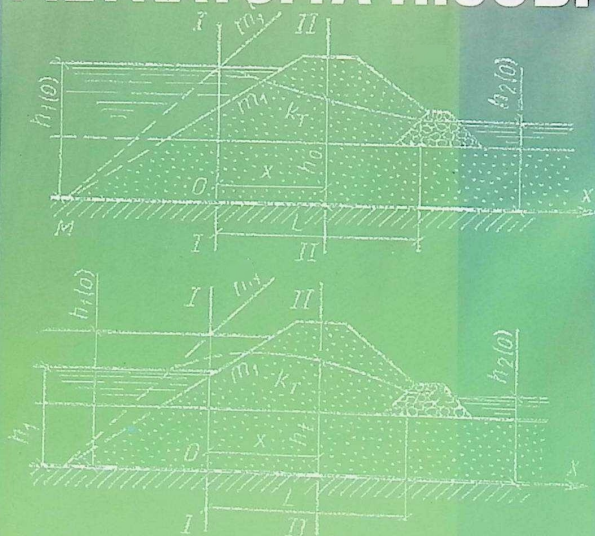




X. Fayziyev

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINING FILTRATSIIYA HISOBI



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TALIM VAZIRLIGI**

TOSHKENT ARHITEKTURA QURILISH INSTITUTI

X. FAYZIYEV

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINING FILTRATSIYA HISOBI

2 - qism

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan (SA580701 - Gidrotexnika inshootlari) magistratura
mutaxassisligi talabalari uchun "Gidrotexnika inshootlarining
filtratsiya hisobi" fanidan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi*

O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi Adabiyot jamg'armasi nashriyoti

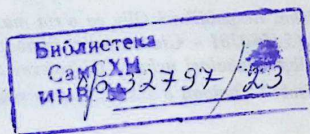
Toshkent - 2005

627
7-20.

UDK 627.824

Taqrizchilar: TIMI kafedra mudiri, t.f.d., prof. *Mirzaev A. G.*
TAQI, GIZvaP kafedrasi t.f.n., doc. *Xusanxodjayev O'.I.*

Mas'ul muharrir: t.f.n., doc. *Sayfiddinov S.*



© O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi
Adabiyot jamg'armasi nashriyoti, 2005.

X. Fayziyev - "Gidrotexnika inshootlarining filtratsiya hisobi" 2 - qism, o'quv qo'llanma. TAQI, 2005. 144-bet.

O'quv qo'llanma "Gidrotexnika inshootlarini loyihalash va qurishda gidravlik va filtratsiya hisoblari" fani dasturi asosida yozilgan bo'lib, unda gruntli to'g'onlardagi noturg'un filtratsiya, yuvma to'g'onlardagi filtratsiya va uni hisoblash usullari, gruntlarning filtratsiyaga qarshi mustahkamligi, inshoot qirg'og'idagi filtratsiya, kanallar tubidan uning zaminiga yuz beradigan filtratsiya, filtratsiyani laboratoriyada va inshootni haqiqiy holatida tekshirish masalalari bayon etilgan.

Qo'llanma "Gidrotexnika inshootlari" magistratura yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

В учебном пособии излагаются методы фильтрационных расчетов гидротехнических сооружений. Рассмотрены неустановившийся фильтрация в грунтовых плотинах, фильтрация в намывных плотинах и методы их расчета, фильтрационная прочность грунтов, расчет фильтрации в обход сопрягающих устройств плотин, фильтрация из каналов, исследование фильтрации в лабораторных и натурных условиях.

Пособия предназначено для магистрантов обучающихся по направлению «Гидротехнические сооружения».

There is set out methods of seepage calculation of the hydraulic constructions. Here is considered unsteady seepage flows in embankment dams, seepage in hydraulic fill dams methods of its calculation, seepage calculation bypass the connecting structures of the dams, seepage researches in laboratories and field observations.

The textbook intends to the students of Masters courses by specialization "Hydraulic Constructions".

MUNDARIJA

Muqaddima.....	5
1-bob. Gruntli to'g'onlardagi noturg'un filtratsiya.....	8
1.1 Noturg'un filtratsiyani umumiy masalalari.....	8
1.2 Bir jinsli drenaj prizmalı to'g'onni filtratsiya hisobi.....	10
1.3 Yadroli zamini suv o'tkazmaydigan to'g'onlarda noturg'un filtratsiya hisobi.....	21
1.4 Bir jinsli suv o'tkazuvchi zamindagi drenaj prizmalı to'g'onni filtratsiya hisobi.....	22
1.5 To'g'on yuqori qiyaligi qoplamasi ostida qumli drenaj qatlami bo'lganda noturg'un filtratsiya.....	23
1.6 Noturg'un filtratsiyani to'g'on yuqori qiyaligi mustahkamligiga ta'siri va uni oldini olish choralari.....	27
1.6.1. Yuqori befdagi suv sathi birdaniga pasayganda gruntli to'g'on tanasidagi filtratsiya oqimi xarakteri.....	27
1.6.2. Gruntli to'g'on yuqori tayanch prizmasini drenajlash va qiyalikni himoya qilish usullari.....	30
1.6.3. Qiyalik turg'unligini hisoblashda filtratsiya kuchlarini hisobga olish.....	37
2-bob. Yuvma to'g'onlarning filtratsiya hisobi.....	42
2.1 Yuvma to'g'onlarni qurishda filtratsiyani hisoblash.....	42
2.1.1. Umumiy ma'lumotlar.....	42
2.1.2. Yuvma to'g'onlarda filtratsiya sxemasi, chegara shartlari.....	42
2.1.3. Zamini suv o'tkazmaydigan to'g'onlar.....	46
2.1.4. Zamini suv o'tkazadigan to'g'onlar.....	53
2.2 Yuvma to'g'onlarda depressiya egri chizig'i pasayish tezligini aniqlash.....	57
2.2.1. Drenajsiz asosi suv o'tkazmaydigan to'g'on.....	57
2.2.2. Drenajsiz asosi suv o'tkazadigan to'g'on.....	59
3-bob. Gruntlarning filtratsiyaga qarshi mustahkamligi.....	61
3.1 Gidrotexnika inshootlaridagi filtratsiya deformatsiya turlari.....	61
3.2 Teskari filtrlar va ularni tarkibini tanlash. Filtrlarning o'lchamlarini aniqlash.....	77
3.2.1. Bog'lanmagan gruntni himoya qiluvchi teskari filtrlar.....	77
3.2.2. Bog'langan gruntni himoya qiluvchi teskari filtrlar.....	82

4-bob. Gidrotexnika inshootlari va suv ombori qirg'og'idagi filtratsiya.....	96
4.1 Qirg'oqdagi filtratsiyani umumiy shartlari.....	96
4.2 Gidrotexnika inshootini qirg'oq bilan tutashgan qismida bosimsiz aylanma filtratsiya.....	98
4.3 Suv oqizma beton to'g'onni gruntli to'g'on bilan tutashgan qismida aylanma filtratsiyani hisobi.....	104
4.3.1. Tutashtirish sxemasi va hisoblash usuli.....	104
4.3.2. Suv oqizma to'g'on o'zandagi zamini suv o'tkazmaydigan gruntli to'g'on bilan tutashgan.....	106
4.3.3. Suv oqizma to'g'on daryo qirg'og'ida (poymada) joylashgan zamini suv o'tkazuvchan gruntli to'g'on bilan tutashgan.....	111
5-bob. Kanal tubidan uning zaminiga yuz beradigan filtratsiya.....	113
5.1 Umumiy ma'lumotlar.....	113
5.2 Kanal tubida tirgak bosim bo'lmaganda filtratsiya.....	115
5.2.1. Bir jinsli gruntlarda tabiiy o'zandagi qoplamasiz kanal (5.2 rasm).....	115
5.2.2. Ikki qavatli zamindagi ekransiz kanal (5.3 - rasm).....	117
5.2.3. Ekranlı kanal (5.4 - rasm).....	118
5.3 Kanal tubida tirgak bosim bo'lganda filtratsiya.....	120
5.3.1. Bir qavatli zamindagi kanal.....	121
6-bob. Filtratsiyani laboratoriyada inshoot modelida va inshootning haqiqiy holatida tekshirish.....	123
6.1 Umumiy ma'lumotlar.....	123
6.2 Filtratsiya masalalarini gruntli nov yordamida tekshirish.....	125
6.3 Filtratsiyani tirqishli nov yordamida tekshirish.....	128
6.4 Filtratsiyani inshootning haqiqiy holatida kuzatish.....	133
Foydalanilgan adabiyotlar.....	139

Muqaddima

Ushbu o'quv qo'llanma "Gidrotexnika inshootlarini loyihalash va qurishda gidravlik va filtratsiya hisoblari" fani dasturi asosida yozilgan bo'lib, 5A 580701 "Gidrotexnika inshootlari" mutaxassisligida ta'lim olayotgan magistrantlar uchun mo'ljallangan.

O'quv qo'llanma shu fan bo'yicha 2002 yilda nashr etilgan "Gidrotexnika inshootlari filtratsiya hisobi" qo'llanmasini 2-qismi hisoblanadi.

Hozirgi paytda ko'plab yirik gidrotexnika inshootlari barpo etilmoqda. Bunday inshootlarni loyihalash va qurishda ularning xavfsizligini ta'minlash eng dolzarb masalalar qatoriga kiradi, chunki bunday inshootlarda yuz berishi mumkin bo'lgan halokatlar katta miqdordagi talofatlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Qator to'g'onlarda yuz bergan avariya sabablarini tahlil qilish natijalari, hamda ko'plab suv inshootlaridan foydalanish tajribalari shuni ko'rsatdiki, ko'plab hollarda avariya holati to'g'on tanasi va zaminidagi filtratsiya bilan bog'liq masalalarni to'g'ri hisobga olmaslik natijasida yuz berar ekan.

Bizga ma'lumki filtratsiya nazariyasi suvni g'ovak muhitda harakat qonunlarini o'rganadi. Gidrotexnika inshootlarini loyihalashda filtratsiya hisoblari muhim rol o'ynaydi. Filtratsiya hisoblari natijasida gidrotexnika inshootini konstruksiyasi va o'lchamlari aniqlanadi. Har qanday gruntli yoki betonli gidrotexnika inshootini loyihalashda filtratsiya masalalarini echishga to'g'ri keladi. Filtratsiya natijasida suv bunday inshootlarni tanasidan, zaminidan va uni qirg'oq bilan tutashgan qismidan sizib o'tadi. Bunda filtratsiya oqimidan hosil bo'lgan bosim inshootga ta'sir qiladi, uning tubidagi gruntни yuvib chiqib ketishga harakat qiladi. Shundan ko'rinib turibdiki gidrotexnika inshootlarini loyihalashda filtratsiya oqimi harakatini to'g'ri bashorat qilish va unga qarshi chora-tadbirlar ko'rish muhim ahamiyatga ega ekan.

Ushbu qo'llanma gidrotexnika inshootlarida yuz berishi mumkin bo'lgan filtratsiya masalalariga bag'ishlangan.

O'quv qo'llanma olti bobdan iborat. Birinchi bobda gruntli to'g'onlardagi noturg'un filtratsiya va uni hisoblash usullari, noturg'un filtratsiyani to'g'on yuqori qiyaligi va mustahkamligiga ta'siri va uni oldini olish choralari bayon etilgan.

Ikkinchi bobda yuvma to'g'onlardagi filtratsiya masalalari keltirilgan. Bunda yuvma to'g'onlardagi turg'un va noturg'un filtratsiyani hisoblash usullari bayon etilgan.

Uchinchi bob gruntlarning filtratsiyaga qarshi mustahkamligi masalalariga bag'ishlangan. Unda gidrotexnika inshootlarida yuz berishi mumkin bo'lgan filtratsiya deformatsiyalari turlari keltirilgan. Suffoziya, tutashgan joyda yuvilish va o'pirilish, kolmatatsiya hodisalari, ularni yuz berish sabablari va unga qarshi chora-tadbirlar, gruntlarni himoya qiluvchi teskari filtrlarni loyihalash masalalari bayon etilgan.

To'rtinchi bobda inshootlarni qirg'oq bilan tutashgan yerida yuz berishi mumkin bo'lgan aylanma filtratsiya va uni hisoblash usullari keltirilgan.

Qo'llanmani beshinchi bobida kanaldan uni zaminiga yuz beradigan filtratsiya masalalari bayon etilgan.

Oltinchi bobda filtratsiyani tajribaxonada inshoot modelida va inshootni asl holida (naturada) tekshirish masalalari va buning uchun kerakli bo'lgan nazorat-o'lchash asboblari haqida so'z yuritiladi.

Har bob oxirida talabalarni bilimini yanada mustahkamlash uchun nazorat savollari keltirilgan.

Ushbu o'quv qo'llanma shu fan bo'yicha o'zbek tilida yozilgan birinchi o'quv qo'llanma bo'lganligi sababli muallif uni yozishda shu sohada rus tilida mavjud adabiyotlardan, me'yoriy hujjatlardan va o'zining TashITI "SuvGEO" institutida ko'p yillar davomida olib borgan ilmiy izlanish natijalaridan foydalandi.

I BOB

GRUNTLI TO'G'ONLARDAGI NOTURG'UN FILTRATSIYA

1.1. 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.

Bunday kam suv o'tkazuvchan grunt dan qurilgan to'g'onlar uchun yuqori befda suv sathi birdaniga pastlaganda ularni yuqori qiyaliklarini turg'unligi katta xavf tug'diradi. Bunday holatda tug'ondagi depressiya egri chizig'i yuzasi yuqori befda suv sathidan ancha orqada qoladi va buning natijasida yuqori qiyalik tomonga yo'nalgan suvni xavfli gidrodinamik bosim kuchi yuz beradi. Buni hisobga olmaslik to'g'onlarni buzilishiga olib kelishi mumkin.

Filtratsiya oqimining bunday harakati vaqtga bog'liq bo'lib noturg'un filtratsiya hisoblanadi.

Yuqori befda suv sathi tez pastlaganda filtratsiya oqimini harakat to'ri 1.1 - rasmda keltirilgan.

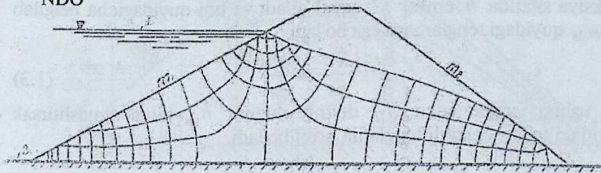
Gruntli to'g'onlardagi noturg'un filtratsiyani hisoblash masalalari bilan ko'plab tadqiqotchilar shug'ullanishgan. Shu jumladan V.I. Aravin va S.N. Numerov, X. Abadjiev, N.N. Verigin, A.A. Mojevitinov va A.G. Suley-manov, V.P. Nedriga, P.Ya. Polubarinova-Kochina, E. Reynius, V.M. Shestakov va boshqalar.

Birinchi marta noturg'un filtratsiyani umumiy tenglamasi N.E. Jukovskiy tomonidan taklif qilingan, lekin uning yechimi juda murakkab va shuning uchun umumiy ko'rinishda amalda qo'llanilmadi.

J. Bussinesk tomonidan noturg'un filtratsiya tenglamasini soddalash-tirilgan ko'rinishi taklif qilindi. J. Bussinesk bunda filtratsiyalovchi massivni bir jinsli g'ovak material bilan to'ldirilgan kanal deb qaraydi, undagi har bir kesimda gorizont al tezlikni o'zgar mas deb qabul qiladi va inersiya 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, garchi vertikal bo'yicha gorizont al tezlikni o'zgar mas

deb qabul qilingan faraz haqiqatga juda ham to'g'ri kelmasada, biroq depressiya egri chizig'i yuzasidagi gorizontal tezlik (tajribada olingan aniqlikda) vertikalidagi gorizontal tezlikni o'rtacha miqdoriga teng ekan. Ushbu xulosani hisobga olganda gruntidagi suvni harakati Bussinesk tenglamasi bilan ifodalanishi mumkin.

NDO



1.1-rasm. Suv omborida suv sathi birdaniga pastlaganda filtratsiya oqimini harakat sxemasi

1 - suv sathi boshlang'ich holatda; 2 - suv sathini pastlagandan keyingi holati.

Suv to'siq gorizontal va filtratsiya koeffitsienti o'zgarmas bo'lganda bir o'lchamli masalalar uchun Bussinesk tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{K_r}{\mu} \frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial h}{\partial x} \right) \quad (1.1)$$

bunda h - gidrodinamik bosim;

x - depressiya egri chizig'i nuqtasini absissasi;

t - vaqt;

K_r - gruntning filtratsiya koeffitsienti;

μ - gruntning suv beruvchanlik koeffitsienti.

Ushbu (1.1) tenglamani yechish uchun ko'plab taqribiy usullar taklif qilingan, shu jumladan ikki xil linearizatsiya usuli. Birinchi linearizatsiya usuli Bussinesk tomonidan taklif qilingan bo'lib, eng sodda hisoblanadi va amalda keng qo'llanilgan. Ushbu usulni mohiyati shundaki, bunda (1.1) tenglamada qavs ichidagi ko'paytuvchi h_{yp} boshqa doimiy miqdor h bilan almashtiriladi, buning natijasida quyidagi ko'rinishdagi chiziqli tenglama hosil bo'ladi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}, \quad (1.2)$$

bunda doimiy miqdor $a = \frac{K_T h_{yp}}{\mu}$ sath o'tkazish koeffitsienti deyiladi.

Ikkinchi usul N.N. Verigin tomonidan taklif qilingan. U no'malum funksiya sifatida h emas, h^2 qabul qiladi va uni quyidagicha belgilab $h^2 = u$ quyidagi tenglamaga ega bo'ladi.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{K_T}{\mu} \sqrt{u} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1.3)$$

ushbu tenglamadan $\sqrt{u}$ doimiy miqdor h_{yp} bilan almashtirsak quyidagi to'g'ri chiziqli tenglama hosil bo'ladi.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1.4)$$

Boshqa linearizatsiya usullari ham mavjud, lekin ular bizni tadqiqotlarimiz maqsadidan uzoqroq, shuning uchun ularni biz bu yerda ko'rib chiqmaymiz.

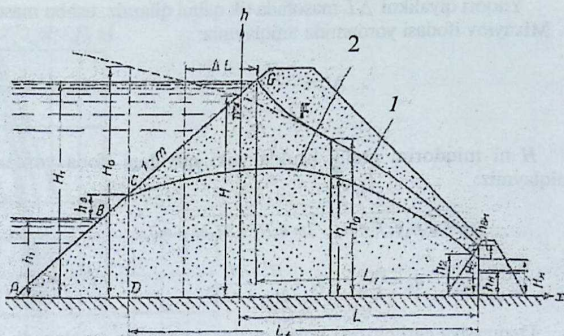
Linearizatsiyalangan bir o'lchamli Bussinesk tenglamasi yordamida gruntli gidrotexnika inshootlaridagi filtratsiyani qator masalalari yechilgan. Ushbu ishlar ichida bizni qiziqtirayotgan masalaga eng yaqini V. Shestakov yechimi hisoblanadi. Unda bir jinsli va yadroli to'g'ondagi noturg'un filtratsiya ko'rib chiqilgan.

Shestakov (1.1) tenglamani yechishda ikkinchi linearizatsiyalash usulidan foydalangan va suv omboridagi suv sathini pasayishini to'g'ri chiziqli qonuni bo'yicha qabul qilgan.

1.2. Bir jinsli drenaj prizmati to'g'onni filtratsiya hisobi

Bunday to'g'onni hisoblash sxemasi 1.2 - rasmda keltirilgan. Boshlang'ich depressiya egri chizig'i qilib Dyupyui parabolasi qabul qilingan, bunda uncha katta bo'lmagan EFG uchburchagini ta'sirini hisobga olmaymiz. Ushbu farazdan foydalanish mumkinligi tajribalar yordamida tasdiqlangan.

Yuqori befdagi suv sathini pasayish tezligi ϑ , pastki befdagi suvni pasayishi tezligi esa ϑ_2 bo'lsin. Hozircha yuqori befdagi suvni sizib chiqish balandligini hisobga olmaymiz.



1.2-rasm. Yuqori befdagi suv sathi pasayganda to'g'on tanasida
depressiya egri chizig'ini holatini hisoblash sxemasi 1-depressiya egri chizig'ini
boshlang'ich holati ($t=0$); 2- depressiya egri chizig'ini hisobiy holati ;

Pastki befdagi soddalashtirish uchun hisobiy sath h_2 ni quyidagicha qabul qilamiz:

$$h_2 = h_n + h_{an}, \quad (1.5)$$

bunda uni o'zgarishini ham xuddi h_n sath kabi qabul qilamiz, ya'ni h_{an} ni o'zgarmas deb qabul qilamiz.

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,

$$h = h_0 = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 - H_2^2}{L}x}; \quad (1.6)$$

$$x = -m\vartheta t,$$

$$h = h_1 = H - \vartheta t;$$

$x = L$ da,

$$h = h_2 = H_2 - \vartheta_2 t;$$

$$H_2 = H_n + h_{an} \quad (1.6,a)$$

Yuqori qiyalikni ΔL masofada tik qabul qilamiz, ushbu masofani G. Mixaylov ifodasi yordamida aniqlaymiz:

$$\Delta L = \frac{H_1}{2 + \frac{1}{m_1}}, \quad (1.7)$$

H ni miqdorini grafik usulda yoki quyidagi ifoda yordamida aniqlaymiz:

$$H = \sqrt{(m_1 \bar{q}_0)^2 + H_1^2 - 2m_1 \bar{q}_0 H_1 + 2\bar{q}_0 \Delta L + m \bar{q}_0}, \quad (1.8)$$

$$\bar{q}_0 = \frac{q_0}{K}, \quad \bar{q}_0 = \frac{H_2^2 - H_1^2}{2(L_1 + \Delta L)}, \quad (1.8a)$$

Depressiya egri chizig'i holati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h = \sqrt{h_0^2 - (H_0^2 - h_1^2) \left[F(\lambda, n) - \frac{y}{L_l} F(\lambda_l, n) \right]}, \quad (1.9)$$

qiyalikdagi suv sarfi quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$q_s = q_0 [1 - P(n)] + K \frac{H + h_1}{2m} P(n) + \frac{H_0^2 - h_1^2}{2L_l} F(\lambda_l, n), \quad (1.10)$$

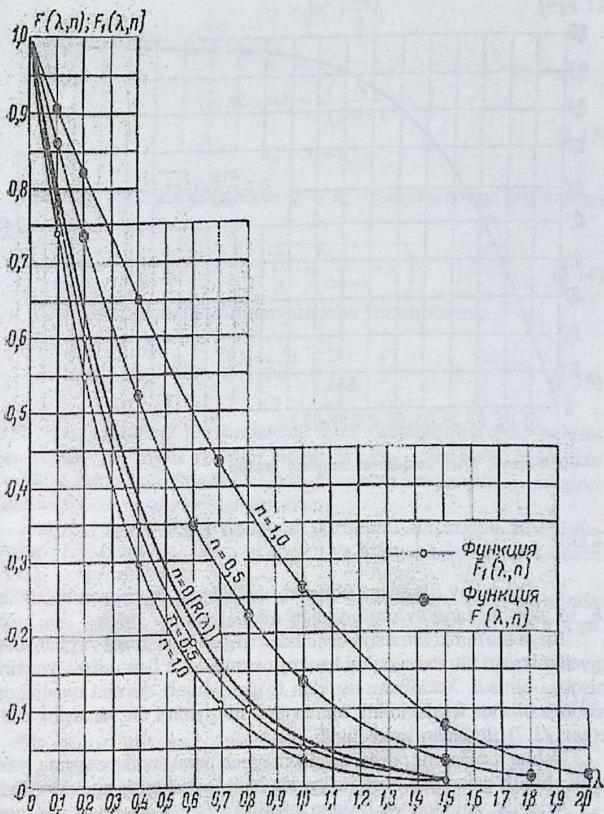
bunda $y = x + m\vartheta t$; $\lambda_l = \frac{L_l}{2\sqrt{at}}$; $\lambda = \frac{y}{2\sqrt{at}}$;

$$n = \frac{m\vartheta}{2a} \sqrt{at}; \quad \vartheta = \frac{H - h_1}{t};$$

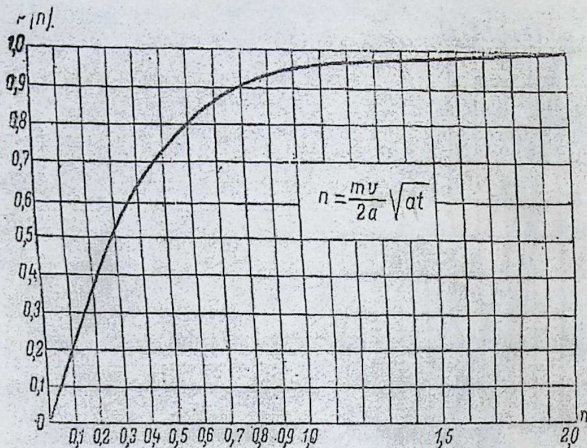
$$a = \frac{Kh_{yp}}{\mu}; \quad h_{yp} = \frac{H + h_1 + h_s}{2}$$

$F(\lambda, n)$ va $P(n)$ funksiyalari miqdori 1.3 va 1.4 - rasmlardagi grafikdan aniqlanadi.

Drenajli to'g'onlar uchun filtratsiya suvlarini qiyalikka sizib chiqish balandligi h_s ni quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:



1.3-rasm. $F(\lambda, n)$ va $F_1(\lambda, n)$ funktsiyalari miqdorini aniqlash grafigi



1.4-rasm. $P(n)$ miqdorini aniqlash grafigi

$$\frac{h_*}{m+0.5} \left[1 + \frac{h_1}{h_* + \frac{2m}{(2m+1)^2} \cdot h_1} \right] = \frac{H + h_1 + h_*}{2m} P(n_*) + \bar{q}_0 [1 - P(n_*)] + \frac{H_0^2 + (h_1 + h_*)^2}{2L_1} F(\lambda_L, n) \quad (1.11)$$

V. Shestakov filtratsiya oqimini qiyalikka sizib chiqish balandligi h_a ni topishni taqribiy usulini taklif qildi.

Bizga ma'lumki filtratsiya qiyalikdan to'g'on ichkarisiga 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 (1.7) ifodadan aniqlanadi.

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 (1.5 - rasm) q sarf oqib kelmoqda. Dyupyui egri chizig'ini V nuqtadan boshlab emas, undan ΔL masofada joylashgan C nuqtadan boshlab quramiz. U holda D nuqtani ordinatasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h_d = \sqrt{h_1^2 + \frac{2q}{k} l_1} \quad (1.12)$$

Agarda

$$l_1 = \Delta L + m h_s = m \left(\frac{h_1}{2m+1} + h_s \right) \quad (1.13)$$

$$h_d = h_1 + h_s,$$

ekanligini hisobga olsak u holda q va h_s o'rtasida quyidagi bog'lanishga ega bo'lamiz.

$$h_1 + h_s = \sqrt{h_1^2 + \frac{2q}{k} \cdot m \left(\frac{h_1}{2m+1} + h_s \right)} \quad (1.14)$$

Ushbu tenglamani ya'ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{q}{k} = \frac{h_s + 2h_1}{\frac{2mh_1}{2m+1} + 2mh_s} \cdot h_s, \quad (1.15)$$

Agarda ushbu (1.15) tenglamani h_s ni hisoblashning aniq yechimi bilan solishtirsak ularni yechimi bir-biriga juda yaqin bo'lib taxminan 10-15% ga farq qiladi. Bunda (1.15) tenglamadan aniqlangan h_s miqdori yuqoriroq bo'lib biroz zahiraga ega ekan.

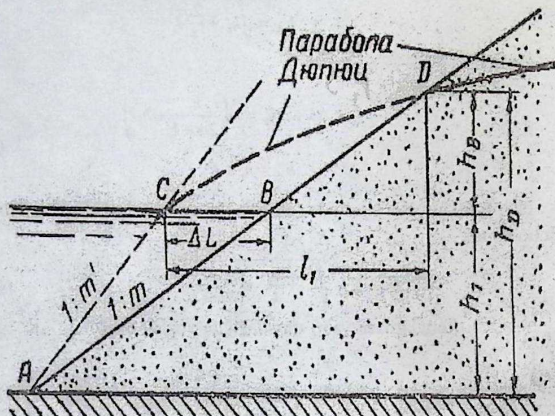
Shunday qilib ΔL o'zgartirish kiritishni noturg'un filtratsiya harakatini hisoblashda, oqim qiyalikka va aksincha yo'nalganda ham qo'llash mumkin ekan.

Shuni ko'rsatish qiyin emaski (1.7) formuladan foydalanilganda ushbu usul haqiqiy qiyalik m ni fiktiv qiyalik m' bilan almashtirishga mos keladi, ya'ni

$$m' = \frac{m^2}{m + 0,5}, \quad (1.16)$$

Binobarin, filtratsiya oqimini sizish balandligini hisobga olib aniqlash uchun, to'g'on tubidan miqdori m' bo'lgan fiktiv qiyalikni qurish kerak bo'ladi, so'ngra hisoblashlarni sizish balandligini hisobga olinmagan formulalar yordamida bajarish mumkin. Sizish nuqtasi esa depressiya egri chizig'ini haqiqiy qiyalik bilan kesish joyi hisoblanadi (1.5 - rasm).

Misol. Bir jinsli drenaj prizmati to'g'ondagi noturg'un filtratsiyani quyidagi ma'lumotlar asosida bajaring: yuqori befdagi suv sathi 20



1.5-rasm. Filtratsiya oqimini qiyalikka sizib chiqish balandligi h_a ni topishni taqribiy usuli sxemasi

sutka davomida bir xil tezlikda $v = 0,6 \text{ m/cym}$ pasayadi. Pastki qiyalikdagi suv sathini o'zgarmas deb qabul qilamiz. Gruntning filtratsiya xarakteristikalarini quyidagi nisbat bilan xarakterlanadi $k/\mu = 2,2 \text{ m/cymka}$. To'g'on o'lchamlari 1.6 - rasmda keltirilgan.

Dastlab turg'un filtratsiya oqimi parametrlarini aniqlaymiz (1.7) formuladan:

$$\Delta L = \frac{H_1}{2 + \frac{1}{m_1}} = \frac{22}{2 + \frac{1}{3}} = 9,5 \text{ m}$$

Keltirilgan sarf

$$\bar{q}_0 = \frac{q_0}{k} = -\frac{H_1^2 - H_2^2}{2(L_1 + \Delta L)} = -\frac{22^2 - 4^2}{2(50 + 9,5)} = -3,93 \text{ m.}$$

(1.8) ifodadan

$$H = \sqrt{(3 \cdot 3,93)^2 + 22^2 + 2 \cdot 3 \cdot 3,93 \cdot 22 - 2 \cdot 3,93 \cdot 9,5 - 3 \cdot 3,93} = 21,0 \text{ m}$$

demak

$$H_1 = 22\text{м}; m = 3; H = 21\text{м}; \bar{q}_0 = 3,93; t = 20\text{сутки}; \vartheta_1 = 0,6\text{м/сутки}; h_1 = 10\text{м}.$$

Depressiya egri chizigini boshlang'ich ordinatalari h_0 Dyupyui tenglamasi-dan 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 oqimini qiyalikka sizib chiqish balandligini (1.11) formuladan aniqlaymiz.

$$h_0 = 3\text{ м deb qabul qilamiz, u holda } h_{yp} = \frac{H + h_1 + h_a}{2} = 17,0\text{м};$$

$$a = \frac{kh_{yp}}{\mu} = 2,2 \cdot 17,0 = 37,4\text{м}; \quad \sqrt{a \cdot t} = \sqrt{37,4 \cdot 20} = 27,35\text{м};$$

$$\vartheta = \frac{H - h_1}{t} = \frac{21 - 10}{20} = 0,55\text{ м/сутки};$$

$$\vartheta_a = \vartheta - \frac{h_a}{t} = 0,55 - \frac{3}{20} = 0,40\text{ м/сутки};$$

$$n_a = \frac{m\vartheta_a}{2a} \sqrt{at} = \frac{3 \cdot 0,4}{2 \cdot 3,74} \cdot 27,35 = 0,44.$$

1.4 - rasmdagi grafikdan $P(n_a) = 0,68$ aniqlaymiz

$$L_r = L + m\vartheta_a \cdot t = 53 + 3 \cdot 0,4 \cdot 20 = 77\text{м};$$

$$\lambda_L = \frac{77}{2 \cdot 27,35} = 1,41$$

1.3 - rasmdagi grafikdan $F(\lambda_L, n) = 0,045$;

$$H_0^2 = H^2 - 2\bar{q}_0 m\vartheta_a \cdot t = 441 + 7,86 \cdot 24 = 441 + 189 = 630;$$

$$(h_1 + h_a)^2 = (10 + 3)^2 = 169.$$

(1.11) tenglamani chap tomoni quyidagini tashkil qiladi:



$$\frac{3}{3,5} \left(1 + \frac{10}{3 + \frac{6}{7^2} \cdot 10} \right) = 2,88$$

(1.11) tenglamani o'ng tomoni:

$$\frac{21+10+3}{6} \cdot 0,68 - 3,93(1-0,68) + \frac{630-169}{2 \cdot 77} \cdot 0,045 = 2,73$$

$h_0 = 2,7 \text{ m}$ deb qabul qilamiz.

$$\vartheta_a = 0,55 - \frac{2,7}{20} = 0,415; \quad n_a = 0,445; \quad P(n_a) = 0,69$$

(1.11) tenglamani chap qismi:

$$\frac{2,7}{3,5} \left(1 + \frac{10}{2,7 + 1,23} \right) = 2,74.$$

(1.11) tenglamani 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 $h_v = 2,7 \text{ m}$ ekanligini aniqlaymiz.

