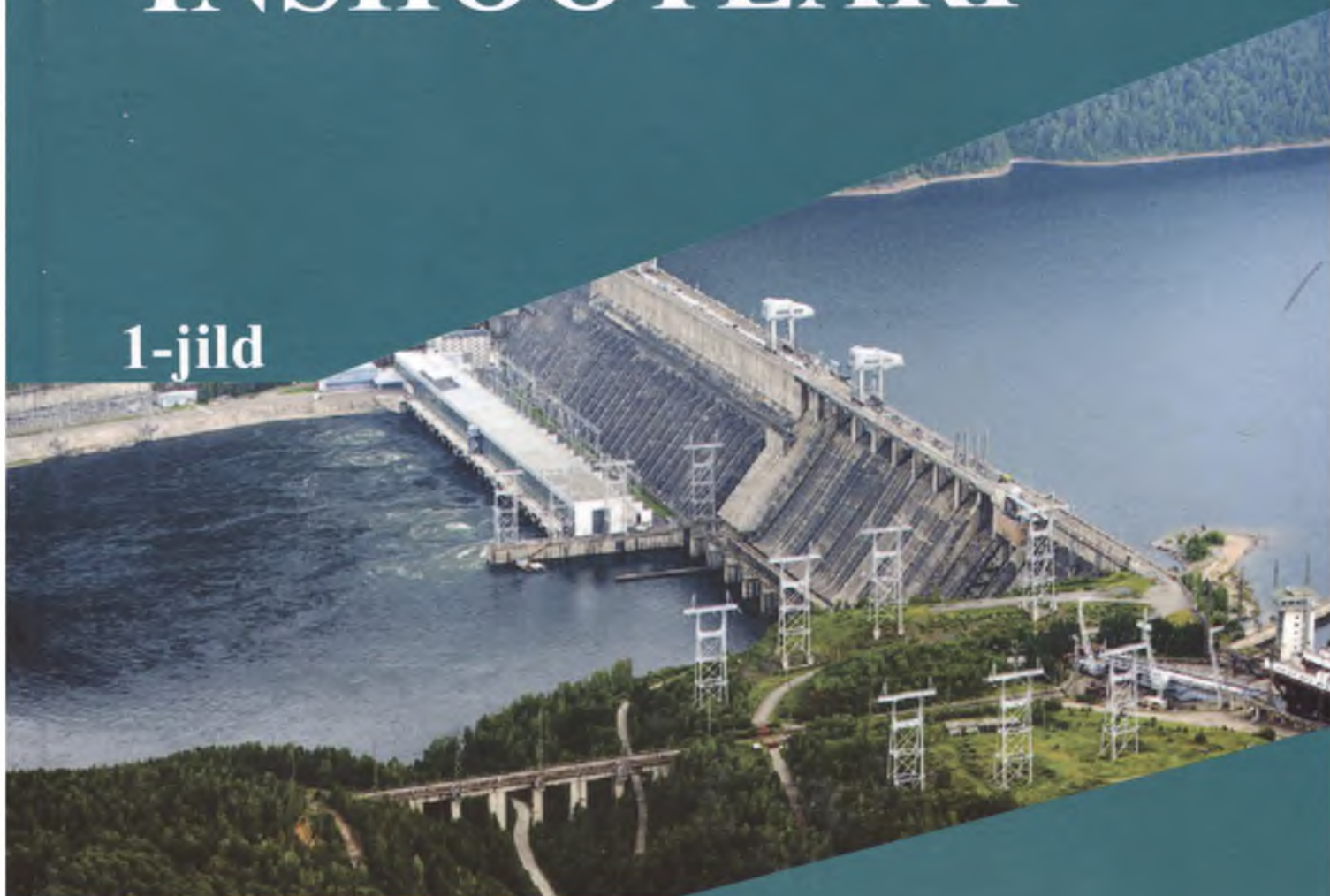


626
945

GIDROTEKNIKA INSHOOTLARI

1-jild



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

**I.Majidov, X.Fayziyev,
O'. Husanxodjayev, N. Raxmatov**

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI

(1-jild)

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan 5340700-Gidrotexnika qurilishi (daryo inshootlari
va gidroelektrostansiyalar qurilishi) bakalavriat yo'nalishi
hamda 5A340701-Gidrotexnika inshootlari (daryo inshootlari va
gidroelektrostansiyalar) magistratura mutaxassisliklari uchun
darslik sifatida tavsiya etilgan*

**Toshkent
"Ijod-press"
2019**

UO'K: 626/627(075.8

KBK: 38.77ya73

G45

Taqrizchilar:

Bazarov D.R. – *Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash instituti «Suv energiyasidan va nasos stansiyalardan foydalanish» kafedrasini mudiri, professor, t.f.d.*

Sayfiddinov S. – *TAQI Bino va inshootlar kafedrasini professori vazifasini bajaruvchi, t.f.n., dots.*

Majidov, I.U.

Gidrotexnika inshootlari. (Matn): darslik / Mualliflar: I.U.Majidov, X.Fayziyev, O'.I.Husanxodjayev, N.Raxmatov – T.: "Ijod-Press" nashriyoti, 2019. – 312 b.

ISBN: 978-9943-6223-0-2

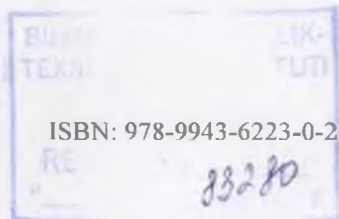
Ushbu darslikda suv resurslari, suv xo'jaligi va uning tarmoqlari, gidrotexnika inshootlari haqida umumiy ma'lumotlar, ularning zaminlari va ishlash sharoitlari, gidrotexnika inshootlarining zaminlaridagi filtratsiya, gidrotexnika inshootlariga ta'sir qiluvchi kuchlar, Gruntli to'g'onlarni loyihalash va ularni filtratsiya, mustahkamlik hamda turg'unlikka hisoblash masalalari batafsil bayon qilingan.

Darslik amaldagi dastur asosida yozilgan bo'lib, oliy ta'lim muassasalarining 5340700 – "Gidrotexnika qurilishi (daryo inshootlari va gidroelektrostansiyalar qurilishi)" bakalavriyat ta'lim yo'nalishi va 5A340701 "Gidrotexnika inshootlari (daryo inshootlari va gidroelektrostansiyalar) magistratura mutaxassisliklari uchun mo'ljallangan. Undan soha loyihachilari, muhandis-texniklar, o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi muassasalari o'qituvchilari, suv xo'jaligi mutaxassislari ham foydalanishi mumkin.

UO'K: 626/627(075.8

KBK: 38.77ya73

G45



ISBN: 978-9943-6223-0-2

© "Ijod-Press" nashriyoti, 2019

© I.U.Majidov va boshqalar, 2019

SO‘ZBOSHI

Ushbu darslik O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-4732-son Farmonidagi ustuvor yo‘nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy tayyorgarligi darajasini rivojlantirish, ularning ilg‘or pedagogik tajribalarni o‘rganishlari hamda zamonaviy ta’lim texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha malaka hamda ko‘nikmalarini takomillashtirish maqsadida tayyorlangan.

Ushbu darslikda suv resurslari, suv xo‘jaligi va uning tarmoqlari, gidrotexnika inshootlari haqida umumiy ma’lumotlar, ularning zaminlari, ishlash sharoitlari, gidrotexnika inshootlarining zaminlaridagi filtratsiya, gidrotexnika inshootlariga ta’sir qiluvchi kuchlar, Gruntli to‘g‘onlarni loyihalash va ularni filtratsiya, mustahkamlik hamda turg‘unlikka hisoblash masalalari batafsil bayon qilingan.

Darslik amaldagi dastur asosida yozilgan bo‘lib, oliy ta’lim muassasalarining 5340700 – “Gidrotexnika qurilishi (daryo inshootlari va gidroelektrostansiyalar qurilishi)” bakalavriyat ta’lim yo‘nalishi va 5A340701” Gidrotexnika inshootlari (daryo inshootlari va gidroelektrostansiyalar) magistratura mutaxassisliklari uchun mo‘ljallangan. Undan soha loyihachilari, muhandis-texniklar, o‘rta maxsus kasb-hunar ta’limi muassasalari o‘qituvchilari, suv xo‘jaligi mutaxassislari ham foydalanishi mumkin.

Darslik sifatini yaxshilash bo‘yicha takliflarni Toshkent shahri Navoiy ko‘chasi 13-uyga yuborishingizni so‘raymiz.

I BOB.

SUV MANBALARI VA ULARDAN FOYDALANISH

1.1. Suv manbalari, suv xo'jaligi va ularning tarmoqlari

Yer yuzidagi hamma hayotiy jarayonlar uchun suv zarur. Inson faoliyatida suv katta ahamiyatga ega. Yer sharida katta miqdorda suv zahiralari mavjud. Yer sharidagi umumiy suv zahiralari 1,5 mlrd km^3 bo'lib, uni 97,2% sho'r suvlarni 2,15% tuz shaklidagi suvlarni tashkil qilib, undan faqat 0,65% chuchuk suvdan iborat.

Inson faoliyati uchun zarur bo'lgan chuchuk suv miqdori cheklangan, shuning uchun undan oqilona foydalanish zarur. Inson kundalik ehtiyoji uchun 600l (sut.kishi) suv kerak bo'lishiga qaramasdan bu me'yorga erishish biroz qiyin. Dunyoning ko'pgina yirik shaharlarida bu miqdor 200l (sut.kishi)dan kam ko'rsatgichda.

Suv yer yuzasi maydonida hudud va vaqt bo'yicha notekis taqsimlangan. Ayrim viloyatlarda doimo qurg'oqchilik, ba'zilarida bahorda suv miqdori ortiqcha bo'lib xalq xo'jaligiga katta zarar keltirsa, yilning boshqa davrida ushbu viloyatda suv tanqisligi yuz berishi mumkin. Suvni taqsimlanishidagi notekisliklarni bartaraf etish va ushbu viloyatda kerakli vaqtda ma'lum bir miqdordagi suvni yetkazib berish maqsadida qator qimmatli muhandislik tadbirlarini amalga oshirishga to'g'ri keladi. Mamlakatimiz iqtisodiy rivojlanishini ta'minlashda suv resurslari g'oyat katta rol o'ynaydi. Suv xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida hamda aholining hayot faoliyatida ishlatiladi.

Markaziy Osiyo davlatlarining suv bilan ta'minlaydigan asosiy suv zahiralari Chotqol, Pomir – Oloy va Tyanshan tizma tog'larida joylashgan. Markaziy Osiyo davlatlari suv zahirasining 70-80 % Tojikiston, Qirg'iziston va Qozog'iston davlatlarining tog'li hududlarida joylashgan. Shu hududlarda bir yilda 126,9 mlrd. m^3 suv shakllanadi. Bugungi kunda Markaziy Osiyo davlatlari hududlarida joylashgan 8 mln. gektarga yaqin

yerda sug'orma dehqonchilik qilinmoqda. Orol dengizi havzasida shakllanadigan umumiy suv miqdori har bir gektar sug'oriladigan yerga 15750 m^3 dan to'g'ri keladi. O'zbekiston Respublikasida bir yilda o'rtacha 67 mlrd. m^3 suv iste'mol qilinib, shundan 50 mlrd. m^3 sug'orma dehqonchilik uchun sarflanadi. Ya'ni har bir gektar sug'oriladigan yerga o'rtacha 11-12 ming m^3 suvni tashkil etadi.

O'zbekistonning o'z hududida shakllanadigan suvning umumiy hajmi 8-10 mlrd. m^3 dan oshmaydi va har bir gektar sug'oriladigan yerga taxminan 1000 m^3 suv sarflanadi.

Suvning mamlakatimiz hududi bo'yicha taqsimlanishidagi notekislik uning mavsumiy o'zgarishlari tufayli kuchayib boradi. Suv balansiyo uning yil, fasllari bo'yicha bo'linishiga daryolarning suv bilan ta'minlanish xarakteri katta ta'sir ko'rsatadi. Mamlakatimizdagi Zarafshon, Chirchiq, Surxondaryo, Qashqadaryo va boshqa daryolarning suv resurslari tog'lardagi qorlar erishi hamda yomg'ir yog'ishi natijasida shakllanadi. Qorlarni erishi, yomg'ir yog'ishi natijasida to'yinadigan daryolarda eng katta suv sarfi bahor fasliga to'g'ri keladi. Amudaryo bilan Sirdaryoning asosiy obi hayot manbai muzliklar hisoblanadi. Ushbu daryolar yozda ko'p miqdorda suv sarflaydi. Daryo suvlarining yil fasllari bo'ylab notekis taqsimlanishi suv resurslaridan foydalanishni qiyinlashtiradi. Suv tanqisligi, suv resurslarning asosiy qismi, ekinlarni sug'orishga ketadigan qurg'oqchil mintaqada ayniqsa keskin seziladi. Suv tanqisligini yumshatish maqsadida Orol dengizi havzasida qator suv omborlari va bir qancha yirik kanallar qurildi. Bularga Toktagul suv ombori ($19,5 \text{ mlyard m}^3$), Andijon ($1,75 \text{ mlyard m}^3$), Chorvoq ($2,0 \text{ mlyard m}^3$), Qayraqqum ($3,7 \text{ mlrd m}^3$) va boshqa suv omborlarini qurilishi Orol dengizi havzasida joylashgan Respublikalarda vegetatsiya davrida yuzaga keladigan suv tanqisligini birmuncha yumshatishga yordam beradi. Respublikamiz hududida mavjud bo'lgan unumdor yerlardan foydalanish maqsadida "Katta Farg'ona", "Katta Andijon", "Katta Na-

mangan", "Janubiy Mirzacho'l", "Parkent", "Toshkent" va boshqa kanallar qurildi. Bugungi kunda Respublikamiz hududida qurilgan kanal hamda suv omborlar qishloq xo'jaligi, energetika, sanoat va xalq xo'jaligi tarmoqlariga suv yetkazib berish bilan shug'ullanayotgan bo'lishiga qaramasdan, tarmoqlarni suv bilan to'lig'icha ta'minlashni uddasidan chiqilmayapti. Shu sababli sanoat va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi yuksak sur'atlar bilan rivojlantirish yer usti suv zaxiralaridan oqilona foydalanishni va ularni qayta taqsimlashni yo'lga qo'yilishini talab etadi.

Suv resurslarning vujudga kelayotgan tanqisligi sharoitida suvga bo'lgan ehtiyojni qondirishning mintaqa ko'lamidagi tavsiyalarni ishlab chiqish suv xo'jaliga kompleksining asosiy vazifasidir. Mintaqa suv resurslardan kompleks foydalanish tarmoqlaridan har birida suvni asosli tarzda taqsimlash maqsadida tuzilgan suvdan oqilona foydalanishning yagona tarmoqlararo sxemasi bo'yicha amalga oshiriladi. Bugungi kunda deyarli barcha yirik havzalarda suv xo'jaligini rivojlantirish holatini va istiqbollarini xarakterlovchi suv xo'jaligi sxemalari mavjud.

Sanoatning rivojlanishi, qishloq xo'jaligini intensivlash darajasining yuksalishi, aholi sonining o'sishi bilan chuchuk suv iste'moli yil sayin oshib bormoqda. 1950-yilda umumiy suv olish mamlakat bo'yicha 40 km^3 ni tashkil etgan bo'lsa, 1960-yilda 50 km^3 ni, 1970-yilda 55 km^3 ni, 1980-yilda 57 km^3 ni, 1985-yilda 60 km^3 ni va 2002-yilda esa 56 km^3 ni tashkil etdi. Suv iste'moli jadal sur'atlarda ko'payib bormoqda, 50 yil ichida u 1,5 marta o'sdi. Yaqin kelajakda suvga bo'lgan ehtiyoj yanada oshadi.

Suv bilan ta'minlash – suvni iste'molchilarga yetkazib berish demak. Hududiy ishlab chiqaruvchi kuchlarining rivojlanishi, mehnat resurslarining mavjudligi va joylashishi suv ta'minoti bilan bog'liq. Suv bilan ta'minlash suvning sifatiga suv xo'jaligi kompleksining boshqa turlariga bo'lganidan ko'ra yuqoriroq talablar qo'yadi. Suv iste'molchilarini kommunal, sanoat, qishloq

xo'jalik va boshqa turlari bor. Har qaysi suv iste'molchi o'z xususiyatiga ega. Misol uchun uy-joylarni qurilishi kommunal hamda suv sporti inshootlarini suv bilan ta'minlash manbalari quvvatini keskin oshirishni talab etadi. Hozirgi vaqtda kommunal maishiy xo'jalik olinayotgan jami suvning 6 % idan ko'prog'ini iste'mol qilmoqda.

Suvdan sanoatda ham keng foydalaniladi. Misol uchun 1 tonna po'lat ishlab chiqarish uchun o'rtacha 350 m³ suv ishlatiladi. Temir qotishmalari zavodlarida esa suv iste'moli 1 tonna mahsulot hisobida qariyb 800 m³ ni tashkil etadi. 1 tonna ipak tayyorlash uchun 1200 m³ suv 1 tonna kapron tola ishlab chiqarishga esa 2500 m³ suv kerak. 1998-yilda olingan suvning 25% sanoatga sarflanadi.

Qishloq xo'jaligi sohasi mamlakatimizdagi barcha obi hayot iste'molchilar orasida alohida o'rin tutadi. Iste'mol qilinadigan suvning 50 km³ uning hissasiga to'g'ri keladi. Suv xo'jaligi kompleksi sohalari suv resurslariga turlicha talablar qo'yadi. Suv gidroenergetika sohasi uchun energiya manbai, transporti sohasi uchun harakatlanish yo'li, baliq xo'jaligi uchun esa baliq yetishtiruvchi havza hisoblanadi.

Suv resurslaridan kompleks foydalanish suvdan foydalanish samaradorligini oshiradi. Shuningdek, suv xo'jaligi tadbirlariga tor idoraviy yondashuvga chek qo'yadi. Ularning xalq xo'jaligidagi ahamiyati to'la hisobga olinib, suvlarni ifloslanish va tugab qolishdan saqlash bo'yicha talablarga albatta rioya qilinadi.

Yer usti hamda yer osti suvlarini o'rganish, undan turli maqsadlarda foydalanishga qaratilgan tadbirlar yig'indisini o'z ichiga olgan xalq xo'jaligini bir tarmog'i *suv xo'jaligi* deyiladi. Suv xo'jaligi tarmoqlariga quyidagilar kiradi:

1. *Gidroenergetika* – harakatdagi suv energiyasidan foydalanish;
2. *Suv transporti* – daryo ko'l va dengiz suvlaridan kema qatnash yo'li hamda yog'och oqizish maqsadlarida ishlatish;
3. *Melioratsiya* – suvdan sug'orish, zax qochirish niyatida qo'llash;

4. *Suv ta'minoti va kanalizatsiya* – aholini va ishlab chiqarish korxonalarini suv bilan ta'minlash; kanalizatsiya;

5. *Suv boyliklaridan foydalanish* – baliq boqish, tutish, tuz qazib olish va boshqalar;

6. *Suv manbalarini ifloslanishidan va sifatsizlanishidan saqlash, suv bosish hamda sel oqimlaridan yer yuzini yemirilishidan, qirg'oqlarni buzilishidan himoyalash.*

Shuni e'tiborga olish kerakki, bitta suv oqimidan xalq xo'jaligida har xil maqsadlarda foydalanish mumkin. Masalan, daryodan bir vaqtning o'zida energiya manbai, suv yo'li, yerlarni sug'orish hamda baliq yetishtirishda qo'llaniladi. Har bir maqsad uchun alohida suv inshootlari bo'g'inini qurish yaramaydi. Shunday ekan, suv manbalaridan foydalanishni kompleks amalga oshirish joiz. Suv inshootlari bo'g'inini loyihalashda nafaqat bugungi kun talablarini, balki ushbu hudud rivojlanishini ko'p yillikka mo'ljallangan rejasini hisobga olish va ko'zda tutish kerak bo'ladi. Loyihalanayotgan suv inshootlari bo'g'ini suv xo'jaligi tadbirlarini salbiy ta'sirini hisobga olish va uni minimal miqdorga kamaytirish darkor. Bunday salbiy ta'sirlarga, tegrani suv bosishi, suv sifatini yomonlashishi (ifloslangan sanoat oqavalarni tushishi, suv bosgan joydagi buta va daraxtlarni chirishi va h) qishloq xo'jaligi maydonlari hamda shaharlarni suv bosishi, botqoqliklar paydo bo'lishi, yerlarni sho'rlashi, iqlim o'zgarishi, baliq xo'jaligi uchun sharoitni o'zgarishi va hokazolar.

Suv xo'jaligi tarmoqlaridan suv ta'minoti hamda sug'orish, suvning bir qismini olib uni suv manbaiga deyarli qaytarmasdan sarf qiladi yoki uni yetarli darajada tozalamasdan qaytaradi. Shuning uchun ular *suv iste'mol qiluvchi* hisoblanadi.

Suv xo'jaligining boshqa tarmoqlari bo'lgan gidroenergetika, suv transporti, baliqchilik xo'jaliklari esa *suvdan foydalanuvchi* sanaladi. Ular suvni daryo yoki ko'ldan olsa, yana o'sha joyga qaytaradi. Ba'zida suvni boshqa manbaga qaytarish mumkin. Boshqacha qilib aytganda loyihalanayotgan suv xo'jaligi tadbirlari o'zining xarakteriga ko'ra hozirgi paytda yoki kelajakda oqimdan

har tomonlama foydalanishga yo'l qo'yishi lozim va ushbu tadbirlarni amalga oshirilayotgan joydagi suvdan foydalanuvchilarni masalan, mavjud gidroelektrostansiyalar, irrigatsiya suv qabul qilish shaxobchalari yoki suv ta'minoti suv olish inshooti hamda boshqalar talablarga mos kelishi shart.

1.2. Gidrotexnika inshootlarining atrof-muhitga ta'siri.

Gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurish va undan foydalanish davrida suv manbalari va atrof-muhitni muhofaza qilishning asosiy masalalari

Gidrotexnika inshootlarining suv oluvchi, suvni to'suvchi (to'g'on), suvni saqlovchi (suv ombori) va boshqa turlari mavjud bo'lib ular atrof-muhitga har xil ta'sir ko'rsatadi. Mazkur inshootlardan atrof-muhitga eng ko'p ta'sir etuvchisi suv omborlari hisoblanib, ularni loyihalash jarayonida quyidagilarga e'tibor qilinishi lozim:

1. Suv omborini qurishning birinchi bosqichi, uning havzasi uchun joyni qidirish va hisobiy sathlar o'tmetkalarini aniqlashdan iborat. Suv omborining topografik tavsifi bo'lib batigrafik egri chiziqlar: sig'im egri chizig'i W va suv ombori sathi o'tmetkasi- Z ga bog'liq bo'lgan suv ombori yuzasi egri chizig'i Ω xizmat qiladi. Ajratma yerlardan unumli foydalanish nuqtayi nazaridan $\frac{W}{\Omega}$ nisbat namunali bo'ladi, uni suv omborining o'rtacha chuqurligi deb hisoblash mumkin. Loyihalashda suv omborining butun sig'imiga emas, balki foydalanilmaydigan hajm suv sathi bilan NDS o'rtasida joylashgan foydali sig'im W_{ϕ} ga tayanib ish

ko'riladi. $\frac{W_f}{\Omega}$ nisbat qanchalik katta bo'lsa suv omborining tavsifi shuncha yaxshi. Tog'da joylashgan suv omborlari uchun uning qiymati 8-11 va undan katta qiymatlarga, tekislikda joylashgan suv omborlari uchun 2-5 ga teng.

2. Vodiy daryolari odatda mintaqaviy zovurlar hisoblanadi, shuning uchun suv omborida suv sathining ko'tarilishi qo'shimcha dimlanish zonasini ham inobatga olib, daryoga yo'nalgan grunt suvlari oqimi sathini ko'tarilishiga sababdir. Bu ko'tarilish daryodan bir necha va ba'zida o'nlab kilometrga (gruntlarning suv o'tkazuvchanligi hamda daryoda sath dimlanishiga bog'liq holda) tarqaladi. Suv ombori boshida va xo'jalik faoliyatini yuritish chegaralangan yoki cheklangan suv bosadigan zonada qo'shimcha suv dimlanishi dinamikasini bashoratlash loyihaning ajralmas qismi bo'lishi kerak.

3. Iqtisodiy nuqtayi nazardan shunday variant tanlanadiki, bunda to'g'on stvori, NDS, ishlash rejimi, himoyalash tadbirlari va sh.k., suv ombori chegarasidagi qurilish va tadbirlar jami xarajatining birlik mahsulotga (1 m^3 foydali sig'im, 1 kVt soat elektr energiyasi va b.) nisbati eng kichik bo'lishi lozim. Bundan tashqari samaradorlik bilan zararning boshqa tomonlarini ham e'tibordan chetlatmay, masalan, kema qatnovini tashkil qilish, yaxshilash imkoniyati, suv ta'minotini unumdorligi, rekreasion va ijtimoiy effekt, baliqlar ko'chish yo'lini va kema qatnovini to'sish, qirg'oqqa yaqin ekinzor hamda o'rmon mavzellariga ta'sir etish va sh.k.

4. Suv ombori havzasini tashkil etish tadbirlari tarkibi quyidagilardan iborat:

a) yer osti suvlarining ko'tarilishi va yer ustki suvlarining tashlanishi natijasida suv bosadigan zonalaridan hamda to'lqinlar bilan buziladigan qirg'oq polosasidan aholi yashash punktlarini, yo'llarni, EUL, aloqa liniyalarini, tarixiy yodgorliklarni hamda obyektlarni ko'chirish;

b) ba'zi obyektlarni, shu jumladan, ayrim qishloq xo'jaligi yer maydonlarini suv bosishdan himoyalash. Taxminiy baholanganda suv bosadigan zona yangi sharoitlarda grunt suvlari sathi holati bilan aniqlanadi: aholi yashash punktlarida grunt suvlari chuqurligi 4 m dan, boshqa joylarda esa 2 m dan kam bo'lsa, bunday hududlar suv bosgan deyiladi.

v) sanitariya tadbirlari (dezinfeksiya va infeksiyon mollar ko'milgan joylarni, qabristonlarni, tozalash inshootlarini va sh.k. larni ko'chirish; hududni xlorlash);

g) suv omboridan baliq xo'jaligi uchun foydalanilganda chuqur uchastkalarni tayyorlash;

d) arxeologik ishlar (kirish imkonini bo'lmaydigan arxeologik obyektlarni aniqlash, qidirib topish va tadqiq etish);

e) suv ombori tubi hamda yon tomonlaridan filtratsiya natijasida pastda joylashgan obyektlarga (ba'zida o'nlab kilometr uzoqlikda joylashgan) xavf tug'iladigan taqdirda, filtratsiyaga qarshi tadbirlarni qo'llash;

j) zarur hollarda suv omborining ba'zi uchastkalarini shamol va kema qatnovi natijasida hosil bo'ladigan to'lqinlardan, muzliklar o'pirilib tushishidan, yuqori suv sathlaridan, muz to'planib va tiqilib qolishidan himoyalash;

z) grunt ko'chishiga qarshi ishlar;

i) suv omborining suv bosishidan himoyalangan kam suvli zonalarida suv sathini pasaytirish tadbirlari;

k) suv omborining cho'kindilar rejimini rostlash ishlari;

l) bezgakga qarshi tadbirlar;

m) suv omborida oqimning tezlik hamda tezlik rejimlari o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan biologik rejimini rostlash bo'yicha maxsus tadbirlar;

n) ekologik va tabiatni muhofaza qilish bo'yicha tadbirlar.

Ushbu tadbirlarni o'tkazish me'yoriy hujjatlar bilan aniq belgilangan.

II. GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI VA ULARNING ISHLASH SHAROITLARI

2.1. Hidrotexnika inshootlari qurilishining qisqacha tarixi

Yer yuzining dehqonchilik uchun yaroqli kattagina qismida, shu jumladan, Markaziy Osiyoda ham nam tanqisligi mavjud. Shu boisdan insonlar, qadim zamonlardan, tabiiy omillar nomutanosibligini tuzatish hamda yerlarni suv bilan ta'minlashda juda ko'p kuch va mehnat sarf qilib kelgan.

Markaziy Osiyoning jug'rofiy joylashgan o'rni, uning arid iqlimi, ya'ni havoning o'ta quruqligi, yozning issiq va yog'insiz bo'lishi, qishning nam hamda sovuq kelishi, ya'ni iqlimning keskin kontinental ekanligi, o'simliklar vegetatsiyasi davrida atmosfera yog'inlari kam bo'lishi sababli dehqonchilikda sug'orish yo'lini qo'llashgan.

Respublikamizda amalga oshirilayotgan sug'orma dehqonchilik tarixi uzoq o'tmishga borib taqaladi, ya'ni u qariyb 10 ming yillik tarixga ega. Sug'orish bilan bog'liq kanallar, inshootlar qurish ishlari Amudaryo, Sirdaryo va Zarafshon daryolari vodiysida qadim zamonlardan boshlab olib borilgan. Mavjud tarixiy ma'lumotlar hamda arxeologik qazishmalar natijalariga ko'ra, Markaziy Osiyoda sug'orish ishlari bilan eramizdan avvalgi IX–VII asrlarda ham ota-bobolarimiz shug'ullanishgan. Qadimgi Baqtriya, Sug'diyona, Xorazm davlatlari, Farg'ona vodiysida sug'orma dehqonchilik bilan shug'ullanganligi, sug'orish tarmoqlari hamda suv saqlash inshootlarini qurganligi bunga misoldir.

Jumladan, Zarafshon daryosida bundan 2,5 ming yil avval qo'l kuchi bilan bunyod etilgan va hozirgacha saqlanib qolgan Darg'om kanalini olib qarasak, ajdodlarimiz zukko mirob bo'lganligiga ishonch hosil qilamiz.

Bundan tashqari, Zarafshon daryosidan suv oluvchi qadimiy va hozirgi paytda ham faoliyat ko'rsatayotgan Narpay, Mirzaariq, Shohrud, Vobkent, Pirmast, Sultonobod va boshqa ko'pgina kanallarni sanab o'tish mumkin.

Qadimiy davrda ko'pgina davlatlarning poytaxtlari daryo yoki kanal bo'yida barpo etilgan. Masalan, Darg'om kanali Samarqand (Marokand)ni suv bilan ta'minlagan bo'lsa, Shohrud kanali Buxoro shahri ichidan o'tgan.

Olib borilgan arxeologik tadqiqot natijalarilari shuni ko'rsatdiki, Amudaryoning quyi qismida irrigatsiya tarmoqlarini eng rivojlangan davri eramizdan avvalgi VI asrdan to eramizning III asrlarigacha bo'lgan vaqtga to'g'ri keladi.

Saqlanib qolgan tarixiy hujjatlarga ko'ra, Xorazm vohasi Markaziy Osiyoda sug'orma dehqonchilik bilan shug'ullanish maqsadida qurilgan eng qadimiy gidrotexnik inshootlar tizimiga ega bo'lgan hududdir. Fikrimizning dalili sifatida Amudaryodan Xorazmning o'ng qirg'og'idan to Sultoniztog' balandligigacha joylarni sug'orish uchun eramizgacha bo'lgan birinchi ming yillikning o'rtalarida qurilgan Gauxvar (Gavhar) kanalini keltirish mumkin.

Eramizning I asrlarida Sultoniztog' yon bag'irlarini sug'orish uchun Tuproqqal'a kanalidan suv oluvchi kattagina tarmoq qurib bitkaziladi, G'aznaobod-Chermen-Yab kanalidan sug'oriladigan yerlar ko'lamini kengayadi, III-asrda g'arbiy qiyot kanali barpo bo'ldi, IV asrda Guldursin va Berkut qal'a kanallari atrofida vohalarda sug'orma dehqonchilik ishlari yo'lga qo'yiladi. IX asrda Gurganj (ko'hna Urganch), G'aznaobod (Madra) kanali quyi qismida dehqonchilik tiklanib, Amudaryoning quyi deltasi viloyatlarini irrigatsiya o'zlashtirishi boshlanadi. Shu davrda Shovot (Shohobod) va Buve kanallari qurilgan. X asrda Amudaryoning chap qirg'og'ida Xiva kanalidan ikkita tarmoq kanallari bunyod etilgan.

VIII asrda suv ko'tarib beruvchi qurilmalarning dastlabki vakillari- chig'iriqlar (2.1, 2.2-rasmlar) Xorazmda birinchi bo'lib ishlatilgan.

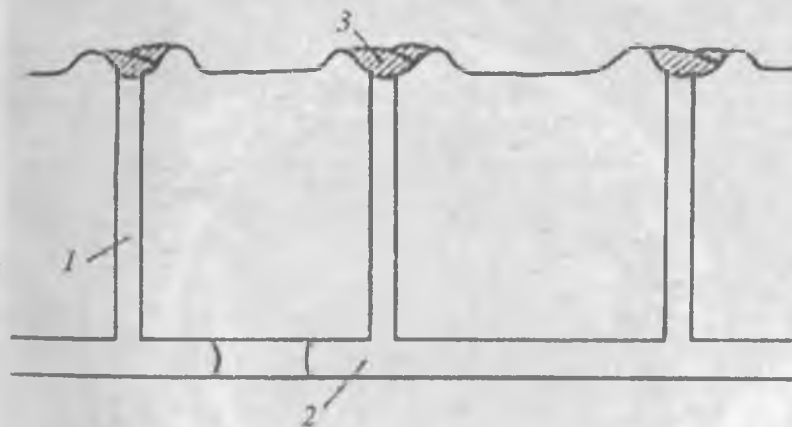
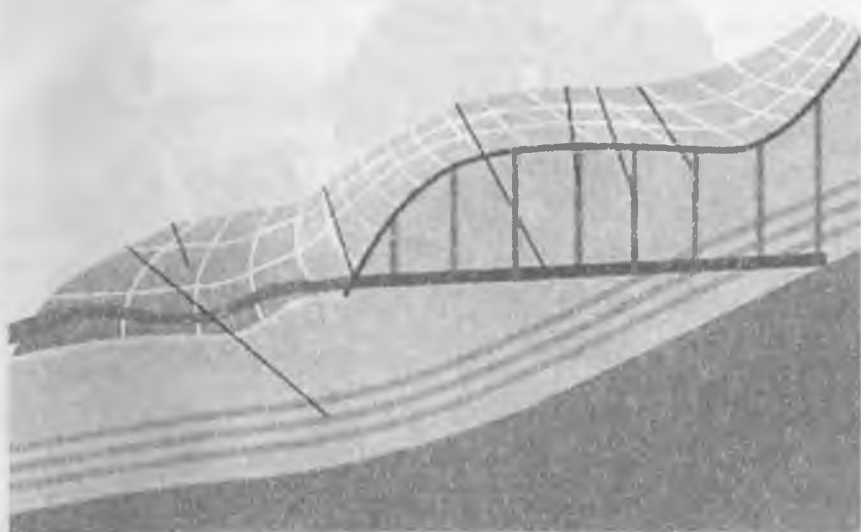
Qolavesa, VIII asrdan Markaziy Osiyoda korizlar yordamida yer osti suvidan sug'orish maqsadida foydalanish (2.3, 2.4-rasmlar) amalga oshirigan.



2.1-rasm. Suv chiqaruvchi chig'ir.



2.2-rasm. Suv ko'taruvchi chig'ir.



2.3-rasm. Koriz sxemasi:
1-quduq; 2-tunnel qismi; 3-chiqish qismi.



2.4-rasm. Koriz qudug'i va undan suv chiqadigan joyi.

Koriz — yer ostidan o'tkazilgan murakkab suv inshootidir. Bunday irrigatsiya inshootini qurish nihoyatda qiyin edi. U mashaqqatli qo'l mehnatidan tashqari, yer osti suvlari to'planadigan qatlamni yil mavsumlarida bu suvlar sathida ro'y beradigan o'zgarishlar va koriz chiqariladigan joy relyefidagi nishablikni juda aniq belgilashni talab etgan.

Tarixiy ma'lumotlarga ko'ra XII–XIII asrlarga kelib Xorazmda irrigatsiya ishlarining biroz jonlanganligini guvohi bo'lamiz: G'aznaobod (g'azavot) kanali Chermen — Yab arig'i orqali Shohsanamgacha, G'irya kanali Qavatqal'a viloyatigacha yetkaziladi.

Markaziy Osiyoda qadimiy va eng yirik kanal hisoblangan Toshsaqa kanali o'zining tarmoqlari hisoblanmish Shovot, Polvon hamda G'azovot kanallari ayni kunlarda ham faoliyat ko'rsatayotganligini aytib o'tish mumkin.

Toshkent vohasidagi sug'orish tizimlari asosan Chirchiq va Angren daryolarida qurilgan. Grek tarixchilarining ta'kidlashicha, Toshkent atrofidagi yirik kanallar eramizdan avvalgi III–II asrlarda ham mavjud.

Shosh vohasi shimoli-g'arbdan ko'chmanchi qabilalar hujumidan qadimiy Bo'zsuv arig'i va salobatli devor bilan himoyalangan edi. Mazkur ariq shu kunga qadar saqlanib qolgan. Qadimiy kanallar masalan, Zax, Salor kanallari islom dini kirib kelgungacha o'z nomlari bilan atalib kelinmoqda.

Sirdaryo daryosining o'rta oqimida ikkala qirg'oq bo'ylab yirik sug'orish kanallari, shahar va qishloqlar izlari qolgan bo'lib, bundan 700–800-yil avval maydonlar kanallar bilan sug'orilishi natijasida voha gullab yashnagan. Aris daryosining Sirdaryoga quyilish joyida esa qachonlardir yirik savdo markazi bo'lgan O'tror shahri qurilgan bo'lib, bugungi kunda uning xarobalari yastanib yotibdi.

Farg'ona vodiysida dehqonchilik qilish madaniyati asosan Chotqol hamda Farg'ona tog' tizmalaridan oqib tushadigan suvlardan shakllaniladigan Norin va Qoradaryo daryolarining qirg'oqlarida rivojlangan. Eramizgacha bo'lgan X asrlarda bu

daryolarni suvidan yerlarni sug'orish uchun foydalanilgan. Farg'ona vodiysida joylashgan daryolarning bo'ylarida yirik qishlog'u shaharlar: Kosonsoyda Kosonsoy va Axsikent; Marg'ilonsoyda Marg'ilon; Isfarasoyda Isfara; Xo'jabaqirgansoyda Xo'jand; Oqbura daryosida O'sh kabi shaharlar bunyod etilgan.

Keyinroq barpo etilgan shaharlarga esa So'x daryo bo'yida yuzaga kelgan Qo'qon (200 yil avval), Namangansoyda esa Namangan (350 yil avval) shaharlarni misol keltirishimiz mumkin.

Taniqli sharqshunos olim V.V. Bartoldning fikriga ko'ra, Farg'ona vodiysidagi kanallar Xorazm vohasidagi, Zarafshon va Chirchiq daryolariga qurilgan inshootlarga nisbatan ancha keyinroq, ya'ni XVI–XVII asrlarda paydo bo'lgan. Uning yozishicha, ana shu davrda Qoradaryo bilan Norin daryolaridan kanal qazib chiqarilgan. Qo'qon xonlari davrida qurilgan kanallardan sug'orilgan maydonlar o'z o'lchamiga ko'ra, Turkiston tarixida beqiyos o'rin tutadi.

Biroq, Markaziy Osiyoda tez-tez bo'lib turgan qirg'inbarot urushlar, nizolar va kelishmovchiliklar sug'orish tizimlari hamda shahar, qishloqlarni vayronaga aylantirgan. Bir necha asrlarga iz qoldirgan XIII asrdagi Chingizxon boshchiligidagi mo'g'ul bosqinchilari yurishlarini esga olish kifoya. Ularning istilosi tufayli yuzlab shahar va qishloqlar vayron qilindi, irrigatsiya inshootlari, shu jumladan, Amudaryodagi to'g'on buzib tashlandi, natijada Xorazmshohlar davlati poytaxti bo'lgan Gurganj shahri suv ostida qolib ketdi. Olib borilgan arxeologik qazishmalar natijasida Jizzax hamda Samarqand viloyatlari hududida suv omborlari barpo qilish maqsadida toshdan qurilgan bir nechta to'g'onlar qoldiqlari topildi. Mazkur to'g'onlar ishlash tamoyiliga ko'ra, hozirgi qurilayotgan suv omborlaridan farq qilmasligi. o'sha davrlarda ham ajdodlarimiz mazkur sohada malakali mutaxassislar bo'lganidan dalolatdir.

Nurota, Forish hamda qo'shni tuman hududlaridagi soylarda suv omborlari bunyod etish maqsadida qurilgan to'g'onlarni uchratish mumkin. Misol tariqasida Forish tumanida X asrda Osmon soyida qurilgan Xon to'g'onini, Kattaqo'rg'on tumanida

XII asrda qurilgan g'isht to'g'onini va Nurotaning sharq tomonidagi Axchop soyida qurilgan Abdullaxon to'g'onlarini keltirish o'rinli.

Xon to'g'oni ikki tomoni qattiq tog' jinslaridan iborat Osmon soyining tor yerida barpo etilgan bo'lib, uning uzunligi 50 m, balandligi esa 15,2 m ni tashkil etgan (2.5-rasm.).



2.5-rasm. "Xon" to'g'oni qoldiqlari.

Xon to'g'onini qurishda qattiq tog' jinslari (toshlar) ishlatilgan. Ular ganch yordamida birlashtirilgan. Suv omboridagi suv sathi uzunligi 700 m, to'g'on oldidagi kengligi 50 m, suv dami yetib borgan yerdagi kenglik 200 m ga teng bo'lib, hajmi 1,5 mln. m³ ni tashkil qilgan. Bu esa Kaltepa cho'lidagi 2–3 ming ga yerni sug'orish imkonini bergan. Toshqin vaqtida to'plangan suvlarni suv omboridan chiqarish va undan ekinlarni sug'orishda foydalanish uchun to'g'onning o'ng tomoniga, qirg'oqqa yaqin qilib ravoq shaklida kengligi 50 sm va balandligi 7 m bo'lgan quvur o'rnatilgan. To'g'on hozirgi vaqtgacha saqlanib qolgan, biroq suv

ombori asrlar davomida Osmon soyidan oqib kelgan tosh va loyqa hisobiga o'z hajmini yo'qotgan.

Abdullaxon to'g'oni XVI asrda qurib bitkazilgan bo'lib, o'zining tuzilishi hamda konstruksiyasi jihatdan juda hayratlanarlidir. To'g'onning balandligi 15 m, ustki qismining uzunligi 73 m, eni 4,5 m, tag qismining uzunligi 73 m va eni 15 m ni tashkil etadi. To'g'on oldidagi suv chuqurligi 15 m bo'lganida suvning dami 1250 m masofagacha suv omborida to'plangan suv 2,5–3,0 ming ga yerni sug'orish imkonini bergan (2.6-rasm)



2.6-rasm. "Abdullaxon" suv ombori to'g'onining qoldig'i.

Abdullaxon to'g'oni ortiqcha suvlarni chiqarib yuborgich (tashlama) vazifasini bajargan. Sug'orish ehtiyojlari uchun esa suv omboridan suv chiqarish boshqariladigan quvurlar orqali amalga oshirilgan. Ushbu to'g'on hozirgi paytgacha saqlanib qolgan (2.7-rasm).

XIX asr o'rtalarida, hozirgi O'zbekiston hududida Buxoro amirligi. Qo'qon va Xiva xonliklariga tegishli ma'muriy hududlar bor edi. Bu hududlarda 3,5 millionga yaqin aholi istiqomat qilgan.

Aholining 90 % qishloq xo'jaligi – dehqonchilik hamda chorvachilik bilan shug'ullangan. O'sha davrdagi sug'oriladigan yerlar maydoni 1,6 – 1,8 millionga yaqin bo'lganligi taxmin qilinadi. Demak, o'sha davrda jon boshiga o'rtacha 0,45 – 0,5 ga sug'oriladigan yer maydoni to'g'ri kelgan.



2.7-rasm. "Abdullaxon" suv ombori to'g'onining bugungi kundagi holati.

O'tgan asrlarda kanallarning bosh inshooti muhim strategik ahamiyatga ega edi, u ehtiyotlik bilan qo'riqlangan, chunki ularni egallab olish yo'li bilan sug'orish tizimini suvsiz qoldirib, aholini bo'ysundirishgan. Misol uchun X asrda Darg'om kanalini boshini qo'riqlash Vargsar qishlog'i aholisiga topshirilgan, ular o'z navbatida yer solig'idan ozod qilingan (Bertold, 1965).

O'tgan asrlarda qurilgan gidrotexnika inshootlar loyihasiz, hashar usuli bilan qurilgan, ularning qurish muddati cho'zilib

ketgan, inshootlarni texnik holatini kuzatish, ularga texnik xizmat ko'rsatish (texnik qarov) yetarli bo'lmaganligi sababli, ular bahorgi birinchi sel hamda toshqin oqibatida buzulib ketgan. XIX asrga kelib Rossiya imperiyasi paxta yetishtirishni oshirish maqsadida, yangi kanallar qurish yo'li bilan, Mirzacho'lda (1869-y) va Farg'ona vodiysida (1887-y) qo'shimcha yerlar o'zlashtirishga harakat qilishgan.

Sug'orma dehqonchilik rivojlangani sari unga bog'liq bo'lgan muammolar ham paydo bo'la boshlagan, ya'ni dalalari yonma-yon bo'lgan va bir ariqdan suv ichadigan dehqonlar o'rtasida suv tufayli har xil nizolar kelib chiqa boshlagan. Qadim davrda suvni ta'qsimlash masalasida janjal ko'tarilganda ularni shariat qoidalari va yo'l-yo'riqlardan foydalanib yechishga harakat qilingan. Shunday qoidalar tarixshunos Davletshinning "Suvdan foydalanish va yerdan foydalanish sohasida musulmon (shariat) huquqshunosligining ko'rsatmalar majmui" asarida jamlangan. Muallif qo'lyozmani tuzishda, o'rta asrlarda yashab o'tgan, fikx ilmining yirik namoyondalaridan Fatxal Qodir, Ibn Abidin, Shayx Ilyos va boshqalarning asarlariga murojaat qilgan. Shuningdek, o'rta asrda yashab o'tgan Fatxal Qodir asari ham suv muammolarini yechishga bag'ishlangan.

Kitoblar o'sha davrda arab tilida chop qilinganligi sababli, arab tilini bilmaydigan davlatlarda, undan foydalanish mushkul edi. Yuqorida nomlari takidlangan kitoblarda keltirilgan shariat ko'rsatmalarining eng asosiylari – xayotda tez-tez uchrab turadigan xolatlar hamda muno-sabatlariga bag'ishlanganlari, shariat bilimdonlari tomonidan o'z tillariga ag'darilgan. Bu ko'rsatmalar mahalliy aholining turmush tarzida, urf-odatlarida, o'zaro munosabatlarida o'z aksini topgan va "Odat" nomi bilan avloddan-avlodga og'zaki o'tib kelgan.

Suvdan foydalanish sohasida "Odat" nomi bilan atalmish shariat ko'rsatmalari tarkibiga quyidagilar kiradi:

- daryo va ko'llarning suvi ommaga tegishlilikini tan olish;
- suvni, ersiz sotilishini man qilish;

– manbada suv kamchil boʻlgan hollarda uni insof bilan hammaga teng (yer maydoniga mutanosib) taqsimlash;

– suvni ariqlarga boʻlganda ulushlarga (ayni vaqtda manbadan oqib oʻtayotgan suv miqdoriga mutanosib ravishda) asoslanish yoki navbat bilan (ariqda suv yetishmaganda) maʼlum vaqt foydalanish;

– har bir suvdan foydalanuvchining oʻz shaxsiy mehnat va kerakli qurilish ashyolari bilan irrigatsiya ishlarida (qurishda, tozalashda) qatnashishi, uning burchi ekanligini tan olish;

– suvdan foydalanishni oʻz-oʻzini boshqarish prinsipida amalga oshirilishi;

– nisbatan koʻp suv talab qilganligi uchun sholi ekiladigan maydonlarni chegaralash, maʼlum ariqlar tizimidan suv ichadigan barcha suvdan foydalanuvchilarning roziligi bilangina sholini ekishga ruxsat berish;

– oʻzgalar yerlaridan ariq oʻtkazganda bundan keladigan zararlarni yer egalari toʻlash majburiyati va boshqalar.

Toʻla boʻlmasa ham ushbu koʻrsatmalardan koʻrinib turibdiki, ota-bobolarimiz mavjud suv resurslaridan insof bilan, oqilona foydalanishga xizmat qiluvchi, koʻpchilikning manfaatlariga mos tushadigan hayotiy qoida va tadbirlarni yarata bilganlar.

Daryolardan ariqlar orqali oqizib kelgan suvni suvdan foydalanuvchilar oʻrtasida adolatli boʻlishda, suv oʻlchov asboblari hali nomaʼlum boʻlgan davrlarda “bir tegirmon, yoki ikki tegirmon suv”, yoki koʻza “suv”, “mardi-kurak” atalmish prinsiplarda oʻzaro taqsimlangan. Bunday taqsimlash usuli oʻtgan asrning 20-30 yillarigacha Markaziy Osiyo davlatlarida, jumladan, Oʻzbekiston hududidagi yerlarda ariq oqsoqoli, mirob hamda toʻgʻonchilar tomonidan qoʻllanilib kelingan. Ariq oqsoqoli, mirob yoki toʻgʻonchi bir tomondan shu nom bilan ataluvchining lavozimi boʻlsa, ikkinchi tomondan, uning bilimi va tajribasi uchun berilgan unvon ham hisoblangan. Mirob maʼlum bir ariqdagi suvni haydab kelish va uni suvdan foydalanuvchilarga boʻlib berish, tashkiliy ishlarda (ariq qazish, inshoot qurish, tozalash va taʼmirlash) dehqonlarga koʻmaklashish kabi ishlar bilan shugʻullangan. Mirob

maxsus amaliy bilim bilan tajribalardan tashqari shariat qonun-qoidalaridan xabardor va dehqonlarni boshini qovushtirib ishlatish qo'ldan keladigan qobiliyatga egaligi talab qilingan. Ariq oqsoqoli odatda bir nechta qishloq yerlariga suv beradigan yirik kanal (ariq) boshida turgan, uning qo'l ostida bir nechta miroblar o'z ariqlarida ishboshilik qilgan. Ariq oqsoqoli lavozimiga miroblar ichidan eng obro'li hamda ishbilarmoni tanlab olingan. Sug'orish tizimida "To'g'onchi" lavozimi ham bo'lib, unga tayinlangan kishi asosan to'g'on qurish bilan mashg'ul edi. Ular "sepoya" (2.8-rasm), "chorpoya", "qora buyra" kabi moslamar yordamida manbadan suv olish ishlariga bevosita rahbarlik qilgan.



2.8-rasm. Daryo o'zaniga sepoya o'rnatish.

Turkiston o'lkasida Chor Rossiyasining mustamlakachilik siyosati davrida harn sug'orish tarmoqlaridan foydalanish mahalliy urf-odatlar asosida amalga oshirilgan. Faqat "Irrigatsiya amaldorlari, uezd boshliqlari, ariq oqsoqollari va miroblarning huquqlari va vazifalari to'g'risida ko'rsatmalar" ishlab chiqilgan. Ariq oqsoqollari harbiy gubernator tomonidan tayinlangan. Chor Rossiyasining Turkiston o'lkasida sug'oriladigan maydonlarni ko'paytirish maqsadidagi harakatlari mahalliy xalqlar hayotida ma'lum darajada ijobiy rol o'ynadi.

Bu davrlarda Turkiston o'lkasiga Chor Rossiyasi va boshqa Yevropa mamlakatlaridan, turli sohaga mansub yuqori malakali mutaxassis olimlarning katta guruhi ko'chib kelib faoliyat ko'rsata boshladi. Ular O'rta Osiyoga Yevropa madaniyatini, ilmiy taraqqiyotini hamda o'sha davrda ilg'or hisoblangan texnikalarni ham olib keldi. Ayniqsa ular tomonidan irrigatsiya sohasiga ilk bor irrigatsiya inshootlarini loyiha va smetalar asosida qurish; loyihalashni dala-qidiruv ishlari natijalariga tayangan holda amalga oshirish tajribasini qo'llay boshladi. Gidrotexnik inshootlarni qurishda yangi qurilish materiallari beton, temir beton va metall konstruksiyalar ishlatila boshlandi. Daryolarning gidrologiyasi, ob-havoni o'rganish stansiyalarini qurish; yerlarning tuproq tarkibi hamda ekinlarni gidromodulini o'rganish masalalari kabi ilmiy-amaliy ishlar olib borildi. Keyinchalik bu ishlar bir qator loyiha-qidiruv hamda ilmiy-tekshirish institutlarini tashkil bo'lishiga, oliy ta'lim institutlarida mutaxassislik kafedralari tashkil qilinishiga asos bo'ldi.

Ayni paytda Respublikamizda sug'orish uchun yaroqli yerlar 15,9 mln. gektarga teng bo'lib, bugungi kundagi sug'oriladigan maydon 4,3 million gektarni yoki umumiy maydonning 9,3 % ini tashkil etadi. Qishloq xo'jaligida olinadigan mahsulotlarning 95 % dan ko'prog'i sug'oriladigan yerlar hissasiga to'g'ri keladi.

Bugungi kunda Respublikamiz qudratli suv xo'jaligi majmuasiga ega. Uning tarkibida umumiy suv sarfi sekundiga 2500 m³ dan ortiq 75 ta yirik kanal, umumiy hajmi 20 mlrd. m³ atrofida bo'lgan 55 suv va 25 sel omborlari, 230 ta xo'jaliklararo sug'orish tizimida 117 mingdan ortiq gidrotexnika inshootlari, 32,4 ming km xo'jaliklararo kanallar, 176,4 ming km ichki sug'orish tarmoqlari, 31 ming km xo'jaliklararo, 106,3 ming km xo'jalik ichki zovur tarmoqlari, 13 mingga yaqin nasos agregatlari, 2 mingdan oshiq sug'orish quduqlari, 4800 dan oshiq tik zovur quduqlari mavjud. Bugungi kunda Respublikamizda ishlab turgan asosiy yirik kanallar haqidagi ma'lumotlar 2.1-jadvalda keltirilgan.

Respublikadagi asosiy yirik kanallar

2.1-jadval

Kanallar nomi	Suv olish manbai	suv sarfi, m ³ /sek	Uzunligi, km	Foydalanish boshlangan yil	Sug'orish maydoni (ming, ga)
Shahrixon	Qoradaryo	115	114,8	1987	141,0
Andijon	Qoradaryo	45	81,9	1903	46,7
Savvoy	Qoradaryo	25	47,8	1926	18,0
Paxtaobod	Qoradaryo	30	40,9	1936	17,4
Yuqori Ulug'nor	Qoradaryo	30	190,4	1960	9,7
Janubiy Farg'ona	Shahrixon kanali	100	57,0	1939	75,8
Katta Namangan	Norin daryosi	61	90,0	1974	24,0
Katta Farg'ona	Norin va Qoradaryo	150/2134	249,0	1939	263,4
Katta Andijon	Norin daryosi	200	102,0	1970	70,2
Shimoliy Farg'ona	Norin daryosi	113	165,0	1940	74,0
Oxunbo-boyev nomli	Sirdaryo	80	48,4	1949	36,0
Janubiy Mirzacho'l	Sirdaryo	300	124,0	1960	290,5
Chap qirg'oq qorasuv	Chirchiq daryosi	160	594,0	1922	150,0
Parkent	Chirchiq daryosi	57	58,0	1979	40,0
Bo'zsuv	Chirchiq daryosi	290	138,0	1900	99,0
Yuqori Chirchiq	Chirchiq daryosi	87	35,0	1943	6,0
Eski Tuyaortar	Zarafshon daryosi	32	108,3	1912	32,0

O'ng qirg'oq	Zarafshon daryosi	117	71,4	1930	82,8
Darg'om	Zarafshon daryosi	120	10,2	1930	9,0
Eski Anhor	Zarafshon daryosi	60	88,0	1973	49,0
Zang	Surxondaryo	85	88,0	1955	49,3
Sherobod magistral kanali	Surxondaryo	150	12,7	1970	52,6
Amuzang magistral kanali	Amudaryo	50	56,0	1973	143,0
Qarshi magistral kanali	Amudaryo	220	86,0	1972	260,0
Amu-Buxoro magistral kanali	Amudaryo	300	186,0	1965	250,0
Toshsoqa magistral kanali	Amudaryo	480	100,0	1939	300,0
Urgancharna	Amudaryo	35	53,5	1937	9,7
Oktyabrarna	Amudaryo	133	54,0	1933	14,0
Kattag'or	Amudaryo	75	16,6	1979	9,0
Raushan	Amudaryo	150	43,4	1975	7,9
Shoxrud shahobchasi	Amu-Buxoro mashina kanali	100	11,0	1937	91,7

2.2. Gidrotexnika inshootlari to'g'risida umumiy ma'lumotlar

2.2.1. Gidrotexnikaning maqsad va vazifalari

Gidrotexnika – bu fan va texnikani suv resurslarini, ulardan xalq xo'jaligi ehtiyojlari uchun foydalanishni va suvni atrof-muhitga keltiradigan zararli ta'sirlariga qarshi maxsus inshootlar, **jihozlar hamda qurilmalar yordamida qurishini o'rganish bilan shug'ullanadigan tarmog'i**. Suv xo'jaligi tadbirlarini bevosita amalga oshiruvchi har xil inshootlar *gidrotexnika inshootlari* deb ataladi.

Suv xo'jaligi tadbirlarini tanlash va asoslash, gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurish, undan foydalanish va tadqiqot ishlarini amalga oshirish ishlari gidrotexnikani maqsadiga kiradi. Bularni amalga oshirish uchun fan va texnikani ko'pgina boshqa tarmoqlari bilan yaqin aloqa o'rnatadi. Gidrotexnika birinchi navbatda gidrologiya fani bilan bog'liq, chunki tabiiy suv resurslaridan to'g'ri foydalanish uchun ularning rejimini bilish, suv xo'jaligi hisoblarini bajarish oqimni boshqarish bilan bog'liq masalalarini yechish, suv ombori o'lchamlari va undagi suv sathini aniqlash kerak. Gidrotexnika yer usti hamda yer osti suvlari harakat qonunlarini o'rganadigan, shu tufayli inshoot va suv oqimini o'zaro ta'sirini o'rganishga aniqlik kiritadigan gidravlika fani bilan ham bevosita bog'lanadi.

Undan tashqari gidrotexnika qator qurilish fanlari – geodeziya, geologiya hamda gidrogeologiya, materiallar qarshiligi, qurilish mexanikasi, gruntlar mexanikasi, qurilish ishlarini tashkil qilish va bajarish kabi fanlar bilan ham bog'liq. Ushbu fanlar yordamida inshootni joylashishini to'g'ri tanlash, konstruksiyasi materialini tanlash to'g'risida ma'lumotlar oladi, gidrotexnika inshootlarini mustahkamligi va turg'unligini hisoblash usullarini ishlab chiqadi, qurilish ishlarini tashkil qilish, bajarish usullarini asoslaydi va hokazo.

2.2.2. Gidrotexnika inshootlarining tasnifi

Suv xo'jaligini har xil tarmoqlari gidrotexnika inshootlari konstruksiyasiga o'zini alohida talablarini qo'yadi. Tabiiy va xo'jalik sharoitlarini bir-biriga o'xshash emasligi loyihachilardan ularni turli xil konstruktiv yechimlarni ishlab chiqishni taqozo qiladi. Shuning uchun bugungi kunda ko'plab turli gidrotexnika inshootlari bor. Ularni bir tartibga keltirish va inshootni o'rganishni yengillashtirish maqsadida, har xil belgilarga qarab guruhlariga ajratiladi.

Suv manbaining turiga qarab – *daryo, ko'l va dengiz inshootlariga* bo'linadi. Ushbu darslikda daryo gidrotexnika inshootlari o'rganiladi.

Suv xo'jaligidagi vazifasiga ko'ra hamma gidrotexnika inshootlari *umumiy* maqsad uchun qurilgan va *maxsus* inshootlarga bo'linadi.

Umumiy gidrotexnika inshootlari suv xo'jaligining ikki va undan ko'p tarmoqlarida qo'llaniladi hamda foydalaniladi.

Maxsus gidrotexnika inshootlari suv xo'jaligining bir tarmog'ida ishlatiladi. O'z navbatida umumiy gidrotexnika inshootlari o'zining maqsadli vazifalariga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

Suv dimlovchi – suvni to'sib bosim hosil qiluvchi (to'g'onlar, dambalar va boshqa suvni to'suvchi inshootlar kiradi).

Rostlovchi – daryo suv oqimini o'zan bilan o'zaro ta'sirini boshqaruvchi uning tubi hamda qirg'og'ini yuvilishdan saqlovchi (ko'tarma, himoya ko'tarmasi, to'siq, yarim to'siq, suv oqimini yo'naltiruvchi va buruvchi qurilmalar, shahobchali to'siqlar, gruntli inshootlar) inshootlar;

Suv o'tkazuvchi – suvni bir manzildan ikkinchisiga yetkazib beruvchi sun'iy o'zanlar (kanallar, tunellar, novlar, quvurlar);

Suv oluvchi – suv oqimidan va suv havzasidan suv olish uchun xizmat qiluvchi inshootlar.

Suv o'tkazuvchi inshootlarga suv havzasidan va yuqori befdan pastki befga suvni to'g'ondagi teshiklar yoki to'g'onni aylanib

o'tuvchi qirg'oqdagi inshootlar orqali tushirib yuboruvchi inshootlar ham kiradi.

Maxsus gidrotexnika inshootlari suv xo'jaligining tarmog'i bo'yicha quyidagi turlarga bo'linadi:

Gidroenergetika – suv energiyasidan foydalanish uchun xizmat qiladigan (GES binosi, tenglashtiruvchi rezervlar bosimli hovuzlar, bosimsiz hamda bosimli derivatsiya inshootlari) inshootlar kiradi;

Suv transporti – kema qatnovchi (kema qatnovchi shlyuzlar va kanallar, kema ko'targichlar, portlar va hokazo), yog'och oqizuvchi inshootlar;

Melioratsiya – yerlarni sug'orish, zax qochirish (suv olish inshootlari, nasos stansiyalari, sug'orish va zax qochirish (qurilish) kanallari, ulardagi inshootlar va boshqalar) inshootlar;

Suv ta'minoti va kanalizatsiya (suv olish inshootlari, nasos stansiyalari, suv tozalash inshootlari va boshqalar).

Baliqchilik xo'jaligi (baliq o'tkazuvchi, baliq boquvchi hovuzlar) inshootlari;

Suv bosishdan va seldan himoya qiluvchi (himoya dambalari va hokazo) inshootlar;

Gidrotexnika inshooti foydalanishi sharoiti bo'yicha QMQ 2.06.01-97 ga ko'ra *doimiy* hamda *vaqtinchalik* inshootlarga bo'linadi. Doimiy inshootlarga undan doimo foydalaniladigan inshootlar kiradi.

Vaqtinchalik inshootlar jumlasiga faqat doimiy inshootlarni qurish va ta'mirlash davrida foydalaniladigan inshootlar qamraydi.

Doimiy gidrotexnika inshootlari o'zlarining vazifalariga ko'ra *asosiy* hamda *ikkinchi darajaliga* bo'linadi. Asosiy inshootlarga ularni buzilishi yoki shikast yetishi inshootni butunlay to'xtatishga yoki uni samarali ishlashini sezilarli darajada kamayishiga olib keladigan gidrotexnika inshootlari kiradi. Ikkinchi darajali inshootlarga buzilishi yoki shikast yetishi yuqoridagi oqibatlarga olib kelmaydigan gidrotexnika inshootlari (ta'mirlash zatvorlari, xizmat ko'priklari va h).

Gidrotexnika inshootlari ularni buzilishi yoki ulardan foydalanishni izdan chiqishiga olib kelishi mumkin bo'lgan oqibatlariga ko'ra to'rtta sinfga **taqsimlanadi**. Unga ko'ra eng muhim inshootlar birinchi sinfga kiradi. Ikkinchi darajali inshootlarni sinfi asosiy inshootga nisbatan bir darajaga kamroq qabul qilinadi. Vaqtinchalik inshootlar to'rtinchi klass inshootlari hisoblanadi. Inshootni kapitallik bo'yicha sinfi QMQ dagi jadval bo'yicha qabul qilinadi. Suv dimlovchi inshootlar uchun sinf ularning balandligi, zamin turi va avariya oqibatlariga ko'ra 2.1-jadvaldan va foydalanish davri qoidalariga rioya qilmaslik oqibatlariga ko'ra 2.2-jadvaldan qabul qilinadi.

Suv dimlovchi gidrotexnika inshootlarini balandligi, zamin turi va avariya oqibatlari bo'yicha sinfini aniqlash

2.2-jadval.

Suv dimlovchi inshoot	Zamin grunti	Inshootlarni kapitallik sinflarini aniqlovchi balandligi, m			
Gruntli materialli to'g'onlar	Qoya toshli.	>			
	Qumli, yirik bo'laklangan,	10			
	qattiq va yarim qattiq holdagi gillar.	0	70...100	25...70	<25
	Yumshoq holdagi suvga to'yingan gillar	> 75	35...75	15...35	<15
			25...50	15...25	<15
Betonli va temir betonli to'g'onlar, gidroelektrostansiyalar suv osti konstruksiyalari, kema ko'taruvchi shlyuzlar, kema ko'targichlar va bosimli front hosil qilishda qatnashuvchi boshqa betonli va temir betonli inshootlar	Qoyatoshli.	>			
	Qumli, yirik bo'laklangan,	10			
	qattiq va yarim qattiq holdagi gillar.	0	60...100	25...60	<25
	Yumshoq holdagi suvga to'yingan gillar	> 50	25...50	10...25	<10
			20...25	10...20	<10
		> 25			

Alohida hollarda asosiy inshootni buzilishi yoki shikast yetishi aholi uchun katastrofik oqibatlarini keltirib chiqarsa, xalq xo'jaligiga katta zarar keltirsa, hamda inshootda murakkab va kam o'rganilgan konstruksiyalar qo'llanilgan bo'lsa, II, III hamda IV sinfdagi doimiy inshootlarga yuqori talablar qo'yishga yo'l ochiladi va uni sinfi QMQ dagi jadvalga nisbatan bir darajaga oshiriladi. Quyidagi inshootlarda inshootni sinfi bir darajaga kamaytirishga ruxsat beriladi: I-III klassdagi asosiy inshoot konstruksiyasi sodda hamda mustahkam zaminda joylashgan bo'lsa; uni ta'mirlash gidrouzel ishlash rejimiga xalaqit bermasa; xizmat muddati 10 yildan ko'p bo'lmagan inshootlar.

Gidrotexnika inshootlari sinfini ularning ekspluatatsiyasiga rioya qilmaslik oqibatlari bo'yicha aniqlash

2.3-jadval

Gidrotexnika qurilish obyekti	Inshoot sinflari	
	asosiy	ikkinchi darajali
Gidravlik, gidroakkumulyatsiyalovchi va issiqlik elektrstansiyalarining gidrotexnika inshootlari, quvvati, mln kVt >1,5 <1,5	I II-IV	III III-IV
Atom elektrostansiyalaridagi gidrotexnika inshootlari, quvvati ming kVt >500 101...499 <190	I II III	III III IV
Ichki suv yo'llaridagi gidrotexnika inshootlari yuqori magistrali magistral hamda mahalliy ahamiyatli kichik daryolardagi mahalliy ahamiyatli	II III IV	III IV IV

Kema qatnaydigan daryolardagi port inshootlari, yuk aylanmasiga ko'ra ming shartli t.		
>3000	II	III
151...3000	III	IV
≤151	IV	IV
Sug'orish maydoni 400 ming ga katta daryodagi gidrouzellar va sug'orish tizimlaridagi bosh kanallar	II	III
Daryodagi gidrouzellar hamda meliorativ tizimlardagi bosh kanallarning sug'orish va zax qochirish maydoni ming ga bo'lganda:		
51...400	III	IV
≤50	IV	IV

2.2.3. Gidrotexnika inshootlari bo'g'ini va gidrotexnika tizimlari

Gidrotexnika inshootlari bo'g'ini (gidrouzel) deb joylashishi, birgalikda ishlash sharoitlari bo'yicha birlashtirilgan gidrotexnika inshootlari guruhiga aytiladi. Joylashishga ko'ra daryodagi, kanaldagi, ko'llardagi gidrouzellarga bo'linadi. Asosiy vazifasiga ko'ra gidrouzellar quyidagi guruhlardan iborat: daryodan suv olishni ta'minlaydigan; gidroenergetika, suv transporti, baliqchilik daryo oqimini boshqaruvchi sug'orish.

Ko'pincha suv inshootlari bo'g'ini kompleks maqsadlarda xalq xo'jaligining bir necha tarmoqlarini ehtiyojini qondirish uchun quriladi. Masalan, Chorvoq gidrouzeli 493 *ming* ga yerlarni sug'orish uchun mo'ljallangan, o'zining tarkibida quvvati 650 ming Kvt bo'lgan **gidroelektrostansiya** mavjud, hamda suv ta'minoti uchun foydalaniladi. Chirchiq daryosi oqimini boshqarish uchun xizmat qiladi.

Gidrouzellar bosimsiz (masalan, dengiz yoki daryo gavanlari) va bosimli bo'ladi. Bosimli gidrouzellar o'z navbatida past bosimli ($N < 10m$) o'rta bosimli ($N = 10-50m$) va yuqori bosimlidir ($N > 50m$). Past bosimli gidrouzellar tekislikdagi daryolarda quriladi. Ular suv olish yoki kema qatnash maqsadlari uchun xizmat qiladi. O'rta va

yuqori bosimli gidrouzellar esa ko'pincha asosan energetika, irrigatsiya, transport va suv bosishga qarshi kurash vazifalarini bajaradi.

Gidrotexnika kompleksi yoki gidrotizim deb bir-biridan uzoq masofada joylashgan, lekin umumiy suv xo'jaligi vazifalarini yechish uchun xizmat qiladigan bir necha gidrouzellarni o'z ichiga olgan gidrotexnika inshootlari kompleksiga aytiladi. Gidrouzellar kabi gidrotizimlar ham maxsus va kompleks maqsadlarda bo'ladi. O'zbekistondagi yirik gidrotizimlarga O'rta Chirchiq GESlar kaskadi, Andijon gidromelioratsiya tizimi hamda boshqalarni ham kiritish mumkin.

2.3. Suv oqimining gidrotexnika inshootlariga ta'siri

Sanoat va fuqaro qurilishidan farqli o'laroq gidrotexnika inshootlari doimo harakatdagi yoki tinch holatdagi, sho'r yoki chuchuk suv ta'sirida bo'ladi. Ushbu suv oqimi inshootga har xil mexanik fizik-kimyoviy hamda biologik ta'sir ko'rsatadi. *Suv oqimining inshootga mexanik ta'siri* statik va dinamik bo'lib, ularning niqdorini gidravlika, gidromexanika formulalari yordamida aniqlanadi. Suvning statik ta'siriga quyidagilar kiradi: suvning gidrostatik bosimi; muz qatlami bosimi; grunt bosimi, cho'kindilar bosimi va hokazo. Bular ichida gidrostatik bosimni gorizontal tashkil qiluvchisi muhim ahamiyatga ega. U inshootga ta'sir qilib uni siljishiga yoki ag'darishga olib kelishi mumkin.

Gidrodinamik bosim suv oqimining harakati, shamol to'liqini hamda gidravlik zarba va inshoot tubidagi filtratsiya bosimi natijasida hosil bo'ladi. Undan tashqari zilzila kuzatilishi mumkin bo'lgan viloyatlarda gidrodinamik bosim seysmik kuchlar ta'sirida yuzaga keladi.

Suvning fizik-kimyoviy ta'siri inshoot materialini va uning zaminidagi gruntni buzilishga olib keladi. Katta tezlikda harakat qilayotgan suv oqimi ayniqsa uni tarkibida cho'kindilar bo'lsa tabiiy va sun'iy o'zanlarni, inshoot qurilmalarining alohida

qismlarini yuvib va buzib ketadi. Unda vakuum hosil bo'lishi kavitatsiyani keltirib chiqarib ushbu zonadagi materialni yemirilishiga olib kelishi mumkin. Inshootning metall qismlarini korroziyalanishiga hamda yemirilishiga olib keladi. Buning natijasida beton inshootlarda undan filtratsiyalanayotgan suv tufayli, ayniqsa u agressiv bo'lsa, ishqor yuvilishi natijasida betonni yemirilishiga olib keladi. Beton g'ovaklaridagi suvni muzlab erishi natijasida ham u buziladi. Filtratsiya oqimi ta'sirida inshoot tubidagi gruntida mexanik hamda kimyoviy suffoziya yuz berishi mumkin.

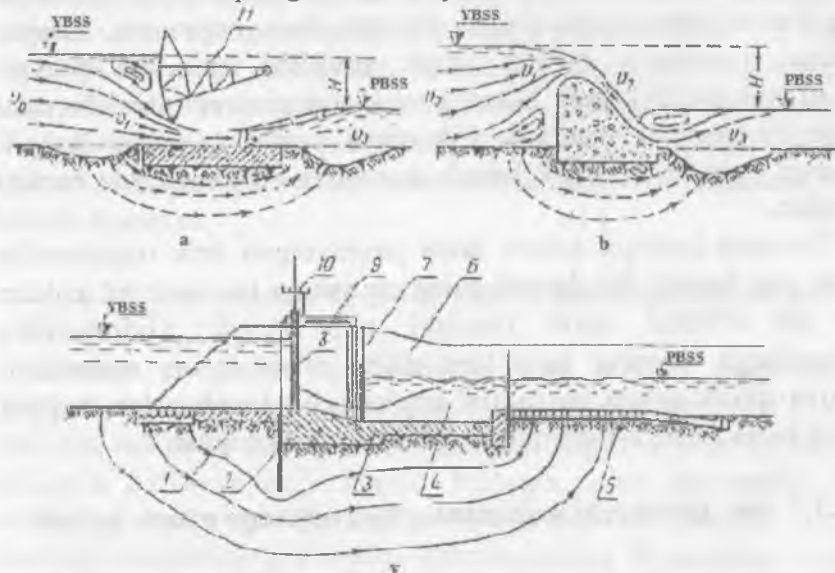
Suvning biologik ta'siri unda yashayotgan tirik organizmlar orqali yuz beradi. Bu daraxtlarning chirishiga va quvurlar ichidan har xil o'tlarni o'sib chiqishi olib keladi. Gidrotexnika inshootlariga suvning ko'p tomonlama ta'siri uning materialini himoya qilish uchun va zamin qirg'oqlarini buzilishidan saqlash uchun kerakli chora-tadbirlarni qo'llashni taqozo qiladi.

2.3.1. Suv dimlovchi inshootning suv oqimiga o'zaro ta'siri

Asosiy suv dimlovchi inshootlarga to'g'onlar kiradi. Ular daryoni to'sib yuqori befda pastki befga nisbatan yuqori sathni hosil qiladi. Ushbu sathlar farqi *bosim* deb atalib, oqim bilan inshoot o'rtasidagi o'zaro aloqada muhim rol o'ynaydi.

Yuqori befda suv sathini ko'tarilishi bir necha 10 m ga, ba'zan 100 metrdan ko'proq bo'lib, qurilish rayonidagi o'zan oqimi va yer osti suvlari tabiiy rejimini o'zgarishiga olib keladi. Yuqori befda suv chuqurligini ortishi natijasida oqim tezligi v_0 kamayadi. Suv tashlash inshootlariga kirish qismida tezlik v_1 miqdori ortib ketib, (2.9.-rasm) u o'zanni yuvilishiga olib kelishi mumkin, uning oldini olish uchun tubni himoya qiluvchi maxsus qoplama ponur qilinadi. Oqimni pastki befga chiqishida oqim tezligi v_3 ortadi. (10-20m/sek ba'zan undan ham ko'proq). Pastki befga chiqayotgan ushbu oqim tubni yuvilishiga olib keladi. Shu tufayli ushbu yuvilishni oldini olish maqsadida maxsus chora-tadbirlar ko'riladi. Buning uchun

pastki bef tubiga massiv plitalar suv **urilmalar** o'rnatiladi, undan keyin esa suv o'tkazuvchi ancha yengilroq qoplamalar qilinadi. Ushbu qoplamalar risberma deyilib, uni atrofida suv tezligi o'zan uchun xavfsiz miqdorgacha kamayadi.



2.9-rasm. Suv dimlovchi inshootning suv oqimiga o'zaro ta'siri sxemasi a va b suv o'tkazuvchi shitli (oqova) hamda beton to'g'onning gidravlik rejim sxemasi; v qoyamas zamindagi shitli to'g'on filtratsiyaga qarshi va energiya so'ndiruvchi qurilmalari sxemasi: 1-ponur; 2-shpunt; 3-suv urilma; 4-suv urilma quduq; 5-risberma; 6-qirg'oq ustunlari; 7-suv bo'luvchi ustunlar (biklar); 8-yassi zatvor; 9-xizmat ko'pirigi; 10-zatvorni ko'taruvchi qurilma 11-segmentli zatvor.

Inshoot oldida bosim hosil bo'lishi uning zaminida filtratsiya yuz berishiga olib keladi. Suv grunt g'ovaklari orqali harakat qilganda mexanik hamda kimyoviy suffoziya inshootni zamin bilan tutashgan qismida yuvilish, filtratsiya oqimini pastki befga chiqish qismida esa o'pirilishi yuz berishi mumkin. Ushbu hodisalar gruntida xavfli filtratsiya deformatsiyalarini yuz berishiga hamda buning natijasida inshoot turg'unligini buzilishiga olib kelishi

mumkin. Sodir etilishi ehtimoli bo'lgan bunday filtratsiya deformatsiyalarini oldini olish uchun tegishli chora-tadbirlar qabul qilinadi. Ushbu tadbirlarga bosimni kamaytirish, filtratsiya harakati yo'lini uzaytirishi natijasida harakat tezligini kamaytirish. Ushbu tadbirlarni amalga oshirish uchun inshootda ponur, shpuntli devor, suv urilma, drenaj qurilmalar kabi konstruktiv qurilmalar qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Suv xo'jaligi deb nimaga aytiladi?
2. Suv xo'jaligining qanday tarmoqlarini bilasiz?
3. Gidrotexnika nima?
4. Gidrotexnikaning maqsad va vazifalariga nimalar kiradi?
5. Gidrotexnika inshootlarining tasnifi.
6. Umumiy maqsadlardagi gidrotexnika inshootlariga qanday inshootlar kiradi?
7. Doimiy gidrotexnika inshootlariga qanday inshootlar kiradi?
8. Vaqtinchalik gidrotexnika inshootlari.
9. Asosiy inshootlar deb qanday inshootlarga aytiladi?
10. Ikkinchi darajali inshootlar qanaqa?
11. Suv dimlovchi inshootlarga nimalar kiradi?
12. Rostlovchi inshootlarga nimalar kiradi?
13. Suv o'tkazuvchi inshootlariga nimalar kiradi?
14. Suv oluvchi inshootlarga nimalar kiradi?
15. Maxsus gidrotexnika inshootlariga qanday inshootlar kiradi?
16. Suv inshootlari bo'g'ini nima?
17. Gidrotexnika tizimlari nima?
18. Suv oqimi gidrotexnika inshootiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
19. Suvni inshootga mexanik ta'siri deganda nimani tushunasiz?
20. Suvni inshootga fizik kimyoviy ta'siri deganda nimani tushinasiz?
21. Suvni inshootga biologik ta'siri deganda nimani tushinasiz?

3. BOB.

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARIGA TA'SIR QILUVCHI KUCHLAR

3.1. Kuchlarning tasnifi

Gidrotexnika inshootlari va ularning konstruksiyasi qurilish va ulardan foydalanish jarayonida tabiati, xarakteri hamda ta'sir qilish muddati bo'yicha har xil yuk ta'sirida bo'ladi. Gidrotexnika inshootlari va ularning konstruksiyasini loyihalashda sanoat bilan fuqaro binolari, inshootlarini loyihalashda hisobga olinadigan yuk va ta'sirlardan tashqari, gidrotexnika inshootlarini suvli muhit bilan ta'siriga bog'liq bo'lgan ko'plab qo'shimcha yukdan tashqari ta'sirlarni ham hisobga olish kerak. Vaqt davomida o'zgarish xarakteriga ko'ra yuk bilan ta'sirlar doimiy va vaqtinchalikka bo'linadi.

Inshootni qurish va undan foydalanish davrida ta'sir qiladigan doimiy yuk va ta'sirlarga quyidagilar kiradi:

- inshoot va konstruksiyaning o'z og'irligi hamda foydalanish davrida o'rni o'zgarmaydigan doimiy texnologik qurilmalar (zatvorlar, gidroagregatlar, transformatorlar va b.) og'irligi;

- inshoot yuzasiga suv bosimining ta'siri va normal dimlangan sathda hamda filtratsiyaga qarshi, drenaj qurilmalar normal ishlaganda filtratsiya suvlarining ta'siri;

- grunt og'irligi hamda uning yon bosimi, tog' bosimi;

- konstruksiya oldindan kuchaytirilgandagi yuklar, yuqori hamda pastki befda zaminga bostirilgan yuklar.

Inshootdan foydalanishning alohida davrida ta'siri yo'q bo'lgan yuk hamda ta'sirlar vaqtinchalik hisoblanadi. Ta'sir muddatiga ko'ra ular shartli ravishda vaqtinchalik uzoq muddatli, qisqa muddatli hamda alohida kuchlarga bo'linadi.

Vaqtinchalik uzoq muddatli ta'sir qiluvchi yuklarga quyidagilar kiradi:

– yuk va harorat ta'sirida zamin bilan konstruksiyaning deformatsiyalanishidan hosil bo'ladigan grunt bosimi;

– cho'kindilar, ko'mir shlaki, shlamlar va boshqa materiallar yuvma usulda to'planganda hosil bo'lgan bosim;

– normal dimlangan sathda filtratsiyaga qarshi va drenaj qurilmalar normal ishlaganda suvga to'yingan gruntlardagi g'ovak bosimi;

– qurilish va foydalanish davrida hisobiy yil uchun tashqi havoni o'rtacha oylik harorati, o'rtacha tebranish amplitudasi bilan aniqlanadigan harorat ta'siri;

– transport vositalari, yuklar, inshootni foydalanishi bilan bog'liq boshqa yuklar ta'siridan hosil bo'ladigan yuklar.

Qisqa muddatli ta'sir qiluvchi yuklarga quyidagilar kiradi:

– tez-tez qaytariladigan hisobiy dovluda maksimal to'lqindan hosil bo'ladigan yuk va ta'sirlar;

– tez-tez qaytariladigan maksimal qalinlikdagi muz qatlamidan hosil bo'ladigan yuk hamda ta'sirlar;

– o'rtacha ko'p yillik qalinlikdagi muz bosimi;

– qor bilan shamol ta'siri;

– ko'tarish mexanizmlari (kranlar), kemalar hamda suzuvchi jinslardan hosil bo'ladigan yuk bilan ta'sirlar;

– normal foydalanish sharoitida gidravlik zarbdan hosil bo'ladigan bosim;

– normal dimlangan suv sathida bosimsiz hamda bosimli suv tashimadan sarfni o'tkazishda hosil bo'ladigan gidrodinamik yuk.

