

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

TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASHTIRISH MUHANDISLARI INSTITUTI

---

**Tursunov T.N.**, Bazarov D.R., Matyakubov B.Sh.,  
Berdiyev M.S., Rajabov N.Q., Artikbekova F.K.

# **GIDROENERGETIK INSHOOTLAR**

*5340700 – «Gidrotexnika qurilishi»  
bakalavriat yunalishi uchun darslik.*

**TOSHKENT- 2019**

*OO‘MTVning 27.12.2019 y. № 1186 sonli buyrug‘iga asosan chop etishga tavsiya etilgan.*

### **Annotatsiya**

Mazkur darslikda Respublikadagi mavjud gidroenergetika inshootlarining kompanovkalanishi va ishlash sharoitlari, gidroenergetika inshootlari ekspluatatsiyasi xizmati bajaradigan asosi ishlar guruhlari va ro‘yxati, bosim hosil qiluvchi gruntli, yaxlit beton inshootlar texnik holatlarini kuzatish ishlari, suv o‘tkazgich inshootlar va ulardagi gidromexanik jihozlar, kanallar va ulardagi inshootlar, suv oluvchi inshootlar va suv tindirgichlar, nasos stansiyalari va GESlarni ishlatish xususiyatlari, gidroenergetik inshootlar tarkibidagi gidrouzellarni qurilish davrida ishlatish, ularni ishlatishga topshirish va bevosita kuzatish ishlarini tashkil etish, gidroenergetika inshootlari va ular gidromexanik jihozlaridagi buzulish va avariya holatlarining tahlili, ta‘mirlash va qayta tiklash ishlari, nasos detallarini yeyilishi va qayta tiklash, nasos stansiyalaridagi ta‘mirlash ishlarini tashkil etish, gidroturbina jihozlarini reviziya qilish va ta‘mirlash, shuningdek gidroenergetika inshootlarini rekonstruksiya qilish masalalari ko‘rib chiqilgan.

Darslik bakalavriatura va magistratura talabalari uchun mo‘ljallangan, undan ilmiy xodimlar, aspirantlar, gidroenergetika inshootlarini ishlatuvchi barcha injener-texnik xodimlar foydalanishlari mumkin.

## **Аннотация**

В учебнике рассмотрены вопросы компоновки и условия работы существующих в Республике гидроэнергетических сооружений, группы и перечень основных работ, выполняемых службой эксплуатации гидротехнических сооружений, надзор (наблюдения) за техническим состоянием грунтовых и массивных бетонных сооружений, эксплуатации водопропускных сооружений и их механических оборудований, каналов и сооружений на них, водозаборов и отстойников, рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, водохранилищ, особенности эксплуатации насосных станций и ГЭСов, эксплуатации гидроузлов в строительный период, передачи их в эксплуатацию и организация натурных исследований, анализ повреждений и аварий гидротехнических сооружений, ремонтно-восстановительных работ, износ и восстановления деталей насосов, организация ремонтных работ на насосных станциях, ревизия и ремонт гидротурбинного оборудования, а также реконструкции гидротехнических сооружений.

Учебник рассчитан для студентов бакалавриатуры и магистратуры, научных работников, инженерно-технических работников эксплуатационных организаций.

## **Abstract**

The book discusses issues of assembly and operation conditions of existing hydraulic structures and facilities in the Republic of Uzbekistan, group and list of main tasks which are executed by maintenance & operation(O&M) service, control (supervision) over technical condition of earth and massive concrete structures, operation of conduit structures and mechanical equipment, irrigation canals and its engineering structures, water intake and sediment detention pond, fishway structures, reservoirs, specifics of operation of pumping stations and hydropower stations, operation of hydroscheme in period of construction works, transfer into operation phase and organization of field sampling research campaigns, analysis of defects and damages of hydraulic structures and facilitates, repair and reconstruction operations, wear and rehabilitation of pump components, organization of rehabilitation operations on pumping stations, revision and repair of hydroturbine equipment, and reconstruction of hydraulic structures and facilities.

The book is designed for students of bachelor's and master's programs, researchers and workers of engineering technical personnel of O&M organizations.

**Taqrizchilar:** O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligi  
Irrigatsiya va suv muammolari institute, Suv xo‘jaligi  
muhandislik markazi direktori, PhD  
**N.Murodov**  
«Gidrotexnika inshootlari va muhandislik konstruksiyalari»  
kafedrasi dosenti, t.f.n. **N.Raxmatov**

Tursunov Tadjibay Nurmuxamedovich, Bazarov Dilshod Rayimovich,  
Matyakubov Baxtiyar Shamuratovich, Berdiyev Mustaf o Saidaxmatovich,  
Rajabov Nurmamat Qudratovich, Artikbekova Fotima Kuchkarovna  
/ GIDROENERGETIK INSHOOTLAR /  
Darslik. -T.: TIQXMMI, 2019. 222- b.

---

**©. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash  
muxandislari instituti (TIQXMMI), 2019.  
So‘z boshi**

Respublikaning «Ta’lim to‘g‘risida» gi (1997 y.) qonuni va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» (1997y.) larni bajarish, Respublikamizdagi mavjud gidrotexnika inshootlarini ishlatish, ta’mirlesh, qayta qurish va ularni loyihalash, xizmat muddatlarini cho‘zish suv xo‘jaligi ta’limini tubdan islox kilishni, rivojlangan demokratik davlatlar darajasida yuksak ma’naviy, madaniy va axloqiy talablarga javob beradigan vatanparvar, yuqori malakali, raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlashni taqazo qiladi.

Suv xo‘jaligi ta’limi chet el va respublikamizdagi gidrotexnika va gidroenergetika sohalarida erishilgan yutuqlar, xalqimizning shu sohalarda erishgan boy tarixiy qadriyatlari zahirida tashkil etilishi zarur.

SHuning uchun ham mualliflar yuqorida aytilgan omillarni e’tiborga olib, o‘zlarining xayotiy tajribalari, gidrotexnika va gidroenergetika inshootlarini be’vosita tadqiq qilish natijalaridan kelib chiqib mazkur darslikni o‘quvchilar xukmiga havola qilmoqdalar. Mazkur darslikni chop etish, o‘zbek tilida bunday nom va tarkibdagi darslik mavjud bo‘lmaganligi sababli ham dolzarb, ham katta amaliy ahamiyat kasb etadi.

Darslik Toshkent irrigasiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari institutida Moskva Davlat tabiatni yaxshilash Universiteti (Moskovskiy Gosudarstvennyy Universitet prirodoobustroystva - MGUP) o‘rtasida tuzilgan o‘zaro hamkorlik shartnomasi asosida tayyorlandi.

Darslik «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish», «Gidrotexnika qurilishi», «Kasb ta'limi: «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish», «Irrigasiya tarmoqlari suv energiyasidan foydalanish», «Irrigasiya tizimlarida gidroenergetika ob'ektlari», «Gidroenergetika» bakalavriatura ta'lim yo'nalishlari hamda tegishli magistratura mutaxassisliklari uchun mo'ljallangan bo'lib «Gidrotexnika inshootlaridan foydalanish», «Nasos stansiyalaridan foydalanish», «Nasos stansiyalarini ta'mirlash va yig'ish», «Gidroenergetik qurilmalarni ishlatish», «Gidroenergetik qurilmalarni ta'mirlash va yig'ish», «GES va nasos stansiyalaridan foydalanish», «Mutaxassislikka kirish», «O'zbekistonda irrigasiya tarixi», «Gidroenergetikaga kirish» fanlarining amaldagi namunaviy dasturlari asosida yozilgan. Darslikdan barcha gidroenergetika inshootlari, shu jumladan nasos stansiyalari va GESlarni ekspluatasiya qiluvchi injener-texniklar, o'rta maxsus kasb-xunar ta'limi muassasalari o'qituvchilari va talabalari, ilmiy tadqiqotchilar foydalanishlari mumkin.

Darslik o'zbek tilida yozilgan birinchi darslik bo'lganligi sababli, o'quvchilardan darslikni sifatini yanada yaxshilash bo'yicha takliflarni Toshkent sh., Qori Niyozov ko'chasi 39-uyga yuborishlarini so'raymiz.

## Kirish

O'zbekistonning iqlimi, geografik va demografik sharoitlari, insoniyat vujudga kelgandan buyon suv xo'jaligini, gidrotexnika va gidroenergetikani rivojlantirishni taqozo qilgan.

O'zbekistonda, eramizdan 6 ming yillar avval yomg'ir suvlarini to'plab (limannoe oroshenie) sug'orishga ishlatish, mavjud suv resurslarini tartibga solish va to'g'ri taqsimlash uchun sun'iy hovuzlar qurish orqali kichik - kichik yer maydonlarini suv bilan ta'minlash inshootlari qurilgan. Bir xududdan boshqa xududlarga suv tashlab suv ta'minotini yaxshilash tajribasini egallab olishgan.

I-IV asrlarda Bo'zsuv, Solar, Eski anhor, Tuyatortor kanallari (YA.G'ulomov ma'lumotlari) qurilgan.

VIII asrda suv ko'tarib beruvchi qurilmalarning dastlabki vakillari-chig'iriqlar Xorazmda birinchi bo'lib ishlatilgan. Suv tegirmonlari, korizlar o'sha paytdan butun Markaziy Osiyo bo'yicha ishlatib kelingan.

IX-XI asrlarda kanallarni nivelirlash asboblari ( Abu Rayxon Beruniy, «O'tgan avlodlar esdaliklari») ishlatib kelingan, gidrotexnik inshootlarni texnik holatini kuzatish, suv o'lchash (Ahmad al Farg'oniy) ishlari olib borilgan. SHu davrlarda Samarqand shahrini suv bilan ta'minlash uchun Jui- Arziz novi qurilgan, Nurotada Xonbandi, Abdullaxonbandi suv omborlari va boshqa bir qancha inshootlar qurilgan. Bu inshootlar mustahkam qilib qurilgan, masalan: Abdullaxon suv ombori haqiqiy muhandislik inshooti bo'lgan, u shandorli va tubida galereyasi bo'lgan suv qo'yuvchi, favqulodda suv tashlamalar bilan jihozlangan. Xonbandi to'g'onining ag'darilishga mustahkamlik koeffisienti 1,8 ni tashkil qilgan.