U holda

$$\vartheta_a = 0,55 - \frac{2,8}{20} = 0,41; \quad m\vartheta_a t = 24,6 \text{ m};$$

$$H_0^2 = 441 + 7,86 \cdot 3 \cdot 8,2 = 634; \quad H_0^2 - (h_1 + h_a)^2 = 634 - 164 = 470$$

Avval $x = L = 53 \text{ m}$ bo'lgan holatni hisoblaymiz.

$$L_t = L + m\vartheta_a \cdot t = 53 + 24,6 = 77,6 \text{ m}$$

$$\lambda_L = \frac{77,6}{56,2} = 1,38$$

1.3 - rasmdagi grafikdan $F(\lambda_L, n) = 0,045$.

Depressiya egri chizig'ini holatini (1.9) tenglamaga h , o'rniga $h_1 + h_v$ miqdorni qo'yib hisoblaymiz.

Hisoblashlarni quyidagi jadvalga kiritamiz.

X	Y	λ	$F(\lambda, n)$	$\frac{Y}{L_i} F(\lambda_L, n)$	$470 \cdot ((5) \cdot (6))$	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 (1.6 - rasm).

Misol. Ushbu misolda oldingi misol shartlaridan foydalanib sizish balandligini taqribiy hisobga olish usuli bilan noturg'un filtratsiyani aniqlash. (1.16) formuladan

$$m' = \frac{m^2}{m + 0,5} = \frac{3^2}{3 + 0,5} = 2,57;$$

$$n = \frac{m' \cdot \vartheta_1}{2 \cdot a} \sqrt{at} = \frac{2,57 \cdot 0,6}{2 \cdot 37,4} \cdot 27,4 = 0,56$$

$$\Delta L_i = \Delta L \frac{h_1}{H_1} = 9,5 \frac{10}{22} = 4,3 \text{ m};$$

$$H_0^2 = H^2 - 2\bar{q}_0 [m(H - h_1) + \Delta L_i] = 441 + 7,86 \cdot 37,3 = 734;$$

$$H_0^2 - h_1^2 = 734 - 100 = 634;$$

$$L_i = (H_1 - h_1) \cdot m + \Delta L_i + L = (22 - 10) \cdot 3 + 4,3 + 5,0 = 90,3 \text{ m}$$

$$\lambda_L = \frac{90,3}{2 \cdot 27,4} = 1,6; \quad F(\lambda_L, n) = 0,025$$

Depressiya egri chizig'i holatini (1.9) tenglamadan hisoblaymiz. Hisoblashlarni jadval ko'rinishida bajaramiz.

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

1.3.Yadroli zamini suv o'tkazmaydigan to'g'onlarda noturg'un filtratsiyani hisobi

The diagram illustrates a gravity dam cross-section with the following labeled dimensions and parameters:

- H_1 : Total height of the dam.
- H_2 : Height of the water level.
- h : Height of the dam heel (left side).
- K_r : Factor of safety against rotation.
- δ_0 : Angle of friction at the heel.
- x : Horizontal distance from the heel to the point of application of the resultant force.
- $1:m_1$ and $1:m_2$: Slopes of the dam body and the water level, respectively.

$$m_1' = \frac{m_1^2}{m_1 + 0,5}, \quad (1.16)$$
$$h = h_a - (h_a - h_1) \cdot \frac{x^2}{\beta^2}, \quad (1.17)$$

bunda

$$h_a = H_1 - 2(H_1 - h_1) \frac{F(\lambda_3, n)}{1 + F(\lambda_4, n)}; \quad (1.18)$$

$$\lambda_3 = 0,7\sqrt{i} \frac{\epsilon}{\sqrt{H_1^2 - h_1^2}}; \quad (1.19)$$

$$\lambda_4 = 2 \cdot \lambda_3; \quad \epsilon = \epsilon_0 + m_1 H_1 - m_1' \cdot h_1 \quad (1.20)$$

$$i = \frac{\mu \cdot \vartheta}{k_T}$$

1.4. Bir jinsli suv o'tkazuvchi zamindagi drenaj prizmalı to'g'onni filtratsiya hisobi

Bunday to'g'onni hisoblash sxemasi 1.8 - rasmda keltirilgan. Yuqori befdagi suv sathi pasayganda depressiya egri chizig'ini holati quyidagicha aniqlanadi:

1) Boshlang'ich moment, $t = 0$ bo'lganda (1.8a - rasm)

$$h_0 = \sqrt{h_{1(0)}^2 - (h_{1(0)}^2 - h_{2(0)}^2) \cdot x / L}, \quad (1.21)$$

bunda x 1-1 kesimdan boshlab hisoblanadi.

$$m_1' = \frac{m_1^2}{m_1 + 0,5},$$

2) t vaqtdan so'ng (1.8b - rasm)

$$h_t = \left\{ h_0^2 - \vartheta t \left[h_{1(0)} + h_1 + \frac{m_1 (h_{1(0)}^2 - h_{2(0)}^2)}{L} \right] \cdot \left[F(\lambda, n) - \frac{x + m_1 \vartheta t}{L + m_1 \cdot \vartheta t} \cdot F(\lambda_L, n) \right] \right\}^{1/2}, \quad (1.22)$$

bunda ϑ yuqori befdagi suv sathi pasayishini o'rtacha tezligi.

$h_1 = h_{1(0)} - \vartheta t$; $F(\lambda, n)$ va $F(\lambda_L, n)$ - 1.3 - rasmdagi grafikdan aniqlanadi.

$$\lambda = n \frac{x}{2\sqrt{at}}; \quad (1.23)$$

$$\lambda_L = h + \frac{L}{2\sqrt{at}}; \quad (1.24)$$

$$n = \frac{m_1 \cdot \partial t}{2\sqrt{at}}; \quad (1.25)$$

$$a = \frac{k_T (h_{1(0)} + h_1)}{2\mu}; \quad (1.26)$$

μ - suv beruvchanlik koeffitsienti.

1.5. To'g'on yuqori qiyaligi qoplamasida ostida 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'ini pasayish tezligini aniqlash qumli qatlamni ikkita xarakterli sxemasi uchun keltirilgan (1.9 - rasm). Ulardan birida qiyalikdagi qumli qatlam qalinligi bir xil bo'lsa (1.9a - rasm), ikkinchisida ushbu qatlam qalinligi balandligi bo'yicha o'zgaruvchandir.

Hisoblashlarni suv omboridagi suv sathini ikkita birdaniga va asta-sekin pasayish holati uchun bajariladi. Suv omboridagi suv sathini birdaniga pasayishi avariya natijasida va boshqa har xil sabablarga ko'ra yuz berishi mumkin, asta-sekin pasayish esa suv omborini normal ishlash holatiga to'g'ri keladi.

Qalinligi bir xil bo'lgan qumli qatlamda depressiya egri chizig'ini pasayish vaqti quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

a) Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda:

$$t = \frac{\mu}{K_\phi \cdot \sin \alpha} \left[(H_1 - z) \sqrt{1 + m_1^2} + \left(H_2 \sqrt{1 + m_1^2} + \frac{a}{2} \right) \ln \frac{H_1 - H_2}{z - H_2} \right], \quad (1.27)$$

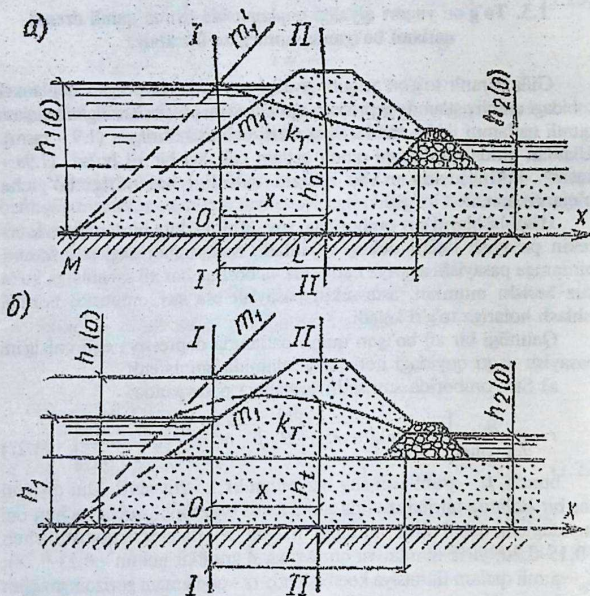
bunda μ - gruntlarni suv beruvchanlik koeffitsienti. Uni qiymati har bir holatda tajriba usulida aniqlanadi (taqribiy hisoblar uchun uni quyidagicha qabul qilish mumkin: mayda va o'rta zarrali qumlar uchun - 0,15-0,20; yirik qumlar va qum-shag'al gruntlar uchun - 0,23-0,28); K_ϕ - qumli qatlam filtratsiya koeffitsienti; α - qoplamaning gorizontga og'ish burchagi; H_1 - suv omboridagi suvni boshlang'ich vaqtdagi ($t=0$) chuqurligi; H_2 - suv omboridagi suv birdaniga pasaygandagi chuqurligi; z - depressiya egri chizig'ini qoplama ortidagi ordinatasi ($H_1 \geq z \geq H_2$); m_1 - to'g'on yuqori qiyaligi miqdori; a - qumli qatlam qalinligi.

$$\alpha = \arctg(1/m_1), \quad (1.28)$$

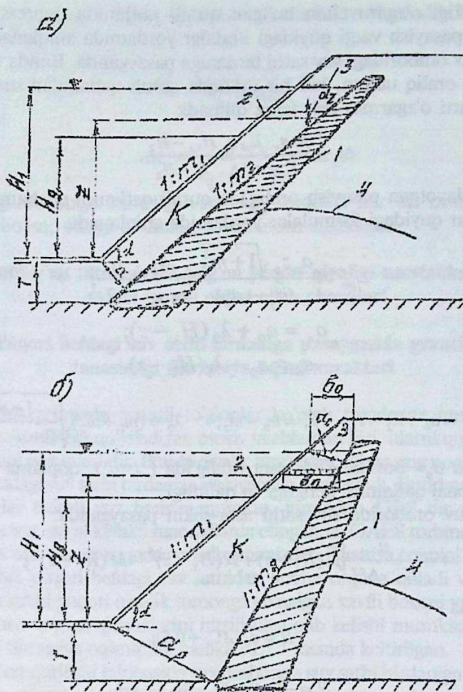
b) Suv omborida suv sathi asta-sekin pasayganda

$$t = \frac{\mu(H_1 - z)}{2 \cdot K_\phi \cdot \Delta H \cdot \sin \alpha} \left[(H_1 + z) \sqrt{1 + m_1^2} + a \right] \quad (1.29)$$

bunda ΔH - qoplama tagidagi va suv omboridagi suv sathlarini yo'l qo'yilgan miqdordagi farqi.



1.8-rasm. Bir jinsli suv o'tkazuvchi zamindagi drenaj prizmati to'g'onda noturg'un filtratsiya hisobi



1.9-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-qiyalikni himoya qoplamasi; 3-suv sathi pasayishini 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'ini pasayish vaqti quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

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:

$$\Delta t_n = \frac{\mu \cdot \epsilon_n \cdot L_{pn}}{K_\phi \cdot a_n} \ln \frac{H_{1,n} - H_2}{z_n - H_2}, \quad (1.30)$$

Ko'rilyotgan pasayish oraliq'ida qumli qatlamni o'lchamlari L_{pn} , a_n va ϵ_n lar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$L_{pn} = \frac{a_n z_n \sqrt{1 + m_1^2}}{a_p - a_n} \ln \frac{a_p}{a_n} + \frac{a_n}{2}; \quad (1.31)$$

$$a_n = a_0 + \lambda_2 (H_1 - z); \quad (1.32)$$

$$\epsilon_n = \epsilon_0 + \lambda_1 (H_1 - z) \quad (1.33)$$

bunda $a_p = a_0 + \lambda_2 \cdot H_1$; $\lambda_1 = m_1 - m_2$; $\lambda_2 = (m_1 + m_2) \sqrt{\frac{1 + m_1^2}{(1 + m_1 + m_2)}}$,

ϵ_0 va a_0 - boshlang'ich vaqt oralig'ida ($t=0$), qoplama tubidagi qumli drenaj qatlamini kengligi va qalinligi.

b) Suv omborida suv sathi asta-sekin pasayganda.

$$t = \frac{\mu}{K_\phi \cdot \Delta H} \left[D(H_1 - z) + N(H_1 - z)^2 - M(H_1 - z)^3 \right] \quad (1.34)$$

bunda

$$D = \epsilon_0 (AC_1 + 0,5);$$

$$N = \frac{1}{4} [2A(c_1 X_1 - B\epsilon_0) + \lambda_1] \quad (1.35)$$

$$M = \frac{1}{3} AB\lambda_1; \quad A = \frac{1 + m_1 \cdot m_2}{m_1 - m_2};$$

$$B = \frac{c_1 - c_2}{H_1 - H_2}; \quad c_1 = \frac{\ln a_0 + \lambda_2 H_1}{a_0}; \quad c_2 = \ln \frac{a_0 + \lambda_2 \cdot H_1}{a_0 + \lambda_2 (H_1 - H_2)}$$

Agarda hisoblashlarda alohida oraliqlarda, shartli ravishda ularda (1.32), (1.33) formulalar yordamida hisoblaydigan parametrlari a_n va

ϵ_n o'zgarmas bo'lsa, u holda hisoblash formulalari ancha sodda ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta t_n = \frac{\mu \epsilon_n \cdot L_{pn}}{k_\phi \cdot a_n \Delta H} \cdot \Delta z_n, \quad (1.36)$$

yoki

$$\Delta t_n = \frac{\mu \cdot \epsilon_n}{k_\phi \cdot \Delta H \cdot q_{r,n}} \cdot \Delta z_n, \quad (1.37)$$

Agarda bizga keltirilgan sarf $q_{r,n}$ miqdori har bir oraliq uchun ma'lum bo'lsa, oxirgi ifodadan foydalanish mumkin.

1.6. Noturg'un filtratsiyani to'g'on yuqori qiyaligi mustahkamligiga ta'siri va uni oldini olish choralari

1.6.1. 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, ularni qiyaliklarini turg'unligini ta'minlashdir. Bunda 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 ishlamaganda, 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 va buning natijasida suvni yuqori qiyalik tomonga yo'nalgan xavfli bosimi yuz beradi. Ushbu kuch to'g'on qiyaliklarini buzilishiga olib kelishi mumkin. Bunday holatdagi filtratsiya oqimining harakati 1.1 - 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 ekan.

Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda qiyalikda quyidagi buzilish holatlari yuz berishi mumkin:

1) Qiyalikni umumiy o'pirilishi. Bunday hollarda gruntli og'irlik kuchi va filtratsiya kuchlari ta'sirida katta miqdordagi ko'chki yuz beradi (1.10a - rasm);

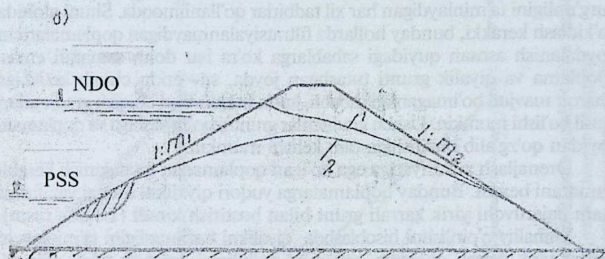
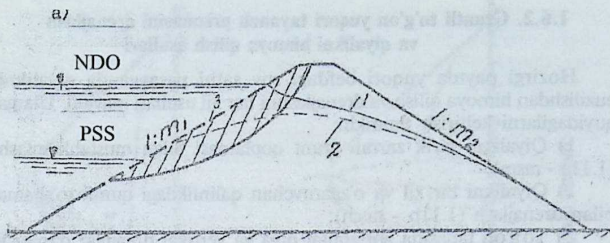
2) Mahalliy buzilish yoki mahalliy filtratsiya ta'sirida o'pirilish. Bunda uncha katta bo'lmagan miqdordagi grunt, asosan filtratsiya kuchlari ta'sirida to'g'onning bosim gradienti katta bo'lgan joylaridan o'pirilib tushadi (1.10b - rasm).

To'g'on qiyaligini turg'unligi suv ombori sathini har xil holatlarida ta'minlanishi kerak. Shuning uchun suv sathini har xil holati uchun qiyalik turg'unligini qator hisoblarini bajaramiz va keyinchalik tahlil qilish uchun noturg'un filtratsiyani qiyalik turg'unligiga ta'siri eng yuqori bo'lgan holatni qabul qilamiz. Qiyalik turg'unligini suv ombori sathi birdaniga pasayganda har xil maxsus chora-tadbirlar ko'rish hisobiga ta'minlash, albatta gruntli to'g'onni iqtisodiy tomondan tejimli qilib loyihalash va ishonchli qilib qurish imkoniyatini yaratadi.

Gruntli to'g'onlar qiyaligi umumiy va 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 harakati to'rini qurish hisoblanadi.

Ushbu harakat to'ri yordamida gruntidagi filtratsiya harakatini aniqlash qiyalikdagi har bir nuqtada filtratsiya kuchlari yo'nalishi va miqdorini hisoblashga va gruntlarni noturg'un oblastini belgilashga imkoniyat yaratadi.

Hozirgi paytda gruntli to'g'onlardagi noturg'un filtratsiyani hisoblashni qator usullari mavjud, ularni qisqacha tahlil qilish to'g'risida 1.1 - 1.5-bo'limlarda to'xtalib o'tdik.



1.10-rasm. Yuqori beldagi suv sathi birdaniga pasayganda to'g'on qiyaligida yuz berishi mumkin bo'lgan buzilishlar

a- qiyalikni umumiy buzilishi; b-filtratsiya ta'sirida mahalliy o'pirilish.

1-turg'un filtratsiyada depressiya egri chizig'ini holati;

2-noturg'un filtratsiyada depressiya egri chizig'ining holati.

1.6.2. 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 drenajlashni har xil usullari mavjud. Ularga quyidagilarni keltirish mumkin:

1) Qiyalikni yirik zarrali grunt qoplamasi bilan mustahkamlash (1.11a - rasm);

2) Qiyalikni bir xil va o'zgaruvchan qalinlikdagi qumli to'shama bilan drenajlash (1.11b - rasm);

3) To'g'on tanasida gorizontaal qiya va vertikal drenajlar o'rnatish (1.11 v, g - rasmlar).

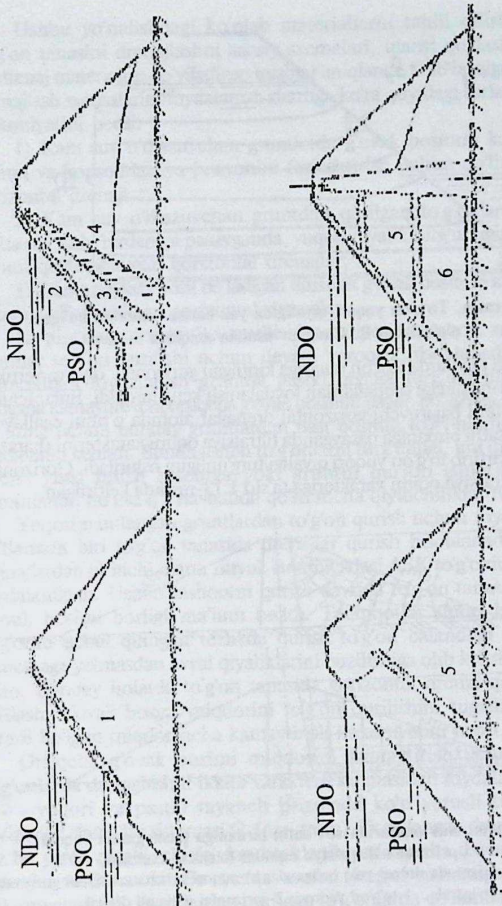
Qiyalikni yirik zarrali grunt qoplamasi bilan mustahkamlash. Yuqori befdagi suv sathi pasayganda filtratsiya kuchlari ta'siri natijasida yuqori qiyalikda 1.10b-rasmdagi kabi mahalliy o'pirilish yuz berishi mumkin. Ushbuni yuqori qiyalik buzilishini boshlanishi deb qarash mumkin.

Ushbu hodisani oldini olish uchun, avvalo qiyalikni 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 har doim samarali emas. Qoplama va qiyalik grunti tutashgan joyda, suv erkin chiqib ketishiga sharoit mavjud bo'lmaganligi sababli, katta miqdordagi chiqish gradientlari hosil bo'lishi mumkin. Ushbu gradientlar gruntni qo'zg'alishiga va qoplamanı joyidan qo'zg'alib buzilishiga olib kelishi mumkin.

Drenajlash xususiyatiga ega bo'lgan qoplamadan foydalanish kerakli samarani beradi. Bunday qoplamalarga yuqori qiyalikni drenaj vazifasini ham bajaruvchi yirik zarrali grunt bilan bostirish kiradi (1.11a - rasm).

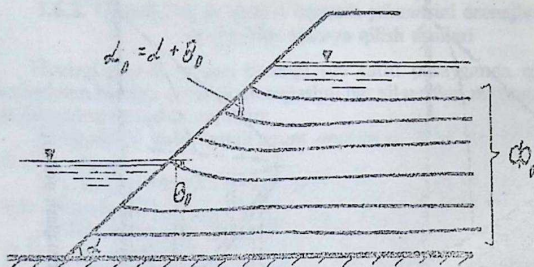
Mahalliy o'pirilishni hisoblashda, qiyalikni buzilmasligini ta'minlovchi ushbu yirik zarrali qoplama qatlamini qalinligini aniqlash talab qilinadi. Umumiy holda bunday qoplamali qiyalik chegaraviy muvozanat holatida bo'ladi, agarda qiyalik chizig'i bilan gidrodinamik kuchlar maydoni potentsial funksiyasi o'zgarmas chizig'i $\Phi_0 = \text{const}$ orasidagi burchak α_0 quyidagi shartni bajarsa, $\alpha_0 = \varphi$, bunda φ - yuklama grunt ichki ishqalanish burchagi (1.12 - rasm). Agarda qiyalik yuzasida $\alpha_0 > \varphi$ bo'lgan joylar mavjud bo'lsa, ushbu joyda qiyalik turg'unligi ta'minlanmaydi. Bunday hollarda uncha qalin bo'lmagan yirik zarrali grunt qatlami bilan kerakli natijaga erishib bo'lmaydi. Bu joyda qiyalik yuza qismidagi grunt turg'unligini ta'minlash uchun uni yassilashtirish kerak bo'ladi, bu esa to'g'onni qimmatlashishiga olib keladi.

Qiyalikni bir xil va o'zgaruvchan qalinlikdagi qumli to'shama bilan drenajlash masalalari 1.5-bo'limda keltirilgan.



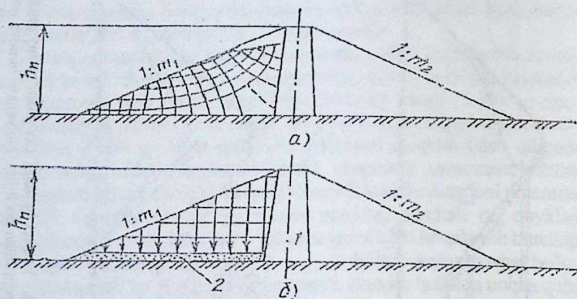
1.11-rasm. Yuqori beldagi suv sathi pasayganda tug'on yuqori prizmasini drenajlash usullari

1-yirik zarrali grunt bilan bostirish; 2-qiyalikni himoya qoplamasi;
3-qumli qatlam; 4-gilli ekran; 5-qiya drenaj; 6-gorizontal drenajlar.



1.12-rasm. To'g'on yuqori qiyaligida yuz berishi mumkin bo'lgan o'pirilishni R. Chugaev usulida aniqlash sxemasi

Keyingi paytlarda to'g'on tanasiga kiritilgan gorizontaal, qiya va vertikal lentalar ko'rinishidagi drenajlardan foydalanish keng tarqaldi. Bular ichida har xil vazifani bajaruvchi gorizontaal 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. Gorizontaal drenajni filtratsiya oqimi xarakteriga ta'siri 1.13-rasmda keltirilgan.



1.13-rasm. Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda yuqori prizmada filtratsiya oqimini harakat sxemasi

a) yuqori prizmada drenaj yo'q bo'lganda; b) yuqori prizma zaminida gorizontaal qatlamli drenaj bo'lganda. 1-to'g'on yadrosi; 2-gorizontaal qatlamli drenaj

Ushbu yo'nalishdagi ko'plab materiallarni tahlil qilish asosida, to'g'on tanasini drenajlashni asosiy sxemalari, ularni qo'llash shartlari va 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 jarayonini tezlashtirish uchun qo'llaniladigan gorizontal drenajlar;

2) Kam suv o'tkazuvchan gruntndan 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.

Ko'pincha gidrotexnika qurilishi amaliyotida yuqori namlangan gruntlar to'g'on qurilishi uchun deyarli yaroqsiz hisoblanadi. Bunday materialdan foydalanish gruntnda pastki qiyalik turg'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. Bunda ushbu to'g'onlarni turg'unligi, uni qiyaliklarini ancha yassi qilish hisobiga yoki gruntni quritib ishlatish tufayli ta'minlandi, bu esa o'z navbatida qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi.

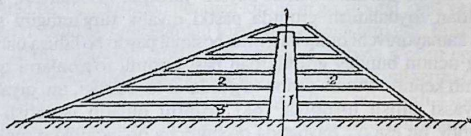
Yuqori namlangan gruntlardan to'g'on qurish uchun foydalanishni yo'llaridan biri to'g'on tanasida drenajlar qurish hisoblanadi. Bunday drenajlardan birinchi marta Buyuk Britaniyadagi ASK to'g'onini qurishda foydalanilgan. Ushbu inshootni qurish davrida to'g'on tanasida yuqori g'ovak bosimi borligi ma'lum 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:

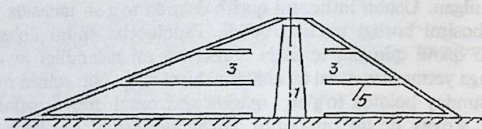
- yuqori va pastki tayanch prizmada ko'p yarusli tugallangan gorizontal drenajlar sistemasi (1.14a - rasm). Tugallangan drenaj deganda biz bu yerda qiyalik chizig'idan boshlanib yadrogacha davom etadigan drenajni tushunamiz. Bu sxema asosan yuqori namlangan, kamsuv o'tkazuvchan gilli gruntlardan qurilgan 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.

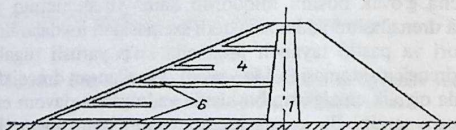
- yuqori va pastki tayanch prizmalardagi ko'p yarusli tugallanmagan (yadrogacha yetib bormagan) gorizontal drenajlar sistemasi (1.14b - rasm). Ikkinchi sxema yuqori va pastki tayanch prizmalarda birinchi sxemaga nisbatan gruntning namligi va suv o'tkazuvchanligi yaxshiroq bo'lgan to'g'onlarda qo'llaniladi. 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 qurilmani yo'qligi, drenaj faqat yuqori prizmada yoki pastki prizmada qo'llanilgani bilan farq qiladi. Bunday to'g'onlarga Indiyadagi Tova, Tenugat, Ispaniyadagi La Pedrera va b. kiritish mumkin.



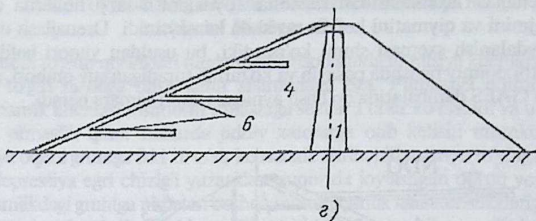
a)



b)



g)



1.14-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.

Suv omborida suv sathi birdaniga pasayganda yuqori qiyalik turg'unligini ta'minlash uchun quyidagi drenaj sxemalaridan qo'llanilmoqda:

- yadroli va yuqori tayanch prizmasida bir yarusli tugallangan gorizontaal drenajli to'g'on;

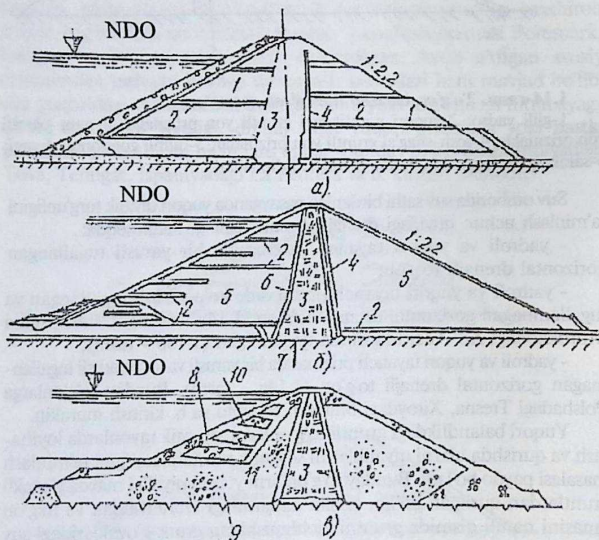
- yadroli va yuqori tayanch prizmasida ko'p yarusli tugallangan va tugallanmagan gorizontaal drenajli to'g'on (1.14v - rasm). Ushbu sxema Morokkodagi Ait-Adel to'g'onida qo'llanilgan (1.15b - rasm);

- yadroli va yuqori tayanch prizmasida bir yarusli va ko'p yarusli tugallanmagan gorizontaal drenajli to'g'on (1.14g - rasm). Bunday to'g'onlarga Polshadagi Tresna, Xitoydagi Shimen, Flyumo va b. kiritish mumkin.

Yuqori balandlikdagi gruntli to'g'onlarni seysmik rayonlarda loyiha-lash va qurishda ularni qiyaliklarini seysmik mustahkamligini ta'minlash masalasi paydo bo'ladi. Bunday to'g'onlarni yuqori qiyaligi mayda g'ovakli gruntlardan qurilgan bo'lib, zilzila natijasidagi tebranishdan va to'g'on tanasini namli qismida gruntli zichlanishidan grunt g'ovaklaridagi suv bosimidan hosil bo'lgan qo'shimcha gidrodinamik kuchlar tufayli yetarli seysmik mustahkamlikka ega bo'lmaydi. Bunday holatlarda qiyalik turg'unligini ta'minlash uchun ham yuqori qiyalikda gorizontaal drenaj qatlamlari muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Shunday to'g'on konstruksiyasi 1.15v - rasmda keltirilgan.

Ushbu keltirilgan misollar gorizontaal drenajlar qo'llanishini barcha sxemalarini o'z ichiga olmaydi, balki ushbu drenajlash usulidan qo'llanish kengayib borayotganini ko'rsatadi. To'g'on tayanch prizmalarini

drenajlash sxemalaridan ratsional foydalanish ko'p hollarda qurilish hajmini va qiymatini keskin ravishda kamaytiradi. Drenajlash usulidan foydalanish sxemasi shuni ko'rsatdiki, bu usuldan yuqori befdagi suv sathi doimiy ravishda pasayib va ko'tarilib turadigan suv ombori, selxona va GAES dambalarida qo'llash ayniqsa yuqori samara beradi.



1.15-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

1.6.3. Qiyalik turg'unligini hisoblashda filtratsiya kuchlarini hisobga olish

Gruntli to'g'on qiyaliklari turg'unligini hisoblashda filtratsiya kuchlarini ta'sirini to'g'ri hisobga olish katta ahamiyatga ega. Filtratsiya oqimini gidrodinamik kuchlari inshootni ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi va uni hisobga olmaslik qator hollarda jiddiy xatolarga olib kelishi mumkin. Filtratsiya oqimi gruntga ikki xil ta'sir ko'rsatadi. Birinchidan suvga to'yingan grunt, depressiya egri chizig'i yuzasidan yuqorida joylashgan quruq yoki tabiiy namlikdagi gruntga nisbatan boshqa mustahkamlik xarakteristikalariga ega. Ushbu xarakteristikalarni har-xilliga hisoblashlarda e'tiborga olinishi kerak. Ushbu 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 $W_{\text{avo}} = (1-n)\gamma_a$, va oqim yo'nalishiga to'g'ri keluvchi filtratsiya kuchlaridan iborat bo'ladi. Filtratsiya kuchlarini quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \gamma_a \frac{\partial H}{\partial S} \cdot \omega, \quad (1.38)$$

bunda γ_a - suv zichligi;

$\frac{\partial H}{\partial S}$ - bosim gradienti;

ω - filtratsiya oqimi egallagan maydon.