Alohida kuchlar ta'sir qilish muddati bo'yicha qisqa muddatlilarga kiradi, lekin ulardan to'satdan hosil bo'lish xarakteriga ko'ra farq qiladi. Ularga quyidagilar kiradi:

– maksimal dimlangan suv sathida inshoot yuzasiga ta'sir qiladigan suv bosimi;

– suvga to'yingan gruntlarda maksimal suv sathida yoki normal suv sathida filtratsiyaga qarshi qurilmalar yoki drenaj qurilmalar normal ishlash holati buzilganda filtratsiya suvlaridan va g'ovak bosimdan hosil bo'lgan kuchlar ta'siri;

– qurilish va foydalanish davrida yil uchun tashqi havoni oʻrtacha oylik harorati eng katta tebranish amplitudasi bilan aniqlanadigan harorat taʼsiri;

– maksimal koʻp yillik muz qalinligida hamda qishda pastki befdagi muz toʻsilishidan hosil boʻladigan muz kuchlari;

– baʼzida qaytariladigan hisobiy dovlada maksimal toʻlqindan hosil boʻladigan yuk va taʼsirlar;

– bosimli suv tashimalarda yuk toʻliq tashlab yuborilganda gidravlik zarbdan hosil boʻladigan bosim;

– yuqori befdagi maksimal dimlangan suv sathida bosimsiz hamda bosimli suv tashimadan sarfni oʻtkazishda hosil boʻladigan gidrodinamik yuk;

– seysmik kuchlar;

– sanoatdagi portlashlardan paydo boʻladigan dinamik yuklar;

– kuchli shamolda (sunamida) yuzaga keluvchi suvni gidrodinamik va muallaq taʼsiri.

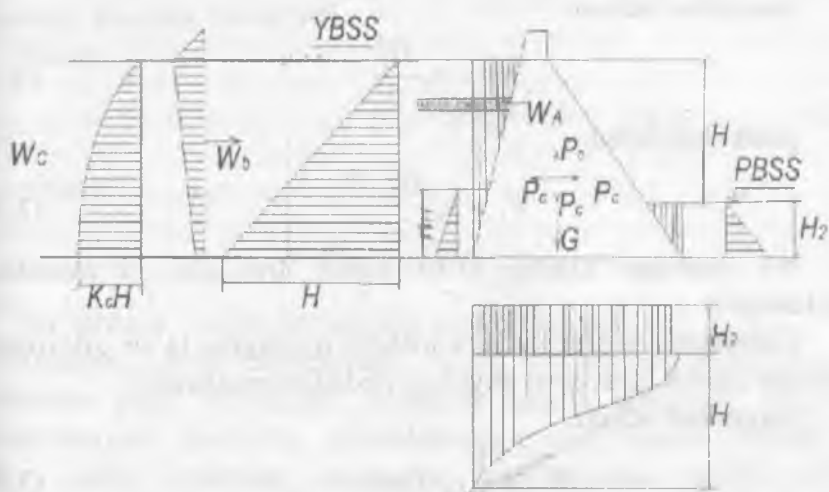
– Alohida gidrotexnika inshootlarini, ularning konstruksiyasini va zaminini hisoblashda yuk bilan taʼsirlarni tarkibini mos ravishdagi qurilish meʼyorlari va qoidalaridan qabul qilish kerak [191,192,193].

Hisobiy kuchlar birikmasi, yaʼni bir paytda taʼsir qiluvchi kuchlar tarkibi, inshootni ishlash sharoitiga koʻra belgilanadi. Qishda suv omborida va kanallarda suv muzlamaydigan viloyatlarda muz taʼsiridagi kuchlar kuzatilmaydi. Seysmik boʻlmagan rayonlarda seysmik kuchlar taʼsiri hisobga olinmaydi. Inshootga taʼsir qilayotgan kuchlarni turgʻunlik hamda mustahkamlik talablarini bajaruvchi konstruksiyaning oʻlchamlari va shaklini aniqlash uchun bilish joiz. Suv dimlovchi gidrotexnika inshooti birlik uzunligiga taʼsir qilayotgan kuchlar sxemasi 3.1-rasmda keltirilgan.

Ushbu rasmda quyidagi belgilashlar qabul qilingan.

G – inshoot va uning jihozlari bilan birgalikdagi ogʻirligi; W_1 – yuqori befdagi suvni gorizonttal bosim kuchi; W_3 – pastki befdagi suvning gorizonttal gidrostatik bosim kuchi; W_2 , W_4 – yuqori

hamda pastki befdagi suv bosimini qiyalikka vertikal tashkil etuvchilari; W_{m1} – inshoot tubiga ta'sir qiluvchi muallaq tutib turuvchi bosim kuchi; W_f – filtratsiya bosim kuchi yoki teskari bosim; W_v – to'liq bosimi; W_{ls} – muz bosimi (statik); Y_e – yuqori befdagi to'plangan chiqindilar bosimi; W_s – seysmik kuchlar; N_1 – yuqori befdagi suv bosimi; N_2 – pastki befdagi suv bosimi; R_s – zilzila ta'sirida inshoot og'irligidan hosil bo'lgan inersiya kuchlari; h_H – cho'kindi qatlami balandligi.



3.1-rasm Inshootga kuchlarning ta'sir qilish sxemasi.

Inshoot va konstruksiyalardagi turg'unlik ishqalanish kuchlari hisobiga ta'minlanadigan (ya'ni og'irligiga bog'liq bo'lgan), beton, terilgan tosh h grunt solishtirma og'irligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Taqribiy hisoblar uchun betonning solishtirma og'irligini 24kN/m^3 ga, temirbetonni 25kN/m^3 ga teng qilib qabul qilinishi mumkin. Inshootga joylashgan jihozlar, ko'priklar va har xil qurilmalar og'irligi ham inshoot og'irligida hisobga olinadi. Ularning og'irligi konstruktorlik xujjatlari asosida taqribiy hisoblar uchun empirik formulalar yordamida aniqlanadi. Inshoot og'irligidan

hosil bo'lgan kuch yuqoridan-pastga yo'nalgan bo'lib, inshoot ko'ndalang kesmining o'rtasiga qo'yiladi.

Suvning gidrostatik bosim kuchi epyurasi uchburchak shaklida, to'g'ri chiziq qonuni bo'yicha yuqoridan pastga qarab noldan $\gamma_0 N_1$ gacha o'zgaradi. Bunda γ_0 – suvning solishtirma og'irligi uning miqdori 10 kn/m^3 ga teng. Suv tarkibida turfa muallaq cho'kindilar mo'lligida uning miqdorini 5-10% va undan ko'proqqa oshirishi mumkin.

Suvning gidrostatik bosim kuchi inshoot eni 1m bo'lganda quyidagi ifodadan aniqlanadi.

yuqori bef uchun

$$W_1 = \gamma_0 \frac{H_1^2}{2} \quad (3.1.)$$

pastki bef uchun

$$W_3 = \gamma_0 \frac{H_2^2}{2} \quad (3.2.)$$

suv sathidan kuchni ta'sir qilish joyi. $2/3$ N masofada joylashadi.

Gidrostatik bosim kuchini inshoot qiyaligiga ta'sir qilayotgan vertikal tashkil qiluvchisi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

yuqori bef uchun

$$W_2 = \frac{1}{2} \gamma_0 H_1 n b \quad (3.3.)$$

pastki bef uchun

$$W_4 = \frac{1}{2} \gamma_0 \cdot H_2 \cdot n_1 \cdot b \quad (3.4.)$$

Inshoot bosim yuzasi ko'rinishi boshqa shaklda bo'lganda gidrostatik bosim kuchi, uning yo'nalishi hamda qo'yilish nuqtasi inshootni bosimiga, o'lchamlariga va shakliga bog'liq holda gidravlika formulalari yordamida aniqlanadi.

Suvning gidrodinamik bosim kuchi. Inshootni devoriga yoki boshqa qismi 1 m^2 maydoniga ta'sir qiladigan suvning gidrodinamik bosim kuchini quyidagi ifodadan aniqlaymiz.

$$W_g = K\gamma_0 \frac{Q}{g} \vartheta (1 - \cos \alpha) \quad (3.5.)$$

bunda: W_g – gidrodinamik bosim ts da;

K – shakl koeffitsiyenti;

γ_0 – suvning solishtirma og'irligi;

Q – suv sarfi m^3/sek ;

g – erkin tushish tezlanishi $9,81 \text{ m}/\text{sek}$

v – suv harakati tezligi m/sek ;

α – asosiy oqim yo'nalishi bilan zarbni qabul qiluvchi tekislik orasidagi burchak. $\alpha=80/90^\circ$
bosim

$$W_g = K\gamma_0 \frac{Q}{g} \cdot \vartheta \quad (3.6.)$$

yoki

$$W_g = 2K\gamma_0 \omega \frac{v^2}{2g} \quad (3.7.)$$

bu yerda w – oqim ko'ndalang kesimi maydoni m^2 .

Inshoot, uning elementlarini tezlik va bosimni pulssipiyasi natijasida hosil bo'ladigan tebranish hamda silkinishi, ba'zan konstruksiyani buzilishi, shikaslanishiga olib kelishi mumkin. Lekin ushbu kuchning miqdorini faqat maxsus tajriba yoki naturadagi tadqiqotlar yordamida aniqlash joiz. Bunday tadqiqotlar I II sinfdagi inshootlar uchun bajariladi.

To'liq bosimi W_b inshootga shamol to'liq ta'sir qilganda paydo bo'ladi. Bunda inshoot miqdori to'liq balandligi, uzunligiga, suv havzasidagi suvning chuqurligiga to'liqning esishi uzunligiga hamda inshootning konstruksiyasiga bog'liq bo'lgan qo'shimcha gidrodinamik kuchlarni qabul qiladi. To'liq bosimi devorning uzunligi uchburchak shaklga ega bo'lishi mumkin (3.1-rasm).

Shamol to'liqini parametrlari QMQ2.06.04-97ga ko'ra aniqlanadi. Gruntli va gravitatsion beton to'g'onlarida to'liq balandligini aniqlash qo'llanmani keyingi boblarida bayon etilgan.

Muz inshootga statik hamda dinamik bosim bilan ta'sir qilishi mumkin statik bosim asosan inshoot oldidagi uzliksiz tuz qatlamini harorat tufayli kengayishidan yuzaga keladi. Suv muzlaganda o'zani hajmini taxminan 9 % oshiradi, biroq muz qatlamidan hosil bo'lgan bosim miqdori uning paydo bo'lish jarayonida uncha katta emas. Havo haroratining yanada pasayishi muz haroratini pasayishiga hamda har qanday qattiq jism kabi uning hajmini kichrayishiga haroratni oshishi esa kengayishiga olib keladi. Muz bosimining inshootga ta'siri muz maydonini kengayishiga uning qarama-qarshi qirg'og'i qarshilik qilganda paydo bo'ladi. Uning miqdori ko'pgina omillarga bog'liq, jumladan: a) muz qatlami qalinligiga; b) qirg'oqni qiyaligiga va yumshoqligiga (qayish-qoqligi); qiya va yumshoq qirg'oqlarda muz maydonini kengayishi (harorat ko'tarilganda) muzni qirg'oqqa qarab surilishidan yuz beradi, bunda to'g'onga bosimni ta'siri kamayadi; v) haroratni oshish tezligiga; harorat sekin ko'tarilganda muz qatlamida plastik deformatsiya yuz berishga ulguradi hamda to'g'onga bosimning ta'siri kamayadi; g) muz qatlami maydoni uzunligiga.

Muzni harorat tufayli kengayishidan hosil bo'lgan statik bosimi miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$P_t = K_L \cdot b \cdot h_1 P \quad (3.8)$$

bunda: K_L – muz maydoni uzunligi L inshootdan qarama-qarshi qirg'oqqacha ortganda muz bosim kuchini kamayishini hisobga oluvchi koeffitsent ($L \geq 150m$ bo'lganda $K_L \approx 0,6$); v – muzni inshoot bilan tutashgan qismi kengligi; h_1 – ta'minlanganlik 1% bo'lgandagi muzning maksimal qalinligi; R – muzning solishtirma bosimi muzni dinamik bosim kuchi inshootga suzib yuruvchi bo'laklari kelib urilganda yuzaga keladi.

Muz bo'laklari inshootning vertikal devoriga kelib urilganda va uning harakat yo'nalishi normalga yaqin bo'lganda ($80-90^\circ$) dinamik bosim miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$W_{a,n} = K \mathcal{H}_a \sqrt{\Omega} \quad (3.9)$$

bunda K – muzni mustahkamligiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent uning miqdori 2,4-4,3ga teng deb qabul qilinadi.

ϑ – muzning harakat tezligi (suv omborlari uchun 0,6 m/sek) katta emas;

h_1 – muz qalinligi, m;

Ω – kuzatish ma'lumotlari bo'yicha muz maydoni m^2 .

Filtratsiya bosim kuchlari suvni yuqori befdan pastki befga inshootning zamini orqali harakat qilishidan paydo bo'ladi. U teskari bosim kuchi deb atalib pastdan-yuqoriga inshoot tubiga ta'sir qiladi. Filtratsiya bosimining miqdori hamda uning taqsimlanishi uning zaminida qabul qilingan drenaj va filtratsiyaga qarshi qurilmalarni turiga bog'liq. Filtratsiyaga qarshi qurilmalar bo'lmaganda teskari bosim epyurasi trapetsiya shakliga ega bo'lib, u balandligi N_2 to'rtburchak shakldagi muallaq tutib turuvchi bosimdan W_5 va burchak balandligi N_1 filtratsiya bosimi W_6 tashkil topadi (3.1.-rasm). *Muallaq tutib turuvchi bosim* miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$W_{mf} = \gamma_0 \alpha_2 Y = H_2 b \quad (2.10)$$

bunda: γ_0 – suvning solishtirma og'irligi;

α_2 – maydon grunti g'ovakligi, ya'ni bosimni maydonga uzatuvchi koeffitsiyent miqdori 0,7-0,95ga teng;

H_2 – pastki befdagi suv bosimi;

v – to'g'on tubining kengligi;

Filtratsiya bosimi uchburchak epyura yuzasiga teng hamda quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$W_f = \gamma_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \frac{H \cdot b}{2} \quad (3.11)$$

bunda: α_1 – qoyatoshni darzlik darajasini hisobga oluvchi koeffitsient;

N – befdagi suv sathi farqi.

Kuchsiz darzli qoyatoshlarda $\alpha_1=0,2-0,5$ kuchli darzli qoya toshlarda $\alpha_1=0,4-0,7$ zaminda filtratsiyaga qarshi qurilma qo'lla-

nilganda (drenaj, sementatsiya pardasi) $\alpha_1=0,1-0,3$ miqdori gacha kamayadi, binobarin filtratsiya bosimi ham sezilarli darajada kamayadi.

To'liq filtratsiya teskari bosimining miqdori muallaq tutib turuvchi bosim, filtratsiya bosimining yig'indisidan iborat va quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin

$$W_n = W_{um} + W_{\phi} \left(H_2 b + \frac{\alpha_1 H \cdot b}{2} \right) \cdot \gamma_0 \cdot \alpha_2 = 0,5 \gamma_0 \alpha_2 \cdot b (\alpha_1 H + 2H_2) \quad (3.12)$$

Cho'kindilar bosimi. Inshoot oldiga to'planadigan cho'kindilar bosimi cho'kindi qatlamini va uning solishtirma og'irligiga ko'ra aniqlanadi. Ko'pincha mayda cho'kindilar to'planadi, ularni mexanik xossalariga ko'ra birk bog'lanish kuchi nolga teng.

Tik devorga ta'sir qilayotgan *cho'kindilar bosimi* miqdori quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$E = \frac{1}{2} \gamma_H \cdot h_H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (3.13)$$

bunda: γ_H – cho'kindini suv ostidagi solishtirma og'irligi t/m^3 ;

h_H – cho'kindi qatlami balandligi, m;

φ – cho'kindi gruntini ichki ishqalanish burchagi, grad.

Cho'kindining suv tagidagi solishtirma og'irligi miqdori quyidagi ifodadan bilinadi: $\gamma_N = (\gamma_1 - \gamma_0)$. (1-n) bunda γ_0 va γ_1 – mos ravishda suvni hamda quruq holdagi cho'kindi zarrachalarini solishtirma og'irligi (cho'kindilar zarrachalari o'lchami o'rtacha bo'lganda 0,01-0,05mm) γ_1 – miqdori 0,9-1,3t/m³ ga teng deb qabul qilinadi; n – cho'kindilarni g'ovakligi. Cho'kindilar bosim epyurasi

uchburchak ko'rinishida bo'lib miqdori $P = \frac{2E}{h_H}$ ga teng.

Ichki ishqalanish burchagi miqdori $\varphi=0$ bo'lganda kengligi 1 m bo'lgan vertikal devorga ta'sir qilayotgan cho'kindilar bosim kuchi quyidagiga teng:

$$E = \gamma_H \frac{h_H^2}{2}, \quad (3.14)$$

Seysmik kuchlar W_c zilzila natijasida kuzatilib, inshoot og'irligiga proporsional bo'lgan inersiya kuchlarini paydo qiladi. Uni inshoot og'irlik markaziga qo'yiladi va gorizontal yo'naladi. Inshootning inertsia kuchi quyidagi formula yordamida ko'riladi:

$$R_s = 1,5 G \cdot K_c, \quad (3.15)$$

bunda: G – inshoot va undagi jihozlarni og'irligi;

K_c – seysmik koeffitsiyenti, uning miqdori QMQ ga ko'ra seysmik kartalardan aniqlanadi.

Zilzila kuchi 9 ball bo'lganda $K_c = 0,1$

8 ballda $K_c = 0,05$

7 ballda $K_s = 0,025$ ga teng deb qabul qilinadi.

Suvning seysmik bosimi esa quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$W_c = W_1 K_c, \quad (3.16)$$

bunda W_1 yuqori befdagi suvni gidrostatik bosimi.

3.2. Oqimning kavitatsiya va aeratsiya hodisalarini hisobga olish

Suv tashlash inshootlaridan suvni o'tkazish jarayonida uni tezligi yuqori darajaga ko'tariladi (ko'pincha 14-17m/s ko'proq) va unda kavitatsiya hodisasi yuz berishi mumkin. Uning natijasida inshootda kavitatsiya tufayli yemirilishi sodir bo'ladi. Kavitatsiya tufayli buzilish dunyodagi yirik GES lar suv tashlash inshootlarida yuz bergan. Ularga Brats, Sayano-Shushensk (Rossiya), Dvorjak va Libbi (AQSh), Tarbela (Pokiston), FengMEN (XXR), Guri (Venesuela), Keban (Turkiya) va boshqalar.

Kavitatsiya (lotincha *cavitac* – bo'shliq so'zidan olingan bo'lib) deb suyuqlikda o'zgaruvchan bosim ta'sirida bo'shliq hosil bo'lishi hodisasiga aytiladi. Kavitatsiya tez oqayotgan suvda bosimning ma'lum bir kritik qiymatgacha kamayishi natijasida hosil bo'ladi. Bunda suyuqlik ichida gaz, bug' yoki ularning

aralashmasi bilan to'lgan bo'shliq kavitatsiya pufakchalari hosil bo'ladi. Suyuqlikdagi gaz va bug' pufakchalari cheksiz ortib borib, katta kavitatsiya pufakchalariga aylanadi. Suv o'tkazuvchi gidrotexnika inshootlarida bosimni kamayishi oqimni ularning elementlarini aylanib o'tishi bilan bog'liq. Bunday elementlarga chuqurdagi suv tashlamalarning kirish qismi, zatvor pazlari, suv urilmadagi energiya so'ndirgichlar, ho'llangan perimetrlarning notekisligi va boshqalar kiradi. Bunday elementlarni aylanib o'tishi ko'pincha oqim uning yuzasidan ajralgan holda girdobli burama zona hosil qilib o'z yo'nalishini o'zgartirib yuboradi. Bu o'z navbatida vaqt bo'yicha va fazoda suv bosimini o'zgarishiga olib keladi. U kavitatsiya yuz berishiga sababdir. (3.2-rasm). Kavitatsiya yuz berishini hisobiy aniqlash, suv tashlash inshooti yuzasidagi i nuqtadagi absolyut bosim $(R_a)_i$ ni kritik bosim R_{kr} bilan yoki ushbu i nuqtadagi vakuum qiymatini $(h_v)_i$ uni kritik miqdori bilan taqqoslash tufayli erishiladi. Bosim yoki vakuumni birlik suv ustuni orqali ifodalab kavitatsiya bo'lmashligini quyidagi shartiga ega bo'lamiz:

$$(R_a / \gamma_0)_i > R_{kr} / \gamma_0; \quad (h_v)_i < h_{kr} \quad (3.17)$$

Kritik bosim R_{kr} suyuqlikni haroratiga bog'liq, masalan suv uchun $t=20^\circ \text{C}$ da uni miqdori 2,35 KPa, bu esa 0,24 m suv ustuniga mos keladi.

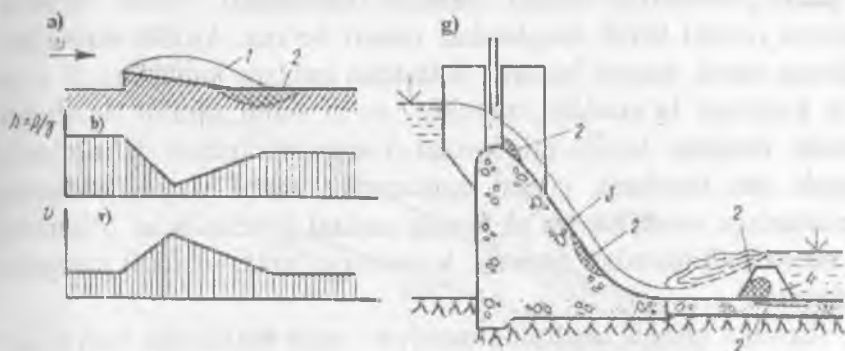
Suv tashlash inshooti notekisliklarida kavitatsiya yuz berish ehtimoli kavitatsiya koeffitsienti K ni uning kritik miqdori K_{kr} bilan taqqoslash orqali aniqlanadi. Kavitatsiya koeffitsientini miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$K = R_{xar} - R_{kr} / \gamma_0 g^2 / 2g, \quad (3.18)$$

Kavitatsiyani kritik miqdori tajriba ma'lumotlari asosida topiladi. Xarakterli bosim R_{xar} va oqimni notekis joydagi oshgan tezligi $i\theta$ miqdori notekisliklar yo'q joyda hisoblar yordamida aniqlanadi.

$K < K_{kr}$, ushbu holat i nuqtada tezlik katta hamda bosim miqdori kichik bo'lganda yuz berishi mumkin, bunda kavitatsiya yuz

beradi. $K > K_{kr}$ bo'lganda esa, kavitatsiya yuz bermaydi. Notekisliklarni shakli hamda o'lchamlariga ko'ra K_{kr} miqdori 0 dan 3-4 gacha o'zgarishi mumkin.



3.2-rasm. Kavitatsiya natijasida yemirilish hosil bo'lish sxemasi.

A – oqimning yuzadan ajralishi; b – oqim ajralgan yuzada bosimni o'zgarishi; v – oqim ajralgan yuzada tezlikni o'zgarishi; g – suv oqizma to'g'onda kavitatsiya tufayli yemirilishni yuz berishi; 1-oqimning ajralgan qismi; 2-kavitatsiya yemirilish o'chog'i; 3-suv oqish qismi; 4-energiya so'ndirgich.

Gidrotexnika inshootlarining kavitatsiya ta'siridan himoya qilish usullarini uch guruhga bo'lish mumkin:

- kavitatsiya yuz berishiga yo'l qo'ymaydigan;
- oqim tuzilishiga ta'sir etadigan;
- suv tashlama qoplamasini kavitatsiyaga chidamliligini ta'minlaydigan.

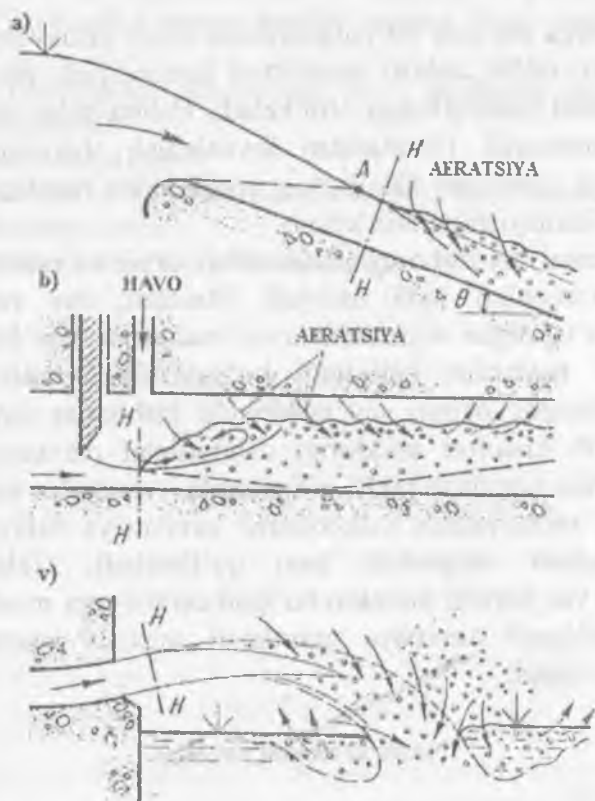
Birinchi grupp usullaridan keng qo'llaniladigani, bu kavitatsiya bo'lmasligi, suv tashlama elementi shaklini o'zgartirish hisobiga erishiladi, uning yuzasini silliqlash, tezlikni yanada kengroq oralig'ida oqim yuzadan ajralishini saqlab qolishga intilish. Masalan, chuqurda joylashgan suv tashlash inshootida to'g'ri burchakli kirish qismining o'rniga silliq tegadigan foydalanish oqim tezligini kavitatsiya yuz bermaydigan yo'l qo'yilgan miqdorini 1,5 barobarga oshirish imkoniyatini yaratadi. Chuqurda

joylashgan bosimli suv tashlamada kavitatsiya boshlanishiga yo'l qo'ymaslikka, ba'zan uni chiqish kesimi maydonini toraytirish hisobiga erishish mumkin. Buning natijasida suv tashima uzunligi bo'ylab pezometrik bosim chizig'i ko'tariladi. Ya'ni agarda bosimni ortishi kritik miqdordan yuqori bo'lsa. Ajralib oqadigan oblastga suvni yuqori bosimli oblastdan maxsus kanal orqali o'zi oqib kelishini ta'minlash mumkin, ya'ni oqim ajralib oqadigan zonada bosimni kritik miqdordan yuqori bo'lishini ta'minlash. Agarda suv tashlama yuzasi qoplamasi sifatini yuqori darajada ta'minlashga erishilsa, ya'ni bunda undagi notekisliklar o'lchami bir necha millimetrdan ortmasa, kavitatsiya xavfi sezilarli darajada kamayadi.

Ikkinchi gruppada usulining mohiyati oqim tuzilishiga faol ta'sir ko'rsatishdir. Amalda ushbu g'oya kavitatsiya manbai bo'lgan suv tashlama elementi shaklini quyidagi ko'rinishga keltirish orqali amalga oshiriladi, ya'ni bunda oqimning ajralish zonasi uzunligini qisqartirish yoki yirik girdobni maydalab kichik girdobga aylantirish zarur. Misol uchun, zatvor pazi pastki qovurg'asini (skos) ko'rinishida yoki to'g'ri burchakli paz pastki qovurg'asini mayda tishli qilib bajarish kavitatsiya yuz berishini sezilarli darajada kamaytiradi, agarda u yuz bersa eroziya intensivligini 1,5-2 barobarga kamaytiradi.

Kavitatsiyadan himoya qilishning uchunchi usuli yuqori kavitatsiyaga chidamli himoya qoplamalarini o'rnatish orqali suv tashlash inshootlari ishonchli ishlashini ta'minlaydi. Beton markasini oshirish, uning tayyorlash texnologiyasini yaxshilash, uning yotqizish va uning mustahkamligiga erish jarayoniga erishish uning kavitatsiya natijasida yemirilishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatlarini o'nlab marta oshiradi. Yuqori kavitatsiyaga chidamli bo'lgan yangi qurilish materiallaridan ham keng qo'llanilmoqda: polimer qo'shimchali (epoksid smalasi, lateks hamda b.) sement betonlar; bog'lovchi sifatida epoksid smola, tiokol va boshqa materiallardan foydalaniladigan polimer betonlar hamda polimer qorishmalar; bo'yovchi va tekislovchi polimer

qoplamalar (shu jumladan, armaturalangan shishatikon). Juda muhim inshootlarda yoki alohida qismlarida, masalan yuqori bosimli zatvor kameralarida beton qoplama uchun po'latdan foydalaniladi.



3.3-rasm. Oqim aeratsiyasiga misollar.

a – tez oqarda oqimga havo aralashishi; b – suv zatvor tubidan oqib chiqqanda tunneldagi oqim aeratsiyasi; v – erkin otilib tushayotgan oqim aeratsiyasi; A – turbulent holatdan erkin yuzaga chiqish; N – N – havoni egallashning boshlanish joyi.

Katta tezlikdagi oqimni o'tkazuvchi inshootlarni loyihalashda oqim aeratsiyasi bilan bog'liq bo'lgan qator masalalar yechiladi. Aeratsiya bu oqimga havoni kirib qolishi. Unga e'tiborsizlik qator

salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Jumladan, aeratsiya natijasida oqim ko'tariladi (shishadi) bu esa o'z navbatida ochiq suv tashlash inshootlarida uning qirg'oqlari balandligini, yopiq inshootlarda (quvur, tunnel) esa, kesimi balandligini oshirishni talab qiladi.

Pastki befga ma'lum bir balandlikdan otilib tushayotgan oqim aeratsiyasi uni otilib tushish masofasini kamaytiradi. Bu esa suv bug'lari bulutini hosil qilishga olib keladi. Ushbu holat inshootdan tashqi elektrmexanik jihozlaridan foydalanish sharoitini qiyinlashtirib, unga tutashgan tik qirg'oq qiyaliklarini namlik ta'sirida turg'unligini kamayishiga olib keladi.

Oqim aeratsiyasi inshootga faqat salbiy ta'sir ko'rsatib qolmay uni ijobiy tomonlari ham mavjud. Masalan, suv inshootlari bo'g'inidan o'tayotgan oqim aeratsiyasi natijasida suv kislorodga to'yinib, o'z navbatida baliqlarni ko'payishiga yaxshi sharoit tug'diradi. Shuning uchun suv tashlovchi inshootlar suvni havo bilan to'ydirib kislorod miqdorini oshiradigan maxsus qurilma *aeratorlar* bilan jihozlash taklif qilinmoqda. Aeratorlar yordamida suv oqimini aeratsiyalash inshootlarni kavitatsiya tufayli yemirilishdan saqlash maqsadida ham qo'llaniladi. Gidrotexnika inshootlarida yuz berishi mumkin bo'lgan aeratsiyaga misollar 3.3-rasmda keltirilgan. Aeratsiya masalalari maxsus adabiyotlarda to'liq bayon etilgan.

Nazorat uchun savollar

1. Gidrotexnika inshootlariga qanday kuchlar ta'sir ko'rsatadi?
2. Statik kuchlarga qanday kuchlar kiradi?
3. Dinamik kuchlarga qanday kuchlarga-chi?
4. Asosiy kuchlarga qanday kuchlar kiradi?
5. Alohida maxsus kuchlarga qaysilar?
6. Suvning gidrostatik bosim kuchi qanday aniqlanadi?
7. Suvning gidrodinamik bosim kuchi qanday aniqlanadi?

8. Muzning harorat tufayli kengayishidan hosil bo'lgan statik bosimi miqdori qanday?
9. Muallaq tutib turuvchi bosim miqdori qanday aniqlanadi?
10. Filtratsiya bosim kuchi qanday aniqlanadi?
11. To'liq filtratsiya teskari bosimining miqdori qanday aniqlanadi?
12. Cho'kindilar bosimi miqdori qanday ifoda yordamida aniqlanadi?
13. Gidrotexnika inshootlariga ta'sir qilayotgan seysmik kuchlar qanday aniqlanadi?
14. Kavitatsiya nima?
15. Kavitatsiya inshootga qanaqa salbiy ta'sir ko'rsatadi?
16. Aeratsiya nima?
17. Aeratsiyaning foydali tomonlari?

4. BOB.

FILTRATSIYA TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOT

4.1 Filtratsiya to'g'risida tushuncha

Filtratsiya suvning g'ovak muhitdan sizib o'tishi. Uning hodisasini har xil gidrotexnika inshootlarini loyihalashda tez-tez uchratib turamiz.

Bunga gravitatsion va gruntli to'g'onlar, shluzlar, vaqtinchalik dambalar qurilish handaqlari, zax qochirish majmualari hamda boshqalar kiradi. Suvning gruntidagi sizib o'tish yuzasi qancha katta bo'lsa, sizilayotgan suv oqimi shuncha katta qarshilikka uchraydi. Donalari mayda gruntlarda filtratsiya oz bo'ladi. Gilli gruntlarning donalari juda maydaligi uchun bunday gruntlarda filtratsiya katta bosim ta'sirdagina yuz berishi mumkin. Filtratsiyani o'rganishda biz suvni alohida g'ovaklar hamda yoriqlardagi harakati bilan qiziqmaymiz, balki filtratsiyani o'rtacha xarakteristikalarini aniqlaymiz. U filtratsiya tezligi, bosim, suv sarfi va hokazodan iborat. Ushbu keltirilgan xarakteristikalarni aniqlash gidrotexnika inshootlarini filtratsiya hisobini asosiy masalalariga kiradi.

4.2 Gidrotexnika inshootlari filtratsiya hisobining maqsad va vazifalari

Gidrotexnika inshootlarining filtratsiya hisobi quyidagilarni aniqlash maqsadida bajariladi;

- a) Gidrotexnika inshooti tubiga filtratsiya bosimining ta'siri;
- b) Gruntli gidrotexnika inshootlarida hamda ularni qirg'oq bilan tutashgan qismlarida filtratsiya oqimi depressiya yuzasi holatini aniqlash.
- v) Filtratsiya suv sarfini aniqlash;
- g) Beton inshoot zaminidagi, gruntli inshoot zamini, tanasidagi va inshootni qirg'oq bilan tutashgan qismida filtratsiya oqimi gradiyenti bilan tezligini aniqlash.

Hisoblashlar natijasida aniqlangan beton inshootga ta'sir qilayotgan filtratsiya bosimi, gruntli inshootlardagi depressiya yuzasini holati boshqa faktorlar bilan bir qatorda bu inshootlarning turg'unligini aniqlashga yordam beradi hamda ularni inshoot turg'unligiga ta'sirini kamaytiruvchi chora-tadbirlar ishlab chiqishda foydalaniladi. Filtratsiya sarfi to'g'risidagi ma'lumotlar suv omborida yo'qotiladigan filtratsiya miqdorini belgilash va uni kamaytirish chora-tadbirlarini ishlab chiqish uchun zarur. Filtratsiya oqimini pastki befga yoki drenaj inshootlariga chiqish qismidagi gradiyent va tezlik to'g'risidagi ma'lumotlar gruntlarni filtratsiyaga qarshi mustahkamligini aniqlashda talab qilinadi.

4.3. Filtratsiya asosiy qonuni

G'ovak jismda filtratsiya harakatini asosiy qonuni 1856-y. Fransuz olimi Darsi tomonidan ma'lum uzunlik va ko'ndalang kesim yuzasiga ega bo'lgan qum namunasidan sizib o'tayotgan suv sarfini kuzatish natijasida o'rnatilgan(4.1-rasm).



4.1-rasm.

Keyinchalik o'rnatilgan matematik bog'lanish Darsi qonuni deb atalgan.

$$Q = K \cdot I \quad (4.1)$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, filtratsiya tezligi bosim gradiyentiga to'g'ri proporsional.

Bunda: K – filtratsiya koeffitsiyenti, l – bosim gradiyenti, $\mathcal{G}$ – filtratsiya tezligi.

Bu yerda grunt g'ovaklari kesim yuzasi $\omega_{g'ov}$ grunt zarrachalari yuzasi ω_{zar} orqali suv harakat qilmaydi, quvurni butun kesim yuzasi

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4} \text{ ga teng.}$$

Shundan ko'rinib turibdiki:

$$\omega = \omega_{zar} + \omega_{g'ov}$$

u holda suvni g'ovaklar orqali harakatini haqiqiy tezligi

$$\mathcal{G}_d = \frac{Q}{\omega_{som}}$$

Filtratsiya tezligi:

$$\mathcal{G} = \frac{Q}{\omega}$$

Aniqki, filtratsiya tezligi deb, ba'zi bir fiktiv tezlikka, suv nafaqat g'ovaklar orqali, balki qum egallagan butun yuza bo'ylab harakat qiladi deb, faraz qilinadigan tezlikka aytiladi.

n – orqali gruntni hajmiy g'ovakligini va n^1 – orqali yuzadagi g'ovaklik koeffitsiyentini belgilaymiz.

$$n = \frac{g'ovaklar \cdot hajmi}{grunt \cdot hajmi} < 1$$

$$n^1 = \frac{\omega_{g'ov}}{\omega} < 1$$

Bizga ma'lumki bir jinsli gruntlarda $n = n^1$ shunday ekan

$$\frac{\mathcal{G}}{\mathcal{G}_d} = \frac{\omega_{g'ov}}{\omega} = n$$

yoki $\mathcal{G} = n \mathcal{G}_d$ ko'pincha $n = (0,35/0,45)$ shuning uchun filtratsiya tezligi $\mathcal{G}$ har doim haqiqiy tezlikdan kichik. Darsi formulasini yana quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$Q = K \cdot \omega \cdot I \quad (4.2.)$$

Filtratsiya koeffitsiyentining o'lchami tezlik o'lchami bilan bir xil bo'lib, u gradiyent $I=1$ teng bo'lgandagi tezlikdir. (4.1.) yoki (4.2.) formula laminar filtratsiya harakatiga tegishli bo'lib, ma'lum bir qo'llanish chegarasiga ega.

Bir jinsli gruntlar (qum, shag'al) Darsi qonuni Reynoldsning quyidagi shartini bajargandagina qo'llanishi mumkin. Ya'ni:

$$R = \frac{\mathcal{G} \cdot d}{\nu} \leq A$$

$$A = 3 \div 10$$

bo'lganda. Suv uchun $\nu 0,018 \text{ sm}^2/\text{sek}$ deb qabul qilsak u holda

$$\mathcal{G}d \leq 0,07 \div 0,075 \quad (4.3.)$$

bunda: $\mathcal{G}$ – filtratsiya tezligi m/sek

d – grunt zarrachalarini diametri, sm.

Agarda (3.3.) sharti bajarilmasa, u holda turbulent filtratsiya hosil bo'ladi so'ng Darsi qonuni buziladi.

Turbulent filtratsiyasida (4.1.) formula o'rniga boshqa ifodadan foydalaniladi;

$$\mathcal{G} = K \cdot I^m \text{ yoki } I = \frac{1}{K^{\frac{1}{m}}} \cdot \mathcal{G}^m \quad (4.4.)$$

bunda: m – tajriba natijalariga ko'ra belgilanib, uning miqdori $1 \leq m \leq 2$ oralig'ida.

$$\text{yoki} \quad I = a\mathcal{G} + b\mathcal{G}^2 \quad (4.5.)$$

bunda: a va b – eksperiment yordamida o'rnatiladigan doimiy (berilgan grunt va suv harorati uchun) koeffitsiyent.

Kichik tezliklarda (ikkinchi qismini $b\mathcal{G}^2$ hisobga olmasa bo'ladi) u holda (4.5.) ifoda Darsi formulasiga aylanadi. Katta tezliklarda (birinchi qismini $a\mathcal{G}$ hisobga olmaslik mumkin).

$$I = b\mathcal{G}^2$$

va kvadratik qarshilik oblastiga javob beradi.

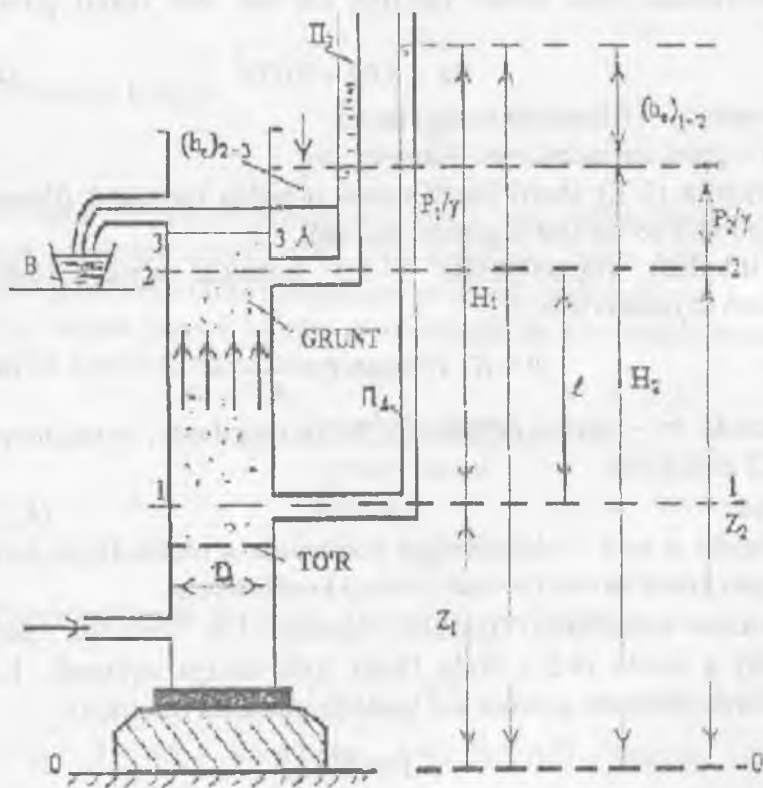
4.4. Filtratsiya koeffitsiyentini aniqlash usullari

Filtratsiya koeffitsiyentini aniqlashning uchta usuli mavjud;

1. Laboratoriya usuli.
2. Hisobiy (nazariy) usul.
3. Dala usuli.

4.4.1 Laboratoriya usuli

Laboratoriyada K_f aniqlash uchun Darsi asbobidan foydalaniladi (4.1-rasm).



4.2-rasm. Darsi asbobi yordamida filtratsiya koeffitsientini aniqlash.

Unga ko'ra

$$Q=v/t$$

V – o'lchov idishda t – vaqtda yig'ilgan suv hajmi
(3.2)ifodadan

$$K = \frac{Q}{\omega \cdot I} \quad \omega = \frac{\pi D^2}{4}; \quad I = \frac{h_e}{\ell}; \quad h_e = H_1 - H_2$$

tajribada Q, h_e va ℓ ni o'lchab filtratsiya koeffitsientini aniqlaymiz.

4.4.2. Hisoblash usuli

Adabiyotlarda ko'plab mualliflar tomonidan tavsiya qilingan empirik formulalar berilgan. Ulardan ayrimlarini keltiramiz;

1. Ko'p jinsli qumlar uchun Xezen quyidagi ifodani tavsiya qiladi;

$$K = A \cdot C \cdot \tau \cdot d^2 \quad (4.6.)$$

bunda: A – "K" ni o'lchamini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Agar K m/sut da o'lchansa, u holda $A=1$ S – qumni gilli zarrachalar tomonidan ifloslanish (to'lib qolishi) darajasiga bog'liq koeffitsiyent (ifloslanish darajasi oshgani sari S kamayadi). $S=500-1000$

τ – suvning haroratini o'zgarishini hisobga olish. $T=0.70+0.03$

d_e – grunt zarrachalari diametri mm, $d_{10\%}$

2. Bog'lanmagan gruntlar uchun M.P. Pavchich formulasi

$$K_f = \frac{4K_{form}}{v} \sqrt[3]{\eta} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot d_{17}^2 \cdot \frac{g}{10} \quad (4.7)$$

bunda: $K_{form}=1$ qumli va shag'alli gruntlar uchun va 0,35-0,4 shebenli gruntlar uchun. V – suvni kinematik yopishqoqligi ($0,15 \cdot 10^{-5}$ m²/s harorat 15°C bo'lganda); d_{17} – grunt takibidagi 17% zarrachalar (og'irlik bo'yicha) o'lchami shu diametrdan kichik bo'lgan diametr.

η – ko‘p jinslilik koeffitsiyenti; n – g‘ovaklik; g – erkin tushish tezlanishi m/s^2 .

3. Bog‘langan gruntlar uchun V.N.Jilenkov formulasi

$$K_f = 4 \cdot 10^{-11} \exp \frac{\varepsilon}{0,17\varepsilon_T - 0,048} \quad (4.8)$$

bu yerda ε – gruntning g‘ovaklik koeffitsiyenti; ε_T – gruntning namligi oqish chegarasida bo‘lgandagi g‘ovaklik koeffitsiyenti.

$$\varepsilon_T = 1,06 \frac{\gamma_{sd} < 1MM}{\gamma_0} W_T \quad (4.9)$$

bunda: 1,06 – gruntning havo bo‘lishini hisobga olish $\gamma_{rd} < 1MM$ – diametri $d < 1mm$ – grunt zarrachalarini solishtirma og‘irligi, chunki $d < 1mm$ zarrachalar gilli grunt tarkibida W_T va W_P aniqlashda foydalaniladi.

(4.8.) Ifodani qo‘llash mumkin, agarda gilli gruntga $d < 1mm$ zarrachalar miqdori 35-40% tashkil qilsa. Aks holda mayda zarrachalar $d > 1mm$ qayta zarrachalar hosil qilgan g‘ovaklarni to‘la to‘ldirish uchun yetmasligi mumkin. U holda (3.8) aniqlangan K_f miqdori pasayib ketadi.

4.4.3. Dala usuli

Bu usul to‘la ravishda injenerlik geologiyasi kursida o‘rganiladi.

4.5 Filtratsiyaning asosiy tenglamalari

Filtratsiyaning asosiy tenglamalari gidravlika kurslarida o‘rganilishini hisobga olib uni keltirib chiqarishni bu yerda keltirmaymiz.

Shunday qilib og‘ir siqilmaydigan suyuqlikning noturg‘un filtratsiya harakati asosiy differensial tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega.

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_x}{dt} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{1}{q} F_x &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_y}{dt} + \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{1}{q} F_y &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_z}{dt} + \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{1}{q} F_z &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{\partial \vartheta_x}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta_y}{\partial y} + \frac{\partial \vartheta_z}{\partial z} = 0 \quad (4.11)$$

Bu tenglamalarda $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ filtratsiya tezligini koordinata o'qlaridagi proektsiyasi

$$h = z + \frac{P}{\gamma} - p'_{\text{ezometrik bosim}} \quad (4.12)$$

bunda: R – bosim; γ – suyuqlikning solishtirma og'irligi; t – vaqt; F_x, F_y, F_z – suyuqlikning birlik massasiga to'g'ri kelgan qarshilik kuchini koordinata o'qlaridagi proektsiyasi; g – erkin tushish tezlanishi.

(4.10) Tenglama filtratsiya oqimida ajratilgan suyuqlikni birlik massasiga ta'sir qilayotgan hamma kuchlarning dinamik muvozanatini ifoda etadi. Birinchi ifoda inersiya kuchlarini, ikkinchi – og'irlik kuchlarini, uchinchisi filtratsiya oqimida gidrodinamik qarshilik kuchlarini ifoda etadi.

(4.11) Tenglama esa filtratsiya oqimining uzluksizlik tenglamasi deyiladi.

Agar qarshilik kuchlari quyidagicha ifodalanishi mumkinligini hisobga olsak;

$$F = \frac{q}{K} \vartheta \quad (4.13)$$

u holda (4.10) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\begin{aligned}\frac{1}{q} \frac{d\mathcal{G}_x}{dt} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\mathcal{G}_x}{K} &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\mathcal{G}_y}{dt} + \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\mathcal{G}_y}{K} &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\mathcal{G}_z}{dt} + \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{\mathcal{G}_z}{K} &= 0\end{aligned}\quad (4.14)$$

Turg'un filtratsiyada

$$\mathcal{G}_x = -K \frac{\partial h}{\partial x}; \quad \mathcal{G}_y = -K \frac{\partial h}{\partial y}; \quad \mathcal{G}_z = -K \frac{\partial h}{\partial z}; \quad (4.15)$$

Bu tenglamalar 1988-yili N.E.Jukovskiy tomonidan keltirilgan.

Uzluksizlik tenglamasi (4.11) va (4.15) tenglamadan shu kelib chiqadiki, bosim h (4.12) Laplas tenglamasini qanoatlantiradi;

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \quad (4.16)$$

va filtratsiya oblastidagi garmonik funksiya hisoblanadi. (4.15) tenglamadan filtratsiya tezligi potentsialga ega va filtratsiya tezligi potentsiali deb ataladi;

$$\varphi = -Kh \quad (4.17)$$

filtratsiya tezligi proeksiyasi

$$\mathcal{G}_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad \mathcal{G}_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad \mathcal{G}_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}; \quad (4.18)$$

(4.17) va (4.18) tenglamalardan quyidagi kelib chiqadi;

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (4.19)$$

Filtratsiya umumiy masalalariga noturg'un filtratsiya holatida (4.14) va (4.11) tenglamalarini birgalikda integrallash, turg'un

filtratsiya holatida esa (4.16) yoki (4.18) tenglamalarini integrallash kiradi. Integrallash natijasida noturg'un filtratsiyada quyidagi funksiya topiladi:

$h=f(x, y, z, t)$, turg'un filtratsiyada esa $h=f(x, y, z)$ funksiyasi.

Bu funksiyalarga doimiy qiymatni berib va hisoblab sirt (yuza) tenglamasini hosil qilamiz;

$$f(x, y, z) = \text{const} \quad (4.20)$$

bu teng bosimlar yuzasi yoki ekvipotensial yuzasi hisoblanadi.

4.6. Tekislikdagi turg'un filtratsiya

Ko'pgina hollarda filtratsiya oqimini hamma xarakteristikalari (filtratsiya tezligi, bosimi va h .) ikkita koordinatani funksiyasi hisoblanadi. Bunday filtratsiya *tekislikdagi filtratsiya* deyiladi.

Bunday filtratsiyada (4.15) quyidagi ko'rinishni oladi.

$$g_x = -K \frac{\partial h}{\partial x}; \quad g_y = -K \frac{\partial h}{\partial y}; \quad (4.21)$$

uzluksizlik tenglamasi quyidagicha

$$\frac{\partial g_x}{\partial x} + \frac{\partial g_y}{\partial y} = 0$$

unda g_x va g_y (3.21) bo'yicha ifodalab

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (4.22)$$

tezlik potentsiali tushunchasidan foydalanib (4.17) tenglamada

$$g_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad g_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad (4.23)$$

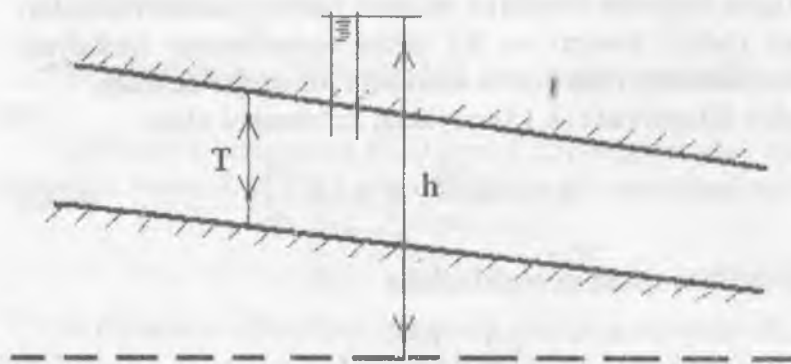
hamda

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (4.24)$$

(4.22) Tenglamani integrallash natijasida $h=f(x,y)$ funksiyasiga ega bo'lamiz. Bu funktsiyani $f(x, y)=\text{const}$ deb teng bosimlar chizig'ini tenglamasini hosil qilamiz.

4.7. Plandagi filtratsiya

Mazkur filtratsiya quyidagi holda, ya'ni filtratsiya oqimini vertikal o'lchamlari uni gorizontal o'lchamlariga nisbatan kichik bo'lganda yuz beradi.



4.3-rasm. Plandagi filtratsiya.

Turg'un planli filtratsiya tenglamasi:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (4.25)$$

Bosimli filtratsiya uchun:

$$\varphi = \int_0^T K (z - h) dz \quad (4.24)$$

Bosimsiz filtratsiya uchun:

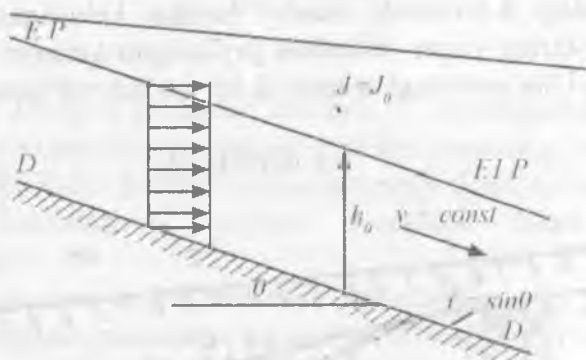
$$\varphi = \int_0^h K (z - h) dz \quad (4.24)$$

φ ni qiymatiga ko'ra bosimni yoki chuqurligi h ni qiymatini (4.17) va (4.18) foydalanib topish mumkin.

4.8. Asta o'zgaradigan turg'un bosimsiz filtratsiya harakati

4.8.1 Grunt suvlarining birtekis harakati

Quyidagi 4.4-rasmdagi tekis harakatni ko'rib chiqaylik.



4.4-rasm. Grunt suvlarining bir tekis harakati

Bunday harakatda grunt suvlari holatida bosim tezligini hisobga olinmaydi, shuning uchun bosim chizig'i Ye-E va pezometrik chiziq R-R, erkin yuza n bilan mos kelishi kerak. Oqimning erkin yuzasi bir tekis harakatda oqim tubi D-D ga parallel, shuning uchun:

$$J = J_e = i \quad (4.25)$$

u holda Darsi formulasini quyidagicha yozish mumkin.

$U = K \cdot i$ (4.26) yoki $Q = \omega \cdot K \cdot i$ (4.27)
tekislikdagi masala uchun solishtirma sarf:

$$q = Q/b = h_0 \cdot K \cdot i \quad (4.27)$$

unda tekis harakatda oqim chuqurligi:

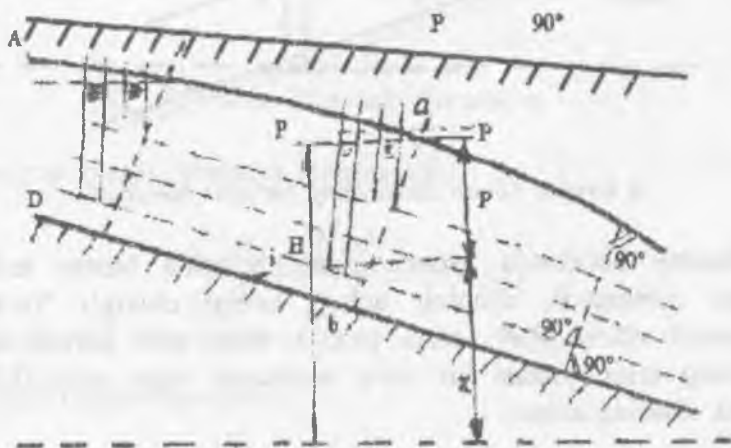
$$h_0 = \frac{q}{K \cdot i} \quad \text{bo'ladi.} \quad (4.28)$$

(4.28) Tenglama tekislikdagi bosimsiz tekis harakat tenglamasi deyiladi.

4.8.2. Grunt suvlarining asta-sekin o'zgaradigan bosimsiz harakating asosiy tenglamasi (Dyupyui formulasi)

Quyidagi 4.5-rasmda bunday harakat keltirilgan unga ko'ra ikkita bir-biriga yaqin masofada joylashgan kesimni belgilaymiz. (1-1, 2-2) Ular orasidagi masofa d_s bir xil deb va bosimlarni H_1 va H_2 deb

$$-dH = H_1 - H_2$$



4.5-rasm. Asta o'zgaradigan bosimsiz filtratsiya.

Aytilganlardan ma'lumki gidravlik nishablik qiymati berilgan kesim yuzasini hamma nuqtalarida bir xil va erkin yuza nishabligiga teng:

$$J = -\frac{dH}{ds} = \text{const} \quad (\text{kesim yuzasi uchun}) \quad (4.29)$$

bu yerda $(-)$ ishorasi dH manfiy (bosim H , S yo'nalishi bo'yicha kamayadi).

Shunday qilib asta-sekin o'zgaradigan harakatda filtratsiya tezligi u berilgan kesimni hamma nuqtalarida o'rtacha tezlik $\mathcal{J}$ ga teng

$$u = \mathcal{J} = -K \frac{dH}{dS} \quad (4.30).$$

Bu ifoda *Dyupyui formulasi* deyiladi. U quyidagicha berilgan vertikal kesim yuzasida o'rtacha tezlik $\mathcal{J}$ shu kesimdagi erkin yuza nishabligini filtratsiya koeffitsiyentiga ko'paytirilganiga teng.

Darsi formulasini Dyupyui formulasi bilan zinhor adashtirmang.

Darsi formulasi bizga filtratsiya oblastini istagan nuqtasida filtratsiya tezligini (asta-sekin harakatmi, birdanigami) aniqlaydi. Dyupyui formulasi esa bizga tekis vertikal kesim yuzasida asta-sekin bosimsiz harakat bo'lgandagi o'rtacha tezlik miqdorini aniqlab beradi.

4.8.3. Grunt suvlarining notekis asta-sekin o'zgaradigan harakat differensial tenglamasi

Bunday harakatda $i > 0$ (4.6-rasm) bo'lganda erkin yuza nishabligini ikkita ifoda bilan keltirish mumkin, ochiq o'zanlardagi notekis harakat formulasidan va (4.29) dan

$$Q = \omega \cdot g = \omega \cdot K \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (4.32)$$

Ushbu tenglama biz izlayotgan differensial tenglamadir.
Solishtirma suv sarfi:

$$q = h \cdot K \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (4.33)$$

$i = 0$ bo'lganda (3.6- rasm)

$$q = -Kh \frac{dh}{ds} \quad (4.34)$$

4.8.4. Asta-sekin o'zgaradigan grunt suvlarining harakati differensial tenglamasini integrallash

1. $i > 0$ solishtirma sarf normal chuqurlik h_0 orqali (4.27)' formulaga ko'ra ifodalanishi mumkin:

$$q = Kh_0 \cdot i \quad (4.35)$$

q ni (4.33) qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz

$$Kh_0 i = Kh \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (4.36)$$

Ushbu (4.36) ifodadan ko'rinib turibdiki bunda filtratsiya koeffitsiyenti qisqarib ketadi va quyidagi ifoda hosil bo'ladi.

$$h_0 i = h \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (4.37)$$

$$\text{yoki} \quad 1 = \frac{h}{h_0} - \frac{1}{i} \cdot \frac{h}{h_0} \cdot \frac{h}{dS} = \frac{h}{h_0} - \frac{1}{i} h_0 \frac{h}{h_0} \frac{d\left(\frac{h}{h_0}\right)}{dS} \quad (4.38)$$

ma'lum belgilashlarni kiritib

$$\frac{h}{h_0} = \eta \quad (4.39)$$

(4.38) o'rniga quyidagiga ega bo'lamiz:

$$1 = \eta - \frac{1}{i} \cdot h_0 \eta \frac{d\eta}{dS} \quad (4.40)$$

$$\text{yoki } \frac{idS'}{h_0} = -\frac{\eta}{\eta-1} d\eta \quad (4.41)$$

Ushbu tenglamada oqimni 1-1 kesimidan 2-2 kesimigacha integrallab (4.6-rasm)

$$\frac{i\ell}{h_0} = \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{\eta}{\eta-1} d\eta \quad (4.42)$$

$$\text{yoki } \frac{i\ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + \ln \frac{\eta_2-1}{\eta_1-1} \quad (4.43)$$

$$\text{bunda } \eta_1 = \frac{h_1}{h_0}; \quad \eta_2 = \frac{h_2}{h_0}; \quad \ell = S_2 - S_1$$

ℓ — 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi masofa h_1 va h_2 — mos ravishda 1-1 va 2-2 kesimlardagi chuqurlik.

Natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tib quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{i\ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + 2.3 \lg \frac{\eta_2-1}{\eta_1-1} \quad (4.44)$$

Ushbu ifoda depressiya egri chizig'ini belgilaydi. Undan foydalanib ochiq o'zanlardagi kabi masalalarni yechish mumkin.

$i=0$ (4.21) ifodani quyidagi ko'rinishga keltiramiz

$$\frac{q}{h} dS = -h dh \quad (4.45)$$

Ushbu tenglamani 1-1 kesimdan 2-2 oralig'ida integrallab quyidagi formulaga bo'lamiz:

$$\frac{q}{K} = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2\ell} \quad (4.46)$$

(4.46) tenglama Dyupuyi tenglamasi deyiladi. Ushbu tenglama yordamida depressiya egri chizig'i holatini hamda filtratsiya sarfini osongina topish mumkin.

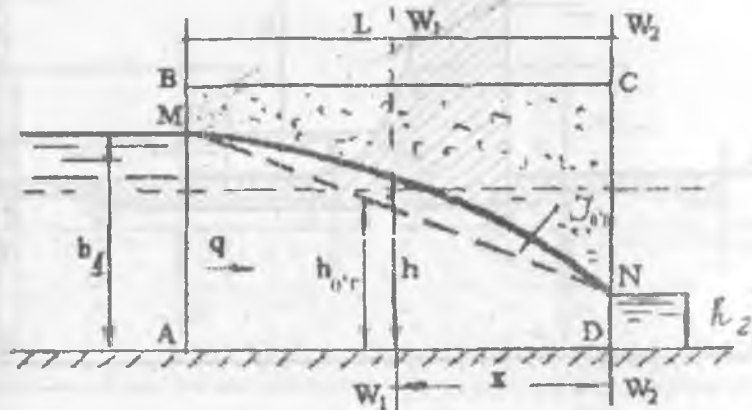
Bu ifodadan depressiya egri chizig'i holatini quyidagicha aniqlaymiz.

$$h = \sqrt{h_2^2 + (h_1^2 - h_2^2) \frac{x}{L}} \quad (4.47)$$

(4.47) Ko'rinib turibdiki, bunda filtratsiya koeffitsiyenti ishtirok etmayapti.

Qolaversa, ushbu tenglamadan quyidagi muhim ahamiyatga ega bo'lgan xulosani keltirib chiqarish mumkin.

Bir jinsli to'g'onlarda depressiya egri chizig'ini holati filtratsiya koeffitsiyenti (K), ni miqdoriga bog'liq emas, ya'ni gruntni o'tkazuvchanlik darajasiga. Berilgan h_1 va h_2 qiymatlarida depressiya egri chizig'i holati (M-N) qum bilan gil uchun bir xil bo'ladi. (4.7-rasm). (4.36) ga ko'ra filtratsiya koeffitsiyenti filtratsiya sarfiga bog'liq. Uning miqdori filtratsiya miqdoriga to'g'ri proporsional.



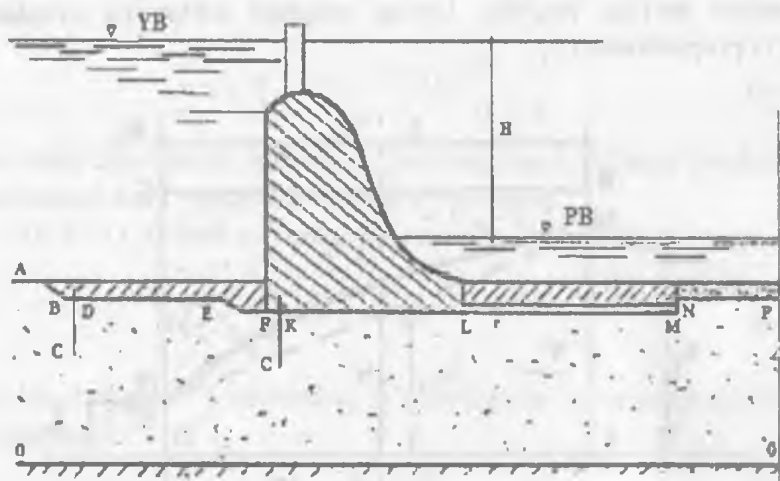
4.7- rasm. Bir jinsli to'g'onlardagi filtratsiya harakati sxemasi.

4.9. Gidrotexnika inshootlar zaminida bosimli filtratsiyani hisoblash usullari

4.9.1. Gidrotexnika inshootlari yer osti konturi elementlari

Gidrotexnika inshootlari oldida hosil bo'lgan bosim natijasida uning zaminida filtratsiya oqimi harakati yuz beradi. Bunday filtratsiya bosimli hisoblanadi, chunki uning yuqori chegarasidagi bosim, atmosfera bosimiga teng emas.

Inshootni yer osti konturi deb, flyutbet yer osti konturini zamin grunt bilan tutashgan qismiga aytiladi (4.8-rasm). Flyubet ponur, to'g'on tanasi, suv urilma hamda risbermadan iborat. Yer osti konturi uzunligini oshirish uchun to'g'on tubida vertikal filtratsiyaga qarshi qurilmalar – shpunt, parda, diafragma hamda tish quriladi. Shpunt qatorlarida suvto'siq qatlamini joylashish chuqurligiga ko'ra, osilib turuvchi yoki suv to'siq qatlamigacha yetib borgan bo'lishi mumkin. Shpunt yog'ochdan, temir-betondan yoki metallardan bo'lishi mumkin.

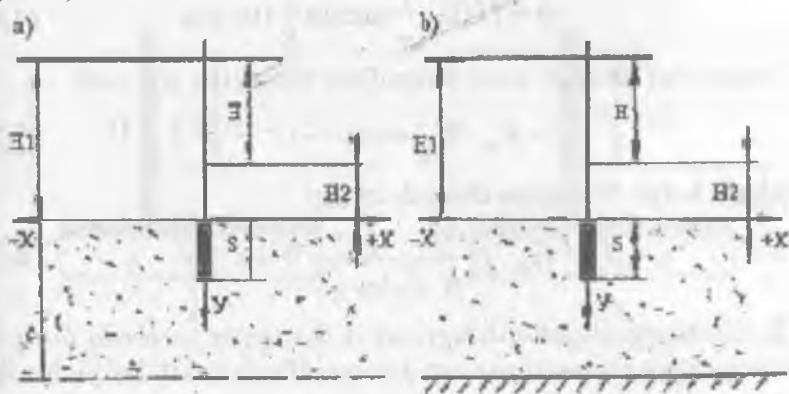


4.8-rasm. Gidrotexnika inshootlarining yer osti konturi.

Filtratsiya hisoblari natijasida inshoot yer osti konturi gorizontal qismlariga ta'sir qilayotgan filtratsiya bosimi, filtratsiya sarfi, gradiyenti hamda tezligi aniqlanadi. Hamma bu parametrlar gidrotexnika inshooti va uni zaminini turg'unligini tekshirish, hamda filtratsiya oqimini yo'qotilishi miqdorini aniqlash uchun kerak.

Bosimli filtratsiyani hisoblashning aniq usuliga N.N.Pavlovskiy asos soldi. Quyida shunday usulda hisoblangan ayrim yer osti konturini sodda sxemalari keltirilgan.

1. *Cheksiz qalinlikdagi suv o'tkazuvchi zaminlarda suv o'tkazmaydigan shpuntli yer osti konturi* (4.9-a rasm. Pavlovskiy bo'yicha).



73

Shpunt pastki chegarasidagi bosim:

$$h = H \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{y}{S} \quad (4.48)$$

Shpunt yuqori (old) qismidagi bosim

4.1-jadval

S/T	R ning x/T ga bog'liq bo'lgandagi miqdori							
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	3
0.1	3.200	1.390	0.724	0.455	0.308	0.216	0.043	0.008
0.2	1.600	1.047	0.662	0.431	0.298	0.210	0.042	0.008
0.3	1.075	0.860	0.586	0.403	0.283	0.203	0.040	0.008
0.4	0.810	0.687	0.511	0.377	0.263	0.192	0.039	0.008
0.5	0.640	0.554	0.432	0.334	0.237	0.180	0.037	0.008
0.6	0.488	0.450	0.330	0.250	0.210	0.165	0.035	0.008
0.7	0.394	0.355	0.280	0.230	0.188	0.144	0.031	0.008
0.8	0.316	0.290	0.245	0.200	0.164	0.125	0.027	0.008
0.9	0.243	0.240	0.228	0.190	0.144	0.100	0.020	0.008

$$h = H \left(1 - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{y}{S} \right) \quad 0 < y < s \quad (4.49)$$

Yuqori bef tubidan sizib o'tayotgan filtratsiya suv sarfi

$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{1}{\pi} \operatorname{arch} \left(-\frac{x}{s} \right) \quad -\infty \leq x \leq 0 \quad (4.50)$$

pastki befga filtratsiya chiqish tezligi

$$g_y = K_{\phi} \cdot H \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{s^2 + x^2}} \quad 0 \leq x \leq \infty \quad (4.51)$$

2. Cheklangan qalinlikdagi suv o'tkazuvchi yerlarda bitta suv o'tkazmaydigan shpuntli yer osti konturi (Pavlovskiy bo'yicha, 4.9-b rasm).

Shpunt qirg'oqlaridagi bosim

$$h = \frac{H}{2} \left[1 \pm \frac{1}{K} F \left[\arcsin x \frac{\sqrt{\cos^2\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{y}{T}\right) - \cos^2\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T}\right)}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{y}{T}\right)} \right] \lambda \right] \quad (4.52)$$

$$0 \leq y \leq s \text{ bunda } \lambda = \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T}\right)$$

bu yerda plyus ishorasi shpuntni yuqori qismiga minus ishorasi esa shpuntni pastki qismidagi bosimga tegishli.

To'g'on zaminidagi filtratsiya sarfini to'la miqdori

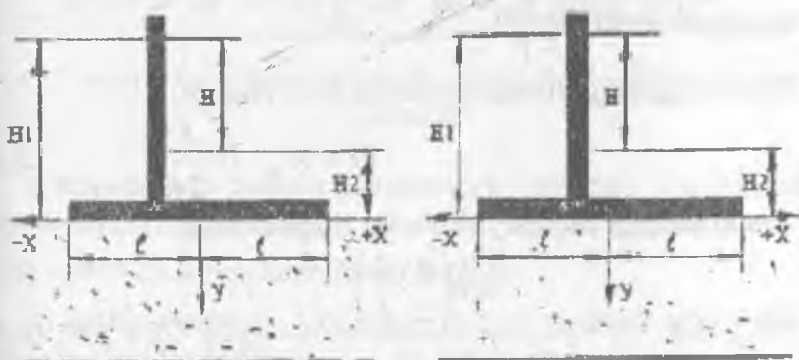
$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{K'}{2K} \quad (4.53)$$

K va K' – birinchi turdagi to'la elleptik integral mos ravishda modul λ va $\lambda' = \sqrt{1 - \lambda^2}$ bo'lganda pastki befga chiqayotgan filtratsiyani tezligi

$$g_y = K_{\phi} \cdot \frac{H}{T} P \quad (4.54)$$

bu yerda P miqdori S/T va X/T bog'liq bo'lgan 4.1-jadvaldan olinadigan funksiya

Z. Cheksiz qalinlikdagi suv o'tkazuvchi yerlardagi shpunsiz tekis flyutbet (4.10-a rasm).



4.10-rasm. Shpunsiz tekis flyutbet hisoblash sxemasi.

Flyutbet tubidagi bosim va tezlik $h = H \frac{1}{\pi} \arccos \frac{x}{\ell}$; (4.55)

$$g_x = K_\phi H \frac{1}{\pi \sqrt{\ell^2 - x^2}}; \quad -\ell \leq x \leq +\ell$$

yuqori bef tubidagi filtratsiya sarfi

$$Q = K_\phi H \frac{1}{\pi} \operatorname{arch}\left(-\frac{x}{\ell}\right); \quad -\infty \leq x \leq -\ell \quad (4.56)$$

pastki b'ef tubidagi filtratsiya oqimini chiqish tezligi

$$g_y = K_\phi H \frac{1}{\pi \sqrt{x^2 - \ell^2}}; \quad \ell \leq x \leq \infty \quad (4.57)$$

4. Cheklangan qalinlikdagi suv o'tkazuvchi zaminlarda shpunsiz tekis flyutbet (4.10-b rasm)

Flyutbet tubidagi bosim

$$h = \frac{H}{2} \left\{ 1 - \frac{1}{K} F \left[\operatorname{arcsin} \frac{th\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X}{T}\right)}{th\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)} \cdot \lambda \right] \right\} \quad -\ell \leq x \leq +\ell \quad (4.58)$$

bunda: $\lambda = th\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)$

flyutbet tubidagi filtratsiya sarfini to'la miqdori

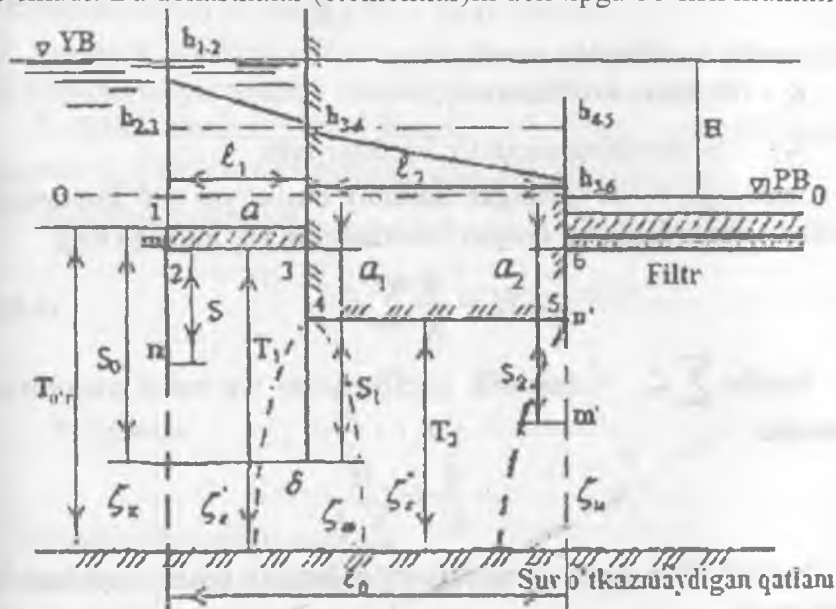
$$Q = K_\phi \cdot H \frac{K'}{2K} \quad (4.59)$$

Pastki befda filtratsiya oqimini chiqish tezligi

$$g_y = K_\phi \cdot HX \frac{\pi ch\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)}{4KT \sqrt{sh\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X+\ell}{T}\right) \cdot sh\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X-\ell}{T}\right)}} \quad \ell \leq x \leq \infty \quad (4.60)$$

4.9.3. Qarshilik koeffitsiyenti usuli

Ushbu usul R.R.Chugayev tomonidan taklif qilingan bo'lib unga ko'ra ikki, uch va undan ortiq shpuntlarga ega bo'lgan flyutbetlarning ostki konturiga oqimning ta'sir qilish kuchi aniqlanadi. Bunda flyutbetning ost konturi, oldindan 4.11-rasmda ko'rsatilgandek, ayrim vertikal hamda gorizontaal uchastkalarga bo'linadi. Bu uchastkalar (elementlar)ni uch tipga bo'lish mumkin.



4.11 -rasm. Filtratsiyani hisoblash qarshiliklar koeffitsiyenti usuli sxemasi

1. **Kirish yoki chiqish elementlari.** Umuman, 1-n-2 kirish va 5-m₁-6 chiqish shpuntlardan, shpunt bo'lmagan vaqtlarda esa 1-m va n₁ - 6 = a₂ chiqishdan iborat bo'ladi.

2) **Ichki element.** Umuman Z-b-4 vertikal shpunt dan va shpunt bo'lmagan hollarda

(S₁=0) Z-4 = a₁ vertikal chiqishdan iborat bo'ladi.

3) Flyutbet ost konturining gorizontaal elementi $2-Z = \ell_1$; 4-5 = ℓ_2 uchastkadan iborat.

Bosim flyutbetning ost konturi bo'ylab, to'g'ri chiziq qonuniga asosan so'nib boradi deb hisoblash mumkin. Har qaysi elementda bosimning yo'qolishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$h_i = \xi_i \cdot \frac{q}{K} \quad (4.61)$$

bunda: q – filtratsiya sarfi;

K – filtratsiya koeffitsiyenti;

ξ_i – elementning qarshilik koeffitsiyenti.

Inshootga ta'sir qiladigan umumiy bosim yer osti konturdagi barcha elementlarda yo'qolgan bosimlarning yig'indisiga teng.

$$H = \frac{q}{K} \sum \xi_i \quad (4.62)$$

bunda: $\sum \xi_i$ – qarshilik koeffitsiyenti yig'indisi yuqoridagi ifodadan

$$\frac{q}{K} = \frac{H}{\sum \xi_i}$$

bo'ladi. Har qaysi elementda yo'qoladigan bosim quyidagicha aniqlanadi.

$$h_i = \xi_i \frac{q}{K} = \xi_i \frac{H}{\sum \xi_i} \quad (4.63)$$

qarshilik koeffitsiyentlarining yig'indisi

$$\sum \xi_i = \xi_K + \xi_2' + \xi_{III} + \xi_2'' + \xi_r \quad (4.64)$$

bunda: ξ_K va ξ_2 -er osti konturining kirish hamda chiqish elementlarining qarshilik koeffitsiyentlari.

ξ_{uu} – ichki chiqishning qarshilik koeffitsiyenti agarda shpunt bo'lmasa ($S_1=0$), qarshilik koeffitsiyenti ξ_0 almashtiriladi.

ξ'_2, ξ''_2 – inshoot flyutbetining yer osti konturi gorizontol uchastkalarining qarshilik koeffitsiyentlari.

Inshoot flyutbeti kirish va chiqish qismlarining shakl hamda o'lchamlari bir xil bo'lsa ξ_K q ξ_2 ni ko'rsatadi.

Qarshilik koeffitsiyentlarning qiymatlari gidromexanika asosida xal qilingan tayyor analitik ifodalar yordami bilan topiladi.

2. Ichki element ichki shpunti (3-b-4)ning qarshilik koeffitsienti (ξ_{uu}) va ichki chiqishning qarshilik koeffitsiyenti quyidagicha topiladi:

$$0 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1.0 \quad \text{va} \quad 0 \leq \frac{s_1}{T_2} \leq 0.8$$

$$\text{bo'lganda} \quad \xi_{uu} = \frac{a_1}{T_2} + 1.5 \frac{s_1}{T_2} + \frac{0.5 \frac{s_1}{T_2}}{1 - 0.75 \frac{s_1}{T_2}} \quad (4.65)$$

ifodasi bilan aniqlanadi.

bunda: a_1 – kontur ichki chiqishning kattaligi;

T_1 va T_2 – flyutbet konturining gorizontol uchastkalariga nisbatan suvto'sar qatlamining joylashishi chuqurligi;

S_1 – ichki shpuntning uzunligi.

Agar shpunt yo'q ($S_1=0$) bo'lib, chiqish bitta bo'lsa;

$$\xi_0 = \frac{a_1}{T_1} \quad (4.66)$$

Agar shpunt bor bo'lib chiqish yo'q ($a_1 = 0$) va $T_1=T_2=T$ bo'lsa;

$$\xi_{sh} = 1.5 \frac{s_1}{T} + \frac{0.5 \frac{s_1}{T}}{1 - 0.75 \frac{s_1}{T}} \quad (4.67)$$

bo'ladi.

2. Kirish va chiqish elementlari.

Agar shpunt qoqilgan bo'lsa, elementlar qarshilik koeffitsiyenti;

$$\xi_K = \xi_v = \xi_{sh} + 0,44 \quad (4.68)$$

Bittagina ostona bo'lib shpunt qoqilmagan ($S_1=0$) bo'lsa;

$$\xi_K = \xi_v = \xi_0 + 0,44 \quad (4.69)$$

3. Gorizontalar elementlar S_1 va S_2 shpuntlar oralig'idagi masofa ℓ bo'lganda; $\ell > 0.5(s_1 + s_2)$ bo'lib, suvto'sar qatlamning joylashish chuqurligi T bo'lsa;

$$\xi_z = \frac{\ell - 0,5(s_1 + s_2)}{T} \quad (4.70)$$

$\ell \leq 0,5(s_1 + s_2)$ bo'lsa, $\xi_z = 0$ bo'ladi. Suvto'sar qatlam juda chuqurda joylashgan bo'lsa, haqiqiy chuqurlik T o'rniga hisobiy chuqurlik T_x qabul qilinadi. Uni qiymati quyidagi 3.2- jadvaldan olinadi.

4.2- jadval

ℓ_0 / S_0	≥ 5	5-3.4	3.4-1	≤ 1.0
T_x	$0.5\ell_0$	$2.5S_0$	$0.8S_0 + 0.5\ell_0$	$S_0 + 0.3\ell_0$

Agarda haqiqiy chuqurlik $T < T_x$ bo'lsa, qarshilik koeffitsientlarni hisoblash uchun T , $T > T_x$ bo'lganida esa, T_x qabul qilinishi kerak.

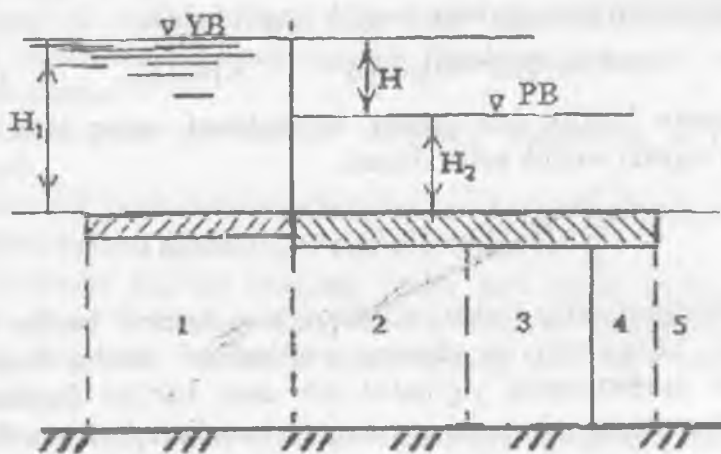
Har bir uchastkadagi bosimning yo'qolishi (4.3) bilan topilib, flyutbetga oqimning ta'sir etish epyurasi chiziladi (4.1-rasm).

4.9.4. Akademik N.N. Pavlovskiyning fragmentlar usuli

Bosimli filtratsiya masalalarini yechishda Pavlovskiy tavsiya qilgan fragmentlar usulini yer osti konturining har qanday sxemasi uchun suv o'tkazuvchi qatlam chuqurligi cheklangan bo'lganda, ya'ni uni chuqurligi eng kichkina shpunti chuqurligidan 5-10 marta ortmagan xolat uchun qo'llash mumkin.

Bu usul bilan hisoblashda filtratsiya sodir bo'ladigan yer vertikal chiziqlar yordamida bir qancha qismlarga fragmentlarga (4.12-rasm) bo'linadi. Bu fragmentlar uchun tayyor analitik yechish usullaridan foydalaniladi.

Fragmentlarga bo'luvchi chegara chiziqlarning barcha nuqtalarida filtratsiya suvining bosimi bir xil deb faraz qilinadi. Keltirilgan filtratsiya sarfi Q_r tushunchasini kiritib, uni miqdori $K=1$ va $H=1$ yetganda solishtirma suv sarfiga teng.



4.12-rasm. Filtratsiya oblastining fragmentlarga bo'linishi.

$$Q = KHQ_r \quad (4.71)$$

bunda: Q – solishtirma suv sarfi, ya'ni filtratsiya oqimini birlik kengligiga to'g'ri keladigan sarfi;

K – zamindagi bir jinsli gruntni filtratsiya koeffitsiyenti; H – amaldagi bosim; Q_r – keltirilgan filtratsiya sarfi.

Pavlovskiy keltirilgan sarfga teskari qiymat miqdorini, shaklni yig'indisi moduli deb atab, " a " uni alohida qiymati $\frac{1}{Q_r} = f$ ni har

bir fragmenti uchun – fragment shaklining moduli, bunda shuni e'tiborga olish kerakki uzluksizlik shartiga ko'ra har bir fragment orqali bir xil sarf o'tadi, lekin ularning ko'paytmasi $KH_n(Q_r)_n$ har bir fragment uchun turli ko'paytuvchilardan tashkil topgan.

Har bir fragmentda H_n qidiralayotgan miqdor Q_r esa faqat fragment geometrik shakliga bog'liq ekanligini hisobga olib, gidromexanika va taqribiy usullar yordamida ba'zi **bir tipovoy** fragmentlar uchun ham shakl modulini aniqlash ifodasi imkoniyatiga ega.

