingugurt va boshqalar) foydali qazilmalar hosil bo'lishiga ta'sir qiluvchi omillar sifatida o'rganilib kelinadi. Ammo tog' jinslari va tuproqlarni muhandis geologik jihatdan o'rganishda ularga juda kam e'tibor berilgan. Ko'rib o'tilgan materiallar gruntlardagi tirik komponentlar ularning xossalari ga sezilarli ta'sir qilishini va shuning uchun ularni muhandis geologik maqsadlarda o'rganishning kelajagi porloqligini ko'rsatadi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Gruntlar qanday minerallardan tashkil topgan ?
2. Gruntlarda relikt minerallari tushunchasi.
3. Gilli gruntlarda nozik zarrachalar.
4. Gruntlar necha fazadan iborat ?
5. Zarralari bog'langan va bog'lanmagan gruntlar tushunchasi.
6. Gruntlarning granulometrik tarkibi fraksiyalarining o'lchamlari qanday ?
7. V. V. Oxotin dispers gruntlar tasnifini tushuntirib bering.
8. Gilli gruntlarning tarkibi asosidagi tasniflari.
9. Graviyli gruntlarning granulometrik tasnifi.
10. Granulometrik tarkibni yarim logarifmik egri chizig'i orqali tasvirlash.
11. Gruntidagi suvlarning turlari tasnifi.
12. Gruntlarning tabiiy namligi va uni ularning xossalari ga ta'siri.
13. Mustahkam bog'langan va erkin suvlar.
14. Gruntlarning tirik komponentlari.
15. Gruntlardagi gazlarning holati.
16. Gruntlardagi gazlarning tarkibi.

2-BOB. GRUNT KO'P KOMPONENTLI TIZIM

2.1. Grunt komponentlarining o'zaro ta'siri va ularda strukturali bog'lanishlar

Tog' jinsi tarkibidagi hamma strukturali elementlar (mineral donachalar, zarralar va kristallar) o'zaro strukturali bog'lanishga ega. Bu bog'lanishning tavsifi jinslarning asosiy xossalari shakllanishida juda katta ahamiyatga ega. Ayrim mineral donachalari, zarralari va kristallari mustahkamligi ichki kimyoviy bog'lanishga bog'liq bo'lib, yuzlab megapaskal bilan o'lchanuvchi juda yuqori miqdorda bo'lishi mumkin. Shu bilan birgalikda strukturali elementlardan tuzilgan jinsning mustahkamligi sezilarli kam bo'ladi, ayrim dispers sementlashmagan gruntlarda u nolga yaqin bo'lishi ham mumkin. Demak, gruntlarning mustahkamlik xossalari ayrim strukturali elementlarning mustahkamligi bilan belgilanib qolmasdan, ular orasidagi bog'lanishning mustahkamligiga, ya'ni *strukturali bog'lanishiga* bog'liq bo'ladi.

Gruntlarning *strukturali bog'lanishi* deb kimyoviy, fizik, fizik-kimyoviy yoki mexanik tabiatga ega bo'lgan va jinsning shakllanish va keyinchalik o'zgarish davrida elementlarning tutash joylarida hosil bo'lgan strukturali elementlari orasidagi o'zaro tortishish kuchi tushuniladi. Hozirgi vaqtda har xil petrogenetik turdagi gruntlarda strukturali bog'lanishni tavsiflovchi umumiy qonuniyatlar aniqlangan, ular quyidagilardan iborat.

Gruntlarni turli xil petrogenetik turlarida ma'lum tabiatli strukturali bog'lanish asosiysi hisoblanadi: magmatik, metamorfik va sementlashgan cho'kindilarda – asosan kimyoviy bog'lanish; cho'kindi bog'langan dispers gruntlarda – fizik va fizik-kimyoviy bog'lanish; bog'lanmagan dispers gruntlarda – mexanik bog'lanish.

Strukturali bog'lanish energiyasi va mustahkamligi quyidagi qator bo'yicha o'zgaradi: kimyoviy > fizik-kimyoviy > fizik > mexanik.

Litogenezning har xil bosqichlarida ma'lum bir strukturali bog'lanish yuzaga keladi: rivojlanuvchi litogenezda kam mustahkamlikdagi bog'lanish yuqori mustahkamlikka o'tib boradi, regressiv litogenezda aksincha yuqori mustahkamlik kam mustahkamlikka o'tadi.

Strukturali bog'lanish murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida shakllanadi. Ular zichlashtirish jarayonlari, qarish va sinyerezis, shuningdek tabiatda bor bo'lgan birikmalar kondensatsiyasi yoki adsorbsiyalash, shimilish, migratsiya, atrof muhitdagi qandaydir sementlashtiruvchi moddalarning kristallashuvlari ta'sirida hosil bo'ladi. Strukturali bog'lanishning hosil bo'lishi – bu gruntning «geologik hayoti» davomida rivojlanuvchi juda uzoq davom etuvchi tarixiy jarayon hisoblanadi.

Strukturali bog'lanishning tabiati. Strukturali bog'lanishlar mustahkamligi bo'yicha juda xilma xil: oddiy holatlarda sezilmas darajada bo'luvchi va jinsning xossalari juda kam ta'sir qiluvchi juda bo'shdan, kiristall zarralarining mustahkamligi bilan o'lchanuvchi juda yuqori mustahkamlikkacha bo'lishi mumkin. Bu o'zaro ta'sirlar o'zlarining tabiati bo'yicha bir necha turga ajraladilar:

1. Kimyoviy bog'lanish – bu molekula va kristallarning hosil bo'lishiga olib keluvchi atomlarning o'zaro tortishishi (kovalent, ion, metalli va vodorodli bog'lanishlar);

2. Fizik-turli tabiatli fizik maydonda zarralar atrofida o'zaro ta'sirda bo'luvchi bog'lanish (yerni tortish kuchi, elektrostatik, magnit va mexanik kuchlanish maydoni);

3. Fizik-kimyo – har xil fizik-kimyoviy yuza jarayonlari va hodisalari hisobiga zarralarning o'zaro ilashishini keltirib chiqaradigan bog'lanish (molekulyar, ion-elektrostatik, kapillyar);

4. Biogenli bog'lanish – asosan tirik organizmlar ishtirokida bo'ladigan (bioelektrostatik, biokimyoviy, fitogen, zoogen) bog'lanish.

Kimyoviy tabiatli strukturali bog'lanish. Bu turdagi strukturali bog'lanish o'zining tabiatiga qarab minerallarning ichki kristalli bog'lanishiga yaqin turadi. U mineral zarrachalarining bir biri bilan o'zaro tutash joyida yoki zarralar orasidagi bo'shliqni sementlashtiruvchi moddalar bilan to'lishidan yuzaga kelishi mumkin. Bunda sementlashadigan zarraiarining tashqi kristall panjarasi kimyoviy bog'lanish hisobiga mustahkamlanadi.

Kimyoviy bog'lanish strukturali bog'lanishlar ichida eng mustahkami hisoblanadi. Ayrim hollarda (masalan, kvarsitlarda, kristalli ohaktoshlarda) u mustahkamligi bo'yicha kristallar ichidagi kimyoviy bog'lanishdan kam bo'lmaydi. Shuning uchun bunday jinslarda sinish chizig'i mineral zarralarining tutash joyida, shuningdek ularning o'zida ham bo'lishi mumkin.

Kimyoviy strukturali bog'lanish har xil usullar bilan bog'lanadi. Magmatik jinslarda mineral zarralarining o'zi bilan bir vaqtda – magmatik eritmalarning kristallashuvi va qotishi jarayonida; metamorfik jinslarda – ona tog' jinsining qayta kiristallashuvida; sementlashgan cho'kindi jinslarda – eritmalar infiltratsiyasi natijasida va ulardan tuzlarning ajralishida, shuningdek kolloid kremnezyomning yoki temir gidrookisining g'ovaklik fazosida cho'kish, ularning qarishi va zarralar orasidagi tutash joylarning kristallashuvida hosil bo'ladi.

Kimyoviy bog'lanishlar o'zining tabiatiga qarab elektromagnit tavsifli kuchlarni aks ettiradi. Ular atomlarning valentli elektronlari orqali amalga oshiriladi. O'zaro ta'sirda bo'lgan atomlarning elektromanfiylik qiymatiga bog'liq ravishda ular orasida valentli elektronlarning bo'linishi har xil bo'lishi mumkin. Bunda ko'pincha asosiy jins hosil qiluvchi minerallarda ikki xil turdagi kimyoviy bog'lanish hosil bo'ladi: kovalent va ion. Kimyoviy bog'lanishning tavsifli xususiyati, birinchidan o'zaro ta'sirda bo'lgan atomlar orasining yaqin bo'lishi (taxminan $0,5-3,5\text{\AA}$), atomlar orasidagi masofaning oshishi bilan u tez kamayadi; ikkinchidan 1200 kDj/mol ga yetuvchi yuqori energiyadan iborat bo'ladi, buzilishi orqaga qaytmaydigan tavsifga ega.

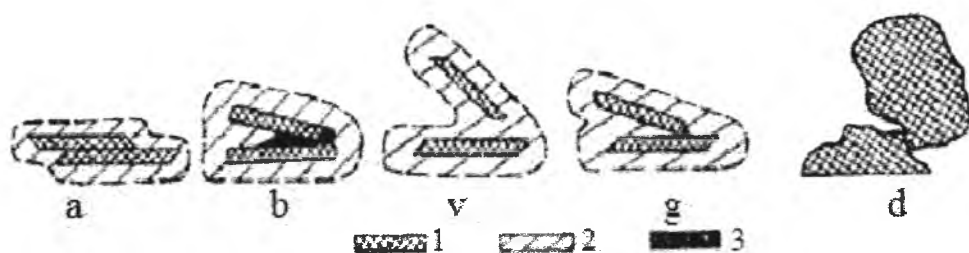
Fizik va fizik-kimyو tabiatli strukturali bog'lanishlar. Nozik dispers sementlashmagan va bo'sh sementlashgan gruntlarda (gilli va lyosli, bo'r va mergel, diatomit va trepel), shuningdek biogen yo'l bilan hosil bo'lgan (torflar) va tuproqlarda strukturali bog'lanishning shakllanishida fizik va fizik-kimyو tabiatli bog'lanishlar katta ahamiyatga ega. Ularning hosil bo'lishi nozik dispers jinslarining qattiq komponentlarining yuqori solishtirma yuzasi va mineral-suv chegarasidagi fizik va fizik-kimyoviy hodisalar bilan bog'liq. Fizik va fizik-kimyو tabiatli kuchlar nozik dispers zarralarning tutash joyida ta'sir qiluvchi bir necha xilli turlarga farqlanadi: molekulyar, elektrostatik, magnit, ion-elektrostatik, kapillyar. Jinslarning umumiy strukturali bog'lanishining shakllanishida keltirilgan har bir kuchning ahamiyati jinslar litifikatsiyasi darajasiga va uning suvga to'yinishiga bog'liq o'zgarishi mumkin. Masalan, gilli cho'kindilarda, bo'sh litifitsirlangan gillar va torflarda asosiysi molekulyar, elektrostatik va magnitli o'zaro ta'sirlar hisoblanadi. Sezilarli litifikatsiyaga uchragan gilli jinslarda, shuningdek lyosslar va tuproqlarda strukturali bog'lanishni belgilovchi ion-elektrostatik va kapillyar kuchlar mavjud bo'ladi.

Mexanik tabiatga ega strukturali bog'lanish. Yuqorida ko'rib o'tilgan fizik va fizik-kimyو tabiatli kuchlar, suvga to'liq yoki qisman to'lgan g'ovakli nozik dispers tizimlarda ta'sir qiladi. Masalan, qumli va yirik donali gruntlarda, keltirilgan kuchlar hisobiga strukturali bog'lanishning samaradorlik yig'indisi sezilarli darajada kamayadi. Shuning uchun bunday jismlar odatda sochiluvchan (bog'lanmagan) tizimga taalluqli bo'ladi. Ularning strukturali bog'lanishi uncha katta emas va toza mexanik tabiati bilan tavsiflanadi. Bunga zarralar yuzasining relyefi mikrobirxil emasligi natijasida yuzaga keladigan o'zaro bog'lanishi xosdir.

Zarrachalar va donalar ilashishining miqdori jinsning zichligiga, uning zarrachalarining tarkibi va qirrasiga bog'liq. Ilashish jins zarralari tarkibining birxil emasligi, yirikligi va mineral tarkibining qirraliligini oshishi bilan oshadi.

Tutash joy ta'sirlari nazariyasi. Tog' jinslarida strukturali bog'lanishning hosil bo'lishi zarraning hamma yuzasining fazalari orasida bo'lmay, faqat ularning eng bir-biriga yaqin kelgan tutash joylarida ro'y beradi. Tutash joylar, odatda, jinslarda eng ko'p bo'shashgan qismi hisoblanadi, shuning uchun tashqi ta'sirda ular birinchi bo'lib buziladi. Natijada tog' jinslarining buzilishga qarshiligi zarralarning tutash joylardagi (ya'ni zarrachaning tutash joydagi hududining mexanik mustahkamligi) ilashish kuchining qiymati va g'ovakli tizmining hajmi ichidagi tutash joylar miqdori bilan belgilanadi.

Hozirgi zamon g'ovakli jismlarning fizik-kimyoviy mexanikasi tasavvuriga asosan (Rebinder), tog' jinslarida o'zining tabiati, hosil bo'lish sharoiti va mustahkamligi bo'yicha bir nechta tutash joylarni ajratish mumkin: 1) fazoviy, 2) sementlashgan, 3) koagulyatsiyali, 4) o'tuvchi (nuqtali) va 5) mexanik (20-rasm).



20-rasm. Gruntning strukturali elementlari orasidagi tutash joylarning asosiy turlari:
a – fazoviy, b – sementlashgan, v – koagulyatsiyali, g – o'tuvchi (nuqtali), d – mexanik. 1 – o'zaro ta'sirlanuvchi zarrachalar, 2 – bog'langan suvlar, 3 – sementlashtiruvchi modda.

Fazoviy tutash joy jinsni tashkil qiluvchi zarralar kristallarining bevosita tutash joylari yuzasida, faqat bog'langan suvlar bo'lganida va ular orasidagi mustahkam kimyoviy bog'lanish (20, a-rasm) hosil bo'lishida shakllanadi. Bunday tutash joyga ko'pchilik magmatik, metamorfik va ayrim cho'kindi jinslar (gipslar, tosh va kaliy tuzi, kristalli ohaktoshlar va dolomitlar) ega bo'ladi. Magmatik va cho'kindi jinslarda fazoviy tutash joyning hosil bo'lishi magmaning sovishi va kristallashuvi yoki jinsning kimyoviy cho'kkan moddasining yeg'ilishi bilan bir vaqtda kechadi. Metamorfik jinslarda fazoviy tutash joylar metamorfizm jarayonida qattiq komponentlarning qayta kristallashuvida shakllanadi. Ik-kala holatda ham muhim fazoviy tutash joy hosil bo'lishiga sababchi omil bo'lib yuqori bosim (kristallashuv, gravitatsion, tektonik) va harorat hisoblanadi. Bunday tutash joylar orasida yuzaga keladigan kristalli jinslarni uzilishga mustahkamligining qiymati, g'ovakligi 1-3% va kristallar o'lchami $2r = 2+3$ mm bo'lganda, 5-10 MPa dan ortiq bo'ladi.

Fazoviy kontaktli jinslarning yuqori mustahkamligidan tashqari buzilishi mo'rt tavsifli, kam eruvchan (tuzlardan tashqari) va yumshoq bo'lishi kuzatiladi.

Sementlashgan tutash joylar ham faqat bog'langan suvlar bo'lganda kuzatiladi va o'zining tabiati bo'yicha fazoviyga o'xshash, ammo ulardan sharoitlari va hosil bo'lish mexanizmi bilan farqlanadi. Bunday turdagi tutash joy ko'pchilik cho'kindi sementlashgan jinslar uchun tavsifli bo'ladi. Sementlashgan tutash joyning hosil bo'lishi jinslarda diagenез va katagenез jarayonida, sirkulyatsiya bo'layotgan eritmada yangi kristalli yoki amorf fazaning ajralib chiqishi (20, b-rasm) hisobiga ro'y beradi.

Sementlashish sharoitining asosiy shartlaridan biri sementlashtiruvchi modda va dispers fazaning zarrasi yuzasi orasidagi kimyoviy muhitdir. Bundan tashqari sement-

lashgan tutash joyni shakllanish jarayonlari har xil fizik-kimyoviy omillari ta'siri yig'indisi: eritmaning to'yinganlik miqdori, jinsning suv o'tkazuvchanligi, fazalar orasidagi erkin energiyaning qiymati, tutash joyli hududda kuchlanishning qiymati bilan nazorat qilinadi.

Sementlashgan tutash joy mustahkamligi 1 MPa dan kam bo'lmagan miqdor bilan baholanadi.

Koagulyatsion tutash joylar nozik dispersli sementlashmagan gil, suglinok, torf, diatomitlar, bo'ning ayrim turlari kabi jinslarda hosil bo'ladi. Bunday tutash joylarda strukturali bog'lanishning hosil bo'lishi bog'langan va o'tuvchi turdagi suvlar bo'lganda, uzoqdan ta'sir qiluvchi molekulyar, ayrim hollarda – elektrostatik va magnitli o'zaro ta'sirlar hisobiga kechadi. Koagulyatsiyali tutash joyning tavsifli xususiyatini asosiy zarralar orasida yupqa, qalinligi berilgan sharoitda (20, v-rasm) tizim erkin energiyasining minimumiga mos keluvchi, muvozanatda bo'lgan bog'langan va o'tuvchi suvning bo'lishidir.

Koagulyatsion va nuqtali tutash joy «bazi-bazi» (21-rasm), «skol-skol» va «bazi-skol» (22-rasm) bo'lishi mumkin.

Hisob ishlari koagulyatsion tutash joyning mustahkamligi nisbatan katta emasligini ko'rsatadi: diametr-lari 1 mkm, oraliq masofasi $h \approx 10^{-7}$ sm bo'lgan ikkita aylanali zarra uchun birlik tutash joyidagi bog'lanish kuchi 10^{-8} N dan oshmaydi. Bunday zarralardan iborat dispers tizimning uziishga mustahkamligi ham 10^4 Pa dan oshmaydi, bu hozirgi zamon il-lari va yosh bo'sh litifitsirlangan gil-larning mustahkamligiga mos keladi.

Koagulyatsion tutash joyning muhim xususiyatlaridan biri buzilish-niing orqaga qaytishining tavsifililigi-dir. Fazoviy va sementliga nisbatan koagulyatsion tutash joylar, ular buzilgandan so'ng qayta tiklanadi-lar. Koagulyatsion tutash joyning bu xususiyati asosida tiksotrop hodisasi yotadi. Kritikdan past yukda koagu-lyatsion tutash joyli g'ovakli jismlar odatdagi plastik xususiyatni, ya'ni butunligi yo'qolmagan qaytmas deformatsiyaga olib keluvchi qovushqoq oquvchanlikni namoyon qiladi.

O'tuvchi tutash joylar qisman degidratlashgan holatda bo'luvchi yoki sezilarli litoge-netik zichlashishga uchragan quruq holdagi bog'langan va bog'lanmagan nozik dispers jinslar (lyosslar ham kiradi) uchun tavsiflidir. Bunda zarraning atrofida bog'langan suv bo'lmasligi yoki yupqa adsorblashgan suv bo'lishi mumkin. Bu sharoitda jinslar orasidagi qatlamning ingichkalanishi va keyinchalik gidrat plyonkasining ayrim ion-elektrostatik va kimyoviy tabiatga ega tutash joyli uchastkalarga ajralishi yuz beradi (20, g-rasm). Tutash joyda qo'shimcha katta miqdordagi bosimni keltirib chiqaruvchi kapillyar kuchlar ko'pincha degidratatsiya davomida zarralarning o'zaro siqilishiga sababchi bo'ladilar.

O'tuvchi tutash joyning muhim xossalari-dan biri – suvga nisbatan ularning turg'un bo'lmasligidir, ya'ni gidratlanish qobiliyati va tashqi bosim olinganda va namlanganda koagulyatsion tutash joyga o'tishidir. O'tuvchi tutash joylarning orqaga qaytish xususiyati,



21-rasm. Gillardagi «bazi-bazi» turdagi (a) kam zichlashtirilgan va (b) zichlashtirilgan koagulyatsion tutash joy.



22-rasm. Gillarda «bazi-skol» (a) va «skol-skol» (b) turdagi koagulyatsionli tutash joy.

ion-elektrostatik bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok etuvchi, almashinuv kationi gidrotatsiyasining yuqori energiyasi bilan bog'liq.

Shunday qilib, ma'lum bir sharoitda ko'rib o'tilayotgan koagulyatsion tutash joy fazoviy turga o'tishi mumkin, bu uni o'tuvchi turdagi tutash joy deb atalishiga sababchi bo'ladi. Hisob ishlari va eksperimental tadqiqotlar o'tuvchi turdagi birlik tutash joy mustahkamligi $10^{-8} - 10^{-6}$ N bo'lishini ko'rsatadi.

Mexanik kontaktli strukturali bog'liqlik nihoyatda kam bo'lgan va toza mexanik tabiatga ega bo'lgan (20, d - rasm) yirik donali va qumli sementlashmagan jinslar uchun tavsifiidir. Bu jinslarda, ayniqsa qumlarda, namlikning ma'lum bir oralig'ida, strukturali bog'lanishni sezilarli darajada oshiruvchi kapillyar kuchlar yuzaga kelishi mumkin. Boshqa qolgan hamma ko'rinishdagi bog'lanishlar (molekulyar, ion-elektrostatik) bunday jinslarda uncha katta ahamiyatga ega emas.

Mexanik tutash joyning hosil bo'lishi minerallar va jinslarning yirik donalarining o'zaro tutashgan joyida kuzatiladi. Bunda strukturali elementlarning o'zaro siqilishi gravitatsiya kuchlari hisobiga amalga oshiriladi va kimyoviy tabiatli kontakt bog'lanishning hosil qilish uchun yetarli bo'lmaydi. Bunday tutash joylarda qisman bog'lanishni hosil bo'lishi tutash joyda bo'lgan yuzalarning noravonligi sababidandir, u strukturali elementlarning yuzasi mikrorelyefi qancha noravon va siquvchi kuch yuqori bo'lsa shuncha katta bo'ladi. Yuzasi silliq bo'lgan zarralar orasida mexanik bog'liqlik bo'lmaydi.

Mexanik tutash joyining birlikka to'g'ri keluvchi buzilish yuzasida (strukturali elementlarning o'lchami kattaligi uchun) mustahkamligi pastligi va ular miqdorining kamligi natijasida jinsning uzilishga mustahkamligi bunday kontaktlarda MPa ni yuzdan va mingdan bir bo'lagiga teng bo'ladi. Shuning uchun tabiiy sharoitda donador bog'lanmagan gruntlar o'zini sochiluvchan jismlardek tutadi.

2.2. Gruntlarning strukturasi va teksturasi

Gruntlarning strukturasi va teksturasini aks ettiruvchi komponentli tarkibi, grunt elementlari o'lchami va morfologik xususiyati, ularning fazoda joylashishi va o'zaro ta'siri jinslarning umumiy tavsifini belgilaydi.

Struktura va tekstura jinslar tarkibi va hosil bo'lish sharoiti bilan uzviy bog'lanishda bo'ladi va ularning asosiy genetik alomati hisoblanadi. Shu bilan birgalikda strukturaviy va teksturaviy xususiyati – ularning fizik va fizik-mexanik xossalarini belgilovchi jinslarning asosiy sifatidir. Shuning uchun, tog' jinslarini muhandis-geologik maqsadlarda o'rganishda tabiiy obyekt sifatida jinslarning asosiy sifati va uni xossalari o'rtasida struktura va teksturani aniqlash asosiy vazifa kabi ko'riladi.

«Struktura» va «tekstura» atamaları juda yaqin tushunchalardir. Lotin tilidan «struktura»ni tarjima qilinganda – bu tuzilish, joylashish, tarkibi, qurilish, «tekstura» – mato, birikish, bog'lanish ma'nosini beradi.

Gruntlarning strukturasi. Gruntshunoslikda *gruntlarning strukturasi deb uning elementlarini (ayrim donachalar, zarrachalar, agregatlar, tolalar) o'lchami, shakli, yuzasini tavsifi, miqdoriy nisbati va ularning bir biriga o'zaro bog'liqligi tushunuladi.* Strukturali elementlarning o'zaro ta'siri gruntida bo'lgan suyuq, tirik va ayrim hollarda gazsimon komponentlarga bog'liq bo'ladi, bunday yondashuvda struktura gruntning ko'p komponentli tizimi ekanligining alomati hisoblanadi.

Tog' jinslarining strukturali elementlari o'lchami – asosiy alomatlaridan biri – keng qamrovda o'zgarishini ta'kidlash joiz. Masalan, yirik donali tog' jinslarida donacha-

lari o'Ichami o'nlab santimetrغا, qumli, magmatik (intruziv) va metamorfik jinslarda ular millimetrni yuzdan bir ulishidan bir necha millimetrgacha, nozik dispers cho'kindi jinslarda – millimetrning mingdan bir ulishiga yetadi. Strukturali alomatlarining masshtabiga bog'liq ravishda jinslar strukturasi ko'z bilan chamalab (ochilmalarda va jinslar namunalarida) yoki optik va elektron mikroskoplarda (shlif va anshliflarda) o'rganiladi. Ikkila holatda ham «struktura» atamasi *makrostruktura* va *mikrostruktura* tushunchasiga mos ravishda foydalaniladi.

Gruntlar orasida tavsifli bo'lgan strukturaning bir necha xil turini ajratish mumkin: kristallashgan, sementlashgan, koagulyatsiyalashgan, o'tuvchi, aralash va bog'lanmagan (sochiluvchi).

Asosiysi fazoviy tutash joy bo'lgan gruntlar uchun *kristallashgan struktura* tavsifli bo'ladi. Bunday gruntlar toifasiga ko'pchilik magmatik va metamorfik jinslar, shuningdek xemogen kristallash yo'li bilan hosil bo'lgan (tuzlar, ohaktoshlar, dolomitlar)lar kiradi.

Asosiysi sementlashgan tutash joy bo'lgan cho'kindi sementlashgan gruntlar uchun *sementlashgan yoki kondensatsion-kristallashgan struktura* tavsifli bo'ladi. Bularga ko'pchilik konglomeratlar, brekchiya, qumtoshlar, alevrolitlar, mergelning mustahkam turi, karbonatli gillar, opoka, ayrim ohaktoshlar va boshqalar taalluqliydir.

Koagulyatsion struktura koagulyatsion tutash joy turidagi yotqiziqlarda: illarda, bo'sh litifitsirlangan gilli gruntlarda, tuproqlarda, torlarda keng tarqalgan.

O'tuvchi tutash joy asosiysi bo'lgan gruntlar uchun *o'tuvchi struktura* tavsifli bo'ladi. Bunday jinslar tarkibiga bo'sh litifitsirlangan suvga to'yingan gillar, shuningdek litifikatsiyaning har qanday turidagi degidratlashgan gilli cho'kindilar, lyosslar va tuproqlarning ayrim turlari kiradi.

Har xil turdagi tutash joylar bir vaqtda bo'lgan jinslar uchun *aralash (koagulyatsion-sementlashgan yoki koagulyatsion-kristallashgan) struktura* tavsiflidir. Bunday jinslar qatoriga zich, kuchli litifitsirlangan gillar, toshsimon lyosslar, mergellarning ayrim turlari, bo'r, diatomitlar, trepel, gilli sementlar bilan birgalikda qisman qumtoshlar va boshqalar kiradi.

Bog'lanmagan (sochiluvchan) strukturalar – mexanik tutash joyi hisobiga kam bog'lanishga ega bo'lgan strukturalar taalluqlidir. Bunday struktura turiga yirik donali (gilli to'ldiruvchisiz) va qumli gruntlar kiradi.

Gruntlar teksturasi deb ularning strukturali elementlarining fazoda nisbatan joylashishi va bo'linishini tavsiflovchi alomatlarning umumlashgani tushuniladi.

Tekstura strukturaga o'xshab jinsning tarkibi va hosil bo'lish sharoiti bilan juda yaxshi bog'langan. Masalan, magmatik jinslar teksturasi magma eritmalarini keyinchalik har xil sovish sharoitida hosil bo'lgan shakli bilan tasiflanadi. Bu yerda eng ko'p tarqalgani bir xil (massivli) va har xil (sharli, flyuidal, shlakli va boshqalar) teksturalardir.

Metamorfik jinslarning teksturasi massivli va slanesli ko'rinishlilarga bo'linadi. Slanesli-lar orasida eng ko'p tarqalgan tekstura turlari yupqa parallellilar, to'lqinsimon (poychatli), yo'lakchasimon, holli, oynakli va boshqalar. Massivli tekstura eng ko'p mramorda, kvarsitda va shoh aldamchisida uchraydi. Yupqa parallelli va holli – metamorfikli slaneslarda, to'lqinsimon va oynakli – gneyslarda uchraydi. Keltirilgan metamorfikli teksturalar bilan, shuningdek, ona jinsi teksturali xususiyatini saqlab qolgan reliktli, masalan, qatlamli cho'kindi jinslar uchraydi.

Cho'kindi jinslar ichida massivli (qatlamsiz) va qatlamli teksturalar ajralib turadi. Eng ko'p tarqalgani qatlamli, jins tarkibida qatlam va qatlamchalari borligi bilan tavsiflanadigan, tarkibi, strukturasi, rangi va boshqalar bilan ajralib turadigan teksturalardir. Teksturalar qatlamli tavsifi bo'yicha parallel qatlamli, egri qatlamli, linzasimonlarga bo'linadi. Ular orasida qatlamining qalinligi bo'yicha yirik-, nozik- va mikroqatlamli teksturalar ajratiladi.

Umuman olganda jinsning qalinligini tavsiflovchi teksturali alomatlariga, shuningdek, magmatik jinslarning birlamchi alohida ko'rinishlari va ularni tarkibidagi yoriqliklari taalluqlidir. Bu jinslarning birlamchi alohida ko'rinishi sovuvchi magmatik massada kristallashayotgan cho'zuvchi kuchlanish ta'sirida yuzaga keladi. Ustunli, plitasimon, matritsali va boshqa bir necha xil teksturaning hosil bo'lishi ular kabitdir.

Gruntlarda bo'shliqlar. Gruntlarning eng kerakli struktura-teksturali tavsiflaridan biri, grunt hajmini qattiq komponentlar bilan to'ldirish darajasini belgilovchi tavsif, undagi bo'shliqlardir. Tog' jinslarida uchrovchi bo'shliqlar o'zining ko'rinishiga qarab g'ovakli va yoriqliklar ko'rinishida bo'ladilar.

Avvalgi bo'limlarda gruntning ko'p komponentli tizim ekanligi ta'kidalgan, uning hajmi (V_{tot}): 1) mineral qismining hajmidan (V_{sk}); 2) suyuq komponentning hajmi – g'ovaklikdagi eritmalaridan (V_w); 3) gaz fazasini hajmi – g'ovaklikdagi havodan (V_g); 3) tirik organizmlar hajmidan (V_b) iborat bo'ladi. Shu bilan birgalikda grunttdagi g'ovakliklarning hajmi uni to'ldiruvchilarining hajmiga teng bo'ladi:

$$V_n = V_w + V_g + V_b \quad (9)$$

G'ovaklik ko'rinishidagi bo'shliqlar. Hamma gruntlar g'ovaklik tuzilmasiga egalar. Gruntlar tarkibidagi strukturali elementlar, bir biriga zich joylashmaganda, har xil qiymatli oraliq hosil qiladi, ularning hajmini yeg'indisi jinslarni g'ovaklik ko'rinishidagi bo'shlig'ini tavsiflaydi. Gruntlarning g'ovaklik ko'rinishidagi bo'shlig'i ikkita ko'rsatkich bilan tavsiflanadi – g'ovakligi va g'ovaklik koeffitsiyenti. Gruntlarning g'ovakligi (n) tog' jinsidagi bo'shliqlarni (g'ovakliklarni) hajmini uning umumiy hajmiga nisbatiga teng bo'ladi. G'ovaklik koeffitsiyenti (e) bo'shliqlarning (g'ovakliklar) hajmini uning qattiq komponentlari hajmiga nisbati sifatida aniqlanadi. G'ovaklik odatda foizlarda, g'ovaklik koeffitsiyenti – birlikning uiushlarida ifodalanadi.

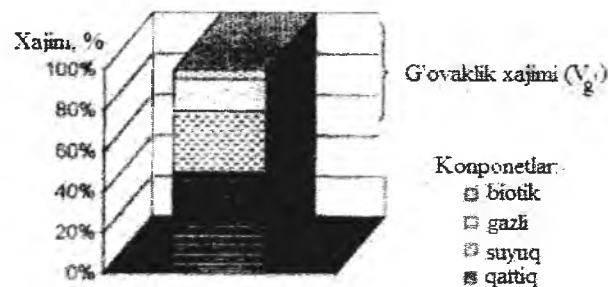
G'ovaklik va g'ovaklik koeffitsiyentini gruntning qattiq zarralarini zichligi (ρ_s) va grunt skeletining zichligi (ρ_d) bo'yicha hisoblab chiqish mumkin:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \quad \text{va} \quad e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} \quad (10)$$

n va e o'zaro quyidagi nisbatlar bilan bog'langanlar

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad \text{va} \quad e = \frac{n}{1 - n} \quad (11)$$

Grunt tarkibidagi qattiq mineral zarrasi, suv, gaz tirik organizmlarning nisbati turli xil bo'ladi. Masalan, 23-rasmda g'ovaklikning hajmi 50% (mos ravishda g'ovakligi 50% va g'ovaklik koeffitsiyenti 1), uni 30% – suvdan, 15% – gazdan, 5% – tirik organizmdan iborat.



23-rasm. Grunt komponentlarining nisbati.

Tog' jinslarining g'ovakligi tavsiflari bo'yicha ochiq, yopiq va umumiyliklarga bo'linadi. Agar g'ovaklik bir biri va atmosfera bilan bog'lanmagan g'ovakliklardan iborat bo'lsa yopiq holatda deb ataladi. Ochiq g'ovaklikda bunday bog'lanish bo'lmaydi. Ochiq

va yopiq g'ovakliklarning umumiy yeg'indisi gruntlarning umumiy g'ovakligi deb ataladi. Ular quyidagilardan iborat bo'ladilar:

- 1) *kristallar orasidagi* (zarralar orasidagi) kristalli zarrali jinslarning g'ovakligi (magmatik, metamorfik va cho'kindi sementlashgan jinslarning bir qismi);
- 2) *granulalar orasidagi* – qumli va yirik donali jinslarga xos bo'lgan g'ovaklik;
- 3) *granulalar ichida* – mineral tarkibining (tog' jinsining donalari, o'simlik va hayvonlarning qoldiqlari skeleti, mineral zarralar) g'ovakligi;
- 4) *agregatlar orasidagi* - gilli gruntlarda ko'p uchraydigan mineral zarralarining agregatlari orasida uchraydigan g'ovaklik;
- 5) *agregatlar ichida* – agregatlar tashkil topgan birlamchi zarralar orasidagi g'ovaklik;
- 6) *ishqorlanish g'ovakligi* – ohaktosh, dolomit va gipsning ilma-teshikligi, kovakligi;
- 7) *sharsimon* – ko'pchilik effuziv jinslar uchun taalluqli bo'lgan g'ovaklik;
- 8) makrog'ovaklik – lyossimon jinslar uchun taalluqli bo'lgan.

Jinslardagi hamma g'ovakliklarning o'lchamlari kattaligiga, genetik taalluqliligiga va ularda suvning harakatlanishi tavsifiga nisbatan Ye.M.Sergeyev bo'yicha quyidagicha bo'lish mumkin: makro (>1 mm), mezo (1-0,01 mm)-, mikro (10-0,1 mkm)- va ultrakapillyarlar (<0,1 mkm) (10-jadval, 24-rasm).

10-jadval

O'lchami bo'yicha g'ovakliklarning taqsimlanishi

G'ovaklik nomi	G'ovaklik o'lchami	G'ovaklikning genetik taalluqligi	G'ovaklikda suvning harakati	Qanday jinslarda bo'lishi
Makro-g'ovaklik	> 1 mkm	Granulalar orasida, puffaksimon, ishqorlanish	Gravitatsiya suvining erkin harakati; suvning kapillyarlardan ko'tarilishi amalda kuzatilmaydi	Yirikdonali, biogenli, effuzivli
Mezo-g'ovaklik	1-0,01 mm	Granulalar, kristallar, agregatlar orasida	Gravitatsiya suvining harakati ma'lum gradiyent bo'lganda kuzatiladi; kapillyar ko'tariish kam balandlikka tez yetadi	Gumli, lyosli, biogen, ayrim effuzivlarda
Mikro-g'ovaklik	10-0,1 mkm	Agregatlar, granulalar ichida, qisman agregatlar orasida	Suv kapillyarlardan katta balandlikka sekin ko'tariladi; gravitatsiya suvlarining harakati gradiyent katta bosimli bo'lganda bo'ladi.	Gillar, organo-kimyoviy, ayrim sementlashgan donador
Ultra-kapillyar g'ovaklik	< 0,1 mkm	Agregatlar, granulalar ichida	Gravitatsiya va kapillyar suvining harakati bo'lmaydi; g'ovakliklar bog'langan suv bilan to'lgan	Gilli

Yoriqlik ko'rinishidagi g'ovaklik. Arim hollarda jinslarning umumiy g'ovakligini baholashda ularning tarkibidagi yoriqliklar hisobga olmasdan amalga oshirib bo'lmaydi. Ko'pchilik jinslar, ayniqsa magmatik va metamorfiklar, g'ovaklik 1-5% bo'lganda yoriqlik g'ovakligi 10-20% ga yetishi mumkin.

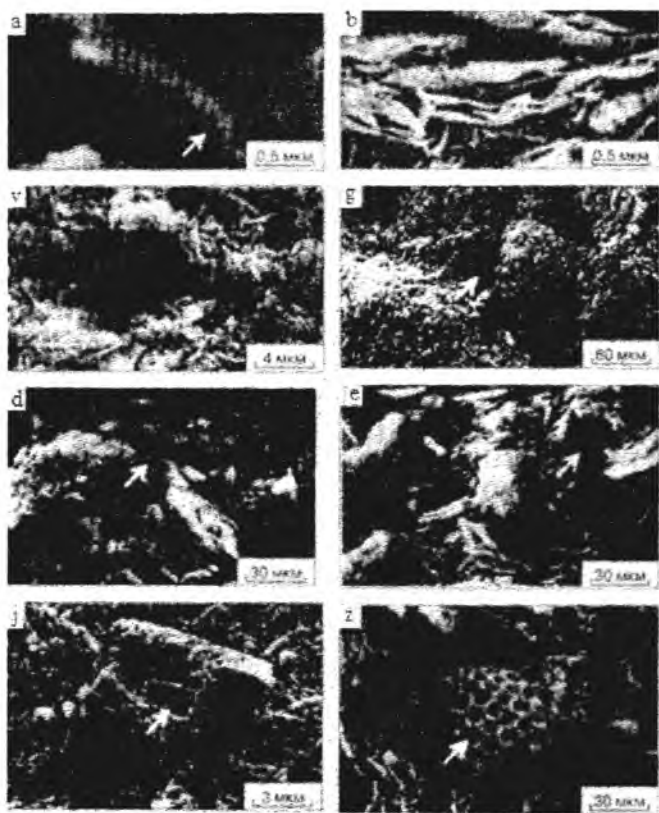
Yoriqliklar kengligi bo'yicha quyidagicha bo'lishi mumkin: nozik (< 1 mm), mayda (1-5 mm), o'rtacha (5-20 mm), yirik (20-100 mm) va juda yirik (> 100 mm).

Genetik alomatlariga qarab yoriqliklarni bir necha turga bo'lish mumkin.

1. Litogenetik – tog' jinsining hosil bo'lishida shakllanadi, masalan, magma eritmasining qotishida, metamorfizmida, cho'kindilarning qayta shakllanishida.

2. Tektonik – jinslarning tektonik deformatsiyalanishi, siqilish va ezilishida hosil bo'ladi.

3. Ekzogen – jinslarning nurashida, ko'chkilar yuz berishida karstli g'orlarni hosil bo'lishida yuzaga keladi.



24-rasm. Gilli gruntlarda g'ovaklikning shakli: a – zarralararo; b – ultramikroagregatlararo; v – mikroagregatlararo; g – agregatlararo; d – zarralararo; e – mikroagregat-zarralararo; j – zarralar ichida; z – biogen yo'li bilan hosil bo'lgan g'ovaklik.

Takrorlash uchun savollar:

1. Gruntlarning strukturali bog'lanishi deb nimaga aytiladi ?
2. Qanday bog'lanish turlarini bilasiz ?
3. Kimyoviy tabiatli strukturali bog'lanish.
4. Fizik va fizik-kimyoviy tabiatli strukturali bog'lanishlar.
5. Mexanik tabiatga ega strukturali bog'lanish.
6. «Struktura» va «tekstura» atamaları nimani bildiradi ?
7. Strukturaning turlari.
8. «Makrostruktura» va «makrotekstura» atamaları nimani bildiradi ?
9. Strukturaviy bog'lanishlar va ularning grunt strukturasiga ta'siri qanday bo'ladi ?
10. Molekulyar va molekulyar-ion-elektrostatik bog'lanish nima ?
11. Gruntlarda bo'shliqlar va ularning grunt mustahkamligiga ta'siri.
12. G'ovakliklarning turlari.

3-BOB. GRUNTLARNING XOSSALARI

Gruntlarning xossalari deb boshqa gruntlar (jismlar) bilan o'xshashligi yoki farqini bildiruvchi xususiyatlari va ularni yoki har xil maydonlar va moddalarning (masalan, rangi, plastikligi, mustahkamligi, elektro'tkazuvchanligi va boshqalar) ta'siri bo'lganda yuzaga chiquvchi omillar tushuniladi. Amalda gruntlarning juda ko'p xossalari mavjud. Gruntlarning xossalari o'zining tabiatiga qarab kimyoviy, fizik-kimyoviy, fizik va biotk sinflarga bo'linadi. Gruntlarning kimyoviy xossalari ularda kechadigan kimyoviy jarayonlarni tavsiflaydi; fizik-kimyoviy – gruntlarda molekulyar va mikro sathda ro'y beradigan, har xil yuza hodisalari va fizik-kimyoviy jarayonlarni tavsiflaydi, ammo hech qanday kimyoviy almashinuv hodisasi ro'y bermaydi. Gruntlarning fizik xossalari ularga har xil maydonlarni: gravitatsiya, issiqlik, elektr, magnit, gidrodinamtik, ayerodinamik, radiatsiya, mexanik va boshqalar ta'siri bo'lganda yuzaga chiqadi. Gruntlarning biotik xossalari tirik organizm ishtirokida bo'ladigan jarayonlarni o'zida aks ettiradi.

3.1 Gruntlarning kimyoviy va fizik-kimyoviy xossalari

Gruntlarning kimyoviy xossalari unda bo'ladigan kimyoviy o'zgarishlarni, har xil moddalar bilan o'zaro kimyoviy ta'sirda o'zaro ishtirok etish qobiliyatini o'zida aks ettiradi. Ular grunda kechadigan kimyoviy reaksiyalarda, gruntlarning yerishida, kimyoviy yutilish qobiliyatida, gruntlarning kimyoviy faolligida bilinadi.

Gruntlarning eruvchanligi. Gruntlarning eruvchanligi deganda ularning tabiiy suv yoki boshqa eritmalar ta'sirida erish qobiliyati tushuniladi. Erish jarayonida dipol tuzilishga ega bo'lgan suv molekullari minerallarning kristall panjarasini buzadi. Bunda panjaradagi ionlar suvga o'tadi va suvli eritmani hosil qiladi. Erish va keyinchalik gruntning qattiq komponentlari tarkibiga kiruvchi moddalarning chiqib ketishi natijasida uning holati va xossasi o'zgaradi, shuningdek massivda har xil o'lchamdagi g'ovaklik hosil bo'ladi.

Gruntlarning erishi har xil yo'l bilan kechadi. *To'g'ridan to'g'ri erish* g'ovakliklar yoki yoriqliklarda bo'lgan suvlar (yoki boshqa har qanday eritma), berilgan sharoitda grunt tarkibidagi mineral bilan o'zaro ta'sirlanishida rivojlanadi. Yer osti suvlarining oqish tezligi oshishi bilan u oshadi. *Diffuziyali erish* (ishqor yuvilishi) to'g'ridan to'g'ri yerishga nisbatan farqli ravishda harakatlanuvchi suv oqimining minerallarning erishiga ta'siri bilan bog'liq emas. U grunt massivining har xil maydonida, ionlarning g'ovaklik eritmasida konsentratsiyaning farqlari ta'sirida, o'z-o'zidan harakatlanib, gruntning qattiq qismini va g'ovaklikdagi suvlar tarkibini o'zgarishga olib kelishi tushuniladi.

Juda kam suv o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan va tarkibida ko'p miqdorda bog'langan va immobilizatsiya suvlari bo'lgan gilli gruntlarda diffuziya erish jarayoni muhim ahamiyatga ega. Ularda g'ovaklik eritmasi filtratsiyasida erigan moddalarning, ko'pincha diffuziyaga nisbatan ancha kichik bo'lgan ko'chishini o'lchash mumkin. Qumli, yirik donali gruntlarda va qattiq kristalli bog'langan yorilgan gruntlarda, suv o'tkazuvchanligi kam bo'lgan, suvda eruvchi komponentlarning to'g'ridan-to'g'ri erishi va ularning filtratsiya yo'li bilan ko'chishi asosiy omil hisoblanadi.

Gruntlarning eruvchanligi ularning kimyoviy-mineral tarkibi va strukturali xususiyati, erituvchini eritish qobiliyati (yer usti va osti yoki boshqa erituvchilar), shuningdek termodinamik sharoiti bilan belgilanadi. Hamma turdagi gruntlar kimyoviy-mineral xususiyati va tog' jinsini tashkil qiluvchi elementlar orasidagi bog'liqlik tavsifiga bog'liq holda eriydi. Mutlaq erimaydigan gruntlar uchramaydi. Ammo amaliyot nuqtai nazaridan karbonatlar

(ohaktosh, dolomit, bo'r), sulfatlar (gips, angidrid) va galoidlarni (galit, silvin, silvinit, karnallit), shuningdek boshqa turdagi jinslar (marmar, sho'rlangan gilli va lyossimon jinslar va boshqalar) tarkibiga kiruvchi galit, gips, kalsit va ularga yaqin minerallar erishi katta qiziqish uyg'otadi.

O'tkazilgan eksperimentlar natijalarining ko'rsatishicha erituvchining kiristali panjarasi enyergiyasi va dielektrik xossalari mineral va gruntlarning erishini belgilovchi muhim omil hisoblanadi, ammo ular yakkayu yagona omil hisoblanmaydilar. Galoidlar, sulfatlar va karbonatlarning eruvchanligi quyidagilarga bog'liq bo'ladi: a) tog' jinsi tuzilgan mineralning o'lchamiga; b) aralashmalarning borligiga; v) xarorat va bosimga; g) tabiiy suvlarning kimyoviy tarkibi va ulardagi karbonat kislotasiga (Sokolov).

Ma'lumki amalda erimaydigan gruntlar bo'lmaydi. Ayrim mineral va moddalarning suvda harorati 20°C bo'lganda eruvchanligi 11-jadvalda keltirilgan.

Gruntlarning strukturali-teksturali xossasi eruvchanligiga ikki xil ta'sir qiladi. Birinchidan, ularning tarkibidagi minerallarni o'lchami kichiklashishi bilan eruvchanligi oshadi: jinslarni yirik donali yoki yirik kristalli turlari mayda donaliligiga nisbatan sekin eriydi, chunki ularning erish yuzasi kichik hisoblanadi. Ikkinchidan, gruntning eruvchanligi uning kristal-

11-jadval

Ayrim minerallarning suvda eruvchanligi

Erish darajasi	Mineral	Eruvchanligi, g/l
Yengil eruvchan (>2 g/l)	CaCl ₂	745
	MgCl ₂	545
	NaCl	360
	KCl	340
	Na ₂ CO ₃	215
	Na ₂ SO ₄	194
Bo'sh eruvchan (2-0,1 g/l)	K ₂ SO ₄	111
	CaSO ₄	2,0
	MgCO ₃	0,27
	ZnCO ₃	0,20
Qiyin eruvchan (0,1-0,0001 g/l)	SrSO ₄	0,11
	CaCO ₃	0,00694
	SrCO ₃	0,00591
Amalda erimaydigan (<0,0001 g/l)	Fe(OH) ₂	0,00045
	Sulfidlar	-
	Tug'ma metallar	-
	Silikatlar	-
	Gilli minerallar	-

12-jadval

Cho'kindi sementlashgan gruntlarning eruvchanligi

Gruntlar	Eruvchanligi, g/l
Erimaydigan	0,01 kam
Qiyin eriydigan	0,01-1
O'rtacha eriydigan	1-10
Yengil eriydigan	10 katta

lashgan-sementlashgan strukturali bog'lanishiga bog'liq bo'ladi, chunki zarraning (bo'lar, dona) tutash joyidagi sement zarraga nisbat yuqori eruvchanlikka ega. Bu xususiyat dispers gruntlariga, xususan lyossilarga xosdir. ShNK 2.02.01-1997ga asosan cho'kindi sementlashgan gruntlar eruvchanlik darajasiga nisbatan bir necha turlarga bo'linadi (12-jadval).

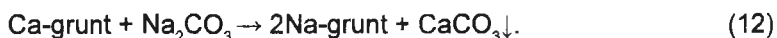
Gruntlarning kimyoviy yutilish qobiliyati.