Gidrodinamik kuchlarni ta'sirini qanday hisobga olish qiyalik turg'unligini hisoblash usuliga bog'liq.

Hozirda qo'llanilayotgan qiyalikni turg'unligini hisoblash usullari, siljish yuzasidagi chegaraviy kuchlanganlik holatini aniqlashda qabul qilingan farazga ko'ra ikkita gruppaga bo'linadi.

Birinchi gruppaga - bu usulda chegaraviy kuchlanganlik holati butun o'pirilish prizmasida birdaniga yuz beradi degan farazga asoslangan. Ushbu gruppaga Renkin, V. Novotorsev, V. Sokolovskiy, S. Golushkevich, V. Berezansev va b. ishlarni kiritish mumkin.

Birinchi nazariya aniqroq va matematik yechimga ega, biroq amaliy hisoblarda qo'llanish uchun murakkabroq.

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 deb hisoblanadi. Bunda ko'plab ishlar aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usuligabag'ishlangan. Bu ishlarga K. Tersagi, G. Krey, A. Nichiporovich,

I. Fedorov, N. Maslov, A. Mojevitinov, R. Chugaev va b. kiritish mumkin. Ushbu usulda filtratsiya kuchlarini ta'siri siljish prizmasini har bir elementi uchun alohida aniqlanadi va uni chegaraviy muvozanat solatini ifodalovchi boshlang'ich differensial tenglamalar sistemasiga kiritiladi.

Filtratsiya kuchlarini ta'siri masalasi bilan ko'pgina mualliflar shug'ullanishgan va ular tomonidan ushbu kuchlarni hisobga olishni har xil usullari taklif etilgan.

M. Grishin taklif qilgan usulga ko'ra filtratsiya oqimini o'pirilish prizmasiga ta'sirini aniqlash uchun gidrodinamika to'rini qurish va to'rni har bir elementi uchun elementar filtratsiya kuchlarini aniqlash va so'ngra ushbu elementar kuchlarni teng ta'sir etuvchilar ko'rinishida qo'shib yig'indisini aniqlash taklif etiladi. Ushbu usulda filtratsiya kuchlarini siljituvchi va ushlab qoluvchi kuchlarga ajratish imkoniyati mavjud emas, shuning uchun turg'unlikni zahira koeffitsientini aniqlashda filtratsiya kuchlarini teng ta'sir etuvchisi siljituvchi kuch sifatida qabul qilinadi. Ushbu usulni kamchiligiga gidrodinamik to'rni qurish zarurligi kiradi.

A.I. Ivanov usulida filtratsiya kuchlari va muallaq tutib turuvchi kuchlar ularni ekvivalenti - o'pirilish prizmasi chegarasidagi bosim bilan almashtiriladi. Ushbu usul amalda kam qo'llaniladi, chunki undan foydalanishda filtratsiya kuchlarini gorizonttal va 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 (1.16 - rasm).

$$\Phi_N = \gamma_e \cdot \epsilon_i \cdot z_{hyp} \cdot \cos \theta_i \cdot \cos(\alpha_i - \theta_i), \quad (1.39)$$

bunda γ - suv zichligi;

ϵ_i - elementar i - bo'linmaning kengligi;

z_{hyp} - elementar i - bo'linmaning o'rtacha balandligi;

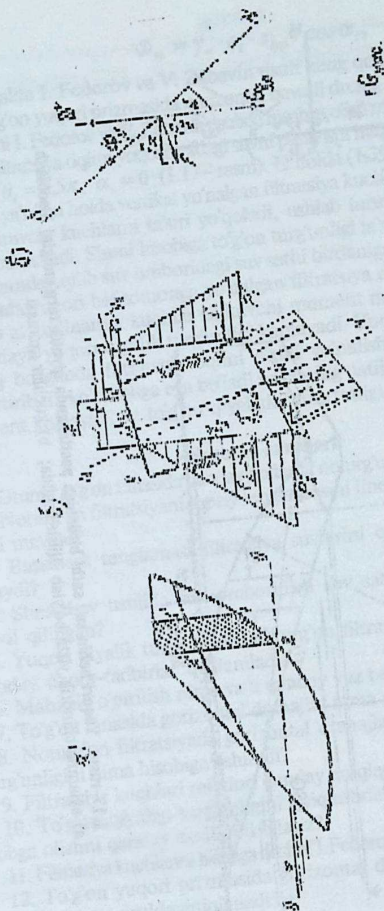
θ_i - i - bo'linmada depressiya egri chizig'ini og'ish burchagi;

α_i - i - bo'linma tubini og'ish burchagi.

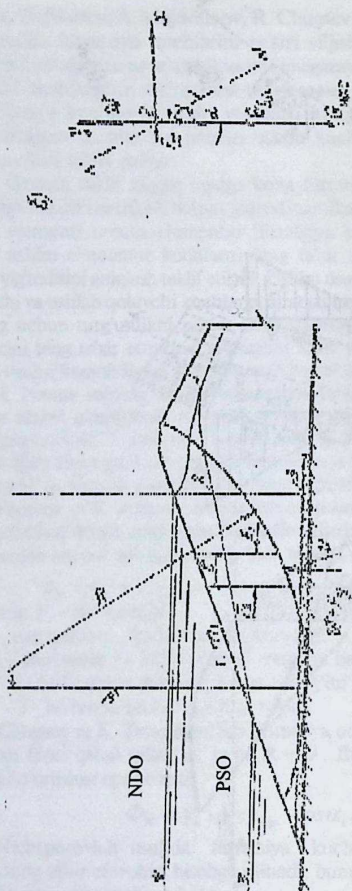
R. Chugaev va K. Tersagi usulida filtratsiya oqimi gorizonttal yuzaga ega degan faraz qabul qilingan, ya'ni $\theta_i = 0$. Bu holda hisobiy ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\Phi_N = \gamma_e \cdot \epsilon_i \cdot z_{hyp} \cdot \cos \alpha_i, \quad (1.40)$$

A. Nichiporovich usulida filtratsiya kuchlarini faqat bo'linma tubidagi teng ta'sir etuvchisi hisobga olinadi, bunda bo'linma konturini qolgan qismi ko'rilmaydi, u holda:



1.16-rasm. Yuqori qiyalik turg'unligini aniqlashda filtratsiya kuchlarini hisobga olish
 a) yukori prizmadagi siljish yuzasi; b) elementar bo'lakka ta'sir qilayotgan kuchlar epyurasi; v) kuchlar sxemasi



1.17-rasm. Yuqori belda suv sathi birdaniga pastlaganda qiyalik turg'unligini hisoblash
a) aylanma silindrik yuza bo'ylab silijish usulida; b) kuchlar sxemasi

$$\Phi_N = \gamma_a \cdot e_i \cdot z_{iyp} / \cos \alpha_i, \quad (1.41)$$

Amalda I. Fedorov va 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 muvofiqdir. Bunda filtratsiya oqimi yuqori befdagi suvni pasayishi hisobiga vertikal holatda bo'ladi: $\theta_i = 0,5\pi$, $\alpha_i = 0$ (1.17 - rasm). U holda (1.39) ifodadan $\Phi_N = 0$ bo'ladi, ya'ni bu holda vertikal yo'nalgan filtratsiya kuchlari ta'sirida muallaq tutib turuvchi kuchlarni ta'siri yo'qoladi, ushlab turuvchi kuchlar va uni momenti oshadi. Shuni 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'zini yo'nalishini drenaj tomonga o'zgartirib tik ko'rinishga ega bo'ladi va buning natijasida ushlab turuvchi moment ko'payadi va to'g'on qiyaligini turg'unligi miqdori ortadi.

Nazorat savollari

1. Gruntli to'g'on tanasida qanday hollarda noturg'un filtratsiya yuz beradi?
2. Noturg'un filtratsiyani asosiy tenglamasini linearizatsiyalashni necha usuli mavjud?
3. Bussinesk tenglamasi filtratsiya suvlarini 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 gorizontal drenajlar nima maqsadda qo'llaniladi?
8. Noturg'un filtratsiyada gorizontal drenajlar to'g'on yuqori qiyaligi turg'unligini nima hisobiga oshiradi?
9. Filtratsiya kuchlari miqdori qanday aniqlanadi?
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 gorizontal drenaj bo'lganda filtratsiya kuchlari qaysi usulda aniqlanadi?

II BOB

YUVMA TO'G'ONLARNI FILTRASIYA HISOBI

2.1. Yuvma to'g'onlarni qurishda filtratsiyani hisoblash

2.1.1. 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 hosil bo'ladigan oqimdan ham xavfliroq hisoblanadi.

Amalda ma'lumki, to'g'onni yuvib qurish davrida uni qiyaligida katta hajmdagi gruntlarni ko'chishiga olib keladigan xavfli deformatsiyalar yuz bergan. Bunday deformatsiyalar to'g'onni o'rta va yuqori qismini yuvishda ko'proq kuzatiladi. Bunda filtratsiya suvlari ko'p darajada to'g'on tanasini namlaydi va shu tufayli katta balandlikda to'g'on qiyaligiga sizib chiqadi.

Yuvish jarayonida to'g'on qiyaligini turg'unligini ta'minlash va uni buzilishiga yo'l qo'ymaslik uchun quyidagi muxandislik chora-tadbirlari ko'riladi: to'g'on qiyaligini yassilashtirish; qiyalikka sizib chiqayotgan filtratsiya suvlarini 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 h.

Har bir holatda qaysi tadbirni qo'llashni maqsadga muvofiqligi qator variantlarni texnik-iqtisodiy tiqqoslash natijasida tanlanadi. Undan tashqari inshootni yuvish davrida filtratsiya oqimi harakat qonunlarini bilish kerak, ya'ni to'g'onni yuvish davridagi filtratsiya hisobini bajarish kerak bo'ladi.

2.1.2. Yuvma to'g'onlarda filtratsiya sxemasi, chegara shartlari

Gidrotexnika qurilishida gruntli to'g'onlarni yuvib qurishni amaldagi asosiy usuli bu 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 (torsovom) - amalga oshiriladi.

Quvurdan oqib chiqayotgan loyqa yuvish yuzasida hosil bo'lgan uzluksiz jilg'a ko'rinishida to'g'on markazidagi hovuzga qarab oqadi va undan suv olib ketuvchi quduqlar yordamida inshootdan tashqariga chiqarib yuboriladi. Yadrolu 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 bo'ladi.

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 2.1 - 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'onni o'rta va pastki qismi to'xtovsiz yuvilganda kuzatiladi (2.1a - rasm). Bu 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 holatda bo'ladi (2.1b - rasm). Bu holat asosan to'g'onni yuqori qismi yuvilayotganda, hamda o'rta qismi sekin yuvilganda yuz beradi.

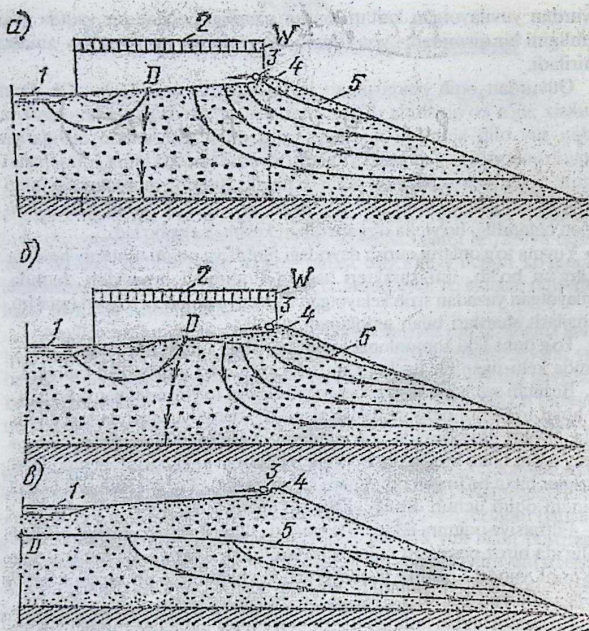
Bu sxema undan tashqari to'g'onni yuvishda qisqa tanaffus qilinganda, ya'ni yuvish yuzasidan infiltratsiya to'xtaganda kuzatiladi.

Filtratsiya oqimini uchinchi sxemasida depressiya egri chizig'i yuvish yuzasidan to'liq ajralgan past holatda bo'ladi (2.1v - rasm). Bu holat yuvish uzoq muddatga to'xtatilganda yuz beradi.

Filtratsiya hisobi gruntli yuvma to'g'onni yarim kesimi uchun bajariladi. Bunda filtratsiya oqimini analitik ifodalarini topishda quyidagi asosiy farazlar qabul qilinadi:

a) Gruntli to'g'on suv o'tkazuvchanligi bo'yicha bir jinsli gruntan tashkil topgan va gorizontall suv to'siqqa joylashtirilgan.

b) To'g'onni ko'rilyotgan kesimda harakat qilayotgan filtratsiya oqimi xuddi shunday qo'shni kesimdagi oqimga o'zaro ta'sir qilmaydi.



2.1-rasm. Bir jinsli suv o'tkazmaydigan zamindagi yuvma to'g'onni 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 - oqimni ajralish nuqtasi

v) Filtratsiya suvlari harakati Darsi qonuniga bo'ysinadi.

g) Yuvish yuzasidan sizayotgan suv (infiltratsiya) miqdori doimo bir xil bo'lib hisobiy davrdagi o'rtacha sizishga teng deb qabul qilinadi.

Sizayotgan suvlarni miqdori w -, ya'ni birlik vaqt davomida birlik yuzadan gruntga sizib kirayotgan suv miqdori quyidagicha aniqlanadi:

a) Yuvish davrida hovuz yuzasidan sizib o'tayotgan suvni hajmi bilan;

b) Yangi yuvilgan ΔH - qatlamni suv beruvchanligi bilan.

Umumiy holatda depressiya egri chizig'i yuvish yuzasidan ajralgan holatda bo'lganda uni miqdori quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$w = k_r \cdot \frac{t}{24} + \mu_r \cdot \Delta H, \quad (2.1)$$

bunda k_r - to'g'on tanasidagi gruntning filtratsiya koeffitsienti, m/sut;

t - to'g'onni bir sutkada yuvish vaqti, soat;

ΔH - bir sutkada yuvilayotgan grunt qatlamining balandligi, ya'ni yuvish jadalligi;

μ_r - yuvilayotgan gruntning suv beruvchanligi.

Suv beruvchanlik koeffitsienti μ_r miqdori tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Qumli va shag'al-qumli gruntlar uchun suv beruvchanlik koeffitsientini taxminiy miqdorini quyidagi jadvaldan qabul qilish mumkin.

2.1 - jadval

Samarali diametr, mm	0,10	0,15	0,2	0,3	0,5
μ_r	0,15	0,20	0,23	0,25	0,28

Sizayotgan suv miqdorini aniqlashda (2.1) 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.

$$h_c \geq Y_r, \quad (2.2)$$

bunda h_c - yuvish boshlanish davrida quyqa keltiruvchi quvur tubidagi gruntning suvdan bo'shagan qismi chuqurligi;

Y_r - yuvish vaqtida suvni gruntga sizib kirish (ho'llanish) chuqurligi.

h_c - chuqurlik miqdori filtratsiya hisoblari natijasiga ko'ra, Y_r miqdori esa, Sunner formulasidan tanlov yo'li bilan aniqlanadi.

$$t = \frac{m - W_0}{k_T} \left[Y_t - h_k \cdot \ln \left(1 + \frac{Y_t}{h_k} \right) \right], \quad (2.3)$$

bunda m - gruntni faol g'ovakligi;

W_0 - gruntni boshlang'ich namligi; uni 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 kapillyar bosim; uni miqdori taxminan kapillyar ko'tarilish balandligini yarmiga teng.

Agarda (2.2) shart bajarilmasa tekshirilayotgan joydagi filtratsiya oqimini 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 gruntni to'la suvga to'yinmagan holatdagi, infiltratsiya suvlari hisobiga yuz berayotgan oqim II-tipdagi oqim deb ataymiz.

2.1.3. Zamini suv o'tkazmaydigan to'g'onlar

1. Drenajsiz to'g'on pastki befda suv bo'lmagan holatda (2.2a - 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 (2.2b - rasm). Ulardan biri 2.3 - 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 quriladi.

$$\frac{q}{k_T} = \frac{1}{m^2 - 0,25} \cdot \left[A - \sqrt{A^2 - (m^2 - 0,25)h_p^2} \right] \quad (2.4)$$

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 2.4-rasmdagi grafikdan aniqlanadigan 2-2-kesimdagi teng potentsiallar chizig'ini shartli qiyaligi miqdori.

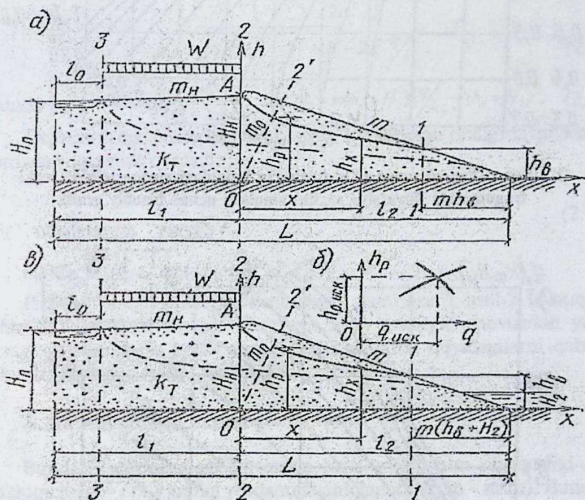
To'g'ondagi 1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida depressiya egri chizig'ini holatini quyidagi formula yordamida quriladi.

$$h_x = \sqrt{2(l_2 - mh_a - x) \frac{q}{k_T} + h_a^2}, \quad (2.5)$$

bunda $m_0 h_p \leq x \leq mh_a$; $h_a = (0,5 + m) \frac{q}{k_T}$.

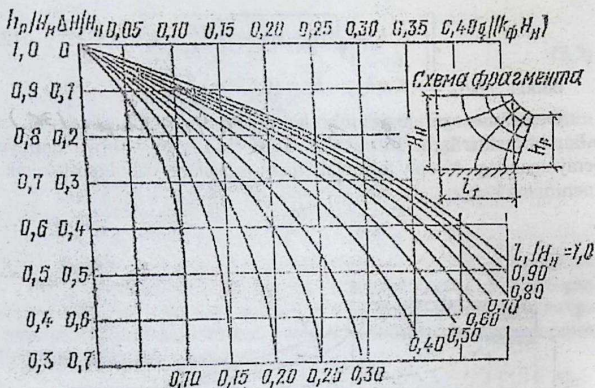
Depressiya egri chizig'ini boshlang'ich qismi grafik usulda A nuqta bilan birlashtiriladi. Filtratsiya faqat tindirgich - hovuzdan yuz berayotgandagi hisobiy formulalarda quyidagilarni qabul qilish kerak.

$$l_1 + l_2, \quad l_2 = L - l_0 \quad \text{va} \quad H_H + H_n.$$

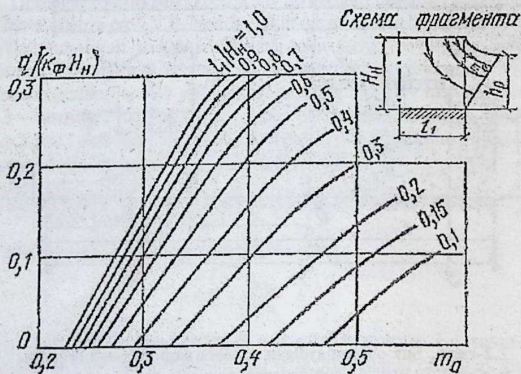


2.2-rasm. Suv o'tkazmaydigan zaminlardagi bir jinsli drenajsiz

yuvma to'g'onni filtratsiya hisobi sxemasi a) pastki befda suv bo'lmaganda; b) pastki befda suv bo'lganda;



2.3-rasm. Tanasi suvga to'la to'yingan holatdagi yuvma to'g'on ichki fragmentida filtratsiya sarfini aniqlash uchun hisobiy grafik



2.4-rasm. Yuvma to'g'on ichki fragmenti pastki qiyaligi miqdori m_0 ni aniqlash uchun hisobiy grafik

2. Drenajsiz to'g'on pastki belda suv bo'lganda (2.2v - rasm)

Filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi h_p ni miqdori 2-2 kesim uchun 2.2 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.

$$\frac{q}{k_T} = \frac{h_a}{\alpha} \left\{ 1 + \frac{H_2}{h_a + \frac{mH_2}{2\alpha^2}} \right\}, \quad (2.6)$$

$$h_p = \sqrt{4\beta^2 \left(\frac{q}{k_T} \right)^2 + B - 2\beta \frac{q}{k_T}}, \quad (2.7)$$

$$\text{bunda } \alpha = m + 0.5; \quad \beta = \frac{m_0^2}{1 + 2m_0}; \quad B = 2[l_2 - m(h_a + H_2)] \frac{q}{k_T} + (h_a + H_2)^2, \quad (2.8)$$

Depressiya egri chizig'ini holati 1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida quyidagi formula yordamida quriladi.

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} [l_2 - m(H_2 + h_a) - x] + h_a^2}, \quad (2.9)$$

$$\text{bunda } m_0 h_p \leq xm(H_2 + h_a).$$

Depressiya egri chizig'ini boshlanish qismi grafik usulda A nuqta bilan birlashtiriladi. Agarda filtratsiya faqat tindirgich-hovuzdan yuz berayotgan bo'lsa, u holda yuqoridagi ifodalarda quyidagilarni qabul qilamiz: $H_H - H_n$; $l_1 - l_0$, va $l_2 - L - l_0$.

3. Qavatli drenajli to'g'on (2.5 - rasm)

Bunday to'g'onlardagi filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi h_p qo'shimcha $q = f(h_p)$ grafigi yordamida aniqlanadi (2.5b - 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 va unga mos kelgan m_0 qiymatini 2.4 - rasmdan aniqlab quriladi.

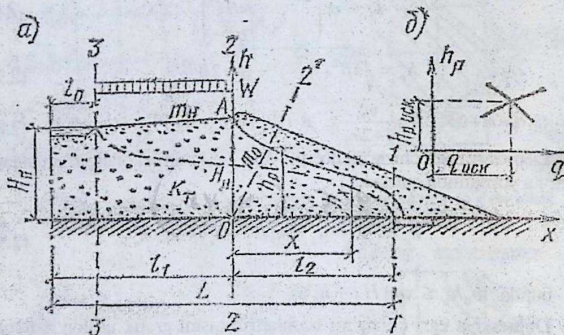
$$\frac{q}{k_T} = \sqrt{L_p^2 + h_p^2} - L_p, \quad (2.10)$$

$$\text{bunda } L_p = l_2 - \frac{2m_0}{1+2m_0} \cdot h_p$$

1-1 va 2-2 kesimlar orasida depressiya egri chizig'ini holati quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{2(L_p - x) \frac{q}{k_T} + \left(\frac{q}{k_T}\right)^2}, \quad (2.11)$$

$$m_0 h_p \leq x \leq l_2$$



2.5-rasm. Suv o'tkazmaydigan zaminlardagi bir jinsli qavatli drenajli yuvma to'g'onni filtratsiya hisobi sxemasi

Depressiya egri chizig'ini boshlanish qismi grafik usulda A nuqta bilan birlashtiriladi. Filtratsiya faqat tindirgich-hovuzdan yuz berayotgan holatda hisoblashlarni yuqoridagi formulalarga quyidagilarni qo'yib bajariladi.

$$H_H = H_n; l_1 = l_0, \text{ va } l_2 = L - l_0$$

Misol. Zamini suv o'tkazmaydigan drenajsiz to'g'onni pastki befda suv bo'lmagan holatdagi filtratsiya hisobini quyidagi ma'lumotlar asosida bajaring (2.6-rasm). $h_p = 25\text{m}$; $l_1 = 14\text{m}$; $l_2 = 75\text{m}$; $k = 8\text{m/sutka}$ va $W = 3,6\text{m/sutka}$.

Filtratsiya sarfini aniqlash uchun ikkita $q = f(h_p)$ yordamchi grafigini quramiz. Ularni birini 2.3 - rasmdagi hisobiy grafik yordamida quramiz.

Buning uchun h_p ni quyidagi qiymatlarini berib q ni aniqlaymiz.

$$h_p = 24; 22; 20$$

2.3 - rasmdan

$$\frac{q}{K_\phi H_n} = 0,04; 0,125; 0,2 \text{ - ekanligini aniqlab sarfni miqdorini}$$

hisoblaymiz.

$$h_p = 24$$

$$q = 0,04 \cdot 8 \cdot 25 = 8 \text{ M}^3/\text{sutka}$$

$$h_p = 22$$

$$q = 0,125 \cdot 8 \cdot 25 = 25 \text{ M}^3/\text{sutka}$$

$$h_p = 20$$

$$q = 0,2 \cdot 8 \cdot 25 = 40 \text{ M}^3/\text{sutka}$$

So'ngra (2.4) formula yordamida sarfni miqdorini aniqlaymiz.

Buning uchun dastlab 2.4 - rasmdagi grafikdan h_p ni har bir berilgan qiymati uchun m_p 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 ni 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

$$\frac{q}{k_r} = \frac{1}{3,0^2 - 0,25} \cdot [72,58 - \sqrt{72,58^2 - (3^2 - 0,25)24^2}] = 6,57 \quad q = 6,57 \cdot 8 = 52,33 \text{ M}^3/\text{sutka}$$

$$\frac{q}{k_r} = \frac{1}{3,0^2 - 0,25} \cdot [71,97 - \sqrt{71,97^2 - (3^2 - 0,25)22^2}] = 4,71 \quad q = 4,71 \cdot 8 = 37,70 \text{ M}^3/\text{sutka}$$

$$\frac{q}{k_r} = \frac{1}{3,0^2 - 0,25} \cdot [71,72 - \sqrt{71,72^2 - (3^2 - 0,25)20^2}] = 3,56 \quad q = 3,56 \cdot 8 = 28,50 \text{ M}^3/\text{sutka}$$

Depressiya egri chizig'ini 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'ini holatini quramiz (2.6 - rasm).

2.1.4. Zamini suv o'tkazadigan to'g'onlar**1. Drenajsiz to'g'on.**

Birinchii tipdagi oqim uchun (2.7a- rasm).

To'g'on tanasi yuvish zonasida to'la suvga to'yingan holatda bo'lganda, filtratsiya sarfi quyidagi ikki tenglamadan aniqlanadi:

$$q = K_T \frac{h_a}{\alpha} \left[1 + \frac{H_2}{h_a + \frac{mH_2}{2\alpha^2}} + \frac{\frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T}{h_a + \frac{mH_2 + 0,44T}{\alpha}} \right], \quad (2.12)$$

bunda $\alpha = m + 0,5$

$$q = K_{oc} \cdot T \cdot \lambda \left[A - \sqrt{A^2 - B} \operatorname{th}(\lambda l_1) \right] \quad (2.13)$$

bunda

$$A = H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} T [1 + l_2 \cdot \lambda \operatorname{th}(\lambda l_1)]; \quad B = \left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2 - \left(H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2,$$

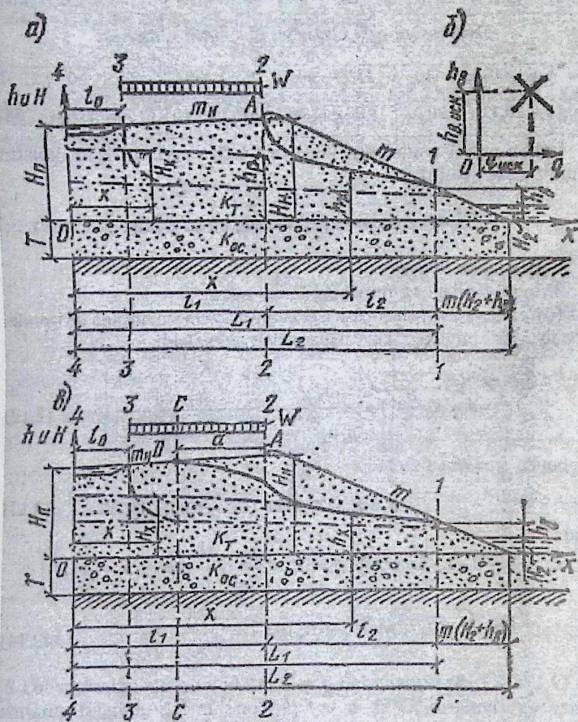
$$l_2 = L_2 - l_1 - m(H_2 + h_a); \quad \lambda = \sqrt{\frac{K_T}{K_{oc}} \cdot \frac{1}{H_n \cdot T}} \quad (2.14)$$

(2.12), (2.13) ifodalardan q va h_a ni miqdorini aniqlash uchun h_a ni har xil qiymatini berib $q = f(h_p)$ qo'shimcha grafigini quramiz (2.7b - rasm).

1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida depressiya egri chizig'ini quyidagi formula yordamida quramiz.

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q_T}{K_T} (L_1 - x) + (H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T)^2} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T, \quad (2.15)$$

bunda $l_1 \leq x \leq L_1$



2.7-rasm. Cheklangan qalinlikdagi suv o'tkazuvchi zaminda bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'onni filtratsiya hisobi sxemasi.

- a) to'g'on tanasi to'la suv to'yingan holatdagi oqim; b) $q=f(h_b)$ grafigi;
 v) depressiya egri chizig'i yuzasi yuvish yuzasidan qisman ajragan holatdagi oqim.

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.

$$H_x = \left[1 - \frac{ch(\lambda x)}{ch(\lambda l_1)} \right] (H_n - h_p) + h_p, \quad (2.16)$$

bunda $0 \leq x \leq l_1$

$$h_p = \sqrt{2l_2 \frac{q}{K_T} + (H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T)^2 - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T}, \quad (2.17)$$

Yuvish yuzasidan to'g'on tanasiga o'tayotgan solishtirma suv sarfi miqdori 2-2 va 4-4 kesim oralig'ida.

$$q = K_T \frac{H_n - h_p}{H_n} \cdot \frac{ch(\lambda x)}{ch(\lambda l_1)} \quad 0 \leq x \leq l_1 \text{ bo'lganda} \quad (2.18)$$

Keltirilgan ifodalardan filtratsiya faqat tindirgich hovuzdan yuz berayotgan paytda ham foydalanish mumkin, bunda formulalarda $H_H = H_n$, $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$ o'zgartirishlar kiritib hisoblashlarni bajaramiz.

Ikkinchi tipdagi oqim mavjud bo'lganda to'g'on tanasidagi va zaminidagi filtratsiya sarfi miqdori (2.12) va quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$q = M - \sqrt{M^2 - N}, \quad (2.19)$$

$$\text{bunda } M = \frac{ED + D^2W \cdot a + l_2/K_T}{D^2}; \quad N = \frac{E^2 + 2EDWa + D^2W^2 \cdot a^2 - c^2}{D^2};$$

$$\text{bu yerda } E = H_n - \frac{a}{m_n} - \frac{Wa^2}{2K_{oc} \cdot T} + \frac{K_{oc}}{K_T} T; \quad D = \frac{1 + a\lambda_1 \cdot th[\lambda_1(l_1 - a)]}{K_{oc} \cdot T \cdot \lambda_1 \cdot th[\lambda_1(l_1 - a)]};$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{K_T}{K_{oc}} \cdot \frac{1}{\left(H_n - \frac{a}{m_n} \right) T}}; \quad c = H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \quad (2.20)$$

bu yerda oldin a taqriban quyidagi ifodadan:

$$a_{\min} = \frac{1}{\lambda} \operatorname{arch} \frac{\frac{W}{K_T} H_n ch(\lambda l_1)}{H_n - h_p}, \quad (2.21)$$

unga h_p va λ larni (2.17) va (2.14) formulalar yordamida aniqlangan

miqdorini qo'yib hisoblanadi, so'ngra asta-sekin yaqinlashish usuli bilan quyidagi formula yordamida aniqlik kiritiladi.

$$a = A_1 - \sqrt{A_1^2 - B_1}, \quad (2.22)$$

bunda

$$A_1 = \frac{1}{W} \left(q + \frac{K_T - W}{m_n \cdot W} \cdot \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right) \quad B_1 = \frac{2 \cdot K_{oc} \cdot T}{W} \left(\frac{K_T - W}{K_T} \cdot H_n - h_p \right)$$

eng katta miqdori $a = l_1 - l_0$

Sarf q va suvni qiyalikka sizib chiqish balandligi h_p ni miqdorini (2.12) va (2.19) tenglamalar yordamida h_a ni har xil qiymatini berib $q = f(h_p)$ qo'shimcha grafigini quramiz (2.7 b - rasm) va ushbu grafiklardan aniqlaymiz.

