

A.A. ADILOV  
D.Q. BEGIMQULOV

# INJENERLIK GEODINAMIKASI

TOSHKENT – 2013

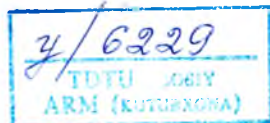
235  
551.2(075)  
#31

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

A.A. Adilov  
D.Q. Begimqulov

# INJENERLIK GEODINAMIKASI

*Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan  
5311800 – Hidrogeologiya va muhandislik geologiyasi yo'nalishi  
talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*



O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti  
Toshkent – 2013

**UO'K: 551.3(075)**

**KBK: 26.3**

**A 31**

**Adilov A.**

**A 31 Injenerlik geodinamikasi:** darslik / A.A.Adilov, D.Q.Begimqulov; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. — Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2013. — 208 b.

**UO'K: 551.3(075)**

**KBK: 26.3ya73**

«Injenerlik geodinamikasi» fani injenerlik geologiyasining yo'nalishlaridan biri bo'lib, litosferaning yuqori qatlamlarida kechadigan geodinamik jarayon va hodisalarni o'rgatadi.

«Injenerlik geodinamikasi» fani Yer yuzasi — litosferaning yuqori qatlamlarida yuz beruvchi asosan ekzogen va qisman endogen jarayonlarning tarqalish qonunlarini o'rganish, turli tabiiy va sun'iy omillar ta'sirida vujudga keluvchi jarayonlar rivojlanish dinamikasining yuzaga kelish sabablarini, inson injenerlik faoliyati natijasida yuzaga keluvchi jarayonlarning tarqalish qonunlarini, geologik jarayonlarning maydon mustahkamligiga, inshoot turg'unligiga ta'sirini bashoratlash, son va sifat jihatidan baholash; ularning oldini olish, ularga qarshi kurashish chora-tadbirlari, o'rganish usullarini ishlab chiqadi va o'rgatadi.

Darslik ushbu mavzularga tegishli analitik yechimlar va chizmalarni o'z ichiga olgan.

Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi yo'nalishi bo'yicha va boshqa tegishli soha bakalavriatura talabalari uchun hamda lyosli hududlarda qurilish ishlari olib boruvchi mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

#### **Taqrizchilar:**

**M.Sh. Shermatov** — O'zRFA «Seysmologiya» instituti «Lyosshunoslik» laboratoriyasi mudiri, geologiya-mineralogiya fanlari doktori, professor,

**Y.S. Sodiqov** — ToshDTU «Gidrogeologiya va geofizika» kafedrasi professori, geologiya-mineralogiya fanlari doktori.

**ISBN 978-9943-391-73-4**

© O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2013

## SO'ZBOSHI

Ona zaminimizning lyoss va lyossimon tog' jinslari tarqalgan maydonlari insonning dehqonchilik, qurilish va boshqa injenerlik faoliyati muhiti sifatida xizmat qiladi.

Respublikamiz territoriyasining 75–80%i lyoss va lyossimon tog' jinslaridan iborat, tog' jinslarida asosiy oziq-ovqat va sanoat uchun zarur bo'lgan xomashyo mahsulotlari yetishtiriladi, shu bilan bir qatorda lyosslar turli inshootlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Lyosslar dehqonchilik uchun unumdor tuproq bo'lib, u o'ziga xos, cho'kish deformatsiyalanish xossasiga ega. Namlanganda bu jarayonlar tezlashib, talafotli – inson hayoti, inshootlar, ekin maydonlari uchun xavfli holatni yuzaga keltiradi. Bu jarayonlarga: qiyalikdagi lyoss tog' jinslarining surilishi (ko'chkilar), ekin maydonlari atrofida jarliklarning hosil bo'lishi, suffoziya, karst jarayonlari, suv havzalari qirg'oqlari yuvilishi, inshootlar bosimi natijasida lyosslarni deformatsiyalanishi hisobiga inshootlarning, avariya holatiga kelishi, sellarni geologik ishi, oqar suvlarning erozion jarayonlari, yerlarning sho'rlanishi va boshqalar kiradi.

Sodir bo'layotgan jarayonlar, hodisalar inson hayotiga xavf tug'dirish bilan bir qatorda, tabiatning jonsiz qismini tashkil qilgan yer, suv va atmosferaning buzilishiga, suv havzalarining yo'qolishiga olib kelmoqda. Fan-texnika taraqqiyoti ham biz yashab turgan jonli va jonsiz tabiatni tanib bo'lmas darajada o'zgartirib yubormoqda, ko'plab noxush jarayon-hodisalarni yuzaga keltirmoqda. Bu salbiy o'zgarishlar oqibatlarining asosiy sabablaridan biri inson tomonidan qo'riq yerlarni o'zlashtirishda, sug'orishda, fuqaro va sanoat qurilishlarida geologik muhitdan oqilona foydalanish me'yorlariga sovuqqonlik bilan yondashishdir. Olingan ma'lumotlarga qaraganda, birgina Orol dengizining qurishi qariyb 26 ming kvadrat kilometrga cho'zilgan tuz-qum sahrosini hosil qilgan. Bu hodisa natijasida bu joydan yiliga 65–75 million tonna miqdorda ko'z ilg'amas darajadagi chang va tuz shamol yordamida havoga ko'tarilib, shamol kuchi so'na boshlagan maydonlarga yog'iladi. Bu esa yomg'ir suvi minerallashuvining, yerlar sho'rlanishining oshishiga, tog'lardagi muzliklar erishining tezlashishiga sabab bo'lmoqda.

Respublikamiz mustaqillikka erishishi bilan yuqorida qayd etilgan jarayon va hodisalarni oldini olish, bashoratlash, ularga qarshi kurashish chora-tadbirlarini takomillashtirishga alohida e'tibor berila boshlandi. Surilmalarni oldini olish uchun kuzatish stansiyalari (KS) tashkil qilindi, yerlarning meliorativ holatini yaxshilash ishlari takomillashtirildi. Xalqaro EKOSAN tashkiloti tashabbusi va mehnatkash xalqimizning sa'y-

harakati bilan muhim ekologik muammolardan biri bo'lgan Orol dengizi muammosini ijobiy hal qilish uchun chora-tadbirlar ko'rilmoqda, injener-geologik izlanish ishlari kuchaytirilmoqda.

So'nggi yillarda tabiiy muhitni muhofazalash bilan bir qatorda xavfli jarayon va hodisalarni oldini olish, natijada tabiatning jonli va jonsiz qismini asrash maqsadida hukumatimiz tomonidan Favqulodda vaziyatlar vazirligi (FVV) tashkil qilindi. Keng miqyosda tabiat muammolariga bag'ishlangan xalqaro ilmiy-uslubiy kengashlar o'tkazilmoqda. Xavfli jarayon va hodisalarning oldini olishni nazorat qilish ishlari kuchaytirilmoqda. Tabiiy muhitni turli salbiy jarayon va hodisalardan muhofazalash uchun, shikastlangandan so'ng qayta tiklashga ketadigan mablag'ga nisbatan ancha kam mablag' sarflanadi. Shuning uchun xavfli hodisalarni oldindan bilish, tegishli choralar ko'rish metodlarini yaratish, ularni qo'llash bo'lajak injener mutaxassislarning asosiy vazifalaridan biridir.

Shu nuqtayi nazardan ushbu «Injenerlik geodinamikasi» darsligining ahamiyati kattadir.

Darslik 18 bobdan iborat. Darslikda tabiiy va geologik muhit, tabiiy muhitni muhofazalash, sodir bo'luvchi xavfli jarayon-hodisalar, bundan tashqari insonning injenerlik faoliyati natijasida yuzaga keluvchi jarayon-hodisalar va boshqalar haqida ma'lumot berilgan. Ularni o'rganish uchun injener-geologik izlanish ishlari usullari, oldini olish chora-tadbirlari, bashoratlash, tajriba va kuzatish ishlari, namunalash, laboratoriya ishlari ta'riflangan.

Darslikdan jarayon va hodisalar keng tarqalgan va rivojlangan hududlarda izlanish ishlarini olib boruvchi mutaxassislar, qishloq xo'jalik xodimlari foydalanishlari mumkin. Darslik Oliy o'quv yurtlari talabalarining bilimlarini oshirishda katta yordam beradi.

## KIRISH

«Injenerlik geodinamikasi» fani injenerlik geologiyasi fanining tarmogʻi hisoblanib, Yer litosfera qobigʻining yuqori qismida yuzaga keluvchi fizik-geologik, injener-geologik jarayonlarni oʻrganish bilan shugʻullanadi.

«Injenerlik geologiyasi» fani geologiya fanlari ichida eng yosh fanlardan hisoblanib, fan sifatida XX asrni boshlarida vujudga keldi. Inson injenerlik faoliyatining kuchayishi uning fan sifatida shakllanishiga olib keldi. «Injenerlik geologiyasi» fani yosh fanlar turkumiga kirsa-da, lekin insoniyat oʻzining ongli hayotini boshlagandan beri bu fan bilan turli darajada shugʻullanib kelgan. Ibtidoiy jamoa tuzumi davrida insonlar togʻ tizmalari qaʼriga joylashgan gʻorlarda kun kechirib kelganlar. Gʻorlar esa oʻz navbatida tabiiy sharoitda yuzaga kelgan inshoot boʻlib, yer yuzasida kuzatiladigan tabiiy ofatlardan insonlarni saqlab kelgan.

Inson hayot kechirish maqsadida turli qurol-aslahalar, hayot uchun zarur boʻlgan anjomlarni toshlardan (togʻ jinslaridan) yasagan. Demak, u turli togʻ jinslarining qattiqligi haqida maʼlum bilimga ega boʻlgan.

Insoniyat ongining rivojlanishi natijasida inshootlar qurilishiga ehtiyoj paydo boʻlgan. Inshootlar qurilishi uchun joy tanlash, uning mustahkamligini taʼminlash esa insonda injenerlik geologiyasi sohasidagi bilimlarini oshishiga sabab boʻlgan. Shu bilan birga u oʻzining hayotini turli tabiiy ofatlardan saqlash masalalari bilan shugʻullanishga majbur boʻlgan.

Agarda yer yuzasida qurilgan inshootlarga nazar tashlasak, bunday inshootlarni qurish uchun qurilish xomashyolarini va maydonlarini tanlash insondan juda katta bilim talab etgan. Qurilgan inshootlarning (masalan: bizning eramizdan oldin qurilgan Xeops piramidasi, oʻrta asrlarda qurilgan Oʻzbekiston hududidagi tarixiy obidalar va boshqalarning) hozirgi kungacha saqlanib qolishi esa bu bilimlar saviyasining yetarli darajada yuqori boʻlganligidan dalolat beradi.

1937-yili F.P.Savarenskiy oʻzining «Injenerlik geologiyasi» asarini chop etdi. Bu asarda injenerlik geologiyasining vazifasi, oʻrganish obyekti va oʻrganish usullari haqida maʼlumot berib, fanga quyidagicha taʼrif berdi:

*«Injenerlik geologiyasi – geologiya fanining tarmogʻi boʻlib, injenerlik qurilish ishlariga geologiyani tatbiq qilish masalalarini talqin qiladi. U hal qiladigan muammolar geologik jarayonlarni va togʻ jinslarining fizik-mexanik xususiyatlarini oʻrganish asosida qurilish ishlarini olib borish, yer qobigʻining ustki qatlamlarini saqlash yuzasidan oʻtkaziladigan ishlarning yoʻnalishini aniqlashdan iborat».*

Yuqorida keltirilgan taʼrifdan koʻrinib turibdiki, injener-geolog mutaxassisning asosiy vazifasi – qurilish maydonlarining injenerlik inshootlari turgʻunligini belgilovchi asosning (togʻ jinsi) fizik-mexanik

xususiyatini o'rganish va inshootlarga xavf tug'diruvchi geodinamik jarayonlarga qarshi kurashishdan iborat. Hozirgi kunga kelib, F.P. Savarenskiy ta'rifini injenerlik geologiyasi shug'ullanadigan muammolarni to'liq tavsiflab berolmaydi.

V.D. Lomtadze ta'biriga ko'ra, *«Injenerlik geologiyasi» fani qurilish maydonlarining geologik sharoitlari haqidagi fan bo'lib, uning asosiy maqsadi geologik muhitdan omilkorlik bilan foydalanish, litosferaning yuqori qatlamlarida kuzatiladigan geologik jarayonlardan atrof muhitni muhofaza qilishdan iborat. Injenerlik geologiyasi – geologiya fanlari tarmog'i bo'lib, tog' jinslarini «poydevor asosi» va «qurilish olib boriladigan muhit» sifatida o'rganadi.*

«Injenerlik geologiyasi» faniga hozirgi zamon talabiga javob beradigan ta'rifni E.M. Sergeyev bergan. E.M. Sergeyev ta'rif bo'yicha *«Injenerlik geologiyasi – yer qobig'ining yuqori qismini insonning hayoti va faoliyati namoyon bo'ladigan muhit sifatida o'rganadigan fandir»*. E.M. Sergeyev ta'rifini injenerlik geologiyasi fanining oldida turgan vazifalarning keng qamrovli ekanligini ta'kidlab inson va geologik muhit muammolarini bo'rttirib ko'rsatadi, bugungi kunga kelib inson nihoyatda katta geologik kuchga aylanganligini e'tirof etadi.

«Injenerlik geologiyasi» fani xalq xo'jaligining taraqqiyoti, foydali qazilmalar qazib olishni geologik xizmat bilan ta'minlash, injener-geologik sharoitni yaxshilash maqsadlarida rivojlangan.

Insonning injenerlik faoliyati geologik muhit bilan bog'liq bo'lib, bunda olib boriladigan qurilish ishlari muhim o'rin tutadi.

Hali injener-geolog mutaxassislar tayyorlanmagan davrlarda (1920-yilgacha) qurilish bilan bog'liq bo'lgan geologik masalalarni hal qilishga asosan geologlar jalb qilinganlar.

1917-yilgi Oktabr revoliutsiyasiga qadar olib borilgan qurilish (Rossiyada) ishlarining geologik asoslash bo'yicha A.P. Karpinskiy, F.Y. Levinson – Lessing, I.V. Mushketov, A.P. Pavlov, V.A. Obruchev va boshqalar qatnashganlar. Rossiyada maxsus injener-geologik ishlar bilan shug'ullanuvchi guruh 1923-yil Sankt-Peterburgda tashkil etilib, bu guruhga N.I. Proxorov rahbarlik qilgan. Guruh mintaqada qurilishi mo'ljallangan transport yo'llarini geologik nuqtayi nazardan asoslash bilan shug'ullangan.

Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi sohasida mutaxassislar Sankt-Peterburgda 1920-yildan, Moskvada 1922-yildan, Toshkentda 1926-yildan boshlab tayyorlana boshlandi. Bu yillarda yo'l qurilishi bilan bir qatorda mamlakatni elektr quvvati bilan ta'minlash maqsadida Volga, Dnepr, Terek, Kura, Chirchiq va boshqa daryolarda gidroelektrostansiyalar qurildi. Bu bilan bir qatorda Moskva-Volga, Volga-Don va boshqa irrigatsiya tarmoqlari bunyod etildi. Bu ishlarni amalga oshirishda F.P. Savarenskiy, I.V. Popov, N.N. Maslov, V.A. Priklonskiy va boshqalar faol qatnashdilar.

1929-yili sobiq SSSR yer osti suvlari geologik komiteti asosida Markaziy injenerlik geologiyasi va gidrogeologiyasi bo'limi ochildi. Uning tarkibiga injenerlik geologiyasi ishlari bilan shug'ullanuvchi guruh ham kirdi.

Markaziy Osiyo hududida birinchi gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi ishlari sug'orish tarmoqlari qurilishi bilan bog'liq bo'lib, 1924-yili Turkvodhoz tomonidan O.K. Langening taklif qilinishi bilan boshlandi.

O.K. Lange, M.M. Reshetnikovlar XX-asrning 20 yillarida olib borilgan geologik-gidrogeologik ishlarda faol qatnashdilar. Shu yillarda O'rta Osiyo davlat universiteti qoshida «Dinamik geologiya» kafedrasini ochildi va bu kafedrada gidrogeolog mutaxassislar tayyorlana boshlandi. Bular ichida M.A. Shmidt, M.M. Krilov, F.I. Voronov, V.L. Dmitriyev va boshqalar bor edi.

1931–34-yillarda O'rta Osiyo geologiya-razvedka instituti qoshida Gidrogeologiya kafedrasini tashkil etildi. Bu kafedra 1934-yili o'rta Osiyo Politehnika instituti, keyinchalik Toshkent Politehnika instituti, hozirda esa Toshkent davlat texnika universiteti tarkibida faoliyat ko'rsatmoqda.

Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi bo'yicha mahalliy mutaxassislardan bir qismi 1936-yili Moskvaga aspiranturaga jo'natildi. Yuborilgan aspirantlar keyinchalik «gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi» fanining rivojlanishiga juda katta hissa qo'shdilar. Birinchi qaldirg'ochlar ichida H.M. Abdullayev, F.O. Mavlonov, V.G. G'ofurov, N.A. Kenesarin, A.S. Ahmetsafin va boshqalar bor edi.

1937-yili O'zbekiston SSR Fan qo'mitasida oldin sektor, keyinchalik esa «Markaziy gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi instituti» tashkil etilib, u yer osti suvlari rejimi, balansi hamda shu davrgacha o'tkazilgan gidrogeologik, injenerlik geologik ishlari natijalarini umumlashtirish bilan shug'ullangan. Institut tomonidan 1948-yili 39 jildlik O'zbekiston Respublikasi yer osti suvlari kadastrini yaratildi.

1950-yili geologik ekspeditsiyalar tarkibiga kiruvchi Gidrogeologik partiyalar asosida O'zbekiston Gidrogeologik boshqarmasi tuzildi.

1957-yilga kelib O'zbekiston SSR Ministrlar Soveti qoshida O'zbekiston gidrogeologiya trestini tuzildi. Ushbu trest zimmasiga Respublikamizda doimiy ishlovchi gidrogeologik va injenerlik-geologik ekspeditsiyalar faoliyatini tashkil etish yuklandi.

1961-yili O'zSSR FA qoshidagi «Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi» bo'limi asosida «Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi instituti» (GIDROINGEO) tashkil etildi.

1971-yilda O'zbekiston gidrogeologiya trestini bilan GIDROINGEO instituti qo'shilib «O'zbekgidrogeologiya» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasini tashkil etildi. Hozirgi kunda bu tashkilot yana ajralib «Gidromineral

resurslar geologiyasi» ilmiy ishlab-chiqarish markazi va «GIDROINGEO instituti» davlat korxonasi maqomida faoliyat yuritmoqda.

Hozirgi kunda Respublikamizda injenerlik geologiyasi masalalari bilan shug'ullanuvchi qator ilmiy-tekshirish institutlari va tashkilotlar faoliyat ko'rsatmoqda.

«Injenerlik geologiyasi» fani quyidagi yo'nalishlar bo'yicha rivojlanib bormoqda:

1. Injener-geologik qidiruv ishlari va hajmlarini asoslashda me'yoriy hujjatlarni ishlab chiqish.

2. Tog' jinslari xususiyatlarini bashoratlash maqsadida ularning kimyoviy tarkibini va mikrotuzilishini o'rganish.

3. Injener-geologik sharoitni o'rganish usullarini takomillashtirish.

4. Gruntlarni texnik melioratsiyalash usullarini takomillashtirish.

5. Kompyuter texnologiyalari yordamida regionlar uchun tog' jinslarining umumiy injener-geologik ko'rsatkichlar bazasini yaratish.

6. Tog' jinslari xususiyatlarini makon va zamonda o'zgarish qonuniyatlarini o'rganish.

7. Geologik muhitni insonning injenerlik faoliyati ta'sirida o'zgarishini bashoratlash.

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishishi bilan iqtisodiy hamda ijtimoiy jihatdan rivojlanishga katta e'tibor berilmoqda. Bu masalalarni hal qilish uchun nihoyatda katta hajmdagi qurilish ishlari olib borish ko'zda tutilgan. Yuqoridagi masalalarni ijobiy hal qilishda Respublikamiz injener-geologlari oldida quyidagi muammolar bo'yicha ish olib borish maqsadga muvofiqdir:

1. Insonning injenerlik faoliyatini litosferaning yuqori qatlamlarida kuzatiladigan geologik omil sifatida o'rganish.

2. Injener-geologik sharoitni baholashda inshoot qurilishini iqtisodiy tomondan maqsadga muvofiq qilib olib borish, qurilish maydonlarini tanlash. Inshootlar konstruktiv ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda poydevor asosi vazifasini bajaruvchi tog' jinslarining texnik melioratsiyalash usullarini tanlash.

3. Vaqt va zamonda inshoot hamda geologik muhit o'rtasidagi munosabatni bashoratlash.

4. Geodinamik jarayonlarni o'rganish usullarini takomillashtirish, insoniyat hayotiga xavf tug'diruvchi jarayonlarni bashoratlash va oldini olish.

5. Atrof-muhitni muhofaza qilish maqsadida maydonlarni maxsus guruhlash va rayonlashtirishni amalga oshirish muammolarini hal qilish.

# **1. INJENERLIK GEODINAMIKASI-INJENERLIK GEOLOGIYASI FANINING TARKIBIY QISMI, UNING MAQSADI VA VAZIFALARI**

Injenerlik geodinamikasi fani injenerlik geologiyasi fanining asosiy bo'limi, ilmiy yo'nalishlaridan biridir.

Injenerlik geologiyasining bu bo'limida injener-geologik, fizik-geologik jarayonlar va hodisalar o'rganiladi.

Geologik jarayonlar tog' jinslarining hosil bo'lishi, parchalanishi, tog' jinslarining fizik holati, joylashish sharoitining o'zgarishi, yer sathi relyefining o'zgarishi, yer qobig'ining ichki strukturasi o'zgarishidan iborat.

Geologik jarayonlar injenerlik amaliyotida katta ahamiyatga ega bo'lib, ular binolar injenerlik inshootlariga (ko'priklar, to'g'onlar, yo'llar, aerodromlar, shaxtalar, karyerlar va boshqalarga) ta'sir ko'rsatadi.

Viloyatlar, tumanlar hududlarida geodinamik jarayonlar bino va inshootlar joylashtirilishiga, qurilish ishlarining bajarilish usuliga ta'sir ko'rsatadi, inshootlardan foydalanishda ma'lum qiyinchiliklar va murakkabliklar tug'diradi.

Shuning uchun yemiriluvchan, cho'kuvchan tog' jinslari, surilmalar, karstlar mavjud bo'lgan, hamda seysmik hududlarda qurilish ishlarini olib borishda turli tasodifiy muammolarni hal qilishga to'g'ri keladi.

Bunday maydonlarda qurilish ishlarini olib borish, loyi-halashtirishda maxsus me'yoriy hujjatlardan foydalanish, ehtiyotkorlik choralari ko'rish zarur.

Yuqorida qayd etilgan masalalar va muammolar bilan injenerlik geologiyasi fanining eng murakkab va eng qiziqarli bo'limi — «injenerlik geodinamikasi» fani shug'ullanadi. «Injenerlik geodinamikasi» fanining asosiy hal qiladigan masalasi murakkab geologik sharoitga ega bo'lgan hududlarda qurilish ishlarini asoslash, maydonlarni xavfli geodinamik jarayonlardan asrash, geodinamik jarayonlarni bashoratlashning nazariy asoslarini ishlab chiqishdan iboratdir.

«Injenerlik geodinamikasi» fanining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Yer yuzasida va litosferaning yuqori qatlamlarida yuz beruvchi asosiy ekzogen va ba'zi endogen jarayonlarning tarqalish qonuniyatlarini o'rganish.

2. Insonning injenerlik faoliyati bilan bog'liq bo'lgan geologik jarayonlar va hodisalarning tarqalish qonuniyatlarini o'rganish.

3. Turli tabiiy hamda sun'iy omillar ta'sirida vujudga keluvchi geologik hodisalar va jarayonlarning rivojlanish dinamikasini, yuzaga kelish shakllarini o'rganish.

4. Geologik jarayonlarning maydonlar mustahkamligiga, inshootlar turg'unligiga ta'sirini sifat va son jihatidan baholash.

5. Xavfli hamda talafotli geologik jarayonlarni, shuningdek, tabiiy ofatlarni boshqarish, ularning ta'sirini oldini olish maqsadida ularni bashoratlashning nazariy asoslarini yaratish.

6. Geodinamik jarayonlarning oldini olish maqsadida qo'llaniladigan injenerlik inshootlarining loyihalarini yaratish hamda qurilishini geologik nuqtayi nazardan asoslash usullarini yaratish.

7. Geodinamik jarayonlarning o'rganish usullarini ishlab chiqish va mukammallashtirish va boshqalar.

## **2. GEOLOGIK JARAYONLAR VA HODISALAR TASNIFI**

Geologik hodisalar namoyon bo'lishi geologik jarayonlarning rivojlanishi natijasida, ya'ni yer sathi tuzilishi, tog' jinslari tarkibi va xossalari, Yer qa'ridagi o'zgarishlar ta'siri ostida sodir bo'ladi.

Shuning uchun geologik jarayonlarni quyidagi uch guruhga: geomorfologik, petrografik, tektonik jarayonlarga bo'lish mumkin. Bu jarayonlar yer sharidagi birlamchi harakatlar natijasida o'zaro fizik, mexanik, kimyoviy va biologik ta'sirlar natijasida yuzaga keladi.

Demak, geologik jarayon va hodisalarning yuzaga kelishini o'rganishda qanday sabab va kuch ta'sirida yuz berishi hisobga olinishi shart.

Bunday tasnif birinchi bo'lib injenerlik geologiyasi fanining asoschisi F.P.Savarenskiy (1937) tomonidan yaratilgan. Quyida V.D.Lomtadze tomonidan to'ldirilgan F.P.Savarenskiy tasnifi keltiriladi (1-jadval).

*1-jadval*

### Geologik jarayonlar guruhi va hodisalar

| №  | Jarayonlar                                                                                 | Hodisalar                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Yer yuzasi suvlari faoliyati (dengiz, ko'l, suv omborlari, daryo va vaqtincha oqar suvlar) | Suv omborlari va havzalari, dengiz va ko'l qirg'oqlarining yemirilishi, daryo qirg'oqlari eroziyasi, qiya sathlarning yuvilishi, jarliklarning hosil bo'lishi                                                                                                    |
| 2  | Tog' daryolaridagi suv toshqinlari                                                         | Sel                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3  | Yer yuzasi va yer osti suvlari faoliyati                                                   | Maydonlarning botqoqlikka aylanishi, cho'kish hodisasi (prosadka), karst                                                                                                                                                                                         |
| 4  | Yer osti suvlari faoliyati                                                                 | Suffozion hodisalar, plivunlar – oquvchan tog' jinslari                                                                                                                                                                                                          |
| 5  | Gravitatsion kuchlar ta'siri                                                               | Surilmalar, ag'darilmalar, to'kilmalar                                                                                                                                                                                                                           |
| 6  | Shamol faoliyati                                                                           | Tog' jinslarining ko'chishi, uchirib olib ketilishi.                                                                                                                                                                                                             |
| 7  | Tog' jinslarining muzlashi va erishi                                                       | Termokarst, muzlash ko'pchishi                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | Tog' jinslaridagi ichki kuchlar faoliyati                                                  | Ko'pchish, namlik kamayishi bilan tog' jinslarining zichlanishi                                                                                                                                                                                                  |
| 9  | Yerning ichki kuchlari faoliyati                                                           | Seysmik hodisalar                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | Insonning injenerlik faoliyati                                                             | Maydonlarning qattiq foydali qazilmalarni kovlab olish natijasida ishdan chiqishi, yer osti suvlarini, neft va gazlarni so'rib olish natijasida yer sathining pasayishi, maydonlarni suv bosishi, sug'orish natijasida tog' jinslarining ikkilamchi sho'rланishi |

### **3. GEOLOGIK JARAYONLAR VA HODISALARNING RIVOJLANISHI VA TARQALISHI QONUNIYATLARI**

Geologik jarayonlar ularni yuzaga keltiruvchi energiya manbalariga qarab ekzogen hamda endogen jarayonlarga bo'linadi.

Endogen jarayonlar yerning ichki energiyasi hisobiga yuzaga kelib, u tektonik, seysmik va vulqon hodisalaridan iborat.

Ekzogen jarayonlar yerga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar bilan mujassamlashib, turli iqlim, tabiiy-geografik sharoitlarda turlicha namoyon bo'ladi.

Endogen jarayonlar relyefga kuchli ta'sir etib, yerda relyefning katta-katta elementlarini hosil qiladi, qiyalik ko'rsatkichlarini oshiradi. Bu o'z navbatida ekzogen jarayonlarning rivojlanishiga sharoit yaratadi. Ekzogen jarayonlar relyefdagi nisbiy balandlikning kichrayishiga, shu bilan birga ularning namoyon bo'lish tezligiga ta'sir etadi. Ekzogen jarayonlar ma'lum yo'nalish bo'yicha rivojlanadi, bu esa o'z navbatida injenerlik inshootlariga katta talafot yetkazadi, inson hayotiga tahdid soladi.

Tabiatdagi eng kuchli o'zgarishlar asosan daryo oqimining o'zgartirilishi, suv omborlari qurilishi bilan bog'liq bo'ladi.

Suv omborlari qirg'oqlarida ko'pdan-ko'p shaharlar, aholi istiqomat qiladigan hududlar joylashgan bo'lib, u yerda turli geologik jarayonlar va hodisalar: yerlarning suv bosishi, sho'rlanishi va botqoqlikka aylanishi, qirg'oqlarning yuvilishi va yemirilishi, surilmalarning ko'payishi hamda seysmiklikning oshishiga sabab bo'ladi.

Bu hodisalar maydonlardan foydalanishni murakkablashtiradi yoki umuman foydalanib bo'lmaydigan holga keltirib qo'yadi.

Shunday qilib, tabiiy hamda sun'iy geologik hodisalar litosferaning yuqori qatlamlarida turli tezlikda namoyon bo'ladi. U turli shaklda tog' jinslarining va relyefning o'zgarishiga, inshootlarning deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi, inson hayotiga xavf tug'diradi. Juda ko'p jarayonlar gravitatsion kuchlar yoki oqar suvlar, kuchli shamol ta'sirida yuzaga keladi.

Shuningdek, yana ekzogen jarayonlarga insonning injenerlik faoliyati bilan bog'liq bo'lgan hodisalar kiradi.

N.M.Straxov (1960) ta'biricha, relyef — energetik harakat mahsulidir. Yer qobig'idagi intensiv tebranma harakat tog' relyefini yuzaga keltiradi, sust harakatlar esa tekisliklarni hosil qiladi.

Shunday qilib, ekzogen jarayonlarning rivojlanish sur'ati va xarakteri relyef orqali ta'sir qiluvchi tektonik rejim va iqlimga bog'liq bo'ladi.

Geologik jarayonlar ma'lum atrof-muhitning geokimyoviy sharoiti va tog' jinslarining mineralogik tarkibi, tog' jinslarining zo'riqqanlik holati va ularning chegaraviy muvozanat holati, tog' jinslarining g'ovakligi, zichligi va ta'sir etuvchi bosim, tog' jinsining litifikatsiyalanganlik darajasi va ta'sir etuvchi gravitatsion hamda geokimyoviy kuchlar, tog' jinslarining yuviluvchanligi va suv oqimi tezligining nomuvofiqliklari sababli namoyon bo'ladi. Ushbu nomuvofiqlik geologik jarayonlarning rivojlanishini ta'minlaydi. Turli regionlar, hududlarda geologik jarayonlar turli jadalliklarda namoyon bo'ladi. Bu iqlim sharoit, tabiiy-geografik sharoit, relyef, tog' jinslari turi va tektonik strukturalarning tarqalganligiga bog'liq bo'ladi.

Har bir geologik jarayonning rivojlanishi ma'lum sharoit mavjud bo'lgan holdagina kuzatiladi. Masalan: suv omborlari, ko'llar, dengizlar qirg'oqlarining yuvilishi, yemirilishi qirg'oq tomonga qarab esuvchi kuchli shamollar ta'sirida yuz bersa, jarliklar, sel oqimlari kabilar kuchli yomg'ir vaqtida sodir bo'ladigan suv toshqinlari natijasida hosil bo'ladi, surilmalar yuzaga kelishi davomiy yomg'irlar mavsumida tez-tez kuzatilib turadi.

Yuqorida keltirilganlardan shuni ta'kidlash mumkinki, barcha geodinamik jarayonlar iqlim hamda tabiiy-geografik sharoitga bog'liq ravishda yuz beradi.

Geologik jarayonlarning hosil bo'lishi relyef turlari bilan ham bog'liq. Tog'lik hududlarda gravitatsion hodisalar — ag'darilmalar, to'kilmalar, surilmalar, qor ko'chkilari kuzatiladi. Sel oqimlari faqat tog'lik hududlarda kuzatiladi. Tekislikda esa maydonlarning

botqoqlikka aylanishi, eol hodisalari, lyoss jinslarida cho'kish hodisalari kuzatiladi.

Geologik jarayonlar ma'lum tog' jinslari bilan bog'liq bo'ladi. Masalan: karst jarayoni karbonat, sulfat va tuzlardan iborat tog' jinslarida kuzatiladi. Tog' jinslari surilishi turli tog' jinslarida kuzatilishi mumkin, ammo gil tarkibli tog' jinslarida ko'proq uchraydi.

Yuqorida keltirilganlardan ko'rinib turibdiki, geologik jarayonlar turli iqlim, petrografik, geomorfologik sharoitlarda, tektonik kuchlar ta'sirida namoyon bo'lib, yer sathida o'ziga xos relyef turlarini hosil qiladi.

#### **4. INJENER-GEOLOGIK SHAROIT VA ULARNI BASHORATLASH USULI**

«Injenerlik geodinamikasi» fanining asosiy vazifalari geologik jarayonlarni boshqarishning ilmiy asoslarini va shunga yarasha Yer qa'ridan to'g'ri foydalanishni ishlab chiqishdir. Buning uchun geologik jarayonlarni, shuningdek, injener-geologik jarayonlarni bashoratlashni bilish zarur bo'ladi.

V.D. Lomtadzening (1977) fikricha, u yoki bu hududda injener-geologik sharoitning o'zgarishini bashoratlash uchun hududda qanday injener-geologik jarayonlar mavjudligini, injener-geologik sharoitni tahlil qilish natijasida yana qanday injener-geologik jarayonlar yuzaga kelishi mumkinligini aniqlash, shuningdek, yuzaga keluvchi jarayonning masshtabi, egallagan maydoni, jarayon yuz berayotgan tog' jinslari hajmi, jarayon tezligi va dinamikasini bilish talab etiladi.

Agar jarayonning masshtabi ma'lum bo'lsa, uning maydonlarga ko'rsatadigan ta'siri son qiymatlari orqali baholash imkoni mavjud bo'ladi. Jarayonlardan qaysi birlari maydonlarga kuchli xavf tug'dirishi aniqlangandan so'ng ularni boshqarish usullari tanlanadi. Shunday qilib, injener-geologik sharoitning o'zgarishini bashoratlashda birinchi galda, mavjud sharoitni, geologik rivojlanishni tahlil qilishga asoslanish shart.

«Geologik jarayonlar va hodisalarning rivojlanish sharoiti» deganda jarayonni yuzaga kelishini ta'minlovchi barcha sabablar majmuasini: o'ta nam iqlim sharoitida maydonlarning botqoqlikka aylanishini, quruq iqlim sharoitida esa bularning vujudga kelmasligini, jadal qisqa davom etuvchi kuchli yomg'ir natijasida sel jarayonlarning rivojlanishini, davomli sekin yog'uvchi yomg'ir sharoitida tog' jinslari surilishi jarayonlari rivojlanishi va boshqalarni tushunish kerak.

Demak, geologik jarayonlarning yuzaga kelishi va rivojlanishi sharoiti turlichadir. Injener-geologik jarayonlarni o'rganishda ularni geologik nuqtayi nazardan ta'riflashdan tashqari, bu hodisalarni son qiymatlari orqali baholash talab etiladi.

Buning uchun eksperimental ishlardan, shuningdek, laboratoriya va doimiy kuzatish ishlaridan keng foydalaniladi. Bu usullar geologik jarayonni o'rganish bilan birga tog' jinslarining xususiyatlari, suvli gorizontlarning son qiymatlari bilan ta'riflanuvchi ko'rsatkichlarni aniqlashga imkon beradi.

Ma'lum geologik sharoitda yuzaga kelgan har bir geologik jarayon, qurilgan inshoot, tajriba obyekti sifatida ko'rilib, olingan ma'lumotlar xuddi shunday hodisalarni bashoratlashda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Bu esa o'z navbatida geologik jarayon va hodisalarni o'rganishda geologik o'xshashlik usulidan foydalanishga imkon yaratadi.

Jarayonlar mexanizmini, shaklini va dinamikasini o'rganishda andozalash usulidan keng foydalaniladi. Daryo o'zani, suv omborlaridagi to'lqin ta'siri, gravitatsion va korrozion jarayonlar moddiy andozalarda, laboratoriya sharoitida o'rganiladi. Bu usullar geologik jarayon va hodisalarni bashoratlashni yuqori saviyada va katta aniqlikda bajarishga imkon beradi.

Bashoratlashning yana bir usuli - nazariy hisoblashdir. Bu usuldan bashoratlashning oxirgi bosqichlarida foydalaniladi. Yig'ilgan tajriba shuni ko'rsatadiki, bu usul qiya sathlarning turg'unligini, yer osti tog' inshootlari mustahkamligini, qirg'oqlarning yemirilishi va yuvilishi kabilarni bashoratlashda katta aniqlikga ega bo'lib yaxshi samara beradi. Nazariy hisoblash

usuli faol va sust ta'sir etuvchi omillar orasidagi munosabatni baholashga, geologik jarayonlarning oldini olishga, talafotlardan saqlanishga imkon beradi.

Yuqorida keltirilganlar asosida quyidagi xulosa kelib chiqadi: injener geologik jarayonlarni hamda injener-geologik sharoitning o'zgarishini bashoratlashda kompleks usullardan foydalanish, bu usullar esa o'z navbatida tabiiy geologik va sun'iy sharoitlarni hisobga olish, jarayonning mexanizmi va dinamikasini bilishga asoslangan bo'lishi maqsadga muvofiqdir.

## **5. GEOLOGIK JARAYONLAR KUZATILADIGAN MAYDONLARNI MUAYYAN TARTIBGA SOLISH VA TURLARGA AJRATISH**

Turli geologik jarayonlarni o'rganish tajribasi shuni ko'rsatadiki, bu jarayonlar turli murakkab geologik sharoitlarda yuzaga keladi, qurilish ishlari ta'sirida sharoit yanada murakkablashishi mumkin. Shuning uchun bu sharoitni to'g'ri tahlil qilish, jarayon fizikasini tushunish, jarayonlarni o'rganish usulini to'g'ri tanlash, ular yuzaga keltiradigan xavfni hisoblash usuli yordamida aniqlash talab qilinadi. Buning uchun tabiiy sharoitni tavsiflovchi mukammal kartalar, geologik qirqimlardan foydalaniladi.

Geologik kartalar va qirqimlar relyefni, geologik tuzilishni, tog' jinslarining yotish sharoitini, yer osti suvlari sathining chuqurligi va boshqalarni aniq ko'rsatishi shart. Qirqimlarda o'lchamidan qat'i nazar, petrografik tarkibi hamda fizik-mexanik xususiyati bilan farqlanuvchi hamma tog' jinslari ko'rsatilishi talab qilinadi.

Yuqoridagi talablarni bajarishda, geologik qirqimlar tuzishda ma'lum umumlashtirish, asosiy ta'sir etuvchi qatlamlarni ko'rsatish maqsadida geologik sharoitni ma'lum tizimlarga (sxemaga) keltirish kerak bo'ladi.

Geologik kartalar va qirqimlar turli keraksiz ma'lumotlar bilan murakkablashtirilmagan bo'lishi, shu bilan birga jarayonning yuzaga kelishi va rivojlanishini aniqlashga imkon berishi kerak. Bu esa o'z

navbatida ma'lum darajada umumlashtirishni, asosiy ma'lumotni to'liq ko'rsatilishini talab etadi.

Bu umumlashtirish oddiy soddalashtirish bo'lmay, geologik muhitni tahlil qilish, asosiy omilni bo'rttirib ko'rsatish bilan birga qirqim va kartalarning aniqligiga ta'sir etmasligi, ya'ni strategiyaga, tog' jinslari yotish sharoitlarining o'zgartirilishiga yo'l qo'ymasligi kerak.

Bu umumlashtirish natijasida har bir maydon uchun hisoblash chizmalari tuziladi. Agar geologik sharoitlari bir xil bo'lgan maydonlar bo'lsa, ular bir turga ajratiladi va ular uchun bir xil hisoblash chizmalari quriladi.

## **6. GEOLOGIK MUHITDAN OMILKORLIK BILAN FOYDALANISH MUAMMOLARI**

Yer sharidagi har bir maydon relyefi hamda geologik tuzilishi inson hayoti va faoliyatining geologik muhiti deb yuritiladi. Sodda qilib aytganda, bizni o'rab turgan geologik sharoit – geologik muhitdir.

«Geologik muhit» tushunchasini inshootning ta'sir maydoni bilan aralashtirish mumkin emas, chunki geologik muhit – bu obyektiv reallikdir. Inshootning ta'sir maydoni esa inson tomonidan boshqariladigan maydon bo'lib, inshoot turiga, og'irligiga, texnologik jarayonga qarab o'zgarib turadi.

Geologik muhit atmosfera, gidrosfera, yerning qobiqlari bilan birgalikda hosil bo'lgan va rivojlanmoqda. Bu muloqot, ya'ni yer qobiqlari va geologik hodisalar orasidagi munosabat yer yuzasida va qa'rida global, regional va lokal muvozanatlarni yuzaga keltirib chiqaradi. Ba'zi yerlarda bu muvozanat buziladi, geologik jarayonlarning rivojlanishi natijasida yangi muvozanat hosil qiladi.

Inson saviyasi past bo'lgan, faoliyati kuchli bo'lmagan davrda geologik jarayonlarni chetlab o'tishga harakat qilinar edi. Odamlarning beqiyos ko'payishi, faoliyatning zo'rayishi hozirgi kunda yangi-yangi maydonlarni o'zlashtirishni talab etmoqda.

Tabiiy geologik jarayonlarning keng tarqalishi inson faoliyatini cheklash bilan bir qatorda ular hayotiga tahdid solmoqda, jarayonlarni chuqur o'rganishni talab etmoqda, ularga qarshi kurashish zaruriyatini yuzaga keltirmoqda.

Shu yo'nalishdagi asosiy vazifa geologik jarayonlarni bashoratlash, ularni boshqarishning ilmiy asoslarini yaratishni talab etmoqda. Bu esa «Injenerlik geologiyasi» fanining asosiy ilmiy yo'nalishlaridan biri — injenerlik geodinamikasi fanini yuzaga keltirdi. Ikkinchi tomondan, insonning geologik muhitga ta'sirining masshtabi shunchalik kuchli bo'lib ketdiki, bu ta'sirga geologik jarayonning ma'lum turi sifatida qarashni talab etadi, chunki inson tabiatning tashkiliy qismi, rivojlanish mahsulidir.

Inson faoliyati bunyod etish ishlari bilan bir qatorda geologik muhitni buzish bilan ham tavsiflanadi. Shuning uchun geologik muhitni muhofazalash, ulardan omilkorlik bilan foydalanish muammosi yuzaga keladi.

Bu muammo tabiiy geologik jarayon va hodisalarning rivojlanishi, inshoot qurilishi, tog' kovlash ishlari va maydonlarni xo'jalik ishlari uchun o'zlashtirish bilan uzviy bog'liq bo'lib, insonning barcha injenerlik va xo'jalik faoliyati geologik jarayonlar qonunlari va qonuniyatlari asosida tahlil qilinishini taqozo etadi.

Yuqorida keltirilganlar asosida geologik jarayonlarni o'rganish, ularni yuzaga keltiradigan xavfni baholash, bashoratlash usullarini takomillashtirish «Injenerlik geodinamikasi» fanining asosiy vazifalari hisoblanadi.

## 7. TOG' JINSLARINING NURASHI

Nurash jarayoni eng keng tarqalgan geodinamik jarayonlardan hisoblanib, boshqa geodinamik jarayonlar rivojlanishiga sharoit yaratadi, maydonning injener-geologik sharoitini tubdan o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Bu jarayonga G.P. Gorshkov va A.F. Yakushevalar quyidagicha ta'rif beradilar: «*Nurash — tog' jinslari va minerallarning kimyoviy tuzlariga boy suv, gaz, kislorod, is gazi kislotalari, organizmlarning*

*biokimyoviy ta'siri natijasida fizik hamda kimyoviy parchalanish jarayonidir».*

Nurash jarayonini yuzaga keltiruvchi omillarga:

- quyosh nuri energiyasi, kimyoviy va issiqligi ta'siri;
- tog' jinslari haroratining kunlik va mavsumiy o'zgarishi;
- tog' jinslari namligining vaqt-vaqti bilan o'zgarib turishi;
- atmosfera gazlari ta'siri (kislorod, is gazi, oltingugurt vodorodi va boshqalar);
- atmosferadagi elektr tarmoqlarining qisqa tutashuvi natijasida hosil bo'ladigan azot kislotalari va ammoniyli birikmalar;
- hayvonot va o'simlik dunyosi ta'siri kiradi.

Nurash jarayoni tafsilotiga ko'ra fizik, kimyoviy, organik nurash turlariga bo'linadi.

Nurash jarayoni ichida eng keng tarqalgani fizik nurash bo'lib, bunda tog' jinslari haroratining o'zgarishi ta'sirida yaxlitligini buzilishi va parchalanishi kuzatiladi. Turli minerallardan tashkil topgan tog' jinslari harorat o'zgarishi ta'sirida tez nuraydi. Bunga sabab ularning tarkibiga kiruvchi turli minerallar harorat ko'tarilishi bilan turlicha kengayishidir. Bu jarayonning qayta-qayta takrorlanishi minerallarning o'zaro bog'lanish kuchini susaytiradi, natijada yaxlit tog' jinsi mayda-mayda bo'lakchalarga bo'linib ketadi. Harorat ta'sirida tog' jinslarining parchalanishiga ularning rangi ham katta ta'sir ko'rsatadi. Quyosh nuri energiyasi ta'sirida to'q rangli minerallar och rangli minerallarga qaraganda kuchsiz nuraydi. Har xil rangli tog' jinslari bir xil rangli jinslariga qaraganda tezroq nuraydi. Issiq quruq iqlimli mintaqalarda yog'in-sochinlar ham katta ta'sir ko'rsatadi. Jala yomg'ir suvi qizigan tog' jinsi yuzasiga tushib ularning birdaniga bir xil bo'lmagan sovishiga sabab bo'ladi, bu o'z o'rnida tog' jinslari parchalanishiga olib keladi.

Nurash jarayoni ta'sirida hosil bo'lgan tog' jinsi bo'laklarining pastga qarab harakatlanishi va qoya tog' jinslari atrofida yig'ilishi natijasida **kollyuvial** tog' jinslari hosil bo'ladi. Nurash jarayoni darzlik tog' jinslarida kuchli rivojlanadi.

Tog' jinslarining mexanik kuchlar ta'sirida parchalanishiga «mexanik nurash» deyiladi. Bu nurash turiga suvlarning

muzlashi, erishi, o'simliklar ildizlarining o'sishi, qurigan daraxt ildizlarini namlik ta'sirida shishishi hamda hayvonlarning hayot kechirishi bilan bog'liq bo'lgan hajm o'zgarishlar natijasida tog' jinslari parchalanishi kiradi. Shuningdek, harorat ko'tarilishi bilan tog' jinslari darzliklaridagi tuzlarga to'yingan suvlarning bug'lanishi va tuz kristallari o'sishi ham tog' jinslari yaxlitligining buzilishiga sabab bo'ladi.

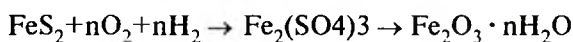
Tog' jinslari darzliklaridagi suvlarning muzlashi ular hajmining 9% ga oshishiga sabab bo'ladi, bu esa o'z navbatida darzlik devorlariga 200 MPa kuch bilan ta'sir etadi. Agarda tog' jinslari mustahkamlik darajasi ta'sir etayotgan kuch miqdoridan kichik bo'lsa, u parchalanadi. Bu hodisa ko'p hollarda muzlash nurashi deyiladi.

Shunday qilib, fizik nurash qanday bo'lishidan qat'i nazar, tog' jinslarining parchalanishiga olib kelib, har xil o'lchamli qirrali tog' jinsi parchalarini hosil qiladi. Fizik nurash natijasida tog' jinslarining parchalanishi, darzlanganlik darajasi oshishi ularning mustahkamlik darajasini susaytiradi, suv o'tkazuvchanlik xususiyatini oshiradi. Suv haroratining oshishi suv faoliyati bilan bog'liq bo'lgan geodinamik jarayonlarning rivojlanishiga sabab bo'ladi.

**Kimyoviy nurash.** Kimyoviy o'ta faol moddalar hisobiga suv, kislorod, is gazi kislotasi, organik kislotalar kiradi. Kimyoviy nurash quyidagi kimyoviy jarayonlar: oksidlanish, gidrotatsiya, erish, gidroliz ko'rinishida namoyon bo'ladi. Suvda erigan hamda erkin kislorodlarning mineral va tog' jinslariga ta'sirida nurash jarayoni yuzaga keladi.

Oksidlanish va qaytarilish nurash jarayonlariga tarkibida har xil valentlikka ega bo'lgan kimyoviy elementlardan (temir kabi elementlar) tashkil topgan minerallar tez va kuchli beriladi.

Kichik valentli temirning oksidlanishi natijasida yuqori valentli birikmalar hosil bo'ladi:

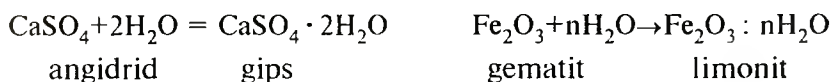


Pirit

Oksidlanish jarayoni barcha temir ma'danli qazilma konlarida kuzatilib qo'ng'ir temir qoplamalarini hosil qiladi.

Ko'pgina temir moddasi bilan boyigan cho'kindi tog' jinslari (qum, qumtosh, gil, mergel va boshqalar) ko'p hollarda sarg'ish zang rangiga ega bo'ladi, bu o'z navbatida nurash jarayoni yuz berganligidan dalolat beradi. Oksidlanish jarayoniga uchragan tog' jinslarining mustahkamligi oshadi.

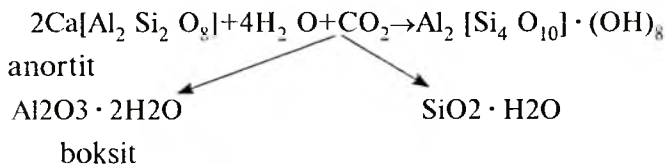
Gidrotatsiya – minerallarning suv bilan to'yinishidir. Eng ko'p suv bilan to'yinish angidridning gipsga, gematitning limonitga o'tishida yuz beradi:



Bu jarayon tog' jinslari hajmining oshishiga sabab bo'lib, fizik nurashni rivojlantiradi.

Gidrotatsiya jarayoni silikatlar guruhiga mansub bo'lgan murakkab tarkibli minerallarda ham kuzatiladi.

Silikatlar va alumosilikatlarning kimyoviy nurashida gidroliz jarayoni muhim o'rin tutib ularning parchalanishiga olib keladi.



Murakkab kimyoviy nurash jarayonining kechishida organizmlar katta o'rin tutadi. Organizmlar nuragan tog' jinslari tarkibidan ma'lum kimyoviy elementlarni olib chiqib ketadi.

O'simlik ildizlari tog' jinslarida darzliklarni hosil qilibgina qolmay, ularni kimyoviy kislotalar hosil qilib yemiradi. Shu bilan bir qatorda H, Ca,  $\text{SiO}_2$ , Mg, Na, P, Al, Fe kabi elementlar o'simlikka so'riladi.

Nurash jarayoni turlarini ajratish ma'lum qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi, chunki hamma hollarda nurash jarayonining turlari birgalikda kuzatiladi. Bu turlarning qaysi biri kuchliroq namoyon bo'lsa, shu jarayon nomi bilan yuritiladi.

Nurash jarayoni rivojlanishiga va uning turlariga tog' jinslari tarqalgan maydonning mutlaq va nisbiy balandligi, maydonning iqlim sharoiti, sathlarning ufq tomonlariga nisbatan joylashishi va boshqalar kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Quyida Respublikamiz hududida nurash jarayonining tarqalish qonuniyatlarini ko'rib chiqamiz. O'zbekiston Respublikasi quruq iqlim sharoitiga ega bo'lgan hududga joylashganligi sababli bu yerda fizik, mexanik nurash kuchli namoyon bo'ladi. Respublika hududining mutlaq hamda nisbiy balandligiga qarab nurash jarayoni turlari turlicha tarqalgan bo'ladi.

Qor chizig'idan yuqorida joylashgan baland tog'lik mintaqalarda o'simlik qatlami bo'lmaganligi sababli bu yerda fizik nurash keng tarqalgan. Bu nurash tog' jinslari haroratining tez-tez o'zgarib turishi sababli yuz berib, ularni darzlanishiga, maydalanishiga olib keladi. Bu yerda fizik nurash natijasida hosil bo'lgan darzliklarning chuqurligi ba'zan 30–50 metrgacha yetadi (Kavkaz tog'larida bu darzlikning chuqurligi 100–150 m chuqurlikkacha yetib borganligi aniqlangan). Vaqt o'tishi bilan nuragan tog' jinslari tog' yon bag'irlarida yig'ilib, to'kilmalarni hosil qiladi. Bu tog' jinslari «*dellyuvial*» tog' jinslarini hosil qiladi. Agarda nurash jarayoni nisbatan tekis sathlarda yuz bersa, tog' jinslari pastga qarab harakatlanmay nurash jarayoniga uchragan joyda qoladi. Bunday tog' jinslari «*elyuvial*» tog' jinslari deb ataladi.

O'rta balandlikdagi mintaqalar qor chizig'idan pastda joylashib, o'rta hisobda 1000 mm ga yaqin yog'in yog'adi. Bu yerda o'simlik dunyosi keng rivojlanganligi sababli fizik nurash bilan bir qatorda kimyoviy hamda qisman organik nurash ham kuzatiladi.

Ufq tomonlariga nisbatan joylashishiga qarab, tog' qiyaliklarining janubiy tomonga qaragan hududlarida quyosh nuri ta'sirida fizik nurash (to'kilmalar hosil bo'lishi), shimol tomonga qaragan qismida esa fizik nurashga qaraganda kuchliroq rivojlangan kimyoviy nurash tarqalganligi kuzatiladi. Shu sababli shimoliy tog' yon bag'irlarida yomg'ir suvlari ta'sirida yuvib tushirilgan gil zarrachali tog' jinslaridan tashkil topgan to'kilmalar keng tarqalgan.

Tog' oldi tekisliklarida yog'in-sochin miqdorining kamligi, yuqori harorat kuzatilganligi sababli sharqiy va g'arbiy tog' oldi maydonlarida fizik, kimyoviy va organik nurash bir maromda, janubiy maydonlarda esa fizik nurash keng tarqalgan bo'ladi.

Nurash jarayonining yuzaga kelishida tog' jinslarining mineralogik tarkibi, rangi asosiy omillardan hisoblanadi. Granit, sienit, diorit va boshqa katta chuqurlikda hosil bo'lgan tog' jinslari hamma turdagi nurashga, ayniqsa, fizik nurashga beriluvchan bo'ladi. Bunga sabab tog' jinslarining polimineralogik tarkibga egaligidir. Bu nurash natijasida o'tkir qirrali tog' jinslari bo'laklari hosil bo'ladi. Katta namlikka ega bo'lgan shimoliy tog' yon bag'irlarida tarqalgan, tektonik siniqlar bilan maydalangan tog' jinslarida esa kimyoviy nurash shiddat bilan kechadi va bir tabiiy birikma ko'rinishidagi tog' jinslari boshqa tabiiy birikma ko'rinishiga o'tadi. Masalan: dala shpati nurash natijasida kaolinitga aylanadi. Bu tog' jinslarining yuqori qatlamlari organik nurash natijasida serunum tuproqqa aylanadi.

Kimyoviy nurash jarayonining asosiy xususiyatlaridan biri bu tog' jinslarining rangini o'zgartirishi, injener-geologik xususiyatlarini yomonlashuviga olib kelishidir. Katta chuqurlikda hosil bo'lgan tog' jinslariga nisbatan kichik chuqurlikda hosil bo'lgan tog' jinslari (porfirit, vulqon tufi va boshqalar) nurash jarayoniga chidamli hisoblanadi. Tog' jinslari porfirli strukturaga ega bo'lganligi sababli fizik nurash ta'sirida kuchli parchalanmaydi, aksincha ularda kimyoviy nurash keng tarqalgan bo'ladi.

Gil, talk, xlorit, slyuda va boshqa slaneslar nurash natijasida qatlamlanish yo'nalishi bo'yicha maydalanib, tog' jinsi varaqchalarini hosil qiladi. Kimyoviy va biokimyoviy nurash natijasida o'simlik hayoti uchun zarur bo'lgan moddalarga boy o'simlik qatlami hosil bo'ladi.

Farg'ona vodiysining baland tog'lik hududlarida tarqalgan ohaktosh (bir xil minerallardan tashkil topganligi sababli) fizik nurash ta'sirida parallelopiped shaklidagi o'tkir qirrali tog' jinslari bo'laklari hosil qiladi. Tog' jinslari qancha kam qatlamlikka ega

bo'lsa, unda shuncha ko'p darzlik (litogenetik darzliklardan tashqari) kuzatiladi.

**Organik nurash.** Organik nurash o'simliklar, hayvon va mikroorganizmlar hayoti bilan chambarchas bog'liq bo'lib, ana shu omillarning natijasida sodir bo'ladi hamda o'simliklar uchun zarur bo'lgan mineral birikmalarga boy tuproq qatlamini hosil qiladi. Organik nurash ko'pincha mexanik, kimyoviy nurash jarayonlari bilan birga kuzatiladi. Yuqorida aytib o'tganimizdek, mexanik va kimyoviy nurash jarayonida tog' jinslari maydalanadi, maydalangan va o'zgargan tog' jinslarida esa o'simliklar, hayvonlar, mikroorganizmlar yashashi uchun sharoit vujudga keladi. O'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlarning ana shu maydalangan tog' jinslari qatlamlarida o'sishi hamda yashashi jarayonida karbonat angidrid, vodorod sulfid gazlari, gumus, kislotalar ajraladi.

Yashab hayoti tugagan o'simliklar va hayvonlarning qoldiqlari to'planishi natijasida nurash jarayoni yanada tezlashadi. O'simliklar ildizi yer qa'rining 60–70 m chuqurligigacha kirib borishi, turli mikroorganizmlar, xususan bakteriyalar turli gipsometrik balandliklarda, yer yuzasidan bir necha metr chuqurliklarda mavjud bo'lib, 1 sm<sup>3</sup> tuproqda 3,5 milliondan ko'proq bakteriya yashashi mumkinligi kuzatishlar natijasida aniqlangan. Bularning hammasi yer qobig'ining yuqori qatlamlarida, yer yuzasidagi tog' jinslarining nurashida katta kuch hisoblanadi.

Nurash jarayoni sodir bo'lishining kuchayishida insonlarning injenerlik faoliyati ham katta rol o'ynaydi. Shaxtalar, kotlovanlar, burg'i quduqlari yordamida yer qobig'ining ichki qatlamlariga kirib borilmoqda va ularning yaxlitligiga salbiy ta'sir ko'rsatilmoqda. Hozirgi vaqtda chuqurligi 13000 metrgacha yetadigan burg'i quduqlari mavjud.

Yuqorida ko'rib o'tilganlar asosida shuni qayd etish mumkin-ki, nurash jarayonining boshlang'ich bosqichlarida tog' jinslarida darzliklar paydo bo'lishi kuzatiladi.

Tog' jinslari darzligi ularning mustahkamlik darajasini susaytiradi, erozion, karstlanish, surilmalar hosil bo'lishi

jarayonlarining rivojlanishiga sharoit yaratadi. Tog' jinslari darzliklarini o'rganish ularning hosil bo'lish sabablarini, darzlik ko'rsatkichlarini, tog' jinslarining qiya sathlardagi turg'unligini va geologik jarayonlar rivojlanish darajasini aniqlash imkonini beradi.

Tog' jinslari darzliklarini o'rganishda darzlik har tomonlama ta'riflanadi, ya'ni:

- tog' jinsida darzliklarning joylashishi;
- darzlik uzunligi, chuqurligi, kengligi;
- darzlik tafsiloti;
- darzlikning joylashish zichligi;
- darzlikni to'ldiruvchi tog' jinslari tafsiloti, ularning xususiyatlari qayd etiladi.

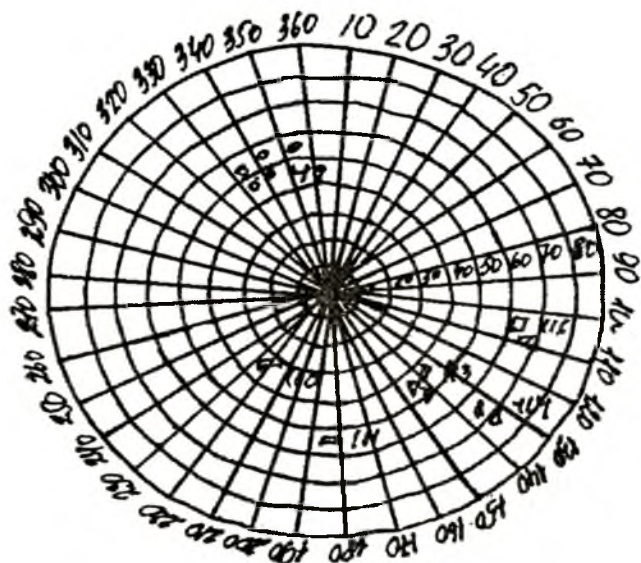
Hosil bo'lish sharoitiga qarab darzliklar quyidagilarga bo'linadi:

- kontratsion darzliklar — magmatik tog' jinslarida kuzatilib, magma yoki lavaning sovishi, kristallanishi jarayonida hosil bo'ladi;
- litogenetik darzliklar — cho'kindi va metamorfik tog' jinslarida kuzatilib, cho'kindining yig'ilishi va litogenez jarayonida hosil bo'ladi;
- ekzogen darzliklar — hamma turdagi tog' jinslarida nurash, zichlanish jarayonining kechishi natijasida hosil bo'ladi;
- tektonik darzliklar — tektonik kuchlar ta'sirida hosil bo'ladi;
- texnogen darzliklar — qurilish va insonning injenerlik faoliyati ta'sirida yuzaga keladi.

Tog' jinslari darzliklarini ufq tomonlariga nisbatan joylashishi, qiyalik burchagi, azimut yo'nalishi tog' kompasi yordamida aniqlanadi.