Bu turdagi yutilish qobiliyati grunt va filtrlanayotgan eritmaning o'zaro ta'sir jarayonida qiyin eriydigan yoki erimaydigan birikmalarning hosil bo'lishiga asoslangan. Bunda hosil bo'lgan material cho'kindiga tushadi va gruntning qattiq komponenti bilan aralashadi, ayrim hollarda uni mustahkam sementlaydi.

Gruntlarning kimyoviy yutilish qobiliyati deb qattiq, suyuq va gaz fazalari orasida o'zaro kimyoviy ta'sir ostida kechadigan jarayonlar natijasida qiyin eriydigan tuzlarning hosil bo'lishi tushuniladi. Gruntlarda "kimyoviy yutilish" bir necha yo'l bilan amalga oshadi. Birinchidan, gruntning o'zini qattiq, suyuq va gaz komponentlari va unga qo'shiluvchi suyuq va gaz komponentlari orasida kechadigan to'g'ridan-to'g'ri kimyoviy reaksiyalar natijasida qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladi. Masalan, agar tarkibida CaCl₂ yoki CaSO₄ bo'lgan gruntga fosfor-natriy nordon eritmasi qo'shilsa, kimyoviy reaksiyalar natijasida cho'kindiga tushuvchi juda qiyin eriydigan Ca₃(PO₄)₂ hosil bo'ladi.

Ikkinchidan, kimyoviy yutilish ionli almashinuv reaksiyasi natijasida ham ro'y beradi. Bun-

da g'ovaklikdagi eritmaga siqib chiqariluvchi ionlar eritmadagi tuzlar bilan reaksiyaga kirishib qiyin eriydigan birikma hosil qiladi. Masalan:



Uchinchidan, kimyoviy yutilish kimyo sorbsiya natijasida ham hosil bo'lishi mumkin. Kimyosorbsiya adsorbsiyaning bir turi bo'lib, adsorbent va adsorbatlar orasida kechadigan kimyoviy reaksiya natijasida qiyin eriydigan birkmaning hosil bo'lishidir.

Gruntlarning tarkibida kislotali, asosli va amfoter xossasini namoyon qiluvchi birikmali komponentlar mavjud bo'ladi. Hamma gruntlar ma'lum bir *kislotali-asosli* tavsifga (rN) ega bo'ladilar. Ular 3,0-3,5 dan (botqoqlik tuproqlari) 8,0-9,0 gacha (solons va solonchak) bo'ladilar.

Gruntlarning kimyoviy agressivligi. Gruntlarning keng ma'noda *agressivligi* deb tabiiy-texnogen tizimning har xil komponentlariga negativ ta'sir qiluvchi xossasi, ya'ni muhandis inshootlari qurilish materiallarini (poydevori, metall konstruksiyasi) buzilishga olib keluvchi kimyoviy va fizik-kimyoviy ta'siri tushuniladi. Nam gruntlarning kimyoviy agressivligi suyuq komponentning tarkibiga, erituvchi tuzlarga va ularning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Gruntlarning betonga agressivligi har xil ko'rinishda va turli yo'llar bilan kechishi mumkin.

Gruntlarning adsorbsion xossalari. Dispers gruntlarning orasidan har xil suyuqlik yoki gazli aralashmalar o'tganda ularning tarkibida bo'lgan moddalar qisman ushlanib qoladi. Natijada bu eritmalar yoki gazli aralashmalardan ayrim ionlar, molekulalar, kolloidlar yoki gil zarralari dispers gruntlari ichida yutiladi. Gruntlarning bu xossalari *yutilish* yoki *adsorbsiya* qobiliyati deb ataladi.

Yutilish murakkab tabiatga ega va odatda bir nechta birgalikda kechadigan jarayonlardan iborat, natijada gruntlarning tarkibi, strukturasi va xossasi o'zgaradi. K.K.Gedroys yutilish qobiliyatini beshta turga ajratishni taklif qiladi: mexanik, fizik, fizik-kimyoviy, kimyoviy va biologik. Gruntlarning fizik-kimyo yutilish qobiliyati almashinuvchandir. Qolgan to'rt xil adsorbsion qobiliyatli tabiati boshqachadir: bu hollarda eritmalarini gruntlar bilan ta'sirlanganda birinchisida bir qancha moddalar yutiladi, ammo bu yutilish almashinuv reaksiyasi bilan birgalikda bo'lmaydi.

Gruntlarning mexanik yutilish qobiliyatida har qanday g'ovak jism kabi gruntlar orasidan filtrlanayotgan suvdagi zarralarning ushlab qolinish qobiliyati tushuniladi. Har bir grunt uchun zarralarning chegaraviy o'lchami bo'ladi, undan kattasi grunt qatlami orasidan o'ta olmaydi. O'lchami kichik bo'lgan zarralarning bir qismi filtrlanadi, ayrim qismi gruntida quyidagi sabablar natijasida ushlanib qoladi: 1) g'ovaklikning bo'linganligi; 2) ularning noto'g'ri, xilma xil shakllari; 3) mayda zarralarda molekulyar tortish kuchining borligi, qiymati ularning diametri kamayishi bilan oshadi. Oxirgi holatda mexanik yutilish bilan fizik yutilish qobiliyatining birorta turi uyg'unlashadi.

Gruntlarning fizik yutilish qobiliyati. Bu turdagi yutilish gruntlarning suvli eritma yoki suspenziyadan, ular va grunt zarralari orasida hosil bo'lgan qandaydir moddalarning molekulyar o'zaro ta'sirlari yordamida yutilishini aks ettiradi. Bunda yutilayotgan modda va grunt zarralari orasida kimyoviy o'zaro ta'sir bo'lmaydi.

Nam grunt dispers tizim bo'lib, tarkibida erigan tuzlari bo'lgan suvni disperslangan muhit, qattiq mineral va organik zarralarni – dispers faza deb qarash mumkin.

Dispers yutilish jarayonida dispers faza faqat molekulalarni adsorblab qolmasdan, eritmadan kislotali va ishqorli ionlarni ham yutadi. Bunday turdagi yutilish *gidrolitli* adsorbsiya deb ataladi. Jarayonlar davomida grunt ishqorni yoki anionlarni adsorblashi natijasida gidrolit kislotalar yoki gidrolit ishqorlar hosil bo'ladi.

Grunt yuzasining energiyasi qiymati uning qattiq komponentlarining umumiy yuzasini, shundan kelib chiqib grunt kolloidlari miqdorini ham belgilaydi. K.K.Gedroys hisoblariga ko'ra, grunt og'irligining 1% ni tashkil qiluvchi o'lchami 0,1 mkm dan kichik bo'lgan zarralarning yuzasi, qolgan 99% har xil granulometrik elementlarning yuzasiga teng. Suglinkali va gilli gruntlarda kolloidlar miqdori odatda 1% dan oshadi, ayrim hollarda 75% gacha yetishi mumkin. Shuning uchun grunt yuzasining energiyasi ulardagi kolloidlar miqdori bilan ko'p hollarda belgilanadi. U kolloidlar grunt tizimida koagulyatsiya natijasida birdan kamayadi.

Gruntlarning fizik-kimyoviy yutilish qobiliyati. Gruntlarning fizik-kimyoviy almashinuv qobiliyati mazmuni ular birorta moddaning eritmasi bilan o'zaro ta'sirda bo'lganda ayrim ionlar eritma tarkibidan yo'qoladi, ularning o'rniga eritmada ularga ekvivalent miqdorda boshqasi hosil bo'ladi deb tushuniladi. Masalan, CaCl_2 eritmasi bilan gilli grunt o'zaro ta'sirlanganda eritmadan kalsiy ionining bir qismi yo'qoladi. Ammo eritmani tahlil qilganda boshqa ionlar, masalan yo'qolgan Ca^{2+} miqdoriga ekvivalent bo'lgan Mg^{2+} , Na^+ yoki K^+ yeg'indisi hosil bo'lganiga uengil ishonish mumkin. Eritmada, grunt bilan o'zaro ta'sirlanganda, hosil bo'lgan ionlarni miqdori, birinchi galda eritmadan ketgan ionlarning miqdoridan kam bo'lgandek ko'rinishi mumkin. Ammo bunda, har doim eritmaning rN qiymati doimo kamayadi, bu uning kislotaliligi oshganini ko'rsatadi, ya'ni unda N^+ ion konsentratsiyasi oshadi. Agar eritmada N^+ ion konsentratsiyasi va boshqa aniqlangan ionlarni yeg'indisining o'zgarishi hisobga olinsa, eritma va grunt orasidagi ion almashinuv reaksiyasi ekvivalent miqdorda bo'lgani kelib chiqadi.

Gruntlarning fizik-kimyoviy almashinish qobiliyati uning dispersligi bilan aniqlanadi: gruntning disperslik darajasi qancha yuqori bo'lsa, uning almashinuv qobiliyati shuncha yuqori bo'ladi. K.K.Gedroys tushunchasiga asosan, gruntlarning almashinuv qobiliyati kolloid zarralarning miqdori bilan belgilanadi. Almashinuv qobiliyati granulometrik, shuningdek gruntlarning mineral tarkibi bilan aniqlanadi.

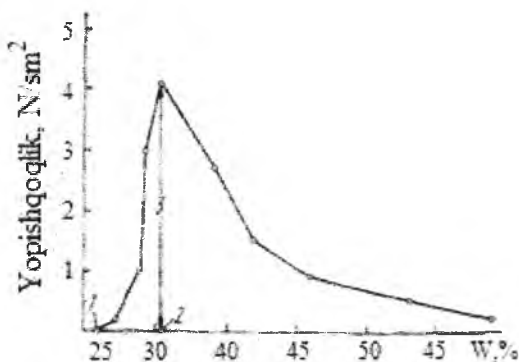
Qiyin eriydigan birikmaning hosil bo'lishi ikki holatda yuz beradi. Birinchi holat – fizik-kimyoviy almashinuv natijasida adsorblashgan holatda bo'lgan va eritmaning anioni bilan qiyin eriydigan tuzlarni hosil qiluvchi eritmadan chiquvchi kationlar bo'ladi. Ikkinchi holatda tabiiy suvda va gruntning qattiq tarkibida kation va anionlari kimyoviy reaksiya natijasida qiyin eriydigan tuzlarni hosil qiluvchi oddiy tuzlar bo'ladi.

Gruntlarni biologik yutilish qobiliyati. Bu turdagi yutilish qobiliyati gruntlarning yuqori qatlami uchun tavsifli hisoblanadi. Xususan qatlamda, g'ovaklik eritmalarida yoki gazli aralashmada bo'luvchi, makro- va mikroorganizmlarning hayot faoliyati natijasida qattiq komponentlarga aralashishi mumkin bo'lgan yangi moddalar hosil bo'ladi va yig'iladi. Bu turdagi yutilish faolligi va tanlanishi gruntning tashqi ko'rinishini, ularning fizik holati va xossasining o'zgarishiga olib keladi. Biologik yutilishning ahamiyati, xususan tog' jinslari nurashida, shuningdek cho'kindi qatlamning shakllanishining boshlang'ich bosqichida yaxshi bilinadi.

Gruntlarning ionalmashinuv xossasi. Gruntlarda ion almashinuvi adsorbsiyaning bir xil ko'rinishi bo'lib, gruntning yuqori qatlami g'ovaklik eritmasidagi elektrolitdan ionlarning yutilish jarayoni tushuniladi. Bunda gruntlarning kristall panjarasi buzilmaydi. Ionlar kation va anion turlarga bo'linadi.

Ion almashinuvining asosiy omili, gruntning kimyoviy-mineral tarkibi, uning dispersligi, g'ovaklik eritmasidagi ion konsentratsiyasi va turi, eritmaning rN hisoblanadi. Gruntlarda ion almashinuvi ularning mikrostrukturasi o'zgarishi bilan ro'y beradi, chunki bitta ionning boshqasi bilan almashinuvi natijasida zarralar orasidagi bosimning o'zgarishi ro'y beradi. Natijada zarralarning koagulyatsiyalashishi yoki agregatlarni dispergatsiyalashish jarayoni ro'y beradi. Suniy ion almashtirish natijasida gruntlarning xossalari va xususiyatlari o'zgartiriladi.

Gruntlarning yopishqoqligi. Gruntlarning yopishqoqligi (jismlarga yopishi-shi) deb ma'lum miqdorda tarkibida suv bo'lganda har xil buyumlarning yuzasiga yopishib qolish qobiliyati tushuniladi. Bu holat bog'langan (gilli va lyossli) gruntlar uchun muhim tavsifga ega. Ular uncha katta bo'lmagan tashqi yuk ($0,1-0,5 \text{ MPa}$) va namligi miqdori plastiklikning quyi chegarasidan qisman yuqori bo'lganda, shuningdek, yuk katta (bir va o'nlarcha MPa) va namlik – maksimal molekulyar suv sig'imidan kam bo'lganda yuz beradi. Keyinchalik namlikning oshishi bilan yopishqoqlik tez osha boshlaydi va berilgan grunt uchun maksimal qiymatga erishib tez kamayadi (25-rasm).



25-rasm. Grunt yopishqoqligining namlikka bog'liqlik grafi: 1 – boshlang'ich yopishqoqlikdagi namlik; 2 – maksimal yopishqoqlikdagi namlik; 3 – gruntlarni maksimal yopishqoqligi.

Yopishqoqlik faqat nam gruntlarda yuzaga keladi. Ular bir tomondan bog'langan suv molekullari va grunt zarralari orasida, boshqa tomondan suv molekulasini va gruntga tegib turgan jism yuzasi orasida hosil bo'lgan o'zaro ta'sir kuchlari natijasida sodir bo'ladi. Gruntlar yopishqoqligining miqdoriy ko'rsatkichlari jismga yopishib qolgan har xil namlikdagi gruntning ajratib olishga kerak bo'ladigan kuchlanishga (kvadrat santimetrga nyuton, $\text{G/sm}^2 \approx 0,01 \text{ N/sm}^2$) teng bo'ladi. Uning asosiy ko'rsatkichlari bo'lib *boshlang'ich yopishqoqlikdagi namlik, maksimal yopishqoqlikdagi namlik va gruntlarning maksimal yopishqoqligi* (25-rasm) hisoblanadi.

Yopishqoqlik qiymati va namlikning tavsifiy miqdori gruntlarning granulometrik va mineral tarkibi, kationlarning almashinuv tarkibi, grunt holati (uning namligi, zichligi, strukturalari va b.), shuningdek, yopishuvchi jism holati, uning yuzasi tavsifi, gruntning jismga bosuvchi yukning qiymati va boshqa omillar bilan aniqlanadi. Gruntlarda yopishqoqlikning hosil bo'lishi asosiy shartlaridan biri ularda gil minerallari va organik yuqori dispers zarralar, shuningdek, miqdor jihatidan maksimal gigroskopik qiymatdan ortiq bo'lgan suvlarni borligidir. Qolgan omillarning hammasi yopishqoqlikning mutlaq qiymatiga ta'sir qiladi.

Gruntlarning yopishqoqligi ko'p jihatdan uning granulometrik tarkibiga bog'liq bo'ladi. Bu har xil solishtirma yuza va gidrofillikka ega bo'lgan har xil granulometrik fraksiyalarning yopishqoqligi bir xil bo'lmaganligi bilan tushuntiriladi. Masalan, kaolinli glinadan ajratib olingan diametri 1 mkm dan kichik bo'lgan zarrachaning yopishqoqligi, B.Ya. Kallachev ma'lumotlariga asosan, 10 N/sm^2 dan ortiq bo'ladi, shu bilan birgalikda $1-2$, $2-5$ va $5-10 \text{ mkm}$ o'lchamli fraksiyaning yopishqoqligi mos ravishda 7 , 3 va $1,2 \text{ N/sm}^2$ ga teng. S.S. Morozov og'ir lyossimon suglinokdan ajratib olingan gilli zarralarning yopishqoqlik qiymati ($<1 \text{ mkm}$) $11,7 \text{ N/sm}^2$ ga yetishini isbotladi, shu bilan birgalikda suglinokning o'zining yopishqoqligi $0,6 \text{ N/sm}^2$ teng.

Qum va supeslarning $0,2-0,3$ dan $5-6 \text{ N/sm}^2$ gacha o'zgaradigan ($0,8 \text{ MPa}$ yuk ostida ko'pincha $0,5-2 \text{ N/sm}^2$) yopishqoqligi gilli gruntlarning yopishqoqligiga nisbatan juda kam. Supeslarda gil zarralari miqdorining ortishi bilan bir vaqtda maksimal yopishqoqlik va unga mos keluvchi yopishqoqlik hamda uning boshlang'ich yopishqoqli namligi ortadi.

Gruntlarning yopishqoqligiga mineral tarkibi sezilarli darajada ta'sir qiladi, chunki u bir tomondan uning dispersligini belgilaydi, boshqa tomondan – ularda bog'langan suvlarning hosil bo'lishiga ta'sir qiladi. Bir xil sharoitda montmorillonitli gillarning yopishqoqligi kaolinli va gidroslyudalilarnikiga nisbatan mos ravishda 5 va 2 marta yuqori bo'ladi.

Gilli gruntlarning yopishqoqligi almashinuv kationi tarkibiga bog'liq ravishda sezilarli o'zgaradi. Na^+ gruntlarning yopishqoqligini sezilarli darajada (sho'rholklarning yopishqoqligi kattaligi shu bilan bog'liq) oshiradi. Gruntlarda polivalentli almashinuv kationlarining bo'lishi ularning yopishqoqligini kamaytiradi. Almashinuv Ca^+ ning bunday ta'siri ko'p ho-latlarda organik moddalarning miqdori ko'p bo'lishi bilan muvozanatga keltirilishi mumkin, natijada yopishqoqlikning qiymati keskin ortadi.

Strukturasiz buzilmagan gruntlar, tarkibi jihatidan o'zlari bilan bir xil bo'lgan, tuzilishi buzilgan gruntlarga nisbatan, doimo yopishqoqligini kamligi bilan tavsiflanadi.

Gruntlarning yopishqoqlik qiymatlariga, yopishuvchi jismga ta'sir qiluvchi, tashqi bosim katta ta'sir qiladi. Siquvchi kuchning oshishi bilan yopishqoqlikning mutlaq qiymati kerakli darajada kuchli oshadi, boshlang'ich va maksimal yopishqoqliklarning namlik qiymatlari kamayish tomoniga suriladi. Bu surilish tashqi bosimning farqlari kerakli darajadan uncha katta bo'lmaganda ham aniq bilinadi va gruntlar yopishqoqligini tavsiflovchi (shuning uchun tajriba jarayonida doimo gruntga shtamp bergan vertikal yukni ko'rsatish kerak) asosiy ko'rsatkichlarni dinamik (harakatchang) tavsifli ekanligini ko'rsatadi.

Buzilgan tuzilishga ega bo'lgan kuchli namlangan gruntlarning yopishqoqlik qiymatiga shtampga ta'sir qilayotgan yukning vaqti sezilarli ta'sir qiladi, shu bilan birgalikda har xil mineral tarkibdagi gruntga bu omilning ta'sir qilishi har xil bo'ladi.

Yopishqoqlik miqdori gruntning qanday jismga (metall, rezina, teri, yog'och va b.) yopishib turishiga ham bog'liq. Eksperiment yo'li bilan gilli gruntlar yog'och va rezinkaga nisbatan temirga kuchli yopishishi, shuningdek qumli va torfli gruntlar aksincha metallga ko'proq yopishishi aniqlangan. O'zaro ta'sirlanayotgan grunt-jism tizimining harorati oshishi bilan yopishqoqlik kamayadi.

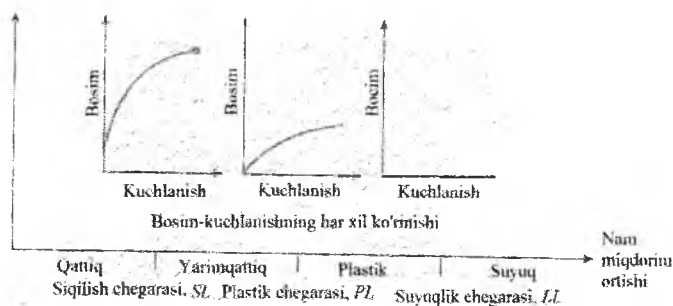
Gruntlarning yopishqoqligi yo'l va tuproqlarni qayta ishlovchi mashinalarning ishlash sharoitini aniqlovchi omillardan biri hisoblanadi. Yer va transport mashinalari va mexanizmlarining ishchi elementlari yuzasiga gruntlarning yopishib qolishi, karyerlarda, kotlovanlar va boshqalarni qazishda ularning ish unumdorligini pasaytiradi.

Gruntlarning plastikliги. Gruntlarning plastikliги deganda tashqi ta'sir natijasida butunligini buzmasdan shaklini o'zgartirish (deformatsiyanishi) va bu ta'sir to'xtatilgandan so'ng unga berilgan shaklni saqlab qolish qobiliyati tushuniladi. Gruntlarning bu xossasi unda qoldiq deformatsiyaning yuzaga kelish imkonini tavsiflaydi.

Braja M. Dasning fikricha [1] mayda donali tuproqlarda glinali foydali qazilmalar bo'lganda qandaydir suv miqdori bilan maydalanmasdan o'zgarishi mumkin. Buning tabiati gil zaralarini o'rab turuvchi adsorblashgan suv bilan bog'liq. Bu bog'liqlikni shved olimi Atterberg 1900 - yili mayda donali tuproqlarda har xil miqdordagi namlikdagi gillarda o'rgangan. Suv miqdori kam bo'lganda tuproqlar qattiqroq jinsga o'xshaydi, agar suv miqdori ko'p bo'lsa tuproq va suv suyuqlik kabi oqishi mumkin. Shundan kelib chiqib, tuproqning 26-rasmdagi to'rt ko'rinishi: qattiq, yarim qattiq, plastik va suyuq holatda bo'lishi mumkin. Bu ko'rsatkichlar Atterberg chegarasi deb nomlanadi.

Bu ko'rsatkichlar Atterberg chegarasi deb nomlanadi.

Ma'lum bir namlikda va uncha ko'p bo'lmagan bosimda faqat gilli va lyossimon gruntlar, mergel va bo'r, torf, tuproq va bir qancha sun'iy gruntlar plastikliк xususiyatiga ega bo'ladi. Odatdagi sharoitda uncha katta bo'lmagan yuk ta'sirida boshqa turdagi gruntlarda u bo'lmaydi.



26-rasm. Atterberg chegarasi.

Bog'langan gruntlarning plastikliги muhandis-geologik tadqiqotlarda ikki xil namlik ko'rsatkichi bilan tavsiflanadi: 1) plastiklikning yuqori chegarasi, yoki oquvchanlikning quyi chegarasi (W_{OQ}), bu chegaraviy namlikdan ko'p bo'lganda grunt plastikliktan oquvchan holatga o'tadi, uni 27-rasmda keltirilgan asbob bilan aniqlanadi; 2) plastiklikning quyi chegarasi (W_j), bu gruntlarning yarim qattiq va plastikli holatlari orasidagi chegaraviy namligini aks ettiradi; u minimal namlikni tavsiflaydi, bunda zarrachalar bir biriga nisbatan gruntning butunligini buzmasdan harakatlanadi. Plastiklikning yuqori va quyi chegarasidagi grunt namligi qiymatining farqlari *plastikli soni* deb ataladi. Plastikli soni, grunt plastik xossaga ega bo'lgan, namlikning o'zgarish oralig'ini ko'rsatadi. Plastikli soni qancha katta bo'lsa, grunt shuncha plastik bo'ladi.

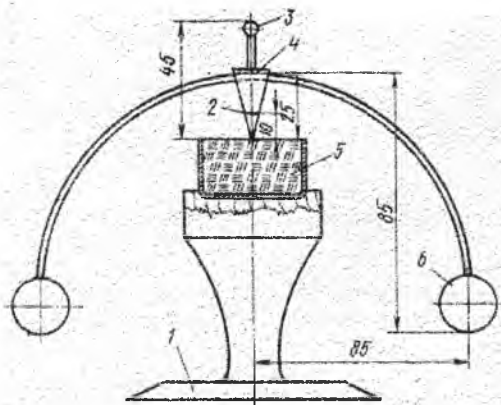
David George Price [2] bo'yicha gilli tuproqlarning muhim bo'lgan omili Atterberg (BS1377) chegarasi bo'lib, u suv miqdorining gilli tuproqlarda o'zgarishini samarali o'rganish uchun ishlatiladi. Gilli material juda yumshoq bo'lib, suv ajralib chiqish chegarasida bo'ladigan uning suv miqdorining chegarasi suyuq chegara (LL) deb belgilanadi. Materialning qurishi natijasida undan kuchlanish olinganda shaklini o'zgartirmasdan qolsa va suvning miqdori undan kam bo'lganda mo'rt holda sinsa, bunday namlik plastikli chegarasi deb ataladi. Plastikli indeksi (PI) – tuproq plastik material sifatida bo'lgandagi suv miqdorining diapazonini belgilaydi va u quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$PI = LL - PL. \quad (13)$$

Keltirilgan hamma chegaralar, gruntlarning plastik holatida mexanik bo'lmagan xossalarni tavsiflamasdan namlikning qandaydir qiymatida grunt tarkibidagi minerallarning xossalarni tavsiflashini anglash qiyin emas. Shulardan kelib chiqib, qo'llanilayotgan plastikli chegaralari, namlikning chegarasini aks ettiruvchi, gruntlarning *shartli bilvosita* plastikli ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Bog'langan gruntlarning plastikliги gruntning qattiq zarralarini, shuningdek, unga ta'sir qiluvchi suyuqlikning tarkibi va xossalari bilan aniqlanadi. Birinchi guruh omillariga granulometrik va mineral tarkibi, zarraning shakli, almashinuv tarkibi taalluqlidir. Suyuq komponentlarning xossalari va ularning plastikliikka ta'siri ularning kimyoviy tarkibi va erigan moddalar konsentratsiyasi bilan aniqlanadi.

Gruntlarning plastikliгiga ta'sir qiluvchi eng muhim omillardan bir granulometrik tarkib hisoblanadi. Plastikli xossalarni diametri 5 mkm dan kichik bo'lgan zarralarda keskin yuzaga kela boshlashi aniqlangan deb hisoblasa bo'ladi. P.F.Melnikov fikri bo'yicha 3-2 mkm o'lchamli fraksiyalarning plastikliги bo'sh namoyon bo'ladi. 1 mkm dan kichik bo'lgan zarralar plastikliги katta bo'ladi. U gilli fraksiyalarning dispersligiga juda katta bog'liq bo'ladi va unda kolloidlarning miqdori oshishi bilan proporsional oshadi. Organik kolloidlar bo'lganda, xususan, kuchli oshadi.



27-rasm. A.I.Vasilev muvozanatli konusi:
1 – taglik; 2 – belgi; 3 – qo'l bilan ushlagich;
4 – konus; 5 – grunt namunali stakan; 6 – muvozanatlovchi shar.

Gruntlarning mineral tarkibi ham ularning plastikligini (13-jadval) sezilarli darajada belgilaydi. Chunki har xil minerallar suv bilan o'zaro har xil ta'sirlanadi. Bundan tashqari, minerallarning kristall panjarasining tuzilishida zarralar shakliga bog'liq bo'ladi, u o'z navbatida plastiklik qiymatiga ta'sir qiladi. Eng katta plastiklikka shakli plastinkali va bargsimon bo'lgan mineral ega bo'ladi.

13-jadval

Har xil mineral tarkibli zarralarning plastikligi

Mineral nomi	Zarraning o'lchami, mm	Plastiklik chegarasi		Plastiklik soni
		yuqori	pastki	
Biotit	<0,002	87	44	43
Xlorit	<0,002	72	47	25
Kaolinit	<0,002	63	43	20
Limonit	<0,002	36	27	9
Kvars	<0,002	35	35	0

Bog'langan gruntlarning plastikligiga sezilarli darajada grunt bilan o'zaro muvoqatda bo'lgan suvli eritmaning tarkibi va konsentratsiyasi ta'sir qiladi. Bunga suvda erigan birikmaning tarkibi grunt-dagi aralashuv kationi tarkibiga ta'sir qilishi sabab bo'ladi. U avval ko'rsatib o'tilganidek gruntlarning plastikligiga ta'sir qiladi, eritmaning konsentratsiyasi ko'p holatlarda diffuziv qatlamning qalinligini belgilaydi. Ko'p miqdordagi tuzlarn-

ing bo'lishi gruntlarning plastiklik chegarasini kamaytiradi, ayniqsa yuqori dispers gruntlar-da (montmorillonit) kuchli seziladi. Kaolinli va montmorillonitli (askangil) gillarning plastikli soni, uch normal NaCl ni dispersiya muhiti sifatida ishlatilganda, sezilarli kichik bo'ladi. Tuz konsentratsiyasi katta bo'lganda gruntlar plastikligining kamayishi, grunt mitsellasini- ing diffuziya qatlami kamayishi, tabiiy holda gruntlarda bo'sh bog'langan suv miqdorining kamayishi, grunt zarralarini degidrotatsiya jarayoni bilan bog'liq bo'ladi. Gilli gruntlarning plastiklik soni bo'yicha tasnifi 14-jadvalda keltirilgan.

Gruntlarning plastiklik chegarasi va tabiiy namligini solishtirish taxminan ular tabiiy ho-latda qanday bo'lishi to'g'risida xulosa qilish imkonini beradi. Agar ularning namligi plas-tiklikning quyi chegarasidan oshib ketmasa, unda gruntlar qattiq konsistensiyada bo'ladi.

14-jadval

Gilli gruntlarni plastiklik soni bo'yicha tasnifi

Gilli gruntlarning turini nomi	Plastiklik soni, %
Supes	$1 < I_p \leq 7$
Suglinok	$7 < I_p \leq 17$
Glina	$I_p > 17$

Plastiklikning pastki-yuqorigi chegaralardagi tabiiy namlikni o'zgarishida grunt plastik konsistensiyaga ega bo'ladi. Agar gruntning namligi plastiklikning yuqori chegarasidan oshiq bo'lsa, u oquvchan konsistensiyaga ega bo'ladi. Ma'lumki, plastiklik chegarasini aniqlashda bunday solishtirish namu-nalarni aralashtirish jarayonida tabiiy strukturaning buzilishiga sabab bo'ladigan gruntlarning mustahkamligi kamayishini hi-sobga olmaydi. Bu tabiiy holatda gruntlarning mustahkamligi-dan to'liq foydalanmaslikka olib keladi.

15-jadval

Konsistensiya ko'rsatkichining qiymati bo'yicha bog'langan gruntlarning nomi

Gruntlarni nomi		Konsistensiya ko'rsatkichini qiymati
Supeslar	Qattiq	$I_L < 0$
	Plastilinli	$0 \leq I_L \leq 1$
	Oquvchan	$I_L > 1$
Suglinok va glinalar	Qattiq	$I_L < 0$
	Yarimqattiq	$0 \leq I_L \leq 0,25$
	Yarimyumshoq	$0,25 < I_L \leq 0,50$
	Yumshoqplastikli	$0,50 < I_L \leq 0,75$
	Oquvchanplastikli	$0,75 < I_L \leq 1,00$
	Oquvchan	$I_L > 1,00$

Bog'langan gruntlarning konsistensiya-sini taxminan baholash uchun - muhandis geologik amaliyotda quyidagi ifoda bilan hi-soblanadigan konsistensiya ko'rsatkichidan keng foydalaniladi

$$I_L = \frac{W - W_{ж}}{I_p} \quad (15)$$

Bu ko'rsatkichning qiymatiga bog'liq rav-ishda bog'langan gruntlar bir qancha gu-ruhlarga bo'linadi (15-jadval).

Plastiklik soni, shuningdek gilli fraksiyalarning plastiklik ko'rsatkichlarini hisoblash uchun ham ishlatiladi:

$$K_p = \frac{I_p}{M_c} \quad (16)$$

bu yerda M_s – gil zarralarining foizdagi miqdori ($d < 0,005$).

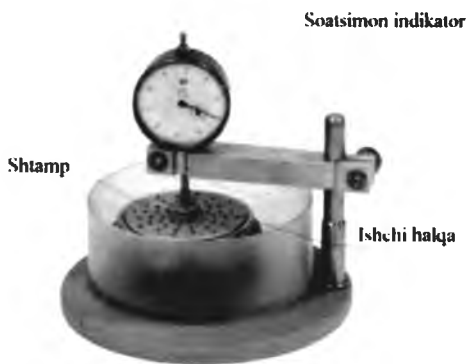
Berilgan sharoitda bu ko'rsatkich qancha katta bo'lsa, gil fraksiyalarining mineralarini, gruntlarning plastiklik holati chegarasida, suvni bog'lab olish qobiliyati shuncha katta bo'ladi. Bu ko'rsatkichning miqdoriga qarab hamma bog'langan gruntlar uch guruhga bo'linadi: 1) yuqori faol kolloidli gruntlar – $K_R \geq 1,25$; o'rtacha faol kolloidli gruntlar – $0,75 < K_R < 1,25$; past faol kolloidli gruntlar – $K_R \leq 0,75$. Gilli gruntlarda yuqori kolloidli faollikka montmorillonit guruhidagi minerallar ega bo'ladi, past kolloidli faollikdagi gruntlarda – kaolinit guruhi minerallari.

Gruntlarning ko'pchishi. Dispers gruntlarining suv yoki eritmalarni o'zaro ta'siri jarayonida hajmini kengaytirishi ko'pchish deb tushuniladi. Uning qiymati gruntlarning ko'pchish qiymatini aniqlash imkonini beruvchi asbobda (28-rasm) aniqlanadi. Bu xossa bog'langan gruntlarning nozik dispers qismining gidrofil tasnifi va ularning katta solishtirma yuzasi bilan bog'liq. U asosan gruntda bo'sh bog'langan suvning hosil bo'lishi bilan yuzaga keladi.

Gilli gruntlarda ko'pchish bog'langan suvlarning gilli minerallar gidratatsiyasi va nozik dispers organogen va organo-mineral qismi gidrotatsiyasida hosil bo'luvchi solvat qobig'ini buzuvchi harakati natijasida yuzaga keladi. Buzuvchi harakatga strukturali bog'lanishni keltirib chiqaruvchi tortish kuchlari qarshi turadi. Agar tortish kuchi bog'langan suvning qobig'ini buzuvchi bosimga teng yoki undan katta bo'lsa ko'pchish hosil bo'lmaydi. Agar strukturali bog'lanish buzuvchi bosimga nisbatan kichik bo'lsa, unda gruntli tizim zarralar orasidagi masofani uzaytirish yo'li bilan muvozanat holatiga o'tishga harakat qiladi. Bu holatda gruntlarning ko'pchishi sodir bo'ladi.

Bunda gruntli tizimda **ko'pchish bosimi** deb ataluvchi ma'lum bosim rivojlanadi. Uni tashqi kuch yordamida payqash va o'lchash mumkin. Bu bosim, gidratatsiya jarayonida, gruntning hajmi kengayishi kuzatilmaydigan chegaradagi yukka teng bo'ladi.

Gruntlarning ko'pchish tavsifi bir qancha ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi: 1) grunt namunasining yonga kengayish bo'lmaganda hajmi yoki balandligini nisbatan o'zgarishi bilan aniqlanadigan va foizda yoki birlik ulushida ifodalanadigan ko'pchish deformatsiyasi (R_k); u gruntlarning erkin ko'pchishida yoki yuk ostida ko'pchishida aniqlanadi; 2) foizda belgilanadigan, suyuqlikning yutilish jarayoni to'xtaydigan gruntning holatiga mos keluvchi ko'pchish namligi (W_k); 3) MPa da belgilanadigan, gruntlar erkin ko'pchishining hajmiy deformatsiyasi va ko'pchish bosimi mumkin bo'lmaganda rivojlanadigan ko'pchish bosimi (R_k). Gruntlar asosan nisbiy erkin ko'pchish deformatsiyasi va ko'pchish bosimining me'yoriy miqdori bo'yicha turlarga bo'linadi (16-jadval).



28-rasm. Gruntning ko'pchishini aniqlovchi asbob.

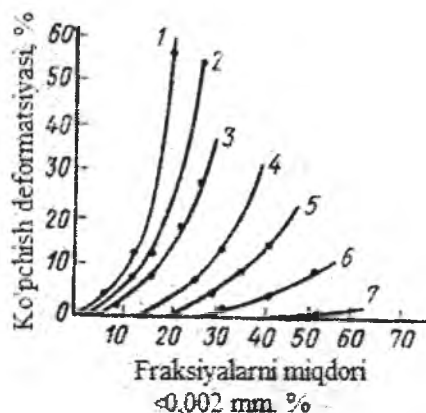
Ko'pchuvchi gruntlarning tasnifi

Grunt turlari	Erkin ko'pchishning deformatsiyasi qiymati	Ko'pchish bosimining me'yoriy qiymati, MPa
Ko'pchimaydigan	$< 0,04$	$< 0,02$
Kam ko'pchiydigan	$0,04-0,08$	$0,02-0,09$
O'rtacha ko'pchiydigan	$0,08-0,12$	$0,09-0,17$
Kuchli ko'pchiydigan	$> 0,12$	$> 0,17$

Gruntlarning ko'pchish tavsifini aniqlaydigan asosiy omillar: 1) grunt tarkibi va tuzilishi (mineral va granulometrik tarkibi, almashinuv kationi tarkibi, struktura-tekstura xususiyati, namligi va boshqalar); 2) grunt bilan o'zaro ta'sirlanuvchi kimyoviy tarkibi va suvli eritma konsentratsiyasi; 3) grunt bo'lgan muhitdagi tashqi bosim qiymati.

Ko'pchish bog'langan gruntlar uchun o'ziga xos bo'lgan eng tavsifli xususiyat hisoblanadi. Supeslar umuman ko'pchimaydi, yoki juda bo'sh ko'pchiydi. Suglinoklar va gillarning ko'pchishi ularda gilli va xususan kolloid zarralarning ortishi bilan mos ravishda oshadi. Gruntlarning dispersligi ortishi bilan ko'pchish qiymatidan tashqari ko'pchishning maksimal qiymatiga erishish uchun kerakli vaqtning davomiyligi oshadi.

Gruntning ko'pchishiga ularning mineral tarkibi va asosan gilli minerallar tarkibi juda katta ta'sir qiladi. Harakatlanuvchi kristal panjarasi bo'lgan minerallar (masalan, montmorillonit guruhi) qattiq kristall panjarali minerallarga nisbatan juda katta ko'pchish qiymatiga ega bo'ladi (29-rasm).



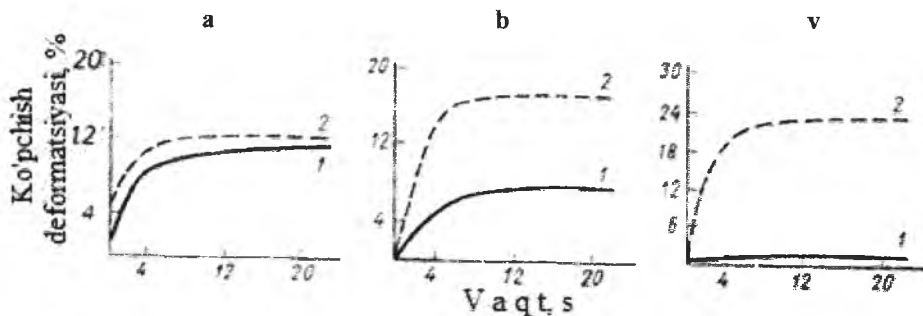
29-rasm. Har xil mineral tarkibli gillning ko'pchish deformatsiyasini undagi gil fraksiyalari miqdoriga bog'liqligi: 1 – bentonit; 2 – bentonit va illit; 3 – kaolinit va bentonit; 4 – illit va bentonit; 5 – illit; 6 – illit va kaolinit; 7 – kaolinit.

Gruntlarning ko'pchishi almashinuv kationi tarkibiga bog'liq holda juda kuchli o'zgaradi, shuningdek ularning ta'siri hajmiy sig'im oshishi bilan oshadi. Yutuvchi kompleksi ko'pincha ikki-va uch valentli kationlar bilan to'yingan gruntlar chegaralangan ko'pchish qiymatiga ega bo'ladi. Almashinuv kompleksida ko'p miqdorda bitta valentli kationlari bo'lgan og'ir gillar eng katta ko'pchish qiymatiga ega bo'ladilar.

Namlikni davriy o'zgarib turishi gruntlarning ko'pchishiga katta ta'sir qiladi. Gilli namunalarni sikilli namlash va quritishda quritish-namlashning har bir keyingi siklida strukturali bog'liqlikning bo'shashi natijasida ko'pchish darajasi va ko'pchish bosimi oshadi. Masalan, tabiiy namlikda ko'pchish darajasi xvalin glinasi namunasida 1 dan 8 % gacha o'zgargan, ko'p marotaba quritish-namlash natijasida, avvalgi boshlang'ich namlikda u 7,5-16% ga oshdi. Tabiiy namlikda tadqiqot o'tkazilgan namunada ko'pchish bosimi

0,5 MPa dan oshmagan. Usha grunt da sikilli quritish-namlashdan so'ng u 1,0 MPa va undan katta miqdorga oshgan (Rogatkina).

Ko'pchishning qiymati strukturali bog'lanish tavsifiga bog'liq bo'ladi: eng ko'p ko'pchish koagulyatsion tutash joyli turdagi gruntlar uchun tavsifli (30-rasm). Gruntlarning tabiiy



30-rasm. Har xil turdagi strukturali bog'langan gilli gruntlarni ko'pchish tasnifi: strukturali 1 – buzilgan va 2 – tabiiy buzilmagan holatda, a – yaqin koagulyatsiyali bog'liqlik; b – o'tuvchi turdagi; v – fazoli.

strukturasi buzilishi ko'pchish oshishiga yordam beradi. U aralash va fazoli kontaktli turdagi gruntlarda juda tez oshadi.

Gilli gruntlarning ko'pchishi, shuningdek grunt tarkibida bo'ladigan eritmadagi tuz miqdoriga, ularning konsentratsiyasiga va eritmaning rN qiymatiga bog'liq. Suvning kimyoviy tarkibi sezilarli darajada almashinuv kationining tarkibini aniqlaydi, natijada, gruntlarning ko'pchish miqdorini ham belgilaydi. Undan tashqari tabiiy suvda bir xil tuzning bo'lishida gruntlarni ko'pchish qiymati ularning konsentratsiyasiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Suvda qancha elektrolitlarning miqdori ko'p bo'lsa, grunt mitsellasining diffuz qatlamidagi ionlar shuncha kam gidratlashgan va gruntda shuncha kam bog'langan suv hosil bo'ladi, natijada uning ko'pchishi ham kam bo'ladi.

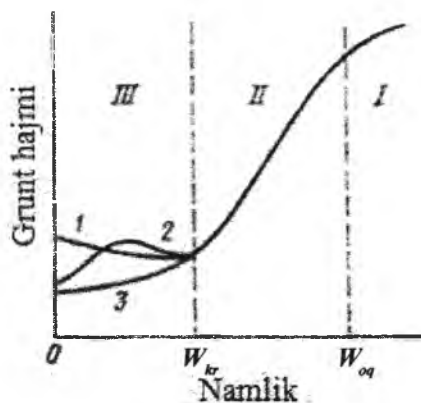
Gruntlarning ko'pchish bosimi gruntga ta'sir qilayotgan tashqi yukka bog'liq bo'ladi. Uning qiymati tashqi yukning ortishi bilan kamayadi va kam kuchlanishda – alohida sezilarli kamayadi. Agar tashqi kuchni qiymati ko'pchish bosimiga teng yoki undan katta bo'lsa, ko'pchish deformatsiyasi bo'lmaydi.

Gruntlarning kirishishi. Gruntlarni kirishishi (hajmiy kichrayishi) deb uni quriganda yoki fizik-kimyoviy jarayonlar (sinerezis, osmos) bo'lganda suvning chiqib ketishi natijasida hajmining kamayishi tushuniladi. Gruntlarning kirishishi subaeral sharoitda haroratlar (nisbiy namlik farqi) farqi natijasida namlikning bug'lanishida, shuningdek subakval sharoitda elektrolitlarning konsentratsiyasi farqlari ta'sirida kolloidlarning qarishi natijasida yuz berishi mumkin. Kirishish faqat nam gruntlarga xos bo'ladi.

Kirishish natijasida gruntlar zichligi oshadi va qurigandan so'ng qattiqligi ham oshadi. Gilli gruntlar kirishishida zichlashishi deformatsiyaga qarshiligini oshiradi, ammo yoriqliklar bo'lishi, odatda kirishishda yuzaga keladigan suv o'tkazuvchanligini oshiradi va yon qiyaliklarda grunt qatlamining yuzasi turg'unligini kamaytiradi. Quruq va issiq iqlimli sharoitlarda kirishishli qoziqsimon yoriqliklar gilli gruntlarning massivini 5-7 m va undan katta chuqurlikkacha donalarga bo'ladi.

Kirishishda faqat mexanik zichlashish va jinslarning yorilishi bo'lmasdan, gruntlarning eruvchan kimyoviy komponentlarining qayta tarqalishi yuz beradi. Suv bug'lanishi yuz beradigan jinslarning maydoni, kirishishda, ko'pincha tuzlarga boyiydi va ko'p hollarda yuqori mustahkamlikka va suvga qarshi tura olish xususiyatiga ega bo'ladi, ammo gips kabi minerallar kristallashuvi davomida qo'shimcha dezintegrirlashi mumkin. Shunday qilib, kirishish – zarralar orasidagi strukturali bog'lanish tavsifini o'zgarishga olib keluvchi murakkab fizik-kimyoviy jarayon hisoblanadi.

Gilli suv shimgan gruntlarning kirishishi uchta bosqichda kechadi: sekinlashgan, normal va qoldikli kirishish (31-rasm). Ulardan birinchisida suv asosan ko'pincha sementlashtiruvchi modda bilan armaturalangan yirik g'ovakliklar ichida bug'lanadi, bunda grunt hajmining umumiy kichrayishi bug'langan suv hajmidan kam bo'ladi. Normal kirishish bosqichida gilli gruntlar kirishishi maksimal va taxminan bug'langan suvning hajmiga teng. Keyinchalik qurish davom etishida hajmning o'zgarishi bo'g'langan namlikning hajmi o'zgarishidan sezilarli orqada qoladi. Qiymati umumiy kirishishdan 2-3% katta



31-rasm. Kirishishda gilli suv shimgan gruntning hajmini o'zgarishi: I – sekinlashgan kirishish bosqichi; II – normal kirishish bosqichi; III – qoldikli kirishish bosqichi; 1, 2 va 3 – qoldiq kirishishning har xil turlari; W_{kr} – kirishish chegarasidagi namlik; W_{oq} – oquvchanlik chegarasidagi namlik.

bo'lgan qoldiq kirishish bosqichi boshlanadi. U har xil strukturali va mineral tarkibli gillarda ham kechadi.

Shunday qilib, kirishishda grunt hajmi o'zgarishi bir qator kuchlarning o'zaro ta'siri ostida yuzaga keladi: kapillyar bosim, kapillyar bosim va bog'langan suvlarning ta'siri kamaygandan so'ng strukturali karkas, g'ovaklik eritmasidan cho'kindiga tushadigan birikmalarning kristallashuv bosimi.

Gruntlarning kirishishini uning chiziqli o'lchamini yoki namunaning hajmini kichrayishi bo'yicha tavsiflash qabul qilingan. Shunga binoan u nisbiy chiziqli (b_l) va hajmiy (b_v) kirishishlarga farqlanadi :

$$b_l = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \text{ va } b_v = \frac{V_1 - V_2}{V_1}, \quad (17)$$

bu yerda l_1 va V_1 – namunaning boshlang'ich uzunligi va hajmi, l_2 va V_2 – o'sha namunaning kirishgandan so'ngi uzunligi va hajmi.

Nisbiy chiziqli va hajmiy kirishishning miqdori, odatda, foizda o'lchanadi. Bir xil tarkibli izotrop gruntlar uchun hajmiy kirishish chiziqli kirishishga nisbatan uch marotaba uzun bo'ladi.

Gruntlarning kirishish miqdori ularning dispersligiga, kimyoviy-mineral tarkibiga, namligi – g'ovakligiga, struktura va teksturasiga bog'liq bo'ladi. Bu xossalari eng ko'p gilli jinslarda namoyon bo'ladi. Uning qiymati gruntlarda gil zarralarining miqdoriga bog'liq bo'ladi: gilli gruntlarning dispersligi qancha yuqori bo'lsa, bir xil sharoitda kirishish shuncha katta bo'ladi. Ammo strukturali buzilmagan lyossimon gruntlar uchun kirishish qiymatining gil zarralari miqdoriga bog'liqligining aniq qonuniyati kuzatilmaydi.

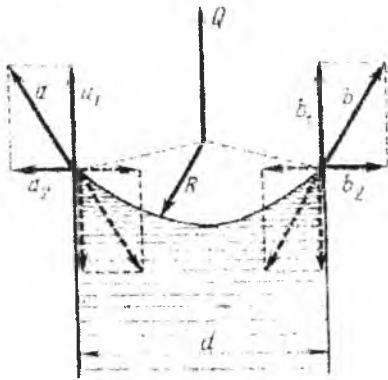
Gilli jinslarda kirishishning qiymati boshlang'ich g'ovaklikka va namlikka kuchli darajada bog'liq bo'ladi: boshlang'ich g'ovaklik (namlik, 31-rasmga qaralsin) qancha katta bo'lsa, kirishish ham shuncha katta bo'ladi.