Magistral kanallarning bosh - suv oluvchi inshootlari muhim strategik ahamiyatga ega bo'lgan, ular ehtiyotlik bilan qo'riqlangan, chunki ularni bosib, egallab olish sug'orish tizimlarini suvsiz qoldirib, aholini bo'ysunishga majbur qilgan. SHuning uchun ham, X asrda, misol uchun Darg'om kanalini boshini qo'riqlash Vargsar aholisiga topshirilgan, ular o'z navbatida yer solig'idan ozod qilingan (Bertol'd, 1965).

SHunday qilib, sug'orma dehqonchilik sharoitida, insoniyat rivojlanishi va madaniy taraqqiyotning har qanday bosqichida, gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi va texnik holatini ishonchliligi, ularni to'g'ri ishlatish masalalari birinchi o'rinda turgan.

O'shanda, albatta, ko'p gidrotexnika inshootlari loyihasiz, hashar usuli bilan qurilgan, ularning qurilish muddatlari cho'zilib ketgan, inshootlarni texnik holatini kuzatish, ularga texnik xizmat ko'rsatish (texnik qarov) yetarli bo'lmaganligi sababli, ular bahorgi birinchi sel va toshqin oqibatida buzulib ketishgan.

XIX asrda Markaziy Osiyo Rossiya imperiyasining paxta bazasi bo'lgan. Podsho hukumatining yordami bilan savdogarlar Farg'ona vodiysi yerlarini, sug'orish kanallari va inshootlar qurish orqali o'zlashtirishga harakat qilishgan. Ammo o'sha davrda Mirzacho'lni o'zlashtirishni hisobga olmaganda yirik suv xo'jaligi qurilishi amalga oshirilmagan.

Hozirgi paytda, O'zbekistonda 4,2 mln.ga.dan ortiq sug'oriladigan yer maydoni mavjud. Amalda barcha qishloq xo'jaligi ekinlarining hosili sun'iy sug'orib yetishtiriladi. Bu yerlarni sug'orish uchun 300 ga yaqin yirik gidrotexnika inshootlari, shu jumladan 20 mlrd. m<sup>3</sup> suv sig'diradigan 53 suv ombori, 65 ga yaqin yirik gidrouzellar, minglab kichik gidrotexnika inshootlari bilan 27 ming km uzunlikdagi 60 magistral va xo'jaliklararo kanallar ishlatiladi. Mavjud yer maydonining qariyb yarimi umumiy suv sarfi 6,4 mln. m<sup>3</sup>/s bo'lgan 1,5 mingdan ortiq, shu jumladan 1697 ta nasos stansiyalari yordamida sug'oriladi.

Respublikadagi mavjud sug'oriladigan yer maydonining yer osti zax va sho'r suvlarini chiqarib tashlash, meliorativ holatini yaxshilash uchun 29 ming km uzunlikdagi, ko'plab kichik gidrotexnika inshootlari bilan 24 magistral kollektorlar xizmat qiladi.

Respublika xalq xo'jaligini, shu jumladan qishloq xo'jaligini elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojini qondirish uchun 30 dan ortiq GES ishlatiladi. Mazkur inshootlarning yoshi 30-40 yil va undan ko'pni tashkil qiladi.

Bu inshootlar strategik va hayotiy ahamiyatga ega, ularning ba'zi birlarini ishdan chiqishi xalqimizning kun kechirish manbai bo'lgan tumanlarni butunligicha, hattoki viloyatlarni suvsiz qoldirishi mumkin. Bu inshootlarning texnik holati ko'p vaqtdan beri ishlatilishi, yetarli hajmda va sifatli ta'mirlash ishlarini olib borilmasligi, yuqori malakali ishlatuvchi kadrlar yetishmasligi oqibatida ishlatish (ekspluatasiya) madaniyatini pastligi, texnogen va tabiiy ta'sirlar natijasida pasaymoqda.

Mamlakatimiz mustaqillikka erishgandan so'ng Respublikadagi mavjud gidrotexnik inshootlarning texnik holatini ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlash, ularni to'g'ri ishlatish yo'lida ta'sirchan va samarali tadbirlar belgilandi. Xususan «Suv va suvdan foydalanish» (1993y), «Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida» (1999y) gi qonunlar qabul qilindi.

Hozirgi paytda suv resurslari chegaralanganligi sababli, respublikada suv xo'jaligi qurilishining masshtabi bir oz kamaygan, ammo mavjud inshootlarni qayta qurish, ta'mirlashga katta ahamiyat berilayapti. Bunda ta'mirlash sifatini yaxshilash, inshootlarini xizmat muddatlarini cho'zishga alohida e'tibor berilmoqda. SHuning bilan birga mamlakatimizda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 1995 yil 28 dekabrda «O'zbekiston Respublikasida



kichik energetikani rivojlantirish to'g'risida»gi 476-qaroriga muvofiq kichik gidroenergetika qurilishi keng miqyosda boshlab yuborilgan.

Mazkur 476-qarorni ijrosini ta'minlash maqsadida qishloq va suv xo'jaligi vazirligi «O'zbekistonning tabiiy suv oqizgichlarini kam o'rganilgan energetik potensialidan foydalanish sxemasi» ni ishlab chiqqan. Unga muvofiq Respublikada umumiy quvvati 41,5 MVt bo'lgan, yiliga 250 mln. kVt/soat elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyatiga ega bo'lgan 142 kichik GES qurilishi rejalashtirilgan.

Respublikadagi mavjud gidroenergetika inshootlarini ishonchli ishlatish, ularni ishlatish sharoitlarini yaxshilash, ularga o'z vaqtida texnik qarovni amalga oshirish, ularni o'z vaqtida ta'mirlash va rekonstruksiya qilishga ko'p bog'liq. Bu gidroenergetika inshootlaridan foydalanuvchi tashkilotlar zimmasiga katta ma'suliyat yuklab, gidroenergetika inshootlarini ishlatishni yaxshilashni talab qiladi.

Gidroenergetika inshootlarini ishlatishni yaxshilash quyidagi yo'nalishlarda olib borilsa, ijobiy natijalar berishi mumkin:

- boshqaruvning rasional tuzilmasini ishlab chiqish va ekspluatasiya xizmatini tashkil etish;
- ilg'or tajribalar asosida ishlatishni ilmiy tashkil etish va xizmatchilar mehnatini taqdirlash;
- gidroenergetika inshootlarini texnik boshqarishni avtomatlashtirilgan tizimini mukammallashtirish va ishlab chiqish;
- yangi, mukammallashtirilgan nazorat-o'lchov asboblarini ishlab chiqish;
- ta'mirlash-ekspluatasiya ishlarini kompleks mexanizatsiyalanishini ta'min etuvchi ilg'or (progressiv) texnologiya va mexanizmlarni yaratish;
- gidromeliorasiya tizimi va undagi gidrotexnika inshootlarini ishlatish uchun meliorativ mashinalarning to'la kompleksini yaratish;
- kanallarni qurish va ta'mirlash uchun to'liq texnologik komplekslarni ishlab chiqish hamda tadbiq qilish yo'li bilan ta'mirlash-ekspluatasiya ishlarida mehnat samaradorligini oshirish;
- suv xo'jaligi ob'ektlari va ba'zi bir gidrotexnik inshootlarni ishlatishning mukammallashtirilgan namunaviy yo'riqnoma, ko'rsatma, qoidalarini ishlab chiqish.

Ishlatish va ta'mirlashga qo'yiladigan talablarni qanoatlantirish uchun gidrotexnika inshootlari *ishonchli* (nadejnost') ishlashi, ya'ni ularga yuklatilgan vazifalarni (funksiya) yo'l qo'yiladigan chegarada, belgilangan xizmat muddatlari davomida bajarishi; ta'mirlashga yaroqli bo'lishi, ya'ni ularning inshootlari va elementlari har qanday texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashga, aralash inshootlarini ishdan chiqarmagan holda, moslashgan bo'lishi; ishlatish davrida *kam*

*sarf xarajatli bo'lishi; estetik arxitekturaviy ko'rinishga ega bo'lishi; asoslangan texnik zahira (materiallar, detallar va instrumentlarning zahira hajmi) ga ega bo'lishi lozim.*

Har bir soha o'z yo'nalishi bo'yicha gidrotexnika inshootlariga ma'lum bir talablarni qo'yadi, masalan *sug'orish* - magistral kanalga suv istemol qilish grafigiga muvofiq o'z vaqtida kafolatli suv yetkazib berish va loyqa cho'ktirmaslik talabalarini qo'ysa, *suv ta'minoti* sohasi-ichimlik va sanoat ehtiyoji uchun kafolatlangan suv olishni, *gidroenergetika* sohasi – rejalashtirilgan elektr energiyasini son jihatdan ta'minlab ishlab chiqishni; *suv yo'llari* - suv trassasi farvaterida hisobiy suv sathi va chuqurlikni ushlab turishni; *baliq xo'jaligi* esa baliqlarni o'tkazuvchi inshootlarda baliqlarni jalb qiladigan oqim tezligini yaratishni talab qiladi. Bu talablar bir biriga har doim ham mos kelavermaydi.