Depressiya egri chizig'i holatini quyidagicha quramiz:

a) 1-1 va 2-2 kesimlar oralig'ida (2.15) ifodadan;

b) 2-2 va s-s kesim oralig'ida quyidagi formula yordamida:

$$h_x = \frac{K_T}{K_T - W} \left[\frac{2q(l_1 - x) - W(l_1 - x)}{2 \cdot K_{oc} \cdot T} + h_p \right], \quad (2.23)$$

bunda $l_1 - a \leq x \leq l_1$

$$h_p = \sqrt{\left(h_a + H_2 + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T \right)^2 + 2L_1 - m(h_a + H_2) \cdot \frac{q}{K_T} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T}, \quad (2.24)$$

(2.24) 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

$$H_x = \frac{1}{K_{oc} \cdot T} \left[q(l_1 - x) - W \frac{(l_1 - x)^2}{2} \right] + h_p, \quad (2.25)$$

$l_1 - a \leq x \leq l_1$ bo'lganda

b) s-s va 4-4 kesim oralig'ida

$$H_x = \left[1 - \frac{ch(\lambda_1 x)}{ch(l_1 - a)} \right] \left(H_n - \frac{a}{m_n} - H_a \right) + H_a, \quad (2.26)$$

$0 \leq x \leq l_1 - a$ bo'lganda,

$$\text{bunda} \quad H_a = \frac{1}{K_{oc} \cdot T} (qa - W \frac{a^2}{2}) + h_p \quad (2.27)$$

(2.25) va (2.27) ifodalar uchun h_p ni miqdori (2.17) ifodadan aniqlanadi.

To'g'on tanasiga yuvish yuzasidan sizib kelayotgan solishtirma filtratsiya sarfi quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

a) 2-2 va s-s kesim oralig'ida

$$q = W \cdot a; \quad (2.28)$$

b) s-s va 4-4 kesim oralig'ida

$$q = K_T \frac{H_n - \frac{a}{m_n} - H_a}{H_n - \frac{a}{m_n}} \cdot \frac{ch(\lambda_1 x)}{ch[\lambda_1 (l_1 - a)]}, \quad (2.29)$$

$0 \leq x \leq l_1 - a$ bo'lganda.

Bu yerda λ va H_H miqdorini (2.20) va (2.27) ifodalardan aniqlaymiz.

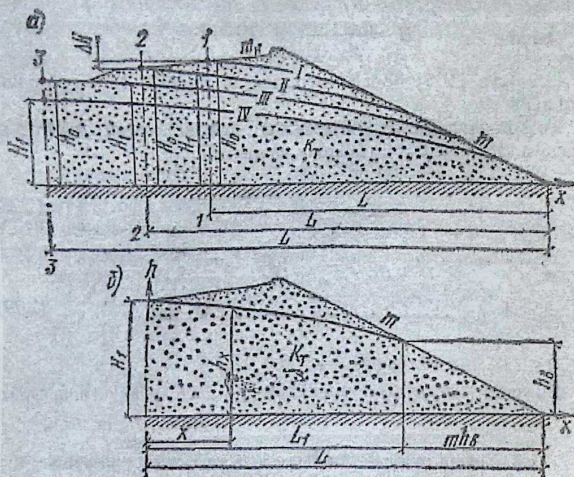
2.2. Yuvma to'g'onlarda depressiya egri chizig'i pasayish tezligini aniqlash

2.2.1. Drenajsiz asosi suv o'tkazmaydigan to'g'on

Yuvish ma'lum oraliqda to'xtatilganda filtratsiya oqimi depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini aniqlash, to'g'onni yuvish jadalligini tanlash maqsadida bajariladi.

Bu hisoblarga asos qilib noturg'un filtratsiyani asta-sekin turg'un filtratsiya holati bilan almashtirish usuli qabul qilingan. Bu usulni asosiy mohiyati shundaki unga ko'ra noturg'un oqim, qator turg'un oqimdan iborat deb qaraladi.

Depressiya egri chizig'ini pasayishi qismlarga bo'lib hisoblanadi (2.8 - rasm), uni soni quyidagi shartga ko'ra belgilanadi, ya'ni $\Delta H = H_0 - H_1$, har bir oraliqda 1 m dan oshmasligi kerak.



2.8-rasm. Suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'ondagi depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini hisoblash sxemasi I-IV-depressiya egri chizig'ini ketma-ket pasayish holati.

Depressiya egri chizig'ini har bir uchastkani chapdagi chegarasida H_0 dan H_1 gacha pasayishi uchun sarf qilinadigan vaqt qo'yidagi ifodadan aniqlanadi.

$$t = mL \frac{\mu_T}{K_T} \left[\ln \frac{H_0}{H_1} + \frac{7}{12m} \left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{1}{\eta_0} \right) - 2m(\eta_0 - \eta_1) + \frac{5m^3}{36} (\eta_0^3 - \eta_1^3) \right], \quad (2.30)$$

bunda $\eta_0 = H_0/L$; $\eta_1 = H_1/L$.

Solishtirma filtratsiya sarfi:

$$q = K_T H_1^2 / L \quad (2.31)$$

Depressiya egri chizig'i qo'yidagi tenglamadan quriladi.

$$h_x = H_1 \sqrt{1 - \frac{x^2}{L^2 - m^2 \cdot H_1^2}} \quad (2.32)$$

bunda $0 \leq x \leq L - m^2 H_1^2 / L$

Ordinata o'qi qurilayotgan qism chap tomondagi chegarasida qabul qilinadi (2.8 - rasm).

2.2.2. Drenajsiz asosi suv o'tkazadigan to'g'on

Depressiya egri chizig'ini pasayishi oraliqlarga bo'lib hisoblanadi (2.9a - rasm).

Chapdagi chegarada depressiya egri chizig'ini H_0 dan H_1 gacha pasayishi uchun sarf qilinadigan vaqt miqdori qo'yidagi ifodadan aniqlanadi.

$$t = \sum 2 \frac{V_0 - V_1}{q_0 + q_1} \quad (2.33)$$

bunda V_0 , V_1 , H_0 va H_1 chuqurlikka to'g'ri kelgan to'g'on grunti g'ovaklaridagi suv hajmi;

q_0 va q_1 - H_0 va H_1 chuqurlikdagi filtratsiya suvlarini solishtirma sarfi.

q_0 va q_1 miqdori 2.9b - rasmda keltirilgan hisobiy sxema uchun qo'yidagi ifodadan aniqlanadi.

$$q_0 = K_r \frac{\left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_r} \cdot T\right)^2 - \left(H_2 + h_a + \frac{K_{oc}}{K_r} \cdot T\right)^2}{L_1}; \quad (2.34)$$

$$q_1 = K_{oc} \frac{2h_a \cdot T}{2m(H_2 + h_a) + T} + K_r \left(\frac{h_a}{m} + \frac{h_a + H_2}{mh_a + \frac{m}{2m+1} \cdot H_2} \right) \quad (2.35)$$

bunda $L_1 = L - m(H_2 + h_a)$

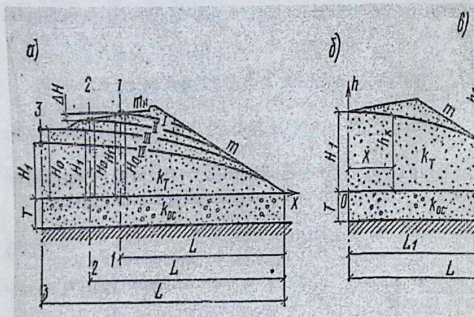
h_a va q miqdorini aniqlash uchun qo'shimcha grafik quramiz (2.9v - rasm).

V_0 va V_1 miqdori qo'yidagi formuladan aniqlanadi:

$$V_n = \frac{1}{2} \mu_r \cdot L_1 \left[\left(h_a + H_2 - \frac{K_{oc}}{K_r} \cdot T \right) + \frac{\left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_r} \cdot T \right)^2}{\sqrt{\frac{qL_1}{K_r}}} \cdot \arcsin \frac{\sqrt{\frac{q}{K_r}} L_1}{H_n + \frac{K_{oc}}{K_r} \cdot T} + \frac{m}{L_1} (h_a + H_2)^2 \right] \quad (2.36)$$

bunda H_n - ko'rilayotgan chegarada oqimni berilayotgan chuqurligi.
Depressiya egri chizig'i qo'yidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_x = \sqrt{\left(H_n + \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T\right)^2 - \frac{qx^2}{K_T \cdot L_1} - \frac{K_{oc}}{K_T} \cdot T} \quad (2.37)$$



2.9-rasm. Suv o'tkazuvchi zamindagi bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'onda depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini hisoblash sxemasi

Nazorat savollari

1. Yuvma to'g'onni qurish jarayonida uni turg'unligini ta'minlash uchun qanday chora-tadbirlar ko'rish kerak?
2. To'g'onni ikki tomonlama yuvib qurishda filtratsiyani nechta xarakterli sxemalari yuz berishi mumkin?
3. Yuvma to'g'onlarni 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 oqimini qanday parametrlari aniqlanadi?
8. To'g'onni yuvish davridagi qanday filtratsiya harakati yuz beradi?

III BOB

GRUNTLARNING FILTRASIYA GA QARSHI MUSTAXKAMLIGI

3.1. Gidrotexnika inshootlaridagi filtratsiya deformatsiya turlari

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

Suv dimlovchi gidrotexnika inshooti tanasi va zaminidagi xavfli filtratsiya deformatsiyalari yuz berish ehtimoli eng ko'p bo'lgan joylar, filtratsiya oqimini grunt yuzasiga chiqish va har xil gruntlarni tutashgan joylari hisoblanadi (3.1 - rasm). Tutashgan yuzalar gorizontal, vertikal va qiya, oqim yo'nalishi esa tutashgan yuza yo'nalishi bilan bir xil yoki unga tik bo'lishi mumkin.

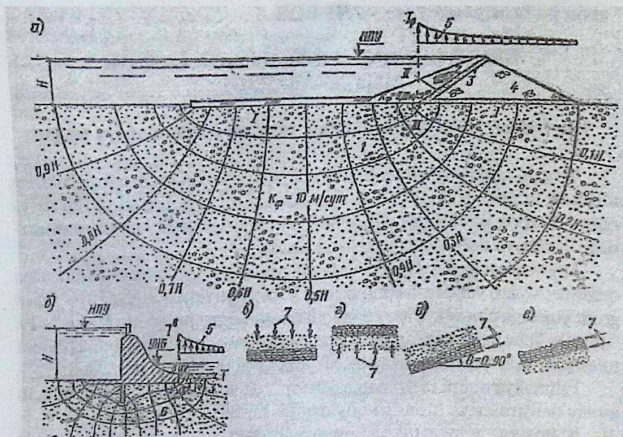
Filtratsiya oqimi ta'siri natijasida grunt da yuz berishi mumkin bo'lgan asosiy deformatsiya turlariga quyidagilar kiradi:

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

Gruntlarning tutash qatlamdagi o'pirilishi - gruntning mayda zarrachalarini uning katta zarrachali gruntlar bilan tutashgan joyidan ajralib chiqishi natijasida o'pirilishiga aytiladi. Bu holat filtratsiya oqimining risberma tubi orqali pastki bega; дренажа; yirik donali qatlamga chiqishida; hamda filtratsiya oqimini teskari filtr qatlami orqali harakatida yuz berishi mumkin (3.1 - rasm). Bunday o'pirilishni oldini olish uchun tutash qatlamdagi teskari filtr gruntlarining granulometrik tarkibi oldindan tekshirib tanlab olinadi.

Gruntning tutashgan joyidagi yuvilishi - gidrotexnika inshootlari va ularni zaminlarida bo'ylama filtratsiya ta'sirida mayda donali gruntning yirik donali grunt bilan tutashgan joyida yuvilib ketishi.

Masalan, to'g'on tanasi gruntini uni zaminidagi grunt bilan, to'g'on ekрани (yadrosi) gruntini o'tish zonasi birinchi qavat filtrini grundi bilan, zamindagi grunt qatlamlari bilan (3.1 - rasm).



3.1-rasm. Filtratsiya oqimini grunt mustahkamligiga ta'sir qilish sxemasi
a-gruntli to'g'ondagi filtratsiya oqimi; b-beton to'g'on zaminidagi filtratsiya oqimi;
v-e-har xil gruntlar tutashgan joydagi oqimni hisobiy sxemasi
I-tutashgan joyda yuvilish; II-tutashgan joyda o'pirilish; III-suffoziya; IV-o'pirlilish; 1-qum-shag'al grunt; 2-gilli ekran va ponur; 3-filtr; 4 - tayanch prizma;
5 - chiqish gradienti epyurasi; 6 - qum; 7 - filtratsiya oqimi yo'nalishi;

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

Gruntlarning ajralishi - filtr yoki yirik donali grunt ustidagi gilli gruntlardan filtratsiya oqimi ta'sirida uning zarrachalarini va agregatlarini ajralishi.

Yuqorida aytilgan deformatsiyalarning har biri inshoot uchun xavfli hisoblanadi, ular inshootni yoki uni 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 kerak.

To'g'onni loyihalash vazifasiga to'g'on tanasi va uni konstruktiv elementlari (o'tish zonasi, filtrlari va h.) materialini 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 va xuddi o'tish zonasi kabi tutashgan joylarda yuvilish va o'pirilishni oldini olish uchun xizmat qiladi.

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

Gruntlarni filtratsiyaga qarshi mustahkamligini baholashni hozirda VNIIG va VNII VODGEO institutlari ishlab - chiqqan usulda bajarilmoqda.

1) Suffoziya.

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

$$d_{0\max} = 0,455K \sqrt[n]{\eta} \frac{n}{1-n} d_{17}, \quad (3.1)$$

Bunda η - gruntlarning ko'p jinslilik koeffitsienti;

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

ganlikdagi zarrachalar diametri;

K - grunt zarrachalarining notekis joylashish koeffitsienti $K = 1 + 0,05 \eta$.

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

$$d_{ci\max} = 0,77 d_{0\max} \quad (3.2)$$

Agarda d_{0max} miqdori grunt zarrachalarining eng kichik diametridan kichik bo'lsa, bunday grunt suffoziyalanmaydigan grunt hisoblanadi. Agarda $d_{cimax} > d_{rmin}$ bo'lsa, bunday grunt suffoziyalanadigan grunt hisoblanadi. Bunday grunt dan diametri d_{cimax} 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 zarrachalarini miqdori og'irligi bo'yicha 3-5% dan oshmasa, u holda bunday grunt deyarli suffoziya-lanmaydigan hisoblanadi. Shunday qilib grunt ni suffoziyalanmaslik kriteriyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$d_{cimax} < d_3 \div d_5 \quad (3.3)$$

Zarrachalarni yuvilib chiqib ketishi uchun filtratsiya tezligi yoki bosim gradienti miqdori ularni kritik miqdorlari ϑ_{kp} va I_{kp} -dan katta bo'lishi kerak.

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

$$I_{kp} = \varphi_0 d_{ci} \sqrt{\frac{ng}{v \cdot k_\phi}}, \quad (3.4)$$

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

v - suvni kinematik yopishqoqligi;

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

Xuddi shunday kritik tezlikni miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$\vartheta_{kp} = \varphi_0 \cdot d_{ci} \sqrt{\frac{ng \cdot k_\phi}{v}}, \quad (3.5)$$

Kritik bosim gradienti va kritik tezlik miqdori ularning inshootdagi miqdori bilan solishtiriladi.

b) VODGEO usulida ko'p jinslilik koefsiienti $\eta > 10$ va tarkibidagi zarrachalarining diametri 1 mm kichik miqdori 10 dan 30% gacha oraliqda bo'lgan qumli va shag'alli gruntlar uchun suffoziyalanishga olib keluvchi gradient miqdori $I_{c,buz}$ quyidagicha aniqlanadi. Grunt

donodorlik tarkibini shart-li ravishda diametri 1 mm dan katta bo'lgan skelet va 1 mm dan kichik bo'lgan to'l-dirgichga ajratamiz va ular uchun donodorlik tarkibi egri chizig'ini quramiz va undan d_{10}^{ck} va d_{10}^{tul} aniqlaymiz (3.2a - rasm). Bu diametrlarga hamda to'l-dirgich-ning ichki ishqalanish burchagi ω_{tul} ga ko'ra 3.2b - rasmdagi grafikdan $I_{c,buz}$ miq-dorini aniqlaymiz. Bog'lanmagan gruntни suffoziyalanishini 3.2v - rasmdagi grafik yordamida baholaymiz.

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, bu gruntlarning donodorlik tarkibi quyidagi nisbat bilan harakterlansa:

$$D_0 / d_3 \leq 5,4 \quad (3.6)$$

bunda D_0 - yirik donali gruntда filtratsiya g'ovaklari diametrini o'rtacha o'lchami;

$$D_0 = 0,455 \sqrt[n]{\eta} \frac{n}{1-n} D_{17} \quad (3.7)$$

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.

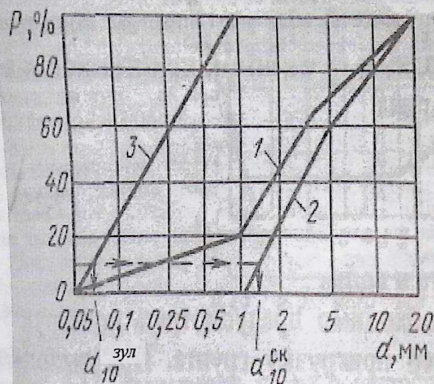
V.S. Istomina bo'yicha to'g'on zaminidagi qumli gruntни himoya qiluvchi filtrni hisoblashda, zamindagi grunt zarrachalarini chiqib ketmasligi mumkin, agarda quyidagi shart bajarilsa:

$$\eta \leq 10 \quad (3.8)$$

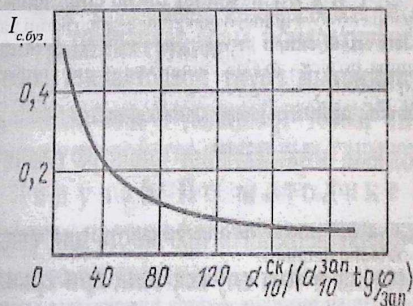
$$D_{50} \leq d_{50} (15 + 0,34 K_{60/10}^2), \quad (3.9)$$

bunda D_{50} - va d_0 - filtrni va himoya qilinayotgan qumli gruntни zarrachalarini o'rtacha diametri.

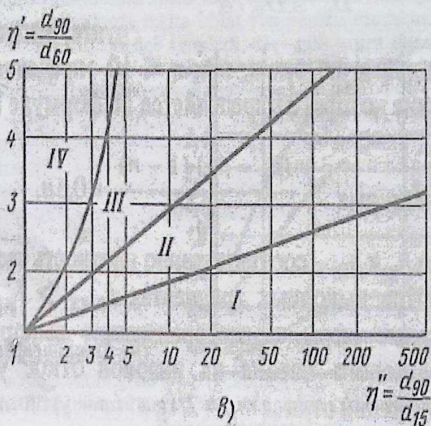
(3.8) va (3.9) formulalardan $I < 1,5$ va $d_{10} = 0,1-0,017 \text{ mm}$ bo'lganda foydala-nish mumkin. Agarda himoya qilinayotgan grunt $\eta > 10$ bo'lsa, u holda uni faqat mayda donali qismi ya'ni to'l-dirgich hisobga olinadi.



a)



б)



3.2-rasm. Gruntlarni suffoziyalanishini VODGEO usulida baholash

$$I_{c, \text{H.K.}} = \left(\frac{d_{10}^{ck}}{d_{10}^{T_{\text{yrt}}}} \operatorname{tg} \varphi_{T_{\text{yrt}}} \right) = f(I_{c, \text{H.K.}})$$

a) gruntning donadolik tarkibi; b) grafigi; v-
 sochiluvchan gruntlarni suffoziyalanishini baholash grafigi; I-III-
 suffoziyalanadigan grunt
 zonasi; II-suffoziyalanmaydigan grunt zonasi; IV-mavjud bo'lmagan gruntlar;
 1-gruntning donadorlik tarkibi; 2-grunt skeleti; 3-grunt to'ldirgich.

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

$$D_{10}^{II} \leq D_{50}^I / \alpha_n, \quad (3.10)$$

$$D_{10}^{np} \leq D_{50}^{\phi} / \alpha_n^{np} \quad (3.11)$$

Agarda $\eta > 10$ bo'lsa u holda quyidagi ifoda yordamida uni qatlamlarga ajralishini tekshirib ko'rish kerak:

Gruntlarning yirik donali qismi uchun

$$D_i^p = \lambda_i \cdot D_i^{\partial acm}, \quad (3.12)$$

Gruntlarning mayda donali qismi uchun

$$D_i^{1p} = D_i^{\partial acm} / \lambda_i \quad (3.13)$$

bunda λ_i - grunt zarrachalarining 50, 60 va 90% ta'minlanganlikdagi qatlamlarga ajralish koeffitsienti.

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

$$I_{кр.чнк} = \frac{(\rho_r - \rho_0) \cdot (1 - n)}{\rho_0} + 0,5n \quad (3.14)$$

bunda ρ_r, ρ_0 - mos ravishda grunt zarrachalarini va suvni zichligi; n - grunt g'ovakligi.

Ushbu $a-b$ joydagi (3.1b - rasm) chiqish gradientini miqdori $I_{chik} \rangle I_{кр.чнк}$ bo'lsa, u holda o'sha joyi yuk bilan bostirish kerak. Bu yukni qalinligini R.R. Chugaev ifodasi yordamida aniqlash mumkin:

$$T = S \left(I_{чнк} - I_{кр.чнк} \right) \frac{\rho_0}{\rho_{np}} \cdot K_3 \quad (3.15)$$

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

ρ_{np} - bostirilayotgan quruq grunt zichligi;

K_3 - zahira koeffitsienti, 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 bo'ladi. Bog'langan gruntlarda ikkita holat yuz berishi mumkin: I - gilli grunt yaxlit bir butun jism deb qaraladi; II - gilli grunt darzlari mavjud va filtratsiyaga qarshi qurilma ishonchli ishlashi uchun filtrni gilli zarrachalar bilan to'ldirish (kalmatatsiyalash) kerak.

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

$$I_{\text{yul}}^{T.y} = \frac{1}{\varphi} \left[\frac{0,34}{(D_{0\max})^2} - 1 \right], \quad (3.16)$$

bunda $D_{0\max}$ - bog'lanmagan grunt g'ovakligining maksimal o'lchami; $\varphi - D_{0\max}$ ga bog'lik bo'lgan koeffitsient, 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 gruntni tutashgan joyida o'pirilishini yo'l qo'yilgan gradienti quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin.

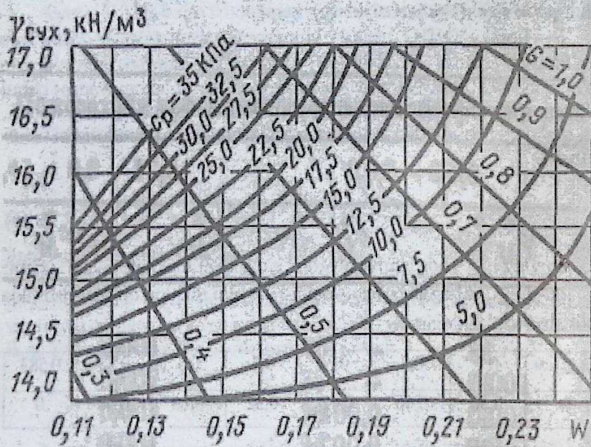
$$I_{\text{yul}}^{T.y} = \frac{2C_{y3}}{\rho_0 \cdot D_{yul} \cdot K_3}, \quad (3.17)$$

bunda C_{y3} - gilli gruntning uzilishdagi tutashuvchanligi;
 $K_3 - C_{y3}$ - ni miqdorini aniqlashga bog'liq bo'lgan zahira koeffitsienti, inshootni sinfiga qarab uni miqdori 3-5 ga teng;
 D_{yul} - filtrni gumbaz hosil qiluvchi zarrachalari hisobiy diametri.
 C_{y3} - 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 (3.3 - rasmdagi grafikdan aniqlanadi.

$$C_{y3} = 0,14 \cdot 10^{-4} \frac{1}{d_{80}}, \quad (3.18)$$

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



3.3-rasm. Gilli gruntni uzilishdagi tutashuvchanligini aniqlash grafigi

$$D_{ca} = D_{90} (1 + \alpha_n), \quad (3.19)$$

bunda α_n - gruntni g'ovakligiga va ko'p jinslilik koeffitsientiga bog'liq koeffitsient, uni miqdori 3.4 - rasmdan aniqlanadi.

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

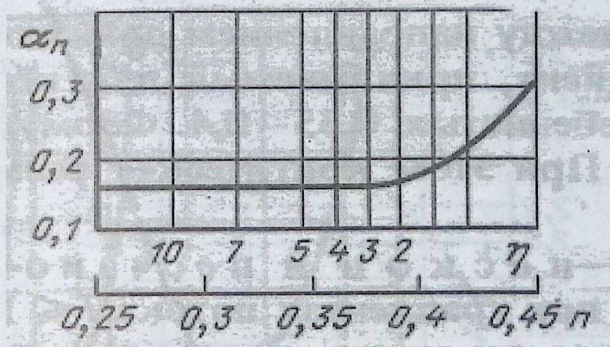
$$I_{\text{фил.крит}}^{T.y} = \frac{1}{1,4(D_{90}^{\circ})^2}, \quad (3.20)$$

bunda $D_{90} = \alpha_n \times D_{90}$

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

$$\frac{D_{17}}{d_{90}} \leq \frac{26,5(1-n)}{n^{\frac{2}{3}}\sqrt{\eta}}, \quad (3.21)$$

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



3.4-rasm. α_n ni aniqlash grafigi

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

$$D_{60} < \frac{2d_{70}^a}{\alpha_n \lambda_{60}}, \quad (3.22)$$

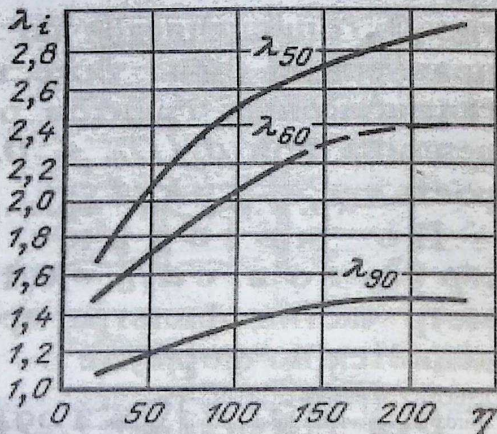
bunda λ_{60} - qatlamlarga ajralish koeffitsienti, uni miqdori grunt
 ko'p jinslilik koeffitsientiga (η) bog'liq va 3.5 rasmdagi grafikdan
 aniqlanadi;

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 - grunt oquvchanlik chegarasidagi namligiga (W_l) ko'ra
 aniqlanadi.

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



3.5-rasm. qum-shag'al gruntlar uchun $\alpha = f(\lambda_i)$ grafigi

Gilli gruntini 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 yuvilish. Bu ham tutashgan joyida o'pirilish kabi bog'langan va bog'lanmagan gruntlar uchun farqlanadi.

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

$$I_{kp}^{T,10} = \frac{1}{\sqrt{\varphi_i}} \left(2,3 + 15 \frac{d_i}{D_0} \right) \frac{d_i}{D_0} \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right), \quad (3.23)$$

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 koeffitsient, qum-shag'al - mayda shag'al gruntlar uchun $\varphi_i = 1$ sheben uchun $\varphi_i = 0,035 \div 0,4$.

(3.23) formuladan $\frac{d_i}{D_0} < 0,7$ va $R_i \leq 20$ - bo'lgan hollarda foydalanish mumkin. Bunda yuvilishni kritik tezligi quyidagicha aniqlanadi.

$$v_{kp} = K_{\phi} \cdot I_{kp}^{T,10} \quad (3.24)$$

b) VODGEO usulida qumlar va qum, shag'al grunt uchun $d_{10} = 0,1 \div 0,57 \text{ mm}$ va $\eta \leq 10$ oqim gradienti $I \leq 1,3$ bo'lganda gruntни tutashgan joyda yuvilishi yuz bermaydigan, filtr zarrachalarini o'rtacha diametri quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$D_{50} = d_{50} (2,2 + 7,29 \eta_{ii} / \eta), \quad (3.25)$$

bunda η_a va η - yirik donali (D) va mayda donali (d) materialni ko'p jinslilik koeffitsienti η_a / 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 gradienti miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$I_{\text{yuv.m.} \pi} = \frac{1}{\sqrt{D_{0\max}}} - 0,75 \quad (3.26)$$

VODGEO usulida gilli va bog'lanmagan grunt tutashgan qismi yuvilishi quyidagi ifodalardan tekshiriladi.

$$d_{70} \geq (D_{60}^a)_k, \quad (3.27)$$

$$\frac{S_0 d_{70}^a}{g} \left[v_0 \frac{D_{60}^o}{(D_{60}^o)_k} \right]^2 \leq 12 f(0) \frac{D_{50}}{D_{50} + d_{70}^a} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.28)$$

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

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

v_0 - filtr g'ovaklarida oqimning haqiqiy tezligi;

$f(0)$ - agregat holatidagi gilli grunt zarrachasini yopishib turuvchi

solishtirma energiyasi, $f(0) = 0,0714 z / \text{cm}^2$

$$v_0 = k_\phi I / n \quad (3.29)$$

k_ϕ - filtrni filtratsiya koeffitsienti;

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

Loyli qumdan qurilgan to'g'onlar uchun tutashgan qatlamda yuvilishni yo'l qo'yilgan gradienti quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$I_{\text{yuv.m.} \pi} = \frac{5,7}{\left[(D_{60}^o)_k / d_a^{II} \right]^{1,36}}, \quad (3.30)$$

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

$$d_a^{II} = 0,22 \text{ mm}.$$

4. Kolmatatsiyalanish filtratsiya oqimi ta'sirida chiqayotgan mayda grunt zarrachalarini himoya qilayotgan filtr g'ovaklariga cho'kishi.

a) VNIIG usulida.

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

$$d_{ci}^{max} \leq 0,32d_{cz}, \quad (3.31)$$

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

$$d_{ci} \leq \frac{D_0^I}{1,1a_*}, \quad (3.32)$$

$$\text{yoki} \quad D_0^I \geq 1,1a_* \cdot d_{ci}, \quad (3.33)$$

Ushbu nisbatlarga D_0^I - ni (3.7) ifodadagi miqdorini quyib birinchi qavat filtrini kolmatatsiyalanmasligini quyidagi shartiga ega bo'lamiz:

$$D_{17}^I \geq \frac{1,1(1-n)a_0d_{ci}}{n \cdot c}, \quad (3.34)$$

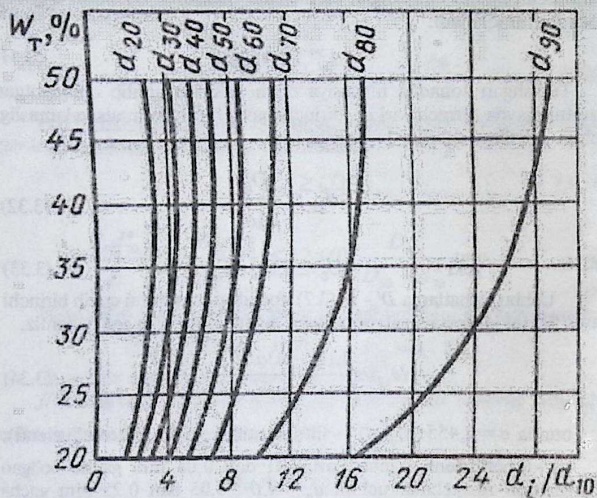
bunda $c = 0,455\sqrt{\eta_\phi}$ (η_ϕ - filtr gruntini ko'p jinslilik koeffitsienti);

a_0 - koeffitsient, 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 gruntni himoya qilsa, filtrni kolmatatsiyalanmaslik sharti quyidagicha:

$$D_{60}^I \geq \frac{2d_{70}^a}{\alpha_n \lambda_{60}}, \quad (3.35)$$

bunda d_{70}^a - 70% ta'minganlikdagi agregat o'lchami, gilli gruntni namligi, oqish chegarasi W_I - va diametri d_{10} - ga ko'ra 3.6-rasmdagi grafikdan aniqlanadi.



3.6-rasm. $d_i/d_{10} = f(W_T)$ grafiği

3.2. Teskari filtrlar va ularni tarkibini tanlash Filtrlarni o'lchamlarini aniqlash

Filtratsiya deformatsiyalarini oldini olish maqsadida yadro va 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'onna normal ishlashiga halaqit bermaydigan zarrachalar yo'l qo'yilgan ajralib chiqishni e'tiborga olinayapti), hamda himoya qilinayotgan gruntni filtr ichiga tushib ketmasligi va filtr gruntini o'zini drenajga tushushini oldini olishi.