Gruntlarning kirishishiga strukturali bog'lanishning mustahkamligi juda kuchli ta'sir qiladi. Bir xil boshlang'ich g'ovakligida va namligida pastaning kirishishi, odatda, tabiiy strukturali bog'lanishdagi namunalardan bir necha barobar yuqori (masalan, lyossimon suglinoklarda – 3,6-5,8 marotaba) bo'ladi. Yosh gilli yotqiziqlar uchun strukturali bog'lanishning kirishishga ta'siri, tarkibida mustahkam sement bo'lmaganda, sezilarli bo'lmasligi mumkin.

Gilli cho'kindi va jinslar kirishish jarayonida, odatda, yoriqliklar hosil qiladi. Ularning yuzaga kelish sabablari namlik va haroratning bir tekis tarqalmasligi natijasida zarralar va agregatlar orasidagi strukturali bog'lanishning mustahkamligidan katta bo'lgan kuchlanishning rivojlanishidir. Bu holda jism markazida siquvchi, yuzasida cho'zuvchi kuchlanish hosil bo'ladi. Namlik va harorat bir xil tarqalganda nam gilli gruntlarning kirishishi ular butunligining buzilishiga olib kelmaydi.

Gruntlarning kapillyar xossalari. Gruntlarning kapillyar xossalari ularda suvlarning vertikal (yuqoriga) va gorizontal yo'nalish bo'yicha g'ovakliklarda va gruntlarning kapillyar bog'liqligida harakatlanish qobiliyatida aks etadi.

Gruntlarda suvning kapillyarlardan ko'tarilishi. Gruntlarning kapillyarlardan ko'tarilishi yoki suv ko'tarish qobiliyati deb gruntning har xil komponentlari orasidagi chegaralarida hosil bo'ladigan kapillyar kuchlar ta'siri natijasida ularning suv ko'tarish xossasi tushuniladi. Bu xossalari asosida suv va havoning gruntning qattiq zarrasi bilan o'zaro ta'siri, keyingisining namlanishida yuzaga keladigan, menisk g'ovakligida va boshqa hodisalarda hosil bo'ladigan kuchi yotibdi (32-rasm).



32-rasm. Kapillyar kuchlarining ta'sir chizmasi: *a* va *b* – suv va kapillyar devori orasidagi molekullarning o'zaro ta'sir kuchi; *d* – kapillyar diametri; *R* – menisk egrisi radiusi.

Kapillyar g'ovakliklar bo'yicha gruntlarda suvning ko'tarilishini, suvning qattiq zarra bilan o'zaro ta'sirlanishida g'ovakliklarda hosil bo'ladigan, egilgan menisklarning ko'tarish kuchi natijasi kabi tasavvur qilish mumkin. Laplas ifodasi asosida bunday menisk ko'tarish kuchi (*Q*) teng bo'ladi:

$$Q = \frac{2\alpha \cos \theta}{r}, \quad (18)$$

bu yerda α – suyuqlikning yuza tortish qiymati; θ – namlashning chetki burchagi; *r* – kapillyarning radiusi.

Gruntlarda kapillyar ko'tarilishning balandligini aniqlash uchun Laplas ifodasi asos bo'lib xizmat qiladi. U quyidagi ko'rinishga ega:

$$H_K = \frac{2\alpha \cos \theta}{rg\rho_w}, \quad (19)$$

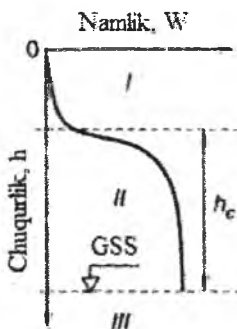
bu yerda *g* – og'irlik kuchi tezlanishi va suyuqlik zichligi (suv uchun $\rho_w = 1$).

Muhandis geologik tadqiqotlar amaliyotida kapillyar xossalari, odatda, kapillyar ko'tarilishning maksimal balandligi (h_c , santimetr yoki metrda o'lchanadigan) va kapillyar ko'tarilish tezligi (v_c , odatda sm/soatda o'lchanadigan) va kapillyar bosim (r_{kap}) bilan tavsiflanadi. Ularning qiymati ko'p omillar bilan aniqlanadi, ularning ichida eng muhimi gruntning granulometrik va kimyoviy-mineral tarkibi, ularning struktura-teksturali xususiyati, shuningdek suvli eritmani tarkibidir.

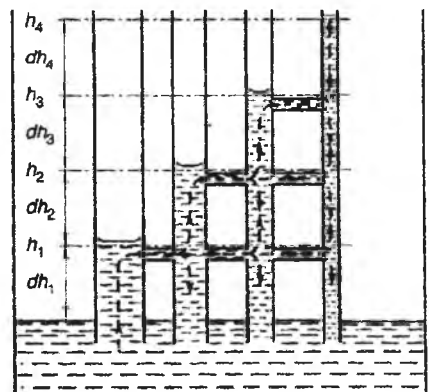
Gruntlarda suvning kapillyarlardan ko'tarilishi natijasida, grunt suvlaridan yuqorida aeratsiya hududida, kapillyar kayma hosil bo'ladi (33-rasm).

Ko'pchilik gruntlar polidispers tizim bo'lib, ularni har xil o'lchamli kapillyarlar tizimi deb ko'rish mumkin (34-rasm). Bunday tizimda hamma g'ovaklik-kapillyarlar grunt suvlaridan suvning ko'tarilishida barobar ishtirok etmaydi.

Suvlarning kapillyar ko'tarilish balandligi va tezligi favqulodda gruntning granulometrik tarkibiga bog'liq bo'ladi, chunki u g'ovaklik o'lchami va tavsifini ifodalaydi. Gruntlarning dispersligi oshishi bilan ularda g'ovaklik o'lchami kichrayadi va shunga mos ravishda



33-asm. Aeratsiya hududida kapillyar kaymaning hosil bo'lishi: I – mustahkam bog'langan suvning hududi; II – kapillyar kayma hududi; III – grunt suvlari; GSS – grunt suvining sathi.



34-rasm. Kapillyarlari o'zaro bog'langan tizimda suvning ko'tarilish chizmasi.

kapillyar ko'tarilish balandligi oshadi, aksincha suvning ko'tarilish tezligi kamayadi. Suvning kapillyar harakati boshlang'ich tezligi qancha katta bo'lsa, uning harakati shuncha tez kamayadi va aksincha kapillyar suvlarning ko'tarilishi qancha sekin bo'lsa u shuncha balandga ko'tariladi. Hamma holatlarda ham kapillyar ko'tarilish tezligi ko'tarilish boshlang'ich momentida eng katta qiymatga yetadi.

O'rta donali qumlarda kapillyar ko'tarilish balandligi 0,15-0,35 m ga teng, mayda donalilarda – 0,5-1,0 m, supeslarda u 1-1,5 m gacha oshadi, suglinoklarda – 3-4 m gacha. Gillarda suv P.S.Kossonovich fikricha 8 m balanlikka, lyosslarda – 3-4 m gacha (ikki yil ichida) yetadi.

Gruntlarning kimyoviy-mineral tarkibi kapillyar harakatning balandligi va tezligiga ta'sir qiluvchi, suvning tarkibi va mineralizatsiyasi bilan birgalikda namlanishi burchak uchi bilan tavsiflanadigan grunt zarralarining namlanishiga sezilarli ta'sir qiladi. S.A.Vladchenskiy tajribalari suvning mineral zarra bilan o'zaro bir-biriga tegishida, namlanishning burchak uchi 13 dan 58° gacha bo'lishini ko'rsatadi. Uning bunday katta diapazonda o'zgarishi bir tomondan zarralarning har xil mineral tarkibi, boshqa tomondan – ular yuzasini har xil holati bilan tushuntiriladi. Grunt zarrasining namlanishini (natijada kapillyar ko'tarilishni oshiruvchi) kuchaytiradigan omillarga mineral zarrasining yuzasi tozaligi, ularda gidrofilli plyonkaning borligi va boshqalar taalluqliydir.

Gruntlarda suvning kapillyar ko'tarilishi balandligi ularning birlamchi namlanish holatiga ham bog'liqdir. Xususan, quruq qumlar namli'larga nisbatan kam suv ko'tarish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlangan. V.Ya.Stapernis ma'lumotlariga asosan nam grunt da kapillyar ko'tarilishning balandligi quruq gruntga nisbatan 3-4 marta ko'pdir. Bunday farqni nam va quruq gruntning minerallarning zarrasi namlanishi bir xil emasligi bilan tushintirish mumkin.

Gruntda suvning kapillyar ko'tarilishiga uning g'ovakligida bo'lgan adsorblashgan va siqilgan havoning borligi ham ta'sir qilishi mumkin. Siqilgan havo grunt g'ovakligida qancha ko'p bo'lsa, shuncha kapillyar ko'tarilish qiymati kam bo'ladi. Katta miqdordagi siqilgan havoning bo'lishi kapillyar ko'tarilishni to'xtatishi mumkin.

Bog'langan suv bilan to'lgan ultrag'ovakliklar kapillyar ko'tarilishda ishtirok etmaydi. Shuning uchun grunt da ultrag'ovaklikni keltirib chiqaruvchi hamma omillar (zichlashtirish, og'ir gillarda ko'p valentli ionlarni bir valentliga almashtirish) suvning kapillyarlardan ko'tarilish balandligini kamaytiradi.

Gruntlarda suvning kapillyar ko'tarilishi ma'lum darajada uning almashinuv kationlari tarkibi bilan belgilanadi. Shu bilan birgalikda kationlarning har xil tarkibli gruntlarda kapillyar ko'tarilishning balandligiga ta'siri har xil bo'ladi.

Kapillyar ko'tarilish balandligi va tezligiga gruntlarning struktura-tekstura xususiyati ham katta ta'sir qiladi. Monolitli gruntlarda, suvning kapillyar ko'tarilishi, gruntning hamma qatlami bo'yicha to'siqsiz amalga oshadi. Aniq ayrim mikrostrukturaga ega bo'lgan gruntlarda suvning kapillyar ko'tarilishi, ayrim strukturali elementlar orasida kapillyar bo'lmagan g'ovaklik bo'lgani uchun qiyin kechadi. Bunday gruntlarda kapillyar kuchlar ta'sirida suvlarning harakati agregat ichidagi struktura elementi atrofi yuzasida kechadi.

Kapillyar ko'tarilish tezligi va balandligiga, shuningdek, g'ovaklikdagi suvning kimyoviy tarkibi va mineralizatsiyasi ham ta'sir qiladi. Ularning konsentratsiyasi oshishi yuza tortish qiymati ortishi natijasida kapillyar ko'tarilish balandligining oshishiga olib keladi. Suvda har xil tuzlarning bo'lishi ham kapillyar ko'tarilish balandligining oshishga va kamayishiga olib kelishi mumkin. B.B.Polinov tadqiqotlari kapillyar ko'tarilish jarayonida bir xil tuzli gruntlarda katta balandlikka ko'tarilish, boshqalarida – kam balandlikka ko'tarilishini ko'rsatadi. Xususan, bir xil mineralizatsiyada va boshqa teng sharoitlarda xlorid-natriyli suvlar sulfat-natriyli suvlarga nisbatan balandga ko'tariladi.

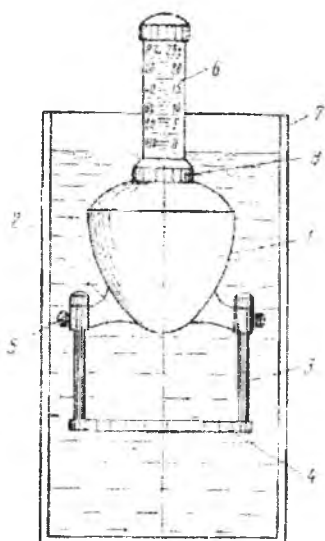
Gruntlarda kapillyar ko'tarilishning balandligi bir qancha muhandis inshootlarini (fuqaro, sanoat, yo'l, aerodrom va b.) loyihalashda hisobiy tavsif bo'lib boshqa ko'rsatkichlar bilan birgalikda, shuningdek, qishloq xo'jalik yerlarini drenajlashda grunt suvlari chuqurligini oshirishda, ularning botqoqlanishi va sho'rlanishi oldini olishda foydalaniladi.

Strukturali bog'lanishga ega bo'lgan gruntlar quruq holatida eng katta mustahkamlikka ega bo'ladi. Bunday gruntlarning kapillyar namlanishida mustahkamligi kamayadi. Zarralari orasida strukturali bog'lanishi bo'lmagan gruntlarda (chang, sochiluvchan qumlar, gruntli kukunlar) kapillyar namlanishda teskari manzara namoyon bo'ladi. Bu holatda zarralar orasida bog'lanish hosil bo'ladi, gruntlarning mustahkamligi oshadi.

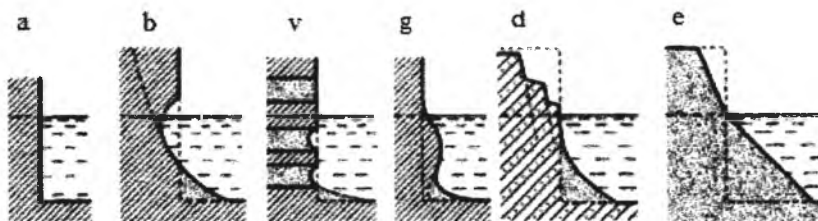
Gruntlarning suvga mustahkamligi. Gruntlarning suvga mustahkamligi (suvga turg'unligi) deb ularning suv bilan o'zaro ta'sirlanganda mexanik mustahkamligi va turg'unligini saqlab qolish qobiliyati tushuniladi. Bu ta'sir statik yoki dinamik bo'lishi mumkin. Birinchi holatda grunt va suv o'zaro ta'sirlanganda dispers gruntlarda ko'pchish va bo'kish hodisasi, qoya tog' jinslarida – ularning yumshashi, ikkinchisida, gruntga gidrodinamik ta'sir bo'lganda – gruntlarning yuvilishi yuz beradi. Shunga mos ravishda gruntlarning suvga mustahkamligini ularning bo'kishi, yumshashi va yuvilishi bo'yicha tavsiflash mumkin.

Bo'kish deb gruntlarni tinch turgan suv bilan o'zaro ta'sirlanganda mustahkamligini to'liq yo'qotib, bog'liqligini juda kamaytirib bo'sh massaga aylanish qobiliyati tushuniladi. Uni 35-rasmda ko'rsatilgan asbob yordamida aniqlanadi. Bu hodisa – gruntlarni elementar zarralari yoki agregatlari orasida, ularning gidratatsiya jarayonida, strukturali bog'liqligini bo'shashi natijasidir. Dispers gruntlar, shuningdek eruvchi yoki gilli sementlar bilan kam sementlashgan cho'kindi jinslar bo'kish qobiliyatiga ega bo'ladi.

Gruntlarni bo'kishini tasiflash uchun, odatda, ikkita ko'rsatkichdan foydalaniladi: 1) bo'kish vaqti – suvga tushirilgan grunt namunasi bog'liqligini yo'qotadi va har xil o'lchamga ega strukturali elementlarga ajraladigan vaqt, 2) vaqt davomida massasini yo'qotish bilan belgilanadigan bo'kish tezligi va 3) grunt namunasi uvalanishida kuzatiladigan sifatini aks ettiruvchi bo'kishning tavsifi (36-rasm).



35-rasm. Gruntlarning suvda eruvchanligini aniqlash uchun PR asbobi: 1 – qalqib turuvchi metall; 2 – kronshteyn; 3 – oyoqcha; 4 – to'r; 5 – vint; 6 – trubka; 7 – idish; 8 – gayka.



36-rasm. Har xil gruntli kovlanmaning bo'kish tavsifi: a – bo'kmaydigan grunt; b – bo'kadigan grunda oqish va ag'darmaning hosil bo'lishi; v – qatlamli massivda gruntlarning tanlanib bo'kishi; g – ko'pchish bilan bo'kish; d – lyosslarning bo'kishi, cho'kishi va oqishi; e – qumlarning bo'kishi va oqishi.

Bu ko'rsatkichlar gruntning kimyoviy-mineral tarkibi (zarralarning mineralogiyasi va almashinuv kationi tarkibi), strukturali xususiyati (strukturali bog'liqlik tavsifi, dispersligi va boshqalar), namligi, grunt bilan o'zaro ta'sirda bo'lgan suvli eritma tarkibi va konsentrati bilan aniqlanadi.

Qattiq strukturali bog'liqlikka ega bo'lgan jinslarning ko'pchilik qismi amalda bo'kmaydigan bo'ladi. Ularga suv ta'sir etganda faqat yumshaydi. Ularga qarama-qarshi o'laroq dispers gruntlar bo'kuvchan gruntlar hisobiga kiradi. Bunday turdagi gruntlarning bo'kish tezligiga va tavsifiga, suvga mustahkamligini aniqlovchi granulometrik tarkibi alohida katta ta'sir qiladi. V.V.Oxotin har xil granulometrik fraksiyalarni aralashtirish yo'li bilan sun'iy tayyorlangan va havoda quritilgan grunt namunasining suvda bo'kish tezligini o'rganish bo'yicha o'tkazgan tajribalari asosida quyidagi xulosalarni qilish mumkin. Tinch turgan suvlarda yengil suglinokning suvga mustahkamligi juda kichik. O'rtacha suglinoklarning bo'kishi ularning g'ovakliklari kattaligiga va tavsifiga bog'liq bo'ladi: g'ovaklik kichik bo'lganda gilli zarralarning miqdori oshishi bilan bo'kish kamayadi, g'ovaklik katta bo'lganda, o'rtacha suglinoklarda, gil zarralarini miqdoriga qaramasdan, u katta bo'ladi. Tinch turgan suvda og'ir suglinoklarning bo'kishi ulardagi gil zarralari miqdoriga bog'liq bo'ladi: ularning miqdori oshishi bilan u oshadi. Katta g'ovaklikdagi gillarda huddi shunday qonuniyat kuzatiladi, kam g'ovaklikdagi gillarda suvga mustahkamlik qiymati shu turdagi gruntlar uchun mos bo'lgan maksimal qiymatga yaqinlashadi. Ammo, og'ir gillarning suvga mustahkamligi, ularda gil zarralarini miqdori ortishi bilan kamayadi. Lyossimon suglinoklar, xususan, alohida lyossilar uchun bo'kishning juda yuqori tezligi tavsiflidir.

Bo'kish gruntning tuzilish tavsifiga ham bog'liqdir. Ularning makrog'ovakligi, yengil suv o'tkazuvchisi va odatda bo'sh strukturali bog'langan xili bo'kishning katta tezligi bilan tavsiflanadi. Aksincha, yuqori qiymatli strukturali bog'langan nozik dispers, kam suv o'tkazuvchi va zich gruntlar katta suv o'tkazuvchanligi va sekin bo'kishi bilan ajralib turadi.

Gruntlarning bo'kish tezligi va tavsifiga ularning tarkibida bo'lgan tabiiy sement (masalan, karbonatlar, gipslar, gumuslar) katta ta'sir qiladi. Gruntlardagi makro- va mikroyoriqliklar ularning bo'kishiga yordam beradi. Strukturali buzilgan tuzilishga ega gruntlar buzilmagan strukturali jinslarga nisbatan juda katta bo'kish tezligiga ega, chunki birinchisi ikkinchisiga nisbatan kam bog'langanligi bilan farqlanadi.

Suv bilan o'zaro ta'sirda bo'lgan bog'langan gruntlarning bo'kishiga ularning boshlang'ich namligi ham katta ta'sir qiladi. Quruq gruntlar yoki uncha namligi katta bo'lmagan gruntlar, odatda suv shimgan gruntga nisbatan juda tez bo'kadi. V.A.Priklonskiy fikricha har bir turdagi gillar uchun qandaydir "kritik" namlik tavsiflidir, uning qiymatidan gruntlarning suvga mustahkamligini baholasa bo'ladi. Agar gruntlarning namligi kiritikdan kichik bo'lsa, unda gruntlar bo'kadi; yuqori namlikdagi gruntlar (kritikdan yuqori) amalda bo'kmaydi. Gruntlarning kritik namligi qiymati ularning almashinuv sig'imiga (montmorillonit glinasida u taxminan 50%, kaolinitda – taxminan 25%) proporsional ravishda o'sadi.

Gruntlarning **yumshashi** deb qoya tog' gruntlarining suv bilan o'zaro ta'sirlanganda o'zining mustahkamligini kamaytirishi tushuniladi. Yumshashda ro'y beradigan asosiy jarayon gruntlarning bo'kishiga o'xshab, jins zarralari orasiga suv molekulasini kirib bog'lanishni bo'shashtirishidan iborat. Ammo, boshlang'ich mustahkamlik juda yuqori bo'lgan holatlar uchun gruntlar to'liq yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotmaydi va bo'kmaydi.

Yumshash gruntlarning suv shimgan holatidagi bir o'qli siqilishdagi vaqtinchalik qarshiligini uning havodagi quruq holatidagi qarshiligiga nisbati bilan belgilanuvchi yumshatish koeffitsiyenti (K_{YUM}) bilan tavsiflanadi. Yumshatish koeffitsiyentining qiymati qancha yuqori bo'lsa, umuman u 0 dan 1 gacha o'zgaradi, grunt shuncha yumshamaydigan

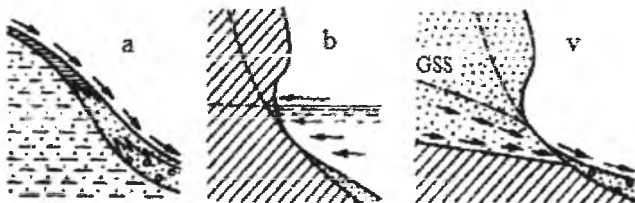
bo'ladi. QMQ 2.01.02-1998 ga asosan qoya tog' jinslari yumshaydigan ($K_{YUM} < 0,75$) va yumshamaydigan ($K_{YUM} \geq 0,75$) turlarga bo'linadi.

Gruntlarning yumshashi ularning mineral tarkibiga, zarralar orasidagi bog'liqlikni mustahkamligiga, g'ovakligiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. O'tqindi nuramagan va metamorfik jinsning katta qismi suvda juda bo'sh yumshaydi: ularni yumshatish koeffitsiyenti 0,95-1 atrofida o'zgaradi. Ko'pchilik cho'kindi jinslar, aksincha, juda katta darajada yumshaydi. Ularga xususan, gil zarralari (mergel, mergelli ohaktosh, gilli qumtoshlar, gilli slaneslar va b.), karbonatlar (ohaktoshlar, bo'r va b.) va kremniyli jinslar (opoka, diatomitlar), shuningdek yengil eruvchi sementlilar (gips, sementli qumtoshlar va b.) kiradi. Masalan, gilli qumtoshlarni yumshatish koeffitsiyenti 0,45 dan oshmaydi, ohaktoshlarda u 0,15 dan 0,5 gacha o'zgaradi. Yumshatish koeffitsiyenti 0,75 dan kichik bo'lgan jinslar, ularni tabiiy qurilish materiali sifatida ishlatish uchun bo'sh mustahkamlikka ega deb hisoblanadi.

Gruntlarning **yuvilishi** deb grunt qatlamining yuzasiga ta'sir qiluvchi harakatdagi suvlar ta'siri natijasida ulardagi agregat va elementar zarralarning buzilish qobiliyati tushuniladi. Gruntlarning bu xossalari suvning dinamik ta'siri bilan birgalikda grunt massivi yuvilishini aniqlaydi.

Gruntlarning yuvilishini tavsiflash uchun ikkita ko'rsatkichdan foydalaniladi: 1) gruntlardagi ayrim zarra va agregatlarning ajralib chiqishi va ularning oqim bilan aralashishi boshlanishida oqimning o'rta tezligini aks ettiruvchi suv oqimining yuvish (yoki kritik) tezligi, 2) yuvilishning jadalligi – yuvilgan grunt qatlamining o'rta qalinligining, berilgan yuvish tezligida yuvilish faoliyatiga nisbati. Ulardan birinchisining o'lchami – metr/sekund, ikkinchisining – millimetr/minut bo'ladi.

Suvli ta'sirning tavsifi va yo'nalishiga bog'liq holda yuvilish farqlanadi (37-rasm): gruntning yuzasi bo'yicha oquvchi suvning ta'sirida bo'ladigan gruntlarning yuza yuvilishi; gruntga suvning frontal ta'siri natijasida hosil bo'ladigan gruntlarning to'g'ridan to'g'ri (lobovoy, to'liqli) yuvilishi; grunt massividan harakatlanuvchi suv ta'sirida zarralarning chiqib ketishi bilan rivojlanadigan gruntlarning suffozion yuvilishi.



37-rasm. Gruntlarning yuvilishi: a – yuza; b – to'liqli; v – suffoziyli.

Gruntlarning yuvilishi ko'p miqdordagi o'zaro bir-biri bilan ta'sirlanayotgan omillarga bog'liq, ularning ichida eng asosiysi gruntning strukturali bog'lanish tarkibi va tasnifidir. Bog'langan gruntlarning yuvilishi dispersligiga, kimyoviy-mineral xususiyatiga, g'ovakligiga, plastikligiga, bo'kishiga, namligiga, qattiqligiga, bog'lanish kuchi va boshqa tavsiflariga bog'liq bo'ladi, shu bilan birgalikda bu bog'lanish to'liq suv shimilishida gilli gruntlarning bog'lanish kuchiga nisbatan yaqqol ifodalangan bo'ladi.

Gilli jinslarning yuviluvchanligi va ularning bo'kishi orasida kerakli darajada bog'liqlik bor: ko'pchilik hollarda tez bo'kadigan gruntlar yuqori yuvilishga ega bo'ladi. Ularning yuvilishga qarshiligi diametri 0,05 va 0,001 mm dan kichik bo'lgan zarralarning miqdori oshishi bilan bir qanchaga oshadi. Gruntlarning yuvilish darajasi ko'pchilik hollarda ularning struktura-tekstura xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Xususan, gilli gruntlarning yuvilishga qarshiligi g'ovaklikning kamayishi bilan oshadi. Qatlamli gruntlarda ularning yuzasi bo'yicha yuvilish odatda unga perpendikulyar yo'nalishga nisbatan 1,2-1,5 marotaba kam.

Gruntlarning suvga mustahkamligini aniqlash uchun maxsus dala tadqiqotlari, laboratoriya va modellashirish ishlari o'tkaziladi. Bo'kuvchanlik, ko'pincha, standart o'lchamli va

shaklli namunalarda har xil namlikda aniqlanadi. Odatda, bunda namuna hamma tomondan namlanadi. Ammo bunday sxema «shartli» hisoblanadi, chunki massivda qandaydir jins namunasini hamma tomonidan suv kirib namlanishi va ularni hamma tomonidan strukturali elementga ajralishini tasavvur qilish qiyin. Shuning uchun yuvilish tezligi va tavsifi ma'lum darajada, gruntlarning suvga mustahkamligini taxminan tavsiflashi mumkin.

3.2 Gruntlarning fizik va biotik xossalari

Gruntlarning zichligi. Zichlik – gruntlarning fizik xossasi bo'lib, uning massasining egallagan hajmiga nisbati bilan baholanadigan miqdoriy qiymatdir. Muhandis-geologik tadqiqotlarda bu xossalarni tavsiflovchi quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaniladi: qattiq zarraning zichligi, grunt skeleti zichligi, nam gruntlarning zichligi, quritilgan grunt skeletining zichligi.

Qattiq zarraning zichligi. Gruntlarning qattiq zarrasining (qattiq komponentlar, qattiq fazalar) zichligi deb uning birlikdagi massasini hajmiga nisbati tushuniladi.

Qattiq zarraning zichligi qiymati mineral tarkibi va organik va organo-mineral moddalarning borligi bilan belgilanadi. U gruntlar tarkibidagi og'ir minerallarning oshishi bilan oshadi. Shuning uchun asosiy va ultraasosiy jinslarda qattiq zarralarning zichligi (3,00-3,40 g/sm³ gacha) sezilarli darajada nordonlarnikidan (granitlarda 2,63-3,75 g/sm³) yuqori bo'ladi. Organik moddalarning bo'lishi uning qiymatini keskin kamaytiradi, chunki ularning zichligi (gumusniki 1,25-1,40 g/sm³) mineral komponentlarga nisbatan uncha katta emas.

Tarkibida organik moddalar va suvda eruvchi tuzlarning qo'shimchalari bo'lmagan ayrim turdagi dispers gruntlarning qattiq zarralari zichligi kerakli darajada barqaror bo'lgan qiymatga ega. Ularning qiymatlari qumlar uchun – 2,66, supeslar uchun – 2,70, sugliнокlar uchun – 2,71 va gillar uchun – 2,74 g/sm³ bo'ladi.

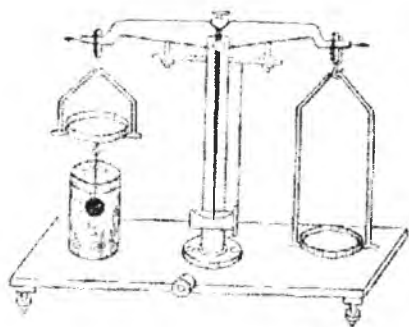
Gruntning zichligi yoki nam gruntning zichligi – tabiiy namlikdagi va tuzilishdagi (buzilmagan) grunt massasining hajmiga nisbati. Bu qiymat g/sm³ yoki kg/m³ bilan o'lchanadi.

Gruntning zichlik qiymatlari mineral tarkibiga, namligiga va gruntning tuzilishiga (g'ovakligiga) bog'liq bo'ladi: 1) og'ir minerallarning miqdori oshishi bilan gruntlar zichligi ortadi, ammo organik moddalar miqdori oshishi bilan kamayadi; 2) namlikning oshishi bilan zichlik ortadi; berilgan g'ovaklikda g'ovakliklar suvga to'liq to'yinganda maksimal qiymatga ega bo'ladi; 3) gruntning g'ovakligi ortishi bilan kamayadi.

Grunt *skeleti* zichligi yoki *quruq* gruntning zichligi deb tabiiy (buzilmagan) strukturasining qattiq komponentlari massasini gruntning birlik hajmidagi og'irligiga nisbatiga aytiladi. Uning qiymati grunt zichligiga nisbatan kam o'zgaradi, chunki u faqat gruntning mineral tarkibiga va tuzilish (g'ovakligi) tavsifiga bog'liq bo'ladi. Gruntga g'ovaklik qancha kam va og'ir minerallarning miqdori qancha ko'p bo'lsa skelet zichligi shuncha yuqori bo'ladi. Organik moddalarning qo'shimchalari bo'lmagan dispers gruntlarda, grunt skeleti zichligi amalda faqat uning tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Grunt skeletining zichligi (ρ_d) tajriba ishlari yordamida (38-rasmda keltirilgan tarozi usulidan foydalanib) aniqlanadi yoki ko'pincha grunt zichligi (ρ) va uning namligining qiymatidan, birlik ulushida, quyidagi ifodadan hisoblab topiladi

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} \quad (20)$$



38-rasm. Tarozi yordamida suvli idishda gruntlarning og'irligini aniqlash.

Amalda, qumli gruntlar uchun har doim ham tabiiy holatida ular skeletining zichligini aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun ularni, ko'pincha, havoda-quruq buzilgan tuzilishida, ikki holatda (bo'sh va zich holatda) aniqlanadi. Shunga mos ravishda qumlarning bo'sh va zich tuzilishdagi zichligi topiladi.

Gruntlarning g'ovakligini hisobi. G'ovaklik (n) va g'ovaklik koeffitsiyenti (e)ni hisoblash uchun, odatda, bu ko'rsatkichlarni qattiq zarrasining zichligi (ρ_s) va grunt zichligi (ρ) yoki grunt skeletini zichligining bog'lab turuvchi bog'liqlikdan foydalaniladi.

$$n = 1 - V_s = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}, \quad (21)$$

bu yerda V_s – gruntning birlik hajmidagi qattiq zarralarining hajmi. G'ovaklik birlik ulushlarida yoki foizda belgilanadi.

G'ovaklik hajmi gruntlarning qattiq komponentlarining hajmiga nisbatiga teng bo'lgan **g'ovaklik koeffitsiyentining** birlik ulushida belgilanadi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$e = \frac{n}{V_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}. \quad (22)$$

Shuning uchun g'ovaklik koeffitsiyenti orqali grunt hajmi birligida g'ovaklik hajmi va qattiq komponentlarning hajmini ifodalash mumkin:

$$n = \frac{1}{1+e} \quad V_s = \frac{1}{1+e}. \quad (23)$$

Gruntlarning g'ovakligini tavsiflovchi ko'rsatkichlar gruntshunoslikda va gruntlar mexanikasida har xil maqsadlar uchun (suv o'tkazuvchanlik, siqiluvchanlik va b.) foydalaniladi.

David George Price [2] fikricha ko'pchilik tog' jinsiari va tuproqlar zarralari orasida g'ovaklik saqlovchi bo'ladilar. G'ovakliklar suv, havo yoki ikkalasi bilan to'lgan bo'lishi mumkin. Shunday qilib uchta sharoit bo'lishi mumkin – quruq, qisman namlangan va to'liq namlangan. Materiallarning zichligi mineral zarra, suv va havoning berilgan hajmi nisbati va mineral zarraning solishtirma og'irligi bilan aniqlanadi. Zichlik (ρ) berilgan hajmdagi og'irlik miqdoridir, birligi Mg m^{-3} . Og'irlik birligi (γ) birlik hajimning og'irligidir, birligi Nm^{-3} . Odatda, Nyuton - kichik kuch bo'lib, og'irlik kNm^{-3} da belgilanadi. 17-jadvalda zichlik va birlik og'irligini bog'lovchi har xil o'lchamlar berilgan.

17-jadval

Parametrlar uchun keng foydalaniladigan ifodalar,
og'irlik birligiga va zichlikka taalluqlidir

Xossasi	Ifodasi
Zichlik (ρ)	$\rho = \text{Massa (M)/Hajm (V)}$
Nam holdagi zichlik (γ)	$\gamma = \text{Og'irlik (W)/Hajm (V)}$
Zarraning solishtirma og'irligi (G)	$G = W_s / V_s \gamma_w$
G'ovaklik koeffitsiyenti (e)	$e = \text{G'ovaklik hajmi/Qattiq zarraning hajmi} = V_v / V_s$
Nam miqdori (m)	$m = (\text{Suvning og'irligi/Qattiq zarraning og'irligi}) \cdot 100\%$
Namlansh darajasi (S)	$S = \text{Suvning hajmi/G'ovaklik hajmi} = (V_w / V_v) \cdot 100\%$
Og'irligi (γ_b)	$\gamma_b = \text{Umumiy og'irligi/Hajm yig'indisi} = (W_s + W_w) / (V_s + V_v)$
Nam holatdagi og'irligi (γ_{SAT})	$\gamma_{\text{SAT}} = \text{Nam xolatdagi og'irligi/Hajm yig'indisi}$
Quruq qoldiq og'irligi (γ_d)	$\gamma_d = \text{Quruq xolatdagi og'irligi/Hajm yig'indisi}$

Izoh: V_s – qattiq zarraning hajmi; V_v – g'ovaklik hajmi; V_w – suvning hajmi; W_s – qattiq zarraning og'irligi; W_w – suvning og'irligi; γ_w – suv birligining og'irligi.

Gruntlarning o'tkazuvchanligi. Bosimning farqi bo'lganda gruntlarning o'zidan suyuqlik, gazlar va ularning aralashmalarini o'tkazishi o'tkazuvchanlik deb ataladi. Hidrogeologik va muhandis-geologik tadqiqotlarda, odatda, *gruntni suv o'tkazuvchanligini o'rganish* kerak bo'ladi, bunda gruntlarning suv o'tkazish qobiliyati tushuniladi. Gruntlarda bosimning farqi natijasida suvning harakati yoki filtratsiyasi, suvga to'liq to'yingan gruntlarda oqim tartibi laminar bo'lganda, filtratsiyaning chiziqli qonuniyatiga – Darsi qonuniga bo'ysunadi:

$$a = \frac{\lambda}{C_v} \text{ yoki } a = \frac{\lambda}{\rho C} \quad (24)$$

bu yerda V – filtratsiya tezligi; K – filtratsiya koeffitsiyenti deb ataluvchi proporsionallik koeffitsiyenti; I – bosim gradiyenti, bosim kamayishi ΔN ning filtratsiya yo'lining uzunligiga nisbatini aks ettiradi.

Keltirilgan ifodadan, gruntning suv o'tkazuvchanligini belgilovchi filtratsiya koeffitsiyenti, bosim gradiyenti birga teng bo'lganda filtratsiya tezligiga teng bo'lishi tushuniladi. Filtratsiya koeffitsiyenti m/sut, m/s, ayrim hollarda sm/s bilan o'lchanadi va uni kompressiya-filtratsiyali asbobda aniqlash mumkin (39-rasm).

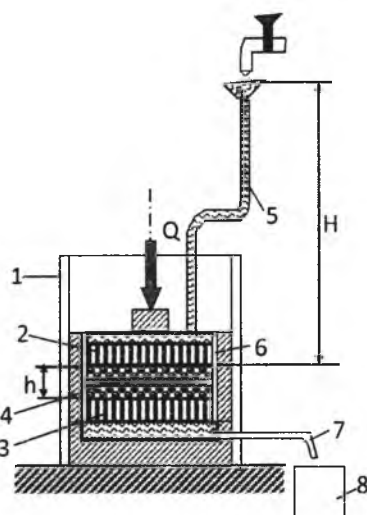
Gruntni suv o'tkazuvchanligi ularning kimyoviy-mineral tarkibi, struktura-tekstura xususiyati, filtratsiya bo'layotgan suyuqlik konsentratsiyasi, tarkibi va xossalriga, shuningdek filtratsiyaning sharoitiga (gradiyentni bosimiga, haroratning qiymatiga va b.) bog'liq bo'ladi. Bu omillarning ichida eng muhimi g'ovaklikning shakli (g'ovaklikning o'lchami, yuzasini ko'rinishi va b.) va yoriqlikning, shuningdek, filtratsiya bo'layotgan suyuqlikning tavsifidir.

Alohida «filtratsiyaning boshlang'ich gradienti» tushunchasiga to'htalib o'tish kerak. Yuqori dispers gruntlarda (gillar, torflar) suv harakatini o'rganishda filtratsiya «filtratsiyaning boshlang'ich gradienti» deb ataladigan bosim gradientining ma'lum bir qiymatidan (I_B) yuqori bo'lganda boshlanadi. Bu holat 40-rasmda keltirilgan. 40-rasmdagi 2-chi egri 3 bo'lekka bo'lingan: oa – boshlang'ich, bunda filtratsiya kuza-tilmaydi; ab – o'tuvchi, egri chiziqli, bunda filtratsiya tezligi juda kam; bg – to'g'ri chiziqli, bunda filtratsiya tartibli holdatda bo'ladi.

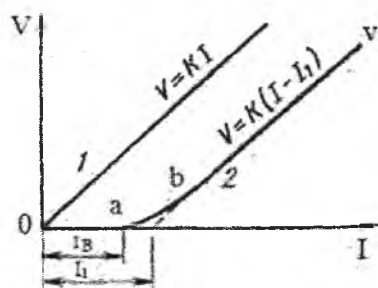
G'ovaklikning o'lchami va uning shakli, shuningdek qiymati gruntlarning dispersligi va mineral tarkibiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun gilli gruntlarda suv o'tkazuvchanlik graviy va galechnikka nisbatan (18-jadval), montmorillonitli gillarda kaolinitga nisbatan juda kam bo'ladi.

Gruntni elektrkinetik va osmotik xossalari.

Elektrkinetik va osmotik hodisasi yuqori dispersli gruntlarda (gilli, lyosli, torfli) yaxshi bilinadi. Bunday gruntlarning g'ovakligida suvlarning harakatlanishi, faqat



39-rasm. Kompressiya-filtratsiyali asbobning ishlash chizmasi: 1 – korpus; 2 – yuqori g'ovakli shtamp; 3 – ostki g'ovakli shtamp; 4 – grunt namunasi; 5 – pyezometrik trubka; 6 – ishchi halqa; 7 – oqizuvchi; 8 – bo'sh idish; Q – siquvchi kuch.



40-rasm. Filtratsiya tezligining bosim gradiyentiga bog'liqlik grafigi: 1 – qumli, 2 – gilli gruntlar uchun.

Har xil gruntlarning filtratsiya ko'effitsiyenti va ularning suv o'tkazishi bo'yicha tavsifi

Gruntlar	K, m/sut	Suv o'tkazuvchanligi bo'yicha gruntlarning tavsifi
Gil, monolit qoya tog' gruntlari	$5 \cdot 10^{-5}$	Amalda suv o'tkazmaydigan
Suglinoklar, og'ir supeslar, yoriqligi yo'q qumtoshlar	$5 \cdot 10^{-5}$ gacha	Juda kam suv o'tkazuvchi
Supeslar, kam yoriqli gilli slaneslar, qumtoshlar, ohaktoshlar va b.	0,5 gacha	Kam suv o'tkazuvchi
Nozik va mayda donali qumlar, yoriqli qoya tog' gruntlari	5 gacha	Suv o'tkazuvchi
O'rtacha o'lchamli qumlar, yuqori yoriqlikdagi qoya tog' gruntlari	50 gacha	Yaxshi suv o'tkazuvchi
Galechniklar, graviyli qumlar, kuchli yoriqli qoya tog' gruntlari	>50	Kuchli suv o'tkazuvchi

berilgan gidrostatik bosim gradiyenti natijasida mexanik kuchlar ta'sirida bo'lmagan, boshqa fizik va fizik-kimyoviy kuchlar ta'sirida ham bo'lishi mumkin. Elektrkinetik va jsmotik hodisa quyidagilar bo'lganda yuz beradi: 1) doimiy elektr tokining gradiyent maydonida (elektroosmos); 2) erigan elektrolitlar konsentratsiyasining gradiyenti; 3) harorat gradiyenti (termoosmos). Bu omillar ta'sirida gruntlarda suvning harakati Darsi qonuniyatiga o'xshatib yozilishi mumkin bo'lgan qonuniyatga bo'ysunadi: $v = Kgrad\psi$, bu yerdav – suv harakatining tezligi; ψ – elektr, harorat yoki yerigan

moddaniy konsentratsiyasining potentsiali (uchta qiymatdan bittasi); K – proporsiya ko'effitsiyenti, agar elektroosmos bo'lsa elektroosmos ko'effitsiyenti, osmos bo'lsa – osmos ko'effitsiyenti, harorat osmosi bo'lsa – termo osmos ko'effitsiyenti deb ataladi.

Elektroosmos, osmos va termoosmosda suv harakati mexanizmi bir xil – zarra yuzasi bo'ylab suyuqlikning harakati (erkin suvning harakati bog'langan suv qatlamiy yuzasi bo'yicha bo'ladigan filtratsiyaga nisbatan farqli ravishda) kuzatiladi. Bu hodisa yuza kuchining borligi uchun kechadi: yuza kuchlari qancha ko'p bo'lsa, ko'rilayotgan hodisa shuncha aniq bilinadi. Masalan, qum va yirik donali gruntlarda fizik-kimyoviy omillar ta'sirida suvning harakati juda kam bo'ladi yoki to'liq bo'lmaydi, ammo gilli gruntlarda u filtratsiya tezligiga nisbatan bir necha barobar tez bo'lishi mumkin.

Gruntlarda elektrkinetik xossalr va hodisalar. Suvga to'yingan gilli gruntlarga doimiy tok ta'sir qilganda elektrkinetik hodisasi – elektroosmos va elektroforez hosil bo'ladi. Elektroosmos tashqi elektr maydoni (ko'pchilik holatlarda u anodan – musbat «+» elektrodan katodga qarab – manfiy «-» elektrodga) ta'sirida, grunt g'ovakligida, suvning harakatini o'zida aks ettiradi. Elektroforez deb suyuqlikdagi qattiq dispers zarraning elektrodlardan birortasiga qarab (elektroforez zarraning harakati ko'pincha anodga tomon bo'ladi, chunki mineral zarralari yuzasida manfiy zaryad bo'ladi) harakatlanishi tushuniladi. Mineral zarralari o'zining yuzasida elektr zaryadiga ega bo'lgani uchun, qattiq va suyuq komponentlarni bir biriga nisbatan harakatlanishi natijasida elektr potentsiali: zarrani suspenziyaga tushishi natijasida cho'kish potentsiali, suyuqlikning g'ovaklik muhitini orasidan o'tishida – oqish potentsiali hosil bo'ladi.

Elektrokinetik potentsial, g'ovaklikdagi eritma bilan muvozanatda bo'luvchi qattiq jism yuzasining muhim fizik-kimyoviy tavsifi hisoblanadi. Uning qiymati diffuziya qatlami bilan belgilanadi. Shuning uchun diffuziya qatlami strukturasini belgilovchi hamma omillar elektr potentsiali qiymatiga ta'sir qiladi. Uning eng yuqori qiymatining elektrolitini uncha yuqori bo'lmagan optimal konsentratsiyasidagi aralashtirilgan suspenziyalarida kuzatish mumkin.

Gruntlarda suvlarning elektroosmotik harakatlanishi. Suv shimgan gruntga tashqi doimiy elektr maydonini ta'sir ettirilganda musbat ionlar (kationlar) katodga qarab harakatlanadilar, manfiy ionlar (anionlar) esa – anodga tomon harakatlanadilar. Ular bilan birgalikda malekulyar kuchlarning o'zaro ta'siri natijasida suv ham harakatga keladi.

Gruntdagi diffuziya qatlamidagi mitsella kationga ega bo'lgani uchun suvning harakati katod tomonga bo'ladi.

Grunt g'ovakligidagi suvning elektroosmotik harakati, doimiy elektr maydonida, elektroosmos koeffitsiyentining K_E qiymatiga bog'liq bo'ladi. Uning qiymati gruntlarning elektrokinetik xossasini, g'ovakli bo'shlig'ining geometriyasini va g'ovaklik eritmasining xossasini aks ettiradi. Gruntlarning keng diapazonida – gildan to o'rta zarrali qumlarga cha – K_E qiymati qisqa oraliqda (taxminan $1 \cdot 10^{-5}$ do $8 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2 \text{ V} \cdot \text{s}$) o'zgaradi, ammo bu qiymatda filtratsiya koeffitsiyenti million marotaba o'zgarishi mumkin. Ko'pchilik plastik konsistensiyali gilli gruntlar uchun K_E qiymati $(2-3) \cdot 10^{-5} \text{ sm}^2 \text{ V} \cdot \text{s}$ teng bo'ladi. Gilli gruntlar g'ovakligi kamayishi bilan K_E filtratsiya koeffitsiyenti kabi juda katta farq bilan bo'lmasa ham kamayadi. K_E qiymati kichik bo'lsa ham, gilda filtratsiyaga qaraganda elektroosmosda suvning harakat tezligi ancha yuqori bo'ladi. Shuning uchun elektroosmosning filtratsiyalanishi yomon bo'lgan gilli gruntlarda suv qochirish va zichlashtirish uchun ishlatiladi.

Gilli gruntlarda suvni pasaytirish va zichlashtirish uchun elektroosmosdan samarali foydalanish gruntlarda hosil bo'ladigan elektrkimyoviy jarayonlar: elektroliz, kation almashinuvi, elektrodlardan gazning ajralib chiqishi, gruntlar xossasining fizik-kimyoviy o'zgarishi bilan kamayishi mumkin, ya'ni elektroosmosning tugallanishiga olib kelishi mumkin.

Gruntlarda diffuziya va osmos. Diffuziya – tizimda konsentrasiyaning o'z-o'zidan tenglashish jarayonlaridir. Konsentratsiyaning muvozanatli tarqalishini o'rnatilishi suv tarkibida bo'lgan ionlar, molekula yoki nozik dispers zarralarning tartibsiz harakati natijasida kechadi. Ionlarning diffuziyasi – juda sekin kechadigan jarayon hisoblanadi.

Suv shimgan gilli gruntlarda ionlar diffuziyasi g'ovaklikning o'lchami va miqdoriga bog'liq bo'ladi: g'ovaklik radiusi va ularni miqdori qancha kam bo'lsa, diffuziya shuncha sekin kechadi. Umumiy g'ovaklikning kamayishi bilan diffuziya koeffitsiyentini qonuniy kamayishi ro'y beradi. Agar gilda xlor ionining diffuziya harakati tezligi hisoblab chiqilsa, birga teng konsentratsiya gradiyenti uchun, $u \cdot 10^{-6} - 0,1 \cdot 10^{-5} \text{ sm/s}$ ga teng bo'ladi.

Osmos yarim o'tkazuvchi to'siq orqali ikkita har xil konsentratsiyali eritmani ajratuvchi moddaning (odatda eritmaning) diffuziyasini o'zida aks ettiradi. Erituvchi diffuziyasi tizimda to'siqning ikkala tomonida konsentratsiya tenglashishi natijasida yoki osmotik bosimning hosil bo'lishi natijasida muvozanat o'rnatilguncha davom etadi.

Gruntlar, shuningdek, yuqori dispers gillar ideal yarim o'tkazuvchi to'siq hisoblanmaydi; ularda diffuziya erigan elektrolitlardagi ionlardek, shuningdek erituvchining – suv molekulasinign harakatidek yuz beradi. Ammo gruntning strukturasi (asosan g'ovaklik o'lchamiga) bog'liq ravishda u yoki boshqa jarayonlar ustunligini kuzatish mumkin.

Osmos gillarda ko'pchish yoki hajmiy kichrayish deformatsiyasini keltirib chiqarishi, shuningdek, bir tekis sho'rlanmagan gruntlarda suv harakatini o'zgartirishi mumkin, chunki odatda osmotik harakat tezligi filtratsiya tezligidan katta bo'ladi. Agar sho'rlangan gilli grunt chuchuk suvga solinsa, suvning osmotik so'rilishi va gruntning ko'pchishi kuzatiladi. Amalda osmotik ko'pchish sho'rlangan gruntlarda kovlangan irrigatsiya yoki kema yuruvchi kanallarda, ular chuchuk suvga to'ldirilgandan so'ng uchrashi mumkin. Agar erkin ko'pchishga tashqi bosim qarshilik qilsa, gillarda qiymati birnecha o'n MPa ga yetadigan osmotik bosim (ko'pchish bosimi) hosil bo'ladi.