Mamlakatimizda gidrotexnika inshootlarini ishlatish bo'yicha ma'lum bir tajribalar to'plangan, lekin mazkur tajribalar mavjud gidrotexnika inshootlarini eskirganligini inobatga olib, zamonaviy ilmiy ishlar asosida boyitilishi va amalda qo'llanilishi lozim. Olib boriladigan ilmiy ishlar quyidagi yo'nalishlarda bo'lsa mavjud gidrotexnika inshootlarining ishonchliligi ta'minlanib, xizmat muddatlari cho'zilgan bo'lar edi:

- inshootlarni ekspluatatsiya qilish xususiyatlarini o'rganish;
- gidroenergetika inshootlarining barcha turlarini diagnostika qilishning ilmiy-uslubiy asoslarini ishlab chiqish;
- gidroenergetika inshootlarining xavfsizlik mezonlari va xavfsiz ishlatish qoidalarini ishlab chiqish;
- inshootlar xavfsizligiga tabiiy, seysmik va texnogen ta'sirlarni o'rganish hamda inshootlarni kuchaytirish usullarini yaratish;
- gidroenergetika inshootlari va ularning gidromexanik uskunalariga ishlatish sharoitlarini ta'siri hamda ular oqibatidagi shikastlanish, buzulishlarni ta'mirlash usullarini o'rganish;
- inshootlarni ishlatilishi va eskirishini hisobga olib ta'mirlash, qayta tiklash, rekonstruksiya qilish, yangi inshootlarni loyihalash usullarini ishlab chiqish va konstruksiyalarini yaratish hamda sh.o'. va x.q.

## 6. GIDROENERGETIKA INSHOOTLARI VA ULAR GIDROMEXANIK JIHOZLARIDAGI BUZULISH HAMDA AVARIYA HOLATLARINING TAHLILI

---

### 6.1. Umumiy holatlar

Gidroenergetika inshootlaridagi avariya sanoat, fuqaro, transport va boshqa inshootlardagidan farqli o'laroq nafaqat inshootning o'zini bahosi bilan belgilanadigan zararni qayta tiklash, balki oqim bo'yicha pastda joylashgan boshqa ob'ektlarni buzulishi va shikastlanishi, suv bosishi natijasida keltirilgan zararlari bilan xarakterlanadi. Bu gidroenergetika inshootlarini loyihalash, qurish va ishlatishda e'tiborga olinishi kerak.

Yirik to'g'onlar bo'yicha Halqaro komissiyaning ma'lumotlariga ko'ra, dunyoda 800 mingdan ko'p, har xil turdagi to'g'onlar mavjud, ulardan 50 mingga yaqinining balandligi 15 m dan ko'p. Yig'ilgan ma'lumotlar bunday o'lchamdagi to'g'onlarning buzulishi va shikastlanishi bilan bog'liq mingdan ko'p avariya bo'lib o'tganligini ko'rsatgan. Beton to'g'onlar uchun buzulishning o'rtacha yillik takrorlanishi -  $(0.5...2) \cdot 10^{-4}$ , grunt to'g'onlar uchun -  $(2,5...5) \cdot 10^{-4}$  tashkil qilmoqda. 70- yillarda qurilgan zamonaviy to'g'onlarning o'rtacha buzulish ehtimolligi  $10^{-5}$  ni tashkil qiladi. Oxirgi 200 yil ichida 600 ko'p yirik to'g'onlarning avariya va buzulishlari kuzatilgan. Ularning chet mamlakatlardagi umumiy va avariylari soni (1990 yilgacha bo'lgan ma'lumotlar bo'yicha) mos ravishda: AQSH - 3197 va 331, Yaponiyada - 1874 va 16, Buyuk Britaniyada - 436 va 32, Hindistonda - 375 va 3, Ispaniyada - 335 va 5, Fransiyada - 277 va 4, Avtraliyada - 230 va 29, SHveysariyada - 100 va 4, GFRda - 67 va 3 ni tashkil qilgan. Yirik to'g'onlar bo'yicha Halqaro Komissiyaning ma'lumotlariga ko'ra, avariya va buzulishlar: inshootlar asosi va poydevori qismi gruntini noto'g'ri baholash (55%), suv tashlamalarning o'tkazuvchanlik qobiliyatini yetarli emasligi (23%), konstruksiyalarni past mustahkamligi (14%) va boshqa sabablar (8%) oqibatida vujudga kelmoqda. S.E. Mirsxulavaning ma'lumotlariga ko'ra esa 40-45% buzulishlar - loyihalashda yo'l qo'yilgan xatolar, 20% - ishlab chiqarish xatolari, 30% - ishlash sharoitini buzulishi xatolari, 5...7% - yeyilish va yedrilish natijasida vujudga kelmoqda.

Keltirilgan ma'lumotlar avariya va buzulishlarning asosiy qismini to'g'onlar asoslari va qirg'oqqa tutashmalarda kechadigan jarayonlarni yetarli hisobga olmaslik, daryoning hisobiy suv sarfini pasayishiga olib keladigan gidrologik rejimini past o'rganilganligi va to'g'on materialining mustahkamligini yo'qolishi orqasida avariya va buzulishlar vujudga kelayotganligini tasdiqlamoqda.

To'g'onlar avariylari katta miqdordagi ziyonga olib keladi. Djostatun (AQSH, 1937 y.) to'g'oni avariya 100 mln. dollar, Teton (AQSH, 1976 y.) – 400 mln. dollar, Mal'pase (Fransiya, 1959 y.) to'g'oni – 70 mln. dollarga tushgan. To'g'onlar avariylarida insonlar qurbon bo'lishlari: Vayont (Italiya, 1963 y.) to'g'onida 3000 kishini, Oros (Braziliya, 1960 y.) to'g'oni – 1000, Mal'pase – 421 kishini hayotdan ko'z yumishlariga olib kelgan..

MDX xududlarida hozirgi paytgacha yirik to'g'onlarning buzulishi kuzatilmagan, ammo kichik to'g'onlarni buzulishlari uchrab turadi. Misol uchun 1930 yilda Qoradaryoda, 30 yillik ishlatishdan so'ng past Naporli to'g'onning mittli qismi, 1955 yilda Lujiskiy GES tuproq to'g'oni buzulgan. Kaxov suv ombori 1955 yilda to'ldirilayotganda o'rab turuvchi dambaning 200 m uzunligida 50 ming m<sup>3</sup> hajmida pastki qiyaligi sirg'alib tushgan. 1987 yili Tojikistonning Saragozon suv omborini vaqtinchalik dambasining buzulishi 58 oilani bosh panasiz qoldirgan, beton ko'priki buzulgan, sel temir yo'l izini yuvib, chorvachilik fermasini olib ketgan.

Eng yirik avariya Italiyaning Vayont to'g'onida bo'lib o'tgan. O'sha vaqti u balandligi 261,6 m li, baland arkali to'g'on bo'lgan. Suv omboriga 20 s ichida uzunligi 2 km, maydoni 2 km<sup>2</sup> va hajmi 270...300 mln. m<sup>3</sup> bo'lgan juda katta tog' massasi qulab tushgan, bu tog' massasi avariya gacha sezilmaydigan suriluvchanlikka ega bo'lgan. Tog' massasi katta tezlik bilan daradan sakrab o'tib qarama-qarshi tomondagi yon-bag'ir ustida 140 m. balandlikka turib qolgan. To'g'on o'rkachi ustida 150 m balandlikka ega to'lqin hosil bo'lgan, ammo to'g'on shikastlanmasdan qolgan.

## **6.2. Grunt to'g'onlardagi buzulish va avariya holatlari**

Yirik to'g'onlar bo'yicha Halqaro komissiyaning ma'lumotlariga ko'ra grunt to'g'onlarning ishonchliligi kontrfors va arkali to'g'onlar ishonchliligi bilan taxminan bir xil. Eng ko'p mahalliy materiallardan (tuproqdan, tosh tuproqli, tosh to'kma) qurilgan to'g'onlar buzulishi kuzatilgan. Taxminan 80% to'g'onlar

qurilish paytida yoki doimiy ishlatish davrida o'rkachi orqali suvni oshib tushishi, asosi va tanasidan kuchli fil'trasiya sababli buzulgan. Bunda, asoslarni buzulishi – 25%, tanasi buzulishi – 47%, suv tashlamalarining buzulishlari 23% va boshqa sabablar bilan 5% to'g'onlarda kuzatilgan. Grunt to'g'onlarning buzulishlarini boshqa sabablariga: drenaj tizimining yetarli ishonchli emasligi, to'g'onni bir qismi bo'sh allyuvial yotqiziqalarda joylashib, boshqa qismi – mustahkam asosda bo'lgandagi kuchli fil'trasiya natijasidagi erroziya va yuvilishlar, to'g'onni notekis cho'kishi, katta o'lcham (masshtab)li saysmik jarayonlarga o'tadigan mikroseysmik jarayonlar, sezilarli o'prilish jarayonlari va boshqalar kiradi.

Mikroseysmik jarayonlar taxminan yirik suv omborlari qurilganda, asos gruntiga qo'shimcha yuqori yuklama tushganda, buning ustiga asos tog' jinsiga va qirg'oq tutashmalari qatlamlariga bosim ostida suv singib kirganda, tektonik yoriqlarda ilashimlik kuchi pasayganda hosil bo'ladi. Bu jarayon Mid Leyk (AQSH), Kariba (Zambiya), Kremasta (Gresiya), Koynopgar (Hindiston) va boshqa to'g'onlarda kuzatilgan.

Quyida ba'zi bir to'g'onlarda bo'lib o'tgan avariya yoki buzulishlarga misollar ko'rib o'tamiz.

*Xel Xoul (AQSH)* to'g'oni – tosh-tuproqli, qiya yadro bilan, loyiha bo'yicha balandligi 125 m, o'rkachi bo'yicha uzunligi 475 m bo'lgan. To'g'onga tuproq to'kilishi davrida diametri 4 m li tunnel qurilgan bo'lgan. 1964 y. toshqin boshlanishi davriga kelib yadro to'g'on prizmasidan 41,5 m past qilib bitqazilgan bo'ladi. Toshqin payti, hali qurib bitqazilmagan to'g'ondan suv toshib tushgan va tosh to'kma orqali sezilarli kuchli fil'trasiya hosil bo'lgan. Pastki qiyalikda hosil bo'lgan suv oqimi to'g'on asosi va qiyaligini jadal yuvib boshlagan. To'g'on orqali  $340 \text{ m}^3/\text{s}$  suv sarfi o'tgan va u  $535 \text{ m}^3$  tog' jinsini yuvib ketgan.