Darzlik chuqurligi, kengligi metall chizg'ich, ruletka yoki po'lat simni darzlikka botirish yo'li bilan aniqlanadi. Bunda shuni aytib o'tish kerakki, bu usulda darzlikning haqiqiy chuqurligini aniqlash imkoniyati bo'lmaydi. Shuning uchun darzlikning effektiv chuqurligi aniqlanadi.

Darzlik haqidagi ma'lumotlar bir necha xil chizmalarda ko'rsatilishi mumkin. Bu usullar ichida eng keng tarqalganlaridan biri F.P.Savarenskiy tomonidan taklif etilgan aylana diagramma-dir (1-rasm).



1-rasm. F.P.Savarenskiy aylana diagrammasi.

- |                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| ▽ – kengligi 0,1 mm bo'lgan darzlik; | △ – 1–5 mm li darzlik;      |
| ○ – 0,1–0,5 mm li darzlik;           | ◇ – 5–20 mm li darzlik;     |
| □ – 1 mm gacha bo'lgan darzlik;      | ▽ – 20 mm dan katta darzlik |

F.P.Savarenskiy aylana diagrammasida: tashqi aylana bo'yicha yo'nalish azimuti ko'rsatkichi (graduslarda), ichki aylanalar bo'yicha yotish qiyalik burchagi ko'rsatiladi. Ma'lum shartli belgilar yordamida darzlik o'lchami, darzlikni to'ldiruvchi tog' jinslari ko'rsatiladi. Agar darzlik to'ldirilmagan bo'lsa, u holda darzlik belgisi shtrixlanmaydi.

Darzlikni to'ldiruvchi tog' jinslari (suglinok, supes, qum, sheben va b.) shtrixlar va shartli belgilar bilan ko'rsatiladi.

Darzlikni to'ldirilgan-to'ldirilmaganligi va to'ldiruvchi tog' jinsi litologik tarkibi ko'rsatiladi. Darzliklarning bir yerga to'planishi (bir xil yo'nalish azimutiga, qiyalik burchagiga ega bo'lishi) darzlik sistemalarini ajratish imkonini beradi.

Ekzogen darzliklar diagrammada tarqoq holatni oladi, tektonik, litogenetik darzliklar esa darzlik sistemalarini hosil qiladi.

Darzliklar o'lchamiga qarab quyidagi guruhlariga taqsimlanadi:

- mikrodarzliklar – 0,01 mmdan kichik bo'lgan darzliklar, ularni shliflarda, mikroskop ostida kattalashtirilgan holatda kuzatish mumkin.

- soch tolasidek darzliklar – darzlik o'lchami 0,01–0,1 mm;

- tor darzliklar – o'lchami 0,1–1 mm;

- ingichka darzliklar – o'lchami 1–5 mm;

- o'rtacha kenglikdagi darzliklar – o'lchami 5–20 mm;

- keng yoki katta darzliklar – 20–100 mm.

Tog' jinslarining darzlik darajasini bir-biridan ajratish, farqlash, darzlik darajasini baholash maqsadida quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaniladi:

1. Darzlik moduli – tog' inshootlari kesimining 1 m uzunligidagi tog' jinslarida uchraydigan darzliklar soni.

2. Tog' jinslari darzlik, bo'shqlik koeffitsienti – tog' jinsidagi darzliklar umumiy egallagan hajmining tog' jinsining umumiy hajmiga nisbatidir. Bu ko'rsatkich tog' jinsi yuzasida ham aniqlanishi mumkin. Buning uchun tog' jinsi yuzasida darzliklar egallagan maydonning umuman tog' jinslari egallagan yuzaga nisbati olinadi.

Tog' jinslari darzlik, bo'shqlik koeffisienti bo'yicha quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- $K_{tr} < 2\%$  – sust darzlangan tog' jinslari;

- $K_{tr} = 2-5\%$  – o'rtacha darzlangan tog' jinslari;

- $K_{tr} = 5-10\%$  – kuchli darzlangan tog' jinslari;

- $K_{tr} > 10\%$  – o'ta kuchli darzlangan tog' jinslari.

3. Tog' jinslari bo'lakliligi koeffisienti – tog' jinslari bo'laklari o'rtacha hajmining tog' jinsi hajmiga bo'lgan nisbatidir. Bunda

tog' jinsi bo'laklari kengligi 1 mm dan katta bo'lgan darzliklar bilan bo'lingan bo'lishi shart.

Tog' jinsi darzligini tafsiflovchi ko'rsatkichlar asosida ularning mustahkamlik ko'rsatkichlarini hisoblash mumkin.

### **7.1. Gil zarrachali tog' jinslarining nurashi**

Gil zarrachali tog' jinslarining nurashi boshqa tog' jinslarida kechadigan nurash jarayonidan farq qilib, ularning qurilish xususiyatlarini, mustahkamlik darajasini pasaytiradi.

Gil zarrachali tog' jinslarining nurashi ularni ko'pchishi, oquvchan holatga o'tishi, organik birikmalarga boyishi qabi jarayonlar kechishi bilan namoyon bo'ladi.

Qattiq gil zarrachali tog' jinslari ko'pchish natijasida oquvchan holatga o'tib, bosimga ko'rsatadigan qarshiligi susayib ketadi. Qurilish handaqlarida tarqalgan gil zarrachali tog' jinslarining ko'pchishi ular ustida qurilish ishlarini olib borishni mushkullashtiradi. Tog' jinslari namligining kamayishi esa tog' jinslari yaxlitligining buzilishiga, qurish darzliklarining (трещины усадки) hosil bo'lishini yuzaga keltiradi. Agar gil zarrachali tog' jinslari inshoot poydevori asosi bo'lib xizmat qilsa, u holda ular namligining kamayishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Chunki nurash natijasida ularda darzliklar hosil bo'lib, mustahkamlik darajasi susayib ketadi.

Lyoss tog' jinslarining nurashi boshqa tog' jinslari nurashidan farq qiladi. Ular nurash jarayoni natijasida baland terassalarda jarliklarni hosil qiladi, kanal va daryo suvlari ta'sirida yuvilishidan tik ustunli devorlarni hosil qiladi.

Bu ustunliklarning turg'unlik darajasi turlicha bo'lib, ko'p hollarda pastga qulashi mumkin.

Bunday hodisalarni Chirchiq hamda Keles daryosi, Bo'rjar hamda Qoraqamish ariqlari qirg'oqlarida kuzatish mumkin. Bu yerlarda kengligi 3–5 m, uzunligi 1,0–1,65 m, balandligi 15–20 m ga teng bo'lgan tog' jinslari qulashlari kuzatiladi. Bunga sabab gil tog' jinslari tarqalgan kesishuvchi darzliklarning hosil bo'lishidir. Bu darzliklar daryo va jarlik qirg'oqlaridan 40–50 m uzoqliklarda ham kuzatiladi. Lyoss tog' jinslarining

kimyoviy nurashi natijasida  $\text{Na}^+$  hamda  $\text{K}^+$  ionlarining yutilishi, yer yuzasiga yaqin joylashgan tog' jinslari tarkibida yengil eruvchan tuzlarning erishi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Lyoss tog' jinslarida yashovchi hayvonlar, o'simliklar ta'sirida biokimyoviy nurash yuzaga keladi va lyoss qatlamlarida o'simlik chirindilarining, o'g'itlarning yig'ilishiga, tuproq hosildorligining oshishiga olib keladi.

Nurash jarayoniga uchragan tog' jinslarining qurilish xususiyatlari yomonlashishini hisobga olgan holda bu jarayonni chuqur o'rganish zarur.

Nurash jarayoniga uchragan tog' jinslarini injener-geologik nuqtayi nazaridan o'rganish quyidagi masalalarni hal qilishga qaratilgan bo'ladi:

1. Inshootlarni joylashtirish uchun maqsadga muvofiq joy tanlash.

2. Bajariladigan tuproq ishlarining hajmini aniqlash, surib tashlanadigan nuragan tog' jinslari qatlami qalinligini belgilash.

3. Qurilish handaqlarini tashlab ketilishining xavfsiz mud-datini belgilash.

4. Tog' jinslarining nurashiga qarshi kurash maqsadida yotqiziladigan gil zarrachasi qoplama qalinligini aniqlash.

5. Qiya sathlarda tarqalgan tog' jinslarining nurash ta'sirida turg'unligining o'zgarishini baholash.

6. Qurilish va kovlash ishlarini bajarishda nuragan tog' jinslarining qattqlik darajasini aniqlash va ish olib borish usulini tanlash.

7. Nurash jarayonining oldini olishga qaratilgan kurashish usullarini tanlash.

Nurash jarayonini o'rganishda o'tkaziladigan injener-geologik qidiruv ishlarni 4 ga bo'lish o'rinli bo'lib, bular quyidagilardan iborat:

1. Tog' jinslaridagi nurash jarayonining umumiy xususiyatlarini, tafsilotini qayd etish, nurash mintaqalarini ajratish.

2. Nurash jarayonining tezligini o'rganish. Nurash jarayoni tafsiloti hamda mintaqalari aniqlangandan so'ng bajariladi.

3. Dala kuzatishlari va laboratoriya ishlari. Nurash jarayoniga uchragan tog' jinslari qatlami qalinligini aniqlash maqsadida o'tkaziladi.

4. Tog' jinslari nurash jarayonini oldini olish maqsadida yotqiziladigan qoplamalar yoki surib tashlanadigan tog' jinslari qalinligini aniqlash.

Yuqorida sanab o'tilganlardan 1 va 3-bandlarda ko'zda tutilgan ishlar hamma turdagi qurilish maydonlarida bajariladi.

2 va 4-bandlarda qayd etilgan ishlar ba'zi yirik handaqlar, qiya sathlarda, chuqurliklarda, ularni ochiq qoldirish muddati katta bo'lgan sharoitda o'tkaziladi.

Nurash jarayoniga uchragan tog' jinsi xususiyatlarining mukammal hamda to'laqonli bo'lishi maqsadida quyidagilar o'rganiladi:

- tog' jinslarining rangi, parchalanganlik darajasi va tafsiloti;

- tog' jinslarining mineralogik tarkibi tafsiloti;

- tog' jinslarining mustahkamligi va boshqalar.

Tog' jinslarining ta'riflashda ularning rangiga, rangini chuqurlikka qarab o'zgarib borishiga e'tibor qaratiladi. Tog' jinsi rangi bir necha yangi sindirilgan namunalarda o'rganiladi.

Tog' jinslarining bo'linganlik, parchalanganlik darajasi esa tog' jinsi tashkil etuvchi bo'laklar o'lchamini aniqlashga asoslangan.

Tog' jinslari g'ovaklik ko'effitsientiga qarab ham ularning nuraganliligiga baho berish mumkin. Buning uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$K_v = E_v - E_n$$

$K_v$  — nuraganlilik ko'effitsienti.

$E_v$  — nurash jarayoniga uchragan tog' jinsi g'ovakligi.

$E_n$  — nurash jarayoniga uchramagan tog' jinsi g'ovakligi.

Nurash natijasida tog' jinslari mineralogik tarkibini o'rganishda uning tarkibidagi alyumosilikatlarga asosiy e'tibor qaratish lozim.

Masalan: dala shpatlari, avgit, shoh aldamchisi minerallari nurash natijasida kaolinit, montmorillonit, illit va boshqa ikkilamchi minerallarga aylanadi. Minerallarning bir turdan ikkinchi turga o'tishi mineral tarkibidagi ishqor va ishqorli kimyoviy elementlarining olib chiqib ketilishi bilan amalga oshadi.

Tog' jinslarining mustahkamlik darajasini susayishi esa minerallarning o'zaro bog'lanishi mexanik mustahkamligining susayishi hisobiga ro'y beradi. Nurangan tog' jinslarining bu xususiyatini hamma bir xil tushunishi uchun quyidagicha baholash taklif etiladi:

1. Bolg'a bilan qiyin maydalanadigan;
2. Qo'l bilan sindiriladigan;
3. Barmoqlar bilan sindiriladigan;
4. Qo'l tegishi bilan sochilib ketadigan xususiyatlar sifatida ta'riflash qabul qilingan.

Nurash jarayonini dala sharoitida o'rganishda quyidagi hujjatlar tuzilishi shart:

1. Yer sathi relyefi (shakli) ko'rsatilgan geologik-litologik karta;
2. Dala daftari;
3. Geologik-litologik ustunlar, qirqimlar tuzish.

Nurash jarayoni tezligini va nurash jarayoni ta'sir etgan tog' jinsi qatlami qalinligini aniqlash, nurash tafsiloti shurf yoki boshqa tog' inshootlarini kovlash yordamida o'rganiladi. Nurash jarayoni chuqurligi nuragan va nuramagan tog' jinslarini solishtirish orqali aniqlanadi. Tog' jinslarining sun'iy usulda ochilgan yuzalarida nurash jarayoni tezligi quyidagicha o'rganiladi:

O'rganilayotgan maydonda tog' jinslarining yuzasi ochiladi va uning litologik tarkibi, ufq tomonlariga nisbatan joylashishi, sath qiyaligi, tog' jinslarining holati va xususiyatlari dala daftarida batafsil aks ettiriladi. Tog' jinslari ochilgan vaqti aniqlanib, bu davr 15–20 yildan kam bo'lmagan holda tajriba maydoni sifatida qabul qilinadi. Har bir tanlangan maydonda nuragan va nuramagan tog' jinslaridan namunalar olinib, laboratoriya sharoitida o'rganiladi. Bundan tashqari tajriba maydonlarining iqlim sharoiti: kunlik,

yillik harorat o'zgarishi, yog'in-sochinlar miqdori, atmosferada kuzatiladigan anomal hodisalar, kuchli yomg'irlar, shamollar, bo'ronlar haqida ma'lumot to'planadi. Olingan ma'lumotlarni tahlil qilish asosida turli sharoitlarda tarqalgan tog' jinslarining qay darajada nuraganligiga baho beriladi va nurash jarayoni tezligi aniqlanadi.

*2-jadval*

**Nurash jarayonining chuqurlik bo'yicha ta'siridan  
hosil bo'lgan qirqim**

| №  | Qatlam nomi                                    | Qatlam qalinligi, m                      | Qatlam tafsiloti                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Juda mayda zarrachali qatlam                   | <0,25                                    | Chang, gil zarrachalardan iborat, zarrachalar (o'lchami 1 mm gacha) namlik oshishi bilan oquvchan holatga o'tadi, quruq holatda shamol ta'sirida uchirib ketilishi mumkin.                                                            |
| 2. | Mayda donador zarrachali qatlam                | 0,9–2,5                                  | Qatlamni tashkil etuvchi zarralar turli o'lchamlarga ega. Chuqurlik oshgan sari zarralar o'lchami oshib boradi. Qatlamda birlamchi tog' jinslari xususiyati umuman saqlanmaydi.                                                       |
| 3. | Xarsang-toshli, yirik zarrachali tog' jinslari | Bir necha metrdan bir necha 10 metrgacha | Nuragan tog' jinslari birlamchi tog' jinslaridan rangi, yaxlitligi bilan farq qiladi, lekin umumiy tekistg'ura saqlanib qoladi. Qatlam darzliklar bilan yirik bo'laklarga bo'lingan bo'lib tektonik struktura izlari saqlanib qoladi. |
| 4. | Monolit, yaxlit tog' jinslari                  | Ochilgan qalinligi 3 metrgacha           | Tog' jinslari sezilarli nurash darzliklariga ega emas. Ma'lum tekislik bo'yicha sinadi.                                                                                                                                               |

Agarda yuqoridagi usulda tog' jinslarining nuraganlik darajasi va nurash jarayoni tezligini aniqlashning iloji bo'lmasa, u holda maxsus ishlar olib boriladi. Buning uchun turli geomorfologik sathlarda, ufq tomonlariga nisbatan turli sharoitda joylashgan yerlarda kuzatish maydonchalari tashkil etiladi. Kuzatish maydonlarining o'lchami 4 m<sup>2</sup> dan kichik bo'lmasligi shart.

Bir turdagi tog' jinslarida nurash jarayonining tezligini aniqlash uchun turli sharoitlarda joylashgan kamida 2 ta maydon

tanlanadi. Bir xil litologik tarkibga ega bo'lgan tog' jinslari tarqalgan ikki maydonda bir vaqtning o'zida tog' kovlash ishlari olib boriladi va bir vaqtning o'zida namuna olish, o'rganish talab etiladi. Kuzatish kamida bir yil davomida olib boriladi. Bir yil ichida o'rganish ishlarini olib borish tog' jinslarining nurashi jadalligini va uning mustahkamligini susaytiruvchi omillarni aniqlashga imkon beradi.

Nurash jarayoniga uchragan tog' jinslarida darzliklar paydo bo'ladi, ular ustiga qurilgan inshoot mustahkamligiga putur yetadi. Shu sababli qurilish bilan bog'liq bo'lgan masalalarni hal qilishda tog' jinslari nuraganlilik darajasini aniqlash, nurash jarayoniga uchragan tog' jinslari litologik tarkibini o'rganish katta ahamiyatga ega.

M.V.Churinov va G.S.Zolotaryov nurash jarayoniga uchragan tog' jinslari qirqimiga mos bo'lgan yuqorida keltirilgan jadvalni tavsiya etishgan (2-jadval).

## **7.2. Nurash jarayonining oldini olish va unga qarshi kurashish**

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar, nurash jarayonining injener geologik sharoitga ta'sirining kuchli bo'lganini hisobga olib ularni oldini olish, nuragan tog' jinslari mustahkamligini oshirish usullarini tanlash injener-geologik vazifalaridan biri hisoblanadi. Nurash jarayoniga qarshi olib boriladigan ishlar, qurilishi mo'ljallangan inshoot konstruksiyasi va maydonda tarqalgan tog' jinslari va nurash jarayonini yuzaga keltiruvchi omillarga bog'liq bo'ladi.

Nurash jarayoniga uchragan tog' jinslarida darzliklar mavjud bo'lsa, bu darzliklarni to'ldirish talab qilinadi. Darzliklarni to'ldirish sement qorishmalari, turli kimyoviy eritmalar yordamida bajariladi. Bitum bilan to'lg'azish ikki marotaba o'tkazilishi shart. Chunki qizigan bitum sovigandan so'ng o'z hajmini qisqartirib, darzlikni to'liq yopmasligi mumkin.

Agarda nuragan qatlam qalinligi katta bo'lmasa, u holda bunday qatlam surib tashlanadi va nurash jarayonini yuzaga

keltiruvchi omillar ta'sir etishi mumkin bo'lgan chuqurlikka teng qalinlikka ega bo'lgan tuproq qatlami bilan qoplanadi.

Masalan tashqi harorat ta'sirida sathning muzlash qalinligi 0,7 m ni tashkil etsa, qoplama qalinligi 0,7 m dan katta bo'lishi shart.

Agarda nurash natijasida hosil bo'lgan darzliklar katta chuqurlikka ega bo'lsa va qurilish sharoitiga ta'sir etsa, u holda darzliklar burg'i quduqlari orqali bosim ostida silikat eritmasi yoki beton qorishmasi yuborish usuli bilan to'lg'aziladi.

## 8. EOL JARAYONI

Yer yuzasining hamma mintaqalarida turli tezlikka ega bo'lgan shamol esib turadi. Shamol juda katta geologik ishni bajaradi. Shamol ta'sirida tog' jinslarining yemirilishi, bir yerdan ikkinchi yerga olib borib yotqizilishi mumkin. Nurash jarayoniga uchragan tog' jinslari, shag'al, qumtosh, shag'altosh tarkibidagi mayda zarrachalar shamol yordamida tog' jinslari qa'ridan olib chiqib ketilishi natijasida ma'lum masofada suglinok, supes, qum kabi yotqiziqlar yotqiziladi. Tog' jinslari tarkibidagi zarrachalarning olib chiqib ketilishi natijasida ularning fizik, mexanik, filtratsion xususiyatlari o'zgaradi.

Tog' jinslari zarrachalarining qayta yotqizilishi nafaqat shamol tezligiga, balki ularning o'lchamlariga, zarrachalarning o'zaro bog'lanish mustahkamligiga ham bog'liq bo'ladi.

Shamolning o'rtacha tezligi 20 m/s ni tashkil etgan vaqtda 1 yil davomida balandligi 5–6 m ga ega bo'lgan qum barxanlari 50–60 m ga suriladi. Xuddi shunday tezlikdagi shamol ta'sirida Qizilqum hududidagi qum barxanlari bir necha kun ichida shunday masofaga surilishi kuzatilgan. Buning sababi Qizilqum hududida chorvachilikning rivojlanganligi hamda bu yer o'simlik dunyosiga boy emasligi natijasida qumlar bog'lanmagan holda bo'ladi. Shamol ta'sirida chang to'zonlari ko'tarilishi hamda qayta yotqizilishi cho'l mintaqalarida tez-tez kuzatilib turadi. Bunga misol tariqasida Surxondaryo viloyatidagi «Afg'on» shamolini, Ashxobodda 1967–1985-yillarda ko'tarilgan chang-to'zonlarni aytib o'tishimiz mumkin.

1967-yil Ashxobodda ko'tarilgan shamol natijasida bir necha soat davomida o'rtacha qalinligi 0,12 m chang yotqizig'i yotqizilgan. 1985-yil kunduz kungi chang to'zon ko'tarilishidan hamma yoqni qorong'ilik bosgan, chang-quyosh nurini to'sib qo'ygan. Qum changlarining yer yuzida uchib yurishi, qayta yotqizilishi juda katta maydonlarda kuzatilgan.

Shamol ta'sirida ekin maydonlaridan serunum tuproq qatlamlarining uchirilib ketishi natijasida tuproq eroziyasi yuzaga kelishi mumkin.

Qum massivlarining ko'chishi sharqiy Farg'onada, Buxoro viloyati chegaralarida, Xorazm vohasida, Amudaryo vodiysida, quyi Surxondaryoda ko'p tarqalgan.

Shamol ta'sirida tog' jinslarining yemirilishi natijasida hosil bo'lgan chuqurliklar o'lchami har xil bo'lishi mumkin. B.A.Fedorovning kuzatishlari asosida Qozog'iston hududidagi bunday maydonning uzunligi 145 km, kengligi esa 2–10 km chuqurligi esa 100–142 m ekanligi qayd etilgan.

Lyoss tog' jinslari tarqalgan hududlarda tog' jinslarining kuchli yemirilishiga asosiy sabab — yerlarning shudgor qilinishi, dala yo'llaridagi changliklar, kanal atrofidagi tog' jinslari uyumi-ning yig'ilishi hamda lyoss tog' jinslari ustida qattiq qatlamning yo'qligidir.

Yerdan ko'tarilgan chang zarrachalari havoda uzoq muddat muallaq turadi va shamol yo'nalishi bo'yicha boshqa hududlarga qayta yotqiziladi. Shamolning mexanik kuchi inshootlar, imoratlar mustahkamligiga ta'sir ko'rsatadi. Chunki bu inshootlar shamol uchun to'siq hisoblanadi. Shamol inshootda yollanma bosim hosil qiladi. Bosim miqdori inshoot konstruksiyasiga va balandligiga bog'liq bo'ladi. Eng yuqori bosim minora usulida qurilgan inshootlarda kuzatiladi. Masalan, Moskva shahridagi Ostankino teleminorasining uchi shamol natijasida 6 m amplituda bilan tebranadi. Shamol qum, chang gohida graviy o'lchamiga ega bo'lgan tog' jinsi zarrachalarini uchirib keladi. Bu zarrachalarning tog' jinsiga urilishi ta'sirida ajoyib-g'aroyib shakldagi tabiiy haykallar — «qo'ziqorin», «ustun», «tebranuvchi

qoyalar» hosil bo'ladi. Bunday shaklga ega bo'lgan tog' jinslarining hosil bo'lishi tog' jinslari mustahkamligiga hamda shamol tezligiga bog'liq bo'ladi. Shamol tezligining kamayishi natijasida uchirib keltirilayotgan zarrachalar tog' jinsi shaklida yotqiziladi. Bu yotqiziqlar kartalarda «eol» yotqizig'i sifatida tasvirlanib, «V» belgisi bilan belgilanadi.

Hududlarning injener-geologik sharoitini baholashda qum yotqiziqlarining turg'unligi yoki ko'chuvchanligini aniqlash katta ahamiyatga ega.

Qumlar shu xususiyatiga qarab turg'un hamda ko'chuvchan yotqiziqlarga bo'linadi. O'simlik qatlami mavjud bo'lmagan sathlardagi qumlar yengil ko'chuvchan bo'ladi. Shamol ta'sirida zarrachalarning bir joydan ikkinchi joyga olib borib qayta yotqizilishi natijasida, quyidagi relyef turlari: dyunalar va barxanlar hosil bo'ladi. Dyuna daryo, dengiz qirg'oqlarida uchirib kelayotgan zarrachalarning to'siqlarga uchrashi natijasida hosil bo'ladi. Dyunalar daryo, dengiz qirg'oqlarida balandligi 20–40 m va undan baland do'ngliklar hosil qiladi.

Barxanlar asosan qum sahrolarida va cho'l mintaqalarida hosil bo'ladi. Barxanlarning hosil bo'lishida bir xil yo'nalishga ega bo'lgan kuchli shamollarning esishi muhim omil bo'ladi. O'rta Osiyo mintaqalarida qum barxanlarining balandligi 60–70 m ga, egallagan maydoni esa bir necha o'n kvadrat metrdan bir necha yuz kvadrat metrgacha yetadi. Sahroyi Kabir sahrosida (Afrika) barxanlarning balandligi 200–500 m gacha yetadi.

Ko'chuvchi qum barxanlari o'z harakati bilan xalq xo'jaligiga katta xavf tug'diradi. Ko'chuvchi qumlar o'z yo'lidagi ekin maydonlarini, kanallar, yo'llar, qishloqlar gohida esa shaharlarni ham bosishi hollari kuzatiladi. Bunga misol bo'lib O'rta Osiyoning qadimiy shaharlarini, ya'ni Afrosiyob, Dalvarzin va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Tabiatda kuzatilgan kuchli bo'ronlar va ularni yuzaga keltirgan hodisalar haqida quyida ma'lumot beriladi:

1. S.Bergning 1947-yil Xitoy Xalq Respublikasi bo'yicha bergan axborotiga asosan, 1927-yil mart oyining tunlaridan birida

kuchli bo'ron paytida Pishek shahrining har bir kvadrat kilometr maydonida o'rta hisobda 43 tonna eol yotqiziqlari yig'ilgan.

2. G.F.Yakubovning (1940) yozishi bo'yicha Boshqirdistonda 30 taga yaqin chang bo'ronlari kuzatilib to'siqlar oldida qalinligi 2 m gacha bo'lgan chang zarralari yig'ilgan. Bitta kuchli shamol natijasida har gektar maydondan taxminan 120–150 t mayda zarracha uchirib ketilgan.

3. Afrikadagi Sahroyi Kabir sahrosi har yili 15–20 m masofaga qarab surilib bormoqda. Bu sahroda barxanlar balandligi 500 m gacha yetishi kuzatilgan. Shamolning ishini baholash uchun Xeops piramidasi bilan solishtirish o'rinlidir. Xeops piramidasining balandligi 135 m ni tashkil etib, og'irligi 2,5 t gacha bo'lgan tog' jinsi bo'laklaridan qurilgan. Piramidani 100000 qul 2 yil davomida qurgan.

Yuqorida keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, shamol ta'sirida juda katta geologik ish bajariladi. Eol jarayoni injenerlik inshootlari qurilishiga kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Eol jarayoni ta'sirida hosil bo'lgan yotqiziqlar (qumlar) mustahkamlangan yoki mustahkamlanmagan bo'lishini hisobga olgan holda qurilish maydonlarini o'rganish talab etiladi. Buning uchun quyidagi majmuadagi injener-geologik tadqiqot ishlarini o'tkazish maqsadga muvofiqdir:

1. Injener-geologik syomka.
2. Burg'ilash ishlari.
3. Tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlarini laboratoriya sharoitida o'rganish.

Injener-geologik syomka ishlarini bajarishdan oldin o'rganilayotgan hududning iqlim sharoitiga tegishli ma'lumotlarni jamlash va tahlil qilish talab etiladi.

Xususan, o'rganilayotgan maydon bo'yicha haroratning vaqt davomida o'zgarishi shamol yo'nalishi, uning tezligi haqidagi ma'lumotlar tahlil qilinadi. Shu bilan birga maydonda o'simlik dunyosining rivojlanganlik darajasi baholanadi. Injener-geologik syomka ishlari yirik va o'rta masshtablarda o'tkaziladi.

Syomka jarayonida hududning geomorfologik tuzilishiga, xususan relyef elementlariga (barxanlar, barxan zanjirlari, qabariq qum tepaliklari, dyunalar mavjudligiga) katta e'tibor beriladi. Aniqlangan relyef turlari va elementlari kartaga tushiriladi.

Shamol ta'sirida yotqizilgan yotqiziqlardan tashqari maydon-da tarqalgan turli stratigrafo-genetik turdagi tog' jinslari tarqalish chegaralari, litologik tarkibi kartaga tushirilishi lozim.

Syomka jarayonida qum barxanlari va uyumlarining harakat yo'nalishini aniqlash imkoniyati bo'lsa, uni ma'lum shartli belgilar bilan kartada tasvirlash maqsadga muvofiq.

Burg'i quduqlarini kovlashdan maqsad, qum yotqiziqlari qalinligini aniqlash, qum yotqiziqlari ostida tarqalgan tog' jinslari yuzasini ochish, uning morfometrik ko'rsatkichlarini aniqlashdan iborat.

Burg'ilash vaqtida tog' jinslaridan namunalar olish, hudud bo'yicha geologik-litologik qirqim tuzish ishlari bajariladi.

Olingan namunalarda tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari laboratoriya sharoitida aniqlanishi shart bo'lgan ko'rsatkichlarga quyidagilar kiradi:

- granulometrik tarkib;
- tog' jinslari tarkibidagi tuzlar va ularning kimyoviy tarkibi;
- tog' jinslarining petrografik tarkibi;
- tog' jinslarining mineralogik tarkibi;
- tog' jinslarining suv o'tkazuvchanligi, filtratsion xususiyatlari;
- kapillar bosim, kapillar suv ko'tarilish balandligi.

O'tkazilgan izlanishlar natijasida qum to'plamlarini ko'chuvchanligi haqida ma'lumotga ega bo'linadi.

Agarda maydonda tarqalgan qumlar ko'chish xususiyatiga ega bo'lsa, u holda ko'chuvchi qumlar yo'lida joylashgan inshootlarni qum bosishidan muhofaza qilish talab qilinadi. Shamol yo'liga to'siqlar qo'yish usuli chiziqli inshootlarni qum bosishidan saqlashda yaxshi samara beradi. Agar shamol yo'nalishi o'zgaruvchan bo'lsa, u holda bu usul samara bermaydi.

O'zbekiston hududida qum ko'chishlariga qarshi kurashish ishlari juda sust rivojlangan, hozirgacha qumli hududlarda moslashtirilgan o'simliklar daraxtlar ekish usulidan foydalanib kelinmoqda (ihota daraxtlari).

Qoraqum hududlari sharoitida ko'p yillik tajribalar asosida bitum eritmasini avtomobil yoki samolyotlar yordamida sepilishi natijasida mustahkam qoplovchi qoplama hosil qilish yaxshi natija bermoqda. Mustahkam qoplovchi birikmalar hosil qilishda polimer moddalardan foydalanish istiqboli katta. Chunki bu moddalar qumlarni mustahkamlash bilan bir qatorda o'simliklar uchun sun'iy o'g'itdir. E.S.Ostanin tomonidan taklif etilgan kimyoviy birikma — poliakrilomiddan foydalanish usulini Qora-Bo'g'oz ko'li atroflarida qo'llash yaxshi natijalar bermoqda.

Ko'chuvchi qumlarga qarshi kurashish maqsadida uchuvchi qumlarning yig'ilishi uchun sharoit yaratuvchi inshootlar qurish yoki shularni hisobga olib loyihalashtirish (yo'l qurilishlarida) talab qilinadi.

## **9. SUV HAVZALARI QIRG'OQLARINING YUVILISHI VA YEMIRILISHI**

Yer sharining 2/3 qismini suv havzalari tashkil etadi. Bundan tashqari insoniyat taraqqiyotining mahsuli bo'lgan sun'iy suv omborlari qurilishi keng masshtabda rivojlanmoqda. Suv omborlari hamda havzalari qirg'oqlari suv to'lqinlari ta'sirida doimiy rivojlanishda bo'ladi.

*Tabiiy suv havzalari qirg'oqlarining to'lqin ta'sirida yemirilishi «qirg'oq yemirilishi» deyiladi.*

*Sun'iy suv omborlari qirg'oqlarining to'lqin ta'sirida yemirilishi «qirg'oqlarning qayta hosil bo'lishi yoki qayta yemirilishi» deyiladi (qayta ishlanishi).*

Suv havzalari va omborlari qirg'oqlarining yemirilishini o'rganishda quyidagi atamalardan foydalaniladi.

**Qirg'oq chizig'i** — quruqlik bilan suv sathini chegaralovchi chiziq.

**Qirg'oq** — suv havzasiga quruqlik tomondan yondashgan, relyefi suv to'qlini ta'sirida hosil bo'lgan maydon.

**Suv osti qirg'og'i** — qirg'oq chegarasiga suv tomondan yondashgan maydon, agar bu maydon tik qoyadan tashkil topgan bo'lsa «shelf» deb ataladi.

Qirg'oqlar tabiiy omillar, insonning injenerlik faoliyati ta'sirida doimiy yemirilishda, rivojlanishda bo'ladi.

Qirg'oq yemirilishini yuzaga keltiruvchi tabiiy omillarga quyidagilar kiradi:

- suv to'qlinining qirg'oqqa ko'rsatadigan dinamik ta'siri;
- dengiz oqimlari, qirg'oq oldi oqimlari;
- suzuvchi muzliklar;
- gruntlarning namligi oshishi bilan o'z xususiyatlarini o'zgartirishi va turli geodinamik jarayonlarning yuzaga kelishi.

Qirg'oq yemirilishi, yuvilishi, qayta yemirilishini yuzaga keltiruvchi asosiy omillardan biri — suv to'qlini bo'lib, u shamol, boshqa tabiiy va sun'iy jarayonlar natijasida hosil bo'ladi.

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, okeanning ochiq yerlarida kuchli shamol ta'sirida hosil bo'ladigan to'qlin balandligi 12–13 metrga, davri esa 17–18 sekundga teng bo'ladi. Atlantika okeanida to'qlin balandligi 16–18 metrgacha yetadi. Ichki dengizlarda, O'rta Yer dengizida to'qlin balandligi 6 metrga, Boltiq dengizida 5–6 metrga yetishi mumkin. Suv omborlarida esa balandligi 1,5–2,5 metrgacha bo'lgan to'qlinlar kuzatilishi mumkin.

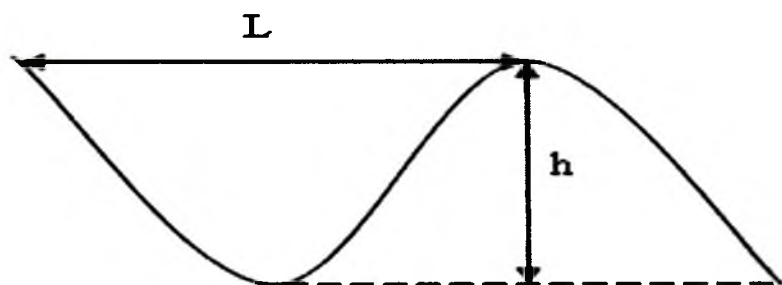
Suv havzalarida hosil bo'ladigan to'qlinlar juda katta energiyaga ega bo'lib, Atlantika okeanida 1 m qirg'oq uzunligiga 30000 tonna kuch bilan to'qlin kelib uriladi. Belgiyaning Dyope portida uning qiymati 60000 tonnaga yetadi. Qora dengiz qirg'oqlariga esa 12000 tonna kuch bilan kelib urilgan to'qlinlar kuzatilgan.

Suv to'qlinlarining quyidagi elementlarini ajratish mumkin (2-rasm):

h — to'qlin balandligi — to'qlinning botiq va qabariq qismlari o'rtasidagi masofa (m).

$L$  – to‘lqin uzunligi – ikki to‘lqinning qabariq qismi orasidagi masofa.

$T$  – to‘lqin davri – bir to‘lqin uzunligiga teng masofani bosib o‘tish uchun sarflangan vaqt (sek).



2-rasm. Suv to‘lqini elementlari.

Yuqoridagi ko‘rsatkichlardan foydalanib to‘lqin tezligini aniqlash mumkin:

$$V = \frac{L}{T} \text{ ( m / sek )}$$

To‘lqin energiyasi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$E = \frac{1}{8} h^2 L$$

To‘lqin ko‘rsatkichlari, ya’ni balandligi va uzunligi Bargenning empirik ifodalari yordamida aniqlanadi:

$$h = \frac{\frac{1}{8} \omega}{\left(1 + \frac{6,7}{D}\right) \left(1 + \frac{1,86}{t}\right)};$$

$$L = \frac{12,34 \omega}{\left(1 + \frac{47,9 \omega}{D}\right) \left(1 + \frac{13,31}{t}\right)};$$

Stivens ifodasi yordamida to'liqin balandligini aniqlash mumkin:

$$h = 0,37\sqrt{D}$$

P.A. Kuznyesov bo'yicha to'liqin bosib o'tgan masofa tezligiga qarab to'liqin balandligini aniqlash mumkin.

Agarda  $D=100-500$  km ni tashkil etsa, u holda

$$h = (\lg D)^2 - \frac{1}{\lg D};$$

Agar  $D < 100$  km bo'lsa, u holda

$$h = \sqrt[3]{D} + \frac{D}{200};$$

Eng katta to'liqin uzunligi eng kuchli shamolda 40 ta to'liqin balandligiga teng bo'lishi mumkin.

Ifodalarda berilgan shartli belgilar:

$\omega$  – shamol tezligi (m/sek);

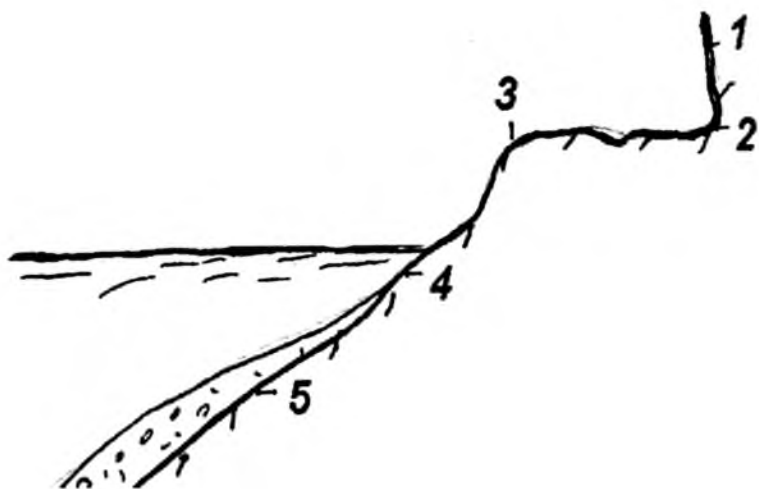
$t$  – shamol davomiyligi (sek);

Suv to'liqlari ikki turdagi, akkumulatsiya va abraziya ishlarini bajaradi, ya'ni yemirilgan tog' jinslari bo'laklarini qirg'oqqa olib kelib yotqizilishi (akkumulatsiya), qirg'oqlarni yemirilishi (abraziya) ishlarini bajaradi.

Qaysi jarayon kuchli rivojlanganligiga qarab, qirg'oqlarning abraziv (3-rasm) hamda akkumulativ (4-rasm) turlari ajratiladi.

Abraziv jarayon tezligiga qirg'oq va suv osti qirg'og'i relyefi va tuzilishi, to'liqin balandligi, uning harakat yo'nalishi, yer yo'ldoshi oy bilan bog'liq suv sathining ko'tarilishi va pasayishi, qirg'oq oldi oqimi tezligi va yo'nalishi, qirg'oqni tashkil etuvchi tog' jinslarining yotish sharoiti va boshqa omillar ta'sir etadi.

Suv havzasidagi hosil bo'ladigan suv to'liqini balandligi, harakat yo'nalishi va tezligi oldin ko'rib o'tganimizdek mintaqaning iqlimi hamda gidrologik sharoitga bog'liq bo'ladi.



3-rasm. Abraziv qirg'oq elementlari

1 – Qirg'oq klifi. 2 – To'lqin ta'sirida hosil bo'lgan ariqcha. 3 – Plyaj.  
4 – Terassa. 5 – Suv osti akkumulyativ qirg'og'i.

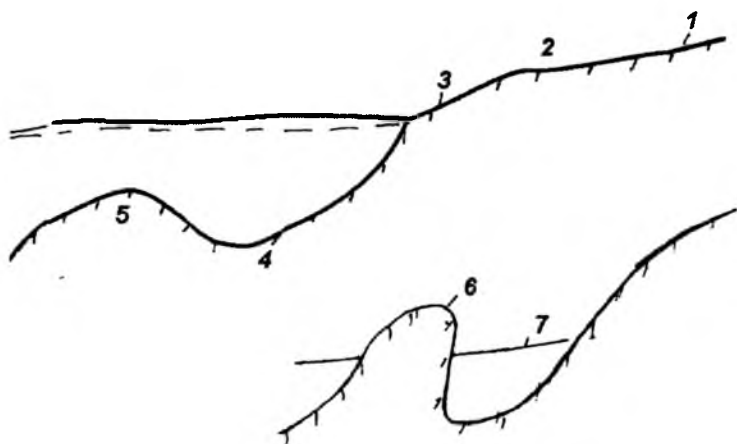
Bizga ma'lumki, yerning sun'iy yo'ldoshi oy ta'sirida bir kecha kunduzda dunyo okeani suvlari sathi 10–15 m ko'tarilib yana o'z holiga qaytib turadi. Bu ko'tarilish natijasida qirg'oq chizig'i to'xtovsiz o'z o'rnini o'zgartirib turadi. Bu hodisa qirg'oq yemirilishini tezlashtiruvchi omil bo'lib xizmat qiladi.

Tik qoya (shelf) shaklidagi suv osti qirg'oqlariga ega bo'lgan suv havzalarida to'lqin o'z energiyasi, balandligini saqlagan holda kelib qirg'oqqa uriladi, ya'ni suv to'lqinining butun energiyasi qirg'oqni yemirishga sarflanadi. Agarda suv osti qirg'og'i qiya tekislikdan iborat bo'lsa, suv to'lqini suv havzasi tubi bilan ishqalanib, to'lqin balandligi va energiyasi kamayadi.

Qirg'oqlarda yuz beradigan jarayonlarni belgilovchi asosiy omillardan biri – qirg'oqning geologik-litologik tuzilishi, ularning holati va xususiyatlaridir.

Qoya tog' jinslaridan tashkil topgan qirg'oqlarda yemirilish unchalik kuchli bo'lmaydi, zarrachalari o'zaro bog'lanmagan tog' jinslaridan tashkil topgan qirg'oqlarda esa abraziya jarayoni

kuchli kechadi. Masalan: Qora dengizning Odessa oldi qoya tog' jinslaridan iborat qirg'oqlari yil davomida ko'pi bilan 1,5–2 m yemiriladi, Azov dengizining lyoss va lyossimon tog' jinslaridan iborat qirg'oqlari esa yiliga 17–30 m yuviladi.



**4-rasm.** Akkumulativ qirg'oq elementlari

1 – Dengiz oldi tekisligi. 2 – Qirg'oq do'ngligi (devori) 3 – Plyaj. 4 – Suv osti qirg'og'i. 5 – Suv osti do'ngligi (devori) 6 – Barami. 7 – Laguna.

G.S. Zolotaryov tog' jinslarining yuviluvchanlik xususiyatiga qarab ularni quyidagi guruhlariga bo'lishni taklif etadi:

1. Juda yengil yuviluvchan tog' jinslari (lyoss va lyossimon tog' jinslari). Bu guruh tog' jinslarining yuvilishi uchun suv harakati bo'lsa kifoya.

2. Yengil yuviluvchan tog' jinslari (dengiz, allyuvial tog' jinslari, zichlanmagan suglinok, supes). Suv to'liqini tezligi 0,2–0,8 m/sek ga teng bo'lgan holda qirg'oq yuviladi.

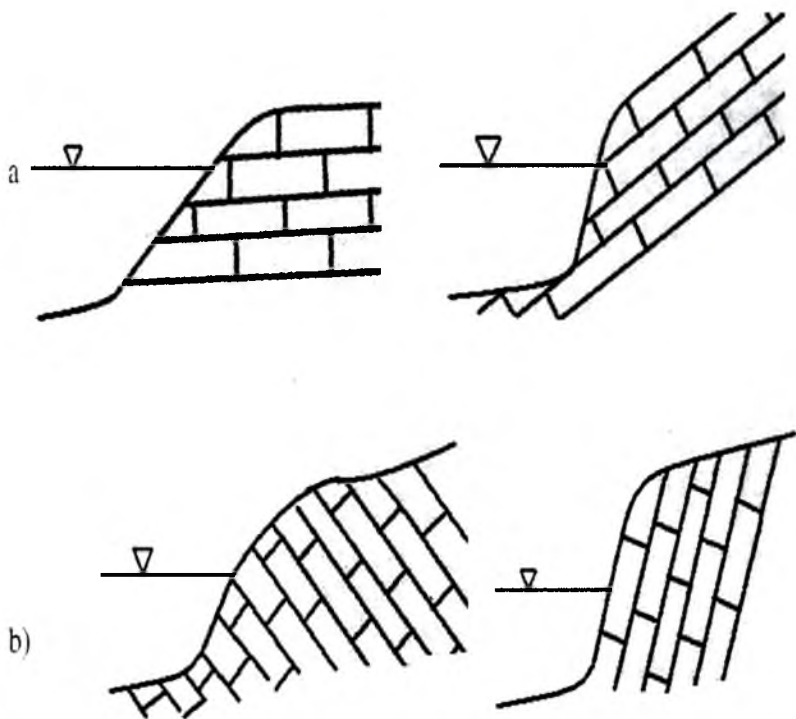
3. O'rta yuviluvchan tog' jinslari (zichlangan qadimiy gillar, mayda shag'al toshlar, yarim qoya tog' jinslari surilmalari). Ular suv to'liqini tezligi 0,8–2 m/sek bo'lganda yuviladi.

4. Sust yuviluvchan tog' jinslari (shag'al, dengiz gili, surilma tog' jinslari) yuvilishi uchun zaruriy suv oqimi tezligi 2–3 m/sek ga teng.

5. Qiyin yuviluvchan tog' jinslari (mergel, opoka va boshqalar). Yuvilishni yuzaga keltiruvchi suv oqimi tezligi 4–8 m/sek.

6. Amalda yuvilmaydigan tog' jinslari (mustahkam sementli qumtosh, qoya tog' jinslari). Yuvilish jarayonini yuzaga keltiruvchi suv oqimi tezligi 15 m/sek dan katta bo'lishi zarur.

Qirg'oqlarning yemirilish tezligiga tog' jinslarining yuviluvchanligidan tashqari ularning yotish sharoiti ham katta ta'sir ko'rsatadi (5-rasm).



5-rasm. Tog' jinslarining yotish sharoitining yemirilish jarayoni tezligiga ta'siri.

5(a) rasmda qirg'oqda tarqalgan tog' jinslarining suv havzasi tomon gorizontal yoki ma'lum qirg'oq ostida yotgan holati tasvirlangan. Bu holatda suv havzasida yuzaga keluvchi to'liqin tog'

jinslari qatlamlarining yuvilishi yemirilish natijasida qirg'oqda turli geodinamik jarayonlarni yuzaga keltiradi, ya'ni tog' jinslari qulashi, qatlam bo'ylab surilishi mumkin.

5(b) rasmda esa tog' jinslari juda tik yotish burchagiga yoki qirg'oq tomonga qarab yotishi hollari tasvirlangan. Bunday yotish holatida tog' jinslari yuvilishi juda sekinlik bilan boradi, 5(a) rasmdagidek jarayonlar yuzaga kelmaydi.

Abraziya natijasida qirg'oq sekin-asta chekina boradi va o'z orqasida abraziy terassani hosil qiladi. Qirg'oq abraziyasi natijasida maydalangan tog' jinslari hosil bo'ladi.

Agarda qirg'oq o'zaro bog'lanmagan tog' jinslaridan tashkil topgan bo'lsa, yuvilish natijasida gilli mayda zarrachali tog' jinslari hosil bo'ladi. Qoya tog' jinslarida shag'altosh kabi tog' jinslari hosil bo'ladi.

Shunday qilib, bu jarayonlar natijasida yuvilmaydigan qirg'oq hosil bo'ladi. Bunday qirg'oqlarda, agarda yuvilishni yuzaga keltiruvchi boshqa omillarni hisobga olmaganida na yemirilish, na tog' jinslari yotqizilishi yuz beradi.

Hozirga kelib dunyo suv havzalari qirg'oqlarining rivojlanishi har xil bosqichlarda bo'lib, bu qirg'oqlarning hosil bo'lishi oxirgi kontinental muzliklarning erishi bilan bog'liq. Oxirgi muzliklarning erishi natijasida dunyo suvlari sathi taxminan 100 m ga ko'tarilgan. Bu ko'tarilish natijasida qirg'oqlar yuvilib hozirgi ko'rinishni olgan.

Qirg'oqlar abraziyasini o'rganishdan asosiy maqsad, qirg'oq oldi inshootlarining mustahkamligini saqlashdan iborat bo'lib, hozirgi kunda muvozanat holatiga kelgan maydonlarda ham chuqur izlanish olib borish talab etiladi, chunki yuqorida ko'rib o'tilgan omillarning har bir qirg'oqdagi mavjud muvozanat holati buzilishi mumkin, ya'ni abraziya jarayoni qayta boshlanishi yoki tezlashishi mumkin.

Bu omillarga zamonaviy tektonik harakatlar, insonning injenerlik faoliyati va shu kabilar kiradi.

Tektonik harakat natijasida suv havzasini ba'zi qismlarining ko'tarilishi, ba'zi qismlarining pasayishi, buning natijasida

gidrologik sharoitning o'zgarishi, tog' jinslari namligining oshishi yoki kamayishi hollari kuzatilishi mumkin. Qirg'oqlarning muvozanat holatining buzilishiga insonning injenerlik faoliyati katta ta'sir ko'rsatadi.

Masalan: Qora dengiz bo'yidagi shag'altoshlarning qurilish uchun olib ketilishi qirg'oq yuvilishining tezlashishiga sabab bo'lmoqda. Endi bu jarayonning oldini olish uchun olib ketilgan shag'al hajmidan bir necha marotaba ko'p shag'al olib kelib yot-qizish talab qilinmoqda.

Qirg'oq yuvilishining tezlashishiga bu yerlarda qurilayotgan dengiz inshootlari ham katta ta'sir ko'rsatadi.

O'zbekiston sharoitini ko'radigan bo'lsak, Orol dengizining qurishi natijasida (bu ham insonning injenerlik faoliyati ta'sirida) abraziya jarayoni umuman to'xtaganligini kuzatish mumkin.

## **10. SUV OMBORLARI QIRG'OQLARINING QAYTA YEMIRILISHI**

O'zbekiston Respublikasi hududida juda ko'p suv omborlari qurilgan bo'lib, ularning qirg'oqlarida yuz berayotgan jarayonlarni o'rganish, yemirilish jarayoni masshtabini bashoratlash muhim masalalardan biridir.

Gidrotexnik inshootlarning qurilishi injener-geologik sharoitni tubdan o'zgartiradi. Bunga sabab — suv omborlarida suv filtratsiyasi natijasida tog' jinslarining namligi oshadi. Bu esa o'z navbatida ular fizik-mexanik xususiyatlarining o'zgarishiga sabab bo'ladi, geodinamik jarayonlar rivojlanishiga sharoit yaratadi.

Suv ostida qolib ketgan sathga gidrostatik bosim ta'sir etib sath turg'unligining muvozanat holatini buzadi. Suv sathining ko'tarilishi hududlardagi yemirilish bazisi holatini o'zgartiradi, bu esa erozion jarayonlarning rivojlanishiga ta'sir ko'rsatadi. Qirg'oqlarning qayta yemirilishi xalq xo'jaligiga katta zarar keltiradi.

Masalan: Chorvoq suv ombori qurilishi natijasida suv ombori atrofidagi maydonlarda tog' jinslari surilmalari hosil bo'lish jarayoni faollashganligini kuzatish mumkin.

A.B. Averyanov, V.A. Sharapov tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar Kaxovka suv ombori qirg'og'ini 4 yil ichida 90–100 m ga, Dnepr suv ombori qirg'og'ini 13 yil ichida 180 m ga quruqlikka qarab chekinganligini qayd etadi.

Qirg'oq yemirilishi suv omborining hamma yerida bir xil ro'y bermaydi. Chunki yuqorida qayd etilgan omillardan tashqari quyidagilar ham kuchli ta'sir ko'rsatadi:

- qirg'oqning geologik-litologik tuzilishi, tog' jinslarining yotish sharoiti, zarrachalari bog'langan tog' jinslarining qirg'oq bo'ylab taqsimlanishi;

- suv osti qirg'og'ining geomorfologik tuzilishi, qirg'oq chizig'ining yo'nalishi, hozirgi geologik jarayonlarning rivojlanganlik darajasi;

- suv sathining vaqt davomida o'zgaruvchanligi, suv to'lqinlarining balandligi, harakat tezligi, kemalar qatnovi;

- suv omboridan foydalanish rejimi, injener-geologik sharoitning qirg'oq atrofidagi qurilish ta'sirida o'zgarishi, qirg'oq oldi geodinamik jarayonlarining rivojlanganlik darajasi va boshqalar.

Yuqorida qayd etilgan suv omborlar qirg'og'ining barcha yerida qirg'oqlar qayta yuvilishining bir xil bo'lmasligi asosiy sabablaridan biri – gidrologik sharoitdir.

*Umuman suv omborlarining gidrologik sharoitini S.A. Venderov o'rganib, suv ombori havzasini 5 ta zonaga bo'ladi:*

1-zona – chuqur to'g'on oldi zonasi. Bu zonada suv ombori eng katta chuqurlikka ega, suv to'lqinlari katta balandlikka hamda energiyaga ega bo'ladi va bu yerda kuchli yuvilish kuzatiladi.

Chorvoq suv ombori misolida bu zona chegarasi Ugam daryosi quyilish yeri bilan chegaralanadi. Maydonda asosan qoya tog' jinslari tarqalganligi sababli bu yerda yuvilish jarayoni kuchli bo'lmaydi.

2-zona – o'rtacha chuqurlikka ega bo'lgan zona. Bu zonada suv sathi baland bo'lgan davrda yemirilish tafsiloti 1-zonadagi kabi (qirg'oqning geologik-litologik tuzilishiga bog'liq ravishda),

ya'ni katta balandlikka va kuchga ega bo'lgan to'liqlarning hosil bo'lishi kuzatiladi. Suv sathi pastda joylashgan davrda yuvilish sust kuzatiladi.

3-zona — yuqori zona. Bu zonada suv sathi balandda joylashgan davrda keng maydonni egallaydi, suv ombori chuqurligi kam bo'lganligi uchun katta to'liqlar hosil bo'lmaydi. Suv sathi pasayganda esa suv omborining tubi quruqlikka aylanadi, yemirilish jarayoni juda sekin yoki umuman kuzatilmaydi. Bu zona Chorvoq suv ombori misolida Burchmulla qishlog'i atrofida kuzatiladi. Bu maydon Chotqol daryosining II-qayir usti terassasini tashkil etadi.

4-zona — daryoning suv omboriga quyilish zonasi. Bu zona o'z o'rnini o'zgartirib turadi. Suv sathi balandda joylashgan davrda daryo o'zani bo'yicha tepaga, suv sathi pasayganda oqim bo'yicha pastga suriladi.

Demak, bu yerlarda yil davomida akkumulatsiya hamda eroziya jarayoni almashinib turadi. Suv omborini tashkil etuvchi tog' jinslarida yemirilish jarayoni kuzatilmaydi.

5-zona — qo'ltiq va ko'lmak suvlar zonasi. Bu zona suv sathi pasayganda hosil bo'ladi va daryo quyilish maydoniga to'g'ri keladi. Unda qirg'oq yuvilishi deyarli yuz bermaydi, chunki bu yerda hosil bo'lgan to'liq balandligi va kuchi nihoyatda kichik bo'ladi.

Qirg'oq yuvilishini o'rgangan Z.H.Xolmatov Toshkent suv omborida yemirilish jarayonining darajasiga qarab qirg'oqlarni 3 ga bo'ladi:

- suv to'liqini ta'sirida yemirilayotgan, suv bosimi ostida yemirilayotgan abraziv qirg'oqlar;
- neytral qirg'oqlar;
- akkumulativ qirg'oqlar.

Abraziv qirg'oqlar yemirilayotgan qirg'oq turiga kirib, umumiy qirg'oq uzunligining 51,5% ni tashkil etadi.

Suv bosimi ostida yemirilayotgan qirg'oqlarda yemirilish kuchiga ega bo'lgan to'liqlar kuzatilmaydi. Qirg'oqlar asosan IV terrasa sathiga to'g'ri kelib, Toshkent kompleksi lyoss va lyossimon

tog' jinslaridan tashkil topgan. Suv filtratsiyasi ta'sirida qirg'oqda cho'kish deformatsiyasi yuzaga kelib tik sathlar hosil qiladi. Bu turdagi qirg'oqlar asosan Burgalik jarligida kuzatilib, qirg'oq ko'rinishi suv omboriga suv to'ldirilishidan oldin «V» ko'rinishiga ega bo'lgan. Hozirda esa balandligi 10–15 metrlik tik devor hosil qiluvchi qirg'oqqa aylangan.

**Akkumulativ qirg'oqlar.** Bu turdagi qirg'oqlar Ohangaron daryosining I–II terrasalarini o'z ichiga oladi. Ohangaron daryosi suv sathining uzoq vaqt bir xil bo'lib turishi olib kelingan oqava jinslarning akkumulatsiyalanishiga sabab bo'ladi. Suv sathining pasayishi natijasida esa bu yerda yig'ilgan akkumulativ yotqiziqlar qisman yuvilib ketadi. Bu jarayon har yili qaytarilib turadi.

**Neytral qirg'oqlar.** Bu qirg'oqlar suv omborining to'g'onidan yuqori, chap qirg'oqda kuzatiladi. Bu yerdagi suv osti qirg'oqni juda kichik qiyalikka egaligi, suv qatlami juda kichik bo'lgani uchun (2,5 m) bu yerda abraziya va akkumulatsiya jarayonlari sodir bo'lmaydi.

Demak, har bir suv omborini mukammal o'rganish natijasida qirg'oqlarning yemirilishi bo'yicha turlarga bo'lish mumkin.

### **10.1. Suv omborlari qirg'oqlari yemirilishini bashoratlash**

Suv omborlari qirg'oqlari yemirilishini bashoratlash katta iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan masala bo'lib, bu jarayonning kechishi qirg'oq atrofida joylashgan injenerlik inshootlarining turg'unligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Suv omborlari qirg'oqlarining yemirilishi tabiiy suv havzalari qirg'oqlarining yemirilishi qonuniyatlariga bo'ysunadi.

Yemirilish jarayoni muvozanat holatdagi qirg'oq profili hosil bo'lguncha davom etadi. Biroq suv omborlari qirg'oqlarining yemirilish jarayoni suv havzalari qirg'oqlarini yemirilishiga qaraganda yangi injener-geologik sharoitning yuzaga kelishi munosabati bilan shiddatli kechadi.

Bundan tashqari yemirilish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillardan biri — suv omboridan foydalanish rejimidir. Suv omboridagi suv sathi yil davomida 2–3 metrdan (tekislikdagi

suv ombori) 30–80 metrgacha (tog'lik hududlardagi suv ombori) o'zgaradi. Bu o'z navbatida qirg'oq chizig'i katta masofada o'zgarib turishini yuzaga keltiradi. Suv omborlari qirg'oqlarining yemirilish tezligini baholash muhim ahamiyatga ega. Chunki turli suv omborlarida yemirilish turli tezlikga ega bo'lib, injenerlik inshootlari turg'unligiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi kunga kelib bashoratlashning juda ko'p usullari ishlab chiqilgan, lekin har bir usulning qanchalik to'g'ri natija berishini baholash qiyin. Chunki hozirgi kungacha ishlab chiqilgan bashoratlarning to'g'riligini baholashning imkoniyati yo'q. Suv omborlari qurilishi oxirgi 70–80 yilda boshlangan bo'lib, hozirgi kunda muvozanat holatiga kelgan qirg'oqlar yo'q.

Suv omborlari qirg'oqlarining yemirilishi bo'yicha ishlab chiqilgan usullardan E.G.Kochugin, G.S.Zolotaryov, N.E.Kondratyev, L.B.Rozovskiy va boshqalarning usullarini sanab o'tish mumkin.

E.G.Kochugin usuli bilan qirg'oqlarning yemirilishini bashoratlash uchun suv omborining gidrologik ko'rsatkichlari, ya'ni suv ombori o'lchami, shamol yo'nalishi, tezligi, davomiyligi haqida ma'lumotga ega bo'lish talab qilinadi. Bundan tashqari qirg'oq morfologiyasi hamda litologik tuzilishi mukammal o'rganilgan bo'lishi shart.

Agar qirg'oq yemirilishi vaqt davomida paraboloik qonuniyatga ega bo'lsa, suv ombori ishga tushgan davrida yemirilish shiddatli vaqt o'tishi bilan bu jarayon so'nib borishi kuzatilsa, u holda E.G.Kochugin qonuni bo'yicha yemirilgan tog' jinslari hajmi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$Q = E \cdot K_p \cdot K_b \cdot t^v$$

*Bu yerda:*  $Q$  — bashoratlanayotgan davr davomida qirg'oqdan yuvilgan tog' jinslarining hajmi ( $m^3/yil$ ),

$E$  — bashorat berilayotgan qirg'oqdagi to'lqin energiyasi,

$K_p$  — tog' jinslarining yuviluvchanlik koeffisienti,

$K_b$  — qirg'oq tuzilishi bilan bog'liq bo'lgan koeffisient,

$v$  — yemirilish jarayonining so'nishini ko'rsatuvchi ko'rsatkich ( $v < \alpha$ ),

t — bashorat berilayotgan davr (yil).

To'liqin energiyasi — E ni aniqlash uchun suv omborining ajratilgan qismida shamol tezligi va to'liqin bosib o'tgan masofaga asosan to'liqin balandligi aniqlanadi. Undan keyin esa maxsus chizmaga asosan to'liqin energiyasi tonna-metrlarda hisoblanadi. Hisoblashlarni yengillashtirish maqsadida adabiyotlarda keltirilgan A.B. Broslovskiy chizmalaridan foydalanish mumkin.

$K_R$  — koeffisient qiymati suv omboridan foydalanishning birinchi yillari uchun quyidagi ifodadan foydalanib hisoblanadi:

$$K_R = \frac{Q_1}{E_1}$$

Bunda:  $Q_1$  — yemirilgan tog' jinslari hajmi, (tonna),  $E_1$  — to'liqin energiyasi t.k.m. (tonna kuch. metr)

Bu miqdorlar geologik analogiya (o'xshashlik) usuliga binoan boshqa suv omborlarida tajriba asosida olinadi.