Xaqiqatda hamma filtratsiya oblasti uchun $Q=KHQ_r$, har bir fragment uchun ham quyidagi tenglik to'g'ri keladi.

$$Q=KH_1(Q_r)_1=KH_2(Q_r)_2=\dots KH_n(Q_r)_n \quad (4.72)$$

Bundan $H_n(Q_r)_n$ har qanday ko'paytmasi uchun bitta fragmentga tegishli tenglik kelib chiqadi.

$$\frac{Q}{K}=H_1(Q_r)_1=H_2(Q_r)_2=\dots H_n(Q_r)_n \quad (4.73)$$

Keltirilgan sarfga teskari miqdorni mos indeksli harflar bilan belgilab, $1/(Q_r)_n=F_n$ va ularning yig'indisini barcha fragment shakllari modullarining yig'indisi deb atab, har bir fragmentda yo'qotilgan bosim miqdorini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$H_1=\frac{F_1}{\sum F}H, H_2=\frac{F_2}{\sum F}H, \dots H_n=\frac{F_n}{\sum F}H \quad (4.74)$$

Maxsus formulalar yordamida har bir fragment shaklini moduli va uning yig'indisini hisoblab, fragmentda yo'qotilgan bosim miqdorini aniqlash hamda uni epyurasini qurish mumkin.

4.9.5. Hidrodinamika usuli

Hidrodinamika usuliga Pavlovskiy asos solgan. Bizga ma'lumki filtratsiya suvini harakatining differensial tenglamasi Laplas tenglamasi hisoblanadi.

Filtratsiya suvlarini hisoblash uchun, ya'ni uning tezligini, turli nuqtadagi bosimi hamda sarfini hisoblash uchun yuqorida keltirilgan Laplas tenglamasini ma'lum chegara shartlari uchun yechish zarur. Laplas tenglamasining bevosita yechish ancha murakkab. Shuning uchun uni yechishda Pavlovskiy ko'rsatib bergan grafik hamda EGDA usulidan foydalanamiz.

Grafik usul. Filtratsiya suvlari harakatini ko'rsatuvchi shakl *gidrodinamika to'ri* deyiladi. Bunday to'rni grafik qurish mumkin. Bu shakldagi egri chiziqlarning bir qismi elementar jilg'alarining harakati yo'nalishini va ikkinchi qismi esa bosimlari bir xil bo'lgan nuqtalarni ko'rsatib beradi. Hidrodinamika to'rini chizishdan avval boshlang'ich ma'lumotlarni bilib olish zarur. Misol tariqasida grafik usulda chizilgan uch shpuntli flyutbetni ko'rsatish mumkin (4.13-b rasm).

Boshlang'ich ma'lumotlar aniqlanib olingandan so'ng to'r chiziladi.

Birinci galda elementar jilg'alar soni belgilab olinadi, so'ngra bir xil bosimlarni ko'rsatuvchi chiziqlar chiziladi.

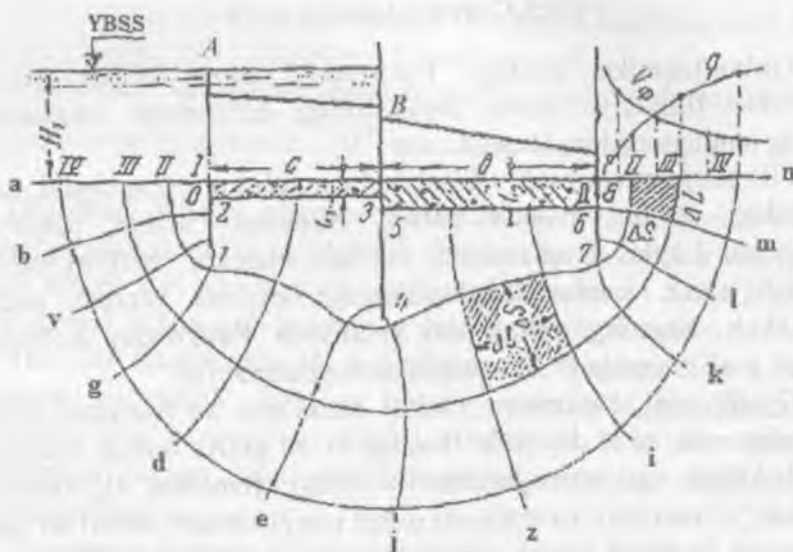
Elementar jilg'alar orasidagi oraliq *sarf lentasi* va bir-biriga teng bosimlar o'rtasidagi oraliq esa *bosim kamari* deb ataladi. Sarf lentalarining soni – L bosim kamarlarining soni esa P bilan belgilanadi.

Har qaysi lentadan o'tadigan filtratsiya suvlarining sarfi bir-biriga teng va har qaysi kamardagi bosim yo'qotilishi bir xil bo'lishi uchun harakat to'ri quyidagicha qurilishi kerak.

a) filtratsiya oqim traektoriyasi bilan bir xil bosimli chiziqlar o'zaro tik bo'lib kesishishlari darkor;

b) to'r o'xshash to'g'ri burchakli to'rtburchaklardan (yaxshirog'i kvadratlardan) iborat bo'lishi shart;

v) kvadratlar o'zaro uzluksiz bog'lanishi lozim.



4.13-rasm Uch shpuntli flyutbet tubidagi filtratsiya harakatini grafik usulda qurish sxemasi.

0-1-2.....8-yer osti konturi xarakterli nuqtalari; a, b, v.....n – eng bosimlar chizig'i; I, II, III, IV-sarf chizig'i.

Gidrodinamika to'ridan filtratsiya oqimining hamma qiymatlarini (bosim, tezlik, sarf va h.) quyidagicha aniqlash mumkin.

Filtratsiya suvlarining tezligini topish uchun avvalo bitta kamarda isrof bo'lgan bosim ΔN topiladi

$$\Delta N = \frac{N}{P} \quad (4.75).$$

Har qaysi kamardagi pezometrik nishablik quyidagicha

$$i = \frac{\Delta N}{\Delta L} = \frac{N}{P \cdot \Delta L} \quad (4.76)$$

bunda: $N = N_1 - N_2$ - ta'sir qiluvchi bosim;

ΔL – bitta katakning eni;

Darsi formulasiga ko'ra filtratsiya suvining istalgan yerdagi tezligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$g_f = K \cdot i = K \frac{N}{P \cdot \Delta L} \quad (4.77).$$

Bir pogon metr kenglikdagi bitta lentadan o'tadigan suvning sarfi

$$\Delta q = g_f \cdot \Delta \omega = K \frac{\Delta s \cdot N}{P \cdot \Delta L} = K \frac{N}{P} \quad (4.78).$$

Bunda kataklar kvadrat bo'lganda $\Delta S = \Delta L$ teng va ular qisqarib ketadi.

Birlik kenglikdagi filtratsiya oqimining umumiy sarfi

$$q = \Delta q \cdot L = K \cdot N \frac{L}{P} \quad (4.79)$$

Kengligi V bo'lgan inshoot tagidan o'tadigan oqimning umumiy sarfi

$$Q = K \cdot N \frac{L}{P} B \quad (4.80)$$

Istalgan kvadratdagi o'rtacha tezlik

$$g_{sr} = \frac{\Delta q}{\Delta S} \quad (4.81)$$

4.9.6. Lenning kontur filtratsiya usuli

Bu usulga ko'ra inshoot yer osti konturini grunt bilan o'zaro tutashgan joyida filtratsiya oqimi harakati hamda bosimini o'zgarishi to'g'ri chiziq qonuniga asosan yuz beradi deyiladi, ya'ni quyidagi ifoda orqali:

$$L_{xis} = C_o H, \quad (4.82.).$$

Bunda L_{xis} – inshoot yer tagidagi konturi keltirilgan uzunligi. Bunda hisoblash davrida eng noqulay holatni qabul qilish kerak, ya'ni pastki befda suv yo'q. Bu holatda inshootga ta'sir qilayotgan bosim yuqori befda suv chuqurligiga (N_1) teng;

S_o – nishablik koeffitsienti. Len bo'yicha zamindagi grunt turiga bog'liq;

N – inshootga ta'sir qilayotgan bosim.

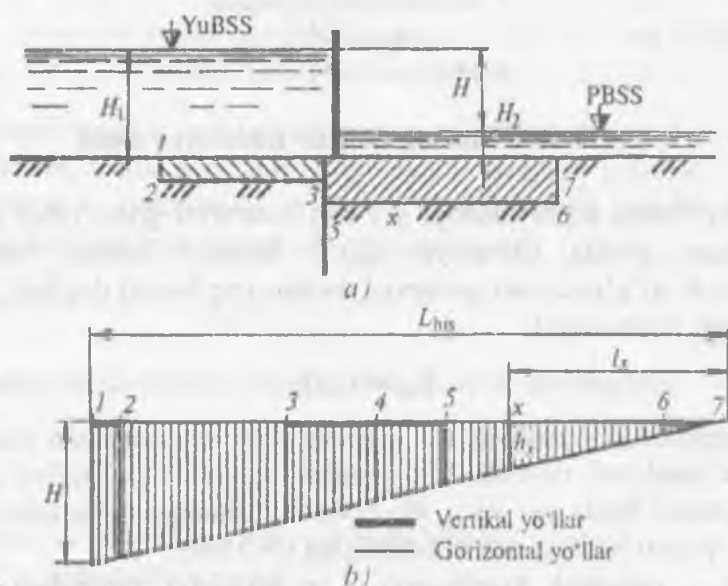
Ammo yer osti konturining vertikal qismlarida gorizontall qismlariga nisbatan ko'proq kamayadi deb faraz qilinadi. Tajribalar asosida vertikal uchastkalarda gorizontall uchastkalarga nisbatan suvning bosimi uch marta ortiq kamayishi aniqlandi, ya'ni quyidagi ifoda orqali:

$$L_{x15} = L_y + L_g/3, \quad (4.83.)$$

bunda: L_g – inshoot yer osti konturi gorizontalar uzunligining yig'indisi;

L_r – inshoot yer osti konturi vertikal uchastkalar uzunligining yig'indisi;

Bu qonuniyatga asosan yuqorida keltirilgan bosimni, bosim epyurasini o'zgarishi to'g'ri burchakli uchburchak ko'rinishida bo'ladi. Uni bir kateti inshootning yer osti konturini keltirilgan uzunligini ikkinchi kateti esa unga ta'sir qilayotgan bosimni belgilaydi.(4.14-rasm).



4.14-rasm. Kontur filtratsiya usulida bosimni hisoblash sxemasi.

Inshoot tubidagi istalgan nuqtadagi bosim qiymatini ushbu uchburchak o'xshashligidan aniqlash mumkin, ya'ni quyidagi ifoda orqali:

$$h_x = H \frac{l_x}{L_{his}}, \quad (4.84.)$$

bunda l_x -inshootni yoyilgan yer osti konturi boshidan hisoblanayotgan nuqttagacha bo'lgan masofa.

Quyidagi shart bajarilganda $S_0 = L_{his}/N > S_{oyo'l}$

bunda: S_0 – nishablik koeffitsientini hisobiy qiymati;

$S_{oyo'l}$ – berilgan zamin grunti uchun nishablik koeffitsientini yo'l qo'yilgan qiymati. Uni miqdorini 4.2-jadvaldan olinadi.

4.3-jadval

Har xil grunt uchun $S_{oyo'l}$ miqdori

Grunt turlari	$S_{oyo'l}$
Zich gil	1,5
Yumshoq gil, qumli gil	2-2,5
Yirik shag'al	2,5
O'rtacha shag'al	3,0
Mayda shag'al	3,5
Yirik qum	4,0
O'rtacha qum	5,0
Mayda qum	6,0
Gilli qum	4,5-5,0
Ilsimon, mayda qumli grunt	7,0-8,0

Tekshirilayotgan nuqtadagi flyutbet qalinligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$t_f = K_z h_x \gamma_b / \gamma_k - \gamma_0, \quad (4.85.)$$

bunda: K_z -zaxira koeffitsienti I va II sinfdagi inshootlar uchun uning qiymati-1,2; III-sinf uchun – 1,1; IV-sinf uchun –1 teng deb qabul qilinadi;

γ_k – flyutbet materiali solishtirma og'irligi beton uchun γ_b – (23-24) Kn/m^3 , (2,3÷ 2,4 t/m^3); γ_0 – suvning hajm og'irligi $\gamma_0=10 \text{ Kn/m}^3$ (1 t/m^3).

4.9.7. Elektro gidrodinamik o'xshashlik (EGDO') usulida filtratsiya harakatini o'rganish

Hozirgi paytda turg'un filtratsiyani tekshirishni eng umumiy sodda va qulay usuli EGDO' usuli hisoblanadi. U g'ovak jismda filtratsiyani laminar harakati bilan o'tkazuvchan muhitda elektr tokini harakati o'rtasidagi o'xshashlikka asoslangan. Bu usul bilan tekislikdagi, plandagi hamda fazodagi har xil geologik tuzilishdagi jinslarda filtratsiya suvlari harakatiga oid masalalarni yechish mumkin.

Bu usul filtratsiya elementlari bilan elektr toki o'rtasidagi quyidagi o'xshashlikka asoslanadi.

4.4-jadval

Filtratsiya oqimi	Elektr toki
Pezometrik bosim N, m	Elektr potentsiali U, V
Filtratsiya koeffitsiyenti $K, m/s$	Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik $S, \text{OM}^{-1}, \text{M}^{-1}$
Filtratsiya tezligi $\vartheta, m/s$	Tok zichligi $i, A/m$
Darsi qonuni	Om qonuni
$\vartheta = -K \frac{\partial H}{\partial \ell}$	$i = -c \frac{\partial U}{\partial \ell}$
bunda: ℓ – filtratsiya yo'li uzunligi, m	bunda: ℓ – elektr toki o'tkazgichi uzunligi, m
Bosim uchun Laplas tenglamasi	Elektr potentsiali uchun Laplas tenglamasi
$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0$	$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$
Bosim funksiyalari	Potensial funksiyalari
$N = f(x, u, z)$	$U = f(x, u, z)$
Filtratsiya sarfi	Tok kuchi
$Q, m^3/s$	I, A
Chegara sharti	Chegara sharti
Suv o'tkazmaydigan yuza	
$\frac{\partial H}{\partial n} = 0$	

bunda: H – yuzaga normal teng bosimlar yuzasi (chizig'i) tenglamasi $H = \text{const}$ Model qismini filtratsiya qarshiligi, s/m^2 $F = \frac{\Delta \ell}{K \cdot A}$ A – oqim kesim yuzasi, m	Tok o'tkazmaydigan yuza $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ bunda: n – yuzaga normal teng bosimlar yuzasi (chizig'i) tenglamasi $U = \text{const}$ Elektr o'tkazuvchi jism qarshiligi, Om $R = \frac{\Delta \ell}{c \cdot A}$ A – o'tkazuvchi kesim yuzasi, m
---	--

Filtratsiya bosimi bilan elektr tokini potentsiali o'rtasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{H_i - H_{\min}}{H_{\min} - H_{\max}} = \frac{U_i - U_{\min}}{U_{\min} - U_{\max}} = U_r \quad (4.86)$$

Nisbiy potentsialni ma'lum qiymatida bosim N_i quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$H_i = H_{\min} + (H_{\max} - H_{\min}) \cdot U_r \quad (4.87)$$

bunda: U_r – berilgan nuqtadagi nisbiy potentsial

EGDO' asbobiga Uimston qarshilik ko'prigi asos qilib olingan. Asbobni umumiy sxemasi – rasmda keltirilgan.

Asbob ta'minlovchi (tok manbai, transformator va h) va o'lchovchi (agometr, qarshiliklar magazini, galvanometr bilan o'lchovchi igna) zanjirdan tashkil topgan.

Modeldagi elektrolitda bir xil potentsialdan nuqtalarni topish va ekvipotentsial chiziqlarni chizishdan iborat.

Elektr o'tkazuvchi simning ikkita paralel tarmog'idagi umumiy ikkita A va V nuqtadagi potentsiali U_1 va U_2 bo'lsa, mana shu ikkita paralel tarmoqda potentsiallari o'zaro teng bo'lgan ikkita S hamda D nuqtalarni topish mumkin. Galvanometr simlari ikkita paralel tarmoq bilan birlashtirilsa, tokning potentsial ko'p tomondan potentsial oz bo'lgan tomonga qarab oqishini galvanometr strelkasi

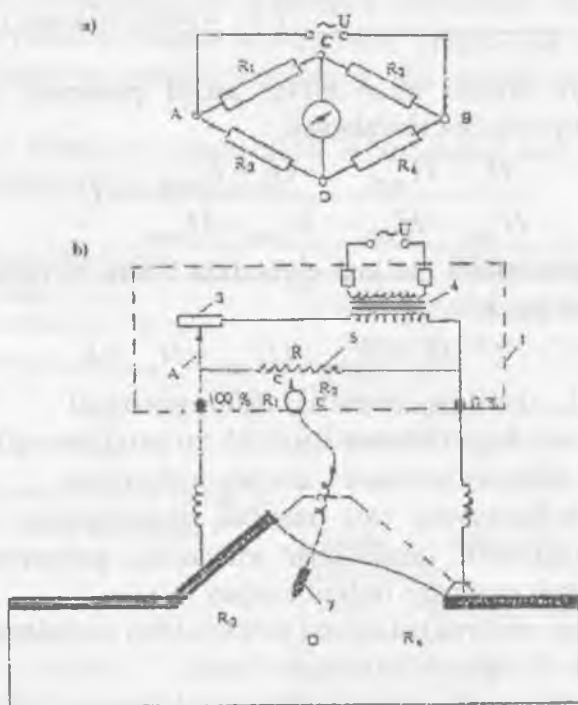
ko'rsatib turadi. Har ikkala nuqtadagi potentsiallar o'zaro teng bo'lsa, galvanometr strelkasi o raqami ostida turadi. R_1 va R_2 qarshiliklarni bilgan holda D nuqtada keltirilgan potentsial miqdorini quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$U_r = R_1/R \quad (4.88)$$

bunda: $R = R_1 + R_2$

EGDO' usulida filtratsiya masalalarini yechish harakat to'rini qurish bilan yakunlanadi.

Modelning chiziqli masshtabi, modelda ishlashi qulay bo'lishini hamda olinadigan natijalarni yetarli aniqligini ta'minlashni hisobga olib tanlanadi.



4.15-rasm EGDA sxemasi. a) qarshilik ko'prigi sxemasi; b) EGDA asbobi sxemasi; 1-EGDA asbobi; 2-model; 3-ballastli qarshilik; 4-transformator; 5-kuchlanishni taqsimlagich; 6-galvanometr-indikator; 7-ignali shup; sh_1, sh_2 -shinalar.

Modellash masshtabi va o'xshashlik kriteriyasi Turg'un filtratsiyada modellash masshtablari

Chiziqli	$\alpha_\ell = \frac{X}{X_M} = \frac{Y}{Y_M} = \frac{Z}{Z_M}$	o'lchamlari, ℓ, m	o'lchamlari $\ell_m,$ m
bosim	$\alpha_H = \frac{\Delta H}{\Delta U} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}}$	koordinata X, U, Z Oqim bosimi H, m	koordinata X_m, U_m, Z_m Elektr potensial U, B
o'tkazuv chanlik	$\alpha_K = K_1 \cdot \rho_1 = K_2 \cdot \rho_2 \dots K_n$ (m ² Om)/s	Filtratsiya koeffitsiyenti K, m/s	Modelni solishtirma qarshiligi $\rho, Om \cdot m$
Sarf	$\alpha_Q = Q / I \cdot M^3 / (c \cdot A)$	Sarf Q, m ² /s	Tok kuchi I, A

O'xshashlik kriteriyasi o'xshashlik doimiyligi nisbatan hisoblanadi.

$$\alpha_\ell \cdot \alpha_H \cdot \alpha_K / \alpha_Q = 1 \text{ yoki } \alpha_Q = \alpha_\ell \cdot \alpha_H \cdot \alpha_K \quad (4.89)$$

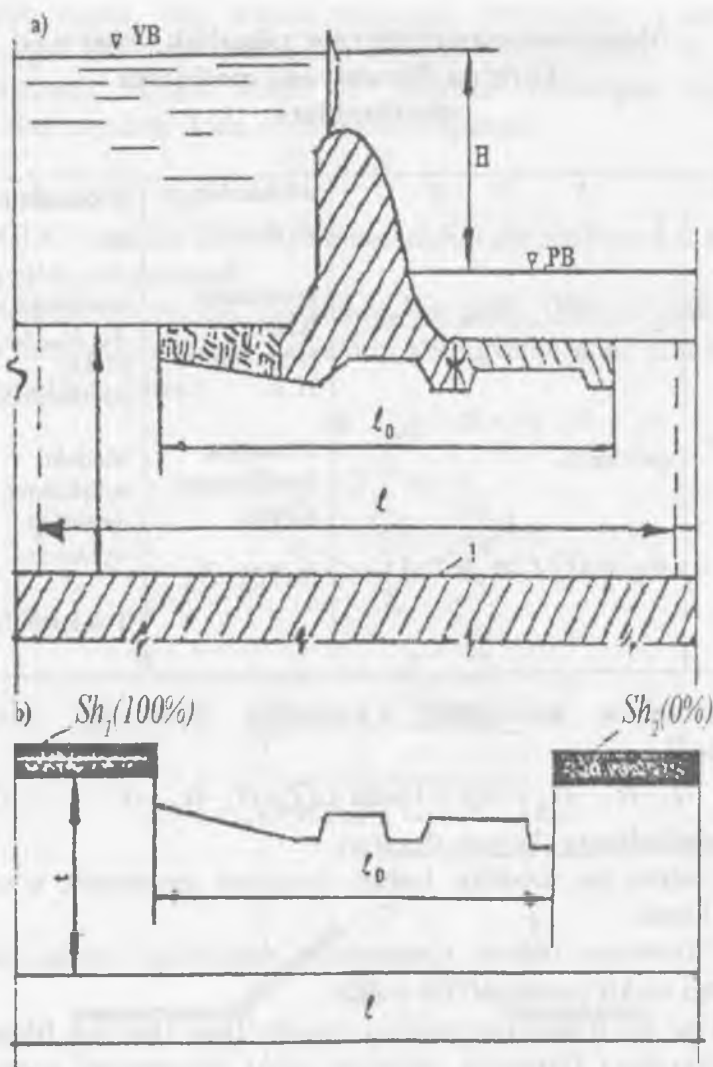
Modellashning chegara shartlari.

1. Natura va modelni tashqi chegarasi geometrik o'xshash bo'lishi kerak.

2. Filtratsiya oblasti chegarasida naturadagi bosim hamda modeldagi elektr potentsiali bir xoldir.

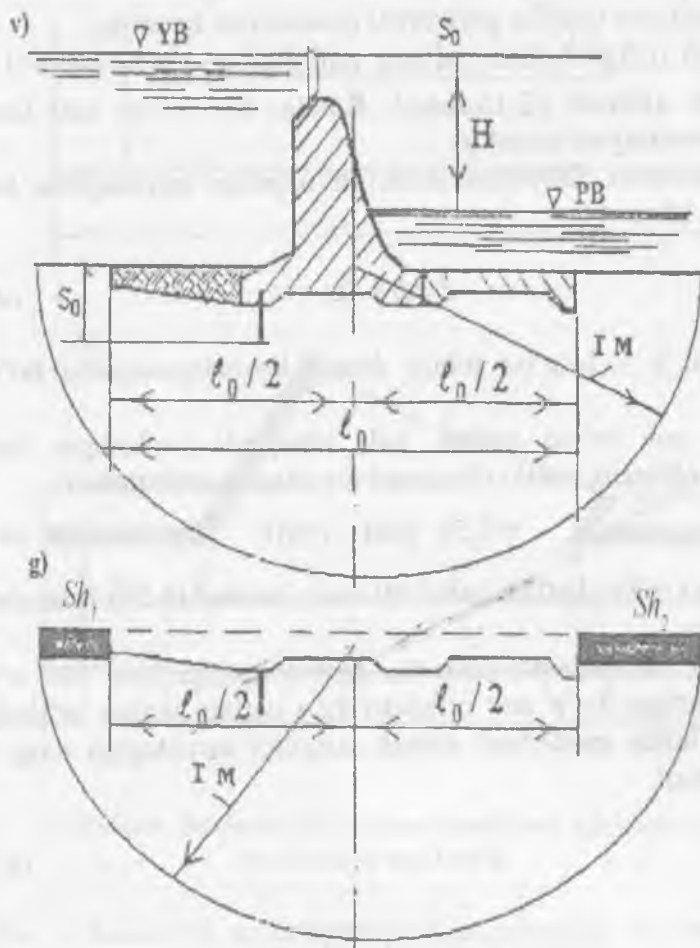
3. Har xil o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan (har xil filtratsiya koeffitsiyentiga) filtratsiya oblastini ichki chegaralari geometrik mutanosibligi, har bir qatlam solishtirma elektr o'tkazuvchanligini filtratsiya koeffitsiyentiga nisbati quyidagi ifoda yordamida tanlanadi:

$$\frac{1}{\rho_1 \cdot K_1} = \frac{1}{\rho_2 \cdot K_2} = \dots = \frac{1}{\rho_n \cdot K_n} \text{ yoki } \frac{C_1}{K_1} = \frac{C_2}{K_2} = \dots = \frac{C_n}{K_n} \quad (4.90)$$



4.16-rasm. Suv o'tkazuvchi qatlam ma'lum bir chuqurlikda joylashganda bosimli filtratsiyani modeli. a-naturada; b-modelda.

Bunda: $\frac{1}{\rho_1} = C_1; \frac{1}{\rho_2} = C_2; \dots \frac{1}{\rho_n} = C_n$ – har bir qatlamni solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ – qatlamning filtratsiya koeffitsiyenti; $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$, – solishtirma qarshilik.



4.17-rasm. Suv o'tkazuvchi qatlam cheksiz chuqurlikda joylashganda bosimli filtratsiyani modeli. V – naturada; g – modelda.

4. Suv o'tkazuvchi qatlam chuqurligi t , bosimli tekis filtratsiya oqimini modeli uzunligi ℓ quyidagi shart bo'yicha belgilanadi. (4.15- rasm)

$$\ell = \ell_0 + (3 \div 4)t \quad (4.91)$$

bunda: ℓ_0 – tekshirilayotgan inshoot yer osti konturi suv o'tkazmaydigan qismini gorizontal proeksiyasi uzunligi.

Zamin o'tkazuvchan qatlami qalinligi $t \rightarrow \infty$ bo'lsa $r=1.5 \ell_0$ deb qabul qilinadi. (3.16-rasm). Bunda: S_0 – yer osti konturi vertikal proeksiyasi uzunligi.

5. Bosimsiz filtratsiya modelini uzunligi quyidagicha belgilanadi. (4.18-rasm.)

$$\ell = b + 4t \quad (4.92)$$

bunda: b – to'g'on tubini drenaj boshlangungacha bo'lgan kengligi.

Agar suv to'siq qatlam juda chuqurda joylashgan bo'lsa filtratsiya oblastini pastki chegarasi quyidagicha aniqlanadi.

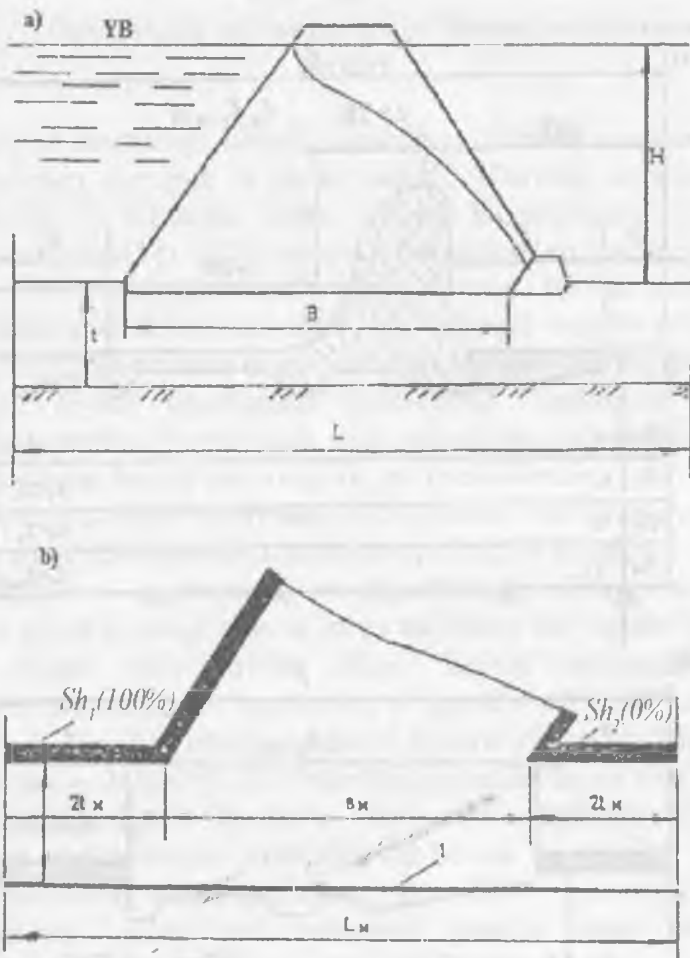
$$t=2.5b \text{ yoki } t=5H \quad (4.93)$$

Shu ikkisidan kattasi qabul qilinadi, bunda ℓ (4.52) formuladan aniqlanadi.

6. Har xil qatlamli yerlarda, agar yuqoriga kam suv o'tkazuvchan qatlam ko'p suv o'tkazuvchan qatlam ustiga to'shalgan bo'lsa, u holda modellash oblasti uzunligi quyidagiga teng deb qabul qilinadi:

$$\ell = \ell_0 + \ell_U \quad (4.94)$$

$$\text{bunda: } \ell_U \geq 1.5 \sqrt{\frac{T_{\max} \cdot t_{\min}}{K_{\min}}} \quad (4.95)$$



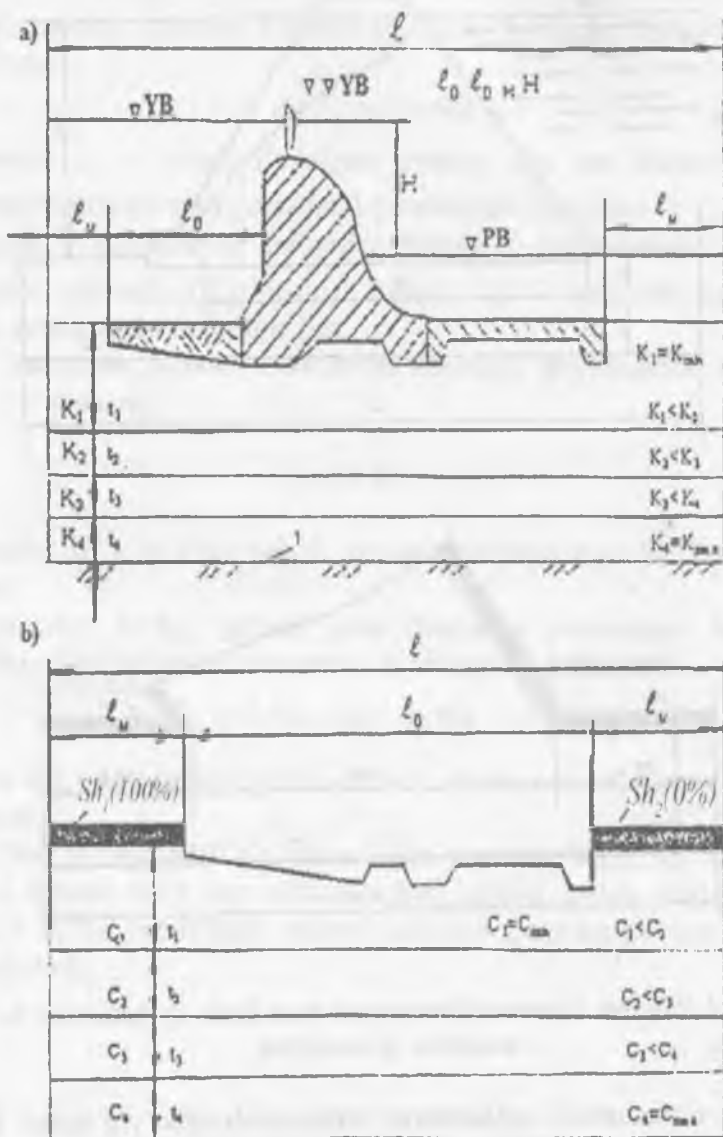
4.18-rasm. Bosimsiz filtratsiyani modellash. a)-naturada; b)-modelda; 1-suv to'siq.

Suv o'tkazuvchi qatlamlarni o'tkazuvchanlik yig'indisi ko'p qavatli zaminlarda (3.19-rasm).

$$T_{\max} = K_2 \cdot t_2 + K_3 \cdot t_3 + K_4 \cdot t_4 \quad (4.96)$$

ikki qavatli zaminda

$$T_{\max} = K_2 \cdot t_2 \quad (4.97)$$



4.19-rasm. Ko'p qatlamli yerni modellash. a)-naturada;
b)-modelda.

4.10. Gruntlarning filtratsiyaga qarshi mustahkamligi

4.10.1. Gidrotexnika inshootlaridagi filtratsiya deformatsiya turlari

To'g'on tanasidagi hamda zaminidagi filtratsiya suvlari grunt zarrachalariga mexanik ta'sir ko'rsatadi. Ularning muvozanatini yo'qolishiga va filtratsiya oqimi ta'sirida ko'chishiga olib keladi. Buning natijasida har xil filtratsiya deformatsiyalari yuz beradi.

Suv dimlovchi gidrotexnika inshooti tanasi hamda zaminidagi xavfli filtratsiya deformatsiyalari yuz ehtimoli eng ko'p bo'lgan joylar, filtratsiya oqimini grunt yuzasiga chiqish, har xil gruntlarni tutashgan joylari hisoblanadi (4.20-rasm). Tutashgan yuzalar gorizontal, vertikal hamda qiya, oqim yo'nalishi esa tutashgan yuza yo'nalishi bilan bir xil yoki unga tik bo'lishi mumkin.

Filtratsiya oqimi ta'siri natijasida grunda yuz berishi mumkin bo'lgan asosiy deformatsiya turlariga quyidagilar kiradi:

Suffoziya – u mexanik va kimyoviydir. Filtratsiya oqimi ta'sirida grunt ichidagi mayda zarrachalarning bir joydan ikkinchi joyga siljishi yoki yuvilib chiqib ketishi natijasida uning granulometrik tarkibini, tuzilishini o'zgarishi mexanik suffoziya deb ataladi. Grunt tarkibidagi eruvchi tuzlarni (xlorli, sulfatli va h.) suv ta'sirida erib yuvilib chiqib ketishi oqibatida uning turg'unliligi va mustahkamligini buzilishi kimyoviy suffoziya deyiladi. Suffoziya bog'lanmagan gruntlarda yuz beradi.

Gruntlarning tutash qatlamdagi o'pirilishi – gruntning mayda zarrachalarini uning yirik zarrachali gruntlar bilan tutashgan joyidan ajralib chiqishi natijasida o'pirilishiga aytiladi. Bu holat filtratsiya oqimini risberma tubi orqali pastki befga; drenajga; yirik donali qatlamga chiqishida; hamda filtratsiya oqimini teskari filtr qatlami orqali harakatida yuz berishi mumkin (4.20-rasm). Bunday o'pirilishni oldini olish uchun tutash qatlamdagi teskari filtr gruntlarini granulometrik tarkibi oldindan tekshirib tanlab olinadi.

Gruntning tutashgan joyda yuvilishi – gidrotexnika inshootlari hamda ularning yerlarida bo'ylama filtratsiya ta'sirida mayda

[illegible]

98

Kolmatatsiyalanish -- filtratsiya oqimi ta'sirida harakatlanayotgan grunt zarrachalarini, grunt g'ovaklariga cho'kish.

Gruntlarning ajralishi (qatlam ko'chishi) – filtr yoki yirik donali grunt ustidagi gilli gruntlardan filtratsiya oqimi ta'sirida uning zarrachalarini hamda agregatlarini ajralishi.

Yuqorida aytilgan deformatsiyalarning har biri inshoot uchun xavflidir, ular inshootni yoki uning bir qismini buzilishiga olib kelishi mumkin.

Gruntlarni filtratsiya deformatsiyalariga qarshilik ko'rsata olishi filtratsiyaga qarshi mustahkamlik deyiladi. Inshoot uchun to'g'onni va zaminni filtratsiyaga qarshi mustahkamligini ajratish darkor. To'g'onni loyihalash vazifasiga to'g'on tanasi bilan uning konstruktiv elementlari (o'tish zonasi, filtrlari va h) materiallarining filtratsiyaga qarshi mustahkamlikni ta'minlaydigan qilib tanlash kiradi.

O'tish zonasi yadroli va ekranli gruntli to'g'onlarni kerakli elementi bo'lib ularni to'g'on tanasi bilan tutashtirib yuz berishi mumkin bo'lgan filtratsiya deformatsiyalarini oldini oladi. *Teskari filtrlar* esa to'g'on tanasini drenaj qurilmalari bilan tutashtirish uchun zarur hamda xuddi o'tish zonasi kabi tutashgan joylarda yuvilish va o'pirilishni oldini olish uchun xizmat qiladi.

To'g'on materiali uchun mo'ljallangan hamda uning zaminidagi gruntlarni filtratsiyaga qarshi mustahkamligini baholashda, ularning suffoziyalanuvchi yoki suffoziyalanmaydigan gruntlar ekanligini aniqlash, suffoziyaga, tutashgan joyda o'pirilishga hamda yuvilishga olib kelishi mumkin bo'lgan kritik bosim gradiyentini, inshootni mustahkamligi va turg'unligini buzilishiga olib kelmaydigan bosim gradiyentini yo'l qo'yilgan miqdori va mayda zarrachalarning yuvilib chiqib ketishini yo'l qo'yilgan foizini aniqlash joiz. Bunday ma'lumotlar gruntlarni filtratsiyaga qarshi mustahkamligini ta'minlovchi, konstruktiv chora-tadbirlarni tanlash uchun zarur.

Katta to'g'onlar bo'yicha xalqaro komissiya ma'lumotlariga ko'ra gidrotexnika inshootlarining buzilishi 25% filtratsiya

deformatsiyalarini rivojlanganligi natijasida yuz beradi. Shuning uchun filtr va o'tish zonasi grunni tarkibini tanlashga katta ahamiyat berilmoqda.

Bunday tadqiqotlar sobiq ittifoq davrida boshlangan bo'lib, V.S.Istomina, V.V.Burenkova, G.V.Mishurova, V.N.Jilenkov, M.P.Pavchich, I.S.Ronjin, M.P.Malo'shev va boshqalar tomonidan olib borilgan.

Shuning uchun gruntni filtratsiyaga qarshi mustahkamligini baholashni hozirda VNIIG hamda VNII VODGEO (Rossiya) institutlari ishlab chiqqan tavsiyalar asosida bajarilmoqda.

1) Suffoziya.

a) VNIIG usulida. Gruntni suffoziyalanishini baholash uchun dastlab ularning filtratsiya suvlari sizib o'tuvchi g'ovaklarini maksimal diametrini M. Pavchich formulasi yordamida aniqlash tavsiya etiladi:

$$d_{0\max} = 0,455K \sqrt[n]{\eta} \frac{n}{1-n} d_{17}, \quad (4.98)$$

bunda: η – gruntni ko'p jinslilik ko'effitsiyenti;

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}; d_{17} - \text{donorlik tarkibi egri chizig'ida } 17\%$$

ta'minlanganlikdagi zarrachalar diametri;

K – grunt zarrachalarining notekis joylashish ko'effitsiyenti

$$K = 1 + 0,05\eta.$$

$d_{0\max}$ – miqdoriga ko'ra filtratsiya oqimi bilan suffoziya natijasida yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan zarrachalarning maksimal o'lchami aniqlanadi.

$$d_{c/\max} = 0,77d_{0\max} \quad (4.99)$$

Agarda $d_{c/\max}$ miqdori grunt zarrachalarining eng kichik diametridan kichik bo'lsa, bunday grunt suffoziyalanmaydigan grunt hisoblanadi. Agarda $d_{c/\max} > d_{r\min}$ bo'lsa, bunday grunt suffoziyalanadigan gruntdir. Bunday gruntdan diametri $d_{c/\max}$ dan kichik bo'lgan barcha zarrachalar yuvilib chiqib ketishi mumkin.

Agarda to'g'on konstruksiyasiga zarar keltirmagan holda grunt dan yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan eng mayda zarrachalarining miqdori og'irligi bo'yicha 3-5% dan oshmasa, u holda bunday grunt deyarli suffoziyalanmaydigan sanaladi. Shunday qilib grunt ni suffoziyalanmaslik kriteriyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$d_{ci \max} < d_3 \div d_5 \quad (4.100)$$

Zarrachalarning yuvilib chiqib ketishi uchun filtratsiya tezligi yoki bosim gradiyenti miqdori ularning kritik miqdorlari $\mathcal{G}_{kp}$ va I_{kp} dan katta bo'lishi kerak.

Grunt dan d_{ci} ($d_{ci \max}$ va undan kichik) zarrachalari yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan bosim gradiyentini kritik miqdori A. Patrashev formulasi yordamida aniqlanadi:

$$I_{kp} = \varphi_0 d_{ci} \sqrt{\frac{ng}{\nu \cdot k_\phi}}, \quad (4.101)$$

bunda

$$\varphi_0 = 0,6 \left(\frac{\gamma_r}{\gamma_0} - 1 \right) [0,82 - 1,8n + 0,0062(\eta - 5)] \cdot \sin \left(3\theta^\circ + \frac{\theta}{8} \right);$$

ν – suvni kinematik yopishqoqligi;

θ – filtratsiya tezligi yo'nalishi bilan og'irlik kuchi orasidagi burchak.

Huddi shunday kritik tezlikni miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\mathcal{G}_{kp} = \varphi_0 \cdot d_{ci} \sqrt{\frac{ng \cdot k_\phi}{\nu}}, \quad (4.102)$$

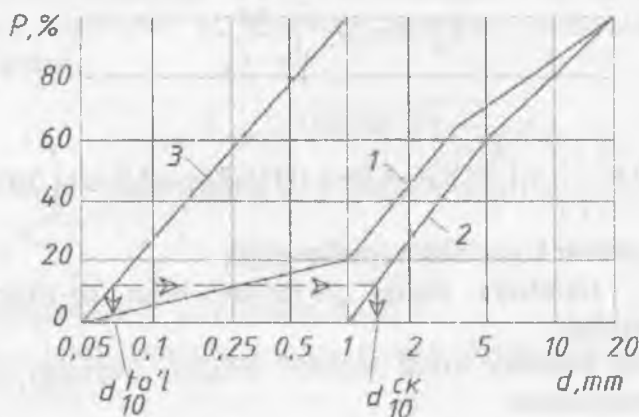
Kritik bosim gradiyenti hamda kritik tezlik miqdori ularning inshootdagi miqdori bilan solishtiriladi.

b) VODGEO usulida ko'p jinslilik koeffitsiyenti $\eta > 10$ va tarkibidagi zarrachalarining diametri 1 mm kichik miqdori 10 dan 30% gacha oraliqda bo'lgan qumli hamda shag'alli gruntlar uchun suffoziyalanishga olib keluvchi gradiyent miqdori $I_{c \text{ byz}}$

quyidagicha aniqlanadi. Grunt donodorlik tarkibini shartli ravishda diametri 1 mm dan katta bo'lgan skelet va 1 mm dan kichik bo'lgan to'ldirgichga ajratamiz hamda ular uchun donodorlik tarkibi egri chizig'ini quramiz. Undan d_{10}^{sk} va d_{10}^{tul} aniqlaymiz (3.2a-rasm). Bu diametrlarga, to'ldirgichning ichki ishqalanish burchagi φ_{mya} ga ko'ra 3.2b-rasmdagi grafikdan $I_{s,buz}$ miqdorini aniqlaymiz. Bog'lanmagan gruntни suffoziyalanishini 4.21-rasmdagi grafik yordamida baholanadi.

2. Tutashgan joyda o'pirilish (tutashgan joydagi suffoziya).

a) VNIIG usulida. Sochiluvchan mayda donali gruntlarni yirik donali grunt bilan tutashgan joyida o'pirilish yuz bermasligi mumkin, agarda,



4.21-rasm. Gruntlarning suffoziyalanishini VODGEO usulida baholash.

a) gruntни donodorlik tarkibi; b)
$$I_{s,y,k} = \left(\frac{d_{10}^{sk}}{d_{10}^{tul}} \lg \varphi_{tul} \right) = f(I_{s,y,k})$$

grafigi; v — sochiluvchan gruntlarni suffoziyalanishini baholash grafigi; I-III-suffoziyalanadigan grunt zonasi; II-suffoziyalanmaydigan grunt zonasi; IV-mavjud bo'lmagan gruntlar; 1-gruntни donodorlik tarkibi; 2-grunt skeleti; 3-grunt to'ldirgich.

Gruntlarning donadorlik tarkibi quyidagi nisbat bilan xarakterlansa:

$$D_0 / d_3 \leq 5,4 \quad (4.103)$$

bunda D_0 – yirik donali grunt da filtratsiya g'ovaklari diametrlarini o'rtacha o'lchami;

$$D_0 = 0,455 \sqrt[n]{\eta} \frac{n}{1-n} D_{17} \quad (4.104)$$

d_3 – mayda donali gruntlarning 3% ta'minlanganlikdagi zarrachasi o'lchami.

b) VODGEO usulida filtratsiya oqimi tutashgan grunt yuzasiga normal yo'nalganda himoya qilinayotgan grunt zarrachalarini yirik donali qatlam g'ovaklari orqali chiqib ketmasligini tekshirib ko'riladi.

V.S. Istomina bo'yicha to'g'on zaminidagi qumli grunt ni himoya qiluvchi filtrni hisoblashda, zamindagi grunt zarrachalarining chiqib ketmasligi mumkin, agarda quyidagi shart bajarilsa:

$$\eta \leq 10 \quad (4.105)$$

$$D_{50} \leq d_{50} (15 + 0,34 K_{60/10}^2), \quad (4.106)$$

bunda: D_{50} va d_{50} – filtrni va himoya qilinayotgan qumli grunt ni zarrachalarini o'rtacha diametri.

(4.8) va (4.9) formulalardan $I \leq 1,5$ va $d_{10} = 0,1 - 0,17 \text{ mm}$ bo'lganda foydalanish mumkin. Agarda himoya qilinayotgan grunt $\eta > 10$ bo'lsa, u holda uni faqat mayda donali qismi ya'ni to'ldirgich hisobga olinadi.

V.V. Burenkova bo'yicha yadroli hamda ekranli to'g'onlar uchun, filtr ikkinchi qavati yoki filtrning tayanch prizma materiali bilan tutashgan joyidagi mustahkamligi quyidagi ifoda yordamida tekshiriladi.

$$D_{10}^{II} \leq D_{50}^I / \alpha_n, \quad (4.107)$$

$$D_{10}^{pr} \leq D_{50}^f / \alpha_n^{pr} \quad (4.108)$$

Agarda $\eta > 10$ bo'lsa u holda quyidagi ifoda yordamida uni qatlamlarga ajralishi tekshiriladi:

Gruntlarning yirik donali qismi uchun

$$D_i^p = \lambda_i \cdot D_i^{dast}, \quad (4.109)$$

Gruntlarning mayda donali qismi uchun

$$D_i^p = \frac{D_i^{dast}}{\lambda_i} \quad (4.110)$$

bunda: λ_i – grunt zarrachalarining 50, 60 va 90% ta'minlanganlikdagi qatlamlarga ajralish koeffitsiyenti.

Yuk bostirilmagan gruntlarning o'pirilishi, masalan pastki befda filtratsiya oqimi yuqoriga yo'nalganda, $\eta \leq 10$ bo'lganda hisobga olinib, chiqish gradiyentiga ko'ra aniqlanadi. Ushbu gradientning kritik miqdori Ye.A. Zamarin formulasi yordamida aniqlanadi.

$$I_{KRCHIK} = \frac{(\rho_r - \rho_0) \cdot (1 - n)}{\rho_0} + 0,5n \quad (4.111)$$

bunda ρ_r, ρ_0 – mos ravishda grunt zarrachalari suvning zichligi;

n – grunt g'ovakligi.

Ushbu $a - b$ joydagi (4.22b-rasm) chiqish gradiyentini miqdori $I_{chik} > I_{kr\ chik}$ bo'lsa, u holda o'sha joyni yuk bilan bostirish shart. Bu yukni qalinligini R.R. Chugayev ifodasi yordamida aniqlash mumkin:

$$T = S(I_{chik} - I_{kr\ chik}) \frac{\rho_0}{\rho_{pr}} \cdot K_z \quad (4.113)$$

bunda S – o'pirilishi mumkin bo'lgan qatlam qalinligi;

ρ_{pr} – bostirilayotgan quruq grunt zichligi;

K_z – zahira koeffitsiyenti, uni miqdori 1,2-1,5 teng.

Filtratsiya oqimi gruntli to'g'on pastki qiyaligiga sizib chiqqanda uni turg'unligi qiyalik miqdori quyidagicha teng

bo'lganda $m_n = 2 / \operatorname{tg} \varphi$ ta'minlanadi (bunda φ – qiyalik grundi ichki ishqalanish burchagi).

Bog'langan gruntlar uchun tutashgan joyida o'pirilish bog'lanmagan gruntga nisbatan alohida xususiyatga ega bo'lib, uni holatiga bog'liq. Bog'langan gruntlarda ikkita holat yuz berishi mumkin: I-gilli grunt yaxlit bir butun jism deb qaraladi; II-gilli grunt darzlari mavjud. Filtratsiyaga qarshi qurilma ishonchli ishlashi uchun filtrni gilli zarrachalar bilan to'ldirish (kalmatatsiyalash) kerak.

I-holat. VNIIG usulida plastiklik soni $I_p \geq 0,05$ bo'lgan bog'langan gruntни filtratsiyaga qarshi mustahkamligi ta'minlangan bo'ladi, agarda filtratsiyaga qarshi qurilmani (ponur, ekran, yadro) qabul qilingan o'lchamlarida tutashgan joyda o'pirilishning maksimal gradiyenti, uni quyidagi formuladan aniqlanadigan yo'l qo'yilgan miqdoridan oshib ketmasa:

$$I_{yul}^{T,u} = \frac{1}{\varphi} \left[\frac{0,34}{(D_{0\max})^2} - 1 \right], \quad (4.114)$$

bunda: $D_{0\max}$ – bog'lanmagan grunt g'ovakligining maksimal o'lchami;

$\varphi - D_{0\max}$ ga bog'lik bo'lgan koeffitsiyent, uni miqdori quyidagi jadvalda keltirilgan.

$D_{0\max}, \text{cm}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,55	0,583
φ	0,50	0,46	0,42	0,32	0,18	0,08	0

VODGEO usulida gilli gruntни tutashgan joyida o'pirilishini yo'l qo'yilgan gradiyenti quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin.

$$I_{yul}^{T,u} = \frac{2S_{uz}}{\rho_0 \cdot D_{zym} \cdot K_3}, \quad (4.115)$$

bunda: S_{uz} – gilli gruntning uzilishdagi tutashuvchanligi;

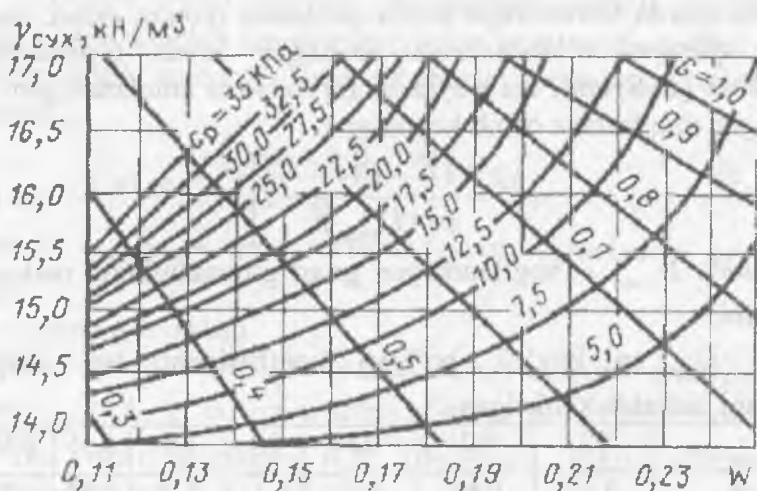
$K_z - S_{uz}$ ni miqdorini aniqlashga bog'liq bo'lgan zaxira koeffitsiyenti, inshootni sinfiga qarab uni miqdori 3-5 ga teng;

D_{gum} – filtrni gumbaz hosil qiluvchi zarrachalari hisobiy dia-

S_{uc} ni qiymati I va II sinfdagi to'g'onlar uchun tajriba yo'li bilan, III va IV sinfdagi to'g'onlar uchun quyidagi (3.18) formuladan yoki (4.22-rasmdagi grafikdan aniqlanadi.

$$S_{uz} = 0,14 \cdot 10^{-4} \frac{1}{d_{80}}, \quad (4.119)$$

bunda d_{80} – grunt tarkibidagi 80% zarrachalar (og'irlik bo'yi-cha) o'lchami shu diametrdan kichik diametr.



4.22-rasm. Gilli gruntni uzilishdagi tutashuvchanligini aniqlash grafigi.

$$D_{cg} = D_{90}(1 + \alpha_n), \quad (4.120)$$

bunda α_n – gruntni g‘ovakligiga va ko‘p jinslilik koeffitsientiga bog‘liq koeffitsiyent, uni miqdori 4.23-rasmdan aniqlanadi.

Plastiklik soni $I_p = 0,3 \div 0,5$ bo'lgan loyli qum uchun tutashgan joyda o'pirilishni yo'l qo'yilgan gradiyenti quyidagi formuladan aniqlanadi.

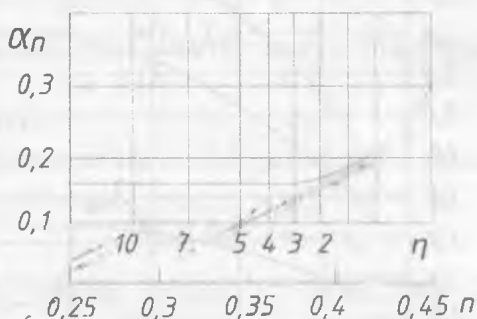
$$I_{\text{loyl kyu}}^{\text{r-p}} = \frac{1}{1,4(D_{90}^{\circ})^2}, \quad (4.121)$$

bunda $D_{90}^{\circ} = \alpha_n \cdot D_{90}$

II-holat. VNIIG usulida filtrni filtratsiyaga qarshi qurilma gilli grunti bilan kolmatatsiyalanishi ta'minlanadi, agarda quyidagi shart bajarilsa:

$$\frac{D_{17}}{d_{90}} \leq \frac{26,5(1-n)}{n^6 \sqrt{\eta}}, \quad (4.122)$$

bunda D va d mos ravishda filtrni yirik donali gruntiga hamda gilli materialga, n va η esa filtr gruntiga tegishli parametrlari.



4.23-rasm. α_n ni aniqlash grafiği.

VODGEO usulida filtr gilli grunt bilan kolmatatsiyalanadi, agarda uni donadorlik tarkibi uchun quyidagi shart bajarilsa:

$$D_{60} < \frac{2d_{70}^a}{\alpha_n \lambda_{60}}, \quad (4.123)$$

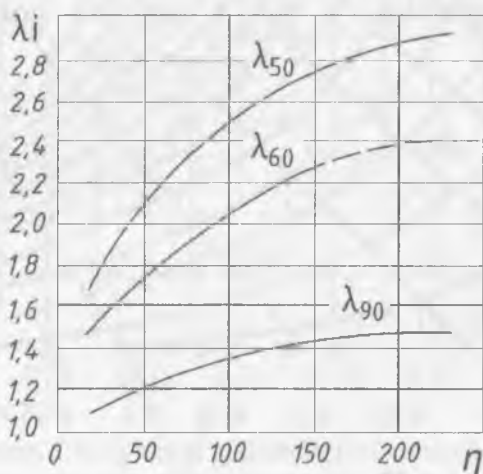
bunda λ_{60} – qatlamlarga ajralish koeffitsiyenti, uning miqdori gruntни ko‘p jinslilik koeffitsiyentiga (η) bog‘liq va 4.24-rasmdagi grafikdan aniqlanadi;

d_{70}^a – yuvilgan gilli grunt agregat tarkibini hisobiy diametri;

$d_{70}^a = \beta \cdot d_a'$, d_a' – qumli gil uchun – 0,028 mm, gil uchun – 0,035 mm ga teng deb qabul qilinadi;

β – gruntни oquvchanlik chegarasidagi namligiga (W_T) ko‘ra aniqlanadi.

$W_T, \%$	20	25	30	35	40	45	50
β	7,5	8,3	9,2	10,0	10,4	10,7	10,8



4.24-rasm. Qum-shag‘al gruntlar uchun $\eta=f(\lambda_i)$ grafigi.

Gilli gruntни bog‘lanmagan grunt bilan tutashgan joyida filtratsiyaga qarshi mustahkamligi ta‘minlanadi, agarda quyidagi shart bajarilsa:

$$K_{\phi} \leq 2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/c}$$

3. Gruntlarni tutashgan joyida yuvilishi. Bu ham tutashgan joyida o'pirilish kabi bog'langan hamda bog'lanmagan gruntlar uchun farqlanadi.

a) VNIIG usulida mayda zarrali bog'lanmagan gruntni, yirik zarrali grunt bilan tutashgan joyida yuvilishini yo'l qo'yilgan gradiyentini kritik miqdori, yuvilib chiqayotgan grunt zarrachalari o'lchami $d_i > d_3$ bo'lganda quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_{k.r}^{T.yu} = \frac{1}{\sqrt{\varphi_i}} \left(2,3 + 15 \frac{d_i}{D_0} \right) \frac{d_i}{D_0} \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right), \quad (4.124)$$

bunda D_0 – (3.7) formuladan aniqlanadi;

θ – oqim harakati yo'nalishi bilan, grunt zarrachalari og'irlik kuchi yo'nalishi orasidagi burchak;

φ_i – grunt zarrachalarini shakli va g'adir-budurligini hisobga oluvchi koeffitsiyent, qum-shag'al, mayda shag'al gruntlar uchun $\varphi_i = 1$, sheben uchun $\varphi_i = 0,035 \div 0,4$.

$$(4.23) \quad \text{formuladan } \frac{d_i}{D_0} < 0,7 \text{ va } R_i \leq 20 \text{ bo'lgan hollarda}$$

foydalanish mumkin.

Bunday yuvilishni kritik tezligi quyidagicha aniqlanadi.

$$g_{kr} = K_f \cdot I_{kr}^{T.yu}, \quad (4.125)$$

b) VODGEO usulida qumlar va qum, shag'al grunt uchun $d_{10} = 0,1 \div 0,57 \text{ mm}$ va $\eta \leq 10$ oqim gradiyenti $I \leq 1,3$ bo'lganda grunt-ning tutashgan joyda yuvilishi yuz bermaydigan, filtr zarra-chalarining o'rtacha diametri quyidagi formuladan ko'riladi:

$$D_{50} = d_{50} (2,2 + 7,29 \eta_y / \eta), \quad (4.126)$$

bunda η_y va η – yirik donali (D) va mayda donali (d) materialni ko'p jinslilik koeffitsiyenti η_y / η – nisbat 0,25-5 oralig'ida qabul qilinadi.

VNIIG usulida $I_p \geq 0,05$ bo'lgan bog'langan gruntlar uchun tutashgan joyida yuvilishini yo'l qo'yilgan gradiyenti miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$I_{yul.t.yu} = \frac{1}{\sqrt{D_{0max}}} - 0,75 \quad (4.127)$$

VODGEO usulida gilli hamda bog'lanmagan grunt tutashgan qismi yuvilishi quyidagi ifodalardan tekshiriladi:

$$d_{70} \geq (D_{60}^a)_k, \quad (4.128)$$

$$\frac{S_0 d_{70}^a}{g} \left[v_0 \frac{D_{60}^a}{(D_{60}^a)_k} \right]^2 \leq 12 f(0) \frac{D_{50}}{D_{50} + d_{70}^a} \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.129)$$

bunda d_{70}^a – yuvilgan gilli grunt agregat tarkibini hisobiy diametri,

$$(D_{60}^a)_k = 0,29 D_{60}^a - 0,16; D_{60}^a = \alpha_n \cdot D_{60};$$

g_0 – filtr g'ovaklarida oqimning haqiqiy tezligi;

$f(0)$ – agregat holatidagi gilli grunt zarrachasini yopishib turuvchi solishtirma energiyasi, $f(0) = 0,0714 \text{ g/sm}^2$;

$$g_0 = k_f I / n \quad (4.130)$$

k_f – filtrni filtratsiya koeffitsiyenti;

D_{50} – filtr zarrachalarining o'rtacha diametri.

Loyli qumdan qurilgan to'g'onlar uchun tutashgan qatlamda yuvilishi yo'l qo'yilgan gradiyenti quyidagi formuladan bilinadi:

$$I_{yul.t.yu} = \frac{5,7}{\left[(D_{60}^a)_k / d_a^{II} \right]^{36}}, \quad (4.131)$$

d_a^{II} – loyli qum agregatini hisobiy diametri, $I_p = 0,03$ bo'lgan gruntlar uchun $d_a^{II} = 0,03 \text{ mm}$; $I_p = 0,04$, $d_a^{II} = 0,13 \text{ mm}$; $I_p = 0,05$, $d_a^{II} = 0,22 \text{ mm}$.

4. Kolmatatsiyanish filtratsiya oqimi ta'sirida chiqa-yotgan mayda grunt zarrachalarini himoya qilayotgan filtr g'ovaklariga cho'kishi.

a) VNIIG usulida.

Tutashgan joyda suffoziyalanadigan gruntedan filtratsiya oqimi tomonidan ajralib chiqadigan zarrachalar maksimal o'lchami quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$d_{si}^{maks} \leq 0,32d_{sg}, \quad (4.132)$$

Tutashgan zonadan filtratsiya oqimi ta'sirida ajralib chiqayotgan gruntedni mayda zarrachalari d_{ci} birinchi qavat filtrini kolmatatsiyalamasligi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak.

$$d_{si} \leq \frac{D'_0}{1,1a_0}, \quad (4.133)$$

yoki
$$D'_0 \geq 1,1a_0 \cdot d_{si}, \quad (4.134)$$

Ushbu nisbatlarga D'_0 ni (3.7) ifodadagi miqdorini quyib birinchi qavat filtrini kolmatatsiyanmasligini quyidagi shartiga ega bo'lamiz:

$$D'_{17} \geq \frac{1,1(1-n)a_0d_{ci}}{n \cdot s}, \quad (4.135)$$

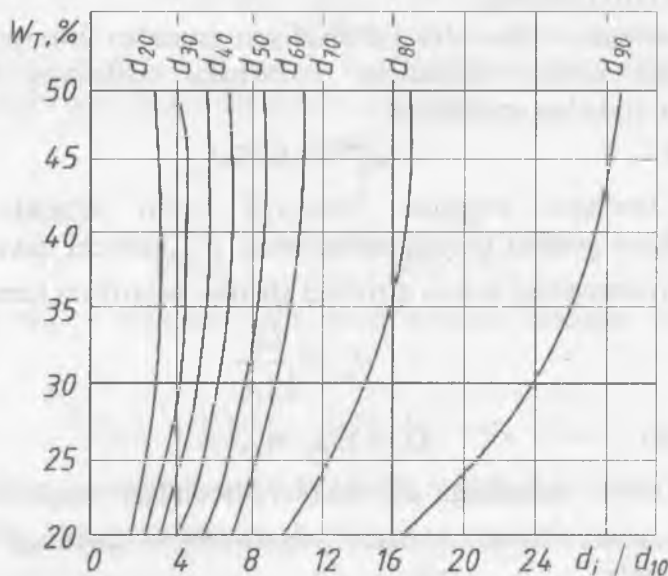
bunda $c = 0,455\sqrt{\eta_f}$ (η_f – filtr gruntedni ko'p jinslilik koefitsienti);

a_0 – koefitsiyent, o'lchamlari 0,01 dan 0,05 mm gacha bo'lgan changsimon zarrachalar uchun $a_0 = 4,0$; 0,05 dan 0,25 mm gacha bo'lgan mayda qumlar uchun $a_0 = 3,0$; 0,25 dan 0,5 mm gacha bo'lgan o'rtacha qumlar uchun $a_0 = 2,5$ ga teng.

b) VODGEO usulida agar teskari filtr bog'langan gruntedni himoya qilsa, filtrni kolmatatsiyanmaslik sharti quyidagicha:

$$D'_{60} \geq \frac{2d_{70}^a}{\alpha_n \lambda_{60}}, \quad (4.136)$$

bunda $d_{70}^a - 70\%$ ta'minlanganlikdagi agregat o'lchami, gilli gruntning namligi, oqish chegarasi W_T va diametri d_{10} ga ko'ra 4.25-rasmdagi grafikdan aniqlanadi.



4.25-rasm. $d_i / d_{10} = f(W_T)$ grafigi.

Nazorat uchun savollar

1. Filtratsiya hisoblarining maqsad va vazifalari?
2. Filtratsiyani asosiy qonuni?
3. Darsi qonunining qo'llanish chegarasini bilasizmi?
4. Filtratsiya koeffitsientini aniqlashni qanday usullarini bilasiz?
5. Hidrotexnika inshootlari zaminidagi bosimli filtratsiyani hisoblashni qanday usullari mavjud?
6. Flyutbet yer osti konturini elementlariga nimalar kiradi?
7. Bosimli filtratsiyani hisoblashni gidromexanik usulini tushuntiring?
8. Bosimli filtratsiyani hisoblashni qarshiliklar koeffitsiyentining usulini tushuntirib bering?

9. Bosimli filtratsiyani fragmentlar usulini tushuntirib bering?
10. Hidrodinamika to'ri yordamida filtratsiya oqimi parametrlari qanday aniqlanadi?
11. EGDA usuli nima? U qanday o'xshashlikka asoslangan?
12. EGDA usulida bosimli filtratsiyani aniqlashni tushuntiring?
13. Bosimsiz filtratsiyani EGDA usulida qanday aniqlanadi?
14. Filtratsiya deformatsiyalari deganda nimani tushunasiz?
15. Suffoziya nima?

5-BOB. GRUNTLI TO'G'ONLAR

5.1. Umumiy ma'lumotlar

Gruntli to'g'on deb ko'rilish rayoni yaqinida mavjud bo'lgan turli gruntndan (shu jumladan, allyuvial yirik zarrachali yoki tosh materialdan) qurilgan suv dimlovchi inshootga aytiladi. Shuning uchun bunday to'g'onlar mahalliy materiallardan qurilgan to'g'onlar deb ham ataladi.

Gruntli to'g'onlar suv sathini ko'taruvchi inshootlarning eng ko'p tarqalgan turidir. Ular energetika, suv transporti hamda melioratsiya maqsadlarida qurilayotgan ko'pgina umumiy suv inshootlarini tarkibiga kiradi.

Gruntli to'g'onlar quyidagi *afzalliklarga* ega:

- ularni har qanday geografik rayonda, har qanday iqlim va geologik sharoitda qurish mumkin. Seysmik sharoitda gruntli to'g'onlar boshqa to'g'onlardan ishonchliroq, chunki zilzila ta'sirida ham o'zini mustahkamligini, turg'unligini ta'minlay oladi;
- gruntli to'g'onni qurish uchun qurilish rayonidagi deyarli barcha mahalliy gruntlar yaroqli hisoblanadi;
- material uchun xarajatlar faqat uni qazish, qurilish joyiga keltirish, yotqizish hamda zichlashdan iborat bo'ladi;
- ko'plab ishlar mexanizatsiyalashtirilgani uchun gruntli to'g'onni tannarxi boshqa materialdan quriladigan to'g'onlarnikidan kamroq;
- gruntli to'g'on har qanday balandlikda qurilishi mumkin;
- gruntli to'g'on materiali vaqt davomida o'zining xossalarini yo'qotmaydi, uning turg'unligi esa ortib boradi;
- to'g'ondan foydalanish davrida qiyalik qoplamalarini, to'g'on ustki qismi va boshqalarni ishchi holatda saqlashdan tashqari, joriy va kapital ta'mirlashga mablag' talab qilmaydi;
- gruntli to'g'onni uni eski konturida suv omborini ishlashini to'xtatmasdan balandligi bo'yicha ko'tarish mumkin.

Gruntli to'g'onlar o'zining afzalliklari bilan bir qatorda quyidagi *kamchiliklarga* ham ega:

- o'zining ustidan maksimal (toshqin suvlarini) suv sarfini o'tkaza olmasligi va shuning uchun o'zining tarkibida yoki qirg'oqlarida joylashgan maxsus suv tushiruvchi va suv bo'shatuvchi inshootlar qurishni talab qilishi;
- o'zining tanasida filtratsiya deformatsiyalarini kelib chiqishiga sharoit yaratuvchi filtratsiya oqimining mavjudligi;
- agarda to'g'on tanasi yuqori suv o'tkazuvchan gruntдан qurilgan bo'lsa filtratsiya natijasida suvni ko'proq yo'qotilishi;
- katta va uzoq muddatli sovuq haroratda gruntни yotqizish ishlari-ning murakkabligi;
- to'g'on ko'ndalang kesimida cho'kishni bir xil emasligi;
- to'g'on tanasi va zaminida ayrim gruntlardan foydalanishda cheklovning mavjudligi.

Gruntli to'g'onlarga quyidagi asosiy talablar quyiladi:

1) uning qiyaliklari uni qurish va undan foydalanish davrida yuz berishi mumkin bo'lgan har xil kuchlar ta'sirida to'g'onni turg'unligini ta'minlashi kerak;

2) to'g'on qiyaliklari va ustki qismi ularni to'liqin, muz va atmosfera ta'siridan saqlash uchun himoya qilingan bo'lishi kerak;

3) to'g'on va uning alohida qismlari, zaminida qurilish va undan foydalanish davridagi hosil bo'ladigan deformatsiyalar uni normal ishlashiga ta'sir ko'rsatmasligi kerak;

4) to'g'on shunday loyihalanishi kerakki, undan sizib o'tadigan filtratsiya suvlarining miqdori yo'l qo'yilgan chegaradan oshmasligi kerak;

5) drenaj qurilmalari to'g'ondan va uning qirg'oq bilan tashgan yeridan o'tadigan filtratsiya suvlarini tutib qolib uni tashkiliy holda zararsiz yerga chiqarib yuborishini ta'minlashi, hamda unda va yerida yuz berishi mumkin bo'lgan filtratsiya deformatsiyalaridan saqlashi joiz.

5.2. Gruntli to'g'onlarning tiplari va klassifikatsiyasi

Materialiga ko'ra gruntli (bir yoki bir necha xil mayda zarrali kam suv o'tkazuvchan gruntndan) hamda yirik donali gruntndan bo'lgan to'g'onlarga bo'linadi.

Qurilish usuliga ko'ra gruntli to'g'onlar *ko'tarma, yuvma va yarim yuvma* to'g'onlarga bo'linadi. Qumli, shag'alli hamda gilli gruntndan quriladigan ko'tarma va yuvma to'g'onlar odatda gruntli deb ataladi.

Ko'tarma to'g'onlar gruntni quruq holatda (eng qulay namlikda) qurilish maydoniga to'kib, so'ngra uni mexanik usulda zichlab yoki suvga tashlab quriladi.

Yuvma to'g'onlar gidromexanizatsiya usulida quriladi. Bunda gruntni karerda qazish, uni to'g'on qurish joyiga keltirish va to'g'on tanasiga yotqizish ishlari gidravlik usulda suv yordamida bajariladi.

Yarim yuvma to'g'onlar qisman gruntni to'kib, qisman esa yuvib (markaziy zona yoki quyi prizma) quriladi.

Tanasi yirik allyuvial yotqiziqlardan va toshdan va filtratsiyaga qarshi qurilmasi gilli va qumli gilli yadro va ekrandan iborat bo'lgan to'g'onlar esa *tosh-gruntli* (5.6-rasm) to'g'onlar deb ataladi. Agarda to'g'on yirik shag'al xarsang va toshdan hamda beton yoki asfaltli kattiq ekran va diafragmadan qurilgan bo'lsa *tashlama toshli* (5.5-rasm) to'g'on deyiladi.

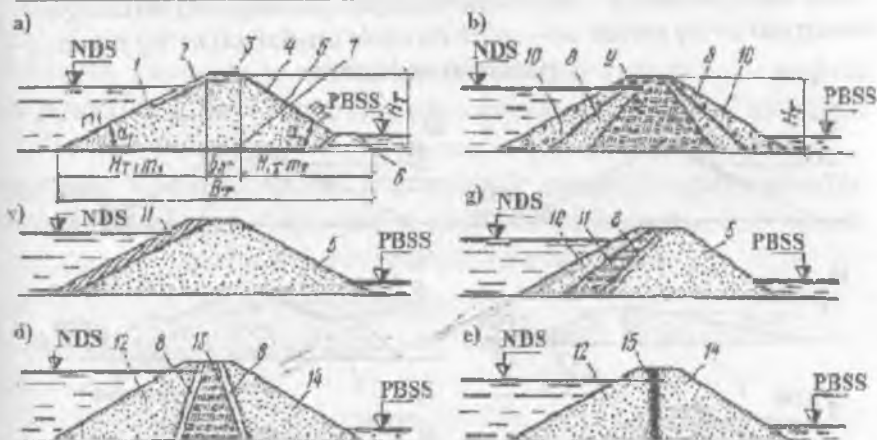
5.3 Gruntli ko'tarma to'g'onlarning turlari

Gruntli ko'tarma to'g'onlar kesimini konstruksiyasiga zaminidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalarining konstruksiyasiga va qurish usuliga ko'ra turlarga bo'linadi [4](5.1- jadval).

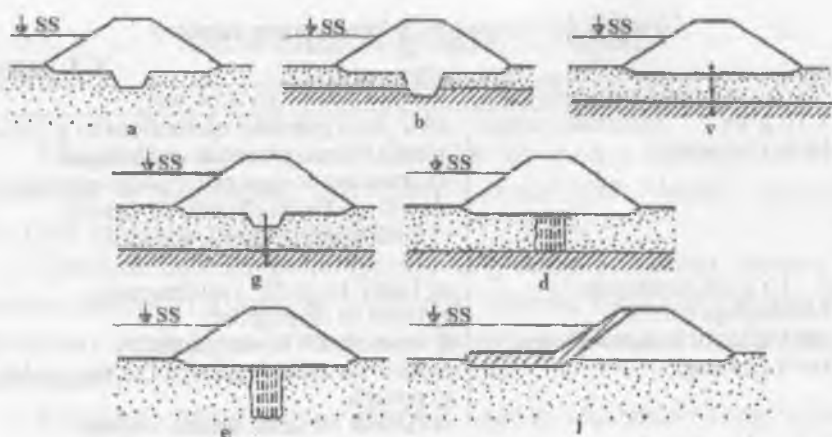
Gruntli ko'tarma to'g'onlarning turlari

5.1-jadval

To'g'onni farqlovchi belgilari	To'g'on turi
1. To'g'on konstruksiyasiga ko'ra (1-rasm)	a) bir jinsli gruntndan quriladigan to'g'onlar; b) har xil jinsli gruntndan quriladigan; v) Gruntndan boshqa materialdan qurilgan ekranli; g) Grunt ekranli; d) yadroli; e) Diafragmali(devorli, shpuntli).
2. To'g'on zaminidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalarini konstruksiyaga ko'ra (2-rasm)	a) Tishli; b) qulfli; v) diafragmali; g) tishli va diafragmali; d) inyeksiyali to'siq pardali; e) osilib turuvchi inyeksiyali to'siq pardali; g) ponurli.
3. Qurish usuliga ko'ra	a) Gruntli mexanik usulda zichlab quradigan; b) mexanik zichlamasdan quradigan (pioner usuli bilan quruq gruntни yuqoridan tashlab, gruntни suvga tashlab)

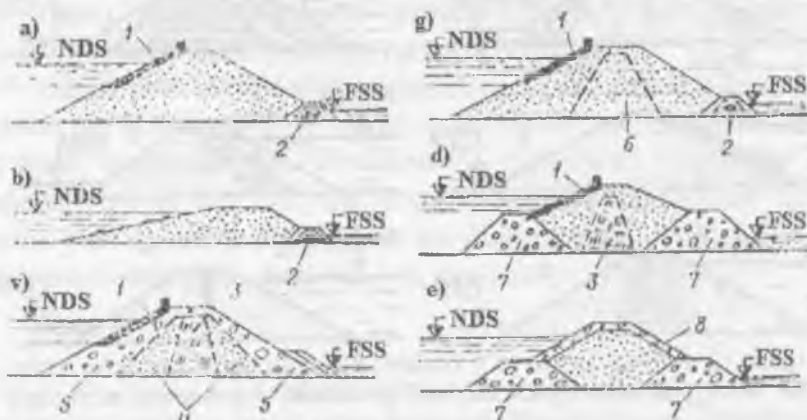


5.1-rasm. Gruntli ko'tarma to'g'onlarni konstruksiyasi bo'yicha turlari:
a-bir jinsli gruntndan; b-har xil jinsli gruntndan; v-gruntmas materialli ekran bilan; g-gruntli ekranli; d-gruntli yadro bilan; ye-diafragma bilan;
1-yuqori qiyalik; 2-qiyalik qoplamasi; 3-to'g'on tepasi; 4-pastki qiyalik;
5-to'g'on tanasi; 6- drenaj banketi; 7-to'g'on tubi; 8-o'tish zonalar; 9- markaziy prizma; 10-himoya qatlami; 11-ekran; 12-yuqori prizma; 13-yadro; 14-pastki prizma, 15-diafragma; b_T - to'g'on tepasi kengligi; B_T -to'g'on pastki qismi kengligi; H_T - to'g'on balandligi; $m_1 = ctg\alpha_1$; $m_2 = ctg\alpha_2$.



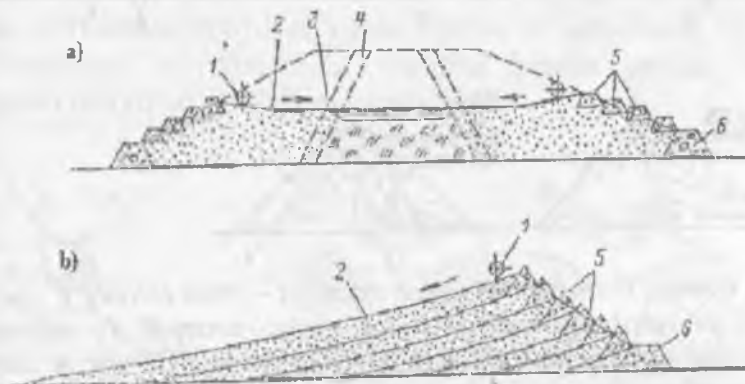
5.2-rasm. Gruntli ko'tarma to'g'onlar zaminlaridagi filtratsiyaga qarshi qurilmalariga ko'ra turlari:

a – tish; b – qulf; v – diafragma (shpuntli devor); g – birga qo'shilgan diafragma va tish; d – suv o'tkazmaydigan qatlamligacha yetkazilgan inyeksiya to'siq parda; ye – osilib turuvchi inyeksiya to'siq parda; j – ponur ekran bilan.

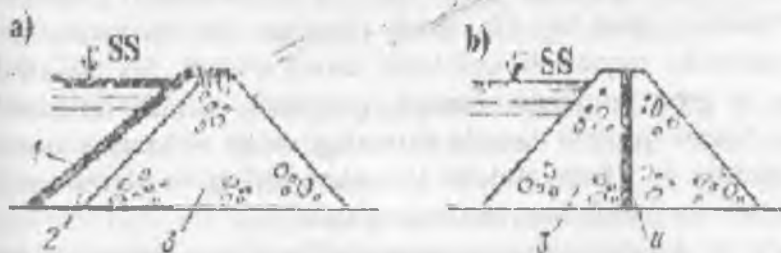


5.3-rasm Yuvma to'g'onlarning tiplari: a,b-bir jinsli; v, g – ko'pjinsli; d, e – bir jinsli yoki ko'p jinsli qisman ko'tarma kesimli; 1-yuqori qiyalik qoplamasi; 2-drenaj banket; 3-yadro; 4,5- oraliq va yon zona; 6-markaziy mayda qumli zona; 7-tashlama toshli prizma; 8-yirik bo'lakli grunt dan yuklama.

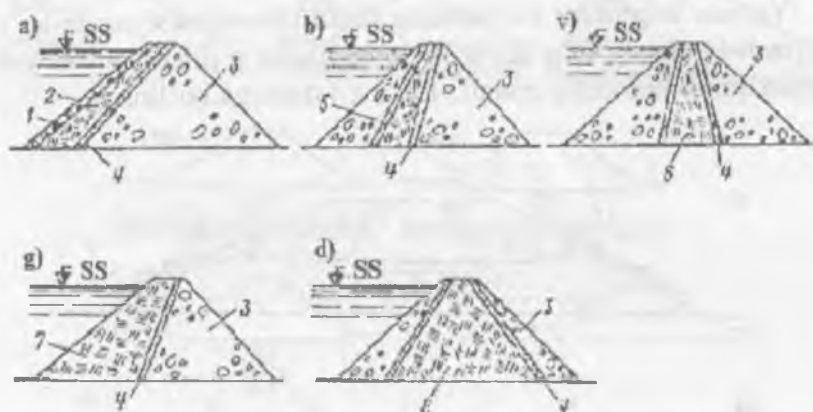
Yuvma to'g'onlar ko'ndalang kesimi konstruksiyasiga ko'ra bir jinsli (yadrosiz to'g'on, 4.3,a,b-rasm), ko'p jinsli(yadroli yoki mayda qumli markaziy zonali, 4.3, v,e) turlarga bo'linadi.



5.4-rasm. Yuvma to'g'onlarni qurishni asosiy sxemasi: a – yadroli ko'p jinsli to'g'onni ikki tomonlama yuvish; b – bir jinsli to'g'onni bir tomonlama yuvish quyqa yuqori qiyalik tomonga erkin oqqanda; 1-loyqani tashlab taqsimlovchi quvur; 2- yuvish qiyaligi; 3-tindirgich hovuz chegarasi; 4- yadroning chegarasi; 5- o'rovchi damba; 6-birlamchi o'rovchi damba.



5.5-rasm. Tashlama toshli to'g'onlarning tiplari: a – gruntmas ekranli; b – gruntmas diafragmali; 1-gruntmas ekran; 2-ekran tagidagi terilgan tosh; 3-yirik bo'lakli grunt; 4-diafragma.



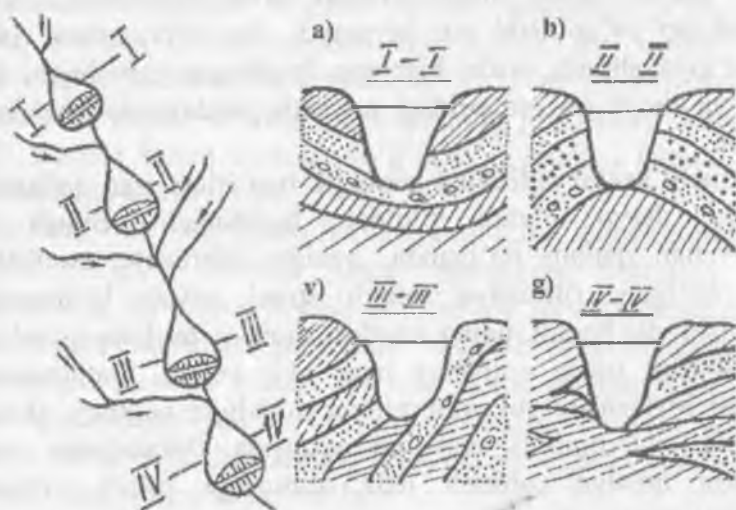
5.6-rasm. Tosh-gruntli to'g'on tiplari. A – grunt ekranli; b – qiya yadroli; v – vertikal yadroli; g – yuqori tayanch prizmalı; d – markaziy grunt prizmalı; 1-gruntli ekran; 2-himoya yuklamasi; 3-yirik bo'lakli grunt; 4-teskari filtr (shtish zonasi); 5-qiya yadro; 6-vertikal yadro; 7,8-yuqori va markaziy tayanch prizma.