Grunt qatlami bilan o'zaro ta'sirlanayotgan eritmaning tuz konsentratsiyasi gruntdagi g'ovaklik eritmasidagidan ko'p bo'lsa, suvning so'rilishi ro'y beradi va uning hajmi kichrayishi natijasida gruntlarning zichlashishi kuzatiladi. Konsentrlashgan elektrolit eritmasining so'rish ta'sirini, B.F.Reltov taklifiga asosan, suv shimgan gillarni quritish va zichlashtirish (osmotik drenaj) uchun foydalanish mumkin.

Gruntlarning korroziya xossalari. Korroziya deb materiallarning atrof-muhit bilan (gazlar, suyuq va qattiq komponentlar) kimyoviy yoki elektrkimyoviy ta'sirlanishi natijasi-

da buzilish jarayoniga aytiladi. Korroziya bir necha xilga ajratiladi. Ulardan bittasi metall va metall bo'lmagan konstruksiyalarning grunt bilan o'zaro ta'sirlanishida hosil bo'ladigan yer osti korroziyasidir.

Gruntlarda metall korroziyasi asosan elektrkimyoviy hodisa hisoblanadi. Metallning elektrolit (gruntning suyuqlik tarkibi) bilan to'qnashuvida, elektr-kimyo korroziyasi nazariyasiga asosan, metall yuzasida ko'p miqdorda korroziyon elementlar yuzaga keladi. Ular-ning tabiati elektrolit bilan to'qnashadigan metall yuzasining ayrim uchastkalari elektr po- tensiallarining farqlari natijasida hosil bo'ladigan galvanik elementlar tabiatiga o'xshash bo'ladi. Bunday ikkita uchastka elektrolitga tushirilgan metall bilan o'zaro birikkan bo'lib, uning natijasida yopiq elektr zanjiri hosil bo'ladi. Bu zanjirda kuchi korroziyon buzilish o'lchamini aniqlaydigan doimiy elektr tok oqadi. Natijada anod maydonida metall ionining elektrolitga o'tishi bilan buzilish kuzatiladi, depolyarizatsiya jarayoni bo'ladigan katodda, metall buzilib qolmasdan ma'lum darajada korroziyadan himoyalangan bo'ladi.

Metallarning yer osti korroziyasi uning eng murakkab turlari qatoriga kiradi. Ular-ning yuzaga kelishi asosiy sabablari: 1) grunt namligining metall konstruksiyasiga ta'siri, natijada korroziyon elementlar hosil bo'ladi; 2) quvur o'tkazgichlarning atrofida bo'ladigan elektrolitlarda bo'lgan adashgan toklar ta'siri natijasida grunt da kechadigan elektroliz hodisasi; 3) gruntlarda bo'lgan mikroorganizmlarning (biokorroziya hodisasini keltirib chiqaruvchi) ta'siri. Uning tezligi juda katta miqdorda gruntning korroziyon faolligi bilan belgilanadi, bu yangi quvur o'tkazgichda birinchi teshik hosil bo'ladigan muddat bilan baholanadi. Uni hosil bo'lish muddati, I.A.Prutil tasnifi bo'yicha diametri 300 mm, devorining qalinligi 8-9 mm bo'lgan po'lat quvur o'tkazgichda, past korroziyon faollikda 25 yildan oshadi; yuqori korroziyon faollikda u 5-10 yildan iborat bo'ladi, juda yuqori faol-likda – atigi 1-3 yil davom etadi.

Gruntlarning korroziyon faolligi ko'plab omillar bilan belgilanadi. U gruntlarning kimyoviy tarkibiga sezilarli, xususan suvda eriydigan birikmalar borligiga va tarkibiga bog'liq bo'ladi. Shunga qaramasdan, gruntlarda ular miqdori odatda ko'p bo'lmaydi, ular g'ovaklik elektrolitining hosil bo'lishida, uning solishtirma elektr qarshiligi shakllanishida muhim ahamiyatga ega va hamma korroziyon jarayonlarning kechishiga ta'sir qiladi. Cl⁻ va SO₄²⁻ ionlarining miqdori oshishi bilan (taxminan 0,1 % dan ortiq) odatda gruntlarning kor- roziyon faolligi oshishi kuzatilgan: gruntlarda xloridlarning ko'p bo'lishi bilan metallar jadal korroziyaga uchraydi, bu hodisa sulfatlarda kam darajada kuzatiladi.

Gruntlarning korroziyon xossalari ularda Ca²⁺ va Na⁺ kationlarining bo'lishi katta ta'sir qiladi. Bu ikkita birikma gruntning suv- va havo o'tkazishiga ta'sir qiladi va gruntlarda suyuq va gazsimon komponentlarning nisbatini aniqlaydi. Bu nisbat ta'sirida gruntlarning korroziyon xossalari o'zgaradi.

Gruntlarning korroziyon faolligiga ularni namligi katta ta'sir qiladi. Quruq gruntlarda korroziyon elementlarni hosil qilish uchun kerak bo'ladigan elektrolit bo'lmagani uchun korroziya kuzatilmaydi. Ammo, uncha katta bo'lmagan namlikda, grunt da faqat mus- tahkam bog'langan suv bo'lganda, korroziyon jarayonlar kuzatila boshlanadi, lekin bu holatda korroziya tezligi juda kam bo'ladi. Gruntlarning namligini keyinchalik ortishi, korroziya elementlarining ishlash jadalligi tezlashishi va ularning zanjirlarini qarshiligin- ing kamayishi natijasida, korroziya tezligi oshishiga olib keladi. Bog'langan gruntlarda korroziya tezligini maksimal miqdorigacha oshishga olib keluvchi chegaraviy namlik 10-12% ni tashkil qiladi. Qumlarda u birmuncha kam. Keyinchalik namlikni oshishida korroziyaning maksimal tezligi amalda qandaydir chegaraviy namlikkachang o'zgarmas bo'ladi, bu namlikni 20-25% deb hisoblasa bo'ladi. Bu namlikda elektrkimyoviy korroziya jarayonining borishini oldini oluvchi, grunt g'ovakligi suvga to'liq bo'lmaydi. G'ovakliklar suvga to'liq to'yinganlarida yoki to'liq suv sig'imiga yaqin namlikda havoning metallga

kirishini qiyinlashtiruvchi suvning uzluksiz qatlami hosil bo'ladi, natijada korroziya tezligi kamayadi.

Gruntlarning korrozion faolligi ularni gazlarga to'yinganligiga bog'liq bo'ladi. Xususan, gruntlarning har xil chuqurlikda gazga to'yinganligi eski quvur o'tkazgichlari tagida yeg'ilishi bilan bog'liq, uni yuqori qismida holati nisbatan yaxshi bo'ladi. Bu hodisa – anod hududining yuzaga kelishi, kislorodning kirib borishi qiyin bo'ladigan quvur quyi qismidagi aeratsiya g'ovakligining hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Bunday korrozion elementlarga havoning erkin kirishi ular ishini faollashtiradi, shuning uchun gruntlarning havo o'tkazuvchanligi, ko'pchilik hollarda, korroziyaga juda xavfli hisoblanadi. Gruntlar tarkibida uchraydigan gazlarning hamma shakllaridan eng ahamiyatga ega bo'lgani erkin havodir, uning miqdori gruntning struktura-tekstura xossalari va ularning namligiga bog'liq bo'ladi.

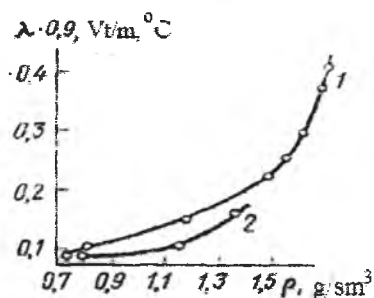
Gruntdagi gazlarning tarkibi ham ma'lum miqdorda ahamiyatga ega. Masalan, kislorod korroziya sharoitida farqli ta'sir qiladi, odatda uning tezligini oshiradi. Temir bilan bog'lanuvchi va temir sulfidini hosil qiluvchi vodorod sulfidi sezilarli xavf tug'diradi.

Yer osti korroziyasi borishiga mikroorganizmlar hayot faoliyati ham sezilarli darajada ta'sir qiladi, xususan bunda sulfat tiklovchi, temirli, vodorod bog'lovchi bakteriyalarni alohida ta'kidlash lozim. Ular biokorroziyaning rivojlanishiga olib keladi.

Gruntlarning issiqlik fizik xossalari. *Gruntlarning issiqlik sig'imi.* Issiqlik sig'imi gruntlarning issiqlik enyergiyasini, issiqlik almashinuvida yutish qobiliyatini tavsiflaydi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan, gruntga ta'sir qilgan issiqlik (ΔQ), gruntning kengayishiga bog'liq bo'lgan ichki issiqlik energiyasi (ΔU) o'zgarishiga va A ish bajarilishiga sarf bo'ladi: $\Delta Q = \Delta U + A$.

Gruntlarning qattiq komponentlarini issiqlik sig'imi uning mineral tarkibi va organik moddalarining miqdori bilan aniqlanadi. Eng keng tarqalgan minerallarning solishtirma issiqlik sig'imi qiymati 0,50 dan 1,0 kDj/kg $\cdot$ °SC gacha o'zgaradi, ularning ko'pchiligida 0,70-0,95 kDj/kg $\cdot$ °C ga teng bo'ladi. Organik moddalarning issiqlik sig'imi minerallarga nisbatan katta bo'ladi. Jinslarda gil zarralarining oshishi issiqlik sig'imining ortishiga olib keladi. Nam gruntning issiqlik sig'imi quruq gruntlarnikiga nisbatan yuqori, har xil darajadagi suvning issiqlik sig'imi uning mineral va organik moddasiga nisbatan sezilarli ko'p bo'ladi.

Gruntlarning issiqlik o'tkazuvchanligi. Gruntlarning issiqlik o'tkazuvchanligi ularning issiqlik o'tkazish qobiliyatini tavsiflaydi. U gruntlarning harorat gradiyenti birga teng bo'lganda birlik vaqtida birlik maydonidan o'tadigan issiqlikka teng bo'lgan qiymatni aks ettiruvchi issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti (λ) bilan baholanadi. Uni Vt/m $\cdot$ °C (SI tizimi), yrg/sm $\cdot$ s°C (SGS tizimi) bilan o'lchanadi.



41-rasm. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining skeiet zichligiga bog'liqlik graffi: 1 – qumli, 2 – sug'linokli gruntlar uchun.

Gruntlarning issiqlik o'tkazuvchanligi, ko'p komponentli tizim bo'lib, qattiq, suyuq va gazsimon tarkibi nisbati, ularning kimyoviy-mineral tarkibi, struktura va teksturali xususiyati (dispersligi, g'ovakligi, qatlamliligi va b.), namligi, agregat holati, suvi va harorati bilan aniqlanadi. Gruntlarning namligi ortishi bilan issiqlik o'tkazuvchanligi tez ortadi, chunki jinsning g'ovakligidan siqib chiqariladigan havoning issiqlik o'tkazuvchanligi 30 marotaba suvning issiqlik o'tkazuvchanligidan kam.

Dispers gruntlarning issiqlik o'tkazuvchanligi ularni granulometrik tarkibiga (41-rasm) ham bog'liq bo'ladi. Qo'pol va yirik zarralari ko'p bo'lgan gruntlar (harsanglar, galechniklar, graviylar, qumlar) nozik dispers gruntlarga (ularning namligi, zichligi va boshqa xossalari o'zaro

tengligi sharti bo'yicha) nisbatan yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi bilan tavsiflanadi. Chunki dispers gruntlarda yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan mayda zarralar orasida zich bo'lmagan tutash joylarini miqdori tez oshadi. Gruntlarning issiqlik o'tkazuvchanligi zichlikka va g'ovakligiga sezilarli darajada bog'liq bo'ladi. Gruntning zichligi qancha kam bo'lsa, zarralar shuncha bir biriga kam zichlikda ilashadi va shuncha gruntning issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'ladi. Tajribalar yordamida, cho'kindi jinslarning skeletini zichligini 15-20%ga oshishi issiqlik o'tkazuvchanligini taxminan ikki marotaba oshishini ko'rsatadi. Sun'iy zichlashtirish ham gruntlarning issiqlik o'tkazuvchanligi oshishiga olib keladi. Keltirilgan omillar bilan, xususan yo'l tagida polotnning muzlash va erish omillari tabiiy tuzilishga ega bo'lgan yonidagi uchastkaga nisbatan jadalroq kechishini tushuntiradi.

Gruntlarning harorat o'tkazuvchanligi. Gruntlarning harorat o'tkazuvchanligi issiqlikning yutilishi yoki uzatilishi natijasida harorat o'zgarib tarqalish tezligini tavsiflaydi. U miqdoriy jihatdan birga teng hajmiy issiqlik sig'imli issiqlik o'tkazuvchanlikka teng bo'lgan harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (a) bilan baholanadi:

$$a = \frac{\lambda}{C_v} \text{ yoki } a = \frac{\lambda}{\rho C}. \quad (25)$$

Uning qiymati m^2/s (SI tizimi), sm^2/s (SGS tizimi) o'lchanadi. Harorat o'tkazuvchanlik uncha katta bo'lmagan oraliqda, gipslarda $0,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ dan osh tuzida $40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ gacha o'zgarishi mumkin. U issiqlik o'tkazuvchanligidek, tarkibidagi qattiq, suyuq va gazsimon omillarga, gruntlarning tekstura va struktura xususiyatiga, namlik va harorat holatga bog'liq bo'ladi.

Gruntlarning muzlashga qarshiligi. Gruntlarning muzlashga qarshiligi deganda manfiy harorat ta'siriga qarshi tura olish qobiliyati tushuniladi. U, odatda, gruntlarning ma'lum miqdordagi siklli muzlash va yerishidan so'ng mustahkamligining o'zgarishi, shuningdek namunalarni siklli muzlashdan so'nggi bir o'qli siqilishga mustahkamligini quruq dastlabki namunaning mustahkamligiga nisbati bilan hisoblanadigan muzlashga qarshilik koeffitsiyenti (K_M) bilan baholanadi.

Gruntlarning elektr o'tkazuvchanligi. Gruntlarning elektr o'tkazuvchanligi deb gruntlarni elektr tokini o'tkazish qobiliyati tushuniladi. Bu xossasi solishtirma elektr o'tkazuvchanlik (σ) yoki solishtirma elektr qarshilik (ρ) bilan tavsiflanadi:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{RS}{L}, \quad (26)$$

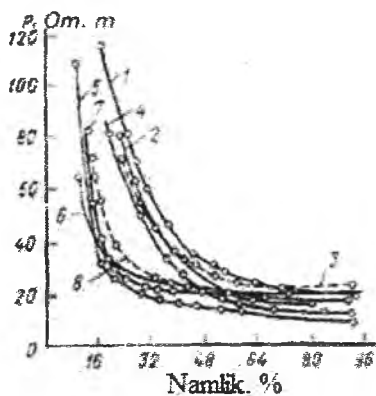
bu yerda R – grunt namunasining to'liq elektr qarshiligi, Om ; S – namunaning ko'ndalang kesim maydoni, m^2 ; L – namuna uzunligi, m .

Solishtirma elektr qarshiligi miqdoriy jihatdan kubni pyerpendikulyar yuzasi bo'yicha o'lchangan asosi 1 m^2 va uzunligi 1 m bo'lgan 1 m^3 gruntning omga teng qarshiligidir. Solishtirma elektr qarshilik, odatda, $\text{Om} \cdot \text{m}$ da, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik – $\text{Om}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ da o'lchanadi.

Gruntlarning elektr o'tkazuvchanligi va elektr qarshiligi murakkab va kerakli darajada o'zgaruvchan tavsifdir. Ularning qiymatlari omillarning katta kompleksidan, gruntlarda eng muhim bo'lgan mineral tarkibi, ularning dispersligi, struktura-teksturali xususiyati, namligi, kimyoviy tarkibi va g'ovaklik eritmasini konsentratsiyasi, haroratidan iborat bo'ladi.

Gruntlarning elektr o'tkazuvchanligi, shuningdek, ularni struktura-tekstura xususiyatlariga: grunt zarrasini agregatlarga birikishiga, umumiy g'ovakligiga, o'tkazuvchi qo'shimchalarning shakli va tarqalishiga bog'liq bo'ladi (42-rasm).

Haroratning ortishi bilan gruntlarning solishtirma elektr qarshiligi kamayadi, shundan kelib chiqib, ularning elektr o'tkazuvchanligi ortadi.



42-rasm. Solishtirma elektr qarshilikning namlikka bog'liqlik grafigi: 1-4 – nozik dispers va 5-8 – yirik dispers gruntlar.

Gruntlarning magnitli xossalari. Hamma gruntlar ko'p yoki kam miqdorda magnit xossasiga ega bo'ladi. Ularning magnitli holati gruntning birlik hajmidagi va massadagi magnit momenti va boshqa bir qator ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi. Gruntning birlik hajmidagi (massadagi) magnit momenti yeg'indisi, magnit maydonining bir xilligidan kelib chiqqan va magnitlashish deb ataladigan, uning ayrim atomlari magnit momentlarining geometrik yeg'indisidir. Bir xil moddalar (ferromagnitlar) uchun magnitli tashqi magnit maydoni murakkab funksiyasi asosiy hisoblanadi, boshqalari (dia- va paramagnetiklar) uchun – ma'lum maydon va harorat oralig'ida bu funksiya chiziqli bo'lishi mumkin:

$$I = \chi H, \quad (27)$$

bu yerda I – magnitlanish, χ – magnitlikka ta'sirchanlik, H – magnitli maydon kuchlanishi.

Magnitli ta'sirchanlik magnitli xossasini eng muhim tavsiflaridan biridir. Minerallarning u yoki boshqa sinfga taalluqliligi mineral tarkibiga va strukturasi kristall panjarasiga kiruvchi atomlarning strukturali qobig'i bilan aniqlanadi.

Gruntlarning radiatsiya xossalari. Radiofaollik deb bitta kimyoviy elementning turg'un bo'lmagan izotopining elementar zarrasining nurlanishi bilan boshqasining izotopiga aylanishiga aytiladi. Atomlarning radiofaol bo'linishi yadroning tuzilishi, tarkibi va energiyasini o'zgarishga olib keladi.

Litosferada eng ko'p tarqalgan jins hosil qiluvchi magmatik, metamorfik va cho'kindi jinslarning minerallari radiofaolligi bo'yicha to'rtta guruhga bo'linadilar:

1) asosiy jins hosil qiluvchi bo'sh radiofaol, ko'pincha «salik» minerallar (kvars, kaliyli dala shpati, plagioklaz, nefelin);

2) jins hosil qiluvchi, ko'pincha melankratli normal yoki bo'sh yuqori radiofaol aksessor minerallar (biotit, amfibollar, piroksenlar);

3) asosiy (eng ko'p uchrovchi) yuqorifaollikdagi aksessor va rudali minerallar (apatit, evdialit, flyuorit, ilminit, magnetit va boshqalar);

4) yuqori radiofaollikdagi eng kam uchrovchi aksessor minerallar (sfen, ortit, monatsit, sirkon, loparit va boshqalar).

Gruntlarda minerallarga nisbatan farqli ravishda uran va toriy moddali tarkibiga katta bog'liqlikda bo'ladi. Cho'kindi gruntlar ichida radiofaolligi bo'yicha terrigenlar (konglomeratlar, qumtoshlar, gilli slaneslar), kremniylar, karbonatlar, tuzli yotqiziqlar va kaustobiolitlar ajralib turadi. Metamorfik jinslar ichida uran va toriy miqdori bo'yicha: bo'sh radiofaollikdagi (silikatli- amfibolitlar, amfibolitli slaneslar, apodiabazlar; kvarsitlar va karbonatli- marmar, kalsifir) va normal va yuqoriligi kamroq radiofaollikdagi (felsik gneslar, kristalli slaneslar, porfiroidlar, metamorflashgan qumtoshlar) uchraydi. Magmatik jinslarning radiofaolligi eng muvaffasal o'rganilgandir. Effuziv jinslarning radiofaolligi intruzivlarga nisbatan o'zgarmasdir. Eng ko'p tarqalgan radiofaol minerallar: granitlar, granodioritlar.

Gruntlarning biotik xossalari. Gruntlarning biotik xossalari deb uning tarkibidagi mikrodan makrosathgacha bo'lgan biotiklar (tirik) hayot faoliyati bilan bog'langan xususiyati tushuniladi. Gruntlarning biotik xossalari ularning kimyoviy, fizik, fizik-kimyoviy va fizik-mexanik xossalari bilan juda yaqindan bog'langan bo'ladi. Gruntlar biotasi muhandis-geologiya tushunchasi bo'yicha gruntlarning biologik faolligi, biologik yutish qobiliyati, shuningdek gruntlardagi turli xil materiallarga nisbatan bioagressivligi bilan belgilanadi.

Turli xil gruntlarning biologik faolligi turlicha bo'ladi. Gruntlarning makro- va mikrobiologik faollikdagi turlari mavjud.

Gruntlarni biologik faolligi tarkibi, strukturasi va xossasining o'zgarishiga olib keluvchi, ularda kechadigan jarayonlar bilan bog'liq bo'ladi. Bu jarayon organizmlarning hayotiga bog'liq ravishda sutka va yilning mavsumi davomida o'zgarishi mumkin.

Gruntlarda kechadigan biologik yutish qobiliyati, bioagressivlik va biokorroziya hodisalari kuzatiladi. Gruntlarning yutish qobiliyati deb undagi makro- va mikroorganizmlar tomonidan gruntga ta'sir etuvchi tashqi muhitdan turli xil – suyuq, gazli yoki qattiq komponentlarni o'zlashtirish imkoniyati tushuniladi. Bu gruntlarda moddalarning biologik almashinuvi natijasidir. Bunda grunt tarkibida bo'lgan o'simliklar, gribalar va tirik mavjudotlar hayot faoliyatlari davomida o'zlariga kerakli kimyoviy elementni yeg'adilar. Yeg'ilgan elementlarning bir qismi gruntga qoladi. Shunday qilib grunt ma'lum elementlar va mikroelementlarga boyiydi.

Gruntlarning bioagressivligi deb biotalarning hayot faoliyati bilan bog'liq bo'lgan muhandislik inshootlarining turli materiallarga ta'sir qilib, uni buzilishga olib keluvchi xususiyati tushuniladi. Bioagressivlik matallga, betonga, yog'och tuzilmasiga nisbatan bo'lishi mumkin. Bular ichida eng muhimi metallga nisbatan bo'lishidir.

Gruntlarning biokorroziyasi deb grunt dagi biotik komponentlarning metallga biokimyoviy ta'siri natijasida buzilish jarayoni tushuniladi. Grunt d a yashovchi turli xil mikro- va makroorganizmlar metall d a jadal mikrobiologik korroziyani keltirib chiqaradi. Biokorroziyalar anaerob (havoning ta'sirisiz) va aerob sharoit d a kechishi mumkin. Anaerob korroziya natijasida og'ir gilli gruntlarda va botqoqlik d a torflarda bo'lgan po'lat va cho'yan quvurlar nurashi mumkin. Aerob biokorroziyalar tian bakteriyalari, temir bakteriyalari, nitrifikatorlar va boshqa organizmlar ta'sirida yuz beradi. Grunt d a g kabelli komunikatsiyalarga ta'sir qiladi.

Gruntlarning g'ovaklik d a g suvli eritmasida bo'ladigan temir-bakteriyalari o'zlarining hayot faoliyati davomida metall bilan ta'sirlanib-ishqorlanib temir yeg'adi. Natijada metallning nurashi yuzaga keladi.

3.3. Gruntlarning fizik-mexanik xossalari

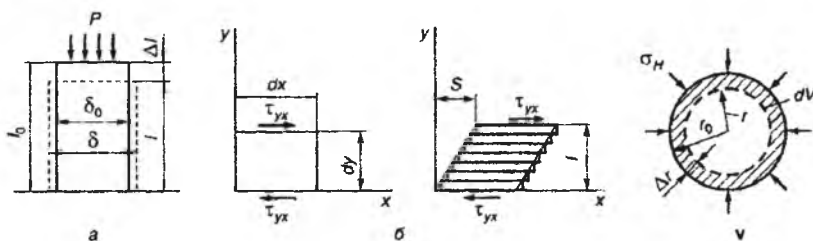
Asosiy tushunchalar. Gruntlarning fizik-mexanik xossalari mexanik kuchlanishning *fizik maydonida* yuzaga keladi. Gruntlarning fizik-mexanik xossalari deb ularga mexanik ta'sir bo'lganda va tashqi kuchlar (aniqrog'i mexanik kuchlanishni tashqi maydoni) bilan o'zaro ta'sirlanganda yuzaga keluvchi boshqa gruntlar bilan o'xshashligi yoki farqini bildiruvchi xususiyatlariga aytiladi. Gruntlarning kuchlar bilan o'zaro ta'sirlanish sharoitiga qarab fizik-mexanik xossalarining bir necha xil turi bo'ladi: *deformatsion* (kritik kuchdan kichik bo'lganda yuzaga keladigan, ya'ni buzilishga olib kelmaydigan), *mustahkamlik* (aksincha kritikdan katta kuch d a yuzaga keladigan, ya'ni gruntlar buzilganda). Tashqi kuchlar statik (bir marotaba qo'yiluvchi kuch ta'sirida yoki statsionar mexanik kuchlanish maydonida yuzaga keluvchi) bo'lishi mumkin (masalan, bino yoki plotina og'irligi) va dinamik (ko'p marotaba o'zgaruvchi kuch ostida yoki ko'p marotaba statsionar bo'lmagan kuchlanish maydonida yuzaga keluvchi), ya'ni har xil tezlik bilan, shuningdek inersiya kuchini hosil qiluvchi vaqt davomida oshuvchi yoki kamayuvchi, masalan yer silkinishida va portlatishda yer qobig'ining tebranishi, dengiz to'liqining urilishi, transport vositasi harakatlanganda gruntning titrashi, mashinalarning muvozanatsiz ishlashi va boshqalar.

Gruntlarning fizik-mexanik xossalari bino asoslari yoki binoning o'zi joylashgan gruntlarning mustahkamligini (turg'unligini) va deformatsiyalanishini hisoblash uchun kerak bo'ladigan ko'rsatkichlarni tavsiflaydi [8, 10]. Gruntlarning fizik-mexanik xossalari ko'rsatkichlarining qiymati bir tomondan gruntning o'zining xossasiga (uning tarkibi, strukturasi va teksturasl), ikkinchi tomondan – tashqi yukning tavsifi (uning qiymati, qo'yish tezligi, ishorasi, ta'sir davomiyligi va boshqalar)ga bog'liq bo'ladi.

Umumiy holatda o'suvchi yuk ta'sirida gruntlarning deformatsiyasi uchta jarayondan iborat: a) elastik (qaytuvchi) deformatsiyalanish; b) plastik (qaytmaydigan) deformatsiyalanish; v) buzilish.

Deformatsiya deb zarra o'rnining nisbatan surilishi bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishga aytiladi. Umumiy holda bu surilish har xil: termik kengayish va siqilish, mexanik kuchlanish ta'sirida va boshqa sabablar bilan bo'lishi mumkin.

Gruntga tashqi kuch qo'yilganda strukturali elementlarning surilishi va ular orasidagi masofaning qisqarishi natijasida unda deformatsiyaning rivojlanishi yuz beradi. Tashqi yuk ta'sirida strukturali elementlarda hosil bo'ladigan ichki kuchlar *mexanik kuchlanish* deb ataladi. Deformatsiyalar normal kuchlanish (σ) ta'sirida yuz beradigan *chiziqli* va urinma kuch (τ) ta'sirida yuz beradigan surilish turlariga bo'linadilar (43-rasm). Normallar (σ_x, σ_y va σ_z) va urinma ($\tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{yz} = \tau_{zy}$ va $\tau_{zx} = \tau_{xz}$) kuchlanishlar normal (ϵ_x, ϵ_y va ϵ_z) va urinma ($\gamma_{xy} = \gamma_{yx}, \gamma_{yz} = \gamma_{zy}$ va $\gamma_{zx} = \gamma_{xz}$) deformatsiyalarni keltirib chiqaradi.

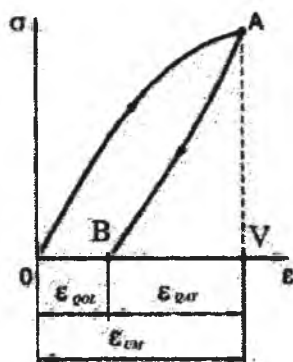


43-rasm. Bir o'qli siqilishda (a), surilishda (b) va har taraflama siqilishda (v) jismlarning deformatsiyasi.

Bosim ostida jismlarning deformatsiyasi doimo vaqt davomida kechadi. Shuning uchun, jismlarning fizik-mexanik xossalarini aniqlashda kuchlanish, deformatsiya va vaqt orasidagi bog'lanishni aniqlash kerak bo'ladi. Bu bog'liqlikning o'lchamlari, qisqa ma'noda, gruntlarning fizik-mexanik xossasini ifodalovchilar bo'lib hisoblanadilar. Deformatsiyaning ma'lum bir vaqt davomida kuchlanishga bog'liqligini aniqlash uchun grunt namunasining deformatsiyasini kuchlanish ostida o'zgarishi o'lchanadi. Olingan «deformatsiya-kuchlanish» egrisi 44-rasmida ko'rsatilgan.

Bosim qo'yilish momentida deformatsiya qandaydir qiymatga ega bo'ladi (44-rasmning OA bo'lagi), namunadan yuk olinganda, deformatsiya kamayib, namunaning o'lchamlari qisman tiklanadi. Bunday deformatsiya qaytuvchi deb ataladi ϵ_{QAYT} . Namunadan yukni olishda deformatsiya to'liq orqaga qaytuvchi bo'lmaydi, orqaga qaytmaydigan qoldiq (plastik deformatsiya) ϵ_{QOL} qismi ham bo'ladi. Qaytuvchi deformatsiya ϵ_{QAYT} o'z navbatida ikki qismdan iborat bo'ladi: 1) bir zumda yoki elastik ϵ_{ELAS} va 2) ma'lum vaqt davomida yo'qoluvchi – sekinlashgan elastik – $\epsilon_{SEK,ELAS}$. Natijada namunaning umumiy deformatsiyasi ϵ_{UM} ikkita tuziluvchidan iborat bo'ladi:

$$\epsilon_{UM} = \epsilon_{QAYT} + \epsilon_{QOL} = \epsilon_{ELAS} + \epsilon_{SEK,ELAS} + \epsilon_{QOL}. \quad (28)$$



44-rasm. Kuchlanish (σ) va deformatsiya (ϵ) orasidagi bog'liqlik, yuk qo'yilganda (OA) va yuk olinganda (AB).

Gruntga berilayotgan bosimni mineral skelet, g'ovaklik suvi va g'ovaklikni to'ldiruvchi havo o'ziga qabul qiladi, ulardagi kuchlanish mos ravishda quyidagicha belgilanadi σ^1, U_w, U_A . Grunt skeletidagi kuchlanish σ^1 samarador deb ataladi, u doimo mineral zarraiarining tutash joyi orqali berila-

di. Samarador kuchlanish to'liq kuchlanish, grunt hajmi o'zgarishini keltirib chiqaradigan va surilishga qarshilik qiymatini aniqlaydigan qismini tashkil qiladi. G'ovaklik suvidagi kuchlanish U_w neytral yoki «g'ovaklikdagi suv bosimi» deb ataladi. G'ovaklikdagi suv bosimi bosim qiymatini va gruntan suvning siqib chiqarilishini yoki so'rilishini bildiradi. To'liq suv shimgan grunt uchun quyidagi nisbat o'rinnidir (Tyersagi) [1, 2]

$$\sigma = \sigma^1 + U_w \quad (29)$$

bu yerda σ – total yoki to'liq kuchlanish.

Suvga to'liq to'yinmagan gruntlar uchun boshqa nisbat o'rinnidir (Bishop)

$$\sigma = \sigma^1 + [U_A - \chi(U_A - U_w)], \quad (30)$$

bu yerda χ – parametr, suvga to'liq to'yingan gruntlar uchun 1 ga teng va to'liq gazga to'yingan gruntlar uchun 0 ga teng.

Shunday qilib, to'liq kuchlanish samarador va neytral kuchlanishlarning yeg'indisiga teng. Suv shimgan gruntlarning har qanday nuqtasida samarador kuchlanish to'liq va neytral kuchlanish orasidagi farqqa teng bo'ladi:

$$\sigma^1 = \sigma - U_w \quad (31)$$

Bosim ostida gruntlarning deformatsiyasi grunt strukturasi va teksturasini o'zgarishga olib keladi, natijada komponentlar miqdori nisbiy o'zgaradi, shuningdek komponentlar deformatsiyasi ro'y beradi. Bosim ostida gruntlar strukturasi va teksturasini o'zgarishi quyidagilardan iborat: 1) yoriqliklarning jipslashishi va g'ovakliklarning yopilishi natijasida g'ovaklikning kamayishi; 2) strukturali bog'lanishning uzilishi, strukturali elementlarning burilishi va yaqinlashishi, ular shaklining qisman o'zgarishi va buzilishi. Strukturali elementlar deformatsiyasi, ularning bir biriga nisbatan surilishi, shuningdek g'ovaklik eritmasining grunt skeletiga nisbatan surilishi natijasida strukturali elementlarni buzilishga va ularni oriyentatsiyasini o'zgarishga olib keladi va 1) pyezoelektrik va pyezo-magnit hodisalar yuz beradi; 2) mexanokimyoviy reaksiyalar; 3) elektrokinetik hodisalar; 4) gruntlar haroratining ko'tarilishi yuz beradi.

Dispers gruntlar har xil qattiqlikdagi strukturali elementlardan iborat. Shuning uchun gruntlarni gidrostatik siqishda ayrim mikrohajmlarda, lokal urinma kuchlanish ularning surilishga mustahkamligidan yuqori bo'lganda, strukturali elementlarning bir biriga nisbatan surilishini keltirib chiqaruvchi, strukturali bog'lanish uzilishiga va strukturali elementlarni buzilishiga olib keluvchi suruvchi kuchlanish hosil bo'ladi.

Dispers gruntlarning siqilishida mexanikdan tashqari, zarralarning bo'linishida yangi bog'lanish kuchining hosil bo'lishi bilan bog'liq kimyoviy jarayonlar yuz beradi. Bu jarayonlar mineral panjarasidagi kristal bog'lanishlar kuchi valentli kuchlar bilan uyg'unlashtiriladi va mexanokimyoviy reaksiyalarning borishini ta'minlaydi. Masalan, yuqori bosim ta'siri natijasida tog' jinslarida dala shpatining slyudaga aylanishi yuz beradi. Kalsitning kvartslar bilan birgalikda maydalanishi silikat kalsiyning hosil bo'lishiga va ikki okis uglerod ajralib chiqishiga olib keladi. Kalsitning maydalanishi natijasida yuzasida kalsiy okisi hosil bo'ladi, sidritning maydalanishida uglerod okisi va temir shakllanadi. Shunday qilib, bosim ta'sirida, mineral zarrasining yangi yuzasida gruntni soddalashtiruvchi, strukturali bog'lanish hosil qiluvchi, yuqori bosimga uchragan yangi kimyoviy birikmalar hosil bo'lishi mumkin.

Gruntlarning mustahkamligini va deformatsiyasini bashoratlash uchun bu gruntlarning bosim ostida o'zlarini tutishini belgilovchi fizik qonuniyatlarni bilish kerak. Grunt-

larning fizik-mexanik xossalari shartli ravishda deformatsiyali, mustahkam va reologik xossalarga bo'linadi.

Gruntlarning deformatsion xossalari. Gruntlarning deformatsion xossalari ularni buzilishga olib kelmaydigan yuk ostida o'zlarini tutishlarini tavsiflaydi. Gruntlarning deformatsion xossalari ko'pincha statik yuk ostida aniqlanadi, ammo seysmikaga qarshi qurilishda gruntlarni dinamik ta'sirda o'zlarini qanday tutishini bilish kerak. Gruntlarning deformatsion xossalari uning hajmi o'zgarishini (zichlashish, bo'shashish) bashoratlash uchun kerak bo'ladi. Uncha katta bo'lmagan qaytar deformatsiya qiymatida, tovush tezligida kechadigan, kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'liqlik chiziqli elastik qonuni (Guk) bilan tavsiflanadi, u bir o'qli siqilishda quyidagi ifoda bilan ifodalanadi [2]

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (32)$$

bu yerda σ – normal kuchlanish, Pa; E – elastiklik moduli (Yung moduli), Pa; ε – nisbiy chiziqli deformatsiya (bir birlikda).

Agar urinma kuch ta'sir qilsa τ – Guk qonuni quyidagi ifodadan aniqlanadi

$$\tau = G\gamma, \quad (33)$$

bu yerda G – surilish moduli, Pa; γ – nisbiy burchak deformatsiyasi (bir birlikda).

Agar har tomondan o'zaro teng bo'lgan R_0 kuch ta'sir qilsa, unda Guk qonuni quyidagi ko'rinishni oladi:

$$R_0 = -K\varepsilon_v \text{ ili } -\varepsilon_v = \beta_v P_0, \quad (34)$$

bu yerda K – hajmiy siqilish moduli, Pa; β_v – hajmiy siqilish koeffitsiyenti, Pa^{-1} ; teskari qiymat $K: \beta_v = 1/K$; ε_v – nisbiy hajmiy deformatsiya (34) ifodada koeffitsiyent ishorasi bosim ortishida jism hajmini ko'rsatish uchun qo'yiladi. Grunt namunasini bir o'qli siqishda elastik deformatsiya oralig'ida bo'ylama va ko'ndalang o'lchamlar o'zgaradi va nisbiy bo'ylama ε_{BO} va ko'ndalang ε_{KON} deformatsiyalar quyidagi nisbat bilan bog'langan:

$$\varepsilon_{KON} = -\mu\varepsilon_{BO}, \quad (35)$$

bu yerda μ – ko'ndalang kengayish koeffitsiyenti (Puassan koeffitsiyenti), bir birlikda. Minus ishorasi (35) ifodada namunaning bo'ylama yo'nalishdagi o'lchamining kamayishi ko'ndalang yo'nalishdagi o'lchamini oshishi bilan kechishini bildiradi.

Grunt massivining hajmi o'zgarishini bashoratlash uchun ikkita ko'rsatkichni bilish kerak: deformatsiya moduli E va Puasson koeffitsiyenti μ , yoki surilish moduli G va hajmiy siqilish K .

Guk qonuni o'rinli bo'lganda jismlarning deformatsion xossalari ko'rsatkichi quyidagi bog'liqliklar bilan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} K &= \frac{E}{3(1-2\mu)} = \frac{EG}{3(3G-E)}, \\ G &= \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{9K-E}{3KE}, \\ E &= \frac{9KG}{3K+G} = 3K(1-2\mu), \\ \mu &= \frac{E}{2G} - 1 = \frac{3K-E}{6K}. \end{aligned} \quad (36)$$

Bu ifodalar ikkita har qanday ko'rsatkich bilan qolganlarini aniqlash imkonini beradi. Gruntga bosim ta'siri davomiyligiga qarab elastiklikning dinamik moduli E_{ED} , elastiklikning statik moduli E_{ES} va umumiy deformatsiya moduli E_{UM} farqlanadi. Elastiklik moduli E_{ES} bir o'qqa siqilishda kuchlanishning nisbiy qaytish deformatsiyasi ε_{QAYT} nisbatiga teng bo'ladi

$$E_{ES} = \sigma / \varepsilon_{QAYT} \quad (37)$$

bu yerda σ – elastiklik chegarasidan oshmaydigan kuchlanish. Umumiy deformatsiya moduli E_{UM} bir o'qli siqilishda kuchlanishning umumiy nisbiy deformatsiyaga bo'lgan ε_{UM} nisbatiga teng

$$E_{UM} = \sigma / \varepsilon_{UM} \quad (38)$$

Ma'lumki, $E_{UM} < E_{ES}$, chunki $\varepsilon_{UM} > \varepsilon_{QAYT}$

Ideal elastik jism uchun elastiklik moduli umumiy modulga teng bo'ladi va kuchlanishga bog'liq bo'lmaydi. Ammo ko'pchilik gruntlar uchun elastiklik moduli va umumiy deformatsiya, o'zgaruvchan ko'rsatkich bo'lib, bosimning miqdori va ta'sir davomiyligiga bog'liq hisoblanadi. Shu munosabat bilan gruntlarning kuch ostida buzilish chizmasini yaratishda va ularning deformatsion ko'rsatkichlarini aniqlashda grunt massivining yuk ostida ishlashini modellashtirish kerak.

Shunday qilib, gruntlarning deformatsion xossalarini tavsiflovchi ko'rsatkichlari qiymatlari orasida quyidagi nisbat mavjud:

$$E_{ED} > E_{ES} > E_{UM} \quad (39)$$

Tashqi kuch ta'sirida bo'lgan gruntlarning deformatsiyasini hisoblash uchun katta darajada aks ettiruvchi tashqi kuch ta'sirini tavsiflaydigan deformatsion xossalarning ko'rsatkich qiymatlaridan foydalaniladi. Masalan, statik yuk ta'siridagi inshootlar cho'kishini hisoblash uchun umumiy deformatsiya modulining qiymatidan, tez ta'sir qiluvchi dinamik yukdan bo'ladigan deformatsiyani hisoblash uchun elastiklik moduli qiymatidan foydalaniladi.

Qoya tog' gruntlari kuch qo'yilgandan so'ng kuchlanishning ma'lum bir qiymatida elastiklik xossasini namoyon qiladi, ya'ni elastik deformatsiyalanib Guk qonuniga bo'ysunadi. Ko'pchilik tog' jinslarida elastiklik chegarasini buzuvchi kuch 70-75%ga teng kuchlanishgacha saqlanadi. Bunda $\varepsilon_{QAYT} \gg \varepsilon_{QOL}$ bo'ladi. Shuning uchun statik sharoitda deformatsiya xossasini tavsiflash uchun asosan elastiklik moduli (E) va Puasson (μ) koeffitsiyentlaridan foydalaniladi. Ammo umumiy holatda qoya tog' gruntlarining elastikligi ularning tarkibi va tuzilishiga, tadqiqot usuliga (namunaning kuchlanish holati turiga), kuchning ta'sir davomiyligiga, uning qo'yilish tezligiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi.

David George Price [2] fikricha agar material namunasiga yuk qo'yilsa shaklini, shuningdek hajmini o'zgartirishi mumkin. Agar yuk olinsa deformatsiya birdan to'liq yo'qoladi, ya'ni u elastik bo'ladi. Bu holatda kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'liqlik chiziqli bo'ladi. Agar l uzunlikdagi silindrga kuchlanish σ qo'yilsa uning uzunligi dl miqdorga kamayishi mumkin. Bunda kuchlanish:

$$\varepsilon = \frac{dl}{l} \quad (40)$$

Elastik materiallar uchun Guk qonuniga asosan elastiklik moduli kuchlanishning σ kuchlanish ε ga bog'liq bo'ladi:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (41)$$

E ko'pincha Yung moduli deb ataladi. Agar elastik kubga kuchlanish qo'yilsa kub shaklini o'zgartirib, romb holatini oladi. Bu holatda qattiqli moduli (G) burchak $d\theta$ ni urinma kuchlanish τ ga nisbatiga teng bo'ladi:

$$G = \frac{\tau}{d\theta} \quad (42)$$

Agar elastik tana gidrostatik bosim ta'sirida hajmini o'zgartirsa modul K teng bo'ladi:

$$K = \frac{d\sigma}{d\varepsilon_{VOL}} \quad (43)$$

bu yerda $d\sigma$ – gidrostatik o'zgarish; $d\varepsilon_{VOL}$ – hajmiy kuchlanishda bosim o'zgarishi.

Agar silindrning Yung moduli E o'qli yuk natijasida qisqarsa va bu qisqarishda uzunlik qisqarishi dl , diametr uzayishi dd bo'lsa, unda ularning nisbati Pusson koeffitsienti bo'ladi:

$$\nu = \frac{dd}{dl}. \quad (44)$$

Dispers gruntlar qoya tog' gruntlariga nisbatan kamroq elastiklikka ega bo'ladi. Ularda elastiklik boshlang'ich kuchlanishda yuzaga kelib, kuchlanishning ortib borishi bilan plastik xossasi oshib boradi. Umuman olganda dispers gruntlarning elastiklik moduli bir necha o'n barobar qoya tog' gruntlaridan kichik, Puasson koeffitsiyenti bo'lsa aksincha yuqori.

Dispers gruntga berilayotgan bosim va uning siqilishi orasidagi bog'liqlik bikr (qattiq) halqaga joylashtirilgan namunani sinash yo'li bilan aniqlanadi. Gruntlarning bunday sinash usuli **kompresiya** deb ataladi. Shuning uchun kompression siqilishda grunt namunasining diametri o'zgarmaydi (45-rasm), nisbiy hajmiy va vertikal deformatsiya o'zaro teng bo'ladi, ya'ni $\varepsilon_v = \varepsilon_z$:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{h}, \quad (45)$$

bu yerda h va V – namunaning boshlang'ich balandligi va hajmi; Δh , ΔV – mos ravishda namunaning balandligi va hajmini o'zgarishi.

Gruntlar kompressiyasi faqat uning g'ovakligi o'zgarishi bilan, skelet hajmi o'zgarmas bo'ladigan jarayon (46-rasm) deb qaralgani uchun uni quyidagicha yozish qabul qilinadi:

$$\Delta h = h \frac{\Delta V}{V} = h \frac{V_s(1+e_0) - V_s(1+e_p)}{V_s(1+e_0)} = h \frac{e_0 - e_p}{1+e_0}, \quad (46)$$

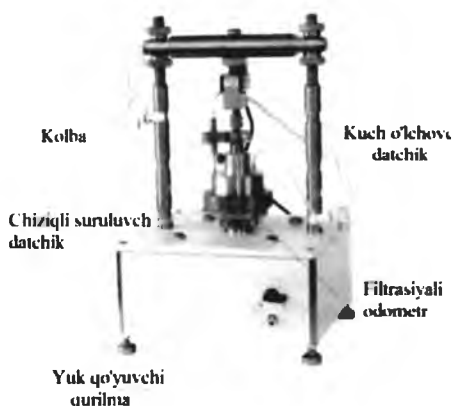
bu yerda e_0 va e_p – mos ravishda boshlang'ich va R yuk ostidagi g'ovaklik koeffitsiyenti; V_s – grunt skeleti hajmi.

Oxirgi ifodadan berilgan bosimga mos keluvchi g'ovaklik koeffitsiyentini hisoblash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

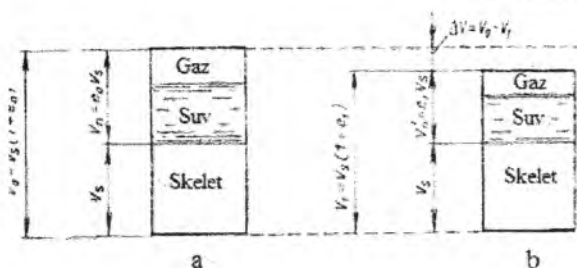
$$e_p = e_0 - \varepsilon_z(1+e_0), \quad (47)$$

bu yerda $\varepsilon_z = \Delta h/h$ berilgan R bosimda nisbiy vertikal deformatsiya.

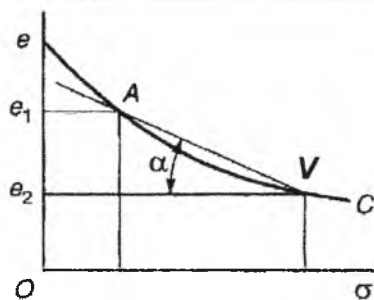
Bosimning mos qiymatida g'ovaklik koeffitsiyenti aniqlangandan so'ng dispers gruntlarning siqilishini umumlashtiruvchi tavsif *kompression egrisini* (47-rasm) qurish mumkin.



45-rasm. Kompresiya asbobi.



46-rasm. Kopressiya davomida grunt hajmi o'zgarishi: a – boshlang'ich holati; b – kompressiyadan so'ng. V_n – g'ovaklik hajmi, V_s – grunt skeletining hajmi, e – g'ovaklik koeffitsiyenti.



47-rasm. Kompressiya ko'r-satkichlarini hisoblashga oid chizma.

Zichlashtiruvchi yukning kichik qiymatida e ning bosim σ ga bog'liqligini to'g'ri chiziq AV kabi olish mumkin. Bu holatda (47) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$e = e_0 - a\sigma \quad (48)$$

bu yerda $a = \tan \alpha = \Delta e / \Delta \sigma$ – gruntning siqilish koeffitsiyenti deb ataladi. Uning o'lchami – 1/MPa, yoki MPa⁻¹.

Yuk olingandan so'ng gruntlarning g'ovaklik koeffitsiyenti boshlang'ichga teng bo'lmaydi, bu grunt strukturali o'zgarishining qaytmasligiga guvoh bo'ladi. Dekompressiya, namunadan yukni suvda olinadimi yoki har xil moddalarning eritmasida olinadimi, shunga qarab har xil kechadi.

Lyossimon gruntlarning cho'kuvchanligi. Bosim ostida turgan lyossimon jinslarda, ularni suv bilan namlaganda, cho'kish deb ataluvchi hajm kichrayishining qo'shimcha deformatsiyasi kuzatiladi.