$K_R$  yana E.G.Kochugin taklif etgan tog' jinslarini yuviluvchanligi sinflariga qarab tanlanishi mumkin.

Tog' jinslari uchun yuviluvchanlik koeffisienti  $K_R$  qiymati:

1-sinf. Juda yengil yuviluvchan tog' jinslari (lyoss, supes, juda mayda zarrachali qum) —  $K_R=0,0065-0,003$ .

2-sinf. Yengil yuviluvchan tog' jinslari (suglinok, o'rta zarrachali qum, mayda toshli supes) —  $K_R=0,003-0,001$ .

3-sinf. O'rtacha yuviluvchan tog' jinslari (tarkibida xarsangtoshli suglinok, mayda toshli qum) —  $K_R=0,001-0,0005$ .

4- sinf. Qiyin yuviluvchan tog' jinslari (gilli qumtosh, shag'al, xarsangtoshli qum) —  $K_R < 0,0005$ .

Agar qirg'oqda turli yuviluvchanlikka ega bo'lgan tog' jinslari tarqalgan bo'lsa, u holda  $K_R$  ning o'rtacha qiymati olinadi. Qirg'oq balandligiga bog'liq bo'lgan koeffisient quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_b = L \cdot h_b \cdot S$$

Bu yerda:  $h_b$  – qirg'oq balandligi,  $S$  – tog' jinslari yuviluvchanligi bilan bog'liq bo'lgan koeffitsient bo'lib, 0,03–0,05 oralig'ida o'zgaradi.

Agar qirg'oq balandligi  $h_b \geq 30$  bo'lsa, u holda  $K_b$  qiymati 1 ga teng deb olinadi.

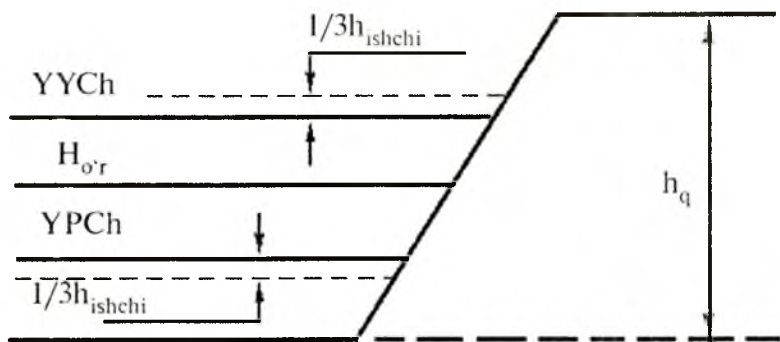
Yuqorida keltirilgan ifodalar yordamida 1 m qirg'oq kengligidan  $t$  yil davomida yemirilgan tog' jinslari hajmi aniqlanadi va chizmada bashorat qilingan qirg'oq profili chiziladi.

Buning uchun geologik – litologik qirg'imda yuvilishi mumkin bo'lgan tog' jinsi hajmi ajratiladi. Vertikal yo'nalish bo'yicha suv omboridagi suv sathining o'zgarish chegaralari aniqlanadi. Bu sathlarga «ishchi to'lqin» balandligi tuzatishlari kiritiladi.

E.G. Kochugin yuvilishning yuqori chegarasiga (YYCh) 1/3 «ishchi to'lqin» balandligini qo'shib oladi. 1/3 to'lqin balandligi eng kuchli yuvilishni yuzaga keltiruvchi balandlik hisoblanadi. «Ishchi to'lqin» balandligi esa  $h_{ishchi} = 0,7H_{o'r}$  ifoda orqali aniqlanadi.

#### ~~Suv omboridagi to'lqinning o'rtacha balandligi~~

Yemirilishning pastki chegarasi esa suv omboridagi yuvilishning pastki chegarasidan (YPCh) pastda, ishchi to'lqin balandligining 1/3 ga teng masofada o'tkaziladi (6-rasm).



6-rasm. Qirg'oq yemirilish davridagi suv sathi chegaralari.

Eng pastki yemirilish chegarasi chizig'ida abraziv qirg'oq qismi belgilanadi (A).

Qolgan chizmada yemirilgan tog' jinslari hajmini tanlash ishlari bajariladi. Abraziv qirg'oq qiyaligi tog' jinslari fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda, ya'ni turg'un sath o'tkaziladi.

**G.S. Zolotaryov usuli** eng keng tarqalgan usul bo'lib, yirik suv omborlari qirg'oqlarini bashorat qilishda qo'llaniladi.

Ishlab chiqilgan bashoratlarning katta aniqlikka egaligi kuzatishlar bilan tasdiqlangan.

G.S. Zolotaryov usuli geologik, gidrologik hamda geomorfologik ma'lumotlarga asoslangan holda bajariladi.

Bu usul bo'yicha bashorat suv ombori ishga tushirilgandan keyingi 10 yilga va muvozanat qirg'og'ining hosil bo'lish davriga beriladi.

Bashoratlash asosan grafik usulda bajarilib, bu usul bilan mazkur fan bo'yicha chop etilgan uslubiy qo'llanma yordamida tanishish mumkin. Bu ikki usulning kamchiliklari, yutuqlari ushbu uslubiy qo'llanmada yoritilgan.

## **10.2. Tog'lik hududlardagi suv omborlari qirg'oqlarining yemirilishi**

Tog' daryolari vodiysida quriladigan suv omborlarining qurilish sharoiti odatdagi tekislikda quriladigan suv omborlaridan tubdan farq qiladi.

Tog'li hududlardagi suv omborlari murakkab geomorfologik geologik tuzilishga ega bo'lgan daryo vodiylarida quriladi.

Tog'lik hududlarda quriladigan suv omborlari quyidagi holatlar bilan tavsiflanadi:

1. Suv omboridagi suv sathi nisbatan kichik maydonni egallab, katta (100–150 m) chuqurlikka ega bo'ladi.

2. Qirg'oqlar baland tik bo'ladi, qoya tog' jinslaridan tashkil topgan bo'ladi.

3. Suv omboridagi suv sathi yil davomida katta o'zgarishga uchrab turadi.

4. Shamol yo'nalishi o'zgaruvchan bo'lganligi uchun suv to'lqinining harakat yo'nalishi va uzunligi ham o'zgarib turadi.

5. Shamol esish masofasi kichik bo'lganligi sababli suv to'liqlinining balandligi ham kichik bo'ladi.

6. Qirg'oq chizig'i bo'ylab turli litologik tarkibga ega bo'lgan, turli darajada darzlangan tog' jinslari tarqalgan bo'ladi.

7. Suv ombori suvga to'lg'izilishi bilan turli geodinamik jarayonlar rivojlanishi keskin tus oladi. Denudatsion jarayonlar nurash jarayonidan oldinroq sodir bo'ladi.

8. Qirg'oq yemirilishi jarayoni nisbatan sekin boradi; chunki qirg'oq qoya va yarim qoya tog' jinslaridan tashkil topgan bo'ladi. Qirg'oq yemirilishi asosan abraziya jarayoni hisobiga yuzaga keladi.

9. Yemirilgan tog' jinslarining yig'ilishi uchun sharoit bo'lmaydi.

10. Qirg'oq oldi suv oqimlari qirg'oqlarda tog' jinslari yig'ilishida muhim omil bo'la olmaydi.

Tog'li hududlarda qurilgan suv omborlari qirg'oqlarining yemirilishida to'liqlinning dinamik ta'siri deyarli kuchli bo'lmaydi. Aksincha qirg'oqlarda tarqalgan geodinamik jarayonlar qirg'oq ko'rinishini belgilaydi. Shuning uchun bunday suv omborlari qirg'oqlarining yemirilishini bashoratlashda kompleks omillarni hisobga olish zarur. Yuqorida ko'rib o'tilgan usullarni bunday suv omborlariga qo'llash ancha mushkul, olingan natijalar haqiqatdan yiroq bo'ladi.

Hozirgi kunda tog'li suv omborlari qirg'oqlarini bashoratlashda L.B. Rozovskiy tomonidan ishlab chiqilgan geologik o'xshashlik usulidan foydalanish o'rinli. Qirg'oqlar yemirilishini baholashda andozalash usullaridan keng foydalanilmoqda.

Qirg'oq yuvilish jarayonini injener-geologik nuqtayi nazardan o'rganish to'g'on qurilishi maqsadida o'tkaziladigan injener-geologik qidiruv ishlarining tarkibiy qismidir.

Qidiruv ishlarining asosiy maqsadi — qirg'oq yemirilishini ilmiy asoslab berish hamda unga qarshi kurashish usullarini tanlashdan iborat.

Injener-geologik qidiruv ishlari bosqichma-bosqich olib boriladi.

Texnik-iqtisodiy asoslash (loyiha oldi ishlari). Texnik iqtisodiy asoslashda qirg'oqlarning yemiriluvchanligi 1:500000;

1:200000 masshtabdagi injener-geologik kartalarda ko'rsatiladi. Bu kartalarni tuzishda asosan arxiv materiallaridan, mavjud adabiyotlardagi ma'lumotlardan foydalaniladi.

Texnik loyiha bosqichida injener-geologik qidiruv ishlari ikki qismdan iborat bo'ladi. Birinchi qism o'tkaziladigan dastlabki injener-geologik qidiruv ishlarining vazifalari, maydonning geomorfologik sharoiti, geologik-litologik tuzilishi, gidrogeologik hamda injener-geologik sharoitlarini o'rganishdan iborat.

Injener-geologik izlanishlar suv omborlari qirg'oqlari bo'ylab kengligi 3—5 km bo'lgan maydonlarda o'tkaziladi. Bu bosqichdagi injener-geologik izlanishlarning asosini injener-geologik syomka tashkil etib, uning masshtabi 1:100000, 1:5000 bo'lishi mumkin. Injener-geologik syomka masshtabi o'rganilayotgan maydonning murakkablik darajasiga, o'lchamiga, hududning iqtisodiyotda tutgan o'rniga qarab belgilanadi.

Injener-geologik syomka natijasida yemirilish darajasiga qarab maydon turlarga bo'lib chiqiladi.

O'rganilayotgan maydonni turlarga bo'lishda G.S. Zolotaryov taklif etgan muhofazalanish shartliligiga asoslanish maqsadga muvofiqdir:

1. Muhofaza qilinishi shart bo'lgan inshootlar joylashgan maydonlar: bularga shaharlar, yirik ishlab chiqarish korxonalari, foydali qazilma konlari, temiryo'l bekatlari va boshqalar mavjud bo'lgan qirg'oqlar kiradi.

2. Muhofaza qilinishi injener-geologik qidiruv ishlari natijasida aniqlanadigan maydonlar, bularga yirik qishloqlar joylashgan qirg'oqlar kirishi mumkin.

3. Muhofaza qilinishi shart bo'lmagan maydonlar, bu maydonlarni muhofaza qilinishi iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Bunday maydonlarda asosan kichik-kichik qishloqlar, hudud ahamiyatiga ega bo'lgan kichik korxonalar joylashishi mumkin.

Yemirilish darajasi kuchli bo'lgan maydonlarda esa tayanch injener-geologik syomka ishlari olib boriladi. Uning masshtabi 1:25000, 1:10000 bo'lishi mumkin. Injener-geologik syomka davrida quyidagilar o'rganiladi:

- maydonning fizik-geografik sharoiti;
- maydonning geologik-litologik tuzilishi, ya'ni tektonik strukturalarning mavjudligi, geomorfologik sharoiti;
- tog' jinslarining injener-geologik xususiyati va boshqalar.

Texnik loyihani asoslash uchun bajariladigan injener-geologik izlanishlarning ikkinchi bosqichi asosan birinchi va ikkinchi turdagi maydonlarda olib boriladi. Bu bosqichda o'tkaziladigan injener-geologik syomka masshtabi 1:5000, 1:10000 bo'lishi mumkin. Ajratilgan maydonlarda injener-geologik syomka ishlaridan tashqari razvedka, tajriba ishlari o'tkaziladi. Tog' kovlash va burg'ilash ishlari ma'lum yo'nalish bo'yicha olib borilib, ular orasidagi masofa 100–200 m ni, umumiy soni har bir yo'nalishda 3–5 tadan oshmasligi kerak. Burg'i quduqlari va tog' kovlash inshootlarining chuqurligi yemirilishi mumkin bo'lgan tog' jinslari qalinligi bilan belgilanadi. O'tkazilgan ishlar natijasida qirg'oqlarni yemirilishdan muhofaza qiluvchi injenerlik inshootlarining turlari tanlanadi.

Ishchi hujjatlar ikkinchi bosqichida o'tkaziladigan injener-geologik izlanishlar shu tanlangan inshoot turining qurilishini asoslash maqsadida o'tkaziladi. Bu ishlar turkumiga quyidagilar kiradi.

1. Tanlangan injenerlik inshootining konstruktiv belgilari asosida qurilish maydonida mukammal injener-geologik syomka ishlarini o'tkazish. Injener-geologik syomka ishlari masshtabi tanlangan inshoot turiga hamda qurilish maydonining murakkabligiga qarab tanlanadi. Syomka masshtabi 1:10000; 1:5000; 1:2000 bo'lishi mumkin.

2. Burg'ilash va tog' kovlash ishlarining asosiy maqsadi qurilish maydonini geologik-litologik tuzilishini mukammal o'rganish, tog' jinslaridan laboratoriya ishlari uchun namunalar

olish, zarurat bo'lsa, tajriba ishlarini o'tkazishga mo'ljallangan quduq va tog' kovlash ishlarini bajarish.

3. Tajriba ishlarining asosiy maqsadi maydonda tarqalgan tog' jinslarining qurilish uchun zarur bo'lgan tabiiy-mexanik, filtratsion xususiyatlarini aniqlashdan iborat.

Yuqorida qayd etilgan ishlar o'tkazilib, ularning natijalari tahlil qilinadi va injenerlik inshootining qurilishi bo'yicha takliflar va xulosalar ishlab chiqiladi.

Injener-geologik qidiruv ishlarining oxirgi bosqichida o'tkaziladigan ishlarning asosiy maqsadi quyidagilar:

- qirg'oq yemirilishi bo'yicha ishlab chiqilgan bashoratni to'g'riligini tekshirish, zarur bo'lsa, o'zgartirishlar kiritish;

- suv omborlari qirg'oqlari yemirilishini bashoratlash bo'yicha tajriba o'rttirish va ulardan geologik o'xshashlik usulidan foydalanib, boshqa loyihalashtirilayotgan maydon suv omborlari bo'yicha takliflar ishlab chiqish.

Yuqoridagi vazifalarni hal qilish uchun suv ombori ishga tushirilgandan so'ng birinchi yili har 2–3 oyda, keyinchalik har yili 1–2 marotaba kuzatish ishlarini olib borish, qurilgan inshootlar holatini baholash talab etiladi.

### **10.3. Suv havzalari va omborlari yemirilishiga qarshi kurashish**

O'tkazilgan injener-geologik izlanishlar natijasida maydonlarni yemirilish, yuvilishdan saqlovchi injenerlik inshootlari tanlanadi.

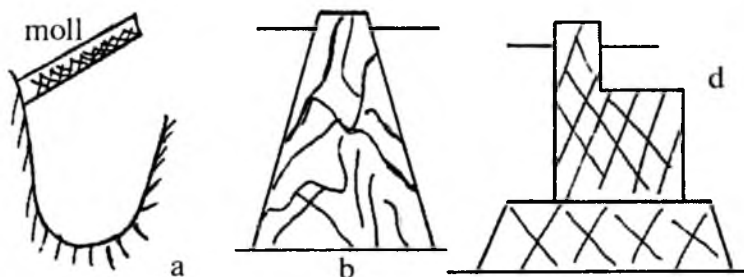
Qirg'oqlarni yemirilishi hamda yuvilishining oldini olish usullarini ikki guruhga bo'lish mumkin. Bu usullar yemirilishni oldini olish hamda ularga qarshi kurashish usullaridir.

Yemirilishni oldini olish usullari maydonda kuzatilishi mumkin bo'lgan geodinamik jarayonlarning oldini olishga qaratilgan bo'lib, bularga mavjud plyajlarni muhofaza qilish, qirg'oqlarni mustahkamlovchi qurilmalarni kuzatib turish, vaqti-vaqti bilan bu qurilmalarni ta'mirlash va boshqa kuzatish ishlari kiradi.

Qirg'oq bo'ylab taqsimlangan chaqiq tog' jinslari qirg'oqlar mustahkamligini oshiruvchi omil ekanligini hisobga olib, ularni saqlash, zarurat bo'lsa boshqa yerdan olib kelib yotqizish maqsadga muvofiqdir.

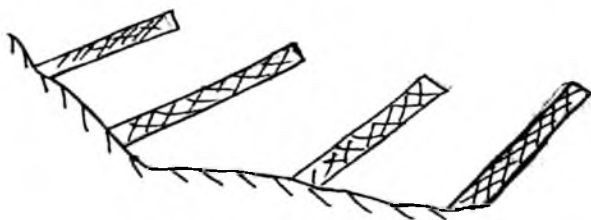
Qirg'oq yemirilishiga qarshi kurashish usullariga ma'lum inshootlarni qurish ishlarini bajarish kiradi. Bu inshootlar nafaqat maydonlarni yemirilishdan saqlaydi, balki plyaj hosil bo'lish sharoitini yuzaga keltiradi.

Muhofaza qiluvchi qurilmalarga to'lqinlarni qaytaruvchi turli devorlar, beton plitalar, tosh uyumlari va boshqalar kiradi. Bu turdagi qurilmalarga shuningdek mollar, dambalar va to'lqin sindirgichlar ham kiradi (7-rasm).

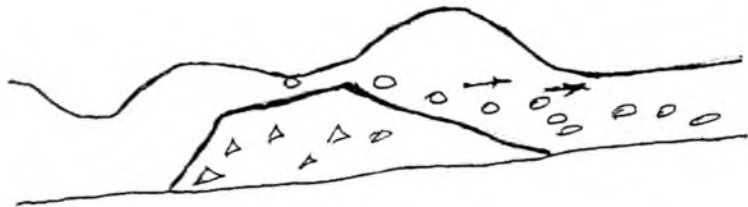


7-rasm. To'lqin qaytaruvchi qurilmalar.  
a – mol, b – tosh uyumlari, d – beton qurilmalari.

Qirg'oq bo'ylab chaqiq tog' jinslari yemirilishini saqlovchi hamda bu tog' jinslari yotqizilishiga sharoit yaratuvchi qurilmalarga bunalar, suv bilan ko'milgan to'lqin sindirgichlar misol bo'ladi (8–9-rasm).



8-rasm. Qirg'oq bo'ylab bunalarning joylashishi.



9-rasm. Suv ostida qurilgan to'liqin sindirgich.

Yemirilishning oldini olish va ularga qarshi kurashish usullari kompleks holatda qo'llanilishi katta samara beradi.

## 11. SEL JARAYONLARI

«Sel» — arabcha so'z bo'lib, «tog'li daryo toshqini» ma'nosini beradi.

*Tog'li daryolarning shiddatli toshqinlarining o'zi bilan tog' jinsi bo'laklarini oqizib kelishi «sel hodisasi» deyiladi.*

Sel oqimlari juda katta kuchga ega bo'lib, uning kuchi oqim tezligiga va oqimning tog' jinsi bo'laklari bilan boyiganligiga bog'liq bo'ladi. Oqim tarkibida qancha ko'p miqdorda qattiq jinslar bo'lsa, oqim shuncha katta kuchga ega bo'ladi. Ko'pchilik tadqiqotchilar fikricha, oqim tarkibidagi qattiq zarrachalar miqdori oqimning 60% gacha yetishi mumkin. Sel oqimining tezligi 5–6, gohida 12 m/s ga, zichligi esa 1,12–1,9 t/m<sup>3</sup> gacha borishi mumkin. Sel oqimining davomiyligi 3–5 soatgacha, gohida 8–12 soatgacha yetishi mumkin.

Sel oqimlari prolyuvial genezisga ega bo'lgan tog' jinslarini yotqizadi. Sel oqimlari yer yuzasida juda keng tarqalgan bo'lib, bu oqimni Fransiyada «nanti», Shvetsariyada «ruffi» deb ataydilar.

Sel oqimlari faqat tog'li hududlarda tarqalgan geologik jarayon hisoblanadi. Sel kuzatilib turiladigan hududlarga Karpat, Qrim, Kavkaz, Uzoq Sharq, Markaziy Osiyo, Oloy, Turkiston tog'li maydonlaridagi daryo vodiylari kiradi. O'zbekiston tog'li hududlaridagi daryo vodiylariga Tallimarjon, Mingdala, Rishton va boshqalar kiradi.

Quyida yer yuzasida ro'y bergan ba'zi sellar tafsiloti bilan tanishib chiqamiz:

1. 1934-yili yangi yil kechasi AQSH ning Los-Anjelos shahri atrofidagi Kordilyera tog'lariga kuchli yomg'ir yoqqan, yoqqan yomg'ir miqdori 432 mm ni tashkil qilgan. Yomg'ir tinishga ulgurmasdan yarim kechaga yaqin San-Gabriel tog'idan katta sel oqimi pastga qarab harakat qilgan. Bu toshqin yuzlab km masofaga yoyilib Le-Kreschet va Montrau shaharlariga katta talafot keltirgan.

Sel oqimi to'liqlari balandligi 6 metrgacha yetgan, 500 ko'priklari vayron bo'lgan. Suv olib kelgan tog' jinslari bo'laklari og'irligi 5 t gacha yetgan, sel oqimi o'zi uchun chuqurligi 4 m bo'lgan o'zan hosil qilgan.

2. 1938-yili yana Kordilera tog'li hududlarida sel oqimi kuzatilib, bu sel 12 mln. m<sup>3</sup> tog' jinslarini keltirgan, selning sarfi 2000 m<sup>3</sup>/sek ga yetgan. Bu sel oqimining yetkazgan talafoti 50 mln AQSH dollariga yetgan, 200 kishi halok bo'lgan.

3. Markaziy Osiyoda kuchli sel oqimi Qozog'istondagi Almati shahri yaqinidagi Malaya Almatinka daryosida kuzatilgan. 1921-yil 8-iyun kuni kechqurun yuz bergan sel oqimi Almati shahriga 1,5 mln. tonna tog' jinsini keltirib tashlagan, 400 kishi halok bo'lgan.

4. 1948-yili Almati shahri atrofida yana kuchli sel oqimi kuzatilgan. Dyurembaumning yozishi bo'yicha loyqa, tosh, daraxt, uylarning buzilishidan hosil bo'lgan materiallar aralashib juda katta tezlikda shaharga oqib kirgan. Sel jarayoni 7 soat davom etib, 80 ta sel oqimi to'liqini o'tgan. Shahar ko'chalarida balandligi 4–5 m ga yetadigan to'liqlar kuzatilgan.

5. 1976-yili 15-iyul kuni Oloy tog' tizmalarida kuchli yomg'ir yog'ib, hududdagi ko'llarning, tabiiy dambalarning buzilishi natijasida kuchli sel oqimi sodir bo'lgan. Sel oqimi bor-yo'g'i 2 soat davom etib, uning sarfi 2000–3000 m<sup>3</sup>/sek, o'rta hisobda 500 m<sup>3</sup>/sek ni tashkil etgan. Bu sel oqimi natijasida Medeo suv omboriga 4000000 m<sup>3</sup> sel yotqiziqlari olib kelib yotqizilgan.

16-iyul kuni yana ikkita kuchli sel oqimi kuzatilib, 18-iyul kuni suv ombori to'g'oni yelkasigacha bo'lgan masofa bor yo'g'i 6 metrni tashkil etgan. Almati shahrini sel falokatidan saqlab qolish maqsadida suv omboridan suv hamda qattiq jinslar zarrachalari pastga qisman o'tkazib yuborilgan va keyinchalik damba balandligi 150 metrgacha ko'tarilgan.

6. 1982-yili Zakavkazyeda Terek daryosida sel oqimi kuzatilgan, bunda 100 km avtomobil yo'li, 300 ta qishloq inshootlari buzilgan.

7. Eng kuchli hamda talafotli oqim 1970-yili Peruda kuzatilgan. Bu oqim ta'sirida 50000 kishi halok bo'lgan, 800000 kishi boshpanasiz qolgan.

Tog'li daryolarda suv toshqini o'zi bilan daryoning to'yinish maydonida tarqalgan, mustahkamlik darajasi susaygan, bog'lanmagan tog' jinslarini yuvib olib keladi. Sel oqimlari tarkibidagi qattiq tog' jinslari tafsilotiga qarab P.M.Karpov sel oqimlarini quyidagi turlarga ajratadi:

1. Loyqali sellar;
2. Loyqali-toshli sellar;
3. Toshli sellar;
4. Aralash sellar.

P.M.Karpov tasnifidagi sel turlarini ajratish shartli bo'lib, sel oqimida qaysi o'lchamli zarracha ko'proq uchrasa o'shaning nomi bilan ataladi. Statistik ma'lumotlarga asosan toshli hamda loyqali-toshli sellarning keng tarqalganligini e'tirof etish mumkin.

1952-yili Tbilisi shahrida sel oqimlari bo'yicha o'tkazilgan Butunittifoq III ilmiy anjumanida loyqali-toshli sellarni — «turbulent sellar», loyqali sellarni — strukturaviy sellar deb atashga kelishib olingan. Lekin V.D.Lomtadze fikricha bu atamalardan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Chunki ikki turdagi sel oqimi turbulent harakat qonuniyatiga bo'ysungan holda harakatlanadi.

Sel oqimlari ma'lum qiyalikka ega bo'lgan o'zanlarda harakatlanayotgan daryo suvlarining tog' jinslarini yuvishidan hosil bo'ladi.

Ko'p hollarda sel oqimlari shiddatli yomg'irlardan keyin, tog'lardagi qor va muzliklarning erishi natijasida, tog'li hududlardagi tabiiy ko'llar dambalarining buzilishi natijasida hosil bo'ladi.

1870–1970-yillarda O'zbekiston hududida jami 2070 ta sel oqimi kuzatilgan, bulardan:

909 tasi loyqali-toshli sel;

336 tasi suv-toshli sel;

570 tasi aralash sel;

261 tasi turli aniqlanmagan sellardir.

Eng ko'p va kuchli sellar Farg'ona vodiysida kuzatilib turadi.

Sel oqimlarini yuzaga keltiruvchi tabiiy omillarga:

1. Maydonlarning iqlim va mikroiklim sharoiti;

2. Soylarning suv yig'ish maydoni, ularning balandligi, geomorfologik tuzilishi;

3. Zarrachalari bog'lanmagan tog' jinslarini soylarning suv yig'ish maydonida tarqalganligi, boshqa geodinamik jarayonlarning rivojlanganligi;

4. Tog' jinslari jipsililigini, mustahkamligini susaytiruvchi insonlarning injenerlik faoliyati kiradi.

Sel hosil bo'lishida iqlim hamda mikroiklim sharoiti katta faoliyat ko'rsatadi. Chunki haroratning baland bo'lishi muzlik va qorlarning tez erishiga, jadal yog'adigan yomg'irlar esa daryo toshqinlariga sabab bo'ladi.

Sel oqimlari asosan bahor oylarida kuzatiladi. Chunki bu davrda shiddatli yomg'irlar kuzatiladi. Sel hosil bo'lishi va uning tavsifini tog'li daryo o'zanining qiyaligi ( $<0,05$ ), suv yig'ish maydonining shakli belgilaydi.

Daryo vodiylarini shartli ravishda 3 qismga bo'lish mumkin:

1. **Daryo vodiysining yuqori qismi.** Bu yerda daryo vodiysi birmuncha kengayadi. U yarim doira shakliga ega bo'lib, sath qiyaligi 30–400 dan 50–600 gacha yetishi mumkin. Vodiy yon bag'irlarida erozion jarayon ta'sirida yuzaga kelgan ariqchalar, jarliklar kuzatiladi.

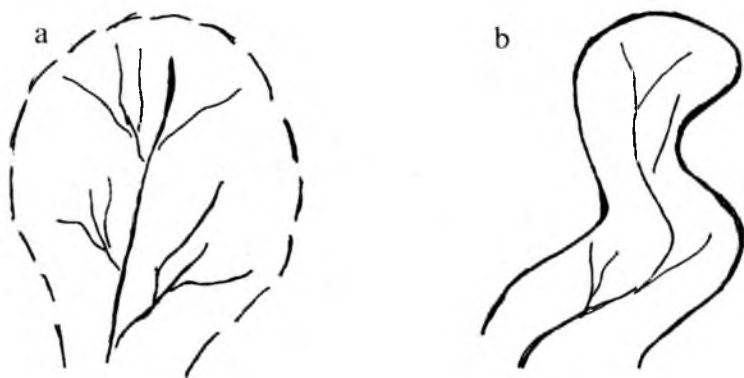
Yog'in-sochin hamda muzlik va qorliklarning erishi va pastga harakati natijasida sel oqimi yuzaga keladi. Vodiyning bu qismi bir necha kv km dan bir necha ming kv km ga yetishi mumkin, daryo o'zani qiyaligi esa  $30-50^\circ$  ni tashkil etadi.

2. **Vodiyning o'rta, tranzit qismi.** Vodiyning bu qismi tor dara, «kanon» shakliga ega bo'lib, o'zan qiyaligi  $25-30^\circ$  ga yetadi.

Suv kam paytda ham daryo o'zani butun dara yuzasini egallab oqadi. Suv toshqini davrida esa oqim tog' jinslari zarrachalari bilan to'yingan bo'ladi.

3. **Daryo vodiysining quyi qismi.** Bu qism tog' oldi yoki tog' oralig'i tekisligiga joylashgan bo'lib, qiyaligi juda kichik, yotqiziqalar yotqizilishiga sharoit mavjud bo'ladi.

Yuqorida sanab o'tilgan vodiylar deyarli hamma tog'li hududlardagi daryolarda kuzatiladi. Ba'zi hollarda o'rta (tranzit) qism juda katta yoki umuman bo'lmasligi mumkin (10-rasm). Agar tranzit qism bo'lmasa, sel oqimi hosil bo'lishi butun vodiylar bo'ylab kuzatiladi.



**10-rasm.** Daryo vodiysi ko'rinishi.  
*a* – simmetrik; *b* – asimmetrik vodiylar.

Sel oqimlari suv yig'ish maydoni (10 a-rasm) simmetrik ko'rinishga ega bo'lsa, bunday daryolarda sel shiddatli bo'lib, uncha uzoq vaqtga cho'zilmaydi, agarda daryo vodiysi asimmetrik ko'rinishga ega bo'lsa (10 b-rasm), bunda sel uzoq vaqt davom

etib, sel to'liqlarini hosil qiladi. Bunga sabab, sel qattiq jinslari daryo vodiylarining burilish joylarida yig'ilib, tabiiy dambalar hosil qilishi va ularning yana buzilishi bo'lib, selning to'xtab-to'xtab harakatlanishini yuzaga keltiradi.

Daryolarning suv yig'ish maydoni o'simlik dunyosiga boy bo'lmasa, tog' jinslarining mustahkamligi buziladi va suv ta'sirida yuvilib sel tarkibiga kiruvchi qattiq jinslarni hosil qiladi. Daryolarning suv yig'ish maydonida tarqalgan geodinamik jarayonlar ham tog' jinslari mustahkamligini susaytiradi (nurash, gravitatsion jarayonlar va boshqalar).

Sel oqimlari xususiyatlaridan biri — daryo o'zanlariga sel yotqiziqlarining yotqizilishi va suv sathining ko'tarilishidir. Sel oqimlari tog'li hududlardan tekislikka qarab borishi jarayonida o'z tezligini kamaytiradi va so'nadi.

Demak, tekislik joylarga kelib sel yotqiziqlari yotqiziladi. Bu o'z navbatida foydalanish mumkin bo'lgan maydonlarni ishdan chiqaradi, inshootlarning buzilishiga olib keladi.

Yuqorida keltirilgan misol asosida quyidagilarni ta'kidlash mumkin: sel oqimlari to'satdan yuzaga keluvchi jarayon bo'lib, asosan bahor, yoz oylarida, gohida kuz oylarida ham kuzatilishi mumkin.

Statistik ma'lumotlarga qaraganda talafotli sel oqimlarining qaytarilib turishi hech qanday qonuniyatga bo'ysunmasligi aniqlangan. Sel oqimlari intensiv xarakterga ega bo'lib, uning sarfi 500—1000, ba'zan esa 2000—2500 m<sup>3</sup>/sek ga yetadi.

Sel oqimi natijasida yuzaga kelgan talafot 10 ballik tizim bo'yicha baholanadi (3-jadval).

Sel oqimlari dinamikasini ko'z oldimizga keltirish uchun Issiq ko'l seli bilan tanishib chiqish maqsadga muvofiqdir.

Almati shahridan 60 km uzoqlikda 1800 m mutlaq balandlikda joylashgan Issiq ko'li juda ham go'zal maskan bo'lib, 8000 yil oldin hosil bo'lgan. Ko'l tog' jinslari uyumidan hosil bo'lgan damba ortida suv yig'ilishidan yuzaga kelgan. Ko'lning uzunligi 2 km, eng keng yeri 800 m ni tashkil etib, yig'ilgan suv hajmi 18 mln m<sup>3</sup>. Yoz oylarida qorliklar, muzliklarning erishi hisobiga suv miqdori

yanada oshadi. Hozirgi kunda bu ko'l yo'q. 1963-yil 7-iyul kuni osmonni qora bulut qoplaydi, momoqaldiraq sadolari ostida kuchli yomg'ir yog'ib, balandligi 12 metrga teng sel oqimi to'liqini kelib ko'l dambasiga uriladi. To'liqlarning ketma-ket 8 soat davomida kelib urilishi natijasida tabiiy damba bardosh bera olmay buzilib ketadi va yig'ilgan qattiq jinslarga to'yingan oqim pastga qarab katta tezlikda harakatlanadi. Oqim o'z yo'lida chuqurligi 60 metrga teng bo'lgan dara hosil qiladi.

O'tkazilgan kuzatishlar natijasida Issiq ko'lidan yuqorida joylashgan Jarsoy muzligining shiddatli erishi va morenalardan tashkil topgan oqim bosimi ta'siri baland tog'likdagi ko'llar dambalarining buzilishiga sabab bo'lganligi aniqlandi.

Sel oqimlariga qarshi kurashish bu tabiatni muhofaza qilish, inson hayoti va faoliyatini asrashdan iborat. Sel oqimlariga qarshi kurashishda har bir sel bo'lishi mumkin bo'lgan maydonni chuqur o'rganish, sharoitga qarab kurashish usulini tanlash orqali muvaffaqiyatga erishish mumkin.

Sel oqimlarining oldini olish va ulardan saqlanish maqsadida quyidagi tadbirlar amalga oshiriladi:

1. Sel bo'lishi mumkin bo'lgan daryolarning suv yig'ish maydonlarida doimiy kuzatish ishlarini olib borish.

2. Daryolarning suv yig'ish maydonlarini muhofaza qilish.

3. O'rmon xo'jaliklarini rivojlantirish.

4. Tog'li hududlardagi daryolarning suv yig'ish maydonlarida suv oqimini boshqaruvchi inshootlar qurish.

5. Daryo o'zanlarida suv oqimini boshqaruvchi, ushlab turuvchi inshootlar qurish.

6. Kanallar qurish, sel oqimini o'tkazib yuboruvchi inshootlar qurish.

7. Sel hosil bo'lishi oldini olishga qaratilgan boshqa xilma-xil ishlarni bajarish.

Yuqorida keltirilganlardan ko'rinib turibdiki, sel jarayoniga qarshi kurashish ancha murakkab masala bo'lib, unga qarshi kurashishni doimiy ravishda olib borish talab qilinadi. Sellarga

qarshi kurashish maxsus loyiha asosida olib boriladi. Loyihada yuqorida ko'rib o'tilgan ishlarning hammasi ko'zda tutilishi mumkin yoki ularning bir qismi konkret sharoit uchun asoslanishi mumkin.

*3-jadval*

### Sel oqimi intensivligini baholash

| Bal-lar | Sel oqimi tafsiloti    | Oqim natijasida yuzaga kelgan talafotlar                                                                                                                                                                         |
|---------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Sust                   | Daryo qirg'og'i va o'zanining qisman yuvilishi, inshootlar va qurilmalar buzilishi kuzatilmaydi.                                                                                                                 |
| 2       | O'rta                  | Daryo o'zaniga yaqin maydonlarni suv bosishi, ekin maydonlarining yuvilishi.                                                                                                                                     |
| 3       | Nisbatan kuchli        | Atrof maydonlarni suv bosishi, yuvilishi, o'zandagi qurilmalarning vayron bo'lishi, atrofdagi mustahkam bo'lmagan inshootlarni buzilishi.                                                                        |
| 4       | Kuchli                 | Kuchli yuvilish, atrofdagi ekin maydonlari va bog'larni suv bosishi, turar joy binolari va ko'chalarning buzilishi.                                                                                              |
| 5       | Juda kuchli            | Daryo qayiriga joylashgan barcha inshootlar vayron bo'lishi, yuvilib ketishi. Avtomobil va temiryo'llar ba'zi qismlarining yuvilishi. Turar joy binolari, mavzelarning buzilishi. Ekin maydonlarini sel bosishi. |
| 6       | Buzuvchi               | Ba'zi kapital qurilmalarning buzilishi. Telefon-telegraf tarmoqlari, tosh dambalar (to'g'onlar)ning buzilishi. Katta-katta daraxtlarning ildizi bilan qo'porib tashlanishi.                                      |
| 7       | Vayron qiluvchi        | Gidroelektrostansiyalar, bosh suv yig'uvchi inshootlarning qisman vayron bo'lishi, qishloqlarning yer yuzidan yuvilib ketishi.                                                                                   |
| 8       | To'liq vayron qiluvchi | Bosh suv yig'uvchi inshootlarning to'liq vayron bo'lishi. Tosh va beton to'g'onlarning to'liq buzilishi. Tosh va betondan qurilgan ko'priklarning buzilishi.                                                     |
| 9       | Talafotli              | Temir beton konstruksiyali inshootlarning buzilishi, turar joy binolari, qishloqlarning to'liq yuvilib ketilishi.                                                                                                |
| 10      | Tabiiy ofat            | Turar joy binolarining to'liq yuvilishi, shuningdek injenerlik inshootlari, ekin maydonlari, aloqa tarmoqlarining to'liq ishdan chiqishi.                                                                        |

Doimiy kuzatish, meteorologik (havo haroratini, atmosfera yog'in-sochinlarini, qor qatlamining yig'ilishini), gidrologik (daryo oqimi sarfi va tezligi, baland tog'li hududlardagi ko'llarda suv sathining o'zgarishi, muzliklarning holati va h.k.) va geologik (suv yig'ish maydonida bog'lanmagan tog' jinslari uyumi-ning yig'ilishi, to'kilmalar, sochilmalar, surilmalar holatini) kuzatishlarni o'z ichiga oladi. Doimiy kuzatishlar sel oqimlarini uzoq muddatli va qisqa muddatli bashoratlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Muhofaza qilish maydoni daryoning suv yig'ish havzasida tashkil etiladi. Muhofaza qilish maydonida tog' jinslari turg'unligini buzuvchi qurilish va xo'jalik ishlarini olib borish qat'iy man etiladi. Shuningdek, o'simlik dunyosi va daraxtlarning kesilishiga yo'l qo'yilmaydi, o'rmon xo'jaligi ishlari doimiy nazorat ostida bo'ladi. Daraxtlar va o'simlik dunyosi suv yig'ish maydonida tarqalgan tog' jinslarining mustahkamligini oshirishga xizmat qiladi.

Tog' jinslarining mustahkamligini oshirish uchun tog'li hududlarda ariqlar qazish, zinasimon terassalar yaratish va boshqa ishlar bajariladi.

Yer yuzasi suvlari oqimini tartibga solish maqsadida daryo o'zanida dambalar qurish, suv oqimi tarkibidagi tog' jinsi zarrachalarini ushlab qoluvchi qurilmalar qurish, suv oqimlarini o'tkazib yuborish uchun kanallar, sel o'tkazuvchi inshootlar qurish maqsadga muvofiqdir.

Shahar va aholi yashaydigan maydonlarni sel oqimidan asrash maqsadida esa sel omborlari quriladi.

O'zbekiston Respublikasida sel oqimlariga qarshi kurashish tadbirlariga:

a) sel to'suvchi to'g'onlar qurish, temiryo'l va avtomobil yo'llari atrofiga chuqur handaqlar qurish (Janubiy Farg'ona, Katta Farg'ona kanali, Chirchiq kanali atroflarida);

b) temiryo'l va avtomobil yo'llari ostiga ko'ndalang kesimi katta bo'lgan temir beton quvurlarni yotqizish;

d) o'rmon xo'jaligini rivojlantirish ishlari kiradi.

Sel oqimlariga qarshi kurashish usullarini tanlash maqsadida maxsus injener-geologik syomka ishlari o'tkaziladi. Bu syomka masshtabi 1:25000, 1:10000 bo'lib, o'rganilayotgan maydonning kattaligiga, geologik tuzilishning murakkabligiga bog'liq bo'ladi. Syomkaning asosiy maqsadiga sel kuzatilishi mumkin bo'lgan vodiylarni aniqlash, sel bo'lishini bashorat qilish va boshqalar kiradi. Injener-geologik qidiruv ishlari tarkibiga yog'in-sochinlar miqdori va ularning yil davomida taqsimlanishi, yomg'ir xarakteri va daryo suvlarining sathi, oqim tezligi, tog'li hududlardagi ko'llar suvining sathini doimiy o'rganib turish kabi ishlar kiradi.

Bu ishlar natijasida o'rganilgan maydon uchun sel nuqtayi nazaridan xavfli bo'lgan maydonlar kartasi tuziladi va ularga qarshi kurashish usullari tanlanadi.

## 12. TOG' JINSLARINING OQISHI

- Suv bilan to'yingan tog' jinslarini burg'i quduqlari, tog' kovlash inshootlari va handaqlar bilan ochilishi natijasida tog' jinslarining oqishi kuzatiladi.

- Tog' jinslarining oqish tezligi turlicha bo'lib, oqish asta-sekinlik bilan yoki talafotli, katta tezlikda yuzaga kelishi mumkin. Katta tezlikda harakatlanuvchi tog' jinsi oqimi qurilish ishlarini bajarishda, kon ishlarini olib borishda katta xavf tug'diradi.

- Quyida kuzatilgan talafotli tog' jinslari oqishi haqida ma'lumotlar beriladi.

1932-yili Germaniyada yuz bergan tog' jinsi oqishini D. Erenberg quyidagicha hikoya qiladi:

Bu voqea salqin yomg'irli kuz oylarida sodir bo'ldi. Qo'ng'ir ko'mir qazib olinadigan razrezda ish qizg'in edi. Ko'mir razrezning eng pastki qismi – 45 m chuqurlikdagi uchinchi zinasidan kovlab olinardi. Razrez uzunligi 2 km, eni esa 1 km ga teng bo'lib, uchinchi zina ustida balandligi 30 m ga teng bo'lgan qumdan iborat ikkita zina bor edi. Bu suvga to'yingan qum shovqin bilan pastga qarab harakat qildi va bir zumda 1,5 mln tonna qum razrez ichiga oqib keldi. Uchinchi zina balandligi 19 m bo'lgan

tog' jinslari bilan ko'milib qoldi, chuqurda ishlayotgan odamlar va mexanizmlar ko'milib ketdi.

1814-yili Bryussel atrofida qirg'oq yuvilishi natijasida tog' jinslari oqishi kuzatilgan bo'lib, bunda quruqlikdan kuchli tovush ostida 1,6 mln m<sup>3</sup> tog' jinsi dengizga qarab harakatga kelgan.

1974-yili Leningrad metrosi qurilishida ham kuchli tog' jinslari oqishi kuzatilgan. Taxminan 80 m chuqurlikda, oquvchan tog' jinslarini muzlatish usuli bilan tog' kovlash ishlari bajarilayotgan bir vaqtda, katta hajmdagi tog' jinslari oqishi kuzatilgan. Tekshiruv ishlari natijasida kovlash ishlari olib borilayotgan tog' inshootining bir qismidagi tog' jinslarini muzlatilmaganligi tog' jinslarining oqishiga sabab bo'lganligi aniqlangan.

Oquvchan tog' jinslari yuqoridagi qatlamlar og'irligi ostida zichlashadi va bosim ostida siqib chiqarilishi mumkin. Demak, oquvchan tog' jinslari mustahkam bo'lmagan tog' jinslari bo'lib, ularda qurilish ishlari maxsus usullar yordamida olib borilishni talab etadi.

Oquvchan tog' jinslari suv bilan to'yingan mayda zarrachali qumlardan iborat. Oquvchan tog' jinslari nisbatan keng tarqalgan bo'lib, qurilish, tog' kovlash ishlarini bajarishda tez-tez uchrab turadi.

Bu tog' jinslari nafaqat to'rtlamchi davr, balki nisbatan qari tog' jinslari qatlamlarida ham uchraydi. Uning eng keng tarqalgan yerlari Volga, Dnepr, Don, Kama, Amudaryo, Sirdaryo qayir usti terassalarida 2–3 m dan 40–80 m gacha chuqurliklarda uchraydi, qalinligi 3–4 m ni tashkil etadi.

Tog' jinslari oqishiga A.F. Lebedev gidrotexnik inshootlar qurilishi sharoitini injener-geologik nuqtayi nazardan o'rganish jarayonida to'liq ta'rif bergan.

A.F. Lebedev oquvchi tog' jinslarini chuqur o'rganib ularning 2 turi mavjudligini aniqladi:

1. Haqiqiy oquvchan tog' jinslari.
2. Soxta oquvchan tog' jinslari.

Gidrodinamik kuchlar ostida oquvchanlik holatiga keladigan tog' jinslari «soxta oquvchan tog' jinslari» deyiladi, bunday tog'

jinslariga «i» ga teng gradient ta'sir etganda kuzatilishi mumkin.

$$i = (\gamma_M - 1)(1 - n)$$

*Bunda:*  $i$  — gidravlik gradient,  $\gamma_M$  — tog' jinsi mineral zarrachalari zichligi,  $n$  — tog' jinsi g'ovakligi.

«Haqiqiy oquvchan tog' jinslari» deb, oqish jarayoni geodinamik hamda gidrodinamik bosim ostida yuzaga keluvchi, maxsus tarkibga ega bo'lgan tog' jinslariga aytiladi.

Oquvchan tog' jinslari kulrang, ko'kimtir kulrang bo'lib, uning rangi tarkibidagi organik chirindilar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Havoda uning rangi juda tez o'zgarib, sarg'ish, qizg'ish rangga kiradi; buning sababi tog' jinsi tarkibidagi temirning oksidlanishidir.

Oquvchan tog' jinsi bo'lagi nam tog' jinsi ko'rinishida bo'lib, kuchli suv ushlab turish qobiliyatiga egaligi uchun u suvsizlanmaydi, o'ziga xos hidga ega. Titrash natijasida esa undan suv ajralib yaltiroq holatga keladi. Bu tog' jinslari qurishi natijasida och rangli mustahkam, qattiq tog' jinsiga aylanadi, yana qayta namlanish natijasida esa birlamchi holatiga qaytmaydi.

Oquvchan tog' jinslarida burg'ilash va tog' kovlash ishlarini olib borish ancha mushkul. Agarda burg'ilash jarayoni vaqtincha to'xtatilsa, u holda burg'i qudug'ida 10–15 m ga yetadigan «probka» hosil bo'lib, avariya holatini yuzaga keltiradi. Shuning uchun burg'ilash jarayonini beto'xtov, bir xil tezlikda olib borish maqsadga muvofiqdir.

Bu tog' jinslari uchun tiksotropiklik xususiyati xosdir.

Oqish jarayoni quyidagi omillarning bir yo'la mavjud bo'lgan holidagina yuz beradi:

1. Oquvchanlikni yuzaga keltiruvchi muayyan geologik tuzilish.

2. Tabiiy geologik sharoit yoki insonning qurilish faoliyati natijasida yer osti suvlari bosimi farqining yuzaga kelishi.

3. Ma'lum tarkibga va holatga ega bo'lgan, zarrachalari o'zaro bog'lanmagan tog' jinslarining mavjudligi.

Tog' jinsi oqishi uchun oquvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan tog' jinslarining yotish sharoiti oqishni yuzaga keltirish xususiyatiga ega bo'lishi shart. Bu holat tog' jinsini tabiiy yotishi bilan mujassamlashgan bo'lishi yoki sun'iy yo'l bilan yuzaga kelishi mumkin. Tog' jinslarini oqishi qurilish handaqlari, tog' kovlash ishlari, burg'i quduqlari kovlash yoki tog' jinslarining qiya sathlarda surilishi, qirg'oqlarni yuvilishi natijasida yuzaga keladi.

Haqiqiy oquvchan tog' jinslari maxsus tarkibga ega bo'lib, granulometrik tarkibida asosan 0,1–0,05 mm yoki 0,25–0,1 mm li fraksiyalar uning katta ulushini tashkil etadi.

Bu tog' jinslarida chang zarrachalari (0,05–0,002 mm) miqdori yuqori bo'lishi, 0,002 mm dan kichik bo'lgan zarrachalar tog' jinsi tarkibida ma'lum miqdorda bo'lishi shart. Chang zarrachalari miqdori qolgan barcha fraksiyalar miqdoridan ko'p bo'lishi kuzatiladi.

A.V. Lebedev oquvchan tog' jinslarini chuqur o'rganib, uning tarkibida ma'lum miqdorda kolloid zarrachalar ( $<0,1$  mkm) bo'lishini aniqlagan.

✓ Haqiqiy oquvchan tog' jinslarining mineralogik tarkibi asosan gil minerallaridan, ya'ni gidroslyuda, kaolinit, montmorillonit, glaukonit, kremniy va temir oksidlaridan hamda nisbatan yirik zarrachalar – kvars, dala shpati, slyuda va boshqa rangli minerallardan tashkil topgan. ✓

Oquvchan tog' jinslari o'ziga xos granulometrik, mineralogik tarkibga ega bo'lish bilan bir qatorda o'ziga xos fizik-mexanik xususiyatlarga ega. ✓ Oquvchan tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlarini o'rganish ancha mushkul bo'lib, bunga sabab tog' jinslaridan monolit olib bo'lmasligi, tabiiy sharoitda tekshirish olib borib bo'lmasligidadir.

Mavjud ma'lumotlarga asosan bu tog' jinslari zichlanmagan, katta g'ovaklikka ega, juda kichik suv o'tkazish qobiliyatiga ega. Ularning zichligi 1,14–1,58 t/m<sup>3</sup>, g'ovakligi 36–58%, g'ovaklik koeffisienti 0,67–1,39. Suv berish qobiliyati 30–70%,

suv berish koeffisienti esa 0,20 dan oshmaydi. Tabiiy holatda bu tog' jinslarining surilishga qarshiligi juda kichik hisoblanib, tabiiy qiyalik burchagi 3–40 dan 8–90 gacha boradi, quritilgan holatda esa 25–300 ga yetadi. Deformatsiya moduli 100 kPa va undan ortiq bo'lishi mumkin. ✓

Haqiqiy oquvchan tog' jinslarini geologik-litologik qirqimda mavjudligi va inshoot qurilishi va undan foydalanishga ta'sirini baholash uchun injener-geologik qidiruv ishlari olib borilib, uning tarkibiga quyidagilar kiradi:

1. Injener-geologik syomka;
2. Qidiruv ishlari (burg'ilash ishlari);
3. Tajriba ishlari;
4. Laboratoriya ishlari.

Injener-geologik qidiruv ishlari natijasida quyidagilar bo'yicha aniq ma'lumotga ega bo'lish zarur:

a) oquvchan tog' jinslari tarqalgan maydonning geomorfologik sharoiti, ularning yuzasi ochilganligi haqidagi ma'lumot;

b) oquvchan tog' jinslarining yotish chuqurligi, shakli, qalinligi; oquvchan tog' jinslari qatlami ostida, atrofida va ustida tarqalgan tog' jinslari tarkibi, holati, geologik-litologik qirqimda tutgan o'rni;

d) oquvchan tog' jinslarining tarkibi, fizik-mexanik xususiyati, asosan zichligi, tiksotropiklik xususiyatini namoyon bo'lishi, suv berish, suv o'tkazish xususiyati, tabiiy qiyalik burchagi, deformatsiyalanuvchanligi va h.k.

e) oquvchan tog' jinslarining gidrogeologik ko'rsatkichlari, yer osti suvlarining yotish chuqurligi, pezometrik sathi, bosimi va h.k.

Injener-geologik izlanishlar davrida mavjud imoratlarining joylashishi, turg'unligi, ularning turg'unligiga oquvchan tog' jinslarining ta'siri baholanadi.

Oquvchan tog' jinslari haqida to'liq ma'lumotga ega bo'lgandan so'ng, ularning ta'sirini oldini olishga qaratilgan usullar tanlanadi.

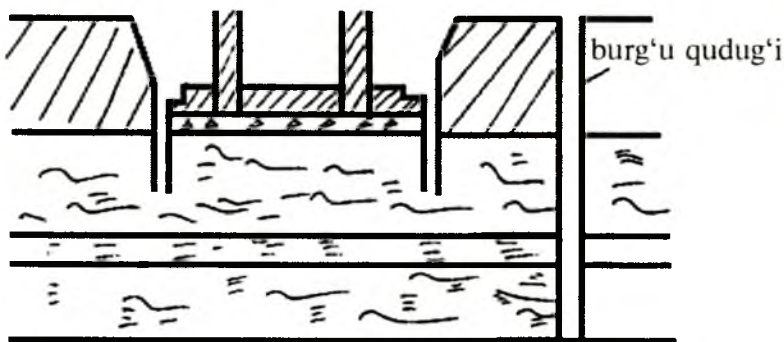
Qurilish ishlarini olib borishda, tog' inshootlarini kovlashda, burg'ilashda quyidagi usullardan foydalaniladi:

1. Kovlash ishlarini maxsus mustahkamlovchi qurilmalar, oldindan suvsizlantiruvchi quduqlar kovlash usulini qo'llab amalga oshirish. Buning uchun inshoot atrofiga burg'i quduqlari kovlanib, ulardan suv chiqariladi. Agarda tog' jinsi filtratsiya koeffitsienti 1 m/sutka dan katta bo'lsa, bu usul yaxshi natija beradi (11-rasm).

Agarda oquvchan tog' jinsi qatlamining suv berish qobiliyati va filtratsiya koeffitsienti kichik bo'lsa, u holda qoqma va tushirma, ignasimon filtrlardan foydalaniladi.

2. Yer osti kovlash ishlarini tog' jinslarini oldindan muzlatish usulidan foydalangan holda olib borish.

Inshoot joylashishiga qarab oquvchan tog' jinslari ichiga burg'i quduqlari (shpuralar) orqali  $-20^{\circ}\text{C}$  ga teng haroratdagi sovuq havo yuborish yo'li bilan tog' jinslari muzlatiladi. Bu usulda konsentrlangan  $\text{SaCl}_2$  eritmasidan ham foydalanish mumkin.



11-rasm. Suv sathini pasaytiruvchi burg'i quduqlarini joylashishi.

3. Yuqori bosimga ega bo'lgan oquvchan tog' jinslarida kesson usuli bilan qurilish ishlarini olib borish. Buning uchun maxsus kesson qurilmasi ishchi kamerasida 2–2,5 atm. bosim hosil qilinib ish olib boriladi, hosil bo'lgan ortiqcha bosim oquvchan tog' jinslari oqishining oldini oladi. Bu usuldan foydalanganda oquvchan tog' jinslarini qoplab yotuvchi qatlam qalinligi hosil qilingan bosimni saqlab turish uchun yetarli bo'lishi shart.

4. Oquvchan tog' jinslarini to'siqlar yordamida mustahkamlash.

Bu usullar qatoriga shpuntlar qoqish, tushirma yoki qoqma quduqlardan foydalanish kiradi. Oquvchan tog' jinslari 25 metrgacha chuqurlikda bo'lgan holatda bu usuldan foydalanish mumkin. Buning uchun shpunt qoqish sharoitini o'rganish talab etiladi, ya'ni tog' jinslarining tarkibi, ularning yotish ketma-ketligi, oquvchan tog' jinslari qalinligi, yotish chuqurligi, shpuntlarni qoqish chuqurligini aniqlash zarur.

5. Tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatini yaxshilash. Bunda oquvchan tog' jinslari ichiga bosim ostida suyuq oyna (natriy silikati yoki kalsiy xlor tuzi) haydaladi.

### 13. SUFFOZIYA JARAYONLARI

*Yer osti suvlari harakati natijasida qumtosh, shag'allar, tog' jinsi yoriqlari orasidagi mayda, kichik o'lchamli zarrachalarni yuvilib olib chiqib ketilishiga «suffoziya jarayonlari» deyiladi.*

«Suffoziya» — lotincha so'z bo'lib, «o'yish» tushunchasini bildiradi. Tog' jinslari orasidagi mayda, kichik zarrachalarning yer osti suvi bilan olib chiqib ketilishi ikki xil: mexanik va kimyoviy yo'l bilan sodir bo'ladi.

Mexanik suffoziya chaqiq tog' jinslari qatlamlari orasida sodir bo'ladi. Chaqiq tog' jinslari orasidagi mayda, kichik zarrachalarni yer osti suvlari harakatga keltirib yer yuziga olib chiqadi. Buning natijasida chaqiq tog' jinslari orasida bo'shliqlar vujudga keladi va joyning mustahkamligi kamayadi, qurilgan inshootlarning mustahkamligi pasayadi, inshootlarning cho'kish xavfi tug'iladi.

Mexanik suffoziya har qanday chaqiq tog' jinslari qatlamlari orasida sodir bo'lavermaydi, bu jarayon rivojlanishi uchun chaqiq tog' jins qatlamlarining g'ovakligi 35–40 foiz bo'lishi, qum ma'lum tarkibga ega bo'lishi, yer osti suvi bosimining gradienti keskin o'zgarib, suvning harakat tezligi yuqori bo'lishi kerak.

N.M.Bochkov (1936), A.N.Patrashev (1945) va C.V.Istomin (1957) ma'lumotlariga ko'ra, odatda suffoziya hodisasi tog' jinsi

har xillik koeffisienti 20 dan ortiq ( $K_c > 20$ ) va gidravlik gradient 5 dan yuqori ( $I > 5$ ) bo'lgan chaqiq tog' jinslarida uchraydi. Tog' jinsi har xillik koeffisienti –  $K_c$  quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$K_c = \frac{d_r}{d_{ef}}$$

*Bunda:*  $d_r$  – zarrachalarning nazoratlash diametri, mm;  $d_{ef}$  – zarrachalarning effektiv diametri, mm;

D.D. Djastin (1936) ma'lumotiga ko'ra, suffoziya jarayoni yuz beradigan tog' jinslarida yer osti suvlarining yuvish tezligi o'rtacha 10 dan 1,0 m/min gacha bo'lib, asosan qum zarrachalarining katta-kichikligiga bog'liq. Suffoziyani baholashda D.D. Djastin taklif etgan «Suffoziya yuzaga kelishi uchun yer osti suvining tog' jinsini yuvish tezligi» jadvalidan foydalaniladi.

Suffoziya boshlanish jarayonida yer osti suvlari oqimining boshlang'ich tezligi  $V_{raz}$  ko'pincha Zihard formulasi orqali ham aniqlanadi:

$$V_{raz} = \frac{K_f}{15}$$

*Bunda:*  $K_f$  – tog' jinsining filtratsiya koeffisienti, m/s.

4-jadval

**Suffoziya yuzaga kelishi uchun yer osti suvining tog' jinsini yuvish tezligi D.D. Djastin ma'lumoti bo'yicha (1936)**

| Tog' jinsi zarralarining kattaligi (mm) | Yer osti suvining yuvish tezligi (m/min) | Tog' jinsi zarralarining kattaligi (mm) | Yer osti suvining yuvish tezligi (m/min) |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 5                                       | 13,23                                    | 0,1                                     | 1,83                                     |
| 3                                       | 10,37                                    | 0,08                                    | 1,67                                     |
| 1,0                                     | 5,91                                     | 0,05                                    | 1,31                                     |
| 0,8                                     | 5,3                                      | 0,03                                    | 1,04                                     |
| 0,5                                     | 4,18                                     | 0,01                                    | 1,59                                     |
| 0,3                                     | 3,08                                     | --                                      | --                                       |

Yer qobig'ida qatlamlararo suffoziya ham sodir bo'ladi. Bu suffoziya jarayoni tufayli yer qatlamidagi tog' jinslari zarrachalari ikkinchi qatlamga o'ta boshlaydi va birinchi qatlamda suffoziya bo'shliqlari hosil bo'ladi (4-jadval).

Qatlamlararo suffozion jarayonlar bo'lishi uchun bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tuvchi yer osti suvlarining harakati ma'lum tezlikka, tog' jinslari har xil granulometrik tarkibga ega bo'lishi kerak. Shundagina tog' jinsi zarrachalarining bir qismi yer osti suvlari bilan bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tadi. Bu o'tish tezligini S.V.Izbash (1939) quyidagi formula orqali aniqlashni tavsiya etadi:

$$V_p = V_0 + f \left( \frac{d^2}{D^2} \right); \text{ sm / sek}$$

*Bunda:*  $V_0$  – zarrachalar og'irligini yenguvchi tezlik.  $D$  va  $d$  – ikkinchi qatlamdagi zarrachalarning o'rtacha diametri.

L.I.Kozlova (1934) tajribalari asosida, qatlamlararo suffoziya jarayonlari asosida zarrachalarning bir qatlamdan ikkinchisiga o'tish tezligi ularning nazoratlovchi diametriga bog'liqligini aniqladi va S.V.Izbash formulasiga quyidagi qo'shimchani qo'shdi:

$$V_p = 0,26d_{60}^2 \left[ 1 + 1000 \left( \frac{d_{60}}{D_{60}} \right)^2 \right]; \text{ sm / sek}$$

*Bunda:*  $D_{60}$  va  $d_{60}$  – zarrachalarning nazoratlovchi diametri, mm.

Yuqorida qayd qilingandek, suffoziya jarayoni yuzaga kelishi uchun yer osti suvlarining gidravlik gradienti ma'lum miqdorga ega bo'lishi kerak. Qumlarning suffoziya jarayoniga chidamliligi turlicha bo'lib, ularni tashkil etuvchi zarrachalarning solishtirma og'irligi va g'ovakligiga bog'liq. Qumlarning solishtirma og'irligi qancha past yoki g'ovakligi qancha yuqori bo'lsa, ularda suffoziya jarayoni shuncha faol bo'ladi.

K. Tersagi, E.A. Zamarin (1933) qumlarning filtratsiya kuchiga chidamliligini tekshirib, ularni harakatga keltiruvchi gidravlik gradientini quyidagi formula orqali aniqlashni tavsiya etadi:

$$I_p = (\gamma_M - 1)(1 - n) + 0,5n$$

*Bunda:*  $\gamma_M$  – qum mineral tarkibining zichligi (solishtirma og'irligi),  $n$  – qumning umumiy g'ovakligi, %.