5.4. To'g'on qurish joyini tanlash va asoslash

Qidiruv ishlari jarayonida dastlab bir nechta joy (stvor) belgilab olinadi. Ulardan to'g'on quradigan joyini suv inshootlarini joylashishi, qurilish maydonining iqlimi, topografik, gidrologik, geologik va gidrogeologik sharoitlari va atrof-muhitni muhofaza qilish talablari bilan bog'lab ishlab chiqilgan har xil variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslab, uzil-kesil tanlab olinadi. Joy tanlashda atrofda to'g'on qurishga yaroqli gruntlarni yetarli miqdorda bo'lishi hamda qurilish davrida daryodagi suvni o'tkazib yuborish usuli, atrofda yo'l hamda elektr liniyalari borligi va ularni qurish imkoniyati mavjudligi ham hisobga olinadi.

To'g'on stvorini tanlashga qator omillar ta'sir qilishini hisobga olib, ularning har birini baholashga tanqidiy yondashish kerak. Shunday variantni tanlash o'rinliki, unda qurilish muddati va qiymati eng kam, undan keyinchalik foydalanish esa eng sodda bo'lishi kerak. To'g'on stvorini tanlashga ta'sir qiladigan shartlarni

ko'rib chiqishda ularni eng qulay o'zgarish oralig'ini bilish va har bir variantni baholashda shunga e'tiborni qaratish joiz. Faqat *topografiyaga* asoslanib to'g'on stvorini grunt ishlari hajmi kichik bo'lgan eng tor joyga joylashtirish darkor. Tanlangan stvorda iloji boricha suv ombori maydoni yuzasi kichik bo'lishi kerak, bu esa suv bosadigan maydonlarning yuzasini hamda undagi suvni bug'lanish tufayli yo'qotilishini kamaytiradi.



5.7-rasm. Suv ombori maydonida qatlamlashishni turfa variantlari. I-I- sinklina; II-II- antiklinal; III-III- qiya; IV-IV- linzali.

To'g'on stvorini *geologik sharoiti* avvalo shuni talab qiladiki, to'g'on zaminini gruntlari mustahkam hamda inshootdan qo'shimcha yukni qabul qilishga qodir bo'lishi shart. Suv ombori inshootlari bo'g'ini uchun to'g'on stvorida hamda suv ombori kosasida gruntlarni suv o'tkazuvchanligi asosiy rol o'ynaydi. To'g'on zaminida qancha katta qalinlikda filtratsiya koeffitsiyenti yuqori bo'lgan grunt yotsa, filtratsiyaga qarshi ishlarni bajarish shuncha murakkab hamda qiymat bo'ladi. Ayniqsa bunday ishlarni suv ombori tubi maydonida bajarilsa. Shuning uchun suv ombori

tubining geologik sharoitiga alohida e'tibor qaratilishi lozim, to'g'on stvorini tanlashda esa suvni filtratsiya tufayli yo'qotilishini hisobga olinadi, chunki grunt qatlami noqulay joylashganda uning miqdori yuqori bo'lishi mumkin. Misol tariqasida grunt qatlamining bir necha xarakterli holatlarini ko'rib chiqamiz.

Birinchi kesim sinklinal geologik tuzilishga ega: qatlam pasayishi daryo o'zani (talveg) o'qiga qarab yo'nalgan. Suv o'tkazuvchan qatlamlarda bunday geologik qatlamlanish suv ombori qurish uchun qulay, chunki suvni filtratsiyaga qaytib kelmaydigan yo'qotilishi yuz bermaydi. Suv o'tkazuvchi qatlam suvni o'ziga shimib olishi hisobiga to'plangan suv hajmi hosil bo'ladi va undan suv omboridagi suv sathi pastlaganda foydalanish mumkin.

Ikkinchi kesim antiklinal geologik tuzilishga ega: qatlamning pasayishi daryo o'zani o'qidan boshlanadi. Bunda suv o'tkazuvchan qatlam bo'lganda, ayniqsa filtratsiya koeffitsienti yuqori bo'lgan, filtratsiya tufayli suvni qaytib kelmaydigan yo'qotilishi yuz beradi, uning miqdori shunday bo'lishi mumkinki, suv omborini qurib qolishiga ham olib keladi. Qatlamlarning antiklinal joylashishi suv omborining qurishiga noqulay. Bunday holatlarda suv ombori maydoni yuzasida filtratsiyaga qarshi tadbirlarni amalga oshirish juda qimmatga tushib, iqtisodiy tomondan o'zini oqlamaydi.

Suv o'tkazuvchi qatlamli qiya joylashgan va orasida suv to'siq bo'lgan uchunchi geologik kesim birinchi hamda ikkinchi kesim orasidagi oraliq holatni egallaydi, bunday holatda suv ombor qurish noqulay, lekin ehtimoli bor.

To'rtinchi kesim suv omborini butun maydoni katta chuqurlikkacha tarqalgan suv o'tkazmaydigan gruntdan iboratligi bilan xarakterlanadi. Faqatgina suv oqimi o'zani atrofida uncha katta bo'lmagan qalinlikdagi allyuvial yotqiziqlar mavjud. Bunday geologik tuzilish suv ombori maydoni uchun ham hamda to'g'on stvori uchun ham qulaydir, negaki bunda suv o'tkazmaydigan

qatlam orqali suv yo'qolishi yuz bermaydi. Bunday holatda to'g'on stvorida filtratsiyaga qarshi tadbirlar ko'zda tutiladi.

To'rtinchi kesimni amalda uchraydigan turlariga, asosiy berkituvchi qatlam suv o'tkazmaydigan grunt dan iborat bo'lib, uning atrofida esa suv o'tkazuvchi qatlam yoki linzalar mavjud bo'lgan holat hisoblanadi. Bunday qatlamlanish ham suv ombori qurish uchun qulay, lekin bunda suv o'tkazuvchi qatlam ochilib qolishiga, undan katta miqdordagi suv sizib o'tishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Gidrologik sharoit to'g'on stvorini tanlashga ta'sir qiladi, chunki berilgan ta'minlanganlikdagi oqimda suv ombori faqat berilgan hajmgacha to'lishi mumkin. To'g'on stvorini tanlashga suv tashlash trakti va unda inshootlarning joylashishi katta ta'sir qiladi. Bu esa butun inshoot bo'g'inini qiymatiga hamda undan foydalanishga ta'siri bo'ladi.

Boshqa bir xil sharoitlarda (geologik, gidrogeologik va xo'jalik) to'g'on stvorini faqat topografik sharoitga ko'ra ko'tarmaning hajmi eng kichik bo'lgan tor stvorga qaratish shart emas. Undan tashqari yana suv tashlash traktini eng qulay joylashishini hisobga olinadi, ba'zida uning qiymati to'g'onning o'zini qiymatidan yuqori bo'lishi mumkin. Toshqin suvlarini o'tkazib yuborishga ham katta e'tibor berish kerak. Odatda gruntli to'g'onni turg'unligi unga bog'liq.

To'g'on stvorini tanlashga xo'jalik sharoitlari, ya'ni suv omboridagi suv zaxirasidan foydalanish, inshoot bo'g'inini iste'molchidan qancha masofada joylashganligi ham ta'sir qiladi. Irrigatsiya maqsadlari uchun suvni o'zi oqib kelishini hisobga olib suv zaxirasidan foydalanilganda, suvni sug'oriladigan maydonga yetib kelishini ta'minlovchi suv omborini talab qilingan o'tmetkasiga ega bo'lishi kerak. Sanoat korxonalarini yaqinga joylashishi suv ombori suvini ifloslanishiga olib kelishi kuzatiladi. Bunday suvdan, masalan suv ta'minoti uchun foydalanish man qilinadi. Iqtisodiy tomondan to'g'on stvorini shunday varianti yaxshi hisoblanadi, NDS, ishlash rejimi, himoya qilish tadbirlari hamda boshqalar, qurilishga va suv ombori atrofidagi tadbirlarga

sarf qilingan mablag'ni mahsulot birlik miqdoriga keltirilgani ($1m^3$ foydali sig'imiga, 1kVt soat elektroenergiya ishlab chiqarishga va h.) eng kam bo'lgani.

5.5. To'g'on turini tanlash

To'g'onning turi qurilish rayoni iqlimi, gidrologik, geologik, gidrogeologik, sharoitlari seysmikligi, atrofida u yoki bu mahalliy qurilish materialini (gruntni) mavjudligi, inshootning vazifasi, qanday qurilish texnikasi mavjudligi, qurilish ishlarini tashkil qilish va bajarish sxemasi inobatga olinib turli variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida tanlanadi.

Qurilish maydonida yetarli miqdorda kam suv o'tkazuvchi gruntlar (qumli gil, gilli qum va gil) mavjud bo'lsa, bir jinsli to'g'onlar quriladi. Yaqin atrofda yetarli miqdorda suv o'tkazuvchi gruntlar (qum, mayda shag'al), har xil filtratsiyaga qarshi qurilmalari (ekran, yadro, diafragma) bo'lgan to'g'onlar qabul qilinadi.

Agarda qurilish joyida yetarli miqdorda bir xil gruntlar bo'lmasa yoki bor gruntlar kuchli suv o'tkazuvchan bo'lsa, to'g'onlar turfa gruntlardan ularni ma'lum tartibda joylashtirib quriladi. Kam suv o'tkazuvchi gruntlar (gil va gilli qum) uni yuqori bef tomoniga joylashtiriladi.

Qurilish maydonida kam suv o'tkazuvchan gruntlar bo'lmagan taqdirda filtratsiyaga qarshi qurilmalari (ekran, diafragma) gruntmas materialdan iborat bo'lgan to'g'onlar quriladi.

Yuqori seysmli rayonlarda diafragmali to'g'onlar qurish tavsiya etilmaydi.

Grunt to'g'onlarining yuqorida aytilgan turlari asosan suv o'tkazmaydigan zaminlarda quriladi.

Suv o'tkazadigan grundan iborat zaminlarda qo'shma ravishda tish, diafragma, inyeksiya pardasi hamda ponur ko'rinishdagi filtratsiyaga qarshi moslamalar quriladi.

To'g'on zaminidagi suv o'tkazuvchi gruntlar chuqurligi uncha katta bo'lmagan hollarda (3,5 m gacha)ni tubida kam suv o'tkazuvchan materialdan tish qilinadi. Bu tish suv o'tkazuvchi asosni kesib o'tib, undan keyingi suv to'siq qatlam chuqurligiga eng kamida 0,5 m gacha kirib borishi darkor.

To'g'on zamini uncha ko'p bo'lmagan va o'rtacha chuqurlikdagi suv o'tkazuvchi qatlami gruntlarni tashkil qilganda, uning yerida diafragma quriladi.

Zaminida inyeksiya pardasi hosil qilib quriladigan to'g'onlar, suv to'siq (vodoupor) qatlam uning tubidan ancha chuqur joylashganda, suv o'tkazuvchi qatlamda filtratsiyaga qarshi tish yoki diafragma bajarish imkoniyati bo'lmagan hollarda qo'llaniladi.

To'g'on zaminidagi suv o'tkazuvchan gruntlarda filtratsiyaga qarshi inyeksiya pardasini yoki diafragmani bajarish qiyin bo'lgan hollarda ponurli to'g'onlar qurish maqsadga muvofiq.

Qoyatosh gruntli zaminlarda to'g'onni asosi suv o'tkazmaydigan gruntlardagi yuqorida aytilgan hamma turini qurish mumkin.

5.6. To'g'on va uning zaminidagi gruntlarning asosiy xossalari va ularga qo'yiladigan asosiy talablar

5.6.1. Gruntlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

5.6.1. Gruntlarni paydo bo'lishi hamda tarkibi

Grunt deb inson injenerlik qurilish faoliyati obykti va inshoot zamini, uni qurish uchun material vazifasini o'taydigan tog' jinslariga aytiladi.

Paydo bo'lishiga ko'ra (genezisi bo'yicha) tog' jinslari magmatik, metomorfik hamda cho'kindi jinslarga bo'linadi.

Magmatik jinslar, magmani sovushi natijasida hosil bo'lib, krisstall tuzilishga ega va qoya grunt sifatida klassifikatsiyalanadi. *Cho'kuvchan jinslar*, tog' jinsining buzilishi (nurashi) ta'sirida va nurash mahsulotlarini suvda yoki havoda cho'kish natijasida hosil

bo'ladi, qoya yoki qoyasiz bo'lishi mumkin. *Metamorfik jinslar* – magmatik hamda cho'kuvchan jinslar bo'lib yuqori harorat hamda katta bosim ta'sirida o'zgargan jinslardir. Ular qoya grunt kabi klassifikatsiyalanadi.

Cho'kindi gruntlar paydo bo'lishi sharoitlari va tuzilishiga qarab quruqlikdagi (kontinental) va dengiz yotqiziqlariga bo'linadi. Bunda dengiz yotqiziqlariga zamonaviy va qadimgilardan iborat. Qadimgi dengiz yotqiziqlari – bo'rlar, qumtoshlar, ohaktoshlar, dolomitlar, mergellar, yursk, devon gillari va boshqalar.

Gruntlar o'zini yoshiga ko'ra har xil geologik tizimlarga kiradi. Eng yosh cho'kuvchan gruntlar to'rtlamchi tizim yotqiziqlari (Q) hisoblanadi. Eng qadimgi gruntlar quyidagi tizimga kiradi: neogen (N), paleogen (p), bo'rli (K), yursk (J), trias (T), perm (R), toshburchakli (S), devon (D), Silliruy (S), ordovik (O), kembriy (E). Injenerlik faoliyatida ko'proq to'rtlamchi cho'kuvchan gruntlardan foydalaniladi. To'rtlamchi yoshdagi gruntlar bir necha genetik tipga bo'linadi. (4.2 jadval).

5.2 Jadval

To'rtlamchi yoshdagi gruntlarning genetik tiplari

Gruntlar tipi	belgilash
Alluvial (daryo yotqiziqlari)	a
Ko'ldagi yotqiziqlar	l
Ko'ldagi alluvial yotqiziqlar	la
Dellyuvial (qiyalik yonbag'irlari va tepalik tubidagi yomg'ir, muz suvlari yotqiziqlari)	d
Alluvial-dellyuvial yotqiziqlar	ad
Eoloviy (havo orqali cho'kish): eoloviy qumlar, lyossli gruntlar	G
Glyatsial (muz yotqiziqlari)	f
Flyuvioglyatsial (muz oqimi yotqiziqlari)	lg
Ko'l-muz yotqiziqlari	e
Elyuvial (tog' jinslarining nurashidan hosil bo'lgan joyida qolgan)	ed
Elyuvial – dellyuvial	r
Prolyuvial (tog' oblastlarida jo'shqin yomg'ir oqimi yotqiziqlari)	ar
Alluvial-prolyuvial yotqiziqlar	m
Dengiz yotqiziqlari	

Gruntlar, odatda uch fazali tuzilmadan iborat bo'lib qattiq zarrachalardan hamda g'ovaklardan tashkil topgan. G'ovaklar ichi suv yoki gaz bilan to'lgan. Gruntlarning qurilish xossalari, minerologik, granulometrik tarkibi, tuzilishi hamda teksturasi, tabiiy yotgan holatiga qarab aniqlanadi.

Gruntlarning tarkibini o'rganishda ularni hosil bo'lishini to'rtta asosiy gruppasi ajratib ko'rsatiladi:

- birlamchi minerallar (kvarts, dala shpati, slyuda va b.);
- gilli (ikkilamchi) minerallar, magmatik va metamorfik jinslarni nurash jarayonida hosil bo'lgan;
- tuzlar-sulfatlar (gips, angidrit va b.), korbonatlar (kalsit, dolomit va b.), galoidlar;
- organik moddalar.

Gruntlarning tuzilishi, uning tashkil qilgan zarralarning miqdoriy nisbati, o'lchami, shakli hamda ularning o'zaro bog'liqlik xarakteridir. Zarrachalar o'lchami va ularning miqdoriy nisbati granulometrik (donodorlik) tahlil asosida aniqlanadi. Har bir zarraning tarkibi grunt namunasining quritilgan og'irligidan foizda ifodalanadi. Tarkibiy bog'lanishni xarakteriga ko'ra gruntlar qattiq (kristalizatsiyalangan) va suv-kalloydli bog'langan bo'ladi. Kristallizatsion bog'lanish magmatik, metamorfik va cho'kuvchan sementlangan jinslarda rivojlangan, ya'ni qoya gruntlarda. Suv-kalloydli bog'lanish gilli gruntlar uchun xarakterli.

Gruntlarning teksturasi deganda turli tarkibdagi hamda xossalardagi grunt elementlarining fazoda joylashishiga tushiniladi. Tekstura grunt tuzilishini qatlamda ko'p jinsliligini xarakterlaydi (masalan, qumli-gilli gruntlarning qatlamli teksturasi). Gruntlarning tekstura xususiyati suvning filtratsiya harakat yo'lining, grunt massivi deformatsiyasining jadalligi hamda yo'nalishini belgilaydi.

5.6.2. Gruntlarning asosiy xarakteristikalar

Gruntli to'g'onlarni loyihalashda qo'llanilayotgan materialning xossalari bilish katta ahamiyatga ega. Grunt bu g'ovaklari to'liq

yoki qisman suv bilan to'lgan qattiq jinslarning yig'indisidan iborat. Gruntning asosiy xarakteristikalaridan biri uning granulometrik (donodorlik) tarkibidir.

Gruntni donodorlik tarkibi deganda undagi turli kattalikdagi zarrachalarning foizda ifodalangan nisbiy miqdori tushuniladi. Zarrachalarining diametri $d \leq 2\text{mm}$ bo'lgan gruntlar mayda zarrali, zarrachalari $d > 2\text{mm}$ bo'lgan gruntlar esa yirik zarrali (yirik bo'lakli) deb ataladi. Agarda yirik bo'lakli zarrachalar yuzasi silliq bo'lsa, ularning mayda hamda yirik shag'alli, xarsangli, agarda ular silliq bo'lmagan burchakli yuzaga ega bo'lsa mos ravishda dresvyali, shebenli yoki qirqilgan tosh deb ataladi.

Bir jinsli gruntli to'g'onlar uchun eng yaxshi grunt, shunday tabiiy aralashmaki, undagi mayda changsimon, gilli zarrachalar ($d < 0,01 \div 0,005\text{ mm}$) skelet hosil qiluvchi yirikroq zarrachalar (qumli, shag'alli) orasidagi g'ovaklarni to'ldirib, shu bilan birga yirik zarralarni bevosita o'zaro tegib turishini taminlaydi. Bunday grunt yuqori ichki ishqalanish burchagiga hamda shu bilan birga mayda gilli zarrachalar g'ovaklarni to'ldirganligi tufayli juda kichik filtratsiya koeffitsiyentiga ega.

Donodorlik tarkibining quyi chegarasi va alohida fraksiyalarini o'lchami bo'yicha nomi 5.8-rasmda keltirilgan.

Hamma gruntlar qoyatosh va qoyasiz gruntlarga bo'linadi.

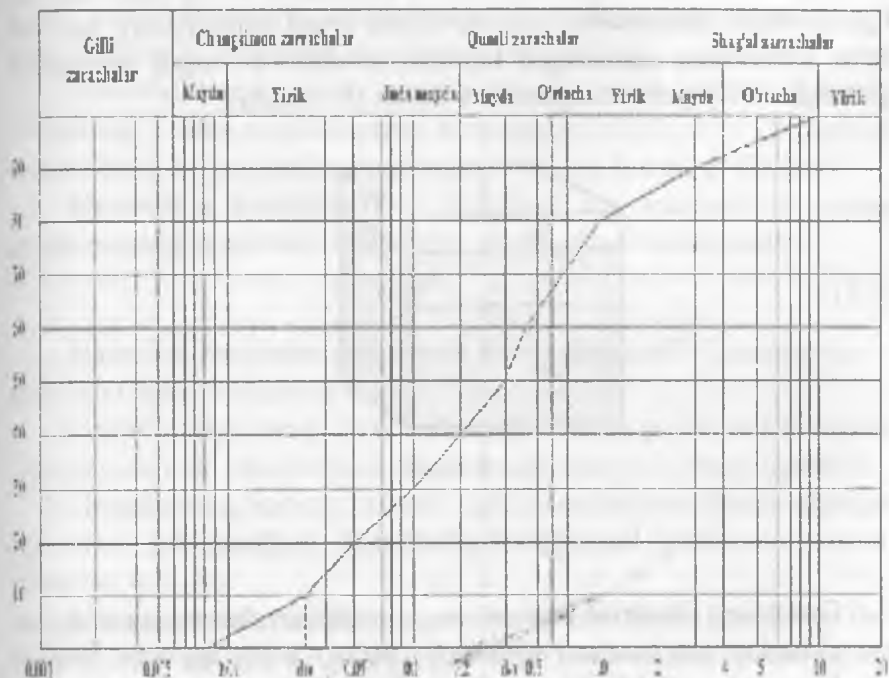
Qoyamas gruntlar o'z navbatida yirik bo'lakli, qumli hamda gilli gruntlarga bo'linadi. Yirik donali va qumli gruntlar donalarining tarkibiga (o'lchamiga) ko'ra turlarga bo'linadi. Grunt zarralarining tarkibi bir jinsli, ko'p jinsli bo'lishi mumkin. Gruntni bu xususiyati uni ko'p jinslilik koeffitsenti yordamida aniqlanadi.

$$\eta = d_{60} / d_{10} \quad (5.1)$$

bunda: d_{10} , d_{60} – shunday diametrki, grunt tarkibidagi 10 % va 50% zarrachalar (og'irlik bo'yicha) o'lchami shu diametrdan kichikdir (5.8-rasm).

Agar $\eta > 3$ bo'lsa yirik donali hamda qumli gruntlar ko'p jinsli hisoblanadi.

Guruntli to'g'onlarni loyihalash uchun donadorlik tarkibidan tashqari yana gruntlarni quyidagi asosiy fizik va mexanik xossalarni aniqlash kerak: gruntning zichligi – ρ ; grunt zarrachalarining zichligi – ρ_s ; grunt namligi – w ; quruq grunt zichligi – ρ_d .

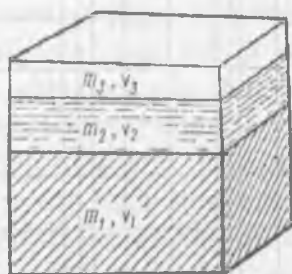


5.8-rasm. Donadorlik tarkibining quyi chegarasi va alohida fraksiyalarining o'lchami.

Gruntning granulometrik tarkibi gruntning eng qulay (optimal) namligi, w_{opt} , bilan birga shu namlikda erishadigan quruq gruntning eng katta zichligi ρ_d ; gilli gruntlarning plastiklik chegarasi (oquvchanlik) W_L va yoyilishi W_p va gruntlarning mexanik xossalari: ichki ishqalanish burchagi φ , solishtirma tutashuvchanlik S hamda filtratsiya koeffitsiyenti K_f .

5.6.3. Gruntning zichlik, namlik va g'ovaklik ko'rsatkichlari

Grunt hajmi qattiq materialli zarrachalar (skelet) hamda g'ovaklardan tashkil topgan. G'ovaklar qisman yoki to'liq suv yoki havo bilan to'lgan. Agarda V orqali namunani to'liq hajmini, V_1 , V_2 , V_3 orqali esa gruntning mos ravishda grunt zarrachalari, suv va havo tomonidan egallangan hajmini hamda V_g orqali gruntning g'ovakliklari hajmini belgilasak u holda (5.9-rasm),



5.9.-rasm.

$$V_G = V_2 + V_3, V = V_1 + V_G \text{ bo'ladi.}$$

Gruntning umumiy massasi m_G , qattiq zarralar massasi m_1 va g'ovaklardagi suv massasi m_2 tashkil topgan, ya'ni: $m_G = m_1 + m_2$

Gruntning zichligi (g/sm^3 , t/m^3) – grunt massasining (uning g'ovaklaridagi suvni ham hisobga olib), uning hajmiga nisbati:

$$\rho = \frac{m_G}{V} \quad (5.2)$$

Grunt kesuvchi halqa usulida yoki parafinlash usulida aniqlanadi.

Tabiatda katta oraliqda $1,2-2,3 \text{ g}/\text{sm}^3$ o'zgaradi.

Grunt zarrachalarining zichligi (g/sm^3 , t/m^3) quruq grunt (uni g'ovaklaridagi suv massasini hisobga olmay) massasining, ushbu grunt qattiq zarrachalarining hajmiga nisbati:

$$\rho_s = \frac{m_1}{V_1} \quad (5.3)$$

Zarrachalar zichligi faqat minerallar tarkibiga bog'liq, odatda kichik oraliqda o'zgaradi 2,65dan 2,77 g/sm³ gacha. Grunt tarkibida metall oksilari bo'lganda grunt zarrachalarining zichligi sezilarli darajada oshishi mumkin (3,5 g/sm³ va undanyuqori), grunt tarkibida organik aralashmalar bo'lganda grunt zarrachalarining zichligi ko'rsatilgan miqdordan past bo'ladi.

Hisoblashlarda grunt zarrachalarining solishtirma og'irligi ishlatiladi. Uning miqdori grunt zarrachalari zichligini erkin tushish tezlanishiga ko'paytirilganiga teng $\gamma_s = \rho_s g$, bunda $g=9,81\text{m/s}^2$.

Gruntning namligi W – grunt-dagi suv massasining quruq grunt massasiga nisbati. U birliklar ulushi bilan ifodalanadi:

$$W = \frac{m_2}{m_1} \quad (5.4)$$

Namlikni namunani o'zgaras massagacha 105⁰ C haroratda quritish orqali aniqlanadi.

Gruntlarning asosiy fizik ko'rsatkichlari ρ ; ρ_s ; W, uni laboratoriya hamda dala sharoitida tekshirish natijalariga ko'ra aniqlanadi.

Gruntlarning hamma boshqa fizik xossalari esa shu aniqlangan xossalari yordamida 5.3-jadvalda keltirilgan formulalar orqali hisoblab topiladi.

Quruq grunt zichligi ko'pincha grunt skeleti zichligi deb ataladi. Quruq grunt (grunt zarralari) massasining butun grunt hajmiga nisbati sifatida aniqlanadi:

$$\rho_d = \frac{m_1}{V} \quad (5.5)$$

Quruq grunt zichligi bilan bir qatorda quruq grunt solishtirma og'irligi tushunchasidan ham foydalaniladi:

$$\gamma_d = \rho_d g \quad (5.6)$$

Gruntning g'ovakligi g'ovaklar hajmining butun grunt hajmiga nisbati sifatida aniqlanadi. Bu grunt hajmi birlikdagi g'ovaklar hajmiga mos tushadi:

$$n = \frac{(V_2 + V_3)}{V} \quad (5.7)$$

Gruntning g'ovaklik ko'effitsiyenti e g'ovaklar hajmining qattiq zarralar hajmiga nisbati

$$e = \frac{V_{g'}}{V_1} \quad (5.8)$$

G'ovaklik yoki g'ovaklik ko'effitsiyenti absolyut miqdor sifatida ko'pgina hollarda har doim ham gruntni zichlanish darajasini belgilab bera olmaydi.

Qumli va yirik donali gruntlar uchun nisbiy zichlik ko'effitsientidan foydalaniladi:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \quad \text{yoki} \quad I_D = \frac{\rho_{d,z}(\rho_d - \rho_{d,b})}{\rho_d(\rho_{d,z} - \rho_{d,b})} \quad (5.9)$$

bunda: $e_{\max}$ va $\rho_{d,z}$ – bo'sh holatdagi qumning g'ovaklik ko'effitsiyenti va zichligi; e va ρ_d – quruq qumning – g'ovaklik ko'effitsiyenti hamda zichligi; $e_{\min}$ bilan $\rho_{d,b}$ – zich holatdagi qumning g'ovaklik ko'effitsiyenti va zichligi. $e_{\max}$ va $e_{\min}$ miqdori tajribaxonada bo'sh yotqizilgan qum namunasini o'lchovli idishda dinamik ta'sir ko'rsatib aniqlanadi.

Qum zichlik darajasiga ko'ra 1-0,67 oraliqda zich, 0,67-0,33da o'rtacha va 0,33-0 oraliqda bo'sh joylashgan hisoblanadi.

Gruntning "g'ovakligi" va "namligi" tushunchalari bir-biri bilan muayyan darajada bog'liqdir. Gruntning suvga to'la to'yinganiga, ya'ni barcha g'ovaklar suvga to'lganiga mos tushuvchi namlik tushunchasi – w_{sat} ni kiritamiz. Bu kattalik ko'pincha *gruntning to'la namlik sig'imi* deb ataladi:

$$w_{\text{set}} = \frac{m_2}{m_1} \quad (5.10)$$

Namlik darajasi (suvga to'yinish darajasi) S_r grunt g'ovaklaridagi suv hajmining g'ovaklar hajmiga nisbati sifatida aniqlanadi. Grunt namligining uning to'liq namga chidamlilik darajasiga mos tushadi:

$$S_r = \frac{V_2}{V_{g'}} \quad (5.11)$$

5.3- jadval

Gruntlarning asosiy fizik xarakteristikalarining aniqlash formulalari

Xarakteristikasi	O'lchov birligi	Umumiy formulasi	Hisoblash formulasi
Quruq gruntning zichligi	$\frac{g}{sm^3}, \frac{t}{m^3}$	$\rho_d = \frac{m_1}{V}$	$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}$
Grunt birlik hajmida qattiq zarrachalar hajmi	-	$m = \frac{V_1}{V}$	$m = \frac{\rho_d}{\rho_s}$
G'ovaklik	-	$n = \frac{V_{g'}}{V}$	$m = \frac{1}{1+e}$
G'ovaklik koefitsiyenti	-	$e = \frac{V_{g'}}{V_1}$	$n = 1 - m$
Quruq gruntning solishtirma og'irligi	n/m^3	$\gamma_d = \frac{m_1 g}{V}$	$n = \frac{e}{1+e}$
Muallaq holatdagi gruntning solishtirma og'irligi	n/m^3	$\gamma_m = \frac{m_1 g - A}{V}$ bunda A- arximed kuchi (muallaq kuch)	$e = \frac{\rho_s}{m} \frac{1-n}{\rho_s - \rho_d}$
Suvga to'yingan gruntning zichligi	$\frac{g}{sm^3}, \frac{t}{m^3}$	$\rho_{s.t.} = \frac{m_1 + m_2}{V}$, bunda $m_1 = V_g \cdot \rho_w$	$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1+w) - 1$ $\gamma_d = \frac{\rho}{1+w}$
Gruntning to'la namlik sig'imi		$w_{set} = \frac{m_2}{m_1}$	$\gamma_m = \gamma_d - m\gamma_w$ $\gamma_m = \gamma_d - (1-n)\gamma_w$
Gruntning namlik darajasi		$S_r = \frac{V_2}{V_g}$	$\gamma_m = \gamma_d - \frac{1}{1+e} \gamma_w$ $\gamma_m = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e}$ $\rho_{s.t.} = \rho_d + \rho_w n$ $\rho_{s.t.} = \frac{\rho}{1+w} + \frac{e}{1+e} \rho_w$ $w_{set} = \frac{e\rho_w}{\rho_s}$ $S_r = \frac{\rho_s w}{e\rho_w}$ $S_r = \frac{w}{w_{set}}$

Umuman olganda, namlik darajasi grunt mutlaqo quruq bo'lgan holda 0 dan g'ovaklar suvga limmo-lim to'lgan taqdirda 1 gacha o'zgarishi mumkin. Suvga to'yinganlik darajasi qumli gruntlar xossalariining o'zgarishiga kuchli ta'sir ko'rsatadi va tasniflovchi ko'rsatkich sifatida qo'llaniladi.

Gilli gruntlarning holat ko'rsatkichlari. Gilli gruntlarning xossalari ularning namlik darajasiga qarab sezilarli darajada o'zgaradi. O'ta nam gilli grunt oqish qobiliyatiga ega bo'ladi, suv shimdirilganda u yumshoq holatga, namlik yanada kamayganida esa qattiqlashadi.

Holat ko'rsatkichiga ko'ra gilli gruntning uch holati mavjud: qattiq, yumshoq hamda oquvchi. Namlikning *eyiluvchanlik (qotish) chegarasi* (yumshoqlikning quyi chegarasi) w_p va *oquvchanlik chegarasi* (yumshoqlikning yuqori chegarasi) w_L deb ataluvchi o'ziga xos ko'rinishlari ushbu holatlar o'rtasida chegara hisoblanadi.

Yumshoqlikning quyi chegarasiga mos tushuvchi namlikni amalda aniqlash uchun grunt qorishmasi shunday namlanadi (yoki quritiladi)ki, u taxminan 3 mm qalinlikda yoyilganida alohida bo'laklarga ajralib ketsin. Yumshoqlikning yuqori chegarasi grunt qorishmasi namligining shunday bir holatiga mos tushadiki, bunda standart konus unga 10 mm chuqurlikka cho'kadi. Bu chegaralarni aniqlash usullari hamda chegaralarning o'zi ham ancha shartli bo'lsa-da, aniqlangan w_p va w_L kattaliklarning aniqlik darajasi qoniqarli.

Gilli gruntning tabiiy namligini oquvchanlik chegarasi hamda yoyiluvchanlik chegarasidagi namlik darajasi bilan taqqoslash uning quyuqlik darajasiga ko'ra holatini aniqlash imkonini beradi. Buning uchun gilli gruntlarning muhim tasniflovchi ko'rsatkichi hisoblanadigan oquvchanlik ko'rsatkichi I_L dan foydalaniladi:

$$I_L = \frac{(w - w_p)}{(w_L - w_p)} \quad (5.12).$$

O'z-o'zidan ravshanki, $w < w_p$ (oquvchanlik ko'rsatkichi $I_L < 0$) bo'lsa, grunt *qattiq*, $w > w_L$ ($I_L > 1$) bo'lsa *oquvchan*, $w_p \leq w \leq w_L$ ($0 \leq I_L \leq 1$) bo'lsa, *yumshoq holatda* bo'ladi.

Oquvchanlik va yoyiluvchanlik chegarasi o'rtasidagi farq *gruntning yumshoqlik soni* deb ataladi:

$$I_p = w_L - w_p \quad (5.13)$$

Gruntlarda loyli zarralarning nisbiy miqdori qancha ko'p bo'lsa, I_p qiymati shuncha kattadir. O'Z.RST 25100-95 ga muvofiq yumshoqlik soniga ko'ra gilli gruntning turlari aniqlanadi: gilli qum - $0,01 \leq I_p \leq 0,07$, qumli gil - $0,07 \leq I_p \leq 0,17$, gil - $I_p > 0,17$.

Qumli gruntlar odatda yoyilish qobiliyatiga ega bo'lmaydi. Gilli zarralar miqdori oz bo'lsa-da amalda bir xil w_p va w_L qiymatlarni ko'rsatadi, shu sababli qumli gruntlar uchun yumshoqlik soni ahamiyatsiz darajada oz: $I_p < 0,01$.

5.6. Gruntlarning yonlama bosim koeffitsiyenti

Gruntlarning yonlama bosim koeffitsiyenti ξ deb yonga kengayish imkoniyati mavjud bo'lmagan haroitlarda yon maydonchalar (vertikal) orqali ta'sir qilayotgan normal kuchlanishlar σ_x va σ_u ni gorizontaal maydonchalar orqali ta'sir qilayotgan normal kuchlanish σ_z ga nisbatiga aytiladi.

$$\xi = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\sigma_u}{\sigma_z} \quad (5.14)$$

Gruntlarning yonlama bosim koeffitsiyenti tajriba yo'li bilan uch o'q orqali siqilish asbobida (stabilometrda) namunani yonga kengayish imkoniyati bo'lmagan sharoitda aniqlanadi. Yonlama bosim koeffitsiyentinni taqribiy qiymatlari 5.4-jadvalda keltirilgan.

Yonlama bosim koeffitsiyenti miqdori.

5.4- jadval

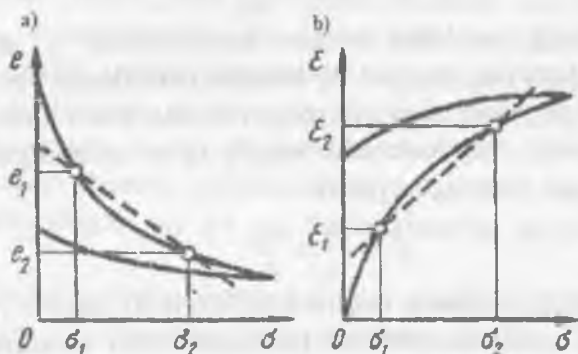
Grunt	ξ
Qum	0,35-0,45
Qumli gil	0,50-0,70
gil	0,70-0,75

Gruntni chiziqli deformatsiyalanuvchi deb qabul qilib, yonlama bosim koeffitsiyenti miqdoriga ko'ra Puasson koeffitsiyenti (gruntni yon tomonga kengayish koeffitsiyenti) μ ni aniqlaymiz.

$$\mu = \frac{\xi}{1-\xi} \quad (5.15)$$

5.7. Gruntlarning siqiluvchanligi (zichlanish koeffitsiyenti va deformatsiya moduli)

Gruntlarning siqilish xarakteristikasi tajriba yo'li bilan barcha turdagi grunt namunasini buzilgan va buzilmagan tarkibda har xil tipdagi kompression asboblari yordamida aniqlanadi. Kompression asbobni alohida xususiyati bu gruntni yon tomonga kengaya olmasligidir. Tajriba natijalarida yuklanish (zichlanish) hamda yuksizlanish (ko'pchish) kompression egri chizig'i quriladi (4.10-rasm).



5.10-rasm. Kompressiya egri chizig'i (a) va gruntga ta'sir etuvchi yuk hamda nisbiy deformatsiya orasidagi bog'lanish grafigi (b) yuklanish va yuksizlanish chizig'i bilan.

Kompressiya egri chizig'ini to'la yoki qisman to'g'rilab (rasm), siqilish yoki ko'pchish xarakteristikasi sifatida zichlanish yoki ko'pchish koeffitsiyentiga ega bo'lamiz.

$$a = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_2 - \sigma_1} \quad (5.16)$$

Zichlanish yoki ko'pchish koeffitsienti P_a^{-1} da o'lchanadi.

Zichlanish koeffitsiyentiga ko'ra gruntlar shartli ravishda quyidagilarga bo'linadi agarda $a > 1$ MP⁻¹ bo'lsa, grunt kuchli siqiluvchan va agarda $a < 0,01$ MP⁻¹ bo'lsa, kam siqiluvchan deyiladi.

Kopression tadqiqotlar natijasiga ko'ra nisbiy deformatsiya ε siquvchi kuchlanish orasidagi bog'lanish grafigini qurish mumkin (5.10,b-rasm), bunda quyidagilarni hisoblanadi:

$$\varepsilon = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1}, \text{ yoki } \varepsilon = \frac{s}{h}, \quad (5.17)$$

bunda: e_1 va e_2 -mos ravishda boshlang'ich va oxirgi g'ovaklik koeffitsienti, s-qalinligi h bo'lgan grunt namunasini cho'kish. 4.10, b-rasmdagi grafikdan deformatsiya moduli (umumiy deformatsiya moduli) to'g'rilangan uchastka uchun quyidagicha ifodalanadi

$$E^* = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}, \text{ yoki } E^* = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{e_1 - e_2} (1 + e_1) \quad (5.18)$$

Murakkab kuchlanganlik holatida deformatsiya moduli bilan zichlanish koeffitsiyenti orasidagi bog'lanish quyidagicha aniqlanadi:

$$E = \beta_0 \frac{1 + e_1}{a}, \quad (5.19)$$

bunda:

$$\beta_0 = \frac{(1 - \xi)(1 + 2\xi)}{1 + \xi} \left(1 - \frac{2\mu^2}{1 - \mu} \right)$$

agarda ξ yoki μ miqdorlari to'g'risida ma'lumotlar mavjud bo'lmasa u holda β_0 miqdorini taqriban quyidagicha qabul qilinadi: gilli qum uchun $\beta_0 = 0,74$, qumli gil uchun $\beta_0 = 0,62$ va gil uchun $\beta_0 = 0,74$, bu puasson koeffitsiyentini quyidagi miqdorlariga mos keladi 0,30; 0,35; 0,42.

Dala sharoitida deformatsiya moduli gruntning shurf va quduqda shtamp yordamida tadqiq qilib, pressiometr yordamida aniqlanadi. Ma'lumki, gilli gruntlar uchun deformatsiya modulini kopression asbob yordamida aniqlangan miqdori shtamp yordamida aniqlangan

miqdoridan kamroq. Shuning uchun Y_e ni kompression asbob natijalari orqali aniqlaganda QMQ. ga ko'ra emperik to'g'rilovchi koeffitsiyent m kiritiladi. U holda:

$$E = m\beta_0 \frac{1+e_1}{a}, \text{ yoki } Y_e = m\beta_0 \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{e_1 - e_2} (1 + e_1).$$

5.8. Gruntlarning mustahkamligi

Gruntlarning mustahkamligi deganda ularning siljishga qarshiligi tushiniladi. Bu gruntlarning asosiy xarakteristikasi bo'lib, uni to'g'ri baholash injenerlik inshootlarining ayniqsa gruntli to'g'onlarning ratsional konstruksiyalash hamda hisoblashda zarur bo'ladi. Eng oddiy hamda eng keng tarqalgan mustahkamlik sharti bu 1773-yilda taklif etilgan Kulon mustahkamlik sharti deyiladi.

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + s, \quad (5.20)$$

bunda: φ – gruntning ichki ishqalanish burchagi; s – solishtirma bog'lanish kuchi; σ – siljish maydonidagi normal kuchlanish; τ – siljish maydonidagi maksimal urinma kuchlanish.

(5.20) tenglama ikki a'zoli ishqalanish qonuni, undan ko'rinib turibdiki, siljishga qarshilik grunt skeleti zarralari orasidagi ishqalanish kuchi hamda solishtirma bog'lanish kuchi orqali ta'minlanadi. Agarda gruntta yukni bir qismining o'ziga oladigan suv bo'lsa, bu suv statik tashqi ta'sirda gilli gruntlarda uzoq vaqt davomida bo'lishi mumkin. Dinamik ta'sirda esa deyarli barcha gruntlarda, u holda faqat grunt skeletidagi normal kuchlarni hisobga olish kerak. Skeletdagi normal kuchlanish effektiv kuchlanish deyiladi σ_{ef} , suvdagi bosim esa g'ovak bosim R_s yoki neytral bosim σ_n sanaladi. G'ovak bosimni hisobga olganda Kulon sharti quyidagi ko'rinishga ega:

$$\tau = (\sigma - r_s) \operatorname{tg} \varphi + s \quad (5.20a) \text{ yoki } \tau = \sigma_{ef} \operatorname{tg} \varphi + s \quad (5.20b)$$

Gruntlarning siljishga qarshiligi laboratoriyada siljish yoki uch o'q bo'yicha siquvchi (stabilometr) asboblarda uni tabiiy buzilmagan yoki buzilgan tarkibli namunalarni tekshirib aniqlanadi.

Kulon mustahkamlik shartini rivojlangan va umumlashgan holati Mor mustahkamlik sharti hisoblanadi

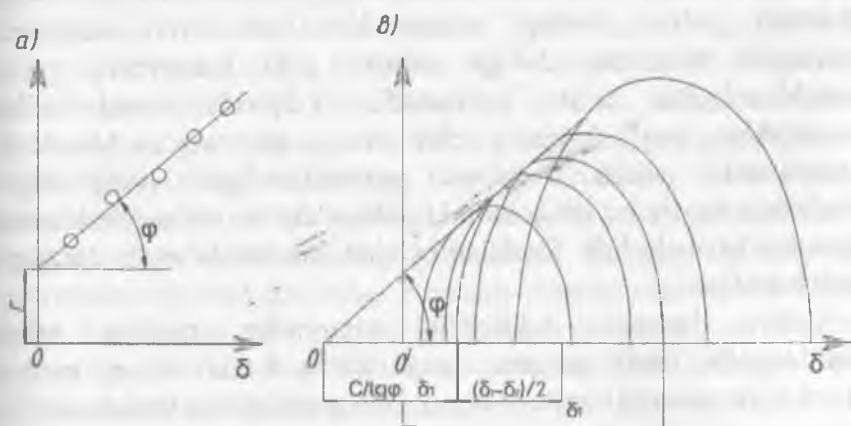
$$\sin\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + c \operatorname{ctg}\varphi} \quad (5.21)$$

bunda: σ_1 va σ_3 — mos ravishda maksimal hamda minimal bosh siquvchi kuchlanish;

Bog'lanmagan gruntlar uchun ushbu formula quyidagi ko'rinishni oladi.

$$\sin\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \quad (5.22)$$

Tadqiqot natijalariga ko'ra grafiklar quriladi va undan gruntlarni mustahkamlik xossalari aniqlanadi (5.11-rasm).



5.11-rasm. Gruntlarni siljishga qarshilik grafigi:

a) Grunt namunasini siljish asbobida tadqiq qilish natijalari bo'yicha; b) Grunt namunasini uch o'q bo'yicha siqilish asbobida tadqiq qilish natijalari bo'yicha.

Mor mustahkamlik shartiga ko'ra gruntning buzilishi normal kuchlanishni teng ta'sir etuvchisini siljish maydoniga nisbatan og'ish burchagi φ ga yetganda yuz beradi. Ushbu shartga ko'ra gruntning mustahkamligi faqat bosh kuchlanishni maksimal hamda minimal miqdori orqali aniqlanadi. Agarda kuchlanish diagrammasida (σ, τ) Kulon shartini grafik ifodasini qursak (5.11-rasm), so'ngra xuddi shu maydon uchun Mor aylanasini qursak, shu narsa ko'rinadiki Kulon hamda Mor sharti bir-biriga to'g'ri keladi. Shu aytilganlarga ko'ra ko'pincha Mor-Kulon sharti deyiladi. Ushbu mustahkamlik nazariyasining asosiy kamchiliklaridan biri, oraliq bosh kuchlanishlar σ_2 ni va yuklanish yo'lining ta'sirini hisobga olmaydi.

Kuchlanish σ_3 ni qiymatini keng oraliqdagi o'zgarishida (0 dan 4,0 MPagacha) har xil gruntlarda olib borilgan tajriba tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, oraliq bosh kuchlanish σ_2 siljishga qarshilikga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi (φ ta'siri 10^0 gacha yetadi); Mor aylanasini ko'pgina hollarda egri chiziqli, ya'ni $\varphi = f(\sigma)$, bunda σ ni ortishi φ miqdorini 15^0 kamaytirish mumkin, bu ko'pincha yirik zarrali gruntlarda uchraydi; Lode-Nadai λ parametridan tashqari yuklanish yo'lini boshqa parametrlari ham ichki ishqalanish burchagini miqdorini 2-4⁰ga oshirib yoki kamaytirib gruntning mustahkamligiga ta'sir ko'rsatadi. Yuqorida qayd etilgan kamchiliklar yetarli darajada, lekin shunga qaramasdan Mor-Kulon mustahkamlik sharti inshootni mustahkamligini (turg'unligini) baholashda asosiy bo'lib qoladi. U juda oddiy va uni qo'llash odatda inshootni loyihalashda foydalaniladigan hisoblash usuli darajasiga javob beradi.

Ushbu holatda A.I.Botkin tomonidan tavsiya etilgan mustahkamlik usuli qiziqroq, unga ko'ra Kulon sharti material oktaedrik maydonda buzilishida bajarilib quyidagicha ifodalanadi:

$$\tau_{okt} = \sigma_{okt} \tan \varphi_{okt} + s_{okt}, \quad (5.23)$$

$$\text{bunda: } \tau_{okt} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2} -$$

oktaedrik maydondagi urinma kuchlanish; $\sigma_{okt} = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3}$ — oktaedrik maydondagi normal kuchlanish; φ_{okt} — oktaedrik maydondagi ichki ishqalanish burchagi; s_{okt} — oktaedrik maydondagi bogʻlanish kuchi.

Oktaedrik nazariya material mustahkamligiga barcha uchta bosh kuchlanishlarni taʼsirini hisobga olib, Mor mustahkamlik nazariyasiga koʻra yanada umumiyroq hisoblanadi, lekin u ham toʻliq ravishda tajriba orqali isbotlanmagan.

Gruntni mustahkamlik xarakteristikalariga Lode-Nadai parametri

$\lambda = \frac{(2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3)}{(\sigma_1 - \sigma_3)}$ orqali xarakterlanadigan kuchlanganlik holati koʻrinishi maʼlum bir taʼsir koʻrsatadi. Tajribalar natijasida shu narsa aniqlanganki, qumlar uchun uch oʻq boʻylab siqilish asbobida bajariladigan tajribalarda yuz beradigan oʻqqa simmetrik yuklashda ($\sigma_2 = \sigma_3, \lambda = -1$), ichki ishqalanish burchagi hamma holatda tekis deformatsiya holatidagiga nisbatan kam. Agar grunt tekis deformatsiya holatida boʻlsa gruntni ichki ishqalanish burchagini uch oʻq boʻylab siqilish asbobida Mor mustahkamlik sharti orqali aniqlangan miqdori 3^o oshirish tavsiya qilinadi. Siljishga qarshilik parametrlari grunt tipiga, uni holatiga (zichligiga, namligiga) va taʼsir qilayotgan kuchlanishga bogʻliq. Gruntning inshoot tanasi hamda zaminida ishlash shartiga, tajribani maqsadiga koʻra har xil sxema va tadqiqot usullari qoʻllaniladi. Suvga toʻyingan gilli gruntlarni siljishga qarshiligi bevosita ularning drenajlash sharoiti bilan bogʻlangan, shuning uchun gruntni naturada aniq sharoitda ishlashiga koʻra konsolidatsiyalanmagan-drenajlanmagan (tez) siljish, konsolidatsiyalangan-drenajlanmagan (tezkor) siljish yoki konsolidatsiyalangan-drenajlangan (sekinlashgan) siljish usullaridan foydalanish mumkin.

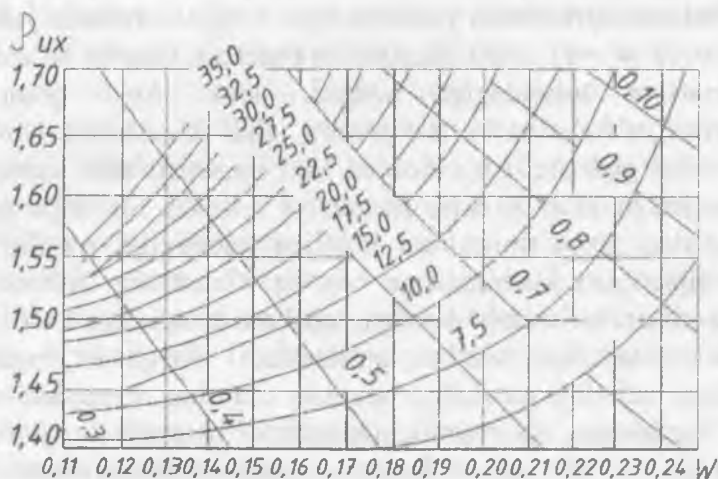
Toʻgʻon qurilishida gruntni tekshirishni asosiy sxemasi bu konsolidatsiyalangan-drenajlangan siljish hisoblanadi (gost 12248-78).

5.9. Gilli gruntlarning cho'zilishga qarshiligi

Gilli gruntlarning cho'zilishdagi mustahkamlik xarakteristikasi uzilishga qarshiligi S_r hisoblanadi. Ushbu xarakteristikadan tosh-gruntli to'g'onlar yadrosi hamda ekranida yuz berishi mumkin bo'lgan darzlarni baholash, yadro va ekranni tutashgan joyida o'pirilishini hisoblash uchun foydalaniladi.

Gilli gruntlarni cho'zilishdagi mustahkamlik xarakteristikasi yoki uzilishdagi solishtirma bog'lanish kuchi S_r bir o'qli cho'zilish asbobida va egilishga yaqin sharoitda ishlaydigan gilli gruntan qilingan balkani ikki shtampli usulda tekshirib aniqlanadi.

Uzilishdagi biki bog'lanish kuchi miqdori gilli grunt turiga, uni namligiga W , namlik darajasiga S_r , g'ovaklik koeffitsiyentiga y_e yoki quruq gruntning zichligiga ρ_d va hokazoga bog'liq.



5.12-rasm. Gilli gruntning uzilishga bo'lgan bog'lanish kuchi S_r ni aniqlash grafigi.

Oqish chegarasidagi namlikdagi gruntning uzilishga bo'lgan mustahkamligini MPa, taqribiy qiymatini aniqlash uchun V.S.Istomina tomonidan quyidagi empirik bog'lanish taklif qilingan:

$$S_r = 0,14 \cdot 10^{-3} \frac{1}{d_{80}}, \quad (5.24)$$

bunda: d_{80} – shunday diametrki, grunt tarkibidan 80% zarrachalar (og'irlik bo'yicha) o'lchami shu diametrdan kichikdir. Shuni e'tiborga olish kerakki, gilli grunt zarrachasini maksimal o'lchami 1mm dan kattalashmasin. Agarda grunt tarkibida $d > 1$ mm bo'lgan zarrachalar mavjud bo'lsa, u holda donodorlik tarkibi egri chizig'ini qayta qurish darkoq, ya'ni $d \leq 1$ mm bo'lgan mayda zarrachali qismini ajratib olib unda d_{80} o'lchamli zarrachalarni aniqlash lozim. Namlikni boshqa miqdorlari uchun 5.12-rasmdagi grafikdan foydalanish mumkin.

5.10. Gruntlarning suv o'tkazuvchanligi

Gruntlarning filtratsiya koeffitsiyenti orqali ifodalanadigan suv o'tkazuvchanligi, eng muhim xossalaridan biri bo'lib, uni to'g'on tanasi, filtratsiyaga qarshi va drenaj qurilmalari, boshqa konstruktiv elementlari uchun yaroqliligini aniqlaydi. Gruntlarni suv o'tkazuvchanligi Darsi formulasi bilan ifodalanadi.

Gilli va qumli gruntlar uchun filtratsiya koeffitsiyenti taqribiy qiymati quyidagi 4.5- jadvalda keltirilgan.

Gilli va qumli gruntlarning filtratsiya koeffitsiyenti

5.5-jadval

Grunt	Kf, m/ sut
Gil	0,001 dan 03
Qumli gil	0,001-0,01
Gilli qum	0,01-05
Changsimon qum	0,5-1,0
Mayda qum	1-5
O'rtacha qum	5-10
Yirik qum	10-100
Shag'alli qum	100-500
Mayda shag'al, shag'al	500-1000

Gruntli ko'tarma to'g'onlarni quyidagilardan tashqari hamma gruntlardan qurish mumkin [4]:

a) tarkibida suvda eriydigan xlorli tuzlar miqdori og'irligi bo'yicha 5 % ko'p bo'lgan, sulfat yoki sulfat-xlorli birikmalar og'irligi bo'yicha 10 % oshgan gruntlar;

b) tarkibida hali butunlay chirib bo'lmagan o'simlik o'sadigan organik moddalar og'irligi bo'yicha 5 % ko'p yoki butunlay chirigan, lekin amorf holatdagi organik moddalar miqdori og'irligi bo'yicha 8 % ko'p bo'lgan gruntlar.

Bir jinsli to'g'onlar uchun ko'proq filtratsiya ko'rsatkichi bo'yicha ruxsat etilgan talabga javob bera oladigan yetarli mustahkamlikka ega bo'lgan qumli gil, gilli qum, mayda va o'rtacha qumlar ishlatiladi. Filtratsiyaga qarshi qurilmalar (yadro, ekran, ponur, tish) uchun filtratsiya koeffitsiyenti $K \leq 0,1$ m/ sut bo'lgan kam o'tkazuvchan va plastiklik soni $J_p \geq 0,05$ bo'lgan gruntlar ishlatiladi. Teskari filtrlar, drenajlar, o'tish zonalar hamda qiyalikni mustahkamlash qoplamalari uchun yetarli mustahkamlikka ega bo'lgan suvda ivib (bo'kib) qolmaydigan va suvda eriydigan zarrachalari bo'lmagan qumli va yirik donali gruntlar, hamda qoyatosh gruntlarning maydalangan bo'laklari ishlatilishi mumkin.

5.11. To'g'on ko'ndalang kesimini loyihalash

5.11.1. To'g'on ustki qismi (greben)

To'g'on ustki qismini kengligi uning turiga, qabul qilingan qurilish ishlarini bajarish sxemasiga hamda undan foydalanish talablarini hisobga olib belgilanadi. Ko'pincha to'g'on ustida avtomobil yoki temiryo'l o'tkaziladi. Shuning uchun uning o'lchamlari shu yo'l loyihalarini tuzish normalariga asosan belgilanadi. Agar to'g'on ustki qismidan yo'l o'tmasa u holda uning kengligi past va o'rta bosimli to'g'onlar uchun 4,5 m dan, yuqori bosimli to'g'onlar uchun 6 m dan kam bo'lasligi kerak.

Har xil kategoriyalardagi avtomobil yo'llarini ko'ndalang kesimining asosiy elementlari o'lchamlari 4.6- jadvalda keltirilgan.

Avtomobil yo'llari ko'ndalang kesimi asosiy o'lchamlari

5.6- jadval.

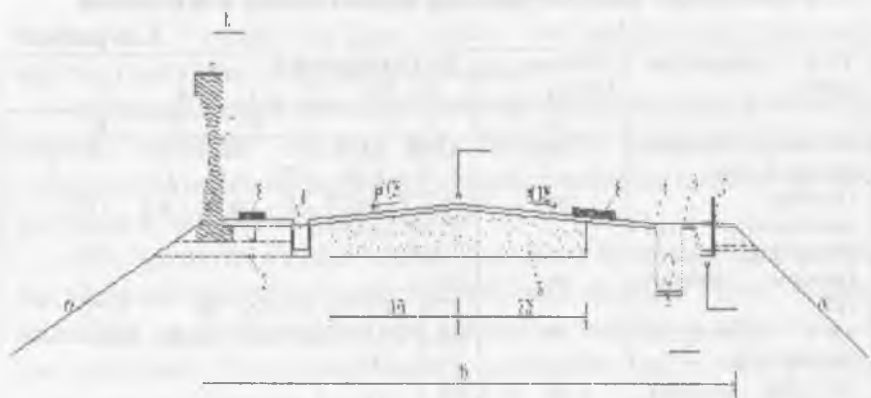
Yo'l elementlari nomi	O'lchov birligi	Yo'l kategoriyasi						
		1a	1b	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Yo'lning harakat qatorlari soni	dona	4,6,8,	4,6,8,	2	2	2	1	
Harakat qatorlarinig eni (kengligi)	m	3,75	3,75	3,75	3,5	2		
Qatnov qismini eni	m	2x7,5	2x7,5	7,0	6,0	4,5	7.5	
Yo'l qirg'og'ini (chetini) eni	m	2x11,	2x15	25				
Yo'lning umumiy kengligi	m	2x15	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
	m	28,5	27,5	15,0	12,0	10,0	8,0	
	m	36,0	35					
	m	43,5						

To'g'on ustki qismini yo'l to'shamasi bilan birgalikda joylashishi 5.13-rasmda keltirilgan. Ustki qismidan piyodalar o'tishi mo'ljallangan ekan, unda uning bir chetida piyodalar uchun yo'da (trotuar) qilinadi, yo'lakda to'shalgan plitaning qalinligi 10-20 sm, yo'l qismining asfalt qoplamasining qalinligi 8 sm. Asfalt qoplamasi tagiga yirik qumdan qalinligi 10-20 sm to'shak solinadi.

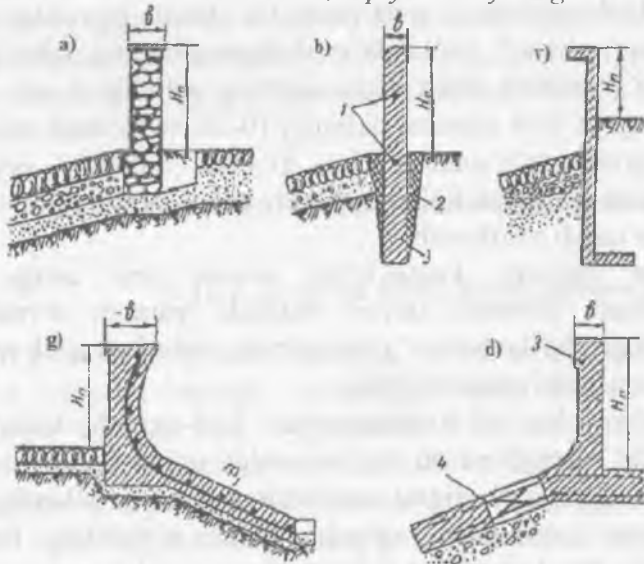
Gilli grunt to'g'onlarda bu to'shak qalinligi qoplama qalinligini ham qo'shgan holda o'sha joy uchun gruntlarni muzlash chuqurligiga qarab aniqlanadi.

To'g'on hajmini kamaytirish uchun uni ustiga suv o'tkazmaydigan uzluksiz devor shaklida parapet o'rnatiladi. Shunday parapet bo'lganda to'g'on ustining o'tmetkasi qilib parapet tepasining o'tmetkasi qabul qilinadi.

Parapetlarni har xil konstruksiyasi 5.14-rasmda keltirilgan. To'g'on ustki qismini pastki bef tomoniga uning butun uzunligi bo'yicha transport xavfsizligini taminlash maqsadida balandligi 40-60 sm li temir-beton yoki yog'och qoziqlar o'rnatiladi. Parapet yo'q hollarda bunday qoziqlar uning yuqori bef tomoniga ham o'rnatiladi. Balandligi 10 m gacha bo'lgan to'g'onlarning ustki qismi agar undan yo'l o'tmasa ajiriq yoki boshqa mahalliy material bilan qoplanishi mumkin.



5.13-rasm. Ikkinchi toifadagi avtomobil yo'li o'tgan to'g'on ustining konstruksiyasi. 1-to'liq qaytaruvchi parapet; 2-kabel o'tkazish yo'li; 3-qum -- tosh to'shak; 4-ariqcha; 5-quvur yotqizish kanali; 6-ariqcha; 7-beton ustunchalar; 8-piyodalar yo'lagi.



5.14-rasm. Parapet konstruksiyasi. a) tosh terib qilingan; b) yig'ma beton plitadan; v) yig'ma temir-beton plitadan; g) yaxlit armaturali beton plitadan; d) yig'ma armaturali beton plitadan. 1-Parapet; 2-beton; 3-parapet pilitasi; 4-plita hamda parapet ulangan joy.

5.11.2. To'g'onning qiyaliklari hamda bermasi

To'g'on qiyaligi qurilish va undan foydalanish davrida barcha statik hamda dinamik kuchlar ta'siriga turg'unligi ta'minlangan bo'lishi kerak.

To'g'on qiyaligi miqdori quyidagilarga bog'liq holda qabul qilinadi: 1) qiyalik va yerining grunti mexanik xarakteristikalar; 2) qiyalikka ta'sir qilayotgan kuchlar (grunt og'irligi, suvning muallaq va filtratsiya bosimi; 3) to'g'on balandligi; 4) to'g'onning qurish texnologiyasi va undan foydalanish shartlari.

To'g'on qiyaliklari yuqoridagilarni hisobga olib, shunday inshootlarni qurish hamda undan foydalanish tajribasiga asosan oldindan belgilanadi. Keyin uning turg'unligi maxsus hisob-kitoblar bilan tekshirib ko'riladi. Kerakli hollarda unga aniqlik kiritiladi.

Gilli va qum gruntli to'g'onlarda to'g'on asosidagi gruntning hossalari (mustahkamligi) uning tanasidagi grunt dan kam bo'lmagan hol uchun to'g'on qiyaliklarni taqribiy qiymati 5.6-jadvalda keltirilgan.

Gruntli ko'tarma to'g'onlarning qiyaliklari miqdori

5.6.-jadval.

To'g'on balandligi, m	Gruntli ko'tarma to'g'onlarning tiplari	Pastki qiyalik miqdori	Yuqori qiyalik miqdori
5-15	Bir jinsli drenajsiz: – gilli grunt dan – qumli grunt dan	2,2 - 2,4 2,0 - 2,2	2,7 - 2,9 2,5 - 2,7
15-30	Bir jinsli drenajsiz: – gilli grunt dan – qumli grunt dan	2,3 - 2,5 2,1 - 2,3	2,8 - 3,0 2,6 - 2,8
5-15	Bir jinsli drenajli: – gilli grunt dan – qumli grunt dan	2,1 - 2,3 2,0 - 2,2	2,6 - 2,8 2,5 - 2,7

15-30	Birjinsli drenajli: – gilli gruntndan – qumli gruntndan	2,3 - 2,5 2,1 - 2,3	2,8 - 3,0 2,6 - 2,8
5-15	Ko'p jinsli qumli: – gilli ekranli – gilli yadroli	2,0 - 2,2 2,0 - 2,2	2,8 - 3,0 2,4 - 2,6
15-30	Ko'p jinsli qumli: – gilli ekranli – gilli yadroli	2,2 - 2,4 2,2 - 2,4	3,0 - 3,2 2,6 - 2,8
15-30	Ko'p jinsli shag'alli: – gilli ekranli – gilli yadroli	2,0 - 2,2 2,0 - 2,2	2,8 - 3,0 2,4 - 2,6
30-50	Ko'p jinsli shag'alli: – gilli ekranli – asfaltbeton ekranli – gilli yadroli	2,2 - 2,4 2,0 - 2,2 2,2 - 2,4	3,0 - 3,2 1,8 - 1,9 2,6 - 2,8

Seysmik rayonlarda pastki qiyalik miqdori taqriban 0,2-0,4. yuqori qiyalik miqdori 0,3-0,5ga (seysmiklik 7-9 ball bo'lganda) ortadi.

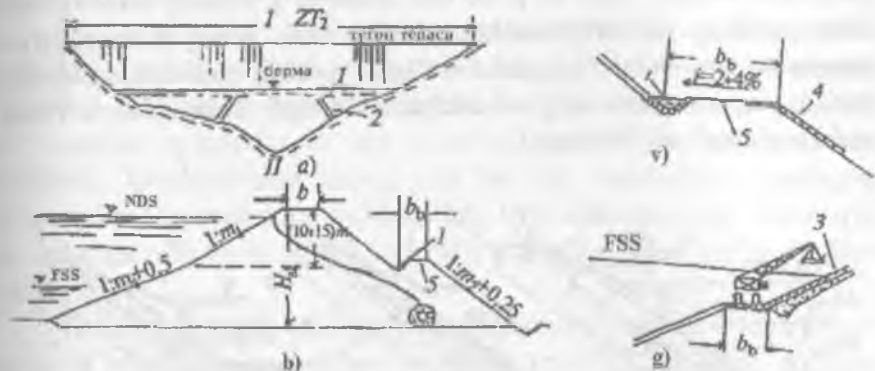
Agar yuqori bef qiyaligida ichki ishqalanish burchagi hamda bog'lanish kuchi qiymati to'g'on tanasidagi gruntlikidan kam bo'lgan gruntndan ekran qilingan bo'lsa, unda yuqori bef qiyaligini n faqat uning buzilishini, balki ekranning qiyalik yuzasi bo'yicha surilishini hamda ekranning himoya qatlamini ekran yuzasi bo'yicha ham surilishini hisobga olib belgilash darkor.

Bermalar to'g'on qoplamlarining holatini kuzatish va ularni ta'mirlash ishlarini bajarish hamda filtratsiya yo'lini uzaytirish uchun to'g'on zamini kengligini kengaytirish vazifasini bajaradi. Bermalar yuqori va pastki qiyaliklarda quriladi.

Yuqori beflarda berma qiyalikni mustahkamlash konstruksiyalarini pastki qismidagi tirgakni o'rnatish, pastki befda esa atmosfera suvlari qiyalikni yuvib ketmasligi uchun, uni yig'ib, olib chiqib ketish va nazorat o'lchov asboblari joylashtirish maqsadida quriladi. Bermalar kengligi 1-2 m bo'lib pastki qiyalikda balandligi bo'yicha har 10-15 m dan keyin (ba'zida 20 m

dan) joylashtiriladi. Agar bermadan xizmat yo'li sifatida foydalanilsa uning kengligi 3 m dan kam bo'lmazligi kerak.

Qiyalikdan oqib tushayotgan suvlari yig'ish uchun berma ichki tarafiga qarab $i=2-4\%$ nishab qilinadi va bu suvlarni tutib qoladigan hamda ularni to'g'onning pastki befiga tushirib yuboradigan ariqchalar yoki novlar quriladi (5.15-rasm).



5.15-rasm. Bermalarni to'g'on qiyaliklarda joylashishi: 1-kyuvet; 2-suvni chiqarib tashlovchi nov; 3-yuqori qiyalik qoplamasi; 4-pastki qiyalik qoplamasi; 5-berma.

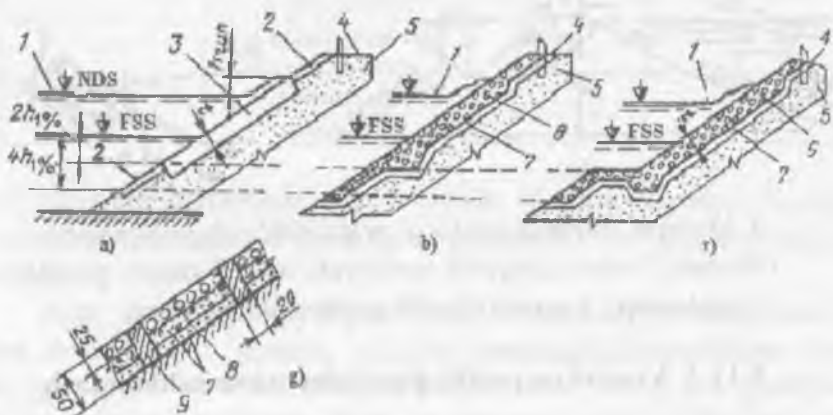
5.11.3. Yuqori va pastki qiyaliklarni mustahkamlash

To'g'on yuqori qiyaligini shamol to'liqlari, yog'in-sochin suvlari va boshqa iqlim faktorlari ta'sirida buzilmasligi uchun QMQ 2.06.05-97 tomonidan quyidagi materiallar bilan mustahkamlash tavsiya etiladi: a) tosh bilan; b) yaxlit beton, temir-beton hamda temir-beton plitalar bilan; v) asfalt-beton bilan; g) biologik.

Yetarli asoslab berilgan hollarda boshqa yengil materiallar bilan mustahkamlash ham qo'llaniladi (gruntsement, shag'al-tosh grunt, metallurgiya, shlaki va boshqalar) yoki yassi to'lqinga bardoshli qiyaliklar qilinadi.

Yuqori qiyalikni mustahkamlash undagi suv sathini o'zgarish qismida amalga oshiriladi. U ikki xil og'ir va yengil konstruk-

siyalar bilan mustahkamlanadi. Foydalanish davrida yuqori qiyalikning suv to'qlini kuchining eng katta ta'sirida bo'lgan qismi asosiy og'ir konstruksiyalar bilan qoplanadi. Asosiy konstruksiyadan pastki qismi yengil konstruksiyada mustahkamlanadi. Asosiy konstruksiyaning yuqori chegarasi ko'pincha to'g'on ustigacha boradi. Agar to'g'on usti bilan to'g'onning hisobiy suv sathi orasidagi masofa juda katta bo'lsa unda asosiy konstruksiya hamda to'qlin balandligigacha bo'lgan masofa mustahkamlanadi, undan yuqori qismi to'g'on ustigacha yengil konstruksiya bilan mahkamlanadi. (5.16-rasm).



5.16-rasm. Yuqori qiyalikni tosh bilan mustahkamlash:

a – asosiy va yengil qoplamaning chegarasi; b, v – qiyalikda berma bo'lgan va bo'lmagan hollarda tosh tashlab mustahkamlash; g – toshni bir qavat qilib temir-beton yashiklarga terish; 1-hisobiy sath; 2-yengil qoplama; 3-asosiy qoplama; 4-to'g'on ustki qismi; 5-to'g'on tanasi; 6-tashlangan tosh; 7-teskari filtr ko'rinishidagi to'shama (1-2 qavat 20 sm. dan qalinlikda); 8-bir qavat terilgan tosh; 9-armaturalangan bloklardan yasalgan katakchalar (o'lchamlari sm. da berilgan).

Asosiy mustahkamlashni pastki chegarasi qilib suvni eng kam sathidagi ikki to'qlin balandligiga ($2h_{1\%}$) teng bo'lgan masofaga

pastga tushirilgan masofa qabul qilinadi (bu yerda – $h_1\%$ to'liqinning eng kam suv sathida yuz berishi 1% bo'lgan balandligi).

Asosiy va yengil qoplamaning tutashtirish tirgak yordamida amalga oshiriladi. Tirgakning o'lchami qiyalikning miqdoriga hamda qoplama tirgakni qiyalik grunti bo'ylab ishqalanish koef-fitsiyentiga ko'ra belgilanadi.

Qoplama tipini berib so'ng uning chegarasi, asosiy para-metrlari (toshni, plitani o'lchamlari va b.) aniqlanadi, qoplama tubidagi to'shamani tarkibini tanlanadi. Qoplamani oxirgi yakuniy o'lchamlari qiyalikka to'liq ta'sirini hisoblaridan so'ng qabul qilinadi. Qoplamaning oxirgi xili har xil variantlarni mahalliy materiallardan maksimal foydalanish, to'g'on gruntining xakteri-ni hisobga olib va h. texnik iqtisodiy taqqoslash natijasida belgila-nadi.

Tosh va beton qoplamaning tubiga mos ravishda 1 va 2 qavat shag'al hamda yirik qumdan har birini qalinligi 20-30sm bo'lgan to'shama to'shaladi. Bunday to'shama yana (suv sathi pastlaganda yoki to'liq orqaga qaytganda yuqori tomonga yo'nalgan filtratsiya natijasida to'g'ondagi filtratsiya deformatsiyalarini bartaraf etish va qoplama plitasiga ta'sir qiladigan filtratsiya bosimi miqdorini ka-maytirish uchun) teskari filtr hamda drenaj vazifasini ham bajaradi.

So'ngi paytlarda to'shama sifatida har xil geotekstillardan (rulonli polimer g'ovak material) ham foydalanilmoqda.

Tosh bilan mustahkamlash toshni joylashtirish usuliga ko'ra quyidagi tiplarga bo'linadi: tosh tashlab; (4.16-rasm. b-v; 5.6, a, g), 2) toshni bir yoki ikki qavat qilib terish; 3) toshni beton yashiklarga to'ldirish.

Tosh bilan mustahkamlash to'liq balandligi 2,5 m gacha bo'lganda, sirtiga teskari filtr vazifasini bajaradigan grunt qatlami to'shab tayyorlangan qiyaliklarda bajariladi.

Gruntli hamda tosh-gruntli to'g'onlarda qiyalik miqdori $m_1=1,5-3$ etganda qiyalikni mustahkamlash tosh tashlab bajariladi. Tosh terib mustahkamlash tikroq qiyaliklarda to'liq va muz sharoiti og'ir bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Alohida toshni hisobiy og'irligi mustahkamlik sharti bo'yicha quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Q = \frac{\mu \rho_w \rho_s h^2 \lambda}{(\rho_s - \rho_w) \sqrt[3]{1 + m_1^3}} \quad (5.25)$$

bunda: μ – tosh tashlash uchun 0,025; ρ_w – suvni zichligi; ρ_s – toshni zichligi; m_1 – yuqori qiyalik koeffitsienti; h va λ – to'lqinning balandligi va uzunligi.

Tosh og'irligini bilgan holda, uning shar shakliga keltirilgan diametri quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$D_w = \sqrt[3]{\frac{Q}{0.524 \rho_s}} \quad (5.26)$$

Terib yotqiziladigan tosh qatlamining qalinligi quyidagi ifodada topiladi:

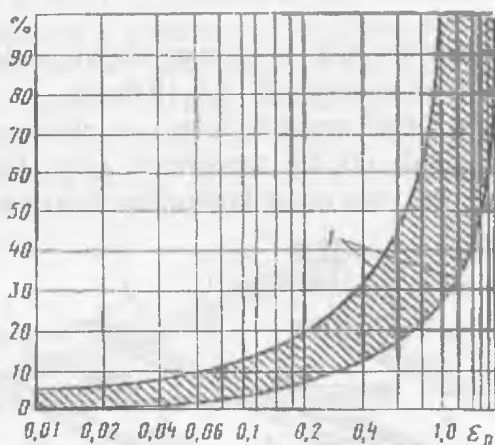
$$\delta = 1.7 \frac{\rho_w h}{\rho_s - \rho_w} \frac{\sqrt{1 + m_1^2}}{m_1(m_1 + 2)} \quad (5.27)$$

Qiyalikni tosh bilan mustahkamlashda uning qalinligi $3D_{85}$ dan kichik bo'lmagan qabul qilinadi, bunda D_{85} – hajmi bo'yicha sharga keltirilgan toshning diametri (og'irligi bo'yicha 85%).

To'lqin balandligi 3 m gacha va to'g'on qiyalik miqdori $3 \leq m_1 \leq 5$ bo'lganda saralanmagan tosh bilan qiyalikni tosh tashlab mustahkamlash mumkinligini tekshirish uchun 5.17-rasm (Lya-pichev 5.17-rasm) dan oldindan tashlangan toshni donodorlik tarkibi koeffitsiyentini aniqlash lozim.

$$\varepsilon_d = \left(\frac{Q_i}{Q} \right)^{\frac{1}{3}} = \frac{D_i}{D} \quad (5.28)$$

bunda: Q – toshning og'irligi, (2) formuladan aniqlanadi; Q_i – toshni hisobiydan katta yoki kichik og'irligi; D va D_i – og'irligi Q va Q_i bo'lgan shar diametriga keltirilgan toshning diametri.



5.17-rasm. To'g'on qiyaligini mustahkamlash uchun saralanmagan tashlama toshni yo'l qo'yilgan donodorlik tarkibini aniqlash grafigi. 1 – yo'l qo'yilgan donodorlik tarkibining chegara zonasi.

Tosh tashlab mustahkamlash tosh-gruntli va tashlama-toshli to'g'onlarda yuqori befni mustahkamlovchi asosiy qoplama turi hisoblanadi.

Bunday mustahkamlashni afzalligi: ishonchliligi, uzoq muddatga chidamliligi, yilning har qanday faslida qurish mumkinligi hamda gruntli to'g'on yuqori qiyaligi notekis deformatsiyasini qabul qila olishligidir.

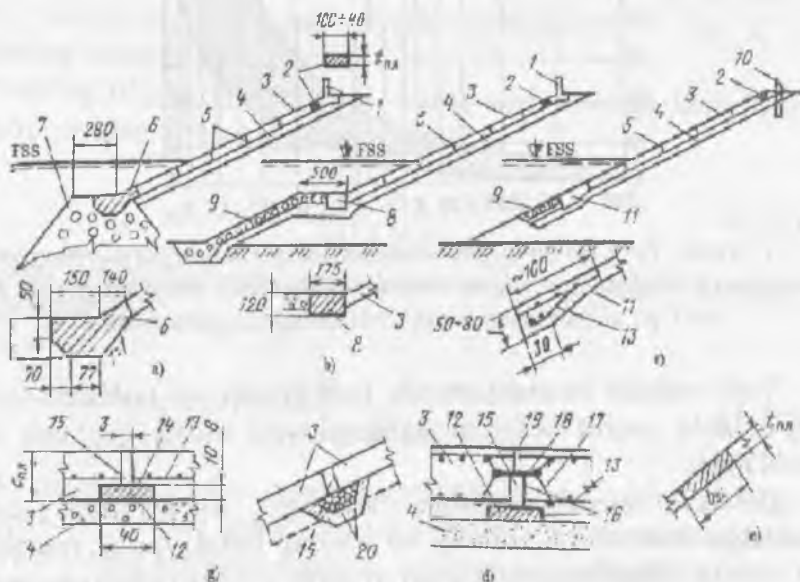
Temir-beton bilan mustahkamlash:

– quyma plitalar yordamida (4.18-rasm) to'liq balandligi 2m dan katta bo'lganda bajariladi, ularning o'lchamlari 5x5 dan 20x20 m gacha yetadi. Plitalar to'g'ri burchakli bo'lib tomonlarining nisbati $1 \geq l_{sl}/b_{sl} \geq 2$, bunda b_{sl} – suv sathiga perpendikular bo'lgan kichik; $b_{sl} = 0,4\lambda$, lekin 20 m katta emas; λ – to'liq uzunligi. Plita qalinligi $\delta_{pl} = 15-50$ sm. Plitalar orasidagi deformatsiya choklari ochiq va yopiqdir. Ochiq choklarda chok tubiga 1-2 qavat lentasimon filtr bajariladi yoki uning butun plita tubiga to'shaladi (5.18-rasm, g, d); ba'zida filtr o'rniga chok tubiga temir-beton bruslar o'rnatiladi. Yopiq choklarning zichlash uchun mumlangan

yog'och, temir-beton brus, rezina shponkalardan foydalaniladi (5.18-rasm, d).

Beton va temir-beton bilan to'g'on qiyaligini yaxlit yoki tayyor plitalar holida mustahkamlanadi (5.18-5.19 rasm).

Plitalar tubidan bittali armatura bilan, uni chok orqali o'tkazib yoki dinamik kuchlarda ikkitali armaturada (plita yuqori qismini butun maydoni bo'ylab yoki uning konturi bo'ylab) armaturalanadi.

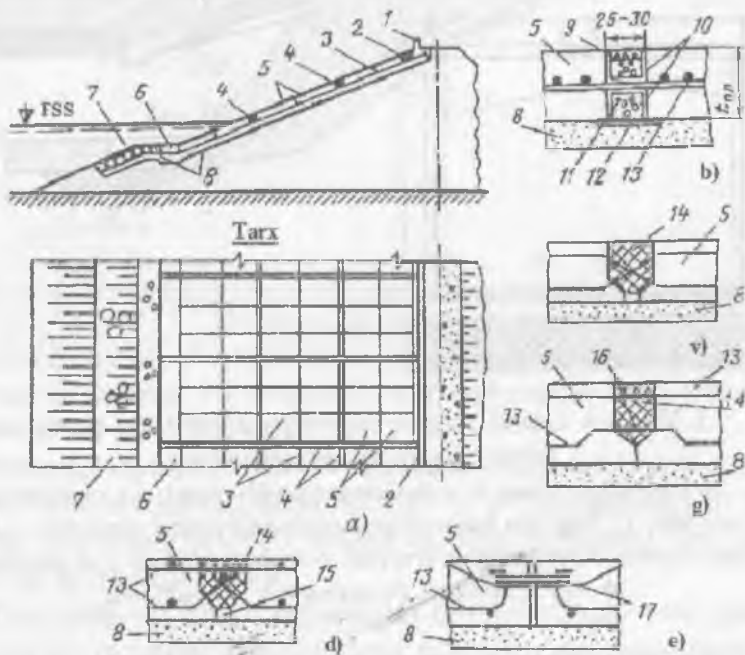


5.18.-rasm. Gruntli to'g'on yuqori qiyaligini quyma temir-beton bilan mustahkamlash.

a, b – bermali yirik to'g'onlar ; v – balandligi uncha katta bo'lmagan (h_f 15m gacha) bermasiz to'g'onlar; g, d – odatdagi va berk chok; ye – plitani ko'ndalang kesimi; 1-parapet; 2-so'ngi blok; 3-temir-beton plitalar; 4-uzluksiz to'shama (qalinligi 15-30 sm bo'lgan teskari filtr); 5-plitalar orasidagi choklar; 6, 8, 11-berma bo'lgan va bo'lmagan har xil tirgak tiplari; 7- toshdan prizma; 9-toshdan yengil qoplama; 10-ustunlar; 12-qalinligi 8-10 sm, kengligi 30-40 sm, uzunligi 100-150 sm bo'lgan temir-beton plitalar; 13-armatura; 14-qalinligi 1 sm bo'lgan bitumli to'shama; 15-qalinligi 3 sm bo'lgan mumlangan yog'och; 16-bitum surtish; 17-rezinali zichlagichni ushlab turuvchi armatura; 18-kengligi 25-30 sm bo'lgan rezinadan zichlagich; 19- ikki qavat qora qog'oz (tol); 20-lentasimon filtr.