*Oros (Braziliya)* to'g'oni ham tosh tuproqli, balandligi 54 m, glina grunt dan markaziy yadroga ega bo'lgan. Asosi qoya toshdan iborat bo'lgan, pastki prizmasi allyuvial gruntga tayangan bo'lgan. 1960 yili toshqinni vodosliv orqali 200 m li belgidagi o'tkazib yuborish rejalashtirilgan. Ammo qurilish cho'zilib ketgan. Kuchli yomg'ir daryodagi suv sarfini  $2250 \text{ m}^3/\text{s}$  ga yetkazgan, bu payti qurilayotgan inshootning belgisi 183 m da bo'lgan. 24 soat ichida belgini 190 m ga yetkazishgan, ammo bu yetarli bo'lmagan, suv ombori to'lib ketgan. Suv oldin o'rkach orqali 0,35 m qalinlikda qatlam hosil qilib tushgan, so'ng esa to'g'on tanasidan 800 ming  $\text{m}^3$  grunt ni olib chiqib ketgan. 34 soatdan keyin pastki b'efga 730 mln. $\text{m}^3$  atrofida,  $9600 \text{ m}^3/\text{s}$  eng ko'p sarf bilan suv tashlangan. Harbiy

qismlarning tezkor yordami bilan aholi evakuasiya qilingan. SHunday bo'lsada, toshqin keltirib chiqargan bu avariya natijasida, 40 ming kishi qurbon bo'lgan.

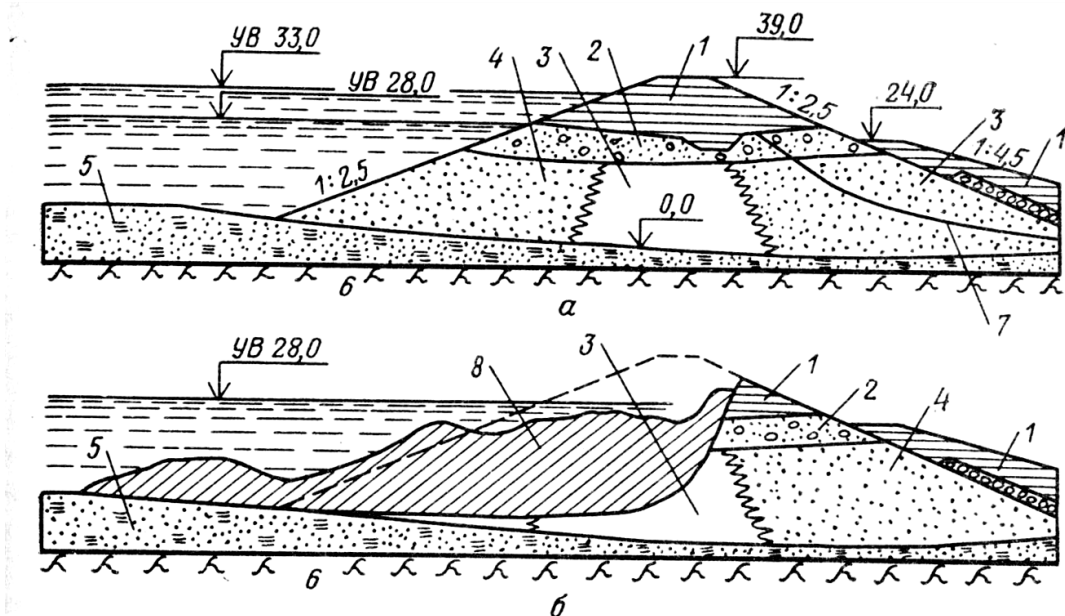
5.1.da aytib o'tilgan *Titon (AQSH) to'g'oni* tosh-tuproqli, yadroli, balandligi 93 m, o'rkachi bo'yicha uzunligi 760 m bo'lgan. To'g'on asosi bo'shliqlarga ega va yoriqlari bor tog' jinsidan iborat reolitdan tashkil topgan. YAdro uch qator 91 m li skvajinada va tashqi skvajinalar oralig'i (qadami) 6 m markaziy qatori – 3 m bo'lgan, in'eksiya qilingan parda bilan tutashtirilgan. Avariya boshlanishigacha in'eksion parda hali qurilib bitirilmagan bo'lgan. 1976 yilning iyunida to'g'onni qirg'oq oldi qismida, pastki b'efda 1,25 l/s atrofida fil'trasiya hosil bo'ladi. 2 sutkadan keyin bu uchastkadagi fil'trasiya oshib ketadi va uning sarfi 1,4...1,7 m<sup>3</sup>/s ga yetadi. Z0 minutdan keyin esa suv sarfi 2 m<sup>3</sup>/s ga ko'tariladi. Titon to'g'onni pastida joylashgan uch shahardan aholini evakuasiya qilish boshlanadi. YAna 1 (soatdan keyin fil'trasiya sarfi 28 m<sup>3</sup>/s ga yetadi. YUvilish daganagi (voronka) hosil bo'ladi va u jadal to'g'on to'kmasiga yaqinlashadi hamda uni yuvib ketadi. 1...1,5 soatdan keyin avariya hosil bo'ladi. 14 kishi qurbon bo'ladi, 2000 kishi jarohatlanadi va 30000 kishi bosh panasiz qoladi. Buning ustiga kommunikasiyalar, qurilmalar va dambalar buzuladi, yo'llarni loy bosadi, qishloq xo'jaligi ekinlari, kanallar, daraxtlar yakson bo'ladi. Avariyaning aniq sababini aniqlashni imkoniyati bo'lmaydi. Titon to'g'onni avariyasini har tomonlama tekshirib chiqqan maxsus komitet buzulishga olib kelishi mumkin bo'lgan quyidagi sabablarni ko'rsatadi: to'kmaning asos va qirg'oq bilan tutashgan joylaridagi in'eksion parda orqali fil'trasiyani katta miqdorda hosil bo'lishi; yadroning o'ng qirg'oq qismidagi ko'ndalang yoriqlar orqali fil'trasiya; in'eksion pardani aylanib o'tgan fil'trasiya. SHuni aytib o'tish lozimki, to'g'onda NO'A o'rnatilgan bo'lganda fil'trasiya manbalarini aniqlash va o'z vaqtida chora ko'rishni iloji bo'lar edi. Ekspert komiteti rahbarining fikricha bu to'g'onni qayta tiklash sarf - xarajati yangi to'g'onni qurish bahosi bilan tengdir.

*San-Fernando pastki (AQSH) to'g'oni* grunt yuvib kelib to'kilib qurilgan, yadrosi bor va uni usti qismiga grunt to'kilgan (13.1,a – rasm), balandligi 43 m va o'rkachi bo'yicha uzunligi 640 m. 12 sekundga cho'zilgan 9 ball atrofidagi seysmik ta'sirda, to'g'onni 400 m uzunligidagi yuqori qismi o'pirilib tushgan (6,1,b – rasm). Buzulish tepa qiyalik boshqa ko'p yuvma to'g'onlarga nisbatan ancha tik kilib qurilgan uchun hosil bo'lgan.

*Gor'kov GES to'g'oni (MDX)* grunt yuvib kelinib to'kib qurilgan, atrofida ikki qatlamli teskari fil'tri bilan yotqizilgan quvurli drenaji bor. To'g'onni o'ng

qismida, quvurli drenaj joylashgan zonada, 1958...1959 yillarda diametri 0,6...1,25 m, chuqurligi 0,5...1,8 m li 22 ta daganak hosil bo'lgan paytda, drenaj quvurlarida sizib o'tgan suv bilan birga qum paydo bo'lgan. Ayrim joylarida quvur qum bilan  $\frac{3}{4}$  qismigacha to'lib qolgan. Zudlik bilan ta'mirlash ishlarini olib borish lozim bo'lgan. SHikastlanishning sababi drenaj quvurlari zvenolari tutashmalarini buzulishi va quvurlar oxirining qirralarini shikastlanishi bo'lgan. SHurf kovlash usuli bilan ayrim uchastkalarda teskari fil'trning qalinligi 15...20 sm (yirik donador qum va shag'al tosh 8...10 sm qatlamda) ekanligi aniqlangan, bu loyihada belgilanganidan sezilarli – 40 sm ga farq qilgan. Buning ustiga, asosdagi suglinokli linzalar qurilish paytida olib tashlanmagan.

*Rovallen (Avstraliya) to'g'oni* markaziy glinali yadrosi bilan, balandligi 43 m., o'rkachi bo'ylab uzunligi 579 m qilib qurilgan. U qurilgandan keyin bir yil o'tgandan so'ng, to'g'on yadrosining qirg'oqqa tutash vodoslavga yaqin joyida, shartli diametri 1,4 m va chuqurligi 1,3 m o'yiqlik hosil bo'lgan. SHuning uchun zudlik bilan suv ombori suvdan bo'shatilgan va suv sathi 0,3 m/sut tezlik bilan 7,6 m ga tushirilgan, shu bilan xavfli suffoziyadan qutilib qolingan. Avariya sababi – yadro va beton devor orasidagi kontaktning sifatli qilinmaganligi va yo'l qo'yib bo'lmaydigan gradient hosil bo'lishidir.



6.1- rasm. San-Fernando pastki to'g'oni:

a – avariya gacha; b – buzulishdan keyin; 1 – bosilib (tekislangan) grunt; 2, 4 – yuvib olib kelingan grunt; 3 – yuvib olib kelinib to'kilgan yadro; 5 – allyuviy; 6 – qoya tosh; 7 - depressiya egri chizig'i; 8 – qulab tushish zonasi.

Keltirilgan misollar grunt to'g'onlar buzulishining ikki holatda vujudga kelishi: toshqin va yer qimirlashi paytida hosil bo'lishini ko'rsatdi. Ammo

ko'pchilik grunt to'g'onlarning buzulishi va avariya holatlari ishlatish davrida o'z vaqtida, gidromexanik jihozlarni normal ishlashini ta'minlab, suv tashlamalarni kerakli holatini ushlab, suv omborini bo'shatishda yo'l quyiladigan tezlikni ta'minlab, tik yon - bag'irlar, fil'trasiya (asosan beton, metall elementlar bilan to'g'on grunti, asosi kontakti) ni kuzatib, bartaraf qilinishi mumkin.

gidroenergetika inshootlarini loyiha asosida sifatli qilib qurish va qurilgan inshootni malakali ishlatish muammosi dolzarb muammo bo'lganligi sababali, shu o'rinda gruntli inshootlardagi bir avariyaning kelib chiqish sabablarini Toshkent viloyatining CHinoz tumani xududidagi YAngiobod suv yig'uvchi ko'li dambasi misolida ko'rib chiqamiz.