Suffoziya jarayoni qum tarkibining har xilliligiga bog'liq, har xillilik koeffisienti qancha katta bo'lsa, suffoziya jarayoni shuncha faol bo'ladi.

Shunday qilib, turli inshootlarni loyihalash va qurishda bajariladigan injener-geologik ishlarda suffoziya jarayonini o'rganish uchun tog' jinslari granulometrik tarkibining turliligini, filtratsiya oqimining gidravlik qiyaligini, tezligini, mayda, kichik va nozik tog' jinsi zarrachalarining tashqariga chiqish sharoitini bilish kerak. Bundan tashqari suffoziya jarayoniga uchragan tog' jinslarining mineralogik tarkibini, suvda oson eriydigan tuzlar miqdorini, g'ovakligi, suv o'tkazuvchanligi va boshqa xossalarini hisobga olish kerak.

Kimyoviy suffoziya esa yer osti suvlari ta'sirida tog' jinslarining yemirilishidan hosil bo'ladi. Tog' jinsi qatlamlari orasida uchraydigan suvda eruvchi tuzlarning yer osti suvlarining harakati natijasida erishidan, qatlamlar orasida kichik bo'shliqlar hosil bo'ladi, vaqt o'tish jarayonida bu bo'shliqlar bir biriga qo'shilishib katta bo'shliqlarga aylanadi va tog' jinsi orasida g'ovakliklar hosil qiladi.

Kimyoviy suffoziya asosan lyoss va lyossimon tog' jinslarida uchraydi. Suffoziya jarayonini oldini olish maqsadida suv oqish tezligini hamda gradientini kamaytirish usullaridan foydalaniladi. Buning uchun xavfli maydonlarda drenaj tizimlari yordamida yer osti suvlarining sathini pasaytirish, suv oqim tezligi va gidravlik gradientni kamaytirish maqsadida oqim yo'nalishiga to'siqlar qurish, filtratsion oqim yo'lini uzaytirish usullaridan foydalaniladi.

Tog' jinsi zarrachalari olib chiqib ketilishini oldini olish maqsadida teskari filtrlardan foydalanish mumkin, ya'ni suvli gorizontni zarracha o'lchamlari maydalashib boruvchi tog' jinsi qatlamlari bilan berkitish usuli yaxshi natija beradi.

Toshkent shahri hududida A.M.Xudayberganov o'tkazgan injener-geologik qidiruv ishlarida Qoraqamish, Bo'zsuv, Anhor, Bo'rjar suv tarmoqlari qirg'oqlarida suffoziya jarayoni keng tarqalganligi, suffoziya hodisasi suv tarmoqlari qirg'og'idan 150–200 metr masofagacha ta'sir etib suffozion voronkalar (diametri 0,3–2,0 ba'zida 2–12 m, chuqurligi 2–6 m) hosil bo'lishi aniqlangan.

Bu hodisa nafaqat suffoziya jarayoni, balki tog' jinslari korroziyasi bilan ham yuzaga kelishi mumkin.

## 14. KARST JARAYONLARI

Ohaktosh, dolomit, bo'r, mergel, gips, angidrit, kaliy va osh tuzlari yog'in-sochin suvlari, yer osti suvlari ta'sirida erib, turli ko'rinishga ega bo'lgan g'orliklar, kanallar, bo'shliqlar hosil qiladi. Shu yo'l bilan hosil bo'lgan hodisalarga «karstlar» deb ataladi.

F.P.Savarenskiy karst jarayoniga quyidagi ta'rifni beradi:

*Karst – bu yer osti suvlari faoliyati bilan bog'liq bo'lib, tog' jinslarining (ohaktosh, gips, dolomit va boshqalarning) erishi natijasida tog' jinsi qatlamlarida bo'shliqlar, g'orliklar hosil bo'lishi, uning ta'sirida yer sathining surilishi yoki o'pirilishi jarayonidir.*

Karstlanish jarayoniga uchragan tog' jinslari kimyoviy tarkibiga qarab karbonatli, sulfatli, tuzli bo'lishi mumkin.

Karstlanish jarayoni yer yuzasida hamda yer qa'rida yuz berib o'ziga xos relyef turlarini hosil qiladi.

Yer yuzasida hosil bo'lgan karst relyefiga karst jo'yaklari (karrlar), ko'r jarliklar, yer osti karstlari o'pirilishi bilan hosil bo'lgan karst voronkalari misol bo'ladi. Yer ostida esa karst bo'shliqlari, g'orliklari yuzaga keladi. Karst jarayoni tarqalishi katta chuqurlikkacha (1000 m va undan katta) yetib borishi mumkin.

Karst g'orliklari, o'pirilishlari mavjud bo'lgan hududlar inje-nerlik inshootlari qurilishini asoslashda katta e'tibor talab qiladi, chunki qurilish ishlarini olib borishda, inshootdan foydalanishda katta qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Karst jarayoni keng tarqalgan maydonlarga sobiq Yugoslaviya, Avstraliya, Shimoliy Amerika va boshqa hududlar kiradi.

Quyida eng katta karst g'orliklari to'g'risida ma'lumot beriladi.

1. Amerika Qo'shma Shtatlarining Kentukki shtati Luis-vil shahri yaqinida dunyodagi eng katta «Momontovo» g'orligi mavjud bo'lib, bu g'orlik ohaktosh tog' jinslaridan hosil bo'lgan. Uning umumiy uzunligi 240 km ni tashkil etadi. G'orlik besh qavatdan iborat, grotlarning balandligi bir necha 10 metrga yetadi. G'orliklarda ko'pdan ko'p ko'llar, o'pirilish voronkalari mavjud bo'lib, bu g'orlikda 250 ta o'tish yo'llari, 223 ta galereya va 77 ta grot bor. Eng katta grot «Xram» groti bo'lib, uning uzunligi 163 m, kengligi 87 m, balandligi 40 m ni tashkil etadi.

2. Amerika Qo'shma Shtatlari Nyu-Meksika shtatida Karlsband g'orligi mavjud bo'lib, bu g'orlikning balandligi 91 m, uzunligi 1200 m. G'orlikning kirish darvozasi lift va elektr tarmog'i bilan jihozlangan, hozirda tamoshagohga aylantirilgan.

3. Dunyoda eng ko'p o'rganilgan g'orliklardan biri — Fransiyadagi Tantal g'orligi bo'lib, uning o'rganilgan chuqurligi 1000 m dan ortiq.

4. Sobiq SSSR hududidagi eng katta g'orlik — «Kungur» g'orligi hisoblanadi. Bu g'orlik 1770-yil ochilgan bo'lib, uning umumiy uzunligi 5 km ni tashkil etadi. G'orlikda doimiy ravishda  $-1^{\circ}\text{C}$  harorat saqlanib turadi, unda katta-katta zallar mavjud bo'lib, ulardan eng kattalari «Brilantli», «Polyarniy», «Dante», «Krestoviy», «Skulpturniy», «Pompey xarobalari» hisoblanib, ularning nomi g'orlikdagi stalogtit-stalogmitlar shakliga qarab berilgan. Kungur g'orligida 36 ta ko'l mavjud bo'lib, ulardan eng kattasining egallagan maydoni  $700\text{ m}^2$  ni tashkil etadi. Kungur g'orligi ham xozirgi kunda tamoshagohga

hamda nafas olish yo'llari bilan kasallanganlarni davolash maskaniga aylantirilgan.

5. 1976-yili Volina-Podolsk viloyatida ko'mir konini ochiq usulda kavlab olish natijasida «Zolushka» g'orligi ochilgan. G'orlik o'lchamlari kichik bo'lishiga qaramay, karst jarayonlari haqida juda katta ma'lumot berdi. G'orlik ochilishi bilan inson ko'zi oldida oksidlanish reaksiyasi boshlanib temir oksidlari paydo bo'lgan.

Bunda g'orlik havosining birlamchi tarkibi aniqlangan:

Azot 82,5% (N);

Is gazi 2,5% (CO<sub>2</sub>);

Kislorod 15% (O<sub>2</sub>).

Bundan tashqari karst g'orliklari bilan bog'liq bo'lgan, vaqti-vaqti bilan qurib turuvchi ko'llar, ikki tomonga oquvchi, yo'qolib yana paydo bo'ladigan daryolarni kuzatish mumkin.

Tabiatda karst g'orliklarining o'pirilishlari juda ko'p sodir bo'lib turadi. Masalan: Oka daryosi vodiysining Dzerjinskiy shahri atrofida 300 kv. km maydonda 3000 dan ortiq karst o'pirilishi borligi aniqlangan. I.A. Savarenskiy ma'lumotlariga ko'ra 1935—1959 yil oralig'ida 54 ta karst o'pirilishi kuzatilib, ulardan eng kattasining diametri 90 m, chuqurligi 28 m ni tashkil etadi.

Karstlashuvchi tog' jinslarining, karst g'orliklarining mavjudligi gidrotexnik inshootlar qurilishi va ulardan foydalanishni qiyinlashtiradi.

Misol tariqasida Charvoq suv ombori qurilishini olish mumkin. Suv ombori va to'g'on asosan karbon davri ohaktoshlari tarqalgan maydonda qurilganligini hisobga olsak, bu tog' jinslari darzligi tufayli ularda karst jarayoni rivojlanishiga yaxshi shart-sharoit mavjud. Shu sababli bu darzliklarga suv kirishiga yo'l qo'ymaslik tadbirlari ko'rilgan. Xuddi shunga o'xshash sharoit Shohimardon (Farg'ona) soyida gidrotexnik inshoot qurilishini asoslashga imkon bermagan.

1949—1951-yillar mobaynida Rossiyaning Voronej viloyatida 950 damba (to'siq) qurilgan. Karst va karstlashuvchan tog' jinslari

mavjudligi tufayli ulardan 154 tasi suv sathini loyihaviy belgida ushlab turish imkoniyatiga ega emas, 56 tasi umuman suv ushlab tura olmaydi.

Karst jarayonining tarqalishi MDH davlatlari hududi misolida sharqdan g'arbga qarab o'sib boradi.

Karst jarayonlarining hosil bo'lishida faqat suv va yengil eruvchan tog' jinslarining mavjudligi yetarli emas. Karst jarayonlarini chuqur o'rgangan D.S. Sokolov bu jarayonning rivojlanishi uchun quyidagi sharoitlar mavjud bo'lishi shartligini aniqlagan:

1. Geologik-litologik qirqimda yengil eruvchan tog' jinslarining mavjudligi va ularning suv o'tkazuvchanlik qobiliyati katta bo'lishi, ya'ni tog' jinslarida ochiq darzliklarni mavjud bo'lishi shart.

2. Tog' jinslari darzliklarida suv harakatining mavjudligi va suvlarni eritish qobiliyatiga egaligi.

3. Eritilgan tog' jinslarining tog' jinsi qa'ridan olib chiqib ketilish sharoitining mavjudligi.

Agarda yuqorida keltirilgan shartlar mavjud bo'lsa, karstlanish jarayoni yuzaga keladi. Aks holda karstlanish jarayoni umuman kuzatilmaydi yoki so'nuvchan xarakterga ega bo'ladi.

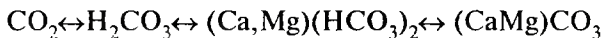
Tog' jinslarini hosil qiluvchi minerallar asosan kristall ko'rinishida bo'lib, suv ta'sirida uni tashkil etuvchi ionlar suv tarkibiga o'tadi. Bu jarayon tezligi minerallar kristall panjarasidagi kimyoviy bog'lanish kuchiga hamda suvning eritish qobiliyatiga bog'liq bo'ladi.

Erituvchining eritish xususiyati gidrodinamik sharoitga bog'liq bo'ladi. Osh tuzi va kaliy tuzlari eng yengil eruvchan tog' jinslari hisoblanib, 1 litr suvda 320 grammgacha erishi mumkin. Kalsiy va magniyning sulfat tuzlari esa 2,1–2,6 g/l li eritmani hosil qilib o'rtacha eruvchan tuzlar hisoblanadi. Eng qiyin eruvchi tuzlarga kalsiy va magniyning karbonat tuzlari kirib, bu tuzning bir qismini eritish uchun 30000 qism suv kerak bo'ladi, gips uchun esa 480, osh tuzi uchun 3-qism suv yetarli.

Karbonat tuzlari eruvchanligi suv tarkibidagi erkin is gaz ( $\text{SO}_2$ ) miqdoriga bog'liq bo'ladi va uning erishida quyidagi jarayon yuzaga keladi:



Is gazini suvda karbonatlarni eritishi karbonat muvozanati buzilgan holdagina yuz beradi.



Tabiiy suvlarning karbonatlarni eritish qobiliyati ular tarkibidagi umuman erigan tuzlar miqdoriga bog'liq bo'lib, u suvning eritish qobiliyatini oshiradi. Erish jarayoni eritma ma'lum konsentratsiyaga yetgunga qadar davom etadi, keyin esa susayadi.

Karst jarayonini yuzaga keltiruvchi sharoitga quyidagilar kiradi: iqlim va joyning relyefi, karstlanuvchi tog' jinslarining petrografik tarkibi, yotish sharoiti, darzlanganlik darajasi, insoniyatning injenerlik faoliyati.

Karst jarayoni tarqalgan yerlarda yog'ingarchilikning ko'p bo'lishi, bug'lanishning kamligi yer osti va usti oqimlarini hosil qiladi. Oqim tezligi katta bo'ladi va tog' jinslari erishiga katta sharoit yaratadi.

Arid iqlimli hududlarda yerning yuqori qatlamida bug'lanish jarayoni nihoyatda katta bo'lganligi sababli, bu yerda erish emas, tuz yig'ilish jarayoni yuz berib karstlanish jarayoni rivojlanishiga imkon bermaydi. Karstlanish jarayoni tekislik va tog'lik hududlarda tarqalgan bo'lib, tog'liq hududlarda kuchli rivojlanadi. Bunga sabab tog'li hududlarda denudatsion jarayonlar kuchli rivojlanganligi, yengil eruvchi tog' jinslari sathi ochilganligi, ular qa'riga suvlarning kirib borish imkoni yuqori bo'lishidir.

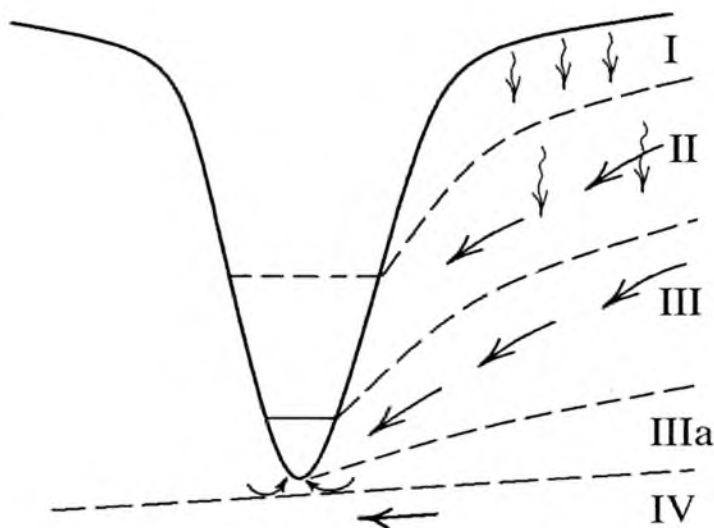
Tog'li hududlarda tog' jinslari kuchli dislokatsiyalangan, darzlangan bo'lishi, atmosfera suvlarining tog' jinsi qa'riga singishi uchun sharoit yaratadi.

Karstlanish jarayoni rivojlanishida relyef katta ahamiyatga ega bo'lib, u karst bazisini belgilaydi.

«Karst bazisi» deb maydonda tarqalgan eng pastki yuvilish chegarasi tushuniladi. Karstning rivojlanishi karst bazisining joylashishiga bogʻliq. Karst bazisi karst suvlari va yer yuzasi suvlari sathi bilan maʼlum munosabatda boʻladi. Daryo suvi sathidan pastda togʻ jinslari yuvilishi uchun sharoit yoʻqligi sababli daryo tubi karstning bazisi deb qabul qilinadi.

Yer osti suvlarining harakat tezligi, oqim yoʻnalishi yer osti suvlarining yer yuzasiga chiqish sharoitiga bogʻliq.

D.S.Sokolov yer osti suvlari harakati yoʻnalishiga qarab quyidagi karstlanish pogʻonalarini ajratadi (12-rasm).



12-rasm. Karst tarqalishining pogʻonaliligi.

I-pogʻona — aeratsiya zonasi, bu zonada yogʻin-sochin suvlari infiltratsiyasi kuzatiladi, yaʼni suv oʻz gravitatsion ogʻirligi taʼsirida vertikal yoʻnalishda pastga qarab harakat qiladi. Demak, bu maydonda tik yoʻnalishga ega boʻlgan karst gʻorliklari paydo boʻladi.

II-pogʻona — yer osti suvlari sathi mavsumiy oʻzgarib turadigan zona, yer osti suvlari sathi yer yuzasiga yaqin joylashgan davrda suv harakati gorizontal yoʻnalishda, suv sathi pastda boʻlgan

holatda vertikal yo'nalishda bo'ladi. Shu sababdan bu zonada zinasimon ko'rinishdagi gorizontal hamda tik yo'nalishga ega bo'lgan karst g'orliklari hosil bo'ladi.

III-pog'ona — to'liq suvga to'yingan zona, gidrografik tarmoqlarning suvni so'rish maydoniga joylashgan bo'lib, yer osti suvlari daryo o'zaniga qarab harakat qiladi, daryo ostidagi suv esa, yuqoriga qarab harakat qiladi (IIIa). Demak, III-pog'onada karst g'orliklari keng tarqalgan bo'lib, IIIa-zonada esa uning rivojlanishi ancha susayadi.

IV-pog'onada esa suv so'rilishi, yer yuzasiga chiqishi kuzatilmaydi, demak, karstlanish jarayoni juda sust bo'ladi. Umuman karstlanish jarayoni suvlarning eritish qobiliyati va chuqurlikka qarab susayib boradi.

Shunday qilib, karstlar ma'lum vertikal pog'onalikka bo'ysungan holda hosil bo'ladi va rivojlanadi. Karstlar faolligi va yoshi jihatidan faol yoki so'ngan, qari yoki yosh karstlarga bo'linadi. Agar karst asosi yuvilish yuzasidan balandda joylashgan bo'lsa u faol, yosh karst, aks holda qari, so'ngan karst hisoblanadi. Ba'zi hollarda yuvilish yuzasidan pastda joylashgan yotqiziqlarda ham faol karstlanish jarayoni kuzatilishi mumkin. Bunga sabab — pastki qatlamlar orasida nisbatan yengil eruvchi tog' jinsining qatlami yoki suv almashinishi uchun qulay imkoniyat mavjudligidir. O'zbekiston hududida karst jarayoni ohaktoshlarda tarqalgan bo'lib, Qoratepa tizmasidagi kaynozoy erasiga mansub bo'lgan ohaktoshli tog' jinslarida, Turkiston tog' tizmalarida, Hisor tog' tizmasi etaklarida keng tarqalgan. Yaqin yillargacha «karstlanish faqat yengil eruvchan tog' jinslari uchun mansub» deb hisoblanar edi. L.S. Berg, F.V. Lingergauzen, M.M. Reshetkin o'tkazgan ilmiy kuzatishlar natijasida karstlarni faqat yengil eruvchan tog' jinslarida emas, balki yengil eruvchan tuzlarga boy gil zarrachali tog' jinslarida ham kuzatilishi mumkinligini aniqladilar. Bu karst turi adabiyotlarda «gil karstlar» deb ataladi. Gil karstlari hosil bo'lishida kimyoviy erish bilan bir qatorda mayda zarrachalarni suv bosimi ostida tog' jinslari

qa'ridan olib chiqib ketilishi (suffoziyasi) ham kuzatiladi, bunda kimyoviy jarayon oldingi o'rinda boradi.

Lyoss tog' jinslaridagi karstlanish jarayoni xlorid sulfat, ma'lum miqdorda karbonat tuzlarining erishi bilan bog'liq bo'lib, yer yuzida voronkalar, qo'ng'iroq sifat chuqurliklar, «ko'r jarliklar» paydo bo'ladi. Jarlik qirg'oqlarida, devorlarida esa katta bo'lmagan g'orliklar paydo bo'ladi. Jarliklardan uzoqlashgan sari bu g'orliklar yo'qola boradi, 120–180 m masofada esa umuman kuzatilmaydi.

Lyoss tog' jinslarida kuzatiladigan karst jarayoni yer yuzasidagi suvlarning tog' jinsi qa'riga singib, uning tarkibidagi mayda zarrachalarning olib chiqib ketilishi hisobiga yuz beradi. Bu suffoziya jarayoni bilan birgalikda amalga oshadi. Bunday jarayon Qashqadaryo, Surxondaryo vohalaridagi sug'orish tarmoqlari atrofida, Toshkent oldi, Farg'ona vodiysi va Zarafshon daryosi vodiysida keng tarqalgan.

#### 14.1. Tog' jinslarining karstlanganligini aniqlash

Tog' jinslarining karstlanganlik darajasi tog' jinsi yaxlitligini suv ta'sirida erishi va tanlab eritilishi (выщелачивание) natijasida darzliklar, g'orliklar, bo'shliqlarning hosil bo'lishi, yaxlitligini buzilishi bilan belgilanadi. Tog' jinslarining karstlanganlik darajasi deb unda mavjud bo'shliqlar hajmini umumiy tog' jinsi hajmiga bo'lgan nisbatiga aytiladi, ya'ni:

$$Z = \frac{v}{V} \cdot 100\%$$

*Bunda:*  $Z$  – tog' jinslarining karstlanganlik darajasi;

$v$  – o'rganilayotgan tog' jinslaridagi bo'shliqlar hajmi;

$V$  – o'rganilayotgan tog' jinsi hajmi.

Tog' jinslari karstlanganligi va karst faolligi tushunchasi turlicha bo'lib, karstlanganlik ko'rsatkichi « $Z$ » hozirgi kundagi holat uchun, karst faolligi esa karst jarayoni rivojlanishining oxirgi 1000 yil ichidagi qiymati (%) larda ko'rsatiladi.

Tog' jinslari karstlanganlik darajasini aniqlash karbonat tog' jinslaridagi karstlarni o'rganishda katta ahamiyatga ega. Chunki karstlanish jarayoni bu tog' jinslarida sekinlik bilan rivojlanadi. Sulfat va osh tuzi tog' jinslaridagi bu ko'rsatkichni aniqlash yaxshi natija bermaydi. Chunki bu tog' jinslarida karstlarni hosil bo'lishi nisbatan faol kechadi.

Tog' jinslari karstlanganligini aniqlash uchun tog' jinsi qa'ridagi g'ovakliklarni aniqlash birmuncha qiyinchiliklar tug'diradi. Tog' jinsi qa'ridagi bo'shliqlarni aniqlashda quyidagi usullardan foydalaniladi: a) geomorfologik kuzatish; b) karst bo'shliqlarini bevosita o'lchash; s) tog' inshootlari va burg'i quduqlarini kovlash jarayonida kuzatish; d) geofizik usullar; e) maxsus gidrologik, gidrogeologik kuzatishlar; f) tajriba filtratsiya va sementlash ishlarini o'tkazish; j) injenerlik inshootlarining deformatsiyasini kuzatish usuli.

Tog' jinsi qa'ridagi bo'shliqlarni aniqlashda, karstlanish jarayoni yer yuzasida yoki unga yaqin joylashgan bo'lsa, geomorfologik kuzatishlar yaxshi natija beradi. Buning uchun yer yuzasida mavjud bo'lgan karst relyefi elementlari maydonining (voronkalar, jo'yaklar, o'pirilishlar) umumiy maydonga nisbatini yoki elementlar sonining umumiy maydonga nisbatini olish mumkin.

$$P = \frac{n}{F} \quad \text{yoki} \quad B = \frac{f}{F} \cdot 100\%$$

**Bunda:** P — bir birlik maydondagi, yer yuzasidagi karst relyefi sonlarining zichlik ko'rsatkichi;

n — yer yuzasidagi karst relyefi turlari soni;

F — o'rganilayotgan maydon (kv.km);

B — maydonning karst o'pirilishlari bilan buzilganlik darajasi;

f — karst relyefi elementlari maydoni (kv km).

Agar karst jarayoni yer yuzasidan chuqurda tarqalgan bo'lsa, u holda bu usul yaxshi natija bermaydi. Buning uchun karst

bo'shliqlari va g'orliklarini bevosita o'lchash zarurati tug'iladi. Ko'pchilik hollarda buning ham iloji bo'lmaydi. Bunday holatda karst bo'shliqlari o'lchami bilvosita usullar bilan aniqlanadi. Bunday usullarga burg'i quduqlarini kovlash va geofizik usullar kiradi.

Burg'i quduqlari kovlash jarayonida kern chiqish me'yorini, suv yutuvchi tog' jinslarida aralashmalar sarfini kuzatib borish orqali ularning darzligi, bo'shliqlar mavjudligi haqida ma'lumot to'planadi.

Geofizik usullar kompleksiga elektrorazvedka, gravimetriya, seysmorazvedka, magnitorazvedka, yadro usullari va karotaj turlari kiradi. Bu usullar yordamida geologik-litologik qirqimda karstlanuvchan tog' jinslari joylashishi, karst g'orliklari, bo'shliqlarning mavjudligi, ko'milib ketgan karst relyef shakli haqida ma'lumot olish mumkin.

*5-jadval*

**Tog' jinslarining suv o'tkazish, karstlanganlik va darzlilik bo'yicha bo'linishi**

| Tog' jinslari                                               | Filtratsiya<br>koeffisienti (m/sut) | Solishtirma<br>suv yutilishi (l/min) |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Amalda suv o'tkazmaydigan,<br>karstlanmagan va darzlanmagan | <0,01                               | <0,005                               |
| Juda kam suv o'tkazuvchan,<br>karstlangan va darzlangan     | 0,01–0,1                            | 0,005–0,05                           |
| Kam suv o'tkazuvchan,<br>karstlangan va darzlangan          | 0,1–10                              | 0,05–5                               |
| Suv o'tkazuvchan, karstlangan<br>va darzlangan              | 10–30                               | 5–15                                 |
| Kuchli suv o'tkazuvchan,<br>karstlangan va darzlangan       | 30–100                              | 15–50                                |
| Juda kuchli suv o'tkazuvchan,<br>karstlangan va darzlangan  | >100                                | >50                                  |

Karst jarayonlari tarqalganligi haqida ma'lumotlar gidrogeologik hamda gidrologik usullar yordamida ham olinadi. Buning uchun maydonda mavjud bo'lgan buloqlar, yer usti suvlari rejimini doimiy o'rganish zarur. Karst bo'shliqlaridan chiqayotgan buloqlar eng katta sarfga ega bo'ladi. Juda ham kuchli karstlangan tog' jinslaridan chiqayotgan buloqlar rejimi iqlim sharoitiga bog'liq bo'ladi.

Karstlangan maydonlarda yer yuzasi suvlarining singishi kuzatiladi. Tog' jinslarining nisbiy karstlanganlik darajasini tajriba filtratsion ishlarini, bosim ostida suv quyish tajriba ishlarini olib borish orqali aniqlash mumkin. Bunda tog' jinslarining suv o'tkazuvchanligi, suv yutishi, suvlilik ko'rsatkichlari aniqlanib, uning yordamida esa karstlanganlik haqida fikr yuritiladi (5-jadval).

Tog' jinslarining karstlanganlik darajasini baholashda yuqorida keltirilgan usullar majmuasidan foydalanish yaxshi natija beradi. Tog' jinslari karstlanganligini darajasini o'zaro solishtirishda sifat hamda son ko'rsatkichlaridan foydalanish mumkin.

#### **14.2. Karst jarayoni tarqalgan maydonlarda inshoot qurilishi**

Qurilish maydonlarida karstlanish jarayonining tarqalganligi asos bo'lib xizmat qiluvchi tog' jinslarining monolitligini, turg'unligini susaytiradi. Shuning uchun maydonlardan xalq xo'jaligida foydalanish, inshootlar qurish mukammal injenergeologik izlanishlar natijalariga asoslanishi shart.

Injener-geologik izlanishlar qabul qilingan masshtabda o'tkazilib, natijada quyidagi masalalarda o'z yechimini topishi kerak:

1. Qurilish maydonida tarqalgan yengil eruvchan tog' jinslarining yotish chuqurligi, yotqiziq yuzasi relyefi, qoplovchi tog' jinslarining qalinligi, tarkibi va xususiyatlari.

2. Karstlanuvchan tog' jinslari qalinligi, karstlanganlik darajasi, yer yuzida va chuqurlikda tarqalgan karstlar, ularning maydon turg'unligiga ta'siri.

3. Faol zichlanuvchi qatlam qalinligi, bu qatlamda tarqalgan karstlanuvchi tog' jinslari, qoplovchi va karstlanuvchi tog' jinslarining mustahkamlik darajasi.

4. Karstlanuvchi tog' jinslarining suvliligi, suv o'tkazish qobiliyati, karst suvlarining sathi, gidrotexnik hamda yer osti inshootlari qurilishida ularning bosimi.

5. Karstlanish jarayonining intensivligi, karst shakli va zichligi, jarayon rivojlanishini yuzaga keltiruvchi omillar.

6. Hududda olib borilgan qurilish va inshootlardan foydalanish tajribasiga asoslanib yangi qurilish uchun tavsiyalar ishlab chiqish.

Injener-geologik izlanishlarning boshlang'ich bosqichlarida, regional injener-geologik ishlarda asosiy e'tibor karstlanuvchan tog' jinslarining yotish chuqurligiga, karstlarning qurilish inshootlariga ta'sirini o'rganishga, karst o'pirilishlari va voronkalari mavjudligiga qaratiladi. Bu izlanishlar asosida injener-geologik rayonlashtirish kartasi tuziladi. I.A.Savarenskiy taklifiga ko'ra, rayonlashtirishga quyidagilar asos qilib olinadi:

a) o'rtacha yillik karst o'pirilishlari sonining maydon yuzasiga nisbati;

b) bir birlik maydondagi o'rtacha yillik karst o'pirilishlari soni.

O'rtacha yillik karst o'pirilishlari sonining maydon yuzasiga nisbati  $P$  bilan belgilanadi va quyidagicha topiladi:

$$P = \frac{n}{F \cdot t}$$

*Bu yerda:*

$F$  — maydon yuzasi;

$t$  — vaqt;

$n$  — o'pirilishlar soni.

Qandaydir vaqt oralig'ida 1 kv km maydonda 1 ta karst o'pirilishi kuzatilishini ko'rsatuvchi ko'rsatkich esa  $T$  bilan ifodalanadi va quyidagicha aniqlanadi:

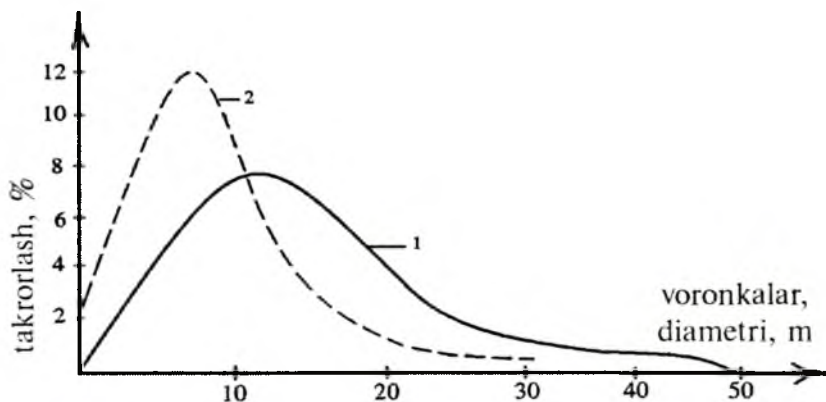
$$T = \frac{f}{P} = \frac{F \cdot t}{n}$$

Maydonlarning karst o'pirilishlari bilan buzilganligining o'rtacha qiymati B bilan ifodalanadi:

$$B = \left( \sum \frac{f}{F \cdot t} \right) \cdot 100\%; \quad \% / \text{yil}$$

*Bu yerda:* f – karst relyefi elementlari maydoni (kv km).

Bu ko'rsatkichlar o'pirilishlar soni va o'lchami taqsimlanishi chizmasi bilan to'ldiriladi (13-rasm).



13-rasm. Karst varonkalari (1) va o'pirilishlar (2) taqsimlanish chizmasi.

Bu ko'rsatkichlarni aniqlash injener-geologik syomka, turli yillarda olingan aerofotosuratlarini tahlil qilish, oldin vujudga kelgan karst o'pirilishlari haqida olingan ma'lumotlarga asoslanadi.

Sulfid va karbonat karstlari tarqalgan maydonlar I.A. Savarenskiy taklif etgan «Hududlarning karstlanish darajasiga qarab kategoriyalanishi» jadvali bo'yicha kategoriyalarga ajratiladi (6-jadval).

## Hududlarning karstlanish darajasiga qarab kategoriyalanishi (I.A. Savarenskiy bo'yicha)

| Maydon kategoriyasi | Maydonlarning turg'unlik darajasi tafsiloti | 1 kv.km maydonda 1 yil davomida kuzatilgan o'pirilishlar soni<br>$P = \frac{n}{F \cdot t}$ | 1 yil mobaynida 1 ta o'pirilish kuzatilgan maydon<br>$T = \frac{f}{P} = \frac{F \cdot t}{n}$ |
|---------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                   | Juda mustahkam bo'lmagan                    | $>1$                                                                                       | 1                                                                                            |
| II                  | Mustahkam bo'lmagan                         | 0,1–1                                                                                      | 1–10                                                                                         |
| III                 | Yetarli darajada mustahkam bo'lmagan        | 0,1–0,05                                                                                   | 10–20                                                                                        |
| IV                  | Mustahkamligi birmuncha susaygan            | 0,01–0,05                                                                                  | 20–100                                                                                       |
| V                   | Nisbatan mustahkam                          | $<0,01$                                                                                    | $>100$                                                                                       |
| VI                  | Mustahkam                                   | karst o'pirilishlari kuzatilmaydi.                                                         |                                                                                              |

Qurilish amaliyotida esa karst jarayonining qurilish sharoitiga ta'sirini baholash bilan bir qatorda quyidagi hududlarga ajratish talab qilinadi (SNiP-II-K. 2–62 bo'yicha):

I. Mustahkam va nisbatan mustahkam maydonlar; bunda 1 kv.km maydonda 0,01 ta karst o'pirilishi kuzatiladi, sust karstlanuvchi yotqiziqlar 10 metrdan chuqurda yotib, ularni zichlangan tog' jinslari qoplab yotadi. Bunday hududlarda inshootlar qurilishi, turidan qat'i nazar, cheklanmaydi. Inshootlar qurilish zichligi SNiP-II-K. 2–62 ga muvofiq joylashadi.

2. Birmuncha mustahkamligini yo'qotgan maydonlar; 1 kv km maydonda o'rtacha yillik o'pirilishlar soni 0,01–0,05 ni tashkil etadi. Faol zichlanuvchi qatlam qalinligi karstlanuvchi tog' jinslari tarqalish chuqurligidan katta. Bunday maydonlarda 5 qavatdan baland bo'lmagan inshootlar qurilishi mumkin emas, qurilish zichligi SNiP-II-K. 2–62 bo'yicha 20%.

3. Yetarli darajada mustahkam bo'lmagan maydonlar; o'rtacha yillik o'pirilishlar soni 0,05–0,1; qoplovchi qatlam qalinligi kichik va maydon turg'unligini saqlash uchun yetarli emas. Bunday maydonlarda 5 qavatgacha bo'lgan inshootlar qurilib, qurilish zichligi 10% ni tashkil etadi.

4. Mustahkam bo'lmagan maydonlar; bu maydonlar yuqori darajada karstlangan bo'lib, o'pirilishlar tez-tez kuzatilib turadi. Bunday maydonlarda qurilish ishlarini olib borish man etiladi.

Dastlabki izlanishlar bosqichida umuman hudud o'rganilsa, mukammal izlanishlar bosqichida esa yuqorida qayd etilgan masalalar inshoot qurilish maydonida, inshoot konstruksiyasini hisobga olgan holda bajariladi. Injenerlik izlanishlari natijasida maydon mustahkamligini aniqlash bilan birga karstlanish jarayoniga qarshi kurashish usuli tanlanadi.

Karstlar tarqalgan maydonda eng keng qo'llaniladigan kurashish usullariga quyidagilar kiradi:

- a) yer osti suv oqimlarini tartibga solish, maydonni tekislash;
- b) buloqlarni jihozlash, sersuv tog' jinslarini suvsizlantirish;
- d) inshoot poydevori asosi uchun maydonni tayyorlash;
- e) katta chuqurlikka yotqiziladigan qoziqli poydevorlardan foydalanish;
- f) gruntlarni sun'iy zichlash va mustahkamlash;
- g) suv filtratsiyasiga qarshi to'siqlar qurish;
- h) turli konstruktiv o'zgarishlar kiritish kabilar.

Maydonni tekislash — darzliklarni, voronkalar va o'pirilishlarni to'lg'azish kabilardan iborat. Shu bilan birga yer usti suvlarining oqimini tartibga solish ham o'rinli. Yer usti suvlari oqimini tartibga solish nafaqat qurilish maydonida, balki uning atrofidagi hududlarda ham bajarilishi zarur. Buloqlarni jihozlash

karst suvlari sathi balandda yotgan holatda qurilish ishlarini yengillashtirish uchun bajariladi.

## **15. EROZION JARAYONLAR**

### **15.1.1. Daryo vodiylarining yemirilishi**

Daryo vodiylarida ko'pdan-ko'p aholi istiqomat qiladigan turarjoy maskanlari, shuningdek shaharlar, viloyat va tuman markazlari, ishlab-chiqarish obyektlari joylashgan. Daryolar ustiga ko'priklar, gaz, neft tarmoqlari qurilgan. Daryo qirg'oqlarida daryo portlari va daryo transportiga xizmat qiluvchi inshootlar qurilgan. Daryo o'zani yaqinida, oqim bo'ylab avtomobil, temiryo'l tizimlari mavjud. Shunday qilib, daryo vodiysi – inson hayoti va faoliyati bilan uzviy bog'liq bo'lgan hudud. Daryo vodiysida kuzatiladigan geologik jarayonlar shubhasiz vodiydagi inshootlar turg'unligiga va ulardan foydalanish tartibiga katta ta'sir ko'rsatadi. Bunday geologik jarayonlarga daryo qirg'og'i va o'zani eroziyasi, qirg'oqdagi qiya sathlarni buzilishi mansub bo'lib, daryo vodiysi tuzilishini o'zgartiradi. Bu jarayonlarni o'rganish amaliy va ilmiy ahamiyatga egadir.

Daryo vodiysi yuvilish, yemirilish (eroziya) hamda tog' jinslari akkumulatsiyasi jarayoni natijasida hosil bo'ladi. Daryo vodiysining turli qismida bu hodisalar turlicha rivojlangan bo'ladi. Oxir oqibatda bu hodisalar daryoning bo'ylama va ko'ndalang kesimi profilini yaratadi.

Daryo vodiysining hosil bo'lishiga qirg'oq va o'zan eroziyasi asosiy omil hisoblanadi. O'zan eroziyasida daryo tubi yemirilib uning chuqurligi oshsa, qirg'oq eroziyasida daryo kengligi oshadi. Bu jarayonlarning borishi hududdagi geotektonik harakatlarga, boshqa geodinamik jarayonlarga va insonning injenerlik faoliyatiga bog'liq bo'ladi.

Qirg'oq eroziyasi geotektonik harakat ta'sirida asta-sekin o'zan eroziyasiga o'tadi. O'zan eroziyasi natijasida o'zan yemirilib asta-sekin me'yoriy profil hosil bo'ladi. Buning uchun daryo o'zani yuvilish sathigacha (eroziya bazisigacha) chuqurlashishi kerak. Bu hodisa faqat nazariy jihatdan yuzaga kelishi mumkin. Chunki

eroziya sathiga yetib borgan daryo vodiysining bir qismida uning kengayishi, boshqa joyida torayishi kuzatiladi.

Daryo o'zani bo'ylama profili qiyaligi quyidagi maydonlarda yuzaga kelishi mumkin:

1. Qiyin eruvchi, mustahkam qoya tog' jinslari tarqalgan yerlarda;

2. Neotektonik harakat natijasida ko'tarilgan yerlarda;

3. O'zani surilmalar va ag'darilmalar bilan to'silgan yerlarda va boshqalar.

Daryo oqimi kengligi katta bo'lgan maydonlarda o'zan yemirilishiga qaraganda qirg'oq yemirilishi kuchliroq bo'ladi. Bu yerda daryo qismlarga bo'linadi, meandralar hosil qilib, qirg'oqlarning yuvilishiga, buzilishiga olib keladi. Oqim kesimi kichik bo'lgan yerlarda esa o'zan yemirilishi kuchli bo'ladi.

Daryo qirg'oqlarini yuvilishi natijasida ularning quyi oqimiga juda katta miqdorda yotqiziqlar olib kelinadi. Har yili Volga daryosi 20 mln t, Amudaryo 530 mln t, Yanszi 205 mln t tog' jinsi bo'laklarini qayta yotqizishi aniqlangan. Demak, qirg'oqlar hosil bo'lishida daryoning akkumulativ faoliyati ham muhim hisoblanadi.

Vodiyning kengayishi, suv sathining katta maydonni egallashi bilan oqim tezligi kamayadi va akkumulatsiya jarayoni yuzaga keladi. Akkumulatsiya jarayoni quyidagi maydonlarda kuzatiladi:

1. Oqim yo'nalishi bo'ylab yuqorida mustahkam bo'lmagan, yengil yemiriluvchan tog' jinslari va daryo oqimi quyi qismida mustahkam tog' jinslari mavjud maydonlar;

2. Neotektonik jarayon natijasida sathi pasaygan maydonlar;

3. Oqim tezligini birdan kamayishi (surilmalar bilan daryo oqimi to'sib qo'yilishi, sel oqimlari yotqiziqlari yotqizilishi) natijasida akkumulatsiya uchun qulay sharoit hosil bo'lgan maydonlar;

4. Sathi pasaygan, karstlanish jarayoni tarqalgan yuzalar.

Daryo vodiylarining injener-geologik sharoitini baholashda daryo vodiysining kengligi; geologik tuzilishi; qirg'oqda rivojlangan fizik geologik jarayonlar; qirg'oqni tashkil etuvchi

tog' jinslarining fizik, mexanik xususiyatlarini, daryo o'zanini o'rganish talab etiladi.

Daryo o'zanining kengligi butun oqim davomida o'zgarib turadi va loyihalashtirilayotgan injenerlik inshootlari konstruksiyasi qiymatiga hamda qurilish ishlarini bajarish muddatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'p hollarda qurilish ishlarini olib borish uchun daryo o'zanining tor joylari qulay hisoblanadi. Bunda joyning geologik tuzilishi, fizik-geologik jarayonlarning rivojlanganligi, inshootdan foydalanuvchilarning (elektr energiyasidan foydalanuvchi korxona, sug'orish maydonlari) joylashish masofasi uzoqligi kabi muammolarni hal qilish talab etiladi.

Daryo o'zanining keng-torligi quyidagi sabablarga bog'liq bo'ladi:

- 1) daryo o'zani kesib o'tgan tog' jinslarining litologik tarkibi;
- 2) daryo o'zanidagi tog' jinslari burmalarining yotish tekisligiga, perpendikular holatda joylashganligi;
- 3) daryo o'zanining to'silganligi (to'rtlamchi davr vulqon yotqiziqlari, surilgan tog' jinslarining daryoni to'sib qo'yishi);
- 4) muzliklarning erozion hamda akkumulativ faoliyati;
- 5) daryo o'zaniga quriladigan inshootlar turi.

Daryo o'z oqimi yo'lida, yuqori qismlarida yuvish, ya'ni eroziya ishini bajarsa, o'rta va quyi oqimida terassalar hamda delta hosil qiladi. Katta-katta daryolar, Volga, Amudaryo, Nil daryolarining deltasi juda katta maydonni egallaydi.

Daryo vodiysi ikki tog' oralig'ida simmetrik ko'rinishga ega bo'lgan terassalar hosil qiladi, ularning asosini esa mezozoy va kaynozoy eralarida hosil bo'lgan tog' jinslari tashkil etadi. Daryoning yuqori terassalarida gil, ohaktosh sementli konglomerat, ularning ustida delyuvial — prolyuvial yo'l bilan hosil bo'lgan tog' jinslari yotadi.

Daryo terrasalarining hosil bo'lishi tektonik harakatlarga bog'liq bo'lib, har bir terassa bo'lib o'tgan bitta tektonik ko'tarilishdan dalolat beradi. Bunday terassalarning soni Chirchiq daryosi vodiysida 27 taga yetadi.

Katta bo'lmagan tog' daryolari tekislikka chiqqach katta maydonga yoyilib, irmoqlar hosil qiladi. Farg'ona vodiysidagi bunday daryolarning (So'x, Isfara) irmoqlaridan qadimda qurilgan sug'orish inshootlari suv olgan. Daryo yotqiziqlarining oqim yo'nalishi bo'yicha akkumulatsiyasida differensiyalanish kuzatiladi. Oqimning yuqori qismida o'lchami nisbatan katta bo'lgan, qirralari tekislanmagan zarrachalar, quyi oqimida esa mayda, qirralari tekislangan zarrachalar yotqiziladi. Daryoning pastki oqimida mayda toshlar orasida qum, graviy linzalari paydo bo'ladi, yana pastroqda esa supes, suglinok qatlamlari paydo bo'ladi.

So'x daryosining tekislikdagi shag'al toshlardan iborat maydoni uzunligi 17 km ga, umumiy maydoni esa 400 kv.km ga yetadi. Farg'ona vodiysi tog'laridan boshlanuvchi ko'pchilik daryolar 2–3 ta tog' jinslari zarrachalarining olib chiqilish maydonlariga (konus vinosi) ega, ular adirlardan yuqorida, adirlar o'rtasida hamda vodiylar markazida joylashgan. Daryoning kichik irmoqlardan quyilishi daryo suvlarining yig'ilish maydonida sath eroziyasini yuzaga keltiradi, bu o'z navbatida ariqchalar, jarliklar hosil bo'lishiga olib keladi. Tog' jinslarining yuvilishi quyidagi omillarga bog'liq:

- a) daryo o'zani qiyaligiga, mos ravishda suv oqimi tezligiga;
- b) tog' yon bag'irlarining joylashishiga, daryodagi suv miqdoriga, oqim tezligiga;
- d) qiya sathlarda tarqalgan tog' jinslari va ularning fizik-mexanik xususiyatiga;
- e) nurash jarayoni natijasida tog' jinslarining maydalanganlik darajasiga.

Baland tog'liklarda tog' jinslari eroziyasi sust rivojlangan bo'lib, bu yerda muzliklar erishi natijasida tog' daryolari hosil bo'ladi. Ularning tog' jinslarini yemirish jarayoni o'rta hamda quyi oqimining yuqori qismida kuchli yuz beradi. Tog' yon bag'irlarining shimoliy qismidan oqib tushadigan daryolar sersuv bo'ladi. Chunki daryo keng maydonda tarqalgan muzlik va qorliklardan boshlanadi. Oloy, Turkiston, Chotqol

tog' tizmalarining shimoliy yon bag'irlaridan boshlanadigan daryolarning yemirish ishlari kuchli namoyon bo'ladi.

Mustahkam qoya, yarim qoya tog' jinslaridan tashkil topgan tog'lik hududlardagi daryo vodiysi chuqur, tik qirg'oqli bo'lib, tor jarliklarni — koneonlarni hosil qiladi. Bo'ylama profili ko'pdan ko'p ostonalar, sharsharalarga boy bo'ladi. Daryo o'zani tog' jinsi tarqalish yo'nalishiga tik joylashgan bo'lsa, u chuqur yemirilgan vodiylarni hosil qiladi, yotish yuzasi bo'yicha bo'lsa, qirg'oqlari tekis va qiya bo'ladi. Agar daryo karstlanish jarayonining rivojlanishi mumkin bo'lgan tog' jinslaridan o'tsa, ularni qattiq yemirmaydi, chunki suv karst darzliklariga shimilib ketadi.

Daryo qirg'oqlarining yuvilishi suv toshqinlari davrida katta tezlik bilan rivojlanadi. Bu esa o'z navbatida qirg'oq oldi qurilmalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Yuvilish tezligi qirg'oqni tashkil etgan tog' jinslariga, uning buzilganlik darajasiga hamda daryo o'zanining burmalanishiga bog'liqdir.

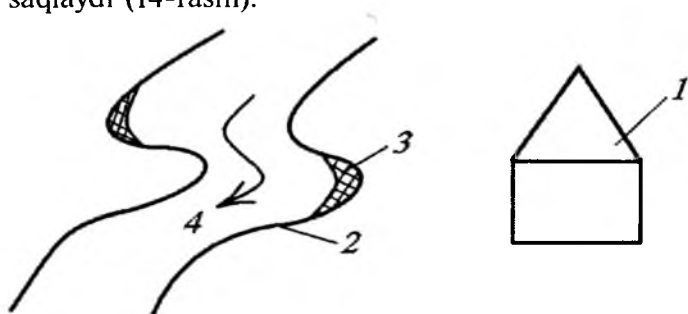
### **15.1.2. Daryo eroziyasiga qarshi kurashish**

Daryo eroziyasiga qarshi kurashish — daryo o'zani qirg'oqlarini yuvilishdan asrash demakdir. Chunki yuvilish daryo qirg'oqlarida qurilgan xalq xo'jalik inshootlari mustahkamligiga putur yetkazadi, qirg'oqda tog' jinslari surilmalarini, ag'darilmalarini yuzaga keltiradi.

Agar qirg'oq mustahkam bo'lmagan tog' jinslaridan iborat bo'lsa, u juda tez yuviladi. Masalan, lyoss tog' jinslaridan tashkil topgan Kuban daryosi qirg'og'i (Krasnador shahridan pastda) har yili 20 metrgacha yuviladi. 1930-yillarda Amudaryo qirg'og'ida joylashgan To'rtko'l shahri eroziya natijasida kuchli buzilishga uchragan. Buning natijasida Qoraqalpog'iston Respublikasi poytaxti Nukus shahriga ko'chirilgan.

Qirg'oq yuvilishiga qarshi kurashishga qirg'oq mustahkamligini oshirish hamda daryo oqimi tezligini boshqarish orqali erishiladi.

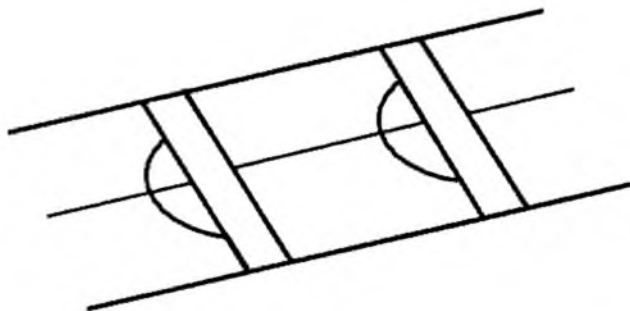
Oqim tezligini boshqaruvchi devorlar qirg'oqlarni yuvilishdan yaxshi saqlaydi (14-rasm).



**14-rasm.** Daryo qirg'og'i yuvilishining oldini oluvchi inshootlar

1 – Qirg'oq oldi inshooti. 2 – Yuviluvchi qirg'oq 3 – Suv oqimini boshqaruvchi devor. 4 – Suv oqim yo'nalishi.

Daryo o'zani esa suv toshqini davridagi sathgacha (pastdan) tosh uyumlari bilan, sath yuqorisi esa beton devorlari bilan mustahkamlanadi (15-rasm). Qirg'oq yuvilishining oldini olishning iloji bo'lmagan hollarda inshootlar daryo qirg'og'idan uzoqroqqa ko'chiriladi.



**15-rasm.** Daryo o'zani yuvilishining oldini oluvchi qurilmalar.

## 15.2. Tog' yon bag'irlarining yemirilishi. Jarliklarni hosil bo'lishi.

Sug'orish maydonlaridan oqib chiqqan sug'orish, yog'in-sochin suvlari, muzliklarning erishi natijasida hosil bo'lgan suvlar qiya sathlardan oqib tushib jarliklar hosil qiladi. Jarlik hosil bo'lishi

jarayoni keng tarqalgan maydonlarda qurilish sharoiti, mavjud inshootlardan foydalanish sharoiti mushkullashadi.

Sobiq Ittifoq hududida jarliklar egallagan maydonlar yuzasi yon atroflari bilan 4,6 mln hektarni egallab, u har yili 2% ga oshib borgan. Jarliklarning umumiy uzunligi esa 561000 km ni tashkil etagan.

Jarliklar O'zbekiston hududida lyoss tog' jinslari tarqalgan maydonlarda, tog' oldi hududlarida juda keng rivojlangan bo'lib, ularning uzunligi bir necha 10 km, chuqurligi bir necha metr, ba'zan 100 m va undan uzun bo'ladi. Jarliklarning keng tarqalishi joylarni notekis holga keltiradi va ulardan xalq xo'jaligida, shuningdek, qishloq xo'jaligida foydalanish imkoni yo'qoladi. Jarliklarning hosil bo'lishi yo'llarni ishdan chiqaradi, qo'shimcha mablag'lar sarflanishiga olib keladi. Jarliklar o'z o'zanini chuqurlashtirishi natijasida suvli qatlamlarning yuzasini ochishi va behuda yer osti suvlari sarfini yuzaga keltirishi mumkin.

Jarliklarning hosil bo'lishi maydonlarda sath qiyaligining oshishiga, bu esa o'z navbatida ekin maydonlaridagi o'simlik-tuproq qatlami eroziyasini yuzaga kelishiga, sathlar yuzasining yuvilishiga sabab bo'ladi.

Sobiq Ittifoq hududida o'tkazilgan tekshirish ishlari asosida har yili ekin maydonlaridan 260 mln tonna unumdor tuproqlar, 520 mln tonna kaliy, 260 mln tonna fosfor, 778 mln tonna azot yuvib olib chiqib ketilishi aniqlangan. Maydonlardan yuvib olib chiqib ketilgan tog' jinslari yo'llarni to'sib qo'yadi, kanallar va daryolar oqimiga kuchli ta'sir ko'rsatadi, suv omborlarini to'ldirib qo'yadi.

Jarliklardan yuvib, yemirib olib chiqib ketilgan tog' jinsi hajmiga qarab A.S.Kuzmenko tomonidan ular quyidagi turlarga ajratilgan:

Ariqchalar —  $10 \text{ m}^3$  dan kam;

Kichik jarliklar —  $10 \text{ m}^3$  dan  $100 \text{ m}^3$  gacha;

O'rta jarliklar —  $100 \text{ m}^3$  dan  $1000 \text{ m}^3$  gacha;

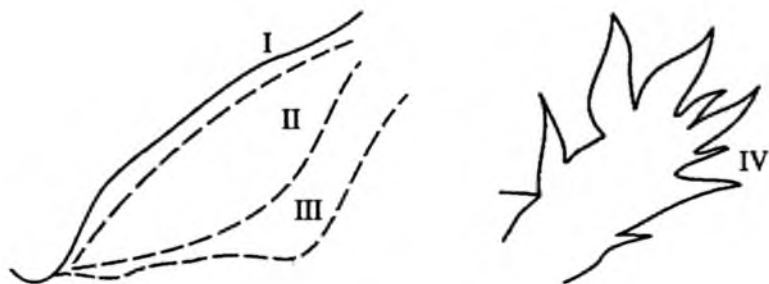
Katta jarliklar —  $1000 \text{ m}^3$  dan  $100000 \text{ m}^3$  gacha;

Juda katta jarliklar —  $100000 \text{ m}^3$  dan ko'p.

Jarlik relyef shakli bo'lib, tog' yon bag'irlarida yoki suv ayirg'ichlarda hosil bo'ladi. U nisbatan chuqur ba'zan suvli o'zan ko'rinishiga ega bo'ladi.

Har bir jarlik asosida suv oqimi izlari kuzatilishi mumkin. Jarliklarning rivojlanish tarixini ko'radigan bo'lsak, har bir jarlik o'z taraqqiyotida 4 ta bosqichni bosib o'tadi:

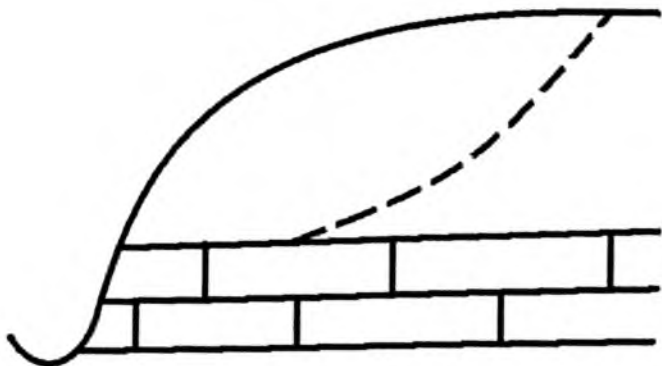
I-bosqich: ariqchalar (promoina) hosil bo'lish bosqichi. Bunda yemirilish ariqchalar shaklini hosil qilib, uning chuqurligi 0,5 m dan 1 m gacha yetadi. Jarlik devorlari o'simlik qatlami bilan qoplanmagan, ko'ndalang kesimi esa «V» shaklida bo'ladi (16-rasm).



16-rasm. Jarliklarning hosil bo'lish bosqichlari.

II-bosqich: jarlikni shiddatli chuqurlashish bosqichi bo'lib, bunda jarlik chuqurlasha boradi va uning profili qiya sath profilidan tubdan farq qiladi. Ko'ndalang kesimi «V» shaklidan trapetsiya shakliga o'tadi (II), jarlik devorlari tik, o'simlik qatlami bilan qoplanmagan bo'ladi.

III-bosqich. Muvozanat profilining hosil bo'lishi. Bunda jarlik tubi qiya sath asosigacha, eroziya bazisiga yetib boradi va jarlikni chuqurlashishi to'xtaydi (III). Bu bosqichda hududni eroziya bazisi joylashish chuqurligi muhim ahamiyatga ega, chunki jarlik shu sathga yetguncha chuqurlashadi. Agar qiya sathning geologik tuzilishida qoya tog' jinslari qatnashsa, jarlik qoya tog' jinslari yuzasigacha rivojlanadi va «*osilgan jarlik*» hosil qiladi (17-rasm).



17-rasm. Osilgan jarliklarni ko'rinishi.

IV-bosqich. Jarlikning so'nish bosqichi. Bu bosqichda jarlik tubini o'simlik qatlami qoplaydi va jarlik tarmoqlari hosil bo'ladi (IV). Tarmoqlar (irmoqlari) ana shu 4 ta bosqichni bosib o'tguncha rivojlanishda davom etaveradi.

Jarlik hosil bo'lishida qiya sathlarning geologik tuzilishi, relyefi, iqlim sharoiti, o'simlik qatlami va insonning injenerlik faoliyati asosiy omil hisoblanadi.

Qiya sathlarning geologik tuzilishi jarlik hosil bo'lishi yoki bo'lmasligini belgilovchi asosiy omil bo'lib, agarda yer yuzasida yengil yuviluvchi tog' jinslari tarqalmagan bo'lsa, jarlik hosil bo'lmaydi.

Shu nuqtayi nazardan lyoss tog' jinslari jarliklar hosil bo'lishi uchun yaxshi sharoit hisoblanadi, chunki bu tog' jinslari nisbatan baland bo'lmagan suv ayirgichlarida tarqalgan bo'lib, qalinligi 30 m dan oshadi, yengil yuviladi. Masalan: Surxondaryo viloyatidagi Lalmikor jarligi lyoss va lyossimon tog' jinslarida hosil bo'lgan bo'lib, uning uzunligi bir necha 10 km ni tashkil qiladi, chuqurligi esa ba'zi yerlarda 100 m dan oshadi.

Jarlik hosil bo'lishi uchun relyef ham muhim omil hisoblanadi. Sathning qiyaligi oqova suvlar tezligini belgilaydi. Relyefning xarakteri va yog'in-sochin miqdori qiya sathdan oqayotgan suv miqdorini belgilaydi. Qiya sathlarda harakatlanuvchi suvning yu-

vuvchi kuchi (R), suv massasiga (m) va oqim tezligi (V) kvadratiga to'g'ri proporsional, ya'ni:

$$P = \frac{m V^2}{2}$$

Demak, oquvchi suv massasi joylarning relyefi bilan mujassamlashgan suv yig'ish maydoni o'lchamiga ham bog'liq bo'ladi. Cho'l mintaqalarining iqlim sharoiti, geologik tuzilishi va relyefi jarliklar rivojlanishi uchun zarur bo'lgan sharoitni mujassamlashtiradi.

Jarlik hosil bo'lishi va rivojlanishiga maydonda mavjud bo'lgan o'simlik qatlami katta ta'sir ko'rsatadi, chunki o'simlik ildizi qiya sathlarda tarqalgan tog' jinslarining yuvilishga nisbatan mustahkamligini oshiradi, o'simlikni o'zi esa qiya sathlardagi suv oqimi harakatiga to'sqinlik qilib, oqim tezligini kamaytiradi. Suv oqimi tezligi va u ta'sirida yuvib ketilayotgan tog' jinslari hajmi o'rtasida quyidagi bog'liqlik bor: agarda suv tezligi 2 marotaba oshsa, yuvib ketilayotgan tog' jinsi hajmi 64 marotaba ko'payadi.

N.S. Dyurenbaumning bergan ma'lumotiga asosan, agarda sath qiyaligi 2° dan 4°–5° gacha bo'lganda yuvilish jarayoni sezilarli darajada kechsa, sath qiyaligi 4°–5° dan 7°–8° gacha bo'lganda chiziqli yemirilish (jarlik hosil bo'lishi) shiddatli kechadi, qiyalik 8° dan katta bo'lganda esa haqiqiy jarliklarni hosil qiladi. Qiyalikni 2 marotaba oshishi suv oqimi tezligini 4 marotaba oshishiga olib keladi.

Jarliklarni hosil bo'lishi va rivojlanishida inson faoliyati katta ahamiyatga ega. Insonning o'ylamay, ilmiy asossiz qabul qilgan yechimi jarliklarni shiddat bilan rivojlanishiga, ekin maydonlarini foydalanishga yaroqsiz holatga olib keladi. Bunga misol qilib Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlaridagi ekin maydonlaridan foydalanishdagi qo'yilgan xatoliklarni olish mumkin.

Adir va adir oldi maydonlarini tekislasmasdan sug'orish, oqova suvlarni tartibga solmaslik oqibatida jarliklarni hosil bo'lish jarayoni yuz bergan. Sug'orish ariqlaridagi suv harakati ta'sirida chuqurligi 1–1,5 m bo'lgan jarlik ariqchalarini hosil qilgan,

oqova suvlarni tartibsiz tashlanishi natijasida chuqurligi 20–30 m li jarliklar hosil bo'lgan (Lalmikor, Qumqo'rg'on tumanlari). Yerni shudgor qilish, o'simlik dunyosini yo'qotish (daraxtlarni kesish va boshqalar) jarlik rivojlanishini tezlashtiradi.