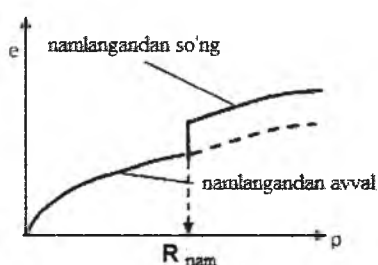
Lyossimon gruntlarning cho'kuvchanligi muhandis inshootlarini buzilishga olib keladi. Gruntlarning cho'kishida hajm o'zgarishidagi vertikal komponentlar quyidagi ifoda bilan aniqlanadigan nisbiy cho'kuvchanlik orqali baholanadi:

$$\varepsilon_{CHO} = \frac{h_p - h_p'}{h_0} = \frac{\Delta h_p}{h_0}, \quad (49)$$

bu yerda h_p – tashqi yuk va gruntning yuqoriga qatlamining xususiy og'irligidan tushayotgan bosimga teng R bosim ostidagi tabiiy strukturali va nam grunt namunasi balandligi; h_p' – to'liq nam shimgandan so'nggi R bosim ostidagi o'sha grunt namunasi balandligi; h_0 – gruntning xususiy bosimga teng bo'lgan bosim ostidagi o'sha namuna balandligi.

Agar nisbiy cho'kuvchanlik $\varepsilon_{CHO} \geq 0,01$ bo'lsa, unda bunday gruntlar cho'kuvchan hisoblanadi.

Cho'kuvchan gruntlar uchun kompression egri-lar (48-rasm) bosim ostida namlanishda hajm-ni sakrashsimon o'zgarishi bilan tavsiflanadi. Cho'kuvchan gruntlarning kompression egri-sida uch-ta uchastkani ajratish mumkin: 1 – dastlabki struk-turali gruntning siqilishiga mos keluvchi ab maydoni; 2 – namlashda strukturali bog'liqlikning buzilishi va gruntlarning qo'shimcha zichlashini tavsiflovchi bv uchastka; 3 – buzilgan tabiiy strukturali bog'langan namlangan gruntlarning zichlashish maydoni (vg).



48-rasm. Lyossimon grunt-larning suv bilan namlagandagi kompression egri-si R_{nam} – namu-na namlanayotgan vaqtdagi yuk.

Lyossimon gruntlar nisbiy cho'kuvchanlikdan tashqari cho'kuvchanlikning boshlang'ich bosimi R_{BOSH} va cho'kuvchanlikning boshlang'ich namligi W_{BOSH} bilan ham tavsiflanadi.

Nisbiy cho'kuvchanlik miqdori o'zgaruvchan va gruntning namlagandagi unga berilgan bosimga bog'liq bo'ladi. Lyossimon gruntlarning boshlang'ich cho'kuvchanligi deb, to'liq nam shimganda, nisbiy cho'kuvchanlik qiymati 0,1 ga teng bo'lgan minimal bosimga aytiladi. Lyossimon gruntlar uchun cho'kuvchanlikning boshlang'ich bosimining qiymati 0,02 dan 0,2 MPa gacha o'zgaradi. Amaldagi bosim ostida nisbiy cho'kuvchanlik 0,01 ga teng bo'lishi kuzatiladigan minimal namlik cho'kuvchanlikning boshlang'ich namligi deb tushuniladi. Bu namlik – o'zgaruvchan qiymat bo'lib bosimning oshishi bilan u kamayadi.

Gruntlarda cho'kish hodisasi quyidagicha kechadi. Yuqori g'ovaklikdagi, changli, karbonatli lyossimon jinsga suv kirib uni yumshatadi va strukturali elementlari tutash joydagi sementni qisman eritadi. Natijada ular orasidagi bog'liqlik bo'shashadi, bu berilgan bosim ostida grunt zarralarining yangi muvozanatli holat olish uchun surilishini yengillashtiradi. Tashqaridan, bu bosim ostida gruntlar namlanganda hajmning o'zgarishi sifatida namoyon bo'ladi. Shunday qilib, lyossimon gruntlarning cho'kishi ularning zichlashishini aks ettirib, boshlang'ich g'ovaklikka, namlikka va ta'sir qiluvchi bosimga bog'liq bo'ladi. Yuqori g'ovaklikdagi va kam namlikdagi lyossimon gruntlarda, berilgan bosimda, cho'kish miqdori zich va namlangan gruntlarga nisbatan katta bo'ladi. Bosimning 0,3-0,4 MPa gacha oshishida u qonuniyat bilan o'sadi, ammo 1-1,5 MPa bosim bilan zichlashgan lyossimon gruntlar cho'kish qobiliyatini yo'qotadi, bu hodisa lyossimon gruntlarda inshootlar poydevorining asosini tayyorlashda foydalaniladi.

3.4. Gruntlarning mustahkamligi

Umumiy tushunchalar. Gruntlarning mustahkamligi deb ularning tashqi ta'sirga to'liq buzilmasdan qarshilik ko'rsatish qobiliyati tushuniladi. Gruntlarning mustahkamligining kuchlanish ta'sirida kamayishi surilish yoki uzilish natijasida yuz berishi mumkin. Surilish ma'lum qiymatga ega bo'lgan urinma kuch ta'sirida ro'y beradi. Surilishda gruntning bir qismi ikkinchi qismiga nisbatan suriladi (grunt massividagi ko'chki – gruntlarning surilishi natijasida buzilishiga namunaviy misol bo'la oladi). Gruntlarning buzilishi ma'lum miqdordagi normal tortuvchi kuchlar ta'sirida yuz beradi. Gruntlarning buzilishi morfologik jihatdan yoriqliklarning hosil bo'lishi va yoriqlik yuzasiga normal bo'yicha gruntning bir qismini ikkinchi qismidan ajralishi ko'rinishida ifodalanadi. Tog' yon bag'ri qoshidagi, qurigan gillar yuzasidagi yoriqliklar – tirishish natijasida gruntlarning buzilishiga misol bo'la oladi, birinchi hodisada tortuvchi gravitatsiya kuchlanish, ikkinchisida – kirishish kuchlanishi natijasidir.

Gruntlar mustahkamligining fizik tabiati ularning strukturali elementlari – kristallar, zarralar, donalar, agregatlar va boshqalar orasidagi o'zaro ta'siri bilan aniqlanadi, ya'ni strukturali bog'lanish turi va xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Gruntlarning strukturali elementlari orasidagi o'zaro tortishish kuchi qancha ko'p bo'lsa, shuncha uning mustahkamligi yuqori bo'ladi. Shuning uchun mustahkam kimyoviy (kristallashgan va sementlashgan) strukturali bog'lanishga ega bo'lgan qoya tog' gruntlari bo'sh fizik va fizik-kimyoviy bog'lanishga ega bo'lgan dispers gruntlarga nisbatan mustahkamlikka ega bo'ladilar.

Gruntlarning mustahkamligini aniqlashda doimiy *chegaroviy holat nazariyasidan* foydalaniladi, unga asosan grunt namunasi buzilmasdan tura olishi mumkin bo'lgan kuchlanishning kritik (chegaraviy) qiymati aniqlanadi. Ko'pincha bunday holat: *bir o'qli siqish* va *cho'zish, yuza surilishi* va *uch o'qli siqish* bilan aniqlanadi.

Bir o'qli siqishda gruntlarning mustahkamligi vaqtinchalik siqilishga qarshilik (R_{sq}) qiymati bilan baholanadi va u quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$R_{sq} = P_{sq}/S, \quad (50)$$

bu yerda P_{sq} – namunani bir o'qli siqishdagi chegaraviy kuch (minimal buzuvchi), N; S – namunaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 . R_{sq} kuchlanishning birligi Pa da o'lchanadi.

Bir o'qli cho'zishda gruntlarning mustahkamligi quyidagi ifoda bilan aniqlandigan vaqtinchalik cho'zilishga qarshilik (R_R) qiymati bilan baholanadi:

$$R_R = P_R/S, \quad (51)$$

bu yerda P_R – namunaning bir o'qli cho'zilishdagi chegaraviy kuchi (minimal cho'zuvchi), N; S – namunaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 . R_R kuchlanishning birligi Pa da o'lchanadi.

Bir xil gruntlar uchun cho'zilishdagi mustahkamlik doimiy siqilishdagi mustahkamlikka nisbatan kichik bo'ladi, ya'ni: $R_R < R_{sq}$.

Bu holat namunalar cho'zilganda strukturali bog'lanishning uzilishida qaytmas deformatsiya rivojlanishini, siqilishda esa strukturali bog'lanishning bir qismi faqat buzilmasdan deformatsiyalanib qolishini ko'rsatadi.

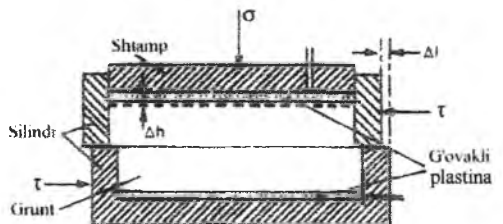
Buzuvchi kuchlanish natijasida gruntlar mustahkamligining kamayishi vaqt davomida kechadi, masalan, tog' yon bag'irlarida gilli gruntlarning sekin oqishi (surilishi), tirgovich devorlarning surilishi, minoralarning yiqilishi, jins qatlamlarining egilishi va buralishi va boshqa sekin suriluvchi deformatsiyalarga misollar grunt massivining to'liq buzilishi bilan tugallanishi mumkin.

Gruntlarning surilishga qarshiligi. Gruntida tashqi bosim ta'siri natijasida hosil bo'lgan kuchlanish, ularning ma'lum qiymatida, zarralar orasidagi strukturali bog'lanishdan ko'p bo'ladi va ularning bir biriga nisbatan surilishiga sababchi bo'ladi. Natijada surilish hududi hosil bo'ladi va gruntlarning buzilishi yuz beradi.

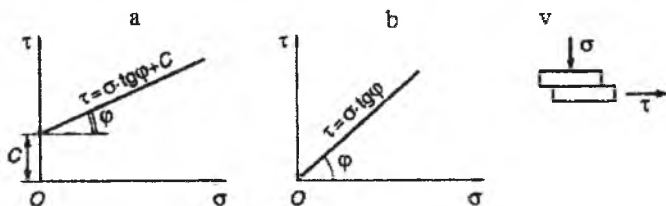
Surilishga qarshilik ko'rsatkichlari – bu gruntlarning tashqi kuchga qarshiligining asosiy mustahkamlik ko'rsatkichlaridir. Gruntlarning surilishga qarshiligini to'g'ri aniqlash amaliyot uchun muhim ahamiyatga ega, chunki unga inshootlar turg'unligi va ishonchligini hisoblash aniqligi bog'liq bo'ladi.

Surilishda (bir yuzali qirqishda) gruntlarning mustahkamligi bitta maydonda ta'sir qiluvchi normal siquvchi (σ) va urinma suruvchi (τ) kuchlanishlarning nisbatiga bog'liq bo'lib, grunt namunasiga qancha ko'p siquvchi vertikal kuch qo'yilsa namunani qirqish uchun shuncha ko'p suruvchi kuchlanish qo'yish kerak bo'ladi (49-rasm) [3].

Gruntlarni bitta yuzali surilishga sinash usuli bo'yicha bir birini ustiga qo'yilgan ikkita silindr halqa va shtampli asbobda amalga oshiriladi. Grunt namunalari silindr halqalarga joylashtiriladi va shtamp yordamida kerakli normal bosim beriladi. Undan so'ng, asta-sekin noldan maksimal qiymatgacha oshuvchi gorizontalkuch qo'yish bilan grunt qirqiladi. Surish bo'yicha o'tkazilgan sinov natijasida gruntning qirqilish momentidagi urinma va normal kuchlanishlar orasidagi bog'liqlikni aks ettiruvchi surish grafigi chiziladi (50-rasm). Bog'langan gruntlar (gilli, qoya tog' gruntlari) uchun koordinata boshidan qandaydir masofada ordinata o'qini kesib o'tuvchi grafik shaklida, bog'lanmagan gruntlar (qumlar, galkalar va boshqalar) uchun bu grafik koordinata boshidan o'tuvchi qiya to'g'ri chiziqni aks



49-rasm. Gruntlarning surilishga qarshiligi- ni aniqlovchi asbobning ishchi qismi.



50-rasm. Bog'langan (a), bog'lanmagan (b) gruntlarning surilishga qarshiligining normal bosimga bog'liqligi va sinov chizmasi (v).

ettiruvchi bo'ladi. Birinchi holatda surilish grafigi tenglamasi (Kulon tenglamasi) quyidagicha bo'ladi [1-3, 8, 10]:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (52)$$

Ikkinchi holat uchun

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi, \quad (53)$$

bu yerda τ – gruntlarning surilishga qarshiligi, MPa; σ – surilish yuzasidagi normal kuchlanish, MPa; φ – ichki ishqalanish burchagi; $\operatorname{tg} \varphi$ – ichki ishqalanish koeffitsiyenti; c – bog'lanish kuchi, MPa. φ va c tavsiflari gruntlarni surilishga qarshilik ko'rsatkichlari bo'lib, ulardan grunt massivini turg'unligi va mustahkamligini hisoblash uchun foydalaniladi.

David George Price [2] material fraksiyalarining o'zaro birikkan joyida qo'shimcha qarshilik bo'lishi mumkin. Bu holatda Kulon qonuni quyidagicha yoziladi:

$$\sigma_r = c + \sigma_n (\tan \varphi), \quad (54)$$

bu yerda σ_r – qarshilik; c – bog'lanish yoki sementlash kuchi; σ_n – normal kuchlanish; φ – ichki ishqalanish burchagi.

Bu holatlarga mos ravishda geologik materialning uch xili bo'lishi mumkin:

$c = 0$ (bog'lanishi bo'lmagan materiallar, quruq qumga o'xshash);

c va φ bo'lgan materiallar (bog'langan tuproq va qoya toshlar va ichki ishqalanish burchakli);

$\varphi = 0$ (ichki ishqalanish burchagi bo'lmagan materiallar).

Gruntlarning surilishga qarshiligi tavsiflari ichki (struktura, tekstura, gruntlarning moddiy tarkibi), shuningdek tashqi (bosimning o'zgarishi qiymati va tezligi, drenajlash sharoiti) omillarga bog'liq bo'ladi. Shu sababli gruntlar sinov sharoitlari laboratoriya yoki dala poligonida bo'lishidan qat'iy nazar gruntlarning inshootlarda ishlashini aks ettirishi kerak. Gruntlarning mustahkamligini aniqlovchi katta miqdorda hisobga olinishi kerak bo'ladigan omillar borligi uchun mustahkamlik tavsiflari taxminan aniqlanadi.

Bog'lanmagan gruntlarning mustahkamlik xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkich ichki ishqalanish burchagi bo'lib, u quyidagilarga bog'liqdir: 1) zarralarning muvozanat holatidan chiqarishdagi ilashish-qarshilik (strukturasi qarshiligi) – φ_{IK} ; 2) zarralarning o'zaro surilishida bir-biriga ishqalanishi – φ_{ISH} ; 3) zarralarning kesilishga (yorilish) va maydalanishga qarshiligi – φ_{KM} .

Umumiy holatda:

$$\varphi = \varphi_{IK} + \varphi_{ISH} + \varphi_{KM}. \quad (55)$$

Surilishga qarshilik ifodasi keltirilgan ko'rsatkichlarni ahamiyati har xil omillarga bog'liq bo'ladi. Masalan, zarralarning ilashishi asosan zarraning o'lchamiga va ularning joylashish zichligiga bog'liq bo'ladi: zarraning o'lchami qancha katta va ularning zichligi

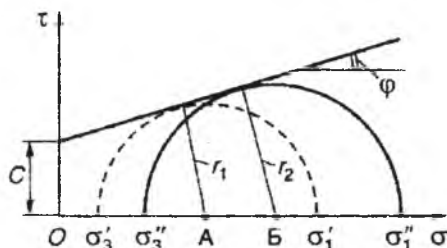
yuqori bo'lsa, shuncha, ilashish miqdori yuqori bo'ladi. Zarralarning o'zaro ishqalanish qarshiligi mineral tarkibiga, zarraning holati va yuzasi tavsifiga bog'liq bo'ladi. Va oxiri, zarra materialining kesilishga qarshiligi minerallarning kristall panjarasi mustahkamligiga va kuchlanish holatiga bog'liq bo'ladi.

Bog'lanmagan gruntlarda surilishga qarshilikka namlikning ta'siri zarralar orasidagi ishqalanish qiymati o'zgarishi bilan, to'liq suvga to'yinganda – ularning kuchlanish holatining o'zgarishi orqali namoyon bo'ladi. Namlikning ta'siri changli qumlar uchun yaqqol sezilarli bo'ladi. Boshqa holatlarda bog'lanmagan gruntlar namligi ularning surilishga qarshiligiga sezilarli ta'sir qilmaydi.

Uch o'qli siqilishda gruntlarning mustahkamligi umuman olganda bosh normal kuchlanishlar σ_1 , σ_2 va σ_3 ning o'zaro nisbatiga bog'liq bo'ladi. Ko'pincha uch o'qli siqishga sinashni bosh kuchlanishlarning nisbati $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3 > 0$ bo'lgan holat uchun o'tkaziladi (51-rasmda Gruntlarni uch o'qli siqish bilan sinovchi asbob keltirilgan). Bu holat uchun $\tau = f(\sigma)$ bog'liqlik radiusi $r = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ bo'lgan Mor aylanasi yordamida (52-rasm) chiziladi.



51-rasm. Gruntlarni uch o'qli siqish bilan sinovchi asbob.



52-rasm. Gruntlarni uch o'qli siqishda chegaraviy kuchlanish uchun Mor diagrammasi.

Gruntlarni uch o'qli siqishda tadqiqotlar ikkitadan kam bo'lmagan σ_1 va σ_3 nisbatlarda Mor aylanasi yordamida chegaraviy chiziqni $\tau = f(\sigma)$ ko'rinishida o'tkazib, Kulon-Morning mustahkamlik nazariyasiga asosan gruntlarning mustahkamlik ko'rsatkichlari bo'lgan ϕ va c qiymatlari aniqlanadi.

Bog'langan gruntlarning (gilli va lyosli) surilishga qarshiligining *sinov usullari*. Bog'langan gruntlarning surilishga qarshiligi murakkab tabiatga ega bo'ladi va ichki, shuningdek tashqi omillar bilan aniqlanadi. Ichki omillarning (gruntlar tarkibi, strukturasi, teksturasi) ta'siri grunt elementlari orasidagi bog'lanish kuchi va ishqalanishi orqali namoyon bo'ladi. Tashqi omillar uslublarining ta'sirini (tartibi, sinovga namunani tayorlash sharoiti) va normal bosimning miqdorini aks ettiradi. Bog'langan gruntlarni surilishga sinashni ikkita asosiy uslubi farqlanadi: 1) total kuchlanish usuli va 2) samarador kuchlanish usuli. Birinchi holatda Kulon tenglamasidan quyidagi shakldan foydalaniladi:

$$\tau = \sigma \tan \phi + c, \quad (56)$$

Ikkinchi holatda

$$\tau = (\sigma - U_w) \tan \phi^1 + c^1 = \sigma^1 \tan \phi^1 + c^1, \quad (57)$$

bu yerda ϕ , ϕ^1 , c , c^1 – mos ravishda total va samarador kuchlanishda ichki ishqalanish burchagi va bog'lanish kuchi deb ataluvchilar; U_w – g'ovaklik bosimi.

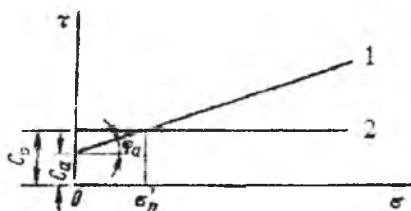
Bog'langan gruntlarning surilishga qarshiligi ularning g'ovakligi va namligiga sezilarli bog'liq bo'ladi, ularning oshishi bilan kamayadi. Bog'langan gruntlarning g'ovakligi va

namligi, struktura va tekstura komponentlari surilish jarayonida normal, shuningdek urinma kuchlanish ta'sirida o'zgaradi. Shuning uchun surilishga sinashda olinadigan natijalar sinov tartibiga, birinchi galda yuk qo'yish tezligiga va drenajlash sharoitiga katta darajada bog'liq bo'ladi.

Bog'langan gruntlarda foydalanilayotgan sinov usuliga bog'liq holda gruntlarning mustahkamligining har xil ko'rsatkichlari olinadi. Shuning uchun gruntlarning mustahkamligi to'g'risidagi ma'lumotlar bilan inshootlarni ratsional loyihalashni ta'minlash uchun mustahkamlikning ko'rsatkichlarini aniqlashda shunday uslubini qo'llash kerakki, bunda inshootlardagi gruntlarni ishlashini yuqori darajada modellashtirish mumkin bo'lsin.

Bog'langan gruntlarni surilishga qarshilik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun sinov tartibini uchta tavsifi mavjud [9].

1. Konsolidatsiyalanmagan – drenajlanmagan sinov (NN-surilish), shuningdek tezlashgan yoki bekik tizim bo'yicha surilish (53-rasm). Buzilish shunday tezlikda ro'y beradiki, unda gruntlarning zichligi va namligi o'zgarmaydi. Gruntlarni tez surishda ortiqcha g'ovaklik bosimi hosil bo'ladi. Bog'langan to'liq nam shimdirilgan NN-surishda uni surilishga qarshiligi asosan bog'lanish kuchi ko'rsatkichlari bilan tavsiflanadi.



53-rasm. Har xil sinov sxemalari-dagi nam shimgan gilli gruntlarning surilish grafiqi: 1 – konsolidatsiyalashgan-drenajlanmagan sinov; 2 – konsolidatsiyalanmagan-drenajlanmagan sinov.

2. Konsolidatsiyalashgan – drenajlangan, shuningdek, sekin yoki ochiq tizimdagi surilish deb ataluvchi (53-rasm) sinov (KD-surilish). Grunt konsolidatsiya to'liq tugallanguncha berilgan normal bosim ostida qo'shimcha ushlab turiladi. Keyin suruvchi kuch shunday tezlik bilan beriladiki, bunda gruntlarning g'ovaklik-namligi amaldagi yuk bilan muvozanat holatga o'ta olsin va g'ovaklik suvida ortiqcha g'ovaklik bosimi hosil bo'lmasin. KD-surilishda gruntlar solishtirma bog'lanish va ichki ishqalanish burchagi bilan tavsiflanadigan eng yuqori mustahkamlikka erishadi.

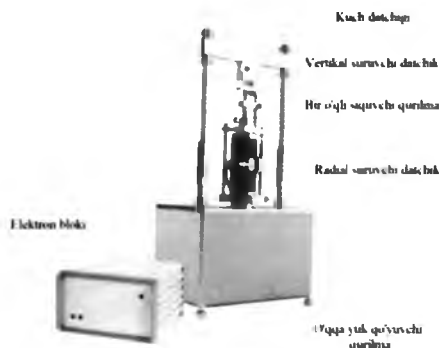
3. Konsolidatsiyalangan – drenajlanmagan sinov (KN-surilish). Avval grunt zichlashtiruvchi yuk ta'sirida to'liq konsolidatsiyalanadi, keyin tez surish sxemasi bo'yicha o'zgarmas g'ovaklik va namlikda kesiladi. KN-surilish natijalari NN-surilish va KD-surilish oralig'ida surilishga qarshilikning oraliq qiymatini beradi.

Bir xil gilli gruntlarning NN, KD va KN usullari bo'yicha olingan ko'rsatkichlari grunt skeletidagi gruntlarni buzilishi yuz beradigan har xil samarali kuchlanish bilan tushuntiriladi. Agar NN va KN sinovlarning natijasini total ko'rinishda emas, samarali kuchlanish

(ya'ni g'ovaklik bosimini hisobga olmasdan) ko'rinishda berilsa, unda hamma uchta usul bilan olingan natijalar bir xil bo'ladi.

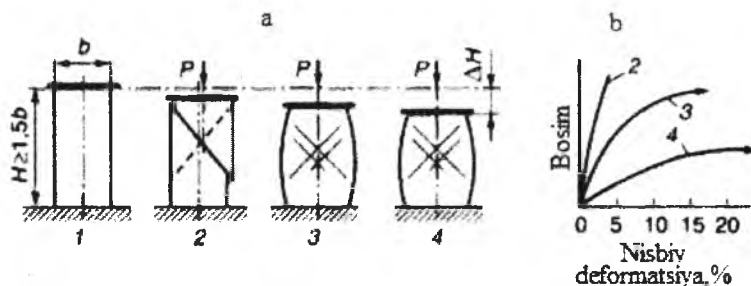
Qoya tog' gruntlarining bir o'qli siqilishga mustahkamligi keng miqdorda o'zgaradi: eng yuqorisi magmatik va metamorfik gruntlarda, eng kichigi cho'kindi qoya tog' gruntlarida va nuragan turlarida kuzatiladi.

Gruntlarning struktura-teksturali xususiyati vaqtinchalik siqilishga qarshilik miqdorini belgilovchi eng muhim ichki omil hisoblanadi. Bir o'qli siqilishga tadqiqot o'tkazishda (54-rasm) eng katta qiymat bo'lgan R_{sq} (bir xil sharoitlar uchun) mustahkam fazali (sementlashgan va kiristallashgan),



54-rasm. Gruntlarni bir o'qli siqish bilan sinovchi asbob.

eng kichigi – aralash yoki o'tuvchi (nuqtali) kontaktli gruntlar uchun tavsifli bo'ladi. Bunda «kuch-deformatsiya» diagrammasi tavsifi, shuningdek deformatsiyalanish turlari mo'rt, mo'rtplastik va plastik gruntlar uchun har xil bo'ladi (55-rasm).



55-rasm. Bir o'qli siqilishda gruntning deformatsiyasi tavsifi: a – namunasining tashqi ko'rinishi: 1 – siqilishdan avval va (2-4)-keyin, 2 – mo'rt buzilish, 3 – yarim mo'rt buzilish, 4 – plastik buzilish; b – “bosim-deformatsiya” diagrammasi.

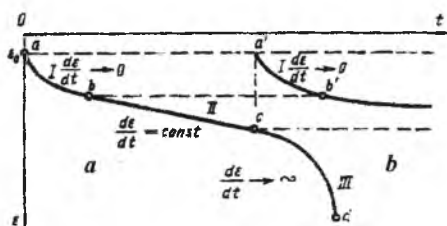
Gruntlarning reologik xossalari. Gruntlarning reologiyasi gruntlar mexanikasi bo'limi bo'lib, gruntlarning mexanik tomonidan kuchlanish qo'yilganda vaqt davomida o'zini tutishining o'rganilishi tushuniladi. Gruntlarning tashqi kuchga qarshiligi tavsifi ularning qiymati va ta'sir vaqtiga bog'liq bo'ladi. Reologik xossa – vaqt davomida doimiy bosim ostida yoki kuchlarni qo'yishda har xil tezlikdagi gruntlarning deformatsiyasidir. Grunt namunasiga qo'yilgan yukning tez oshishida, gruntlarning qarshiligi eng katta qiymatga yetadi, unda elastik deformatsiya asosiysi bo'ladi va yorilish (surilish) yoki uzilish yo'li bilan mo'rt buzilish kuzatiladi. Tashqi kuchning asta-sekin oshishi bilan gruntlarning qarshiligi kichik bo'ladi, surilish ko'rinishidagi buzilish bilan tugallanishi mumkin bo'lgan yoyilish deformatsiyasi yuz beradi.

Gruntlarda elastiklik yoki yoyilish deformatsiyasining hosil bo'lish darajasi T tashqi kuchning ta'sir vaqtini T_r relaksiya vaqtiga nisbatiga bog'liq bo'ladi. Relaksiya vaqtining qiymati qovushqoqlik η ni surilishdagi elastiklik moduliga $G: T_r = \eta/\varphi$ nisbati bilan aniqlanadi va shunday vaqt oralig'ini aks ettiradiki, bu vaqt davomida jismdagi kuchlanish doimiy deformatsiyada ma'lum bir qiymatga kamayadi (odatda 2,71 marta). Har xil jismlar uchun relaksiya vaqti har xildir. Qoya toshlari uchun relaksiya vaqti yuz va ming yillab o'lchanadi, shisha uchun u taxminan yuz yilga teng, suv uchun – 10^{-11} s.

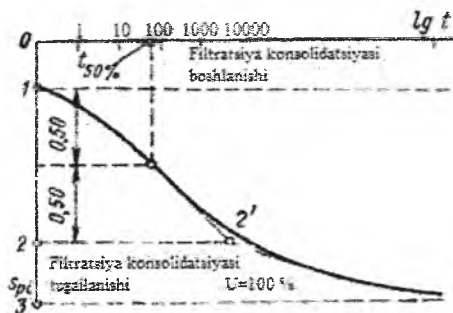
Agar gruntga kuchning ta'sir qiluvchi vaqti relaksiya vaqtidan kam bo'lsa, asosan unda elastik deformatsiya rivojlanadi. Agar gruntga ta'sir qilayotgan ma'lum kuchning vaqti relaksiya vaqtidan katta bo'lsa, unda gruntga orqaga qaytmaydigan yoyilish va oquvchan deformatsiya hosil bo'ladi. Masalan, muz va oyna yuk tez qo'yilganda elastik deformatsiyalanadi va mo'rt holda buziladi, yuk sekin qo'yilganda-yoyilish hosil bo'ladi va ular suyuqlik kabi oqadilar.

Reologik jarayonlar hamma joyda kuzatiladi. Ko'chkiar, muzlarni oqishi, uzoq davom etuvchi cho'kish, inshootlarning buralishi va og'ishi, tonellar qurilishida yer yuzasining bo'lagi cho'kishining rivojlanishi, tog' bosimining kuzatilishi va boshqa hodisalar – bularni hammasi gruntlarning yoyilishining natijasidir.

Gruntlarning reologik xossalari hajmiy va surilishli yoyilishda yuzaga keladi. Hajmiy yoyilish doimiy har tomonlama siqish natijasida hosil bo'ladi, masalan kompressiyada, gruntlarning zichlashishi natijasida so'nuvchi tavsifga ega bo'ladi. Surilishda yoyilish asosida va inshoot tanasida doimiy urinma kuchlanish, masalan, tirgovich inshootlarda – plotina, to'suvchi devor, yon qiyaliklar va boshqalar bo'lganda, gruntlarning surilishli yoyilishi so'nuvchi bo'lishi, doimiy tezlik bilan (tiklangan yoyilish) oqishi va o'suvchi oqim tavsifiga ega bo'lishi mumkin. Natijada gruntlarning xususiy buzilishi kuzatilishi va buni inshootlar asosida bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Hajmiy va surilishli yoyilish egrisi 56-rasmda keltirilgan.



56-rasm. Suriluvchi (so'nmas) yoyilish (a) va hajmiy (so'nuvchi) yoyilish (b) egrilari.



57-rasm. Suvga to'yingan yuqori g'ovaklikdagi gilli gruntning konsolidatsiya egrisi: 0-1 birdan tez siqilish; 1-2 filtratsiya (birlamchi) konsolidatsiya; 2-3 ikkilamchi konsolidatsiya.

biriga ishqalanishi bilan, grunt zichligining oshish sharoitida (grunt skeletini yoyilishida), zichlashish tezligi nazorat qilinadi. Gruntlarning skeleti yoyilishi natijasida yuzaga keladigan zichlashish bosqichi ikkilamchi konsolidatsiya deb ataladi.

Konsolidatsiya koeffitsiyenti gruntlarning strukturasi va tarkibiga bog'liq bo'ladi. Filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasiga asosan filtratsiya va siqilish koeffitsiyentlari quyidagi nisbatda bog'liq bo'ladilar:

$$c_v = \frac{K_f(1+e)}{a\gamma_a}, \quad (58)$$

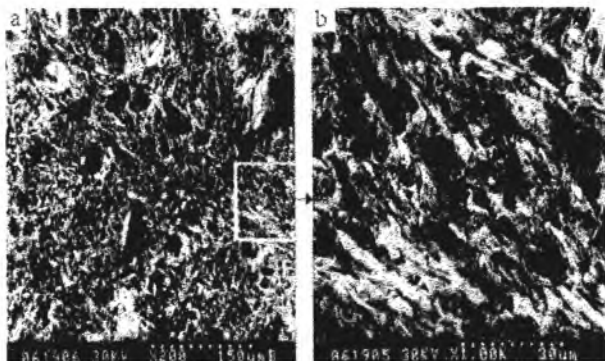
bu yerda K_f – filtratsiya koeffitsiyenti; e – g'ovaklik koeffitsiyenti; a – siqilish koeffitsiyenti; γ_a – suvning solishtirma og'irligi.

Gilli gruntlar konsolidatsiya koeffitsiyentining qiymati juda keng miqdorda ($2 \cdot 10^{-2}$ dan $8 \cdot 10^{-6}$ sm²/s gacha) o'zgaradi. Yuqori dispers gillar uchun siqilish koeffitsiyenti eng kichik qiymatga, yirik dispers gilli gruntlar uchun eng yuqori qiymatga ega bo'ladilar.

Uch o'qli siqilishda yoyilish rayonida gruntlar mikrostrukturasi qayta joylashishi kuzatiladi. Ayniqsa mikrostruktura surilish hududida jadal kechadi. 58-rasmda ko'lli-muzli glinaning mikrotuzilishini

Nam shimdirilgan gilli gruntlarning doimiy yuk ostida orqaga qaytmaydigan hajmiy zichlashish deformatsiyasining rivojlanish jarayoni **konsolidatsiya** deb ataladi. Gruntlarni konsolidatsiyasi o'lchamlari namlangan yuqori g'ovaklikdagi gilli va organo-minerali gruntlarda inshootlar cho'kishini baholash uchun kerak bo'ladi.

Umumiy holatda, kompressiya sharoitida namlangan gruntlarga tashqi kuch qo'yilganda (57-rasm) birinchi galda g'ovaklik suvlarining elastiklik deformatsiyasi, gaz pufakchasi va grunt skeleti yordamida birdan siqilish yuz beradi; undan so'ng grunt g'ovakligidan suvning siqib chiqarilishi natijasida gruntlarda zichlanish boshlanadi. Bu bosqichda zichlanish tezligi asosan g'ovaklik suvining filtratsiya tezligi bilan nazorat qilinadi, shuning uchun bu bosqich *filtratsiya* yoki *birlamchi konsolidatsiya* deb ataladi. Filtratsiya konsolidatsiyasi oxirida g'ovaklik bosimining qiymati nolga teng ($U_w = 0$) bo'ladi. Nihoyatda, zarrairning bir biriga nisbatan sekin surilishi natijasida gruntlarning qayta joylashish jarayoni tugallanadi va bir vaqtning o'zida g'ovaklik suvi siqib chiqarilib yanada ko'proq zichlanadi. Zarralarning bir



58-rasm. Uch o'qli siqilishda yoyilish jarayonida ko'lli-muzli glinani mikrotuzilishini o'zgarishi: a – dislokatsiyaning umumiy ko'rinishi; b – surilish hududidagi zarralarning yo'nalishini o'zgartirishi.

elektron mikroskop fotografiyasi keltirilgan. Tadqiqotlar yoyilish jarayonida gruntlarni mikrosurilish hududida zarrachalar asta-sekin qayta joylashuvini ko'rsatadi. Bunda surilish yo'nalishiga mos keluvchi zarralarning bir tomonga yo'nalib moslashishi kuzatiladi.

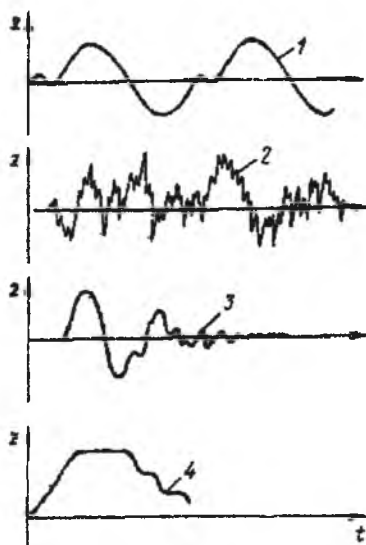
Gruntlarning dinamik ta'sirdagi holati. Halq xo'jaligida gruntlarga bo'ladigan dinamik ta'sir bilan doimo to'qnash kelinadi. Bunga yer qimirlashida, portlatishda, transport harakatida, har xil muvozanatlanmagan mashina va mexanizmlarni ishlashida, dengiz to'liqini urilishida, shamol ta'sirida va boshqalarda yer qobig'i va inshootlarning tebranishini misol qilib keltirsa bo'ladi. Dinamik ta'sir natijasida gruntlarda qaytadigan, shuningdek, qaytmaydigan hajmiy deformatsiya hosil bo'lishi va natijada mustahkamlik o'zgarishi mumkin. Bu bino va inshootlarda qo'shimcha cho'kish hosil qilib, ularni turg'unligini buzilishga olib keladi. Natijada bino va inshootlarda kutilmagan deformatsiya yoki ularni foydalanishda yaroqsiz holatga kelish hodisasi bo'lishi mumkin. Shuning uchun bino va inshootlarni loyihalashda dinamik ta'sirni hisobga olish muhim ahamiyatga ega.

Jismlarning tebranma harakati va har qanday mexanik qiymatlar (bosim, deformatsiya, tezlik, tezlanish va boshqalar) davriy va davriy bo'lmagan tebranishni (59-rasm) keltirib chiqaradi. Gruntlarning hajmini va mustahkamligini bashoratlash, shuningdek, inshootlar konstruksiyasida dinamik inyersion yukni hisoblash uchun amaldagi dinamik yukni jadalligi va tavsifini (tebranma harakatni surilishi, amplitudasi, tezligi va tezlanishi) hamda gruntlarni xosasini bilish kerak.

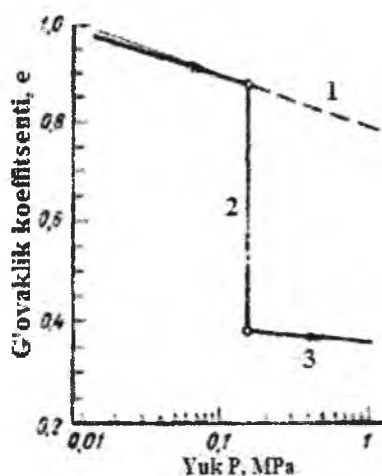
Elastiklik chegarasidan kichik jadallikdagi dinamik yuk ta'sirida gruntlarning quyidagi asosiy dinamik tavsifi bo'ladi: 1) surilishda elastiklik moduli G ; 2) Puasson koeffitsiyenti μ ; 3) tebranishning so'nish koeffitsiyenti yoki ekvivalent tavsiflar – hajmiy va yuza to'liqlarning tarqalish tezligi va elastik to'liqinni yutilish koeffitsiyenti.

Ammo, dinamik ta'sir, shuningdek gruntlarning strukturali bog'liqligi buzilishi va strukturali elementlarning qayta joylashishi natijasida qoldiq (orqaga qaytmas, elastik emas) hajmiy va surilish deformatsiyasini keltirib chiqarishi mumkin. Dinamik ta'sirda gruntlar mustahkamligining o'zgarishi va qaytmas deformatsiyasiga tasnifiy misol: qumlarni tebratma zichlashishi, nam shimgan qumlarning quyqlashishi (razjijenie), lyosslarning seysmik cho'kishi, surilishga qarshilikning kamayishi, charchashda buzilish bo'ladi. Kuchli dinamik ta'sirda (portlash) gruntlarning maydalanishi va ularning surilishi, voronka va uning qatlamlarida yoriqliklar, yuqori yoriqlikdagi hududlar hosil bo'lishi ro'y beradi.

Gruntlarga dinamik ta'sir qilganda qumlarning zichlashishi va lyosslarning cho'kishi, yuviluvchi to'g'onlar va ko'chkilarni bo'shashishi, qoya tog' jinslarining charchashdan buzilishi, gruntlarning maydalanishi va surilishi ro'y beradi. Keltirilgan hodisalar quyidagi holatlarda bo'lishi mumkin: agar 1) gruntida strukturali bog'lanish mustahkamligi kamaysa; 2) gruntga ta'sir qiluvchi kuchlanish inersiya kuchi hisobiga ohsa; 3) gruntga uruvchi va portlatuvchi kuchlar ta'siri bo'lsa.



59-rasm. Har xil mashina va mexanizmlarning ishlashida tebranish amplitudasining vaqt davomida o'zgarish turlari: 1 – davriy; 2 – xaotik; 3 – so'nuvchi; 4 – davriy bo'lmagan-uriluvchi.



60-rasm. Qumlarning zichlashishiga tebranishning ta'siri:
1 – juda bo'sh qum; 2 – tebranish ta'sirida qumning zichlashishi; 3 – zichlashgan qum.

Orasi gaz yoki suv bilan to'ldirilgan qattiq mineral zarralardan iborat sochiluvchan gruntlar tebranish ta'siri bo'lganda yopishqoq suyuqlikni xossasiga o'xshab oqa boshlaydi. Sochiluvchan gruntlarda bunday hodisa ishqalanish ko'effitsiyenti kamayishi bilan tushuntiriladi. Shu bilan birgalikda, bog'lanmagan gruntlar, xususan qumlar, tebranish ta'sirida eng katta darajada zichlanadi (60-rasm). Bog'lanmagan gruntlarga tebranishning ta'siri bo'lganda ikkita holat kuzatiladi: 1) grunt suvlari sathidan yuqorida yotgan inshoot qurilgan quruq va nam qumga tebranishning ta'siri, 2) grunt suvlari sathidan pastda yotgan nam shimgan qumga tebranishning ta'siri.

Takrorlash uchun savollar:

1. Gruntlarning fizik xossalari nimani bildiradi ?
2. Mineral zarrachalar zichligi nimani bildiradi ?
3. Grunt skeletining zichligi nima ?
4. Gruntning g'ovakligi nima ?
5. G'ovaklik ko'effitsiyenti nima ?
6. Tabiiy nam holatdagi gruntning g'ovaklik ko'effitsiyenti nima ?
7. Gruntlarning plastiklik chegarasi tushunchasi.
8. Oquvchanlik chegarasi.
9. Gruntlarning eruvchanligi tog'risida nimalarni bilasiz ?
10. Gruntlarning erish yo'llari qanday ?
11. Gruntlarning ko'pchish xususiyati.
12. Gruntlarning suv o'tkazish qobiliyati.
13. Elektrokinetik hodisalar deganda nimani tushunasiz ?
14. Gruntlarning deformatsion xossalari to'g'risida nima bilasiz ?
15. Deformatsion moduli to'g'risida nima bilasiz ?
16. Puasson ko'effitsiyenti nima ?
17. Dispers gruntlarning deformatsion xossalari to'g'risida nima bilasiz ?
18. Deformatsion moduli nima ?
19. Surilish moduli nima ?
20. Dispers gruntlarning siqiluvchanligi to'g'risida gapirib bering.
21. Gruntlarning kompression egri chizig'i nima ?
22. Gruntlarning reologik xossalari to'g'risida nimalar bilasiz ?
23. Gruntlarning surilishga qarshiligi nima ?
24. Ichki ishqalanish burchagi tushunchasi ?
25. Bog'lanish kuchi tushunchasi ?

4-BOB. GRUNTLARNING TASNIFI

4.1. Tasnif turlari

Har qanday tasnifni tuzish – juda murakkab ish. Uni amalga oshirish uchun, ma'lum bir yo'nalishda berilgan fan bo'yicha tadqiqot obyektida umumiy qonuniyatni aniqlash davomida katta miqdorda amalda material yeg'ilgan bo'lsagina mumkin bo'ladi. Ko'rilayotgan masala bo'yicha gruntlarni tasnifini tog' jinslari muhandis-geologik xossalari qonuniyatlari, ularning tarkibi va tuzilishi to'g'risida, shuningdek, qonuniyatlarni tasdiqlaydigan amaliy ma'lumotlar kerakli miqdorda yeg'ilgan bo'lsagina, yaratish mumkin bo'ldi deb aytish mumkin.

Bu masala bo'yicha nashr qilingan birinchi ish M.S.Volkov 1840-yili chop ettirgan «Toshli binolar asosi to'g'risida» maqolasidir. Unda muallif gruntlarning ikkita muhim xossasini: bosimga qarshilik va mustahkamlik tushunchasini keltiradi.

XIX asr oxiri va XX asr boshida rus quruvchilari gruntlarning siqilishi va bo'kishi masalalariga katta ahamiyat berdilar. Bu A.P.Pavlov tomonidan qurilish uchun ishlab chiqilgan tog' jinslari tasnifida o'z aksini topdi.

A.P.Pavlov tasnifi har xil gruntlarda ilashish kuchini o'rganish asosida qurildi. Bu jihatlar F.P.Savarenskiy taklif qilgan tog' jinslari tasnifida rivojlandi va ularni to'ldirdi, keyinchalik uni birmuncha V.A.Priklonskiy va P.N.Panyukov qayta ishlashdi va to'ldirishdi.

Keltirilgan tasniflar umumiy tavsifga ega, ularning mualliflari o'zlarining oldilariga, tabiatda uchraydigan tog' jinslarining o'ziga xos xususiyatlarini aks ettirishni, muhandis-geologik xususiyatlari yaqin bo'lgan jinslarni guruhlariga ajratishni maqsad qilib qo'yishgan edi. Bunday tasnif «gruntlarning umumiy tasnifi» degan nomni oldi.

Umumiy tasnif o'z oldiga tog' jinslarining eng ko'p tarqalgan turlarini iloji boricha qamrab olish va ularni grunt sifatida tavsiflash vazifasini qo'yadi. Ular genetik asosga qurilishlari kerak. Takidlash lozimki, genetik asos deb jinsning hosil bo'lish sharoiti tushunilib qolmasdan, gruntning «geologik hayotida» keyinchalik o'zgarishi ham tushiniladi. Gruntlarning umumiy tavsifi qolgan tavsiflar uchun asos bo'ladi.

Ma'lum bir alohida olingan yo'nalish uchun umumiy tasnif xususiy tavsiflar bilan to'ldiriladi. Xususiy tasniflar xususiyatini hisobga olgan holda umumiy tasnifni rivojlantiradi, o'rganiladigan jins turlari ma'lum miqdoriy ko'rsatkichlarga asoslanib guruhlariga bo'linadi.

Umumiy va xususiy tasniflardan tashqari regional va soha tasniflari bo'ladi.

Regional tasniflar gruntlarni ma'lum hududga mos ravishda ko'radi; ularni tuzishda geologiyaning formatsiyasi va fatsiyasi to'g'risidagi tushunchadan kelib chiqiladi. Gruntlarning regional tasnifi asosida, berilgan hududlarda jinslarning yoshi va genetik bo'linishi shakllanishi kerak.

Gruntlarning *soha tasniflari* qurilishni (gidrotexnik, yo'l, gruntlar inshootlar asosi sifatida foydalanilganda va b.) aniq soha talablariga mos ravishda tuziladi. Bunday tasniflarning to'g'ri bo'lishi ma'lum bir tortishuvlarga ega, chunki jinslarning muhandis-geologik xususiyatlari ular qanday maqsadda ishlatishlaridan qat'i nazar o'zgarmasdan qoladi.

Regional va soha tasniflari xususiya o'xshab umumiy tasnifga asoslanadi. Gruntlarning umumiy tasnifi boshqa tasniflar uchun asos hisoblanadi. Shuning uchun uni tuzishda to'g'ri jihatini topish muhim ahamiyatga ega.

Gruntlarning umumiy tasnifi. Gruntlarni umumiy tasnifi Ye.M.Sergeyev tomonidan 1948-yili tog' jinslari ayrim guruhlarining o'zaro bog'liqligini o'rganib tuzilgan. Keyinchalik, 1957-yili Ye.M.Sergeyev, V.A.Priklonskiy, P.N.Panyukov va L.D.Beliy umumiy tasnifning kerakli muhim jihatlarini rivojlantirdilar. Ular, tasnifni tuzishda quyidagi ko'rsatkichlarni hisobga olish lozimligini ta'kidladilar: sinfi, guruhi, guruhdoshi, turi, xili.

Gruntlar umumiy tasnifining oxirgi maqsadi har bir bo'lim, jinslarning inshootlar bilan o'zaro holatini hisobga olib, o'zida muhandis-geologik xossalari yaqin bo'lgan jinslarni birlashtirish bo'lishi kerak.

Yuqorida, hamma tog' jinslarining xossalari ular tuzilgan komponentlarni o'zaro nisbati va ta'siri, komponentlarning o'z tarkibi va jinsning struktura-tekstura xususiyati bilan aniqlanishi ta'kidlandi. Keltirilgan omillardan qaysi ko'rsatkich tog' jinslarining xossalarini umumlashtirib o'zida aks ettiradi degan savol tug'iladi? Bunday ko'rsatkich tog' jinslari tuzilgan komponentlarning o'zaro nisbati va ta'siri, komponentlarning tarkibi va jinslarning struktura-tekstura xususiyatini mujassamlashtirgan ulardagi strukturali bog'lanish bo'lishi kerak.

Bir tomondan strukturali bog'lanish o'ziga xos indikator bo'lib jinsning xususiyatini va unga bo'ladigan tabiiy jarayonlarning ta'sirini aks ettiradi, ikkinchi tomondan – jinslarning xossalariga sezilarli ta'sir etadi. Shuning uchun umumiy tasnifni qurishda jinslardagi strukturali bog'lanish tavsifini hisobga olish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Keyinchalik gruntlarning umumiy tasnifi takomillashtirildi. Unga asosan hamma jinslar ikkita sinfga bo'linadilar: qattiq kristalli bog'lanishga ega bo'lgan qoya tog' jinslari, unday bog'liqlik bo'lmagan dispers (bo'sh) gruntlar. Shu bilan birgalikda gruntlarning uchinchi sinfi – xossalari jinslarda muz yordamida hosil bo'ladigan bog'liqliklarga ega bo'lgan muzlagan gruntlarni ham ajratish maqsadga muvofiqdir.