– yig'ma plitali (5.19 -rasm) to'lg'in balandligi 2,5-3 m gacha bo'lganda; ularning o'lchamlari 1,5x1,5dan 5x5 mgacha bo'lgan kvadrat shaklida va to'g'riburchakli bo'ladi qalinligi 10-20sm.

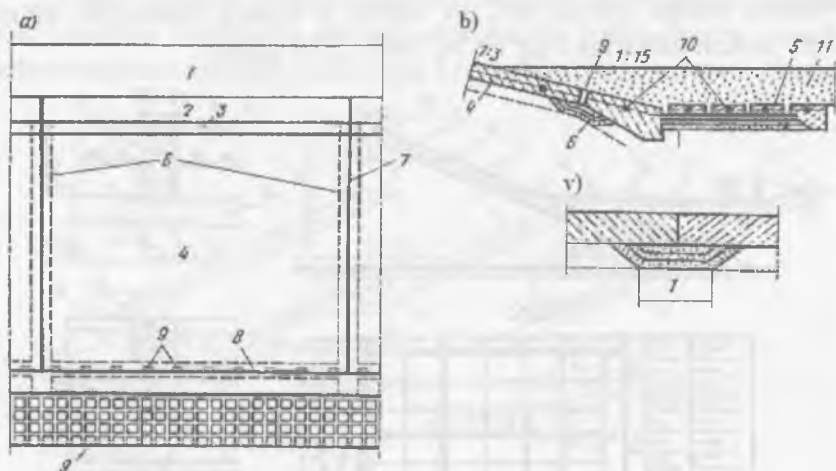
Plitalarni kartada 20x20m o'lchamgacha o'rnatiladi. Plitalar to'shama ustiga yotqiziladi, va ularni o'lchami tashuvchi transportni imkoniyatlariga bog'liq bo'ladi. (5.19-rasm)



5.19.-rasm. Gruntli to'g'on yuqori qiyaligini yig'ma temir-beton bilan mustahkamlash.

a – to'g'on qirgimi; b – deformatsiya harorat-cho'kish chokini konstruksiyasi; v-e – yig'ma plitalarni ulash turlari; 1- parapet; 2- so'ngi blok; 3-yig'ma plitalar orasidagi choklar; 4-deformatsiya harorat cho'kish choki (choklar har 10-30m da joylashgan); 5-yig'ma plitalar; 6-tirgak; 7-yengil qoplama; 8-qalinligi 15-30 smli teskari filtr ko'rinishidagi uzluksiz to'shama; 9-diametri 8 mmli 0.2 m oraliqli sim to'r; 10- ikki qavat bitum surtish; 11-beton; 12- qalinligi 1 sm li bitum to'shama; 13-armatura; 14-asfalt beton; 15-bitum shimdirilgan yog'och brus; 16-payvandlash; 17-sharnirni bir-biriga payvandlash yordamida ulovchi ikkita yarim xalqa yoki bolt bilan ulovchi xalqa.

Quyima temir-beton qoplamadan eng ko'p qo'llaniladi. Yirik plitalardan (5.20-rasm) foydalaniladi, agarda qiyalikni katta miqdorda deformatsiyalanishi kutilmasa, boshqa holatlarda uncha katta bo'lmagan yig'ma plitalar qo'llaniladi.

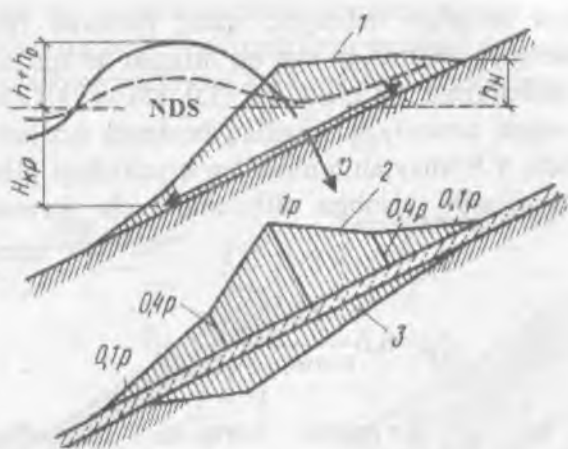


5.20.-rasm. Gruntli to'g'on yuqori qiyaligini katta quyima temir-beton plita bilan mustahkamlash:

a – qoplama plani; *b* – qoplamani pastki qismi; *v* – chok tubidagi teskari filtr; 1, 2-to'liq balandligi doirasidagi yengil qoplama; 3-beton berma; 4-plita; 5-temir-beton tyufyak; 6-teskari filtrlar; 7, 8-choklar; 9-drenaj teshiklari; 10-armatura; 11-yuklama.

Plita o'lchamlari va ularni armaturalash hisoblar natijasida belgilanadi. Temir-beton qoplamalar to'liqinni dinamik bosimiga, to'liq orqaga qaytganda esa qiyalik tomondan qoplamani ko'tarishga harakat qiluvchi filtratsiya teskari bosimi W_f ga uchraydi (4.21-rasm). W_f ni maksimal qiymati taxminan NPU dan $z=0,9h_{1\%}/m_1$ masofadagi chuqurlikda bo'ladi va uning miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$W_f = 0,46 \gamma_0 h_{run\ 1\%} (1 + m_1^2)^{1/2} \quad (5.29)$$



5.21-rasm. Gruntli to'g'on yuqori qiyaligi temir-beton qoplamasiga to'liq ta'siri epyurasi:

1-tezlikni tarqalishi; 2-to'liq bosimi epyurasi; 3-to'liq teskari bosimi (filtratsiya) epyurasi; v – to'liq ta'sirida oqim tezligining yo'nalishi.

Plita mustahkamligi (elastik zamindagi balka kabi) unga qarab armatura tanlanadigan (odatda 0,4-0,6 % armaturalanadi) to'liq dinamik bosimidan hosil bo'ladigan eguvchi momentni eng katta miqdoriga ko'ra hisoblanadi.

Plita uning umumiy turg'unligini ta'minlaydigan yoki gidrostatik hamda to'liqinni muallaq kuchi ta'sirida qalqishiga qarshilik ko'rsatuvchi qalinligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\delta_{nw} = 0.07 \eta_{ni} h \frac{\rho_w}{\rho_{ni} - \rho_w} \sqrt{\frac{\lambda}{B}} \sqrt{\frac{m_1^2 + 1}{m_1}} \quad (5.30.)$$

bunda: η_{pl} koeffitsiyent yaxlit plitalar uchun 1, tayyor plitalar uchun 1,1 ga teng deb qabul qilinadi.

ρ_{pl} – plitaning hajmiy og'irligi t/m^3 ;

V – plitaning to'g'on qiyaligi tomon uzunligi.

Yig'ma plitali qoplamalarni turg'unligini tadqiq qilish shuni ko'rsatdiki, suv sathi chizig'ida joylashgan plitalar eng katta

muallaq bosim ta'siriga uchraydi; qator hollarda hisobiy yuk chegaraviy energiya zaxirasiga ega bo'lmagan to'lqin ta'siri bilan belgilanadi; solishtirma og'irligi $2,5 \div 3,0 \text{ kN/m}^3$ ($0,25-0,3 \text{ g/sm}^3$) bo'lgan suv oqimi aeratsiyasi muallaq bosimga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. V.S.Shaytan tomonidan qiyalikdagi plita qalinligi oqimning aeratsiyasini hisobga olib aniqlovchi formula tavsiya qilingan

$$\delta_{pl} = 0,6 \frac{h_{sr}^2 \sqrt[4]{V_{pr}^3 \rho_w}}{B \cos \alpha \rho_b - 0,3 \omega \rho_w} \quad (5.31)$$

bunda: h_{sr} – to'lqinni o'rtacha balandligi (50% ta'minlanganlikdagi);

$V_{pr} = B/h_{cp}$ plita qovurg'asini keltirilgan uzunligi; V – plita qovurg'asini suv sathiga normal uzunligi; ρ_b – betonning zichligi; ω – yuklanishni to'liqlilik koeffitsiyenti. V_{pr} va ω bir-biri bilan bog'liq.

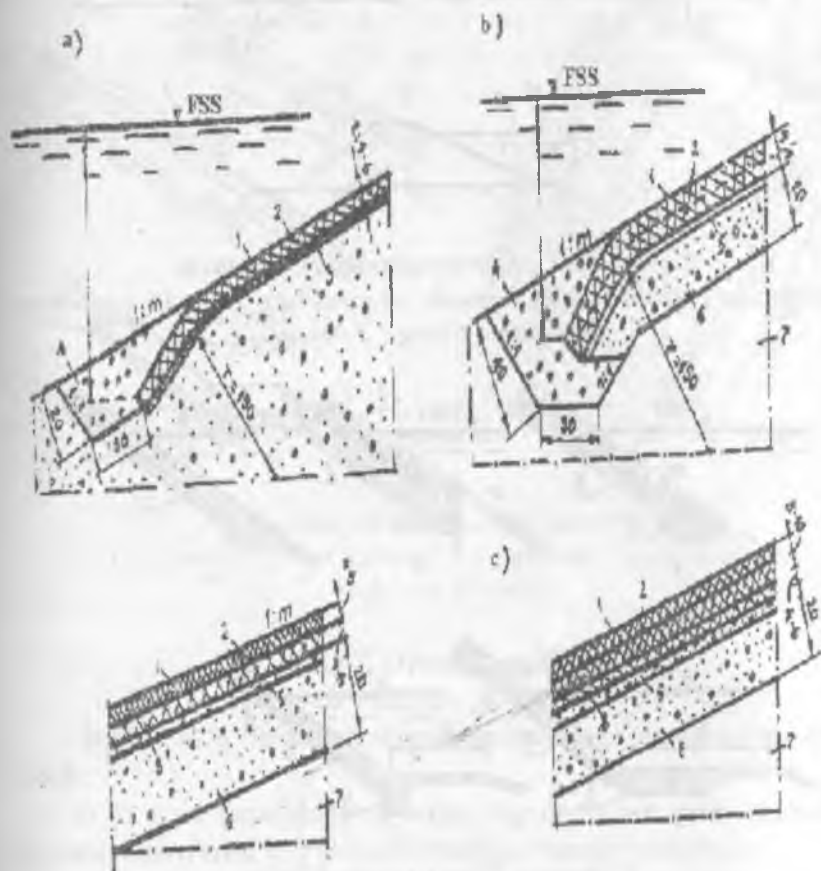
V_{pr}	1	1,2-1,5	2,2-2,8	3,5-4,3	5-6
ω	1	0,75	0,67	0,6	0,5

Asfalt beton bilan qiyaliklarni mustahkamlash bir qavatli yoki ikki qavatli bo'lishi mumkin.(7).

Bir qavatli mustahkamlash (0 a, b-rasm) qalinligi 0,04-0,06 m gacha bo'lib, u to'lqin balandligi h 1%-4 m gacha va muzning hisobiy qalinligi $t_d \leq 0,4$ m bo'lganda qo'llaniladi. Qalinligi $t=0,08$ m mustahkamlash to'lqin balandligi h 1% =1,0-1,5 m va $t_d=0,4-0,6$ m bo'lganda qo'llash mumkin:

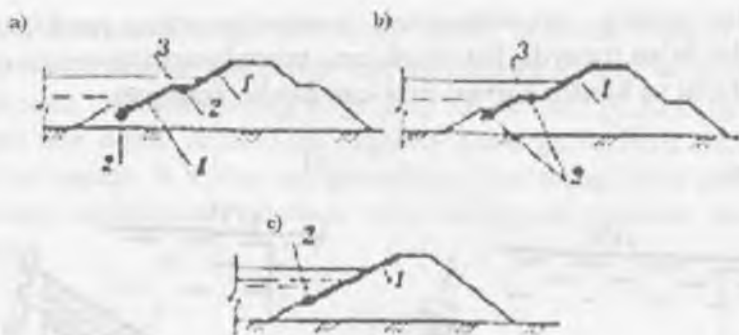
Ikki qavatli mustahkamlash ko'pincha qalinligi $t=0,01-0,1$ m bo'lgan bitumlangan shag'aldan iborat tekislovchi va drenaj vazifasini o'taydigan g'ovak asfalt beton va zich asfalt betondan tashkil topgan. (5.22 v rasm).

Har qanday mustahkamlash konstruksiyaning pastki qismi tirgaklar bilan tugaydi. Bu tirgaklarni mustahkamlash turiga qarab joylashishi va konstruksiyasi 5.24-rasmda ko'rsatilgan.



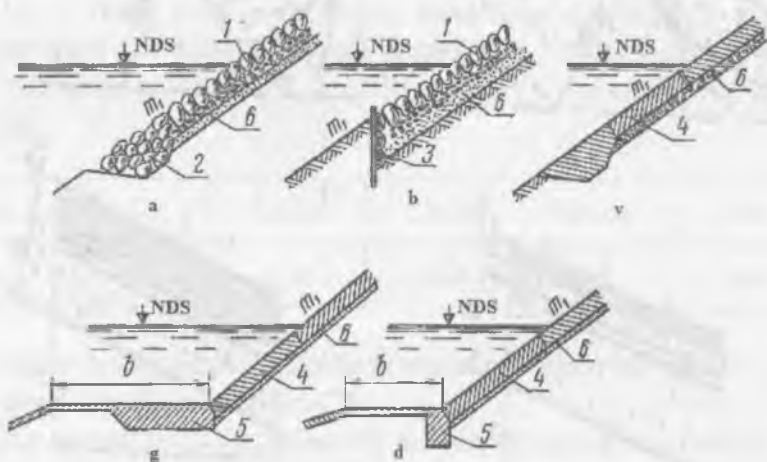
5.22-rasm. Qiyalikni asfalt beton bilan mustahkamlash.

a) bir qavatli, qumli yoki shag'al qumli qiyaliklarda; b) bir qavatli ikki marotaba joylashtirilgan bog'langan gruntli qiyaliklarda; v) ikki qavatli. 1-asfalt mastika; 2-asfalt beton; 3- bitum emulsiyasi qatlami bilan yopilgan qiyalik grunti; 4- shag'al yoki graviy ; 5-suyultirilgan bitum bilan ishlov berilgan shag'al qatlami; 6-filtr to'shak; 7-qumli gil yoki gilli qum gruntli to'g'on; 8-g'ovak asfalt-beton (o'lchamlari sm da)



5.23-rasm. Tirgakning qiyalikda joylashishi:

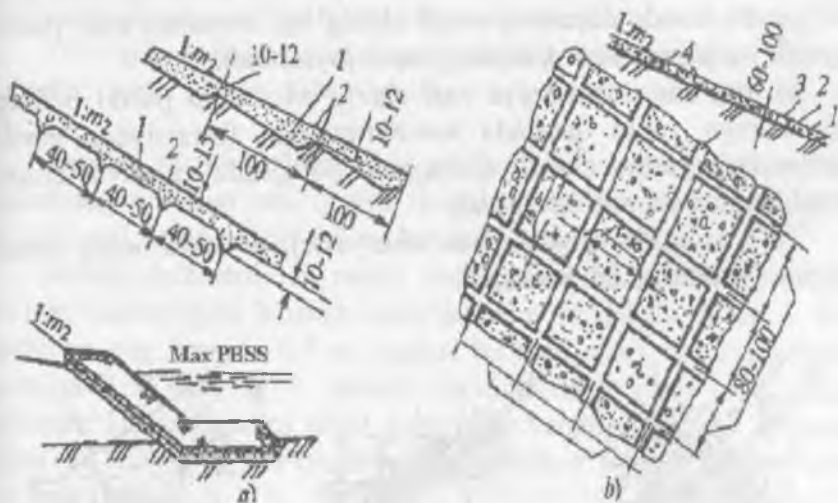
a) bermada; b) qiyalikda va bermada; v) qiyalikda; 1-qiyalik qoplamasi; 2-qoplama tirgagi; 3-berma.



5.24-rasm. Tirgak konstruksiyasi:

a, b, v-qiyalikda; g, d – bermada; 1-tashlangan tosh; 2-tosh tirgak; 3-yog'och tirgak; 4-temir-beton plitalar; 5-massiv beton tirgak; 6-yig'ma temir-beton tirgak pastki qiyalikni mustahkamlash, uni shamol ta'siridan, yomg'ir va qor suvlaridan yemirilishdan himoya qilish uchun bajariladi. Pastki qiyalikni suv sathi o'zgarib turadigan pastki qismida mustahkamlash konstruksiyasi vazifasini drenaj prizmasi yoki qiya drenajning yuqori qavati bajaradi.

Qolgan qismning qalinligi 0,1-0,15 m o't ekib yoki chim bostirib mustahkamlash mumkin (5.25-rasm).



5.25-rasm. Pastki qiyalikni mustahkamlash.
1-o't aralash grunt qatlami; 2-o't qatlami; 3-chim kataklari; 4-yog'och qoziqlar.

5.12. Drenaj qurilmalari

Gruntli to'g'onlardagi drenajlar quyidagi masalalarda o'rnatiladi:

a) to'g'on tanasidagi va uning tag qismidan sizib chiqadigan filtratsiya suvlarini yig'ib pastki befga o'tkazib yuborish.

b) muzlash ehtimoli bo'lgan zonada filtratsiya oqimini pastki qiyalikda sizib chiqmasligini oldini olish.

v) pastki qiyalik turg'unligini oshirish uchun depressiya egri chiziqning sathini kamaytirish.

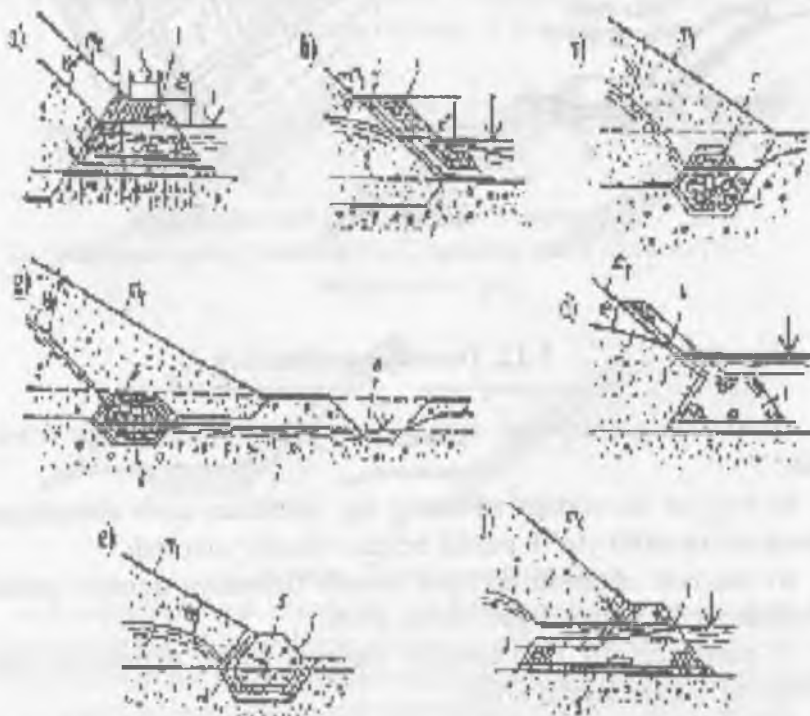
g) to'g'on tanasidagi filtratsiya oqimi ta'sirida yuz berishi mumkin bo'lgan suffoziyani (grunt zarrachalarning suv bilan yuvilib chiqib ketishi) oldini olish.

Gruntli to'g'onlar quyidagi hollarda drenajsiz qurilishi mumkin.

a) suv o'tkazuvchi zaminlarda va yer osti suvining sathi past bo'lganda, bunda depressiya egri chizig'ing drenajsiz ham pastki qiyalik yuzidan yetarli darajada pastda joylashadi.

b) to'g'onlarda depressiya egri chizig'ini sathini pastki befdagi suv sathiga yaqin darajada kamaytiradigan filtratsiyaga qarshi qurilmalari (yadro, ekran, diafragma) bo'lganda va suvni chiqib ketishi uchun sharoiti bo'lganda.

To'g'on qurilayotgan joyda tosh yetarli bo'lsa u holda drenaj prizma quriladi (5.26, b-rasm).



5.26-rasm. Drenaj turlari.

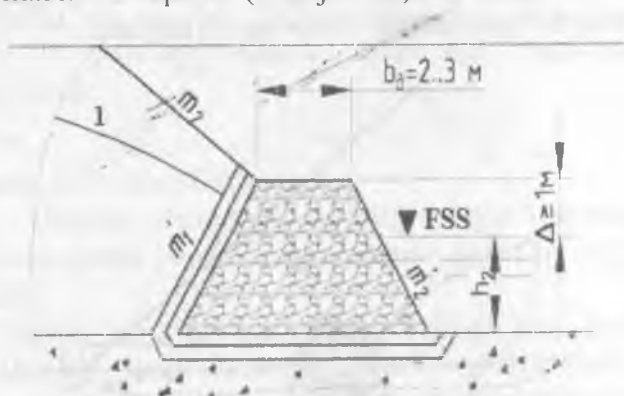
Bunday drenaj o'zining asosiy vazifasidan tashqari qiyalik uchun tirgak vazifasini ham bajaradi. Uning to'g'on bilan tutashgan ichki tomoniga va tubiga teskari filtr o'rnatiladi.

Gilli qum hamda qumdan qurilgan to'g'onlarda teskari filtr bir qavatli, qumli gil va gildan qurilgan to'g'onlarda esa ikki qavatli bo'ladi.

Teskari filtrni tanlash usuli 3.3 bo'limda keltirilgan. Har bir qavatning qalinligi uni qurish ishlarini bajarish sharoitiga qarab belgilanadi, lekin u 0,15-0,2 m dan kam bo'lmasligi joiz.

Drenaj prizmani usti pastki befdagi eng baland suv sathidagi to'lqin balandligini hisobga olib aniqlanishi darkor, lekin u suv sathidan eng kamida 0,5 m yuqori bo'lishi shart. Drenajni ichki qiyaligi 1:1 yoki 1:1,3, tashqi qiyaligi 1:1,3 yoki 1:1,5 qabul qilinadi. Drenaj prizma ustki qismining kengligi qurilish ishlarini bajarish sharoitiga ko'ra belgilanadi. Lekin u 1,0 m dan kam bo'lmasligi joiz.

Agar qurilish maydonida tosh kam bo'lsa drenaj prizmasi uzunligi 40 sm va og'irligi 20 kg bo'lgan orasida 1 sm tirqishlar qoldirib o'rnatiladigan beton bloklaridan bajarilishi mumkin. Bu tirqishlar suvni beton bloklar ichidagi qilindriq teshigiga o'tkazib yuborish uchun xizmat qiladi. (5.26 j-rasm).



4.27-rasm.

Bunday bloklarni qo'llash suvning ichidagi bo'shliqlarda harakat qilishi qulay bo'lganligi uchun drenaj kesimi yuzasini, toshdan qilingan drenajga nisbatan 2,5 marotaba, teskari yuzasini esa 4 marta kamaytiradi (14).

Quvurli drenajlarni (5.26 z-rasm) to'g'onning foydalanish davrida pastki befda suv bo'lmagan qismida qo'llash tavsiya etiladi. Bunday drenajlar beton yoki asbob betonli maxsus teshiklari bor quvurlarda bajariladi. Agar suv drenaj ichiga quvur tanasidagi teshiklardan kirsa unda quvur yuzasi teskari filtr bilan o'raladi. Suv quvurlarining ulash joyidagi maxsus oraliqlardan kirsa unda faqat shu oraliq atrofi teskari filtr bilan o'raladi. Teskari filtr sifatida yirik qum, shag'al-tosh aralashmasi yoki shisha tikon (steklotkan) va b. ishlatilishi mumkin. Drenaj quvur yuzasi unda suv bosimsiz harakat qilishi sharti bilan gidravlik hisoblashlar yordamida aniqlanadi. Quvurning eng kichik diametri 0,2 m deb qabul qilinadi. Uning drenajni uzunligi bo'yicha har 50-200 m da, burilish joylarida kuzatish quduqlari va suvni tashqariga olib chiqib ketish uchun kollektorlar (yopiq zovurlar) qilinadi. Kollektorlar orasidagi masofa drenaj quvuridagi suv sarfiga qarab gidravlik hisoblar bilan belgilanadi. Drenaj quvurlari to'g'onning uzunligi bo'yicha uni ostki qismiga to'g'on tubini kengligini $1/4$ - $1/3$ qismiga teng bo'lgan masofa ichkariga o'rnatiladi.



4.27 a-rasm.

Lentasimon drenajlar ham (5.26 ye-rasm) xuddi quvurli drenajlar qo'llash mumkin bo'lgan sharoitlarda qo'llaniladi.

Bir jinsli tagida suvni o'tkazmaydigan yoki kam o'tkazadigan qatlam bo'lgan to'g'onlarda gorizantal (yopiq) to'shak shaklidagi tosh, shag'aldan bajarilgan teskari filtr bilan o'ralgan-drenaj o'rnatiladi (4.26-rasm). Mazkur drenajning to'g'on ichiga kirgan qismini eng ko'p (maksimal) uzunligi to'g'on tagi kengligi $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ qismiga teng qilib quriladi. Bunday drenaj g'ovak betondan tayyorlangan ichi bo'sh beton bloklariday bajarilish mumkin. U yirik qum bilan o'rab qo'yiladi (shag'al bilan tosh ishlatmay) (4.27 a-rasm).

G'ovak betonlardan sizib o'tgan suv yig'ish galereyalariga oqib tushadi.

Bunday drenajlarga loyqa to'lib qolsa uning bloklarini bo'shligi orqali bosim bilan suv yuborib yuviladi.

Gorizantal drenajlar depressiya egri chizig'ini ancha pasaytiradi, lekin undan faqatgina pastki befda suv bo'lmagan hollarda foydalanish mumkin.

Gruntli to'g'on quriladigan joyda drenaj prizma qurish uchun yetarli miqdorda tosh bo'lmasa qiya drenaj quriladi (5.28 a-rasm) uning qalinligi (t) qurilish ishlarini bajarish sharoitiga qarab belgilanadi. U quyidagi ifodada aniqlangan miqdordan kam bo'lmasligi kerak:

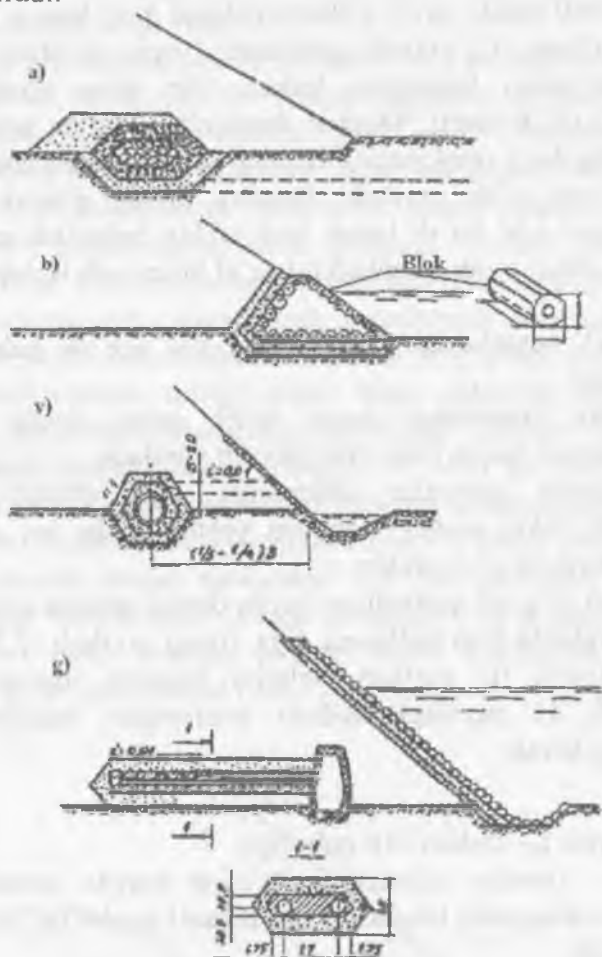
$$t = 5d_{85} + t_s$$

bu yerda: t_s — teskari filtr qalinligi;

d_{85} — shunday diametrki, og'irligi mayda zarralarni ham qo'shib hisoblaganda bunda drenaj qatlami grundi og'irligini 85% tashkil qiladi.

Qiya drenaj tepa qismini pastki befda eng baland suv sathidan balandligi xuddi drenaj prizma kabi qabul qilinadi, lekin u depressiya egri chizig'i pastki qiyalikka sizib chiqqan joyda kamida 0.5 m yuqori bo'lishi kerak. Bunday drenaj deprissiya egri chizig'ini pasaytirmasa ham gruntning mayda zarralarini yuvilishdan

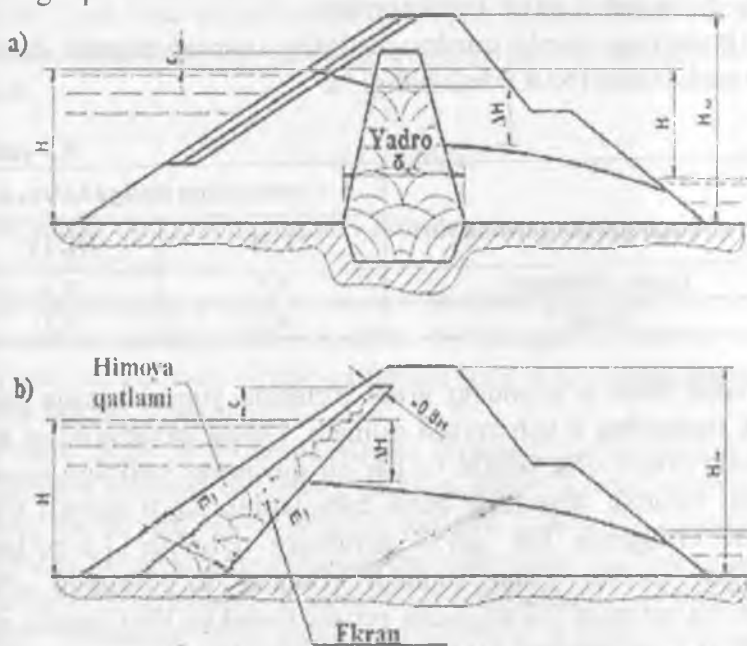
saqlaydi. Murakkab drenajlar – drenaj prizma qiya drenaj bilan (5.28-rasm) drenaj prizma gorizontaal drenaj bilan birgalikda bunday drenajlarni mumkin bo'lgan aralash konstruksiyalarini tarkibiga kiradi.



5.28-rasm. Drenajlar qurilmalari. (g'ovak beton bloklardan)
a) yassi lentasimon drenaj; b) drenaj banket; v) quvurli drenaj; g) yassi
drenaj aralash qiya drenaj bilan birgalikda.

5.13. Filtratsiyaga qarshi qurilmalar

Gruntli to'g'onlardagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar yadro, diafragma, ekran, ponur hamda har xil tish ko'rinishida bajarilishi mumkin. Filtratsiyaga qarshi qurilma turi, grunt to'g'on turi, uning zamini va tanasidagi grunt xarakteriga, qurilish maydonida kam suv o'tkazuvchi qatlam chuqurligi bilan qurilish ishlarini bajarilish sharoitiga qarab tanlanadi.



5.29-rasm.

Yadro to'g'on tepasini o'qi bo'ylab joylashtiriladi va ko'ndalang kesimi to'g'on asosiga qarab kengayuvchi trapetsiya shaklida bo'ladi (5.29-rasm). Yadroni yuqori qismining kengligi qurilish ishlarini bajarish sharoitiga ko'ra qabul qilinsada, u 0.8 m dan kam bo'lmasligi ko'zda tutilgan. Yadro cheti qiyaliklari 1:6 – 1:12 qilib qabul qilinadi, bunda yadroni sizib o'tayotgan filtratsiya oqimining gradiyenti (J) gilbeton, gil va qumoq gruntlar uchun 10

dan katta va 4 dan kichik ($10 > J > 4$) bo'lmashligi darkor (faqat maxsus asoslab berilgan hollarda 12 gacha ruxsat beriladi). Talab qilingan gradiyent ta'minlash uchun yadroni ko'ndalang kesim yuzasi kengaytirilgan qilib qiyaliklari $m=0.5 \div 0.75$ qurilish mumkin. Yadro pastki qismini kengligi taxminan $1/10 N$ kam emas qilib qabul qilinadi. Yadroning tepasi grunt to'g'onni cho'kish tugagandan keyin eng baland suv sathi (MDO) dan, to'liq balandliklarini hisobga olganda, oz bo'lmashligi lozim. Uning qiymatini quyida-gicha qabul qilish ham mumkin.

Filtratsiyaga qarshi qurilma ustining suvning normal dimlangan otmetkasidan (NDO) balandligi "a"

5.7-jadval

Filtratsiyaga qarshi qurilma turi	a – inshootning sinfiga ko'ra, m	
	I, II	III, IV
Yadro, diafragma	0.5	0.5
Ekran	0.7	0.3

Yadro bilan to'g'ondagi grunt o'rtasida yuqori hamda pastki qiyalik tomondan o'tish zonasi qilinadi. Uning qavatlarining soni, gruntning donadorlik tarkibi va har bir qavatning qalinligi qurilish ishlarini bajarish sharoitiga qarab belgilanadi. Ko'p qavatli o'tish zonalari bo'lganda har qaysi qavatning qalinligi 3.3-bo'limda keltirilgan usullar bilan topiladi. Baland to'g'onlarda o'tish zonasining qalinligi 3-4 m gacha yetishi mumkin. Past hamda o'rta bosimli to'g'onlarda esa u 0.6 m dan kam bo'lmashligi joiz.

Suv o'tkazuvchi zaminlarda joylashgan to'g'onlarda yadro pastki qismiga tish qilinadi. Agar suv o'tkazuvchi qatlam chuqurligi 5 m gacha bo'lsa unda uni butun chuqurligi bo'yicha tish bilan to'siladi, u suv to'siq qatlami ichiga eng kamida 0.5 m kirib turishi kerak. Suv o'tkazuvchi qatlam chuqurligi 5 m dan katta bo'lsa, u holda tish bilan shpuntni (temir qoziq) aralash konstruksiyasi ishlatilishi mumkin. Shpunt o'rniga inyeksiya pardasi yoki beton devor ham qilinishi mumkin.

Yadro qoyatosh gruntli asoslar bilan yadroga hamda qoya grunt ichiga 0.5 m kirib turgan beton shponka yoki tish shaklida qilingan beton to'shak orqali tutashtiriladi. Yorig'lari bor qoya tosh gruntlarda tish tagida sementatsiya pardasi qilinadi. Yadroning pastki qismida kengligi 2 m hamda balandligi 3 m bo'lgan poterna qurilishi mumkin. Unga nazorat – o'lchov asboblari joylashtiriladi.

Asfalt-beton diafragmalar mayda va o'rta donali zichlanadigan asfalt-betondan yoki plastik hamda diametri diafragma qalinligi 1/3 gacha bo'lgan tosh aralashtirilib qotirilgan quyma asfalt-betondan bajariladi. Oldindan uni qalinligi quydagicha formula yordamida topiladi:

$$t = a + 0.008H \quad (5.32)$$

bu yerda: N – ko'rilayotgan kesimdagi bosim;

$$a = 0.4 \div 0.5 \text{ m.}$$

Diafragmaning yuqori va pastki tarafidan qum yoki bir nechta o'tish qatlami qalinligi 0.5 m.dan kam bo'lmagan bir yoki bir necha o'tish qatlami qilinadi. O'tish qatlamini soni to'g'ondagi gruntning fraksiya tarkibiga bog'liq.

Plastik ekran to'g'onning yuqori qiyaligiga o'rnatiladi. Uning quyaligining miqdori ekrandagi gruntga qarab, ekran himoya qatlamining ekran sirti bo'yicha siljib tushishi hamda shu qatlamning ekran bilan birgalikda to'g'ondagi grunt dan siljib tushishiga qarshi turg'unligini ta'minlashni hisobga olib belgilanadi (3.4.3-bo'limga qarang). Ekranning tepa qismi kengligi 0.8 m kam bo'lmasligi, pastki qismining kengligi esa past bosimli to'g'onlarda 2 m dan, baland hamda o'ta baland to'g'onlarda esa 1/10N dan kam bo'lmasligi darkor. Ekran bilan to'g'ondagi grunt orasida teskari qiltr qilinadi, uning qalinligi oldindan 0.2 m dan kam emas qilib qabul qilinishi mumkin. Ekran tashqi yuzasi uning butun uzunligi bo'yicha qumli yoki shag'al-qum aralashmasi grunt bilan bostirib qo'yiladi. Bu grunt teskari filtr vazifasini bajarib suv omboridagi suv sathi o'zgarganda (FSO gacha tushurilganda ekrandagi gruntni

suffoziyadan (yuvilib ketishdan) saqlaydi). Bu qatlamning qalinligi bir xil yoki o'zgaruvchan, to'g'on tubiga qarab oshib boradigan bo'lishi mumkin va u gruntning muzlash chuqurligiga qarab 1.25 – 2.5 m teng deb qabul qilinadi.

Suv o'tkazuvchi zamindagi ekranlar u bilan xuddi yadro kabi tutashtiriladi. Suv to'siq qatlam chuqur joylashganda (10 m ko'p) ekrandan tashqari panur ham qilinadi. Uning uzunligi $l = (1.2-2)$ N va qalinligi boshlanish qismida 0.5 m dan kam bo'lmasligi, oxirida esa ekran pastki qismi qalinligiga teng kelishi joiz. Ponurli ekran bilan tutashgan qismida chuqurligi 3 – 3.5 m bo'lgan umumiy tish qo'yiladi.

Ponurning uzunligi quyidagi ifodalar bilan aniqlanishi mumkin. B.P.Surovtsev(14)

$$L_n = \left(\sqrt{\frac{t_c}{K_n * K_0 (1-t_c)}} * \frac{0.44 + 1.3 \frac{t_c}{T_0}}{K_0} \right) * K_0 (T_0 - t_c) \quad (5.33)$$

yoki M.Gurov (14)

$$L_n = \sqrt{0.195 T_0^2 + 2 t_c T_0 \frac{K_0}{K_n} - 0.44 T_0} \quad (5.34)$$

bunda: t_c – ponurning o'rtacha qalinligi;

T_0 – suv o'tkazuvchi qatlam chuqurligi;

K_n – ponurning filtratsiya koeffitsiyenti;

K_0 – zamindagi gruntning filtratsiya koeffitsiyenti;

Shu formulalar yordamida topilgan ponur uzunligi (1.5 – 2) N dan oshib ketmasligi kerak. Qurilish paytida ponurni buzilishdan saqlash uchun $u \geq 1$ m bo'lgan shag'al – qumli grunt qatlami bilan (gruntning muzlash chuqurligini hisobga olib) berkitiladi.

Bir jinsli to'g'onlarni suv to'siq qatlam bilan tish orqali tutashtiriladi. Suv to'siq qatlamning to'g'on tubidan joylashish chuqurligiga qarab tish suv o'tkazuvchi qatlamning kesib o'tib suv

to'siq qatlam 0.5 m kirib turishi mumkin yoki suv o'tkazuvchan qatlamning qisman berkitish mumkin (osilib turuvchi tish) yoki tish shpunt bilan birgalikda bajariladi. Bu tish to'g'onni yuqori qiyaligi yoki qismining tubiga joylashtirilishi mumkin. Osilib turuvchi tishning chuqurligi suv to'siq juda pastda joylashganda $0.1N_{pl}$ qabul qilinishi mumkin. Tishning pastki qismi qalinligi (kengligi) unda gradiyentning qiymati $J = 4 \pm 10$ bo'lishini ta'minlaydigan qilib qabul qilinadi, lekin u 3 m kam bo'lmasligi darkor. Tish qiyaliklari 1:0.5, 1:1 bo'ladi.

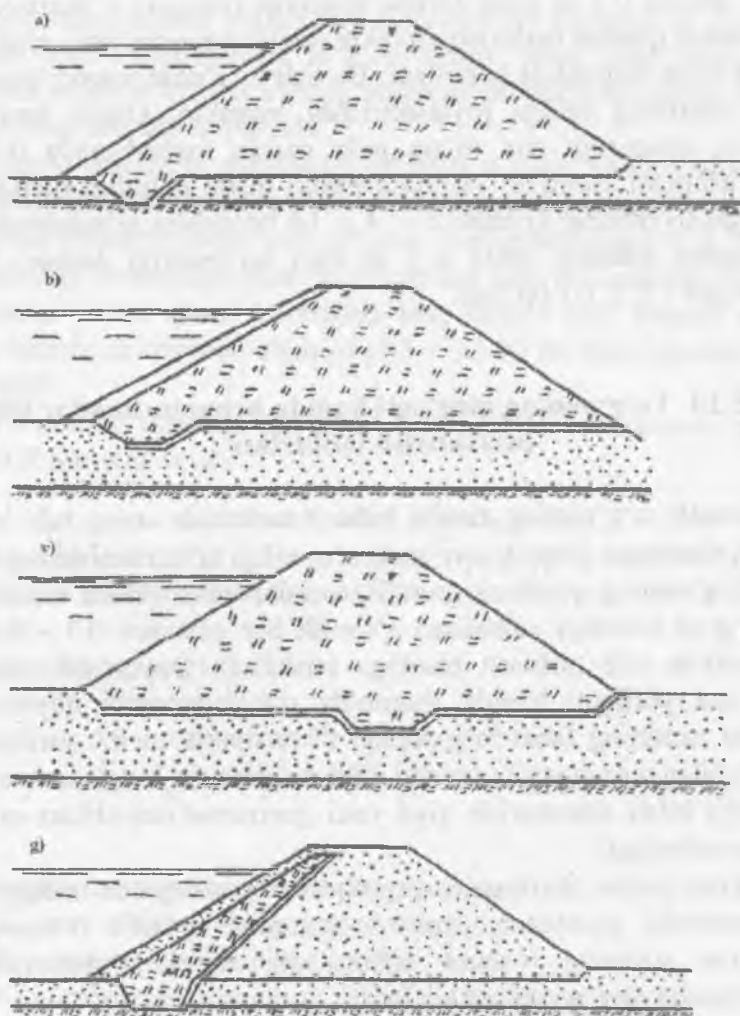
5.14. To'g'onning qirg'og'i hamda beton inshootlar bilan tutashtirish tadbirlari

Gruntli to'g'onning **zamin** bilan tutashtirish uning tubi bilan zamini tutashgan qismida suv sizib o'tmasligi ta'minlanishi kerak.

To'g'onning qoyamas gruntli zaminlar bilan yaxshi tutashishi uni to'g'on tubidagi yuzasidan o'simlik bor qatlamni 0.3 – 0.4 m chuqurlikda olib tashlash hisobiga erishiladi. Qoyatoshli zaminlarda esa yorilgan hamda shamolda maydalanuvchi qoyatoshli gruntlar zaminining faqat to'g'ondagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar yuzasi bilan tutashgan qismidan olib tashlanadi. To'g'onni uning qirg'og'i bilan tutashtirish qiya yoki gorizontal tekisliklar orqali amalga oshiriladi.

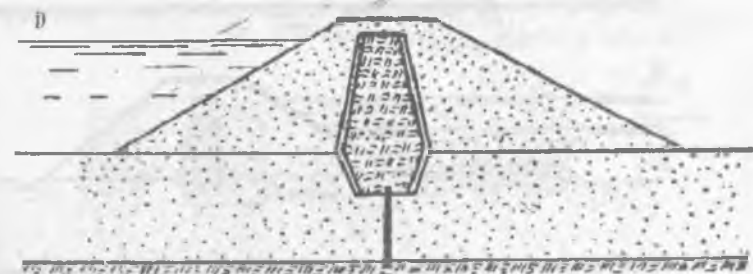
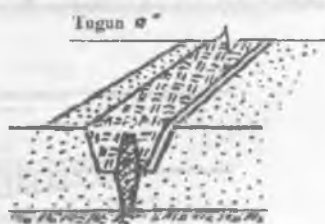
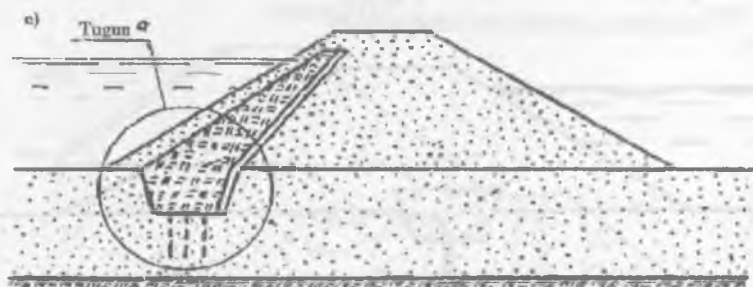
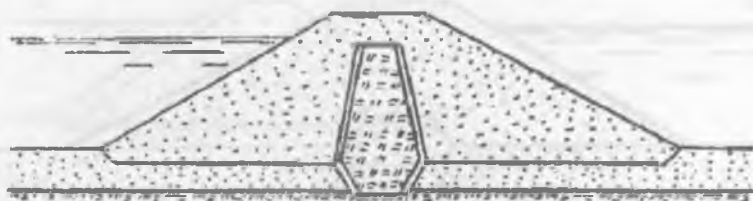
Ekran, yadro, diafragma, qirg'oq bilan tutashganda undagi suv o'tkazmovchi gruntgacha yoki to'g'onning aylanib o'tayotgan filtratsiya suvining inshoot uchun xafsizligini ta'minlaydigan masofagacha qirg'oq ichiga kiriladi.

To'g'onni beton inshoot devori bilan tutashtirilganda shu tutashgan joydan sizib o'tayotgan filtratsiya oqimining tezligi xavfsiz bo'lishi darkor. Buning uchun filtratsiya yo'lida beton, temir-beton yoki po'lat diafragma va shporlar qilish hisobiga erishiladi. Bu diafragma hamda shporlar inshoot yon devorlari bilan zichlagichli choklar yordamida biriktiriladi.

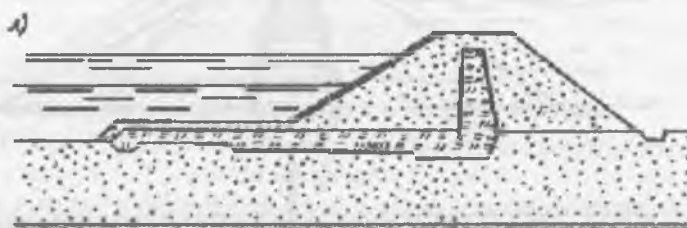
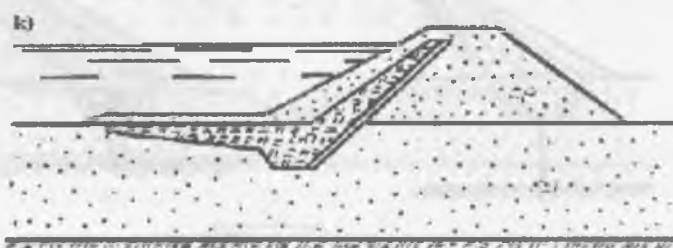
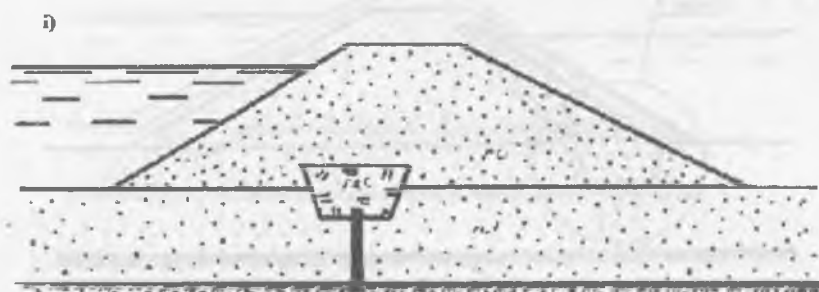
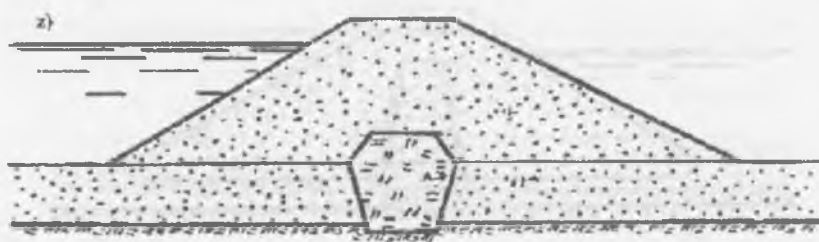


5.30-rasm. Grunt to'g'onlarning suv o'tkazadigan asosidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar.

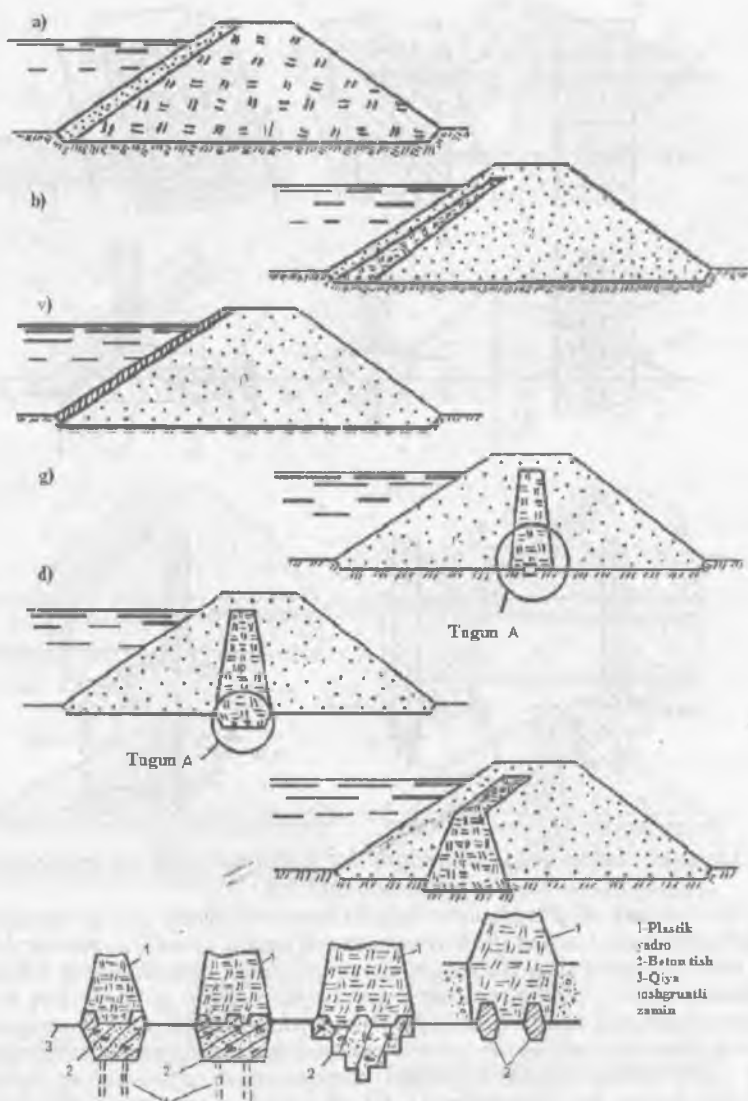
a) bir jinsli kam suv o'tkazuvchan gruntli, ekrani gruntmas materialdan bo'lgan hamda suv to'siq qatlamgacha borgan tishli to'g'on; b) xuddi shunday faqat tishi suv to'siq qatlamga yetib bormagan; v) xuddi "b" gidek faqat tishi to'g'on tepa qismini ostida joylashgan; g) pastki qismi suv to'siq qatlamgacha yetib bormagan.



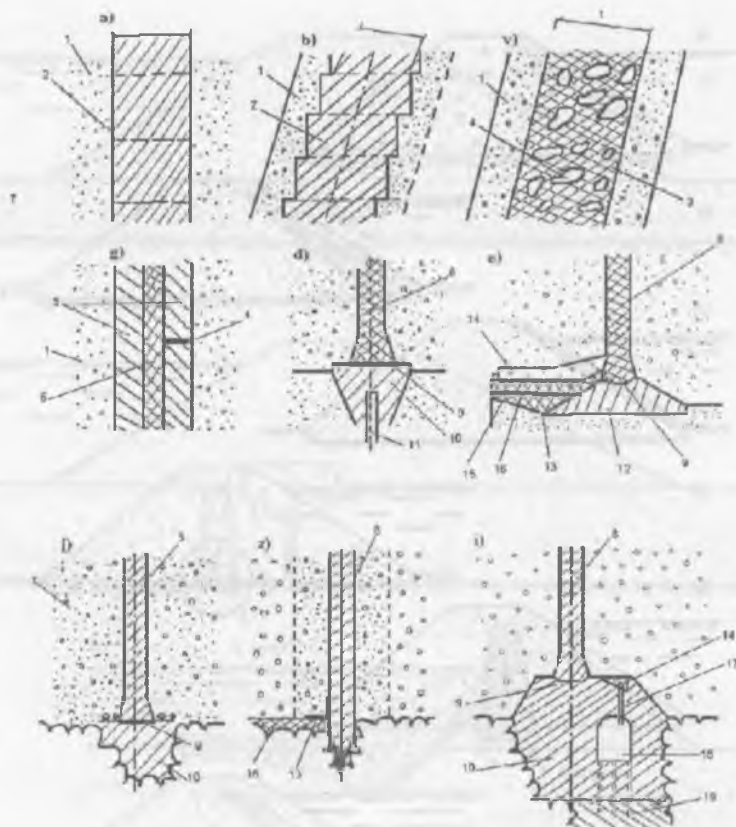
d) yadroli, pastki qismi suv to'siq qatlamigacha yetib borgan; ye) plastik ekranli a bo'lagi osilib turuvchi inyeksiya pardali; a bo'lagi-shpunt devorli; "a" bo'lagi-beton devorli; j) yadroli va shpunt devorli.



z) plastik materialdan qilingan va suv to'siq qatlamgacha yetib borgan tishli; k) ekran bilan ponurli; i) plastik tishli va shpunt devorli; l) yadro hamda ponurli.

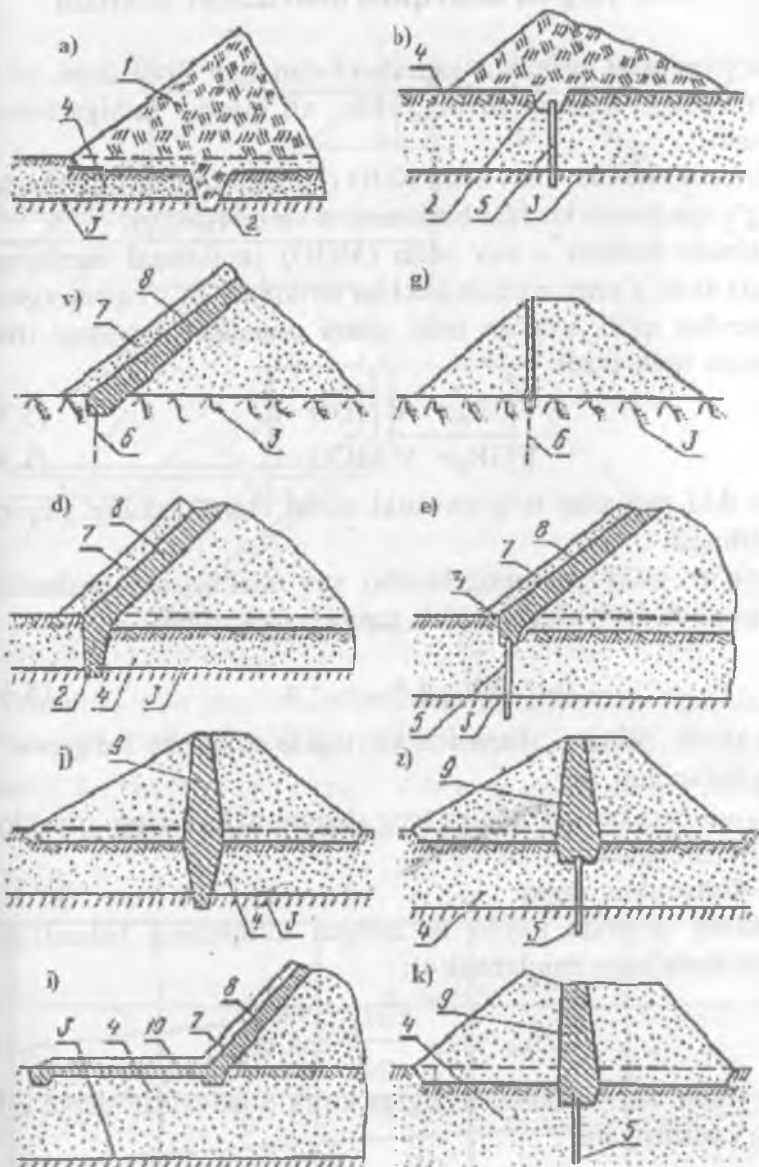


5.31-rasm. Asosi suv o'tkazmaydigan to'g'onlardagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar: a) bir xil gruntdan; b) grunt ekranli; v) gruntmas ekranli; g) beton tish.



5.32-rasm. Asfalt-beton diafragmalar konstruksiyasi va uning zamin bilan tutashtirish.

a, b, v) asfalt, diafragmalarni yaxlit konstruksiyasi; g) yig'ma-yaxlit diafragma; d, e) asfalt diafragmalarni fflyuvial gruntli zaminlar bilan tutashtirish; j, z, i) diafragmalarni qoyatosh gruntli zamin bilan tutashtirish; j) zich qoyatosh gruntli zamin bilan; z) yorig'lari ko'p qoyatosh gruntli zamin bilan unda sementlash pardasi bo'lganda; i) yorig'lari ko'p qoyatosh gruntli zamin bilan, o'rta va yuqori bosimli to'g'onlar uchun. 1-o'tish qatlami; 2-zichlangan asfalt-beton; 3-plastik asfalt-beton; 4-o'lchamlari 15-30 sm li tosh; 5- yig'ma asfalt-beton plitalar; 6-quyma asfalt-beton; 7-suyuq asfalt-beton bilan ishlov berilgan yuza; 8-diafragma; 9-asfaltli mastika; 10-beton tish; 11-shputli devor; 12-beton plita; 13-armaturalangan asfalt-beton; 14-o'lchamlar 20 mm gacha bo'lgan shag'al; 15-g'ovak asfalt-beton; 16-zich asfalt-beton; 17-drenaj quvurchasi; 18-nazorat galereyasi; 19-sementatsiya pardasi.



5.33-rasm.

5.15. To'g'on ustki qismi otmetkasini aniqlash

To'g'on ustki qismi suv sathidan balandligi SNIP 2.06. 05.84 ga ko'ra yuqori befdagi suvning ikki xil hisobiy sathiga binoan aniqlanadi.

Birinchi holatda – suv sathi NDO (normal dimlangan otmetka) da to'g'onga asosiy kuchlar birikmasi ta'sir qilayotgan;

Ikkinchi holatda – suv sathi (MDO) (maksimal damlangan otmetka) da to'g'onga alohida kuchlar birikmasi ta'sir qilayotgan.

Shunday qilib, to'g'on ustki qismi otmetkasi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\nabla GR_{pl} = \nabla NDO + h_s \quad (5.35)$$

$$\nabla GR_{pl} = \nabla MDO + h_s \quad (5.36)$$

Bu ikki natijadan to'g'on ustki qismi otmetkasining yuqorisi qabul qilinadi.

To'g'on ustki qismining hisobiy suv otmetkasidan balandligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblab topiladi (16-rasm):

$$h_s = \nabla h_{set} + h_{run1\%} + a \quad (5.37)$$

bu yerda: ∇h_{set} – shamol ta'siri tagida paydo bo'ladigan to'l-qinning balandligi, m;

$h_{run1\%}$ – yuz berishi 1% ga teng shamol to'liqining qiyalikga urilib chiqish balandligi, m;

a – konstruktiv zapas

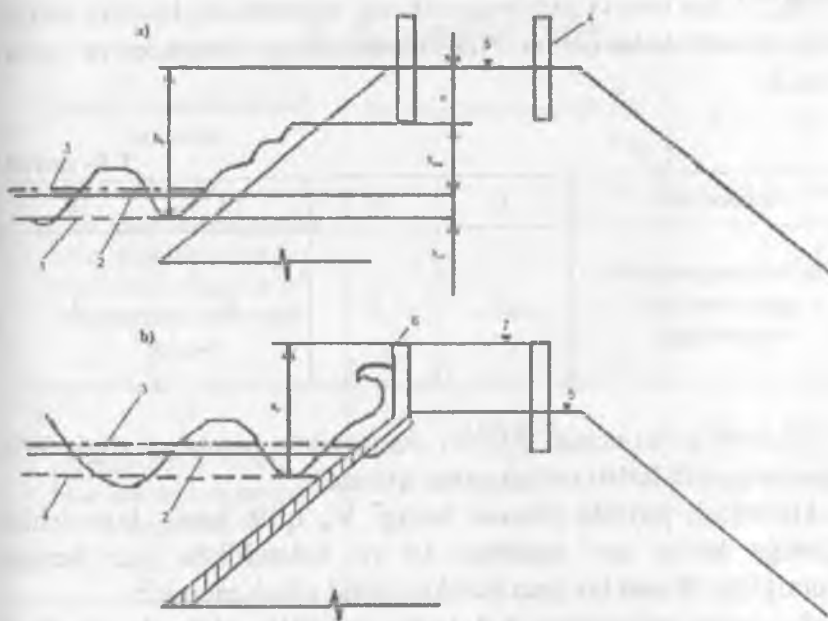
Shamol ta'sirida paydo bo'ladigan to'lqinning balandligini quyidagi ifoda bilan aniqlanadi(4):

$$\nabla h_{set} = K_w \frac{v_{wLp}^2}{qd} \cos \alpha_w \quad (5.38)$$

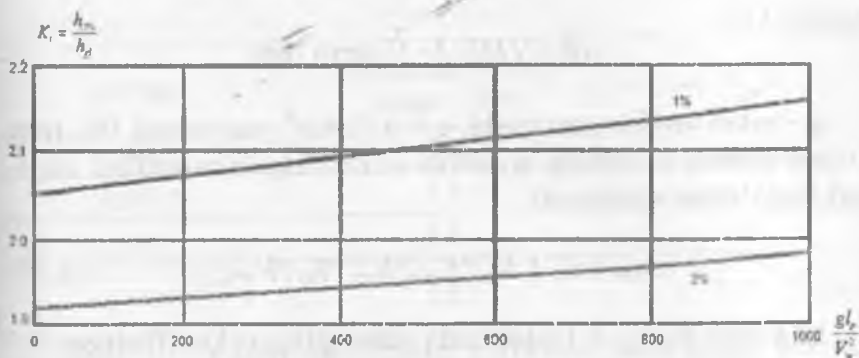
bu yerda: K_w – shamol tezligiga ko'ra 6-jadvaldan qabul qilinadigan koeffitsiyent;

5.8- jadval

V_w m/c	20	30	40	30
$K_w \cdot 10^6$	2.1	3.0	3.9	4.6



16-rasm. To'g'on qismi o'tmetkasini aniqlash sxemasi. a) Parapetsiz; b) Parapetli; 1-hisobiy statik suv sathi; 2-shamol to'liqini ta'siridagi suv sathi; 3-o'rtacha to'liqin chizig'i; 4-to'g'on ustidagi to'siq; 5-to'g'on ustki o'tmetkasi; 6-parapet; 7-parapet ustki o'tmetkasi.



17-rasm. K_1 ko'effitsiyent qiymatini aniqlash grafiqi.

V_w^2 – ma'lum ta'minlanganlikdagi shamolning hisobiy tezligi (m/s), birinchi holat uchun (NDO) inshootning sinfiga ko'ra qabul qilinadi.

5.9- jadval

Inshoot sinfi	I	II	III	IV
Ta'minlanganligi % (paydo bo'lish ehtimolligi)	2	2	4	4

Ikkinchi holat uchun (MDO) shamolning hisobiy tezligi 50% ta'minlanganlik holati uchun qabul qilinadi.

Hisoblash paytida shamol tezligi V_w qilib tabiiy kuzatishlar natijasiga ko'ra suv sathidan 10 m balandlikda yuz bergan davomiyligi 10 soat bo'lgan tezlikni qabul qilish mumkin.

d_w – suv omborining bo'ylama o'qi bilan shamol yo'nalishi orasidagi burchak;

L_p – shamol to'lqining paydo bo'lish uzunligi, m;

d – suv omborining hisobiy chuqurligi, m;

$$d = \nabla HDO - \nabla d_{\text{aryo tubi}}$$

$$d = \nabla MDO - \nabla d_{\text{aryo tubi}}$$

q – erkin tushish tezlanishi, $q = 9.81 \text{ m/s}^2$ yuz berishi 1% teng bo'lgan shamol to'lqining qiyalikka urilib chiqish balandligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$h_{run} = K_r * K_p * K_{run} * K_{sp} * K_{\beta} * h_{1\%}; \quad (5.30)$$

bu yerda: K_r , K_p – 5.10-jadvalda qabul qilingan koeffitsiyent.

5.10- jadval

 K_r , K_p ko'effitsiyentlar

Qiyalikni mustahkamlash materiali	Nisbiy g'adir-budirlik $\frac{\gamma_m}{h_{1\%}}$	K_r	K_p
Beton (temir-beton plitalar bilan mustahkamlangan qiyaliklari, shag'al-tog' aralashmasi, tosh yoki beton)	-	1	0,9
	< 0,002	1	0,9
(Temir-beton) bloklar bilan mustahkamlangan qiyaliklar	0.05-0.01	0.65	0.85
	0.02	0.90	0.80
	0.05	0.8	0.70
	0.1	0.75	0.60
	>0.2	0.7	0.5

Izoh: G'adir-budirlik ko'effitsiyenti γ_m — ning xarakterli o'lchamini material donalarining o'rtacha qiymatlari yoki beton (temir-beton bloklarining o'rtacha o'lchamlari) uchun qabul qilinadi.

K_{sr} — 5.1-jadvaldan olinadigan ko'effitsiyent

5.11- jadval

$m_1 = \text{ctg } \alpha$	Shamolning hisobiy tezligi ≥ 20	V_w m/c ≤ 10
0.4	1.3	1.1
0.4-2.0	1.4	1.1
3-5	1.5	1.1
> 5	1.6	1.2

Izoh: a_1 — yuqori qiyalikning gorizontaal hosil qilgan burchagi, gradusda.

K_{run} – 5.39-rasmdagi grafikdan qabul qilinadigan koeffitsiyent;
 K_r – shamol to‘lqinining to‘g‘onga yo‘nalish burchagiga bog‘-
 liq koeffitsiyenti, uning qiymati 5.12-jadvaldan olinadi.

5.12- jadval

β°	0	10	20	30	40	50	60
K_r	1	0.96	0.96	0.92	0.87	0.82	0.76

$h_{d1\%}$ – yuz berishi 1% ga teng to‘lqin balandligi.

Bu balandlikni topish uchun SNIP 2.06 05.84 berilgan nomogrammadan foydalanamiz (5.38-rasm).

Undan foydalanish tartibi quyidagicha:

I. Ismsiz sonlar topiladi:

$$\left(\frac{gl}{v_w}\right); \quad \left(\frac{gl}{v_w^2}\right)$$

II. 18- rasmdagi grafikdan ularning qiymatlariga mos bo‘lgan

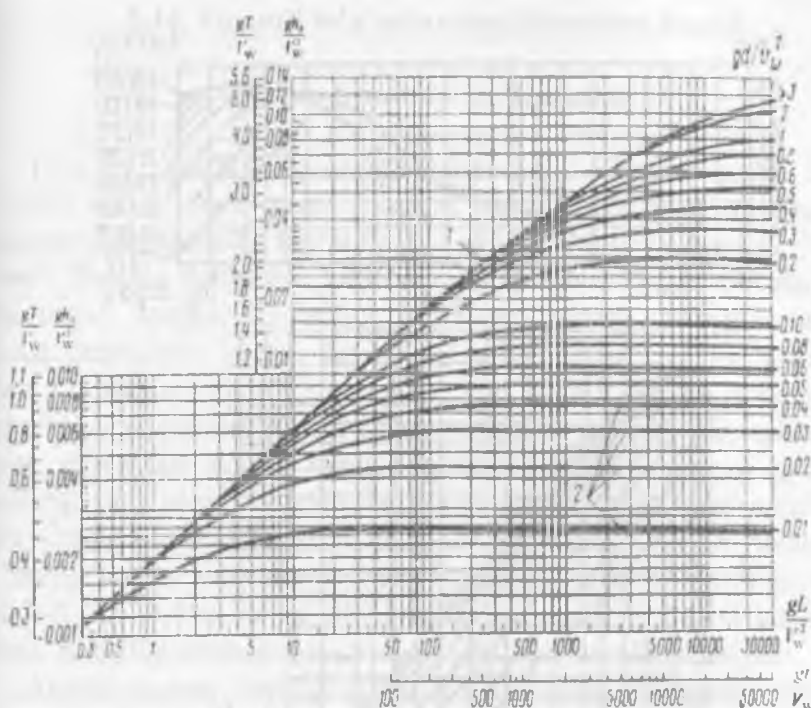
$$\left(\frac{gh_d}{v_w^2}\right)_I \text{ va } \left(\frac{gh_d}{v_w^2}\right)_L, \left(\frac{gT}{v_w}\right)_I \text{ va } \left(\frac{gT}{v_w}\right)_L$$

III. Shu $\left(\frac{gl}{v_w^2}\right)$ qiymatlarning kichigi qabul qilinadi hamda to‘lqinning balandligi h_d topiladi.

IV. $\left(\frac{gT}{v_w}\right)_I$ – qiymatlarning kichigi va uning davomiyligi T aniqlanadi.

V. To‘lqinning o‘rtacha uzunligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\lambda_d = \frac{gT^2}{2P} \quad (5.31)$$



5.38-rasm. Chuqur suvli joylarda shamol to'liqining elementlarini aniqlash grafigi.

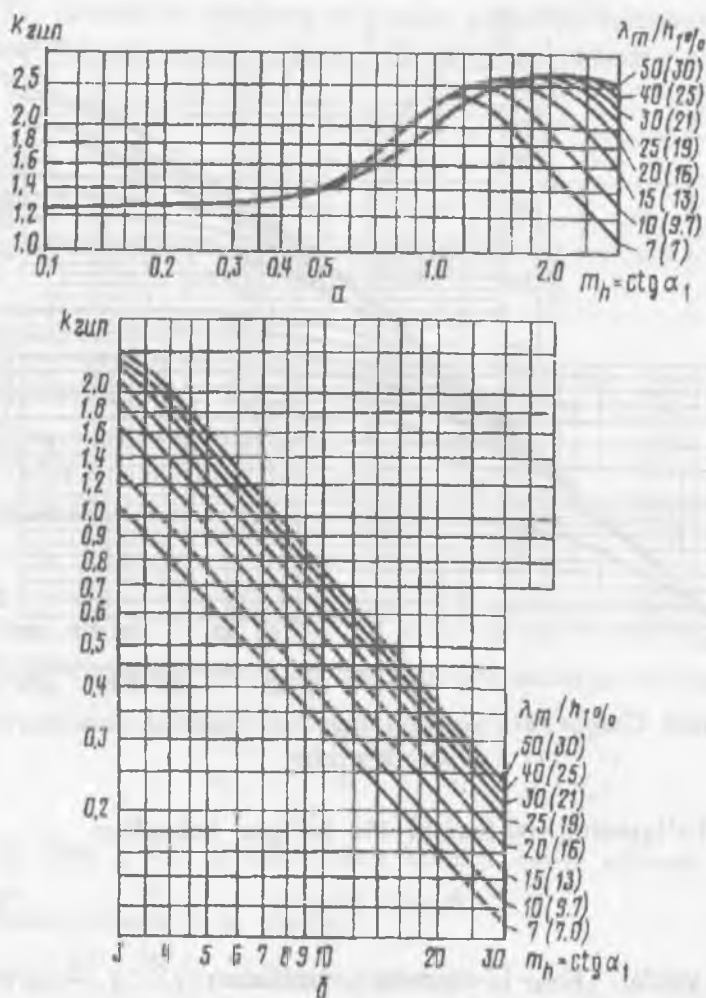
VI. To'liqning yuz berishi 1% bo'lgan balandligi

$$h_{d1\%} = K_{1\%} h_d \quad (5.32)$$

Bu yerda $K_{1\%}$ —17-rasmdagi grafikdan $\left(\frac{g}{l}\right)_p$ — qiymati yordamida topiladigan koeffitsiyent

VII. $\frac{\lambda_d}{h_{d1\%}}$ qiymati yordamida 19- rasmdan K_{run} — miqdorini aniqlaymiz, so'ngra (5.30) ifoda orqali h_{run} qiymatini topamiz.

Konstruktiv zapas "a"ning qiymatini quyidagi jadvaldan olindi.



5.39- rasm. K_{zun} koeffitsiyentining qiymatini aniqlash grafigi.

5.11- jadval

Foydalanish sharoiti	Inshootning kapitallik sinfi				
	I	II	III	IV	V
Normal hol (NDO)	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3
Favqulodda hol (MDO)	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2

5.16. Gruntli to'g'onlarning filtratsiya hisobi

5.17.1. Umumiy ma'lumotlar

To'g'on yordamida uning oldida hosil qilingan bosim N_1 ta'sirida uning tanasi hamda zamini (agarda to'g'on zamini suv o'tkazuvchan gruntdan iborat bo'lsa) orqali filtratsiya harakati yuz beradi. Buning natijasida to'g'on tanasining bir qismi filtratsiya suvi orqali namlanadi, ushbu namlangan zonani yuqorigi erkin yuzasi depressiya yuzasi deyiladi. Ushbu yuzani vertikal kesim bilan kesishgan chizig'i depressiya egri chizig'idir (3.38-rasm). Depressiya yuzasidan pastda filtratsiya oqimi ma'lum bir tezlikda grunt g'ovaklari orqali harakat qiladi. Suvga to'yingan grunt muallaq, yani yengil holatda, bu esa to'g'on qiyaligi turg'unligini pasaytiradi. Depressiya yuzasidan yuqorida suv kapillar holatda ko'tarilib turgan zona mavjud, uni balandligi h_k qumlar uchun uni miqdori 0,1...0,4 m ni va gilli gruntlar uchun 0,5-3,0m ni tashkil qiladi. Kapilllar zonadan yuqorida grunt tabiiy namlikda bo'ladi.

Agarda gruntni kapillar ko'tarilish balandligi yuqorilasa grunt-ni pastki qiyalikdagi muzlash zonasida namlikni ortishiga yo'l qo'ymaslik hamda qiyalikni turg'unligini oshirish uchun depressiya egri chizig'i holatini pasaytirish kerak. Depressiya egri chizig'ini holatini drenaj va filtratsiyaga qarshi qurilmalar yordamida pasaytirish mumkin.

Keng stvorlarda (daryoni tekis qismlarida) qurilayotgan hamda balandligi nisbatan kichik, uzunligi katta to'g'onlarda, daryoni o'zan va poyma qismida filtratsiya oqimi tekis bo'ladi, ya'ni to'g'on stvorga nisbatan normal harakat qiladi. Tekis filtratsiya masalalarni yechishni asosan analitik usulda to'g'onning uzunligi bo'yicha 1m ni olib bajariladi.

Daryoning tog'li va tog' oldi qismlarida, ko'pincha tor stvorlarda quriladigan baland to'g'onlarda filtratsiya oqimi daryoning faqat o'zan qismidagina tekis harakatga yaqin, uni qirg'oq qismida esa fazoviy xarakterga ega. Gruntli to'g'onlarda

fazoviy filtratsiya murakkab masaladir, uni aniq yechimiga EGDA usulida hajmiy yoki uch o'lchovli modeldagi eksperimentlardan foydalanib erishish mumkin.

Filtratsiya hisoblari yordamida quyidagilarni aniqlanadi:

- to'g'on tanasidagi va kerakli hollarda uni qirg'og'idagi depressiya egri chizig'ining holati;

- to'g'on tanasi va zaminidagi, hamda boshqa eng xavfli joylardagi filtratsiya oqimining gradiyenti;

- to'g'on tanasi zaminining (agarda zamin suv o'tkazuvchan grunt dan iborat bo'lsa) orqali, zaruriyat bo'lganda uning qirg'og'i orqali sizib o'tayotgan filtratsiya sarfi.

To'g'ondagi va uning qirg'oq bilan tutashgan joyidagi depressiya egri chizig'i parametrlaridan qiyalik turg'unligini hisoblashda, gradiyentdan gruntlarning filtratsiyaga qarshi mustahkamligini baholashda, sarfdan esa suv xo'jaligi hisoblarida suv omboridagi filtratsiya suvlarining yo'qotilishini aniqlashda foydalaniladi.

Filtratsiya oqimi parametrlari to'g'onning ko'ndalang kesimini hamda filtratsiyaga qarshi va drenaj qurilmalarini ratsional shakli, o'lchamlarini belgilash, hamda to'g'on tanasi bilan zaminini drenajlashning umumiy sxemasiga aniqlik kiritish imkoniyatini yaratadi.

5.16.2. Hisoblashlarda va hisoblash sxemalarida yo'l qo'yilgan farazlar

Gruntli to'g'onlarning filtratsiya hisoblarida filtratsiya oqimi harakatiga ta'sir etuvchi barcha omillarning hisobga olish murakkab bo'lganligi uchun quyidagi farazlarga asoslangan soddalashtirilgan modeldan foydalanamiz:

- 1) Filtratsiya bitta tekislikda hamda ushbu tekislikka perpendikular bo'lgan tezlikni tashkil etuvchilari nolga teng deb qabul qilinadi;

2) To'g'on tanasi grunti bir jinsli hamda izotrop, ya'ni filtratsiya oblastini har qanday nuqtasida va barcha yo'nalishlarida to'g'on tanasi gruntining filtratsiya koeffitsiyenti miqdori bir xil deb qabul qilinadi;

3) Agarda suv to'siq mavjud bo'lsa u nazariy tomondan suv o'tkazmaydi;

4) Bir jinsli to'g'onlarda depressiya egri chizig'ining holati gruntning turiga emas faqat to'g'on kesimining geometrik o'lchamlariga bog'liq.

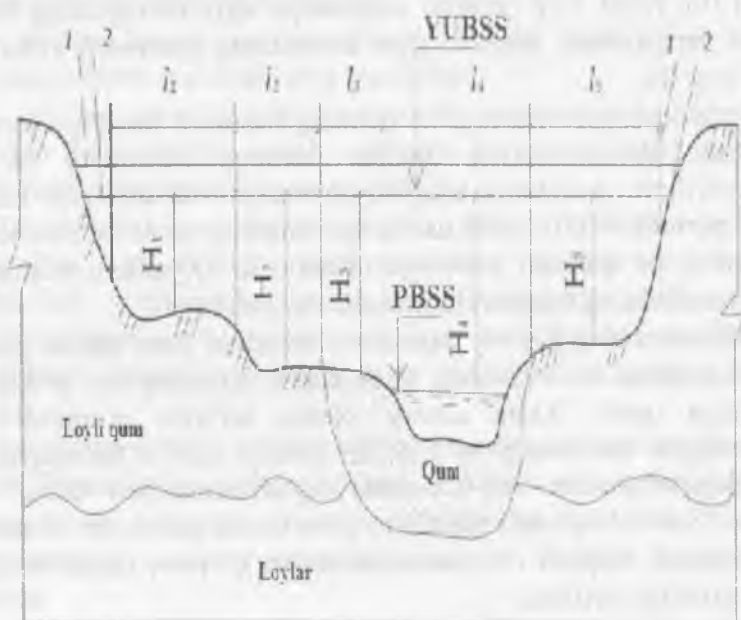
To'g'onning loyihadagi ko'ndalang kesimini hisobiy sxemaga keltiriladi. Bunda mayda detallar hisobga olinmaydi va uni kichraytirilgan (masshtabe iskajeniya) masshtabda chiziladi. Ekranli yoki ponurli to'g'onlarda ushbu qurilmaning qumli to'shamasida bosimning yo'qotilishi inobotga olinmaydi. Qiyalik qoplamasini ekran vazifasining bajaruvchi xossasi aniqlanmaydi.

Filtratsiyaning hisobiy sxemasini tuzishda yana zamin gruntining xossalari ham hisobga olish kerak. Ularning suv o'tkazuvchanligiga qarab ikkita asosiy sxema bo'lishi mumkin: suv o'tkazadigan zamindagi to'g'onlar hamda suv o'tkazmaydigan zamindagi to'g'onlar. Suv o'tkazmaydigan zamin "suv to'siq" deb ataladi. "Suv to'siq" deb odatda to'g'on tanasi gruntidan filtratsiya koeffitsiyenti miqdori o'n marta va undan ko'proq kichik bo'lgan zamin gruntiga aytiladi.

To'g'on asosiy filtratsiya hisobi maksimal bosim miqdoriga sanaladi. Hisobiy bosim yuqori befda suv sathi NDOda hamda pastki befda suv sathi minimal bo'lganda hosil bo'ladi, ushbu sathlar hisobiy demakdir. Balka va a quriyotgan suv oqimida qurilgan to'g'onlar uchun, pastki befda suvni hisobiy sathi qilib, grundi doimo filtratsiya suvlari hisobiga nam holatda bo'lgan suv olib ketuvchi o'zan tubi otmetkasi qabul qilinadi.

To'g'ondan sizib o'tayotgan filtratsiya sarfining umumiy miqdorini aniqlashda uning uzunligi bo'yicha $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \dots, \ell_n$ bo'lgan qator xarakterli uchastkalarga bo'linadi (5.40-rasm). Boisi, to'g'onning uzunligi bo'yicha ko'ndalang kesimi hamda unga ta'sir

qiladigan bosim miqdori o'zgaradi, to'g'on ayrim uchastkalarda suv o'tkazmaydigan, ayrimlarida esa suv o'tkazadigan zaminlarda joylashadi. Ba'zi bir uchaskada pastki befda suv yo'q, ba'zilarida esa suv mavjud.



5.40-rasm. Umumiy filtratsiya sarfini aniqlash uchun hisobiy sxema.
1-to'g'on ustki qismi; 2-yuqori bef hisobiy sathi.

So'ngra har bir uchastka uchun to'g'onning hisobiy sxemasiga ko'ra uchastkada bosimning o'rtacha miqdorini qabul qilib, solishtirma sarf $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ hisoblanadi. To'g'on orqali sizib o'tayotgan filtratsiya sarfining umumiy miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$Q = q_1 \ell_1 + q_2 \ell_2 + q_3 \ell_3 + \dots + q_n \ell_n \quad (5.33)$$

5.16.3. Depressiya egri chizig'i holati va filtratsiya sarfini hisoblash

Filtratsiya hisoblarini analitik hamda eksperimental usullari mavjud. Analitik usul o'z navbatida gidromexanik va gidravlik usulga bo'linadi.

Filtratsiyani laboratoriyada va dala sharoitida tekshirish inshootni loyihalash hamda undan foydalanish davrida muhim ahamiyatga ega.

Filtratsiyani laboratoriyada o'rganishda eng muhim hamda keng tarqalgan masalalarga gruntli filtratsiyaga oid xossalarini o'rganish, jumladan, filtratsiya koeffitsiyentini miqdorini va filtratsiya oqimining shakli hamda elementlarini aniqlash kiradi.