Ko'lda Toshkent shaxridan keladigan oqava suvlar to'planadi. Ko'lning suvi ichishga yaroqsiz, ammo 25-30 yildan buyon undan suv sug'orishga ishlatib kelinadi. Bir vaqtlar, bu yerda, temir yo'lchilarni yordamchi xo'jaligi bo'lgan, ular yordamchi xo'jalikni suv bosishdan saqlash, ko'l suvini to'plab, sug'orishga ishlatish maqsadida, bir jinsli (suglinok-soz tuproq) grunt dan uch qator dambalar qurib, ko'lni uch qismga bo'lishgan. Hozir bu yerlarda 55 fermer xo'jaligi faoliyat yuritmoqda va ular 43 nasos qurilmasi yordamida ko'ldan suv olishib 800 ga dan ortiq yerni sug'orib, dexkonchilik qilishmoqda.

Avariya uchragan, ko'lni boshidagi damba o'rkachi (teyasi) bo'yicha kengligi 12 m, eng ko'p balandligi 7 m, Naporli va bosimsiz qiyaliklar  $m \approx 1.0$  qilib qurilgan. Dambada diametri 1,0 m li temir-beton quvurli suv o'tkazgich qurilgan (13.2 – rasmga qarang). Damba tanasi (8) dagi, ushbu (2) suv o'tkazgichning tutashtiruvchi choklari konstruksiyasi loyiha va qurilish amaliyotiga zid ravishda, sementli aralashma tiqib quyib yuborilganligi, buning ustiga damba tanasi grunti tarkibida (depressiya egri chizig'idan pastki zonada) tuzlar bo'lganligi sababli, chok konstruksiyasi ichidagi aralashma sifati keyinchalik buzulgan, aralashma erib quvurga tushib ketgan.

Quvur ichidagi oqim so'rish effektini hosil qilganligi sababli, damba depressiya egri chizig'i zonasidan suvni va suv bilan birga gruntini quvur ichiga so'rib tushirilishiga olib kelgan, natijada damba tanasida, suv o'tkazgich ustida «tashqi yuvilish» daganani (voronka) hosil bo'lgan, avariya holati vujudga kelgan. Ushbu avariya holatini, temir-betonli quvurni oldiga peremichka (suv to'sgich) qo'yib, quvurni ochib, choklari konstruksiyasini to'g'rilash va suv o'tkazgich ustini yetarli zichlikda grunt to'kib shibbalab bartaraf qilish o'rniga dambani chap



qirg'og'iga tutash uchastkasida, suv o'tkazish uchun  $d=0,8$  m li metall quvur o'rnatilgan va temir-betonli suv o'tkazgich zatvori yopib qo'yilgan.

Metall quvur o'rnatilgan joy yorilgan, avariya bo'lib o'tgandan so'ng avariya oqibatlarini bartaraf qilish bo'yicha ishlar boshlangan payti (29.01.2007 y) dambani kuzatganimizda, dambani metall quvur o'rnatilgan chap qirg'oq oldi (5) uchastkasi yuvilgan, temir-beton quvurli suv o'tkazgich ustida tashqi (4) daganak hosil bo'lgan, dambani Naporli frontida bir qism yuqori qiyalik (10) o'pirilib tushgan, to'g'on o'rkachi ustida bo'ylama va ko'ndalang yoriqlar (6) hosil bo'lganligini kuzatdik (6.2 – rasm). Dambani Naporli qiyaligini o'pirilib tushishiga sabab, damba yorilgandan so'ng Naporli frontda suv birdan tushib ketgan, hali o'z holatini yo'qotmagan depressiya egri chizig'i zonasidagi suv (7) siljish chizig'i bo'ylab sizib chiqib gruntни o'pirib, (8) holatiga tushishiga olib kelgan. Avariya olib kelgan sabablar fikrimizga quyidagilar:

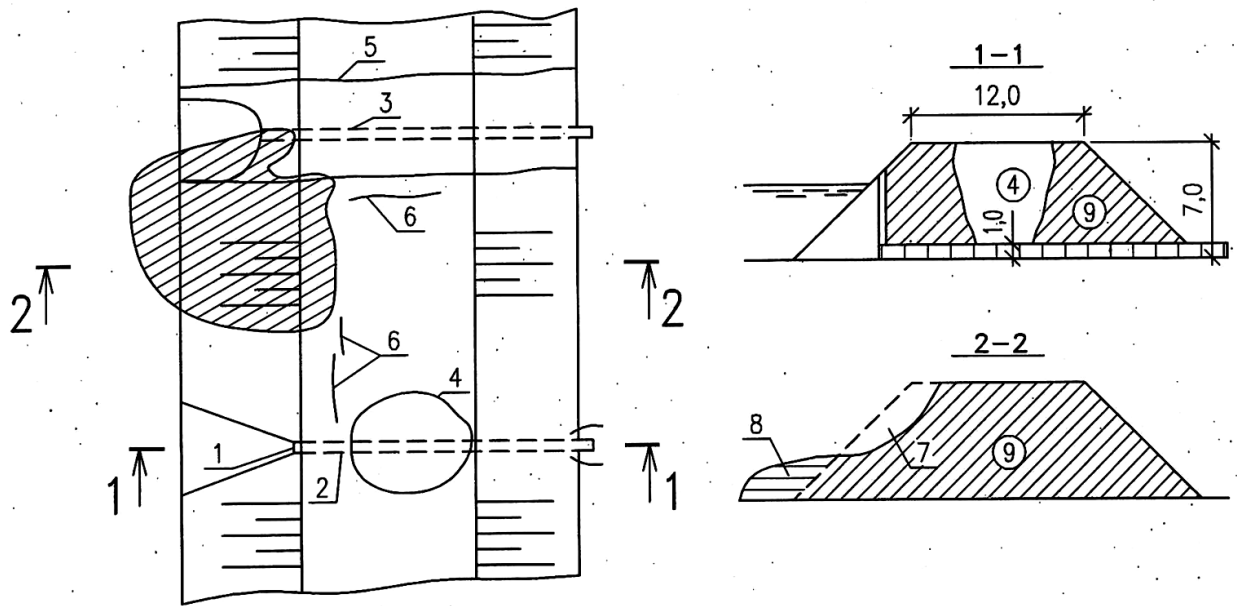
1. Damba loyihasiz, suv to'lqini, depressiya egri chizig'i hisob-kitob qilinmasdan qurilgan, gruntning kimyoviy tarkibi o'rganilmagan.

2. Qurilish davrida, temir-beton quvur tutash choklari konstruksiyasiga rioya qilinmagan, to'g'on tanasi yetarli darajada zichlanmasdan qurilgan.

3. Ishlatish qoidalari ishlab chiqilmagan, kuzatish ishlari olib borilmaydi.

4. Ta'mirlash ishlari qoidalariga rioya qilinmagan, metall quvur yon fil'trasiya yo'lini uzaytiradigan diafragmasiz, buning ustiga grunt yetarli zichlanmasdan qurib yuborilgan, natijada quvur sirti bo'ylab fil'trasiya yo'li ochilgan, u depressiya egri chizigi zonasidan ko'p miqdorda grunt zarrachalarini olib chiqqan va damba shu joyidan yorilgan.

Damba loyiha bilan qurilsa, buning ustiga qurilish sifati o'z vaqtida tekshirilib borilsa, quruvchi tashkilot qurilish me'yorlari va qoidalarini bajargan bo'lar edi, ishlatish malakali, to'g'ri tashkil qilinganda, damba texnik holati o'z vaqtida kuzatib borilganda, o'z vaqtida avariyanı oldi olingan bo'lar edi va x. q. Bunday avariya holatlari barcha inshootlarda shu jumladan GES va nasos stansiyalari tarkibiga kiruvchi inshootlarda ham uchrashi mumkin.



6.2 – rasm. YAngiobod suv yig‘uvchi ko‘li bir jinsli grunt dambasining avriyadan keyingi holati sxemasi:

1- temir-betonli quvur o‘tkazgichning suv qabul qilgichi (ogolovkasi); 2 – temir-betonli quvur  $d=1,0$  m; 3 – metall quvur ( $d=0,80$  m); 4 – o‘yilish daganagi; 5 – suv yorib, yuvib ketgan uchastka; 6 – to‘g‘on o‘rkachidagi bo‘ylama va ko‘ndalng yoriqlar; 7 – siljish sirti; 8 – o‘pirilib tushgan grunt uyumi; 9 – to‘g‘on tanasi; 10 – to‘g‘onni o‘pirilib tushgan uchastkasi. O‘lchamlari, m.da.

### 6.3. Beton va tosh to‘g‘onlardagi buzulish va avariya holatlari

Beton to‘g‘on avariylari va buzulishlarining asosiy sabablari asos jinslarini yuk ko‘tarish qobiliyatini yetarli hisobga olmaslik yoki asos bilan inshoot kontaktida og‘irlik kuchini notekis tarqalishidir. Bundan tashqari buzulishlarni asos tog‘ jinsining siljuvchan (suriluvchan)ligi, ularni yemirilishi, drenaj yoki sementasiya qilingan pardani ishdan chiqishi, asosdagi yuqori fil’trasiya va boshqalar keltirib chiqaradi. Arkali to‘g‘onlar avariylarining asosiy sababi qoya toshli asos jinsini yuk ko‘tarish qobiliyatini pasayishidir.