Teskari filtrlarni loyihalashda asosan VNIIG va VODGEO usuli keng qo'llaniladi.

3.2.1. Bog'lanmagan gruntni himoya qiluvchi teskari filtrlar

VNIIG usuli bu usulda gruntni suffoziyalanishini belgilash talab qilinadi.

1. *Gruntni suffoziyalanmasligini (suffoziyalanishi) baholash va ajralib chiqayotgan zarrachalar foizdagi tarkibini aniqlash.* Himoya qilinayotgan grunt donodorlik tarkibi va uni g'ovakligiga ko'ra (3.1) ifodadan d_{0max} aniqlaymiz, (3.2) va (3.3) ifodalardan gruntni suffoziyalanishi baholanadi. Filtr uchun mo'ljalangan sun'iy tayyorlangan yoki karer grunti yoki teskari filtr bilan himoya qilinayotgan grunt suffoziyalanmaydigan hisoblanadi agarda quyidagi shart bajarilsa:

$$\frac{d_3}{d_{17}} \geq 0,32 \sqrt[n]{\eta} (1 + 0,05\eta) \frac{n}{1-n}, \quad (3.36)$$

2. Teskari filtr bilan himoya qilinayotgan gumbaz xosil qiluvchi grunt zarrachalarini o'lchamlarini aniqlash. Suffoziyalanmaydigan grunt uchun d_{zym} qiymati 3.7-rasmdagi grafikdan aniqlanadi. Ushbu grafikdan gruntni ko'p jinslilik koeffitsientiga (η) ga ko'ra I va II zonalar oralig'ida gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar foizdagi miqdori aniqlanadi va donadorlik tarkibi grafigidan P_{zym} bo'yicha gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar hisobiy diametri aniqlanadi.

Suffoziyalanadigan grunt uchun tutashgan qatlamda bosim gradientini maksimal miqdori I_{pmax} aniqlanadi va so'ngra d_{ci} hisoblanadi.

$$d_{ci} = \frac{k_n \cdot I_{pmax}}{\varphi_0 \cdot \frac{\sqrt{ng}}{g \cdot k_\phi}}, \quad (3.37)$$

bunda k_n - puxtalik koeffitsienti, uni miqdori 1,1-1,25 ga teng;

φ_0 - (3.4) ifodaga qarang.

Agar $d_{ci} < d_{3-5}$ bo'lsa, unda d_{ci} his P_{zym} bo'yicha 3.7 - rasmdagi grafikdagi $B = 3$ egri chizig'idan aniqlanadi, agarda $d_{ci} > d_{3-5}$, unda $d_{c.z.xuc} = B \cdot d_{3-5}$.

$$d_{c.z.xuc} = B \cdot d_{3-5\%}, \quad (3.38)$$

bunda $B = 3 : 8$.

3. Har xil donali gruntни teskari filtr uchun qo'llanish chegarasi. Teskari filtrni gruntini yo'l qo'yilgan ko'p jinslilik koeffitsienti: suffoziyalanamaydigan gruntlarni himoya qilayotganda $\eta_\phi = D_{60} / D_{10} \leq 25$, suffoziyalanayotgan gruntни himoya qilayotganda $\eta_\phi = D_{60} / D_{10} \leq 15$.

4. Yo'l qo'yilgan qatlamlararo koeffitsientni aniqlash. Teskari filtr birinchi (I) va (II) qavatı uchun qatlamlararo koeffitsient:

$$\eta_{.I}^I = D_{17}^I / d_{c.r}; \quad \eta_{.I}^{II} = D_{17}^{II} / D_{c.r}^I \quad (3.39)$$

bu yerda $d_{c.r}$ - himoya qilinayotgan gruntga tegishli.

Haqiqiy qatlamlararo koeffitsient quyidagi shartni bajarishi kerak.

$$\eta_{.I} \leq \eta_{.I \text{ u.k.}} = \frac{1}{0,25 \sqrt[6]{\eta_\phi}} \cdot \frac{1 - n_\phi}{n_\phi}, \quad (3.40)$$

bunda η_ϕ va n_ϕ - filtrga tegishli.

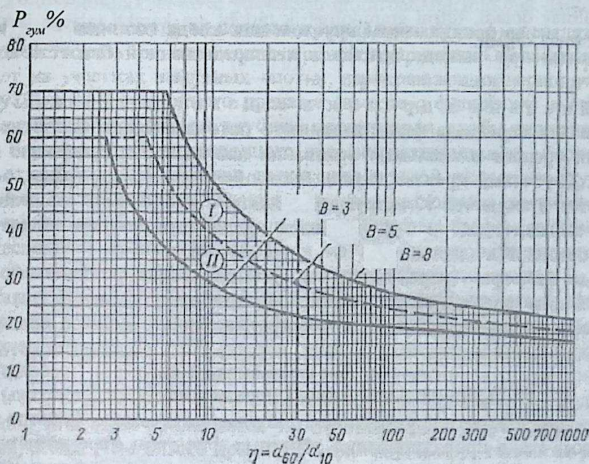
5. Filtrni filtratsiya koeffitsientini eng kichik miqdori.

$$k_{\phi_{min}} \geq \left(2 + \sqrt[6]{\eta_\phi}\right) k_{\phi.z.}, \quad (3.41)$$

bunda $k_{\phi.z.}$ - himoya qilinayotgan grunt filtratsiya koeffitsienti.

6. Filtr qatlami soni va qalinligi. Teskari filtr qatlami qalinligi quyidagi shartni bajarishi kerak.

$$T_{min} \geq (5 \div 7) D_{85} \quad (3.42) \quad \text{yoki} \quad T_{min} \geq 5 D_{90}, \quad (3.43)$$



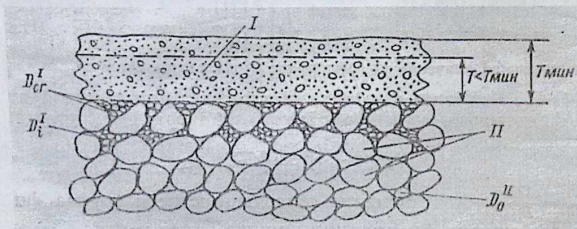
3.7-rasm. Teskari filtr bilan himoyalananayotgan gumbaz hosil qiluvchi grunt zarrachalarini hisobiy o'lchamlarini aniqlash grafigi
I-shebenli grunt uchun; II-qum, mayda va yirik shag'al gruntlar uchun

Qurilish ishlari sharoitiga ko'ra gidrotexnika inshooti drenaji teskari filtri qalinligini quyidagicha qabul qilish kerak:

- qo'lda filtrni qurilganda (tekislash va zichlash) - 10 sm, lekin (3.42) 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 kerak.

Mayda bir jinsli tarkibli filtrni yirik har xil zarrali grunt ($\eta > 100$) yoki II qavat filtr yirikroq tarkibi ustiga to'kkanda (3.8 - rasm) uni mayda zarrachalarini $D_i < D_{ce}'$ bo'lgan bir qismi pastqi qavat ichiga kirib

qoladi. U holda (3.38) shart bo'yicha qabul qilingan T_{min} miqdori to'g'ri kelmay qoladi, filtrni granulometrik tarkibi esa kerakli talabga javob bermay qoladi.



3.8-rasm. Filtr qatlamini tutashishi.

I - filtrni mayda materialli birinchi qavati; II - yirik materialli ikkinchi qavati; T_{min} - filtr qatlamini minimal qalinligi; T - filtrni mayda zarrachalarini II - qavat filtri ichiga to'kilishini hisobga olmagan qalinligi ($D_i < D'_{ce}$) D'_{ce} - I qavat filtri gumbaz hosil qiluvchi zarrachalari; D'_i - I qavat filtri mayda zarrachalari; D''_o - II qavat filtri g'ovakligini o'rta diametri.

Shularni hisobga olib yuqoridagi qavat qalinligini minimal miqdori T_{min} uni mayda zarrachalarini foizdagi nisbatda $P\%$ yirik tarkibli grunt yoki filtr ichiga to'kilishini hisobga olib belgilash kerak.

Mayda grunt zarrachasini yirik grunt ichiga kirishini foizdagi miqdori P_i ni hisobga olib T_{min} aniqlash uchun quyidagi ishlarni bajarish kerak:

a) To'kilayotgan mayda zarrachalar o'lchami D'_i ni quyidagi shartdan aniqlash:

$$D'_i \leq 0,25 \sqrt{\eta_{II}} \cdot \frac{n_{II}}{1 - n_{II}} \cdot D''_{17}, \quad (3.44)$$

bunda D'_i - pastdagi qatlam ichiga to'kilishi mumkin bo'lgan yuqori qavatdagi grunt zarrasini diametri;

$\eta_{II}, n_{II}, D''_{17}$ - to'shama (pastdagi) qatlam parametrlari miqdori.

b) D'_i aniqlangan miqdoriga ko'ra gruntni granulometrik tarkibidan D'_i va undan kichik bo'lgan to'kilishi mumkin bo'lgan gruntni foizdagi miqdori P_i aniqlaymiz.

v) P_i miqdoriga ko'ra yuqoridagi grunt qatlami minimal qalinligi T_{min} ni miqdorini quyidagi shartdan aniqlaymiz.

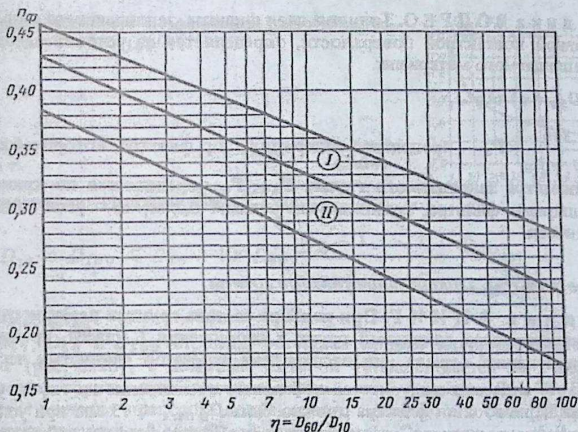
$$T_{min} \geq \frac{(5-7)D_{85}}{1 - \frac{P_i}{100}}, \quad (3.45)$$

7. Filtrni yo'l qo'yilgan g'ovakligi va zichligini aniqlash. Himoya qilinayotgan grunt va teskari filtr yo'l qo'yilgan g'ovakligi miqdori ko'p jinslilik koeffitsientiga ko'ra 3.9 - rasmdagi grafikdan yoki quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin.

$$n_\phi = n_0 - 0,1 \cdot \lg \eta, \quad (3.46)$$

bunda qum, mayda va yirik shag'al gruntlar uchun $n_0 = 0,40$;
shebensimon gruntlar uchun $n_0 = 0,45$.

VODGEO usulida. Sochiluvchan gruntни himoya qilayotgan filtr qatlami qalinligi tutashgan yuza qiya bo'lganda, himoya qilinayotgan filtr materialiga tushishiga yo'l qo'ymaslik sharti bilan aniqlanadi.



3.9-rasm. Teskari filtr gruntlarini yo'l qo'yilgan g'ovakligi n_ϕ ni aniqlash grafigi.
I - shebenli grunt uchun; II - qum, mayda va yirik shag'al gruntlar uchun.

$$T = (AD_{50} + a) \operatorname{ctg} \omega, \quad (3.47)$$

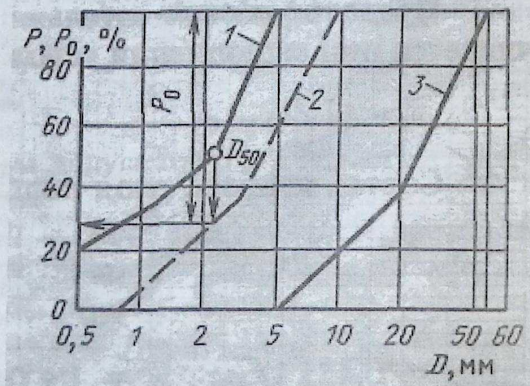
bunda $A = \frac{390}{97 - P_0}$; P_0 - filtr g'ovaklarini foizdagi miqdori, himoya qilinayotgan grunt o'rtacha diametri D_{50} o'lchamidan katta bo'lgan miqdor.

P_0 - 3.10-rasmdan aniqlanadi; a - filtr enini zahirasi, 0,3 m teng deb qabul qilinadi;

ω - tutashgan yuza qiyalik burchagi.

3.3.2. Bog'langan gruntни himoya qiluvchi teskari filtrlar

VNIIG usulida. I sinfli inshootlardagi gilli gruntни himoya qiluvchi, teskari filtr birinchi qavatı grntı tarkibini tanlashda, gilli zarrachalar



3.10-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.

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 qavatiga uchun $W_n \geq 5$ bo'lganda $D_{0max} \leq 15 \text{ mm}$ bo'lishi kerak.

1. Hisobiy bosim gradientini aniqlash. Filtr birinchi qavatiga chiqayotgan oqimni haqiqiy bosim gradientiga ko'ra uni hisobiy gradientini aniqlaymiz.

$$I_{xuc} = 1,25 \cdot I_{\text{чук}}, \quad (3.48)$$

2. Filtr birinchi qatlami g'ovakligi hisobiy diametrini aniqlaymiz.

$$D_{0xuc} = \sqrt{\frac{0,34}{\varphi I_{xuc} + \cos \theta}}, \quad (3.49)$$

bunda $\varphi = 0,5 : 1,0$;

θ - og'irlik kuchi yo'nalishi bilan filtratsiya tezligi vektori orasidagi burchak, bunda $D_{0xuc} \leq 0,583 \text{ sm}$. Filtr g'ovaklariga ma'lum bir agregatlarni ajralib tushishiga yo'l qo'yilganda, (II-IV sinfdagi inshootlar uchun)

$$D_{0xuc} = \sqrt{\frac{2,25}{\varphi I_{xuc} + \cos \theta}}, \quad (3.50)$$

3. Haqiqiy gradient I_{xuc} miqdorini (3.16) formula yordamida aniqlana-digan gradientni yo'l qo'yilgan miqdori $I_{\text{ў.х.}}$ bilan solishtirish. $I_{\text{ў.х.}} \leq I_{xuc}$ bo'lganda, donadorlik tarkibini yirikligini kamayish tomoniga o'zgartirish kerak.

4. Teskari filtr birinchi qatlami grundi ko'p jinslilik koeffitsientini tanlash.

$$\eta_{\phi.\text{ў.х.}} = \frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 50, \quad (3.51)$$

5. Gilli gruntning filtr birinchi qavatiga ajralib tushishini oldini olish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak.

$$D_{0max} \leq D_{0xuc}, \quad (3.52)$$

6. Birinchi qatlam tarkibi quyidagi ifodadan tanlanadi.

$$D_{17} \leq \frac{D_{0xuc}}{K \cdot C} \cdot \frac{1 - n_\phi}{n_\phi} \quad (3.53)$$

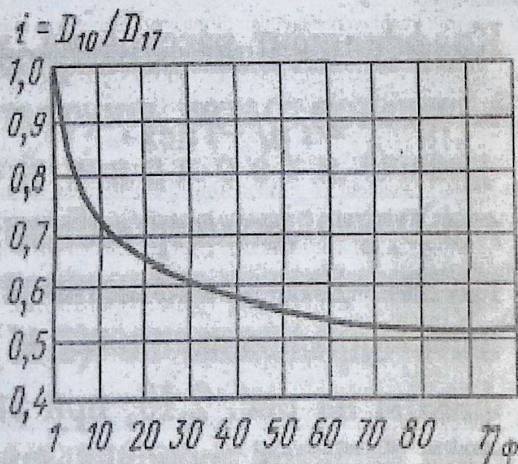
bunda $C = 0,455\sqrt{\eta}$; $K = 1 + 0,05\eta$

$$D_{10} = iD_{17}, \quad (3.54)$$

bunda i - 3.11-rasmdagi grafikdan aniqlanadi.

$$D_{60} = \eta_\phi \cdot D_{10} \quad \text{ba} \quad D_{100} \leq D_{10} + 10^3 D_{60} \cdot \frac{\eta_\phi - 1}{5\eta_\phi^2} \quad (3.55)$$

bunda $x = 1 + 1,28 \lg \eta_\phi$.



3.11-rasm. $\eta_\phi = f(i)$ grafigi.

Birinchi holatda (3.17) formula orqali tutashgan qavatda o'pirilishga yo'l qo'ymaslikni hisoblanadi. Bu usulda ekran yoki yadro gilli gruntini himoya qilayotgan birinchi qavat filtrini tanlashda filtrni mayda donolarga ajralishini hisobga olish kerak va uni hisobiy tarkibi qilib yirik donali tarkibni qabul qilish kerak. Donalarga ajralish koeffitsienti qo'yidagi teng deb qabul qilinadi.

$$\lambda_i = D_{ip} / D_{idacm}; \quad (3.56)$$

bunda D_{ip} - donalarga ajralgan grunt zarrachalari diametri;

D_{idacm} - dastlabki (boshlang'ich) grunt zarrachalari diametri.

$\eta - 10 : 250$ bo'lgan shag'al gruntlar uchun D_{60gruc} , D_{50gruc} va D_{30gruc} qiymatlarini (3.55) ifodadan, λ_i ni hisobga olib aniqlash mumkin. Bunda λ_i 3.5 - rasmdagi grafikdan $D_{10gruc} - 0,1D_{60gruc}$ deb qabul qilib aniqlanadi. Ikkinchi hisobiy holat uchun (3.26) va (3.30) formulalardan foydalaniladi.

Birinchi qavat filtrini kerakli qalinligi:

$$e_{\phi} = R + a, \quad (3.57)$$

bunda R - darzdan chiqayotgan oqimni maksimal oqish radiusi.

$$R = 1,33H_{darp} \sqrt{\frac{1}{\ln(8H_{darp}/\delta)}}, \quad (3.58)$$

H_{darp} - darzni chuqurligi;

δ - darzni kengligi;

$a = 0,3 : 0,5m$ - filtr kengligini zaxirasi.

Ekranli to'g'onlarda filtr keyingi qatlami qalinligi unga oldingi qatlamdan grunt tushmasligi shartiga ko'ra (3.44) ifodadan aniqlanadi. Filtrlarni bu usulga ko'ra hisoblash to'g'risida to'liq ma'lumotlar maxsus adabiyotlarda berilgan.

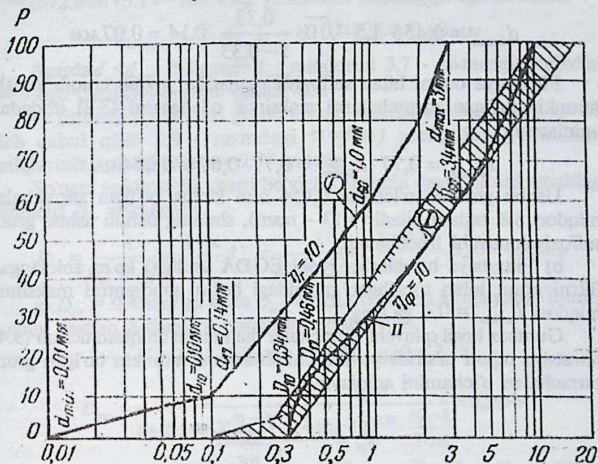
Talabalarni ushbu usullarni yaxshi o'zlashtirishlari uchun qo'llanma oxiridagi adabiyotlarda berilgan misollarni ayrimlarini keltiramiz.

Bog'lanmagan gruntlarni himoya qiluvchi filtrlarni tanlash.

Misol 1. Gruntli to'g'on tanasi (zamini) suffoziyalanuvchi grundi uchun I - qavat filtrni suffoziyalanmaydigan granulometrik tarkibini tanlash.

Boshlang'ich ma'lumotlar

To'g'on tanasi (zamini) gruntini granulometrik tarkibi 3.13 - rasmda keltirilgan. Ushbu grafikdan grunt zarrachalarini 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 koeffitsienti $\eta_z = 10$; $\gamma_{ek} = 1,772 / \text{cm}^3$; g'ovakligi $n = 0,33$; filtratsiya koeffitsienti $k_z = 0,012 \text{ cm} / \text{c}$.



3.13-rasm. Suffoziyalanuvchi gruntни himoya qiluvchi filtr tarkibini aniqlash grafiqi.

G-to'g'on tanasi (zamini) grunt; I-birinci qavat filtri uchun yaroqli bo'lgan gruntни granulometrik tarkibini yo'l qo'yilgan oralig'i; II-hisobiy egri chiziq.

Hisoblash tartibi.

a) Berilgan gruntни suffoziyalanishini tekshirib ko'ramiz. Buning uchun (3.1) ifodadan gruntни filtratsiya suvlari sizib o'tuvchi g'ovaklarini maksimal diametrini aniqlaymiz.

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

$$K = 1 + 0,05 \cdot 10 = 1,5$$

Ushbu miqdorlarni (3.1) ifodaga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$d_{0\max} = 0,455 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[10]{0,33} \cdot \frac{0,33}{1-0,33} \cdot 0,14 = 0,07 \text{ mm}$$

Filtratsiya oqimi bilan suffoziya natijasida yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan zarrachalarni maksimal o'lchamini (3.2) ifodadan aniqlaymiz.

$$d_{ci\max} = 0,77 \cdot d_{0\max} = 0,77 \cdot 0,07 = 0,054 \text{ mm}$$

Ushbu grunt da o'lchami 0,054 mm kichik bo'lgan zarrachalar miqdori 8% tashkil qiladi (3.13 - rasm), shuning uchun ushbu grunt suffoziyalanuvchi hisoblanadi.

b) Filtratsiya hisoblariga (yoki EGDA usuliga) ko'ra aniqlangan filtrni grunt bilan tutashgan qismidagi bosim gradientini maksimal miqdori $I_{p\max} = 0,4$ ga teng.

Gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar diametrini aniqlash uchun (3.4) filtratsiya oqimi ta'sirida yuvilib chiqib ketishi mumkin bo'lgan grunt zarrachalari o'lchamini aniqlaymiz.

$$d_{ci} = \frac{K_n \cdot I_{p\max}}{\varphi_0 \cdot \sqrt{\frac{ng}{g \cdot K_\phi}}}$$

θ 90°- gorizontal filtratsiya xarakati.

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= 0,6 \left(\frac{\gamma_v}{\gamma_0} - 1 \right) \left[0,82 - 1,8 \cdot n + 0,0062(\eta - 5) \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right) \right] = \\ &= 0,6 \left(\frac{1,77}{1} - 1 \right) \left[0,82 - 1,8 \cdot 0,33 + 0,0062(10 - 5) \cdot \sin \left(30^\circ + \frac{90^\circ}{8} \right) \right] \end{aligned}$$

$$d_{ci} = \frac{1,25 \cdot 0,4}{0,08 \cdot \sqrt{\frac{0,33 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,012}}} = 0,035_{MM}$$

Grunt granulometrik tarkibi grafigidan (3.13 - rasm) bunday zarrachalar 7% tashkil qilishini aniqlaymiz (ya'ni 7% > 3-5%).

Bunday holatda d_{cr} (3.4) formuladan aniqlanadi, unda $B=3$; $d_3=0,0125mm$ (3.13 - rasmdagi grafikdan) quyidagiga ega bo'lamiz.

$$d_{cr,xuc} = B \cdot d_{3-5\%} = 8 \cdot 0,0125 = 0,10_{MM}$$

Agarda $d_{cr} < d_{3-5\%}$ bo'lganda $d_{cr,xuc}$ miqdorini 3.7 - rasmdagi grafikdan $B=3$ egri chizig'idan qabul qilinadi.

v) Birinchi qavat filtri gruntini ko'p jinslilik koeffitsientini $\eta=10$ deb qabul qilib 3.9 - rasmdagi $\eta=f(\eta)$ grafigidan g'ovaklikni aniqlaymiz, uni miqdori $n=0,37$ ga teng.

So'ngra to'kilmaslik sharti bo'yicha birinchi qavat filtrini amaldagi diametri D_{17} aniqlaymiz.

$$D_{17} = \frac{1}{0,252 \cdot \sqrt[n]{\eta}} \cdot \frac{1-n}{n} d_{cr} = \frac{1}{0,252 \cdot \sqrt[6]{10}} \cdot \frac{1-0,37}{0,37} \cdot 0,10 = 0,46_{MM}$$

g) $D_{17} = 0,46mm$ ga ko'ra D_{min} filtni miqdorini aniqlaymiz. Buning uchun dastlab X darajani miqdorini aniqlaymiz.

$$X = 1 + 1,28 \lg \eta = 1 + 1,28 \cdot \lg 10 = 2,28$$

$$D_{min} = \frac{D_{17}}{1 + (0,1 \cdot P_{17})^{\frac{\eta-1}{5\eta}}} = \frac{0,46}{1 + (0,1 \cdot 17)^{2,28} \cdot \frac{10-1}{5 \cdot 10}} = 0,29_{MM}$$

So'ngra ushbu miqdorlar $D_{min} = 0,29 mm$; $\eta=10$ va $X = 2,28$ ko'ra quyidagiga ega bo'lamiz.

$$D = 0,29 + 0,052(0,1 \cdot P_i)^{2,28}$$

P_i ni har xil qiymatlarini 10, 20...100 berib unga mos kelgan diametrlarni miqdorini D_i, mm da aniqlaymiz.

Masalan $P_i = 10$ uchun $D_{10} = 0,29 + 0,052(0,1 \times 10)^{2,28} = 0,34mm$

D_{10}, MM	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} , ..., D_{100} asosan birinchi qavat filtri gruntini suffoziyalanmaydigan hisobiy granulometrik tarkibini quramiz (3.13 - rasm).

Filtr grundi granulometrik tarkibini tanlashda hisobiy chiziqdan grunt granulometrik tarkibini 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 (3.13 - rasm). Ushbu oraliqni yuqori chegarasi D_{max} nuqtadan D_{10} dan 3% yuqoridagi nuqtani birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va hisobiy egri chiziqni $P_i=6\%$ sathdagi nuqtasi bilan tutashgan chiziq hisoblanadi.

d) Filtr grundi filtratsiya koeffitsienti miqdorini M. Pavchich formulasidan aniqlaymiz.

$$K_{\phi} = \frac{4,0 \cdot \varphi_1}{\nu} \sqrt[3]{\eta} \frac{n^3}{(1-n)^2} d_{17}^2 = \frac{4,0 \cdot 0,40}{0,01} \cdot \sqrt[3]{10} \cdot \frac{0,37^3}{(1-0,37)^2} \cdot 0,046^2 = 0,135_{cm/c}$$

va quyidagi nisbatga ega bo'lamiz

$$\frac{K_{\phi}}{K_z} = \frac{0,135}{0,014} = 9,65 \approx 10$$

e) Birinchi qavat filtrini kolmatatsiyalanmasligini tekshirib ko'ramiz. Buning uchun birinchi qavat filtrga tutashgan zona gruntidan ajralib chiqishi mumkin bo'lgan zarrachalar o'lchamini (3.31) shartdan aniqlaymiz.

$$d_{ci}^{max} \leq 0,32 \cdot d_{cr};$$

$$d_{ci}^{max} = 0,32 \cdot 0,10 = 0,032_{mm}$$

Ushbu zarrachalar birinchi qavat filtrini kolmatatsiyalanmasligi uchun quyidagi (3.32) shartga ko'ra:

$$d_{ci} \leq \frac{D_0}{1,1 \cdot a_*} \text{ bo'lishi kerak}$$

(3.7) formuladan D_0 ni aniqlaymiz

$$D_0 = 0,455 \sqrt[6]{\eta} \frac{n}{1-n} \cdot D_{17} = 0,455 \sqrt[6]{10} \cdot \frac{0,37}{1-0,37} \cdot 0,46 = 0,18_{mm}$$

$a_{\bullet}$ - qiymati changsimon zarrachalar uchun $a_{\bullet} = 40$ teng deb qabul qilamiz, binobarin

$$\frac{D'_{17}}{d_{ci}} \geq \frac{1,1(1-n)}{n \cdot 0,455\sqrt{\eta}} \cdot a_{\bullet}$$

ushbu shart bajarilyapti, ya'ni $0,032 < 0,041$. Undan tashqari (3.31) shartni bajarilishini ham tekshirib ko'ramiz.

$$\frac{D'_{17}}{d_{ci}} \geq \frac{1,1(1-n)}{n \cdot 0,455\sqrt{\eta}} \cdot a_{\bullet}$$

$$\frac{D'_{17}}{d_{ci}} = \frac{0,46}{0,032} = 14,3$$

$$\frac{1,1(1-0,37)}{0,37 \cdot 0,455\sqrt{10}} \cdot 4 = 11,2$$

$$14,3 \geq 11,2$$

ushbu shart ham bajarilmoqda.

Binobarin ma'lum bir gidrodinamik sharoitda filtratsiya oqimi tomonidan ajralib chiqadigan $d_{ci} = 0,032$ mm o'lchamli zarrachalar birinchi qavat filtriga kolmatatsiyalanmaydi.

Agarda yuqoridagi shartlar bajarilmasa u holda gumbaz hosil qiluvchi zarrachalar qabul qilingan diametri d_{ci} ni o'zgartirish kerak. U holda quyidagi shartni qabul qilib $D'_0 = 1,1d_{ci} \cdot a_{\bullet}$, undan $d_{ci} = 0,61 \times a_{\bullet}$ ga ega bo'lamiz.

Ushbu d_{ci} miqdor bo'yicha D_{17} ni yangi miqdorini topamiz va filtr birinchi qavati gruntini kolmatatsiyalanmaslik shartini qanoatlantiradigan yangi granulometrik tarkibini aniqlaymiz.

Bog'langan gruntning himoya qiluvchi filtr birinchi qavatini granulometrik tarkibini hisoblash misoli.

Misol 2. Ushbu misolda karer gruntini granulometrik tarkibi no'malum bo'lgan holat ko'rilmogda.

To'g'on tanasidagi bog'lan 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 $0,05 \text{ dan } 0,005 \text{ mm gacha}$	- 20%
Qumsimon $0,05 \text{ dan } 2 \text{ mm gacha}$	- 45%
Shag'alli zarrachalar $> 2 \text{ mm}$	- 20%
Qumli gil zichligi	- $1,70 \text{ g/sm}^3$
Qumli gil zarrachalari zichligi Δ	- $2,70 \text{ g/sm}^3$
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 koeffitsienti 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 hisoblaymiz hamma hisoblarni bog'langan gruntlar uchun bajaramiz.

a) Qumli gil skeleti hajmiy zichligini (buzilgan tarkibda) quyidagi ifodadan aniqlaymiz

$$\gamma_{ck} \geq \gamma'_{ck} = \frac{\Delta}{1 + \varepsilon_T}$$

$\Delta = 2,70 \text{ g/cm}^3$, ε_T - namlik oquvchanlik (yuqori) chegarasida bo'lgandagi g'ovaklik koeffitsienti.

$$\varepsilon_T = \frac{\Delta W_T}{100 \cdot \gamma_a} = \frac{2,70 \cdot 35,46}{100 \cdot 1} = 0,96;$$

$$\gamma'_{cr} = \frac{2,70}{1 + 0,96} = 1,38 \text{ g/cm}^3$$

Binobarin qumli gilni to'g'on tanasiga yotqizilganda skelet hajmiy zichligi quyidagicha bo'lishi kerak.

$$\gamma_{ck} \geq 1,38m / M^3, \text{ loyiha bo'yicha } \gamma_{ck} = 1,70m / M^3.$$

b) EGDA usulida aniqlangan bosim gradientini drenajga chiqish joyidagi miqdori $I_{quk} = 0,75$.

(3.48) ifodaga ko'ra hisobiy bosim gradienti quyidagicha qabul qilinadi.

$$I_{xuc} = 1,25 \cdot I_{quk} = 1,5 \cdot 0,75 = 1,13.$$

v) I - sinfdagi inshootlar uchun bog'langan grunt zarrachalari agregatini ajralib chiqishiga yo'l qo'yilmaydi.

Bunday holda birinchi qavat filtri g'ovakligini hisobiy diametri D_0^{max} miqdori (3.49) ifodadan aniqlanadi:

$$D_0^{xuc} = \sqrt{\frac{0,34}{\varphi I_p + \cos \theta}} = \sqrt{\frac{0,34}{1 \cdot 1,13 + \cos 45^\circ}} = 0,43cm = 4,3mm.$$

bunda $\varphi = 1$; $I_p = 1,13$; $\theta = 45^\circ$.

g) Filtr birinchi qavati granulometrik tarkibi asosiy shart (3.52) ni qanoatlantirishi kerak.

$$D_0^{max} \leq D_0^{xuc}$$

bunda D_0^{max} - filtr birinchi qavati grundi g'ovakligini maksimal o'lchami (3.1) ifodadan aniqlanadi.

Filtr birinchi qavati grundi g'ovakligi hisobiy diametriga quyidagi qabul qilinadi:

$$D_0^{max} = D_0^{xuc} = 4,3 \text{ mm}$$

d) Filtr birinchi qavati hisobiy granulometrik tarkibini aniqlash uchun filtr birinchi qavati gruntini ko'p jinslilik koeffitsientini belgilash kerak.