Inshootlarni amalda loyihalashda har xil gruntlar bilan grunt qatlamlarining qo'llanilishi, filtratsiya oblastining chegara shakllari murakkabligi tufayli filtratsiya masalalarini nazariy usulda yechish qiyinlashadi. Bunday hollarda ushbu masalalarni aniq matematik yechimlari mavjud emas va taqribiy usullarga asoslangan yechimlar ham juda murakkab. Shuning uchun filtratsiya masalalarini eksperimental usullar yordamida yechish yaxshi samarador.

Gruntli to'g'onlardagi filtratsiya masalalarini yechishda keng qo'llanilgan usullarga quyidagilar kiradi: filtratsiya (gruntli) novi; tirqishli nov; EGDA usuli, gidrointegrator va to'rsimon elektrointegrator.

Filtratsiya novi yordamidagi fizik modellash shundan iboratki, unda tajriba, asosan filtratsiya jarayonini fizik tabiatini saqlab qoladigan qurilmada bajariladi, ya'ni bunday modelda g'ovak muhit haqiqiy holda saqlab qolinadi, faqat filtratsiya jarayoni kichraytirilgan masshtabda bajariladi. Tajriba natijalarini amaldagi holiga ko'chirish o'xshashlik kriteriyasini to'g'ri tanlash hisobiga ta'minlanadi.

Gruntli novni afzalligiga filtratsiya jarayoni tabiatini bevosita o'rganish imkoniyati mavjudligidir. Bu esa jarayonning matematik ifodasi noaniq bo'lganda (grunt g'ovaklari to'la suvga to'yin-

maganda, filtratsiya deformatsiyalari yuz berganda va h.k.) modellashni amalga oshirish imkoniyatini yaratadi.

Shu bilan birga, filtratsiya novlari qator texnik kamchiliklarga ega: juda qo'pol (katta), modelni tayyorlash ko'p mehnat talab qiladi, filtratsiyalanayotgan gruntlarni ko'p jinslilikini modelda amalga oshirish deyarli mumkin emas va h.k.

Shu tufayli filtratsiya novidan fizik va uslubiy xarakterga ega bo'lgan masalalarni yechishda qo'llash tavsiya qilinadi. Ba'zan fazoviy bosimsiz filtratsiya jarayonlarini o'rganish uchun, agarda oqimning har xil yo'nalishidagi o'lchamlari o'zaro keskin farq qilmasa gruntli novdan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Tirqishli nov g'ovak muhitda tabiiy filtratsiya oqimining harakati bilan tor tirqish orqali yopishqoq suyuqlikni (masalan glitserin) laminar harakati orasidagi o'xshashlikka asoslangan. Ushbu novni eng oddiy konstruksiyasi ikkita plastinkadan iborat bo'lib, ulardan biri ko'rinuvchi pleksiglashdan bajariladi. Ular orasidagi tirqish maxsus moslama yordamida boshqarib (o'zgartirib) turiladi. Ushbu usulni kamchiliklariga tirqish qalinligini cheklanganligidir. Chunki bunda tirqish qalinligi 1-2 mm atrofida bo'ladi, shuning uchun uning qalinligini boshqarishda uncha katta bo'lmagan noaniqlik ham yechim natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ko'p jinsli filtratsiya massivlarini modellashda ham katta texnik qiyinchiliklar yuz beradi, chunki bunda har xil qalinlikdagi tirqishlarni hosil qilish kerak.

Filtratsiya masalalarini yechishda EGDA usulidan keng qo'llanilmoqda. Ushbu usul haqida to'liq ma'lumotlar o'quv qo'llanmani I-qismida bayon qilingan.

Gidravlik va elektrik integratorlar ham filtratsiya masalalarini yechishda keng ishlatiladi. Unda olingan ma'lumotlarni aniqligi, injenerlik hisoblari uchun qo'yilgan talablarga javob beradi.

Filtratsiyaning dala sharoitida tekshirish usullarini asosiy maqsadiga gruntlarni filtratsiyaga oid xossalarini ularni tabiiy holatida aniqlash va filtratsiya oqimining shaklini yoki filtratsiya tezligi,

bosim, filtratsiya sarfi va h.k. kabi xarakteristikalarini asl holida aniqlash kiradi.

Inshootni loyhalashda juda kerakli bo'lgan gruntlarni filtratsiyaga oid xarakteristikalarini dala sharoitida aniqlash, ularni laboratoriyada aniqlashga nisbatan murakkab va qimmat hisoblanadi. Lekin shunga qaramasdan dala sharoitida biz tabiiy holatdagi katta grunt massivlarini tekshirish imkoniyatiga ega bo'lamiz, shu tufayli ushbu tekshirish natijalari ishonchli hamda aniq.

Ushbu masalalar gidrogeologiyani maxsus kurslarida o'rganiladi, bu to'g'rida ko'plab adabiyotlar mavjud shu tufayli bu usullarni ushbu o'quv qo'llanmada ko'rib chiqmaymiz.

Laplas tenglamasining berilgan chegara shartlarida yechishga asoslangan gidromexanik usul filtratsiya oblastini har qanday nuqtasida filtratsiya oqimi parametrlarini aniq qiymatini aniqlash imkoniyatiga ega. Ushbu yechimlar juda murakkab va amalda kamroq qo'llaniladi.

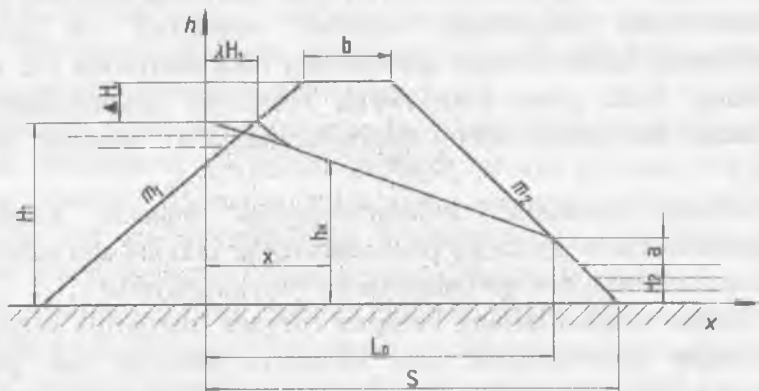
Gruntli to'g'onlarda filtratsiya ko'pgina hollarda tekis o'zgaruvchandir, bu esa filtratsiya hisoblarida Darsi qonuni va Dyupyui formulasiga asoslangan gidravlik usuldan foydalanish imkoniyatini yaratadi. Gidravlik hisoblash usulini asoschisi akademik N.N.Pavlovskiy hisoblanadi va u gruntli to'g'onlar filtratsiya hisobini soddagina usulini taklif qilgan. Keyinroq biz filtratsiya hisoblarini akademik Ye.A.Zamarin taklif qilgan usulidan foydalanamiz.

5.16.4.Filtratsiya hisoblari

Filtratsiya hisoblari natijasida filtratsiya oqimini quyidagi parametrlari aniqlanadi: to'g'on tanasi va qirg'og'idagi filtratsiya oqimining holati (depressiya egri chizig'i); to'g'on tanasi, zamini va qirg'og'idan sizib o'tayotgan filtratsiya sarfi miqdori; to'g'on tanasi va zaminidagi, hamda drenajga chiqish joyidagi filtratsiya oqimining bosimi (yoki gradiyenti).

A. Bir jinsli suv o'tkazmaydigan zamindagi to'g'on

1. Drenajsiz to'g'on



To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan suv sarfi

$$q = k_m \frac{H_1^2 - (H_2 + a)^2}{2L_p} \quad (5.34)$$

bunda: k_m – to'g'on tanasi gruntini filtratsiya koeffitsiyenti;

L_p – filtratsiya yo'lini hisobiy uzunligi;

a – depressiya egri chizig'ini to'g'on pastki qiyaligidan sizib jiqish joyini pastki befdagi suv sathidan balandligi;

H_2 – pastki befdagi suv chuqurligi.

$$a = \frac{S}{m_2} - \sqrt{\left(\frac{S}{m_2}\right)^2 - (H_1 - H_2)^2} \quad (5.35)$$

bunda: $S = \lambda H + m_1 \Delta H + b + m_2 H_{pl}$;

ΔH – to'g'on ustki qismini suv sathidan (NPU) balandligi :

$$\lambda = \frac{m_1}{1 + 2m_1} \quad (5.36)$$

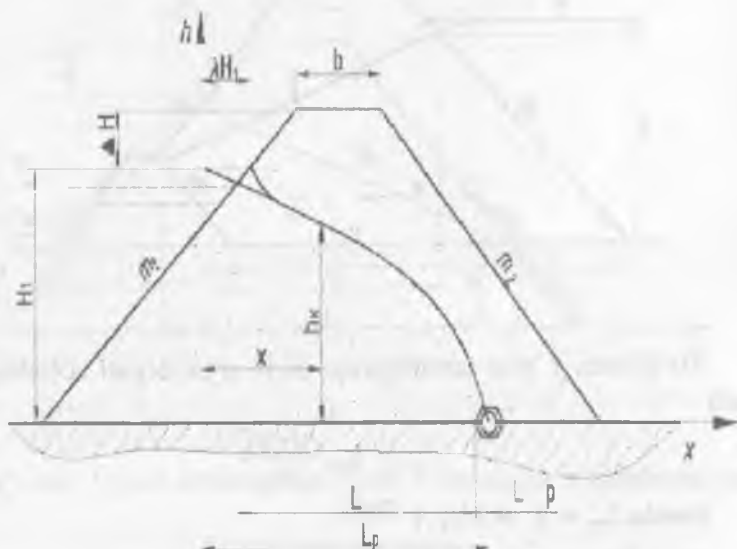
$$L_p = S - (a + H_2)m_2 \quad (5.37)$$

Depressiya egri chizig'i ordinalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{H_1^2 - 2q \frac{x}{k_m}} \quad (5.38)$$

$h_x \geq H_1 - q/k_m$, bo'lgan zonalarda depressiya egri chizig'i ko'z bilan chamalab to'g'rilanadi.

2. Quvur drenajli to'g'on



To'g'onni 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi:

$$q = k_m \frac{H_1^2}{2L_p} \quad (5.39)$$

bunda $L_p = L + \lambda H_1$.

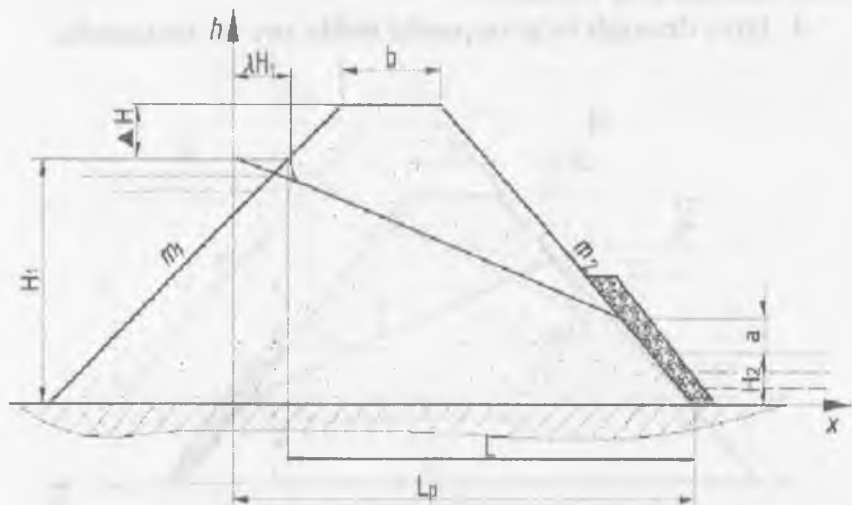
Depressiya egri chizig'i ordinalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$h_x = \sqrt{(2q/k_m)(L_p + L_{\Delta p} - x)} \quad (5.40)$$

bunda $L_{\Delta p} = 0,5 \cdot q/k_m$.

$h_x \geq H_1 - q/k_m$, bo'lgan zonalarda depressiya egri chizig'i ko'z bilan chamalab to'g'rilanadi.

5. Qiya drenajli to'g'on pastki befda suv bo'lganda



To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi

$$q = k_m \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_p} \quad (5.47)$$

bunda $L_p = \lambda H_1 + \Delta H m_1 + b + m_2 (H_{pl} - H_2)$.

Depressiya egri chizig'ini pastki befda suv sathiga nisbatan sizib chiqish balandligi α

$$\alpha = \alpha_o + \sqrt{\alpha_o^2 + \frac{q}{k_m} H_2 \frac{m_2}{(0.5 + m_2)}} \quad (5.48)$$

$$\text{bunda } \alpha_o = 0.5 \frac{q}{k_m} (0.5 + m_2) - 0.5 \left(1 + \frac{m_2}{2(0.5 + m_2)} \right) H_2 \quad (5.49)$$

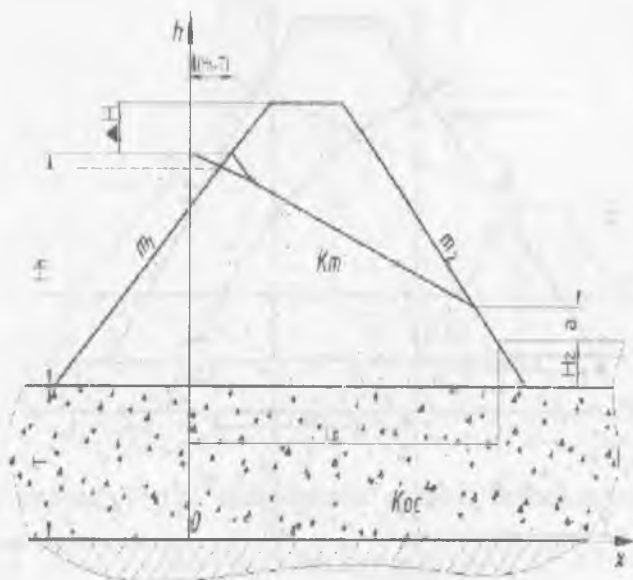
Depressiya egri chizig'i ordinalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_m} (L_p - X - m_2 \alpha) + (H_2 + \alpha)^2} \quad (5.50)$$

$h_x \geq H_1 - q/k_m$, bo'lgan zonalarda depressiya egri chizig'i ko'z bilan chamalab to'g'rilanadi.

B. Chekli T qalinlikdagi suv o'tkazuvchi zamindagi bir jinsli to'g'onlar

1. Drenajsiz to'g'on ($k_m = k_{oc}$)



To'g'onni 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi

$$q = k_m \frac{(H_1 + T)^2 - (H_2 + T)^2}{2L_p} \quad (5.51)$$

bunda $L_p = \lambda(H_1 + T) + \Delta H m_1 + b + m_2 H_p - m_2 H_2$.

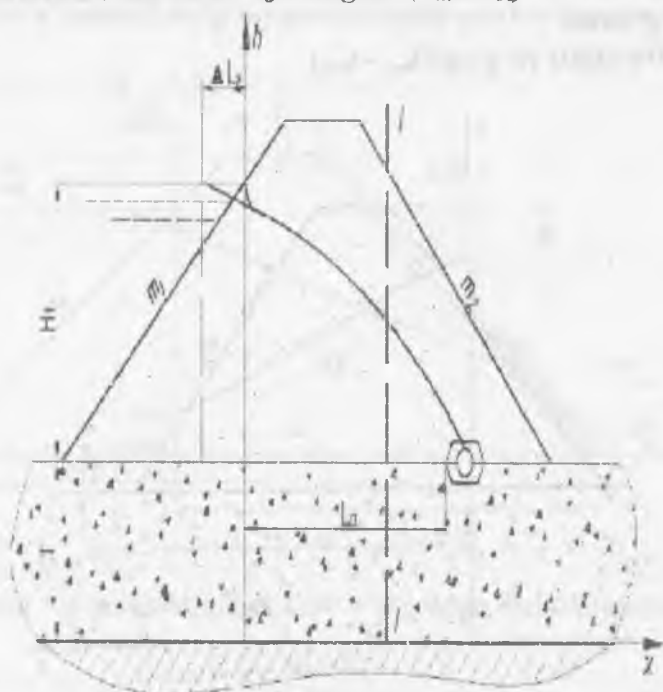
Depressiya egri chizig'i ordinalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_m} (L_p - x - m_2 \alpha) + (H_2 + T + \alpha)^2} \quad (5.52)$$

$$\text{bunda: } \alpha = -\alpha + \sqrt{\alpha_0^2 + 0,45 \cdot T \left(\frac{q}{k_m} - \frac{H_2}{m_2} \right)} \quad (5.53)$$

$$\alpha_0 = 0,5 \left[H_2 - m_2 \frac{q}{k_m} + T \left(1 + \frac{0,4}{m_2} + 0,4 \frac{T}{L_p} \right) \right] \quad (5.54)$$

2. Quvur drenajli to'g'on ($k_m = k_{oc}$)



To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi

$$q = k_m \frac{(H_1 + T)^2}{2L_p}, \quad (5.55)$$

bunda $L_p = L + \lambda(H_1 + T) + L_{\Delta p} \quad (5.56)$

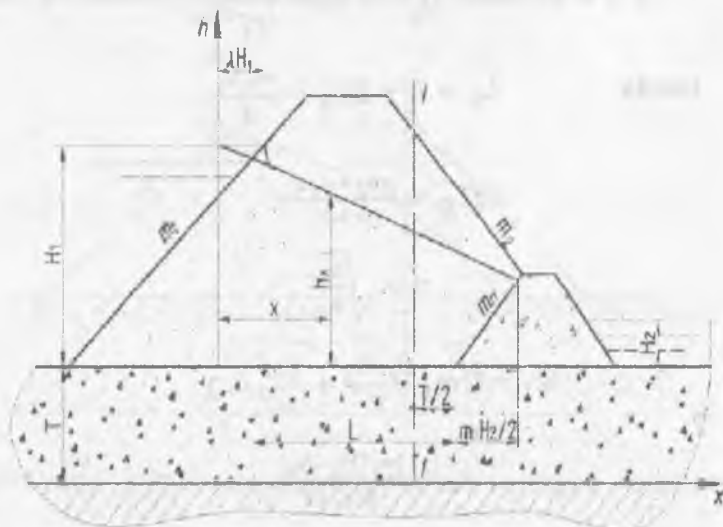
$$L_{\Delta p} = \frac{H_1^2}{bL} \quad (5.57)$$

Depressiya egri chizig'i ordinatalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_m} (L_p - X) + (H_2 + T)^2} \quad (5.58)$$

$h_x \geq H_1 + T - \frac{q}{k_m}$ i $h_x < H_2 + T + \frac{q}{k_m}$ bo'lgan zonalarda depressiya egri chizig'i ko'z bilan chamalab to'g'rilanadi.

3. Drenaj prizmali to'g'on



To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi

$$q = k_m \frac{(H_1 + T)^2 - (H_2 + T)^2}{2L_p} \quad (5.59)$$

$$\text{bunda: } L_p = L + \lambda(H_1 + T) + 0.4(H_2 + T) + \frac{m_n H_2}{3} \quad (5.60)$$

Depressiya egri chizig'i ordinatalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_m} (L_p - X) + (H_2 + T)^2} \quad (5.61)$$

$h_x \geq H_1 + T - \frac{q}{k_m}$ va $h_x < H_2 + T + \frac{q}{k_m}$ bo'lgan zonalarda depressiya egri chizig'i ko'z bilan chamalab to'g'ri- lanadi.

Agarda zamin gruntini filtratsiya koeffitsiyenti to'g'on tana- sinikidan katta ($k_m > k_{oc}$) bo'lsa, hisoblashlarni quyidagi formulalar orqali bajaramiz.

To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi

$$q = k_m \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_p} + k_{oc} T \frac{H_1 - H_2}{L_p - 0.4T} \quad (5.62)$$

bunda
$$L_p = L + \Delta L_B - \frac{m_n H_2}{3}, \quad (5.63)$$

$$\Delta L_B = \frac{\sigma \alpha_3 + \alpha_1 \alpha_2}{\sigma + \alpha_1} \quad (5.64)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{K_{oc}}{K_m}} \quad (5.65)$$

$$\alpha_1 = 2m_1 \frac{H_1 - H_2}{T} + \frac{1.32}{m_1} - 1 \quad (5.66)$$

$$\alpha_2 = \frac{m_1(H_1 - H_2)}{2m_1 + 1} \quad (5.67)$$

$$\alpha_3 = m_1(H_1 - H_2) + 0.4T \quad (5.68)$$

Depressiya egri chizig'ini 1-1 kesimdagi holati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h_1 = \sqrt{\left(H_1 + \frac{K_{oc}}{K_m} T\right)^2 - 2 \frac{q}{K_m} \left(L + \Delta L_B - \frac{T}{2}\right) - \frac{K_{oc}}{K_m} T} \quad (5.69)$$

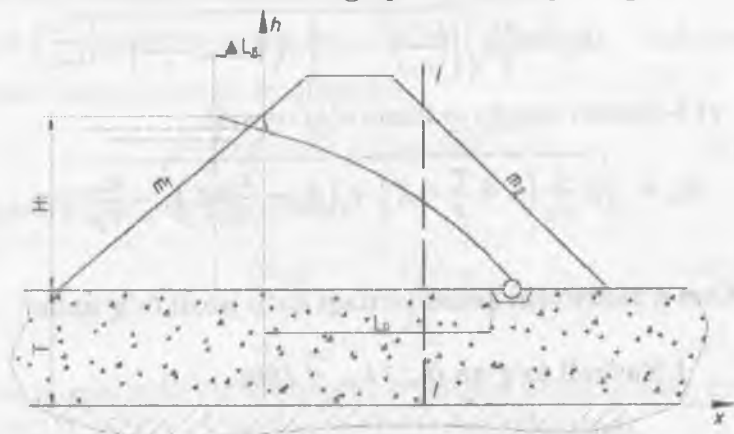
a) Depressiya egri chizig'ining 1-1 kesim hamda ordinata o'qi orasidagi holati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{K_m} (L + \Delta L_B - X) + \left(h_1 + \frac{K_{oc}}{K_m} \cdot T\right)^2 - \frac{K_{oc}}{K_m} \cdot T} \quad (5.70)$$

b) Depressiya egri chizig'ini 1-1 kesim va drenaj orasidagi holati quyidagi formula orqali:

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - (h_1^2 - H_2^2) \left(\frac{X - L + \Delta L_B + T/2}{T/2 + m_n H_2/3}\right)} \quad (5.71)$$

4. Suv o'tkazuvchi zamindagi quvur drenajli to'g'on



To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi

$$q = K_m \frac{H_1^2}{2L_p} + K_{oc} T \frac{H_1}{L_p + 0.4T} \quad (5.72)$$

bunda

$$L_p = L + \Delta L_B; \quad (5.73)$$

$$\Delta L_B = \frac{\sigma \alpha_3 + \alpha_1 \alpha_2}{\sigma + \alpha_1}; \quad (5.74)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{K_{oc}}{K_m}}; \quad (5.75)$$

$$\alpha_1 = 2m_1 \frac{H_1}{T} + \frac{1.32}{m_1} - 1; \quad (5.76)$$

$$\alpha_2 = \frac{m_1 H_1}{2m_1 + 1}; \quad (5.77)$$

$$\alpha_3 = m_1 H_1 + 0.4T \quad (5.78)$$

Depressiya egri chizig'i ordinalari:

a) 1-1 kesimda

$$h_1 = \sqrt{\left(H_1 + \frac{K_{oc}}{K_m} T\right)^2 - 2 \frac{q}{K_m} \left(L_p - \frac{T}{2}\right) - \frac{K_{oc}}{K_m} T}; \quad (5.79)$$

b) 1-1kesim va drenaj orasida

$$h_x = \frac{h_1^2}{T} \sqrt{\left[\left(\frac{T}{h_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(1 + 2 \frac{L-X}{T} \right) + 1}; \quad (5.80)$$

v) 1-1kesim hamda ordinata o'qi orasida

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{K_m} \left(L + \frac{T}{2} - X \right) + \left(h_1 + \frac{K_{oc}}{K_m} T \right)^2 - \frac{K_{oc}}{K_m} T} \quad (5.81)$$

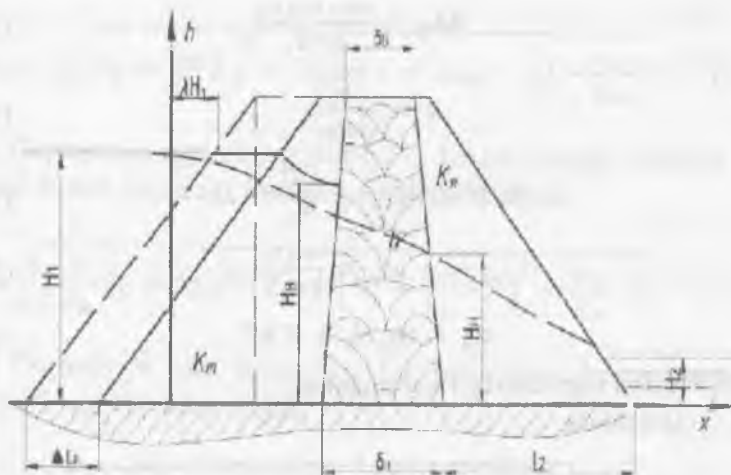
V. Kam o'tkazuvchi zaminlardagi ko'p jinsli to'g'onlar

1.Yadroli to'g'on ($K_m / K_{ya} \leq 100$) .

Virtual uzunliklar usulida to'g'onni bir jinsliga keltiramiz

$$\Delta L_{ya} = \frac{K_m}{K_{ya}} \delta_{sz.ya} \quad (5.82)$$

$$\text{bunda } K_{ya} = K_{ya} + \frac{2K_{os}\delta_{sz.ya}}{\pi(H_V+H_N)} \operatorname{arch}\left(\frac{2\ell_2}{\delta_N}\right) \quad (5.83)$$



Birinci yaqilashuvda $N_V = N_1$, $N_n = N_2$, deb qabul qilamiz, so'ngra unga hisoblar yordamida aniqlik kiritamiz.

$\text{arch}\left(\frac{2l_2}{\delta_n}\right)$ miqdor kosinusni teskari giperbolik funksiyasi, logorifmik funksiya orqali aniqlanadi.

$$\text{arch}(X) = \ell_n(X + \sqrt{X^2 - 1}) \quad (5.84)$$

Agarda $k_{ya} = k_{os}$ bo'lsa, u holda

$$\Delta L_{ya} = \frac{K_m}{K_{oc}} \delta_{cr.ya}; \quad (5.85)$$

$$\delta_{sr.ya} = \frac{\delta_v + \delta_n}{2} \quad (5.86)$$

Q va h_x miqdorlari to'g'onning bir jinsliga keltirilgandan keyin (5.17), (5.21), (5.33), (5.34) formulalar orqali aniqlanadi.

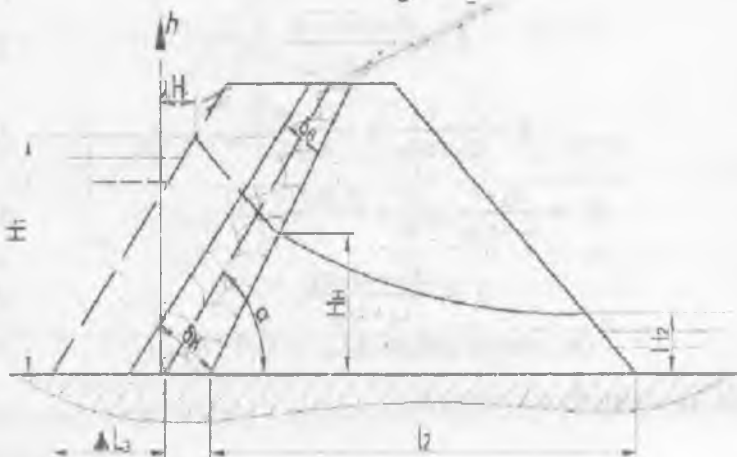
3. Ekranli to'g'on.

Virtual uzunliklar usulida to'g'onni bir jinsliga keltiramiz

$$\Delta L_e = \delta_{sr.e} \frac{K_m}{K_e} \sin \alpha;$$

$$K'_e = K_e + \frac{2K_{os}\delta_{sr.e}}{\pi(H_B + H_H)\sin \alpha} \cdot \text{arch}\left(\frac{2l_2}{\delta_H} \cdot \sin \alpha\right); \quad (5.87)$$

$$\delta_{sr.e} = \frac{\delta_v + \delta_H}{2}. \quad (5.88)$$



Birinchi yaqinlashishda $N_N = N_2$,

$$\text{arch}(X) = \ln(X + \sqrt{X^2 - 1}) \quad (5.89)$$

Agarda $k_e = k_{os}$ bo'lsa, u holda

$$\Delta L_e = \delta_{sr.e} \frac{K_m}{K'_e} \sin \alpha. \quad (5.90)$$

Q va h_x miqdorlari (17), (21) formulalar orqali aniqlanadi.

G.Cheklangan qalinlikda suv o'tkazuvchi zaminlardagi ko'p jinsli to'g'on. ($k_{os} = k_m$).

1. Ekranli, ponurli, quvur drenajli yoki drenaj banketli to'g'on.

To'g'onning 1 p.m uzunligidan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi:

$$q = \frac{K_{os}}{F} + \frac{K_e(1+m_1^2)\Delta(2H+\Delta)}{2\delta_e}, \quad (5.91)$$

bunda

$$F = \frac{th(\alpha \cdot L_{non})}{\alpha(T - \delta_{non})} \quad (5.92)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{non}}{K_m \delta_{non}(T - \delta_{non})}}; \quad (5.93)$$

$$\Delta = \frac{B - \sqrt{B^2 - AC}}{A}; \quad (5.94)$$

$$A = \frac{1}{L_1 + \Delta L_H} + \frac{K_E(1+m_1^2)}{K_{os}\delta_e}; \quad (5.95)$$

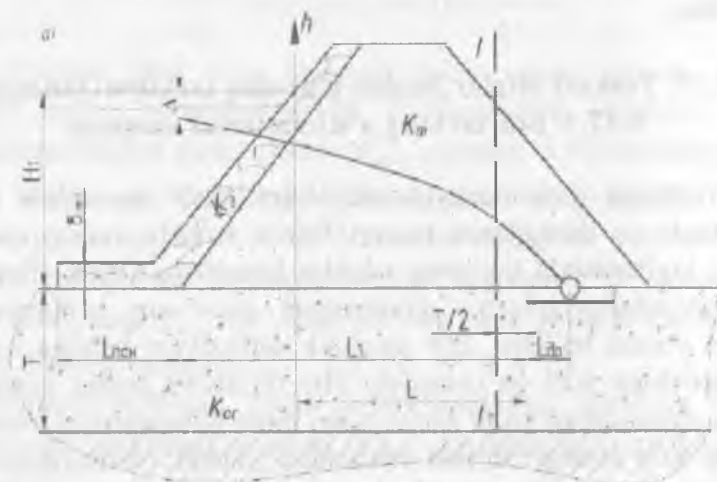
$$B = \frac{H_1 + T}{L_1 + \Delta L_H} + \frac{1}{F} + \frac{K_e H_1(1+m_1^2)}{K_{os}\delta_e}; \quad (5.96)$$

$$S = \frac{(H_1 + T) - H_2^2}{L_1 + \Delta L_H}, \quad (5.97)$$

$$(a) \text{ sxema uchun } \Delta L_H = 0,4 \cdot h_2 \quad (5.98)$$

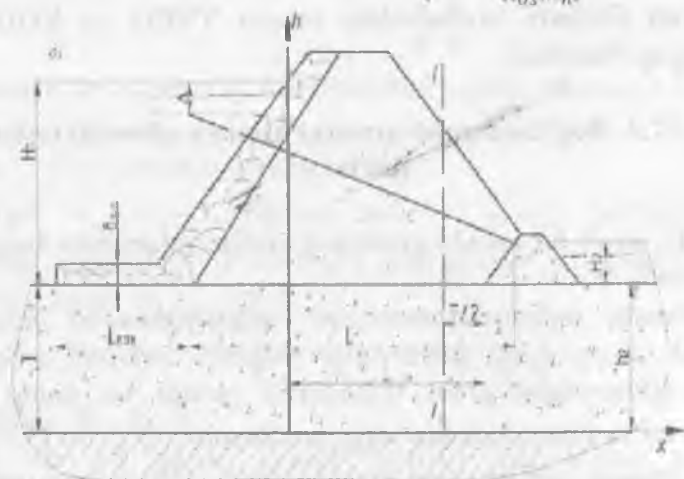
$th(X)$ – giperbolik tangens

$$th = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (5.99)$$



(b) sxema uchun

$$\Delta L_H = 0,4 \cdot h_2 + 0,4 \left(h_2 - \frac{q}{K_{os} m_n} \right). \quad (5.100)$$



Depressiya egri chizig'i ordinalari quyidagi tenglamalardan aniqlanadi:

a) quvur drenajli to'g'onlarda – (5.61), (5.62), (5.63) tenglamalardan;

b) drenaj prizmalı to'g'onlarda – (5.51), (5.52), (5.53) tenglamalardan.

5.17. Teskari filtrlar hamda ularning tarkibini tanlash.

5.17.1. Filtrlarning o'lchamlarini aniqlash

Filtratsiya deformatsiyalarini oldini olish maqsadida yadro, ekranlarda va drenajlarda teskari filtrlar (o'tish zonasi) quriladi. Ularni loyihalashda quyidagi talablar bajarilishi kerak: filtrni suv o'tkazuvchanligi himoya qilinayotgan grunt suv o'tkazuvchanligidan yuqori bo'lishi, filtr mexanik suffoziyani hamma turlarini yuz berishiga yo'l qo'ymasligi, filtr filtratsiya oqimi yordamida ajralib chiqayotgan grunt zarrachalari bilan kolmatatsiyalanmasligi, (bunda to'g'onning normal ishlashiga xalaqit bermaydigan zarrachalar yo'l qo'yilgan ajralib chiqishni e'tiborga olinaypti), hamda himoya qilinayotgan gruntni filtr ichiga tushib ketmasligi, filtr gruntini o'zining drenajga tushushini oldini olishi.

Teskari filtrlarni loyihalashda asosan VNIIG va VODGEO usuli keng qo'llaniladi.

5.17.2. Bog'lanmagan gruntni himoya qiluvchi teskari filtrlar

VNIIG usuli bu usulda gruntning suffoziyalanishini belgilash talab qilinadi.

1. *Gruntni suffoziyalanmasligini (suffoziyalanishi) baholash va ajralib chiqayotgan zarrachalar foizdagi tarkibini aniqlash.* Himoya qilinayotgan grunt donodorlik tarkibi va uning g'ovakligiga ko'ra (3.1) ifodadan $d_{0\max}$ aniqlaymiz, (3.2) va (3.3) ifodalardan gruntni suffoziyalanishi baholanadi. Filtr uchun mo'ljallangan sun'iy tayyorlangan yoki karer grunti yoki teskari filtr bilan

himoya qilinayotgan grunt suffoziyalanmaydi, agarda quyidagi shart bajarilsa:

$$\frac{d_3}{d_{17}} \geq 0,32 \sqrt[6]{\eta(1+0,05\eta)} \frac{n}{1-n}, \quad (5.101)$$

2. *Teskari filtr bilan himoya qilinayotgan gumbaz hosil qiluvchi grunt zarrachalarining o'lchamlarini aniqlash.* Suffoziyalanmaydigan grunt uchun d_{gum} qiymati 5.41-rasmdagi grafikdan aniqlanadi. Ushbu grafikdan gruntni ko'p jinslilik koefitsiyentiga (η) ga ko'ra I va II zonalar oralig'ida gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar foizdagi miqdori aniqlanadi va donadorlik tarkibi grafigidan P_{gum} bo'yicha gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar hisobiy diametri aniqlanadi.

Suffoziyalanadigan grunt uchun tutashgan qatlamda bosim gradiyentini maksimal miqdori I_{pmax} aniqlanadi va so'ngra d_{ci} hisoblanadi.

$$d_{si} = \frac{k_n \cdot I_{pmax}}{\varphi_0 \cdot \frac{\sqrt{ng}}{g \cdot k_f}}, \quad (5.102)$$

bunda kn – puxtalik koefitsiyenti, uning miqdori 1,1-1,25 ga teng;

φ_0 – (3.4) ifodaga qarang.

Agar $d_{si} < d_{3-5}$ bo'lsa, unda d_{si} his P_{gum} bo'yicha 5.41-rasmdagi grafikdagi $B=3$ egri chizig'idan aniqlanadi, agarda $d_{si} > d_{3-5}$, unda $d_{s.g.xus} = B \cdot d_{3-5}$.

$$d_{s.g.xus} = B \cdot d_{3-5\%}, \quad (5.103)$$

bunda $B = 3 \div 8$.

3. *Har xil donali gruntni teskari filtr uchun qo'llanish chegarasi.* Teskari filtrni gruntini yo'l qo'yilgan ko'p jinslilik koefitsiyenti: suffoziyalanmaydigan gruntlarni himoya qilayot-

ganda $\eta_f = D_{60} / D_{10} \leq 25$, suffoziyalanayotgan gruntni himoya qilayotganda $\eta_f = D_{60} / D_{10} \leq 15$.

4. Yo'l qo'yilgan qatlamlararo ko'effitsiyentni aniqlash. Teskari filtr birinchi (I) va (II) qavati uchun qatlamlararo ko'effitsiyent:

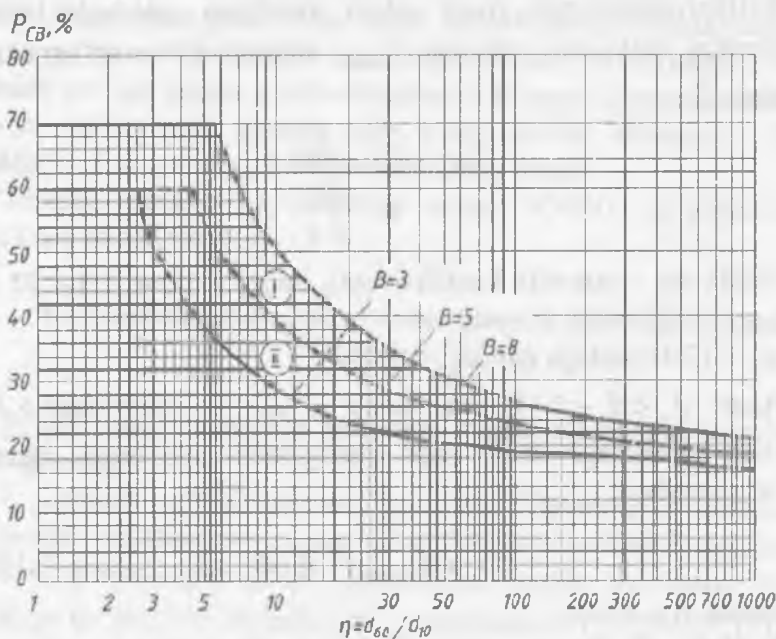
$$\eta_m^I = D_{17}^I / d_{s,r}; \quad \eta_m^{II} = D_{17}^{II} / D_{s,r}^I \quad (5.104)$$

bu yerda $d_{s,r}$ – himoya qilinayotgan gruntga tegishli.

Haqiqiy qatlamlararo ko'effitsiyent quyidagi shartni bajarishi kerak.

$$\eta_m \leq \eta_{m,y.k} = \frac{1}{0,25\sqrt{\eta_f}} \cdot \frac{1-n_f}{n_f}, \quad (5.105)$$

bunda η_f va n_f – filtrga tegishli.



5.41-rasm. Teskari filtr bilan himoyalananayotgan gumbaz hosil qiluvchi grunt zarrachalarining hisobiy o'lchamlarini aniqlash grafigi. I-shebenli grunt uchun; II-qum, mayda va yirik shag'al gruntlar uchun.

5. Filtrni filtratsiya koeffitsiyentining eng kichik miqdori.

$$k_{f_{\min}} \geq (2 + \sqrt[6]{\eta_f}) k_{f_g}, \quad (5.106)$$

bunda k_{f_g} – himoya qilinayotgan grunt filtratsiya koeffitsienti.

6. Filtr qatlami soni va qalinligi. Teskari filtr qatlami qalinligi quyidagi shartni bajarishi kerak.

$$T_{\min} \geq (5 \div 7) D_{85} \quad (3.42)$$

$$\text{yoki} \quad T_{\min} \geq 5 D_{90}, \quad (5.107)$$

Qurilish ishlari sharoitiga ko'ra gidrotexnika inshooti drenaji teskari filtr qalinligini quyidagicha qabul qilish kerak:

– qo'lda filtr qurilganda (tekislash va zichlash) – 10 sm, lekin (5.107) ifodadan aniqlangan $T_{\min}$ miqdoridan kichik emas va $\eta_\phi \leq 10$;

– mexanizmlar yordamida qurilganda (tekislash va zichlash) – 20 sm;

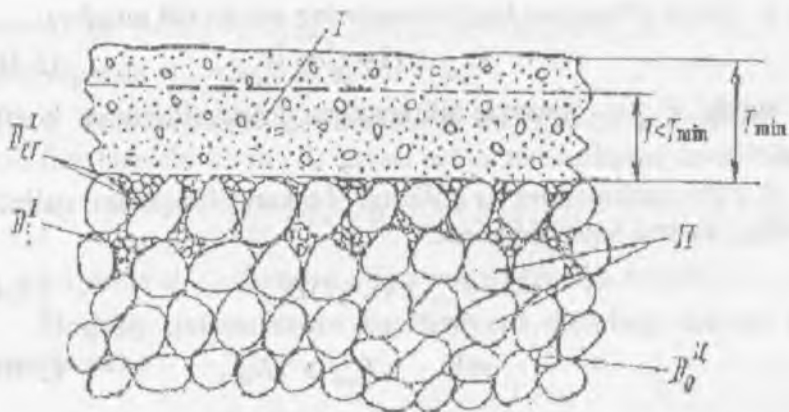
– filtrni suvga to'kib qurganda:

– bir qavatli filtr uchun – 0,75 m dan kam emas;

– ikki qavatli va undan ko'proq filtrlar uchun har bir keyingi qavat 0,50 m kam bo'lmasligi joiz.

Mayda bir jinsli tarkibli filtrni yirik har xil zarrali grunt ($\eta > 100$) yoki II qavat filtr yirikroq tarkibi ustiga to'kkanda (5.42-rasm) uni mayda zarrachalari $D_i < D_{cr}^I$ bo'lgan bir qismi pastqi qavat ichiga kirib qoladi. U holda (3.38) shart bo'yicha qabul qilingan $T_{\min}$ miqdori to'g'ri kelmaydi, filtrni granulometrik tarkibi esa kerakli talabga javob bermaydi.

Shularni hisobga olib yuqoridagi qavat qalinligining minimal miqdori $T_{\min}$ uni mayda zarrachalarining foizdagi nisbatda $P_1\%$ yirik tarkibli grunt yoki filtr ichiga to'kilishini hisobga olib belgilash kerak.



5.42-rasm. Filtr qatlamining tutashishi.

I – filtrni mayda materialli birinchi qavati; *II* – yirik materialli ikkinchi qavati; T_{min} – filtr qatlamini minimal qalinligi; T – filtr mayda zarrachalarining *II*-qavat filtri ichiga to'kilishini hisobga olmagan qalinligi ($D_i^I < D_{cr}^I$) D_{cr}^I – *I* qavat filtrin gumbaz hosil qiluvchi zarrachalari; D_i^I – *I* qavat filtrin mayda zarrachalari; D_0^{II} – *II* qavat filtri g'ovakligining o'rtacha diametri.

Mayda grunt zarrachasining yirik grunt ichiga kirishini foizdagi miqdori P_i ni hisobga olib T_{min} aniqlash uchun quyidagi ishlarni bajarish dardkor:

a) To'kilayotgan mayda zarrachalar o'lchami D_i^I ni quyidagi shartdan aniqlash:

$$D_i^I \leq 0,25 \sqrt{\eta_{II}} \cdot \frac{n_{II}}{1 - n_{II}} \cdot D_{17}^{II}, \quad (5.108)$$

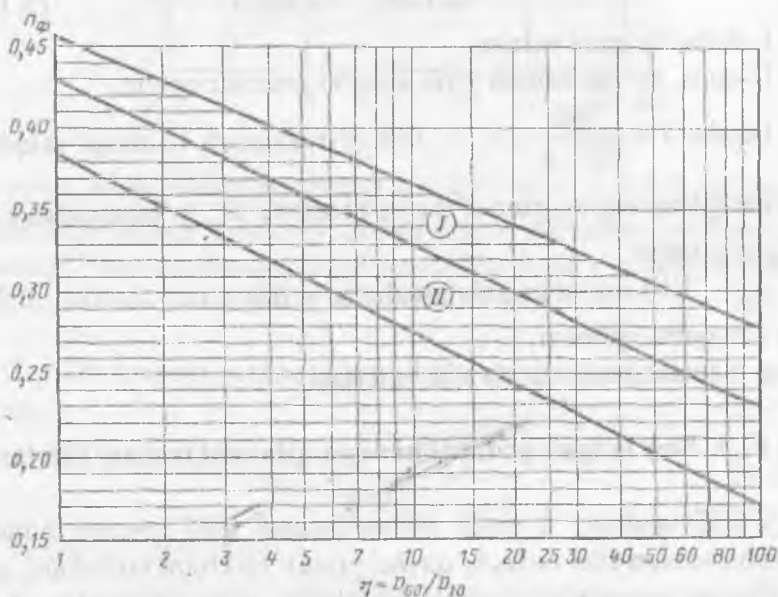
bunda D_i^I – pastdagi qatlam ichiga to'kilishi mumkin bo'lgan yuqori qavatdagi grunt zarrasini diametri;

$\eta_{II}, n_{II}, D_{17}^{II}$ – to'shama (pastdagi) qatlam parametrlari miqdori.

b) D'_i aniqlangan miqdoriga ko'ra gruntning granulometrik tarkibidan D'_i va undan kichik bo'lgan to'kilishi mumkin bo'lgan gruntning foizdagi miqdori P_i aniqlaymiz.

v) P_i miqdoriga ko'ra yuqoridagi grunt qatlami minimal qalinligi $T_{\min}$ ni miqdorini quyidagi shartdan aniqlaymiz.

$$T_{\min} \geq \frac{(5-7)D_{85}}{1 - \frac{P_i}{100}}, \quad (5.109)$$



5.42-rasm. Teskari filtr gruntlarining yo'l qo'yilgan g'ovakligi n_f ni aniqlash grafigi.

7. Filtrni yo'l qo'yilgan g'ovakligi va zichligini aniqlash. Himoya qilinayotgan grunt hamda teskari filtr yo'l qo'yilgan g'ovakligi miqdori ko'p jinslilik koeffitsiyentiga ko'ra 5.42-rasmdagi grafikdan yoki quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin.

$$n_{\phi} = n_0 - 0,1 \cdot \lg \eta, \quad (5.110)$$

bunda: qum, mayda va yirik shag'al gruntlar uchun $n_0 = 0,40$;
shebensimon gruntlar uchun $n_0 = 0,45$.

VODGEO usulida. Sochiluvchan gruntni himoya qilayotgan filtr qatlami qalinligi tutashgan yuza qiya bo'lganda, himoya qilinayotgan filtr materialiga tushishiga yo'l qo'ymaslik sharti bilan topiladi:

$$T = (AD_{50} + a) \operatorname{ctg} \omega, \quad (5.111)$$

I-shebenli grunt uchun;

II-qum, mayda hamda yirik shag'al gruntlar uchun.

bunda: $A = \frac{390}{97 - P_0}$; P_0 – filtr g'ovaklarini foizdagi miqdori,

himoya qilinayotgan grunt o'rtacha diametri D_{50} o'lchamidan katta bo'lgan miqdor.

P_0 – 3.10-rasmdan aniqlanadi; a – filtr enini zaxirasi, 0,3 m teng deb qabul qilinadi;

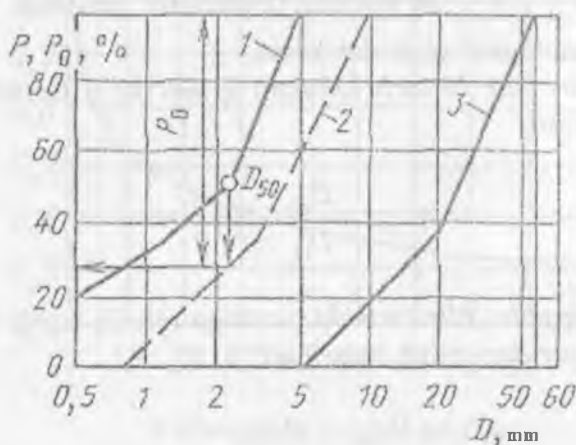
ω – tutashgan yuza qiyalik burchagi.

5.17.3. Bog'langan gruntni himoya qiluvchi teskari filtrlar

VNIIG usulida. I sinfli inshootlardagi gilli gruntni himoya qiluvchi, teskari filtr birinchi qavati grundi tarkibini tanlashda, gilli zarrachalar agregatini ajralib chiqishiga yo'l qo'ymaslik sharti ko'zda tutiladi. II-IV sinfdagi inshootlar uchun $\Delta S = D_0 / 2$ chuqurlikkacha gruntlarni biroz ajralishiga yo'l qo'yiladi. Bunda filtr birinchi qavati uchun $W_n \geq 5$ bo'lganda $D_{0\max} \leq 15\text{ mm}$ kuzatiladi.

1. *Hisobiy bosim gradiyentini aniqlash.* Filtr birinchi qavatiga chiqayotgan oqimning haqiqiy bosim gradiyentiga ko'ra uni hisobiy gradiyentini aniqlaymiz.

$$I_{xus} = 1,25 \cdot I_{chuq}, \quad (5.112)$$



5.43-rasm. Sochiluvchan materialda $n = 0,36$ va $\alpha_n = 0,155$ bo'lganda g'ovakliklar foizdagi miqdori (V. Istomina va V. Burenkova ma'lumotlari asosida) 1-himoya qilinayotgan grunt tarkibi; 2-filtr g'ovaklari tarkibi; 3-filtrni donodorlik tarkibi.

2. Filtr birinchi qatlam g'ovakligining hisobiy diametrini aniqlaymiz.

$$D_{0.xus} = \sqrt{\frac{0,34}{\varphi I_{xus} + \cos \theta}}, \quad (5.113)$$

bunda $\varphi = 0,5 \div 1,0$;

θ – og'irlik kuchi yo'nalishi bilan filtratsiya tezligi vektori orasidagi burchak, bunda $D_{0.xus} \leq 0,583 \text{ sm}$. Filtr g'ovaklariga ma'lum bir agregatlarni ajralib tushishiga yo'l qo'yilganda, (II-IV sinfdagi inshootlar uchun)

$$D_{0.xus} = \sqrt{\frac{2,25}{\varphi I_{xus} + \cos \theta}}, \quad (5.114)$$

3. Haqiqiy gradiyent I_{xus} miqdorini (5.16) formula yordamida aniqlanadigan gradiyentni yo'l qo'yilgan miqdori $I_{y.k}$ bilan solishtirish. $I_{y.k} \leq I_{xus}$ bo'lganda, donadorlik tarkibini yirikligini kamayish tomoniga o'zgartirish kerak.

4. Teskari filtr birinchi qatlami gruntni ko'p jinslilik koeffitsiyentini tanlash.

$$\eta_{f.y.k.} = \frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 50, \quad (5.114)$$

5. Gilli gruntni filtr birinchi qavatiga ajralib tushishini oldini olish uchun quyidagi shart bajariladi:

$$D_{0max} \leq D_{0xus}, \quad (5.115)$$

6. Birinchi qatlam tarkibi quyidagi ifodadan tanlanadi.

$$D_{17} \leq \frac{D_{0xus}}{K \cdot C} \cdot \frac{1 - n_f}{n_f} \quad (5.116)$$

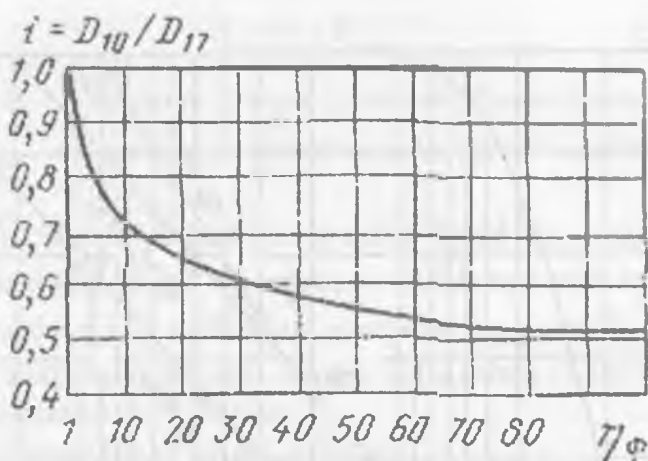
bunda $C = 0,455\sqrt{\eta}$; $K = 1 + 0,05\eta$

$$D_{10} = iD_{17}, \quad (5.117)$$

bunda: i – 5.44-rasmdagi grafikdan aniqlanadi.

$$D_{60} = \eta_f \cdot D_{10} \quad \text{va} \quad D_{100} \leq D_{10} + 10^x D_{60} \cdot \frac{\eta_f - 1}{5\eta_f^2} \quad (5.118)$$

bunda $x = 1 + 1,28 \lg \eta_f$.



5.44-rasm. $\eta_f = f(i)$ grafigi.

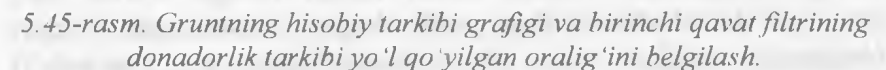
D_{10} , D_{17} , D_{60} va D_{100} ga ko'ra filtr birinchi qavati hisobiy donadorlik tarkibi quriladi (5.45-rasm). Uni yordamida filtr birinchi qavatiga yaroqli grunt donadorlik tarkibini yo'l qo'yilgan chegarasi oralig'i belgilanadi. Ushbu oralig' uchun II egri chiziq yo'l qo'yilgan donadorlik tarkibini pastki chegarasi hisoblanadi. Yuqori chegarasini aniqlash uchun II – egri chiziqdagi $D_{60_{xus}}$ ga to'g'ri kelgan D'_{85} nuqtani va $D_{10_{xus}}$ ga to'g'ri kelgan D'_{15} nuqtani belgilaymiz va ularni birlashtirib, I – egri chiziqning holatini aniqlaymiz.

VODGEO usulida. Teskari filtrni tanlashda ikkita asosiy holat ko'riladi:

1) Filtratsiyaga qarshi qurilma yaxlit va unda uni teshib o'tadigan darzlar paydo bo'lish xavfi yo'q;

2) Yadro yoki ekranda uni yuqori bef tomonidan pastki befi tomoniga teshib o'tadigan darzlar paydo bo'lishi kuzatiladi.

Birinchi holatda (5.17) formula orqali tutashgan qavatda o'pirilishga yo'l qo'ymaslik darkor.



zonasini $\eta_{f_{xis}}$, $D_{35} = D_{10_{xis}}$, $D_{35} = D_{60_{xis}}$; 2-yuqori chegara zonasining

o'zgarishi mumkin bo'lgan chegarasi A-filtr tarkibida $D_i < D_{10}$ (

$D_{\min} = 0,005 \text{ мм}$ dan D_{10} gacha) mayda zarrachalar yo'l qo'yilgan
o'lchami atrofi

Bu usulda ekran yoki yadro gilli gruntini himoya qilayotgan birinchi qavat filtrini tanlashda filtrni mayda donolarga ajralishini hisobga olish joiz, uning hisobiy tarkibi qilib yirik donali tarkibni qabul qilish lozim. Donalarga ajralish koeffitsiyenti quyidagiga teng deb qabul qilinadi.

$$\lambda_i = D_{ip} / D_{ioda}; \quad (5.119)$$

bunda: D_{ip} – donalarga ajralgan grunt zarrachalari diametri;

D_{ioda} – dastlabki (boshlang'ich) grunt zarrachalari diametri.

$\eta = 10 \div 250$ bo'lgan shag'al gruntlar uchun D_{60xis} , D_{50xis} va D_{30xis} qiymatlarini (3.55) ifodadan, λ_i ni hisobga olib aniqlash mumkin. Bunda λ_i 3.5 – rasmdagi grafikdan $D_{10xis} = 0.1 D_{60xis}$ deb qabul qilib aniqlanadi. Ikkinchi hisobiy holat uchun (3.26) hamda (3.30) formulalardan foydalaniladi.

Birinchi qavat filtrini kerakli qalinligi:

$$v_f = R + a, \quad (5.120)$$

bunda: R – darzdan chiqayotgan oqimni maksimal oqish radiusi.

$$R = 1,33 H_{darz} \sqrt{\frac{1}{\ln(8 H_{darz} / \delta)}}, \quad (5.121)$$

H_{darz} – darzni chuqurligi;

δ – darzni kengligi;

$a = 0,3 \div 0,5m$ – filtr kengligini zaxirasi.

Ekranli to'g'onlarda filtr keyingi qatlamining qalinligi unga oldingi qatlamdan grunt tushmasligi shartiga ko'ra (5.44) ifodadan aniqlanadi. Filtrlarni bu usulga ko'ra hisoblash to'g'risida to'liq ma'lumotlar maxsus adabiyotlarda berilgan.

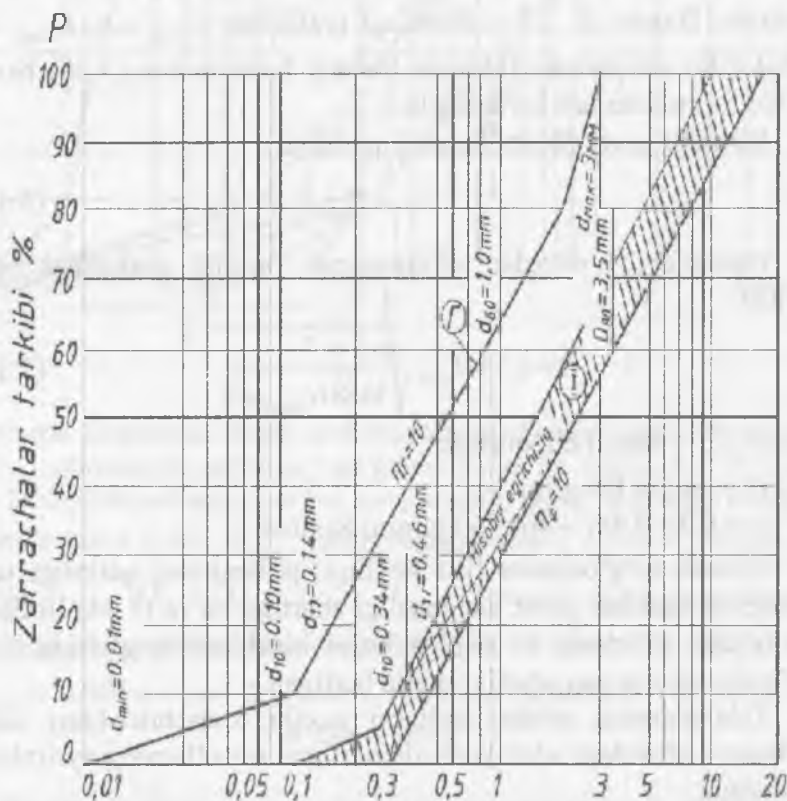
Talabalarning ushbu usullarni yaxshi o'zlashtirishlari uchun qo'llanma ohiridagi adabiyotlarda berilgan misollarning ayrimlarini keltiramiz.

Bog'lanmagan gruntlarni himoya qiluvchi filtrlarni tanlash.

Misol 1. Gruntli to'g'on tanasi (zamani) suffoziyalanuvchi grundi uchun I-qavat filtrni suffoziyalanmaydigan granulometrik tarkibini tanlash.

Boshlang'ich ma'lumotlar.

To'g'on tanasi (zamini) gruntini granulometrik tarkibi 5.46-rasmda keltirilgan. Ushbu grafikdan grunt zarrachalarining quyidagi diametrlarini aniqlaymiz: $d_{\min} = 0,01$; $d_{10} = 0,10$; $d_{17} = 0,14$; $d_{60} = 1,0$; $d_{\max} = 3,0$; ko'p jinslilik koeffitsiyenti $\eta_c = 10$; $\gamma_{ck} = 1,77 \text{ g/cm}^3$; g'ovakligi $n = 0,33$; filtratsiya koeffitsiyenti $k_f = 0,012 \text{ cm/c}$.



5.46-rasm. Suffoziyalanuvchi gruntни himoya qiluvchi filtr tarkibini aniqlash grafigi. G – to'g'on tanasi (zamini) gruti; I-birinchii qavat filtri uchun yaroqli bo'lgan gruntни granulometrik tarkibining yo'l qo'yilgan oraliq'i; II-hisobiy egri chiziq.

Hisoblash tartibi

a) Berilgan gruntни suffoziyalanishini tekshirib ko'ramiz. Buning uchun (5.122) ifodadan gruntни filtratsiya suvlari sizib o'tuvchi g'ovaklarining maksimal diametrini aniqlaymiz.

$$d_{0\max} = 0,455K \cdot \sqrt[n]{\eta} \frac{n}{1-n} \cdot d_{17}, \quad (5.122)$$

$$K = 1 + 0,05 \cdot 10 = 1,5$$

Ushbu miqdorlarni (5.122) ifodaga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$d_{0\max} = 0,455 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[10]{10} \cdot \frac{0,33}{1-0,33} \cdot 0,14 = 0,07 \text{ мм} \quad (5.123)$$

Filtratsiya oqimi bilan suffoziya natijasida yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan zarrachalarning maksimal o'lchamini (5.123) ifodadan aniqlaymiz.

$$d_{cl\max} = 0,77 \cdot d_{0\max} = 0,77 \cdot 0,07 = 0,054 \text{ мм}$$

Ushbu grunda o'lchami 0,054 mm kichik bo'lgan zarrachalar miqdori 8% tashkil qiladi (5.46-rasm), shuning uchun ushbu grunt suffoziyalanuvchidir.

b) Filtratsiya hisoblariga (yoki EGDA usuliga) ko'ra aniqlangan filtrni grunt bilan tutashgan qismidagi bosim gradiyentini maksimal miqdori $I_{p\max} = 0,4$ ga teng.

Gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar diametrini aniqlash uchun (5.124) filtratsiya oqimi ta'sirida yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan grunt zarrachalarining o'lchamini aniqlaymiz.

$$d_{cl} = \frac{K_u \cdot I_{p\max}}{\varphi_0 \cdot \sqrt{\frac{ng}{g \cdot K_f}}} \quad (5.124)$$

$\theta = 90^\circ$ gorizontal filtratsiya harakati.

$$\begin{aligned}\varphi_0 &= 0,6 \left(\frac{\gamma_v}{\gamma_0} - 1 \right) \left[0,82 - 1,8 \cdot n + 0,0062(\eta - 5) \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right) \right] = \\ &= 0,6 \left(\frac{1,77}{1} - 1 \right) \left[0,82 - 1,8 \cdot 0,33 + 0,0062(10 - 5) \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{90^\circ}{8} \right) \right] = 0,08\end{aligned}$$

$$d_{cr} = \frac{1,25 \cdot 0,4}{0,08 \cdot \sqrt{\frac{0,33 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,012}}} = 0,035 \text{ mm}$$

Grunt granulometrik tarkibi grafigidan (5.46-rasm) bunday zarrachalar 7% tashkil qilishini aniqlaymiz (ya'ni 7% > 3-5%).

Bunday holatda d_{cr} (5.124) formuladan aniqlanadi, unda $B = 8$; $d_3 = 0,0125 \text{ mm}$ (5.46-rasmdagi grafikdan) quyidagiga ega bo'lamiz.

$$d_{gr, xis} = B \cdot d_{3-5\%} = 8 \cdot 0,0125 = 0,10 \text{ mm}$$

Agarda $d_{cr} < d_{3-5\%}$ bo'lganda $d_{cr, xis}$ miqdori 5.41-rasmdagi grafikdan $B = 3$ egri chizig'idan qabul qilinar edi.

v) Birinchi qavat filtri gruntining ko'p jinslilik koeffitsiyentini $\eta = 10$ deb qabul qilib 5.42-rasmdagi $n = f(\eta)$ grafigidan g'ovaklikni aniqlaymiz, uning miqdori $n = 0,37$ ga teng.

So'ngra to'kilmaslik sharti bo'yicha birinchi qavat filtrini amaldagi diametri D_{17} aniqlaymiz.

$$D_{17} = \frac{1}{0,252 \cdot \sqrt[6]{\eta}} \cdot \frac{1-n}{n} d_{cr} = \frac{1}{0,252 \cdot \sqrt[6]{10}} \cdot \frac{1-0,37}{0,37} \cdot 0,10 = 0,46 \text{ mm}$$

g) $D_{17} = 0,46 \text{ mm}$ ga ko'ra D_{min} filtrni miqdorini aniqlaymiz. Buning uchun dastlab X darajaning miqdorini aniqlaymiz.

$$X = 1 + 1,28 \lg \eta = 1 + 1,28 \cdot \lg 10 = 2,28$$

$$D_{\min} = \frac{D_{17}}{1 + (0,1 - P_{17})^{\frac{\eta - 1}{5\eta}}} = \frac{0,46}{1 + (0,1 - 17)^{2,28} \cdot \frac{10 - 1}{5 \cdot 10}} = 0,29_{\text{мм}}$$

So'ngra ushbu miqdorlarga $D_{\min} = 0,29_{\text{мм}}$; $\eta = 10$ va $X = 2,28$ ko'ra quyidagi kelib chiqadi:

$$D = 0,29 + 0,052(0,1 \cdot P_i)^{2,28}$$

P_i ni turli qiymatlarini 10, 20...100 berib unga mos kelgan diametrlar miqdorini $D_i, \text{мм}$ da aniqlaymiz.

Masalan: $P_i = 10$ uchun $D_{i0} = 0,29 + 0,052(0,1 \cdot 10)^{2,28} = 0,34_{\text{мм}}$.

$D_{10}, \text{мм}$	D_{20}	D_{40}	$D_{60} = \eta \cdot D_{10}$	D_{80}	D_{100}
0,34	0,54	1,55	3,40	6,29	10,15

Ushbu miqdorlar yordamida $D_{\min}, D_{10}, \dots, D_{100}$ asosan birinchi qavat filtri gruntini suffoziyalanmaydigan hisobiy granulometrik tarkibini quramiz (5.46-rasm).

Filtr grundi granulometrik tarkibini tanlashda hisobiy chiziqdan grunt granulometrik tarkibining yo'l qo'yilgan oralig'ida biroz chetga chiqishga ruxsat etiladi. Ushbu chetlash quyidagicha bajariladi. Bunda ushbu tarkibni pastki chegarasi qilib $D_{\min}$ nuqtadan hisobiy egri chiziqqa o'tkazilgan urinma qabul qilinadi (5.46 – rasm). Ushbu oraliqni yuqori chegarasi $D_{\max}$ nuqtadan D_{10} dan 3% yuqoridagi nuqtani birlashtiruvchi to'g'ri chiziq hamda hisobiy egri chiziqni $P_i = 6\%$ sathdagi nuqtasi bilan tutashgan chiziq hisoblanadi.

d) Filtr grundi filtratsiya koeffitsiyenti miqdorini M. Pavchich formulasidan aniqlaymiz.

$$K_f = \frac{4,0 \cdot 0,40}{\nu} \sqrt[3]{\eta} \frac{n^3}{(1-n)^2} d_{17}^2 = \frac{4,0 \cdot 0,40}{0,01} \cdot \sqrt[3]{10} \cdot \frac{0,37^3}{(1-0,37)^2} \cdot 0,046^2 = 0,135 \text{ m/s}$$

va quyidagi nisbatga ega bo'lamiz

$$\frac{K_f}{K_g} = \frac{0,135}{0,014} = 9,65 \approx 10$$

e) Birinchi qavat filtrini kolmatatsiyanmasligini tekshirib ko'ramiz. Buning uchun birinchi qavat filtrga tutashgan zona gruntidan ajralib chiqishi mumkin bo'lgan zarrachalar o'lchamini (5.123) shartdan aniqlaymiz.

$$d_{st}^{\max} \leq 0,32 \cdot d_{sr};$$

$$d_{st}^{\max} = 0,32 \cdot 0,10 = 0,032 \text{ mm}$$

Ushbu zarrachalar birinchi qavat filtrini kolmatatsiyanmasligi uchun quyidagi (5.124) shartga ko'ra:

$$d_{st} \leq \frac{D_0}{1,1 \cdot a_*} \quad \text{bo'lishi darkor.}$$

(5.125) formuladan D_0 ni aniqlaymiz:

$$D_0 = 0,455 \sqrt[3]{\eta} \frac{n}{1-n} \cdot D_{17} = 0,455 \sqrt[3]{10} \cdot \frac{0,37}{1-0,37} \cdot 0,46 = 0,18 \text{ mm}$$

(5.125)

a_* – qiymati changsimon zarrachalar uchun $a_* = 4,0$ teng deb qabul qilinadi, binobarin

$$d_{st} \leq \frac{0,18}{1,1 \cdot 4} = 0,041 \text{ mm}$$

ushbu shart bajarilyapti, ya'ni $0,032 < 0,041$. Undan tashqari (5.123) shart yechilishini tekshirib ko'ramiz.

$$\frac{D'_{17}}{d_{st}} \geq \frac{1,1(1-n)}{n \cdot 0,455\sqrt{\eta}} \cdot a_*$$

$$\frac{D'_{17}}{d_{st}} = \frac{0,46}{0,032} = 14,3 \cdot \frac{1,1(1-0,37)}{0,37 \cdot 0,455\sqrt{10}} \cdot 4 = 11,2$$

$$14,3 \geq 11,2$$

ushbu shart ham bajarilmoqda.

Binobarin ma'lum bir gidrodinamik sharoitda filtratsiya oqimi tomonidan ajralib chiqadigan $d_{st} = 0,032 \text{ mm}$ o'lchamli zarrachalar birinchi qavat filtriga kolmatatsiyalanmaydi.

Agarda yuqoridagi shartlar bajarilmasa u holda gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar qabul qilingan diametri d_{cz} ni o'zgartirish kerak. U holda quyidagi shartni qabul qilib $D'_0 = 1,1 d_{st} - a_*$, undan $d_{st} = 0,61 d_{st} \cdot a_*$ ga ega bo'lamiz.

Ushbu d_{st} miqdor bo'yicha D_{17} ni yangi miqdori topiladi hamda filtr birinchi qavati gruntining kolmatatsiyalanmaslik shartini qanoatlantiradigan yangi granulometrik tarkibi belgilanadi.

Bog'langan gruntning himoya qiluvchi filtr birinchi qavatining granulometrik tarkibini hisoblash misoli.

Misol 2. Ushbu misolda karer gruntning granulometrik tarkibi noma'lum bo'lgan holat ko'rilmogda.

To'g'on tanasidagi bog'langan gruntning himoya qiluvchi drenaj filtri birinchi qavatini granulometrik tarkibini tanlash.

Boshlang'ich ma'lumotlar.

To'g'on tanasi grundi – qumli gil.

Qumli gilni o'rtacha hisobiy xarakteristikalari:

Gilli zarrachalar tarkibi $d < 0,005 \text{ mm}$ - 15%

Changsimon zarrachalar 0,05 dan 0,005 mm gacha - 20%

Qumsimon 0,05 dan – 2 mm gacha - 45%

Shag'alli zarrachalar $> 2 \text{ mm}$ - 20%

Qumli gil zichligi	- 1,70 g/sm ³
Qumli gil zarrachalari zichligi Δ	- 2,70 g/sm ³
G'ovakligi n	- 0,37
Yumshoqlik soni W_n	- 13,98%
Yumshoqlikni yuqori chegarasi W_T	- 35,46%
Yumshoqlikni quyi chegarasi W_p	- 21,48%
Eng qulay namlik W_{on}	- 17%
Suv shimuvchanlik koeffitsiyenti G	- 0,85

Hisoblash tartibi

To'g'on tanasi materiali quyidagi asosiy parametrlarga ega: gilli zarrachalar miqdori $d < 0,005 \text{ mm} - 15\%$, yumshoqlik soni $W_n = 13,98 > 5$, shuning uchun ushbu grunt bog'langan grunt deb atalib, barcha hisoblarni bog'langan gruntlar uchun bajaramiz.

a) Qumli gil skeleti hajmiy zichligini (buzilgan tarkibda) quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$\gamma_{sk} \geq \gamma_{sk} = \frac{\Delta}{1 + \varepsilon_T}$$

$\Delta = 2,70 \text{ g/sm}^3$, ε_T – namlik, oquvchanlik (yuqori) chegarasida bo'lgandagi g'ovaklik koeffitsiyenti.

$$\varepsilon_T = \frac{\Delta W_T}{100 \cdot \gamma_v} = \frac{2,70 \cdot 35,46}{100 \cdot 1} = 0,96;$$

$$\gamma_{sk} = \frac{2,70}{1 + 0,96} = 1,38 \text{ g/sm}^3$$

Binobarin qumli gilni to'g'on tanasiga yotqizilganda skelet xajmiy zichligi quyidagicha bo'lishi shart:

$$\gamma_{sk} \geq 1,38 \text{ m/m}^3, \text{ loyiha bo'yicha } \gamma_{ck} = 1,70 \text{ m/m}^3.$$

b) EGDA usulida aniqlangan bosim gradiyentini drenajga chiqish joyidagi miqdori $I_{yuk} = 0,75$.

(5.126) ifodaga ko'ra hisobiy bosim gradiyenti quyidagicha qabul qilinadi:

$$I_{xis} = 1,25 \cdot I_{chiq} = 1,5 \cdot 0,75 = 1,13. \quad (5.126)$$

v) I – sinfdagi inshootlar uchun bog'langan grunt zarrachalari agregatini ajralib chiqishiga yo'l qo'yilmaydi.

Bunday holda birinchi qavat filtri g'ovakligining hisobiy diametri D_0^{xis} miqdori (5.127) ifodadan aniqlanadi:

$$D_0^{xis} = \sqrt{\frac{0,34}{\varphi I_p + \cos \theta}} = \sqrt{\frac{0,34}{1 \cdot 1,13 + \cos 45^\circ}} = 0,43 \text{ sm} = 4,3 \text{ mm} \quad (5.127)$$

bunda $\varphi = 1$; $I_p = 1,13$; $\theta = 45^\circ$.

g) Filtr birinchi qavati granulometrik tarkibi asosiy shart (5.128) ni qanoatlantirishi kerak.

$$D_0^{\max} \leq D_0^{xuc} \quad (5.128)$$

bunda: $D_0^{\max}$ – filtr birinchi qavati grunti g'ovakligining maksimal o'lchami (5.129) ifodadan bilinadi.

Filtr birinchi qavati grunti g'ovakligi hisobiy diametriga quyidagicha qabul qilinadi:

$$D_{0\max} = D_0^{xuc} = 4,3 \text{ mm} \quad (5.129)$$

d) Filtr birinchi qavati hisobiy granulometrik tarkibini aniqlash uchun filtr birinchi qavati gruntini ko'p jinslilik koefitsiyentini belgilash darkor.

Filtr birinchi qavati tarkibi sun'iy ravishda tayyorlanishini hisobga olib $\eta_f = 25$ ga teng deb qabul qilamiz.

Qabul qilingan $\eta_f = 25$ uchun g'ovaklikni yo'l qo'yilgan miqdori (5.130) ifodadan topiladi.

$$n_f = 0,45 - 0,1 \lg 25 = 0,31 \quad (5.130)$$

$n_0 = 0,45$ - sheben uchun.

e) D_{17} zarracha o'lchami (5.131) ifodadan aniqlanadi.

$$D_{17} \leq \frac{D_0^{vis}}{K \cdot s} \cdot \frac{1 - n_f}{n_f} = \frac{4,3}{2,25 \cdot 0,78} \cdot \frac{1 - 0,31}{0,31} = 5,5 \text{ mm} \quad (5.131)$$

$$K = 1 + 0,05 \eta_\phi = 1 + 0,05 \cdot 25 = 2,25$$

$$c = 0,455 \sqrt[6]{25} = 0,78$$

j) Zarrachaning amaldagi diametri D_{10} (5.132) ifodadan ko'riladi:

$$D_{10} = i \cdot D_{17} = 0,63 \cdot 5,5 = 3,5 \text{ mm} \quad (5.132)$$

$\eta_f = 25$ uchun 3.11-rasmdan $i = 0,63$ ga teng.

z) Zarrachaning nazorat qiluvchi diametri D_{60} (5.133) formuladan aniqlanadi.

$$D_{60} = \eta_f \cdot D_{10} = 25 \cdot 3,5 = 87,0 \text{ mm} \quad (5.133)$$

i) Zarrachaning maksimal diametri $D_{100} = D_{\max}$ (5.134) ifodadan aniqlanadi.

$$D_{100} \leq D_{10} + 10^x \cdot D_{60} \cdot \frac{\eta_f - 1}{5\eta_f^2} = 3,5 + 10^{2,8} \cdot 87 \cdot \frac{25 - 1}{5 \cdot 25^2} = 420 \text{ mm} \quad (5.134)$$

$$x = 1 + 1,28 \lg \eta_f = 1 + 1,28 \lg 25 = 2,8$$

k) Aniqlangan hisobiy miqdorlarga D_{10} , D_{17} , D_{60} , D_{100} ko'ra filtr birinchi qavati hisobiy granulometrik tarkibi hamda yo'l quyilgan oraliq miqdori quriladi (5.46-rasm).

l) To'g'on tanasidagi bog'langan gruntни teskari filtr bilan tutashgan joyida bo'ylama filtratsiya oqimi bilan yuvilishini tekshirish maqsadida quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$D_{0,\max} \leq \frac{0,56}{(J_p^k + 0,56)^2}, \text{ sm}$$

bunda: J_p^k o'rniga drenaj nishabligi miqdorini J_g qo'yilib, hosil bo'lgan miqdor $D_{0,\max}$, D_0^{xis} (5.129) bilan tenglashtiriladi.

Ushbu misol uchun $J_0 = 0,1$ deb qabul qilamiz u holda:

$$D_{0,\max} = \frac{0,56}{(0,1 + 0,56)^2} = 1,28 \text{ sm}$$

binobarin, asosiy shart (3.52) bajarilyapti ya'ni:

$$D_{0,\max} = 1,28 > D_0^{\text{nis}} = 0,43 \text{ sm}$$

Shundan kelib chiqadiki tutashgan joyda yuvilish bo'lmaydi.

5.18. Gruntli to'g'on qiyaligi turg'unligi

Gruntli to'g'onlar qiyaligining turg'unligi masalasi gruntli gidrotexnika inshootlarining loyihalashda hozirgacha o'ta muhim va eng kam o'rganilgan bo'limi bo'lib qolmoqda.

Gruntli to'g'on siljishga bo'lgan turg'unligining o'z og'irligi bilan ta'minlaydi. Shuning uchun uni tekshirish zaruriyati yo'q. Gruntli to'g'onning faqat qiyaliklari, o'z turg'unligini yo'qotishi mumkin. Ushbu yo'nalishda birinchi qadamni Kulon qo'ydi. U tirkak devorlarni tadqiq qilishda shu narsani aniqladiki, qumlarda o'pirilish yuzasi tekislik bo'lib, shunga asosanib u grunt bosimini tirkak devorga ta'sirini hisoblash usulini yaratdi.

Hisoblash usuli hamda hisoblash sxemalariga quyidagi talablar qo'yiladi:

1) Mexanikaning asosiy qoidalariga mos kelishi hamda hisobiy modelda yuz beradigan barcha xodisalarni fizik tomonini o'zida aks ettirishi;

2) Massivga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarni (har xil tashqi kuchlar, inshootni o'z og'irligi, filtratsiya, muallaq, gidrodinamik, seysmik kuchlar) hisobga olish;

3) Har xil xarakteristkali gruntlardan (ρ, γ, c va b .) iborat massivda, har xil gruntlar uchun hisoblarni bajarish;

4) Loyiha amaliyotida keng foydalanish uchun yetarlicha sodda bo'lishi;

5) Naturadagi yoki eksperimental tadqiqot natijalariga mos kelishi.

Mavjud usullar u yoki bu darajada taqribiy, chunki ular yuqoridagi talablarni bir yoki bir nechtasini bajarmaydi. Masalan, deyarli barcha taqribiy usullar statika shartlarini qanoatlantirmaydi, ularning ko'pchiligi massiv grundi turg'unligini buzilishini fizik xolatini ifoda etmaydi, ba'zilar barcha kuchlarni (masalan gidrodinamik kuchlar) hisobga olmaydi, ba'zilaridan esa, faqat bir jinsli gruntlarda foydalanish mumkin. Ayrimlari foydalanish uchun juda murakkab, ko'plari naturadagi yoki eksperiment ma'lumotlari bilan tasdiqlanmagan.

Qiyalikni turg'unligini hisoblashni mavjud usullariga ikkita nazariya asos qilib olingan: chegaraviy muvozanatlik nazariyasi hamda sirpanib tushadigan grunt parchasining qotib qolgan modeli deb ataladigan hisobiy modelga asoslangan nazariya.

Birinchi nazariya aniqroq hamda matematik yechimga ega, biroq amaliy hisoblarda qo'llanish uchun murakkab. Ushbu nazariya bilan Renkin, V.I. Novotortsev, V.V. Sokolovskiy, S.S. Golushkevich, V.G. Berezansev va boshqalar shug'ullanishgan.

Ikkinchi nazariyaga ko'ra turg'unlik buzilishi ayrim siljish yuzasida hosil bo'lib, ushbu yuzada chegaraviy kuchlanganlik holati yuz beradi, deb ta'savvur qilinadi. Bunda chegaraviy siljishga bo'lgan mustahkamlik Kulon formulasi bilan ifodalanishi mumkin:

$$\tau_{pr} = \sigma \tan \varphi + c$$

Bu usullar siljish sirtini xarakteriga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

- 1) egri chiziqli siljish yuzasiga ega usullar;
- 2) tekis siljish yuzasiga ega usullar;
- 3) aralash siljish yuzasiga ega usullar.

Hozirda gruntli to'g'onlar qiyaligi turg'unligini hisoblashda silindrik yuza bo'ylab siljish usuli keng tarqalgan. Ushbu usulni birinchi marta 1916-y Shved injenerlari Peterson va Gyultin tomonidan taklif qilingan. Keyinchalik V.Fellenius, K.Tertsagi, G.Krey, O.K.Frelux, M.Kako, D.Taylor, N.N.Maslov, A.A.Nichiporovich, A.L.Mojevitinov, R.R.Chugaev, I.V.Fedorov hamda V.S.Zabavin va boshqalar tomonidan takomillashtirilgan.

Qiyalikning turg'unlik darajasi bunda turg'unlik zaxira koefitsiyenti orqali aniqlanadi.

5.19. Gruntli to'g'on pastki qiyaligi turg'unligini hisoblash

5.19.1. To'g'on pastki qiyaligi turg'unligini aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usuli bilan hisoblash

Hisoblashning maqsadi to'g'onning berilgan ko'ndalang kesim yuzasi uchun qiyalik turg'unlik koefitsiyentini eng kichik miqdorini aniqlash.

Hisoblashlarni tekislikdagi masala uchun aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usulida amalga oshiramiz. Hisoblashlarni to'g'on ishlashini 3 ta holat uchun bajaramiz.

I-holat (asosiy) yuqori befda normal dimlangan suv sathi (NDO) drenajlar yaxshi ishlayapti, to'g'ondan sizib o'tayotgan suvlar turg'un filtratsiya harakatida, pastki befda suv bo'lganda uni holatini mumkin bo'lgan darajada yuqori qabul qilinadi, lekin 0,2 N dan katta emas, bu yerda N – to'g'on balandligi.

II-holat (asosiy) yuqori befda normal damlangan suv sathi (NDO), pastki befda suv sathi asosiy yuklar ta'siriga tegishli bo'lgan eng ko'p suv sarfi bilan aniqlanadi.