Qo‘yida beton to‘g‘onlar avariylari va buzulishlariga misollar keltiramiz. 5.1 da aytib o‘tilgan Mal’passe (Fransiya) to‘g‘oni balandligi 60 m, yupqa silindrik arkadan iborat bo‘lgan, arka asosining qalinligi 6,91 m, o‘rkachida esa 1,5 m ni tashkil qilgan. 1959 yili to‘g‘on buzulgandan so‘ng 421 kishi qurbon bo‘lgan, ko‘p moddiy zarar yetkazilgan. Kuchli yomg‘ir suv omboridagi suv sathini oshirib 100 m belgicha yetkazgan, vodosliv o‘rkachi 100,4 m bo‘lgan. Bunda tub oldi suv

qo'ygichining diskli zatvori avtomatik ravishda ochilishi kerak bo'lgan, ammo avtomatika ishlamay qolgan. Belgi 100,12 m bo'lganda navbatchi kuzatuvchiga zatvorni qo'l bilan ochishga topshiriq bergan. 1,5 soatdan so'ng suv sathi 3 sm ga pasaygach, kuzatuvchi inshootni tashlab ketgan, u ketgandan keyin 25 min o'tgandan so'ng to'g'on birdaniga buzulgan. Maxsus komissiya buzulishning bir qator mumkin bo'ladigan sabablarini ko'rib chiqqan, ular: seysmik ta'sir, shu jumladan yaqin orada qurilayotgan avtomobil yo'lidagi portlatishlar, deversiya, meteorit tushishi, tub oldi suv quyigichini ishlatish qoidasidani chetga chiqishlar, beton ishlarining sifatini pastligi, to'g'on mustahkamligini hisoblashdagi xatoliklardan iborat bo'lishi mumkin deb taxmin qilingan.

Ekspertlarning xulosasiga ko'ra, chap qirg'oq ustunini 208 sm ga siljishi, qoya toshli asos mustahkamligini va unda yoriqlari mavjudligini yetarli hisobga olmaslik natijasida, to'g'on buzulgan.

*Vega-de-Tera (Ispaniya) to'g'oni* balandligi 34 m, kontrforsli qilib qurilgan. Kontrfors betondan Naporli plita qo'yib tosh terma qilingan. To'g'on 3 yillik ishlatishdan so'ng 1959 yilda buzulgan. Bunda suv ombori suvga DNS gacha to'ldirilgan bo'lgan. Avariya natijasida 17 ta kontrfors yuvib ketilgan. Tosh termaning elastiklik moduli hisobiy kerakli elastiklik modulidan bir muncha kam bo'lganligi sababli to'g'on buzulgan. Kontrforsning yuqori tayanch qismini cho'zilishga zo'riqishi 5 MPa dan oshib ketgan. Naporli beton plita bu holatda kontrforsga tayangan va konsol' sifatida ishlagan, chunki uning asosi yaxshi biriktirilmagan bo'lgan. Asosda cho'zuvchi va yuqori urinma kuchlanish hosil bo'lgan, bu kontrforslarni surilishiga olib kelgan.

*CHikkaxole (Hindiston) gravitasion to'g'oni*, balandligi 36,7 m, 1968 yili qurilgan, ishlatishning to'rtinchi yilidan keyin buzulgan. Bu to'g'on ham oxakli aralashma bilan tosh terma qilib qurilgan. Suv tashlovchi inshooti kengligi 10 m, balandligi 3 m, 450 m<sup>3</sup>/s suv sarfini o'tkazadigan 4 oraliqli vodoslivdan iborat bo'lgan. 3 sutka davom etgan kuchli yomg'ir 1150 m<sup>3</sup>/s.toshqinni keltirib chiqargan. To'g'on o'rkachidan suv toshib chiqqan. To'g'on tanasida chuqurligi 14,3 m, o'rkachi bo'yicha uzunligi 122 m va tubi bo'yicha kengligi 26 m bo'lgan o'yiqlik hosil bo'lgan. Buning ustiga sel toshqini paytida elektr ta'minoti tizimida avariya vujudga kelgan va vodoslivlar ustidagi zatvorlarni ko'tarishga mo'ljallangan elektrik lebedka ishdan chiqqan.

*Islom (Hindiston) to'g'oni* kontrforsli, tekis plitalarga ega, daryo tubidan 12,2 m va tishi (zub) ning eng past nuqtasidan 16 m balandlikga ega qilib qurilgan.

To'g'on qalinligi 0,46 m bo'lgan 67 kontrforsga ega bo'lgan, kontrforslar esa tekis Naporli qoplama va qalinligi 0,31 m bo'lgan poydevor plitaga ega bo'lgan. Avariya dan bir kun oldin, uchastkalardan birida poydevor plitasi teshigidan sizib o'tayotgan suvning sarfi ko'paygan. Avariya bo'lgan kunda kontrforslardan birining poydevor plitasi ostidan suvning sezilarli oqimi chiqqan, yuqori b'efdagi suv sathi esa 0,6 m ga pasaygan. Zatvorni ko'tarishni iloji bo'lmagan, to'g'on buzilgan. Poydevor plitasi hosil bo'lgan o'yiqa tushib ketgan, tagi yuvilgan kontrfors yiqilgan. To'g'onning 5 seksiyasi pastki b'efga olib chiqilgan, 3 tasi shikastlangan. YUqorida keltirilgan dalillardan ko'rinib turibdiki, buzulish tish va tish asosining suv o'tkazmaydigan grundi uchastkasidagi poydevor plitasi ostidan grunt yuvib ketganligi natijasida vujudga kelgan. CHunki asosda sifatsiz geologik qidiruv olib borilgan yoki loyha past texnik darajada ishlab chiqilgan.

To'g'onlardagi avariya va buzulishlarning keltirilgan misollari, shuningdek ular sabablarining tahlili, muntazam ravishda 4...5 yilga kamida 1 marta beton to'g'onlarning holatini nazoratdan o'tkazish kerakligini ko'rsatmoqda.

SHuning uchun ham Respublikamizda yirik gidroenergetika inshootlarini, shu jumladan beton to'g'onlarni, inspektorlik tekshiruvdan o'tkazish tartibi ishlab chiqilgan va bu ishni amalga oshirish Vazirlar Mahkamasi huzuridagi «Davsuvxo'jaliknazorat» inspeksiyasiga yuklangan. Bundan tashqari har 5 yilga 1 marta markazlashgan tekshiruvdan o'tkazish ham yo'lga qo'yilgan.

#### **6.4. Suv tashlama va mexanik jihozlardagi buzulishlar**

Ishlatish davrida suv tashlamalar, ko'p holatlarda, yuqori tezlikka ega oqim ta'siri ostida bo'ladi, u sezilarli gidrodinamik yuklama, past Naporli zonalar, oqimning yuqori turbulentsligini hosil qiladi. Ushbu jarayonlar inshootlar ayrim elementlarining turg'unligini pasaytiradi, ularni tebranishlariga, kavitasion yemirilishga, shuningdek pastki b'efini sezilarli mahalliy yuvilishiga olib keladi. Ularni hosil bo'lishini hisobga olmaslik yoki sabablarini bilmaslik shikastlanish, avariyalarga, ba'zi holatlarda esa gidrouzel katastrofasiga olib keladi, bu katta ziyonlarni keltirib chiqaradi (6.1 ga qarang).

YUqoridagilarning tasdig'i sifatida quyidagi misollarni keltiramiz.

*Evklide de Kun'ya va Armondo Sales de Oliveyra (Braziliya)* to'g'onlari mos ravishda oqim bo'yicha yuqori va pastda (orasi 10 km) joylashtirilgan va tosh-tuproqdan bunyod qilingan edi. Birinchisining balandligi 53 m, o'rkachi bo'yicha

uzunligi 305 m bo'lib, 1977 yilda o'ng qirg'og'i oldida taxminan 40% ga, ikkinchisi esa (balandligi 35 m, o'rkachi bo'yicha uzunligi 660 m) – 25% ga buzulgan, chunki bunda, bir qism suv inshootlarni aylantirib qurilgan kanal orqali yo'naltirilgan. Buzulish – birinchidan, o'z vaqtidan 0,01% ta'minlanganlik bilan sel hosil bo'lganda, ekspluatasiya xizmatining aybi bilan suv omboridagi suvni sathi pasaytirilmagan, ikkinchidan, vodoslivlar zatvorlarini kechikib va to'liq ochilmaganligi sababli vujudga kelgan.

*Karnafuli (Bangladesh) to'g'oni* har birining kengligi 12,2 m bo'lgan 16 oraliqdan tashkil topgan va to'g'on tanasida joylashgan suv tashlamaga ega bo'lgan. Betonli yaxlit devor ko'rinishidagi, o'rkachi belgisi 24,46 m bo'lgan suv tashlamaning markaziy qismi slansda joylashgan, pastki qismi belgisi 15,19 m bo'lib, ikki yuqori qatorda qalinligi 0,46 va pastki qatorda qalinligi 1 m beton plitalar bilan yopilgan, qiyaligi koeffisienti 2 ga teng grunt to'g'on qiyaligi hisoblanadi. Suv tashlama 12700 m<sup>3</sup>/s suv sarfiga hisoblangan. Ishlatishning birinchi yili (1961) da, 3400 m<sup>3</sup>/s suv sarfli toshqin paytida (16 tadan) 11 ta plita buzulgan, ular orqasida esa chuqur o'yiqlik hosil bo'lgan edi. Vujudga kelgan vaziyatda (kuchli yomg'ir payti) suv tashlama kuzatish (ko'rib chiqish) ishlarini olib borish uchun bir kunga to'xtatilgan va qaytadan ishga tushirilgan. Ikki haftaga bir marta, vaqti - vaqti bilan to'xtatish yuvilish tugaganini va plitalar buzulishi to'xtaganligini ko'rsatgan. Yomg'irli toshqin o'tgandan, suv urilma hovuz (quduq) suvdan bo'shatilgandan keyin buzulishning yakuniy tasviri ma'lum bo'lgan.

Qiyalik ostonasida o'yiqlik hosil bo'lgan. Kalinligi 1 m li pastki beton plita surilgan va singan, ulardan ba'zi birlari o'yiqqa tushib ketgan. Plitalarning bir qismi suv urilma hovuz tubiga tushib qolgan. Suv urilma hovuzning suv urilma plitasi ham shikastlangan va zudlik bilan ta'mirlanishni talab qiladigan bo'lgan. Avariya keyin modelda o'tkazilgan tadqiqotlar, avariya suv tashlama oraliqlarini notekis ochish paytida hosil bo'lgan yuqori ko'taruvchi bosim sababli kelib chiqqanligini ko'rsatgan.