Ekin maydonlarini saqlash, maydondan foydalanish sharoitini yaxshilash, jarliklar rivojlanishini oldini olish va bu jarayonga qarshi kurashish maqsadida injener-geologik qidiruv ishlari olib boriladi.

Jarliklarni o'rganish ishlarining asosiy qismini injener-geologik syomka ishlari tashkil etadi. Katta maydonlarni injener-geologik syomka qilishda 1:100000, 1:50000 masshtabli syomkadan foydalaniladi. Syomka ishlarni o'tkazishdan oldin maydonda o'tkazilgan aerofotosyomka mahsuloti tahlil qilinadi, mavjud jarliklar kartaga tushiriladi. Bu ishlar natijasida maydonda tarqalgan jarliklarning tarqalish qonuniyatlari, o'lchamlari, yuzaga kelish sabablari aniqlanadi. Jarlik hosil bo'lish jarayonining rivojlanish tezligi baholanadi. Agarda jarlik tarqalgan maydon qurilish maydoni bo'lib xizmat qilsa, u holda maxsus injener-geologik izlanishlar o'tkaziladi. Maxsus injener-geologik izlanishlar 1:1000, 1:5000 masshtabda o'tkaziladi.

Injener-geologik syomka masshtabi qurilish maydonining injener-geologik sharoiti murakkabligiga, qurilishi mo'ljallangan inshoot turiga, konstruktiv belgilariga bog'liq bo'ladi.

Maxsus injener-geologik izlanishlar quyidagi vazifalarni hal qilish uchun o'tkaziladi:

- jarlikni yuzaga keltiruvchi omillarni ta'siriga qarab baholash;

- jarlik hosil bo'lish sharoiti, jarlik tafsiloti, uning dinamikasini o'rganish.

Jarliklarni o'rganishda ular kartaga tushiriladi va uning quyidagi qismlari shartli belgilar yordamida ko'rsatiladi:

- o'suvchi jarliklarning yuqori qismi;
- jarlik ariqchalari;
- yer osti suvlarining yer yuzasiga chiqqan yerlari, chiqish tafsiloti;

– jarlik devorlari, tik qiya sathlar, devorlarda tarqalgan to‘kilmalar, ularning harakat turg‘unligi;

– jarlik tubining yuvilishi, botqoqliklarning mavjudligi.

Jarlik dinamikasini o‘rganish maqsadida maxsus geodezik nazorat ishlari olib boriladi.

Jarliklarning hosil bo‘lish sharoiti va dinamikasini yuzaga keltiruvchi omillar mukammal o‘rganilgandan so‘ng ularga qarshi kurashish usuli tanlanadi. Jarlik va jarlik tizimlari rivojlangan maydonlarda yer yuzasi suvlari oqimini to‘g‘ri tashkil etish, suv oqimini tartibga solish, bu orqali maydonlarni muhofaza qilish, atrof muhitni muhofaza qilish asosiy masalalardan biri hisoblanadi.

Jarlik rivojlanishiga qarshi kurashish usullariga o‘rmon xo‘jaligi ishlarini bajarish, suv tezligini kamaytiruvchi yoki ularni ushlab qoluvchi inshootlar qurish, maydon mustahkamligini oshiruvchi ishlarni bajarish kiradi.

1. O‘rmon xo‘jaligi ishlariga mavjud o‘simlik va daraxtlarni saqlash, qiya sathlar turg‘unligini saqlovchi daraxtlar ekish, suv oqimini tartibga solish ishlari kiradi. Agarda maydonda ko‘p yillik o‘simliklar o‘sishi ta‘minlansa, bu ishlarning natijasi yanada yaxshi bo‘lishi mumkin. Bu o‘simliklar kuchli tomirga ega bo‘lib, tuproq yuvilishining oldini oladi.

2. Suv ushlovchi, suv tezligini tartibga soluvchi qurilmalar qurilishi suv oqimi tezligini kamaytiradi, infiltratsiya uchun yaxshi sharoit yaratadi. Bu qurilmalarga kanallar qurish, beton ariqchalar o‘rnatish, suv tutuvchi dambalar qurish kiradi. Suv tutuvchi dambalar oqim qiyaligini o‘zgartiradi, suv tezligini kamaytiradi, oqizib olib kelinayotgan qattiq tog‘ jinslari akkumulatsiyalanishiga sharoit yaratadi. Bu o‘z navbatida eroziya jarayonining oldini oladi.

3. Faol jarlik hosil bo‘layotgan maydonlarda hosil bo‘lgan jarlik ariqchalarini to‘ldiruvchi tog‘ jinsi sifatida tosh bo‘laklaridan, beton konstruksiyalardan, qorishmalardan, beton qoziqlardan foydalanish mumkin.

Yuqorida keltirilgan usullardan kompleks foydalanish yaxshi natija beradi.

Yerdan foydalanishda agrotexnika qoidalariga rioya qilinsa, bu qurilmalarni qurish yaxshi natija beradi. Agarda agrotexnika qoidalari buzilsa, ya'ni o'rmon xo'jaligi barbod qilinsa, o'rmonlar yo'qolsa, yer shudgor qilinsa, u holda jarliklarga qarshi kurashish yaxshi natija bermaydi.

## 16. GRAVITATSION JARAYONLAR

### 16.1.1. Surilma

Qiya sathlar bo'ylab o'z og'irligi, gidrodinamik, gidrostatik hamda seysmik kuchlar ta'sirida surilgan tog' jinslariga «surilma» deyiladi. Surilmalar boshqa geodinamik jarayon, hodisalarga o'xshab ham tabiiy, ham sun'iy sathlarda kuzatilishi mumkin. Surilmalarning hosil bo'lish dinamikasining yuzaga kelishi sabablarini o'rganish xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega. Surilmalar tarqalgan joylarda xalq xo'jaligini yuritish, qurilish ishlarini olib borish ancha murakkab bo'lib, hodisani o'rganish uchun injener-geologik qidiruv ishlarini olib borilishi talab qilinadi.

Surilmalar qiya sath tuzilishini, sun'iy qiya sathlar shaklini o'zgartiradi. Surilmalar o'ziga xos relyef shaklini hosil qiladi. Surilmalar o'lchami va ko'rinishi, yuzaga kelish sabablariga ko'ra turlicha bo'ladi. Har bir surilma surilma maydonini hosil qiladi. Surilmalar turli darajada turg'un bo'lishi mumkin. Surilish jarayoni to'xtagan surilmalar ma'lum shart-sharoit o'zgarishi bilan yana surilishi mumkin.

Surilmalarning keng masshtabda tarqalganligi xalq xo'jaligiga, inson hayotiga katta xavf tug'diradi.

Quyida yer yuzasida kuzatilgan katta surilmalar haqida qisqacha ma'lumot beriladi.

1. 1911-yil 18-fevral kuni g'arbiy Pomirning Muzko'l tog' tizmasida magnitudasi 7,4 ga, kuchi 9 ballga teng bo'lgan zilzila sodir bo'lgan. Bu zilzila ta'sirida dengiz sathidan 4500 metr balandlikdagi Murg'ob-Bartanga daryosi vodiysiga qarab hajmi 2 mlrd m<sup>3</sup> bo'lgan gips, qumtosh, ohaktosh, slanes tog' jinslari

qatlamlaridan iborat qiya sath bo'lagi surilgan. Surilma 2,6 km masofani bosib o'tgan. Surilmaning qalinligi ko'chish joyida 450–500 m, uzunligi 2 km, kengligi 1 km ga yetgan, kelib to'xtagan joyida esa 17 kv. km maydonni egallagan, 54 kishi halok bo'lgan. Surilma daryo vodiysini to'sib balandligi 703–788 m keladigan, eni 4,3–5,3 km li tabiiy to'g'on hosil qilgan.

Hozirgi paytda, bu yerda dunyoga mashhur bo'lgan Sorez ko'li vujudga kelgan. Ilgari to'g'on yelkasi suv sathidan 228,8 m balandlikda bo'lgan bo'lsa, hozirda u 48,5 m balandlikda joylashgan. Ko'lining uzunligi 2 km ni, kengligi esa 213–744 m ni tashkil etadi. Agarda bu to'g'onning qa'rida suv filtratsiyasi ro'y berayotganligini hamda mustahkamligi pasayayotganligini e'tiborga olsak, bu eng xavfli surilma ekanligiga imonimiz komil bo'ladi.

2. 1964-yil 24-aprel soat 12<sup>00</sup> larda, Zarafshon va Fan daryolari qo'shilish joyida 20 mln. m<sup>3</sup> hajmga ega bo'lgan tog' jinsi surilgan. Surilma 630 m masofani bosib o'tib, daryo vodiysini ko'ndalangiga to'sib qo'ygan. Hosil bo'lgan dambaning balandligi 150 m, egallagan maydoni esa 435 ming m<sup>2</sup> ni tashkil etgan. Surilib kelgan tog' jinslari elyuvial-delyuvial yo'l bilan hosil bo'lgan qum-gillardan tashkil topgan.

Surilmaning yuzaga kelish sabablari: qiya sathda joylashgan tog' jinslarining nurashi natijasida mustahkamlik darajasining susayishi, qiya sath etagidan avtomobil yo'li qurilishi uchun 14–20 m kesilishi va nihoyat 1964-yil 24-aprel soat 12<sup>00</sup> dagi 4 balli Samarqand zilzilasi.

Zarafshon va Fan daryoning umumiy sarfi 65–70 m<sup>3</sup>/sek ni tashkil etib, oqim hosil bo'lgan to'g'on bilan butunlay yopib qo'yilgan va juda katta tezlikda suv yig'ilishi yuzaga kelgan. Umumiy yig'ilishi mumkin bo'lgan suv hajmi 150 mln. m<sup>3</sup> ni tashkil etib, hosil bo'lgan to'g'on buzilishi xavfi tug'ilgan. Bu xavfning oldini olish maqsadida surilma ustidan kanal orqali suvni asta-sekinlik bilan chiqarib yuborish chorasi qo'llangan. Kanal orqali oqizilgan eng katta suv sarfi 1185 m<sup>3</sup>/sek ni tashkil etgan. Taxminan ikki oy ichida 3 mln m<sup>3</sup> tog' jinsi olib chiqib ketilgan va buning natijasida daryo o'zani 28 m ga ko'tarilgan. Olingan ma'lumotlarga

qaraganda surilma hosil bo'lish jarayoni 1961-yilda boshlangan bo'lib, suv sathidan 150 m balandlikda yoriq paydo bo'lgan. 1962-yilga kelib surilma bo'lish xavfi yaqqol ma'lum bo'lib qolgan.

Hozirgi kunda Zarafshon daryosining qirg'oq eroziyasi tufayli bu yerda yanada kuchliroq surilma sodir bo'lish xavfi tug'ilmoqda.

3. 1972-yil Ohangaron vohasida kuzatilgan tog' jinsi surilishi eng katta surilma hisoblanadi. Bu hodisaning ro'y berishiga asosiy sabab Ohangaron daryosining chap qirg'og'idagi 8 kv. km maydonni egallagan ko'mir qatlamining yonishidir. Ko'mir qatlamining qalinligi 5–15 m, umumiy hajmi  $3700000 \text{ m}^3$  ni tashkil etib, 100–130 m chuqurlikda yotgan. Umumiy surilma hajmi 800 mln.  $\text{m}^3$  ni tashkil etgan.

4. 1964-yil 27-mart kuni Alyaskaning janubiy qismida magnitudasi 8,75 ga teng bo'lgan 12 ballik kuchli zilzila sodir bo'lib, bunda Chigach tog' tizmasida Sharmen surilmasi yuzaga kelgan. Zilzila vaqtida Sharmen muzligining yuqori qismidan uzunligi 450 m, kengligi 300 m, qalinligi 150 m bo'lgan ko'chgan qum, tosh va alevrolit tog' jinsi pastga qarab harakatlanib, harakat yo'nalishida o'z hajmini oshirib, 300 mln  $\text{m}^3$  ga yetgan. Bu katta bo'lak 600 m tepalikdan tushib, muzlik ustiga urilgan, so'ngra balandligi 140 m bo'lgan tepalikdan oshib o'tib, 3 km masofaga surilib borgan hamda qalinligi 3–6 m bo'lgan sochilma hosil qilgan, uning kengligi 2,5–3 km ni egallagan.

5. O'zbekiston hududida kuzatilgan, katta ofat keltirgan surilma — Ohangaron daryosi vodiysida yuz bergan Jigariston surilmasidir. Bahor oylarida yog'ingarchilikning kuchli bo'lishi, maydonning tektonik jihatdan faolligi juda katta miqdordagi lyoss hamda lyossimon tog' jinslari surilishiga sabab bo'lgan. Buning natijasida Jigariston qishlog'ining ko'pchilik qismi qalinligi 20 m gacha bo'lgan tuproq bilan ko'milib ketgan. Hozirgi kunda uning yaqinida yangi qishloq barpo etilgan.

6. 1987-yil qish oylarining issiq kelishi, yog'in-sochinlarning ko'p bo'lishi va ro'y bergan 7 ballik zilzila natijasida 7-dekabr kuni Tojikistonning Hisor shahri yaqinida kuchli surilma sodir

bo'ldi. Uning o'lchami taxminan surilish fronti bo'yicha 500–700 m, qalinligi 30–50 m gacha bo'lib, surilgan tog' jinslar suglinok-supeslardan iborat. Surilma aholi yashaydigan Sharora qishlog'ini ko'mib ketgan, 584 kishi halok bo'lgan. Hozirgi kunda bu surilma Sharora nomi bilan ataladi.

Surilma sodir bo'lishining asosiy sabablari yuqorida keltirilganlardan tashqari shu hududda suvga boy yer osti siniqlarining mavjudligi hamda adirning o'zlashtirilishi, kanallar qurilishi ekanligi ham aniqlangan.

Surilish hodisasi dunyoning juda ko'p davlatlari hududlarida sodir bo'lganligi, juda katta zarar yetkazganligi, hatto yuz minglab insonlarning bevaqt halok bo'lishiga sababchi bo'lganligi ham ma'lum. Jumladan 1920-yili Xitoyning Konsu provinsiyasida sodir bo'lgan surilish oqibatida 100.000 dan oshiq kishi olamdan ko'z yumgan. 1974-yili Peruda yuz bergan surilish oqibatida 450 kishi halok bo'lgan. 1806-yili Shvetsariyada vujudga kelgan surilish oqibatida 18 mln m<sup>3</sup> hajmdagi tog' jinsi massasi harakatga kelgan, natijada 111 xonadon ko'chki ostida qolgan, 450 kishi halok bo'lgan.

Surilmalarni doimiy kuzatish, inson hayotini xavf-xatardan asrash maqsadida O'zbekiston Respublikasida «Xavfli jarayonlarni kuzatish davlat geologik xizmati» tashkil etilgan. Bu tashkilotga Respublika hududidagi surilma kutilishi mumkin bo'lgan maydonlarni doimiy nazorat qilib turish yuklatilgan.

O'zbekiston Respublikasining 20% maydoni tog'liklardan iborat bo'lib, u taxminan 200 ming kv. km ga teng. Bu hududlarda o'tkazilgan maxsus injener-geologik qidiruv ishlari natijalariga ko'ra 12000 ga yaqin surilmalar mavjudligi, ulardan 954 tasi yirik surilmalar ekanligi aniqlangan.

Surilmalar keng tarqalgan maydonlarga Chirchiq hamda Angren daryolari vohasi kiradi. Bu maydonlarda hajmi 20–30 mln m<sup>3</sup> ni tashkil etgan Qoronko'l (1969-y), Atchi (1972-y) 800 mln m<sup>3</sup>, Mingchuqur (1982-y), Sangardak (1985-y) surilmalari kuzatilgan.

Insoniyatning injenerlik faoliyati bilan bog'liq bo'lgan surilmalarga suv omborlari qirg'oqlarida, foydali qazilma konlarini

ochiq usulda kovlab olish karyerlarida kuzatilgan surilmalar misol bo'la oladi.

Masalan, eng katta surilmalardan biri — Angren ko'mir konidagi surilma bo'lib, uning hajmi 20 mln  $m^3$  ni tashkil etgan (1986). Bu surilmaning yuzaga kelishida asosiy sabablardan biri — tog' jinslarining karyer ichiga qarab ma'lum qiyalikda yotishi, karyerning chuqurlashishidir.

Surilmalarni oldini olish, ularga qarshi kurashish juda katta mablag' talab qiladi. Lekin ularning keltiradigan zarari esa bundan ham katta bo'ladi. Masalan: Surilmalar ta'sirida 1962–71-yillarda AQSH — 1 mlrd dollar, Italiya — 140 ming dollar, Yamayka — 2 mln dollar, Norvegiya — 12 mln dollar talafot ko'rgan (соц. аспект инт. геологии 1985 г.).

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, surilmalarni har tomonlama o'rganish, ularni oldini olish va ularga qarshi kurashish juda katta ahamiyatga ega.

Surilmalarni o'rganish bo'yicha juda ko'p ilmiy ishlar bitilgan. Bular ichida N.N. Maslov, G.L. Fisenko, E.P. Emelyanov, G.I. Ter-Stepanyan, A.M. Demena, R.A. Niyazovlarning ishlari katta e'tiborga loyiqdir.

### **16.1.2. Surilmalar morfologiyasi**

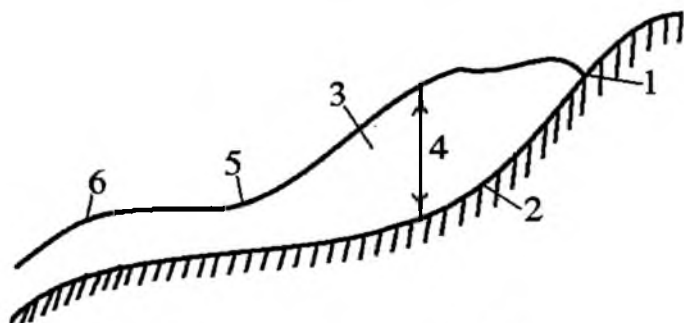
Surilmalar relyefi o'ziga xos shaklni hosil qilib quyidagi morfologik elementlarga ega bo'ladi (18-rasm).

Surilib tushgan tog' jinslari surilma tanasini hosil qiladi. Surilish jarayoni tog' jinslarida turlicha bo'ladi. Ba'zan tog' jinslari o'z monolitligini saqlagan holda, blok sifatida suriladi, ba'zan esa sath bo'ylab oqish shaklida vujudga keladi, ba'zan aralash holatda surilish kuzatiladi. Surilgan tog' jinslari hajmi bir necha  $m^3$  dan bir necha million  $m^3$  ga yetishi mumkin.

Surilgan tog' jinslari hajmiga qarab surilmalar quyidagi guruhlariga bo'linishi mumkin:

- juda kichik surilmalar ( $<10 m^3$ );
- kichik surilmalar ( $10-200 m^3$ );
- o'rtacha surilmalar ( $1000-2000 m^3$ );

- katta surilmalar ( $2000\text{--}200\,000\text{ m}^3$ );
- juda katta surilmalar ( $>200\,000\text{ m}^3$ ).



18-rasm. Surilma morfologiyasi.

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 1. Uzilish devori yoki surilma sirki. | 4. Surilma qalinligi. |
| 2. Surilish chizig'i.                 | 5. Surilma tili.      |
| 3. Surilma tanasi.                    | 6. Surilma do'ngligi. |

Tog' jinslarining surilish sathi «surilish yuzasi» yoki «surilish chizig'i» deb ataladi. Surilmalar bir yoki bir nechta surilish chizig'iga ega bo'ladi. Bunday holatda surilma tarkibiga kiruvchi tog' jinslari, uning bo'laklari bir-biriga nisbatan surilishi mumkin va natijada zinasimon surilmalar hosil bo'ladi.

Surilish chizig'ining shakli bir turdagi tog' jinslarida botiq, yarim botiq, yarim silindrik shaklga ega bo'ladi. Turli litologik tarkibga ega bo'lgan tog' jinslarida esa surilish chizig'i qatlam chegarasi bo'ylab o'tadi. Bu yuza botiq, yarim botiq, ko'p hollarda esa tekis bo'lishi mumkin. Surilish chizig'i turli chuqurliklardan o'tishi mumkin. Surilish chizig'i chuqurligiga qarab surilmalarni F.P.Savarenskiy quyidagi guruhlariga bo'ladi:

- 1) yuzaki surilmalar ( $<1\text{ m}$ );
- 2) surilish chizig'i chuqur bo'lmagan surilmalar ( $1\text{--}5\text{ m}$ );
- 3) surilish chizig'i chuqur bo'lgan surilmalar ( $5\text{--}20\text{ m}$ );
- 4) surilish chizig'i juda chuqur bo'lgan surilmalar ( $>20\text{ m}$ ).

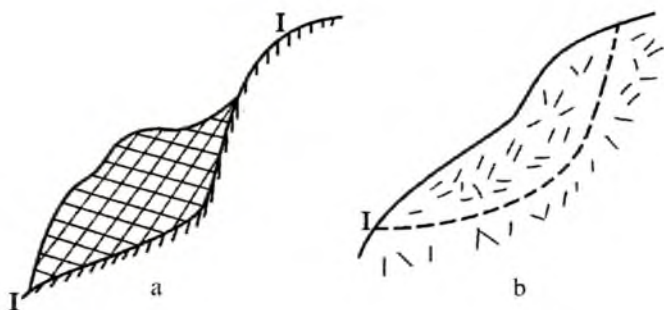
Surilmalar hosil bo'lishi, yoriqliklar hosil bo'lishi bilan birgalikda kuzatiladi. Qiya sathli suv ayirg'ichlarning yuqori

qismida uzilish yoriqliklari hosil bo‘ladi, yoriqliklar tog‘ yon bag‘riga parallel ravishda hosil bo‘ladi va surilish natijasida surilish sirkini hosil qiladi. Bu qiya sath chuqurlik ko‘rinishida bo‘lib, shakli bo‘yicha amfiteatrni eslatadi, relyefi zinasimon ko‘rinishga ega bo‘ladi. Surilish sirkida yer osti suvlarining yer yuzasiga ma’lum yuza bo‘ylab chiqishi, hosil bo‘lgan zinada esa botqoqlik o‘simliklari o‘sishi kuzatilgan. Agar surilma yosh bo‘lsa, surilish sirki o‘simlik bilan qoplanmagan, aks holda qoplangan bo‘ladi.

Surilma yuzasi notekis do‘nglik va chuqurliklardan iborat bo‘ladi. Uning ustidagi daraxtlar egilgan, «mast o‘rmon» ko‘rinishiga ega bo‘ladi. Surilma tanasi ustiga joylashgan injenerlik inshootlarida turli darzliklar kuzatilishi mumkin.

### 16.1.3. Surilmalar tuzilishi

Surilmalar yuzaga kelishi tog‘ yon bag‘ri, qiya sathlar ichki tuzilishini o‘zgartiradi. Bu o‘zgarish surilma strukturasini hosil qiladi. Uning shakli sathning geologik-litologik tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi.



19-rasm. Asekvent surilmalar

*a — gil tog‘ jinslaridagi surilma. b — qattiq tog‘ jinslaridagi surilma.*

F.P.Savarenskiy surilmalarning asekvent, konsekvent hamda insekvent turlarini ajratishni taklif qiladi.

1. Asekvent surilmalar — bu surilmalar bir turli tog‘ jinslarida hosil bo‘lib (suglinok, supes, gil va boshqa tog‘ jinslarida) surilish yuzasi botiq, yarim botiq, silindrsimon shaklga ega bo‘ladi.

(19-rasm) Uning ko'rinishi tog' jinsining fizik-mexanik xususiyatiga bog'liq bo'ladi.

Surilmaning yuqori qismida surilish yuzasi yaqqol ko'rinib turadi, pastki qismida uni aniqlash ancha mushkul, tanasi ostida esa juda qiyin.

2. Konsekvant surilmalar — bir turli bo'lmagan tog' jinslarida qatlamlar chegarasi bo'ylab yoki darzliklar bo'ylab surilish kuzatiladi. Bu turdagi surilmalar surilish chizig'ining ko'rinishi qiya sathning geologik — litologik tuzilishi bilan bog'liq bo'lib, oldindan taxmin qilinishi mumkin (20-rasm). Surilish chizig'i bunday surilmalarda quyidagi yuzalardan o'tishi mumkin:

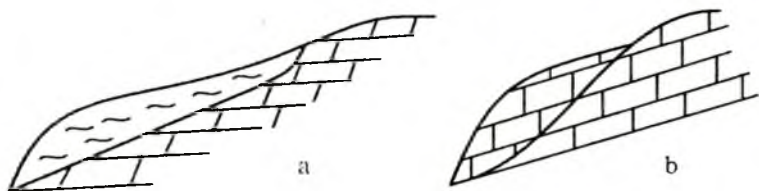
1) monoklinal, ma'lum qiyalikda yotuvchi tog' jinslari qatlamlari chegarasi;

2) qiyalik hosil qiluvchi, nisbatan bo'sh tog' jinslari (gil, argillit, ko'mir va boshqalar) yuzasi;

3) qoya tog' jinslari yuzasi yoki kuchli nurash qatlami asosi;

4) darzlik yuzasi;

5) muzlagan tog' jinslari qatlami yuzasi.

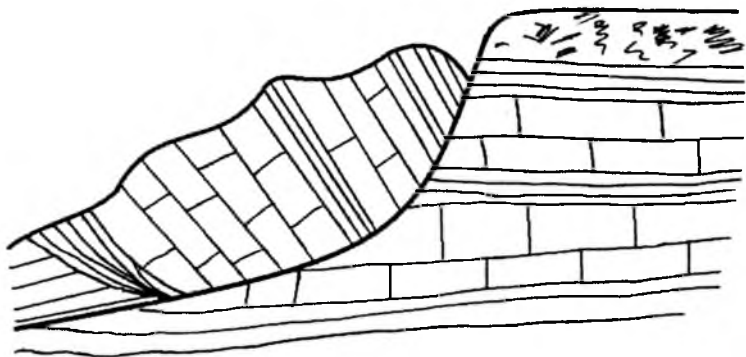


**20-rasm.** Konsekvant surilmalar.

*a — delyuvial yotqiziqslarning qoya tog' jinslari ustida surilishi. b — monoklinal yotuvchi qatlamli tog' jinslarida surilish.*

Bu surilmalarning surilish yuzasi tekis, tik zinasimon, qiya-zinasimon bo'lishi mumkin. Konsekvant surilmalarda surilish yuzasini hech qanday qiyinchiliksiz aniqlash mumkin. Buning uchun turli hududlarda kuzatish ishlarini olib borish, geologik ma'lumotlarni tahlil qilish kerak. Bu turdagi surilmalar eng keng tarqalgan surilmalar hisoblanadi.

3. Insekvent surilmalar — bu surilish turi ma'lum qiyalik hosil qilib yoki gorizontal sharoitda yotgan tog' jinslari qatlamlariga tik bo'lgan yuza bo'yicha suriladi (21-rasm).



21-rasm. Insekvent surilmalar.

Surilma surilish chizig'i bir necha xil tog' jinslarini kesib o'tadi. Surilma yuqori qismida tik, asosiga kelib ancha yassilanadi.

#### 16.1.4. Surilmalarning hosil bo'lish sabablari

Surilmalar qiya sathlarda tarqalib, asosan og'irlik kuchi va boshqa ta'sir etuvchi kuchlar ta'sirida hosil bo'ladi. Surilish jarayoni yuz berishi uchun suruvchi kuchlar ushlab turuvchi kuchlarga qaraganda katta bo'lishi shart yoki chegaraviy muvozanat holati buzilishi kerak:

$$\sum T = f \sum N + CL$$

*Bunda:*  $\sum T$  — «R» og'irlik kuchini tashkil etuvchi suruvchi kuch. Bu kuch tog' jinsi massasini pastga surishga harakat qiladi;

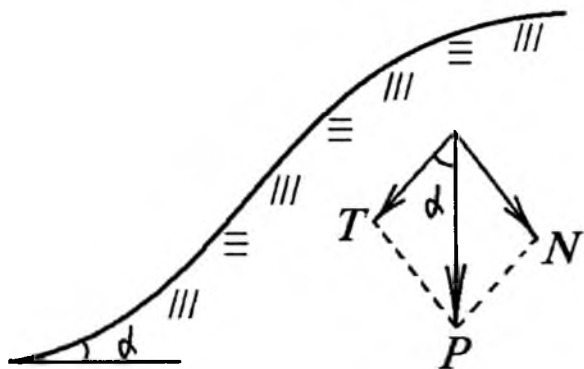
$\sum N$  — «P» og'irlik kuchini tashkil etuvchi ushlab turuvchi kuch, bu kuch tog' jinsini ushlab turishga harakat qiladi;

$C$  — bog'lanish kuchi;

$L$  — surilish yuzasi uzunligi;

$f$  – ichki ishqalanish kuchi ( $\operatorname{tg} \varphi$ ).

Bu kuch vektorlarining o‘zaro joylashishi quyidagi chizmada berilgan (22-rasm).



22-rasm. Qiya sathlarga ta’sir etuvchi kuch vektorlarining joylashishi.

Gruntlar mexanikasi fanida ko‘rib o‘tilgan chegaraviy muvozanat holati buzilsa, ya’ni  $\sum T$  kuch miqdori ushlab turuvchi kuchlar miqdoridan oshib ketsa, u holda sekin-asta yoki katta tezlikda tog‘ jinslarining surilishi yuzaga keladi:

$$\eta = \frac{f \cdot \sum N + C \cdot L}{\sum T} < 1$$

Bunda:  $\eta$  – turg‘unlik koeffisienti.

Qiya sathlarda tarqalgan tog‘ jinslarining muvozanat holatini buzilishiga quyidagilar sabab bo‘lishi mumkin:

a) sath qiyaligining yuvilishi, ishlov berish natijasida qiyalikning oshishi yoki loyihalash natijasida katta qiyalikning tanlanishi;

b) tog‘ jinslarining fizik-mexanik xususiyati o‘zgarishi bilan ular mustahkamligining o‘zgarishi, ko‘pchishi, nurashi, tabiiy yotish sharoitining o‘zgarishi va boshqalar;

d) filtratsion deformatsiyani yuzaga keltiruvchi gidrodinamik va gidrostatik kuchlar ta’siri;

e) qiya sathlarda yo'l qurilishi va foydali qazilma konlarini qazib olishdagi sun'iy zinalarda tog' jinslari kuchlanganlik darajasining o'zgarishi;

f) qiya sath va sun'iy qiyaliklarning tashqi bosim ta'sirida, seysmik to'lqin ta'sirida og'irligini o'zgarishi kabilar.

Yuqorida keltirilgan har bir sabab qiya sath turg'unligining buzilishini, surilmalarni yuzaga keltirishi mumkin.

#### **16.1.5. Surilmalarni yuzaga keltiruvchi shart-sharoitlar**

Surilmalarni yuzaga keltiruvchi shart-sharoit deganda tabiiy hamda sun'iy omillar tushunilib, ular sath turg'unligini buzuvchi barcha kuchlar ta'sirini kuchaytiradi. Bularga misol tariqasida nam iqlimli maydonlarda quruq iqlimli maydonlarga qaraganda surilmalar ko'proq uchrashi, suv omborlari hamda suv havzalari qirg'oqlarida namlikning oshishi, qirg'oqning yemirilishi ta'sirida surilmalarning hosil bo'lishi va boshqalarni keltirishimiz mumkin.

Surilmalarni yuzaga keltiruvchi shart-sharoitlarga katta ta'sir ko'rsatuvchi omillarga quyidagilar kiradi:

- 1) hududning iqlim sharoiti;
- 2) suv havzalari, omborlari va daryolarning gidrologik rejimi;
- 3) hudud relyefi;
- 4) qiya sathlarning geologik-litologik tuzilishi;
- 5) geotektonik, tektonik kuchlar va seysmik hodisalar;
- 6) surilmalar bilan birga uchrovchi ekzogen geologik jarayonlar;
- 7) gidrogeologik sharoit;
- 8) tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari;
- 9) insonning injenerlik faoliyati.

Yuqorida qayd etilganidek, surilmalar bahor oylarida, nam iqlim sharoitida yuzaga keladi. Yomg'ir suvlari yer qa'riga shimiilib, tog' jinslari og'irligini o'zgartiradi. Tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyati namlik oshishi bilan o'zgaradi. Iqlim sharoit haqida so'z yuritilganda yog'in-sochinlarning yog'ish tafsilotiga e'tibor berish kerak. Aksariyat maydalab davomli yomg'ir yog'ishi

surilma hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, bunda sekin yoqqan yomg'ir suvi tog' jinslariga singishi (infiltratsiyalanishi) mumkin. Shiddat bilan yoqqan yomg'ir esa tog' jinsi yuzasidan oqib ketadi va singishga ulgura olmaydi. Hududning iqlim sharoiti yer usti suvlari gidrologiyasiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Seryomg'ir hududlardagi suv havzalarining suv sathi baland, daryolari sersuv bo'ladi. Bu esa suv bilan bog'liq bo'lgan erozion jarayonlarni rivojlanishini yuzaga keltiradi. Surilmalar hosil bo'lishida hudud relyefi katta ta'sir ko'rsatadi. Surilmalar asosan tog' yon bag'irlarida, ma'lum qiyalikka ega bo'lgan yuzalarda sodir bo'ladi.

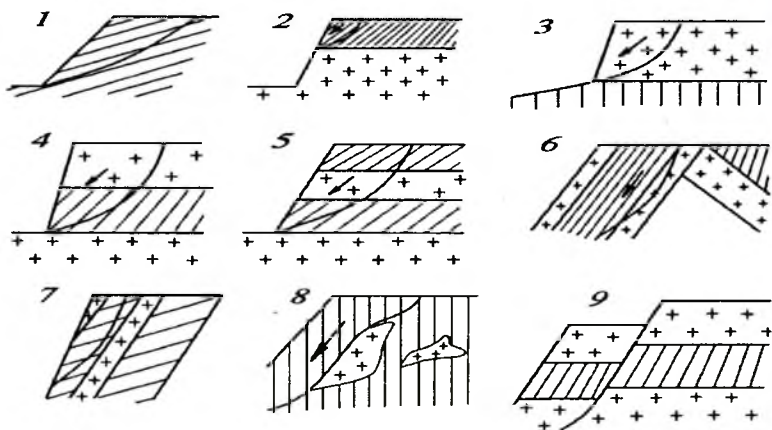
Surilmalarni o'rganish bilan uzoq yil shug'ullangan tadqiqotchi A.I. Sheko bergan ilmiy ma'lumotlarga ko'ra, surilmalar qiyaligi 10% dan 70% gacha bo'lgan hududlarda kuzatiladi. Lekin surilmalarning shu ko'rsatilgan qiyalik bo'yicha taqsimlanishi haqida biror aniq fikr bildirish mumkin emas. Chunki surilmalar hosil bo'lishiga relyefdan tashqari boshqa omillar ham kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunga misol qilib «Sharora» surilmasini olish mumkin, ya'ni qiyaligi 3–8% bo'lgan maydonlarda ham surilish kuzatilganligi aniqlangan. Bunga sabab — tog' jinslarining o'ta suvga to'yinganligi hamda gidrodinamik kuchlarning kattaligidir.

Surilmalar hosil bo'lishidagi gidrodinamik, gidrostatik hamda seysmik kuchlar ta'siri surilmalar turg'unligini baholash bo'limida ko'rib o'tiladi.

Surilmalar hosil bo'lishidagi yana bir asosiy omil — qiya sathlarning geologik-litologik tuzilishidir. Quyida foydali qazilma konlari zinalarining litologik tuzilishlariga qarab surilmalarning surilish chiziqlari joylashishi ko'rsatilgan (23-rasm).

Surilmalar hosil bo'lishida u bilan birgalikda uchraydigan geodinamik jarayonlar muhim omillardan biridir. Bu hodisalarga nurash, suv omborlari va daryo qirg'oqlarining yuvilishi, suffoziya, filtratsiya, denudatsiya, tektonik harakatlar hamda seysmik hodisalar kiradi. Shunday qilib, yuqorida keltirilgan omillar surilmalar surilishini yuzaga keltiradi. Ularning ta'siri gohida

kuchli bo'lishi mumkin. Umuman bu omillarni ikki guruhga: regional va lokal guruhlarga bo'lish mumkin.



23-rasm. Foydali qazilma konlarini ochiq usulda kovlab olishda kuzatilishi mumkin bo'lgan surilmalar.



– gil zarrachali tog' jinslari



– surilma harakat yo'nalishining surilish chizig'i yoki yuzasi.



– qoya tog' jinslari

Regional omillarga hududning strukturaviy tektonik sharoiti, stratigrafiyasi, geologik-litologik tuzilishi va boshqalar; lokal omillarga esa qirg'oqlarning yuvilishi, qiya sath asosining kesilishi, relyef shakli, mikroiklim sharoiti va boshqalar kiradi.

Surilmalar mexanikasi bo'yicha strukturali va oquvchi surilmalarga; dinamikasi bo'yicha talafotli katta tezlikda yuzaga keluvchi surilmalar, sekin-asta harakatlanuvchi surilmalarga bo'linadi.

G.I.Ter-Stepanyan surilmalar dinamikasini o'rganib surilma hosil bo'lish jarayonini 3 davrga bo'ladi:

1. Surilmalarning tayyorlanish davri, bunda qiya sathlardagi tog' jinslari turg'unligi sekin-asta kamaya boradi.

2. Surilmalarning yuzaga kelishi yoki surilmalarning sekin-asta yoki talafotli tezlikda surilish davri.

3. Surilmalarning turg'un holatga kelishi yoki surilmaning surilishdan to'xtagan davri.

Ajratilgan har bir davr, har bir surilma uchun turlicha bo'lishi mumkin.

### **16.1.6. Surilmalar tasnifi**

Surilmalarning hosil bo'lish jarayoni, surilish tezligi, o'lchami va tuzilishi turlicha bo'lganligi sababli ularning juda ko'p tasniflari ishlab chiqilgan. Bu tasniflar surilmaning biror bir xususiyatini yoki bir nechta xususiyatini o'z ichiga oladi.

Quyida eng keng tarqalgan va tez-tez foydalanib turiladigan tasniflarni ko'rib o'tamiz.

Surilmalarning biror bir xususiyatini o'z ichiga olgan tasniflarga yuqorida ko'rib o'tilgan F.P.Savarenskiy tasniflarini misol qilib olish mumkin. Bular surilma tuzilishiga, hajmiga, surilish yuzasi yotish chuqurligiga asoslangan tasniflardir. Bu guruhga A.P.Pavlov (1903) va K.I.Bogdanovich (1911) tasniflari ham kiradi.

A.P.Pavlov tasnifi bo'yicha surilmalar delyapsiv (oqib tushuvchi, sirpanuvchi) va detruziv (itarilib tushuvchi) turlarga bo'linadi. Birinchi turdagi surilmada surilish pastdan, ikkinchi turdasisida esa surilma tepadan boshlab suriladi.

K.I.Bogdanovich tasnifi bo'yicha surilmalar birinchi va ikkinchi tartibli surilmalarga bo'linadi. Birinchi tartibli surilmalar hali surilma kuzatilmagan sathlarda, ikkinchi tartiblisi esa surilma ustida yuzaga keladi. Ikkinchi tartibli surilmalar yana «zinasimon surilmalar» deb ham yuritiladi.

G.S.Zolotarev (1964) esa surilmalarning tuzilishiga va o'lchamlariga qarab tasniflashni taklif etadi. Uning tasnifiga asosan quyidagi surilmalar ajratiladi:

- 1) qoya tog' jinslari massivining surilishi;
- 2) surilma-bloklar, gil hamda yarim qoya tog' jinslarining surilishi;
- 3) surilma oqimlari, tog' jinslari parchalanishi bilan siljishi;
- 4) yuzaki surilmalar, surilish chizig'idan 2–5 m o'tib asosan atmosfera suvlari va yer osti grunt suvlari ta'sirida namlikning oshishidan hosil bo'ladi;
- 5) oqib tushgan surilmalar, bunda surilish chizig'i 2–3 m chuqurlikdan o'tib, asosan atmosfera suvlari ta'sirida, grunt suvlari ta'sirisiz yuzaga keladi;
- 6) uzilish surilmalari; o'lchamlari juda kichik bo'lgan surilmalar, surilish chizig'i 2 m dan kichik bo'lmay, qiya sathga mayda zinasimon ko'rinish beradi.

G.S. Zolotarev tasnifining 1–3 bandlarida tog' jinslari litologik tarkibiga qarab tasniflansa, qolgan bandlarda surilmalar o'lchami, yer osti suvlari ta'siriga qarab tasniflanadi.

Umumiy tasniflarga A.P. Nifontov (1935), V.D. Lomtadze (1977), R.A. Niyozov (1985) tasniflarini misol qilib ko'rsatish mumkin.

V.D. Lomtadze qiya sathlarda yuzaga keluvchi nafaqat surilmalarni, umuman gravitatsion jarayonlarni tasniflaydi. Tasnif tur, sinf, harakatlanish tafsiloti, surilmalarni tavsiflovchi qo'shimcha ma'lumotlar, surilmalarga qarshi kurashish yo'nalishini o'z ichiga oladi. V.D. Lomtadze gravitatsion hodisa turlaridan surilma, surilma-ag'darilma, ag'darilmalarni ajratadi. Sinf lar bo'limida esa surilmalar ichida strukturasi (insekvent, konsekvant, asekvent) plastik (doim konsekvant xususiy surilma, surilma oqimlari) hamda strukturali-plastik guruhlarini ajratadi. Surilma-ag'darilma turida esa surilma-ag'darilmalarning bir-biriga o'tishidagi ko'rinishlarini, ag'darilmada esa, xususan, ag'darilmalarni ajratadi. Bu tasnif bilan to'liq tanishish uchun V.D. Lomtadzening «Инженерная геология. Инженерная геодинамика» darsligi tavsiya etiladi.

R.A. Niyozov tasnifi regional, ya'ni Markaziy Osiyo hududidagi surilmalarni tasniflaydi.

### 16.1.7. Surilmalar turg'unligini hisoblash

Surilmalar turg'unligini hisoblashga asos qilib ushlab turuvchi hamda suruvchi kuchlarning nisbati olingan, ya'ni:

Hisoblash usullarini tanlash uchun quyidagi ma'lumotlarga ega bo'lish talab etiladi:

$$\eta = \frac{\sum \text{ushlab turuvchi kuchlar}}{\sum \text{suruvchi kuchlar}}$$

1. Haqiqiy hisoblash chizmasi, ya'ni surilma markazidan o'tuvchi hamda surilmani to'liq ta'riflovchi litologik qirqim. Qirqimning vertikal hamda gorizontal masshtablari bir xil bo'lishi shart. Qirqim yer osti suvlari sathining joylashishi yoki gidrodinamik kuchlar ta'sirini baholash imkoniga ega bo'lish kerak.

2. Hisob-kitoblarda ishlatiladigan tog' jinslarining tabiiy-mexanik ko'rsatkichlari statistik jihatdan asoslangan bo'lishi kerak.

3. Surilmalarni yuzaga keltiruvchi asosiy omillar haqida, ya'ni yer osti suvlari sathining ko'tarilishi, daryo va suv omborlaridagi suv sathi ko'tarilishi, transport vositalari harakatining ta'siri va boshqalar.

Surilmalar turg'unligini baholash uchun yuzaga kelgan turli tezlikda harakatlanuvchi yoki harakatdan to'xtagan surilmalar bo'yicha hisob-kitob ishlari bajariladi. Hisob-kitob usullarini tanlashda quyidagilarga e'tibor beriladi:

- mukammal geologik-litologik qirqim asosida aniqlangan surilma shakli va surilma tuzilishi;

- surilma turg'unligiga tabiiy-mexanik ko'rsatkichlarni ta'sirlarini baholash imkon;

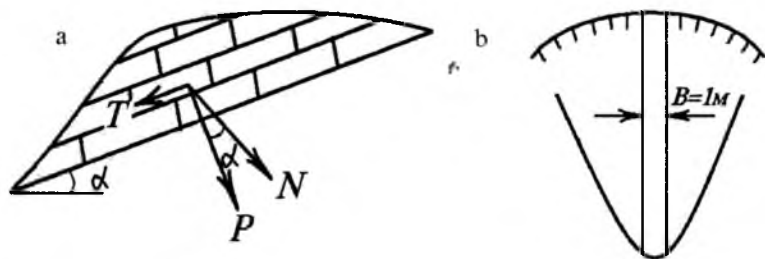
- hajmi iloji boricha kam bo'lgan hisoblash hamda chizmachilik ishlari.

Surilmalar turg'unligini hisoblashda, surilish yuzasiga qarab, tanlanadigan usullar ikkiga bo'linadi:

1. Surilish yuzasi ma'lum qiyalikka ega bo'lgan surilmalar.
2. Surilish yuzasi botiq, silindrsimon ko'rinishga ega bo'lgan surilmalar.

### Surilish yuzasi ma'lum qiyalikka ega bo'lgan surilmalar turg'unligini hisoblash usuli

Bu usul konsekvant strukturaga ega bo'lgan surilmalar uchun qo'llanilishi mumkin (24-rasm).



24-rasm. Konsekvant surilmalar turg'unligini hisoblash chizmasi.  
a – hisoblash qirgimi; b – surilma plani.

Bunday surilmalar turg'unligini hisoblashda chegaraviy muvozanat holati ifodasidan foydalaniladi:

$$T = N \cdot \operatorname{tg} \varphi + CL$$

Bunda:  $N = P_N \cdot \cos \alpha$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = f$ ;  $T = P_q \cdot \sin \alpha$ .

Hisoblashlar butun surilayotgan tog' jinslariga emas, balki surilma markazidan ajratilgan kengligi  $V=1m$  qismi uchun bajariladi. Shu ajratilgan qism bo'yicha bo'ylama qirgim (a) chiziladi va surilish yuzasidan tepada joylashgan tog' jinslari egallagan yuza (qirgim bo'yicha aniqlanib keyin uning masshtabi orqali haqiqiy yuza aniqlanadi) va o'rganilayotgan qism kengligiga ko'paytirilib uning hajmi aniqlanadi.

$$V_j = S \cdot B; m^3$$

Surilma hajmi ma'lum bo'lgandan so'ng qirgimda ko'rsatilgan tog' jinslari zichligidan ( $\gamma$ ) foydalanib, uning og'irligi ( $P_q$ ) aniqlanadi:

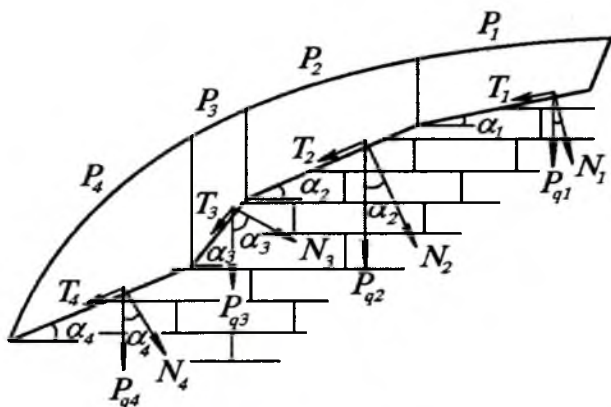
$$P_q = V \cdot \gamma$$

Yuqorida keltirilgan ifodalar yordamida  $T$  hamda  $N$  kuchlar qiymati aniqlanadi.

Olingan ma'lumotlar surilma turg'unligini hisoblash ifodasiga qo'yilib, turg'unlik koeffisienti ( $\eta$ ) aniqlanadi:

$$\eta = \frac{N \cdot \operatorname{tg} \varphi + C \cdot L}{T}$$

Agarda turg'unlik koeffisienti qiymati  $\eta=1$  bo'lsa, surilma muvozanat holatida,  $\eta < 1$  bo'lsa surilma turg'un emas,  $\eta > 1$  bo'lsa surilma turg'un holatda hisoblanadi.



25-rasm. Zinasimon surilish yuzasiga ega bo'lgan surilma.

Agarda surilish yuzasi zinasimon sathdan iborat bo'lsa (25-rasm), u holda hisob-kitoblar har bir surilish yuzasi qiyaligi bo'yicha ajratilgan bo'laklar uchun hisoblanadi.

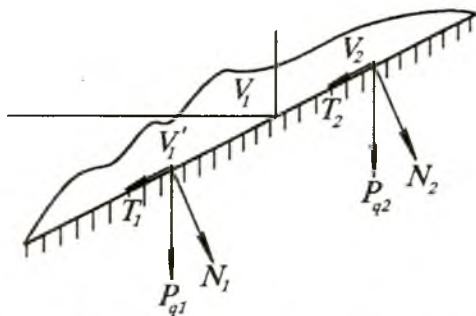
Hisoblash quyidagicha bajariladi:

$$N = f(P_{q1} \cos \alpha_1 + P_{q2} \cos \alpha_2 + \dots + P_{qn} \cos \alpha_n)$$

$$T = P_{q1} \sin \alpha_1 + P_{q2} \sin \alpha_2 + \dots + P_{qn} \sin \alpha_n$$

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n f \cdot N_i + C_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

Agarda surilmaning pastki qismini suv bosgan bo'lsa (suv ostida bo'lsa), u holda ta'sir etuvchi gidrostatik kuchni hisobga olgan holda hisoblash lozim (26-rasm). Buning uchun surilmaning suv bosgan qismi va suvdan yuqoridagi qismi uchun alohida-alohida hisoblash ishlarini bajarish lozim.



26-rasm. Gidrostatik kuch hisobga olingan surilma.

Surilmaning suv ostida qolib ketgan qismi og'irligi suvning ta'sirini hisobga olgan holda hisoblanishi shart. Buning uchun tog' jinsining suv ostidagi zichligi  $\gamma'$  orqali hisoblash ishlari bajariladi.

$$\gamma' = (\gamma_{mz} - 1)(1 - n).$$

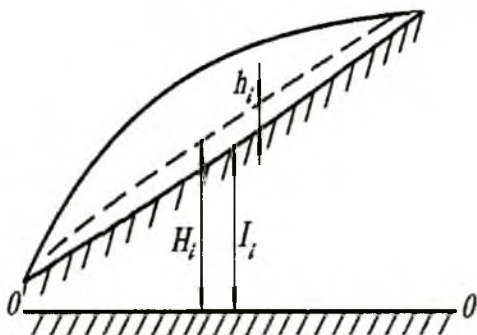
*Bunda:*  $\gamma_{mz}$  — tog' jinsi mineral zarrachalari zichligi;  $n$  — tog' jinsi g'ovakligi.

Hisoblash ishlari quyidagicha bajariladi:

$$P_1 = V \cdot \gamma + V_1' \cdot \gamma'; \quad P_2 = V_2 \cdot \gamma$$

$$\eta = \frac{N_1' \cdot \operatorname{tg} \varphi_1' + C' \cdot L' + N_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 + C_2 \cdot L_2}{T_1' + T_2}$$

Agarda surilma tanasida yer osti suvlarining sathi kuzatilsa, u holda hisoblashlar gidrodinamik kuchlarni hisobga olgan holda bajariladi (27-rasm).



27-rasm. Gidrodinamik hamda gidrostatik kuchlar ta'sir etayotgan surilma.

Gidrodinamik kuchlar ta'sirini hisobga oluvchi tuzatish:

$$D_{gd} = \gamma_c \cdot h_i \cdot \omega_i = \gamma_c \cdot (H_i - I_i) \cdot \frac{a_i}{\cos \alpha_i}$$

**Bunda:**  $D_{gd}$  — gidrodinamik tuzatish;  $\gamma_s$  — suvning solishtirma og'irligi,  $t/m^3$ ;  $h_i$  — surilma tanasidagi suv bosimi;  $\omega_i$  — hisoblanayotgan blok asosi maydonining yuzasi;  $I_i$  — solishtirish yuzasi (0—0) dan surilma chizig'i ordinatasi, m;  $H_i$  — solishtirish yuzasidan suv sathigacha bo'lgan masofa;  $a_i$  — hisoblanayotgan blok kengligi, m;  $\alpha_i$  — surilish burchagi qiyaligi.

Surilmaning turg'unlik koeffitsienti quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$\eta = \frac{\sum (N \cdot f - D_{gd} + C \cdot L)}{\sum T_i}$$

Surilmalar tarqalgan maydon seysmik mintaqada joylashgan bo'lsa, u holda uning turg'unligi hudud seysmikligini hisobga olgan holda bajarilishi shart, chunki seysmik to'liqin surilma og'irligini oshiradi va surilishga sabab bo'lishi mumkin.

Seysmik to'liqin ta'sirida surilma og'irligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$P = \sqrt{P_q^2 + P_s^2}$$

*Bu yerda:*  $P_q$  – surilmaning gravitatsion og'irligi;  $P_s$  – seysmik kuch.

Seysmik kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P = P_q \cdot K_s; \quad K_s = \frac{\alpha}{g}$$

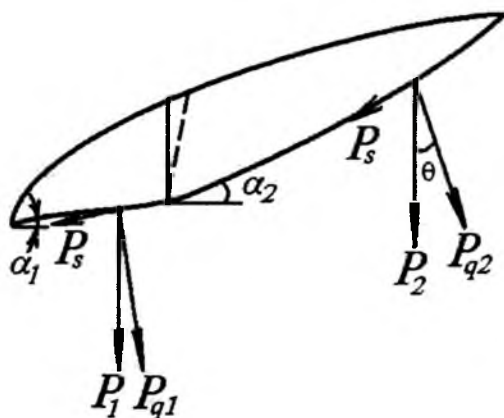
*Bu yerda:*  $K_s$  – hududning seysmiklik ko'effitsienti;  $\alpha$  – seysmik to'liqin tezlanishi;  $g$  – erkin tushish tezlanishi.  $g$  – qiymatini yuqoridagi ifodaga qo'yamiz:

$$P \sqrt{P_q^2 + K_s^2 \cdot P_q^2} = P_q \sqrt{1 + K_s^2}$$

Demak,

$$P = P_q \sqrt{1 + K_s^2}$$

Bunda og'irlik hamda seysmik kuchlar umumiy og'irlik kuchining tashkil etuvchi vektorlari hisoblanadi:  $\tan \theta = P_s / P_q$ ,  $\theta = 90^\circ - \alpha$  (28-rasm).



28-rasm. Seysmik kuchlarning joylashishi.

Qolgan hisoblashlar xuddi oldin bajarilgan hisoblashlar ifodasi asosida bajariladi. Bunda gravitatsion og'irlik o'rniga seysmik ta'sir natijasida aniqlangan og'irlik miqdori quyiladi.

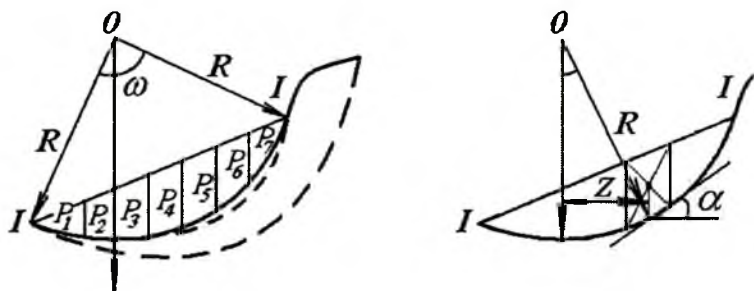
$$N = P \cdot \cos \alpha; \quad T = P \cdot \sin \alpha;$$

$$\eta = \frac{N \cdot \operatorname{tg} \varphi + C \cdot L}{T}.$$

### Surilish yuzasi botiq, silindrsimon ko'rinishga ega bo'lgan surilmalar turg'unligini hisoblash usuli

Bunday usul bilan asosan asekvent, qisman insekvent surilmalar turg'unligini hisoblash mumkin.

Asekvent va konsekvent surilmalarning surilish chizig'ini aniqlash ancha mushkul hisoblanadi, chunki surilish belgilari surilmaning yuqori qismida ham etagida ham ma'lum xatolik bilan ajratilishi mumkin. Aniqlangan ikki nuqtasini asos qilib, turli uzunlikka ega bo'lgan radiusda bir nechta yarim aylana — surilish chiziqlari o'tkaziladi. Ajratilgan har bir surilma bo'yicha surilma turg'unligi aniqlanadi (29-rasm).



29-rasm. Surilma turg'unligini aniqlash chizmasi.

Ajratilgan surilma kengligi  $0,1 R$  ga teng bo'lgan bloklarga bo'linadi va har biri bo'yicha alohida-alohida og'irligi va u bilan bog'liq bo'lgan ushlab turuvchi va suruvchi kuchlar qiymati aniqlanadi. Surilmaning surilish yuzasi burchagi  $\alpha$  uchun har bir blokning og'irlik markazi bilan surilish chizig'i kesishish

nuqtasiga o'tkazilgan urinma hosil qilgan burchak olinadi. Bu burchak qiymatini quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin:

$$\sin \alpha = \frac{z}{R}$$

*Bunda:*  $z$  — blok og'irlik markazi va vertikal radius orasidagi masofa;  $R$  — surilish yuzasi radiusi.

Surilish chizig'i uzunligi  $L$  quyidagicha topiladi:

$$L = \frac{\pi}{180^\circ} \cdot R \cdot \omega$$

*Bunda:*  $\omega$  — markaziy burchak (29-rasm).

Har bir blok uchun aniqlangan kuchlarning arifmetik yig'indisi ularning ishoralarini hisobga olgan holda hisoblanadi, ya'ni markaziy radiusdan o'ng tomonda joylashgan bloklar bo'yicha ( $R_3, P_4, R_5, R_6, R_7$ ) musbat, chap tomonda joylashgan bloklar ( $R_1, R_2$ ) manfiy qiymat bilan olinadi.

Olingan natijalar turg'unlik koeffitsientini aniqlash ifodasiga qo'yilib surilma turg'unligi aniqlanadi:

$$\eta = \frac{f \cdot \sum_{i=1}^n N_i + C \cdot L}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

### 16.1.8. Surilmalarni bashorat qilish

Foydali qazilma konlarini ochiq usulda kovlab olishda, tog'li hududlarda avtomobil hamda temiryo'llar, injenerlik inshootlari qurilishida qiya sathlarning turg'unligini baholash, surilma yuzaga kelishini bashoratlash talab qilinadi.

O'tkazilayotgan injener-geologik izlanishlar masshtabiga qarab bashorat sifat va son darajalarida beriladi.

Sifat jihatidan surilmalarni bashoratlash xuddi mavjud surilmalar turg'unligini bashoratlash kabi unga asos qi-

lib qiya sathlarning injener-geologik sharoitini tahlil qilish: sath qiyaligi va balandligi, relyef shakli, tog' jinslarining yotish sharoiti, tarkibi va holati, suvlilik darajasi, surilish bilan birga uchraydigan geodinamik jarayonlar va boshqalar olinadi. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarni tahlil qilish asosida surilmalarning vujudga kelishi mumkinligi haqida fikr yuritish imkoni tug'iladi. Bunda geologik o'xshashlik usullaridan foydalanish mumkin.

Mukammal injener-geologik izlanishlar bosqichida esa son bashoratlarini berish talab qilinadi. Son bashoratlari berish andozalash hamda hisoblash usullari orqali bajariladi.

Andozalash usulida turli modellar tuzilib, surilmaga ta'sir etuvchi omillarni hisobga olgan holda bajariladi. Bu usul asosan qiya sathlar turg'unligini baholashda qo'llaniladi.

Son qiymatlari bo'yicha bashoratlash asosida hisoblash usullari yotadi. Bu usul «qiya sathlar turg'unligini baholash usullari» deb yuritiladi.

Amaliyotda keng qo'llaniladigan usullar taxminiy usullar bo'lib, surilish chizig'i aniq va aniq bo'lmagan hollar uchun chegaraviy muvozanat holati ifodasida asoslangan. Bu usullar: bir turga ega bo'lmagan tog' jinslarida va bir turli tog' jinslarida kuzatiladigan holatlarni o'z ichiga oladi.

Bir turga ega bo'lmagan tuzilishli qiya sathlar turg'unligini baholashda tog' jinslari qatlamliligiga qarab surilish yuz berishi mumkin bo'lgan sath ajratiladi. Bu sath delyuvial tog' jinslari va qoya tog' jinslari chegarasida, nuragan hamda nuramagan tog' jinslari chegarasida o'tishi mumkin. Agarda juda ishonchli surilish yuzasini aniqlashning iloji bo'lmasa, u holda surilish ro'y berishi mumkin bo'lgan bir necha yuza bo'yicha hisoblash ishlari bajariladi. Hisoblashlar surilma turg'unligini hisoblash usullari bo'yicha bajariladi.

Buning uchun quyidagi ma'lumotlarga ega bo'lish zarur:

- a) mukammal hisoblash chizmasi – geologik-litologik qirqim;
- b) matematik statistika usuli bilan asoslangan tog' jinsi ko'rsatkichlari ( $\gamma$ ,  $f$ ,  $\varphi$ ,  $c$ );

d) hisoblash vaqti, ya'ni eng og'ir sharoit mavjud bo'lgan vaqt

### **Bir turdagi tog' jinslaridan tashkil topgan qiya sathlar turg'unligini baholash**

Agar qiya sathni tashkil etuvchi tog' jinslari bir sifatli bo'lsa, ko'zga tashlanib turuvchi surilish chegaralari mavjud bo'lmagan holatda surilish chizig'i botiq yarim silindrik shaklga ega bo'ladi, deb hisoblanadi. Shuning uchun «yarim silindrik ko'rinishga ega bo'lgan surilish yuzasi bo'yicha hisoblash usuli» deb yuritiladi.

Qiya sathlarda kuzatiladigan surilish uning eng yuqori qismi yoki undan pastroqda boshlanishi mumkin. Shuning uchun tog' yon bag'ri geologik-litologik qirqimida, istalgan radiusda surilish yuzalari o'tkaziladi va bu yuzalar bilan chegaralangan tog' jinslari «surilma» deb qaralib, ularning turg'unligi hisoblanadi. Bu holatda surilish yuzasi bo'ylab markazga nisbatan ta'sir etuvchi kuch momentlari nisbatini, ya'ni turg'unlik koeffitsientini aniqlash zarur. Agar ajratilgan tog' jinslari muvozanat holatida bo'lsa, u holda quyidagi ifoda o'rinli bo'ladi:

$$M_{sur} = M_{ush.t.}, \quad \eta = \frac{M_{ush.t.}}{M_{sur}} = 1$$

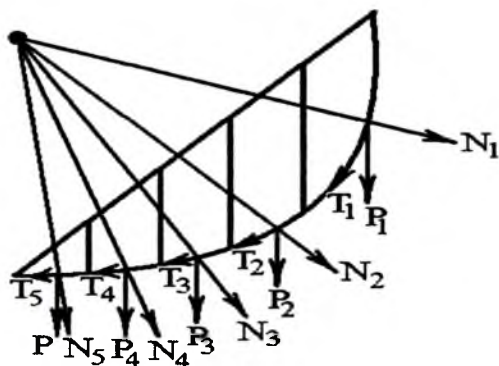
*Bunda:*  $M_{sur}$  — surilmani suruvchi kuch momenti,  $M_{ush.t.}$  — surilmani ushlab turuvchi kuch momenti.  $\eta = 1$  teng bo'lsa, qiya sath muvozanat holatida.