Filtr birinchi qavati tarkibi sun'iy ravishda tayyorlanishini hisobga olib $\eta_\phi = 25$ ga teng deb qabul qilamiz.

Qabul qilingan $\eta_\phi = 25$ uchun g'ovaklikni yo'l quyilgan miqdorini (3.46) ifodadan aniqlaymiz.

$$\eta_\phi = 0,45 - 0,1lg25 = 0,31$$

$\eta_0 - 0,45$ - sheben uchun.
e) D_{17} zarracha o'lchamini (3.53) ifodadan aniqlaymiz.

$$D_{17} \leq \frac{D_0^{xuc}}{K \cdot c} \cdot \frac{1 - n_\phi}{n_\phi} = \frac{4,3}{2,25 \cdot 0,78} \cdot \frac{1 - 0,31}{0,31} = 5,5_{MM}$$

$$K = 1 + 0,05\eta_\phi = 1 + 0,05 \cdot 25 = 2,25$$

$$c = 0,455\sqrt{25} = 0,78$$

j) Zarrachani amaldagi diametri D_{10} (3.54) ifodadan aniqlanadi.

$$D_{10} = i \cdot D_{17} = 0,63 \cdot 5,5 = 3,5_{MM}$$

$\eta_\phi = 25$ uchun 3.11-rasmdan $i = 0,63$ ga teng.

z) Zarrachani nazorat qiluvchi diametri D_{60} (3.55) formuladan aniqlanadi.

$$D_{60} = \eta_\phi \cdot D_{10} = 25 \cdot 3,5 = 87,0_{MM}$$

i) Zarrachani maksimal diametri $D_{100} = D_{max}$ (3.55) ifodadan aniqlanadi.

$$D_{100} \leq D_{10} + 10^x \cdot D_{60} \cdot \frac{\eta_\phi - 1}{5\eta_\phi^2} = 3,5 + 10^{2,8} \cdot 87 \cdot \frac{25 - 1}{5 \cdot 25^2} = 420_{MM}$$

$$x = 1 + 1,28 \lg \eta_\phi = 1 + 1,28 \lg 25 = 2,8$$

k) Aniqlangan hisobiy miqdorlar D_{10} , D_{17} , D_{60} , D_{100} , ko'ra filtr birinchi qavati hisobiy granulometrik tarkibi va yo'l quyilgan oraliq miqdori quriladi (3.12 - rasm).

l) To'g'on tanasidagi bog'langan gruntni 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_k qo'yamiz va hosil bo'lgan miqdor D_{0max} , D_0^{xuc} (3.52) bilan tenglashtiramiz.

Ushbu misol uchun $J_0 - 0,1$ deb qabul qilamiz u holda

$$D_{0\max} = \frac{0,56}{(0,1 + 0,56)^2} = 1,28 \text{ cm}$$

binobarin, asosiy shart (3.52) bajarilyapti ya'ni

$$D_{0\max} = 1,28 > D_0^{xuc} = 0,43 \text{ cm}$$

Shundan kelib chiqadiki tutashgan joyda yuvilish bo'lmaydi.

Nazorat savollari

1. Filtratsiya deformatsiyalari deganda nimani tushunasiz?
2. Suffoziya nima?
3. Suffoziyani qanday turlarini bilasiz?
4. Tutashgan joyda o'pirilish nima va u to'g'onni qaysi joyida yuz berishi mumkin?
5. Tutashgan joyda yuvilish nima va u to'g'onni qaysi joyida yuz berishi mumkin?
6. Filtratsiya deformatsiyalari yuz bermasligi uchun qanday choralar ko'riladi?
7. Kolmataj nima?
8. Teskari filtr qanday vazifani bajaradi?
9. Suffoziya bo'lmasligi uchun nima qilish kerak?
10. Filtrlar qavati qalinligi qanday aniqlanadi?
11. Teskari filtr tarkibini tanlashni qaysi usullarini bilasiz?
12. Tutashgan joyda o'pirilish yo'l qo'yilgan gradienti miqdori qanday aniqlanadi?
13. Grunt g'ovaklarini maksimal o'lchamlari qanday aniqlanadi?
14. Gruntlarni uzilishdagi tutashuvchanligi qanday aniqlanadi?
15. Ikkinchi qavat filtri qachon qo'llaniladi?

IV BOB

Gidrotexnika inshootlari va suv ombori qirg'og'idagi filtratsiya

4.1. Qirg'oqdagi filtratsiyani umumiy shartlari

Suv omboridagi hosil bo'lgan bosim unga tutashgan chegaradagi gidrogeologik sharoitga ma'lum darajada ta'sir o'tkazadi. Kerakli muxandislik chora-tadbirlari ko'rilmaganda grunt suvlarini ko'tarilishi, ko'pincha qirg'oqni mustahkamligini buzilishiga, pastki befdagi terrasa va yonbag'irliklarni suv bosishiga va botqoqlik hosil bo'lishiga olib keladi. Bunda inshoot tubiga yuz berayotgan filtratsiyadan tashqari, uni qirg'ok ustunlari, kema yuruvchi shlyuz devorlari bo'ylab va boshqa gidrotexnika inshootlarini aylanib o'tuvchi filtratsiya yuz beradi. Aylanma filtratsiya oqimi inshootni qirg'oqqa tutashgan qismidagi alohida elementlariga ta'sir ko'rsatadi.

Amalda inshootni aylanib o'tuvchi filtratsiya oqimini uchta xarakterli sxemasi ko'proq uchraydi.

1) Inshoot qirg'oqlarida mavjud grunt suvlari sathi normal dimlangan suv sathidan ham yuqori bo'lgan aylanma oqim. Ushbu oqim aylanma oqimni umumiy holatiga ta'sir ko'rsatadi (4.1a - rasm);

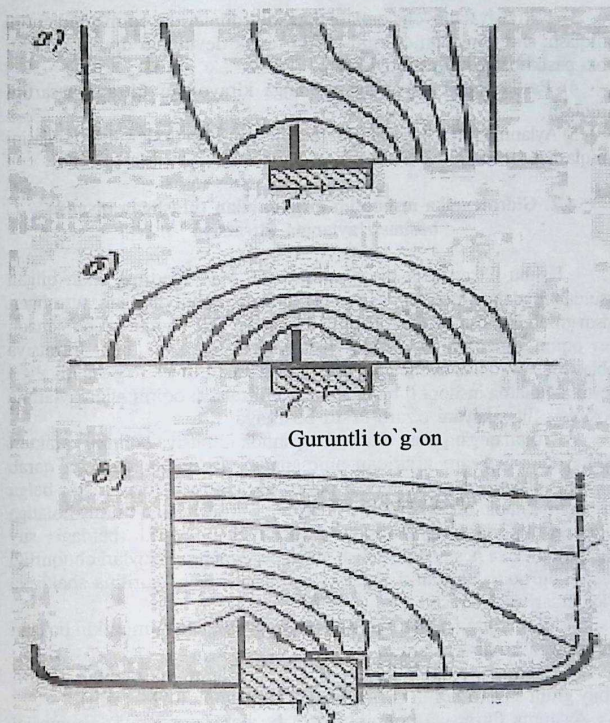
2) Inshoot qirg'oqlarida tabiiy grunt suvlari sathi juda past bo'lgan holatdagi aylanma oqim, bunda grunt suvlari aylanma filtratsiyaga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi, shuning uchun uni hisobga olmaslik mumkin (4.1b - rasm);

3) Gruntli to'g'onni beton inshoot bilan tutashgan qismidagi aylanma oqim. Bunday oqimni umumiy holati yuqori befdan pastki bega o'tayotgan filtratsiya orqali aniqlanadi (4.1v - rasm).

Inshootni aylanib o'tuvchi filtratsiya hisobi quyidagi maqsadlarda bajariladi.

1) Inshootni tutashtiruvchi qurilmasini qirg'oq yoki gruntli to'g'on bilan tutashgan qismida filtratsiya oqimi depressiya egri chizig'i holatini aniqlash;

2) Tutashtiruvchi qurilma alohida elementlariga ta'sir qiluvchi filtratsiya bosimi miqdorini aniqlash. Bunday bosim miqdori tirgak devorni statik hisoblari uchun kerak bo'ladi.



4.1-rasm. Aylanma filtratsiya oqimini asosiy sxemalari
1-beton inshoot; 2-drenaj; 3-yuqori bef; 4-pastki bef

3) Filtratsiyalanuvchi qatlam har xil zonalarida oqim gradientini aniqlash, shu jumladan oqimni pastki tirkak devordagi drenajga kirish yoki pastki befga chiqish joyidagi;

4) Pastki tirkak devordagi drenajga kirayotgan filtratsiya sarfini aniqlash;

5) Aylanma filtratsiya oqimini to'g'on zaminiga ta'sir qilish darajasini aniqlash.

4.2. Hidrotexnika inshootini qirg'oq bilan tutashgan qismida bosimsiz aylanma filtratsiya

Ushbu filtratsiyani hisoblashda prof. V.P. Nedriga taklif qilgan usuldan foydalanamiz. Unda quyidagi farazlar qabul qilingan: tutashgan qism grundi bir jinsli; filtratsiya oqimi turg'un va Darsi qonuniga bo'ysinadi; suv oqimi gorizontal suv to'siq yuza bo'ylab harakat qiladi; filtratsiya oblastini suv o'tkazuvchi chegarasi (qirg'oq, gruntli to'g'on qiyaligi) vertikal holatda inshoot tubidagi bosimli filtratsiya oqimi bilan aylanma bosimsiz filt-ratsiyani o'zaro ta'siri bo'lmaydi.

To'g'onni qirg'oq bilan tutashgan qismida filtratsiya oqimini xarakteri ikkita oqimni o'zaro ta'siridan aniqlanadi: qirg'oqdan daryoga qarab harakat qilayotgan grunt suvlari oqimi va yuqori befdan pastki befga inshootni aylanib o'tuvchi filtratsiya oqimi. Filtratsiyani umumiy holatiga quyidagi faktorlar ta'sir ko'rsatadi: yuqori va pastki befdagi suv chuqurligi h_1 va h_2 suv oqib kelish chegarasidagi grunt suvlari chuqurligi h_3 , ushbu oqish chegarasi holati T , tutashtiruvchi qurilma shakli va o'lchamlari (4.2 - rasm).

Inshootni qirg'oq bilan tutashishidan hosil bo'lishi mumkin bo'lgan sxemalarini ko'rib chiqamiz:

1) Ixtiyoriy joylashgan suv o'tkazmaydigan diafragmali ustun, tabiiy grunt suvlari oqimi ta'sirini hisobga olganda (4.2 - rasm).

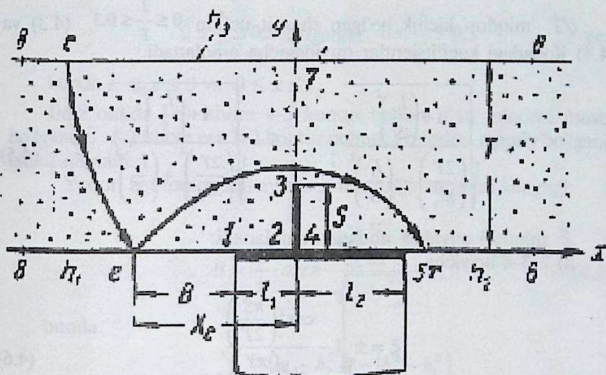
Aylanma filtratsiya oqimini ustun bo'ylab (1-2-3-4-5) chuqurligi quyi-dagi ifodadan aniqlanadi:

$$h = \sqrt{\frac{h_1^2 + h_2^2}{2} + \frac{h_3^2 - h_1^2}{\pi} \arcsin\left(\frac{-\alpha_1 - \alpha_3 \xi}{1 - \xi}\right) + \frac{h_3^2 - h_1^2}{\pi} \cdot \arcsin\left(\frac{\alpha_4 \xi - \alpha_3}{1 + \xi}\right)}, \quad (4.1)$$

bunda h_1 , h_2 , h_3 - mos ravishda yuqori befdagi, pastki befdagi va tabiiy grunt suvlari oqib kelish chegarasidagi suv oqimi chuqurligi;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - quyidagi ifodalar orqali hisoblanadigan koeffitsientlar:

$$\alpha_1 = \frac{\lambda - \delta - 2\lambda\delta}{\lambda + \delta}; \quad \alpha_2 = \frac{2 + \lambda - \delta}{\lambda + \delta}; \quad \alpha_3 = \frac{\delta - \lambda - 2\lambda\delta}{\lambda + \delta}; \quad \alpha_4 = \frac{2 + \delta - \lambda}{\lambda + \delta} \quad (4.2)$$



4.2-rasm. Tabiiy grunt suvlari oqimi ta'sirini hisobga olganda, ixtiyoriy joylashgan suv o'tkazmaydigan diafragmali ustun inshootda aylanma filtratsiyani hisoblash sxemasi

Ustun o'lchamlari va suv oqib kelish chegarasigacha bo'lgan masofa T ga bog'liq bo'lgan λ va δ miqdori quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$\lambda = \sqrt{1 - \frac{\cos^2\left(\frac{\pi S}{2T}\right)}{ch^2\left(\frac{\pi l_1}{2T}\right)}} \quad (4.3) \quad \delta = \sqrt{1 - \frac{\cos^2\left(\frac{\pi S}{2T}\right)}{ch^2\left(\frac{\pi l_2}{2T}\right)}}, \quad (4.4)$$

l/T miqdori kichik bo'lgan sharoit uchun $0 \leq \frac{l}{T} \leq 0,3$ (4.3) va (4.4) ifodadagi koeffitsientlar quyidagicha aniqlanadi.

$$\lambda = \frac{1 + \left(\frac{l_1}{S}\right)^2}{\sqrt{\left(\frac{2T}{\pi l_1}\right)^2 + \left(\frac{l_1}{S}\right)^2}}; \quad \delta = \frac{1 + \left(\frac{l_2}{S}\right)^2}{\sqrt{\left(\frac{2T}{\pi l_2}\right)^2 + \left(\frac{l_2}{S}\right)^2}} \quad (4.5)$$

ξ miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

a) 2-3-4 bo'yicha

$$\xi = \pm \sqrt{1 - \frac{\cos^2\left(\frac{\pi S}{2T}\right)}{ch^2\left(\frac{\pi Y}{2T}\right)}}, \quad (4.6)$$

$0 \leq \frac{S}{T} \leq 0,3$ bo'lganda

$$\xi = \pm \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{Y}{S}\right)^2}{\left(\frac{2T}{\pi S}\right)^2 - \left(\frac{Y}{S}\right)^2}}, \quad (4.7)$$

bunda $0 \leq Y \leq S$

Ildiz oldida plyus belgisi diafragmani pastki tomoni (3-4) uchun va minus yuqori tomoni (2-3) uchun qabul qilinadi.

b) 1-2 va 4-5 uchun

$$\xi = \pm \sqrt{1 - \frac{\cos^2\left(\frac{\pi S}{2T}\right)}{ch^2\left(\frac{\pi x}{2T}\right)}}, \quad (4.8)$$

$$0 \leq \frac{l}{T} \leq 0,3 \text{ bo'lganda } 0 \leq \frac{l}{T} \leq 0,3 \quad (4.9)$$

bunda $l_1 \leq x \leq 0$ va $0 \leq x \leq l_2$

Ildiz oldida (+) ishora 4-5 kontur uchun X ni miqdori musbat bo'lganda, (-) ishora esa 1-2 kontur uchun X miqdori manfiy bo'lganda qabul qilinadi.

Yuqori bef tomondan aylanma filtratsiya zonasini kengligi:

$$B = \frac{2T}{\pi} \operatorname{arch} \frac{\cos\left(\frac{\pi S}{2T}\right)}{\sqrt{1-\gamma^2}} - l_1, \quad (4.10)$$

bunda

$$\gamma = -\frac{(h_3^2 - h_2^2)P - (h_3^2 - h_1^2)}{(h_3^2 - h_2^2)P + (h_3^2 - h_1^2)}, \quad (4.11)$$

$$P = \sqrt{\frac{(1+\lambda)(1-\delta)}{(1+\delta)(1-\lambda)}}, \quad (4.12)$$

Suv omboridan inshoot bo'ylab aylanma filtratsiya yuz bermaydigan diafragmani minimal uzunligi quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$S_{\min} = \frac{2T}{\pi} \arccos \left[\sqrt{1-\gamma^2} ch \left(\frac{\pi l_1}{2T} \right) \right], \quad (4.13)$$

Suv omboridan inshootni aylanib o'tuvchi filtratsiya hisobiga yo'qotiladigan suv miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$Q = k_{\phi} \frac{h_3^2 - h_2^2}{2\pi} \operatorname{arch} \left(\frac{-\alpha_1 - \alpha_2 \gamma}{1-\gamma} \right) - k_{\phi} \frac{h_3^2 - h_1^2}{2\pi} \operatorname{arch} \left(\frac{\alpha_3 - \alpha_4 \gamma}{1+\gamma} \right) \quad (4.14)$$

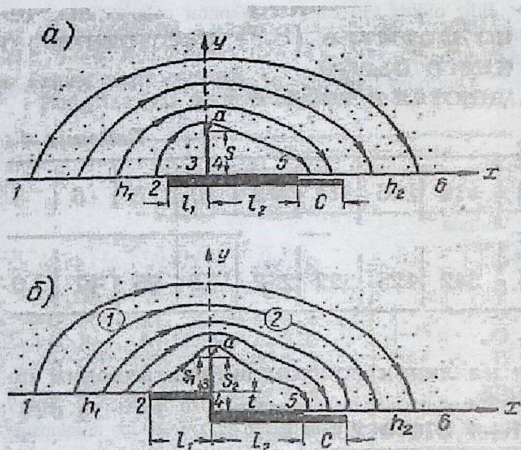
2) Ixtiyoriy joylashgan suv o'tkazmaydigan diafragmali ustun, tabiiy grunt suvlari oqimi ta'sirini hisobga olmaganda (4.3a - rasm).

Qirg'oq ustunidan va diafragma bo'ylab (2-3-a-4-5 konturi) aylanma filtratsiya oqimi chuqurligi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$h = \sqrt{(h_1^2 - h_2^2)h_r + h_2^2}, \quad (4.15)$$

bunda h_1 , h_2 - mos ravishda yuqori va pastki befda suv to'siq qatlam ustidagi suv chuqurligi;

h_r - ko'rilyotgan nuqtadagi keltirilgan bosim.



4.3-rasm. Tabiiy grunt suvlari oqimi ta'sirini hisobga olmaganda, ixtiyoriy joylashgan suv o'tkazmaydigan diafragmali ustunli inshootda aylanma filtratsiyani hisoblash sxemasi

Keltirilgan bosim miqdorini akad. N. Pavlovskiy formulasi orqali hisoblaymiz.

1) Ustunni yuqori qismida (2-3).

$$h_r = 1 - \frac{1}{\pi} \cdot \arccos \left[\frac{1}{a} \left(b + \sqrt{1 + \left(\frac{x}{S} \right)^2} \right) \right], \quad (4.16)$$

bunda

$$a = 0,5 \left[\sqrt{1 + \left(\frac{l_1}{S} \right)^2} + \sqrt{1 + \left(\frac{l_2}{S} \right)^2} \right]; \quad b = 0,5 \left[\sqrt{1 + \left(\frac{l_2}{S} \right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{l_1}{S} \right)^2} \right] \quad (4.17)$$

o'zgaruvchi X quyidagi oraliqda qabul qilinadi $-l_1 \leq X \leq 0$.

2) Ustunni pastki qismida (4-5)

$$h_r = \frac{1}{\pi} \arccos \left[\frac{1}{a} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{x}{S} \right)^2} - b \right) \right], \quad (4.18)$$

bunda $0 \leq X \leq l_2$.

3) Diafragmani yuqori qirg'og'ida (3-a)

$$h_r = 1 - \frac{1}{\pi} \arccos \left[\frac{1}{a} \left(b + \sqrt{1 - \left(\frac{Y}{S} \right)^2} \right) \right], \quad (4.19)$$

bunda $0 \leq Y \leq S$.

4) Diafragmani pastki qirg'og'ida (a-4)

$$h_r = \frac{1}{\pi} \arccos \left[\frac{1}{a} \left(\sqrt{1 - \left(\frac{Y}{S} \right)^2} - b \right) \right], \quad (4.20)$$

bunda $0 \leq Y \leq S$.

Aylanma filtratsiya tufayli suv omboridan yo'qotilayotgan suv sarfi.

Yuqori bef chegarasida (1-2)

$$Q = k_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2\pi} \operatorname{arch} \left[\frac{1}{a} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{x}{S} \right)^2} + b \right) \right], \quad (4.21)$$

bunda $-\infty \leq X \leq -l_1$.

Pastki bef chegarasida (5-6)

$$Q = k_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2\pi} \operatorname{arch} \left[\frac{1}{a} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{x}{S} \right)^2} - b \right) \right], \quad (4.22)$$

bunda $l_2 \leq x \leq +\infty$.

4.3. Suv oqizma beton to'g'onni gruntli to'g'on bilan tutashgan qismida aylanma filtratsiyani hisobi

4.3.1. Tutashtirish sxemasi va hisoblash usuli

Suv oqizma beton to'g'onni gruntli to'g'on bilan tutashtirilganda qirg'oq ustunini orqasida filtratsiyani quyidagi uchta xarakterli sxemasi ko'proq uchraydi (4.4 - rasm).

A - sxemasi (4.4a - rasm).

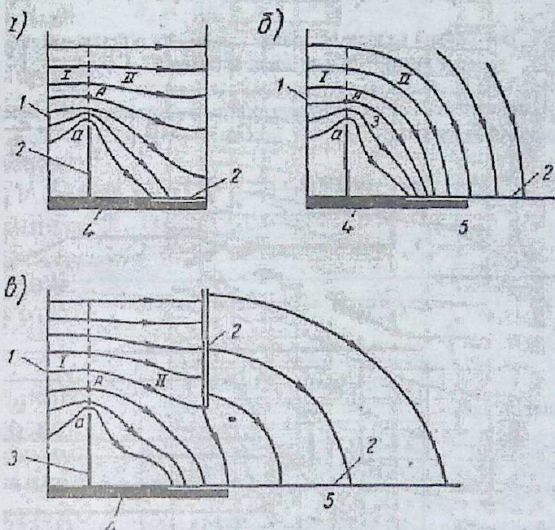
Gruntli to'g'onni drenajlash uni pastki qiyaligi va pastki tutashtiruvchi devordan keyingi umumiy drenaj orqali amalga oshiriladigan daryo o'zani yoki pastqam qirg'og'ida (poymasida) quriladigan inshootlar uchun xarakterli. Ushbu drenajdagi suv sathi hamma holatlarda ham pastki befda suv sathiga teng.

B - sxemasi (4.4b - rasm) suv oqizma to'g'on daryoni yuqori poymasida qurilgan, suv olib ketuvchi kanal esa ancha chuqurda joylashgan holat uchun xarakterli hisoblanadi. Bu erda qirg'oq ustuniga tutashgan gruntli to'g'on o'zini drenajiga ega emas va uni tanasi va zaminini drenajlash, pastki tutashtiruvchi devordan keyin va suv olib ketuvchi kanal qiyaligiga o'rnatiladigan drenaj orqali amalga oshiriladi.

V - sxemasi (4.4v - rasm) o'rtacha balandlikdagi daryo qirg'og'ida gruntli to'g'onni qurishda, ikkita bir-biriga bog'liq bo'lmagan har xil otmetkalarda joylashgan drenaj o'rnatish kerak bo'ladigan filtratsiya oqimi uchun xarakterli hisoblanadi. Ushbu drenajlardan biri gruntli to'g'on pastki qiyaligi tubiga, ikkinchisi esa tirgak devor orqa tomoniga va pastki befga suv olib ketuvchi kanal qiyaligiga joylashtiriladi.

Ushbu sxemalar uchun aylanma filtratsiyani hisoblashni eng maqsadga muvofiq usuli V.P. Nedriga asos solgan fragmentlar usulidir. Ushbu usulni mohiyati shundan iboratki bunda murakkab filtratsiya oblasti

alohida oddiy fragmentlarga bo'linadi (I va II fragmentlar). Ushbu usulni qo'llanganda amaliy maqsadlar uchun etarli aniqlikda tekshirilayotgan oblastni hamma



4.4-rasm. Suv oqizma beton to'g'onni gruntli to'g'on bilan tutashgan qismida aylanma filtratsiyani asosiy sxemalari

I va II - fragment nomerlari, 1-yuqori befdagi suv sathi;
2-drenaj; 3-diafragma; 4-ustun; 5-suv olib ketuvchi kanal.

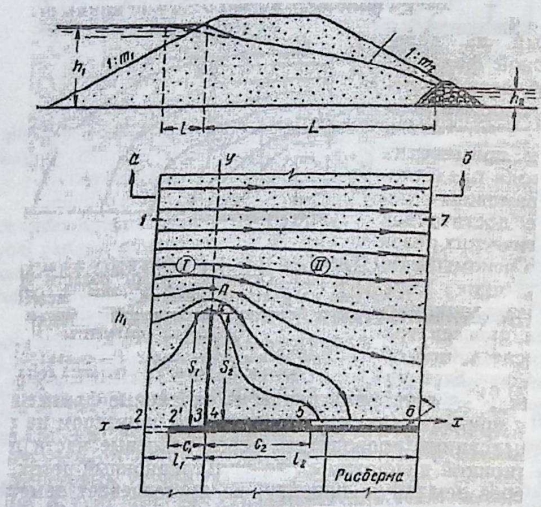
chegasasida filtratsiya oqimini qidirilayotgan parametrlarini aniqlash mumkin. Filtratsiya oblastini fragmentlarga bo'lishni huddi 4.5 - rasmda ko'rsatilgani kabi amalga oshiriladi. Bo'luvchi chiziq filtratsiyaga qarshi diafragma ohirgi qismidan o'tkaziladi, bu erda gruntli to'g'onda harakat qilayotgan filtratsiya oqimi sezilarli deformatsiyanmaydi.

Fragmentlar chegarasida filtratsiya oqimini chuqurligi alohida fragmentlar uchun sarflarni tengligi sharti orqali aniqlanadi.

Quyida ushbu sxemalarni eng keng tarqalgan ikkitasi uchun (A, B) hisoblash usulini keltiramiz. Ushbu usulda gruntli to'g'on gorizonttal suv to'siqqa joylashgan va yuqori va pastki suv o'tkazish chegaralari qiyaligi vertikal deb faraz qilinadi.

4.3.2. Suv oqizma to'g'on o'zandagi zamini suv o'tkazmaydigan gruntli to'g'on bilan tutashgan

Ushbu sxema uchun filtratsiya oqimi parametrlari quyidagicha aniqlanadi (4.5 - rasm).



4.5-rasm. Suv oqizma to'g'on zamini suv o'tkazmaydigan o'zandagi gruntli to'g'on bilan tutashgandagi filtratsiya sxemasi

Diafragma ohirida joylashgan a nuqtadagi suv chuqurligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_a = \sqrt{(h_1^2 - h_2^2) \frac{Q_{r,1}}{Q_{r,1} + Q_{r,2}} + h_2^2} \quad (4.23)$$

bunda h_1 va h_2 - yuqori va pastki befdagi suv chuqurligi;
 $Q_{r,1}$ va $Q_{r,2}$ - 1-chi va 2-chi fragment uchun ularni bo'luvchi chiziqdagi
 ixtiyoriy A nuqtadagi keltirilgan umumiy sarf.

Keltirilgan sarflarni miqdorini V.P. Nedriga formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$Q_{r,1} = \frac{1}{\pi} \operatorname{arch} \frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_1} \right) + m_1 - n}{m_1 + n_1}, \quad (4.24)$$

$$Q_{r,2} = \frac{1}{\pi} \operatorname{arch} \frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_2} \right) - m_2 + n_2}{m_2 + n_2}, \quad (4.25)$$

bunda y - sarf aniqlanayotgan A nuqta ordinatasi.

m_1, n_1, m_2, n_2 koefitsientlar miqdori quyidagi ifodalardan aniqlanadi.

$$m_1 = \sin \left(\frac{\pi c_1}{l_1} - \frac{\pi}{2} \right) \quad n_1 = ch \left(\frac{\pi S_1}{l_1} \right) \quad m_2 = ch \left(\frac{\pi S_2}{l_2} \right) \quad n_2 = \sin \left(\frac{\pi c_2}{l_2} - \frac{\pi}{2} \right) \quad (4.26)$$

(4.24) va (4.25) formulalardan foydalanilganda A nuqtani ordinatasi $y=(1,1-1,2)S$ oralig'ida qabul qilish tavsiya etiladi.

Undan katta miqdorda hisoblashlarda sezilarli xato bo'lishi mumkin.

$Q_{r,1}$ va $Q_{r,2}$ miqdorini A nuqtadagi ordinatalar $y=1,1S$ bo'lganda 4.6 - rasmdagi grafik yordamida ham aniqlash mumkin.

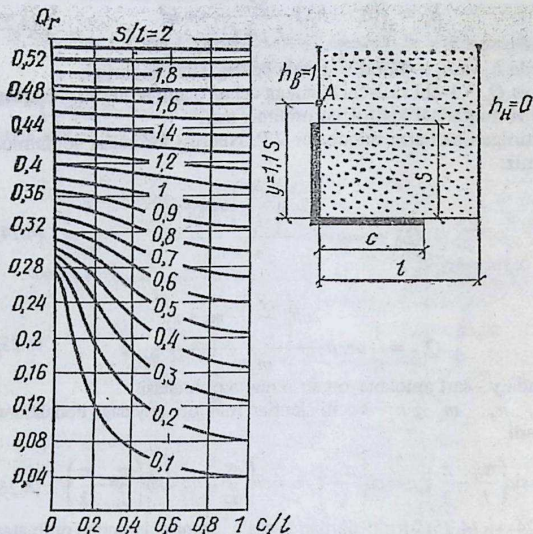
$a - 4 - 5$ konturdagi oqim chuqurligi

$$h = \sqrt{(h_a^2 - h_2^2) h_r + h_2^2}, \quad (4.27)$$

2 - 3 - a konturdagi oqim chuqurligi

$$h = \sqrt{(h_1^2 - h_a^2) h_r + h_a^2}, \quad (4.28)$$

bunda h_r - chuqurlik aniqlanayotgan nuqtadagi keltirilgan bosim.
Keltirilgan bosimni miqdorini quyidagi ifodalardan aniqlanadi.
2'-3 konturda (4.5 - rasm)



4.6-rasm. $Q_r = f(S/l, c/l)$ funkuiya grafigi; $S/l > 2$ bo'lganda sarf
quyidagi formula orqali aniqlanadi $Q_r = 0,53 + 0,15(S/l - 2)$

$$h_r = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi x}{l_1} \right) + m_1 - n_1}{m_1 + n_1}, \quad (4.29)$$

bunda $x - 0 \leq x \leq l_1$ oraliqda plyus ishora bilan olinadi.

3-a konturda

$$h_r = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_1} \right) + m_1 - n_1}{m_1 + n_1}, \quad (4.30)$$

bunda $0 \leq y \leq S_1$.

a-4 konturda

$$h_r = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_2} \right) - m_2 + n_2}{m_2 + n_2}, \quad (4.31)$$

bunda $0 \leq y \leq S_2$.

4-5 konturda

$$h_r = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{2 \sin \left(\frac{\pi x}{l_2} - \frac{\pi}{2} \right) + m_2 - n_2}{m_2 + n_2}, \quad (4.32)$$

bunda $0 \leq x \leq l_2$.

Yuqori befdagi suv sathi chizig'i bo'ylab (1-2):

Umumiy sarf

$$Q = K_\phi \frac{h_1^2 - h_a^2}{2\pi} \operatorname{arch} \frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_1} \right) - m_1 + n_1}{m_1 + n_1}, \quad (4.33)$$

Solishtirma sarf

$$q = K_\phi \frac{h_1^2 - h_a^2}{l_1(m_1 + n_1)} \frac{Sh \left(\frac{\pi Y}{l_1} \right)}{\sqrt{\left[\frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_1} \right) - m_1 + n_1}{m_1 + n_1} \right]^2 - 1}}, \quad (4.34)$$

bunda $0 \leq Y \leq +\infty$.

Drenaj chizig'ida (5-6):

Umumiy sarf

$$Q = K_{\phi} \frac{h_a^2 - h_2^2}{2\pi} \operatorname{arch} \frac{2 \sin \left(\frac{\pi x}{l_2} - \frac{\pi}{2} \right) + m_2 + n_2}{m_2 + n_2}, \quad (4.35)$$

Solishtirma sarf

$$q = K_{\phi} \frac{h_a^2 - h_2^2}{l_2(m_2 + n_2)} \cdot \frac{\cos \left(\frac{\pi x}{l_2} - \frac{\pi}{2} \right)}{\sqrt{\left[\frac{2 \sin \left(\frac{\pi x}{l_2} - \frac{\pi}{2} \right) + m_2 - n_1}{m_2 + n_2} \right]^2 - 1}}, \quad (4.36)$$

bunda $c_2 \leq x \leq l_2$.