III- holat (maxsus, alohida) yuqori befda maksimal dimlangan suv sathi (MDO), pastki befda suv sathi eng yuqori bunday holat to'g'ondagi drenajlar ishlashi buzilganida yuz beradi;

SNIP 2.06.05.84ga ko'ra to'g'on qiyaligini turg'unligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$K \geq \frac{\gamma_n \gamma_{fc}}{\gamma_c} \quad (5.135)$$

γ_n – puxtalik ko'effitsiyenti 5.13-jadvaldan olinadi; γ_{fc} – kuchlar birikmasi (yig'indisi) ko'effitsiyenti 5.14-jadvaldan qabul qilinadi. γ_c – ishlash sharti ko'effitsiyenti 5.15-jadvaldan olinadi.

γ_n ko'effitsiyentining miqdori

5.13 – jadval

Inshoot sinfi	I	II	III	IV
γ_n	1,25	1,20	1,15	1,10

γ_{fc} ko'effitsiyentining miqdori

5.14-jadval

Kuchlar birikmasi	Asosiy	maxsus	Qurilish davrida
γ_{fc}	1	0,9	0,95

γ_s ko'effitsiyentining miqdori

15-jadval

Hisoblash usuli	Muvozanat shartini qanoatlantiradi	Sodda usul
γ_s	1,0	0,95

To'g'on qiyaligining turg'unligini aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usulida hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Ma'lum masshtabda to'g'on pastki qiyaligining asosi bilan birgalikda depressiya egri chizig'ini ko'rsatib chizib olamiz. Agar pastki qiyalikda berma bo'lsa, yoki qiyalik ko'effitsiyenti har xil qilib loyihalangansa, hisoblash uchun qiyalikni o'rtacha chizig'i qabul qilinadi.

II. Mavjud usullardan birini qo'llab, siljish yuzasini sinash markazini aniqlaymiz (1-7). V.V. Aristovskiy tavsiya qilgan usul bo'yicha ushbu yuza markazi quyidagicha tartibda topiladi.

Qiyalikni o'rtasidan "os" vertikal o'tkaziladi, so'ngra "a" nuqtadan qiyalikka nisbatan 85^0 hosil qilib a d chizig'i yoziladi.

"A" va "V" nuqtalaridan R_1 radiusli yoylar chiziladi. R_1 – ni qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$R_1 = \frac{R_H + R_v}{2}$$

Bu yerda: R_H , R_v – siljish yuzasi radiusining pastki hamda yuqori qiymati;

R_H bilan R_v qiymatini quyidagicha aniqlaymiz:

$$R_H = \gamma_H H_n, \quad R_v = \gamma_v H_n$$

Bu yerda γ_H va γ_v qiymati qiyalik koeffitsiyentiga ko'ra 5.16-jadvaldan olinadi.

γ_H va γ_v qiymati

5.16-jadval

m	1	2	3	4	5	6
γ_H	1,1	1,4	1,9	2,5	3,3	4,5
γ_v	2,2	2,5	3,2	4,7	5,8	6,7

H_n – to'g'on balandligi, m;

Bu radius bilan chizilgan yoylar "0" nuqtasida kesishadi "a" nuqtasidan radiusi $K = \frac{ao}{2}$ ga teng bo'lgan "ve" yoyini o'tkazamiz.

vv' oe' yev, siljish egri chizig'ining markazi "vo" chizig'ida joylashgan bo'lib, bu chiziqning sinov markazlari chizig'i deb qabul qilinadi.

II. Yuqoridagi qoida bo'yicha markazni tanlab R radiusli siljish egri chizig'ini chizamiz. Bu radiusning qiymatini shunday

tanlaymizki, yoy taxminan to'g'on ustining yarmi hamda asosining bir qismini o'z ichiga olishi darkor.

Agar to'g'on asosi qiya tosh grunt dan iborat bo'lsa, u holda siljish egri chizig'ini shu asosga tegib o'tadigan qilib chizamiz.

VI. Bu egri chiziq bilan chegaralangan maydon kengligi

$$v = \frac{R}{m_0}$$

(ko'pincha m_0 10 yoki 20 deb qabul qilinadi) bo'lgan ixtiyoriy "n" bo'lmalar taqsimlanadi. Bo'lmalar nomerlanib, v_p nolinchi bo'lmani sirpanish markazidan o'tadigan vertikal chiziqqa joylashtiriladi va qolgan bo'lmalarning o'ng va chap tomonga kiritib tartib raqamlari bilan belgilanadi.

V. Butun siljish oblasti gruntlar holatiga ko'ra yana xarakterli zonalarga bo'linadi (38-rasm).

I-zona qiyaligi yuzasidan depressiya egri chizig'igacha. Bu joydagi grunt ni zichligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\rho_I = \rho = 1,1 \rho_S (1-n) \quad (5.135)$$

bu yerda; ρ_S – grunt zarrachalarining zichligi;

n – shu joydagi grunt g'ovakligi;

II-zona depressiya egri chizig'idan to'g'on asosigacha, bu zonadagi grunt zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho_{II} = \rho_{mok} = \rho_S (1-n) + \rho n \quad (5.136)$$

III-zona to'g'on asosidan siljish egri chizig'igacha, bu zonadagi grunt zichligi:

$$\rho_{III} = \rho_{vzv} = (1-n) (\rho_S - 1) \quad (5.137)$$

VI. Oldin har bir zona uchun unga ta'sir qilayotgan tashqi va ichki kuchlarning miqdorini aniqlaymiz, so'ngra butun massiv uchun bu kuchlarning yig'indisini olamiz. Umumiy holda ajratilgan bo'linmadagi grunt uning og'irlik kuchi, yon bo'linmadagi

gruntning bosimi hamda filtratsiya oqimlari bosim kuchi ta'siridadir.

Bu kuchlarning har biri alohida ko'rib chiqamiz

a) har bir bo'linmadagi gruntning og'irligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$G_p = (\rho_I h^I + \rho_{II} h^{II} + \rho_{III} h^{III}) v \quad (5.138)$$

bu yerda: v – bo'linma kengligi, m;

h^I, h^{II}, h^{III} – bo'linma zonalarini balandligi, m;

b) og'irlik kuchini ikkita normal "N_n" va urinma "T_p" proyeksiyalari topiladi.

$$N_n = G_p \cos \alpha_n \quad (5.139)$$

$$T_n = G_p \sin \alpha_n \quad (5.140)$$

bu yerda: α_n – i – bo'linma tubining gorizontga og'ish burchagi;

Hisoblarni osonlashtirish uchun uni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\sin \alpha_{nl} = \frac{n_{bv}}{R} = \frac{n_o}{m_o} \quad (5.141)$$

bu yerda: n_0 – bo'linmaning tartib nomeri;

m_0 – 10 yoki 20 ga teng son.

v) bo'linmaga ya'na ishqalanish kuchi ham ta'sir qiladi:

$$S_n = (N_n - W_f) \operatorname{tg} \varphi_i \quad (5.142)$$

Bu yerda W_f – filtratsiya bosimi;

φ_i – gruntning ichki ishqalanish burchagi;

$$W_f = \frac{\gamma_b (h^{II} + h^{III}) * b}{\cos \alpha_n} \quad (5.143)$$

g) Tutashuvchanlik kuchi:

$$S = C_i \ell_n \quad (5.144)$$

bu yerda: ℓ_n – bo'linmadagi siljish egri chizig'ining uzunligi, m;

C_i – gruntning solishtirma tutashuvchanligi.

d) bo'linmalarni vertikal tomonlariga ta'sir qiladigan yon bosim kuchi yig'indisi nolga teng hamda ular hisobga kiritilmaydi.

e) bo'linmani og'irlik markazidagi seysmik inertsiya kuchlari quyidagicha aniqlanadi;

$$S_{in} = \alpha_c K_c G_p \quad (5.145)$$

bu yerda: α_c – miqdori 1,5 ga teng koeffitsiyent; K_c – qurilish rayonining baliga bog'liq seysmiklik koeffitsiyenti. 5.17-jadvaldan olinadi.

5.17-jadval

K_s ni qiymati

Zilzila kuchi	K_s koeffitsiyenti
7-ball	0,025
8- ball	0,05
9-ball	0,1

j) pastki befddagi suvni gidrostatik bosim kuchi (butun siljish yuzasiga)

$$W_0 = \frac{y_v n_{nb}^2}{2} \quad (5.147)$$

bu yerda: h_{n0}^2 – pastki befddagi suvni chuqurligi, m; hisoblashlarda gruntarning fizik-mexanik xossalarini 5.18-jadvaldan qabul qilamiz.

Qiyalikning turg'unlik koeffitsiyentini quyidagi ifoda yordamida aniqlaymiz:

$$K_U = \frac{\sum (G_n \cos d_n - W_f) \operatorname{tg} \varphi_1 + \sum G_n l_n + W_0 r/R}{\sum G_n \sin d_n + \sum \sin r/R} \geq \frac{Y_n}{Y_s} \quad (5.148)$$

bu yerda: r, r_s – W_0 va S_i kuchlarini yelkasi.

Hisoblashlarni osonlashtirish uchun tutashuvchanlik kuchini "S" qiymati har bir bo'linma uchun emas, solishtirma tutashuv-

chanligining qiymati bir xil bo'lgan uchastkalari uchun aniqlanadi. Shu uchastkalardagi siljish egri chizig'ini uzunligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$L_i = \frac{PR\beta_i}{180} \quad (5.149)$$

bu yerda: β_i – bir xil solishtirma tutashuvchanlikka ega bo'lgan uchastkalar chegarasini birlashtiradigan siljish markazi radiuslari orasidagi burchak.

Hisoblarni EHM da bajarish qulay, agar qo'lda hisoblanganda jadval ko'rinishida amalga oshiriladi. (5.19-jadval)

5.18-jadval

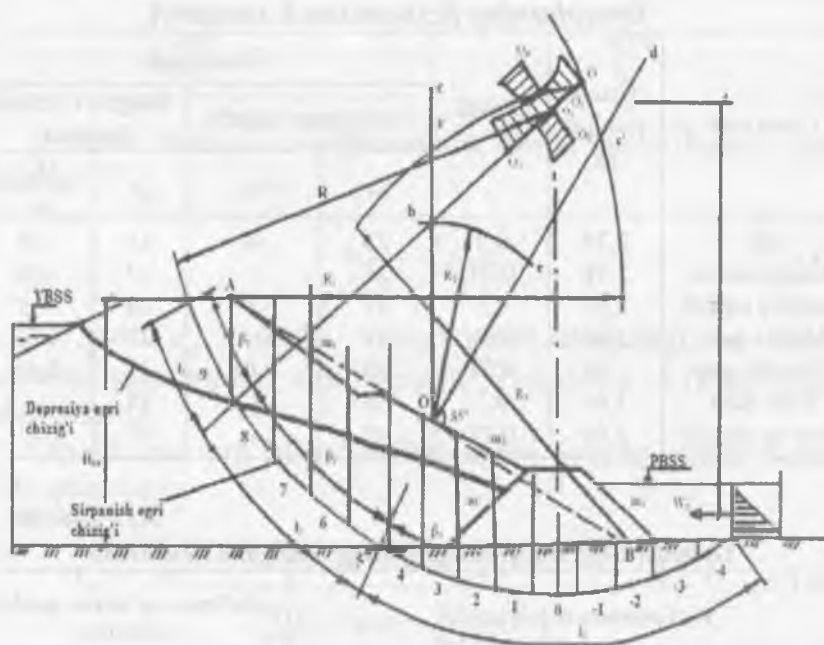
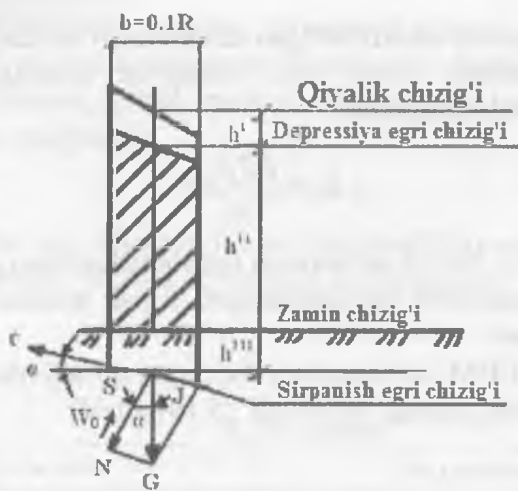
Gruntlarning fizik-mexanik xossalari.

Grunt turi	Grunt zichligi ρ_s	G'ovaklik n	Grunt holati			
			Tabiiy nam holatda		Suvga to'yingan holatda	
			φ_0	$C_{v/m}^3$	φ_{II}^0	$C_{v/m}^3$
Gil	2,74	0,3	23	10	14	5,0
Qumloq tuproq	2,71	0,27	24	5	17	3,0
Qumloq tuproq	2,70	0,3	27	2	20	0,5
Mayda qum	2,66	0,4	32	0,02	32	0,02
O'rtacha qum	2,66	0,35	35	0,01	35	0,01
Yirik qum	2,66	0,3	36	-	38	-
Tosh va shag'al	2,66	0,27	40	-	40	-

5.19-jadval

Grunтли to'g'on qiyaligini turg'unligini hisoblash

Bo'linmaning o'z og'irligi								Bo'linma og'irligini tashkil etuvchilari			
Bo'linma №	h^I	h^{II}	h^{III}	$\gamma^I \times h^I$	$\gamma^{II} * h^{II}$	$\gamma^{III} * h^{III}$	$G = b \Sigma \gamma h$	$\sin \alpha$	$T = G \sin \alpha$	$\cos \alpha$	$N = G \cos \alpha$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



5.47-rasm. Gruntli to'g'onlar pastki qiyaligi turg'unligining hisoblash sxemasi.

5.19.2. Qiyalikning mahalliy turg'unligini aniqlash

Filtratsiya oqimining pastki qiyalikka sizib chiqish joyida mahalliy o'pirilish yuz bermasligini tekshirish uchun quyidagi hisoblarni bajarish kerak.

Qiyalikdagi birlik xajmdagi bog'lanmagan gruntни muvozanat tenglamasi (A nuqta-rasm) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi (barcha kuchlarni qiyalik yuzasiga proeksiyasi):

$$\rho_w l + \rho_{vzv} \sin \alpha = \rho_{vzv} \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi, \quad (5.150)$$

bunda: ρ_w – suvni zichligi; l – filtratsiya oqimining qiyalikka chiqish joyidagi gradiyenti, uni miqdori $l = \sin \alpha$ ga teng deb qabul qilinadi;

ρ_{vzv} – gruntни muallaq holatidagi zichligi; α – qiyalikni gorizontga og'ish burchagi; φ – gruntning ichki ishqalanish burchagi.

(5.150) formuladan pastki qiyalik gruntни mahalliy filtratsiya o'pirilish yuz bermaydigan turg'unligini ta'minlovchi ichki ishqalanish burchagini miqdoriga ega bo'lamiz:

$$\operatorname{tg} \varphi \geq (\rho_w + \rho_{vzv}) \operatorname{tg} \alpha / \rho_{vzv} \quad (5.151)$$

yoki, agarda $\rho_{vzv} \approx 1$ teng deb qabul qilsak, u holda

$$\operatorname{tg} \varphi \geq 2 \operatorname{tg} \alpha \text{ bo'ladi.}$$

Qiyalik buzilib (sizib chiqayotgan filtratsiya oqimi ta'sirida oqib) ketmasligi uchun qiyalikka qiya drenaj qilish yetarli bo'ladi. Bunday drenaj pastki qiyalikka gruntни muzlashdan saqlash uchun amalda doimo o'rnatiladi. Agarda to'g'on tanasiga drenaj o'rnatilsa yanada samaraliroq bo'ladi, chunki bunda depressiya egri chizig'i qiyalikka umuman chiqmaydi.

Filtratsiya oqimining qiyalikka sizib chiqish joylarida **bikr** bog'lanish kuchiga ega bo'lgan bog'langan gruntlardan iborat qiyalikni mahalliy turg'unligini ta'minlash yaxshiroq ta'minlanadi.

5.19.3. Ekran va uning himoya qatlami turg'unligini hisoblash

To'g'onlardagi ekranning turg'unligini hisoblashga bog'lanmagan gruntdan iborat bo'lgan himoya qatlamini ekran yuzasi bo'yicha siljib tushishi va ekranni himoya qatlami bilan birga siljishini tekshirish kiradi.

Himoya qatlamini va ekranning himoya qatlami bilan birgalikda turg'unligini aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usulida tekshirish mumkin.

Yupqa ekranlar uchun tekshirishni tekis (yassi) yuza bo'ylab siljish usulida amalga oshirish mumkin (13). Ekranning turg'unlik zapas koeffitsiyenti passiv Ye_p va aktiv Ye_a bosimning nisbati bilan aniqlanadi:

$$K_{zap} = \frac{E_{nac}}{E_{aKT}}; \quad (5.152)$$

Aktiv bosim kuchi "AV" vertikalining o'ng tomonidan ta'sir qiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{akt} = G_I \cos \theta_I \sin \theta_I \quad (5.153)$$

Passiv bosim kuchi "A V" vertikalning chap tomonidan ta'sir qiladi.

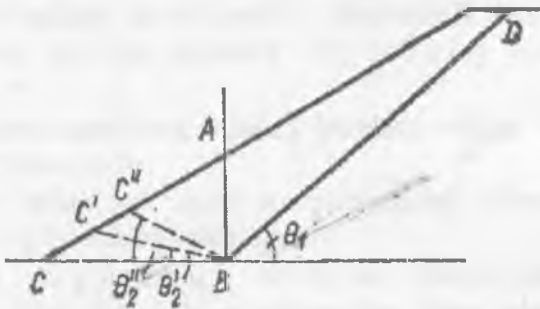
5.20-jadval

Grunтли to'g'on qiyaligining turg'unligini hisoblash

Bo'linmaning o'z og'irligi								Bo'linma og'irligini tashkil etuvchilari			
Bo'lin -ma №	h_I	h_I^I	h_I^{II}	γ_x^I h^I	$\gamma_{II}^{I*} h$	$\gamma_{II}^{II*} h^I$	$G = b \Sigma \gamma_h$	$\sin \alpha$	$T = G \sin \alpha$	$\cos \alpha$	$N = G \cos \alpha$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5.19-jadval davomi

Ishqalanish burchagi		Tuta- shuv- chanlik kuchi	Pastki befdagi suvni gidrostatik bosim kuchi	Seysmik kuchlar momenti
13	$(h^{II} + h^{III}) \gamma_0^* b$			
14	$E_{\text{pas}} = \frac{(h^{II} + h^{III}) \gamma_0^* b}{\cos \alpha}$			
15	$N = W_n$			
16	$\text{tg } \varphi$			
17	$(N - W_n) \text{tg } \varphi$			
18	C			
19	Yoy uzunligi “p”			
20	$C = cl$			
21	W_0			
22	$W_0^* R$			
23	K_c			
24	$S_{\text{in}} = K_c \cdot 1.5G$			
25	$\Delta = 0.5(h^{II} \cdot h^{III} \cdot h^{IV})$			
26	$R^* \cos \alpha$			
27	$r_1 = R \cos \alpha - \Delta$			
28	$S_m^* r_1$			
29	$S_m^* r_1 / R$			



5.47-rasm. Ekran va himoya qatlami hisoblash sxemasi.
1-himoya qatlami; 2-ekran.

$$E_{\text{pas}} = G_1 \cos^2 \theta_1 \text{tg } \varphi + G_2 \text{tg}(\varphi + \theta_2) + C(L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos \theta_2) \quad (76)$$

Bu yerda:

G_1 – ekranning yoki himoya qatlamini “A V” vertikalning o‘ng tomonidagi og‘irligi;

θ_1 – ekranni yoki himoya qatlamini gorizontga og'ish burchagi;

$G_2 \operatorname{tg}(\varphi + \theta_2)$ qiymat eng kichik bo'lganda ekran yoki himoya qatlamining $V S S^1$ qismini og'irligi;

L – solishtirma tutashuvchanlik (himoya qatlamini hisoblashda $s=0$ teng)

L_1 – ekran uzunligi, m;

L_2 – ekranni $G_2 \operatorname{tg}(\varphi + \theta_2)$ eng kichik bo'lganda “AV” vertikalidan chapda joylashgan qismi asosini uzunligi (3θ-rasmda $L_2 = VS$) eng kichik miqdori tanlov yo'li bilan θ_2 har xil qiymati uchun aniqlanadi. Bunda θ_2 qiymatining 5° oralig'ida berib boriladi.



6-BOB.

GRUNTLI TO'G'ONLARDAGI NOTURG'UN FILTRATSIYA

6.1. Noturg'un filtratsiyani umumiy masalalari

Har xil maqsadlardagi suv inshootlari bo'g'inini loyihalash va qurish tajribasi shuni ko'rsatyaptiki, ularning asosiy inshooti to'g'onlar hisoblanadi. So'nggi paytda ko'proq gruntli to'g'onlar qurilmoqda. Bunday to'g'onlarni qurish uchun kam suv o'tkazuvchan gruntlardan nafaqat filtratsiyaga qarshi qurilmalar (ekran, yadro), balki to'g'on tanasida ham keng qo'llanilmoqda.

Kam suv o'tkazuvchan gruntдан qurilgan to'g'onlarga yuqori befdagi suv sathi birdaniga pastlaganda ularning yuqori qiyaliklarini turg'unligi katta xavf tug'diradi. Bunday holatda to'g'ondagi depressiya egri chizig'i yuzasi yuqori befdagi suv sathidan ancha orqada qoladi. Buning natijasida yuqori qiyalik tomonga yo'nalgan suvni xavfli gidrodinamik bosim kuchi yuz beradi. Buni hisobga olmaslik to'g'onlarning buzilishiga olib keladi.

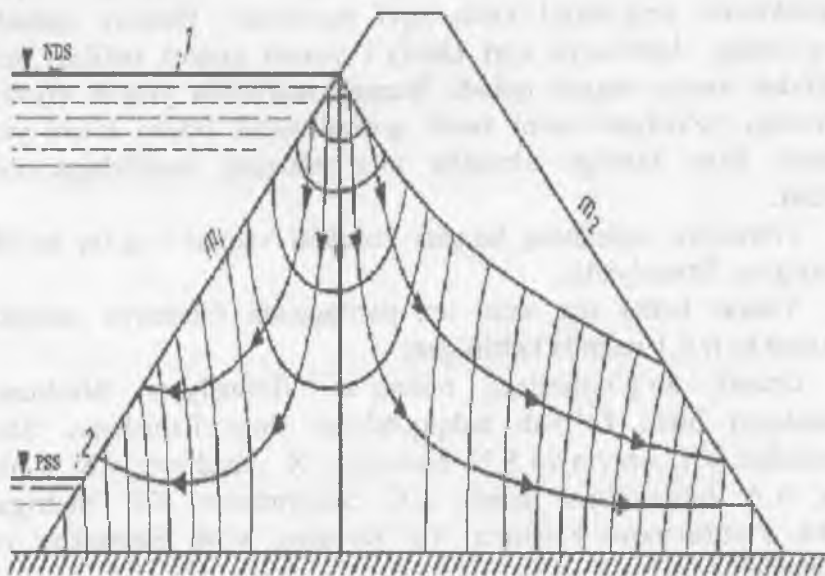
Filtratsiya oqimining bunday harakati vaqtga bog'liq bo'lib noturg'un filtratsiyadir.

Yuqori befdagi suv sathi tez pastlaganda filtratsiya oqimini harakat to'ri 6.1-rasmda keltirilgan.

Gruntli to'g'onlardagi noturg'un filtratsiyani hisoblash masalalari bilan ko'plab tadqiqotchilar shug'ullanishgan. Shu jumladan, V.I. Aravin va S.N. Numerov, X. Abadjiev, N.N. Verigin, A.A. Mojevitinov hamda A.G. Suleymanov, V.P. Nedriga, P.Ya. Polubarinova Kochina, Ye. Reynius, V.M. Shestakov va boshqalar.

Birinchi marta noturg'un filtratsiyani umumiy tenglamasi N.E. Jukovskiy tomonidan taklif qilingan, ammo uning yechimi juda murakkab, shuning uchun umumiy ko'rinishda amalda qo'llanilmaydi.

J.Bussinesk tomonidan noturg'un filtratsiya tenglamasini soddalashtirilgan ko'rinishi taklif qilindi. J.Bussinesk bunda filtratsiyalovchi massivning bir jinsli g'ovak material bilan to'ldirilgan kanal deb qaraydi. Undagi har bir kesimda gorizontaal tezlikni o'zgarmas deb qabul qiladi. Inertsiya kuchlarini juda kichik deb hisoblaydi. Keyinchalik bunday xulosa P.Ya. Polubarinova Kochina tomonidan rivojlantirildi. V.M. Shestakov tomonidan esa Bussinesk taklifi tajriba yo'li bilan tekshirib ko'rildi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, vertikal bo'yicha gorizontaal tezlikni o'zgarmas deb qabul qilingan faraz haqiqatga to'g'ri kelmasa-da, biroq depressiya egri chizig'i yuzasidagi gorizontaal tezlik (tajribada olingan aniqlikda) vertikalidagi gorizontaal tezlikni o'rtacha miqdoriga teng ekan. Ushbu xulosani hisobga olganda gruntidagi suvning harakati Bussinesk tenglamasi bilan ifodalanishi mumkin.



6.1-rasm. Suv omborida suv sathi birdaniga pastlaganda filtratsiya oqimining harakat sxemasi. 1- suv sathi boshlang'ich holatda; 2- suv sathini pastlagandan keyingi holati.

Suv to'siq gorizontall hamda filtratsiya koeffitsiyenti o'zgarmas bo'lganda bir o'lchamli masalalar uchun Bussinesk tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{K_T}{\mu} \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial h}{\partial x} \right), \quad (6.1)$$

Bunda: h – gidrodinamik bosim;

x – depressiya egri chizig'i nuqtasining abssissasi;

t – vaqt;

K_T – gruntning filtratsiya koeffitsiyenti;

μ – gruntni suv beruvchanlik koeffitsiyenti.

Ushbu (1.1) tenglamani yechish uchun ko'plab taqribiy usullar taklif qilingan. Jumladan ikki xil linearizatsiya usuli. Birinchi linearizatsiya usuli Bussinesk tomonidan taklif qilinib, eng sodda va amalda keng qo'llanilgan. Ushbu usulning mohiyati shundaki, bunda (6.1) tenglamada qavs ichidagi ko'paytuvchi h boshqa doimiy miqdor h_{yp} bilan almashtiriladi, uning natijasida quyidagi ko'rinishdagi chiziqli tenglama hosil bo'ladi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}, \quad (6.2)$$

bunda doimiy miqdor $a = \frac{K_T h_{yp}}{\mu}$ – sath o'tkazish koeffitsiyenti deyiladi.

Ikkinchi usul N.N. Verigin tomonidan taklif qilingan. U noma'lum funksiya sifatida h emas, h^2 qabul qiladi hamda uni quyidagicha belgilab $h^2 = u$ quyidagi tenglamaga ega bo'ladi:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{K_T}{\mu} \sqrt{u} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (6.3).$$

ushbu tenglamadan $\sqrt{u}$ doimiy miqdor h_{yp} bilan almashtirsak quyidagi to'g'ri chiziqli tenglama chiqadi:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (6.4)$$

Boshqa linearizatsiya usullari ham mavjud, lekin ular bizning tadqiqotlarimiz maqsadidan uzoqroq, shuning uchun ularni biz bu yerda ko'rib chiqmaymiz.

Linearizatsiyalangan bir o'lchamli Bussinesk tenglamasi yordamida gruntli gidrotexnika inshootlaridagi filtratsiyani qator masalalari yechilgan. Ushbu ishlar ichida bizni qiziqtirayotgan masalaga eng yaqini V. Shestakov yechimidir. Unda bir jinsli hamda yadroli to'g'ondagi noturg'un filtratsiya ko'rib chiqilgan.

Shestakov (6.1) tenglamani yechishda ikkinchi lineari-zatsiyalash usulidan foydalangan va suv omboridagi suv sathini pasayishini to'g'ri chiziq qonuni bo'yicha qabul qilgan.

6.2. Bir jinsli drenaj prizmalı to'g'onning filtratsiya hisobi

Bunday to'g'onning hisoblash sxemasi 6.2-rasmda keltirilgan. Boshlang'ich depressiya egri chizig'i qilib Dyupyui parabolası qabul qilingan. Unda uncha katta bo'lmagan EFG uchburchagini ta'sirini hisobga olmaymiz. Ushbu farazdan foydalanish mumkinligi tajribalar yordamida tasdiqlangan.

Yuqori befdagi suv sathining pasayish tezligi ϑ , pastki befdagi suvning pasayishi tezligi esa ϑ_2 bo'lsin. Hozircha yuqori befda suvni sizib chiqish balandligini hisobga olmaymiz.

Pastki befda soddalashtirish uchun hisobiy sath h_2 ni quyidagicha qabul qilamiz:

$$h_2 = h_n + h_m, \quad (6.5)$$

bunda uni o'zgarishining ham xuddi h_m sath kabi qabul qilamiz, ya'ni h_m ni o'zgarmas deymiz.

Drenaj prizma mavjud bo'lganda va pastki befdagi suv sathini o'zgarishi uncha ko'p bo'lmaganda drenaj prizma ichki qiyaligini

tik deb qabul qilish mumkin. Masalani chegara shartlarini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$t = 0$ da,

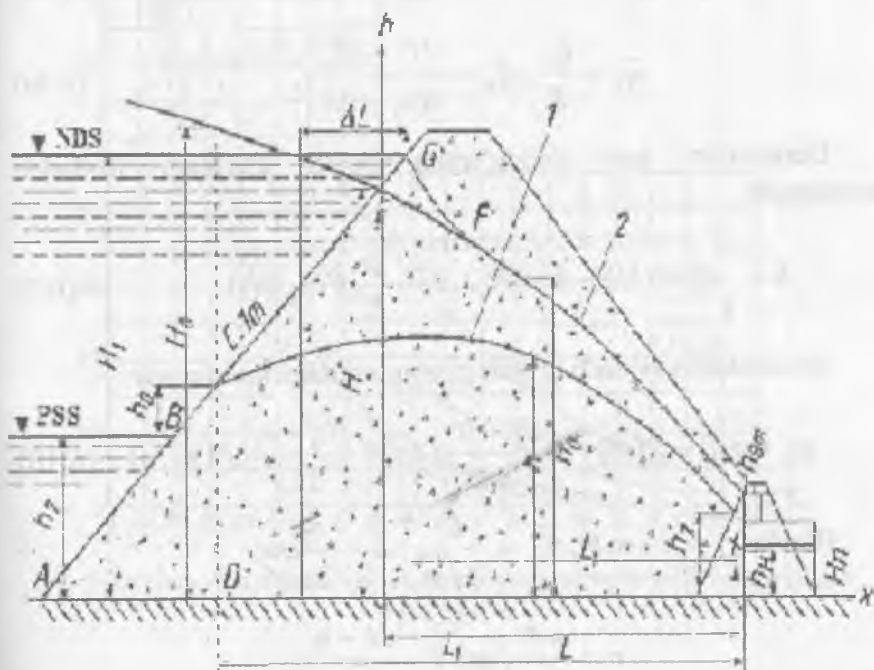
$$h = h_0 = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 - H_2^2}{L}x}; \quad (6.6)$$

$x = -m \vartheta t$,

$$h = h_1 = H - \vartheta t;$$

$x = L$ da,

$$\begin{aligned} h &= h_2 = H_2 - \vartheta_2 t; \\ H_2 &= H_n + h_{an}, \end{aligned} \quad (6.6,a)$$



6.2-rasm. Yuqori befda suv sathi pasayganda to'g'on tanasida depressiya egri chizig'ining holatini hisoblash sxemasi. 1-depressiya egri chizig'ining boshlang'ich holati ($t=0$); 2-depressiya egri chizig'ini hisobiy holati.

Yuqori qiyalikni ΔL masofada tik qabul qilamiz, ushbu masofani G. Mixaylov ifodasi yordamida aniqlaymiz:

$$\Delta L = \frac{H_1}{2 + \frac{1}{m_1}}, \quad (6.7)$$

H ni miqdorini grafik usulda yoki quyidagi ifoda yordamida aniqlaymiz:

$$H = \sqrt{(m_1 \bar{q}_0)^2 + H_1^2 - 2m_1 \bar{q}_0 H_1 + 2\bar{q}_0 \Delta L + m\bar{q}_0}. \quad (6.8)$$

$$\bar{q}_0 = \frac{q_0}{K}, \quad \bar{q}_0 = \frac{H_2^2 - H_1^2}{2(L_1 + \Delta L)}, \quad (6.8a)$$

Depressiya egri chizig'ining holati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h = \sqrt{h_0^2 - (H_0^2 - h_1^2) \left[F(\lambda, n) - \frac{y}{L_1} F(\lambda_L, n) \right]}, \quad (6.9)$$

qiyalikdagi suv sarfi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$q_s = q_0 [1 - P(n)] + K \frac{H + h_1}{2m} P(n) + \frac{H_0^2 - h_1^2}{2L_1} F(\lambda_L, n), \quad (6.10)$$

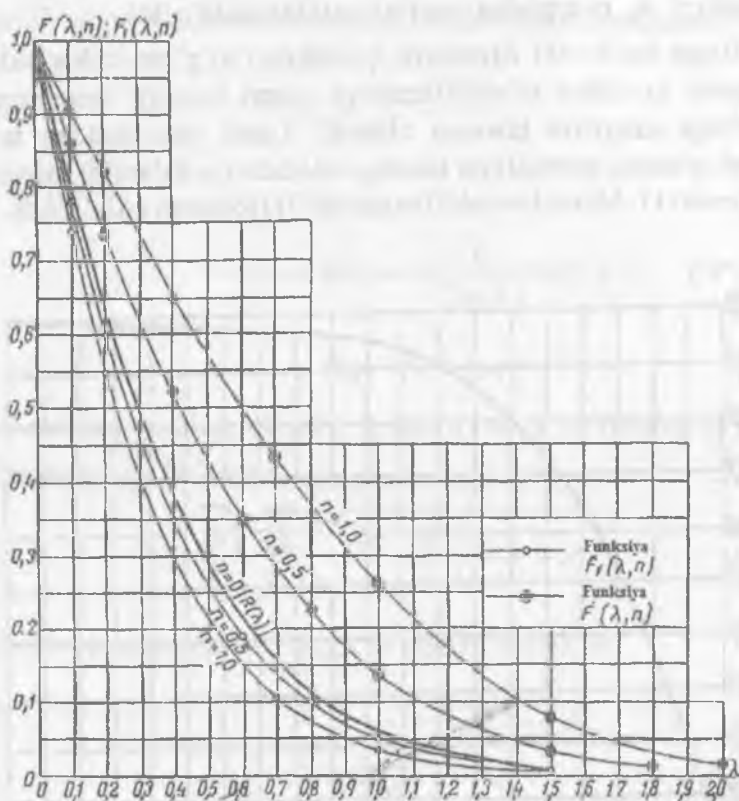
$$\text{Bunda: } y = x + m \mathcal{G} t; \quad \lambda_1 = \frac{L_1}{2\sqrt{at}}; \quad \lambda = \frac{y}{2\sqrt{at}};$$

$$n = \frac{m \mathcal{G}}{2a} \sqrt{at}; \quad \mathcal{G} = \frac{H - h_1}{t};$$

$$a = \frac{Kh_{yp}}{\mu}; \quad h_{yp} = \frac{H + h_1 + h_n}{2}$$

$F(\lambda, n)$ va $P(n)$ funksiyalari miqdori 6.3 va 6.4-rasmlardagi grafikdan topiladi.

Drenajli to'g'onlar uchun filtratsiya suvlarini qiyalikka sizib chiqish balandligi h_e ni quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

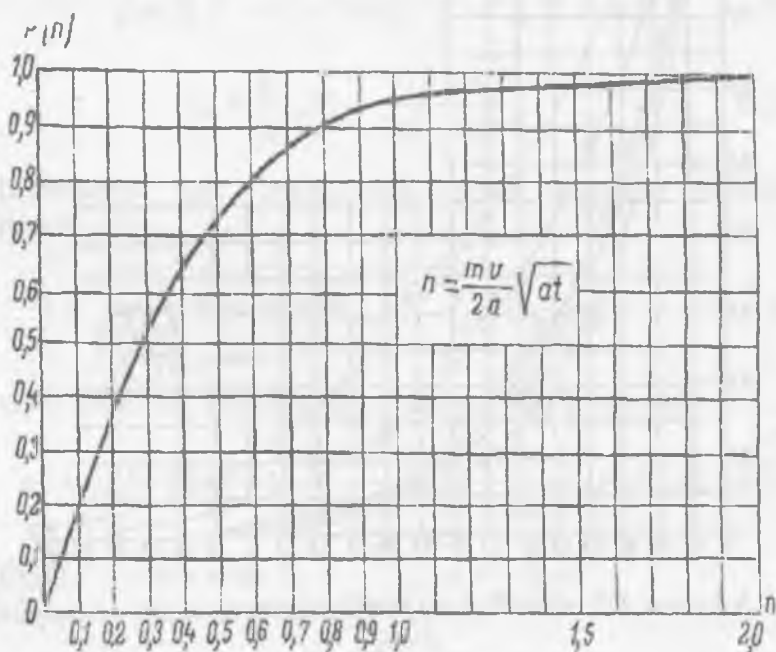


6.3-rasm. $F(\lambda, n)$ va $F_1(\lambda, n)$ funksiyalarining miqdorini aniqlash grafi.

$$\frac{h_e}{m+0.5} \left[1 + \frac{h_1}{h_e + \frac{2m}{(2m+1)^2} h_1} \right] = \frac{H+h_1+h_e}{2m} P(n_e) + \bar{q}_0 [1 - P(n_e)] + \frac{H_e^2 + (h_1 + h_e)^2}{2L_1} F(\lambda_e, n) \quad (6.11)$$

V. Shestakov filtratsiya oqimini qiyalikka sizib chiqish balandligi h_e ni topishni taqribiy usulini taklif qildi.

Bizga ma'lumki filtratsiya qiyalikdan to'g'on ichkarisida yuz berganda qiyalikni ta'siri filtratsiya oqimi haqiqiy uzunligini ΔL masofaga uzaytirib hisobga olinadi. Xuddi shu usuldan to'g'on yuqori qismini qarshiligini hisobga olishda foydalanildi, bunda ΔL ni qiymati G. Mixaylov taklif etgan (6.7) ifodadan aniqlanadi.



6.4-rasm. $P(n)$ miqdorini aniqlash grafigi.

Ushbu usuldan filtratsiya qiyalikka qarab harakat qilayotganda, ya'ni sizib chiqish balandligi hosil bo'lganda ham foydalanish mumkin ekan.

Aytaylik, miqdori m bo'lgan qiyalikka (6.5 – rasm) q sarf oqib kelmoqda. Dyuppyui egri chizig'ini V nuqtadan boshlab emas,

undan ΔL masofada joylashgan C nuqtadan boshlab quramiz. U holda $\mathcal{A}$ nuqtani ordinatasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h_{\mathcal{A}} = \sqrt{h_1^2 + \frac{2q}{k} l_1} \quad (6.12)$$

Agarda

$$l_1 = \Delta L + mh_n = m \left(\frac{h_1}{2m+1} + h_n \right),$$

$$h_{\mathcal{A}} = h_1 + h_n, \quad (6.13)$$

ekanligini hisobga olsak u holda q va h_n o'rtasida quyidagi bog'lanishga ega bo'lamiz.

$$h_1 + h_n = \sqrt{h_1^2 + \frac{2q}{k} \cdot m \left(\frac{h_1}{2m+1} + h_n \right)}. \quad (6.14)$$

Ushbu tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

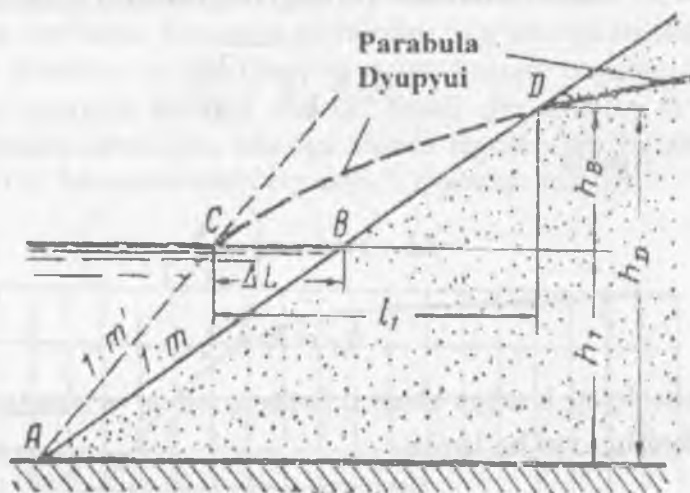
$$\frac{q}{k} = \frac{h_n + 2h_1}{\frac{2mh_1}{2m+1} + 2mh_n} \cdot h_n, \quad (6.15)$$

Agarda ushbu (6.15) tenglamaning h_n sini hisoblashning aniq yechimi bilan solishtirsak ularning yechimi bir-biriga juda yaqin bo'lib, taxminan 10-15% ga farq qiladi. Bunda (6.15) tenglamadan aniqlangan h_n miqdori yuqoriroq bo'lib biroz zaxiraga ega.

Shunday qilib ΔL o'zgartirish kiritishni noturg'un filtratsiya harakatini hisoblashda, oqim qiyalikka va aksincha yo'nalganda ham qo'llash mumkin.

Shuni ko'rsatish qiyin emaski (6.7) formuladan foydalanilganda ushbu usul haqiqiy qiyalik m ni fiktiv qiyalik m' bilan almashtirishga mos keladi, ya'ni:

$$m = \frac{m^2}{m + 0,5} \quad (6.16)$$



6.5-rasm. Filtratsiya oqimining qiyalikka sizib chiqish balandligi h_2 ni topishning taqribiy usuli sxemasi.

Binobarin, filtratsiya oqimining sizish balandligini hisobga olib aniqlash uchun, to'g'on tubidan miqdori m bo'lgan fiktiv qiyalikni qurish kerak, so'ngra hisoblashlarning sizish balandligini inobatga olinmagan formulalar yordamida bajarilsa ham bo'ladi. Sizish nuqtasi esa depressiya egri chizig'ining haqiqiy qiyalik bilan kesish joyidir (6.5 - rasm).

Misol. Bir jinsli drenaj prizmal to'g'ondagi noturg'un filtratsiyani quyidagi ma'lumotlar asosida bajaring: yuqori befdagi suv sathi 20 sutka davomida bir xil tezlikda $\mathcal{Q} = 0,6 \text{ m}^3/\text{cym}$ pasayadi. Pastki qiyalikdagi suv sathini o'zgarmas deb qabul qilamiz. Gruntni filtratsiya xarakteristikalari quyidagi nisbat bilan xarakterlanadi $k/\mu = 2,2 \text{ m}^2/\text{cymka}$. To'g'on o'lchamlari 6.6-rasm-da keltirilgan.

Dastlab turg'un filtratsiya oqimining parametrlarini aniqlaymiz (6.7) formuladan:

$$\Delta L = \frac{H_1}{2 + \frac{1}{m_1}} = \frac{22}{2 + \frac{1}{3}} = 9,5 \text{ м}$$

Keltirilgan sarf

$$\bar{q}_0 = \frac{q_0}{k} = -\frac{H_1^2 - H_2^2}{2(L_1 + \Delta L)} = -\frac{22^2 - 4^2}{2(50 + 9,5)} = -3,93 \text{ м}.$$

(1.8) ifodadan

$$H = \sqrt{(3 \cdot 3,93)^2 + 22^2 + 2 \cdot 3 \cdot 3,93 \cdot 22 - 2 \cdot 3,93 \cdot 9,5 - 3 \cdot 3,93} = 21,0 \text{ м}$$

demak $H_1 = 22 \text{ м}$; $m = 3$; $H = 21 \text{ м}$; $\bar{q}_0 = 3,93$; $t = 20 \text{ cymka}$;
 $\beta_1 = 0,6 \text{ м / cymka}$; $h_1 = 10 \text{ м}$.

Depressiya egri chizig'ining boshlang'ich ordinatalari h_0 Dyupyui tenglamasidan hisoblab topiladi:

$$h_0^2 = H^2 + 2\bar{q}_0 x$$

x ni ba'zi qiymatlari uchun h_0 hisobiy miqdorini aniqlaymiz:

x	$2\bar{q}_0 \cdot x$	h_0^2	h_0
-15	-118	559	23,6
0	0	441	21,0
25	197	244	15,6

Filtratsiya oqimining qiyalikka sizib chiqish balandligi (6.11) formuladan topiladi:

$h_a = 3\text{ м}$ deb qabul qilamiz, u holda

$$h_{yp} = \frac{H + h_1 + h_a}{2} = 17,0\text{ м};$$

$$a = \frac{kh_{yp}}{\mu} = 2,2 \cdot 17,0 = 37,4\text{ м}; \sqrt{a \cdot t} = \sqrt{37,4 \cdot 20} = 27,35\text{ м};$$

$$g = \frac{H - h_1}{t} = \frac{21 - 10}{20} = 0,55\text{ м/сутк}\alpha$$

$$g_a = g - \frac{h_a}{t} = 0,55 - \frac{3}{20} = 0,40\text{ м/сутк}\alpha$$

$$n_a = \frac{m g_a}{2a} \sqrt{at} = \frac{3 \cdot 0,4}{2 \cdot 3,74} \cdot 27,35 = 0,44.$$

6.4-rasmdagi grafikdan $P(n_a) = 0,68$ aniqlaymiz

$$L_t = L + m g_a \cdot t = 53 + 3 \cdot 0,4 \cdot 20 = 77\text{ м};$$

$$\lambda_L = \frac{77}{2 \cdot 27,35} = 1,41$$

6.3 – rasmdagi grafikdan $F(\lambda_L, n) = 0,045$;

$$H_0^2 = H^2 - 2\bar{q}_0 m g_a \cdot t = 441 + 7,86 \cdot 24 = 441 + 189 = 630;$$

$$(h_1 + h_a)^2 = (10 + 3)^2 = 169.$$

(6.11) tenglamaning chap tomoni quyidagini tashkil qiladi:

$$\frac{3}{3,5} \left(1 + \frac{10}{3 + \frac{6}{7^2} \cdot 10} \right) = 2,88$$

(6.11) tenglamaning o'ng tomoni:

$$\frac{21+10+3}{6} \cdot 0,68 - 3,93(1-0,68) + \frac{630-169}{2 \cdot 77} \cdot 0,045 = 2,73$$

$h_a = 2,7_m$ deb qabul qilamiz.

$$g_a = 0,55 - \frac{2,7}{20} = 0,415; n_a = 0,445; P(n_a) = 0,69$$

(6.11) tenglamaning chap qismi:

$$\frac{2,7}{3,5} \left(1 + \frac{10}{2,7+1,23} \right) = 2,74.$$

(6.11) tenglamaning o'ng qismi:

$$\frac{21+10+2,7}{6} \cdot 0,69 - 3,93(1-0,69) + 0,14 = 2,80$$

Interpolyatsiya qilish yo'li bilan $h_g = 2,8_m$ ekanligi aniqlanadi.

U holda:

$$g_a = 0,55 - \frac{2,8}{20} = 0,41; m g_a t = 24,6_m;$$

$$H_0^2 = 441 + 7,86 \cdot 3 \cdot 8,2 = 634;$$

$$H_0^2 - (h_l + h_r)^2 = 634 - 164 = 470$$

Avval $x = L = 53_m$ bo'lgan holatni hisoblaymiz.

$$L_t = L + m g_a \cdot t = 53 + 24,6 = 77,6_m$$

$$\lambda_L = \frac{77,6}{56,2} = 1,38$$

6.3-rasmdagi grafikdan $F(\lambda_L, n) = 0,045$.

Depressiya egri chizig'ining holatini (6.9) tenglamaga h_1 o'rniga $(h_1 + h_a)$ miqdorni qo'yib hisoblanadi.

Hisoblashlar quyidagi jadvalga kiritiladi

6.1-jadval

X	Y	λ	$F(\lambda, n)$	$\frac{Y}{L_1} F(\lambda_L, n)$	$470 \cdot ((5) \cdot (6))$	h_0^2	h^2	h
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-15	9,6	0,171	0,755	0,005	352	559	207	14,4
0	24,6	0,439	0,465	0,015	211	441	230	15,2
25	59,6	0,88	0,175	0,030	67	244	177	13,3

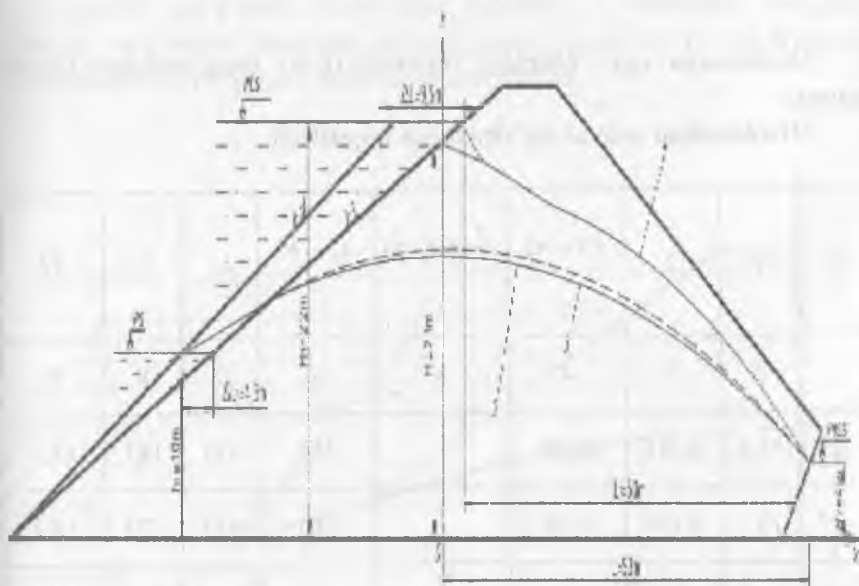
Hisoblash natijalariga ko'ra yuqori befda suv sathi pasaygan holat uchun depressiya egri chizig'ini quramiz (6.6 – rasm).

Misol. Ushbu misolda oldingi misol shartlaridan foydalanib sizish balandligini taqribiy hisobga olish usuli bilan noturg'un filtratsiyani aniqlash.

(6.16) formuladan

$$m = \frac{m^2}{m + 0,5} = \frac{3^2}{3 + 0,5} = 2,57;$$

$$n = \frac{m' \cdot g}{2 \cdot a} \sqrt{at} = \frac{2,57 \cdot 0,6}{2 \cdot 37,4} \cdot 27,4 = 0,56$$



6.6-rasm. Bir jinsli drenaj prizmati to'g'onda noturg'un filtratsiyaning hisobi. 1-boshlang'ich depressiya egri chizig'i holati; 2-sizib chiqish balandligining murakkab usulda hisoblangandagi depressiya egri chizig'i holati; 3-sizib chiqish balandligining taqribiy usulda hisoblangandagi depressiya egri chizig'i holati.

$$\Delta L_1 = \Delta L \frac{h_1}{H_1} = 9,5 \frac{10}{22} = 4,3 \text{ m};$$

$$H_0^2 = H^2 - 2\bar{q}_0 [m(H - h_1) + \Delta L_1] = 441 + 7,86 \cdot 37,3 = 734;$$

$$H_0^2 - h_1^2 = 734 - 100 = 634;$$

$$L_i = (H_i - h_i) \cdot m + \Delta L_i + L = (22 - 10) \cdot 3 + 4,3 + 5,0 = 90,3 \text{ м}$$

$$\lambda_L = \frac{90,3}{2 \cdot 27,4} = 1,6; F(\lambda_L, n) = 0,025$$

Depressiya egri chizig'i holatini (6.9) tenglamadan hisoblaymiz.

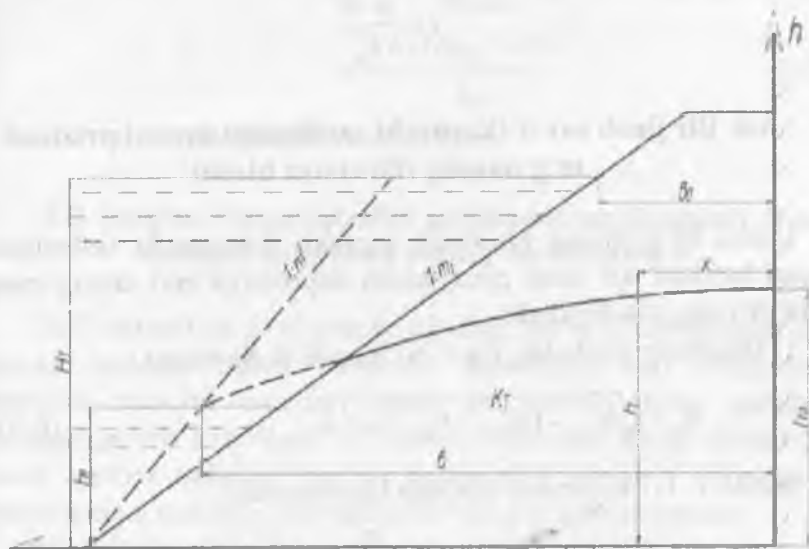
Hisoblashlar jadval ko'rinishida bajariladi.

X	Y	λ	$F(\lambda, n)$	$\frac{Y}{L_i} F(\lambda_L, n)$	$h_0^2 - h^2$	h_0^2	h^2	H
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-25	12,3	0,219	0,72	-	456	637	181	13,5
-27	10,3	0,184	0,76	-	480	653	173	13,2
-15	22,3	0,393	0,535	0,005	336	559	223	14,9
0	37,3	0,665	0,325	0,01	200	441	241	15,6
25	62,3	1,11	0,11	0,015	60	244	184	13,6

Depressiya egri chizig'ini $x = -25 \text{ м}$ va $x = -27 \text{ м}$ oralig'ida qurib h_g ni aniqlash mumkin. Mazkur holatda $h_g = 3,4 \text{ м}$. Hisoblangan depressiya egri chizig'i 6.6-rasmda keltirilgan. Undan ko'rinib turibdiki, ushbu usulda hisoblangan depressiya egri chizig'i holati, sizish balandligining murakkabroq usulda aniqlangan depressiya egri chizig'i holatidan kam farqlanadi.

6.3. Yadroli zamingning suv o'tkazmaydigan to'g'onlarida noturg'un filtratsiya hisobi

Yadroli to'g'onni hisoblash sxemasi 6.7-rasmda berilgan. Bunday to'g'onni hisoblash uchun yuqori qiyalikni (6.16) formula yordamida fiktiv qiyalik bilan almashtiramiz.



6.7-rasm. Yadroli yoki diafrgmal to'g'onlarda noturg'un filtratsiyani hisoblash sxemasi.

$$m_1 = \frac{m_1^2}{m_1 + 0,5}, \quad (6.16)$$

Depressiya egri chizig'ining ordinatasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi (6.7- rasm):

$$h = h_a - (h_a - h_1) \cdot \frac{x^2}{b^2}, \quad (6.17)$$

Bunda:

$$h_a = H_1 - 2(H_1 - h_1) \frac{F(\lambda_3, n)}{1 + F(\lambda_4, n)}; \quad (6.18)$$

$$\lambda_3 = 0,7\sqrt{i} \frac{\theta}{\sqrt{H_1^2 - h_1^2}}; \quad (6.19)$$

$$\lambda_4 = 2 \cdot \lambda_3; \theta = \theta_0 + m_1 H_1 - m_1 \cdot h_1 \quad (6.20)$$

$$i = \frac{\mu \cdot g}{k_f}$$

6.4. Bir jinsli suv o'tkazuvchi zamindagi drenaj prizmati to'g'onning filtratsiya hisobi

Ushbu to'g'onning hisoblash sxemasi 6.8-rasmda keltirilgan. Yuqori befdagi suv sathi pasayganda depressiya egri chizig'ining holati quyidagicha topiladi:

1) Boshlang'ich holat, $t = 0$ bo'lganda (1.8a-rasm)

$$h_0 = \sqrt{h_{1(0)}^2 - (h_{1(0)}^2 - h_{2(0)}^2) \cdot x / L}, \quad (6.21)$$

bunda x 1-1 kesimdan boshlab hisoblanadi.

$$m_1 = \frac{m_1^2}{m_1 + 0,5},$$

2) t vaqtdan so'ng (6.8 b-rasm)

$$h_t = \left\{ h_0^2 - g \left[h_{1(0)} + h_1 + \frac{m_1 (h_{1(0)}^2 - h_{2(0)}^2)}{L} \right] \cdot \left[F(\lambda, n) - \frac{x + m_1 g}{L + m_1 \cdot g} \cdot F(\lambda_L, n) \right] \right\}^{1/2}, \quad (6.22)$$

bunda g – yuqori befdagi suv sathi pasayishining o'rtacha tezligi.

$h_1 = h_{1(0)} - g t$; $F(\lambda, n)$ va $F(\lambda_L, n)$ – 6.3-rasmdagi grafikdan aniqlanadi.

$$\lambda = n \frac{x}{2\sqrt{at}}; \quad (6.23)$$

$$\lambda_L = h + \frac{L}{2\sqrt{at}}; \quad (6.24)$$

$$n = \frac{m_1 \cdot g t}{2\sqrt{at}}; \quad (6.25)$$

$$a = \frac{k_r (h_{l(0)} + h_1)}{2\mu}; \quad (6.26)$$

μ – suv beruvchanlik koeffitsiyenti.

6.5. To'g'on yuqori qiyaligi qoplamasi tagida qumli drenaj qatlami bo'lganda noturg'un filtratsiya

Gilli ekranli to'g'on yuqori qiyaligi suv o'tkazmaydigan qoplamasi tubidagi qumli qatlamda depressiya egri chizig'ining pasayish tezligini aniqlash qumli qatlamning ikkita xarakterli sxemasi uchun keltirilgan (6.9-rasm). Ulardan birida qiyalikdagi qumli qatlam qalinligi bir xil bo'lsa (6.9 a-rasm), ikkinchisida ushbu qatlam qalinligi balandligi bo'yicha o'zgaruvchidir.

Hisoblashlarning suv omboridagi suv sathini ikkita birdaniga hamda asta-sekin pasayish holati uchun bajariladi. Suv omboridagi suv sathini birdaniga pasayishi avariya natijasida hamda boshqa har xil sabablarga ko'ra yuz berishi mumkin, asta-sekin pasayish esa suv omborining normal ishlash holatiga to'g'ri keladi.

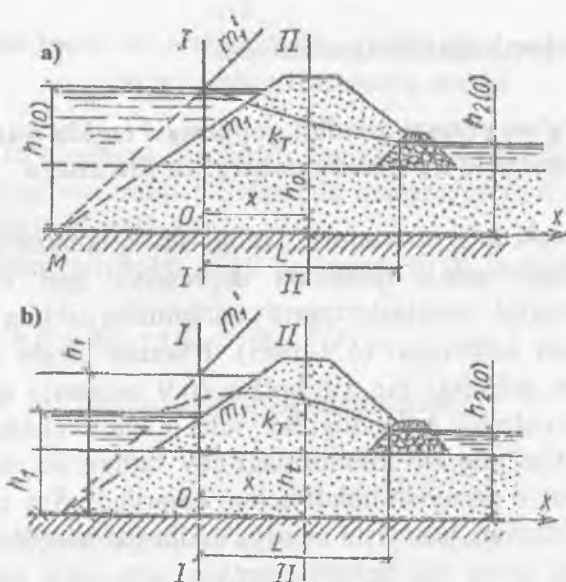
Qalinligi bir xil bo'lgan qumli qatlamda depressiya egri chizig'ining pasayish vaqti quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

a) Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda:

$$t = \frac{\mu}{K_f \cdot \sin \alpha} \left[(H_1 - z) \sqrt{1 + m_1^2} + \left(H_2 \sqrt{1 + m_1^2} + \frac{a}{2} \right) \ln \frac{H_1 - H_2}{z - H_2} \right], \quad (6.27)$$

bunda: μ – gruntlarning suv beruvchanlik koeffitsiyenti. Uning qiymati har bir holatda tajriba usulida aniqlanadi (taqribiy hisoblar

uchun uni quyidagicha qabul qilish mumkin: mayda va o'rta zarrali qumlar uchun $-0,15-0,20$; yirik qumlar bilan qum-shag'al gruntlar uchun $-0,23-0,28$); K_f – qumli qatlam filtratsiya koeffitsiyenti; α – qoplamani gorizontga og'ish burchagi; H_1 – suv omboridagi suvning boshlang'ich vaqtdagi ($t = 0$) chuqurligi; H_2 – suv omboridagi suv birdaniga pasaygandagi chuqurligi; z – depressiya egri chizig'ining qoplama ortidagi ordinatasi ($H_1 \geq z \geq H_2$); m_1 – to'g'on yuqori qiyaligi miqdori; a – qumli qatlam qalinligi.



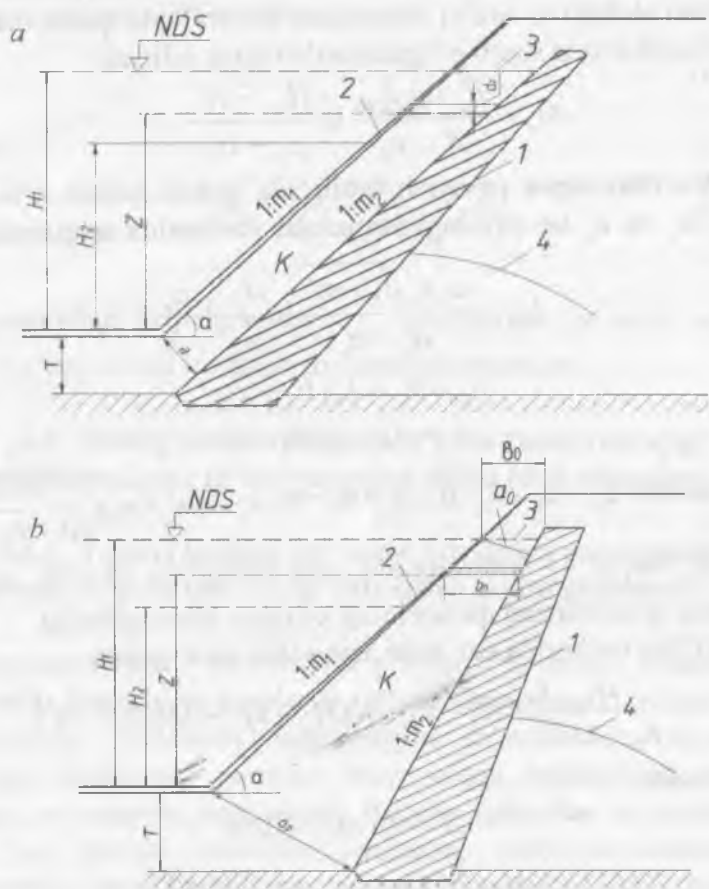
6.8-rasm. Bir jinsli suv o'tkazuvchi zamindagi drenaj prizmati to'g'onda noturg'un filtratsiya hisobi.

$$\alpha = \arctg(1/m_1), \quad (6.28)$$

b) Suv omborida suv sathi asta-sekin pasayganda

$$t = \frac{\mu(H_1 - z)}{2 \cdot K_f \cdot \Delta H \cdot \sin \alpha} \left[(H_1 + z) \sqrt{1 + m_1^2} + a \right] \quad (6.29)$$

bunda: ΔH – qoplama tagidagi hamda suv omboridagi suv sathlarining yo‘l qo‘yilgan miqdordagi farqi.



6.9-rasm. To‘g‘on yuqori qiyaligi qoplamasi tubidagi qumli qatlamda noturg‘un filtratsiyani hisoblash sxemasi.

a-qumli qatlam qalinligi o‘zgarmas bo‘lganda; b-qumli qatlam qalinligi o‘zgaruvchan bo‘lganda; 1-gilli ekran; 2-qiyalikning himoya qoplamasi; 3-suv sathi pasayishining dastlabki davrida qoplama tagidagi suv sathi holati; 4-to‘g‘on tanasidagi depressiya egri chizig‘i holati.

Qalinligi o'zgaruvchan bo'lgan qumli qatlamda depressiya egri chizig'ining pasayish vaqti quyidagi ifodalar yordamida topiladi:

a) Suv omboridagi suv sathi birdaniga pasayganda. Bunda taqriban alohida n oraliq uchun, har bir oraliqda qumli qatlamdan suvni oqib ketish sharti o'zgarmas deb faraz qilinadi:

$$\Delta t_n = \frac{\mu \cdot M_n \cdot L_{pn}}{K_f \cdot a_n} \ln \frac{H_{1,n} - H_2}{z_n - H_2}, \quad (6.30)$$

Ko'rilayotgan pasayish oraliq'ida qumli qatlam o'lchamlari L_{pn} , a_n va ϵ_n lar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$L_{pn} = \frac{a_n z_n \sqrt{1 + m_1^2}}{a_p - a_n} \ln \frac{a_p}{a_n} + \frac{a_n}{2}; \quad (6.31)$$

$$a_n = a_0 + \lambda_2 (H_1 - z); \quad (6.32)$$

$$v_n = v_0 + \lambda_1 (H_1 - z) \quad (6.33)$$

bunda: $a_p = a_0 + \lambda_2 \cdot H_1$; $\lambda_1 = m_1 - m_2$; $\lambda_2 = (m_1 + m_2) \sqrt{\frac{1 + m_1^2}{(1 + m_1 + m_2)}}$,

v_0 va a_0 – boshlang'ich vaqt oraliq'ida ($t = 0$), qoplama tubidagi qumli drenaj qatlamining kengligi bilan qalinligi.

b) Suv omborida suv sathi asta-sekin pasayganda:

$$t = \frac{\mu}{K_f \cdot \Delta H} [D(H_1 - z) + N(H_1 - z)^2 - M(H_1 - z)^3] \quad (6.34)$$

Bunda:

$$D = v_0 (AC_1 + 0.5);$$

$$N = \frac{1}{4} [2A(c_1 X_1 - B\epsilon_0) + \lambda_1];$$

$$M = \frac{1}{3} AB\lambda_1; A = \frac{1 + m_1 \cdot m_2}{m_1 - m_2}; \quad (6.35)$$

$$v = \frac{c_1 - c_2}{H_1 - H_2}; c_1 = \frac{\ln a_0 + \lambda_2 H_1}{a_0}; c_2 = \ln \frac{a_0 + \lambda_2 \cdot H_1}{a_0 + \lambda_2 (H_1 - H_2)}$$

Agarda hisoblashlarda alohida oraliqlarda, shartli ravishda ularda (6.32), (6.33) formulalar yordamida hisoblaydigan parametrlari a_n va e_n o'zgarmas bo'lsa, u holda hisoblash formulalari ancha sodda ko'rinishga ega:

$$\Delta t_n = \frac{\mu v_n \cdot L_{pn}}{k_f \cdot a_n \Delta H} \cdot \Delta z_n, \quad (6.36)$$

yoki

$$\Delta t_n = \frac{\mu \cdot v_n}{k_f \cdot \Delta H \cdot q_{r,n}} \cdot \Delta z_n, \quad (6.37)$$

Agarda bizga keltirilgan sarf $q_{r,n}$ miqdori har bir oraliq uchun ma'lum bo'lsa, oxirgi ifodadan foydalanish mumkin.

6.6. Noturg'un filtratsiyani to'g'on yuqori qiyaligi mustahkamligiga ta'siri va uning oldini olish choralari

6.6.1. Yuqori befdagi suv sathi birdaniga pasayganda gruntli to'g'on tanasidagi filtratsiya oqimi xarakteri

Mamlakatimizda gruntli to'g'onlar ko'plab miqdorda qurilmoqda. Bunday to'g'onlarga qo'yiladigan asosiy talablardan biri, ularning qiyaliklari turg'unligini ta'minlashdir. Qiyalik turg'unligi uchun eng noqulay holat yuqori befdagi suv sathi birdaniga pasayganda yuz beradi. Bunday holat har xil sabablar tufayli yuz berishi mumkin, jumladan, GES bir maromda ishlaganda, suvni kerakli maqsadlarda olinganda, GAES turbina rejimida ishlaganda va h. Bunda yuqorida ta'kidlaganimizdek, filtratsiya oqimini depressiya egri chizig'i yuqori befdagi suv sathidan ancha orqada qoladi. Natijada suvning yuqori qiyalik tomonga yo'nalgan xavfli bosimi yuz beradi. Ushbu kuch to'g'on qiyaliklarining buzilishiga olib kelishi mumkin. Bunday holatdagi filtratsiya oqimining harakati 6.1-rasmda keltirilgan.

To'g'on qurilishi tajribasida suv omborida suv sathi birdaniga pasayishi natijasida yuqori qiyalikni buzilish hollari ko'plab yuz bergan. Ushbu halokatlarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, qiyalikni o'pirilishi, suv sathi birinchi marta pastlaganda, hamda keyinchalik undan foydalanish boshlangandan bir necha yil keyin ham yuz berishi mumkin.

Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda qiyalikda quyidagi buzilish holatlari yuz beradi:

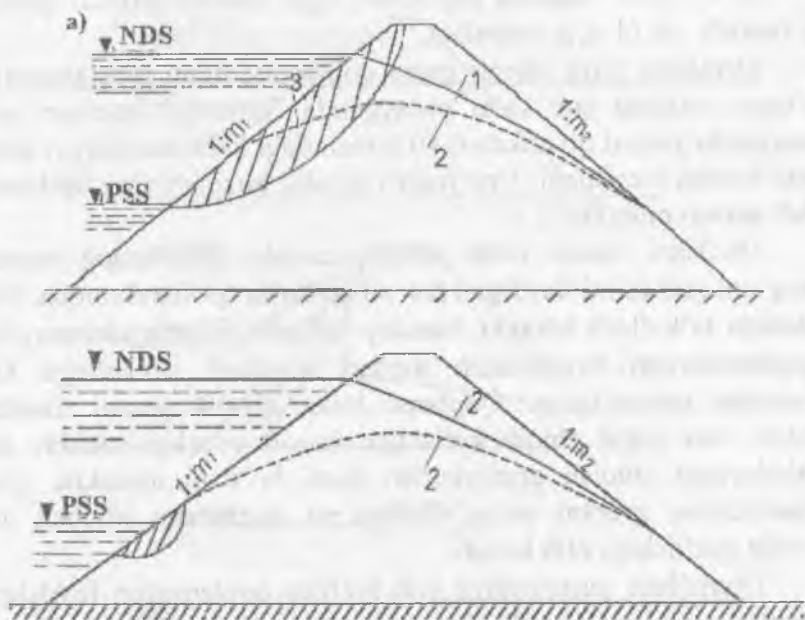
1) Qiyalikni umumiy o'pirilishi. Bunday hollarda gruntни og'irlik kuchi va filtratsiya kuchlari ta'sirida katta miqdordagi ko'chki yuz beradi (6.10 a-rasm);

2) Mahalliy buzilish yoki mahalliy filtratsiya ta'sirida o'pirilish. Bunda uncha katta bo'lmagan miqdordagi grunt, asosan filtratsiya kuchlari ta'sirida to'g'onning bosim gradiyenti katta bo'lgan joylaridan o'pirilib tushadi (6.10 b-rasm).

To'g'on qiyaligining turg'unligi suv ombori sathini har xil holatlarida ta'minlanishi darkor. Shuning uchun suv sathining turli holati uchun qiyalik turg'unligining qator hisoblarini bajaramiz hamda keyinchalik tahlil qilish uchun noturg'un filtratsiyani qiyalik turg'unligiga ta'siri eng yuqori bo'lgan holat qabul qilinadi. Qiyalik turg'unligining suv ombori sathi birdaniga pasayganda har xil maxsus chora-tadbirlar ko'rish hisobiga ta'minlash, albatta gruntli to'g'onning iqtisodiy tomondan tejamli qilib loyihalash hamda ishonchli qilib qurish imkoniyatini yaratadi.

Gruntli to'g'onlar qiyaligi umumiy hamda mahalliy turg'unligini ta'minlash masalalari, noturg'un filtratsiya oqimi gidrodinamik ta'sirini hisobga olish bilan bog'liq. Bunday holatda kerakli hisoblarni bajarishda eng muhimi filtratsiya oqimi gidrodinamik harakatining to'rini qurish hisoblanadi.

Ushbu harakat to'ri yordamida grunt-dagi filtratsiya harakatini aniqlash qiyalikdagi har bir nuqtada filtratsiya kuchlari yo'nalishi miqdorini hisoblashga va gruntlarni noturg'un oblastini belgilashga imkoniyat yaratadi.



6.10-rasm. Yuqori befdagi suv sathi birdaniga pasayganda to'g'on qiyalikda yuz berishi mumkin bo'lgan buzilishlar. a – qiyalikning umumiy buzilishi; b – filtratsiya ta'sirida mahalliy o'pirilish. 1-turg'un filtratsiyada depressiya egri chizig'ining holati; 2- noturg'un filtratsiyada depressiya egri chizig'ining holati.

6.6.3. Gruntli to'g'on yuqori tayanch prizmasini drenajlash va qiyalikni himoya qilish usullari

Hozirgi paytda yuqori befdagi suv sathi pasayganda qiyalikni buzilishdan himoya qilish va drenajlashning har xil usullari mavjud. Ular quyidagilardan tashkil topgan:

- 1) Qiyalikni yirik zarrali grunt qoplamasi bilan mustahkamlash (6.11 a- rasm);
- 2) Qiyalikni bir xil va o'zgaruvchan qalinlikdagi qumli to'shma bilan drenajlash (6.11 b-rasm);

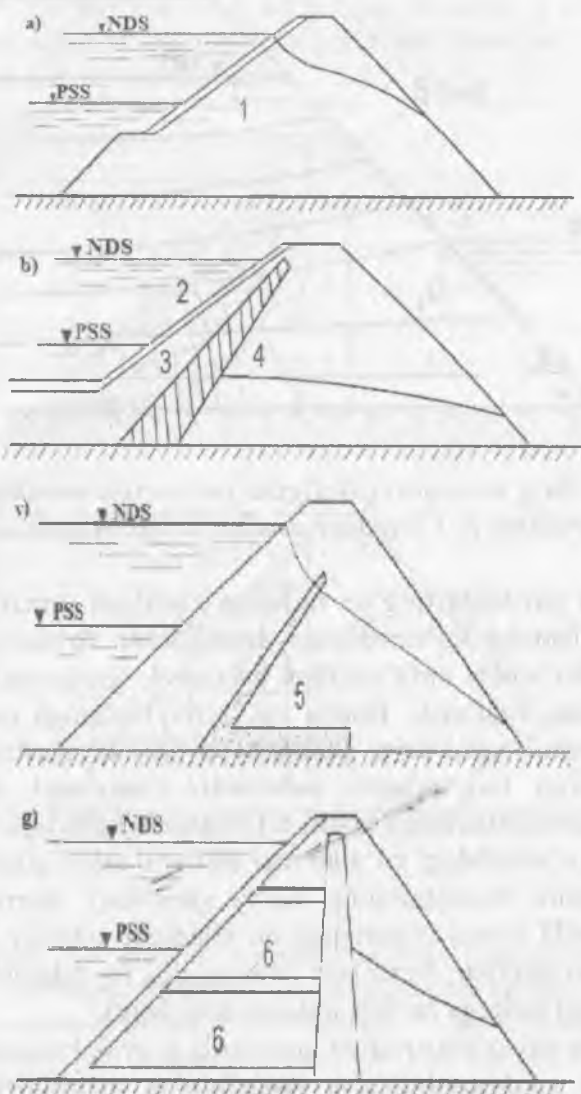
3) To'g'on tanasida gorizonta qiya hamda vertika drenajlar o'rnatish (6.11 v, g -rasmlar).

Qiyalikni yirik zarrali grunt qoplamasi bilan mustahkamlash. Yuqori befdagi suv sathi pasayganda filtratsiya kuchlari ta'siri natijasida yuqori qiyalikda 6.10 b-rasmdagi kabi mahalliy o'pirilish yuz berishi kuzatiladi. Uni yuqori qiyalik buzilishining boshlanishi deb qarash mumkin.

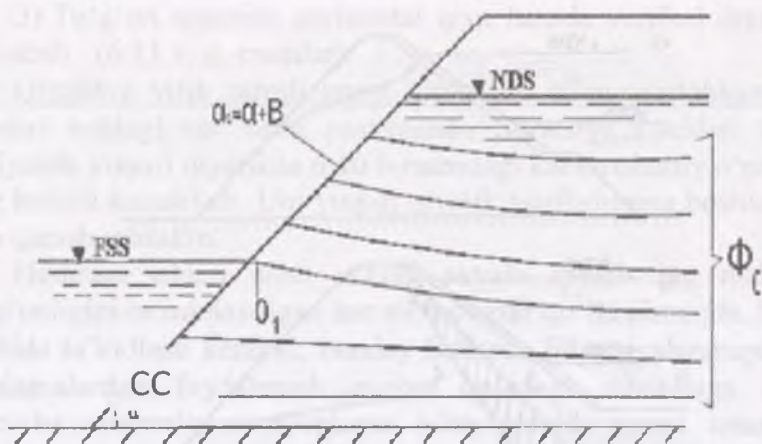
Hodisani oldini olish uchun, avvalo qiyalikning mahalliy turg'unligini ta'minlaydigan har xil tadbirlar qo'llanilmoqda. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, bunday hollarda filtratsiyalanmaydigan qoplamalardan foydalanish asosan quyidagi sabablarga ko'ra hamisha samaralimas. Qoplama bilan qiyalik grunni tutashgan joyda, suv erkin chiqib ketishiga sharoit yo'qligi sababli, katta miqdordagi chiqish gradiyentlari hosil bo'lishi mumkin. Ushbu gradiyentlar gruntni qo'zg'alishiga va qoplamani joyidan qo'zg'alib buzilishiga olib keladi.

Drenajlash xususiyatiga ega bo'lgan qoplamadan foydalanish kerakli samarani beradi. Bunday qoplamalarga yuqori qiyalikni drenaj vazifasini ham bajaruvchi yirik zarrali grunt bilan bostirish kiradi (6.11 a-rasm).

Mahalliy o'pirilishni hisoblashda, qiyalik buzilmasligini ta'minlovchi ushbu yirik zarrali qoplama qatlamining qalinligini aniqlash talab qilinadi. Umumiy holda bunday qoplamali qiyalik chegaraviy muvozanat holatida bo'ladi, agarda qiyalik chizig'i bilan gidrodinamik kuchlar maydoni potensial funksiyasi o'zgar-mas chizig'i $F_0 = const$ orasidagi burchak α_0 quyidagi shartni bajarsa, $\alpha_0 = \varphi$, bunda φ – yuklama grunt ichki ishqalanish burchagi (6.12-rasm). Agarda qiyalik yuzasida $\alpha_0 > \varphi$ bo'lgan joylar uchrasa, unda qiyalik turg'unligi ta'minlanmaydi. Bunday hollarda uncha qalin bo'lmagan yirik zarrali grunt qatlami bilan kerakli natijaga erishilmaydi. Bu joyda qiyalik yuza qismidagi grunt turg'unligini ta'minlash uchun uni yassilashtirish kerak, bu esa to'g'onning qimmatlashishiga olib keladi.



6.11-rasm. Yuqori befdagi suv sathi pasayganda to'g'on yuqori prizmasining drenajlash usullari 1-yirik zarrali grunt bilan bostirish; 2-qiyalikning himoya qoplamasi; 3-qumli qatlam; 4-gilli ekran; 5-qiya drenaj; 6-gorizontal drenajlar.



6.12-rasm. To'g'on yuqori qiyaligida yuz berishi mumkin bo'lgan o'pirilishni R. Chugayev usulida aniqlash sxemasi.

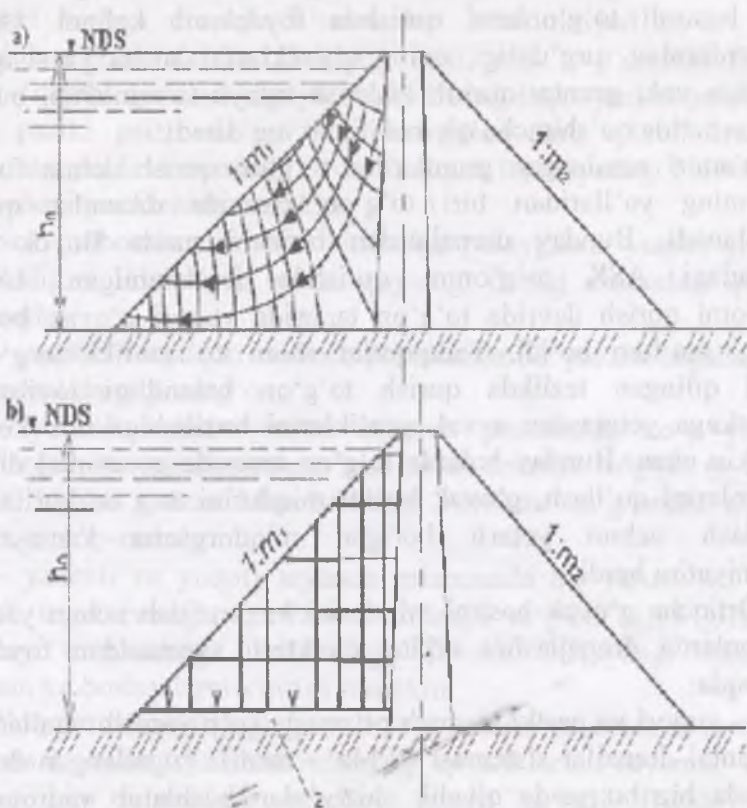
Keyingi paytlarda to'g'on tanasiga kiritilgan gorizontal, qiya va vertikal lentalar ko'rinishidagi drenajlardan foydalanish keng tarqaldi. Bular ichida turfa vazifani bajaruvchi gorizontal drenajlar alohida o'rinni egallaydi. Bunda suv sathi birdaniga pasayganda filtratsiya oqimi xarakterini (harakat yo'lini) o'zgartirib to'g'on yuqori qiyaligi turg'unligini oshiriladi. Gorizontal drenajning filtratsiya oqimi xarakteriga ta'siri 6.13-rasmda keltirilgan.

Ushbu yo'nalishdagi ko'plab materiallarni tahlil qilish asosida, to'g'on tanasini drenajlashning asosiy sxemalari, ularni qo'llash shartlari hamda drenaj materialiga qo'yiladigan talablar aniqlandi. Olib borilgan tahlillar drenajlash sxemalarini foydalanish shartiga ko'ra quyidagi turlarga bo'lish imkoniyatini berdi:

1) Kam suv o'tkazuvchan gruntlarda g'ovak bosimni kamaytirish uchun va konsolidatsiya jarayonining tezlashtirish uchun qo'llaniladigan gorizontal drenajlar;

2) Kam suv o'tkazuvchan gruntdan qurilgan to'g'onlarda yuqori befda suv sathi birdaniga pasayganda, yuqori qiyalik turg'unligini oshirish uchun qo'llaniladigan gorizontal drenajlar;

3) Zilzila paytida hosil bo'ladigan dinamik g'ovak bosimni kamaytirish uchun qo'llaniladigan gorizontal drenajlar.



6.13-rasm. Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda yuqori prizmada filtratsiya oqimining harakat sxemasi.

a) yuqori prizmada drenaj yo'q bo'lganda; b) yuqori prizma zaminida gorizontal qatlamli drenaj bo'lganda. 1-to'g'on yadrosi; 2-gorizontal qatlamli drenaj.

Ko'pincha gidrotexnika qurilishi amaliyotida yuqori namlangan gruntlar to'g'on qurilishi uchun deyarli yaroqsiz hisoblanadi. Bunday materialdan foydalanish gruntda pastki qiyalik tur-

g'unligini sezilarli darajada kamaytiruvchi ortiqcha g'ovak bosimni paydo bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun bunday gruntlardan past bosimli to'g'onlarni qurishda foydalanib kelindi. Ushbu to'g'onlarning turg'unligi, uning qiyaliklarini ancha yassi qilish hisobiga yoki gruntni quritib ishlatish tufayli ta'minlandi, bu esa o'z navbatida qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi.