Agarda kuch momentlari  $R$  radiusga asosan aniqlansa (30-rasm), u holda surilmani suruvchi va ushlab turuvchi kuch momenti quyidagicha hisoblanadi:

$$M_{sur} = \sum T_i \cdot R, \quad M_{ush.t.} = \sum R_i \cdot N \cdot f + C \cdot L \cdot R.$$

Bu usul bilan hisoblashlarni bajarish quyidagi tartibda bajariladi:

1. Grafo-analitik usulda surilma yuz beruvchi sathni hosil qiluvchi yoy radiusi markazi OD chizig'i ustida yotadi.



30-rasm. Kuch momentlari orqali sath turg'unligini aniqlash chizmasi.

2. OD chizig'i qiya sath yuqori qismi va etagi bilan markaz deb ataluvchi «0» nuqtasini birlashtiruvchi chiziqlar  $\beta_1$  va  $\beta_2$  burchaklar ostida o'tkazilgan yordamchi chiziqlarning kesishish nuqtasi hisoblanadi (31-rasm).  $\beta_1$  va  $\beta_2$  burchak qiymati sath qiyaligi va uni gorizontaal yuza bilan hosil qiladigan  $\alpha$  burchagi qiymatiga bog'liq bo'ladi (7-jadval).

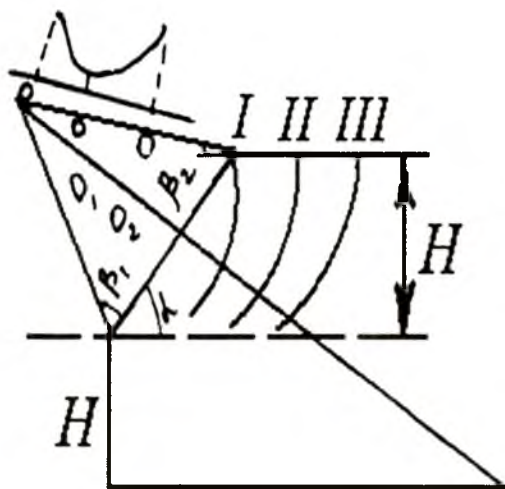
7-jadval

### Surilish yoyi markazini aniqlash.

| Sathning qiyaligi | Sathning gorizontaal yuza bilan<br>hosil qilgan burchagi ( $\alpha$ ) | Yordamchi burchak |           |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
|                   |                                                                       | $\beta_1$         | $\beta_2$ |
| 1:1               | 45° 00'                                                               | 28                | 37        |
| 1:1,5             | 33° 41'                                                               | 26                | 35        |
| 1:2               | 26° 41'                                                               | 25                | 35        |
| 1:3               | 18° 25'                                                               | 25                | 35        |
| 1:5               | 11° 19'                                                               | 28                | 37        |

0 nuqta aniqlangandan so'ng OD chizig'i o'tkaziladi. OD chizig'ining D nuqtasi o'rnini aniqlash uchun qiya sath etagidan uning balandligi — N ga teng bo'lgan masofa o'lchanib, vertikal yo'nalishda pastga qo'yiladi va gorizontaal chiziq o'tkaziladi. Gorizontaal chiziqda 4,5 N masofa o'lchanib D nuqta o'rni topiladi. Kesishish nuqtasi — «0» markaz topilgandan so'ng

sathning yuqori qismidan boshlab  $R$  radiusda yoy o'tkaziladi. U hosil qilgan surilma (I-II chizig'i bo'yicha) turg'unligi yuqorida keltirilgan usul bo'yicha hisoblanadi.



31-rasm. Grafo-analitik usulda sath turg'unligini aniqlash chizmasi.

Xuddi shu usulda OD chizig'iga ikkinchi va uchinchi markaziy nuqtalar  $O_1$ ,  $O_2$  olinib yana  $R$  radiusda yarim aylana o'tkaziladi (nuqtalar orasidagi masofa  $0,1R$  ga teng qilib olinadi). Har bir ajratilgan tog' jinslari bo'lagi «surilma» deb qaralib, uning turg'unligi aniqlanadi, ya'ni  $\eta_1$ ,  $\eta_2$ ,  $\eta_3$ , ... $\eta_n$ . Eng surilishi mumkin bo'lgan sath turg'unlik koeffitsienti eng kichik bo'lgan qiymat ( $\eta < 1$ ) eng xavfli surilma yuzasiga to'g'ri keladi.

Qiya sath turg'unligini N.N. Maslov usuli bilan aniqlash:

Bu usul eng keng qo'llaniladigan usullardan biri bo'lib, mualliflar tomonidan «gorizontal kuchlar usuli» yoki «teng mustahkamlikka ega bo'lgan sathlar usuli» deb ataladi.

«Teng mustahkamlikka ega bo'lgan sath» deb shunday qiya sathga aytiladiki, uning istalgan kesimida sath turg'un holatda bo'ladi, ya'ni:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \varphi_{\sigma}}{\operatorname{tg} \alpha} = 1$$

*Bunda:*  $\alpha$  – qiya sathlar yoki sath bo‘lagining gorizontaal sath bilan hosil qilgan qiyalik burchagi;  $\varphi_{\sigma}$  – normal bosim  $\sigma$  ta’sir etgan holatdagi surilish burchagi.

Surilishga qarshilik burchagi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

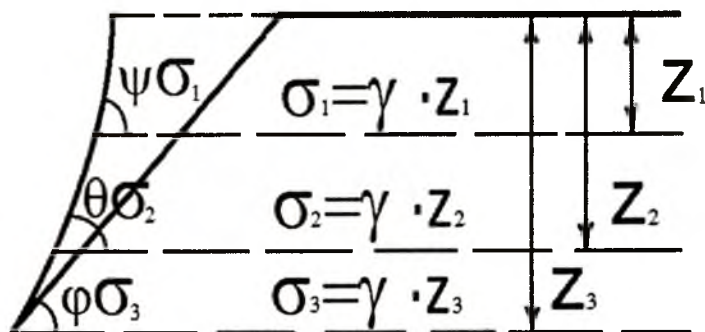
$$F_{\sigma} = \operatorname{tg} \varphi_{\sigma} = \frac{\tau}{\sigma} = \operatorname{tg} \varphi + \frac{C}{\sigma};$$

*Bunda:*  $F_{\sigma} = \operatorname{tg} \varphi_{\sigma}$  – normal bosim  $\sigma$  ta’siridagi tog‘ jinslari surilish koeffisienti.  $\tau$  – suruvchi kuch;  $\sigma$  – vertikal ta’sir;  $C$  – bog‘lanish kuchi.

Qiya sathning ma’lum  $z$  chuqurligida unga tog‘ jinslarining og‘irlik kuchi ta’sir etadi va bu kuch ta’siri uchun  $F_{\sigma_z}$  ni hisoblab topish mumkin, ya’ni:

$$F_{\sigma} = \operatorname{tg} \varphi_{\sigma} + \frac{C}{\gamma_{o.r} Z};$$

*Bunda:*  $\gamma_{yp}$  – tog‘ jinslari zichligining o‘rtacha qiymati;  $Z$  – o‘rganilayotgan chuqurlik.



32-rasm. N.N. Maslov bo‘yicha qiya sath turg‘unligini bashorat qilish.

$$\sigma_1 = \gamma_{o'r} \cdot Z_1$$

Teng mustahkamlikka ega bo'lgan sathlarda  $\alpha_1$  qiymati son jihatidan  $\varphi\sigma$  ga teng bo'lishi shart. Buning uchun o'rganilayotgan qiya sath teng gorizontal bo'laklarga bo'linadi va quyida keltirilgan chizma bo'yicha hisoblash ishlari bajariladi (32-rasm).

Bunda ajratilgan gorizontal bloklar soni cheklanmagan bo'lib, ularning qalinligi 2 m dan oshmasligi kerak.

### 16.1.9. Surilmalar va qiya sathlarni o'rganish

Xavfli geologik jarayonlarni o'rganish injener-geologik tadqiqotlarning turli bosqichlarida olib borilib, uning maqsadi maydonlarni geologik jarayonlar ta'siridan asrash, jarayonlarning oldini olishdan iborat.

Maydonlarni surilmalardan muhofazalash tizimi quyi-dagilardan tashkil topadi:

- bosh tizim yoki regional tizim;
- maxsus tizim;
- mukammal tizim.

Bu tizimlarni asoslash maqsadida quyidagi bosqichlarda injener-geologik izlanishlar olib boriladi:

a) rayonlashtirish tizimi (butun Respublika yoki viloyat hududida);

b) rayonlashtirish loyihasi (tuman hududida);

d) bosh loyiha (dam olish maskani chegarasida);

e) mukammal loyiha (maxsus inshoot qurilish maydonida).

a) va b) bosqichlarida o'tkaziladigan injener-geologik izlanishlar masshtabi 1:200000 – 1:25000 bo'lib, bu izlanishlar A.I.Sheko boshchiligida VSEINGEO xodimlari tomonidan ishlab chiqilgan uslubiy qo'llanma asosida bajariladi. Bu ishlar natijasida 3 ta karta tuziladi:

- ekzogen geologik jarayonlar tarqalish sharoiti kartasi;
- maydonda ekzogen geologik jarayonlarning tarqalganligi kartasi;
- ekzogen geologik jarayonlar ta'siridagi aholi yashash joylari kartasi.

Bu kartalar asosida surilmalar tarqalgan maydonlar ajratilib, keyingi bosqichlarda esa surilmalar bo'yicha rayonlashtirish ishlari bajariladi.

Markaziy Osiyo hududida surilmalar bo'yicha rayonlashtirishga asos qilib, maydonlarning surilmalar bilan shikastlanganlik darajasi olinadi:

$$K_{sh} = \frac{\text{Surilmalar egallagn maydon}}{\text{Surilmalar kuzatilishi mumkin bo'lgan maydon}}$$

Agar  $K_{sh} < 0,1$  bo'lsa, maydon sust;  $K_{sh} = 0,1 - 0,2$  bo'lsa, o'rtacha;  $K_{sh} > 0,2$  bo'lsa, kuchli shikastlangan hisoblanadi.

Bundan tashqari, o'lchamidan qat'i nazar, barcha geodinamik jarayonlar kartalarda ko'rsatiladi.

O'zbekistonda esa ekzogen jarayonlar bo'yicha tuzilgan kartalarda 3 ta mintaqa ajratiladi:

1-mintaqa — yashil rangda, ekzogen geologik jarayonlar tarqalmagan va kuzatilmaydigan hududlar;

2-mintaqa — sariq rangda, ekzogen geologik jarayonlar kuzatilib turadigan hududlar, bir bahor davrida 2—3 km/soat tezlikda harakatlanuvchi surilmalar kuzatiladi;

3-mintaqa — qizil rangda, yirik ekzogen jarayonlar, surilma-ag'darilmalar kuzatilishi mumkin bo'lgan hududlar.

Surilma kuzatilishi mumkin bo'lgan maydonlarni o'rganish va surilmalarni bashoratlash, inshoot qurilishi uchun maydon tanlash, ularga qarshi kurashish usullarini belgilash uchun o'rganilayotgan hududlar bo'yicha quyidagi ma'lumotlarga ega bo'lish talab etiladi:

- 1) tog' yon bag'irlarining morfometrik tafsiloti;
- 2) gidrologik va iqlim sharoiti, mikroiqlim sharoiti;
- 3) qiya sathlarda tarqalgan tog' jinslarining yotish sharoiti, tarkibi, qalinligi va xususiyatlari;
- 4) yer osti suvlarining yotish chuqurligi, rejimi, tog' jinslarining suvga to'yinganlik darajasi;
- 5) maydonda kuzatilgan surilmalar va ularning surilish mexanikasi;

6) boshqa geodinamik jarayonlarning tarqalganligi va tarqalish qonuniyatlari;

7) surilmalarga qarshi kurashish maqsadida tanlangan usulning samaradorligi;

8) qiya sathning hamda surilmalarning rivojlanish bosqichi;

9) insonning injenerlik faoliyati va uning surilmalar hosil bo'lishidagi o'rni.

Yuqoridagi ma'lumotlar injener-geologik izlanishlar natijasida olinadi. Har bir injener-geologik qidiruv ishlari bosqichlarida tadqiqotlarni bajarish uchun loyiha tuzilib, bu loyihalarda quyidagilar ko'zda tutiladi.

1) adabiyot va arxiv materiallarini chuqur o'rganish va tahlil qilish;

2) iqlim sharoiti haqidagi ma'lumotlarni o'rganish;

3) gidrologik sharoitni o'rganish;

4) injener-geologik syomka (masshtabi 1:100000; 1:50000; 1:25000 va undan yirik);

5) tog' kovlash ishlari;

6) burg'i quduqlarini kovlash;

7) geofizik qidiruv ishlari;

8) gidrogeologik ishlar;

9) dala sharoitida o'tkaziladigan tajriba ishlari;

10) doimiy injener-geologik hamda gidrogeologik kuzatuv ishlari;

11) surilmalarga qarshi qurilgan inshootlarni kuzatish;

12) qayta syomka ishlari.

Injener-geologik qidiruv ishlari loyihasini tuzish uchun o'rganilayotgan maydonning geologik tuzilishi, gidrogeologik sharoiti, geomorfologiyasi va boshqalar haqidagi ma'lumotlarga asoslaniladi.

Bu ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Geologiya va mineral resurslar Davlat qo'mitasi fondlarida, Geologiya ilmiy tadqiqot, tekshirish institutlari va Geologiya davlat ishlab chiqarish korxonalarida, ilmiy markazlarida bo'lishi mumkin. Bundan tashqari surilmalar haqida chop etilgan ilmiy maqolalar, risolalar,

monografiyalardagi o'rganilayotgan maydonda kuzatilgan surilish jarayonlari haqidagi ma'lumotlar chuqur o'rganiladi. Agarda loyiha tuzish uchun ma'lumotlar yetarli bo'lmasa, rekognossirovka ishlari o'tkaziladi va aerokosmosuratlar geologik nuqtayi nazardan talqin qilinadi.

Loyihada yuqorida sanab o'tilgan injener-geologik ishlar o'tkazilishining shartlilikligi asoslanadi, bajariladigan ishlarning turlari, hajmi belgilanadi.

Surilmalarning yuzaga kelishida, qiya sathlar turg'unligiga katta ta'sir ko'rsatuvchi omil—hududning geografik joylashishi, iqlim va mikroiqlim sharoitidir. Shuning uchun o'rganilayotgan maydonda haroratning yil davomida o'zgarishi, yog'in-sochinlar miqdori va ularning yog'ish tafsiloti, yil davomida taqsimlanishi, havo namligining vaqt davomida o'zgarishi haqidagi ma'lumotlar yig'ilishi va tahlil qilinishi talab etiladi. Buning uchun o'rganilayotgan maydondagi yoki unga yaqin joylashgan maxsus iqlim sharoitni o'rganuvchi stansiyalardan ma'lumot olinadi.

Iqlim sharoiti bilan bog'liq bo'lgan gidrologik sharoit haqidagi ma'lumotlar mavjud gidropostlar yoki maxsus jihozlangan gidropostlarda olib borilladigan kuzatishlar asosida aniqlanadi. Gidrologik kuzatishlar nafaqat yer yuzasi suvlari sathining o'zgarishi, balki tog' jinslarining suv ta'sirida yemirilish tezligini o'rganish, suv sathi va tezligining o'zgarishi bilan bog'liq ravishda surilmalarning surilish tezligini kuzatish imkonini beradi.

Injener-geologik syomka injener-geologik izlanishlarning asosini tashkil etib, 1:50000; 1:25000 masshtabda daryo vodiylarida, tuman hududlarida o'tkaziladi.

Bu syomka maxsus injener-geologik syomka turiga kirib, bunda asosiy e'tibor maydonning geomorfologik, geologik-litologik, gidrogeologik sharoitini o'rganish bilan bir qatorda maydondagi mavjud surilmalarni kartaga tushirish, ularni yuzaga kelish sharoitlarini aniqlash, hosil bo'lish sharoitiga qarab guruhlarga bo'lishga qaratiladi.

Bu izlanishlar davomida surilmalardan tashqari maydonda tarqalgan geodinamik jarayonlarni o'rganish, jarayonlarning oldini

olish maqsadida tanlangan (mavjud) qurilmalar samaradorligini baholash maqsadga muvofiqdir.

Izlanishlar natijasida maxsus injener-geologik karta – surilmalarni tarqalganlik kartasi tuziladi va bu kartada quyidagi maydonlar ajratiladi:

- surilmalar tarqalgan va yuzaga kelganligi kuzatilgan maydonlar;

- surilmalar kuzatilishi mumkin bo'lgan maydonlar;

- surilmalar kuzatilmaydigan maydonlar.

Injener-geologik izlanishlarning bu bosqichida iloji boricha kam hajmda tog' kovlash, burg'ilash ishlari, maxsus hisob-kitoblar olib boriladi. Tuzilgan karta asosida maydondan foydalanishning bosh loyihasi tuziladi.

Ma'lum inshoot quriladigan maydonda turg'un bo'lmagan qiya sath yoki surilmalar mavjud bo'lsa, u holda shu maydonda mukammal, yirik (1:10000; 1:5000; 1:2000) masshtabdagi injener-geologik syomka ishlari o'tkaziladi. Bu syomkaning asosiy maqsadi qiya sath yoki surilma turg'unligini son jihatidan bashoratlashga qaratilgan. Bu syomka boshqa injener-geologik syomkalardan farqli bo'lib, u maxsus topografik asosda bajariladi.

Bunday topografik asosda umumiy ko'rsatilishi shart bo'lgan ma'lumotlardan tashqari quyidagilar aks ettirilishi talab etiladi:

- qoya tog' jinslarining yer yuzasiga chiqib qolgan joylari va ularning yoshi;

- yer osti suvlarini buloq sifatida yer yuzasiga chiqib qolgan yeri va chiqish xususiyati;

- surilma egallagan maydon chegarasi;

- maydonda mavjud injenerlik inshootlari, jumladan surilmalarga qarshi kurashish maqsadida qurilgan inshootlar;

- maydonda o'tkazilgan geologik izlanishlar, xususan tog' kovlash inshootlari va burg'i quduqlari.

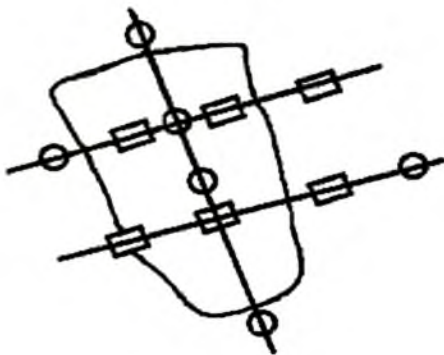
Syomka davrida surilmaning morfologik tuzilishi, uning turg'unligiga ta'sir etuvchi barcha omillar mukammal o'rganiladi. Surilmalarni yuzaga keltiruvchi omillarni o'rganishda tog' kovlash

ishlari, burg'ilash, geofizik tajribalar hamda doimiy kuzatish ishlaridan foydalaniladi.

Tog' kovlash ishlari shurf hamda shtolnyalar kovlashdan iborat bo'lib, ularning maqsadi surilma tarqalish maydonidagi tog' jinslarining geologik-litologik tuzilishini, struktura va teksturasini mukammal o'rganishga hamda laboratoriya ishlari uchun namunalar, monolitlar olishga qaratilgan. Burg'ilash ishlari ham maydonning geologik-litologik tuzilishini o'rganishga imkon beradi, bu quduqlarda gidrogeologik tajriba ishlari, yer osti suvlari sathining vaqt davomida o'zgarishini kuzatish ishlari olib boriladi. Geofizika ishlari burg'ilash hamda tog' kovlash ishlari hajmini qisqartirish, geofizik tajriba ishlari esa surilma turg'unligiga seysmik to'lqin ta'sirini aniqlash maqsadida o'tkaziladi.

Burg'ilash va tog' kovlash ishlari, geofizik profillar shunday joylashtirilishi kerakki, ular natijasida surilma geologik-litologik qirqimini tuzish, ma'lum hisoblash usullari bilan surilayotgan tog' jinslari hajmini aniqlash mumkin bo'lsin. (33-rasm).

Tog' kovlash ishlarida, burg'ilashda hamda geofizika ishlarida surilma tarqalish chegarasidan tashqarida yotgan maydonning geologik-litologik tuzilishini hamda namuna olish yo'li bilan tog' jinslarining injener-geologik xususiyatlarini aniqlash ko'zda tutilgan bo'lishi shart.



33-rasm. Qidiruv ishlarini maydon bo'yicha joylashishi.

Dala sharoitida o'tkaziladigan ishlar qiya sathlardagi tog' jinslarining harakatlanishini yuzaga keltiruvchi omillarni o'rganishga qaratilgan bo'lib, bular injener-geologik hamda gidrogeologik tajriba ishlaridan iborat.

Gidrogeologik tajriba ishlari yer osti suvlarining harakat yo'nalishini, suvli qatlamning gidrogeologik ko'rsatkichlarini aniqlashga qaratilgan. Injener-geologik tajriba ishlarining asosiy maqsadi — tog' jinslarining tabiiy-mexanik xususiyatlarini dala sharoitida aniqlashdan iborat.

Doimiy kuzatuv ishlari yer osti suvlari rejimini, tog' jinslari surilish tezligini aniqlash maqsadida o'tkaziladi. Surilmaning surilish tezligini aniqlashda geodezik asboblardan foydalaniladi.

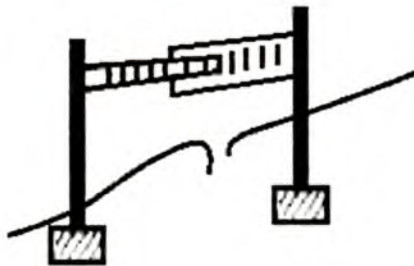
Buning uchun surilma tanasiga yuzaki hamda chuqurlikka joylashtirilgan reperlardan foydalaniladi (34-rasm).



**34-rasm.** Surilma surilish tezligini aniqlash reperlarining joylashishi  
*1 — yuzaki, 2 — chuqurlik reperlari.*

Surilish tezligi vaqt-vaqti bilan surilma tanasidan tashqarida joylashtirilgan maxsus geodezik asbob yordamida kuzatish orqali bajariladi. Agar bu usul bilan ishlashning iloji bo'lmasa, u holda suriluvchi reykalaridan foydalaniladi (35-rasm).

Surilmalarga maydonda tarqalgan yer osti suvlari sathining o'zgarishi ta'sirini baholash maqsadida suv sathining o'zgarishi maxsus gidrogeologik burg'i quduqlari yordamida aniqlanadi. Suv ta'sirini aniqlash maqsadida quduqlardan tajriba suv chiqarish ishlarini bajarish mumkin. Xuddi shuningdek yer usti suvlari (daryo, ko'llar) sathi o'zgarishi ham o'rganiladi.



35-rasm. Suriluvchi reykalarining joylashishi.

Tog' kovlash ishlari, burg'ilash ishlarini bajarish jarayonida tog' jinslaridan namunalar olinadi va surilma turg'unligini hisoblash uchun zarur bo'lgan injener-geologik ko'rsatkichlar aniqlanadi.

Surilma dinamikasini baholash maqsadida ma'lum muddatdan so'ng navbatchi syomka ishlari o'tkaziladi. Bu ishlar natijasiga qarab surilmani oldini olish, uning harakatini to'xtatish maqsadida ma'lum injenerlik usullari va inshootlar tanlanadi. Ularning qurilishini asoslash uchun maxsus injener-geologik izlanish o'tkaziladi. Bu injener-geologik izlanishlar inshoot konstruksiyasini hisobga olgan holda o'tkaziladi.

#### 16.1.10. Surilmalarning oldini olish va ularga qarshi kurashish

Surilmalarni mukammal o'rganish natijasida ularning hosil bo'lishi va harakatlanishining oldini olish maqsadida ularga qarshi kurashish usuli tanlanadi. S.K.Abramov (1951) bu usullarni ikki guruhga bo'ladi:

1. Surilmalarning oldini olishga mo'ljallangan usullar;
2. Surilma harakatini bartarab etuvchi usullar.

Surilmalarning oldini olishga mo'ljallangan usullarga quyidagilar kiradi:

1. Qiya sathlarda qurilish ishlari olib borishni, qiya sath asosida qurilish bilan bog'liq bo'lgan kovlash ishlari olib borishni taqiqlash;
2. Qiya sath ustida tog' jinslari yig'ilishining oldini olish;

3. Temiryo'l transporti vositalarini qiya sathli hududlarda harakat tezligini taqiqlash;

4. Qiya sathlarda o'suvchi daraxtlar, o'simlik dunyosini saqlash;

5. Qiya sathlarda sug'orish, shudgor qilish ishlarini olib bormaslik;

6. Qiya sathlarga sug'orish maydonidan oqib chiquvchi hamda atmosfera suvlari oqimining kirishiga yo'l qo'ymaslik, suv oqimini tartibga solish;

Surilma harakatini bartaraf etuvchi usullar 4 turga bo'linadi:

1. Surilma harakati tezligini sekinlashtiruvchi yoki to'xtatuvchi usullar:

1.1. Suv oqimini boshqaruvchi qurilmalar qurish;

1.2. Daryo va suv havzalari qirg'oqlari mustahkamligini oshiruvchi qurilmalar qurish;

1.3. Yer osti suvlari sathini pasaytirish;

1.4. Suv so'ruvchi inshootlar (drenaj) tizimlarini qurish;

2. Tog' jinslarini ushlab turishga qaratilgan usullar:

2.1. Surilma asosida turli tirkak devorlar qurish;

2.2. Surilma tanasida burg'i quduqlari kovlab, temir beton ustunchalar o'rnatish;

2.3. Surilma tanasiga metall qoziqlar qoqish va boshqalar;

3. Suriluvchi tog' jinslari qatlamini olib tashlash usullari:

3.1. Tog' jinslarini bosimli suv yordamida yuvib tashlash;

3.2. Tog' jinslarini mexanizmlar yordamida surib tashlash, sath qiyaligini kamaytirish;

4. Tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlarini qisman melioratsiyalash usullari bilan yaxshilash.

Bu usullar «Grunthunoslik» fanidan mavjud darsliklarda keng yoritilgan.

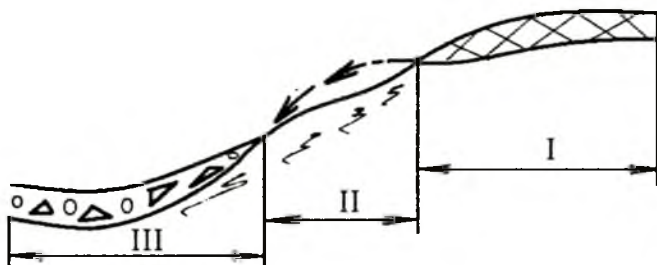
## **16.2. To'kilmalar**

Nurash jarayoni natijasida hosil bo'lgan tog' jinsi bo'laklarining tog' yon bag'irlarida yig'ilishi natijasida to'kilmalar hosil bo'ladi.

To'kilmalar to'yinish hisobiga ma'lum shart-sharoitlar mavjud bo'lgan holatda harakatga kelishi va injenerlik inshootlariga kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

To'kilmalar turli maqsadlarda o'rganilishi mumkin: geomorfologlar relyefning turi sifatida; geologlar delyuvial tog' jinslari sifatida; quruvchilar qurilish xomashyosi sifatida; injener-geologlar injener-geologik jarayon sifatida o'rganadilar.

To'kilmalar Markaziy Osiyo tog'lik hududlarida, Kola yarim orolida, Baykal oldi va Baykal orti hududlarida, Kavkaz tog'larida keng tarqalgan. To'kilmalar tarqalgan hududlarda to'kilmalarning to'yinish maydoni, to'kilmalarni tashkil etuvchi tog' jinsi zarrachalarining to'yinish maydonidan yig'ilish (akkumulatsiya) maydoniga harakati kuzatiladigan maydon, akkumulatsiya maydonini ajratish mumkin (36-rasm).



36-rasm. To'kilmalarni hosil bo'lishida ajratiladigan maydonlar.

*I — To'yinish maydoni; II — Harakatlanish maydoni; III — Akkumulatsiya maydoni.*

1. To'yinish maydoni — qoya tog' jinslarining yer yuzasiga chiqib qolgan yerlari bo'lib, tog' etaklariga nisbatan balandda joylashgan bo'ladi, tashqi muhit ta'sirida (nurash jarayoni ta'sirida), tektonik kuchlar ta'sirida tog' jinslari yaxlitligi buziladi va to'kilmalarni tashkil etuvchi tog' jinslari bo'laklari hosil bo'ladi.

2. Tog' jinslari bo'laklari harakatlanish maydoni — bu maydon to'yinish va yig'ilish maydoni orasida joylashib, uning o'lchami turlicha bo'lishi mumkin. Maydon kattaligi hududlarning geomorfologik, geologik-litologik tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

3. Yig'ilish maydoni — tog' etaklariga joylashgan bo'lib, ma'lum qiyalikka ega bo'lgan sathlardan iborat.

To'kilmalar bir necha gektardan to bir necha km<sup>2</sup> gacha bo'lgan maydonni egallab yotadi. 2-maydon qiyaligiga qarab, bu maydonda tog' jinsi bo'laklari harakati kuzatilishi mumkin. Agarda sath qiyaligi 5° dan kichik bo'lsa, tog' jinslari bo'laklari juda sekinlik bilan harakatlanadi; 5–12° bo'lgan qiya sathda tog' jinsi massasi surilishi; 12–25° bo'lgan qiya sathda tog' jinslari bo'laklarining yumalab harakatlanishi; 25–45° bo'lgan qiya sathda tog' jinslari bo'laklari uyumining harakati kuzatiladi. Qiyalik 45° dan katta bo'lsa, bunday qiyaliklarda to'kilma hosil bo'lmaydi, ya'ni tog' jinslari yig'ilishi kuzatilmaydi.

To'kilma yuzasining qiyaligi uni tashkil etuvchi tog' jinslari bo'laklarining shakliga bog'liq bo'ladi. Agarda to'kilma kub shaklidagi bo'laklardan iborat bo'lsa, to'kilma yuzasi qiyaligi 34–37° ni, plitkali ko'rinishga ega bo'lsa, 30–34° ni tashkil etadi.

To'kilmalar harakatdagi va turg'un to'kilmalarga bo'linadi.

Agarda to'kilma gil yoki gil zarrachali tog' jinslari ustida yotsa, uning tubida namlik to'planib, to'kilma harakatlanishini yuzaga keltiradi. Bu sharoitda to'kilma butun hajmi bilan pastga qarab suriladi. Bunday to'kilmalar «harakatlanuvchi to'kilmalar» deb yuritiladi.

Tog' jinslari bo'laklarining yig'ilish maydonida quyidagi harakat turlarini ajratish mumkin:

1. Yakka tog' jinsi bo'lagining pastga qarab harakatlanishi.
2. Tog' jinslari bo'laklari guruhining pastga qarab harakatlanishi. Bunda birdaniga bir necha kvadrat metr maydondagi tog' jinslari pastga qarab harakatlanadi.
3. To'kilma massasining pastga qarab asta-sekinlik bilan surilishi.
4. Tog' jinslarining qatlam-qatlam bo'lib surilishi.
5. To'kilma massasining pastga qarab katta tezlikda surilishi.

To'kilmalarning to'yinishi M.I. Iveronov tomonidan Tyan-Shan tog' tizmasidagi tajriba uchastkasida o'rganilgan bo'lib, uning bergan ma'lumotiga qaraganda sath qiyaligi 56°, maydoni

9400 m<sup>2</sup> bo'lgan tajriba uchastkasida har yili to'kilma o'rta hisobda 1,5–1,6 tonna tog' jinsi bo'laklariga boyib borgan. Bu o'z navbatida o'rta hisobda qalinligi 0,17 mm bo'lgan tog' jinsi qatlamining surilganligini ko'rsatadi.

To'kilmalar harakatlanuvchanligi quyidagi belgilar yordamida aniqlanadi:

- to'kilmani tashkil etuvchi tog' jinslari ichida yangi singan tog' jinsi bo'laklarini kuzatilishi;
- to'kilma ustida o'suvchi daraxtlarning qiyshayib qolishi, tosh bosishi;
- to'kilma ustida o'simlik dunyosining siyrakligi yoki umuman kuzatilmasligi.

To'kilmalar yosh jihatdan turlicha bo'lib, ularning yoshi geomorfologik tahlil asosida aniqlanadi.

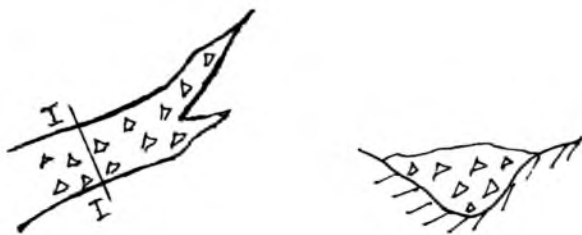
To'kilmalarni o'rgangan N.P. Kostenko sharqiy Sayan hududida tarqalgan to'kilmalar yiliga o'rta hisobda 0,9 m surilishi mumkinligini, ba'zi yillarda bu masofa 1,45 m gacha borishini aniqlagan.

To'kilmalar harakatlanuvchanligini, boyish jadalligini o'rganish katta ahamiyatga ega bo'lib, ularni quyidagi omillar mujassamlashtirishi mumkin:

- to'kilma namligining haddan tashqari oshib ketishi;
- tog' jinsi bo'lagini kelib qo'shilishida yuzaga keladigan turtkilar (silkinishlar);
- to'kilma ustiga inshootlar qurish;
- kuchli shamol;
- qiya sath asosidan tog' jinslarining olib ketilishi (qirqib olinishi);
- seysmik hodisalar;
- yer sathi ko'tarilishini yuzaga keltiruvchi harakatlar va boshqalar.

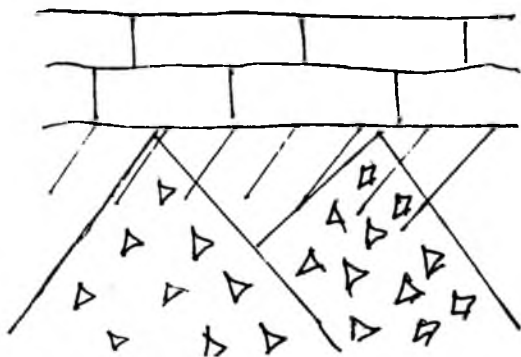
To'kilmalar quyidagi ko'rinishlarga ega bo'lishi mumkin:

1. Ingichka, pastga qarab kengayib boruvchi tosh daryolari ko'rinishida bo'lib, kengligi 10 m dan to bir necha yuz metrgacha yetib boradi (37-rasm).



37-rasm. Tosh daryolari.

2. Pastga qarab kengayib boruvchi uchburchak shakliga ega bo'lib, uning uch qismi to'kilma maydoniga yetib boradi. Pastki qismi esa boshqa qo'shni uchburchaklar bilan qo'shilib ketgan bo'ladi (38-rasm).



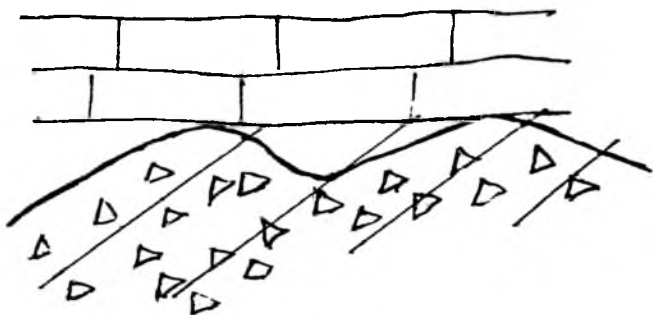
38-rasm. Uchburchak shaklidagi to'kilmalar.

3. Qiya sathlarni tekis qoplab yotuvchi to'kilmalar; bu to'kilmalar qiya sathlarni tekis qoplab yotib, to'yinish maydonigacha yetib borishi mumkin (39-rasm).

Bundan tashqari to'kilmalar orolchalar shaklida, qiya sathlarda mavjud bo'lgan gorizontal sathlarda, o'simliklar, daraxtlar yordamida yig'ilib qolgan holatda uchraydi. Ularning to'yinish maydoni bilan bog'liqligi kuzatilmaydi.

To'kilmalar mexanik tarkibi bo'yicha quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. Yirik tog' jinslari bo'laklaridan, xarsangtoshlardan iborat to'kilmalar. Ularda 30–40% bo'shliq bo'ladi, bu to'kilmalarning harakatlanishi juda sust bo'ladi.



39-rasm. Tekis qoplab yotuvchi to'kilmalar.

2. Xarsangtoshlardan tashkil topgan to'kilmalar. Uning bo'shliqlari mayda toshlar bilan to'lgan bo'lib, quruq holatda turg'un, namligi oshishi bilan u harakatga kelishi mumkin.

3. Plitasimon bo'laklardan tashkil topgan to'kilmalar. Ulardagi tog' jinsi bo'laklari orasida bo'shliqlar mavjud, sust harakatlanuvchi to'kilma hisoblanadi.

4. Plitali, mayda tog' jinsi zarrachalari bilan to'ldirilgan surilmalar. Bunday surilmalar namligi oshishi bilan harakatga keladi.

5. Chaqiq toshli, bo'shliqlari gil zarrachali tog' jinslari bilan to'lgan to'kilmalar. Bunday to'kilmalar ham namligi oshishi bilan harakatga kelishi mumkin.

6. Qatlam-qatlamli litologik tuzilishga ega bo'lgan to'kilma. Bu to'kilmalarda gumusli tog' jinsi qatlami gil zarrachali qatlam bilan almashinib turadi. To'kilmalar namlik oshishi bilan shu qatlamlilik chegarasi bo'ylab surilishi mumkin.

To'kilmalarni o'rganish boshqa jarayonlarni o'rganish kabi ikki bosqichda olib boriladi.

Birinchi bosqichda o'tkaziladigan injener-geologik izlanishlarning asosiy maqsadi to'kilmalar tarqalishining regional

geologik, geografik qonuniyatlarini aniqlashdan iborat bo'lib, uning vazifalariga quyidagilar kiradi:

To'kilmalarni kartaga tushirish bilan bir qatorda ularning harakat yo'nalishini tasvirlash.

Maydonlarda tarqalgan to'kilmalarning geologik sharoit bilan bog'liqligini aniqlash.

Hududlardagi to'kilmalarning rivojlanish bosqichini, ularning harakatlanishini mujassamlashtiruvchi omillarni aniqlash.

To'kilmalarning injenerlik inshootlariga ta'sirini baholash.

To'kilmalar ta'sirining oldini olish maqsadida qurilgan injenerlik inshootlari samaradorligini baholash.

Yuqorida qayd etilgan masalalarni hal qilish maqsadida o'tkaziladigan injener-geologik izlanishlar tarkibi quyidagilardan iborat:

1. Aerokosmik suratlarni tahlil qilish hamda masshtabi 1:200000 va undan yirik bo'lgan injener-geologik syomka ishlarini bajarish;

2. To'kilmalar tarqalgan maydonlardagi injenerlik inshootlari holatini aniqlash, to'kilma ta'siridagi inshootlarga yetkazilgan zararni baholash;

3. Mahalliy aholi bilan suhbat o'tkazish, to'kilmalar va ularning harakati, ta'sir darajasi haqidagi ma'lumotlarni to'plash;

4. Injener-geologik sharoiti bo'yicha «qoniqarli» deb topilgan soylar bo'yicha mavjud to'kilmalar haqidagi ma'lumotlarni ma'lum tartibda ro'yxatlash (to'kilmalar kadastrini tuzish). Ro'yxatda to'kilmaning joylashgan o'rni, egallagan maydoni, to'kilmani tashkil etuvchi tog' jinslarining namlik darajasi, tarkibi, tarqalish sharoiti, ularning harakatlanishi haqida ma'lumot ko'rsatiladi.

Syomka ishlari natijalari to'kilmalar geologik, geomorfologik, geodinamik jarayonlar kartalarida ko'rsatilishi mumkin. Olingan ma'lumotlar tahlil qilinib qurilish maydoni tanlanadi. Agar qurilish maydoni to'kilmalar tarqalgan tog' yon bag'irlariga joylashsa, u holda ikkinchi bosqichda injener-geologik izlanishlar o'tkaziladi. Bu bosqichda o'tkaziladigan injener-geologik izlanishlarning

asosiy maqsadi – qurilish maydonining injener-geologik sharoitini baholash, to'kilma ta'sirini oldini olish maqsadida taklif va tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

To'kilmalarga qarshi kurashish usulini tanlash uchun quyidagi ma'lumotlarga ega bo'lish shart:

- a) qiya sathlarning geologik-litologik tuzilishi;
- b) qoya tog' jinslarining holati, to'kilmalarning hosil bo'lishi, ularning turlari;
- d) qiya sathning morfologik tafsiloti, sath qiyaligi, o'simlik dunyosining rivojlanganlik darajasi, xarakterli mikrorelyef turlarining mavjudligi;
- e) to'kilmalarning geologik yoshi, rivojlanish darajasi, mexanik tarkibi, to'kilma sathining qiyaligi, to'kilmalarning yotishi va to'yinish sharoiti;
- f) to'kilmalarning harakatlanishi, harakatlanish sabablari, ularning injenerlik inshootlariga ta'siri.

Yuqorida sanab o'tilgan ma'lumotlar asosida to'kilmalarning turg'unligini, injenerlik inshootlariga, tayanch devorlarga ta'sirini aniqlash mumkin. Bu ma'lumotlar quyidagi ishlarni bajarish yordamida aniqlanadi:

– yirik masshtabli (1:10000 – 1:2000) maxsus injener-geologik syomka, to'kilma egallagan chegaraning, sathning geodezik syomkasi;

– to'kilma harakati tezligini ma'lum chuqurlikka va to'kilma yuzasiga o'rnatilgan reperlar (surilmalarni o'rgangandek) yordamida kuzatish; to'kilmalar to'yinishini maxsus tosh ushlovchi qurilmalar yordamida kuzatish; to'kilmaga singan yer yuzasi suvlarini undan oqib chiquvchi suv miqdori bilan taqqoslash; maydonda meteorologik kuzatishlarni o'tkazish; laboratoriya ishlarini bajarish; to'kilmalarning injenerlik inshootlariga ta'sirini hamda ularga qarshi kurashish maqsadida tanlangan usul samaradorligini baholash maqsadida fizik andozalash ishlarini bajarish.

Inshootlarni to'kilmalar ta'siridan muhofaza qilish usullari ham shartli ravishda ikki guruhga bo'linishi mumkin.

Birinchi guruhga mansub bo'lgan usullarga to'kilma harakatining oldini olish usullari kiradi:

- to'kilma sathini tartibga keltirish, turg'un bo'lmagan tog' jinsi bo'laklaridan tozalash; to'kilma harakatsiz bo'lsa, u holda doimiy tozalash ishlarini olib borish;

- to'kilma to'yinish maydonida tarqalgan tog' jinslarining nurash darajasini baholash hamda nurash jarayonining oldini olish;

- to'yinish maydonlaridan tushib kelayotgan tog' jinslari bo'laklarini tutib qoluvchi inshootlar qurish;

- to'kilma hamda to'kilma asosida tarqalgan tog' jinslarining namligini kamaytirish va boshqalar.

Agarda to'kilma harakatini bu usullar bilan to'xtatishning iloji bo'lmasa, u holda ikkinchi guruh usullaridan foydalaniladi. Bu usullarga to'kilmalarning turg'unligini oshirish maqsadida burg'i quduqlari orqali beton qorishmalarini yuborish; to'kilmalarni ushlab turuvchi tayanch devorlarni qurish; chiziqli inshootlar – avtomobil hamda temiryo'llar, kanallar ustiga to'kilmalarni o'tkazib yuborishga mo'ljallangan inshootlar qurish.

Agar bu usullar samara bermasa to'kilmalarni aylanib o'tish yoki chiziqli inshootlarni tunnellarda qurish talab etiladi.

### 16.3. Ag'darilmalar

Ag'darilmalar gravitatsion jarayonlar turkumiga kirib, qiya sathlarda asosan qoya tog' jinslarida kuzatiladi. Ag'darilmalar qoya tog' jinslari keng tarqalgan maydonlarda kuzatilib, ularga E.M. Sergeyev quyidagicha ta'rif beradi:

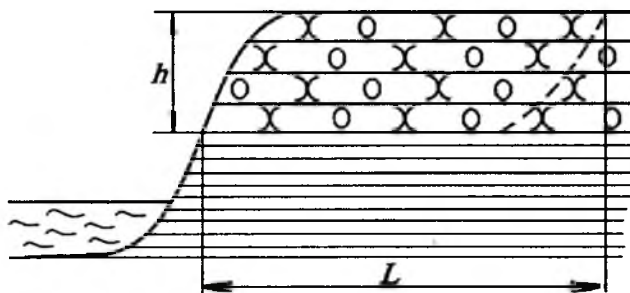
«Ag'darilma – turli tabiiy va sun'iy omillar ta'sirida tik qiya sathlardan tog' jinslari bo'lagining ajralishi va pastga dumalashi natijasida maydalanishi, o'z hajmini oshirib borishi».

Agarda tog' jinslari havo orqali harakatlansa bu jarayon «qulash» deyiladi.

Tabiatda ag'darilmalar juda keng tarqalgan bo'lib, ular xalq xo'jaligiga, inson hayotiga katta ta'sir ko'rsatadi.

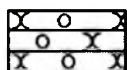
Quyida yer yuzida ro'y bergan kuchli ag'darilmalar haqida ma'lumot beriladi:

1. Geograf olim Reklyuning yozishicha, 1906-yil Alp tog' tizmasida, Resberg shahri yaqinidagi Lovares ko'li qirg'og'ida kuchli ag'darilma yuz bergan. Bu ag'darilma sodir bo'lgan yer-ning litologik tuzilishi quyidagi rasmda tasvirlangan (40-rasm).

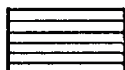


40-rasm. Lovares ko'lida kuzatilgan ag'darilma maydonining litologik tuzilishi.

### Shartli belgilar:



— Konglomerat



— Gil tog' jinsi.

Qirg'oqda tarqalgan konglomerat qalinligi —  $h$  32 m ga teng, uning tagida esa amalda o'zidan suv o'tkazmaydigan gil tog' jinslari yotadi. Bo'lib o'tgan kuchli yomg'ir natijasida yomg'ir suvlari konglomerat orqali o'tib gil tog' jinslari chegarasida yig'ila borgan va qatlamlararo bog'lanish kuchi susaygan. Natijada katta hajmdagi tog' jinslari qulashi ro'y bergan. Qulagan tog' jinsining uzunligi —  $L$  4000 m, kengligi 320 m bo'lib, uning hajmi 43,97 mln  $m^3$  ni tashkil etgan.

Bu jarayon shunchalik shiddat bilan ro'y berganki, bunda tog' jinslari qatlamlarining o'zaro ishqalanishi natijasida surilish markazida suv bug'lanishi kuzatilgan, qulash natijasida ajralgan tog' jinslari bo'laklari uchib ketayotgan qushlarni urib tushirgan.

Tog' jinslarining ko'lga kelib tushishi natijasida suv sathi 20 m ga ko'tarilib, ko'l dambasini buzgan va katta sel oqimi yuzaga kelgan. Bu hodisa 1000 dan ortiq inson hayotini olib ketgan.

2. Markaziy Osiyo tog'lik hududlarida ham yirik ag'darilmalar kuzatilib turadi. 1982-yili Pomir-Oloy tog'lik tumanida Shar-shar davonida hajmi 1,3 mln. m<sup>3</sup> ga teng bo'lgan ohaktosh tog' jinslari ag'darilishi kuzatilgan.

Bu ag'darilma natijasida avtomobil yo'llari, qishloq xo'jalik inshootlari shikastlangan. Ag'darilmani yuzaga keltiruvchi sabab — shu yili yomg'ir miqdorining katta bo'lishi, yer osti suvlari gidrodinamik bosimining oshib ketishidir. Hozirgi kunda avtomobil yo'li tog' orasidagi tunnel orqali o'tkazilgan.

3. Dunyoga taniqli Risa ko'li ham Pshechixva tog'idan ajralib tushgan ag'darilmaning Yurapsha daryosini to'sib qo'yishi natijasida hosil bo'lgan.

Yana kuchli ag'darilmalar Kavkaz orti hududlarida ham tez-tez namoyon bo'lib turadi. Masalan, faqat Tbilisi-Yerevan temiryo'li bo'ylab 16 oy ichida 17 ta kuchli tog' jinsi ag'darilishi kuzatilgan.

Tog' jinslarining qulashi, ag'darilishi qiya sathlarning turg'un emasligi haqida dalolat beradi va inshootlardan foydalanishda inson hayotiga xavf tug'diradi. Shuning uchun bu hodisalarni o'rganish, ularni baholash, ularga qarshi kurashish katta ahamiyatga ega.

Ag'darilmaning hosil bo'lishidagi asosiy sabab — qiya sathlardagi tog' jinslarining muvozanat holatini buzilishidir. Muvozanat holati buzilishining asosiy sabablari — gravitatsion kuchlar, vaqt-vaqti bilan ta'sir etib turuvchi gidrodinamik hamda seysmik kuchlardir. Bunday kuchlarning ta'siri natijasida ag'darilish, qulash jarayonining yuzaga kelishi uchun qiya sathlardagi qoya tog' jinslari nuragan bo'lishi va surilishga qarshilik kuchi nihoyatda kichik bo'lishi shart.

Ag'darilish jarayonining yuzaga kelishida tektonik hamda neotektonik kuchlar ta'sirida yuzaga kelgan darzliklar katta

ahamiyatga ega. Tog' jinslarining darzlanganlik darajasi, darzliklari yo'nalishi ag'darilma masshtabiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Darzlik tavsifini to'g'ri (bir xil) baholash maqsadida quyidagi tasnifdan foydalanish tavsiya etiladi (G.S. Zolotarev).

1. Juda maydalangan, darzlangan tog' jinslari. Bunda 1 m balandlik yoki kenglikda 5–8 ta darzlik kuzatiladi. Bunday tog' jinslari tarqalgan hududlarda ag'darilmalar tez-tez kuzatilib turadi, lekin ag'dariluvchi tog' jinslari hajmi kichik bo'ladi.

2. O'rtacha darzlik tog' jinslari, bunda 1 m da 2–3 ta aniq darzlik kuzatiladi. Bunday tog' jinslari tarqalgan maydonda ag'darilmalar tez-tez kuzatilib turadi va ancha talafotli bo'ladi.

3. Sust darzlik tog' jinslari, 1 m da 1–2 ta darzlik kuzatiladi. Ag'darilma va qulamalar bunday tog' jinslari tarqalgan maydonda kuchli hamda xavfli bo'ladi.

4. Darzlanmagan tog' jinslari tarqalgan maydonlarda ag'darilmalar va qulamalar kuzatilmaydi.

Tog' jinslari ag'darilishi uchun mavjud darzliklar ta'sirini baholashda uning yo'nalishiga e'tibor berish shart. Tog' jinslarining ag'darilishi faqat tog'lik hududlarda emas, balki karyer zinalarida, sun'iy qiya sathlarda ham kuzatilishi mumkin. Ag'darilgan yoki qulagan tog' jinslarining vayron qiluvchi kuchi tog' jinsi massasiga hamda harakatlanish tezligi kvadratining yarmiga to'g'ri proporsional, ya'ni

$$P = \frac{mv^2}{2}$$

*Bunda:*  $m$  — ag'darilgan tog' jinsi massasi,  $v$  — tog' jinslarining harakat tezligi.

Erkin tushayotgan jism tushish tezligi, tushish balandligiga bog'liq bo'lib, qo'yidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$v = \sqrt{2gH}$$

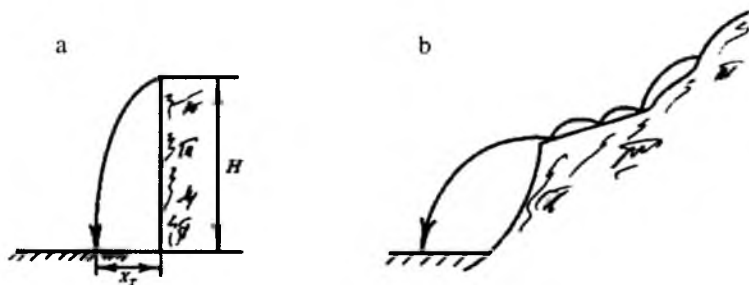
*Bunda:*  $N$  — qiya sath balandligi,  $g$  — erkin tushish tezlanishi.

Demak, ag'darilmalarning, qulamalarning vayron qiluvchi kuchi nafaqat tog' jinsi og'irligiga, balki tushish balandligiga ham bog'liq. Yo'llarda o'tkazilgan kuzatishlarga asosan shuni ta'kidlash mumkinki, balandligi 10–12 m gacha bo'lgan qiyalikdan tushgan tog' jinslari inshootlarga zarar keltiradi.

Ag'darilmalarning hosil bo'lishiga, uning dinamikasi va miqyosiga maydonning tektonikasi, neotektonikasi natijasida hosil bo'lgan relyef kuchli ta'sir ko'rsatadi. Sath qiyaligi  $20-25^\circ$  bo'lgan maydonlarda tog' jinslari harakatga kelmaydi. Bunday qiyalikda harakatlanuvchi tog' jinslari bo'laklari yuqoridan tushib kelayotgan tog' jinslari bo'laklari o'lchamiga qarab, nisbatan yiriklari uzoqroqqa, kichiklari yaqinroqqa tushadi.  $40-60^\circ$  li qiyaliklarda tog' jinslari harakatga kelishi mumkin,  $60^\circ$  dan qiyaroq sathlarda esa tinch turgan tog' jinsi bo'lagi harakatga keladi.

Ag'darilmalarni yuzaga keltiruvchi omillarga yana quyidagilarni kiritishimiz mumkin:

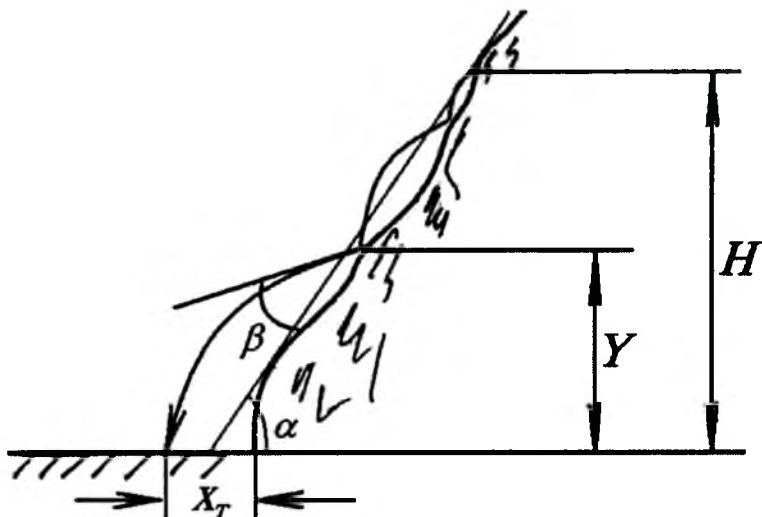
- hududlarning iqlim sharoiti, havo haroratining o'zgarishi bilan bog'liq ravishda tog' jinrlarining nuraganlik darajasi;
- tog' jinrlarining tarkibi, xususiyati va holati, ya'ni darzlanganlik darajasi;
- hududlarning seysmikligi, goh-gohida kuzatilib turuvchi zilzilalar ta'sirida tog' jinrlarining harakatga kelishi;
- insonning injenerlik faoliyati va boshqalar.



41-rasm. Qulama va ag'darilmalarning hosil bo'lishi.

Qulamalarning vayron qiluvchi kuchi tog' jinsidan ajralgan bo'lak necha metr balandlikdan tushishiga bog'liq. Tog' jinsi bo'lagi ajralgan balandlik qancha baland bo'lsa, u shuncha katta tezlikda kelib yerga uriladi.

Demak, shuncha katta kuchga ega bo'ladi (41 a-rasm). Agar tog' jinsi bo'lagi  $50-80^\circ$  qiyalikka ega bo'lgan notekis sathda harakatlansa, u ma'lum trayektoriya bo'ylab sakrab-sakrab harakatlanadi (41 b-rasm).



42-rasm. Qulamalar uchun  $x_T$  ni hisoblash chizmasi.  
Shartli belgilar rasmda berilgan.

Qulamalar tog' yon-bag'ri yetagidan ma'lum  $x_T$  masofaga borib tushadi (42-rasm). Shuning uchun qiya sath etagidan  $x_T$  uzoqlikdagi masofa qurilish uchun xavfsiz masofa hisoblanadi. Bu masofa E.K.Grechishev taklif etgan quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$x_T = \sin^2 \beta (H - Y) \left( \sqrt{\cos^2 \beta + \frac{Y}{h - Y}} \right) - \cos^2 \beta$$

Hisoblashlarning ko'rsatishicha tog' jinsi bo'lagi  $Y=0,63N$  balandlikdagi qiyalikka urilib,  $\beta=58^\circ$  burchak hosil qilganda  $x_T$  ning eng katta qiymatiga, ya'ni  $0,35N$  ga erishiladi.

Yuqorida keltirilgan ifodadan foydalanish qiyin bo'lganligi sababli E.K.Grechishevning quyidagi sodda ifodasidan ham foydalanish mumkin.

$$x_T = \frac{\alpha + 45}{450} \cdot H$$

*Bunda:*  $\alpha$  – sath qiyaligi,  $H$  – sath balandligi.

Tog' jinsi bo'lagi o'z harakatining boshlang'ich bosqichida juda sekin, qiyinchilik bilan qarshilikni yengib harakatlanadi. Pastga tushgan sari uning tezligi ortib boradi. Ag'darilma harakat tezligi sathlarning qiyaligiga, o'simlik dunyosining rivojlanganligiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Bu ikki jarayon, ya'ni ag'darilma va qulama uchun turli ifodalardan foydalanishning sababi – ag'darilmalarning ma'lum boshlang'ich tezlikka egaligi, qulamalarda esa bu ko'rsatkichning «nol»ga tengligidir.

Tik sathlardagi ag'darilmalarning  $x_T$  masofasini aniqlash uchun (43 rasm) quyidagi ifoda qo'llaniladi:

$$x_T = \frac{v^2 \sin \beta}{g} \left( \sqrt{\cos^2 \beta - \frac{2gH}{v^2}} - \cos \beta \right)$$

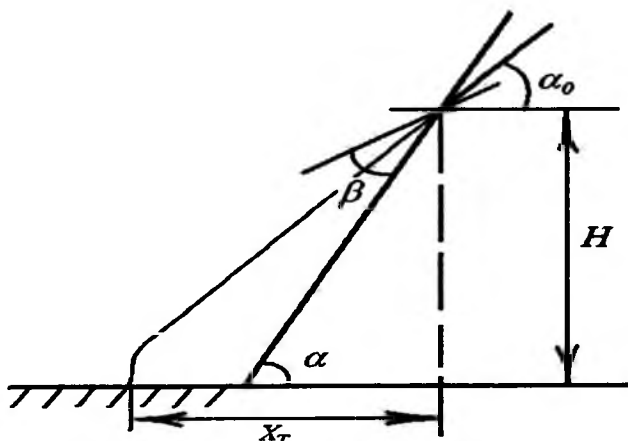
Qiya sathlar uchun esa ushbu ifoda o'rinlidir:

$$x_T = \frac{v^2 \sin \beta}{g} \left( \sqrt{\cos^2 \beta - \frac{2gH}{v^2}} - \cos \beta \right) - H \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

*Bunda:*  $H$  – qiya sath balandligi,  $m$ ;  $\alpha_0$  – sath qiyaligi (tosh oxirgi urilish nuqtasidan tepada);  $g$  – erkin tushish tezlanishi;  $\beta$  – toshning uchib chiqish qiyaligi burchagi;  $v$  – tog' jinslari massasi tezligi.

$\beta$  burchak qiymati  $\beta=90-\alpha/2$  ifoda yordamida aniqlanishining sababi – bu burchak ostida tog' jinsi bo'lagi eng uzoq masofaga borib tushadi.

Tog' jinsi bo'laklarining boshlang'ich harakati tezligini aniqlash ancha mushkul, shuning uchun tezlikni quyidagi ifoda orqali aniqlash taklif etilgan:



43-rasm. Ag'darilmalar uchun  $x_T$  ni qiymatini aniqlash chizmasi.

$$v = \frac{\sqrt{2gH}}{K}$$

Bunda:  $K$  — qiya sathning tog' jinsi tezligiga ko'rsatadigan qarshiligi.

Tog' jinsi bo'lagining havodagi harakat tezligini qiya sathdagi haqiqiy tezligiga bo'lgan nisbati  $K$  ning fizik ma'nosini ochib beradi. O'tkazilgan tajribalar asosida uning qiymati 2,75–4,25 gacha o'zgarishi aniqlangan.

Ag'darilma va qulamalarining yuzaga kelishida maydonning iqlim sharoiti katta ahamiyatga ega ekanligini nurash jarayonini namoyon bo'lishida ko'rib o'tgan edik. E.K.Grechishevning ma'lumotiga qaraganda, ag'darilmalar asosan yog'in-sochinli kunlarda yuz beradi.

Statistika ma'lumotlariga qaraganda 58% ag'darilmalar yomg'irli kunlarda; 31% — bahorning iliq kunlari, qorlarni erishi bilan bog'liq; 9% — sovuq, tumanli kunlarda; 3% — yomg'irsiz kunlarda sodir bo'ladi.

Yuqorida keltirilganlardan tashqari darzliklarni to'ldirib turuvchi gil tog' jinslarining ko'pchishi, daraxt ildizlarining kattalashishi, yuqoridan tushayotgan toshlarni urilishi ag'darilmalarni yuzaga keltiruvchi omil bo'lib xizmat qiladi.

Ag'darilma va qulamalarni o'rganishda ularning xavf tug'dirish koefitsienti yoki xavflilik koefitsienti aniqlanadi ( $K_u$ ):

$$K_u = \frac{x_f}{x_T}$$

Bu koefitsientni aniqlash uchun oldin ag'darilmalar va qulamalarning tushish masofasi ( $x_T$ ) hisoblanadi va mavjud yoki loyihalashtirilayotgan ushlab qoluvchi maydon kengligi  $x_f$  ning o'zaro nisbati olinadi.  $K_u$  ning qiymati 1,0 dan kichik bo'lsa, u holda inshootga ag'darilma va qulamalarning ta'siri muqarrar hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan usuldan foydalanib, ag'darilma, qulamalarni ushlab qoluvchi maydon o'lchami aniqlangan: qiya sath balandligi 8 m, qiyaligi 78°; qiya sathdan yuqoridagi maydon qiyaligi 48°. Ag'darilmaning o'rtacha tezligi 11,7 m/sek bo'lsa,  $x_T$  ning qiymati 7,5 m ni tashkil etadi.