Pastki befdagi suv chizig'i bo'ylab (6-7)

Umumiy sarf

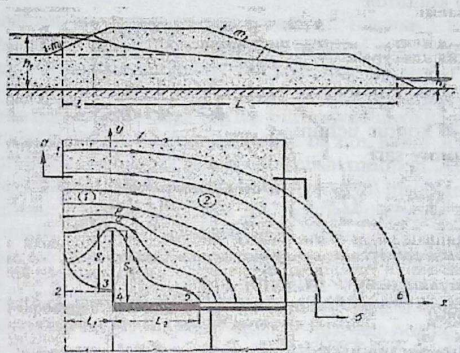
$$Q = K_{\phi} \frac{h_a^2 - h_2^2}{l_2(m_2 + n_2)} \operatorname{arch} \frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_2} \right) + m_2 - n_2}{m_2 + n_2}, \quad (4.37)$$

Solishtirma sarf

$$q = K_{\phi} \frac{h_a^2 - h_2^2}{l_2(m_2 + n_2)} \cdot \frac{sh \left(\frac{\pi Y}{l_2} \right)}{\sqrt{\left[\frac{2ch \left(\frac{\pi Y}{l_2} \right) + m_2 - n_2}{m_2 + n_2} \right]^2 - 1}}, \quad (4.38)$$

4.3.3. Suv oqizma to'g'on daryo qirg'og'ida (poymada) joylashgan zamini suv o'tkazuvchan gruntli to'g'on bilan tutashgan

Ushbu sxema uchun filtratsiya oqimi parametrlari quyidagicha aniqlanadi (4.7 - rasm) a nuqtadagi suv chuqurligi (4.13) ifodadan aniqlanadi.



4.7-rasm. Suv oqizma to'g'on daryo qirg'og'ida (poymada) joylashgan zamini suv o'tkazuvchan gruntli to'g'on bilan tutashganda aylanma filtratsiyani hisoblash sxemasi

Ushbu formulaga kiruvchi keltirilgan sarfni umumiy miqdori 1-frag-ment uchun $Q_{r,1}$ (4.24) ifodadan yoki 4.6 - rasmdagi grafikdan aniqlanadi. 2-chi fragment uchun esa $Q_{r,2}$ quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$Q_{r,2} = \frac{2}{\pi} \operatorname{arsh} \sqrt{\frac{Y_2^2 - S_2^2}{l_2^2 + S_2^2}} \quad (4.39)$$

Filtratsiya oqimini chuqurligi:

a -4-5 kontur uchun (4.27) ifodadan, 2-3- a konturi uchun esa (4.28) ifodadan aniqlanadi.

Keltirilgan bosim miqdori h , quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

- 1) 2-3 konturda (4.29) ifodadan;
- 2) 3- a konturda (4.30) ifodadan;

3) $a-4$ konturda.

$$h_r = \frac{2}{\pi} \arccos \sqrt{\frac{S_2^2 - Y^2}{S_2^2 + l_2^2}}, \quad (4.40)$$

bunda $0 \leq Y \leq S_2$.

4) $4-5$ konturda

$$h_r = \frac{2}{\pi} \arccos \sqrt{\frac{S^2 + x^2}{S_2^2 + l_2^2}}, \quad (4.41)$$

bunda $0 \leq x \leq l_2$.

5) $5-6$ kontur uchun:

Umumiy sarf

$$Q = K_\phi \frac{h_a^2 - h_2^2}{\pi} \operatorname{arch} \sqrt{\frac{S_2^2 + x^2}{S_2^2 + l_2^2}}, \quad (4.42)$$

Solishtirma sarf

$$q = K_\phi \frac{h_a^2 - h_2^2}{\pi} \cdot \frac{x}{\sqrt{(x^2 + S_2^2)(x^2 - l_2^2)}}, \quad (4.43)$$

bunda $l_2 \leq x \leq +\infty$.

Nazorat savollari

1. Aylanma filtratsiya deganda nimani tushunasiz?
2. Aylanma filtratsiya hisobi qanday maqsadlarda bajariladi?
3. Aylanma filtratsiyani hisoblashda qanday farazlar qabul qilingan?
4. Gidrotexnika inshootini qirg'oq bilan tutashgan qismida bosimsiz aylanma filtratsiya tufayli suv omboridan yo'qotilayotgan suv sarfi qanday aniqlanadi?
5. Suv oqizma beton to'g'onni gruntli to'g'on bilan tutashgan qismida aylanma filtratsiyani qanday sxemalari ko'proq uchraydi?
6. Suv oqizma to'g'on o'zandagi zamini suv o'tkazmaydigan gruntli to'g'on bilan tutashgan joyda aylanma filtratsiyani asosiy parametrlari qanday aniqlanadi?
7. Suv oqizma to'g'on daryo qirg'og'ida (poymada) joylashgan suv o'tkazuvchan zamindagi gruntli to'g'on bilan tutashganda aylanma filtratsiyani asosiy parametrlari qanday aniqlanadi?

V BOB

Kanal tubidan uning zaminiga yuz beradigan filtratsiya

5.1. Umumiy ma'lumotlar.

Kanaldan uni zaminiga yuz beradigan filtratsiya tufayli suvni yo'qotilishi, kanal uzunligi bo'yicha uni tubidagi gruntlarni filtratsiya hossalari, yer osti suvlari tabiiy holatiga, har xil suv o'tkazuvchan gruntlarni chuqurlik bo'yicha joylashishiga, kanalni ho'llangan perimetrini uzunligiga va boshqa faktorlarga bog'liq. Filtratsiya tufayli kanal atrofidagi gruntlar namlanishi va buning natijasida ba'zan kanal ichki qiyaligi qoplamalari turg'unligini yo'qolishiga olib kelishi mumkin. Ayniqsa kanal tog' yon bag'irliklarida joylashganda filtratsiya xovfli hisoblanadi.

Ma'lum bir geologik sharoitda tog' yonbag'irliklarida ko'chki yuz berishi mumkin. Kanaldan yuz berayotgan filtratsiya tufayli ba'zan atrof territoriyada suv sathi ko'tarilishi natijasida suv bosishi va botqoqlik hosil bo'lishiga, cho'kuvchan gruntlarda (masalan lyosslarda) esa qurilgan imoratlarni cho'kishiga va ularni buzilishiga olib kelishi mumkin.

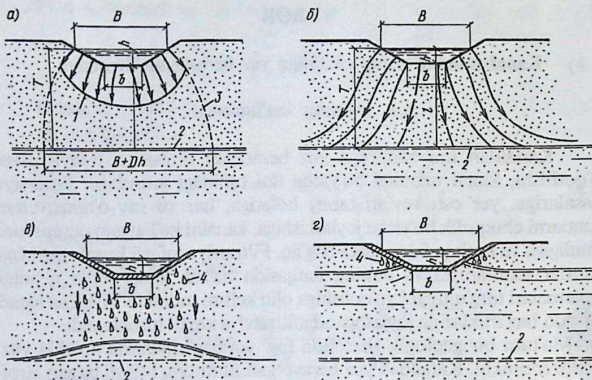
Kanaldan uni tubiga yuz berayotgan filtratsiyaga bog'liq masalalarni yechish quyidagilarni o'z ichiga oladi: filtratsiya tufayli yo'qotiladigan suv miqdorini, joyda grunt suvlari sathini ko'tarilishini, binobarin, u yerni botqoqlanish mumkinligini aniqlash, ekranni har xil konstruksiyalarini qo'llash tufayli filtratsiyada yo'qotiladigan suv sarfini kamaytiruvchi tadbirlarni ishlab chiqish, kanal atrofidagi territoriyani drenajlash.

Kanaldan uni tubiga yuz berayotgan filtratsiya ikki bosqichda yuz beradi:

1) Erkin (tirgak bosimsiz) filtratsiya. Bunda filtratsiya oqimiga grunt suvlarini ta'siri bo'lmaydi (5.1a,v-rasm). Ushbu bosqichda gruntni suvga to'yinishi yuz beradi.

2) Erkin bo'lmagan (tirgak bosimli) filtratsiya, bunda filtratsiya oqimi harakatiga tabiiy grunt suvlari ta'sir qiladi (5.1b - rasm).

Tabiiy o'zandagi qoplamasiz kanallarda birinchi bosqich filtratsiya oqimi yer osti-suvlari sathiga etib borguncha davom etadi. Uni davom etish muddati juda oz (kanal suvga to'lgandan keyin bir necha sutka yoki xaftagacha). Ushbu bosqichdagi filtratsiya oqimi rejimi noturg'un, bunda sarf vaqt o'tishi bilan kamayadi. Tabiiy yer osti suvlari, filtratsiya oqimiga ta'sir ko'rsatmaydi.



5.1-rasm. Kanaldan uning zaminiga yuz berayotgan filtratsiya turlari

a - tabiiy o'zandagi kanalda uni tubida tirgak bosim bo'lmaganda; b - tabiiy o'zandagi kanalda uni tubida tirgak bosim bo'lganda; v - qoplamali kanalda uni tubida tirgak bosim bo'lmaganda; g - qoplamali kanalda uni tubida tirgak bosim bo'lganda. 1-ho'llanish zonasini harakat fronti; 2-yer osti suvlarining boshlang'ich sathi; 3-birinci faza ohirida oqish chegarasi; 4-tomchisimon oqim.

Qoplamali kanallarda birinchi bosqich o'z navbatida ikkita davrga bo'linadi:

a) Suvga to'yinish davri. Ushbu davr suv qoplamadan yoki choklaridan va uni tubidagi gruntndan alohida tomchi sifatida sizib o'tib grunt suvlariga etib borguncha davom etadi (5.1v - rasm).

b) Kanal ostidagi grunt suvlarini ko'tarilish davri. Ushbu davr yuqori-dan sizib tushayotgan (infiltratsiya) suvlar natijasida yer osti suvlari kanal tubigacha ko'tarilguncha davom etadi (5.1g - rasm).

Qoplamali kanallardagi suvga to'yinish davri birinchi bosqichdagi qoplamasiz kanallarga nisbatan ko'proq davom etadi va umuman olganda u ham kam (kanalni to'ldirilgandan so'ng bir necha oy davom etadi). Filtratsiya oqimi ushbu davrda qoplama materiali g'ovaklarini to'liq to'ldiradi, lekin qoplama tubidagi grunt g'ovaklarini qisman to'ldiradi, oqim birpasda barqarorlashadi va uni sarfi deyarli o'zgarmaydi.

Qoplamali kanal tubidagi grunt suvlarini ko'tarilish davri uzoqroq davom etadi (bir necha yil). Ushbu davrda kanal tubidagi (qoplama bilan grunt suvlari orasida) grunt qisman suvga to'yingan bo'ladi. Filtratsiya oqimi barqaror, sarfi doimiy va bundan oldingi davr sarfiga teng. Grunt suvlari oqimi noturg'un (grunt suvlari sathi oshib boradi).

Hamma doimo ishlovchi kanallarda (qoplamali va qoplamasiz) uzoqroq davom etadigan ikkinchi bosqich (tirgak bosimli), u kanalni butun ishlash davrida kuzatiladi. Shuning uchun ushbu bosqich filtratsiya tufayli suvni yo'qolishini va kanal atrofida grunt suvlarini ko'tarilishini baholashda katta ahamiyatga ega. Filtratsiya rejimi noturg'un, bunda kanaldan sizib o'tayotgan suv sarfi vaqt davomida kamayib boradi.

Agarda kanal atrofida qandaydir suv hovuzi yoki ko'proq suv o'tkazuvchi grunt chegarasi mavjud bo'lsa, u holda filtratsiya oqimi bir oz barqarorlashadi va kanaldan yo'qotilayotgan filtratsiya sarfi deyarli o'zgarmas bo'lib qoladi.

Vaqtı-vaqtı bilan ma'lum bir davrda ishlaydigan kanallarda yana filtratsiyani uchinchi bosqichi kuzatiladi - grunt suvlari tepa (do'ng) qismini oqib ketishi. Bu bosqich kanalda suv oqishi to'xtashi bilan boshlanadi. Kanal suvdan bo'shagandan so'ng filtratsiya suvlarini do'ng qismi grunt suvlari yuzasiga qarab oqib ketadi.

5.2. Kanal tubida tirgak bosim bo'lmaganda filtratsiya

5.2.1. Bir jinsli gruntlarda tabiiy o'zandagi qoplamasiz kanal (5.2 - rasm)

Bunday kanaldan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi miqdori grunt suvlari sathi cheksiz chuqurlikda joylashganda V. Vedernikov formulasi yordamida aniqlanadi:

$$q = K_{\phi} (B + Ah_0) \left(1 + \frac{h_0 + 0,6h_k}{y} \right) \quad (5.1)$$

bunda k_{ϕ} - kanal tubidagi grunt filtratsiya koeffitsienti;

B - kanal suv sathi bo'yicha kengligi;

A - oqimni yonga oqishini hisobga olish koeffitsienti (5.1 - jadval);

h_0 - kanaldagi suv chuqurligi;

h_k - grunt suvni to'la kapillyar ko'tarilish balandligi;

y - gruntning namlanish chuqurligi.

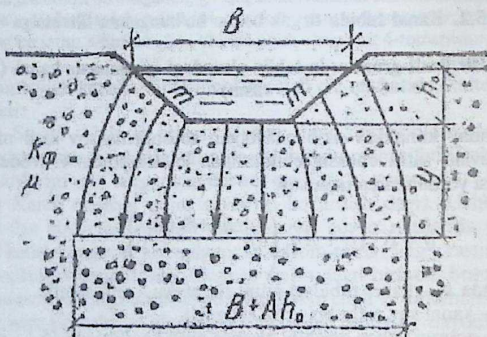
A koeffitsient miqdori

m	B/h ₀ bo'lganda A koeffitsient miqdori,					
	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	20,0
1,0	3,0	3,4	3,6	3,9	4,0	4,4
1,5	2,5	2,9	3,2	3,4	3,6	3,9
1,75	2,3	2,7	3,0	3,3	3,5	3,7
2,0	2,1	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6
2,5	1,7	2,3	2,6	2,9	3,1	3,3

Kanal tubidagi gruntни kanal tubidan u chuqurlikkacha namlanish vaqti Sunker formulasi yordamida aniqlanadi.

$$t = \frac{\mu}{K_{\phi}} (h_0 + 0,6h_k) \left[\frac{y}{h_0 + 0,6h_k} - \ln \left(1 + \frac{y}{h_0 + 0,6h_k} \right) \right], \quad (5.2)$$

bunda μ - gruntни suv bilan namlanishini yetishmaslik koeffitsienti, qum uchun - 0,18 - 0,28 ga; gilli qum uchun - 0,1-0,2 ga; qumli gil uchun - 0,01-0,1 ga; gil uchun 0,005 - 0,05 ga teng deb qabul qilinadi.



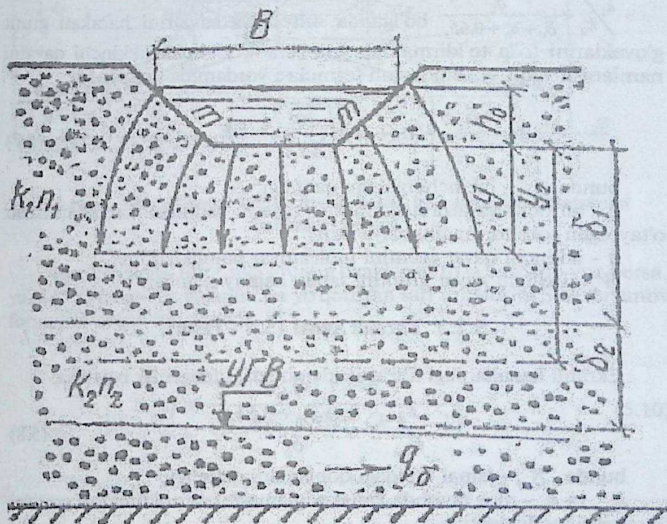
5.2-rasm. Kanal tubida tirgak bosim bo'lmaganda filtratsiyani hisoblash sxemasi

5.2.2. Ikki qavatli zamindagi ekransiz kanal (5.3 - rasm)

Ikki qavatli zaminda joylashgan ekransiz kanaldan o'tayotgan solishtirma sarf va yuqoridagi $y = \delta$, chuqurlikkacha namlanish vaqti xuddi bir jinsli zamindagi kabi (5.1) va (5.2) formulalar yordamida aniqlanadi.

Ikkinchi qavatdagi filtratsiya oqimini xarakteri ularni gruntini filtratsiya koeffitsientlarini nisbati k_1/k_2 ga bog'liq.

$k_1/k_2 \geq \frac{\delta_1}{(\delta_1 + h_0 + 0,6h_1)}$ bo'lsa, oqim grunt g'ovaklarini to'la to'ldirib harakat qiladi. U holda solishtirma filtratsiya sarfi va y_2 chuqurlikkacha namlanish vaqti quyidagi ifodalardan aniqlanadi.



5.3-rasm. Ikki qavatli zamindagi ekransiz kanal tubida tirgak bosim bo'lmaganda filtratsiyani hisoblash sxemasi

$$q = \frac{K_1 B Y_2}{\alpha} \cdot \frac{1 + \alpha}{\delta_1 + \sigma Y_2}; \quad (5.3)$$

$$t = t_1 + \frac{n_2 Y_2}{K_1} \left\{ \left(\frac{\sigma}{\alpha} + \frac{\delta_1}{Y_2} \right) [\alpha - \ln(1 + \alpha)] - \frac{\delta_1}{Y_2} \alpha \right\}, \quad (5.4)$$

bunda

$$\alpha = \frac{Y_2}{\delta_1 + h_0 + 0,6h_k}; \quad \sigma = \frac{k_1}{k_2}; \quad (5.6)$$

t_1 - birinchi qavatni namlanish vaqti;

n_2 - ikkinchi qavat gruntini g'ovakligi.

$\frac{k_1}{k_2} < \frac{\delta_1}{\delta_1 + h_0 + 0,6h_k}$ bo'lganda, filtratsiya suvlarini harakati grunt g'ovaklarini to'la to'ldirmasdan yuz beradi. U holda ikkinchi qavatni namlanish vaqti N. Bindeman formulasi yordamida aniqlanadi:

$$t_2 = \frac{\delta_2 B}{q} \left[(n_2 - a) \sqrt{\frac{q}{B \cdot k_2}} - (W_e - a) \right], \quad (5.7)$$

bunda δ_2 - ikkinchi qavatni qalinligi;

q - birinchi qavatni namlanishi tugash vaqtidan kanaldan sizib o'tayotgan solishtirma filtratsiya sarfi;

a - ikkinchi qavat gruntini molekulyar namlik sig'imi;

W_e - ikkinchi qavat gruntini tabiiy hajmiy namligi.

5.2.3. Ekranli kanal (5.4 - rasm)

Ekranli kanallardagi filtratsiyada quyidagi tengsizlik bajarilsa:

$$\frac{k_\phi}{k_{kon}} > \frac{h_0 + \delta_0 + 0,6h_k}{\delta_0} \quad (5.8)$$

bunda δ_0 - kanal tubidagi qoplamani qalinligi;

k_{kon} va k_ϕ - mos ravishda kanal qoplamasini va uni tubidagi gruntini filtratsiya ko'effitsienti;

n_k - grunda suvni to'la kapillyar ko'tarilish balandligi; h_0 - kanaldagi suv chuqurligi.

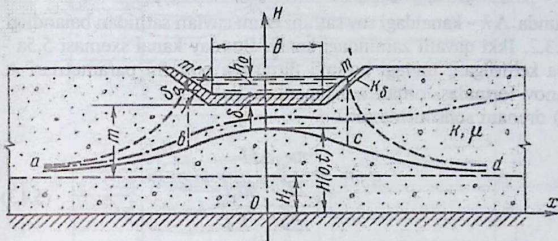
Bu holda ekran tubida gruntни namlanishida (birinchi davr) suv g'ovaklarni to'la to'ldirmasdan tomchilab harakat qiladi,

Ekranli kanallarda (5.8) tengsizlik bajarilsa kanaldan yo'qotilayotgan suv sarfi N. Verigin va S. Vasilev formulasi orqali aniqlanadi.

$$q = k_{kon} \left[\frac{b(h_0 + \delta)}{\delta} + 2m'h_0 + \frac{h_0^2}{\delta_0} \sqrt{1 + (m')^2} \right], \quad (5.9)$$

bunda m' - qiyalik miqdori;

δ_0 - kanal qiyaligidagi qoplama qalinligi.



5.4-rasm. Ekranli kanal tubida tirgak bosim bo'lmaganda filtratsiyani hisoblash sxemasi

Agar kanaldan filtratsiya grunt g'ovaklarini to'la to'ldirib yuz bersa, ya'ni (5.8) tengsizlik bajarilmasa yo'qotilgan sarf miqdorini S. Averyanov formulasi orqali aniqlanadi.

$$q = \frac{k_{\phi}(B + Ah_0)}{1 + A\delta_0 / B(k_{\phi} / k_{kon} - 1)}, \quad (5.10)$$

5.3. Kanal tubida tirgak bosim bo'lganda filtratsiya

5.3.1. Bir jinsli zamindagi ekranli kanal. Tirgak bosim bo'lganda ekranli kanaldan filtratsiyalanayotgan sarf quyidagi formulalardan hisoblanadi:

A. Uginchus formulasi

$$q = k'_{kon} h_0 / \delta_0 \left[b + (2h_0 - \Delta h) \sqrt{1 + m^2} \right] \quad (5.11)$$

I. Kononov formulasi

$$q = k'_{kon} / \delta_0 \left[h_0^2 \sqrt{1 + m^2} + \Delta h (b + m \delta_0) \right] \quad (5.12)$$

bunda Δh - kanaldagi suv sathini grunt suvlari sathidan balandligi.

5.3.2. Ikki qavatli zamindagi kanal. Bunday kanal sxemasi 5.5a - rasmda keltirilgan, undagi bosimli filtratsiya oqimini parametrlari A. Romanov formulasi orqali aniqlanadi:

a) drenani solishtirma sarfi

$$q_d = \frac{\pi k_\phi \Delta H}{\ln \frac{2T}{\pi D} + \frac{\pi l_1 l_2}{LT}}; \quad (5.13)$$

b) kanalda yo'qotilayotgan suv sarfi

$$q_k = q_g (1 + l_1 / L) - k_\phi T (H_2 - H_1) / L, \quad (5.14)$$

$$\text{bunda } \Delta H = \frac{H_2 - H_1}{L} l_1 + H_1 - H_g; \quad (5.15)$$

bunda d - drena diametri qolgan belgilar 5.5 - rasmda ko'rsatilgan.

Pezometrik egri chiziq ordinalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

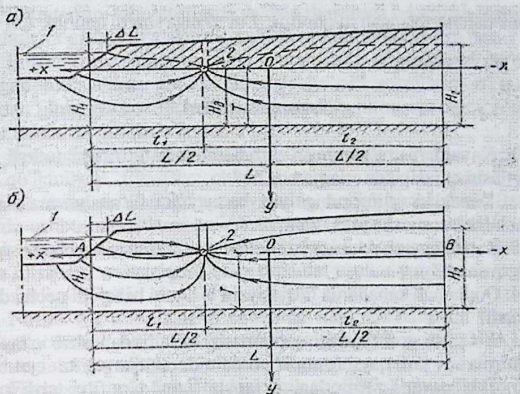
$$H_x = \frac{q_g}{\pi \cdot k_\phi} \ln \left[1 - e^{\frac{\pi(x-x_g)}{T}} \right] + \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{L} \right) \left(H_2 - H_1 - \frac{q_g \cdot l_2}{k_\phi \cdot T} \right) + H_2, \quad (5.16)$$

bunda x - bosim aniqlanayotgan nuqta absissasi, uni miqdori kanal tarafga (+), qirg'oq tomonga (-) qabul qilinadi.

x_g - drenani holatini aniqlovchi, absissa.

5.3.3. Bir qavatli zamindagi kanal

Bunday kanal sxemasi 5.5b - rasmda keltirilgan. Filtratsiya oqimini asosiy elementlarini aniqlashda, filtratsiya oblasti AB chiziqdan ikkita zonaga ajratiladi - bosimli va bosimsiz. Har bir zona uchun drenaga oqib tushayotgan suv hisoblanadi Drenani umumiy solishtirma sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi.



5.5-rasm. Ko'p jinsli (a) va bir jinsli (b) zaminlarda tirgak bosim bo'lganda kanaldan uning tubiga yuz berayotgan filtratsiyani hisoblash sxemasi

$$q_r = \frac{\pi \cdot k_\phi \cdot \Delta H}{\ln \frac{2T}{\pi l} + \frac{\pi l_1 \cdot l_2}{LT}} + \frac{k_\phi (H_1 - T)^2}{2l_1} + \frac{k_\phi (H_2 - T)^2}{2l_2}, \quad (5.17)$$

bunda ΔH - (5.15.) formuladan aniqlanadi.
Kanalidan yo'qotilayotgan suv sarfi

$$q_r = \frac{\pi \cdot k_\phi \cdot \Delta H}{\ln \frac{2T}{\pi l_1} + \frac{\pi l_1 \cdot l_2}{LT}} \left(1 + \frac{l_1}{L} \right) + \frac{k_\phi (H_1 - T)^2}{2l_1} - \frac{k_\phi \cdot T(H_2 - H_1)}{L}, \quad (5.18.)$$

depressiya egri chizig'i ordinalari (5.16) formuladan, unga q (5.17)

formuladan hisoblangan miqdorini, T ni o'rniga shartli qalinlik $T_0 = \frac{H_1 + H_2}{2}$

ni qo'yib hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Kanaldan uni zaminiga yuz beradigan filtratsiya tufayli suvni yo'qotilishi qanday faktorlarga bog'liq?

2. Kanaldan uning tubiga yuz berayotgan filtratsiya masalalarini yechishdan asosiy maqsad nima?

3. Kanaldan uning tubiga yuz berayotgan filtratsiya necha bosqichda amalga oshadi?

4. Qoplamali kanallarda filtratsiyani birinchi bosqichi necha davrga bo'linadi?

5. Bir jinsli gruntlardagi qoplamasiz kanallardan sizib o'tayotgan solishtirma suv sarfi qaysi formula yordamida aniqlanadi?

6. Ikki qavatli zamindagi ekransiz kanaldan filtratsiya tufayli yo'qotilgan suv sarfi qanday aniqlanadi?

7. Kanal tubida tirkak bosim bo'lganda bir jinsli zamindagi ekranli kanaldan sizib o'tayotgan suv sarfi qanday aniqlanadi?

8. Kanal tubida tirkak bosim bo'lganda ikki qavatli zamindagi ekranli kanaldan sizib o'tayotgan suv sarfi qanday aniqlanadi?

Filtratsiyani laboratoriyada inshootni yaratish va inshootni haqiqiy holatida tekshirish

6.1 Umumiy ma'lumotlar

Filtratsiyani laboratoriyada va dala sharoitida tekshirish, inshootni loyihalash va undan foydalanish davrida muhim ahamiyatga ega.

Filtratsiyani laboratoriyada o'rganishda eng muhim va aniq tarqalgan masalalarga gruntli filtratsiyaga o'ldirilgan qurilmalar jumladan filtratsiya koeffitsientini miqdorini va filtratsiya yuzasini aniqlash va elementlarini aniqlash kiradi.

Inshootlarni amalda loyihalashda har xil gruntlar va grunt qatlamlarini qo'llanilishi, filtratsiya oblastini chegara shakllari muvofiqligini tufayli filtratsiya masalalarini nazariy usulda yechish qiyinlashadi. Bunday hollarda ushbu masalalarni aniq matematik echimlari mavjud emas va taqribiy usullarga asoslangan yechimlar ham juda murakkab. Shuning uchun filtratsiya masalalarini eksperimental usullar yordamida yechish yaxshi samara beradi.

Filtratsiya masalalarini echishda keng qo'llanilgan usullarga quyidagilar kiradi: filtratsiya (gruntli) novi; tirqishli nov; EGDA modeli; 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 holatda 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 jarayonni matematik ifodalash noaniq bo'lganda (grunt g'ovaklari to'la suvga to'yinmaganda, filtratsiya deformatsiyalari yuz berganda va h.k.) modellashni amalga oshirish imkoniyatini yaratadi.

Shu bilan birga, filtratsiya novlari qator texnik kamchiliklarga ega: juda ko'pol (katta), modelni tayyorlash ko'p mehnat sarf etiladi, filtratsiyalanayotgan gruntlarni ko'p jinslilikni 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 oqimni har xil yo'nalishidagi o'lchamlari o'zaro keskin farq qilmasa gruntli novdan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Tirqishli nov g'ovak muhitda tabiiy filtratsiya oqimini harakati bilan tor tirqish orqali yopishqoq suyuqlikni (masalan gliserin) laminar harakati orasidagi o'xshashlikka asoslangan. Ushbu novni eng oddiy konstruksiyasi ikkita plastinkadan iborat bo'lib, ulardan biri ko'rinuvchi pleksiglasdan bajariladi. Ular orasidagi tirqish maxsus moslama yordamida boshqarib (o'zgartirib) turiladi. Ushbu usulni karnchiliklariga tirqish qalinligini cheklanganligidir. Chunki bunda tirqish qalinligi 1-2 mm atrofida bo'ladi, shuning uchun uni 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 bo'ladi.

Filtratsiya masalalarini yechishda EGDA usulidan keng qo'llanilmoqda. Ushbu usul haqida to'liq ma'lumotlar o'quv qo'llanmani 1-qismida bayon qilingan.

Gidravlik va elektrik integratorlar ham filtratsiya masalalarini yechishda keng qo'llaniladi. Unda olingan ma'lumotlarni aniqligi, injenerlik hisoblari uchun qo'yilgan talablarga javob beradi.

Filtratsiyani dala sharoitida tekshirish usullarini asosiy maqsadiga gruntlarni filtratsiyaga oid xossalari ularni tabiiy holatida aniqlash va filtratsiya oqimini 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 ishonchliroq va aniqroq hisoblanadi.

Ushbu masalalar gidrogeologiyani maxsus kurslarida o'rganiladi va bu to'g'rida ko'plab adabiyotlar mavjud shu tufayli bu usullarni ushbu o'quv qo'llanmada ko'rib chiqmaymiz.

Filtratsiya koeffitsientini laboratoriya sharoitida aniqlash masalalari o'quv qo'llanmani 1-qismida bayon etilgan.

6.2. Filtratsiya masalalarini gruntli nov yordamida tekshirish

Gruntli novda filtratsiya masalalarini tekshirish gruntidan yasalgan modelda amalga oshiriladi. Model grunni sifatida ko'proq qumdan foydalaniladi.

Gruntli novda filtratsiya masalalarini tekshirishdan asosiy maqsad filtratsiya oqimi shakli va filtratsiya sarfini aniqlashdir. Lekin, shuni o'rtiborga olish kerakki keyingi yillarda filtratsiya masalalarini amalda tekshirish shuni ko'rsatdiki, ushbu aytilgan masalalar boshqa usullar yordamida (masalan EGDA usulida) tez va oson yechilmoqda. Shuning uchun gruntli novni qo'llanish oblasti ancha toraydi va novdan hozirgi paytda prinsipial xarakterga ega bo'lgan, real gruntida filtratsiya kartinasiga ega bo'lish muhim bo'lgan, filtratsiya masalalarini tekshirishda foydalanilmoqda.

Undan tashqari filtratsiya deformatsiyalari (suffoziya, kolmataj), noturg'un filtratsiya kabi maxsus masalalarni tekshirishda ham ko'pincha gruntli novdan foydalanilmoqda.

Tekshirilayotgan masalaga qarab gruntli nov har xil shaklga va o'lchamga ega bo'lishi mumkin.

Tekis filtratsiya masalalarini tekshirish uchun to'g'ri burchakli novdan foydalaniladi. Vertikal simmetriya o'qiga ega bo'lgan oqimlar uchun, masalan yakka gruntli quduqlar, planda shakli sektor ko'rinishiga ega bo'lgan novlardan foydalaniladi.

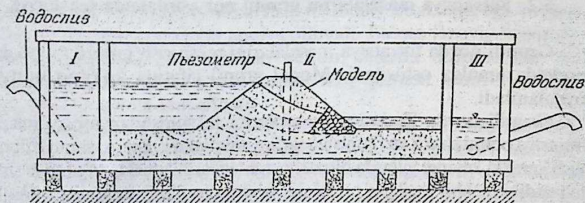
Gruntli navlarni o'lchamlari har xil oraliqda o'zgaradi: uzunligi 2 dan 4 m gacha, balandligi 1-1,5 m, kengligi 0,3-1 m.