Qoya tog' jinsli gruntlarning sinflari qattiq kristallashgan bog'liqlikka ega bo'lgan tog' jinslarini birlashtiradi; zarralar orasidagi bog'liqlik zarralar ichidagi kabi va strukturali bog'liqligi kimyoviy tabiatga ega bo'ladi. Ko'pchilik hollarda kovalent bog'lanish ionli bog'lanishga nisbatan ustun turadi. Natijada jins yuqori mustahkamlikka erishadi, ular nam shimganda kam o'zgaradi. Agar jinsda ionli bog'lanish ustun tursa u eruvchanlik xususiyatiga ega bo'ladi.

Dispers gruntlar sinfi: molekulyar, ion-elektrostatik, kapillyar, magnitli bog'lanishlar ustun bo'lgan fizik tabiiy struktura ega bo'lgan jinslarni birlashtiradi. Bu bog'liqliklarning mustahkamligi mineral zarralar ichidagi va qoya tog' jinslarida bo'lgan kimyoviy tabiiylikligiga nisbatan kam bo'ladi. Dispers gruntlar sinfining jinslarida mustahkamlik kam bo'lib, namlik ta'sirida u kuchli o'zgaradi.

Yuqorida keltirilgan jihatlarga asosan umumiy tasnifni tuzishda gruntlarning bosib o'tgan genezisi va genezisining o'zgarish jarayonlari bo'yicha jinslar guruhi va guruhdoshlarga, jinslarning petrografik xususiyatlari bo'yicha turlarga ajratiladi. Hammasi bo'lib jinslarning 6 guruhi ajratilgan.

Gruntlarning qoya tosh guruhi quyidagilarni o'zida birlashtiradi: magmatik, metamorfik, sementlashgan cho'kindi va sun'iy gruntlar. Magmatik va metamorfik gruntlar ham genezisi bo'yicha guruhlariga bo'linadi. Cho'kindi sementlashgan jinslar ichida kimyoviy cho'kkan va organogen jinslar, kremniyli, karbonatli, sulfatli va galoid jinsli guruhdoshlarga ajratiladi. Donali sementlashgan jinslar guruhdoshi yirik va mayda donali, changli va gilli gruntlarga ajratiladi. Bu keltirilgan holatlarda genetik jihatlari hisobga olingan, shuningdek, genezis bilan birgalikda genezisning o'zgarishi ham hisobga olinadi. Sun'iy gruntlar jinsini qoya tog' gruntni tarkibiga qo'shish usuli bo'yicha ikkita guruhdoshlarga ajratiladilar, bu ma'lum miqdorda jinslarning o'z xususiyatidan kelib chiqadi.

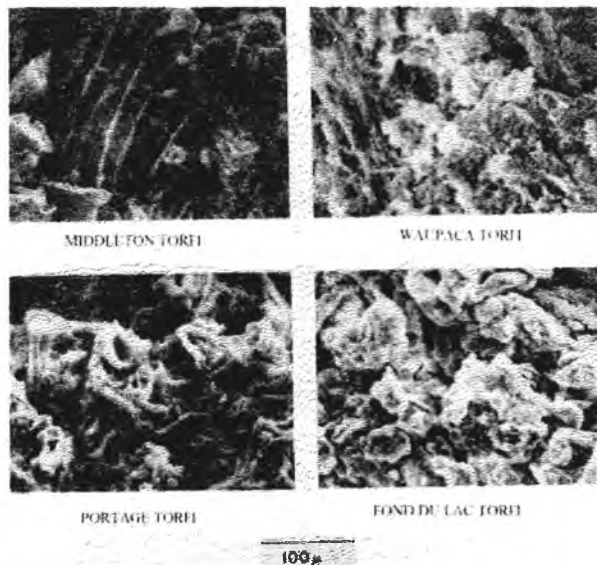
Gruntlarning dispers sinfiga, alohida guruh sifatida, sementlashmagan cho'kindi va sun'iy gruntlar ham kiradi. Birinchi guruh tabiiy jarayonlar ta'sirida hosil bo'lgan, ikkinchisi – inson faoliyati natijasida.

Yirik donali, qumli, lyossli va gilli jinslar nurash jarayoni mahsuloti hisoblanadi. Ular genezisi bo'yicha juda xilma xil: elyuvial, prolyuvial, allyuvial, ko'lli, muzli, dengizli va boshqalar bo'ladilar. Har bir genetik tur o'zining xususiyatiga ega. Ammo asosiysi – dispers gruntlarda nurash jarayonining rivojlanish va tavsifi bilan belgilanuvchi elementlarning yirikligidir.

Fizik nurash o'zining rivojlanish jarayonida tog' jinslarining donalanishiga olib keladi, natijada yirik donali grunt hosil bo'ladi. Fizik nurash jarayoni jadal kechganda maydalanish jarayoni mineral zarralarda ham kechadi va qumli jinslar hosil bo'ladi.

Kimyoviy nurashda keyinchalik moddalarning dispergatsiyalanishi sodir bo'ladi, natijada birlamchi minerallar buziladi va ikkilamchi mineral hosil bo'ladi. Ikkilamchi minerallar orasida eng ahamiyatlisi gilli minerallardir. Kimyoviy nurash mahsulotlari ko'pincha suv havzalariga tushib balchiqlar (illar) hosil qiladi, ular diagenез jarayonida gilli yoki lyosli jinslarga aylanadilar. Gilli yoki lyosli bo'lishi jinslar tarkibidagi gilli minerallarning birlamchi minerallarga nisbati bilan belgilanadi, ular har xil disperslikka, yirik qumdan mayda changgacha farqlanishi mumkin.

Pochva (tuproqlar) – tog' jinsidan o'zining bir qancha alomati bilan farqlanuvchi maxsus tabiiy mahsulotlardir. Ularda doimo organik modda bo'lib, tuproqning ma'lum genetik turiga mansub bo'lgan, struktura bilan tavsiflanadigan, genetik gorizontlarga ajratiladi. Tuproqlarda, ularni muhandis-geologik baholashda bog'langan gruntlar bilan juda ko'p o'xshashligi bor. Shuning uchun ularni bu guruhga qo'shish mumkin. Ammo gruntlarning umumiy tasnifini yaratishda genetik jihatlarni, tuproqning ko'rsatilgan xususiyatlarini hisobga olib, ularni mustaqil guruhdosh sifatida ajratish maqsadga muvofiq bo'ladi.



61-rasm. To'rt xil torf namunasining elektron mikrorasmi.

Torf (61-rasm) va sapropellar o'ziga xos mahsulotlar bo'lib, ularni ham fitogen jins ko'rinishidagi bir tur sifatida ajratish mumkin [1].

«Dispers gruntlar» sinfidagi sun'iy gruntlar guruhi insonning ta'siriga bog'liq ravishda beshta guruhdoshga bo'linadi: sun'iy o'zgartirilgan, zichlashtirilgan, madaniy qatlam, ko'tarmalar va yuvilganlar.

Gruntlarning umumiy tasnifi tog' jinslarida bo'ladigan hamma miqdoriy o'zgarishlarni aks ettira olmaydi. U birinchi galda har xil guruhlar, guruhdosh va turlarining hosil bo'lishiga olib keluvchi miqdoriy o'zgarishlarni hisobga olishi kerak. Gruntlarning umumiy tasnifiga neft, toshko'mir va rudalarni ham kiritib bo'lmaydi, chunki ular umuman grunt sifatida ishlatil-

maydi, ular insonda ko'pincha foydali qazilma sifatida qiziqish uyg'otadilar.

Yuqorida keltirilgan gruntlarning umumiy tasnifiga asosan quyida ajratilgan jins guruhlari uchun muhandis-geologik tavsiflar beriladi.

4.2. Qoya tog' gruntlari

Magmatik gruntlar. Magmatik tog' jinslari ko'pincha flyuid-silikatli tarkibli chuqurlikdagi eritmalarni (magma) yer qobig'ining yuqori qismi ichiga kirishi yoki yuzasiga oqibchiqib qotishida kristallashuvi natijasida hosil bo'ladi. Magmatik tog' jinslari va ularning xossalari shakllanishi magmalarni yerning chuqurligida hosil bo'lishidan boshlanadi. Uzoq vaqt davomida o'zaro mahkam bog'langan, magmaning hosil bo'lishida va kristallashuvida yuz bergan bir-birini almashtiruvchi murakkab fizik, kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida hosil bo'lgan otqindi jinslarning kimyoviy va mineral tarkibini shakllantiradi.

M.D.Braja [1] bo'yicha magmani yer qa'ining chuqurligidan chiqib yer yuzasida qotishidan otqindi magmatik jinslar hosil bo'ladi. Ayrim hollarda magma yer yuzasiga chiqmasdan sovib qotishi natijasida intruziv jinslarni hosil qilishi mumkin. Ular erroziya jarayonlari ta'sirida bo'laklarga bo'linadi.

Tog' jinslarining hosil bo'lishida boshlang'ich chuqurlikdagi jarayonlarning faoliyati magmaning kimyoviy tarkibini, eritmaning qovushqoqligi va ulardagi uchuvchi komponentlarning miqdorini, shuningdek, ularning kelajakdagi xossalari har xilligini ta'minlaydi. Jinslar tarkibining, strukturasining va teksturasining shakllanishida kristallashuv jarayonlari katta ahamiyatga ega. Magmani yerning yuqorigi qismiga chiqish uchun ko'tarilishida va yer yuzasiga quyilib yoyilguncha, unda termodinamik sharoit o'zgaradi: bosim kamayadi, harorat pasayadi, flyuidlarning yo'qolishi natijasida eritmaning qovushqoqligi oshadi. Birlamchi kristallar hosil bo'la boshlaydi. Odatda bular yuqori haroratli minerallar bo'ladi.

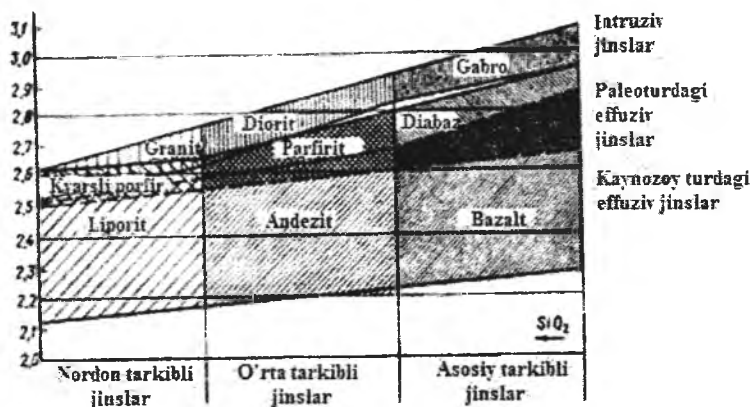
Yerning chuqur hududlarida hosil bo'lgan yuqori haroratli minerallar, magmaning yuqoriga ko'tarilishi bilan boshqa termodinamik holatga tushib qolganidan so'ng, yer yuzasida hosil bo'lgan past haroratlilarga nisbatan mustahkamligini yo'qota boshlaydi va ikkilamchi o'zgarishga yengil uchraydi.

Magma o'zining harakati davomida atrofidagi jinslarga aralashadi, natijada ularning kimyoviy tarkibi o'zgaradi. Jinslarda kristallarni o'lchamini kamaytiruvchi qo'shimcha kristallashuv markazi hosil bo'ladi, mineral birikmalarning umuman boshqa turlari hosil bo'ladi. Shunday qilib, uzoq vaqt kristallashuv tartibi saqlanib qolsa ham, har xil tarkibli, strukturali va teksturali, fizik-mexanik xossalari juda o'zgargan tog' jinslarining yangi oilasi shakllanadi.

Yer yuzasiga chiqib qotgan magma suvli, shuningdek havoli muhitga tushib qolishi mumkin, bu holat uning strukturasida ma'lum o'zgarishlarga olib keladi. Suv osti qotishida, eritmaning suv bilan o'zaro ta'sirlanishida, ko'p miqdorda suv bug'i hosil bo'ladi, havo sharchasi kabi tekstura shakllanadi. Tog' jinsining suvda tez sovishi bilan, yuqori kuchlanish natijasida, minerallar, shuningdek lava oqimi ichida yoriqliklar hosil bo'ladi. Lavaning yuzada qotishida oqim ustida, gazlarning tashqariga chiqishiga qarshilik qiladigan, qizigan qobiq deb ataluvchilar hosil bo'ladi. Buning natijasida oqim yuzasida juda ko'p miqdorda g'ovakligi bo'lgan va o'zining xossalari bilan oqim o'rtasida hosil bo'ladigan jinsga nisbatan farqlanuvchi jinslar hosil bo'ladi. Ma'lumki, oqib chiqib qotgan jinslar yomon kristallashadi va ko'pincha unda shisha hosil bo'ladi. Ammo qalin effuziv qatlamning so'vish jarayoni sekin kechadigan markaziy qismida, gipabissal genezisiga o'xshash, to'liq kristallashgan strukturali jinslar hosil bo'ladi.

Hamma magmatik jinslar ularni qurilishda ishlatilishi bo'yicha ko'pgina umumiy o'xshashlikka ega bo'ladi. Bu fizik-mexanik xossalarning umumiy o'xshashligi mineral zarralar orasidagi mustahkam strukturali bog'lanish bilan belgilanadi. Magmatik jinslar muhandis amaliyotida ma'lum bo'lgan yukdan bir necha baravar katta bo'lgan yuqori mustahkamlikka ega, suvda yerimaydi, faqat yoriqlaridan suv o'tadi. Ammo magmatitlarning fizik-mexanik ko'rsatkichlari yuqori bo'lsa ham, bu jins tarkibi va tuzilishiga qarab ko'p o'zgarishlari mumkin.

Magmatik tog' jinslarida ularning zichligiga ta'siri mufassal o'rganilgan. 62-rasmda intruziv va effuziv jinslar zichligini ularning kimyoviy-mineral tarkibiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Intruziv jinslar ichida eng kichik zichlik granitlarda ($\rho = 2,57 \text{ g/sm}^3$) bo'ladi. Intruziv tog' jinsining asosligi oshishi bilan zichligi ham oshib boradi; uning o'rtacha qiymati granodioritlarda – $2,7 \text{ g/sm}^3$, kvarsli dioritda – $2,75$, dioritlarda – $2,80$, gabbroda – $2,95$, serpentinlashgan giperbazitlarda – $3,0$, piroksenlarda – $3,20$, peridotitlarda – $3,27 \text{ g/sm}^3$. Xuddi shunday o'zgarishning tendensiyasi effuziv tog' jinslarida ham kuzatiladi: nordon tarkibli jinslar uchun (liparit) o'rtacha zichlik $2,35 \text{ g/sm}^3$ teng, o'rtacha tarkibli jinslar (andizitlar)



62-rasm. Magmatik tog' jinslari zichligining o'zgarish chegarasi.

uchun – 2,50, asoslar (bazaltlar) uchun – 2,54 g/sm³. Paleoturdagi effuziv jinslar yuqori zichlikka ega bo'ladilar: 2,60 g/sm³ dan (kvarsli porfirlardan) 2,85 gacha (diabazlarda). Ta'kidlash joizki, effuziv jinslar bir xil kimyoviy tarkibda doimo intruzivlarga nisbatan kam zichlikka ega bo'ladi.

Magmatik jinslarning muhandis-geologik turlashda muhim tasnifiy alomati bo'lib shakllanish sharoiti, tuzilishi, mineral tarkibi hisoblanadi. Shu alomatlariga qarab ular muhandis-geologik tasnifga tizimlashgan bo'ladi. Magmatik gruntlar guruhi ikkita guruh-doshga bo'lingan: intruziv va effuziv. Bunday bo'linish magmatiklarning muhandis-geologik xususiyatlari shakllanishida eritmalar kristallashuvini katta ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi, ularning yer qobig'ida yotish sharoitini belgilaydi va struktura-tekstura alomatini hisobga oladi.

Metamorfik gruntlar. Tog' jinslarining metamorfizmi deganda yer qobig'ida ichki endogen ta'sirlar natijasida jinslarni qattiqligi saqlanib qolgan holda, sezilmas darajada suyulishi va erishi bilan ularning mineral tarkibi, strukturasi va teksturasining sezilarli darajada o'zgarishi tushuniladi.

Braja M.Dasning [1] fikricha metamorfizm – qoya tog' gruntlarining yuqori haroratda va bosimda tarkibi va strukturasi o'zgarish jarayoni. Metamorfizm vaqtida yangi foydali qazilmalar vujudga keladi, mineral zarralar cho'zilib bargsimon struktura hosil qiladi. Umuman metamorfik jinslar ko'p miqdorda kvars va dala shpatidan iborat bo'ladi.

Metamorfizm jarayonida tog' jinslarining o'zgarishi harorat, bosim, jinsning orasidan sizib kiruvchi suyuq bug'li eritmalar yoki gazlar ta'sirida kechadi. Metamorfizm murakkab fizik-kimyoviy jarayondir. Keltirilgan hamma omillar metamorfizm jarayonida juda muhim ahamiyatga ega va ular tog' jinsiga kompleks ta'sir qiladilar.

Metamorfik tog' jinslarida qattiq, kristallashgan bog'liqlik bo'lgani uchun ko'pchilik fizik-mexanik xossalari bo'yicha magmatiklarga yaqin. Hamma metamorfik jinslar, o'zgarmagan holda, qurilish amaliyotida uchraydigan yukdan bir necha barobar katta bo'lgan mustahkamlikka ega. Amaldagi qurilish yuklamasida ular kvazi-elastik jism sifatida deformatsiyalashadi. Metamorfik jinslar amalda, karbonat tarkibli bo'lishidan tashqari, suv o'tkazmaydigan ham hisoblanib, ular suvda erimaydi. Bu xossalari jinslarning massivida deformatsiya va filtratsiya yoriqliklari orasida ro'y beradi va nuragan hududga qaraganda ancha katta bo'lishi mumkin.

Shu bilan birgalikda metamorfik jinslar magmatiklarga nisbatan bir qancha farqli xossalarga egalar. Bu farqlanish ularning genezisidan kelib chiqadi. Hamma metamorfik jinslar uchun slanesli teksturali bo'lgan anizotropiya xossasi tavsifli. Slanes qatlami bo'yicha mustahkamlik tavsiflari uni perpendikulyariga nisbatan kam. Jinslarning qatlam-

ligi ularni nurashida katta ahamiyatga ega, tabiiy tog' yon bag'rilarida va sun'iy kovlanmalarda turg'unlik kam bo'ladi. Ko'pchilik metamorfik jinslar nurashi natijasida nozik plitali va bargsimon harakatchan ko'chki hosil qiladi. Ular alohida metamorfizmning quyi bosqichidagi jinslar uchun katta ahamiyatga ega. Umuman olganda metamorfik jinslarning muhandis-geologik xossalari metamorfik jarayonlarning turi va jadalligiga bog'liq bo'ladi.

Sementlashgan cho'kindi jinslar. M.D. Brajaning [1] fikricha jarayonlar natijasida hosil bo'lgan graviy, qum, il va gillar bosim ostida zichlashib temir okisi, kalsit, dolomit va kvars bilan sementlashishi mumkin. Sementlashtiruvchi agentlarni grunt suvlari olib kelishi mumkin. Ular zarralar orasini to'ldirib cho'kindi jinslarni hosil qiladilar. Shunday yo'l bilan hosil bo'lgan qoya tog' jinslari donador cho'kindi jinslar deb ataladi.

Hamma donador qoya tog' jinslari donali strukturaga ega bo'ladi. 19-jadvalda strukturali donador qoya toshlar keltirilgan.

19-jadval

Zarralarning o'lchamiga bog'liq cho'kindi jinslarni nomi

Zarraning o'lchami	Cho'kindi jinslar
Granullashgan yoki katta (zarraning o'lchami 2-4 mm yoki katta)	Konglomerat
Qum	Qumtosh
Chang yoki gil	Alevrolit va argellit

Donali sementlashgan gruntlar. Qattiq kristallizatsion bog'langan donador tog' jinslarining guruhi keng tarqalgan bo'lib, konglomeratdan argillitgacha bo'lgan har xil granulometrik tarkibli mahsulotlarni qamrab oladi. Ularning muhandis-geologik xossalari avvalambor sementlashtiruvchi moddaga, sement miqdoriga va uning turiga bog'liq. Eng keng tarqalgan sementlar tarkibiga kvarsli, temirli, karbonatli va gillilar kiradilar. Tabiatda kvarsli va temirli sementlashgan jinslar nisbatan kam uchraydi. Odatda ularning mustahkamligi va turg'unligi sementlashadigan donalarning mustahkamligidan kam bo'lmaydi, ayrim hollarda ulardan yuqori bo'lishi ham mumkin. Karbonatli sement ham yuqori mustahkamlikka ega, lekin ular suvda eriydi. Sementlashgan jinslarning fizik-mexanik xossalarini baholashda sulfatli va galoidli sementlarning yuqori eruvchanligini alohida hisobga olish kerak. Gilli sement kam mustahkamlikka ega. Faqat kuchli katagenezga uchragan gilli moddalar qayta kristallashuvi natijasida tog' jinslarining mustahkamligi oshishi mumkin.

Cho'kindi mahsulotlarda qattiq strukturali bog'liqlik dispers cho'kindilarga yuqori bosim, harorat, yer osti suvlari va g'ovaklik eritmalari ta'siri natijasida katagenez jarayonida shakllanadi. Katagenez jarayonida jinslar zichlashishi, suvning siqib chiqarilishi yuz beradi, fizik-kimyoviy sharoiti o'zgaradi, karbonatli, kremniyli va boshqa moddalar cho'kindiga o'tiradi, mineral tarkibi o'zgaradi. Katagenez – cho'kindi jinslar petrografiya-sida va gruntshunoslikda katta ahamiyatga ega bo'lgan murakkab geologik jarayondir. Muhandis geologik nuqtai nazardan: katagenez natijasida cho'kindi jinslar zichligining oshishi, ularning g'ovakligining kamayishi, suv o'tkazuvchanlik tavsifining o'zgarishi, fizik-mexanik xossalari ko'rsatkichlarining oshishini ta'kidlash kerak. Nihoyatda natijada, cho'kindi tog' jinslari yangi sifatga ega bo'ladi – qoya tog' jinsiga aylanadi.

Katagenez jarayonida cho'kindi tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari shakllanishida gravitatsion zichlashish va u bilan birga kechadigan jarayon degidrotatsiya muhim ahamiyatga ega. Degidrotatsiya natijasida g'ovaklik suvlaridan sementlashgan moddalar (kremnezyom, karbonat kalsiy va b.) ajralib chiqadi. Tektonik jarayonlar juda muhim ahamiyatga ega, ular natijasida jinslar bir tomonlama yuqori bosim ta'siriga uchraydi va yangi xossaga ega bo'ladi.

Katagenezda cho'kindi jinslarning o'zgarishi bir necha bosqichda olib boriladi. Ularning har birida jinslar strukturasi, tarkibi va xossalarining o'zgarishi tavsiflidir.

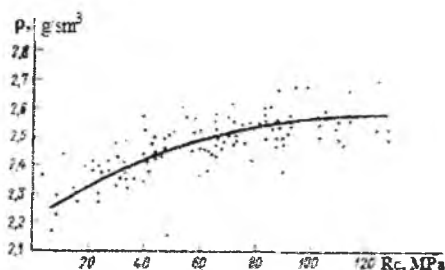
Donali jinslar asos zarralarini o'lchamiga qarab yirik donalilarga (konglamerat, gravelit, brekchiya), mayda donali (har xil qumlar), changli va gilli (alevrolit va argellit) bo'linishi mumkin. Yirik donali sementlashgan jinslar orasida eng mashhurlari konglomeratlar bo'lib,

qalin qatlami tog' hosil bo'lish jarayonida yuzaga keladi. Ular erta paleozoy davridan boshlab hamma stratigrafik tizimdagi yotqiziqlarda ma'lum. Konglomeratlar Yuqori Amur havzasida va O'rta Osiyoda gidrotexnik qurilish munosabati bilan ko'proq o'rganilganlar.

Norin daryosi havzasidagi to'rtlamchi davr konglomeratlari har xil sementga (ohaktoshli, ohaktoshli-gilli, ohaktoshli-temirli) ega, shuning uchun ularning vaqtinchalik siqilishga qarshiligi keng miqdorda (3 dan 25 MPa gacha) o'zgaradi. Konglomeratlar sovuqqa chidamsiz. Uch siklli muzlash va erishdan so'ng nam shimgan namunalardagi sement buzilgan. Quruq konglomeratlar qurilish kotlovanini qurishda turg'un vertikal qiyalikni saqlagan.

Qumtoshlar yer qobig'ida eng ko'p tarqalgan donador tog' jinsi tarkibiga kiradi, ular tarkibi, strukturasi va teksturasi bo'yicha xilma xildir. Dengiz platformali yotqiziqlar orasida mineral tarkibi bo'yicha kvarsli qumtoshlar eng ko'p tarqalgan hisoblanadilar. Geosinklinal va orogenli mahsulotlar uchun yomon ajratilgan, bo'sh silliqlangan donali polimineral tarkibli qumtoshlar tavsiflidir. Donasining o'lchami va fraksiyalari nisbati bo'yicha qumtoshlar quyidagilarga farqlanadi: bir xil (yirik-, o'rtacha-, mayda- va nozik zarrali) va har xil turdagilar. Qumtoshlar sementini (kvarsli, karbonatli, temirli va b.) tarkibi bo'yicha ham har xil bo'lishi mumkin. Bu hamma omillar qumtoshlarning fizik-mexanik xossalariga ta'sir qiladi va ularning miqdorlarida katta farq bo'lishiga olib keladi.

Regeneratsiya turidagi kremniyli va temirli sementlashgan kvarsli qumtoshlar eng katta mustahkamlikka ega. Ularning siqilishgi qarshiliga odatda 150-200 MPa dan oshadi, kvarslashgan qumtoshlarniki g'ovaklik 2% dan kam bo'lganda 300 MPa ga yetadi. Eng kam mustahkamlikka ega bo'lgan qumtoshlarga gilli sementlar bilan sementlashganlar kiradi. Ularning g'ovakligi 40% ga yetishi va, siqilishga qarshiligi bir MPa ga ham teng bo'lishi mumkin.



63-rasm. Qumtosh va alevrolitlarning mustahkamlik va zichligi orasidagi o'zaro bog'liqlik.

Sementlashgan changli va gilli gruntlarning tarkibiga alevrolit va argillitlar kiradi. Alevrolit va argillitlar qumtosh-changli (63-rasm) va gilli dispers jinslarning zichlashishi, degidratatsiyasi, kolloidlarining kristallashuvi natijasida hosil bo'ladi. Ular platformali va egilmali viloyatlarda ko'proq uchraydi.

Ko'pchilik hollarda muhandis-geologik amaliyotda alevrolitlar va argillitlar qumtoshga qaraganda yomon ko'rsatkichga ega bo'ladi deb qaraladi. Bu ularda aniq ajralib turuvchi qatlamlar borligi bilan tushuntirilishi mumkin,

shunga binoan ular katta anizotrop xossasiga ega. Bazalt yuzasida alevrolit va argillitlar yengil nuraydi, natijada ko'pincha tog' yon bag'irlarida harakatchan ko'chkilar hosil bo'ladi. Shu bilan birgalikda massivli alevrolitlarning mustahkamligi qattiq qumtoshlarnikiga tenglashadi, undan ham oshishi mumkin.

Kimyoviy cho'kindi va biokimyoviy (organogaenli) gruntlar. Kimyoviy va orogen sementlashgan jinslar suvli havzalarda suvdan kimyoviy, biokimyoviy yoki aralash yo'l bilan eritilgan moddalarning ajralib chiqishi bilan hosil bo'ladi. Odatda ular qattiq kristallashgan strukturali bog'liqlikka ega bo'ladi va fizik-mexanik xossalari bilan qoya tog' jinsi sinfiga kiradi, ammo ularning xossalari keng diapazonda litifikatsiya darajasiga bog'liq holda o'zgaradi. Ionli strukturali bog'liqlikning bo'lishi natijasida, ularning eruvchanligi ortadi va jinsning suvga mustahkamligini kamaytiradi. Shuning uchun muhim muhandis-geologik ko'rsatkichlari bo'yicha gruntlar to'rtta turga bo'linadi: 1) amalda suvda erimaydigan kremniyli; 2) suvda faol karbonat kislotalari bo'lganda eruvchanligi litrda o'nlab va yuzlab milligramdan oshadigan karbonatlilar; 3) xlorli natriy bo'lganda

eruvchanligi litrda grammga yetadigan sulfatlilar; 4) litrda yuzlab gram eruvchi galoidlar. Bu jinslarning eruvchanligi kimyoviy tarkibidan tashqari jins strukturasi va teksturasiga, suv o'tkazuvchanligiga; suvning tezligi va harakatining tavsifiga, uning haroratiga va kimyoviy tarkibiga, shuningdek boshqa omillarga bog'liq bo'ladi.

Kremniyli gruntlar. Kremniyli jinslar mel va paleogen yoshidagi yotqiziqlar ichida keng tarqalgan. Ular dengiz havzalarining shelfli hududida, iliq iqlim ta'sirida, kimyoviy nurash faol kechganda, juda katta miqdorda dengizga kremniy kislotasi olib chiqilganda hosil bo'lgan. Ularning asosiy qismi dengiz havzasiga eritma holida qo'shilib, skelet qoldig'i kremniyli jinslar shakllanishi uchun asosiy jins hosil qiluvchi material bo'lgan diatomlarning rivojlanishiga sababchi bo'ladi. Kremnezemning ayrim qismlari sedimentatsiya suv havzasiga gel ko'rinishida qo'shilib, diagenoz bosqichining boshidan vaqt o'tishi bilan jinslarga strukturali mustahkamlik bera boshlagan.

Karbonatli gruntlar yer qobig'ida keng tarqalgan. Ular har xil fizik-geografik sharoitda va geologik-strukturali hududda hosil bo'lib, amalda hamma stratigrafik sathda uchraydi.

Karbonatli jinslarni muhandis-geologik o'rganishga katta ahamiyat berilishi faqat uning qurilishda ko'p ishlatilishi bo'lmasdan, ularning karstallashish qobiliyati uchun hamdir. Karstallashgan qatlamlarni mufassal o'rganish gidrotexnik, yo'l, sanoat-shaharsozlik qurilishlari, foydali qazilma konlarini qazish va yer osti inshootlarini qurish bilan bog'liqdir.

Karbonatli jinslar ichida eng keng tarqalgani ohaktoshlar va dolomitlar, qisman kamroq bo'lsa ham, ayrim joylarda katta yotqiziqlar hosil qilib, bo'rlar (64-rasm) tarqalgan. Ohaktoshning toza xilidan tashqari, ko'plab aralash turlari bo'ladi.

Sulfatli va galoidli gruntlar. Sulfatli (gips, angidrit) va galoidlar (galit, silvinit, karnallit) jinslar mustaqil yirik jismni hosil qiladi, ayrim hollarda linza va qatlamcha ko'rinishida uchraydi.

Sun'iy tog' gruntleri. Tog' gruntleri tabiiy sharoitda har doim yoriqliklarga ega bo'ladilar. Yoriqliklar gruntlarning mustahkamligini kamaytiradi, deformatsiyasini va suv o'tkazishini oshiradi. Yoriqlik gruntlarga monolit holatni berish, yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish va suv o'tkazishni kamaytirish uchun jinsdagi g'ovakliklar va yoriqliklarni to'ldiradigan moddalardan foydalaniladi. Bu maqsad uchun ko'pincha sementli va sement-gruntli eritmalar ishlatiladi, yoriqliklarni bitumlash maqsadida yoriqlik tog' jinsi tamponaj qilinadi; ayrim murakkab yoriqliklar suyuq shisha bilan tamponaj qilinadi (gruntlar silikatizatsiyasi). Mustahkamlashni tanlashda qanday masala yechilayotganiga (masalan, faqat suv o'tkazuvchanlikni pasaytirish yoki bir vaqtini o'zida mustahkamligini oshirish), shuningdek mustahkamlanayotgan gruntning tarkibi va tuzilishiga e'tibor beriladi.

Qurilishda gruntlarni sementlash texnologiyasi oson bo'lgani va ishonchli natija bergani uchun, eng ko'p qo'llaniladigan usul hisoblanadi. Amalda hamma holatlarda, qoya tog' gruntlarida to'g'onlar quriladigan bo'lsa, asosan semenlashgan himoya qatlami quriladi. Bunda suv o'tkazuvchanlik 0,02-0,03 l/min ga kamaytiriladi (boshlang'ich qiymati 2-3 l/min dan katta bo'lganda) va jinslarning modul deformatsiyasi 1,5-2 marotaba oshadi.

Bitumlash usulini, ya'ni gruntga skvajina orqali qaynoq bitumni purkash bir qancha yaxshi va yomon tomoni mavjud. Bitumlar suvning faol ta'siridan qo'rqmaydi, u suv oqimi-ning tezligi katta bo'lsa ham yoriqliklardan chiqib ketmaydi, lekin glinali-sementli eritmalar chiqib ketishi mumkin; bitumlash ayniqsa karstlashgan karbonatli jinslarni mustahkamlashda alohida samara beradi. Ammo bu usulni yupqa yoriqliklari bor, filtratsiya koeffitsiyenti 60 m/sut dan kichik bo'lgan jinslarda qo'llash mumkin emas. Undan tashqari, issiq



64-rasm. Yozish uchun ishlatiladigan bo'rning mikrotuzilishi (x5000).

bitumni qo'llash ishlab chiqarishda qiyinchilik tug'diradi va texnologik jarayonlarni qimmatlashtiradi. Shuningdek eslatib o'tish kerakki, bitum plastik bo'lgani uchun yuk uzoq vaqt ta'sir qilganda yoriqliklardan chiqib ketishi mumkin.

Suv o'tkazuvchanligi kam bo'lgan yoriqli alevrolit, mergel va boshqalar kabi gruntlarni mustahkamlash uchun silikatizatsiya – yoriqliklarga kimyoviy gel hosil qiluvchi eritma (suyuq shisha) va boshqa har xil qotuvchilar quyish usuli qo'llaniladi. Shu asosida hosil bo'lgan tamponaj eritmaları yuqori suv o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi, shuningdek qotgan gellar yer osti suvlarining faol ta'siriga mustahkam bo'ladi. Silikatizatsiya usulini texnologik jarayonlari bo'yicha sodda, hamma qo'llaniladigan moddaning narhi yuqori bo'lgani uchun ulardan foydalanish chegaralangan bo'ladi.

Dispers gruntlarni mustahkamlash usullari ularni mineral va granulometrik tarkibiga, g'ovaklik o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Yirik donali gruntlar kimyoviy inert va katta g'ovaklikka ega bo'lib, sementli eritma bilan yaxshi mustahkamlanadi. Qumli gruntlarni mustahkamlash uchun ohaklash, silikatizatsiya, karbamid smolasi va boshqalar ishlatiladi. Qovushqoq moddani lyossimon va gilli gruntlarga kiritish juda qiyin, chunki kichik g'ovaklidagi gruntlar amalda eritma o'tkazmaydigan bo'ladi. Bunday gruntlarni tabiiy sharoitda mustahkamlash uchun suyuq shisha, furfurolanilinli smola, akrilit va boshqa polimerlardan foydalaniladi.

Agar kimyoviy reagentlarni gruntlarning qandaydir xususiyatiga (almashinuv ionlari tarkibi, rN va boshqalar) asosan kiritib bo'lmasa, gruntga har xil fizik maydonlarning ta'sir qilishiga asoslangan, birinchi galda elektrik va haroratli usullar qo'llaniladi. Birinchi usulda mustahkamlash elektrkimyo usuli bilan bo'ladi, ikkinchi galda amaldagi vazifaga bog'liq bo'lib, grunt yoki kuydiriladi, yoki muzlatiladi. Xususan muzlatish usuli, suv shimgan qumlar va oquvchan qumlarda shaxtali stvollarni va tonellarni qurishda foydalaniladi.

4.3. Dispers gruntlar

Donador (bog'lanmagan) gruntlar. Cho'kindi donador sementlashmagan gruntlar nurash va denudatsiya jarayonlari ta'sirida, fizik nurashning agentlarining faolligi kimyo nurashni agentlariga nisbatan yuqori bo'lganda hosil bo'ladi. Shu sababli bu gruntlar guruhiga kiruvchi jinslar ikkita muhim xususiyatga ega: 1) ular asosan nurash jarayonida kam o'zgargan tog' jinslari va birlamchi minerallarning donalaridan iborat bo'ladi va 2) quruq holatda jins donalari va minerallarning ayrim zarralari orasidagi bog'liqlik yoki juda bo'sh, yoki amalda bo'lmaydi, shuning uchun bu jinslarning ko'pchilik turlari sochiluvchan grunt kabi ko'riladi.

Ularning hamma turlari uchun ma'lum umumiy muhandis-geologik xususiyatlar tavsiflidir. Masalan, ko'pchilik hollarda ular katta g'ovakligi bo'lgan yuqori g'ovaklikka ega, bu holat bunday gruntlarga katta suv o'tkazuvchanlik xususiyatini beradi. Ularda ichki ishqalanish burchagi katta bo'ladi, statik yuk ta'sirida kam zichlashadi, aksincha, dinamik yuk ta'sirida kuchli zichlashadi. Bog'lanmagan gruntlar kerakli darajada quruq yoki nam holatlarida ham inshootdan tushayotgan yukka yaxshi qarshi turadilar (ayrim hollardan tashqari).

Donador sementlashmagan gruntlar ikkita guruhga bo'linadi. Ulardan birinchisi yirik donalilarni, ikkinchisi – mayda donali (qumli) gruntlarni birlashtiradi.

Yirik donali gruntlar. Yirik donali gruntlar asosan o'lchami 2 mm dan katta bo'lgan qirrali yoki burchakli donador, ko'pincha polimineral tarkibli donalardan iborat bo'ladi. Bu donalar grunt tarkibining 50% dan ko'pini (havoda-quruq grunt massasiga nisbatan) tashkil qiladi. Yirik donali gruntlar ulardagi donalarning yirikligiga nisbatan valunli (xarsangtosh) va toshli (glibali), galechnikli, chaqir toshli, graviyli va dresvali turlarga bo'linadi.

Yirik donali gruntlar qalin (bir necha o'n metrgacha) allyuvial, prolyuvial qatlamlar (birinchi galda sel yordamida hosil bo'lgan) va gravitatsiya (ko'chkilar, ag'darmalar, ag'darma-ko'chkilar) yotqiziqlari bo'lgan tog'-buramali tumanlarda keng tarqalgan. Xuddi shunday ular qadimgi platformani shittlari atrofida rivojlangan. U yerda ular elyuvial, al-

lyuvial, suv-muz, muz va gravitatsiya yotqiziqlari kesimida yotadi. Yirik donali gruntlar ko'pincha har bir struktura-tektonikli hududlardagi dengiz qirg'oqlari kesimlarida rivojlangan. Undan tashqari ko'lli yirik donali gruntlar juda keng tarqalgan.

Bu gruntlarning granulometrik tarkibi tumaning geologiya-strukturali holati, yuviluvchi jinslar tavsifi, yotqiziqlar genezisi bilan belgilanadi va har xil bo'ladi. Tarkibi bo'yicha har bir ajratilgan turi bir xil yoki har xil bo'lishi mumkin. Birinchisiga uncha ko'p bo'lmagan mayda donali to'ldiruvchilari bo'lgan, bir xil bo'lmagan koeffitsiyenti qiymati kichik bo'lgan yirik donali gruntlar kiradi. Ikkinchisiga – qumli, suglinokli yoki gilli to'ldiruvchilari bo'lgan gruntlar kiradi.

Qumli-gilli to'ldiruvchilarning bo'lishi yoki bo'lmashligi – yirik donali gruntlarning muhim tavsifi hisoblanadi. Bu g'ovakliklarda to'ldiruvchilarning borligi ularning hamma turdagi yirik donali gruntlarning muhandis-geologik xususiyatlariga ta'sir qilishini bildiradi. Agar ular tarkibida mayda donali materiallar bo'lmasa, yuqori suv o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi, bunda suvning harakati turbulent ko'rinishida bo'ladi. To'ldiruvchisi bo'lgan yirik donali gruntlarda suv o'tkazuvchanlik kam bo'lishi mumkin, uning qiymati to'ldiruvchining o'zini tarkibi bilan aniqlanadi. To'ldiruvchini bo'lishi, ayniqsa gilli bo'lsa, shuningdek yirik donali gruntlarning mustahkamligini kamaytiradi. Shuning uchun yirik donali gruntlarni o'rganishda birinchi galda asosiy turi sifatida to'ldiruvchisi bor yoki to'ldiruvchisi yo'q gruntli valunli (toshli), galechnikli (chaqir tosh) va graviyli (dresva) gruntlarni ajratish kerak.

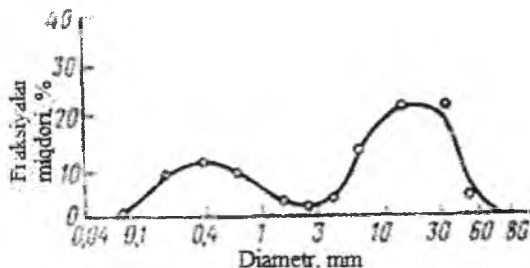
Yirik donali gruntlarda 40% dan ko'p (gruntning quruq-havodagi massasi bo'yicha) qumli to'ldiruvchi bo'lganda (65-rasm) yoki 30% dan ko'p supesli, suglinokli yoki gilli bo'lganda yirik donali gruntlar nomiga, ShNK II-15-07 ga asosan to'ldiruvchining nomi va uni holati tavsifi keltiriladi.

Yirik donali gruntlarning kimyoviy-mineral tarkibi asosan yuviladigan tog' jinslari tavsifi va tumaning iqlim sharoiti, shuningdek qatlarning yotish sharoiti bilan belgilanadi. Bu omillarning birinchisi umuman yirik donali gruntlarning petrografik tarkibini aniqlaydi, ikkinchisi – gruntlarning sho'rlanish darajasi, rN va ko'pincha yirik donalarning nurashi bilan belgilandi.

To'ldiruvchisi bo'lmagan yirik donali gruntlar hamma tumanlarda sho'rlanmagan hisoblanadi. O'zbekiston sharoitida qumli, qumli-gilli va gilli to'ldiruvchilari bo'lgan yirik donali gruntlarda oddiy tuzlar ko'p miqdorda bo'lishi mumkin. Agar yengil- va o'rta eruvchi tuzlarning miqdori yeg'indisi havodagi quruq gruntning massasiga nisbatan 2% ga teng yoki ko'p bo'lsa, shuningdek qumli to'ldiruvchisi 40% dan kam bo'lgan yoki 30% gilli bo'lgan yirik donali gruntlar (ShNK II-15-07 ga asosan) sho'rlanganlarga taalluqli bo'ladi. Agar to'ldiruvchi qumli va uning miqdori 40% dan ortiq bo'lsa, unda sho'rlangan grunt darajasiga taalluqli bo'lishi uchun tuz miqdori 0,5% va undan ko'p bo'lishi kerak. Agar faqat miqdori 30% bo'lgan gilli to'ldiruvchi bo'lsa, yengil- va o'rtacha eriydigan tuzlar miqdori sho'rlangan yirik donali gruntlarda 5% gacha ortadi.

Ta'kidlash kerakki, tarkibida 10% dan ko'p qum-gil zarralari bo'lgan yirik donali gruntlar nurash jarayoniga uchrasa, ularni nurash darajasi bo'yicha tavsiflash kerak. Agar nurash koeffitsiyenti 0,5 dan oshmasa, unda yirik donali gruntlar nuramaydiganlarga taalluqli bo'ladi; agar u 0,5 dan 0,75 gacha o'zgarsa gruntlar bo'sh nuraydigan bo'ladi. Kuchli nuraydiganlarga nurash koeffitsiyenti 0,75-1 bo'lgan yirik donali gruntlar kiradi.

Yirik donali gruntlarning namligi 1-2 dan 25-30% gacha, ayrim hollarda ulardan yuqori miqdorda o'zgaradi. Bu holatda, ko'pchilik hollarda gruntlarni skeletini (juda yirik donali) namligi amalda o'zgarmas va juda kichik miqdorda bo'ladi. Shuning uchun yirik donali



65-rasm. To'ldiruvchisi bilan birgalikda graviy-qumli donalarning tarqalish egrisi.

gruntlarning namligini (namligi) to'ldiruvchisi bo'lmagan gruntlarda g'ovakliklarning suv bilan to'lish darajasi yoki qumli-gilli to'ldiruvchilarning namligi bilan aniqlanadi.

Yirik donali gruntlarning namlik darajasi ham keng miqdorda o'zgaradi. Kam namli gruntlarda namlik darajasi 0,5 dan oshmaydi, namlilarda – 0,5 dan 0,8 gacha o'zgaradi, nam shimganlarda – u 0,8 dan katta bo'ladi.

Donalarning shakli, ularning yuzasi tavsifi va silliqilanish darajasi kerakli darajada xilma xildir va asosan genezisdan va materialning transportirovka qilinishida qayta ishlanish davomiyligiga bog'liq bo'ladi. Allyuvial va dengiz genezisli yirik donali gruntlar, odatda yaxshi silliqilgan bo'ladi. Suv-muzli va ayniqsa muzli yirik donali gruntlar nisbatan kam silliqilanishga ega. Elyuvial yirik donali gruntlar umuman silliqilanmagan bo'ladi.

Yirik donali jinslarning qattiq zarralari zichligi ko'pincha 2,65-2,70 g/sm³ ga teng bo'ladi. Guruntlarning asosiy va ultra asosiy jinsli donalari yoki ulardan to'ldiruvchi sifatida foydalanganda bu ko'rsatkich qiymati o'sadi va 3,0-3,3 g/sm³ ga yetishi mumkin.

Yirik donali gruntlarning skeleti zichligi keng miqdorda o'zgaradi. Galechnikli va graviyli gruntlarda, ko'p miqdorda to'ldiruvchisi bo'lmaganda, zichlikning qiymati 1,65-1,90 g/sm³ yetishi mumkin. G'ovakliklarida qumli va gilli to'ldiruvchisi bo'lganda, bu ko'rsatkich qiymati ko'pincha 2,0 g/sm³ va 2,15-2,0 g/sm³ oralig'ida bo'ladi. Yirik donali gruntlarning g'ovakligi odatda 40% dan oshmaydi. G'ovakliklarida zichlashgan to'ldiruvchi bo'lsa u kam hollarda 25-30% ga kamayishi mumkin. Yirik donali gruntlarni boshqa gruntlardan farqlovchi xususiyati – ularning yuqori suv o'tkazuvchanligidir. Toza xarsanglarda filtratsiya koeffitsiyenti yuzlab metr sutkani tashkil qiladi, ayrim hollarda, allyuvial yotqiziqlarda ming metr/sutkani tashkil qilish mumkin. Yirik donali gruntlarda qumli to'ldiruvchisi bo'lsa uning suv o'tkazuvchanligi kamayadi. Agar to'ldiruvchi gillar bo'lsa, ularning suv o'tkazuvchanligi sezilarli darajada kamayadi.

Yirik donali elyuvial gruntlarning yonga kengayish koeffitsiyenti qiymati (Puasson) 0,20-0,33 ga teng bo'ladi. Donalarni nurash koeffitsiyenti 0,5 dan 2 gacha oralig'ida u qonuniy o'zgaradi.

Mayda donali (qumli) gruntlar. Qumli gruntlar monomineral tarkibli o'lchami 0,05-2 mm bo'lgan ko'p miqdordagi zarralardan iborat bo'ladi. Ularda gil zarralari miqdori 5% dan oshmaydi. Quruq holatda ular odatda sochiluvchan, nam holatda uncha katta bo'lmagan bog'liqlikka ega bo'ladi. Qumli gruntlarning ayrim suvga to'yingan turlari oquvchan xossaga ega bo'ladi.

Qumli gruntlarning muhandis-geologik xususiyati (xususan, suv o'tkazish va surilishga qarshilik qiymatlari) ularda graviy-galechnikli va changli zarralarning bor yoki yo'qligiga qarab kuchli o'zgaradi, shuningdek qum zarralari yirikligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun qumli gruntlarning tarkibini tavsiflaydigan xususiyatlarini ularni turlarga bo'lish uchun asos qilib, graviyli, toza va changli qumlar uchun olingan. Bundan tashqari, qumli gruntlar guruhiga yengil supeklar ham kiritilgan, bunda qumli gruntlar asosiysi hisoblanadi, ularda gil firaksiyalarini miqdori 3-5% dan oshmaydi.

Qumlarni granulometrik tarkibi kerakli darajada xilma xildir. Uning xususiyati joyning tektonik holati va tartibi keng tarqalgan jinslar tarkibi, iqlim sharoiti va qumli yotqiziq genezis bilan aniqlanadi. Tog'-buramali tumanlarda, har xil genezisli (allyuvial, prolyuvial, gravitatsion, suv-muzli va b.) yotqiziqlar kesimida graviyli, yirik va o'rta yiriklikdagi qumlar ko'p tarqalgan. Shuningdek ular harakatchan platformalar (masalan, G'arbiy-Yevropa platformasining Boltiq shiti) atrofida keng tarqalgan. Bu tumanlarda qumlar tarkibining ko'proq qismi flyuvioglasial, dengiz va allyuvial yotqiziqklarining yuvilishi natijasida hosil bo'lgan. Bu turdagi qumlar allyuvial yotqiziqklarining qatlamli kesimning eng quyida yotadilar (perlyuviy fatsiyasi), ularning yuqorisida kerakli darajada bir xil bo'lgan o'rtacha, mayda va changli qumlar (o'zanli, ayrim hollarda qayirli fatsiya) yotadi.