Ag'darilmalarga, qulamalarga qarshi kurashish usullarini tanlash maqsadida injener-geologik izlanishlar olib boriladi. Izlanishlar ikki bosqichda olib borilib, birinchi bosqichda olib boriladigan ishlar regional xarakterga ega bo'ladi hamda katta maydonda bajariladi.

Bu bosqichda o'tkaziladigan injener-geologik ishlarning maqsadi quyidagilardan iborat:

a) injener-geologik syomka natijasida ag'darilma bo'lishi mumkin bo'lgan maydonlarni aniqlash, ag'darilmalarni yuzaga keltiruvchi geologik-geografik qonuniyatlarni aniqlash;

b) ag'darilmalarning harakat yo'nalishini aniqlash, harakatlanuvchi tog' jinslari hajmini, harakat tezligini aniqlash, ag'darilmalar, qulamalar kuzatilishi mumkin bo'lgan maydonlarni ro'yxatga olish;

d) mahalliy aholi bilan suhbat o'tkazish orqali o'rganilayotgan maydonda bo'lib o'tgan qulashlar, ag'darilishlar haqida ma'lumot to'plash;

e) ag'darilmalarning, qulamalarining inshootlarga yetkazgan zararini baholash, ag'darilma va qulamalarni oldini olish maqsadida qurilgan inshootlar samaradorligini baholash.

Bu vazifalar hal qilingandan so'ng, ag'darilma va qulamalar kuzatiladigan maydonlarda qurilish olib boriladigan bo'lsa, ikkinchi bosqichdagi mukammal injener-geologik izlanishlar olib boriladi. Bu bosqichda qurilish maydoni va uning atrofi mukammal o'rganiladi.

O'rganish ishlari tarkibiga quyidagilar kiradi:

a) qiya sathning morfo-metrik tafsilotini o'rganish;

b) qiya sathlarda tarqalgan qoya tog' jinslari, ularning litologik tarkibini o'rganish;

d) tog' jinslarining darzlanganlik darajasi, darzlik yo'nalishi, to'ldirilganligi, to'ldiruvchi tog' jinslarining injener-geologik xususiyatlarini o'rganish;

Yuqoridagilarni o'rganish asosida ag'darilma hajmi, harakat yo'nalishi, vayron qiluvchi kuchi bashoratlanadi. Shu bilan birga, ag'darilma va qulamalarni yuzaga keltiruvchi tabiiy va sun'iy omillar baholanadi. Bu masalani hal qilish maqsadida 1:1000, 1:10000 lik masshtabda injener-geologik syomka ishlari bajariladi. Qoyalarda doimiy kuzatish ishlari olib boriladi. Izlanishlar natijasiga asoslanib, ularga qarshi kurashish usuli tanlanadi.

Ag'darilma va qulamalariga qarshi kurashish usullari ikkiga bo'linadi:

a) ag'darilma yuzaga kelishining oldini olish;

b) ag'darilma ta'siridan saqlovchi qurilmalar qurish.

Birinchi usulga quyidagilar kiradi:

1. Ma'lum grafik asosida ag'darilma kuzatiladigan maydonlar kuzatib turiladi, bu kuzatish natijasida o'z turg'unligini yo'qotgan tog' jinsi bo'laklari aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar asosida

Yuqorida keltirilganlardan tashqari darzliklarni to'ldirib turuvchi gil tog' jinslarining ko'pchishi, daraxt ildizlarining kattalashishi, yuqoridan tushayotgan toshlarni urilishi ag'darilmalarni yuzaga keltiruvchi omil bo'lib xizmat qiladi.

Ag'darilma va qulamalarni o'rganishda ularning xavf tug'dirish koeffitsienti yoki xavflilik koeffitsienti aniqlanadi ( $K_u$ ):

$$K_u = \frac{x_f}{x_T}$$

Bu koeffitsientni aniqlash uchun oldin ag'darilmalar va qulamalarning tushish masofasi ( $x_T$ ) hisoblanadi va mavjud yoki loyihalashtirilayotgan ushlab qoluvchi maydon kengligi  $x_f$  ning o'zaro nisbati olinadi.  $K_u$  ning qiymati 1,0 dan kichik bo'lsa, u holda inshootga ag'darilma va qulamalarning ta'siri muqarrar hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan usuldan foydalanib, ag'darilma, qulamalarni ushlab qoluvchi maydon o'lchami aniqlangan: qiya sath balandligi 8 m, qiyaligi 78°; qiya sathdan yuqoridagi maydon qiyaligi 48°. Ag'darilmaning o'rtacha tezligi 11,7 m/sek bo'lsa,  $x_T$  ning qiymati 7,5 m ni tashkil etadi.

Ag'darilmalarga, qulamalarga qarshi kurashish usullarini tanlash maqsadida injener-geologik izlanishlar olib boriladi. Izlanishlar ikki bosqichda olib borilib, birinchi bosqichda olib boriladigan ishlar regional xarakterga ega bo'ladi hamda katta maydonda bajariladi.

Bu bosqichda o'tkaziladigan injener-geologik ishlarning maqsadi quyidagilardan iborat:

a) injener-geologik syomka natijasida ag'darilma bo'lishi mumkin bo'lgan maydonlarni aniqlash, ag'darilmalarni yuzaga keltiruvchi geologik-geografik qonuniyatlarni aniqlash;

b) ag'darilmalarning harakat yo'nalishini aniqlash, harakatlanuvchi tog' jinslari hajmini, harakat tezligini aniqlash, ag'darilmalar, qulamalar kuzatilishi mumkin bo'lgan maydonlarni ro'yxatga olish;

d) mahalliy aholi bilan suhbat o'tkazish orqali o'rganilayotgan maydonda bo'lib o'tgan qulashlar, ag'darilishlar haqida ma'lumot to'plash;

e) ag'darilmalarning, qulamalarning inshootlarga yetkazgan zararini baholash, ag'darilma va qulamalarni oldini olish maqsadida qurilgan inshootlar samaradorligini baholash.

Bu vazifalar hal qilingandan so'ng, ag'darilma va qulamalar kuzatiladigan maydonlarda qurilish olib boriladigan bo'lsa, ikkinchi bosqichdagi mukammal injener-geologik izlanishlar olib boriladi. Bu bosqichda qurilish maydoni va uning atrofi mukammal o'rganiladi.

O'rganish ishlari tarkibiga quyidagilar kiradi:

a) qiya sathning morfometrik tafsilotini o'rganish;

b) qiya sathlarda tarqalgan qoya tog' jinslari, ularning litologik tarkibini o'rganish;

d) tog' jinslarining darzlanganlik darajasi, darzlik yo'nalishi, to'ldirilganligi, to'ldiruvchi tog' jinslarining injener-geologik xususiyatlarini o'rganish;

Yuqoridagilarni o'rganish asosida ag'darilma hajmi, harakat yo'nalishi, vayron qiluvchi kuchi bashoratlanadi. Shu bilan birga, ag'darilma va qulamalarni yuzaga keltiruvchi tabiiy va sun'iy omillar baholanadi. Bu masalani hal qilish maqsadida 1:1000, 1:10000 lik masshtabda injener-geologik syomka ishlari bajariladi. Qoyalarda doimiy kuzatish ishlari olib boriladi. Izlanishlar natijasiga asoslanib, ularga qarshi kurashish usuli tanlanadi.

Ag'darilma va qulamalarga qarshi kurashish usullari ikkiga bo'linadi:

a) ag'darilma yuzaga kelishining oldini olish;

b) ag'darilma ta'siridan saqllovchi qurilmalar qurish.

Birinchi usulga quyidagilar kiradi:

1. Ma'lum grafik asosida ag'darilma kuzatiladigan maydonlar kuzatib turiladi, bu kuzatish natijasida o'z turg'unligini yo'qotgan tog' jinsi bo'laklari aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar asosida

maxsus karta va vedomost tuziladi, harakatlanishi mumkin bo'lgan tog' jinslari hajmiga qarab guruhlarga bo'linadi.

2. Ag'darilma va qulamalar ro'y berishi mumkin bo'lgan maydonlarni doimiy kuzatib turish, jarayon ro'y berishi bilan kerakli korxona va xizmatlarga tezda xabar berish (masalan: yo'l xizmati dispetcheri va boshqalarga), ag'darilma va qulama natijasida hosil bo'lgan tosh uyumlarini yig'ishtirish, ko'rilgan talafotni bartaraf qilish.

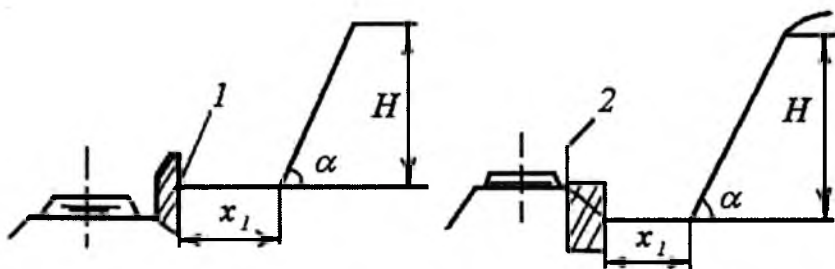
3. Ag'darilma va surilmalarni yuzaga kelganligi haqida xabar beruvchi qurilmalar o'rnatish (yorug'lik yoki ovoz beruvchi qurilmalar).

4. Ag'darilma va qulamalar bo'lishi mumkin bo'lgan hududlarda maxsus nazorat brigadalarini tashkil etib, ularga maydonni noturg'un tog' jinslaridan vaqt-vaqti bilan tozalab turish vazifasini yuklash.

5. Ag'darilma va qulamalarga qarshi qurilgan inshootlar holatini doimiy ravishda kuzatib turish.

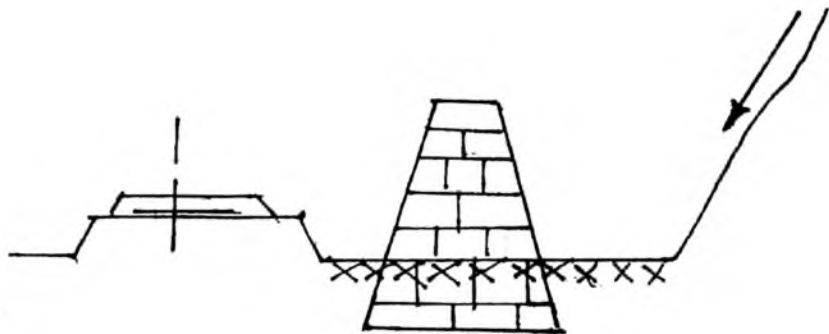
Ag'darilma va qulamalarga qarshi quriladigan inshootlarga quyidagilar kiradi:

1) toshlarni ushlab qoluvchi maydonchalar, tosh ushlagichlar qurish, ya'ni qiya sath asosida ma'lum chuqurliklar hosil qilish (44-rasm).



44-rasm. Toshlarni ushlab qoluvchi maydonlar tashkil etish chizmasi  
(1. Chegaralovchi qurilma, 2. Bordyr).

2) Qiya sath etagida toshlarni ushlab qoluvchi devorlar qurish (45-rasm).



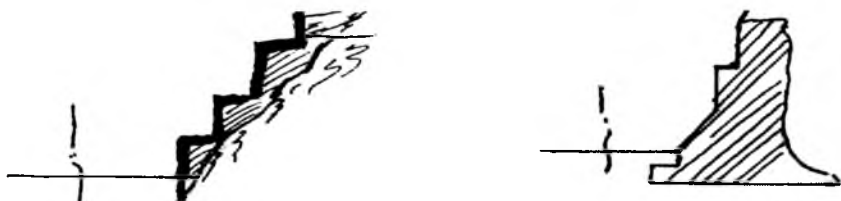
**45-rasm.** Toshlarni ushlab qoluvchi devor.

3) Qiya sathlarda toshlarni ushlab qoluvchi devorlar, qoziqlar va ariqchalarni qurish (46-rasm).



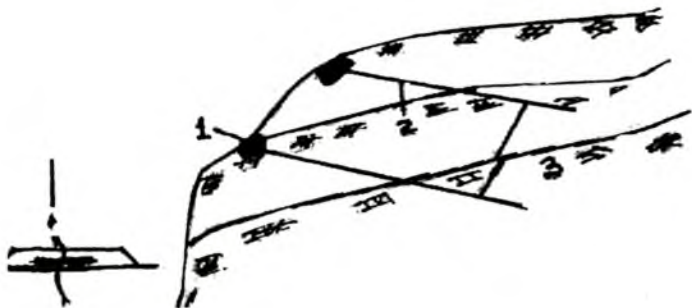
**46-rasm.** Qiya sathlarda toshlarni ushlab qoluvchi devorlar, qoziqlar va ariqchalar qurish.

4) Tog' jinslari nurashini oldini oluvchi inshootlar qurish (47-rasm).



**47-rasm.** Qoplovchi devorlar.

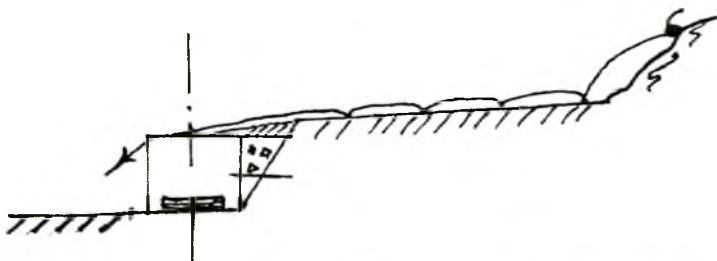
5) Metall sterjenlar yordamida turg'un bo'lmagan tog' jinslarini mustahkamlash (48-rasm).



48-rasm. Metall sterjenlar bilan tog' jinslari bo'lagi turg'unligini oshirish chizmasi. (1-Metall anker kalla qismi; 2-anker; 3-mustahkamlovchi anker)

6) Tog' jinslari darzliklarini sement qorishmasi bilan to'lg'azish.

7) Yo'l polotnosini mustahkamligini ta'minlashda galereyalardan foydalanish (49-rasm).



49-rasm. Yo'l polotnosi mustahkamligini ta'minlovchi galereya.

8) Ag'darilma va qulamalar kuzatiladigan maydonlarni aylanib o'tish.

Yuqorida keltirilgan usullardan kompleks foydalanish yuqori samara berishi tajriba orqali asoslangan.

## 17. TOG' INSHOOTLARIDAGI TOG' JINSLARI BOSIMI

Yer qa'rida tog' jinslari gravitatsion kuchlar ta'sirida tabiiy zo'riqqan holatda bo'ladi. Agar yer qa'rida tog' kovlash ishlari olib borilsa (tunnel, shtolnya, shtrek va boshqa inshootlar kovlansa),

tog' jinslarining tabiiy zo'riqishi qayta taqsimlanadi, ya'ni ba'zi joylarda zichlanish, ba'zi joylarda cho'zilish deformatsiyalari hosil qiluvchi zo'riqishlar hosil bo'ladi.

Tog' inshootlarida, ularni mustahkamlash maqsadida qurilgan qurilmalarga ta'sir etuvchi zo'riqishlarning, kuchlarning ta'siri «tog' inshootlaridagi tog' jinslari bosimi» deyiladi.

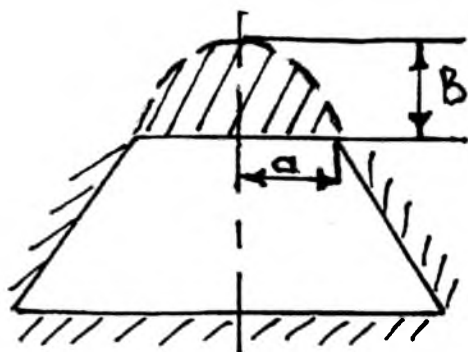
«Tog' inshootlari qurilishi, foydali qazilmalarni yer ostidan kovlab olinishining boshlang'ich bosqichlarida tog' jinslari bosimi inshoot ustida tarqalgan tog' jinslarining gravitatsion og'irligiga teng bo'ladi» deb qaralgan.

Hozirgi kunda 2000 m chuqurlikda ham qurilish ishlari, tog' kovlash ishlari bajarilmoqda. Agar bu chuqurlikdagi hosil bo'ladigan tog' jinslarining gravitatsion og'irligi hisoblab chiqilsa, u juda katta qiymatga ega bo'ladi. Maxsus asboblardan yordamida aniqlangan tog' jinslari bosimi tog' jinslari gravitatsion og'irligi (bosimi) qiymatidan farq qilishi aniqlangan. Demak, tog' inshootlarida kuzatiladigan tog' jinslarining bosimi gravitatsion bosimdan farq qiladi. Tog' inshootlaridagi tog' jinslari bosimi haqida turli fikrlar mavjud bo'lib, ulardan ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

L.V. Shevyakov «inshootlardagi tog' jinslari bosimi – tog' inshootlari muhitini tashkil etuvchi tog' jinslaridagi mavjud kuchlardan iborat bo'lib, ularning ta'sirini oldini olish maqsadida tog' inshootlarini mustahkamlovchi qurilmalar quriladi», deb tushuntiradi.

P.N. Ponyakov «tog' inshootlarini o'rab turuvchi tog' jinslarining tog' inshooti ichiga qarab harakati natijasida tog' jinsi bosimi hosil bo'ladi» degan fikrni bildiradi.

Hozirgi kunda ko'pchilik tadqiqotchilar tomonidan tan olingan, tog' jinslari bosimini hisoblashga asoslangan ilmiy fikr M.M. Protodyakonov tomonidan bayon etilgan bo'lib, bu ilmiy fikrga asosan tog' inshootlarining qurilishi natijasida uning ustida parabola shaklidagi gumbazning hosil bo'lishi va shu gumbaz bilan chegaralangan tog' jinslari og'irligi tog' jinslari bosimini tashkil etadi (50-rasm).



50-rasm. Gorizonttal tog' inshootlarida tog' jinsi bosimini hisoblash chizmasi.

Bu tushunchaga muvofiq tog' jinslari bosimi quyidagicha hisoblanadi.

$$P = \frac{4}{3} \gamma ab;$$

*Bunda:*  $P$  – tog' jinslari bosimi ( $\text{kg/sm}^2$ );  $\gamma$  – tog' jinslari zichligi;  $a$  – tog' inshooti tepa qismi kengligining yarmi;  $b$  – parabolik gumbaz balandligi.

Yuqorida keltirilgan ifodadagi tog' inshootlari ustida hosil bo'luvchi tabiiy gumbaz balandligi ( $b$ ) M.I. Protodyakonov e'tirofi bo'yicha tog' inshootlarini kovlashda qo'llaniladigan tog' jinslari qattiqligi ( $f$ ) ko'rsatkichi yordamida aniqlanadi, ya'ni: inshootdan 1 yildan kam muddatda foydalanilgan holat uchun

$b = \frac{a}{f}$ ; inshootdan 1 yildan ko'p muddatda foydalanilgan holat

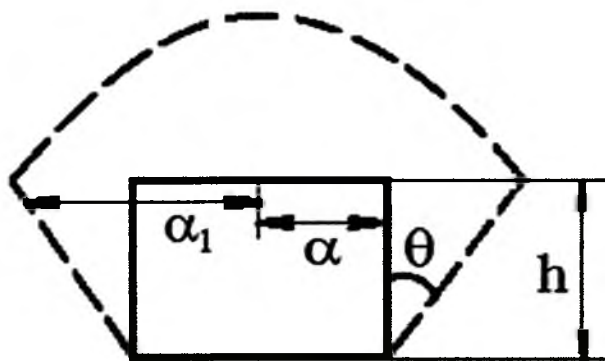
uchun  $b = \frac{2a}{f}$ .

Tog' jinslari qattqlik qiymati eng bo'sh, oquvchan tog' jinslari uchun 0,3 deb olinadi. Zarrachalari bog'lanmagan tog' jinslari uchun  $f = tg\phi$ ; qoya, yarim qoya tog' jinslari uchun esa  $f = 0,01 \cdot R_{\text{zich}}$  – orqali aniqlanadi.

**Bunda:**  $\varphi$  – tog‘ jinslarining ichki ishqalanish burchagi;

$R_{\text{zich}}$  – tog‘ jinslarining bir yo‘nalish bo‘yicha zichlanishga ko‘rsatgan qarshiligi (laboatoriya usulida aniqlandi).

Professor M.I. Protodyakonov taklif etgan usul bilan tog‘ jinslari bosimini aniqlash qanchalik sodda bo‘lishidan qat’i nazar, N.I. Qambarovning fikriga ko‘ra, hamma tog‘ jinslari uchun bu usuldan foydalanib bo‘lmaydi. Uning fikricha, M.I. Protodyakonov usuli mustahkam tog‘ jinslari uchun yaxshi natija beradi. Gil zarrachali, mustahkam bo‘lmagan ( $f \leq 4$ ) tog‘ jinslarida bosimni hisoblash uchun tog‘ jinslarining surilish burchagini aniqlash lozim (51-rasm).



**51-rasm.** Qattiqligi  $f \leq 4$  bo‘lgan tog‘ jinslarida tog‘ jinslari bosimini hisoblash chizmasi.

Qattiqligi  $f \leq 4$  bo‘lgan tog‘ jinslarida hosil bo‘lgan gumbaz surilish burchagi  $\theta$  quyidagicha aniqlanadi:

$$\theta = \frac{90^\circ + \varphi}{2}$$

51-rasmdagi  $a_1$  – gumbaz kengligi yarmisi.

$$a_1 = a + h \cdot \text{ctg} \frac{60^\circ + \varphi}{2};$$

Bu holda tog‘ jinsi bosimi quyidagicha bo‘ladi:

$$P = \frac{a^2 \cdot \gamma}{f};$$

Kengligi katta bo'lmagan avtomobil hamda temiryo'l tunnellarida yuzaga keladigan tog' jinslari bosimini aniqlash quyidagi ifoda orqali amalga oshiriladi:

$$P = \frac{a^2 \cdot \gamma}{f};$$

*bunda:*  $\gamma$  – tog' jinslari zichligi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan usullarning asosiy kamchiligi – tog' inshootlarining yer yuzasidan qanday chuqurlikda kovlanganligini hisobga olinmasligidir. Chunki, chuqurlik oshgan sari tog' jinsi bosimi ham nisbatan oshib borishi kuzatiladi.

### **17.1. Tog' jinslari bosimi bilan bog'liq bo'lgan tog' geologik hodisalari**

Tog' inshootlarida tog' jinslari bosimining namoyon bo'lishi bilan ko'pdan-ko'p tog' geologik hodisalar yuzaga keladi. Bularga:

- tog' zarbalari va tog' jinslarini tashlanishi;
- tog' jinslarining ko'pchishi;
- tog' jinslarining oqishi;
- tog' inshootlarida tog' jinslarining gumbaz hosil qilib qulashi;
- tog' jinslari otilishi va boshqalar kiradi.

Yuqorida sanab o'tilgan tog' – geologik hodisalari ichida eng talafotlisi tog' zarbalari va tog' jinslarining tashlanishi hisoblanadi.

Katta chuqurlikda tog' kovlash ishlarini olib borish jarayonida tog' jinslari qatlamlari orasida siqilib yotgan turli gazlar katta tezlikda tog' inshooti ichiga qarab harakatlanishi mumkin. Xuddi shunday hodisa ikki mustahkam tog' jinsi qatlami orasida siqilib yotgan tog' jinslari qatlamining tashlanishida kuzatilishi mumkin. Tog' jinslari va turli gazlarning tashlanishi katta kuchga ega

bo'lgan havo to'qinini hosil qiladi. Tashlanish kuchli ovoz bilan ro'y berib, tog' jinslarini silkinishiga (titrashiga) sabab bo'ladi.

Dunyoning ko'plab mamlakatlaridagi konlarda shu kabi hodisalar sodir bo'lgan.

Masalan: 2010-yil 5-avgustda Chilining shimolidagi Kopyapo shahridan 50 km masofada joylashgan «San-Esteban» oltin-mis shaxtasida tog' jinslarining tashlanishi kuzatildi. Bu vaqtda 700 m chuqurlikdagi shtolnyada 33 konchidan iborat brigada mehnat qilayotgan edi. Bir necha yuz ming tonna tog' jinsi shtolnya og'zini qoplab qoldi. Qutqaruvchilar 17 kun mobaynida shtolnyaga kichik o'lchamli vertikal stvol ochdilar va konchilarning tirikligi haqida xabar topdilar, 120 kundan so'ng esa konchilar yer ostidan chiqarib olindi.

Tog' jinslari tashlanishi ko'p hollarda ko'mir konlarida, kon chuqurligi 200 m dan chuqur bo'lgan hollarda, qattiq tog' jinslari (qumtosh, gil slaneslari) orasida joylashgan ko'mir qatlami tashlanishi kuzatilishi mumkin.

Tog' jinslari tashlanishiga yaqin bo'lgan hodisalardan yana biri – tog' jinslari bo'laklarining otilishidir. Tog' jinslari katta chuqurlikda yuqori bosim ostida yotadi. Agarda tog' jinsi yong'oqsimon strukturaga ega bo'lsa, ularning yuzasi ochilishi bilan mustahkam bog'lanishga ega bo'lmagan tog' jinsi bo'lagi katta tezlikda tog' jinsi massividan ajralib chiqadi. Bu hodisa xuddi o'q otilgandek ovoz bilan kuzatiladi.

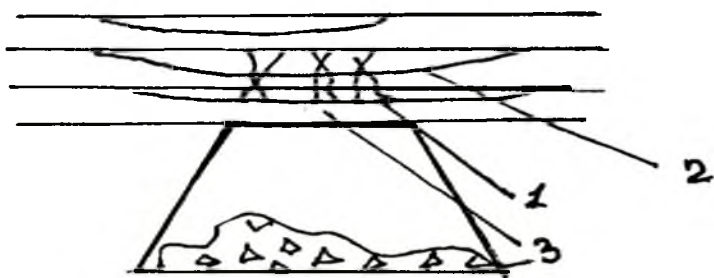
O'lchamlari katta bo'lgan, yer yuzasiga yaqin joylashgan tog' inshootlarida tog' jinslarining deformatsiyalanishi natijasida tog' jinslari qatlamlarining surilishi kuzatiladi. Tog' jinslari surilishiga tog' jinsi qatlamlarining egilishi, tog' jinslarining cho'zilishi va zichlanishi, plastik oqishi sabab bo'ladi. Tog' jinslari surilishi tog' inshootlari ustidagi tog' jinslarini egilishidan boshlanadi va bu jarayon yuqorida yotgan tog' jinslariga ham ta'sir etadi.

Tog' jinslarining surilishi natijasida tog' inshootlarida quyidagilar kuzatilishi mumkin (52-rasm).

Tog' inshootlarida tog' jinslari surilishi ta'siri yer yuzasigacha yetib borishi mumkin. U holda yer sathi surilishi kuzatiladi. Tog'

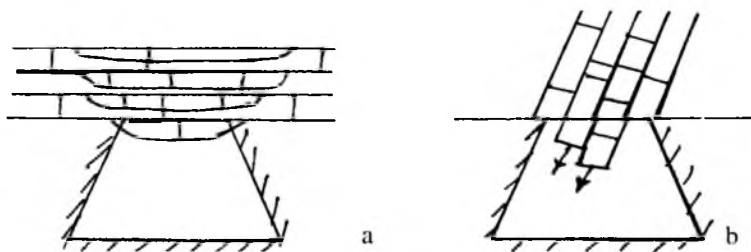
inshootlari maydonidagi yer sathining surilishi quyidagi omillarga bog'liq bo'ladi:

- tog' jinslarining litologik tarkibi, qatlamlarning tuzilishi, yotish sharoiti;
- tog' inshootlarining kovlanish chuqurligi;
- tog'-texnik sharoit va boshqalar.



**52-rasm.** Tog' inshootlarida tog' jinslari surilishi bilan bog'liq jarayonlar.  
 1 – egilish maydoni; 2 – darzlik maydoni; 3 – tog' jinslarining tog' inshootlariga qulash maydoni.

Tog' jinslarining tog' inshootlariga qarab surilishi ularning yotishi sharoitiga va tuzilishiga bog'liqligini quyidagi misollarda ko'rib chiqamiz (53-rasm).



**53-rasm.** Tog' jinslari yotish sharoitining surilishning yuzaga kelishiga ta'siri.

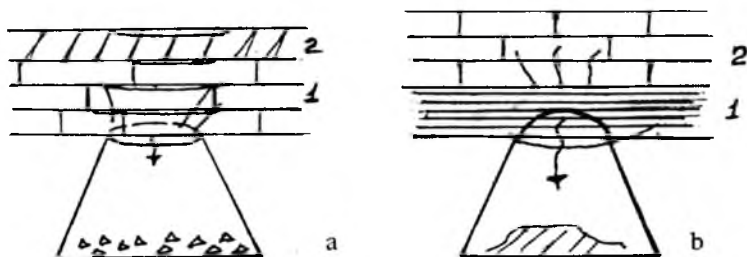
53-rasm, a) da gorizontaal yotgan tog' jinslari qatlamida joylashgan tog' inshooti joylashishi tasvirlangan. Bunda tog' jinslari qatlamlarining egilishi kuzatiladi. Egilishning eng katta

miqdori tog' inshooti tepasida bo'lib, yer yuzasiga yaqinlashgan sari egilish miqdori kamayib boradi. Ba'zan yer sathida cho'kkan yuzalarni hosil qiladi. Bu jarayon ta'sirida tog' jinslarida zichlanish va cho'zilish deformatsiyasi yuzaga keladi, darzliklarning hosil bo'lishi kuzatiladi.

53-rasm b) da esa tog' jinslarining ma'lum qismida, monoklinal holatda yotgan tog' jinslarida tog' inshootlari kovlangan bo'lib, bunda tog' jinslarining qatlamlar bo'yicha surilishi yuzaga kelgan holat aks ettirilgan.

Yer sathining surilishi, cho'kmalarning hosil bo'lishi va ularning o'lchamlari tog' jinslarining injener-geologik xususiyatlariga bog'liq bo'lib, mustahkam, plastiklik darajasi kam bo'lgan tog' jinslari (qumtosh, konglomerat, dolomit, ohaktosh va boshqalar) surilishi tog' inshootlari o'lchami katta bo'lgan holatda boshlanadi va sekin-astalik bilan kechib, tog' jinslarida darzliklar, ba'zi hollarda qulash kuzatiladi. Qatlamli tog' jinslarida kovlash ishlari olib borilsa, tog' jinslarining zinasimon surilishi kuzatilishi mumkin.

Yer sathining surilishi mustahkamlik darajasi sust bo'lgan plastik tog' jinslarida (gil, argillit, gil slaneslari), eng kichik o'lchamli tog' jinslarida ham kuzatilishi mumkin, lekin keyinchalik bu jarayon sekinlashib boradi va yer yuzasida pastqam-chuqurliklarni hosil qiladi (54-rasm).



54-rasm. Tog' inshootlarida tog' jinslarining siljishi.

54-rasm a) da tog' inshooti tepasida qoya tog' jinslari, ular ustida esa gil zarrachali plastik tog' jinslari tarqalgan holat tasvirlangan.

Bunday geologik sharoitda tog' jinslarining siljishi quyidagicha bo'ladi: 1-qatlam ma'lum darajada egiladi, darzliklar hosil bo'ladi, ba'zan tog' jinslari qulashi mumkin. 2-qatlam yotqiziqlari 1-qatlamga mos ravishda egilib yer sathida cho'kkan chuqur sathlar (mul'da osedaniya) hosil bo'ladi.

54-rasm b) da esa pastki qatlam plastik yumshoq tog' jinslaridan iborat bo'lib, uni mustahkam qoya tog' jinslari qoplagan. 1-qatlamda tog' jinslarida gumbaz hosil qilib o'pirilish kuzatiladi. Ustki 2-qatlamda esa darzliklar hosil bo'lishi kuzatiladi.

Yuqoridagi tog' jinslarining surilishini yuzaga kelishida tog' jinslari qatlamining qalinligi, tog' inshootlarining qurilish chuqurligi muhim o'rin tutadi.

Tog' inshootlarining qurilish chuqurligini oshishi bilan mos ravishda tog' jinslari surilishi asta-sekinlik bilan yuz beradi. Tog' jinslarida darzliklarning hosil bo'lishi kovlab olinayotgan qatlam qalinligidan 40–50 marta, ba'zan esa 100 marta, ayrim hollarda esa 500 marta katta bo'lgan qatlamlarida ham kuzatilishi mumkin.

Tog' inshootlarida tog' jinslari qulashidan hosil bo'lgan gumbaz balandligi «h» quyidagicha aniqlanadi:

$$h = \frac{m}{(K - 1) \cos \alpha};$$

*Bunda:* m — kovlab olinayotgan qatlam qalinligi (m); K — tog' inshootlarida tog' jinslarining qulashi natijasida maydalanish koeffitsienti; ularning miqdori 1,1–1,4 orasida o'zgaradi va kovlab olinayotgan qatlam qalinligiga bog'liq bo'ladi;  $\alpha$  — qatlamning yotish qiyaligi.

Tog' inshootlarining kovlanishi natijasida yer sathining pasayishi yoki cho'kishi, qiyaliklarning yuzaga kelishi xarakterlidir. Yer sathining cho'kish miqdori 0,1m dan 0,9m gacha o'zgaradi va juda ko'p omillarga bog'liq bo'ladi. Ko'p hollarda esa bu qiymat 0,6m–0,7m ni tashkil etadi.

Tog' jinslarining yer sathida surilishi davomiyligi kovlab olinayotgan qatlam qalinligiga, kovlab olish chuqurligiga, tog'

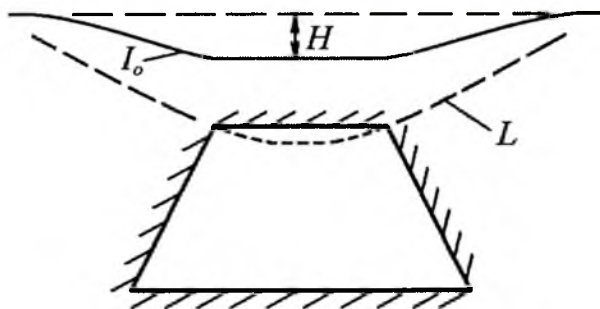
jinslari tarkibiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Surilish jarayoni bir necha oydan bir necha yilgacha davom etishi mumkin. Surilish jarayoni jadalligi tog' inshooti qurilishidan so'ng oshib boradi, keyinchalik esa so'nish tavsifigi ega. Shuning uchun surilish jarayonining ro'y berishida xavfli davr ajratilishi zarur.

Agarda gorizontaal yotishga ega bo'lgan tog' jinslari surilishi tezligi 0,05 m/oy, ma'lum qiyalik hosil qilib yotgan tog' jinslarida surilish tezligi 0,03 m/oy bo'lsa, bu tezlikda kuzatilgan surilish davri «xavfli surilish davri» deb ataladi. Bu davrda ko'pdan-ko'p inshootlar shikastlanishi mumkin.

Surilish natijasida yer yuzasida hosil bo'lgan chuqurlik maydoni o'lchami tog' inshooti o'lchamidan hamma holatda katta bo'ladi. Buning sababi — tog' jinslarining plastiklik xususiyatiga egaligidir.

Sath surilishi yuzaga kelgan joylarda xavfli va xavfsiz surilish yuz bergan maydonlarni ajratish mumkin. O'zbekistonda cho'kish miqdori 20 mm dan katta, maydon qiyaligi esa 0,002 dan katta bo'lgan maydonlar xavfli surilishga uchragan maydonlar hisoblanadi.

Surilish kuzatilgan maydon bilan tog' inshootini birlashtirib turuvchi chegara «surilishning texnik chegarasi» deyiladi (55-rasm).



**55-rasm.** Tog' inshootlari tepasida kuzatiladigan surilish maydonlari.

$I_0$  — surilish maydoni qiyaligi;  $H$  — cho'kish qiymati;  $L$  — surilishning texnik chegarasi.

Yer sathining surilishini bashoratlash qurilish maydonlaridan foydalanishda, qurilish ishlarini olib borishda muhim ahamiyatga ega bo'lib, qurilish inshootlarini joylashtirishga ta'sir ko'rsatadi.

Injenerlik inshootlarini loyihalashda tog' inshootlari yordamida foydali qazilma konlarini kovlash maydonlarida boshlang'ich ma'lumotlar sifatida quyidagilardan foydalaniladi:

- yer sathining maksimal cho'kish miqdori ( $\eta_m$ , mm);
- yer sathi cho'kkan maydonda tog' jinslarining cho'zilish deformatsiyasi ( $\epsilon_{OR}$ ) yoki zichlanishi ( $\epsilon_{OS}$ );
- yer sathi cho'kkan maydonda yer sathining maksimal qi-yaligi ( $i_0$ );
- hisoblangan maksimal botiqlik ( $K$ ) yoki qabariqlik radiusi ( $R$ ):

$$R = \frac{1}{K}$$

Olib boriladigan hamma hisob-kitoblar yaxlit jismlar mexanikasi nazariyasiga asoslangan.

1. Yer sathining maksimal cho'kish miqdori ( $\eta_m$ ) (tog' jinslarining yotish qiyaligi  $65^\circ$  gacha bo'lgan holat uchun) quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_m = 0,6m \cdot \cos \alpha \sqrt{n_1 \cdot n_2};$$

*Bunda:*  $m$  – kovlayotgan qatlam qalinligi,  $\alpha$  – qatlamlarning yotish qiyaligi,  $n_1$ ,  $n_2$  – yer sathining ishlanganlik darajasi koeffitsienti:

$$\eta_m = 0,90 \frac{D_1}{H}; n_2 = 0,90 \frac{D_2}{H}$$

$D_1$  – foydali qazilma kovlanayotgan joyning qatlam yotishi bo'yicha tog' inshooti uzunligi;

$D_2$  – tog' jinsi qatlamlarining gorizontalar tomonlariga nisbatan yotish chizig'idan foydali qazilma kovlab olish joyigacha bo'lgan masofa;

$H$  – kovlash ishlari olib borilayotgan joyning chuqurligi.

Agarda  $n_1$  va  $n_2$  ning miqdori 1 dan katta bo'lsa  $n_1 + n_2 = 1$  deb qabul qilinadi.

2. Nisbiy gorizontall deformatsiyalar ( $\varepsilon_{OR}$ ) quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

a) tog' jinslarining qiya yotgan holatida:

$$\varepsilon_{OR} = \varepsilon_{OS} = 0,7 \frac{m}{H}$$

b) tog' jinslarining tik yotgan holatida:

$$\varepsilon_{OR} = \varepsilon_{OS} = \frac{m}{H}$$

3. Yer sathi surilish maydonlarida maksimal qiyalikni aniqlash:

a) tog' jinslari yotish qiyaligi  $45^\circ$ gacha bo'lgan holat uchun:

$$i = 1,5 \frac{m}{H};$$

b) tog' jinslarining yotish qiyaligi  $65^\circ$ gacha bo'lgan holat uchun:

$$i = \frac{m}{H};$$

4. Yer sathi surilishi natijasida hosil bo'lgan chuqurlikning qabariqligi:

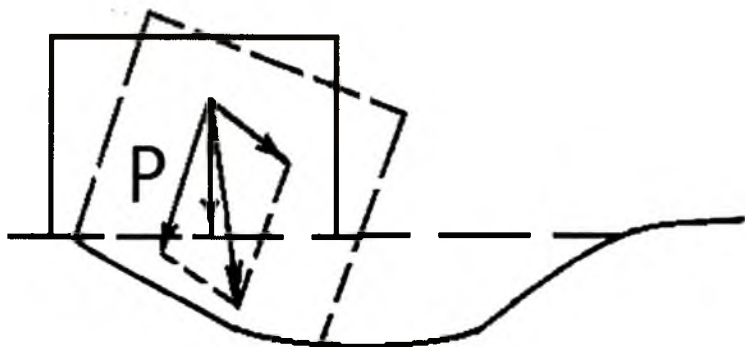
$$K_{OP} = (5 + n_1^2) \frac{\eta_m}{L^2};$$

botiqligi:  $K_{OP} = (5 + \frac{1}{n_1^2}) \frac{\eta_m}{L^2}$ ; ifoda yorlamida hisoblanadi.

$L$  – maksimal cho'kishga uchragan nuqtadan to surilish boshlangan chegaragacha bo'lgan masofa.

Yer sathining foydali qazilmalarni yer ostidan kovlab olinishi natijasida yuzaga keluvchi cho'kishi ishlab chiqarish korxonalari binolariga, ta'minot tarmoqlariga, injenerlik inshootlari deformatsiyasiga sabab bo'ladi. Kuzatiladigan daformatsiyaning

asosiy sababi poydevorning gorizontal holatdan chiqishi va botiq yoki qabariq holatga kelib qolishidir.



56-rasm. Yer sathini cho'kishi natijasida inshootlarning og'ishi.

Yer sathi qiyaligining o'zgarishi poydevor asosida hamda inshootlarda kuchlanganlikning o'zgarishini yuzaga keltiradi. Inshootlarning og'ishi natijasida ag'darilish momenti yuzaga keladi (56-rasm). Shu sababli qurilish inshootlarini baland bo'lishi xavfli hisoblanadi. Ag'darilish momenti quyidagicha topiladi:

$$M = T \frac{H}{2}$$

*Bunda:*  $T$  — inshootni qo'zg'atuvchi kuch,  $h$  — inshoot balandligi.

Inshoot turg'unligini oshirish maqsadida quyidagilar amalga oshiriladi:

1. Tog' kovlash ishlarini omilkorlik bilan olib borish.
2. Yer sathi surilishini (cho'kishini) hisobga olib inshootlar uchun joy tanlash.
3. Poydevor asosini tashkil etuvchi tog' jinslarining surilishga nisbatan qarshiligini oshirish.
4. Inshootlarni bloklarga bo'lib qurish.
5. Inshootning devorlarini, poydevorini sim to'rlar, tirgovichlar yordamida mustahkamligini oshirish.

6. Tog' inshootlarini mustahkamlovchi qurilmalar bilan jihozlash.

## **17.2. Suv va boshqa foydali qazilma konlaridan foydalanish natijasida yer sathining cho'kishi**

Yer qa'ridan foydali qazilmalar kovlab olish, suv, gaz, neft kabi boyliklarning yer yuzasiga chiqarilishi natijasida bo'shliqlar hosil bo'ladi. Bu bo'shliqlar hisobiga esa yer yuzasi sathining pasayishi kuzatiladi. Yer sathining kuchli cho'kishi yer osti suvlarining bosim ostida so'rib olinishi natijasida yuzaga keladi.

Masalan: AQSH (Kaliforniya, Texas shtatlarida), Yaponiya, Germaniya, Meksikada shu sababli yer cho'kislari kuzatilgan. AQSHning Kaliforniya shtatida 1000 ta burg'i qudug'idan har yili  $1,5 \text{ km}^3$  suv so'rib olinishi natijasida 1953-yilga kelib yer osti suvlari sathi 45–90 metrga pasaygan. Shu sababli hosil bo'lgan qo'shimcha bosim ta'sirida umumiy deformatsiya miqdori 21 metrni tashkil etgan. Meksikaning Mexiko shahri sathi hozirgi kunga kelib 6 metrdan ko'p cho'kkan, cho'kish tezligi 42 mm/yilni tashkil etadi.

Eng katta cho'kish Yaponiyaning Tokio shahri va uning atrofidagi maydonlarda kuzatilgan. Bu yerda bir kunda 1500 ta burg'i qudug'idan  $600 \text{ m}^3$  suv so'rib olinadi. Cho'kishga uchragan maydon 300 kv.km dan iborat bo'lib, o'rtacha cho'kish tezligi yiliga 18–20 sm ni tashkil etadi.

Moskva shahrida yer ostidan suv so'rib olinishi natijasida suv sathi 32 metrga pasaygan. Buning natijasida  $256 \text{ t/m}^2$  bosim hosil bo'lgan. Bu bosim o'z navbatida cho'kish deformatsiyasini yuzaga keltirgan.

Yuqorida keltirilgan sabablar natijasida inshootlar deformatsiyaga uchraydi. Tog' jinslari yer osti suvlari sathidan pastda joylashganda uning mineral zarrachalari suv ta'sirida ko'tarilgan holatda bo'ladi. Suvda ko'tarilgan tog' jinslari zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{\gamma_{mz} - \gamma_s}{1 + e}$$

*Bunda:*  $\gamma$  – tog‘ jinslari zichligi ( $\text{g}/\text{sm}^3$ );  $\gamma_{\text{mz}}$  – tog‘ jinslari mineral zarrachalari zichligi ( $\text{g}/\text{sm}^3$ );  $\gamma_s$  – suvning solishtirma og‘irligi ( $\text{g}/\text{sm}^3$ );  $e$  – tog‘ jinslarining g‘ovaklik koeffitsienti;

Agarda yer osti suvlarining sathi  $\Delta h$  balandlikka o‘zgarsa (pasaysa), u holda hosil bo‘ladigan tog‘ jinslari bosimi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\Delta P = \Delta h(\gamma - \gamma_s)$$

Bu esa o‘z navbatida yer sathi cho‘kishiga sabab bo‘ladi. Yer sathining bu sabab ta‘sirida cho‘kishining oldini olish maqsadida yer osti suvlaridan ularning hajmiy zaxirasini kamaytirmagan holatda, ya‘ni oqib keluvchi suv zaxirasi miqdorida foydalanish shart.

Neft va gaz boyliklarini yer ustiga chiqarilishida undan bo‘shagan bo‘shliqlar, g‘ovakliklar suv bilan to‘ldirilishi lozim.

## 18. ZILZILA JARAYONLARI

Zilzila — yer qa‘rida sodir bo‘ladigan tektonik harakatlar natijasida yer ustining silkinishidir. E.F.Savarenskiy ta‘biri bo‘yicha zilzila yer qa‘rida — zilzila giposentrida tog‘ jinslari bir bu-tunligining yo‘qolishidir, ya‘ni tog‘ jinslarining parchalanishidir.

Zilzila natijasida yer yuzida bo‘ladigan o‘zgarishlar zilzila hodisasi deyiladi. 6 ball va undan katta kuchga ega zilzilalar ko‘p bo‘lib turadigan joylar «seysmik rayonlar» deyiladi. Zilzila juda xavfli tabiiy jarayon bo‘lib, temiryo‘llar, turar joylar, turli inshootlarni vayron qiladi, minglab insonlar halok bo‘ladi.

XX asr davomida zilzila natijasida 850 mingdan ortiq kishilar hayotdan ko‘z yumdilar.

1. 1875-yil Lissabonda (Portugaliya) 8–9 ball seysmik kuchga ega kuchli zilzila sodir bo‘lgan va 60 ming odam halok bo‘lgan.

2. 1908-yil Italiyada kuchli yer qimirlash natijasida 100 ming kishi halok bo‘lgan, shahar va qishloqlar vayron bo‘lgan, katta-katta imoratlar, inshootlar yer qa‘riga kirib ketgan, yer yorilib ko‘p joylarni suv bosib ketgan.

3. 1927-yil Qrimda kuchli yer silkinishi natijasida imoratlar butunlay vayron bo'lib, minglab aholi halok bo'lgan.

4. 1960-yili 21–22 may kunlari Chilida magnitudasi 8,5 ga teng bo'lgan kuchli zilzila kuzatilgan. Uning markazi okeanning Kon'sanyun qirg'oqlarida joylashgan bo'lib, 2230 kishi halok bo'lgan. Bu zilzila ta'sirida hosil bo'lgan dengiz zilzilasi (sunami) 18000 km uzoqlikda joylashgan Yaponiyada 22 soatdan keyin kuzatilib 120 kishi halok bo'lgan. Chilida 3 kun ichida magnitudasi 5,5 dan yuqori bo'lgan zilzilalar kuzatilib turgan. Birinchi zilzila ta'sirida platformada turgan vagonlarning ag'darilishi kuzatilgan.

5. 1964-yil Prins Vilyam qo'ltig'idagi Alyaskada kuchli zilzila (M–8,5) natijasida ko'pdan-ko'p tog' jinslarining surilishi kuzatilgan. Okean qirg'og'i 5–6 metrga ko'tarilgan.

6. 1970-yil 21-may kuni Chimbota tog'larida (Peruda) kuchli zilzila bo'lib, uning magnitudasi 7,7 ga teng bo'lgan. Zilzila juda katta talafot keltirdi. Bu zilzila 70000 inson hayotini olib ketdi, 50000 kishi tan jarohati oldi, 800000 kishi boshpanasiz qoldi.

7. 1987-yil Spitak (Armaniston) zilzilasi natijasida 50000 ga yaqin odam halok bo'lgan.

8. 1995-yil Yaponiyadagi zilzilalar ham shular jumlasidandir (Kabo).

9. 2004-yil Hind okeanining Indoneziya akvatoriyasida kuzatilgan kuchli zilzila natijasida hosil bo'lgan sunami 1 millionga yaqin inson hayotiga zomin bo'lgan.

Markaziy Osiyo respublikalari hududlarida yuz bergan kuchli zilzilalarga 1948-yilda ro'y bergan Ashxobod zilzilasi, 1987-yildagi Hisor (Sharora) zilzilasi, 1976-yildagi Gazli zilzilasi, 1966-yildagi Toshkent zilzilalari misol bo'la oladi.

1966-yil 26-aprel kuni tong saharda kuzatilgan Toshkent zilzilasi kuchi 7–8 ballni, magnitudasi 5,3 ni tashkil etib, juda katta talafot keltirgan. Zilzila natijasida 85000 ta turar joy binosi shikastlandi va vayron bo'ldi, 690 ta savdo va umumiy ovqatlanish muassasasi, 84 ta jamoat binolari, 26 ta kommunal inshootlar, 86 ta madaniyat markazi, 185 ta tibbiyot inshootlari, 245 ta ishlab chiqarish korxonalari talafot ko'rgan.

Respublikamizning G'arbiy platforma (tekislik) qismida 1976, 1984-yillarda yuz bergan 8–10 balli Gazlidagi yer qimirlashlarni ba'zi olimlar, ana shu territoriyadagi mavjud gaz konlari va ulardan gazni so'rib olish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan.

Gazli yer qimirlash episentri va atrof hududlaridagi bor geologik, seysmotektonik, injener-geologik ma'lumotlarni har tomonlama analiz qilib ko'rish natijasida shuni aytish kerakki, 1976-yilda yuz bergan kuchli yer qimirlashlarning giposentri (zilzila o'chog'i, litosferaning ma'lum chuqurlikdagi tog' jinslari qatlamlarining uzilish, surilish joyi) yer qobig'ining 5–25 km chuqurligi oralig'ida, 1984-yilgi yer qimirlashlarining giposentri esa 5–20 km oralig'ida joylashgan. Bu yer qimirlashlarning tayyorlanish mexanizmining asosi shu hududning tektonik sharoiti, ya'ni yer ostidan o'tuvchi chuqur Buxoro-Hisor yer yorig'ining mavjudligi, tog' jinslarining yotish holatlari, ularning tarkibi, g'ovaklarining suv va gaz bilan to'lib turish holati, bukilganlik darajalari bilan bog'liq. Lekin yer qimirlash hodisasini vujudga keltiruvchi energiyaning yig'ilishi, sarflanish darajasi, ana shu hududlardan so'rib olingan gazning miqdori, so'rib olish tabiati, yer qa'ri tog' jinsi qatlamlariga tushayotgan tabiiy bosimining mutanosibligining ma'lum darajada buzilganligi oqibatida zilzilaning sodir bo'lish vaqtini tezlashtirgan.

1987-yil 7-dekabr kuni Hisor shahri (Tojikiston) atrofida yuz bergan 7 ballik zilzila natijasida butun boshli Sharora qishlog'i (584 kishi) surilma ostida qolib ketgan. Bundan tashqari bir nechta tog'liq qishloqlar to'liq vayron bo'lgan. Zilzilaning bunday talafotli bo'lishiga sabab ko'plab surilmalarni yuzaga keltirganligidir. Yuqorida keltirilgan misollar yerning ichki energiyasi bilan bog'liq bo'lgan, bu tabiiy hodisa qanchalik talafotli ekanligini ko'rsatadi.

Zilzilalarni o'rganish, ularni bashoratlash, seysmik hududlarda qurilish ishlarini olib borishni injener-geologik nuqtayi nazardan asoslash muhim ahamiyatga ega.

Tektonik yer qimirlashlarni episentri, asosan Alp tog' hosil qiluvchi jarayon kuzatilayotgan maydonlarda joylashgan bo'lib,

olimlar tomonidan planetamizda bu harakatlarga moyil bo'lgan ikkita aktiv seysmik belbog' ajratilgan.

Birinchisi — Tinch okean seysmik mintaqasi hisoblanib, bu mintaqqa Tinch okeanini o'rab turgan tog'li hududlarni (Amerika qit'asining Tinch okean bo'yi qirg'oqlarini), shu hududda joylashgan orol va yarim orollarni (Alyaska, Aleut, Kamchatka, Kurill, Zond, Yangi Gvineya va Yaponiya).

Ikkinchisi — Osiyo va Yevropa seysmik mintaqasi hisoblanib, bu mintaqqa Meksika qo'ltig'idan tortib, O'rta Dengiz sohillarigacha, Kavkaz va Markaziy Osiyo tog'lari osha yana Tinch okeani seysmik mintaqasi bilan birlashguncha bo'lgan territoriyalarni o'z ichiga oladi. Birinchi seysmik mintaqqa ikkinchi seysmik mintaqaga qaraganda ancha aktiv hisoblanib, butun yer yuzida bo'ladigan yer qimirlashlarning qariyb 68 foizidan ko'prog'i ana shu territoriyaga, qolgan 32 foizi ikkinchi mintaqaga va qisman planetamizning qolgan qismlariga to'g'ri keladi. Mamlakatimizdagi yer qimirlash rayonlari asosan ikkinchi mintaqaga to'g'ri kelib, bularga Tyanshan sistemasiga kiruvchi tog' va tog'oldi territoriyalari kiradi.

Turkmaniston hududida kuzatiladigan zilzilalar Kopet-Dog' tog' tizmasi bilan bog'liq. Bu yerda Krasnovodsk va Ashxobod zonalari ajratiladi, bu zonalarda zilzila kuchi 9 ballga yetishi aniqlangan. Hudud Alp tog' hosil bo'lishi jarayoni egallagan maydonning shimoliy qismini tashkil etib, bu yerdan katta chuqurlikda joylashgan tektonik siniqlar o'tadi.

Markaziy Osiyo murakkab geomorfologik, geologik tuzilishga ega bo'lib, baland tog'liklardan Tyan-Shan, Pomir-Oloy tog' tizmalari, ularning g'arbiy qismida Djungor Olatovi, Torbog'otay tog' tizmalari, Farg'ona, Issiq-Ko'l, Norin kabi tog' oralig'i cho'kmalari mavjud. Talas-Farg'ona, Terek-Qorator, Otboshi, Inelchek va shu kabi boshqa regional siniqlar o'tgan. Bu maydonlar yuqori seysmik hisoblanib, bu yerda 7—8, 8—9 ballik zilzilalar kuzatilib turadi.

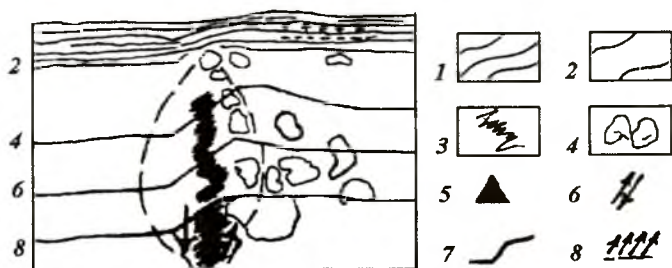
Yuqorida keltirilgan qisqa ma'lumotlar asosida kuchli zilzilalar yer sharida mavjud bo'lgan tektonik faol hududlarda joylashganligini

ta'kidlash mumkin. Zilzilalar tektonik harakatlar, yer sharidagi tebranma harakatlar bilan bog'liqdir. Seysmik hududlardagi baland tog'liklarni mavjud bo'lishi neotektonik harakatlarning kuchli namoyon bo'layotganligi haqida ma'lumot beradi.

Bu harakatlar tog'liklar, tog' orasidagi cho'kmalar hosil bo'layotganligi haqida xabar berib, litosferani tashkil etuvchi tog' jinslarida zo'riqishning jamlanishiga sharoit yaratadi. Jamlangan zo'riqish qiymati tog' jinslari mustahkamlik darajasidan oshib ketsa, tog' jinslari qatlamida uzilish yuz beradi, siniqlar hosil bo'ladi, tog' jinsi bo'laklari harakatga kelib tebranishlarni yuzaga keltiradi. Tog' jinslari uzilishi va tebranishlar hosil bo'lgan chuqurlik «zilzila giposentri», uning yer yuzasidagi proyeksiyasi «episentri» deb ataladi. Zilzilaning kuchi giposentr chuqurligiga bog'liq bo'lib, yer yuzasiga yaqin joylashgan (70 km gacha), o'rta chuqurlikdagi (70–300 km) va katta chuqurlikda joylashgan (>300 km) zilzila o'choqlariga bo'linadi.

Zilzilalarning 72 %i litosferaning yuqori qismida joylashgan giposentrga ega. Kuchli zilzilalardan keyin zilzila energiyasining qayta taqsimlanishi, ya'ni qayta zilzilalar – «aftershoklar» kuzatilishi mumkin.

Masalan: Toshkent zilzilasining asosiy tebranishidan so'ng 1500 ga yaqin turli kuchga ega bo'lgan aftershoklar kuzatilgan (57-rasm).



57-rasm. Toshkent zilzilasining yuzaga kelish mexanikasi  
(V.I. Ulomov bo'yicha).

1. Mezo-kaynozoy yotqiziqlari;
2. Paleozoy yotqiziqlari (poydevor);

3. Tektonik buzilish maydoni;
4. Asosiy zilzila va uning aftershoklari;
5. «Toshkent» markaziy seysmik stansiyasi;
6. Tog' jinslarining siljish yo'nalishi;
7. Tog' jinslarining qatlamlar chegarasi va siljish yo'nalishi;
8. Geodezik ma'lumotlarga asoslangan yer sathining ko'tarilishi.

Tektonik zilzilalardan tashqari yana vulqon, o'pirilish hamda texnogen zilzilalar kuzatilishi mumkin. Zilzilalar tog' jinslari orqali seysmik to'liqlarning harakatlanishi natijasidir. Seysmik to'liqlar esa tog' jinsi qatlamlarining sinishi, tog' jinsi yuzasiga katta kuch bilan biror narsaning kelib urilishi va boshqa hodisalar natijasida yuzaga keladi.

Seysmik to'liqlar juda katta tezlikka ega bo'lib, tog' jinslari qattiq jins sifatida o'zini tutganligi sababli, qayishqoq (упругий) to'liq ko'rinishida bo'ladi. To'liq tarqalishi xuddi qattiq jism deformatsiyalanishi kabi harakat qiladi.

Deformatsiya turiga qarab to'liqlar bo'ylama, ko'ndalang, yuzaki; tarqalishi bo'yicha esa to'g'ri, qaytgan hamda singan bo'lishi mumkin.

Bo'ylama to'liqlar maksimal tezlikda tarqalib, uning yo'nalishi tog' jinslari deformatsiyasi bilan bir xil bo'ladi. Bu to'liq katta tezlikka ega bo'lib, eng katta vayronaliklarga sabab bo'ladi. Bo'ylama to'liqlar nafaqat qattiq tog' jinslarida, balki suyuqliklarida ham tarqalishi mumkin.

Chegaralanmagan muhitda to'liq harakati tezligi tog' jinsi xususiyatlarga bog'liq bo'lib, quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$v_p = \sqrt{\frac{E_q}{\gamma} \cdot \frac{(1-\mu)}{(1-\mu)(1-2\mu)}};$$

Bu yerda:  $E_q$  — dinamik qayishqoqlik moduli,  $\text{kg/m}^2$ ;  $\mu$  — ko'ndalang deformatsiya moduli (Pousson koeffitsienti);  $\gamma$  — tog' jinsi zichligi,  $\text{g/sm}^3$ .

Ko'ndalang to'ldin ta'sirida tog' jinsi hajmi o'zgarmagan holatda uni tashkil etuvchi zarrachalarning siljishi, buralishi yuz beradi. Deformatsiya yo'nalishi to'ldin harakat yo'nalishiga tik bo'ladi. Bunday to'ldinlar faqat qattiq muhitda tarqalib, suyuqliklarda tarqalmaydi.

Ko'ndalang to'ldin tezligi quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$g_p = \sqrt{\frac{E_q}{\gamma} \cdot \frac{1}{2(1 + \mu)}};$$

Bu to'ldin tezligi bo'ylama to'ldin tezligidan 1,7–1,8 marotaba kichik bo'ladi. To'ldinlarning yer yuzasiga chiqishi natijasida yuzaki to'ldinlar hosil bo'ladi. To'ldinlar ma'lum chegaralardan o'tishi natijasida qaytgan ham va singgan to'ldinlar hosil bo'ladi va ularning tezligi birlamchi to'ldinga qaraganda juda kichik bo'ladi.

Quyida turli tog' jinslarida bo'ylama va ko'ndalang to'ldinlarning tarqalish tezligi berilgan (8-jadval).

8-jadval

**Tog' jinslarida seysmik to'ldinlarning tarqalish tezligi**

| Tog' jinslari turi                                       | Tog' jinsi zichligi (g/sm <sup>3</sup> ) | Seysmik to'ldin tezligi (km/sek) |                         |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|                                                          |                                          | bo'ylama to'ldin (VP)            | ko'ndalang to'ldin (VS) |
| 1. Qoya tog' jinslari:                                   |                                          |                                  |                         |
| granit, gabbro, bazalt (nuramagan holatda):              | 2,5–3,8                                  | 2,0–7,0                          | 1,0–4,8                 |
| ohaktoshlar:                                             | 2,35–3,0                                 | 2,4–7,0                          | 1,1–4,0                 |
| dolomit:                                                 | 2,4–3,05                                 | 3,5–7,0                          | 1,7–4,0                 |
| qumtoshlar:                                              | 1,5–2,95                                 | 1,4–4,5                          | 1,1–2,0                 |
| 2. Yarim qoya tog' jinslari:                             |                                          |                                  |                         |
| darzlikli granit, bazalt va boshqa suvsiz tog' jinslari: | 1,6–2,35                                 | 1,0–3,3                          | 0,2–0,6                 |
| xuddi shu tog' jinslari suvga to'yingan holatda:         | 1,65–2,5                                 | 1,6–3,3                          | –                       |
| gil slaneslari:                                          | 2,6–2,7                                  | 1,6–4,7                          | –                       |

|                                                                      |           |          |         |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|----------|---------|
| 3. Yirik donador tog' jinslari:                                      |           |          |         |
| qum bilan to'ldirilgan shag'al,<br>qirrali shag'al, xarsangtoshlar:  |           |          |         |
| tabiiy namlikda:                                                     | 1,6–2,2   | 0,8–1,1  | 0,3–0,8 |
| suvga to'yingan holatda:                                             | 1,95–2,35 | 2,2–3,3  | —       |
| qum-graviyli tog' jinsi, gil bilan<br>to'ldirilgan: tabiiy namlikda: | 1,8–2,2   | 0,8–1,3  | 0,3–0,8 |
| suvga to'yingan holatda:                                             | 2,0–2,35  | 2,3–3,4  | —       |
| 4. Gil zarrachali tog' jinslari:                                     |           |          |         |
| supes: tabiiy namlikda:                                              | 1,45–1,9  | 0,3–0,7  | 0,1–0,5 |
| suvga to'yingan holatda:                                             | 1,8–2,0   | 1,7–1,9  | —       |
| suglinok: tabiiy namlikda:                                           | 1,16–1,75 | 0,3–1,0  | —       |
| suvga to'yingan holatda:                                             | 1,6–2,0   | 0,15–0,5 | —       |
| lyoss:                                                               | 1,3–2,0   | 0,3–1,0  | 0,2–0,7 |

### 18.1. Zilzila kuchini baholash

Oldin qayd etilganidek, har bir zilzilada ma'lum miqdorda energiya sarflanadi. Bu energiya seysmik to'lqin sifatida hamma tomonga qarab tarqaladi, harakat jarayonida sarf qilinib, yer yuzasiga chiqqanda ancha susaygan holatda bo'ladi. Demak, zilzila kuchi tog' jinslaridan to'lqin harakati natijasida sarflanishiga, zilzila o'chog'ining joylashish chuqurligiga, tog' jinslari tarkibi va holatiga, fizik-mexanik xususiyatiga bog'liq bo'ladi.