Yuqori namlangan gruntlardan to'g'on qurish uchun foydalanishning yo'llaridan biri to'g'on tanasida drenajlar qurish hisoblanadi. Bunday drenajlardan birinchi marta Buyuk Britaniyadagi ASK to'g'onini qurishda foydalanilgan. Ushbu inshootni qurish davrida to'g'on tanasida yuqori g'ovak bosimi borligi ma'lum bo'ldi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, to'g'onni qabul qilingan tezlikda qurish to'g'on balandligi loyihadagi **otmetkaga** yetmasdan avval qiyaliklarini buzilishiga olib kelishi mumkin ekan. Bunday holatda to'g'on tanasida gorizontal drenaj qatlamlarini qo'llash, g'ovak bosim miqdorini to'g'on qurilishini tugallash uchun yetarli bo'lgan miqdorgacha kamaytirish imkoniyatini berdi.

Ortiqcha g'ovak bosimi miqdorini kamaytirish uchun yadroli to'g'onlarda drenajlashni ikkita xarakterli sxemasidan foydalanilmoqda:

— yuqori va pastki tayanch prizmada ko'p yarusli tugallangan gorizontal drenajlar sistemasi (6.14a — rasm). Tugallangan drenaj deganda biz bu yerda qiyalik chizig'idan boshlanib yadrogacha davom etadigan drenajni tushunamiz. Bu sxema asosan yuqori namlangan, kamsuv o'tkazuvchan gilli gruntlardan qurilgan to'g'onlarda qo'llaniladi. Bunday to'g'onlarga Buyuk Britaniyadagi Selset, Dervent, Kielder va h.k to'g'onlarini kiritish mumkin. Ular bir-biri bilan drenajni qalinligi va drenaj yaruslari orasidagi masofaga qarab farqlanadi.

— yuqori hamda pastki tayanch prizmalardagi ko'p yarusli tugallanmagan (yadrogacha yetib bormagan) gorizontal drenajlar sistemasi (6.14b-rasm). Ikkinchi sxema yuqori va pastki tayanch prizmalarda birinchi sxemaga nisbatan gruntning namligi va suv

o'tkazuvchanligi yaxshiroq bo'lgan to'g'onlarda qo'llaniladi. Bunday drenajlash sxemasi Foremark, Vadigan va boshqa to'g'onlarda qo'llanilgan. Aytib o'tilgan asosiy sxemalardan tashqari boshqa drenajlash sxemalari ham mavjud bo'lib, ular yuqoridagi sxemalardan drenajlar soni yoki to'g'ondagi filtratsiyaga qarshi qurilmaning yo'qligi, drenaj faqat yuqori prizmada yoki pastki prizmada qo'llanilgani bilan farq qiladi. Bunday to'g'onlarga Hindistondagi Tova, Tenugat, Ispaniyadagi La Pedrera va boshqalarni kiritish mumkin.

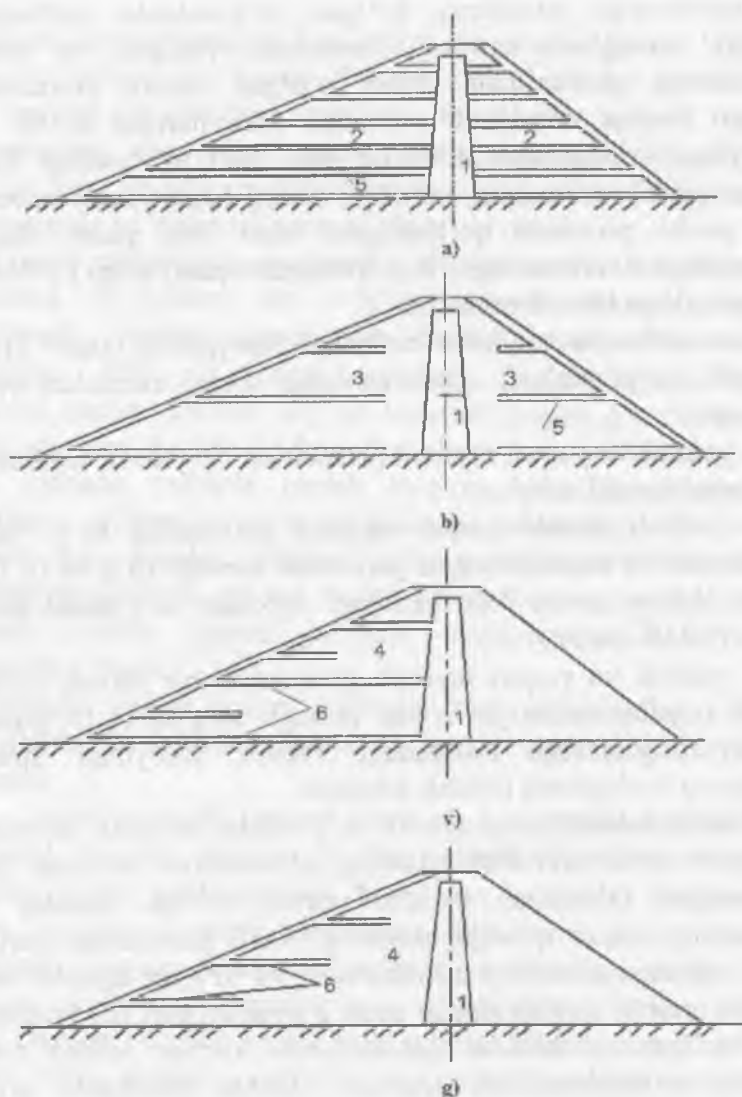
Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda yuqori qiyalik turg'unligini ta'minlash uchun quyidagi drenaj sxemalari qo'llanilmoqda:

- yadroli va yuqori tayanch prizmasida bir yarusli tugallangan gorizontall drenajli to'g'on;

- yadroli hamda yuqori tayanch prizmasida ko'p yarusli tugallangan va tugallanmagan gorizontall drenajli to'g'on (6.14 v-rasm). Ushbu sxema Marokashdagi Ait-Adel to'g'onida qo'llanilgan (6.15b-rasm);

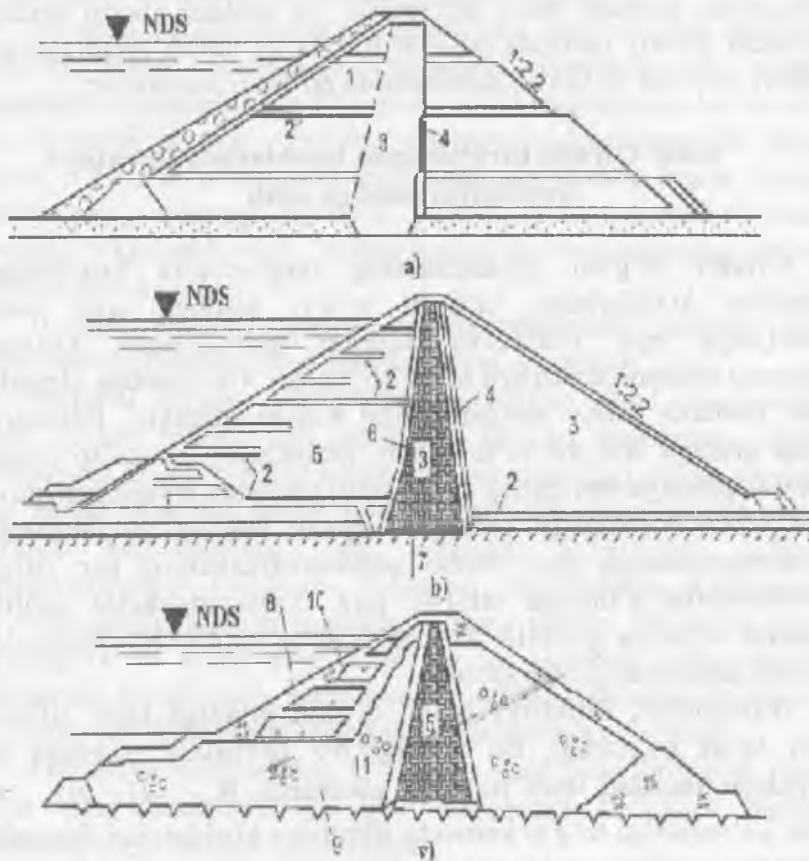
- yadroli va yuqori tayanch prizmasida bir yarusli va ko'p yarusli tugallanmagan gorizontall drenajli to'g'on (6.14 g-rasm). Bunday to'g'onlarga Polshadagi Tresna, Xitoydagi Shimen, Flyumo va boshqalarni kiritish mumkin.

Yuqori balandlikdagi gruntli to'g'onlarni seysmik rayonlarda loyihalash bilan qurishda ularning qiyaliklarini seysmik mustahkamligini ta'minlash masalasi paydo bo'ladi. Bunday to'g'onlarning yuqori qiyaligi mayda g'ovakli gruntlardan qurilgan bo'lib, zilzila natijasidagi tebranishdan va to'g'on tanasini namli qismida gruntni zichlanishidan grunt g'ovaklaridagi suv bosimidan hosil bo'lgan qo'shimcha gidrodinamik kuchlar tufayli yetarli seysmik mustahkamlikka egamas. Mazkur holatlarda qiyalik turg'unligini ta'minlash uchun ham yuqori qiyalikda gorizontall drenaj qatlamlari muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Shunday to'g'on konstruksiyasi 6.15v-rasmda keltirilgan.



6.14-rasm. To'g'on tanasini drenajlash sxemalari.
 1-gilli yadro; 2-yuqori namlikdagi gruntli yon prizmalar; 3-nam gruntli yon prizmalar; 4-tosh-shag'al gruntli yon prizmalar; 5-qumli gorizontaal drenaj; 6-saralangan shag'aldan iborat gorizontaal drenajlar.

Ushbu keltirilgan misollar gorizontal drenajlar qo'llanishini barcha sxemalarini o'z ichiga olmaydi, balki ushbu drenajlash usulidan qo'llanish kengayib borayotganini ko'rsatadi.



6.15-rasm. To'g'on ko'ndalang kesimlari.

- a) Uzkviza to'g'oni; b) Ait-Adel to'g'oni; v) tosh-gruntli to'g'on;
 1-qum-shag'alli prizma; 2-gorizontal drenajlar; 3-qumli gildan yadro;
 4-vertikal drenajlar; 5-allyuviydan yon prizmalar; 6-filtr; 7-filtratsiyaga
 qarshi to'siq; 8-yirik bo'lakli tosh bilan bostirilgan yukli qatlam;
 9-shag'al prizma; 10-yirik bo'lak gruntli gorizontal drenajlar.

To'g'on tayanch prizmalarini drenajlash

To'g'on tayanch prizmalarini drenajlash sxemalaridan ratsional foydalanish ko'p hollarda qurilish hajmini hamda qiymatini keskin ravishda kamaytiradi. Drenajlash usulidan foydalanish sxemasi shuni ko'rsatdiki, bu usuldan yuqori befdagi suv sathi doimiy ravishda pasayib hamda ko'tarilib turadigan suv ombori, selxona va GAES dambalarida qo'llash samarador.

6.6.4. Qiyalik turg'unligini hisoblashda filtratsiya kuchlarini hisobga olish

Gruntli to'g'on qiyaliklarining turg'unligini hisoblashda filtratsiya kuchlarining ta'sirini to'g'ri hisobga olish katta ahamiyatga ega. Filtratsiya oqimini gidrodinamik kuchlari inshootni ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Uni hisobga olmaslik qator hollarda jiddiy xatolarga olib kelishi mumkin. Filtratsiya oqimi gruntga ikki xil ta'sir qiladi. Birinchidan suvga to'yingan grunt, depressiya egri chizig'i yuzasidan yuqorida joylashgan quruq yoki tabiiy namlikdagi gruntga nisbatan boshqa mustahkamlik xarakteristikalariga ega. Ushbu xarakteristikalarning har xilliga hisoblashlarda e'tiborga olinishi joiz. Xarakteristikalar surilish yuzasini siljishga qarshilik ko'rsatishini ta'minlovchi ishqalanish kuchini kamayishiga olib keladi.

Ikkinchidan, filtratsiya oqimi qiyalik gruntiga kuch sifatida aktiv ta'sir ko'rsatadi. Bu kuchlar o'z navbatida yuqoriga tik yo'nalgan muallaq tutib turuvchi kuchlarga $W_{\text{su}} = (1 - n)\gamma_w$, va oqim yo'nalishiga to'g'ri keluvchi filtratsiya kuchlaridan iboratdir. Filtratsiya kuchlari quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \gamma_f \frac{\partial H}{\partial S} \cdot \omega, \quad (6.38)$$

bunda γ_f – suv zichligi;

$\frac{\partial H}{\partial S}$ – bosim gradiyenti;

ω – filtratsiya oqimi egallagan maydon.

Gidrodinamik kuchlarning ta'sirini qanday hisobga olish qiyalik turg'unligining hisoblash usuliga bog'liq.

Hozirda qo'llanilayotgan qiyalikning turg'unligini hisoblash usullari, siljish yuzasidagi chegaraviy kuchlanganlik holatini aniqlashda qabul qilingan farazga ko'ra ikkita gruppaga bo'linadi.

Birinchi gruppaga – usulda chegaraviy kuchlanganlik holati butun o'pirilish prizmasida birdaniga yuz beradi degan farazga asoslangan. Gruppaga kiruvchi Renkin, V.Novotorsev, V.Sokolovskiy, S.Golushkevich, V.Berezansev va boshqalarning ishlarni kiritish mumkin.

Birinchi nazariya aniqroq hamda matematik yechimga ega, biroq amaliy hisoblarda qo'llanish uchun murakkab.

Ikkinchi gruppaga – sirg'anib tushadigan grunt parchasining qotib qolgan modeli deb ataladigan farazga asoslangan. Bunda chegaraviy kuchlanganlik holati ma'lum shakldagi siljish yuzasida yuz beradi. Ko'plab ishlar aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usuliga bag'ishlangan. Bu ishlarga K.Tertsagi, G.Krey, A.Nichiporovich, I.Fedorov, N.Maslov, Mojevitinov, R.Chugayev va boshqalarni kiritish mumkin. Ushbu usulda filtratsiya kuchlarining ta'siri siljish prizmasini har bir elementi uchun alohida aniqlanadi hamda uning chegaraviy muvozanat holatini ifodalovchi boshlang'ich differensial tenglamalar sistemasiga kiritiladi.

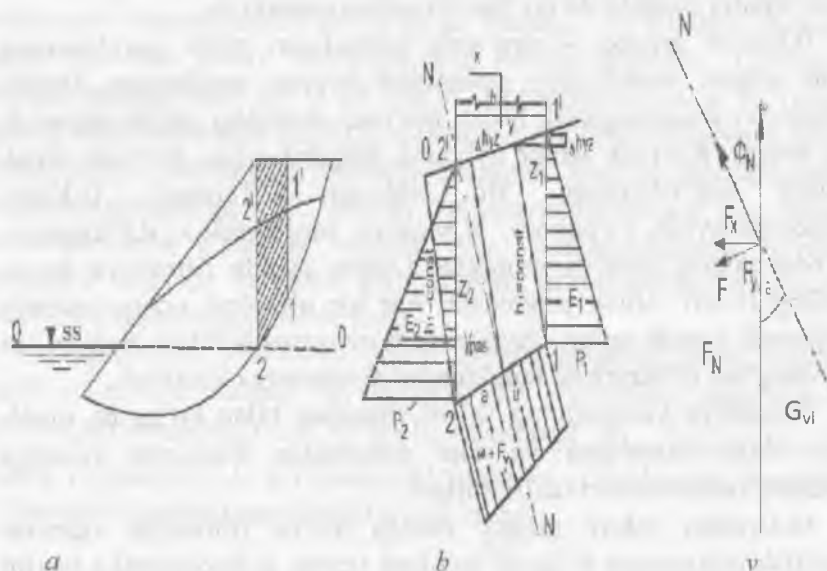
Filtratsiya kuchlarining ta'siri masalasi bilan ko'pgina mualliflar shug'ullanishgan va ular tomonidan kuchlarni hisobga olishning turfa usullari taklif etilgan.

M.Grishin taklif qilgan usulga ko'ra filtratsiya oqimini o'pirilish prizmasiga ta'sirini aniqlash uchun gidrodinamika to'rini qurish va uning har bir elementi uchun elementar filtratsiya kuchlarini aniqlash, so'ngra ushbu elementar kuchlarni teng ta'sir etuvchilar ko'rinishida qo'shib yig'indisini aniqlash taklif etiladi. Mazkur usulda filtratsiya kuchlarini siljituvchi hamda ushlab qoluvchi kuchlarga ajratish imkoniyati mavjud emas, shuning uchun turg'unlikning zaxira koeffitsiyentini aniqlashda filtratsiya

kuchlarini teng ta'sir etuvchisi siljituvchi kuch sifatida qabul qilinadi. Ushbu usulni kamchiligiga gidrodinamik to'rti qurish zarurligi kiradi.

A.I.Ivanov usulida filtratsiya kuchlari hamda muallaq tutib turuvchi kuchlar ularni ekvivalenti – o'pirilish prizmasi chegarasidagi bosim bilan almashtiriladi. Ushbu usul amalda kam qo'llaniladi, chunki undan foydalanishda filtratsiya kuchlarining gorizontaal hamda vertikal tashkil etuvchilari epyuralarini qurishdek murakkab ishlarni bajarish talab qilinadi.

I.Fedorov va V.Zabavin usulida filtratsiya kuchlari har bir hisoblash bo'linmasi uchun alohida aniqlanadi. Bunda filtratsiya kuchlari bo'linmaga siljish yuzasi bo'ylab normal qo'yilgan tashqi kuch sifatida qaraladi (6.16-rasm).



6.16-rasm. Yuqori qiyalik turg'unligini aniqlashda filtratsiya kuchlarini hisobga olish.

a) yuqori prizmadagi siljish yuzasi; b) elementar bo'lakka ta'sir qilayotgan kuchlar epyurasi; v) kuchlar sxemasi.

$$F_N = \gamma_v \cdot v_i \cdot z_{iy} \cdot \cos \theta_i \cdot \cos (\alpha_i - \theta_i), \quad (6.39)$$

bunda γ – suv zichligi;

v_i – elementar i – bo‘linmaning kengligi; z_{iy} – elementar i – bo‘linmaning o‘rtacha balandligi; θ_i – i – bo‘linmada depressiya egri chizig‘ining og‘ish burchagi; α_i – i – bo‘linma tubining og‘ish burchagi.

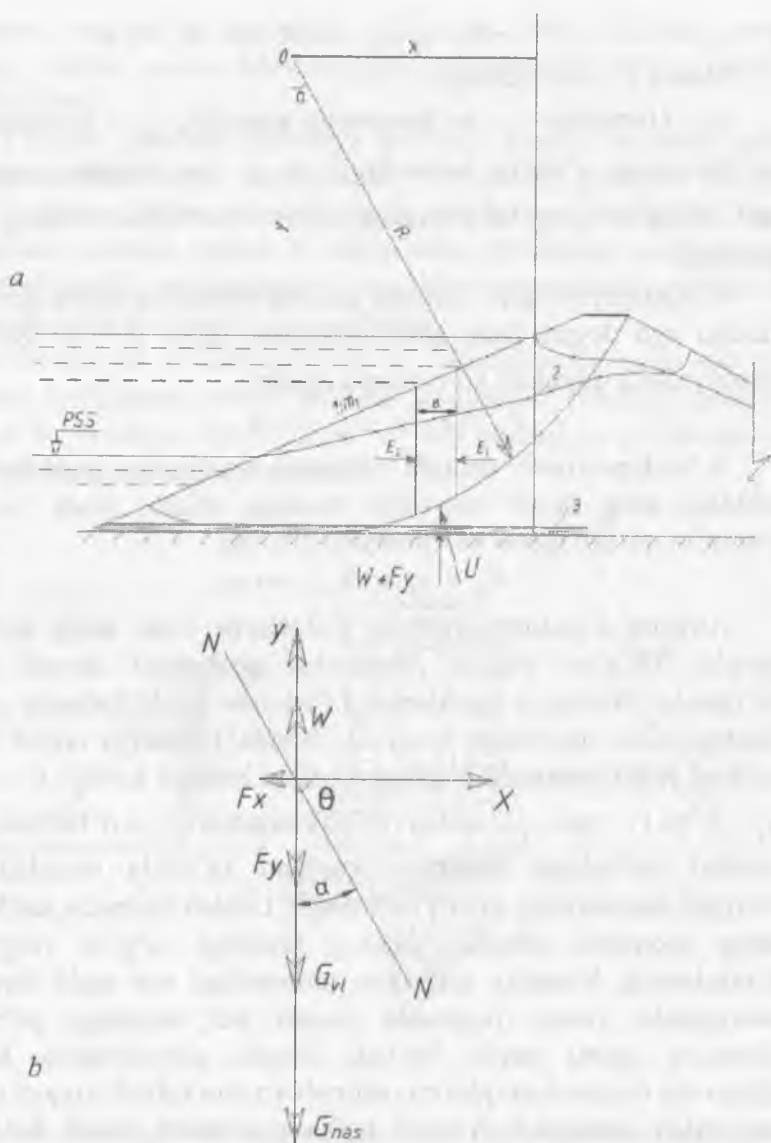
R. Chugayev va K. Tersagi usulida filtratsiya oqimi gorizontal yuzaga ega degan faraz qabul qilingan, ya‘ni $\theta_i = 0$. Bu holda hisobiy ifoda quyidagi ko‘rinishga egadir:

$$F_N = \gamma_v \cdot v_i \cdot z_{iy} \cdot \cos \alpha_i, \quad (6.40)$$

A.Nichiporovich usulida filtratsiya kuchlarini faqat bo‘linma tubidagi teng ta‘sir etuvchisi hisobga olinib, unda bo‘linma konturini qolgan qismi ko‘rilmaydi, u holda:

$$F_N = \gamma_v \cdot v_i \cdot z_{iy} / \cos \alpha_i, \quad (6.41)$$

Amalda I.Fedorov hamda V.Zabavin usuli keng qo‘llanilmoqda. To‘g‘on yuqori prizmasida gorizontal qavatli drenaj bo‘lganda filtratsiya kuchlarini I.Fedorov va V.Zabavin usulida hisobga olish maqsadga muvofiq. Bunda filtratsiya oqimi yuqori befdagi suvni pasayishi hisobiga vertikal holatga keladi: $\theta_i = 0,5\pi$, $\alpha_i = 0$ (6.17- rasm). U holda (6.39) ifodadan $F_N = 0$ bo‘ladi, ya‘ni vertikal yo‘nalgan filtratsiya kuchlari ta‘sirida muallaq tutib turuvchi kuchlarning ta‘siri yo‘qoladi. Ushlab turuvchi kuchlar va uning momenti oshadi. Shuning hisobiga to‘g‘on turg‘unligi ta‘minlanadi. Shunday qilib suv omboridagi suv sathi birdaniga pasayganda yuqori prizmada yuqori bef tomonga yo‘nalgan filtratsiya oqimi paydo bo‘ladi. Bunda gidrodinamik kuchlar siljituvchi moment miqdorini oshiradi va shu tufayli yuqori qiyalik turg‘unligi kamayadi. Yuqori befda gorizontal drenaj bo‘lganda filtratsiya oqimi o‘zining yo‘nalishini drenaj tomonga o‘zgartirib tik ko‘rinadi va buning natijasida ushlab turuvchi moment ko‘payib, to‘g‘on qiyaligining turg‘unligi miqdori ortadi.



6.17-rasm. Yuqori befda suv sathi birdaniga pastlaganda qiyalik turg'unligini hisoblash a) aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usulida; b) kuchlar sxemasi.

Nazorat savolari

1. Gruntli to'g'on tanasida qanday hollarda noturg'un filtratsiya yuz beradi?

2. Noturg'un filtratsiyaning asosiy tenglamasini lineari-zatsiyalashning necha usuli mavjud?

3. Bussinesk tenglamasi filtratsiya suvining qanday harakatini ifodalaydi?

4. Shestakov usulida suv omboridagi suv sathini pasayishi qanday qabul qilingan?

5. Yuqori qiyalik turg'unligini noturg'un filtratsiyadan saqlash uchun qanday chora-tadbirlar qo'llaniladi?

6. Mahalliy o'pirilish nima va u qanday yuz beradi?

7. To'g'on tanasida gorizonta drenajlar nima maqsadda qo'llaniladi?

8. Noturg'un filtratsiyada gorizonta drenajlar to'g'on yuqori qiyaligi turg'unligini nima hisobiga oshiradi?

9. Filtratsiya kuchlari miqdori qanday?

10. To'g'on qiyaligi turg'unligini aniqlashda filtratsiya kuchlarini hisobga olishni qanday usullarini bilasiz?

11. Filtratsiya kuchlarini hisobga olishni I.Fedorov-Zabavin usulini bilasizmi?

12. To'g'on yuqori prizmasida gorizonta drenaj bo'lganda filtratsiya kuchlari qaysi usulda aniqlanadi?

7-BOB.

YUVMA TO'G'ONLARNING FILTRATSIYA HISOBI

7.1. Yuvma to'g'onlarni qurishda filtratsiyani hisoblash

7.1.1. Umumiy ma'lumotlar

Qum-shag'alli, qumli va gilli qumli gruntlarni yuvish usulida gruntli to'g'onlar qurishda yuvilayotgan yuzadan hamda tindirgich hovuzdan sizib o'tayotgan suvlar hisobiga to'g'on tanasida kuchli filtratsiya oqimi hosil bo'ladi. Ushbu oqim to'g'on tanasi turg'unligi uchun ko'pincha inshootdan foydalanish davrida uning tanasida yuzaga keladiyan oqimdan ham xavfliroq.

Amalda ma'lumki, to'g'onni yuvib qurish davrida uning qiyaligida katta hajmdagi gruntlarni ko'chishiga olib keladigan xavfli deformatsiyalar yuz bergan. Bunday deformatsiyalar to'g'onning o'rta va yuqori qismini yuvishda ko'proq kuzatiladi. Bunda filtratsiya suvlari ko'p darajada to'g'on tanasini namlab, shu tufayli katta balandlikda to'g'on qiyaligiga sizib chiqadi.

Yuvish jarayonida to'g'on qiyaligining turg'unligini ta'minlash va uning buzilishiga yo'l qo'ymaslik uchun quyidagi muhandislik chora-tadbirlari ko'riladi: to'g'on qiyaligini yassilashtirish; qiyalikka sizib chiqayotgan filtratsiya suvlarining balandligini kamaytirish maqsadida yuvish tezligini (jadalligini) cheklash; to'g'on qiyalik yuzasini drenajlovchi yuk bilan bostirish; to'g'on tanasida depressiya egri chizig'i sathini ko'proq pasaytiruvchi maxsus drenaj o'rnatish; nina filtr, drenaj qudiqlari va boshqa turdagi vaqtinchalik suv sathini pasaytiruvchi qurilmalar qo'llash va hokazo.

Har bir holatda qaysi tadbirni qo'llashni maqsadga muvofiqligi qator variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash natijasida tanlanadi. Undan tashqari inshootni yuvish davrida filtratsiya oqimi harakat qonunlarini bilish kerak, ya'ni to'g'onni yuvish davridagi filtratsiya hisobini bajarish darkor.

7.1.2. Yuvma to'g'onlarda filtratsiya sxemasi, chegara shartlari

Gidrotexnika qurilishida gruntli to'g'onlarni yuvib qurishni amaldagi asosiy usuli ikki tomonlama yuvish hisoblanadi. Bu holda loyqani chiqishi inshootni har ikkala qiyaligi bo'ylab joylashtirilgan ikkita yon quvurdan yuvilayotgan kartani butun uzunligi bo'ylab bir vaqtda yoki uzunligini bir qismidan – yon tomondan yuvishda (tortsovom) – amalga oshiriladi.

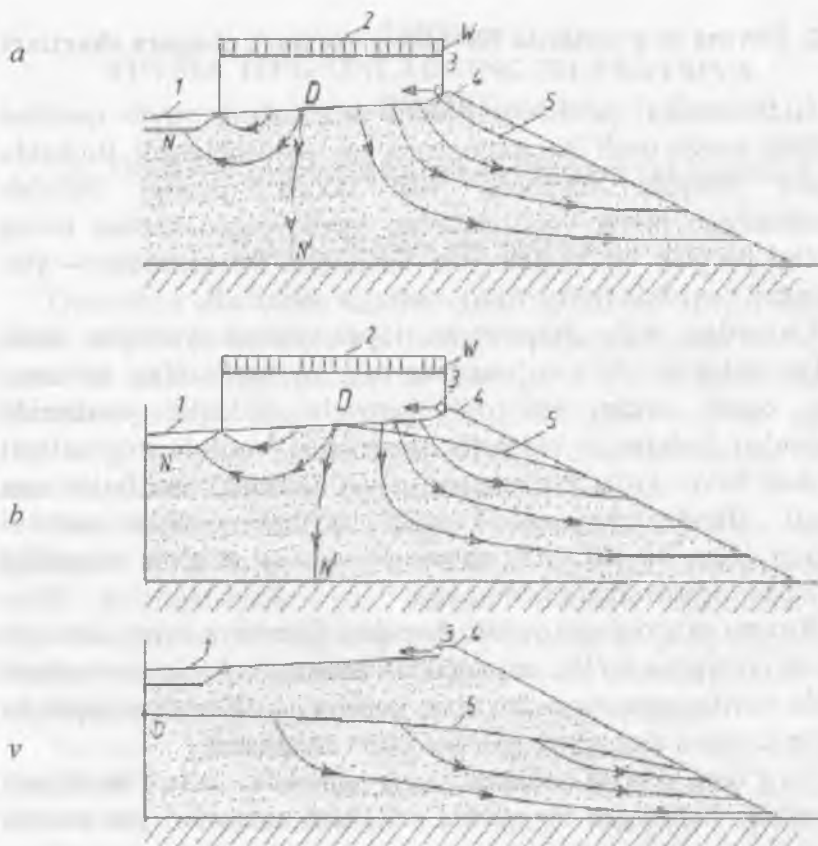
Quvurdan oqib chiqayotgan loyqa yuvish yuzasida hosil bo'lgan uzluksiz jilg'a ko'rinishida to'g'on markazidagi hovuzga qarab oqadi, undan suv olib ketuvchi quduqlar yordamida inshootdan tashqariga chiqarib yuboriladi. Yadrolı to'g'onlarni yuvishda hovuz grunt zarrachalari uchun tindirgich vazifasini ham o'taydi. Bunday hovuzni kengligi loyihalanayotgan yadroni kengligi bilan bir xil qilib qabul qilinadi va to'g'on balandligi bo'yicha o'zgaruvchan kesimga ega.

Yuvma to'g'onlarni qurish davridagi filtratsiya oqimi umumiy holatda noturg'un bo'lib, uni xarakteri asosan tindirgich hovuzdan, hamda yuvilayotgan yuzadan sizib kelayotgan filtratsiya orqali va to'g'on tanasini drenajlash shartlari bilan aniqlanadi.

To'g'onni ikki tomonlama yuvib qurishda, unda filtratsiyani 7.1-rasmda keltirilgan bir nechta xarakterli sxemalari yuz berishi mumkin.

Birinchi sxemada to'g'on tanasi to'la suvga to'yingan holatda bo'ladi. Bu holat to'g'onning o'rta va pastki qismi to'xtovsiz yuvilganda kuzatiladi (7.1a-rasm). Sxemada to'g'onni tashqi qiyaligiga (drenajga) yo'nalgan asosiy oqim bilan birgalikda tindirgich hovuzga yo'nalgan DN yoki DN chiziqlar bilan bo'lingan oqim ham paydo bo'ladi. Ushbu sxemada hovuz ikkinchi oqim uchun drenaj vazifasini bajaradi.

Filtratsiya oqimini ikkinchi sxemasida depressiya egri chizig'i yuvilish oralig'ida biroz pasaygan holatga keladi (7.1b-rasm). Bu holat asosan to'g'onning yuqori qismi yuvilayotganda, hamda o'rta qismi sekin yuvilganda yuz beradi.



7.1-rasm. Bir jinsli suv o'tkazmaydigan zamindagi yuvma to'g'onning asosiy filtratsiya sxemalari

a) to'g'on tanasi to'liq suvga to'yingan holatda; b) depressiya egri chizig'i yuvish yuzasidan biroz pasaygan holatda; v) depressiya egri chizig'i yuvish yuzasidan to'liq ajralgan holatda. 1-tindirgich-hovuz; 2-infiltratsiya zonasi; 3-loyqa keltiruvchi quvur; 4-o'rovchi damba; 5-depressiya egri chizig'i; D – oqimning ajralish nuqtasi.

Bu sxema undan tashqari to'g'onni yuvishda qisqa tanaffus qilinganda, ya'ni yuvish yuzasidan infiltratsiya to'xtaganda kuza-tiladi.

Filtratsiya oqimining uchinchi sxemasida depressiya egri chizig'i yuvish yuzasidan to'liq ajralgan past holatda bo'ladi (7.1v - rasm). Yuvish uzoq muddatga to'xtatilganda yuz beradi.

Filtratsiya hisobi gruntli yuvma to'g'onning yarim kesimi uchun bajariladi. Bunda filtratsiya oqimining analitik ifodalarini topishda quyidagi asosiy farazlar qabul qilinadi:

a) Gruntli to'g'on suv o'tkazuvchanligi bo'yicha bir jinsli gruntдан tashkil topgan hamda gorizontal suv to'siqqa joylashtirilgan.

b) To'g'onning ko'rilayotgan kesimda harakat qilayotgan filtratsiya oqimi xuddi shunday qo'shni kesimdagi oqimga o'zaro ta'sir qilmaydi.

v) Filtratsiya suvlari harakati Darsi qonuniga bo'ysinadi.

g) Yuvish yuzasidan sizayotgan suv (infiltratsiya) miqdori doim o'zgarmas, hisobiy davrdagi o'rtacha sizishga teng deb qabul qilinadi.

Sizayotgan suvlarning miqdori w , ya'ni birlik vaqt davomida birlik yuzadan gruntga sizib kirayotgan suv miqdori quyidagicha aniqlanadi:

a) yuvish davrida hovuz yuzasidan sizib o'tayotgan suvning hajmi bilan;

b) yangi yuvilgan ΔH qatlamning suv beruvchanligi bilan.

Umumiy holatda depressiya egri chizig'i yuvish yuzasidan ajralgan holatda bo'lganda uning miqdori quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$w = k_T \cdot \frac{t}{24} + \mu_T \cdot \Delta H, \quad (7.1)$$

bunda k_T — to'g'on tanasidagi gruntning filtratsiya koefitsiyenti, m/sut;

— to'g'onning bir sutkada yuvish vaqti, soat;

ΔH — bir sutkada yuvilayotgan grunt qatlamining balandligi, ya'ni yuvish jadalligi;

μ_T — yuvilayotgan gruntning suv beruvchanligi.

Suv beruvchanlik koeffitsiyenti μ_T miqdori tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Qumli va shag'al-qumli gruntlar uchun suv beruvchanlik koeffitsiyentini taxminiy miqdorini quyidagi jadvaldan qabul qilish mumkin.

7.1 - jadval

Samarali diametr, mm	0,10	0,15	0,2	0,3	0,5
μ_T	0,15	0,20	0,23	0,25	0,28

Sizayotgan suv miqdorini aniqlashda (7.1) ifodadan foydalanish mumkin, agarda birlik yuzadan t vaqt davomida gruntga sizib o'tayotgan suv hajmi, suvdan bo'shayotgan qism balandligidagi grunt erkin (bo'sh) g'ovakligi hajmidan oshib ketmasa, ya'ni quyidagi shart bajarilsa.

$$h_c \geq Y_t, \quad (7.2)$$

bunda: h_c – yuvish boshlanish davrida quyqa keltiruvchi quvur tubidagi gruntning suvdan bo'shagan qismi chuqurligi;

Y_t – yuvish vaqtida suvni gruntga sizib kirish (ho'llanish) chuqurligi.

h_c chuqurlik miqdori filtratsiya hisoblari natijasiga ko'ra, Y_t miqdori esa **Sunner** formulasidan tanlov yo'li bilan aniqlanadi.

$$t = \frac{m - W_0}{k_T} \left[Y_t - h_k \cdot \ln \left(1 + \frac{Y_t}{h_k} \right) \right], \quad (7.3)$$

bunda: m – gruntning faol g'ovakligi;

W_0 – gruntning boshlang'ich namligi; uning miqdorini taxminan, qum uchun 0,06-0,10; gilli qum uchun 0,10-0,15; qumli gil uchun – 0,15-0,20ga teng deb qabul qilish mumkin; h_k – ho'llanish oralig'idagi kapillar bosim; uning miqdori taxminan kapillar ko'tarilish balandligini yarmiga teng.

Agarda (7.2) shart bajarilmasa tekshirilayotgan joydagi filtratsiya oqimining holati butun yuvish qismi bo'ylab suvga to'la to'yingan deb qaraladi.

To'g'onda yuvish qismi to'la suvga to'yingan holatda yuz berayotgan filtratsiya oqimi I-tipdagi oqim, yuvish qismi grunti to'la suvga to'yinmagan holatdagi, infiltratsiya suvlari hisobiga yuz berayotgan oqim II-tipdagi oqim deb ataymiz.

7.1.3. Zamini suv o'tkazmaydigan to'g'onlar

1. Drenajsiz to'g'on pastki befda suv bo'lmagan holatda (7.2a-rasm).

Hisoblashlarni prof. V.P.Nedriga taklif qilgan usulda bajaramiz. Zamini suv o'tkazmaydigan to'g'onlar tanasi to'la suvga to'yingan holatda hisoblanadi. Filtratsiya sarfi bunda ikkita bir-biri bilan kesishgan $q = f(h_p)$ qo'shimcha grafikni qurish yo'li bilan aniqlanadi (7.2b-rasm). Ulardan biri 7.3-rasmdagi hisobiy grafik yordamida oqim chuqurligi h_p ni har xil miqdorini berib quriladi. Ikkinchisi esa h_p ni xuddi shu miqdorlari uchun quyidagi formula yordamida:

$$\frac{q}{k_T} = \frac{1}{m^2 - 0,25} \cdot \left[A - \sqrt{A^2 - (m^2 - 0,25)h_p^2} \right] \quad (7.4)$$

bunda m — to'g'on pastki qiyaligi miqdori;

$$A = l_2 - \frac{2m_0^2}{1 + m_0} \cdot h_p,$$

m_0 — har bir berilayotgan h_p chuqurlik uchun 7.4-rasmdagi grafikdan aniqlanadigan 2-2-kesimdagi teng potensiallar chizig'ining shartli qiyaligi miqdori.

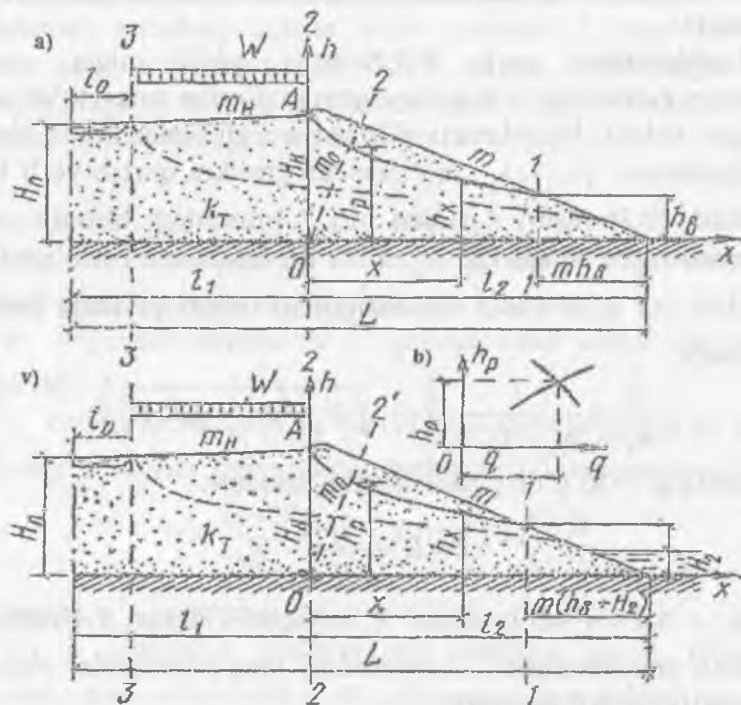
To'g'ondagi 1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida depressiya egri chizig'ining holatini quyidagi formula bilan:

$$h_x = \sqrt{2(l_2 - mh_0 - x)q/k_T} + h_0, \quad (7.5)$$

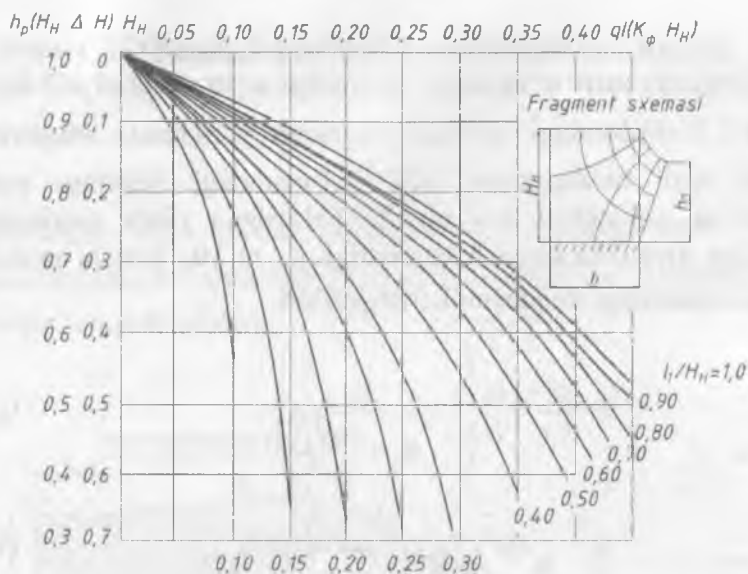
bunda $m_0 h_p \leq x \leq m h_s$; $h_s = (0,5 + m) \frac{q}{k_r}$.

Depressiya egri chizig'ini boshlang'ich qismi grafik usulda A nuqta bilan birlashtiriladi. Filtratsiya faqat tindirgich – hovuzdan yuz berayotgandagi hisobiy formulalarda quyidagilarni qabul qilish kerak:

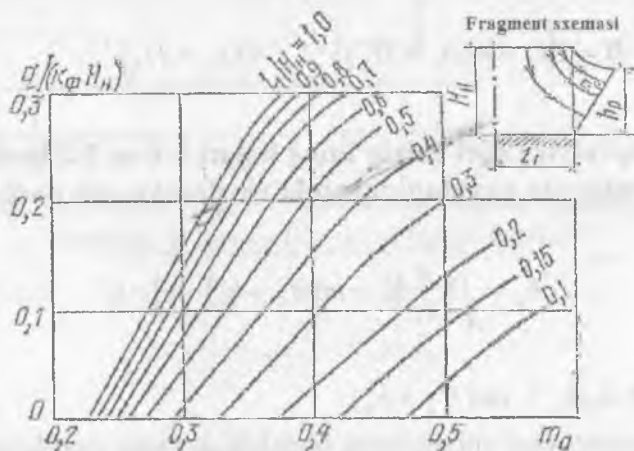
$$l_1 = l_0, \quad l_2 = L - l_0 \quad \text{va} \quad H_n = H_n.$$



7.2-rasm. Suv o'tkazmaydigan zaminlardagi bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'onning filtratsiya hisobi sxemasi. a) pastki befda suv bo'lmaganda; b) pastki befda suv borligida.



7.3-rasm. Tanasi suvga to'la to'yingan holatdagi yuvma to'g'on ichki fragmentida filtratsiya sarfini aniqlash uchun hisobiy grafik.



7.4-rasm. Yuvma to'g'on ichki fragmenti pastki qiyaligi miqdorini aniqlash uchun hisobiy grafik.

2. Drenajsiz to'g'on pastki befda suv bo'lganda (7.2 v-rasm).

Filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi h_p ni miqdori 2-2 kesim uchun 7.2 b-rasmdagi $q = f(h_p)$ grafigi yordamida aniqlanadi. Bunda egri chiziqlardan biri 2.3-rasmdagi hisobiy grafik yordamida, ikkinchisi esa quyida keltirilgan ifoda yordamida, oqimning qiyalikka chiqish balandligi h_a ni yuz berishi mumkin bo'lgan oraliqdagi miqdorini berib quriladi.

$$\frac{q}{k_T} = \frac{h_a}{\alpha} \left(1 + \frac{H_2}{h_a + \frac{mH_2}{2\alpha^2}} \right), \quad (7.6)$$

$$h_p = \sqrt{4\beta^2 \left(\frac{q}{k_T} \right)^2 + B - 2\beta \frac{q}{k_T}}, \quad (7.7)$$

$$\text{bunda } \alpha = m + 0,5; \quad \beta = \frac{m_0^2}{1 + 2m_0};$$

$$B = 2[l_2 - m(h_a + H_2)] \frac{q}{k_T} + (h_a + H_2)^2, \quad (7.8)$$

Depressiya egri chizig'ining holati 1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida quyidagi formula yordamida quriladi.

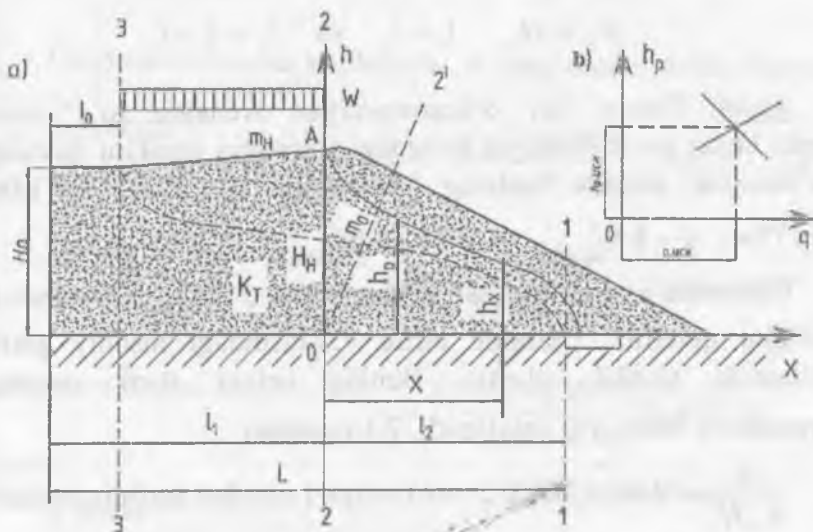
$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} [l_2 - m(H_2 + h_a) - x] + h_a^2}, \quad (7.9)$$

$$\text{bunda } m_0 h_p \leq xm(H_2 + h_a).$$

Depressiya egri chizig'ining boshlanish qismi grafik usulda A nuqta bilan birlashtiriladi. Agarda filtratsiya faqat tindirgich hovuzdan yuz berayotgan bo'lsa, u holda yuqoridagi ifodalarda quyidagilarni qabul qilamiz: $H_n = H_n$; $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$.

3. Qavatli drenajli to'g'on (7.5-rasm).

Ushbu to'g'onlardagi filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi h_p qo'shimcha $q = f(h_p)$ grafigi yordamida aniqlanadi (7.5 b-rasm). Bunda ham bitta egri chiziq 2.3-rasmdagi grafikdan h_p ni har xil miqdorlarini berib qurilsa, ikkinchisi esa quyidagi ifodadan h_p yuqoridagi miqdorlarini hamda unga mos kelgan m_0 qiymatini 7.4-rasmdan aniqlab quriladi.



7.5-rasm. Suv o'tkazmaydigan zaminlardagi bir jinsli qavatli drenajli yuvma to'g'onning filtratsiya hisobi sxemasi.

$$\frac{q}{k_T} = \sqrt{L_p^2 + h_p^2} - L_p, \quad (7.10)$$

bunda
$$L_p = l_2 - \frac{2m_0}{1 + 2m_0} \cdot h_p$$

1-1 va 2-2 kesimlar orasida depressiya egri chizig'ining holati quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{2(L_p - x) \frac{q}{k_T} + \left(\frac{q}{k_T}\right)^2}, \quad (7.11)$$

$$m_0 h_p \leq x \leq l_2$$

Depressiya egri chizig'ini boshlanish qismi grafik usulda A nuqta bilan birlashtiriladi. Filtratsiya faqat tindirgich-hovuzdan yuz berayotgan holatda hisoblashlarning yuqoridagi formulalarga quyidagilarni qo'yib bajariladi.

$$H_u = H_n, \quad l_1 = l_0 \quad \text{va} \quad l_2 = L - l_0.$$

Misol. Zamini suv o'tkazmaydigan drenajsiz to'g'onning pastki befda suv bo'lmagan holatdagi filtratsiya hisobini quyidagi ma'lumotlar asosida bajaring (7.6-rasm). $h_u = 25m$; $l_1 = 14m$; $l_2 = 75m$; $k = 8m/sutka$ va $W = 3,6m/sutka$.

Filtratsiya sarfini aniqlash uchun ikkita $q = f(h_p)$ yordamchi grafigini quramiz. Ularning birini 7.3-rasmdagi hisobiy grafik yordamida tashkil qilamiz. Buning uchun h_p ni quyidagi qiymatlarini berib q ni aniqlanadi. 7.3-rasmdan

$\frac{q}{K_f H_n} = 0,04; 0,125; 0,2$ – ekanligini aniqlab sarfning miqdorini hisoblanadi.

$$h_p = 24$$

$$q = 0,04 \cdot 8 \cdot 25 = 8m^3/sutka$$

$$h_p = 22$$

$$q = 0,125 \cdot 8 \cdot 25 = 25m^3/sutka$$

$$h_p = 20$$

$$q = 0,2 \cdot 8 \cdot 25 = 40m^3/sutka$$

So'ngra (7.4) formula yordamida sarfning miqdorini aniqlaymiz.

Buning uchun dastlab 7.4-rasmdagi grafikdan h_p ni har bir berilgan qiymati uchun m_0 ni aniqlaymiz.

$$h_p = 24$$

$$m_0 = 0,28$$

$$h_p = 22$$

$$m_0 = 0,34$$

$$h_p = 20$$

$$m_0 = 0,38$$

Ushbu ma'lumotlar yordamida A ning miqdorini hisoblaymiz.

$$m_0 = 0,28$$

$$A = 75 - \frac{2 \cdot 0,28^2}{1 + 2 \cdot 0,28} \cdot 24,0 = 72,58$$

$$m_0 = 0,34$$

$$A = 75 - \frac{2 \cdot 0,34^2}{1 + 2 \cdot 0,34} \cdot 22,0 = 71,97$$

$$m_0 = 0,38$$

$$A = 75 - \frac{2 \cdot 0,38^2}{1 + 2 \cdot 0,38} \cdot 20 = 71,72$$

U holda

$$\frac{q}{k_T} = \frac{1}{3,0^2 - 0,25} \cdot \left[72,58 - \sqrt{72,58^2 - (3^2 - 0,25)24^2} \right] = 6,57$$

$$q = 6,57 \cdot 8 = 52,33 \text{ m}^3/\text{sutka}$$

$$\frac{q}{k_T} = \frac{1}{3,0^2 - 0,25} \cdot \left[71,97 - \sqrt{71,97^2 - (3^2 - 0,25)22^2} \right] = 4,71$$

$$q = 4,71 \cdot 8 = 37,70 \text{ m}^3/\text{sutka}$$

$$\frac{q}{k_T} = \frac{1}{3,0^2 - 0,25} \cdot [71,72 - \sqrt{71,72^2 - (3^2 - 0,25)20^2}] = 3,56$$

$$q = 3,56 \cdot 8 = 28,50 \text{ m}^3/\text{sutka}$$

Ushbu ma'lumotlar asosida $q = f(h_p)$ grafigini quramiz (7.6-rasm) va undan sarfni qiymatini aniqlaymiz.

$$h_p = 21,5 \text{ m}; \quad q = 32,5 \text{ m}^3/\text{sutka}; \quad m_0 = 0,3$$

1-1 hamda 2-2 kesimlar oralig'ida depressiya egri chizig'ini (7.5) ifoda yordamida hisoblaymiz. X ni turli qiymatlarini berib h_x ni qiymatini topamiz. Bunda $m_0 h_p \leq X \leq L_2 - m h_s$ oraliqda o'zgaradi.

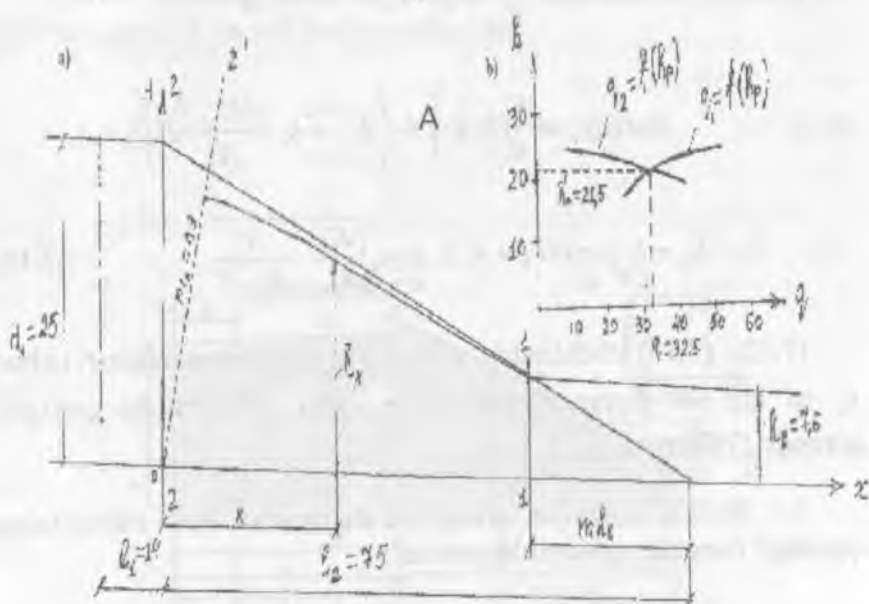
$$h_s = (0,5 + m) \frac{q}{k_T} = (0,5 + 3,0) \cdot \frac{32,5}{8} = 7,56 \text{ m}$$

Hisoblash natijalarini jadval ko'rinishida bajaramiz.

7.2 - jadval
Depressiya egri chizig'ining hisoblash natijalari

X	$m_0 h_p = 6,45$	10	15	20	25	30	40	50	52,31
h_x	20,73	20,02	18,98	17,88	16,7	15,44	12,54	8,71	7,56

Ushbu jadval natijalariga ko'ra depressiya egri chizig'ining holatini quramiz (7.6-rasm).



7.6-rasm. Bir jisnli zamini suv o'tkazmaydigan drenajsiz yuvma to'g'onning pastki befdi suv bo'lmagan holatda filtratsiya hisobi.

7.1.4. Zamini suv o'tkazadigan to'g'onlar

1. Drenajsiz to'g'on.

Birinchi tipdagi oqim uchun (7.7a-rasm).

To'g'on tanasi yuvish zonasida to'la suvga to'yingan holatda bo'lganda, filtratsiya sarfi quyidagi ikki tenglamadan aniqlanadi:

$$q = K_7 \frac{h_u}{\alpha} \left[1 + \frac{H_2}{h_u + \frac{mH_2}{2\alpha^2}} + \frac{\frac{K_{oc} \cdot T}{K_7}}{h_u + \frac{mH_2 + 0.44T}{\alpha}} \right] \quad (7.12)$$

bunda $\alpha = m + 0.5$

$$q = K_{oc} \cdot T \cdot \lambda \left[A - \sqrt{A^2 - B \operatorname{th}(\lambda l_1)} \right] \quad (7.13)$$

bunda
$$A = H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} T [1 + l_2 \cdot \lambda th(\lambda l_1)];$$

$$B = \left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2 - \left(H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2,$$

$$l_2 = L_2 - l_1 - m(H_2 + h_a); \lambda = \sqrt{\frac{K_f}{K_{oc}} \cdot \frac{1}{H_n \cdot T}} \quad (7.14)$$

(7.12), (7.13) ifodalardan q va h_a ni miqdorini aniqlash uchun h_a ni har xil qiymatini berib $q = f(h_a)$ qo'shimcha grafigini quramiz (7.7b-rasm).

1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida depressiya egri chizig'ining quyidagi formula yordamida quriladi:

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q_T}{K_T} (L_1 - x) + (H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T)^2} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T,$$

bunda $l_1 \leq x \leq L_1$

Depressiya egri chizig'ini boshlang'ich qismi A nuqta bilan grafik usulda birlashtiriladi.

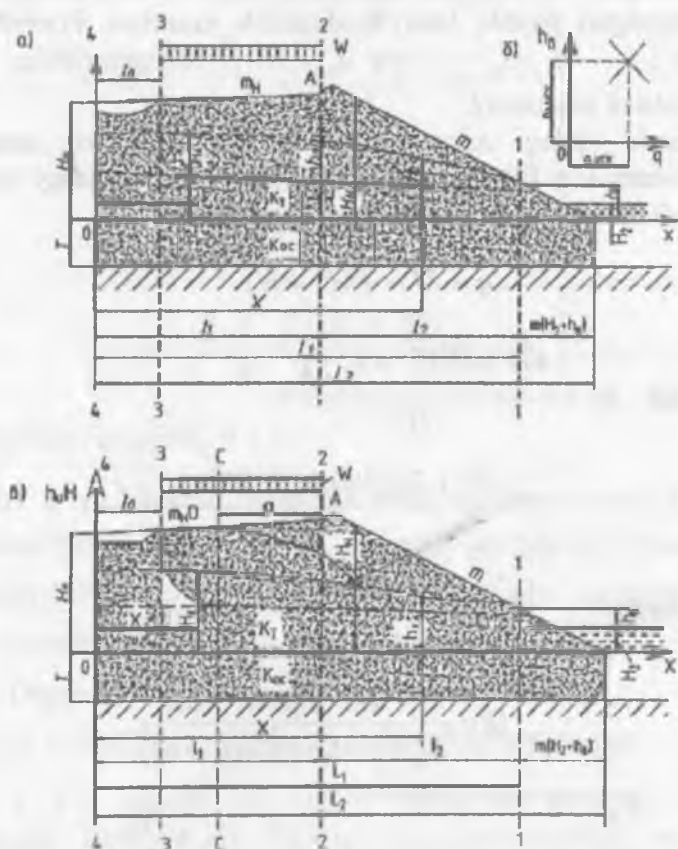
2-2 va 4-4 kesim oralig'i zaminidagi pezometrik bosim miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

bunda $0 \leq x \leq l_1$

$$h_p = \sqrt{2 l_2 \frac{q}{K_T} + (H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T)^2} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T, \quad (7.17)$$

Yuvish yuzasidan to'g'on tanasiga o'tayotgan solishtirma suv sarfi miqdori 2-2 va 4-4 kesim oralig'ida.

$$q = K_T \frac{H_u - h_p}{H_u} \cdot \frac{ch(\lambda x)}{ch(\lambda l_1)} \quad 0 \leq x \leq l_1 \text{ bo'lganda} \quad (7.18)$$



7.7-rasm. Cheklangan qalinlikdagi suv o'tkazuvchi zaminda bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'onning filtratsiya hisobi sxemasi.

a) To'g'on tanasi to'la suv to'yingan holatdagi oqim; b) $q=f(h_v)$ grafigi;

v) depressiya egri chizig'i yuzasi yuvish yuzasidan qisman ajragan holatdagi oqim.

$$H_x = \left[1 - \frac{ch(\lambda x)}{ch(\lambda l_1)} \right] (H_n - h_p) + h_p, \quad (7.16)$$

Keltirilgan ifodalardan filtratsiya faqat tindirgich hovuzdan yuz berayotgan paytda ham foydalanish mumkin. Formulalarda $H_n = H_n$, $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$ o'zgartirishlar kiritib hisoblashlarni bajaramiz.

Ikkinchi tipdagi oqim mavjud bo'lganda to'g'on tanasidagi hamda zaminidagi filtratsiya sarfi miqdori (7.12) quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$q = M - \sqrt{M^2 - N}, \quad (7.19)$$

$$\text{bunda } M = \frac{ED + D^2 W \cdot a + l_2 / K_f}{D^2};$$

$$N = \frac{E^2 + 2EDWa + D^2 W^2 \cdot a^2 - c^2}{D^2};$$

$$\text{bu yerda } E = H_n - \frac{a}{m_n} - \frac{Wa^2}{2K_{oc} \cdot T} + \frac{K_{oc}}{K_f} T;$$

$$D = \frac{1 + a\lambda_1 \cdot th[\lambda_1(l_1 - a)]}{K_{oc} \cdot T \cdot \lambda_1 \cdot th[\lambda_1(l_1 - a)]};$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{K_f}{K_{oc}} \cdot \frac{1}{\left(H_n - \frac{a}{m_n} \right) T}}; c = H_2 + h_n + \frac{K_{oc}}{K_f} \cdot T \quad (7.20)$$

bu yerda oldin a taqriban quyidagi ifodadan:

$$a_{\min} = \frac{1}{\lambda} \operatorname{arch} \frac{\frac{W}{K_T} H_n \operatorname{ch}(\lambda l_1)}{H_n - h_p}, \quad (7.21)$$

unga h_p va λ larni (7.17) va (7.14) formulalar yordamida aniqlangan miqdorini qo'yib hisoblanadi, so'ngra asta-sekin yaqinlashish usuli bilan quyidagi formula yordamida aniqlik kiritiladi.

$$a = A_1 - \sqrt{A_1^2 - B_1}, \quad (7.22)$$

bunda

$$A_1 = \frac{1}{W} \left(q + \frac{K_T - W}{m_n \cdot W} \cdot \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right);$$

$$B_1 = \frac{2 \cdot K_{oc} T}{W} \left(\frac{K_T - W}{K_T} \cdot H_n - h_p \right)$$

eng katta miqdori: $a = l_1 - l_0$.

Sarf q va suvning qiyalikka sizib chiqish balandligi h_a ning miqdorini (7.12) va (7.19) tenglamalar yordamida h_a ning turfa qiymatini berib $q = f(h_a)$ qo'shimcha grafigini quramiz (7.7 b-rasm) va ushbu grafiklardan aniqlaymiz.

Depressiya egri chizig'i holatining yozilishi:

a) 1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida (7.15) ifodadan;

b) 2-2 hamda s-s kesim oralig'ida quyidagi formula yordamida:

$$h_x = \frac{K_T}{K_T - W} \left[\frac{2q(l_1 - x) - W(l_1 - x)}{2 \cdot K_{oc} \cdot T} + h_p \right], \quad (7.23)$$

bunda

$$l_1 - a \leq x \leq L_1$$

$$h_p = \sqrt{\left(h_a + H_2 + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T\right)^2 + 2L_1 - m(h_a + H_2) \cdot \frac{q}{K_T} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T}, \quad (7.24)$$

(7.24) ifodada sarfni birinchi tipdagi oqim uchun aniqlangan miqdorini qabul qilinadi.

Zamindagi pezometrik bosim miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

a) 2-2 va s-s kesim oralig'ida

$$H_x = \frac{1}{K_{oc} \cdot T} \left[q(l_1 - x) - W \frac{(l_1 - x)^2}{2} \right] + h_p, \quad (7.25)$$

$$l_1 - a \leq x \leq l_1 \quad \text{bo'lganda}$$

b) s-s va 4-4 kesim oralig'ida

$$H_x = \left[1 - \frac{ch(\lambda_1 x)}{ch(l_1 - a)} \right] \left(H_n - \frac{a}{m_n} - H_a \right) + H_a, \quad (7.26)$$

$$0 \leq x \leq l_1 - a \quad \text{bo'lganda,}$$

$$\text{bunda} \quad H_a = \frac{1}{K_{oc} \cdot T} \left(qa - W \frac{a^2}{2} \right) + h_p \quad (7.27)$$

(7.25) va (7.27) ifodalar uchun h_p ni miqdori (7.17) ifodadan topiladi.

To'g'on tanasiga yuvish yuzasidan sizib kelayotgan solish-tirma filtratsiya sarfi quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

a) 2-2 va s-s kesim oralig'ida

$$q = W \cdot a; \quad (7.28)$$

b) s-s va 4-4 kesim oraliq'ida

$$q = K_T \frac{H_u - \frac{a}{m_u} - H_a}{H_u - \frac{a}{m_u}} \cdot \frac{ch(\lambda_1 x)}{ch[\lambda_1(l_1 - a)]}, \quad (7.29)$$

$$0 \leq x \leq l_1 - a \quad \text{bo'lganda.}$$

Bu yerda λ_1 va H_u miqdorini (2.20) va (2.27) ifodalardan aniqlaymiz.

7.2. Yuvma to'g'onlarda depressiya egri chizig'i pasayish tezligini aniqlash

7.2.1. Drenajsiz asosi suv o'tkazmaydigan to'g'on

Yuvish ma'lum oraliqda to'xtatilganda filtratsiya oqimi depressiya egri chizig'ining pasayish tezligini aniqlash, to'g'onning yuvish jadalligini tanlash maqsadida bajariladi.

Bu hisoblarga asos qilib noturg'un filtratsiyani asta-sekin turg'un filtratsiya holati bilan almashtirish usuli qabul qilingan. Bu usulning asosiy mohiyati shundaki, unga ko'ra noturg'un oqim, qator turg'un oqimdan iborat deb qaraladi.

Depressiya egri chizig'ining pasayishi qismlarga bo'lib hisoblanadi (7.8-rasm), uni soni quyidagi shartga ko'ra belgilanadi, ya'ni $\Delta H = H_0 - H_1$, har bir oraliqda 1 m dan oshmasligi lozim.

Depressiya egri chizig'ining har qaysi uchastkani chapdagi chegarasida H_0 dan H_1 gacha pasayishi uchun sarf qilinadigan vaqt qo'yidagi ifodadan ko'riladi:

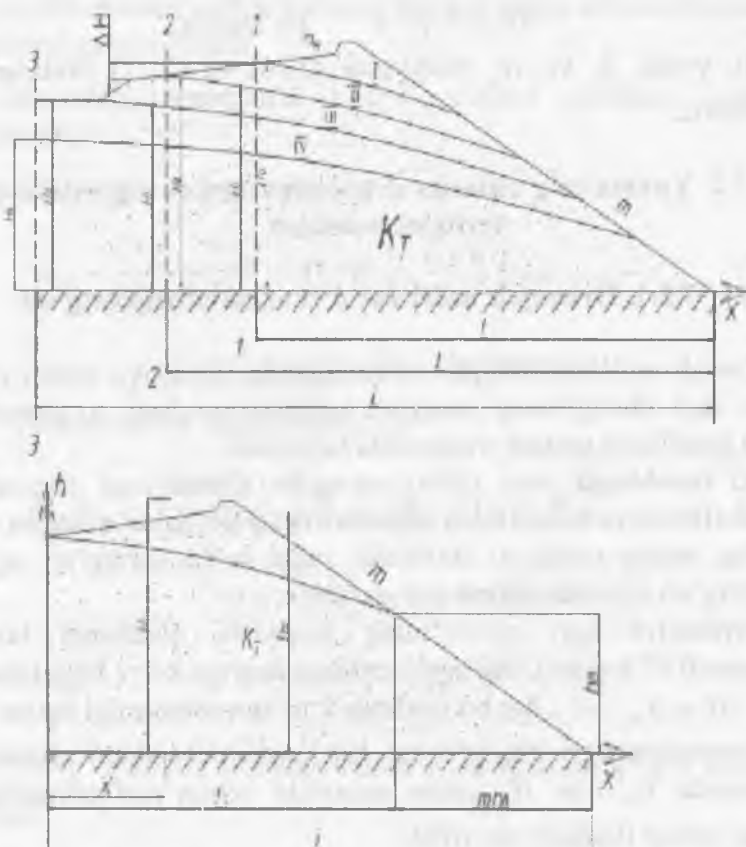
$$t = mL \frac{\mu_r}{K_T} \left[\ln \frac{H_0}{H_1} + \frac{7}{12m} \left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{1}{\eta_0} \right) - 2m(\eta_0 - \eta_1) + \frac{5m^2}{36} (\eta_0^3 - \eta_1^3) \right], \quad (7.30)$$

bunda: $\eta_0 = H_0/L$; $\eta_1 = H_1/L$.

Solishtirma filtratsiya sarfi:

$$q = K_T H_1^2 / L \quad (7.31)$$

Depressiya egri chizig'i qo'yidagi tenglamadan quriladi.



7.8-rasm. Suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'ondagi depressiya egri chizig'ining pasayish tezligini hisoblash sxemasi. I-IV-depressiya egri chizig'ining ketma-ket pasayish holati.

$$h_x = H_1 \sqrt{1 - \frac{x^2}{L^2 - m^2 \cdot H_1^2}} \quad (7.32)$$

bunda $0 \leq x \leq L - m^2 H_1^2 / L$

Ordinata o'qi qurilayotgan qism chap tomondagi chegarasida qabul qilinadi (7.8-rasm).

7.2.2. Drenajsiz asosi suv o'tkazadigan to'g'on

Depressiya egri chizig'ining pasayishi oraliqlarga bo'lib hisoblanadi (7.9 a-rasm).

Chapgi chegarada depressiya egri chizig'ining H_0 dan H_1 gacha pasayishi uchun sarf qilinadigan vaqt miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$t = \sum 2 \frac{V_0 - V_1}{q_0 + q_1} \quad (7.33)$$

bunda: V_0 , V_1 , H_0 va H_1 chuqurlikka to'g'ri kelgan to'g'on grundi g'ovaklaridagi suv hajmi;

q_0 va q_1 — H_0 bilan H_1 chuqurlikdagi filtratsiya suvlarining solishtirma sarfi. q_0 va q_1 miqdori 7.9b-rasmda keltirilgan hisobiy sxema uchun quyidagi ifodadan ko'riladi:

$$q_0 = K_T \frac{\left(H_0 + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2 - \left(H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2}{L_1}; \quad (7.34)$$

$$q_1 = K_{oc} \frac{2h_a \cdot T}{2m(H_2 + h_a) + T} + K_T \left(\frac{h_a}{m} + \frac{h_a + H_2}{mh_a + \frac{m}{2m+1} \cdot H_2} \right) \quad (7.35)$$

bunda: $L_1 = L - m(H_2 + h_a)$

h_a va q miqdorini aniqlash uchun qo'shimcha grafik quramiz (7.9v-rasm).

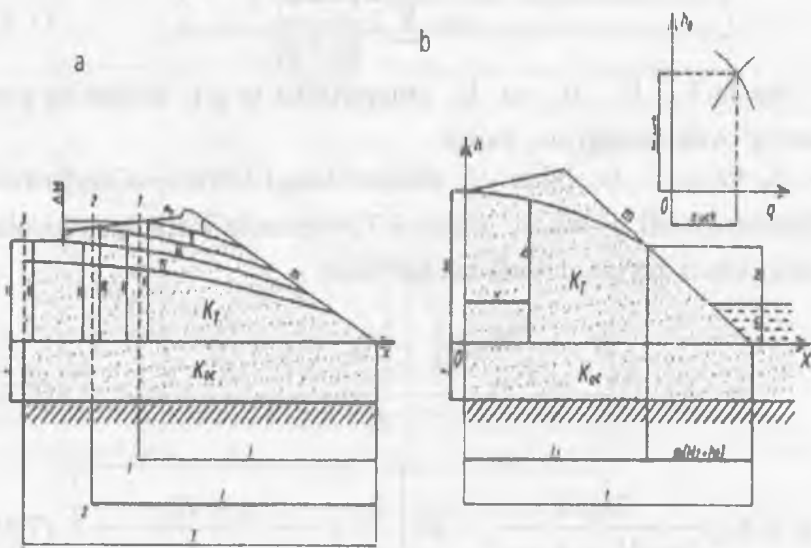
V_0 bilan V_1 miqdori qo'yidagi formuladan topiladi:

$$V_1 = \frac{1}{2} \mu_1 \cdot L_1 \left[\left(h_a + H_2 - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right) + \frac{\left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2}{\sqrt{\frac{qL_1}{K_T}}} \cdot \arcsin \frac{\sqrt{\frac{q}{K_T}} \cdot L_1}{H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T} + \frac{m}{L_1} (h_a + H_2)^2 \right] \quad (7.36)$$

bunda H_n – ko'rilayotgan chegarada oqimning berilayotgan chuqurligi.

Depressiya egri chizig'i quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{\left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2 - \frac{qx^2}{K_T \cdot L_1} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T} \quad (7.37)$$



7.9-rasm. Suv o'tkazuvchi zamindagi bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'onda depressiya egri chizig'ining pasayish tezligini hisoblash sxemasi.

Nazorat savollari:

1. Yuvma to'g'onni qurish jarayonida uning turg'unligini ta'minlash uchun qanday chora-tadbirlar ko'riladi?
2. To'g'onni ikki tomonlama yuvib qurishda filtratsiyaning nechta xarakterli sxemalari yuz berishi mumkin?
3. Yuvma to'g'onlarning filtratsiya hisobini bajarishda qanday farazlar qabul qilingan?
4. Yuvish yuzasidan sizib o'tayotgan suv (infiltratsiya) miqdori qanday aniqlanadi?
5. Yuvilayotgan grunt suv beruvchanlik miqdori qanday aniqlanadi?
6. Sunner formulasi yordamida qanday parametrlar aniqlanadi?
7. Filtratsiya hisoblari natijasida filtratsiya oqimining qanday parametrlari aniqlanadi?
8. To'g'onni yuvish davridagi qanday filtratsiya harakati yuz beradi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bakiyev M., Majidov I., Nosirov B., Xo'jaqulov R., Rahmatov M. Gidrotexnika inshootlari. 1-jild, darslik. – T.: “Vangi asr avlodi”, 2008.
2. Bakiyev M., Majidov I., Nosirov B., Xo'jaqulov R., Rahmatov M. Gidrotexnika inshootlari. 2- jild, darslik. – T.: “Taъlim”, 2009.
3. Bakiev M., Nosirov B., Xo'jaqulov R. Gidrotexnika inshootlari. – T.:«Bilim», 2004.
4. Волков И.М., Кононенко П.Ф, Федичкин И.К. Гидротехнические сооружения. – М.: Колос, 1968.
5. Волков И.М. и др. Проектирование гидротехнических сооружений. М., Колос, 1977. 384с.
6. Гидротехнические сооружения./Под ред.Н.П.Розанова.М., «Стройиздат», 1978.647.с
7. Гидротехнические сооружения. /Под ред.Н.П.Розанова.М., «Агропромиздат», 1985.432с.
8. Гольдин А.Л. , Рассказов Л.Н., Проектирование грунтовыхплотин. М.Изд. АСВ, 2001
9. Гришин М. М. Гидротехнические сооружения. – М.: «Энергия», 1962.
10. Кириенко И.И., Химерик Ю.А. Гидротехнические сооружения. Проектирование и расчет. Киев. «Вища школа», 1987. 253 с.
11. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям. Под.ред. В.С. Лапшенкова. –М. 1989. 448 с.
12. Ляпичев Ю.П. Гидротехнические сооружения. –М. УДН., 2007. С.
13. Нестеров,М.В. Т. Н. Ткачева. Гидротехнические сооружения лабораторный практикум – Горки: БГСХА, 2012. – 89 с.
14. Нестеров М.В. Гидротехнические сооружения. Минск. Изд. Новое знание, 2014.600с.
15. Ничипорович А.А. Плотины из местных материалов. М., Стройиздат, 1973.
16. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. М.,Наука, 1977 г.

17. Истомина В.С., Буренкова В.В., Мишурова Г.В. Фильтрационная прочность глинистых грунтов. – М.: Стройиздат, 1975.

18. Рассказов Л.Н. и др. Гидротехнические сооружения, в 2 частях. Учебник. – М.: Изд. АСВ., 2011.

19. Рекомендации по расчету обратных фильтров плотин из грунтовых материалов. – М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1992.

20. Рекомендации по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений (П92-80), Л. ВНИИГ. 1996.

21. Розанов Н.Н. Плотины из грунтовых материалов. – М.: Стройиздат, 1983. 296 с.

22. Румянцев И. С., Мацея В. Ф. Гидротехнические сооружения. – М.: «Агропромиздат», 1988. 430 с.

23. Соболев, С.В. Сооружения речных гидроузлов [Электронный ресурс]: учеб. пос. для студентов вузов – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2016.

24. Справочник по гидравлическим расчетам/ Под ред. П.Г.Киселева. – М.: Энергия, 1972.

25. Гидротехнические сооружения: справочник проектировщика. / Г.В.. Железняков и др.; под общ. ред. В.П. Недриги. – М., 1983.. 543 с.

26. Справочник «Мелиорация и водное хозяйство. Сооружения». Под ред. П. А. Полад-заде. М., «Агропромиздат», 1987. 28. Fayziev X. Gidrotexnika inshootlarini filtratsiya hisobi 2-qism. O'quv qo'llanma, TAQI. 2004.

29. Fayziyev X. Gidrotexnika inshootlarining filtratsiya hisobi. 2-qism, o'quv qo'llanma. O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi Adabiyot jamg'armasi nashriyoti. – T., 2005.

30. Fayziyev X., Nazarov K. Gidrotexnika inshootlaridan laboratoriya ishlari. uslubiy qo'llanma. TAQI, 2004.

31. Fayziyev X., Xusanxo'jayev O'.I. Gidrotexnika inshootlari. O'quv qo'llanma. 1-qism. TAQI, 2007.

32. Xusanxo'jayev Z. X. Gidrotexnika inshootlari. – T.: «O'qituvchi», 1968.

33. Xusanxo'jayev Z. X. Daryodansuvolish inshootlari. T.: «O'qituvchi», 1978.

34. Xusanxo'jayev Z. X. Gidrotexnika inshootlari hisobi T.: «O'qituvchi», 1972.

35. Чугаев Р.Р. Гидротехнические сооружения. Ч. 1. Глухие плотины. – М., 1985. 318 с.

36. Чугаев Р.Р. Гидротехнические сооружения. Ч.2. Водосливные плотины. – М., 1985. 352 с.

37. Чугаев Р.Р. Подземный контур гидротехнических сооружений. – Л., 1974. 237 с.

38. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – М.: Энергоиздат, 1982.

39. ShNK 2.06.11-04 Zilzilaviy xududlarda qurilish. – T.. 2004.

40. QMQ 2.06.01-97 Gidrotexnika inshootlarini loyihalashtirishning asosiy nizomlari. – T., 1998.

41. QMQ3.07.01-96 Daryo gidrotexnika inshootlari. – T., 1998.

42. QMQ 2.06.05-98 Tuproq to'g'onlar. – T., 1998.

43. QMQ 2.06.06-98 Beton va temir-beton to'g'onlar. – T., 1999.

44. QMQ. 2.06.04-97. Gidrotexnika inshootlariga bo'ladigan yuklanish va ta'sirlar (to'lqin, muz va kemalar orqali) – T., 1998.

45. QMQ 2.02.02-98. Gidrotexnika inshootlarining zaminlari. – T., 1998.

MUNDARIJA

So'zboshi.....	3
----------------	---

I BOB. SUV MANBALARI VA ULARDAN FOYDALANISH

1.1 Suv manbalari, suv xo'jaligi va ularni tarmoqlari	4
1.2 Gidrotexnika inshootlarining atrof-muhitga ta'siri. Gidrotexnika inshootlarini loyihalash. qurish va undan foydalanish davrida suv manbalari va atrof-muhitni himoya qilishning asosiy masalalari	9

II BOB. GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI VA ULARNING ISHLASH SHAROITLARI

2.1 Gidrotexnika inshootlari qurilishining qisqacha tarixi	12
2.2 Gidrotexnika inshootlari to'g'risida umumiy ma'lumotlar....	28
2.3 Suv oqimini gidrotexnika inshootlariga ta'siri.....	34

III BOB. GIDROTEXNIKA INSHOOTLARIGA TA'SIR QILUVCHI KUCHLAR

3.1 Kuchlarning tasnifi.....	38
3.2 Oqimning kavitatsiya va aeratsiya hodisalarini hisobga olish	47

IV BOB. FILTRATSIYA TO'G'RIDA UMUMIY

MA'LUMOT

4.1. Filtratsiya to'g'risida tushuncha	54
4.2. Gidrotexnika inshootlari filtratsiya hisobining maqsad va vazifalari	54
4.3. Filtratsiya asosiy qonuni	55
4.4. Filtratsiya koeffitsiyentini aniqlash usullari.....	58
4.5. Filtratsiyaning asosiy tenglamalari	60
4.6. Tekislikdagi turg'un filtratsiya	63
4.7. Plandagi filtratsiya	64
4.8. Asta o'zgaradigan turg'un bosimsiz filtratsiya harakati.....	65
4.9. Gidrotexnika inshootlari zaminida bosimli filtratsiyaning hisoblash usullari	72
4.10. Gruntlarning filtratsiyaga qarshi mustahkamligi	97

V BOB. GRUNTLI TO'G'ONLAR

5.1. Umumiy ma'lumotlar.....	114
5.2. Gruntli to'g'onlarni tiplari va klassifikatsiyasi	116
5.3. Gruntli ko'tarma to'g'onlarning turlari.....	116
5.4. To'g'on qurish joyini tanlash va asoslash.....	120
5.5. To'g'on va uning zaminidagi gruntlarning asosiy xossalari va ularga qo'yiladigan asosiy talablar.....	124
5.6. Gruntlarning yonlama bosim koeffitsiyenti	125
5.7. Gruntlarni siqiluvchanligi (zichlanish koeffitsiyenti va deformatsiya moduli).....	136

5.8. Gruntlarning mustahkamligi	138
5.9. Gilli gruntlarni cho‘zilishga qarshiligi.....	142
5.10. Gruntlarning suv o‘tkazuvchanligi	143
5.11. To‘g‘on ko‘ndalang kesimini loyihalash.....	144
5.12. Drenaj qurilmalari	161
5.13. Filtratsiyaga qarshi qurilmalar	167
5.14. To‘g‘onni qirg‘og‘i va beton inshootlar bilan tutashtirish tadbirlari	171
5.15. To‘g‘on ustki qismi o‘lchovini aniqlash	178
5.16. Gruntli to‘g‘onlarning filtratsiya hisobi	185
5.17. Teskari filtrlar va ularning tarkibini tanlash.....	206
5.18. Gruntli to‘g‘on qiyaligi turg‘unligi	227
5.19. Gruntli to‘g‘on pastki qiyaligi turg‘unligini hisoblash	229

VI BOB. GRUNTLI TO‘G‘ONLARDAGI NOTURG‘UN FILTRATSIYA

6.1. Noturg‘un filtratsiyaning umumiy masalalari	241
6.2. Bir jinsli drenaj prizmalı to‘g‘onning filtratsiya hisobi	244
6.3. Yadroli zamini suv o‘tkazmaydigan to‘g‘onlarda noto‘rg‘un filtratsiyaning hisobi	257
6.4. Bir jinsli suv o‘tkazuvchi zamindagi drenaj prizmalı to‘g‘onning filtratsiya hisobi.....	258
6.5. To‘g‘on yuqori qiyaligi qoplamasida ostida qumli drenaj qatlami bo‘lganda noturg‘un filtratsiya.....	259

6.6. Noturg'un filtratsiyani to'g'on yuqori qiyaligi mustahkamligiga ta'siri va uni oldini olish choralari.....	263
--	-----

VII BOB. YUVMA TO'G'ONLARNING FILTRATSIYA HISOBI

7.1. Yuvma to'g'onlarni qurishda filtratsiyani hisoblash	280
7.2. Yuvma to'g'onlarda depressiya egri chizig'i pasayish tezligini aniqlash	299
Foydalanilgan adabiyotlar.....	304

I.Majidov, X.Fayziyev, O'. Husanxodjayev, N. Raxmatov

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI

Muharrir O.Qanayev
Dizayner R.Toshmatov
Musahhih M.Xoliqova
Sahifalovchi H.Safaraliyev

Nashriyot litsenziyasi AI №270

Bosishga 09.12.2019-yilda berildi. Qog'oz bichimi 60x84 1/16

“Times New Roman” garniturasida ofset usulida bosildi.

Nashr bosma tabog'i 19,5. Adadi 300. Buyurtma № 93

“Ijod-Press” nashriyotida nashrga tayyorlandi.

“Dizayn-print” MChJ O'CHK bosmaxonasida chop etildi.

100054. Toshkent shahri, Cho'pon ota ko'chasi, 28-a uy.

Telefon: (371) 273-19-51

Faks: (371) 273-19-50