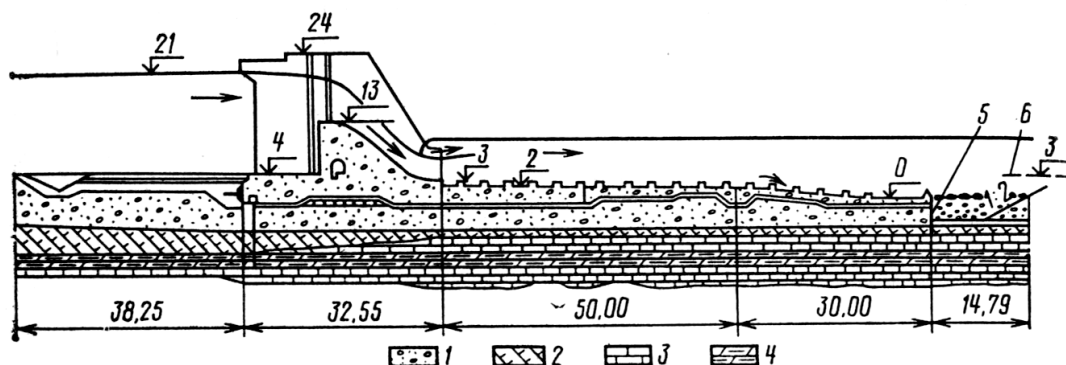
*Uelnot Gruv (AQSH) to'g'oni* balandligi 33,6 m, asosi bo'yicha kengligi 32,1 m va o'rkachi bo'yicha kengligi 3 m bo'lgan, qiyaligiga quruq holda terilgan tosh tashlamadan tashkil topgan. Suv tashlamasi zatvorlarini ishonchli ishlamasligi oqibatida, toshqin payti, ularni ko'tarish imkoniyati bo'lmagan, suv o'rkach orqali toshib chiqqan. Bunda to'g'on qiyaliklari judayam tik bo'lgan, ularni turg'unligi suv ombori to'lgan payti chegara qiymatiga ega bo'lgan. To'g'on to'liqlik buzulgan, 129 kishi qurbon bo'lgan.

*Grand Kuli (AKSH) to'g'oni* suv tashlama frontining uzunligi 503 m, balandligi 169 m va vodosliv ustidagi solishtirma suv sarfi  $55,6 \text{ m}^3/\text{s}$  bo'lgan, qoya toshning katta bo'lagi o'pirilib tushishi natijasida suv urilma buzulgan.

*Dnestr daryosidagi Dubossar gidrouzulin*ing suv tashlama to'g'oni kengligi 13 m li 8 ta oraliqqa ega bo'lgan, oraliqlar tekis zatvorlar bilan jihozlangan. Uning suv tashlama to'g'oni, suv urilmasi va risbermasi bo'ylab qirqimi 6.3 - rasmda ko'rsatilgan. Inshoot loyihadan chetga chiqishlar bilan qurilgan. CHetki (birinchi va sakkizinchi) oraliqlarda zatvorlarni qisman ochish imkoniyatini beradigan stopor reykasi o'rnatilmasdan qolgan. Risbermadan keyingi mustahkamlovchilar tadqiqotchilarning tavsiyalariga muvofiq qurilmagan: tosh to'kma o'rniga egiluvchan bog'lanib plitalar yotqizib yuborilgan (ammo quyida ko'rsatilgandek bu buzulishni keltirib chiqaruvchi asosiy sabab emas). 1956...1957 yillardagi tekshirib chiqishlar egiluvchan bog'lamali plitalardan iborat mustahkamlovchi qisman buzulganligi va uning oxirgi qatori ostidan tosh to'kma yuvib olib chiqib ketilganligini ko'rsatgan. Bir qator plitalar osilib qolgan, ular tagida bo'shliqlar hosil bo'lgan. Eng katta buzulish to'rtinchi va beshinchi oraliqlar qarshisida bo'lib o'tgan. Mustahkamlovchidan keyin chuqurligi 8,5 m li chuqurlik hosil bo'lgan. 1959 yili xar xil kattalikdagi tosh tashlash yo'li bilan ta'mirlangan. Ammo keyingi to'rt yil ichida, yuvilish davom etgan. Ikkinchi marta ta'mirlangan: yuvilish daganagi qiyaligi bo'ylab gal'ka va mеbendan to'kma qilingan, to'kma ustiga esa 0,2...0,3 katallikka ega tosh 1 m qalinlikda yotqizib yopilgan. 1967...1969 yillardagi toshqinni o'tkazishida, egiluvchan mustahkamlovchi yana qayta, katta miqdorda buzulgan. Maxalliy yuvilish daganagining chuqurligi beton mustahkamlovchi belgisidan past, 10...11 m ga yetgan. 1978 yili og'irligi 2.3 t tetraedrlar qo'llanilib uchinchi ta'mirlash bajarilgan, ular tosh tashlamaning qolgan qismini ustiga yotqizilgan. Egiluvchan mustahkamlovchilar qaerda qolgan bo'lsa, ular ustida armaturalar bilan bog'langan yangi plitalar yotqizilgan. Ammo 1978 va 1979 yillardagi toshqin ta'mirlangan mustahkamlovchini yana deformatsiyalanishiga olib kelgan.

YAngi plitalar eskilari bo'ylab siljigan, ulardan ba'zi birlari ag'darilib tushgan, yoki suv bilan olib ketilgan. Tetraedrlar oqim bo'ylab pastga surilib ketgan. Hozirgi paytda ekspluatasiya xizmatiga zatvorlarni manyovrlashning sinab ko'rilgan sxemasi taklif qilingan. Dubossar gidrouzeli to'g'onining pastki b'efini buzulishining asosiy sababilar: loyihada muvaffaqiyatsiz konstruktiv qaror qabul qilinganligi, tub oldi suv tashlamalari ishlamaganligi, bunda ishlatish sharoitidan

chetga chiqilganligi, qurilish davrida loyihadan chetga chiqilganligi va to'g'oni ishlatish davrida zatvorlarni manyovrlashning noqulay sxemasi qabul qilinganligidir. Keltirilganlardan ko'rinib turibdiki, gidrouzelda texnik chetga chiqishlar kompleksi mavjud bo'lgan, bu pastki b'ef mustahkamlovchisining oxirgi uchastkasini bir necha marta qayta-qayta buzulishiga olib kelgan.



6.3 – rasm. Dnestr daryosidagi Dubossar gidrouzelingining suv tashlamasi bo'yicha qirqimi:

1 – shag'al tosh-qumli gruntlar; 2 – glinasimon mergel'; 3 – o'rtacha zichlikdagi ohaktosh; 4 – mergel'; 5 – shpunt; 6 – tubning yuvilishgacha bo'lgan sirti. O'lchamlari m.da

*Krasnoyarsk GESi vodoslivli to'g'oni* umuman qanoatlantirarli holatda bo'lgan, 1985 yilda shikastlanishning ikki manbasi hosil bo'lgan, ular vodoslivning uchinchi va beshinchi oraliqlardan keyin, noska-tramplin oxirida joylashgan. Deformatsiya choki zonasida beton buzula boshlagan, o'yilish yuzasi  $3m^2$ , chuqurligi 0,5 m bo'lgan. Taxmin qilinishicha, buzulishning sababi beton ishlarini sifatsiz bajarilishi va yuqori tezlikka ega oqim ta'sirida shu oqim o'tayotgan sirtini himoyalash uchun qo'llanilgan betonning tarkibini yetarli asoslanishsiz tanlanganligidadir.

Suv urilma hovuzlarni buzulishlarining asosiy sabablariga: kavitatsiya eroziyasi, gidrodinamik kuchlar ta'sirida plitalar turg'unligini yo'qolishi, oqizindilar bilan yedirilish va ularga toshlar, yirik betonli qo'qimlar, metall va temir betonli narsalar va sh.o'g' kiradi. Ba'zida toshlar hovuzga mustahkamlovchilar buzulganda uyurumlar bilan olib kelinib tushiriladi. Qo'p holatlarda yirik toshlar yon-bag'irlardan uzilib ularga tushadi. Suv urilma hovuzlarni buzulishi yuqori tezlikka ega (50...55 m/s gacha) oqim bo'lganda ham vujudga kelishi mumkin, bu uzulgan yaxlit betonlar va qo'qimning mexanik ta'siri bilan birga keladigan yuqori gidrodinamik yuklamani keltirib chiqaradi, shu holat

Sayano-SHushensk GESida kuzatilgan. Suv urilma hovuzlarning ko'p buzulishi Sausel' (Turkiya), San Esteban (Italiya), Bxakra (Hindiston) va boshqa to'g'onlarda kuzatilgan.

AQSHining bir qator gidrouzellarining suv o'tkazuvchi oraliqlari suv urilma hovuzi bor konusli zatvorlar bilan jihozlangan, rezonans holatiga kirgan, ammo statik yuklamaga hisoblangan baland ajratish devorlari buzulgan. Bunday xol To'polon suv ombori suv chiqazgichi konusi zatvorida ham kuzatilgan. Hidroenergetika inshootlari zatvorlarini shikastlanishlarining asosiy sabablariga: zatvorlar ishini o'ziga xosligini loyihalashda yetarli hisobga olmaslik, muzlash, ustida muz qotib qolishi, ishlatishning noto'g'ri usullarini qo'llash, texnologik sabablar va boshqalar kiradi. Mexanik jihozlarni noto'g'ri ishlatishga misol qilib *Panshet (Hindiston)* to'g'onidagi avariyaning keltirish mumkin. To'g'on balandligi 56,6 m, ochiq qirg'oq oldi suv tashlama bilan qurilgan. Jadal yomg'irlar davrida zatvor usti izga tushirilgan va zatvor ochilishi 0,61 m bo'ladigan holatda zanjirga osib qo'yilgan bo'lgan. Bu sharoitda suv o'tkazilayotganda sezilari gidravlik zarba hosil bo'lgan, natijada suv tashlama choklari deformatsiyaga uchragan. Dinamik yuklama va choklar deformatsiyalanishi o'z navbatida grunt to'g'on tanasini jadal cho'kishini keltirib chiqargan. 2,5 soat ichida to'g'on 1,37 m ga o'tirgan (cho'kkan) va buzulgan.