Seysmologiyada bu energiyani hisoblashning ma'lum usullari mavjud bo'lib, bu energiya erg yoki joullarda o'lchanadi (1 erg – 1 j/sm; 1 j –  $10^7$  erg). Kuchli va vayronaliklar keltiruvchi zilzilalarda ajraladigan, sarflanadigan energiya miqdori  $10^{13}$ – $10^{17}$  jdan  $10^{20}$  j gacha yetishi mumkin. Bu energiya juda katta bo'lib, atom bombasi portlashida hosil bo'ladigan energiyadan bir necha million marotaba ko'pdir.

Amaliyotda energiya qiymati o'rniga energiya ko'rsatkichidan foydalaniladi, ya'ni:

$$K = \lg E$$

*Bu yerda:* K – zilzilaning energiyalilik darajasini ko'rsatuvchi ko'rsatkichdir, E – energiya (j).

Eng sust zilzilalarda  $K=0$ , eng kuchli zilzilalarda  $K=18-20$  bo'ladi.

Zilzila o'chog'idan sarflanayotgan energiya qiymatini aniqlash qiyin bo'lganligi sababli uni tavsiflash maqsadida zilzila magnitudasi «M» ko'rsatkichidan foydalaniladi.

$$M = \lg \frac{A}{A^*} = \lg A - \lg A^*;$$

*Bu yerda:*  $A$  – zilzila natijasida tog' jinsi zarrachasini maksimal tebranish amplitudasi;  $A^*$  – juda kichik zilzila vaqtida tog' jinsi zarrachalarining tebranish amplitudasi (mkm).

Zilzila magnitudasi 0 dan to 8,8 gacha o'zgaradi. Agar zilzila magnitudasi seysmogrammalar yordamida aniqlangan bo'lsa, u holda zilzila energiyasi va energiya ko'rsatkichini aniqlash mumkin.

$$K = \lg E \approx 1,2 + 1,8M.$$

Energiya ko'rsatkichi ( $K$ ) va zilzila magnitudasi ( $M$ ) o'rtasidagi bog'liqlik G.P. Gorshkov, A.F. Yakushevalar tomonidan aniqlangan bo'lib, bu ma'lumotlar 9-jadvalda berilgan.

9-jadval

**K va M o'rtasidagi bog'lanish.**

| K  | M   | K  | M   |
|----|-----|----|-----|
| 9  | 3,1 | 13 | 5,6 |
| 10 | 3,7 | 14 | 6,2 |
| 11 | 4,4 | 15 | 7,0 |
| 12 | 5,5 | 16 | 7,5 |

Yer yuzasidagi zilzila kuchi ballarda aniqlanadi. Zilzilalarning kuchini aniqlash seysmik to'lqin tezlanishi va sferik, mexanik mayatnikning og'ish qiymati –  $XU$  ga asoslangan bo'lib, bu 10-jadvalda berilgan.

Seysmik tezlanish  $\text{mm}/\text{sek}^2$  da berilib, seysmik to'lqin amplitudasi  $A$  va seysmik to'lqin davri  $T$  ga bog'liq, ya'ni:

$$\alpha = A - \frac{4\pi^2}{T^2};$$

**Yer fizikasi institutining seysmik shkalasi (S.V. Medvedev  
bo'yicha)**

| №   | Zilzila nomlanishi                    | Mexanik mayatnikning og'ishi<br>XU, mkm | Seysmik tezlanish<br>$\alpha$ , mm/sek <sup>2</sup> | Seysmiklik koeffitsienti<br>KS |
|-----|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1.  | Sezilarsiz zilzila                    | —                                       | < 2,5                                               | —                              |
| 2.  | Sezilar-sezilmas zilzila              | —                                       | 2,6–5                                               | —                              |
| 3.  | Juda sust zilzila                     | —                                       | 5,1–10                                              | —                              |
| 4.  | Sezilarli zilzila                     | < 0,5                                   | 10–25                                               | —                              |
| 5.  | Deyarli kuchli zilzila                | 0,5–1                                   | 26–50                                               | 0,025                          |
| 6.  | Kuchli zilzila                        | 1,1–2                                   | 51–100                                              | 0,025–0,05                     |
| 7.  | Juda kuchli zilzila                   | 2,1–4                                   | 101–250                                             | 0,05–0,1                       |
| 8.  | Buzuvchi zilzila                      | 4,1–8                                   | 251–500                                             | 0,1–0,2                        |
| 9.  | Kuchli shikastlovchi zilzila          | 8,1–16                                  | 501–1000                                            | 0,2÷0,4                        |
| 10. | Irrshootlarni to'liq buzuvchi zilzila | 16,1–32                                 | 1001–2500                                           | > 0,4                          |
| 11. | Talafotli zilzila                     | > 32                                    | 2501–5000                                           | —                              |
| 12. | Kuchli talafotli zilzila              | —                                       | > 5000                                              | —                              |

Seysmik tezlanish ma'lum bo'lsa, seysmiklik koeffitsientini aniqlash mumkin, ya'ni:

$$K_S = a/q;$$

Hozirgi kunda zilzila kuchini MSK-64 jadvali bo'yicha aniqlash qabul qilingan bo'lib, bunda har bir zilzila o'z nomiga, kuchiga va tafsilotiga ega. MSK-64 jadvali S.V. Medvedev (Rossiya), Ispanxoer (Germaniya) va V. Karnik (Chexiya) tomonidan ishlab chiqilgan (11-jadval).

11-jadval

**MSK-64 jadvali**

| Ball | Zilzila nomi va tafsiloti                                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Sezilarsiz zilzila. Yer silkinishi insonning sezgi organlari sezish darajasidan past, faqat maxsus uskunalar yordamida aniqlash mumkin. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | Sezilar-sezilmas zilzilalar. Yer tebranishini ba'zi odamlar sezishi mumkin.                                                                                                                                                                                                |
| 3  | Juda sust zilzilalar. Yer tebranishini ko'pchilik odamlar sezmaydi. Ba'zi odamlar osilgan predmetlarning sekin tebranishini kuzatishlari mumkin.                                                                                                                           |
| 4  | Sezilarli zilzila. Bino ichida deyarli hamma sezadi. Gohida uxlab yotgan odam uyg'onadi. Silkinish og'ir yuk mashinasi harakatida hosil bo'ladigan tebranishga o'xshab ketadi. Pol, derazalar titrab ovoz chiqaradi, osilgan predmetlar tebranadi.                         |
| 5  | Deyarli kuchli zilzila. Bino ichida hamma sezadi, ochiq havoda deyarli hamma sezadi. Uxlab yotgan ko'pchilik uyg'onadi. Ba'zi odamlar binodan yugurib chiqadi. Hayvonlar betoqat bo'ladi. Osilgan predmetlar kuchli tebranadi. Ochiq idishdagi suyuqlik to'kilishi mumkin. |
| 6  | Kuchli qo'rqinchli zilzila. Zilzila bino ichida ham, ochiq havoda ham har tomonlama seziladi. Bino ichidagi ko'pchilik ko'chaga yugurib chiqadi. Og'ir mebellar harakatlanishi kuzatiladi.                                                                                 |
| 7  | Juda kuchli zilzila (inshootlarni shikastlovchi). Ko'pchilik odamlar qo'rquv ostida binolardan yugurib chiqadilar. Tebranishni harakatlanayotgan transport vositasidagilar ham sezadilar.                                                                                  |
| 8  | Buzuvchi zilzila (binolarning kuchli shikastlanishi). Harakatlanayotgan transport vositasi ichidagi insonlar kuchli qo'rquvga tushadilar. Og'ir mebellar surilishi, ag'darilishi mumkin. Osilgan lampalar sinadi.                                                          |
| 9  | Kuchli shikastlovchi zilzila (binolarning to'liq shikastlanishi). Ommaviy sarosima, esankirash, mebellarning kuchli shikastlanishi, hayvonlarning betoqat bo'lishi.                                                                                                        |
| 10 | Inshootlarni to'liq buzuvchi zilzila (binolarning batamom buzilishi).                                                                                                                                                                                                      |
| 11 | Talafotli zilzila. Talafot.                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | Kuchli talafotli zilzila. Relyef shaklining o'zgarishi.                                                                                                                                                                                                                    |

Inshootlarda kuzatiladigan talafot, shikastlanishni baholash MSK-64 bo'yicha maxsus tasniflar yordamida bajariladi (12-jadval).

*12-jadval*

### **Zilzila ta'sirida bino va inshootlarning zararlanish tasniflari A.** **Bino va inshootlar turi**

| Bino turi | Bino materiali                                                                       |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | Tosh bo'laklaridan qurilgan hamda g'ishtli qishloq qurilmalari, paxsa devorli uylar. |

|   |                                                                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| B | Oddiy g'ishtli, yirik panelli uylar, tekislangan tabiiy toshlardan qurilgan inshootlar. |
| D | Temir-beton sinchli, yog'och sinchli inshootlar.                                        |

## B. Inshoot va binolarning shikastlanganlik darajasi

| Shikastlanish darajasi | Shikastlanish tafsiloti                                                                                                                              | Shikastlangan inshootlar soni, % |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Yengil shikastlanish   | Suvoqlarda ingichka darzliklarning paydo bo'lishi, katta bo'lmagan suvoq bo'lakchalarining ko'chishi                                                 | Yo'q<br>0%                       |
| O'rtacha shikastlanish | Devorlarda katta bo'lmagan darzliklar, deyarli katta suvoq bo'laklarining ko'chishi, mo'rikonlarda darzliklarning paydo bo'lishi va qisman buzilishi | Qisman<br>25%                    |
| Qattiq shikastlanish   | Devorlarda katta va chuqur darzliklarning paydo bo'lishi, mo'rikonlarning qulashi.                                                                   | O'rtacha<br>50%                  |
| Buzilish               | Devorlarda ochiq darzliklarning hosil bo'lishi, bino qismlarining buzilishi, ichki devorlarning va sinch orasidagi devorlarning buzilishi.           | Qattiq<br>75%                    |
| Ag'darilish            | Bino va inshootlarning to'liq buzilishi.                                                                                                             | To'liq<br>100%                   |

Zilzila kuchini baholashda binolarni talafot ko'rishiga qarab quyidagi 13-jadvalda berilgan ma'lumotlarga asoslaniladi.

*13-jadval*

## MSK-64 bo'yicha zilzila natijasida inshoot va binolarning talafot ko'rish

| Ball | Inshoot va binolarning shikastlanish tafsiloti |
|------|------------------------------------------------|
| 1    | Shikastlanish yo'q.                            |
| 2    | Shikastlanish yo'q.                            |
| 3    | Shikastlanish yo'q.                            |
| 4    | Shikastlanish yo'q.                            |
| 5    | A turdagi inshootlar 1-darajali shikastlanadi. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | B turdagi inshootlar 1-darajali shikastlanadi, ba'zi A turdagi inshootlar 2-darajali shikastlanadi.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 7  | Ko'pchilik D turdagi inshootlar 1-darajali, B turdagilari 2-darajali, A turdagi inshootlar 3-darajali, ba'zilari esa 4-darajali shikastlanadi. Ba'zi hollarda avtomobil yo'llarida surilmalar, darzliklar hosil bo'ladi. Toshli devorlarda darzliklar paydo bo'ladi. Temir quvurlarning ulangan yerlarida uzilish kuzatilishi mumkin.                                   |
| 8  | Ko'pchilik D turdagi inshootlar 2-darajali, ba'zilari 3-darajali shikastlanadi. Ko'pchilik B turdagi inshootlar 3-darajali, ba'zilari 4-darajali, A turdagi inshootlar esa 4-darajali, ba'zilari 5-darajali shikastlanadi. Yer osti quvurlari bog'lanish yerlaridan uziladi. Tosh devorlar ag'dariladi.                                                                 |
| 9  | D turdagi ko'pchilik inshootlar 3-darajali, ba'zilari 4-darajali shikastlanish oladi, B turdagi inshootlar 4-darajali, ba'zilari 5-darajali shikastlanadi, A turdagi inshootlar esa 5-darajali shikastlanadi. Haykallar va ustunlar ag'dariladi. Sun'iy suv omborlari shikastlanadi, yer osti quvurlari uziladi. Avtomobil' yo'llari buziladi, temiryo'llar qiyshayadi. |
| 10 | D turdagi imoratlar 4-darajali, ba'zilari 5-darajali, B turdagi inshootlar 5-darajali shikastlanadi, A turdagi inshootlar to'liq buzilib ketadi. Temiryo'llar qiyshayadi, to'g'on va dambalar kuchli buziladi, ko'priklar buziladi, asfalt yotqiziqli sathlar to'lqinsimon ko'rinishga kelib qoladi.                                                                    |
| 11 | Sifatli qurilgan inshootlar kuchli shikastlanadi, ko'priklar, to'g'onlar, temiryo'llar buziladi, shosse yo'llar foydalanib bo'lmaydigan darajada buziladi, yer osti quvurlari batamom uziladi.                                                                                                                                                                          |
| 12 | Yer osti va yer usti inshootlari to'liq buziladi va ishdan chiqadi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Zilzila natijasida tog' jinslarida kuzatiladigan qoldiq deformatsiya miqdori, yer osti va yer usti suvlari rejimlarining o'zgarishini kuzatilishi zilzilaning kuchiga bog'liq bo'ladi (14-jadval)

*14-jadval*

**Zilzila natijasida tog' jinslaridagi qoldiq deformatsiya, yer osti va yer usti suvlari rejimining o'zgarishi (MSK-64 bo'yicha)**

| Ball          | Sodir bo'ladigan o'zgarish         |
|---------------|------------------------------------|
| 1, 2,<br>3, 4 | Hech qanday o'zgarish kuzatilmaydi |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Buloqlarning debiti (sarfi) ba'zi hollarda o'zgarishi mumkin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6  | Ba'zi hollarda yer yuzasida 1 sm kenglikdagi darzlik hosil bo'ladi, ayrim tog' jinslari suriladi. Buloqlar sarfining, yer osti suvlari sathining o'zgarishi kuzatiladi.                                                                                                                                                                                                   |
| 7  | Yer usti suvlarida to'lqin hosil bo'ladi, suv loyqalanadi. Quduqlarda suv sathining, buloqlar sarfining o'zgarishi, ba'zi hollarda yangi buloqlarning paydo bo'lishi yoki borlarining yo'qolishi, daryo qirg'oqlarida tog' jinslarining surilishi kuzatiladi.                                                                                                             |
| 8  | Qiya sathlar va yo'l uyumlarida tog' jinslari suriladi, bir necha sm kenglikdagi darzliklar hosil bo'ladi. Quduqlardan suvlarning qochishi yoki quruq quduqlarda suvning paydo bo'lishi, ko'p hollarda buloqlar sarfining o'zgarishi, quduqlarda suv sathining o'zgarishi kuzatiladi.                                                                                     |
| 9  | Tekisliklarni suv bosadi, qum va balchiq yotqiziladi. Tog' jinslaridagi darzliklar kengligi 10 sm dan oshadi. Qiya sath va daryo qirg'oqlaridagi darzliklar kengligi 10 sm dan ortadi. Qoyalar ag'dariladi, surilmalar va to'kilmalar hosil bo'ladi. Yer usti suvlarida katta to'lqinlar hosil bo'ladi.                                                                   |
| 10 | Tog' jinslarida kengligi 1 metrgacha bo'lgan darzliklar, daryo o'zaniga parallel bo'lgan katta uzilishlar hosil bo'ladi. Zarrachalari bog'lanmagan tog' jinslarining to'kilishi kuzatiladi, daryo va dengiz qirg'oqlarida katta surilmalar yuzaga keladi. Daryo, ko'llar va suv havzalaridagi suvning kuchli to'lqinlanishi, yangi ko'llarning hosil bo'lishi kuzatiladi. |
| 11 | Yer sathining sezilarli deformatsiyalanishi, keng darzliklarning hosil bo'lishi, qatlamlarning gorizontaal hamda vertikal yo'nalishdagi harakati, ag'darilmalarning hosil bo'lishi kuzatiladi. Zilzila intensivligini (ballni) aniqlash uchun maxsus izlanishlar o'tkazish shart.                                                                                         |
| 12 | Yer sathi tubdan o'zgaradi, tog' jinslarida katta darzliklar paydo bo'ladi, tog' jinsi bo'laklari darzlik bo'yicha vertikal hamda gorizontaal yo'nalishda siljiydi, katta maydonlarni egallovchi ag'darilmalar hosil bo'ladi. Daryo o'zanlari o'zgaradi, sharsharalar, ko'llar hosil bo'ladi.                                                                             |

Yuqorida keltirilgan jadvallarga asosan 6 balli zilzila vaqtida kuzatiluvchi inshootlardagi talafotlar inson hayotiga ta'sir ko'rsatmaydi. 7 balldan boshlab esa ba'zi inshootlar kuchli shikastlanadi. Shuning uchun 7 balli zilzila kuzatiladigan maydonlardagi qurilish ishlariga maxsus talab qo'yiladi, bu talablar QMQ II-A 12–95 bilan me'yorlangan.

Yer yuzasidagi zilzila kuchi zilzila giposentrining joylashish chuqurligiga bog'liq bo'ladi (15-jadval). Zilzila magnitudasi

M va seysmik intensivlik  $I_0$  o'rtasidagi bog'lanishga giposentr chuqurligi ta'siri quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$I_0 = 1,5M - 3,5lgh + 3$$

*15-jadval*

**Zilzila intensivligi va magnituda o'rtasidagi bog'lanishga giposentr chuqurligining ta'siri (N.V. Shebalin bo'yicha)**

| Zilzila giposentrining joylashish chuqurligi | Episentrda zilzila intensivligi $I_0$ va magnituda o'rtasidagi bog'lanish |     |     |       |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------|
| h, km                                        | 5                                                                         | 6   | 7   | 8     |
| 10                                           | 7                                                                         | 8–9 | 10  | 11–12 |
| 20                                           | 6                                                                         | 7–8 | 9   | 10–11 |
| 40                                           | 5                                                                         | 6–7 | 8   | 9–10  |
| 80                                           | 4–5                                                                       | 6   | 7–8 | 9     |
| 150                                          | 3–4                                                                       | 5   | 6–7 | 8     |
| 300                                          | —                                                                         | 4   | 5–6 | 7     |
| 600                                          | —                                                                         | —   | 4–5 | 6     |

Zilzila kuchini aniqlashda yuqorida keltirilgan jadvallardan tashqari Rossi Forell – 10 ballik; Markelli – 12 ballik; Rixter – 9 ballik; Yaponiya – 7 ballik shkalalaridan foydalaniladi.

Dunyodagi birinchi seysmograf eramizdan 132-yil oldin yaratilgan bo'lib, Xitoy hududidan topilgan. Chan Xenning yozishi bo'yicha, u katta vaza shaklida bo'lib, uning quloqlari o'rniga ajdar og'zi o'rnatilgan. Ajdar og'ziga sharlar o'rnatilgan. Vaza ichidagi mayatnikning tebranishi natijasida bu sharlar ajdar og'zidan chiqib pastda joylashtirilgan qurvaqalar og'ziga tushgan. Sharning qancha uzoqqa borib tushishiga qarab zilzila kuchi baholangan.

## **18.2. Zilzila intensivligiga injener-geologik sharoitning ta'siri**

Yer yuzasining qaysi yerida va qanday kuchga (intensivlikka) ega bo'lgan zilzila kuzatilishi mumkinligini baholash qurilish amaliyotida juda katta ahamiyatga ega. Zilzila intensivligi regional omillar bilan bir qatorda maydonning injener-geologik sharoitiga ham bog'liq bo'ladi.

Kuchli zilzilalar hamma yerda emas, balki ma'lum geologik sharoitda yuzaga keladi. Katta seysmik faollik:

a) geologik strukturalarning bo'linish yerlarida, har bir bo'lakning turli intensivlikdagi vertikal harakati kuzatiladigan maydonlarda;

b) geologik strukturaning chegaralarida, katta tezlikdagi vertikal ko'tarilish kuzatiladigan maydonlarda;

d) vertikal harakat yo'nalishi o'zgaruvchan bo'lgan maydonlarda, ya'ni ko'tarilish, cho'kish bilan almashinib turadigan maydonlarda;

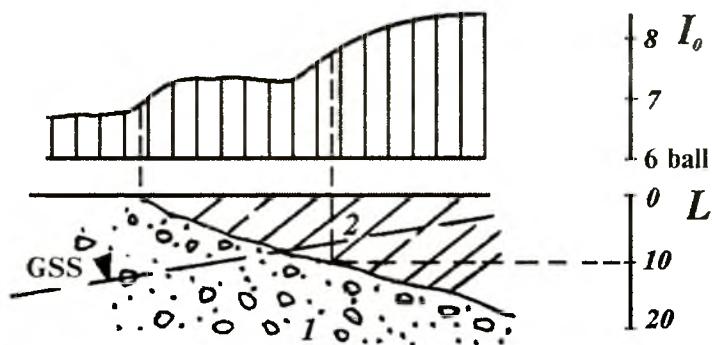
e) katta chuqurlikdagi uzilmalar bo'ylab bo'laklarning alohida-alohida tektonik harakati kuzatiladigan maydonlarda kuzatiladi.

Seysmik to'lqinlarning tarqalishiga quyidagi regional omillar ta'sir etadi:

– seysmik energiyani yutish qobiliyati turlicha bo'lgan qoplovchi hamda uning asosida yotgan tog' jinslari, qoplovchi tog' jinslari qalinligi;

– tog' jinslarining yotish sharoiti, chunki tog' jinslarining yotish azimuti bo'ylab zilzila intensivligi ko'ndalang yo'nalishga qaraganda 1 ballga farq qiladi;

– katta chuqurlikdagi yirik siniqlarning joylashishi, bu maydonlardan ko'ndalang yo'nalishda seysmik to'lqinlar yutilishi kuzatiladi.



58-rasm. Injener-geologik sharoitga qarab zilzila intensivligining o'zgarishi.

1 – suglinok, 2 – shag'al toshlar, yer osti suvlari sathi.

Zilzila intensivligiga joyning injener geologik sharoiti kuchli ta'sir ko'rsatadi. Quyidagi rasmda (58-rasm) geologik-litologik tuzilish, yer osti suvlari yotish chuqurligining seysmik intensivlikka ta'siri Bezmein (Turkmaniston 1948-yil 6-oktyabr) zilzilasi misolida berilgan.

Tog' jinslarida (S.V. Medvedev tavsifi bo'yicha) seysmik to'liq tezligining o'zgarishi ularning zichligi bilan bog'liq.

Seysmik kuchning o'zgarishini aniqlashda qoya tog' jinslarining vakili bo'lgan granit asos qilib olingan, ya'ni granitda 0,0 ga teng deb olinib, qolgan tog' jinslarida seysmik kuchning oshishi 16-jadvalda keltirilgan.

Zilzila intensivligiga injener-geologik sharoitni belgilovchi asosiy omillardan biri, yer osti suvlarining yotish chuqurligi katta ta'sir ko'rsatadi. Agar yer osti suvlarining yotish chuqurligi 0–1 m oralig'ida bo'lsa, suv tutuvchi tog' jinslari suglinok, supeslardan iborat bo'lsa, u holda seysmik kuch 1 ballga, 1–4 m oralig'ida bo'lsa – 0,5 ballga, 10 m va undan chuqurda bo'lsa 0 ballga oshadi.

Zilzilalar natijasida yer yuzasida turli (ag'darilma, surilma, to'kilma, yoriqliklar) deformatsiyalar yuzaga keladi. Qoldiq deformatsiyalarning yuzaga kelishi nafaqat tog' jinslarining tarkibiga, balki fizik, fizik-mexanik xususiyatlariga, umuman maydonning geologik tuzilishiga, tog' jinslari namligiga, joyning relyefiga ham bog'liq bo'ladi.

Kuchli zilzilalar natijasida baland tog'li hududlarda turli geodinamik jarayonlar yuzaga keladi. Bu jarayonlarga tog' jinslarining ag'darilishi, qulashi, surilishi, sel oqimlari va boshqalar kiradi.

Masalan, 1949-yil 10-iyulda yuz bergan Hait (Tojikiston) zilzilasi natijasida tog' jinslari surilishi yuzaga kelib surilma 20 km masofagacha surilib borgan.

Chilidagi 1960-yil zilzilasi minglab surilma, ag'darilmalar kuzatilib, yangi ko'llar hosil bo'lgan, kuchli sel oqimlari yuzaga kelib xalq xo'jaligiga katta zarar yetkazgan.

1987-yil Hisor shahri (Tojikiston) yaqinida sodir bo'lgan zilzila tog' jinslarining surilishini yuzaga keltirgan.

**Tog' jinsi turiga qarab seysmik kuchning (ball) oshishi  
(S.V. Medvedev bo'yicha)**

| Tog' jinslari                                                     | Seysmik ball |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>I. Qoya tog' jinslari:</b>                                     |              |
| Granit                                                            | 0,0          |
| ohaktosh, slanes, gneys                                           | 0,2–0,4      |
| qumtosh (kvarsli, mustahkam)                                      | 0,5–0,8      |
| <b>II. Yarim qoya tog' jinslari:</b>                              |              |
| ohaktosh, slaneslar, qumtosh, mergel, argillit                    | 0,7–1,1      |
| <b>III. Yirik donador, zarrachali bog'lanmagan tog' jinslari:</b> |              |
| sheben va galechniklar                                            | 0,9–1,3      |
| graviylar                                                         | 1–1,5        |
| <b>IV. Qumli tog' jinslari:</b>                                   |              |
| graviyli, yirik zarrachali qum                                    | 1,2–1,4      |
| o'rta zarrachali qum                                              | 1,3–1,6      |
| changli, mayda zarrachali qum                                     | 1,4–1,8      |
| <b>V. Gilli tog' jinslari:</b>                                    |              |
| gillar                                                            | 1,2–1,6      |
| suglinoklar                                                       | 1,3–1,7      |
| supes                                                             | 1,4–1,8      |
| suglinok ( $e=1$ ) va supes ( $e=0,7$ )                           | 1,7–2,1      |
| <b>VI. Tog' jinslari uyumi va tuproq qatlami:</b>                 |              |
| tog' jinslari uyumi (sun'iy)                                      | 2,3–2,6      |
| tuproq qatlami                                                    | 2,6–3,0      |
| <b>VII. Suvga to'yingan tog' jinslari:</b>                        |              |
| graviy-galechniklar                                               | 1,6–2,0      |
| qumli tog' jinslari                                               | 2–2,4        |
| gilli (supes, suglinok)                                           | 2,4–2,8      |
| tog' jinsi uyumi va tuproq qatlami                                | 3,3–3,9      |

Kuzatishlar natijasida tog' jinslarining sun'iy suvga to'yinishi sababli maydonning seysmik aktivligi oshganligini ta'kidlash mumkin. Sun'iy suv omborlari qurilishi bilan maydonda zilzilalar tez-tez namoyon bo'layotganligi kuzatilgan.

Masalan, Hindistonda Koyna daryosida qurilgan Koyna suv ombori maydoni seysmik jihatdan ancha sust hisoblangan. To'g'on

balandligi 104 metrni, yig'ilgan suv hajmi  $2,8 \text{ km}^3$  ni tashkil etadi. Suv ombori 1964-yildan boshlab suv yig'a boshlagan. Suv sathi 72 metrga borganda 5–6 ballik zilzilalar kuzatilgan. 1967-yil esa 2 ta kuchli, magnitudasi 6 ga teng bo'lgan zilzila kuzatilgan.

Xuddi shunga o'xshash hodisa Italiyaning Vayont daryosida qurilgan suv omborida ham kuzatilgan. Vayont to'g'oni arka turidagi to'g'on bo'lib, balandligi 265,5 m, yig'iladigan suv hajmi 169 mln.  $\text{m}^3$  ni tashkil etadi. Birinchi seysmik silkinishlar 1960-yil suv sathi 130m (650m mutlaq balandlik) balandlikka ko'tarilganda kuzatilgan. 1961-yil suv sathi pastga tushishi bilan seysmik silkinishlar to'xtagan. 1962-yil suv sathi 645–700 m mutlaq balandlikda bo'lganda yana kuchli seysmik silkinishlar kuzatilgan. 1963-yil suv sathi pasayishi bilan silkinishlar to'xtagan. Uchinchi gal suv sathi ko'tarilishi 710 m ga mutlaq balandlikka yetganda kuchli zilzila yuz berib, tog' jinslari surilishi va kuchli talafot yuzaga kelgan.

Markaziy Osiyo respublikalaridan Tojikistonning Vaxsh daryosida qurilgan Norak to'g'onining (balandligi 300 m) suv bilan to'ldirilishi jarayonida, ya'ni 1972-yilda yig'ilgan suv balandligi 100 m bo'lgan holda zilzilalar soni oshganligi kuzatilgan.

Yuqorida keltirilgan hodisalarni boshqa ko'plab to'g'onlarda ham kuzatilganligi haqida ma'lumotlar mavjud. Demak, suv ombori qurilishi va suvga to'lg'azilishi natijasida ko'pchilik suv omborlari joylashgan hududlarning seysmik aktivligi oshib boradi va bu masala chuqur o'rganilishni talab etadi.

### **18.3. Mikroseysmik rayonlashtirish**

MDH hududi seysmik rayonlashtirish kartasi bo'yicha yirik viloyat va mintaqalarga ajratilgan bo'lib, ularni ajratishda kuzatiladigan 6–9 balli zilzilalar asos qilib olingan.

Bu ballar o'rtacha geologik sharoit uchun, ya'ni gil-qumli tog' jinslaridan tashkil topgan, yer osti suvlarining yotish chuqurligi yer yuzasidan 6 m va undan chuqurda yotgan holat uchun olingan.

Ajratilgan har bir viloyat va mintaqalarda tog' jinslarining yotish sharoiti, yer osti suvlarining yotish chuqurligi, tog' jinslarining

tabiiy-mexanik xususiyatiga qarab zilzila kuchi o'zgarishi mumkin. Shuning uchun qurilish masalalarini hal qilishda, inshootlar va binolarni joylashtirishda hudud seysmikligini aniqlash talab etiladi. Shu maqsadda mikroseysmik rayonlashtirish o'tkaziladi.

Mikroseysmik rayonlashtirish kartalari 1:10000, 1:25000 lik masshtabda tuziladi. Bu masshtabdagi mikroseysmik rayonlashtirish kartasini tuzish uchun shu masshtabda maxsus injener-geologik syomka ishlari bajariladi. Injener-geologik syomka asosida quyidagi yordamchi kartalar tuziladi:

1. Geomorfologik karta.
2. Geologik-litologik karta.
3. To'rtlamchi davr yotqiziqlari va ularning qalinligi kartasi.
4. Yer osti suvlarining yotish chuqurligi kartasi.
5. Injener-geologik karta.

Olingan ma'lumotlarni tahlil qilish asosida zilzila kuchining o'sishi haqida fikr yuritiladi. Quyida QMQ bo'yicha seysmik kuchning o'zgarishi berilgan (17-jadval).

17-jadvalda keltirilganlardan tashqari maydon seysmikligini aniqlashda tog' jinslarining yotish sharoiti, nuraganlik hamda darzlilik darajasi, turli geologik jarayonlar natijasida maydon relyefining o'zgarganligi, tarqalgan lyoss tog' jinslari va ularning cho'kuvchanlik bo'yicha kategoriyasi, ag'darilma va to'kilma, surilmalar tarqalganligini hisobga olish shart.

Maydon seysmikligi ma'lum uskunalar yordamida ham aniqlanishi mumkin. Buning uchun oldingi o'tkazilgan kuzatishlar (asboblarni yordamida) tahlil qilinadi, yangi seysmograflar o'rnatilib, seysmik to'lqin tezligi, tog' jinslari zarralarining tebranish amplitudasini o'rganish orqali seysmiklikni aniqlash mumkin. O'tkazilgan kuzatishlar natijasida yangi «izoseyst» kartasi tuziladi.

«Izoseyst chizig'i» deb, bir xil seysmik kuchga ega bo'lgan nuqtalarni birlashtiruvchi chiziqqa aytiladi. Izoseyst chiziqlari ko'rsatilgan karta «izoseyst kartasi» deyiladi. 6 ballik izoseyst chizig'i bilan chegaralangan maydon «pleystoseyst maydoni» deb ataladi.

## Injener-geologik ko'rsatkichlarga asosan zilzila kuchining o'sishi (QMQ II-A-12-95)

| Seysmik xususiyat bo'yicha tog' jinslari kategoriyasi | Tog' jinslari                                                                                                 | Rayon seysmikligiga qarab zilzila kuchini aniqlash |   |    |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---|----|
|                                                       |                                                                                                               | 7                                                  | 8 | 9  |
| I                                                     | Qoya tog' jinslari: granit, gneys, kvarsit, turli qumtoshlar va boshqalar                                     | 6                                                  | 7 | 8  |
|                                                       | Yarim qoya tog' jinslari: mergel, gil sementli qumtosh, argillit, rakushkali ohaktosh, tuf va boshqalar       | 6                                                  | 7 | 8  |
|                                                       | Yirik donador tog' jinslari: zichlangan turi, yer osti suvlari 15 metrdan chuqurda yotadi                     | 6                                                  | 7 | 8  |
| II                                                    | Gil zarrachali tog' jinslari: gil, suglinok, supes, qum, yer osti suvlarining yotish chuqurligi 8 metrdan kam | 7                                                  | 8 | 9  |
|                                                       | Yirik donador tog' jinslari: yer osti suvlarining yotish chuqurligi 6–10 metr bo'lgan holat                   | 7                                                  | 8 | 9  |
| III                                                   | Gil, suglinok, supes, qum; yer osti suvlarining yotish chuqurligi 4 metrdan kam                               | 8                                                  | 9 | >9 |
|                                                       | Yirik donador tog' jinslari: yer osti suvlarining yotish chuqurligi 3 metrdan kam                             | 8                                                  | 9 | >9 |

Birinchi seysmik karta 1812-yil Robert Malet tomonidan tuzilgan. U o'zining «Великое неаполитанское землетрясение» asarida 4 ta mintaqaga ajratadi:

1. To'liq talafot ko'rgan maydon.
2. Yirik inshootlarning buzilishi, insonlarning nobud bo'lishi kuzatilgan maydon.
3. Inshootlar qisman shikastlangan maydon.
4. Shikastlanish kuzatilmagan maydon.
5. Tog' jinslarining xususiyatlari aniqlangandan so'ng, ularning zichligi, ularda seysmik to'liqinning tarqalish tezligi, ularning

seysmik qattiqligi asosida seysmik ballning o'sish qiymati  $\Delta l_0$  aniqlanadi.

$$\Delta l_0 = \Delta l_{13_y} + \Delta l_{gss} + \Delta l_{rez}$$

*Bunda:*  $\Delta l_{13_y}$  – tog' jinsi qatlamining seysmik qattiqligi hisobiga seysmiklikning o'sishi;  $\Delta l_{gss}$  – yer osti suvlarining yotish chuqurligiga qarab seysmik kuchning o'sishi;  $\Delta l_{rez}$  – rezonans hodisasi namoyon bo'lishi hisobiga seysmik kuchning o'sishi.

Bu ko'rsatkichlarni aniqlash maxsus qo'llanmalarda berilgan. («Сейсмическое микрорайонирование» в кн. «Вопросы инженерной сейсмологии» под ред. В.С.Медведева, М., «Наука», 1965. 20 стр.; Труды Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта, вып.10).

Seysmik kuchning o'sish kartasi asosida esa mikroseyssmik rayonlashtirish kartasi tuziladi. Zilzila kuchi 7, 8, 9 ball bo'lishi mumkin bo'lgan maydonlardagi inshoot va binolar turli darajada shikastlanadi, insonlar hayotiga xavf tug'iladi. Bunday maydonlarda qurilish va loyihalash ishlarini QMQ larda berilgan tavsiyalarga asosan bajarish talab etiladi.

#### 18.4. Seysmik hududlarda qurilish

Seysmik hududlarda qurilish ishlarini olib borishda birinchidan qurilish maydonlarini mukammal mikroseyssmik rayonlashtirish kartasi asosida tanlash, ikkinchidan tanlangan maydonlarda binolarni joylashtirishga e'tibor berish shart.

Shaharlar, qishloqlar, ishlab chiqarish korxonalari va boshqa inshootlarning qurilishi uchun seysmik jihatdan yaxshi injenergeologik sharoit bilan tavsiflanuvchi maydonlarni tanlash maqsadga muvofiqdir. Ya'ni, qurilish uchun tekis relyefli, qoya, yarim qoya, zichlangan yirik donador hamda gil zarrachali tog' jinslari tarqalgan, yer osti suvlari sathi katta chuqurlikda joylashgan maydonlar tanlanadi. Suv bosadigan, yer osti suvlari yer yuzasiga yaqin yotgan, botqoqlangan, ag'darilmalar, surilmalar, to'kilmalar tarqalgan maydonlar, shuningdek, tog'

jinsi uyumlari tarqalgan maydonlar qurilish uchun noma'qul maydonlar hisoblanadi. Shuning uchun 7, 8, 9 balli zilzila kuzatilishi mumkin bo'lgan maydonlar qurilish olib boriladigan va olib borilmaydigan uchastkalarga bo'linadi. Qurilish ishlari olib borilmaydigan maydonlardan ko'kalamzorlashtirish, istirohat bog'lari, o'yin maydonchalari sifatida foydalaniladi.

Seysmik hududlarda inshootlarni joylashtirish uchun quyidagi qoidalarga e'tibor berish maqsadga muvofiq, ya'ni qurilayotgan binolarni joylashtirishda ularning balandligini hisobga olish (ular orasidagi masofa bino balandligidan 1,5 marotaba katta bo'lishi), har bir mavzeda katta ochiq maydonlar hamda suv havzalari qurilishini ko'zda tutish taklif etiladi.

Inshootlar poydevorining yotqizilish chuqurligi seysmik hududlarda, qurilish me'yor nomalariga asosan xuddi noseysmik hududlardagidek qilib olinadi. Biroq, agar asos nomustahkam tog' jinslaridan tashkil topgan bo'lsa, uning xususiyatlarini texnik melioratsiyalash usullaridan foydalanib yaxshilash, qurilish inshooti asosiga suv ketishining oldini olish talab qilinadi.

Ko'p qavatli baland imoratlar poydevorining yotqizilish chuqurligini yerto'lalar qurish bilan chuqurlashtirish taklif etiladi.

7, 8, 9 ballik seysmiklikka ega bo'lgan hududlarda inshoot poydevori asosi birinchi chegaraviy holat, ya'ni mustahkamlik darajasi uchun hisoblanadi. Tog' jinslari mustahkamlik darajasi poydevorning tuzilishidan qat'i nazar, yetarli darajada mustahkam bo'lishi shart.

Tog' jinslarining mustahkamlik darajasini tavsiflovchi ko'rsatkichlar: zarrachalarning ichki ishqalanish burchagi, solishtirma bog'lanish kuchi, qoya va yarim qoya tog' jinslari uchun vertikal ta'sir etuvchi bosimga ko'rsatadigan qarshilikdan iborat. Demak, injener-geologik izlanishlar natijasida tog' jinslarining umumiy deformatsiya moduli, yon tomonga kengayish koeffitsienti ( $\alpha$ )ni aniqlash kerak.

Seysmik hududlarda asos quyidagi sharoitda hisoblanadi:

$$N_v = \frac{T_s}{K_N} F$$

*Bunda:*  $N_v$  — poydevor orqali berilayotgan bosimning vertikal tashkil etuvchisi;

$F$  — asosning yuk ko'tarish qobiliyati;

$K_N$  — ishqalanish koeffitsienti;  $K_N > 1,5$

$T_s$  — ish sharoitini tavsiflovchi seysmiklik koeffitsienti.

Qoya tog' jinslari uchun —  $T_s = 1,2$ .

Suvga to'yingan qum va gil tog' jinslari uchun —  $T_s = 0,7$ .

Qolgan tog' jinslari uchun —  $T_s = 1$ .

Inshoot va binolarni loyihalashtirish jarayonida ularning seysmik jihatdan turg'unligini ta'minlash maqsadida turli konstruktiv o'zgartirishlar, qo'shimchalar ko'zda tutiladi. Bularga inshoot o'qiga nisbatan simmetrik joylashishni ta'minlash, turli belbog'lar, tirgovichlar yordamida ularning mustahkamligini oshirish, antiseysmik choklar (bo'shliqlar) qoldirish kabilar kiradi. O'ta mas'uliyatli inshootlar qurilishida ularning seysmik mustahkamligi hudud seysmikligidan 1 ball oshirib quriladi.

Chiziqli inshootlar (yo'l, kanallar, elektr tarmoqlari va boshqalar) qurilishida trassa tanlash va qurilish ishlarini olib borish uchun inshoot turiga e'tibor beradilar. Yo'l qurilishida qo'llaniladigan grunt uyumi (podushka) qiyaligi seysmik rayonlarda noseysmik rayonlarga qaraganda kichikroq qilib olinadi. Yo'l, ko'prik hamda tunellar qurilishida ularning mustahkamligini oshiruvchi turli konstruksiyalardan foydalaniladi.

Seysmik hududlarda yashovchi har bir odam zilzila oldidan, zilzila davrida va undan keyin o'zini qanday tutish kerakligini bilishi shart. Bu haqda ilmiy ommabop maqolalar chop etilgan bo'lib, ular bilan xalqni tanishtirib borish kerak.

Yana seysmik hodisalardan biri — «sunami» bo'lib, u suv havzalari tubida yuz beruvchi zilzilalar oqibatidir. Zilzila natijasida katta balandlikka ega bo'lgan va katta tezlikda harakatlanuvchi suv to'lqinlari hosil bo'ladi. Bu to'lqin tezligi 700 km/soatgacha

yetadi. To'liq balandligi esa 18–20 metrgacha yetishi mumkin. Bunday balandlikka va tezlikka ega bo'lgan to'liqning qirg'oqqa kelib urilishi juda katta talafotlarga sabab bo'ladi.

Bunday hodisalarga misol qilib, 1755-yili Lissabon shahridan taxminan 100 km uzoqlikda, Tinch okeani tubida yuz bergan zilzilani olish mumkin. Zilzila magnitudasi taxminan 8,6 ga teng bo'lib, kuchli «sunami» hosil bo'lgan. Sunami epitsentrdan 1500 km masofada ham sezilgan, 60000 kishi halok bo'lgan.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarni ko'rib, bu hodisaning qanchalik talafotli ekanligini tasavvur qilish mumkin.

Seysmologiya fani oldida turgan asosiy muammolardan biri zilzilani bashorat qilish hisoblanadi. Bu masala yuzasidan o'zbek olimlari ma'lum yutuqlarga erishgan.

1978-yil 1-noyabrda sobiq SSSR FA Yer fizikasi institutiga O'zR Seysmologiya institutidan V.I. Ulomov Farg'ona vodiysida yaqin soatlar ichida zilzila kuzatilishi mumkinligi haqida xabar berdi. Bu xabar seysmologlarning kuzatishiga ko'ra magnit maydonining o'zgarganligiga, Andijon shahri yaqinidagi burg'i qudug'idan suv oqib chiqishi to'xtaganligiga, shuningdek ba'zi burg'i quduqlarida suv sarfining kamayganligiga asoslangan.

1-noyabrdan 2-noyabrga o'tar kechasi Oloy orti tog' tizmasida magnitudasi 6,8 kuchi 8 ballik zilzila sodir bo'ldi. Shunday qilib, qisqa muddatli bashoratlash tasdiqlandi, faqat zilzila kuzatiladigan maydon noaniq, ya'ni Andijon shahridan 160 km janubda kuzatildi.

I.E. Gubin boshchiligida Yer fizikasi instituti xodimlari 1960-yilda uzoq muddatli bashorat bergan edi. A.A. Nikonov Oloy tog' tizmasidagi tektonik siniq bo'ylab zilzila o'chog'ining siljishini o'rganib, kuzatishlari natijasida 1975-yildan 1990-yilgacha bu hududda kuchli zilzila kuzatilishi mumkinligini qayd etdi. 1980-yil 2-dekabrda zilzila o'rnini aniq bashoratladi.

Uzoq vaqtlardan beri olimlar zilzilani bashoratlashga harakat qilib kelishgan. XVI-asrda olimlar zilzilalarni ta'riflab, undan oldin kuzatiladigan ba'zi xabarchilarni qayd etganlar. Kuchli zilzilalar

yuz beradigan mamlakatlarda bo'lajak zilzila xabarchilariga katta e'tibor qaratganlar.

Mashhur yapon seysmologi T.Rikitaks zilzila oldidan yuz berishi mumkin bo'lgan hodisalar, ya'ni hayvonlar, ayniqsa baliqlardagi o'zgarishlar, iqlim sharoitidagi o'zgarishlar, har xil rangli yorug'liklarning paydo bo'lishi, yer osti suvlari sathlarining pasayishi, suvning loyqalanishi kabilar haqidagi ma'lumotlarni birinchi bo'lib adabiyotga kiritgan. Bu hodisalarning ba'zilari haqiqatda zilzilaning yaqinlashishi haqida xabar bersa, ba'zilari faqat tasodifiy mos kelishdir.

Zilzilalarni bashoratlashga ilmiy yondashishga XX-asr boshlarida B.B.Golisin, geofizik Imamura (Yaponiya), Reyd (AQSH) tomonidan harakat qilingan. 1911-yilda B.B.Golisin o'zining «Seysmometriya» bo'yicha ma'ruzalarida bu masalani hal qilish yo'nalishi haqida to'xtalib, quyidagilarga asosiy e'tiborni qaratish kerakligini ta'kidlaydi:

- zilziladan oldin kuchli tezlikka ega bo'lgan seysmograf yozuvlarini kuzatish;
- yer qa'rida sekin yuz beradigan harakatlarni kuzatish;
- zilziladan oldin va keyin seysmik to'lqinlar tezligini o'lchash;
- mineral suv buloqlari rejimini o'rganish.

Bu yo'nalishlar seysmik hodisalarni bashoratlashdagi asosiy yo'nalishlar hisoblanib kelinmoqda.

1948-yildagi Ashxobod zilzilasidan so'ng zilzilani bashoratlashning ilmiy-texnik asosi yaratildi. 1953-yil rus olimi N.Gambursev tomonidan bu yo'nalishdagi izlanishlar dasturi ishlab chiqildi. Bu ishlarning asosiy maqsadi – zilzila kuchi, o'rni, vaqtini bashoratlash, hududni seysmik rayonlashtirish, zilzila vaqtini aniqlashning fizik asoslarini yaratishdan iborat. Dastur seysmik rejimni (seysmiklikning vaqt davomida o'zgarishini), yer qa'ridagi yuz beruvchi harakatlarni, elektr va magnit maydonlar o'zgarishini kuzatish, zilzilani bashorat qilishning geologik-geofizik mezonlarini aniqlash, yerning chuqur qatlamlari tuzilishi va zilzila o'rtasidagi bog'lanishni aniqlashdan iborat.

50-yillarda olib borilgan ishlar yaxshi natija bermaganligi sababli, ishlar hajmi qisqartirildi. Bunga sabab shu davrda qo'llanilgan usullarning yetarli darajada samara bermaganligidir. Seysmologiyaning bu sohadagi izlanishlari 1966-yil Toshkent zilzilasidan keyin yangi bosqichda boshlandi. Zilzilaning tayyorlanishiga bag'ishlangan nazariy va amaliy ishlar ko'paydi. Seysmik maydonlarda zilzilaning turli xabarchilari o'rganila boshlandi.

Hozirgi kunda seysmologiya zilzila o'rnini, uning taxminiy kuchini va yuz berish ehtimolligini bashoratlash imkonini beradi. Zilzilani yuz berish ehtimoli qurilish amaliyotida katta ahamiyatga ega.

8 ballik zilzilalar har 20–30 yilda qaytarilib turadigan maydonlarda qurilish ishlariga bo'ladigan talablar 1000 yilda qaytarilib turadigan maydonlardagiga qaraganda tubdan farq qiladi.

Zilzilalarni bashoratlash vaqt nuqtayi nazaridan: uzoq yillik, o'rtacha, qisqa muddatli bashoratlash turlariga bo'linadi.

Uzoq yillik bashoratlash maydonning seysmotektonik faolligini o'rganishga asoslangan. Bundan tashqari kuchli zilzilalar ma'lum vaqtda qaytarilib turish qonuniyatiga ega. Shu asosda 1965-yil S.A. Fedotov kelajak 5 yilda magnitudasi 7,75 dan katta zilzilalar kuzatiladigan maydonlar kartasini tuzdi (Kamchatka, Kurill orollari, Yaponiyaning shimoliy-g'arbiy qismi). Bu kartada ko'rsatilgan 4 ta zilzila (1965 va 1974-yillarda) haqiqatda yuz berdi. Uzoq yillik bashoratlashda fizik va geologik maydonlardagi o'zgarishlar anomaliyasini o'rganish, tahlil qilish katta aniqlikka erishish imkonini beradi.

O'rta va qisqa muddatli bashoratlash uchun maydonning seysmik rejimini, anomal hodisalarni mukammal o'rganish talab etiladi. Buning uchun yetarli darajada seysmik stansiyalar, kuzatish poligonlarini tashkil etish kerak.

Shuni ta'kidlash kerakki, ba'zi zilzilalar haqidagi xabarchilar yaqqol namoyon bo'lmasdan ro'y beradi va bu o'z navbatida yana o'ziga yarasha qiyinchiliklar tug'diradi.

Hozirgi kunda zilzilalarni bashoratlashda o'nlab xabarchilar aniqlangan. Zilzila xabarchilarining yuzaga kelish vaqti bo'yicha uzoq muddatli (yillar) va qisqa muddatli (kun, soat) turlarini ajratish mumkin. Kuchli energiyaga ega bo'lgan zilzilalar haqidagi xabarchilar zilzila namoyon bo'lishidan ancha oldin kuzatila boshlaydi. Bu zilzilaning tayyorlanishi tushunchasi bilan to'g'ri keladi. Ba'zi xabarchilar esa qisqa muddatda kuzatiladi. Qisqa muddatli xabarchilar 2,5 soatdan to 4,5 kungacha kuzatilishi mumkin.

Anomal effektga ega bo'lgan quyidagi xabarchilarni ajratish mumkin:

- seysmik rejim;
- seysmik to'liqlarning o'zgarishi;
- elektromagnit o'zgarishlar;
- deformatsion o'zgarishlar;
- flyuid o'zgarishlar;
- biologik o'zgarishlar;
- gravitatsion, issiqlik maydonlarining o'zgarishi;
- radioaktiv kuchlanish va boshqalar.

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, kuchli zilzilalardan oldin seysmik tinchlik kuzatiladi. Seysmik tinchlik muddati qancha katta bo'lsa, zilzila kuchi shuncha kuchli bo'ladi.

Masalan, hind seysmologi Kxatra va amerikalik olim Uays shimoliy-g'arbiy Hindiston hududida seysmik tinchlik muddati va zilzila magnitudasi o'rtasida bog'liqlikni aniqladilar.  $M=6,8$  bo'lgan zilziladan oldingi seysmik tinchlik 7 yil, 8,8 ballik zilziladan oldingi seysmik tinchlik esa 31 yil bo'lgan.

Zilzilalarni bashoratlashda sust (mikro) zilzilalarni o'rganish katta samara beradi. Kuchli zilzilalardan oldin seysmik to'liqlar xususiyati o'zgaradi. A.N.Semenov kuchli zilzilalardan oldin va keyin kuzatiladigan seysmik to'liq tezligi o'zgarishini ta'kidlaydi.

Kuchli silkinish oldidan bo'ylama va ko'ndalang to'liq tezliklari nisbati kamayadi. Yapon olimlari bu nisbatni kuchli zilzilalardan oldin (4 yil) 40% ga kamayishini aniqladilar.

Elektromagnit xabarchilarga tabiiy elektr va magnit maydonning o'zgarishi kiradi. Zilzilaning tayyorlanish davrida mexanik zo'riqish oshadi va deformatsiya yuzaga keladi. Tog' jinslaridagi deformatsiya, elektrlanganlik yoki magnitlanganlik oshadi. Tog' jinslarining kuchli zilzila oldidan elektr o'ktazuvchanligi oshadi, solishtirma qarshiligi kamayadi.

Deformatsion xabarchilarga yer yuzasidagi deformatsiyalar kiradi. Masalan, Toshkent shahrida yer sathining og'ishi, 1970-yildagi Sari-Qamish zilzilasidan oldin yer sathining 60 mm ga cho'kkanligi aniqlangan, xuddi shuningdek yer sathining ko'tarilishi ham kuzatilishi mumkin.

Biologik xabarchilar — hayvonlarning bezovta bo'lishi, baliqlarning notinch harakati va boshqalar.

Suv va gaz harakati ham zilzila xabarchisi bo'lishi mumkin (flyuid).

Zilzilalarni bashoratlashda kompleks xabarchilarni tahlil qilish yaxshi natija beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ю.М.Абелев, М.Ю.Абелев «Основы проектирования и строительства на просадочных грунтах». — М.: Стройиздат, 1968.
2. Г.К.Бондарик, И.С.Комаров, В.И.Ферронский «Полевые методы инженерно-геологических исследований». — М.: Недра, 1969.
3. Н.А.Abdullayev «Biogeoximiya va tuproq muhofazasi asoslari». — Toshkent, «O'qituvchi», 1989, 127 b.
4. P.Baratov «Tabiatni muhofaza qilish». — T.: «O'qituvchi», 1991-y, 254 b.
5. М.Н.Гольдштейн «Механические свойства грунтов». 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1971.
6. Н.Я.Денисов «Строительные свойства глинистых пород и их использование в гидротехническом строительстве». — М.: Госэнергоиздат, 1956.
7. Г.С.Золотарев, Э.В.Калинин «Учебное пособие по инженерной геологии». Под ред. Г.С.Золотарева. — М.: Изд-во МГУ, 1970.
8. Н.В.Коломенский, И.С.Комаров «Инженерная геология». — М.: Высшая школа, 1964.
9. Э.В.Кадыров «Лёссовые породы: происхождение и строительные свойства». — Т.: «Ўзбекистон», 1979, 166 с.
10. В.Д.Ломтадзе «Инженерная геология. Инженерная петрология». — Л.: Недра, 1984.
11. В.Д.Ломтадзе «Инженерная геология. Инженерная геодинамика». — Л.: Недра, 1977.
12. Н.Н.Маслов, М.Ф.Котов «Инженерная геология». — М.: Стройиздат, 1971.
13. В.Н.Мосинец, В.А.Шестаков, О.К.Авдеев, В.И.Мельниченко «Охрана окружающей среды при проектировании и эксплуатации рудников». — М.: «Недра», 1981, 309 с.
14. M.Z.Nazarov «Injenerlik geologiyasi», — T.: «O'qituvchi», 1985.
15. A.A.Odilov, N.M.Qayumova «Injenerlik geodinamikasi», ma'ruzalar matni (O'quv qo'llanma). — T.: TDTU bosmaxonasi, 2000, 52 b.
16. Е.М.Сергеев, Г.А.Голодковская, Р.С.Зиангиров, В.И.Осинов, В.Т.Трофимов «Грунтоведение». — М.: Изд-во МГУ, 1983.
17. N.M.Qayumova, A.A.Odilov, «Injenerlik geodinamikasi», O'quv qo'llanma. — T.: TDTU bosmaxonasi, 2007, 148 b.
18. Т.То'xtayev, А.Намидов «Ekologiya asoslari va tabiatni muhofaza qilish». — T.: «O'qituvchi», 1994, 160 b.
19. M.Sh.Shermatov «Gidrogeologiya asoslari va injenerlik geologiyasi». — T.: O'qituvchi, 2005 y.
20. A.A.Odilov, N.M.Qayumova «Gruntshunoslik», O'quv qo'llanma, (I, II qism) — T.: TDTU bosmaxonasi, 2007, 148 b.
21. E.V.Qodirov va boshqalar. «Tabiiy muhitni muhofazalashning geoeologik asoslari». — T.: «O'zbekiston», 1999, 158 b.

## MUNDARIJA

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SO‘ZBOSHI . . . . .                                                                                                  | 3  |
| KIRISH . . . . .                                                                                                     | 5  |
| 1. Injenerlik geodinamikasi-injenerlik geologiyasi fanining<br>tarkibiy qismi, uning maqsadi va vazifalari . . . . . | 9  |
| 2. Geologik jarayonlar va hodisalar tasnifi . . . . .                                                                | 10 |
| 3. Geologik jarayonlar va hodisalarning rivojlanishi va<br>tarqalishi qonuniyatlari. . . . .                         | 12 |
| 4. Injener-geologik sharoit va<br>ularni bashoratlash usuli. . . . .                                                 | 14 |
| 5. Geologik jarayonlar kuzatiladigan maydonlarni muayyan<br>tartibga solish va turlarga ajratish . . . . .           | 16 |
| 6. Geologik muhitdan omilkorlik bilan foydalanish<br>muammolari . . . . .                                            | 17 |
| 7. Tog‘ jinslarining nurashi. . . . .                                                                                | 18 |
| 7.1. Gil zarrachali tog‘ jinslarining nurashi . . . . .                                                              | 28 |
| 7.2. Nurash jarayonining oldini olish va<br>unga qarshi kurashish . . . . .                                          | 33 |
| 8. Eol jarayoni . . . . .                                                                                            | 34 |
| 9. Suv havzalari qirg‘oqlarining<br>yuvilishi va yemirilishi . . . . .                                               | 39 |
| 10. Suv omborlari qirg‘oqlarining<br>qayta yemirilishi . . . . .                                                     | 47 |
| 10.1. Suv omborlari qirg‘oqlari yemirilishini bashoratlash . . . . .                                                 | 50 |
| 10.2 Tog‘liq hududlardagi suv omborlari<br>qirg‘oqlarining yemirilishi . . . . .                                     | 54 |
| 10.3. Suv havzalari va omborlari yemirilishiga<br>qarshi kurashish . . . . .                                         | 58 |
| 11. Sel jarayonlari . . . . .                                                                                        | 60 |
| 12. Tog‘ jinslarining oqishi. . . . .                                                                                | 69 |
| 13. Suffoziya jarayonlari. . . . .                                                                                   | 75 |
| 14. Karst jarayonlari . . . . .                                                                                      | 79 |
| 14.1. Tog‘ jinslarining karstlanganligini aniqlash. . . . .                                                          | 86 |
| 14.2. Karst jarayoni tarqalgan maydonlarda<br>inshoot qurilishi . . . . .                                            | 89 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 15. Erozion jarayonlar . . . . .                                                                           | 94  |
| 15.1.1. Daryo vodiylarining yemirilishi . . . . .                                                          | 94  |
| 15.1.2. Daryo eroziyasiga qarshi kurashish . . . . .                                                       | 98  |
| 15.2. Tog' yon bag'irlarining yemirilishi.<br>jarliklarni hosil bo'lishi. . . . .                          | 99  |
| 16. Gravitatsion jarayonlar . . . . .                                                                      | 106 |
| 16.1.1. Surilma . . . . .                                                                                  | 106 |
| 16.1.2. Surilmalar morfologiyasi . . . . .                                                                 | 110 |
| 16.1.3. Surilmalar tuzilishi . . . . .                                                                     | 112 |
| 16.1.4. Surilmalarning hosil bo'lish sabablari . . . . .                                                   | 114 |
| 16.1.5. Surilmalarni yuzaga keltiruvchi shart-sharoitlar . . . . .                                         | 116 |
| 16.1.6. Surilmalar tasnifi . . . . .                                                                       | 119 |
| 16.1.7. Surilmalar turg'unligini hisoblash . . . . .                                                       | 121 |
| 16.1.8. Surilmalarni bashorat qilish . . . . .                                                             | 128 |
| 16.1.9. Surilmalar va qiya sathlarni o'rganish . . . . .                                                   | 134 |
| 16.1.10. Surilmalarning oldini olish va ularga qarshi<br>kurashish . . . . .                               | 141 |
| ✓ 16.2. To'kilmalar . . . . .                                                                              | 142 |
| ✓ 16.3. Ag'darilmalar . . . . .                                                                            | 150 |
| ✓ 17. Tog' inshootlaridagi tog' jinslari bosimi . . . . .                                                  | 162 |
| ✓ 17.1. Tog' jinslari bosimi bilan bog'liq bo'lgan<br>tog' geologik hodisalari . . . . .                   | 166 |
| 17.2. Suv va boshqa foydali qazilma konlaridan<br>foydalanish natijasida yer sathining cho'kishi . . . . . | 175 |
| ✓ 18. Zilzila jarayonlari. . . . .                                                                         | 176 |
| ✓ 18.1. Zilzila kuchini baholash . . . . .                                                                 | 183 |
| ✓ 18.2. Zilzila intensivligiga injener-geologik<br>sharoitning ta'siri. . . . .                            | 190 |
| ✓ 18.3. Mikroseysmik rayonlashtirish . . . . .                                                             | 194 |
| ✓ 18.4. Seysmik hududlarda qurilish. . . . .                                                               | 197 |

Adilov Abdusattor Abdurahmonovich  
Begimqulov Dilshod Qalandarovich

# INJENERLIK GEODINAMIKASI

*Muharrir:* M. Tursunova

*Musahhih:* F. Xolikov

*Sahifalovchi:* E. Muratov

O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti  
100000, Toshkent, Matbuotchilar ko'chasi, 32.

Tel: 236-55-79; faks: 239-88-61

Nashriyot litsenziyasi: AI №216, 03.08.2012.

Bosishga ruxsat etildi 16.10.2013. Bichimi 60x84  $\frac{1}{16}$ . Ofset  
usulida chop etildi. «Uz-Times» garniturasida. Kegli 10,5. Bosma  
tabog'i 13,0. Hisob tabog'i 13,5. Adadi 500 nusxa. Buyurtma  
№ 36

«STAR-TRACK PRINT» MCHJ bosmaxobasida chop etildi.  
Manzil: Toshkent shahri, 8-mart ko'chasi, 57-uy.