Qumlar *granulometrik tarkibining* genezisiga bog'liqligi akkumulyatsiya va chiqib ketish hududi bitta bo'lgan tumanlarda yaxshi ko'riladi. Masalan, ko'pchilik tumanlarda, to'rtlamchi davrda qitani muz bosishida, eng yirigi flyuvioglasialli qumlar hosil bo'lgan. Yosh jihatdan kichik bo'lgan allyuvial qumlar, qadimgiroq flyuviolgilatsion yotqiziqnlarning yuvilishi va daryolar bilan qayta yotqizilishi natijasida hosil bo'ladi. Ularning tarkibi odatda ko'proq bir xil va dispersli bo'ladi. Dengiz qirg'oqlari va daryolarning dengiz havzasiga quyiladigan joylaridagi qumlar ko'proq dispers tarkibli bo'ladi.

Qumlarning *mineral tarkibi* ham har xil bo'ladi. Ularning tarkibida juda ko'p minerallar uchraydi, ammo ulardan 25-30 tasi amalda ahamiyatga ega bo'lgan miqdorda bo'ladi. Grountning ma'lumotiga asosan, qumli gruntnlarning o'rtacha mineral tarkibi quyidagicha: kvars – 70%, dala shpati – 8, kalsit – 7, dolomit – 3, xlorit – 1, qolgan minerallar – 11% bo'ladi. Bu ma'lumotlar qum tarkibida kvars va dala shpati asosiy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

MDHning ko'pchilik tumanlaridagi qumli gruntnlar sho'rlanmagan hisoblanadi. Ularda yengil- va o'rta eriydigan tuzlarning miqdori foizning yuzdan bir ulushiga teng. Ammo O'zbekistonda tarkibida yengil eruvchi tuzlar miqdori 0,3% dan ko'p bo'lgan qumlar ham uchraydi. Ular kontinental yoki dengiz yo'li bilan hosil bo'lgan bo'lishi mumkin. Ularda sho'rlanish genezisi xilma xildir. Dengiz qumlarining qatlamlarida singenetik qumli tuzlar rivojlangan, ular arid sharoitda (bunday qumlar Kaspiy dengizi qirg'oqlarida) diagenenezning erta bosqichida rivojlanganlar. Alyuvial, prolyuvial va boshqa turdagi qumlar qatlamida tuz miqdorining ko'p bo'lishi, odatda, kontinental sho'rlanishli, yer osti suvlari sathining tabiiy yoki antropogen sabablar bilan oshishiga bog'liq. Qumlarning alyuvial, prolyuvial va boshqa turidagi qatlamlaridagi tuzlarning katta miqdori hosil bo'lishi, odatda, tabiiy yoki antropogen ta'sirlar natijasida yer osti suvlari ko'tarilishi bilan bog'liq.

Qumlarning namligi 1-2 dan 5-35% gacha o'zgaradi. Kesimning yuqori qismida (kapillyar sathi tepasida) qumlarda uncha katta bo'lmagan – 1-5% namlik bo'ladi. Kapillyar namlanish hududida qumlarning namligi qonuniy o'zgaradi va grunt suvlari sathida maksimum qiymatga yetadi. Suvga to'yingan hududda namlik, odatda 25-30%ni tashkil qiladi. Qumlar va yengil supeslardagi suvlar fizik holati bo'yicha kapillyar va gravitatsion turlarga taalluqlidir. Ko'pchilik tumanlarda qumlar g'ovaklikdagi namlikda uncha ko'p bo'lmagan tuzni saqlaydi. Ammo, aridli tumanlarda g'ovaklik suvlari kuchli minerallashgan (nomokopgacha) bo'ladi. Yuqori minerallashuv dengiz qirg'oqlarida rivojlangan qumlardagi yer osti suvlari uchun ham tavsifiidir.

Yengil eruvchi tuzlar va organik moddalari bo'lmagan, kvarsli yoki dala shpatili-kvarsli tarkibli eng keng tarqalgan qumli gruntning qattiq zarrasining zichligi ko'pincha 2,65-2,66 g/sm³ ga teng bo'ladi. Yengil eriydigan tuzlarni, shuningdek alohida organik moddalarning bo'lishi bu ko'rsatkich qiymatini kamaytirib yuboradi (2,55-2,66 g/sm³ gacha, ayrim hollarda undan kam).

Qumli gruntnlarning skeleti zichligi keng diapazonda o'zgaradi: 1,45-1,50 dan 1,80-1,85 g/sm³ gacha va ayrim hollarda undan yuqori. Ko'p miqdorda organik moddalari bo'lgan qumlarda zichlik miqdori 1,20-1,35 g/sm³ gacha kamayadi. Hamma turdagi qumlar kesimida bu ko'rsatkich miqdori 1,55-1,75 g/sm³ ni tashkil qiladi. Bir xil bo'lmagan har xil tarkibli qumlarda skelet zichligi odatda yuqori bo'ladi.

Qumlarning umumiy g'ovakligi 25-30 dan 50-55% gacha o'zgaradi. Ko'pincha uning miqdori 35-45% atrofida bo'ladi. G'ovaklik qiymati, odatda, qumli gruntnlarning dispersligi oshishi bilan oshadi. Masalan, yirik qumlarning g'ovakligining o'rta arifmetik qiymati hozirgi Nadim daryosi kesimida (G'arbiy-Sibir plitasining shimoli) 39%, o'rta yiriklikdagi qumlarda – 41, mayda donalida – 42, changlida – 45, yengil supeslarda – 50% (bunday qonuniyat allyuviyalli terrasalar poymasiga ham xosdir)ni tashkil qiladi. Qumli gruntnlarda

g'ovaklikning o'lchami, aksincha ularning dispersligi oshishi bilan oshadi: Mio'er tekisligidagi allyuvialli o'rtadonali qumlarning o'rtacha o'lchami, P.I.Fadeev bo'yicha 88 mkm ni tashkil qiladi, yengil supeslarda – 48 mkm. Qumlarning bir xil bo'lmaslik darajasining oshishi g'ovaklik o'lchamining kamayishiga olib keladi.

Qumli gruntlarning o'ziga xos xususiyati – ularning nisbatan yuqori suv o'kazuvchanligidir. Changli qumlarning filtratsiya koeffitsiyenti odatda 1 m/sut dan oshmaydi. Mayda va o'rta zarrali qumlarda mos ravishda u 1-5 va 5-25 m/sut ga teng. Yirik donali qumlarda uning qiymati 40-50 m/sut ga yetishi mumkin. Eng katta filtratsiya koeffitsiyenti – 80-100 m/sut graviyli qumlar uchun tavsifidir, ayrim hollarda undan katta bo'lishi mumkin.

Qumlarda kapillyar ko'tarilish 3-12, o'rta donalilarda – 15-35, mayda donalilarda – 35-100 sm ga yetishi mumkin. Supeslarda kapillyar ko'tarilish balandligi 1-1,5 m ga teng bo'ladi. Ta'kidlash joizki, bir xil granulometrik tarkibli va tuzilishli, har xil genezisli qumlarda kapillyar ko'tarilish balandligi orasidagi farq uncha katta emas.

Qumli gruntlarning siqilishi strukturasi bog'langan gruntlarga nisbatan kam bo'ladi. Statik kuch ta'sirida ular juda bo'sh zichlashadilar. Dinamik yuk ta'siri qumli gruntlarda jadal tebranma zichlashishga olib keladi, ayniqsa bo'sh va o'rta zichlikdagi qumlar uchun bu tavsifidir.

Qumli gruntlarning deformatsiya moduli 10 dan 45-50 MPa gacha o'zgaradi. U qonuniy ravishda qumlarning dispersligi oshishi va uning zichligi kamayishi bilan kamayadi.

Qumli gruntlarning surilishga qarshiligi gilli va lyossli gruntlarga nisbatan sezilarli yuqori bo'ladi. U qonuniy ravishda disperslikning kamayishi va qumning zichligi ortishi bilan ortadi. Suv filtratsiyasi bo'ladigan qumli yon bag'irlarda mustahkamlik 15-30% ga kamayadi. Buning asosiy sababi zarralarni yon bag'ir bo'yicha pastga suruvchi gidrodinamik bosim ta'siri hisoblanadi.

Qumli gruntlarning o'ziga xosligi – tog' kovlanmalarini ochishda oquvchanligi yoki suvga to'yingan qumlarning va supeslarning qovushqoq holatga o'tishidir. Bu hodisa ko'pincha filtratsiyali oqimning gidrodinamik bosimi ta'sirida ro'y beradi. Qumlarning qovushqoqligiga va ularning harakatchang holatga o'tishiga sabab qumli-kaloidli teksotropi gruntlar ta'siri hisoblanadi. Bunday ta'sir kerakli darajada allyuvial yotqiziqlar orasida, ayniqsa eski, delta, leguna va ko'lli qumlarda ko'p uchraydi.

4.4. Gilli va changli (lyossimon) gruntlar

Gilli va changli gruntlar nurash va denudatsiya jarayonlari ta'sirida, fizik nurash agentlari bilan birgalikda kimyoviy nurash agentlari faol ishtirok etishida shakllanadi, ya'ni ikkilamchi mahsulot – gilli minerallardan iborat bo'lgan yuqori dispersli gruntlar hosil bo'ladi. Bu gruntlar o'zining xususiyatlari jihatidan yirik donali va qumli gruntlardan sezilarli farq qiladi. Ularning eng tavsifi xususiyati suv ta'sirida mustahkamlikning tez o'zgarishidir: quruq holda bog'langan gruntlar yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi, namlikning oshishi bilan mustahkamligi kamayadi va oquvchan holatga o'tadi. Odatda, bog'langan gruntlarning g'ovakligi, yuqori bo'ladi. Ammo shunga qaramasdan, ularning suv o'tkazuvchanligi juda kam, chunki g'ovakliklar ichida mikrog'ovaklik asosiy hisoblanadi.

Umumiy tasnifda gilli va changli (lyossimon) gruntlar alohida guruhlariga ajratilgan. Bu ularning tarkibi va asosan – namlanganda o'zini tutishidandir: bunda gilli gruntlar ko'pchiydi, lyossimon gruntlarning ko'pchilik turlari cho'kadi.

Changli (lyossimon) gruntlar. Lyossimon gruntlarning guruhdoshiga tarkibida 50% dan ko'p chang (0,05-0,005 mm o'lchamli), yengil- va o'rtacha eriydigan tuzlar va karbonat kalsiy bo'lgan changli-gilli gruntlar taalluqli bo'ladi. Lyossimon gruntning tarkibi – bir xil, tabiiy yotishda ko'proq makrog'ovakli, namligi kam bo'lganda vertikal qiyalikni saqlash

xususiyatiga ega bo'ladi. Namlanganda namligi kam lyossimon grunt cho'kadi, yengil bo'kadi va yuviladi, suvga to'liq to'yinganda oquvchan holatga o'tadi. Ular lyoss va lyossimon gruntlarga bo'linadi. Birinchisi bu guruhdoshlarning namunaviy namoyandasi hisoblanadi. Ularning tarkibi nihoyatda bir xil, makrog'ovak, odatda karbonatli, cho'kuvchan bo'ladi. Lyossimon gruntlar taxminan lyosslar va gillar orasidagi o'rinni egallaydi. Shuning uchun lyosslarga xos bo'lgan xossalarning tavsifi lyossimonlarda yaqqol bilinmaydi: bu jinslar ko'pincha cho'kmaydigan bo'ladi.

Bu guruhdosh gruntlar yer yuzasida juda keng tarqalgan. Ular hamma qitalarda, xususan Evropada, Osiyoda va Amerikada ko'p uchraydi. Yer sharida lyossimon gruntlar egallagan maydon 13 mln. km² ni tashkil qiladi. Ularning shimoliy tarqalish chegarasi Yevropada 60° sh.k., Osiyoda ular shimolroqdan o'tadi, janubiy chegarasi 28° sh.k. yetadi. Tropik va subtropik hududlarda ular uchramaydi.

Yotish sharoiti bo'yicha lyossimon jinslar hamma joyda qoplama holatida bo'ladi. Lyosslar qatlam va ular yotgan jinslar orasida aniq chegara bo'lishi mumkin yoki asta-sekin biridan ikkinchisiga o'tiladi.

Lyossimon gruntlarning qalinligi bir necha santimetrdan o'nlab va yuzlab metr bo'lishi mumkin. MDHning shimoliy tumanlarida, lyossimon gruntlar tartibsiz joylashgan hududlarda ularning qalinligi odatda 5-10 m ni tashkil qiladi. Uzlaksiz tarqalgan hududlarda (Ukraina janubi, Kavkazning shimoli) ular 30-50 m gacha va undan ko'pga ortadi. O'rta Osiyoda lyossimon jinslarning juda qalin qatlamlari (100-10 m) tog'lar orasidagi botiqliklarda kuzatiladi.

Granulometrik tarkibi bo'yicha lyossimon jinslar changli qumlardan tortib lyossimon glinalargacha bo'lgan har xil gruntlardan iborat. Ammo ularning hamma turlari bo'yicha yuqori miqdordagi chang zarralari (odatda 50% dan ko'p) tavsiflidir. Lyosslar granulometrik tarkibi bo'yicha bir xil tarkibli bo'ladi. Hamma tumanlarda ular yuqori miqdordagi (50% dan ko'p) nozik qumli va yirik changli zarralardan iborat. Zarralari o'lchami 0,25 mm dan kattasi nihoyatda oz va uncha ko'p bo'lmagan miqdorda gilli fraksiyalar (16% ko'p emas) bo'ladi. Lyossimon gruntlar har xil granulometrik tarkibga egaligi bilan tavsiflanadi. Ular orasida lyossimon qumlar, supeslar, suglinoklar va gillar ham ajralib turadi.

Tabiiy sharoitda lyossimon jinslar agregatlashgan holatda bo'ladi. Buning mikroagregat tahlili, ko'rilyotgan jins tarkibida changli materiallarning bo'lishi guvohlik beradi. Mikroagregat tahlilda gilli zarralarning miqdori odatda 1-2% ni tashkil qiladi.

Lyossimon gruntlarning mineral tarkibi o'ziga xos. Bu guruhning hamma namoyandalari – polimeneral tuzilishga ega. Ularning tarkibiga ko'p miqdordagi minerallar kiradi, ularning asosiy qismi birlamchi klastik shakilga ega.

Lyossimon jinslarning yirik fraksiyasining tarkibiga (5 mkm dan katta zarralar) 50 dan ortiq har xil minerallar kiradi, ulardan 10-15 ta mineral jins hosil qiluvchi hisoblanadi, boshqalari aksessmalarga taalluqliydir. Bu minerallarning 99-99,8% yengil fraksiyali (zichligi 2,75 g/sm³) minerallarga kiradi. Minerallarning katta guruhi ichida nisbatan asosiysi kvars va dala shpatidir; karbonatlar, slyudalar, gips va boshqa minerallar kam miqdorda uchraydi. Tog' oldi va tog' yonbag'irlaridagi lyossimon gruntlar tarkibida kvars va dala shpati taxminan teng miqdorda bo'ladi, tekislikdagida kvars dala shpatidan ustun turadi.

Lyossimon gruntlarning nozik zarrali fraksiyalarida gidroslyuda, kvars, kalsit, montmorillonit va kaolinit asosiysi hisoblanadi. Qolgan kolloid-dispers minerallar ikkilamchi qiymatga egalar va odatda oz miqdorda bo'ladi. Kolloid-dispers minerallar assotsiatsiyasida eng katta farqlanish, bir tomondan tekislik lyossimon gruntlari va ikkinchi tomondan tog' oldi va tog' yon bag'irlari orasida kuzatiladi. Masalan, tekisliklar atrofida lyossimon jinslarning gilli fraksiyalarida asosiy qism gidroslyuda, montmorillonit va kaolinit, tog' oldi hududlarida – gidroslyuda va kvars keng tarqalgan.

Lyossimon gruntlar ichida minerali moddalar bilan birgalikda *gumus* ham uchraydi. Ular tarkibi jihatidan gumuslashgan qatlamga va ko'miladigan tuproqqa mansubdir, ularning miqdori 1-2% ga yetadi. Ko'milgan tuproqlar orasida yotgan lyossimonlarda har doim gumus 1% dan kam bo'ladi. Yuqori gidrofillikka ega bo'lgan bunday birikmaning bo'lishi va ko'pchishga moyilligi, lyossimon gruntlarda cho'kish hodisasining yuzaga kelishini qiyinlashtiradi.

Lyossimon grntlarning muhim tavsifidan bittasi ularning karbonatlilikidir. MDHning shimoliy qismida karbonatlarning miqdori 0,1 dan 0% gacha o'zgaradi, shimoldan janubga (yuqori namlangan hududlardan quruq tumanlarga) tomon qonuniy oshib boradi. Karbonat kalsiylilikning ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) yeg'ilgan miqdori G'arbiy Evropada 0 dan 35% gacha o'zgaradi, ularning 10% ni MgCO_3 tashkil qiladi. O'rta Osiyo lyossillarida karbonatlar odatda 15-25% ni tashkil qiladi.

Lyossimon gruntlarda qiyin eriydigan karbonatlar bilan birgalikda boshqa suvda yengil eriydigan birikmalar ham uchraydi. O'rta va engil eriydigan tuzlardan eng ko'p tarqalgani gips va xlorid kalsiy hisoblanadi. Undan tashqari yengil eruvchi tuzlar sifatida Na_2SO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 , NaNO_3 va Na_2CO_3 uchraydi. Lyossli gruntlarda suvli tortmadagi quruq qoldig'i bilan tavsiflanadigan suvda eriydigan tuzlarning umumiy miqdori odatda 0,02 dan 2,6% ga o'zgaradi. O'rta Osiyoning bir qator tumanlarida lyossimon gruntlardagi yengil eriydigan tuzlarning miqdori 5% ga yetadi. Umuman olganda lyossimon grntlarning sho'rlanishi quruq iqlimli tumanlardan dengiz tomonga qarab kamayib boradi.

Lyossimon grntlarning tabiiy namligi keng doirada – 1 dan 40% gacha o'zgaradi. Ko'pincha ularning miqdori 5 dan 20-25% gacha tebranadi. Ularining qiymati joyning iqlim va gidrogeologik sharoitiga bog'liq bo'ladi. Quruq iqlimli tumanlarda, yer osti suvlari chuqur bo'lganda (O'rta Osiyo, Ukrainaning janubi, Stavropol o'lkasi) lyossimon gruntlar, odatda, uncha katta bo'lmagan namlikka (3-15%) ega bo'ladi. Atmosfera yog'inlari ko'p bo'lgan tumanlarda va grunt suvlari yaqin bo'lganda (MDHni markaziy yevropa qismida, Ukraina shimolida, G'arbiy Sibirda) lyossimon grntlarning namligi (16-35%), odatda plastiklikning quyi chegarasidan yuqori bo'ladi.

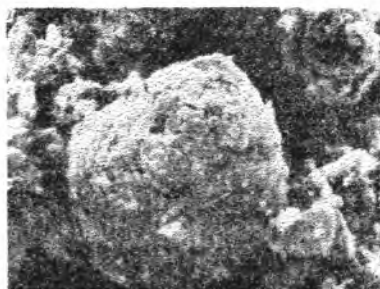
Lyossimon grntlarning tabiiy namligi va ularning cho'kuvchanligi orasida kerakli darajada bog'liqlik bo'ladi. Odatda cho'kuvchan lyossimon gruntlarda tabiiy namlik kam miqdorda (15-20%) bo'ladi.

Lyossimon qatlamni tuzilishi bir qator xususiyati bilan tavsiflanadi. Bularga: 1) qatlamlarning bo'lmashligi yoki ularning ko'rinishi sezilmas darajada bo'lishi; 2) ko'milgan tuproqlar va gumuslangan qatlamchalarning bo'lishi (ko'pincha cho'l turidagi ko'milgan tuproqlar, shuningdek demovo-podzollik, lugovo-qoratuproqli va lugovo-botqoqlik uchraydi); 3) qalinligi bir necha santimetrdan metrgacha qum qatlami va graviy-galechnikning bo'lishi (Kavkaz va O'rta Osiyoning tog' oldi tumanlarida); 4) ayrim tumanlarda (Ukraina, Kuban va b.) qalinligi 1 m gacha vulqon kullarining bo'lishi; 5) organik yo'l bilan hosil bo'lgan makrog'ovaklik va bo'shliqlarning (kalamush, chuvalchang yo'llari) bo'lishi; 6) karbonat, gips, o'lchami 2-3 mm dan 20 sm va ayrim hollarda undan katta bo'lgan marganesli gizontning rivojlanishi; 7) tabiiy rezervning yuqori qismida stolbali donalar borligi.

Lyossimon gruntlar strukturasi muhim tavsiflaridan bittasi uning g'ovakligidir, u umumiy holatda zarralarining va agregatlari orasida bo'ladi. Uning qiymati 30dan 50% gacha, ko'pincha 45-55% ga o'zgaradi. Bunday yuqori g'ovaklik, lyoss gruntlarida boshqa sabablar bilan birgalikda ular namlanganda cho'kuvchanlikning hosil bo'lishiga olib keladi.

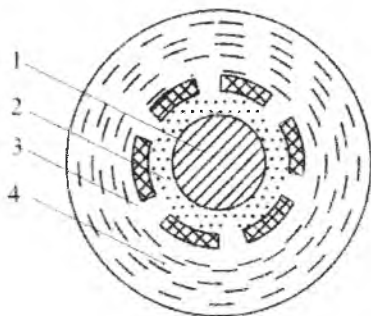
Lyossimon gruntlar uchun xos bo'lgan struktura skeletli va skelet matrichli mikro-tuzilishdir. N.N.Komissarova tadqiqotlari natijasida, lyossimon jinslarning strukturali elementi murakkab tuzilishga ega va birlamchi mineral zarralaridan iborat bo'lgan, «ko'ylak» bilan qoplangan nozik dispers moddali ellips shaklidagi konsentrik globulyar

agregat (66-rasm) bo'lishi aniqlangan. Bunday agregatning yadrosi o'lchami 0,05-0,01 mm bo'lgan bir-lamchi kvartsning (kam holatlarda dala shpati) blokla-ridan iborat bo'ladi. U yupqa kalsitli «teshik» qobi-q bilan o'ralgan bo'lib, uni ustida juda murakkab tarkibli «ko'yлак» joylashadi. Unda ko'pincha gilli minerallar (gidroslyuda, montmorillonit, aralash qatlamli mineral-lar, ayrim hollarda kaolinit va xlorit), temir oksidi, nozik dispersli kvarts va kalsit (67-rasm) bo'ladi.



66-rasm. Lyossimon sugli-nokning globulyar agregati.

Lyossimon gruntlarning ayrim strukturali elementlari orasidagi tutash joy gilli minerallarning yuza «ko'yлак» orqali amalga oshiriladi. Bog'lanish asosan ion-elektro-statik tabiatga ega bo'ladi. Karbonat va boshqa tuzlar bilan bo'ladigan tutash joylar kam (Minervin, Komis-sarova). Bu bog'lanishlar sababli globulyar agregatlar yirikroq srukturali, o'lchami 0,1 mm dan katta birlikka o'zaro birlashgan. Agregatlar lyossimon gruntlarning turg'un bo'lmagan elementi hisoblanadi. Ular gruntga suv ta'sir qilganda ayrim globulyalarga yengil ajraladi, bu cho'kuvchanlik hodisasini keltirib chiqaradi.



Lyossimon gruntlarning xossalari. Lyossimon grunt-larning qattiq zarralarini zichligi 2,54 dan 2,84 g/sm³ gacha o'zgaradi; ko'pincha u 2,60-2,75 g/sm³ ga teng bo'ladi. Uning o'rtacha qiymati 2,67 g/sm³. Bu ko'rsatkichning eng past qiymati gumuslashgan lyos-simon jinslarga (2,54-2,60 g/sm³) xosdir.

67-rasm. Globulyar agregat-ing tuzilish sxemasi – lyossimon gruntlarning asosiy strukturali ele-menti: 1 – kvarts; 2 – amorfi gel SiO₂; 3 – CaCO₃; 4 – gilli zarralar + Fe₂O₃ + amorf SiO₂ + CaCO₃ + kvarts.

Lyossimon gruntlarning zichligi 1,33 dan 2,03 g/sm³ gacha o'zgaradi. Uning namlikka bog'liq bo'lgan qiymati ma'lum miqdorda hududga bog'liq bo'ladi: quruq iqlimli tuman-larda zichlik gumidli tumanlarga nisbatan kichik qiymatga ega.

Lyossimon gruntlarning skeleti zichligi 1,12 dan 1,79 g/sm³ gacha o'zgaradi; ko'pincha ular 1,40-1,60 g/sm³ ni tashkil qiladi. Uning qiymati ko'pchilik tumanlarda chuqurlik orti-shi bilan oshadi. U cho'kuvchanlik bilan korrelyatsiyalashadi: lyossimon gruntning skeleti zichligi 1,40 g/sm³ dan oshganda cho'kuvchanlikning kamayishi qonuniyati kuzatiladi.

Lyossimon gruntlar katta bo'lmagan plastiklik bilan tavsiflanadilar. Lyossning plastiklik soni odatda 4-10 atrofida o'zgaradi, lyossimon suglinoklarda – 7-8; uncha ko'p tarqal-magan lyossimon glinalarda plastiklik soni yuqori (25-30 gacha) bo'ladi.

Lyossimon gruntlarning eng tavsifli xossalariidan biri ularda suvga mustahkamligining kamligidir. U ularning tez bo'kishi va ko'p yuvilishida ifodalanadi. Mana shu xossa lyos-simon gruntlar tarqalgan hududlarda jarliklarning tarqalishiga sababchi bo'ladi.

Lyossimon gruntlarning suv o'tkazuvchanligi keng doirada o'zgaradi: filtratsiya koeffitsiyenti 0,001 dan 8,5 m/sut (odatda 0,1-0,5 m/sut) gacha tebranadi. Bu gruntlar uchun suv o'tkazuvchanlik anizotorpiya tavsifiga ega: filtratsiya koeffitsiyentining verti-kal yo'nalish bo'yicha miqdori 1,5-15 marotaba (ayrim hollarda undan ortiq) gorizont-al yo'nalishga nisbatan ko'p. Bundan tashqari, lyossimon gruntlarning filtratsiya koeffitsiy-entining vaqt davomida o'zgarishi (kamayishi) kuzatiladi, bu asosan ikkita sabab bilan tushintiriladi: jinslar gilli zarralarining ko'pchishi va kolmatatsiya hodisasi bilan.

Lyossimon gruntlarning siqilishi keng doirada o'zgaradi: siqilish koeffitsiyentining qiymati, yuk 0,1-0,2 MPa oraliqda bo'lganda 0,05 dan 0,67 MPa⁻¹ gacha o'zgaradi. U jinslarning namligi, shuningdek strukturali xususiyati bilan juda ham yaxshi bog'langan.

Tabiiy namligi uncha katta bo'lmagan lyoss va lyossimon gruntlarda siqilishi uncha katta bo'lmaydi: yuk ostida ularning cho'kish miqdori ham uncha katta emas. Namlikning oshishi, jinsining suv bilan to'yinishi ularning siqilishga qarshiligini juda tez kamaytiradi.

Lyossimon gruntlarning deformatsiya moduli 2-3 dan 50-55 MPa gacha o'zgaradi. Eng katta deformatsiya moduli namligi 17-18% bo'lgan jinslarga xosdir. Kuchli namlangan lyossimon gruntlarning deformatsiya moduli (namligi 20-25% dan yuqori), odatda, 15 MPa dan kichik bo'ladi. Suvga to'yingan jinslarniki 4,5-5 MPa dan kichik.

David George Price [2] bo'yicha Less – sariq rangli, ohaktoshli, g'ovakli, shamolda yotqizilgan, har bir qit'ada katta hududni egallagan. Lyoss zarralarining 80% dan ko'pi kvarslardan iborat, 10-20% dala shpati va 20% gacha karbonatlar. Gilli zarralarning miqdori 15% gacha. Materialning strukturasida ko'pchilikni uzunligi 20-50 mkm bo'lgan kvars zarralari tashkil qiladi. Kvars zarrasining ochiq strukturasida ko'pincha gilli foydali qazilmalar va sementlovchi karbonat kalsiy bilan kuchaytiriladi. Lyoss tuproqlari muhandis-quruvchilar uchun qiyinlik tug'diradi. Nam holatda yuk ostida yoki yer qimirlashida juda tez buziladi.

Cho'kuvchanlik – lyossimon gruntlarga xos xossadir. Bu uning namlanganida o'zining hajmini kamaytirish qobiliyati bilan izohlanadi, natijada yer yuzasining cho'kishi ro'y beradi va muhandislik inshootlari deformatsiyaga uchraydi. Lyossimon gruntlarning nisbiy cho'kuvchanlik ko'effitsiyentini maksimal qiymati 2-4 m chuqurlikda 0,07-0,12 ga yetadi.

Lyossimon gruntlarning surilishga qarshiligi ularning fizik holati bilan aniqlanadi: quruq holatda uning qiymati katta, jins namlaganda u kuchli kamayadi. Lyossimon jinslarning ichki ishqalanish burchagining qiymati unga qo'yilgan normal bosim va namlikka bog'liq ravishda 5 dan 31° gacha, bog'lanish kuchi – 0 dan 0,04-0,05 MPa gacha o'zgaradi. Lyossimon gruntlarning muhim tavsiflaridan biri ularning namlanganda surilishga qarshiligini birdan kamayishidir, ichki ishqalanish burchagi 4-8° ga va bog'lanish kuchining qiymatini ham katta miqdorga kamayishi kuzatiladi.

Gilli grutlarga 5% dan kam bo'lmagan miqdorda gilli zarralari bo'lgan nozik dispers hosil bo'luvchilarga taalluqliydir. Tarkibi bo'yicha ular gil, suglinok va supeslarga bo'linadilar.

Gilli gruntlarning shakllanishi juda xilma xil sharoitda kechadi. Genezisi bo'yicha ular ellyuvial, delyuvial, prolyuvial, allyuvial, ko'lli, dengizli, lagunal, ko'lli va eolli bo'lishi mumkin. Gilli gruntlar hosil bo'lishining bunday keng miqdorda o'zgarishi ularning tarkibini, tuzilishini va xossasini kuchli o'zgarishga olib keladi.

Hamma gilli gruntlar tarkibi bo'yicha asosan kvarsli donador zarralardan (qumli va changli) va nozik dispers gilli minerallardan tuzilgan bo'ladi.

Tarkibi bo'yicha eng murakkabi gilli jinslarning nozikdispers tuzilmalaridir. Ular asosan gilli minerallardan iborat bo'lib, ular orasida keng tarqalgani gidroslyuda, montmorillonit, kaolinit, aralash qatlamli va xloridlardir. Gilli jinslarning ko'pchilik xossalari gil minerallari bilan bog'liq – ularning yuqori gidrofilligi, plastikli, ko'pchilik qobiliyati, ion almashinuvi va boshqalarga bog'liq bo'ladi.

Gilli minerallar – nihoyatda harakatchan tizimdir. Ular doimo sedimentogenez jarayonida qayta o'zgarishga uchraydilar, shuningdek iqlim, gidrokimyo va tektonik omillar o'zgarishi bilan litogenezning postsedimentatsiya bosqichida ham o'zgaradi.

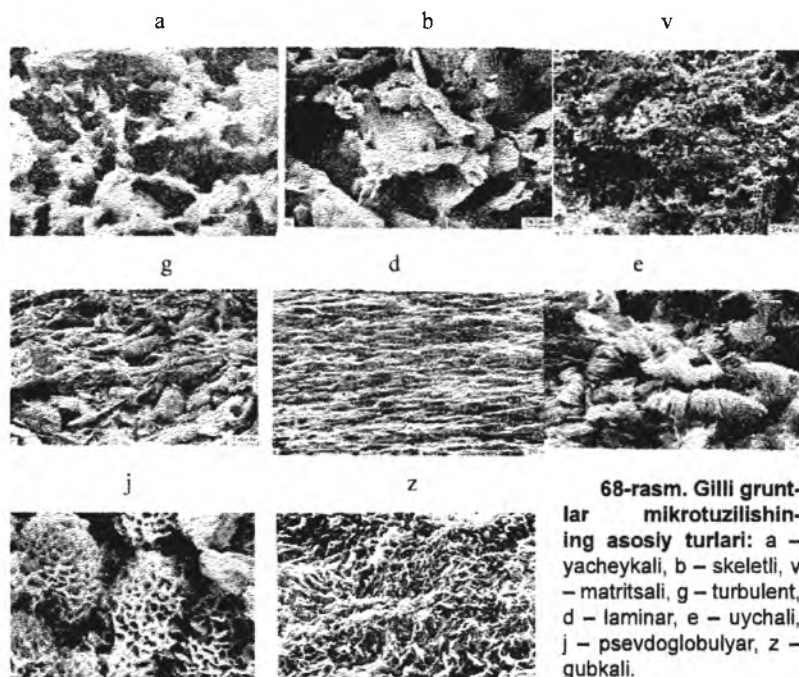
Gilli jinslarning hosil bo'lishida sharoitning turiligi ularning tuzilishini har xil bo'lishiga olib keladi. Materiallarning navlanish tavsifiga asosan gilli qatlamlar bir xil yoki har xil bo'lishi mumkin. Oxirgisi, o'zining navbatida tartibsiz har xil va qatlamli bo'linadi.

Bir xil gilli qatlam odatda suvli va o'zgarmas tektonik tartibli muhitda shakllanadi. Tartibsiz har xil tuzilish ellyuvial, delyuvial, muzli va bir qator prolyuvial gillarning tuzilishiga xos. Ular, odatda, qatlam bo'lmagan yoki aniq qatlamli gilli massadan iborat bo'lib, tartibsiz yirik donali materiallardan, shuningdek linzalar va qum qatlamlari va yuqori dispers gillardan iborat.

Ko'pincha gilli yotqiziqlar gorizontaal qatlamli tuzilishga ega bo'ladilar.

Qatlamli tuzilish allyuvial, ko'lli, suv-muzli, laguna, dengiz va prolyuvial tizilmalarga xosdir. Qatlamligi, odatda, jinsning tarkibi va rangini o'zgarishi bilan bilinadi. Qatlamligi-ning hosil bo'lish sharoitiga bog'liq ravishda yirik, mayda yoki mikroskopik (mikroqatlam) bo'lishi mumkin.

Gilli jinslarning xossalari ularning mikrotuzilishi katta ta'sir qiladi. Gilli yotqiziqlar orasi-da 8 xil mikrotuzilishni ajratish mumkin: yacheykali, skeletli, matritsali, turbulentli, laminarli, uychali, psevdoglobulyar va gubkali (68-rasm). Gilli jinslarning katta miqdordagi har xilligi va litifikatsiyasining darajasi fizik, fizik-kimyoviy va fizik-mexanik xossalari belgilaydi.



68-rasm. Gilli grunt-lar mikrotuzilishin-ing asosiy turlari: a – yacheykali, b – skeletli, v – matritsali, g – turbulent, d – laminar, e – uychali, j – psevdoglobulyar, z – gubkali.

Fizik xossalari orasida eng ko'p o'zgaradigani gilli gruntlar qattiq qismining zichligidir. Uning qiymati 2,53 dan 2,85 g/sm³ gacha o'zgarishi mumkin. Hisob ishlarida o'rtacha qiymat sifatida supeslar uchun – 2,70, suglinoklar uchun – 2,71 va glinalar uchun – 2,74 g/sm³ qabul qilinadi. Gilli jinslarning zichligi, ularning skeletini zichligi va g'ovaklik ko'rsatkichi juda keng miqdorda o'zgaradi. Gilli gruntni zichligi 1,3 dan 2,20 g/sm³ gacha, skeletini zichligi – 0,8 dan 1,9 g/sm³ gacha o'zgarishi mumkin. G'ovaklik qiymati 22 dan 70% gacha, g'ovaklik koeffitsiyenti – 0,30 dan 2,2 gacha o'zgarishi mumkin.

Gilli jinslarning fizik xossalari qiymatiga ta'sir qiluvchi asosiy omil ularning genezisi va litifikatsiya darajasi bilan izohlanadigan litologik tarkibidir. Eng katta zichlikka, odatda, katta chuqurlikda yotuvchi va kuchli zichlashishga uchragan qadimgi gilli jinslar ega bo'ladilar. Ularning qatoriga ko'pchilik paleozoy, mezozoy va bir qator uchlanchi gil-larni kiritish mumkin.

Gilli jinslarning fizik xossalari (zichlik, g'ovaklik) bilan ularni suv o'tkazish qobiliyati uzviy bog'langan. Odatdagi sharoitda ko'pchilik gil va suglinoklar kam suv o'tkazuvchilar tarkibiga kiradilar yoki amalda suv o'tkazmaydigan jins hisoblanadilar. Ular uchun fil-tratsiya koeffitsiyentini miqdori 10⁻³ – 10⁻⁵ m/sutkani tashkil qiladi. Bu gil va suglinkalarda bog'langan suvlar bilan to'liq ravishda bekitilgan ultrakapillyar g'ovaklikni borligi bilan tushintiriladi. Bunday g'ovakliklardan suvning filtratsiyasi faqat boshlang'ich gradientdan yuqori bo'lganda yuz beradi.

Ko'pchilik gilli jinslar namlanganda ko'pchishi mumkin, quriganda – hajmi kichrayadi, bunda uni hajmi bir nechadan 25-30% gacha, ayrim hollarda undan ko'p miqdorda o'zgarishi mumkin. Bunda rivojlanadigan ko'pchish bosimi 1,0-1,5 MPa ga etishi mumkin. Ma'lum bir sharoitlarda gilli gruntlar qiymati 0,02-0,05 MPa ga etadigan yopishqoqlikka ega bo'ladi.

Gilli gruntrlarning suv-fizik xossalari quydagilar bilan nazorat qilinadi: a) jinsning dispersligi; b) ularning mineral tarkibi; v) almashinuv sig'im va almashinuv kationlarining tarkibi; g) g'ovaklik suvining tarkibi. Undan tashqari quyidagi ko'rsatkichlari: ko'pchish, hajmiy torayish, yopishqoqlik jinsning holatiga (zichligi, namligi) va strukturali bog'liqlikni mustahkamligiga bog'liq bo'ladi.

Gilli gruntlarni tabiiy bizilmagan tuzilishida ko'pchishi, hajmiy torayishi disperslikdan va kimyo-mineral tarkibidan tashqari zichlashish darajasi va strukturali bog'lanishni mustahkamligiga bog'liq bo'ladi.

Gilli gruntrlarning mexanik xossalari, boshqa har qanday gruntlarga o'xshab, ularning deformatsiyalanishi va mustahkamligi bilan tavsiflanadi. Siqilish koeffitsiyenti birlikdan (bo'sh litifitsirlangan gillarda) mingdan bir ulushgacha MPa⁻¹ (kuchli litifitsirlangan gillarda) o'zgarishi mumkin. Bu holatda umumiy deformatsiya moduli bir nechadan 50-60 MPa gacha o'zgaradi. Shunga mos ravishda ichki ishqalanish burchagi va bog'lanish kuchi 5-10° va 0,01-0,05 MPa dan 20-36° va 0,12-0,06 MPa gacha o'zgaradi. Gilli jinslarning mexanik xossalari bunday keng darajada o'zgarishi ularni har xil tarkibi, zichlanishi, namligi va boshqalar bilan izohlanadi.

Koagulyatsiya turidagi strukturali gilli gruntlar eng ko'p siqilishi bilan tavsiflanadi. O'tuvchi turdagi strukturali gilli gruntlar kichik siqilishi bilan tavsiflanadi. Ularda siqilish koeffitsiyentini qiymati megapaskalni yuzdan bir ulushi bilan o'lchanadi, modul deformatsiyasi 15-50 MPa ga teng. Tabiiy gilli tizilmalar orasida aralash (koagulyatsion, o'tuvchi, sementlashgan va fazali) turdagisi keng tarqalgan. Bunday jinslarning chizmasida ularning strukturali mustahkamligiga (fazali tutash joyidagi mustahkamlik) mos keluvchi egilish nuqtasi aniq bilinadi. Shuning uchun strukturali mustahkamligidan kam yukda bunday gruntlarni siqilish koeffitsiyenti MPa⁻¹ ning yuzdan bir ulushiga, $\sigma > R_s$ bo'lganda siqilish koeffitsiyentining qiymati o'ndan bir MPa ga oshadi.

4.5. Sho'rlangan gruntlar

Sho'rlangan gruntlar (tuproqlar) (solonchaklar, solonslar, solodlar) yuzada yoki chuqur gorizontalda ko'p miqdorda suvda eruvchi mineral tuzlar (NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 va boshqalar) borligi bilan tavsiflanadi. Bu gruntrlarning egallagan umumiy maydoni, L.I.Prolov bo'yicha, MDHning hududining 10% dan ko'pini tashkil qiladi, shuningdek ko'p hududlarda (3,4%) ular amalda uzluksiz tarqalgan.

GOST 25100 ga asosan sho'rlangan gruntlarga tarkibidagi engil va o'rta eriydigan (suvda eruvchi) tuzlarning miqdori 20-jadvalda keltirilgan qiymatlardan kam bo'lmagan gruntlar taalluqli hisoblanadi.

Sho'rlanishning asosiy shartidan biri, minerallashtiruvchi suvlarning qumli gruntlar uchun 1 m va gilli gruntlarda 3-4 m dan kam chuqurlikda yotishi hisoblanadi.

Sho'rlangan gruntlar asosan sahro va yarim sahro, ayrim hollarda cho'l mintaqalarida, ya'ni suv balansini manfiy bo'lgan tumanlarda, shuningdek turg'un bo'lmagan komponentli (sulfatli, galloidli va boshq.) tog' jinslari gipergenezisga uchragan mintaqalarda tarqalgan.

Tabiiy holda yotgan ko'rsatilgan gruntlar yuqori qatlamining 1-2 m chuqurligi tarkibi 2-3% yengil eruvchi tuzlardan iborat bo'ladi. Yuqori gorizontalda (0-0,03 m) yengil eruvchi tuzlarning miqdori, asosan Na_2SO_4 va MgSO_4 qiymati (10-20%) bo'lishi mumkin, bu yuqori qatlamda kam bog'langan «momiq» qatlamni hosil qiladi.

Sho'rlangan gruntlar sho'rxoklar, solodlar, solonslar va taqirlardan iborat bo'lib, yengil eriydigan tuzlarning tarkibi va miqdori bilan farqlanadi va ko'p hollarda relyefning botiq

joylarida: tog' bag'ri shleyflarida, past tekisliklarda, sho'r ko'l va limanlarni qirg'oqlarida, qayirlarda, suffoziya natijasida yuzaga kelgan cho'l hududlarida, ya'ni minerallashgan suvlar yer yuzasiga yaqin joylashgan (1-3 m) joylarda hosil bo'ladi (69-rasm).

Sho'rxoklar deb yuza gorizontda natriyli tuzlar (asosan xloritlar, sulfatlar va karbonatlar) ko'p miqdorda bo'lgan tuproqlarga aytiladi. Ularning hosil bo'lishi minerallashgan grunt suvlari bilan tuziarni olib kelishga va tuproqning yuqori gorizontiga yotqizishdan va shuningdek, ularning kapillyar ko'tarilish bilan yer yuzasiga chiqib bug'lanishi bilan bog'liq. Bu tuproqlarning quyi qatlamida suvda eriydigan tuzlar ko'p miqdorda bo'ladi.

Sho'rtoblar – tarkibida yutilgan natriyli va ustki gorizonti yaqqol ajraladigan tuzilishga ega tuproqlardir. Yuqori (elyuvial) gorizontda ko'p miqdordagi eriydigan tuzlari bo'lmaydi, u kolloidlarga va polutor oksidlarga uncha boy emas, kremnezyom bilan boyigan, kam ishqorli reaksiyaga ega. O'rtacha gorizont aniq bilinadigan ustunli struktura bilan tavsiflanadi, tuz eritmalariga ko'proq boy va polutor okisi (ayniqsa Al_2O_3) va gilli zarralarga ko'proq ega. Pastki qatlam (tuzli) gorizontda ko'p miqdorda suvda eriydigan tuzlar mavjud bo'ladi.

Sho'rtoblar yuzasida suv o'tkazmaydigan ustunli gorizontdagi turib qolgan sizot suvlari ta'sirida vaqt o'tishi bilan yutilgan natriyning vodorodga almashinuv jarayoni ro'y beradi, bu pastga qarab harakatlantiradi va tuproqning kolloid kompleksini qisman buzishga olib keladi. Natijada sho'rlangan tuproqning yangi – sho'rlar turi hosil bo'ladi.

Sho'rlangan tuproqlarning muhandis-geologik xossalari har xildir. Ularning ko'pchiligi tajovuzkor bo'ladi. Quruq holatda ular ko'p miqdorda qattiqlikka ega, ammo namlanganda sho'rlangan tuproqlar bo'kadi, ularning kolloidlari eritmaga o'tadi va chuqur, juda yopishqoq o'tib bo'lmaydigan loy hosil bo'ladi. Bo'kkan sho'rtoblar sekin quriydi, ularning ayrim turlari (mexli sho'rxoklar) amalda sovuq bo'lmagan davrda hech qachon qurimaydi. Sho'rlangan tuproqlarni ko'tarma uchun material sifatida ayrim sabablar natijasida umuman ishlatish mumkin bo'lmaydi, chunkiy ularni ishlatish yo'l polotnosi holatini yomonlashtiradi.

Hozirgi vaqtda sho'rlangan gruntlarning sho'rlanish darajasi bo'yicha uning sifatinig hisobini olgan holda tavsiflash jihatini qoldirish taklif etiladi. Bunda gruntlarning sho'rlanish darajasi ko'tarmaga surib chiqariladigan grunt qatlamida yengil eriydigan tuz-

GOST 25100 ga asosan sho'rlangan gruntlar tarkibida yengil- va o'rta eriydigan (suvda eruvchi) tuzlarning miqdori

Sho'rlangan gruntning nomi	Yengil va o'rtacha eriydigan tuzlarning minimal miqdorini yig'indisi, quruq gruntning og'irligiga nisbatan, % hisobida
Yirik donali:	
qumli to'ldiruvchilarning miqdori	
40% va undan ko'p bo'lganda	3
suglinokli to'ldiruvchining miqdori	
30% va undan ko'p bo'lganda	10
supesli to'ldiruvchining miqdori	
30% va undan ko'p bo'lganda	5
Qum	3
Supes	5
Suglinok	10

Izoh. Yengil eruvchi tuzlar tarkibiga quyidagilar kiradi: xloridlar $NaCl$, KCl , $CaCl_2$, $MgCl_2$; bikarbonatlar: $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$; natriy karbonati Na_2CO_3 ; magniy va natriy sulfatlari $MgSO_4$, Na_2SO_4 . O'rtacha eriydigan tuzlar tarkibiga gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ va angidrit $CaSO_4$ kiradi.



69-rasm. Yo'l poyi yuzasidagi tuzlarni ko'rinishi.

lar miqdorining o'rtacha yig'indisi bilan tavsiflanadi va gruntning absolyut quruq og'irligiga nisbatan foiz hisobida belgilanadi. Sho'rlanishning sifatli tavsifi 100 g quruq grunt-dagi milliekvivalentda belgilangan grunt-dagi CL' ionining SO'' ioniga nisbati bilan aniqlanadi.

Sho'rlangan gruntlarning sho'rlanishi tarkibidagi ionlarning nisbati va ularni yo'l poyida ishlatish xususiyatini hisobga olib besh turga farqlanadi (21-jadval).

Yo'l poyi gruntida, tuzlarning ruxsat berilgan miqdori, ularni qulay namlikda zichlashtirilgan grunt g'ovaklarini to'ldiruvchi suvda erishi mumkin bo'lgan miqdori bilan aniqlanadi.

Sho'rlangan gruntlarning sho'rlanish darajasi va yo'l poyida ishlatishga yaroqliligi bo'yicha 22, 23-jadvallarga asosan tasniflash kerak bo'ladi.

Sho'rxok gruntlardan qurilgan ko'tarmalardagi yo'l to'shamalarini loyihalashda sovuqqa mustahkamlikka hisoblash talab qilinadi, chunki bunday gruntlarda namlik va muzdan ko'pchish hodisasi bo'lishi mumkin.