Ishlatish amaliyotida, toshqin paytida zatvorlarni ko'tarishni iloji bo'lmagan ko'p holatlar mavjud. Suv toshib o'rkachidan oshib tushgan va to'g'oni buzulgan holatlarga misol taraqqasida yuqorida aytib o'tilgan Uelnot Gruv to'g'oni avariya-sini ko'rsatish mumkin.

Mexanik jihozlarni ishlatish davrida har doim ham zatvorlarni isitish, ular oldida havo bilan oqim tashkil qilish yoki hech bo'lmasa muzni maydalab sindirish ishlari o'tkazilmaydi. Bu ishlar muzni harorat kengayishida statik bosimi ta'sirini oldini oladi. Xuddi shunday sabab bilan (AQSH) Knokok to'g'oni zatvorlari bir vaqitda egilib ketgan.

Zatvorlar izlariga suzib kelgan qo'qimlar tushishi natijasida zatvorlarni erkin yurishiga yo'l qo'ymay, qo'targich vintlar qiyshayib ketgan holatlarga yuqorida ko'p misollar keltirganmiz.

Zatvorlar buzulishlarining yana bir sababiga, ekspluatasiya xizmati mavjud zatvorlar konstruksiyalari va ularni ishlatish tartiblarini yetarli bilmasliklarini ham kiritish mumkin.



## 6.5. Boshqa inshootlardagi shikastlanish va avariyaalar

Boshqa inshootlardagi shikastlanish va avariyaalar judayam har xil bo'lishi mumkin Ularning faqat ba'zi bir xarakterlarini ko'rib chiqamiz. 1975 yili CHerkeysk GES pastki b'efida, suv tashlama tramplinidan keyin, o'zanga 300 ming m<sup>3</sup> atrofida qoya toshli grunt o'pirilib tushgan. O'pirilib tushish sababi – suv tashlama ishlaganda massiv suvga to'yinib turg'unligini yo'qotganligidir. Bunda pastki b'efdagi suv sathi birdan va ko'p miqdorda ko'tarilgan, to'g'on galereyasi pastki ikki yarusi suvga ko'milib qolgan. O'zanni tozalash murakkab va mehnat talab qiladigan ishlar majmuidan iborat bo'lib qolgan. SHu gidrouzelning yaqinida, bir necha turg'un turmagan qoya tosh bloklar (1,5...2 ming m<sup>3</sup> gacha) o'pirilib tushgan, ular suv omborini to'ldirilishida suvga ko'milib qolishgan.

Murakkab avariya holati San Esteban (Italiya) to'g'oni tunnelli suv tashlamasida vujudga kelgan. Tunnel naporsiz rejimga hisoblangan bo'lgan. Ekspluatasiya sharoiti pastki b'efda yuqori suv sathi turgan payti uni ishlatishni taqozo qilgan. Tunnel suvga ko'milgan bo'lgani uchun ham uni ichida gidravlik sakrash hosil bo'lgan. Qoya toshni uzulish zonasi uchastkasida tunnel qoplamasining temir-betonli halqasi buzulgan. Tunnelga sinish zonasini to'ldirib turgan maxsulotlar kelib tusha boshlagan, bu sinishni kunduzgi (tashqi) joyida o'yiqlik og'iz hosil qilgan. Avariya shikastlanishlarini bartaraf qilish katta hajmda tog' va boshqa ishlarni bajarishni taqozo qilgan.

Bundan 60...70 yil avval Boulder (AQSH) gidrouzelidagi diametri 15,2 m bo'lgan suv tashlamaning tunnel qoplamasi va qoya toshli asosi kavitasion eroziya natijasida buzulgan. Tunnel orqali 390 va 1070 m<sup>3</sup>/s suv sarfi o'tkazilgan, bu hisobiyga nisbatan mos ravishda va 19% ni tashkil qilgan, suv tezligi 36 m/s gacha yetgan. Tunnel qoplamasi buzulgandan so'ng qoya toshda chuqurligi 13,7, kengligi 9,5, uzunligi 35 m bo'lgan chuqur hosil bo'lgan. SHuningdek kavitasion buzulishlar Al'deodavilo (Ispaniya), Infeynilo (Meksika), Movtail (AQSH) va boshqa gidrouzellarda kuzatilgan. Xuddi shunday o'yilish (2002 y) Rovotxo'ja gidrouzeli chap qirg'oq (Darg'om) kanali tunnelida kuzatilgan.

Ko'p miqdorda oqizindilari bor tog' daryolarida betonning yemirilishi va unga yirik oqizindilar, gal'ka, katta tosh va sh.o'. urilishi natijasida suv o'tkazuvchi traktlar shikastlanishi kuzatilgan. Bunga misol qilib Sox daryosidagi, 1947 yilda qurilgan, *Sari Qurg'on suv olish uzelinesi* 6 suv tashlama oraliqdan

iborat suv tashlama inshootning buzulishini keltirish mumkin, undagi oqizindilarning tarkibi yirik qum va geolektrikdan iborat bo'lib, yirikligi 300...350 mm ga yetadi. Granitli yirik toshli qoplama bilan qoplangan beton sirti ishlatishning birinchi yilidayoq 1,2 m chuqurlikgacha buzulgan. Vodoslivning ayrim joylari qalinligi 25 mm li metall listalar bilan qoplangan suv urilmasiga 1 m oraliqda butobeton to'ldirilib rel'slar o'rnatilgan edi. 1950 yilgi toshqin buto betoni bilan rel'slarni va metall listalarni - buzgan edi. Keyinchalik vodosliv rel's va shveller bilan to'shama qilinib, ularga qalinligi 25 mm li po'lat listalar kavsharlangan.

Kuy Mozor nasos stansiyasi 1965 yilda ishga tushirilgan. Gidromexanik jihozlari, Naporli quvurlari korroziyaga uchragan, eskirgan, Avankamerasida, suv qabul qilgichi oldidagi tekis zatvor kuchli korroziyaga uchraganligi sababli qoplama o'zining loyihaviy qalinligini yo'qotgan, 2003 yil zatvor yopilib nasos ta'mirlanayotganda oldidagi sal ko'tarilgan suv bosimini ko'tara olmagan, egilib ketgan, natijada kamera ichida ishlayotgan 1 kishi suv tagida qolib halok bo'lgan.

2 - Jizzax nasos stansiyasi 1982 yili ishga tushirilgan. Bir vaqtlar bu yerda Naporli quvurlarning ikkalasi bir biri bilan quvur qo'yilib ulanib qoldirilgan, shu peremichka keyinchalik kovsharlanib yopilgan. Buning ustiga bu yerda, Naporli quvurlar nasoslardan tutashtiruvchi quvur va umumiy quvurga teskari ikkilik quyib ulangan. Tadqiqotlarimiz teskari ikkilikda, nasoslar qo'shilish davrida, suvning avtotebranma harakati, ma'lum bir vaqt ichida mavjud bo'lishini ko'rsatgan. SHu avtotebranma harakat ikki qatlam qoplamani 2002 yilda yorib yuborgan, nasos stansiyasi binosi barcha elektr jihozlari bilan suvni tagida qolgan, katta sarf-xarajatlar bilan nasos stansiyasi ishi 2 haftadan keyin qayta tiklangan. Xuddi shunday avtotebranma harakat «Bobotog'» nasos stansiyasi Naporli quvuri ikkinchi tayanchini vertikal yorilishga olib kelgan, K-2-2 nasos stansiyasida esa quvurlarni ulab turuvchi flanesni qisman uzganligi kuzatilgan (2005...2007 yy.). Bunday yuklama ostida, korroziya ta'sirida Naporli quvurlarni yorilishi 2003 y Qizil tepa nasos stansiyasida ham kuzatilgan, yorilish nasos agregatidan keyin, bino ichida quvurda vujudga kelgan.

Naporli quvurlarni korroziyasi natijasida yorilishi Respublikamiz GESlarida kuzatilmagan. Ammo GESlar tarkibiga kiruvchi inshootlarda boshqa xarakterdagi buzulishlar uchrab turadi. Masalan SHahrixon GESlar kaskadi 5A-GESi da kotlovan qiyaligida grunt suvlari depressiya egri chizigi kunduzgi yuzaga yaqin kelib qolib qiyalikni o'prilishi xavfini keltirib chiqqargan edi, hozir uni oldi

olingan. Toliq'ulon – 3 GESi pastki b'efi dim bo'lib ishlab, bino ichiga suv sizib kirib, bino turg'unligiga solayotgan xavfini oldi olingan. SHahrixon GESlar kaskadi 6-GES derivasion kanali yon-bag'irdan o'tgan, uning chap dambasida yuvilish va yer teshar hayvonlar ini mavjudligi natijasida dambani yorilish xavfi mavjud edi, oldini olish uchun qoplamalar bilan mustahkamlash loyihasi ishlab chiqilgan va u amalga oshirilmoqda.

Bunday misollarni ko'plab keltirish mumkin, ammo shuni aytib o'tish lozimki GES va nasos stansiyalari inshootlarining buzulishi va avariya holatlari sabablari muayyan holatlarda har xil bo'ladi, ularni bartaraf qilishda, shu sharoitlar hisobga olinishi zarur.

### **Nazorat savollari:**

1. Grunt inshootlar avariylariga misollar keltiring va ular sabablarini tushuntirib bering.

2. Beton to'g'onlardagi avariylar va ularning kelib chiqish sabablarini tushuntiring.

3. Hidroenergetika inshootlari mexanik jihozlarini qanday xarakterli shikastlanishlarini bilasiz?

4. GES va nasos stansiyalari inshootlaridagi qanday xarakterli avariya holatlarini bilasiz va ularni kelib chiqish sabablarini bayon qiling.