Sho'rlangan gruntlar tarqalgan hududlarda muhandis-geologik qidiruv ishlarini olib

21-jadval borishda quyidagilarni aniqlash kerak:

Sho'rlangan gruntlarning turi

Sho'rlanishi	Tarkibidagi ionlarning nisbati	
	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$	$\frac{HCO_3^- + CO_3^{2-}}{Cl^- + SO_4^{2-}}$
Xloridli	>2,5	0,33
Sulfat-xloridli	2,5-1,5	-
Xlorid-sulfatli	1,5-1,0	-
Sulfatli	<1,0	-
Sodali	-	>0,33

• sho'rlangan gruntlarning tarqalish va yotish sharoiti, ular relyefining mezo- va mikroformasiga taalluqliligi;

• gruntlarda suvda yeruvchi tuzlarning tarkibi, sifati va miqdori, ularning erish va ishqorlanish qobiliyati;

• genezisi, sho'rlanish darajasi va tavsifini mezo- va mikrorelyef, gruntlarning xossalari va litologik tarkibi bilan bog'liqligi, hududning gidrogeologik sharoiti – yer osti suvlarining balandligi, mineralizatsiyasi va ularning (tabiiy va texnogen) o'zgarishi;

• gidrokimyoviy sharoiti (harorati, minerallashuvi va

22-jadval yer osti suvlarining kimyoviy tarkibi,

Gruntning sho'rlanish darajasi

Gruntlar	Yengil eruvchi tuzlar miqdorining yig'indisi, quruq grunt massasiga nisbatan % da	
	xloridli va sulfat-xloridli sho'rlanish	sulfatli va xlorid-sulfatli sho'rlanish
Kuchsiz sho'rlangan	0,5-2	0,5-1
O'rtacha sho'rlangan	2-5	1-3
Kuchli sho'rlangan	5-10	3-8
O'ta kuchli sho'rlangan	>10	>8

23-jadval

Sho'rlangan gruntning avtomobil yo'llarini qurish uchun yaroqliligi

Gruntlar	Avtomobil yo'llarini qurish uchun yaroqliligi
Kuchsiz sho'rlangan	Yaroqli
O'rtacha sho'rlangan	Yaroqli
Kuchli sho'rlangan	Qo'shimcha tadbir bilan yaroqli
O'ta kuchli sho'rlangan	Faqat ularning manfiy ta'sirini maxsus tadbirlar bilan neytrallashtirilganda yaroqli

Izoh: 1. Kuchli sho'rlangan gruntlardan yo'l poyini qurishda, qo'shimcha tadbirlar sifatida, uni yuqori qatlamining keyinchalik sho'rlanmasligi uchun ko'tarmaning balandligini oshirish, himoya qatlamchalarini qurish, grunt suvlarining sathini pasaytirish bilan amalga oshiriladi. 2. O'ta kuchli sho'rlangan gruntlarning manfiy ta'sirini har xil kimyoviy birikmalarni qo'shish yo'li bilan neytrallashtirib amalga oshiriladi.

ularni sho'rlangan gruntlarga nisbatan eritish qobiliyati);

• grunt-da hosil bo'luvchi tuzli qatlamlarning hajmiy tarqalish tavsifi;

• tuz borligi bilan bog'liq grunt-dagi tuzning o'lchami, joylashishi va shaklini hisobga olgan holda grunt-lar strukturasining xususiyati;

• sho'rlangan gruntlarning yer yuzasida ishqorlanish jarayonining tashqi belgilari borligi, ularning shakli va o'lchami;

• xo'jalik faoliyati natijasida gruntlarning zamonaviy sho'rlanishi va tuzlarning ishqorlanishi to'g'risida ma'lumot;

• to'liq suv shimishdagi (shu bilan birgalikda berilgan tarkibdagi eritmada), shuningdek, tuzning ishqorlangandan so'nggi, tabiiy namlik-dagi gruntlarning fizik, mexanik va kimyoviy tarkibi;

• nisbiy suffozion siqilish ko'rsatkichi va suffozion siqilishning boshlang'ich bosimi;

• bino va inshootlarning suffozion deformatsiyasi bilan bog'liq tavsifi va ularni borligi.
Sho'rlangan gruntlar zarrachalarining hajmiy og'irligini me'yoriy qiymati uning sho'rlanish tavsifiga qarab 24-jadvalda keltirilgan.

24-jadval

Sho'rlangan gruntlarning zarrachalarining sho'rlanish tavsifiga bog'liq hajmiy og'irligining me'yoriy qiymati

Tuzlarning miqdori, %	Grunt zarrachasining hajmiy og'irligi, g/sm ³ , sho'rlanish turlarida						
	NaCl	NaSO ₄	Na ₂ SO ₃	MgCl ₂	MgSO ₄	CaCl ₂	NaSI + MgSO ₄
0	2,67						
3	2,66	2,67	2,65	2,65	2,67	2,67	2,67
5	2,66	2,67	2,64	2,64	2,65	2,65	2,65
7	2,64	2,64	2,62	2,62	2,64	2,63	2,64
10	2,64	2,61	2,59	2,59	2,62	2,61	2,62

4.6. Sun'iy gruntlar

Sun'iy dispers gruntlarning guruhiga kerakli darajada ko'p, texnik melioratsiya usullari bilan tabiiy gruntlarning xossalari va xususiyatlarini maqsadli o'zgartirish jarayonida, shuningdek inson faoliyatining muhandis-xo'jalik faoliyati davomida, ularning xossalarini maxsus usullar bilan yaxshilab bo'ladigan hollarda hosil bo'lgan tizilmalar birlashgan. Bu holda tabiiy gruntning o'zgarish darajasi kerakli darajada har xil bo'lishi mumkin. Ularni yaxshilash jarayonida strukturali bog'lanish sezilarli darajada yaxshilanishi yuz beradi. Ammo, har xil turlilarida kristallashgan bog'liqlik ikkilamchi ahamiyatga ega bo'ladi. Gruntlarning umumiy tasnifida bu guruh beshta guruhga bo'linadi.

Sun'iy o'zgartirilgan dispers gruntlar. Bu guruh gruntlar fizik maydon va gruntlarning kimyoviy o'zgartirilishi ta'sirida maxsus bog'lovchi moddalardan foydalanish yo'li bilan yaratilishi mumkin.

Organik bog'lovchi moddalar sifatida ko'pincha bitum va degt ishlatiladi. Ular gruntga issiq holatda organik eritmalarida suyultirilgan emulsiya ko'rinishida kiritiladi. Emulsiyadan bitum ajralib chiqqanida yoki uni qotishida zarralar yuzasida adsorblashgan bitumli plynka hosil bo'ladi, u unga gidrofob xususiyatini berib, gruntning hamma zarralarini bog'laydi. Buning natijasida bitumlashgan grunt yuqori suvga chidamlilikka erishadi. Ular da amalda suvni kapillyarlardan ko'tarilishi bo'lmaydi va bitumlashgan gruntning mustahkamligi oshadi. Gruntlarni bitum bilan mustahkamlashda jinsning mineral va kationlarning almashinuv tarkibi ta'siri hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi. Bitumning ta'siri jins tarkibi karbonatli va almashinuv jarayonida kalsiy bo'lganda yaxshi bo'ladi.

Fizik maydon ta'siriga asoslangan jinslarni mustahkamlash usuliga gruntlarning elektrkimyo mustahkamlash va qizdirish usuli kiradi. Elektrkimyo mustahkamlash asosida elektrosomos, elektrforez, elektrolit dissotsiatsiya, almashinuv reaksiyasi jarayonlari, erimaydigan tuzlarni va gidrookislarni hosil bo'lish jarayoni yotibdi. Gilli gruntlarning mustahkamligi ularni elektrkimyo usuli bilan qayta ishlanganda birdan 2-3 marta, keyinchalik vaqt o'tishi bilan 6-7 marta ortadi. Natijada yuqori disperslikka, avval namlangan gruntlar yuqori zichlikka, suvga chidamlilikka va yuqori mustahkamlikka (0,4-0,5 MPa, elektrolitlar – 101,5 MPa gacha) erishadi.

Qizdirilgan gruntlar – taxminan 300-500°C harorat ta'siriga uchragan tuzilmalar hisoblanadi. Bu holatda gruntlarning xossalari sezilarli o'zgarishi kuzatiladi, lekin vaqt o'tishi bilan gidratatsiya natijasida aksincha sezilarli darajada yomonlashishi mumkin. Ko'p miqdorda montmorilloniti bo'lgan gruntlar 200°C harorat ta'sirida mayda fraksiyalarning agregatlashishi natijasida yuqori suvga chidamlilik holatini oladi. Kaolinli glinalarga bunday mustahkamlikni olish uchun nisbatan ko'proq yuqori harorat kerak bo'ladi.

Gruntlarni haroratli ishlash jarayonida olinadigan samaradorlik quyidagi raqamlardan bilinadi: havoda quritilgan changli suglinokni bir o'qli siqilishdagi mustahkamligi 20° haroratda 3,5 MPa dan 175° da 3,8 MPa gacha; 250° da 4,4 MPa gacha; 400°da 7,2 MPa gacha oshgan.

Sun'iy yaxshilangan gruntlarning ko'pchilik qismi kimyoviy o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu jarayon (S.D.Voronkevich tushinchasiga asosan) gruntlarning xossalari uncha ko'p bo'lmagan (massasi bo'yicha 1% dan kam) har xil kimyoviy reagentli organo-mineral komponentlarning o'zaro ta'siri tushuniladi. Gruntlarni kimyoviy o'zgartirish lyossimon va gilli gruntlarga taailuqli bo'ladi. Bu jarayonlarda nazariy asos bo'lib gruntlarda kechadigan yuza jarayonlari va hodisalari xizmat qiladi, bular orasida yetakchi o'rinni adsorbsiya va ion almashinuv jarayonlari egallaydi. Kimyoviy o'zgartirish usullaridan eng ko'p tarqalgani lyossimon va gilli gruntlarning zarralari dispergatsiyasi va agregatsiyasi uchun tuzlar bilan qayta ishlashdir, bu gruntlar yuza-faol va kremniy organik birikmalar bilan gidrofobizatsiya qilinadi.

Gruntlarga sun'iy har xil tuzlarni kiritish yo'li bilan ularning xossalarini sezilarli darajada o'zgartirishi mumkin. Masalan, bog'langan gruntlarga xlorli natriyni qo'shishda murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida ularni suv o'tkazuvchanligi kamayadi. Bu usul bilan o'tkazuvchanlikni amalda to'liq bartarf qilish mumkin. Xlorli kalsiyning eritmasini grunt yuzasiga sepilsa chang hosil bo'lishining oldi olinadi.

Sun'iy dispers gruntlarni zichlashtirish jarayoni shibbalash, katok va boshqa moslamalar bilan bosish yoki zamonaviy transport vositalari bilan ta'sir etishdan iborat. Bu usullar gruntlarga katta zichlik beradi, ularning suv o'tkazuvchanligini kamaytiradi. Bu usullar sodda va arzon bo'lib, qadimdan qo'llanilib keladi.

Mexanik zichlashtirish usulini qo'llash gruntlar xossalarining tubdan o'zgarishiga va yangi strukturali bog'lanish omillarining hosil bo'lishiga olib kelmaydi: strukturali bog'lanish turlari tabiiy gruntlamikidan farq qilmaydi. Faqat jinslarning strukturasi va teksturasida qisman o'zgarish bo'ladi, natijada ulardagi bog'lanish qayta shakllanadi, kuchaytiriladi va to'ldiriladi. Shuning uchun jinslarning xossalarining tubdan o'zgarishi kuzatilmaydi. Sun'iy dispers gruntlarda ularni zichlashtirishda hosil bo'ladigan tashqi sharoit o'zgarishining faol ta'siri davom etadi. Xususan, suv shimilish darajasining o'zgarishida ular o'zining xossalarini kuchli o'zgartiradilar.

Qumli gruntlarning g'ovakligi va suv o'tkazuvchanligi kolmatatsiya natijasida sezilarli o'zgaradi, uning asosi qumdan suspenziya filtrlanib o'tganda nozik zarralarning fizik va mexanik yutilish jarayonlariga bog'liq bo'ladi. Mayda zarrali qumlarda montmorillonitli gillardagi gil zarralarining kirib borish chuqurligi 20 sm, gidroslyudalarda – 10 va kaolinlarda – 5 sm ni tashkil qiladi.

«Muqobil aralashma» yaratib gruntlarni yaxshilash usulida, tashqi ta'sirga yaxshi qarshilik ko'rsatadigan eng zich massani olish uchun ma'lum granulometrik tarkibli gruntga ma'lum yiriklikdagi fraksiyalari qo'shiladi. Qumli va gilli zarralarning uyg'unlashgan aralashmasi yordamida muhandis-quruvchi nuqtai nazaridan gruntlarning maksimum musbat va minimum manfiy xossalarini olish mumkin.

Ko'tarma gruntlar qurilish jarayonida qurilish elementining kerakli tuzilmasi yoki sanoat chiqindilari zaxirasi sifatida shakllanadi. Birinchisi qurilishda ko'tarma gruntlar degan nomni olgan, ularning namunaviy ko'rinishi avtomobil va temir yo'llari, platinalar, dambalar va boshqa inshootlarning ko'tarmasi; ikkinchisi – sanoat chiqindilaridan iborat ko'tarma gruntlardir.

Avtomobil va temir yo'llarni qurishda katta ko'tarmalar yon o'ymalardan olinadigan, shuningdek qurilish joylariga maxsus karyerlardan olib kelinadigan materiallardan quriladi. Ko'tarmada gruntning strukturasi tabiiy holatda yotganga nisbatan farq qiladi; suvli va havoli tartibi ham berilgan tumandagi jinsning va gruntning tabiiy suv – havo tartibidan

farq qiladi. Bularning hammasi ko'tarmaning grunti tabiiy holatda yotgan o'zidaka qattiq komponentli gruntlardan xossalari bilan farq qilishini ko'rsatadi. Aytib o'tilganlar to'liq ravishda to'g'on va dambalarning gruntiga ham taalluqlidir.

Yuvilgan gruntlar o'zlashtirishga tayyorlanayotgan relyefi past bo'lgan joylarda (masalan, daryo vodiysi qayirida) hosil bo'ladi. Yuvish uchun odatda alyuviyning o'zanli fatsiyasi qumlari ishlatiladi. Ularning zichlashtirilishi va degidratatsiyasi kerakli darajada tez bo'ladi. Shuning uchun bitta karyerdagi, bir xil texnologiya bilan har xil vaqtda yuvilgan qumlarning muhandis-geologik tavsifi o'zaro yaqin bo'ladi.

Madaniy qatlamlar. Bu guruhdosh gruntlar murakkab tuzilmaga ega. Ular – inson faoliyatining izi qolgan yirik aholi yashash joylaridagi kesimning yuqori qatlam gruntlaridir deb tushuniladi. O'zining moddiy tarkibi va xossasi bo'yicha bu qatlam ostida yotgan tabiiy grutndan farq qiladi. Madaniy qatlamda qoldiq sifatida har xil materiallar: qurilish axlati, singan g'isht va tosh, xo'jalikka kerakli buyumlar: gilli tovoqlar, sopol idishlar va boshqalar uchraydi.

Madaniy qatlamning qalinligi keng oraliqda bir necha santimetrdan o'nlab metrgacha o'zgarishi mumkin. U joyning relyefiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Ko'tarmali madaniy qatlamning ko'plab yig'iladigan joylari odatda jarlar, daryo vodiysi, botqoqliklar bo'lishi mumkin. Chunki birinchidan ular axlat tashlaydigan joylar hisoblanadi, ikkinchidan ular aholi yashash joylarini vertikal rejalashtirish uchun maxsus joylarga ko'miladi.

Madaniy qatlamlar o'ziga xos tarkibga ega bo'ladi. Asosiy mineral massasining mineral-petrografik tarkibi ko'pincha joyning geologik sharoiti bilan belgilanadi, qo'shimchalar tarkibi insonning xo'jalik-madaniy faoliyati tavsifi bilan aniqlanadi. Tabiatda hosil bo'lgan gruntlardan farqli ravishda madaniy qatlam tarkibi bo'yicha juda xilma xildir. Madaniy qatlamning tarkibini vertikal bo'yicha ham, gorizontali yo'nalish bo'yicha ham bir xil emasligi adabiyotlarda ta'kidlanadi. Ayrim turdagi madaniy qatlamlar tarkibida ko'p miqdorda, madaniy qatlamning yoshi ortishi bilan miqdori kamayuvchi organik moddalar bo'ladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. *Gruntlar tasnifi tushunchasi.*
2. *Umumiy va xususiy tasniflar.*
3. *Qoya tog' jinsli gruntlar guruhi.*
4. *Dispers gruntlar guruhi.*
5. *Kimyoviy cho'kindi va biokimyoviy (organogenli) gruntlar.*
6. *Texnogen gruntlar to'g'risida nimalar bilasiz?*
7. *Texnogen grntlarning turlari*
8. *Mayda donali gruntlar.*
9. *Yirik donali gruntlar.*
10. *«Lyoss» so'zi nimani anglatadi ?*
11. *Lyoss grntlari qayerlarda uchraydi?*
12. *Lyoss grntlarning asosiy belgilari nimalardan iborat?*
13. *G'O.Mavlonovning lyosslar to'g'risidagi fikrlari.*
14. *Lyoss grntining tuzilishi qanday?*
15. *Gilli grntlarga nimalar kiradi?*
16. *Sho'rlangan grntlarga nimalar kiradi?*
17. *Sho'rlangan grntlarning turlar.*
18. *Suniy grntlarning turlar.*

5-BOB. GRUNT MASSIVI

5.1. Tushunchani aniqlashtirish

Muhandis-geologik tadqiqotlarda tog' jinslarining o'zini va tog' jinslarini massivini ajratish kerak. Tog' jinsi – bu petrogenetik jarayonlar davomida shakllangan mineral zarralarining o'zaro har xil tabiiy strukturali bog'langan tabiiy agregatlari (kristallar, zarra-lar, donalar); tog' jinsi tarkibida g'ovakliklar, mayda yoriqliklar va mikroyoriqliklar bo'lishi mumkin, ammo ular jinsning bir butunligini fizik uzviy jism sifatida buzmaydi. G'ovakliklar, yoriqliklar va mikroyoriqliklar gazlar yoki eritmalar bilan to'lishi mumkin va mineral tarkibi bilan birgalikda murakkab ko'p fazali tizim – gruntni hosil qiladi. Fizikaning umumiy ta-fakkuri nuqtai nazaridan tog' jinsini ma'lum tarkibli va tuzilishli material sifatida ko'rish mumkin. Tog' jinsining (yoki grunt) bitta petrografik turi, ular qaysi geologik hududda joylashganidan qat'i nazar, bir xil (yoki yaqin) fizik-mexanik xossalari bo'lgan bo'lishi mumkin. Tog' jinslarning xossalari gruntlar kabi namunalarni sinash yor-damida tavsiflanishi mumkin. Bu xossalarning ko'rsatkichlarini qiymatlari (zichlik kattaligi, g'ovakligi, deformatsiyalanishi, mustahkamligi va boshqalar) mineral tarkibiga, gruntlar

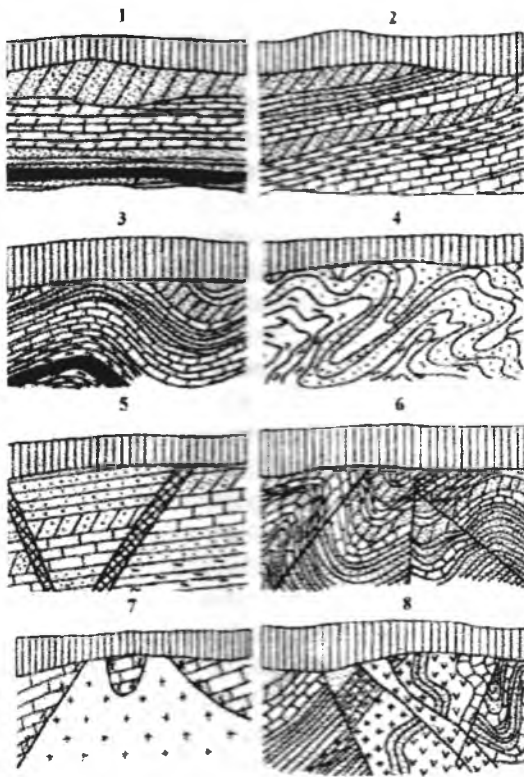
strukturasiga va teksturasiga, shuningdek grunt tarkibidagi suv yoki boshqa eritmalar miqdori va holatiga bog'liq bo'ladi.

Bir xil petrografik nomdagi jinslarning xossalari bu jinsning geologik kesimda yo-tish sharoitiga bog'liq har xil bo'lishi mum-kin, masalan, qatlam qalinligiga, uni o'rab olgan jinslarga, yotish chuqurligiga, geologik strukturasining xususiyati va boshqalarga.

Namunalarni standart sinovdan o'tkazib olingan jinslarning fizik-mexanik xossa-lari, chuqurlikda o'sha olingan ko'rsat-kichlardan kuchlanishning, haroratning oshishi, g'ovaklikdagi eritmalarining fizik-kimyoviy o'lchamlarining o'zgarishi bilan farq qilishi mumkin.

Jinslarning fizik-mexanik xossalari-ga yotish sharoiti muhim ta'sir qilishi mum-kin: qatlamlarning katta masofada bo'lishi yoki fatsial o'zgarishining bo'lishi, geologik strukturada jinsning holati (70-rasm). Ma-salan, ayrim ma'lumotlarga asosan antikli-nal buramani chetki qismidagi jinsli suril-ishga qarshiligi kamayadi.

Keltirilganlardan, tog' jinsi muhandislik inshootining asosi yoki bu inshoot joylash-gan joy sifatida o'zini tutishini baholash uchun faqat gruntlar xossalari namunalar-da aniqlab qolish kerak emas, balkiy tabiiy yotish sharoitida ham aniqlash lozim. Bu juda muhim, chunki, ko'pchilik gruntlarning xossalari qiymati o'xshash emas. Tog' jin-



70-rasm. Grunt massivining asosiy tektonik tuzilishi: 1 – gruntlari gorizontal yotgan; 2 – gruntlari monoklinal yotgan; 3 – oddiy buramali tuzilish; 4 – murakkab buramali tuzilish; 5 – uzilgan dislokatsiyali monoklinal yotish; 6 – uzilgan dislokatsiyali murakkab buramali tuzilish; 7 – o'zgargan gruntlar tutash joyidagi oreolli yirik magmatik intruzi; 8 – intrudirlangan magmatik jismi murakkab buramali tuzilish.

slarining har xil fizik-mexanik tavsiflarini ko'plab aniqlash (elastik to'liqlarning tarqalish tezligi, deformatsiyalanishi, mustahkamligi va b.), bu ko'rsatkichlar sinalayotgan namunaning hajmiga bog'liq ravishda o'zgarishini ko'rsatadi. Bunda sinalayotgan namunaning hajmi deganda bir necha kub santimetr o'lchamli yoki og'irligi bir necha gramm bo'lgan laboratoriya namunalari (proba), shuningdek, tabiiy yotishda olingan qandaydir jinsning, o'lchami o'nlab metr kub yoki og'irligi bir necha tonnali hajmi tushuniladi. Tog' jinslarining xossalarini ko'rsatkichlarining sinalayotgan namuna o'lchamiga bog'liq holdagi farqlari, uni tarkibi va tuzilishining bir emasligi bilan belgilanadigan, masshtabli effekt deb ataladi.

«Tog' jinslarining massivi» tushunchasining muhandis-geologik talqini quyidagi aniqlashtirishda to'liq keltiriladi: «Tog' jinslarining massivi» deganda geologik strukturalarni yoki uning qismini hosil qiluvchi va faqat unga xos bo'lgan tarkibi, tuzilishi va muhandis-geologik qonuniyatlarini tavsiflovchi geologik jism tushuniladi. Inshootlarning tog' jinslariga ta'sir doirasi ayrim hollarda massivning bir qismini qamrab olishi mumkin, boshqa hollarda – bir necha massivga tarqalishi mumkin, masalan yirik temir yo'l yoki gidrotexnik tunnelning ta'sir doirasiga o'xshab. «Tog' jinslarining massivi» ko'pincha qoya tog' jinslariga nisbatan qo'llaniladi, hamma yuqorida keltirilgan tushuncha dispers gruntlarga nisbatan ham taalluqli bo'lishi to'g'ridir. Alohida, qoya tog' jinslaridan iborat massivlarga tegishliligi, ularni muhandis-geologik baholash uchun tog' jinslarining tavsiflari umuman yetarli emas; massivning fizik-mexanik va suv-fizik xossalarini belgilovchi ko'plab omillarni o'rganish kerak bo'ladi. Dispers gruntlardan iborat massivlar ko'pincha «gruntli qatlam» deb ataladi.

Keltirilgan aniqlashtirishlardan tog' jinslarining massivi deb har xil o'lchamdagi geologik jismni tushinish kerak bo'ladi. Oxirgisiga bog'liq ravishda to'rt xil tartibli massivlarga farqlanadi. Birinchi tartiblisi – bu o'zining hajmi bo'yicha yirik jism, burama, monoklinal yoki strukturali-tektonik blokka to'g'ri keluvchi geologik struktura. Birinchi turdagi massivlar, odatda, bitta geologik formatsiyaga mos keluvchi jinslardan tuzilgan bo'ladi, ularning chegarasi geologik formatsiyaning chegarasi yoki regional yoriqliklar chegarasi bo'lishi mumkin. Birinchi turdagi massivning u tuzilgan litologik komplekslarning nisbati va yeg'indisi, ichki formatsiyali dislokatsiyaning nisbati va tavsifidan iborat bo'ladi.

Ikkinchi tartibli massivlar kichik o'lchamga ega bo'ladi – o'nlab va yuzlab metrga, ular ko'pincha hajmiga nisbatan litologik makro-fatsiyaga to'g'ri keladi. Asos va har xil muhandis inshootlarning muhiti sifatida ikkinchi tartibli massivni baholashda ular murakkab va bir xil bo'lmagan tarkibli, tuzilishli va xossali geologik jism sifatida ko'riladi.

Uchinchi tartibli massiv – o'lchami bir necha metrdan bir necha o'n metrgacha bo'lgan litologik (petrografik) bir xil bo'lgan jism, to'rtinchi tartibli massiv – bu uchinchi darajali massivning alohida qismlari, faqat bir xil petrografik tarkibi bilan tavsiflanmasdan, jinslarning bir xil holati (bir xil yoriqliklari, bloklarining bir xil o'lchami) bilan tavsiflanadi.

Tog' jinslarining massivlari ko'pincha bir biridan yoriqliklar bilan uzilib ajratiladi. Bu buzilgan yoriqliklar (diz'yunktivi) ham har xil o'lchamli geologik jism sifatida ko'riladi. Uzunligi bir necha ming metrdan o'nlab va kengligi bir necha kilometrdan bir necha metrgacha bo'ladi. Dizyunktivlarning ichki tuzilishi va o'lchamlariga bog'liq ravishda massivlar bir necha tartibga bo'linadilar. Ularning ichida eng yirigi – birinchi tartibli massiv – bir necha surilish yuzali murakkab hudud tuzilishga javob beruvchi hisoblanadilar. Ikkinchi tartibli massivga bitta surilish yuzali dizyunktivi oddiy tuzilishga ega bo'lgan va jismlarning tektonik buzilish hudud bilan aniqlanuvchilar taalluqli bo'ladi. Har bir bunday hudud, o'zining navbatida uchinchi tartibli massiv sifatida ko'rilishi mumkin. Uchinchi tartibli massivning har bir maydoni jinslarning bir xil dinamometrik ishlashi bilan tavsiflanuvchi, to'rtinchi darajali massivni aks ettiradi.

Shunday qilib, ikkala holda ham ikkinchi tartibli massiv bir xil tarkibli, tuzilishli, holatli va xossali geologik jismni aks ettiradi. Bunday massivlar muhandis-geologik element deb ataladi.

Har xil tartibli massivlarning o'zaro ajratilishi katta amaliy ahamiyatga ega. Har bir konkret holat uchun, qo'yilgan masalaga bog'liq ravishda, tog' jinslarining massivlari har xil darajali mufassallikda o'rganiladi va baholanadi. Regional muhandis-geologik tadqiqotlarda, har xil turdagi qurilish uchun qidirish ishlari olib borishda birinchi tartibli massivlarni ajratish yetarli bo'ladi, massivning bo'linish mufassalligi muhandis inshootining tavsifiga va muhandis-geologik qidirishning bosqichiga bog'liq bo'ladi. Bu masalalar maxsus muhandis-geologik kurslarda alohida ko'riladi.

5.2. Massivlarning xossalari

Tog' jinsli massivlar muhandislik inshootlari bilan o'zaro ta'sirda alohida jins kabi o'zini xis etmaydi. Uning mustahkamligi, turg'unligi, deformatsiyalanishi, suv o'tkazuvchanligi unga o'xshash tog' jinslaridan tubdan farq qiladi. Masalan, amalda suv o'tkazmaydigan argillitli, granitli yoki boshqa qoya tog' gruntlaridan iborat massiv yoriqliklar hisobiga filtratsiyasi koefitsiyent 10 m/sutka va undan ortiq, suv o'tkazuvchi bo'lishi mumkin. Boshqa tomondan, tarkibida qum ko'p bo'lgan massiv, umuman olganda orasida gil qatlami bo'lgani uchun juda kam suv o'tkazuvchi bo'lishi mumkin. Massivning mustahkamligi, masalan, surilishga qarshiligi, ko'pincha jins tuzilgan asosiy hajmning mustahkamligiga bog'liq bo'lmasdan, geologik kesimning bo'shashgan yuzasidagi gil, suvga to'yingan qum qatlamchalarini, yoriqliklar va boshqalarning borligiga ham bog'liq bo'ladi. Massivning yuk ta'siridagi deformatsiyasi, gruntning bir necha turidan iborat, u odatda notekis kechadi, ayrim grunt deformatsiyasiga nisbatan murakkabroq tavsifga ega bo'ladi. Amalda siqilmaydigan tog' jinsli gruntlardan iborat massiv, yotliqlarning birlashishi va undan gilli minerallarni siqib chiqarib, to'g'on yoki boshqa og'ir inshootning ta'sirida kerakli darajada katta deformatsiyani o'ziga qabul qilishi mumkin. Massiv – bu tasodifiy jinslarning yig'indisi emas, o'zining xususiy ichki tuzilishiga ega bo'lgan (ichki struktura) qonuniy tuzilgan geologik jism. Bu geologik jismning hamma elementlari o'zaro bir biri bilan bog'langan. Inshoot bilan o'zaro ta'sirda bo'lganda bir butun bo'lib ishlaydi. Shuning uchun L.Myuller «tog' jinsining massivi xossasi uni ayrim qismlarining xossalarining yig'indisiga teng emas, u bu qism mahsulotlarini o'zaro aks ettiradi».

Massivning fizik-mexanik xossasini va uning muhandislik inshootlari bilan o'zaro ta'sirlanishida o'zini tutishligini aniqlovchi asosiy omil massivning tarkibiy qismi va uning tuzilishidir. Massivning muhandislik-geologik tuzilishi uning tarixiy-genetik va geologik-strukturali xususiyatiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir.

Massivning tarkibiy qismi va uning strukturasi o'zaro jips bog'langan. Tog' jinslari, o'xshatib ta'lqin qilinganda, massivning murakkab konstruksiyasini yaratuvchi qurilish materialidir. Ularning ahamiyati, massivning o'zini tutishini baholashda juda kattadir.

Tarkibiy qismi bo'yicha massivlar qoyatog' va dispers gruntlaridan tuzilgan turlarga bo'linadi. Bundan tashqari, qoya tog' va dispers gruntlardan iborat aralash tarkibli massivlar juda keng tarqalgan (25-jadval).

Qoyatog' gruntlaridan tuzilgan strukturasi buzilmagan (yoriqliklarsiz, nuramagan, dislokatsiya qilinmagan) massivlar yuqori mustahkamlikka, deformatsiya ko'rsatkichlarining yuqori qiymatiga, juda kam suv o'tkazuvchanlikka ega bo'ladilar. Ular tabiiy yon bag'irlarda va yo'l o'ymalari, qurilish kotlovanlari, karyerlar, har xil yer osti ishlanmalarini yon qiyaligida turg'un bo'ladi. Qoyatog' gruntning fizik-mexanik va filtratsiya xossalarini belgilovchi asosiy omili ekzogen va endogen jarayonlar natijasida hosil bo'lgan uning yoriqliklaridir. Massivlarning petrografik tarkibi ikkilamchi ahamiyatga ega. Bunga faqat massivning bitta petrografik xususiyati – eruvchan tog' jinslari kirmaydi. Bu xususiyatidan kelib chiqib massivlar eruvchan va erimaydigan tog' jinslaridan tuzilgan turlarga bo'linadi.

Dispers gruntlarning massivi ular tuzilgan jinsning granulometrik va mineralogik tarkibiga bog'liq ravishda juda xilma xil xossaga ega bo'ladi. Shuning uchun qumli, gilli va lyosli jinsli massivlarga farq qilish kerak. Kam tarqalgan bo'lsa ham donador gruntli massivlarni

mustaqil guruhlarga ajratish mumkin. Dispers gruntlarning umumiy xususiyati ularning suv ta'sirida o'zining holatini tez o'zgartirishidir. Bu o'zgarishning tavsifi va jadalligi massiv tuzilgan gruntning granulometrik va mineralogik tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Gilli va lyosli gruntlarning massivlari suvga ta'siriga nisbatan har xil xossaga ega, o'zlarini inshoot asosida tog' yon bag'ri qiyaligida har xil tutadilar. Avvalgi bo'limlarda lyosslarda cho'kuvchanlik bo'lishi, gillarda plastik deformatsiya yuz berishi va boshqalar to'g'risida so'z borgan. Qumli va yirik donali jinslarga suv ta'sir qilganda yer osti ishlanmalarida, qurilish kotlovanlarida suffoziya, ivish va oqishlar ro'y berishi mumkin.

Bir xil jinsli guruhlardan iborat dispers gruntlarning massivi keng tarqalgan. Masalan qumli massivlar Belarusiyada, Hitoyda, Qoraqum va Qizilqumda, lyossimon massivlar O'rta Osiyoda, gilli jinslarning massivlari Rus platformasida. Dispers gruntlarning har xil guruhlaridan iborat massivlari, ko'pincha gilli va qumli ko'pchilik joylarda uchraydi va keng tarqalgandir. Ularning fizik-mexanik va filtratsion xossalari juda xilma xildir.

«Massivning tuzilishi» tushunchasi juda kengdir. U o'ziga massiv hosil bo'lgan geologik tana shaklini, uning ichki strukturasi (har xil tarkibli jinslar nisbati, qatlamlarning ketma-ket kelishi, ularning qalinligi, joylashuvi va b.), tektonik buzilganligini qamrab oladi. Massivning bu har bir tavsifi ma'lum omillar ta'sirida shakllangan va massivning murakkab geologik tarixini aks ettiradi. Massivning tuzilish qonuniyatlari ikkita guruh: petrogenetik va tektonik omillar bilan belgilanadi.

Petrogenetik omillar massiv tuzilishining moddiy kompleksi sifatida farqini aniqlaydi. Cho'kindi, magmatik yoki metamorfik jinslardan iborat jinsli massivlar har xil ichki strukturaga egadirlar. Cho'kindi qatlamlarning shakllanishida paleogeografik sharoit, metamorfizm da termodinamik sharoit, magma eritmasining kiristallashuv sharoiti katta ahamiyatga ega. Fatsiyalarning almashinuvi, qatlamlarning ketma-ket kelishi, ularning qalinligi yer qa'rini tektonik harakatiga bog'liq.

Petrogenetik omilni tektonik omildan ajratib bo'lmaydi. Bunda tektonik dislokatsiyalar muhim ahamiyatga ega. Jins massivi tektonik tuzilishining har xil turlari mavjud: buramali, buramali-blokli yoki blokli, qatlamli va boshqalar.

Tarkibiy qismi bo'yicha massivlarning muhandis-geologik tavsifi

Massivlar			
Qoyatog' gruntlaridan tuzilgan	Magmatik tog' jinslaridan tuzilgan		
	Metamorfik tog' jinslaridan tuzilgan		
	Cho'kindi tog' jinslaridan tuzilgan	suvda erimaydi	sementlashgan donador kremniyli mustahkam
		suvda eriydi	karbonatli
			sulfatli va galoidli, ko'pincha sulfat-dolomitli
Dispers gruntlardan tuzilgan	Yirik donali		
	Qumli		
	Changli (lyossimon)		
	Gilli		
	Aralash tarkibli		
Qoyatog' va dispers gruntlardan tuzilgan	Donador va dispers qumli-gilli sementlashgan		
	Qoyatog'li eruvchan va dispers qumli-gilli		
	Sementlashgan va donador, karbonatli, sulfatli va dispers qum-gilli		

Takrorlash uchun savollar:

1. Massiv tushunchasi.
2. Grunt massivining asosiy tektonik tuzilishi.
3. Massivning xossasi.
4. «Massivning tuzilishi» tushunchasi.
5. Petrogenetik va tektonik omillar.
6. Massivning tarkibiy qismi va uning strukturasi.
7. Massivning mustahkamligi nimaga bog'liq?
8. Massivning fizik va mexanik xossalari.

GLOSSARIY

Adsorbentlar – qattiq yoki suyuq moddalar. Ularning zarrachalari yuzasida adsorbsiya hodisasi – moddalar va ular bilan birga bo'lgan gazlar yoki aralashmalarning yutilishi ro'y beradi.

Adsorbsiya – tog' jinsi yoki tuproq zarrachalari orqali eritmadan so'rib olinish.

Adsorbsion suv – tog' jinsi yoki tuproq zarrachalari orqali eritmadan so'rib olingan suv.

Aeratsiya zonasi – yer yuzasi bilan grunt suvlari sathi orasidagi hudud.

Akkumulyatsiya – quruqlik yuzasida yoki suv havzasi tubida mineral moddalarining yoki organik cho'kindilarning to'planishi.

Aksessor minerallar – tog' jinslarining ichida oz miqdorda uchraydigan minerallar.

Amorf modda – shaklsiz, kristallanmagan qattiq holdagi modda.

Anaerob jarayon – kislorodsiz muhitda hayvon va o'simlik qoldiqlarining rivojlantirish (o'zgarish, chirish) jarayoni.

Biogen cho'kindilar – tirik organizmlarning faoliyati tufayli hosil bo'ladigan va skelet qoldiqlaridan, organik moddalardan tashkil topgan cho'kindilar.

Bo'shliq burchaklaridagi suvlar – burchak suvlari.

Degidratatsiya – tog' jinslari va minerallaridan suvni ajratib olish.

Denudatsiya – tog' jinslarining nurashi va nuragan jinslarning relyefning past joylarida to'planishi.

Depressiya – shakli va kelib chiqishidan qat'iy nazar yer yuzasidagi har qanday pastlik joy.

Deagenез – bu termin umuman «qayta tug'ilish» yoki «qayta hosil bo'lish» degan ma'noni bildiradi va shuning uchun uni ikki xil izohlash mumkin. Aslida moddaning bir turdan ikkinchi turga o'tishi, masalan, suv havzalari tagidagi cho'kindilarning cho'kindi tog' jinslariga aylanishi bilan bog'liq jarayonlar majmuasidir.

Dizyunktiv – yer po'sti birligi butunligini uzish, sindirish.

Dispers faza – 10^{-4} dan 10^{-8} mm gacha diametrlil mayda changsimon zarrachalar (mitsellalar)dan iborat.

Dispers muhit – kolloid eritmada ko'p qismi ortiqcha ishtirok etadigan faza yoki ikkinchi (dispersiyali) fazada zarrachalari parchalangan (erigan) erituvchi.

Diffuziya – eritmaning erigan moddalari uning hamma qismida tabiiy bir xil tarqalishga olib keladigan jarayon. Tarqalish, har tarafga oqib ketish.

Dresva (yirik qum) – har xil tog' jinslarining fizik nurashidan hosil bo'lgan bo'shoq mahsulot.

Epigenez – Epigeniz – ikkilamchi jarayonlar bo'lib, tog' jinslari yer po'stida birinchi bor paydo bo'lgach, ularni bir qator o'zgarishlarga va yangidan paydo bo'lishga olib keladi.

Faol g'ovaklik – tog' jinslarida yer osti suvlari erkin harakatlanadigan g'ovakliklar va b. Bo'shliqlarning devorchalari gigroskopik va parda suv bilan qoplanganligi uchun harakatlanayotgan yer osti suvlari sezilarli ishqalanish va tortish kuchiga duch kelmaydi.

Fatsiya – cho'kindida yoki tog' jinsida o'z aksini topgan cho'kindi to'planish sharoiti.

Genezis – ma'lum bir geologik birikmalarning kelib chiqishi.

Gigroskopiklik – tog' jinslarining havodan bug'simon namlarni o'ziga tortib olish qobiliyati.

Gidratatsiya – suvda eriydigan moddalar zarrachalarining suv molekulari bilan bog'lanish jarayoni. Suv bilan qo'shilish jarayoni.

Gidrofil – dispers muhiti suvdan iborat liofoblar.

Gilli jins – xemogen, bo'laklanuvchan va xemogen-bo'laklanuvchan genezisli, $d < 0,005$ mm li, ba'zi klassifikatsiyalar bo'yicha $d < 0,01$ mm yoki $d < 0,001$ mm li, mineral tarkibi bo'yicha asosan gilli minerallardan (kaolinit, gidroslyudalar, montmorillonit, magneziiyal silikatlar, xloritlar) tashkil topgan cho'kindi jins.

Gipergenez – yerning ustki qismlarida – atmosfera, gidrosfera va litosferaning uncha chuqur bo'lmagan qatlamlarida hosil bo'lish.

Gipergen jarayonlar – yerning ustki qismlarida – atmosfera, gidrosfera va litosferaning uncha chuqur bo'lmagan qatlamlarida sodir bo'ladigan jarayon.

Graviy (mayda shag'al) – yirik bo'laklanuvchan bo'shoq cho'kindi jinslar bo'lib, sil-liqlangan (yumalatilgan) mayda bo'laklardan iborat. Kattaligi 1-10 mm atrofida.

Gruntlar nam sig'imi – gruntning bo'shliqlarda va zarrachalari ustida ma'lum miqdorda suvni sig'dirib saqlab turish qobiliyati.

Katagenez – gipergenez zonasidagi tog' jinslarida joylashgan yer osti suvlari tufayli sodir bo'ladigan barcha o'zgarishlar majmuasi.

Koagulyatsiya – kolloid va ba'zi bir dag'alroq dispers tizimlarning chidamlilik holati buzilishi bilan bog'liq o'zgarish jarayoni.

Kolloidlar – kolloidlar (kolloid aralashmalar) – dispers faza va dispers muhitdan tashkil topgan har xil dispers tizim.

Kolmatatsiya – grunt g'ovaklariga tabiiy yoki sun'iy holda gil va balchiq zarrachalarining singdirilishi.

Kondensatsiya – suv bug'larining boshqa holatga o'tishi.

Kriogenez – manfiy xaroratda nurash po'stidagi, shuningdek, gidrosferadagi tog' jinslari va tuproqning qayta paydo bo'lishi hamda ulardagi fizika-kimyoviy o'zgarish jarayonlarining yig'indisi.

Litogenez – jinsning hosil bo'lishiga va uning hozirgi holatining shakllanishiga olib kelgan jarayonlar yig'indisi (to'plami).

Nishab (otkos) – tabiiy qiyalik.

Oligotrof – suvi kislorodga bir tekis to'yinishi.

Qalquvchi quyqalar (vzvesi) – juda sekin suzuvchi, tarkibida maydalangan qattiq jism zarrachalari bo'lgan suyuqliklar.

Qup-quriq (vozdušno-suxoy) grunt – tarkibida faqat tabiiy (gigroskopik, parda suv) suv bo'lgan, gravitatsion suvlardan butunlay mahrum bo'lgan grunt.

Reliktiv suv – jinslar bilan bir vaqtda hosil bo'lib, shu jinslar tarkibida saqlanib turadigan sedimentatsion suv.

Sor (sho'r) – sho'r ko'llarning qurib qolishidan paydo bo'lgan sho'rxoklar – sho'r yerlarni nomi.

Sorbsiya (yutish) – qattiq jismlar va suyuqliklarning gaz, bug' va erigan moddalarni yutishi: 1) adsorbsiya – gaz, bug' yoki erigan moddalarning qattiq jism yuzasida yoki suyuqlikning suyuqlik bilan qo'shilishi va suyuqlik – gaz (bug') chegarasida yutilishi; 2) absorbsiya – suyuqlik yoki qattiq jismning hajm miqyosida yutishi; 3) xemosorbsiya – kimyoviy birikmalar hosil qilib yutilish.

Suspenziya – jinsning suvda erimagan mayda zarrachalari. **Terrigen yotqiziq-lar** – yemirilib buzilishdan hosil bo'lgan har xil jins va mineral parchalaridan iborat yotqiziq-lar.

Suv shimish – suvga botirilgan jinsning, oddiy sharoitda, ya'ni 1 atm. bosimda va 20°S da suv shimish qobiliyati.

Suv singdirish – suvning tuproqqa shimilishi boshlang'ich bosqichi bo'lib, tuproq-grunt suvga to'la to'yinmagan sharoitlarda kuzatiladi.

Texnogen yotqiziqlar – inson faoliyati bilan bog'liq yotqiziqlar (tog' inshootidan chiqarib tashlangan jins uyumlari, irrigatsiya o'tirindilari, to'g'onlar, shaharlarning «madaniy» qavatlar va sh. k.).

Tiksotrop – mayda dispers gruntlarning mexanik ta'sir tufayli, masalan, ularni silkitganda yoki aralashtirishda ma'lum sharoitlarda suyuqlashishi va gelsimon polatdan zol yoki susperziya holatiga o'tish qobiliyati.

Tog' jinslari – ma'lum tarkib va tuzilishga ega bo'lgan, geologik jarayonlar natijasida shakllangan, Yer po'stida mustaqil jism ko'rinishida yotuvchi tabiiy mineral agregatlari (birikmalari).

Tog' jinslari massivi – muhandislik geologiyasining ma'lum strukturasining ustki tuzilishi, geologik kesimning qat-qatlighi, ularning ichki tuzilishi, struktura va mexanik xususiyatlari bilan tavsiflanadigan tog' jinslarining qalinligi.

Yonbag'ir (skion) – yer yuzasidagi relyefning har xil shakllari bo'lgan va qiyalik hosil qilgan uchastkalar.

Yopishqoqlik (vyazkost) – zarrachalarning boshqa kuch ta'siriga (aralashishga) bo'lgan qarshiligi.

Shag'al (gaika) – tog' jinstning 10 mm dan 100 mm gacha kattalikdagi silliqlangan bo'laklari.

Sho'rlar (solodlar) – namlikning birmuncha ortishi, gumusning eruvchanligi ko'payishi va alyumosilikatlarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan sho'rxok tuproqlar.

Sho'rtoblar (solonslar) – dasht tekisliklaridagi, tarkibida natriy bo'lgan tuproqlar.

Sho'rxok (solonchak) – yassi, ko'pincha yalang, siyrak sho'rxok o'simliklar o'sadigan, yilning qurg'oqchilik vaqtida yerning qovjirashidan ko'pgina yoriqlar bilan qoplangan, sho'r tuproqdan (suvda eriydigan tuzlarning ustki qatlamidagi miqdori 1% va undan ortiq) iborat gilli yuza.

Sho'rlangan tuproqlar – tarkibida 0,25 % dan ortiq, ortiq suvda eriydigan mineral tuzlar to'plangan tuproq qatlamlari.

ADABIYOTLAR

1. *Braja M. Das*. Principles of Geotechnical Engineering. – United States, 2010. – 470 p.
2. *David George Price*. Engineering Geology principles and practice. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. – 450 p.
3. *Craig R.F.* Craig's soil mechanics. – London and New York, 2010. – 446 p.
4. *Казарновский В.Д.* Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов (Краткий курс). – М., 2007. – 284 с.
5. *Трофимов В.Т. и др.* Грунтоведение. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
6. *Qayumov A.D.* Geologiya va gruntshunoslik. – T., 2006. – 169 b.
7. *Kayumov A.D.* Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. – T., 2012. – 160 b.
8. *Rasulov H.Z.* Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar. – T.: Tafakkur, 2010. – 272 b.
9. *Kayumov A.D., Adilov A.A., Kayumova N.M.* Gruntshunoslik. O'quv qo'llanma. – T.: Cho'lpon, 2012. – 144 b.
10. *Добров Э.М.* Механика грунтов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

Mundarija

KIRISH	3
UMUMIY BO'LIM	4
1. Gruntshunoslik faninining tarixi	4
2. «Grntshunoslik» fanining rivojlanishi	5
1-bob. GRUNTLARNING TARKIBI	8
1.1. Gruntlarning qattiq komponentlari	8
1.2. Gruntlarning qattiq komponentlarini elementlarining o'lchami, morfologik xususiyati va miqdoriy nisbati	12
1.3. Gruntlarning suyuq komponentlari	13
1.4. Gruntlarning tabiiy namligi va uni ularning xossalari ta'siri	24
1.5. Gruntlarning gazli komponentlari	25
1.6. Gruntlarning tirik komponentlari	28
2-bob. GRUNT KO'PKOMPONENTLI TIZIM	32
2.1. Grunt komponentlarining o'zaro ta'siri va ularda strukturali bog'lanishlar	32
2.2. Gruntlarning strukturasi va teksturasi	36
3-bob. GRUNTLARNING XOSSALARI	41
3.1. Gruntlarning kimyoviy va fizik-kimyoviy xossalari	41
3.2. Gruntlarning fizik va biotik xossalari	58
3.3. Gruntlarni fizik-mexanik xossalari	67
3.4. Gruntlarning mustahkamligi	74
4-bob. GRUNTLARNING TASNIFI	83
4.1. Tasnif turlari	83
4.2. Qoya tog'-gruntleri	85
4.3. Dispers gruntlar	91
4.4. Gilli va changli (lyossimon) gruntlar	95
4.5. Sho'rlangan gruntlar	101
4.6. Sun'iy gruntlar	104
5-bob. GRUNT MASSIVI	107
5.1. Tushunchani aniqlashtirish	107
5.2. Massivlarning xossalari	109
GLOSSARIY	111
ADABIYOTLAR	114

A.D.Kayumov

GURUNTSHUNOSLIK

Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat texnika universiteti
kengashi tomonidan chop etish uchun tasdiqlangan

Muharrir ***K.A.Sidikova***

Texnik muharrir va original-maket ***T.G.Kochergina***

Kompyuterdan sahilovchi, muqova rassomi ***N.I.Levina***

Licenziya AI № 258 31.12.2014 da berilgan.

Bosishga ruhsat etildi 25.05.2018.

Bichimi B5^{1/16}.

«Arial» garniturası.

Kegli 10, 8.

Shartli 6. t. 7,25.

Nashr. t. 8,0.

100 nusxada bosildi.

Buyurtma № 9

«Mineral resurslar instituti» Davlat korxonasi.
Toshkent, T.Shevchenko ko'ch., 11a.