Gruntli to'g'on modeli bo'lgan yassi novni sxemasi 6.1-rasmda keltirilgan. U uch bo'limdan iborat. Birinchi bo'lim (I) vodoprovoddan yoki bosimli bakdan suv qabul qilish vazifasini bajaradi. Suv u yerdan novni asosiy qismiga (II) o'tadi. Novni oldingi qismiga oynak o'rnatilgan. Novni tubi va orqa devoriga pezometrlar uchun teshiklar qilingan. Ushbu teshiklarga rezinka naychalar orqali pezometrlar ulanadi. Pezometrlarni o'zi esa maxsus o'lchov kataklariga bo'lingan doskaga o'rnatiladi. Novni ohirgi bo'lagi (III) suv chiqish qismi hisoblanadi.

Turg'un filtratsiyani gruntli novda modellashda o'xshashlik shartlari quyidagicha bo'ladi.

Turg'un filtratsiya tenglamasi:

$$v_x = -k \frac{\partial h}{\partial x}; \quad v_y = -k \frac{\partial h}{\partial y}; \quad v_z = -k \frac{\partial h}{\partial z} \quad (6.1)$$



6.1-rasm. Gruntli novni sxemasi.

I-novni kirish qismi; II-ishchi qismi; III-chiqish qismi; 1-pezometr; 2-model; 3-suv quyuvchi quvur; 4-suv chiqaruvchi kuvur

Ushbu tenglamalarga uzunlik, tezlik filtratsiya koeffitsienti va bosimni o'xshashlik masshtabini kiritamiz.

$$\alpha_l = \frac{\ell_H}{\ell_M}; \quad \alpha_v = \frac{v_H}{v_M}; \quad \alpha_k = \frac{k_H}{k_M}; \quad \alpha_h = \frac{h_H}{h_M} \quad (6.2)$$

Ushbu formulalarda ℓ bilan chiziqli o'lchamlar belgilangan, "N" belgisi naturaga tegishli miqdor ekanligini, "M" belgisi modelga tegishli ekanini bildiradi. U holda (6.1.) tenglamani birinchisi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi

$$\alpha_v \cdot v_x = - \frac{\alpha_k \cdot \alpha_h}{\alpha_l} \cdot k \frac{\partial h}{\partial x} \quad (6.2a)$$

Ushbu tenglamadan natura va modelda filtratsiya jarayonini o'xshashligi mavjud bo'lganda masshtab koeffitsientlaridan hosil bo'lgan o'zgarmas ko'paytuvchilarni tengligi kerak bo'ladi.

$$\alpha_v = \frac{\alpha_k \cdot \alpha_h}{\alpha_l} \quad (6.3)$$

Filtratsiya oblasti chegaralarida bosim miqdori geometrik o'xshash deb faraz qilib, bunda o'xshashlik masshtabi chiziqli masshtabga teng deb faraz qilib $\alpha_h = \alpha_l$, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\alpha_{\vartheta} = \alpha_k \quad (6.4)$$

Kinematik o'xshashlik shartidan

$$\frac{\vartheta_H}{\vartheta_M} = \frac{\varepsilon_H \frac{\ell_H}{t_H}}{\varepsilon_M \frac{\ell_M}{t_M}} \quad (6.5)$$

bunda ε_H va ε_M - natura va modeldagi g'ovaklik koeffitsienti;
 t_H va t_M - natura va modeldagi vaqt oralig'i.
 Ushbu nisbatlarni masshtab bilan almashtirib,

bunda

$$\alpha_M = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_M}; \quad \alpha_t = \frac{t_H}{t_M} \quad (6.6)$$

quyidagiga ega bo'lamiz

$$\alpha_{\vartheta} = \frac{\alpha_{\varepsilon} \cdot \alpha_t}{\alpha_i} \quad (6.7)$$

(6.4.) va (6.7.) formulalardan

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{\varepsilon} \cdot \alpha_t}{\alpha_k} \quad (6.8)$$

Ushbu aytilganlardan filtratsiya oqimini natura va modeldagi quyidagi o'xshashlik sharti kelib chiqadi. Modeldagi filtratsiya xuddi naturadagi kabi Darsi qonunini qanoatlantirishi kerak. Modeldagi filtratsiya oqimini inersiya kuchlari, ishqalanish kuchlariga nisbatan kamroq bo'lishi kerak. Filtratsiya oblasti natura va modelda geometrik o'xshash bo'lishi kerak. Boshlang'ich, hamda keyingi vaqtlardagi chegara shartlari natura va modelda bir xil bo'lishi kerak (vaqt masshtabini hisobga olganda).

Grunt qatlamlarini shakli natura va modelda geometrik o'xshash bo'lishi kerak. Grunt qatlamlarini filtratsiya koeffitsienti natura va modelda α_k ga teng bo'lgan uzaro o'zgaras nisbatda bo'lishi kerak. Chiziqli

masshtab α , va filtratsiya koeffitsienti masshtabi modelni tayyorlash va tajribani o'tkazish shartiga ko'ra belgilanadi, vaqt masshtabi esa (6.8) ifodadan aniqlanadi.

Yuqorida keltirilgan formulalar yordamida miqdorlarni mos ravishda masshtab koeffitsientlariga ko'paytirib modeldan naturaga o'tiladi.

Naturadagi filtratsiya sarfi modelni filtratsiya sarfi orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$Q_H = \alpha_k \cdot \alpha_t^2 \cdot Q_M \quad (6.9)$$

Grunтли novda filtratsiyani tekshirishni boshlashdan avval tajribani bajarish loyihasini tuzish kerak. Ushbu loyihaga modelni masshtabini tanlash, gruntini tanlash, qurilmani sarfini aniqlash, modelni konstruksiyasini yaratish, tadqiqotni hajmini va uni bajarish tartibini belgilash kiradi. So'ngra modelni qurishga kirishiladi. Gruntli novni ishchi qismiga qavatma-qavat to'kib bir tekisda zichlanadi.

Modeldagi filtratsiya sarfi novdan chiqayotgan suvni hajmini o'lchash orqali aniqlanadi. Idishni suvga to'lish vaqti sekundomer yordamida o'lchanadi.

Depressiya egri chizig'i holati suvga har xil rangli buyoqlar yuborib uni ta'sviri orqali nov oynagiga chizib olinadi.

Filtratsiya oqimi nuqtalaridagi bosim pezometrlar yordamida o'lchanadi.

Noturg'un filtratsiyani tadqiq qilishda depressiya egri chizig'i holatini o'zgarishini belgilash uchun suratga olinadi yoki kinoga olishdan foydalaniladi.

6.3 Filtratsiyani tirqishli nov yordamida tekshirish

Suyuqliklarni tirqishli nov orqali harakat nazariyasini V.Aravin ishlab chiqqan. U birinchi marta o'zgaruvchan tirqishli nov konstruksiyasini taklif qildi, bu esa tirqishli novda echiladigan masalalar doirasini ancha kengaytirdi.

Tirqishli nov yordamida noturg'un filtratsiya masalalarini yechish mumkinligi isbotlandi.

Keyingi paytlarda M.Moshkova tirqishli novda noturg'un filtratsiya masalalarini tadqiq qilish usulini yanada takomillashtirdi.

U tirqishli novdan ko'p qavatli gruntlardagi noturg'un filtratsiya masalalarini echishda qo'llash mumkinligini isbotladi.

Bizga ma'lumki ikkita vertikal parallel plastinkalar orasidagi suyuqlikni laminar harakatida o'rtacha tezlik quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$V = -\frac{g \cdot a^2}{3\nu} \cdot \frac{dh}{ds} \quad (6.10)$$

bunda a - plastinkalar orasidagi tirqish kengligini yarmi;

ν - suyuqlikni kinematik yopishqoqlik koeffitsienti;

h - oqim kesimidagi gidrodinamik bosim;

s - koordinata.

Ushbu formulani ikkita plastinka orasidagi cheksiz yupqa suyuqlik oqimiga qo'llaymiz (6.2-rasm). Bunda o'rtacha tezlik bosim gradientiga proporsional deb hisoblab quyidagiga ega bo'lamiz:

$$V = -n \frac{dh}{ds} \quad (6.11.)$$

bunda

$$n = \frac{ga^2}{3\nu} \quad (6.12.)$$

Ushbu (6.12.) miqdor tezlik o'lchamiga ega bo'lib, filtratsiya koeffitsientini analog hisoblanadi.



6.2-rasm. Ikkita parallel plastinka orasidagi kichik tirqishda suyuqlik xarakati

Agarda biz filtratsiya yuz berayotgan inshoot modeli o'rniga shakli filtratsiya oblastiga o'xshash bo'lgan ikkita plastinka olsak, unda biz filtratsiya oblastini tirqishli modeliga ega bo'lamiz va bunda kichkina tirqish naturadagi grunt vazifasini bajaradi. Tirqishli modelni chegara shartlari huddi gruntli modelniki kabi amalga oshiriladi. Suv o'tkazmaydigan qism chegarasida tirqish suyuqlik o'tmaydigan to'siq bilan to'siladi. Bosim o'zgarmas bo'lgan chegaralarida yupqa tirqish ochiq suv manbai vazifasini o'taydigan kengroq tirqish bilan almashtiriladi.

Depressiya egri chizig'i va suvni qiyalikka sizib chiqish yuzasi tirqishli modelda tajriba paytida o'z o'zidan paydo bo'ladi. Quyidagi 6.3-rasmda gruntli to'g'onli tirqishli nov keltirilgan. Suyuqlik oqadigan tirqish bir tomondan oyna bilan, ikkinchi tomondan esa parafinli silliq yuza bilan chegaralangan. Grunt suv o'tkazmaydigan hisoblanadigan zonada parafin oynakka tegib turadi. Gruntli to'g'on qismida oyna bilan parafin material orasida torroq tirqish (kengligi 0,5-2 mm) mavjud. Modelni yuqori va pastki befga to'g'ri keladigan qismida esa tirqishni kengligi ancha kattaroq qilib olinadi va u 5-10 mm ni tashkil qiladi.

Tirqishli novdagi filtratsiya oqimini natura va modeldagi o'xshashlik shartlari quyidagilardan iborat. Eng avval filtratsiya oblastini hamma joyida tirqishli modeldagi suyuqlik harakati laminar bo'lishi kerak. Buning uchun Reynold sonini miqdori uni kritik miqdoridan kichik bo'lishi kerak.

$$R_e = \frac{V_a}{\nu} < R_{ekp} \quad (6.13.)$$

Tirqishli model oblasti, naturadagi filtratsiya oqimi bilan geometrik o'xshash bo'lishi kerak.

Grunt qatlamini naturadagi va modeldagi shakli geometrik o'xshash bo'lishi kerak.

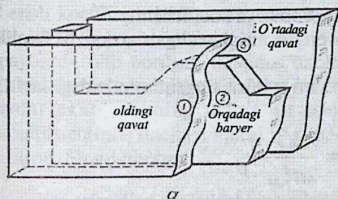
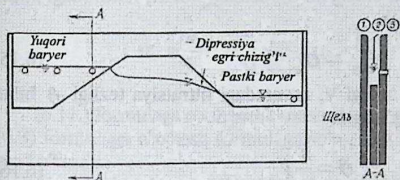
Naturadagi har xil gruntli ikki qatlamni filtratsiya koeffitsientlari nisbati, tirqish kengliklari kubini nisbatiga teng bo'lishi kerak.

$$\frac{k_1}{k_2} = \left(\frac{a_1}{a_2} \right)^3 \quad (6.14)$$

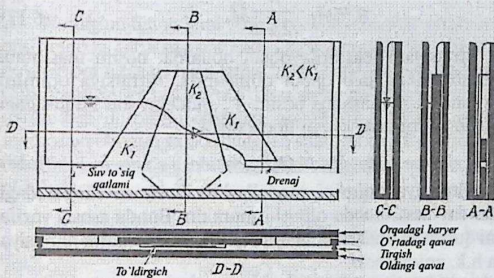
bunda k_1 va k_2 - naturadagi ikkita qatlam gruntlarini filtratsiya koeffitsienti;

a_1 va a_2 - modeldagi yuqoridagi qatlamlarga to'g'ri keladigan, tirqishlarni yarim kengligi.

a)



b)



6.3-rasm. Tirqishli nov sxemasi. a) bir jinsli to'g'on; b) yadroli to'g'on.

Bosimsiz filtratsiyani tekshirish natijalarini tirqishli modeldan naturaga ko'chirishni quyidagi ifodalar orqali bajariladi.

Filtratsiya harakati chizig'ini modeldagi holati, naturadagi xuddi shunday chiziqqa o'xshash

$$\ell_n = \alpha_e \cdot \ell_M \quad (6.15)$$

Modeldagi oqim tezligi V , naturadagi filtratsiya tezligi ϑ bilan quyidagi ifoda orqali bog'langan

$$\vartheta = \frac{k}{n} V \quad (6.16)$$

bunda k - gruntni naturadagi filtratsiya koeffitsienti,
 n - tirqishni (6.12) ifoda orqali aniqlanadigan o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Naturadagi solishtirma suv sarfi q bilan tirqishli modeldagi sarf Q orasida quyidagi nisbat mavjud

$$\frac{q}{Q} = \frac{\ell_H \cdot \vartheta}{2a\ell_M \cdot V},$$

bunda (6.15) va (6.16) larga ko'ra quyidagiga ega bo'lamiz

$$q = \alpha_e \cdot \frac{k}{2an} Q \quad (6.17)$$

Bosimsiz filtratsiyani tekshirilayotgan hollarda, bosim masshtabi chiziqli masshtabga teng deb qabul qilinganda, filtratsiya oqimini naturadagi har qanday nuqtasidagi bosim h_H modelni shu nuqtasidagi bosim bilan quyidagi formula orqali ifodalanadi

$$h_H = \alpha_e h_M \quad (6.18)$$

Bosimli filtratsiya oqimini modellashda bosimni chegaradagi miqdori har qanday masshtabda olinishi mumkin. Bunda asosiy vazifa filtratsiya to'rini qurish va undan filtratsiya oqimini miqdorlarini filtratsiya tezligi, sarfi va h.k. aniqlashdir.

Tirqishli modelda noturg'un tekis bosimsiz filtratsiyani modellash masalasiga to'xtalib o'tamiz. Naturadagi filtratsiya oqimi inersiya kuchlarini kichikligi to'g'risidagi farazni hisobga olib, oldingi bo'limdagi o'xshashlik masshtabi tushunchalaridan foydalanib masshtab uchun quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_e &= \frac{l_H}{l_M}; \alpha_\vartheta = \frac{\vartheta}{V}; \alpha_k = \frac{k}{n} \\ \alpha_h &= \frac{h_H}{h_M}; \alpha_\varepsilon = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_M}; \alpha_t = \frac{t_H}{t_M} \end{aligned} \right\} \quad (6.19.)$$

(6.11.) formulaga o'xshashlik masshtabini qo'yib xuddi 6.2 bo'limdagi (6.3) formulaga o'xshash formulaga so'ngra (6.4), (6.6), (6.7) va (6.11) ega bo'lamiz.

Tirqishli novda noturg'un filtratsiya masalalarini echishda, tirqishni berish koeffitsienti birga teng deb qabul qilinardi, ya'ni $\varepsilon_M=1$, ya'ni tirqish to'liq yopishqoq suyuqlik bilan to'ladi deb faraz qilinardi. Keyingi paytlarda olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, suyuqlik tirqishdan harakat qilganda suyuq zarrachalari tirqish devoriga yopishib qolar ekan, shuning uchun tirqishni suyuqlik (gliuerin) berish koeffitsientini o'rtacha miqdori $\varepsilon_M=0,9$ ga teng deb qabul qilish tavsiya etilgan. Shuni hisobga olib

$$\alpha_t = \alpha_e \frac{\varepsilon_H}{\alpha_k} = \alpha_e \frac{n \varepsilon_H}{k 0,9} = 1,1 \alpha_e \frac{n \varepsilon_H}{k} \quad (6.20)$$

Noturg'un filtratsiyani tirqishli novda modellashda yana shuni e'tiborga olish kerakki, filtratsiya naturada Darsi qonuniga bo'ysinishi kerak, tirqishli novdagi oqim esa na faqat laminarlikni balki inersiya kuchlarini kichikligini ta'minlaydigan kichik Reynolds sonlariga ega bo'lish kerak. Tirqishli model, naturadagi filtratsiya oblastiga geometrik o'xshash, oqimni natura va modeldagi chegara va boshlang'ich shartlari bir xil bo'lishi kerak. Tajribani o'tkazish jarayonida ushbu shartlarni o'zgarishini vaqt masshtabini hisobga olib bajaramiz.

6.4. Filtratsiyani inshootni haqiqiy holatida kuzatish

Gidrotexnika inshootlarida filtratsiyani kuzatish ishlari vazifasiga quyidagilar kiradi:

To'g'ondagi, uni qirg'oq bilan to'tashgan qismidagi filtratsiya oqimini xarakterini nazorat qilish;

To'g'on tanasi va uni zaminidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalarni samarali ishlashini baholash;

Suv omboridan va sanoat chiqindixonalaridan sizib o'tayotgan oqavalarni yer osti suvlari va atrof-muhitni sanitar holatiga ta'sir darajasini o'rganish.

Filtratsiya kuzatuvlarini bajarishda quyidagilar aniqlanadi.

a) gruntli to'g'on va dambalar zamini tanasidagi depressiya egri chizig'i holatini;

b) to'g'on tanasidan va zaminidan sizib o'tayotgan filtratsiya suvlari sarfini va loyqaligini;

v) filtratsiya oqimi yo'nalishini va tezligini.

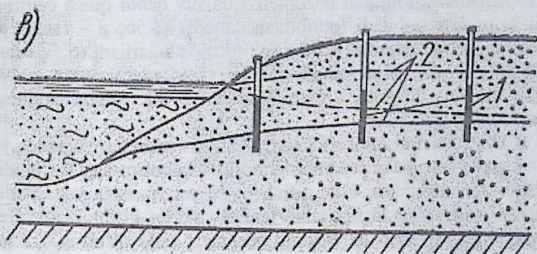
Olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, gruntli to'g'on zamini va tanasidagi filtratsiya, ko'pincha inshootni ishlashiga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Gidrotexnika qurilishidagi ko'plab mashhur halokatlar filtratsiyani noqulay ta'siri natijasida yuz bergan, shuning uchun uni o'rganishga doimo katta ahamiyat berish kerak.

Filtratsiyani haqiqiy holda kuzatishni pezometrlar yordamida amalga oshiriladi. Pezometrlarni to'g'onlarga va qirg'oq zonalarini xarakterli joylariga o'rnatiladi (6.4-rasm).

Bosimli inshootni tanasi va zaminidagi yuz beradigan to'plangan filtratsiya yo'lini o'rganishga alohida ahamiyat berish kerak bo'ladi. Uni paydo bo'lishi filtratsiyalanadigan qatlamda katta suv o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan kuchsiz joylar mavjud ekanligidan darak beradi. Bunday joylardagi filtratsiya, ayniqsa ushbu gruntli kritik miqdoridan yuqori bo'lgan katta bosim gradientlari mavjud bo'lganda suffoziya yuz berishi va filtratsiya yo'li hosil bo'lishi nuqtai nazaridan katta xavf tug'diradi. Bunday xavf filtratsiya suvlarini inshoot pastki qiyaligiga chiqish joyida yuz berishi mumkin. Bu joylarda muntazam ravishda suv sarfini o'lchab va filtratsiya oqimi tomonidan yuvilib chiqayotgan gruntlar miqdorini va granulometrik tarkibini aniqlab borish kerak. Suffoziya jarayonlari rivojlanib ketsa, uni bartaraf etish uchun har xil kerakli injenerlik tadbirlari qo'llaniladi, shu jumladan teskari filtr vazifasini bajaruvchi qiya drenaj.

Pezometrdagi suv sathini o'lchash natijalari va drenaj sistemasini qarshi xil uchastkalaridagi filtratsiya sarfi miqdoriga qarab, filtratsiyaga qarshi va drenaj qurilmalarini samarali ishlashini baholash mumkin. Inshootni normal ishlashini ta'minlash uchun, teskari filtrni loyqa bosgan qismlarini o'z vaqtida aniqlash va uni tozalash to'g'risida chora-tadbirlar ko'rish muhim ahamiyatga ega.



**6.4-rasm. Pezometrlarni to'g'on tanasiga (a), zaminiga (b),
va qirg'oq yonbag'irliklariga (v) o'rnatish sxemasi.**

1-filtrlar; 2-depressiya egri chizig'i; 3-pezometrik bosim chizig'i

Chiqindixonadan filtratsiyalanayotgan zaharli sanoat oqavalari miqdorini va uni yer osti suvlari sanitar holatiga ta'sir qilish darajasini aniqlash uchun, muntazam ravishda pezometrlar tarmog'idan suv namunasi olinadi va uni kimyoviy tarkibi o'rganiladi.

Suvlarni kimyoviy tarkibini o'rganish hajmi chiqindixonadan filtratsiyalanayotgan oqavalar bilan birga, yer osti suvlariga kelib tushayotgan alohida kimyoviy elementlar izoliniasi (bir xil miqdorlar chizig'i) kartasini yoki kimyoviy elementlarni eng xarakterli majmuasini qurish uchun etarli ma'lumotlarga ega bo'lish nuqtai nazaridan aniqlanadi. Bunday kartalar chiqindixonaga joylashgan oblastdagi ifloslanish joylarini va ifloslanishni har xil yo'nalishlar bo'yicha tarqalish tezligini belgilash imkoniyatini beradi.

Vazifasiga ko'ra pezometrlarni har xil konstruksiyasi mavjud, lekin ular har doim uchta asosiy qismdan tashkil topadi: suv qabul qilish qismi filtri bilan, pezometrik quvur va ustki qismi.

Suv qabul qilish qismi maxsus teshilgan (perforatsiyalangan) metall yoki plastmassa quvuridan iborat.

Gruntli to'g'on va uni qirg'oq bilan tutashgan qismlarida depressiya egri chizig'ini holatini kuzatish uchun uzluksiz pezometrlar o'rnatiladi. (6.5a-rasm). Uni suv qabul qilish qismi uzunligi 3-4 m bo'lib har doim depressiya egri chizig'ini mumkin bo'lgan o'zgarish oralig'ida joylashadi. Suv qabul qilish joyi joylashgan nuqtadagi filtratsiya bosimini o'lchash

uchun mo'ljallangan nuqtali pezometrlarda suv qabul qilish qismi 20-30 sm uzunlikda teshiladi (perforatsiyalanadi) (6.5b, g - rasm) yoki tubi teshilgan listli temirdan stakan ko'rinishida bajariladi (6.5v - rasm)

Pezometr suv qabul qilish qismini ustki qismi bilan ulovchi pezometrlik quvur qismi uchun diametri 5-80 mm li ruxlangan quvurlardan foydalaniladi.

Pezometr ustki qismini o'lchanayotgan suv sathidan yuqorida yoki pastda joylashishiga ko'ra pezometrlar bosimli va bosimsizga bo'linadi.

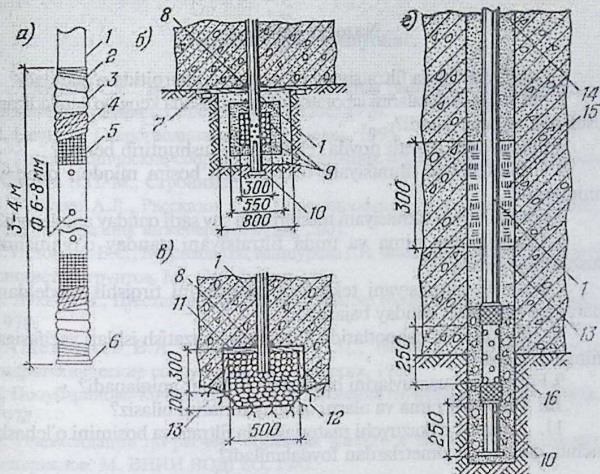
Bosimsiz pezometrni ustki qismi (og'zi) yer yuzasiga joylashadi va undagi suv sathi xlopushkali o'lchov lentasi yoki lot-hushtak yoki elektr o'lchagich bilan o'lchanadi. Bosimli pezometr ustki qismi esa nazorat galereyalariga, poternaga, shtolnyaga joylashtiriladi va bosimni o'lchash uchun monometrlar bilan jihozlanadi.

Kam o'tkazuvchi materiallarda (beton) filtratsiya bosimini o'lchash uchun pezodinamometrdan foydalaniladi (6.6-rasm). Ushbu simli asbob korpusdan va g'ovak yoki teshilgan qopqoqdan tashkil topgan. Qopqoq o'ziga atrofdagi material bosimini qabul qiladi, lekin suvni o'tkazib yuboradi, shu bilan suv bosimini membranaga uzatilishini ta'minlaydi. Membranani egilishi o'z navbatida simni tortilishini o'zgarishiga olib keladi. Tebranish chastotasini o'zgarishiga qarab pezometrik bosimni aniqlanadi.

Filtratsiya sarfi drenaj nazorat qudug'ida, drenaj quvurida va hajmiy yoki gidrometrik usulda, suv o'lchagich yoki o'lchovchi oqavalar yordamida o'lchanadi.

Ma'lum vaqt oralig'ida filtratsiya suvlaridan, uni kimyoviy tarkibi va loyqaligini hamda haroratini aniqlash uchun namunalar olinadi. Kimyoviy analiz natijalariga ko'ra betonda asfaltbetonda, metal qurilmalarda korroziya (emirilish) jarayoni holatini to'g'on tanasi va zaminidagi grunt tarkibidagi eruvchi tuzlarni yuvilib chiqishiga baho berish mumkin. Filtratsiya suvlarini loyqaligini oshishi filtratsiya deformatsiyalarini (suffoziya, yuvilish va h.k.) rivojlanayotganini bildiradi. Haroratni o'lchash inshootdan foydalanish davrida gruntlarni suv o'tkazuvchanligini o'zgarishini baholash imkoniyatini beradi.

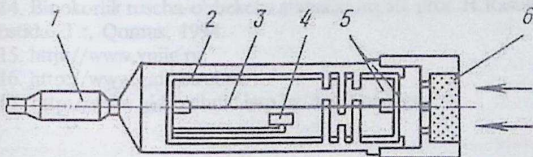
Filtratsiya oqimini yo'nalishi va tezligi tuzli suv, har hil ranglar yuborish yo'li bilan pezometrlarda uni paydo bo'lishiga qarab aniqlanadi.



6.5-rasm. Pezometr suv qabul qilish qismi konstruksiyasi

a-uzluksiz pezometr, gruntli to'g'onlarga o'rnatiladi; b-nuqtali pezometr, gilli gruntlarga o'rnatiladi; v-qoya jinsli zaminlarga o'rnatiladigan nuqtali pezometr; g-chuqurga tushiriladigan nuqtali pezometr.

1-pezometr quvuri; 2-temir sim bilan o'rash; 3-qanor materiali; 4-mo'yna chiqindisi; 5-latun to'r; 6-pastki qopqoq; 7-yog'och shit yoki beton plita; 8-tirqishlarni berkitish; 9-filtr qatlami; 10-tindirgich; 11-yog'och yoki metall quti; 12-shag'al filtr; 13-qum; 14-sement qorishma; 15-gilli tiqin; 16-filtr.



6.6-rasm. Simli pezodinamometr.

1-kabel; 2-korpus; 3-sim (struna); 4-elektromagnit; 5-membrana; 6-g'ovak qopqoq.

Nazorat savollari

1. Qanday hollarda filtratsiyani laboratoriya sharoitida o'rganiladi?
2. Filtratsiya masalalarini laboratoriyada yechishda keng qo'llaniladigan usullarga nimalar kiradi?
3. Filtratsiyani gruntli novda tekshirishni tushuntirib bering?
4. Gruntli novda filtratsiyani tekshirishda bosim miqdori qanday aniqlanadi?
5. Gruntli novda filtratsiyani tekshirishda suv sarfi qanday aniqlanadi?
6. Tirqishli nov nima va unda filtratsiyani qanday o'rganishni tushuntirib bering?
7. Bosimsiz filtratsiyani tekshirish natijalarini tirqishli modeldan naturaga ko'chirish qanday bajariladi?
8. Hidrotexnika inshootlarida filtratsiyani kuzatish ishlari vazifasiga nimalar kiradi?
9. Filtratsiya kuzatuvlarini bajarishda nimalar aniqlanadi?
10. Pezometr nima va ularni qanday turlarini bilasiz?
11. Kam suv o'tkazuvchi materiallarda filtratsiya bosimini o'lchash uchun qanday pezometrlardan foydalaniladi?

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Васильев С.В., Веригин Н.Н. и др. Методы фильтрационных расчетов гидромелиоративных систем. М.: Колос, 1970.
2. Гавич П. Гидрогеодинамика. М.: Недра, 1995.
3. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. Под ред. Недрига В.П. М., Стройиздат, 1983.
4. Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н. Проектирование грунтовых плотин. М.: Изд. Ассоциация инженерных вузов, 2001.
5. Истомина В.С., Буренкова В., Мишурова Г.В. Фильтрационная прочность глинистых грунтов. М., Стройиздат, 1985.
6. Лукнер М., Шестаков В.М. Моделирование геофильтрации. М.: Наука, 1978.
7. Мелентьев В.А., Копашников Н.П., Волнин С.В. Намывные гидротехнические сооружения. М.: Энергия, 1983.
8. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. М.: Наука, 1977.
9. Рекомендации по расчету обратных фильтров плотин из грунтовых материалов. М. ВНИИ ВОДГЕО, 1982.
10. Руководство по расчетам фильтрационной прочности плотин из грунтовых материалов II-55-76. ВНИИГ. Л., 1976.
11. Рассказов Л.Н., Орехов В.Г., Правдивец Ю.П. и др. Гидротехнические сооружения. 2 ч., М.: Стройиздат, 1996.
12. Шестаков В.М. Динамика подземных вод. М.: МГУ, 1996.
13. QMQ 2.06.05-98 Tuproq materialdan qurilgan to'g'onlar. T.: Uzdarxitekturaqurilish qo'mitasi, 1998.
14. Binokorlik ruscha-o'zbekcha atamalar lug'ati. prof. H.Rasulov tahriri ostida. T.: Qomus, 1994.
15. <http://www.vniig.ru>.
16. <http://www.gidrostoi.ru>.
17. <http://www.gidrotehnic.iatp.by/download/gst/>.

Predmet ko'rsatkichlari

- Avariya 5
 Aylanma oqim 95
 Aylanma filtrasiya 95
 —bosimsiz 97
 —oqimi 95
 Aylanma silindrik yuza bo'ylab siljish usuli 37
- Bak bosimi 124
 Beton inshoot 95
 Bosim 5
 -gidrodinamik 7
 -gradienti 27,62,63,77,82
 -pezometrik 55
 -g'ovakdagi 32,33
 Botqoqlik 95
 Bussinesk tenglamasi 8
 Bief 7
 -yuqori 7,9,15,84
 -pastki 9,10,84
- Geometrik o'xshashlik 126
 Gidrodinamik kuch 29
 Gidrointegrator 122
 Gidrotexnika inshootlari 5,78,95
 Gidrotexnika qurilishi 32
 Gidroelektrostansiya(GES) 26
 Gilli gruntni uzilishdagi
- Gilli zarrachalar 69,81,91
 Gradient 29,72,82
 Grunt 5
 -bog'langan 68,72,81
 -bog'lanmagan 60,71,75
 -gilli 68,71,81,83
 -gilli qumli 41
 -yirik bo'lakli 35
 -donali 61
- zarrali 29,61
 -kam suv o'tkazuvchan 7
 -lyossimon 112
- Grunt gilli 45
 -qum-shag'al 22,61,71
 -agregatlari 61,73
 -gumbaz xosil qiluvchi 81,82
 -zarrachalari 62,71,73
 -diametri 63
 -zichligi 67
 -zarrachalarni notekkis joylashish
 koeffitsenti 67
 -ichki ishqalanish burchagi 29
 -namligi 74
 -skeleti 64
 -suvlari 95
 -satxi 95
 -to'ldirgichi 64
 -g'ovakligi 67,76
 -g'ovaklarini maksimal diametri 62
 Gruntlarni ajralishi 61
 Gruntlarni boshlang'ich namligi 45
 -granulometrik tarkibi 60,61,88
 -donadorlik tarkibi 62,70,76,84
 -ko'p jinslilik koeffitsenti 62,70,89
 -molekulyar namlik sig'imi 117
 -oquvchanlik chegarasidagi namligi 71,74
 -suv beruvchanlik koeffitsenti 8,22
 -suv shimuvchanlik koeffitsenti 91
 -suffoziyalanmaslik mezoni 62
 -tutashgan joyda yuvilishi 6,61,72,73
 -o'pirilishi 6,60,72
 tutashuvchanligi 69,70
 -faol g'ovakligi 45
 -filtratsiyaga qarshi mustaxkamligi 6,60,72
 -eng qulay namligi 91
 -yumshoqlik soni 68,91
 -yumshoqligini yuqori chegarasi 91
 -quyi chegarasi 91
 -g'ovaklik koeffitsenti 91
 Gruntli quduq 124
 Gumbaz xosil qiluvchi zarrachalar
 68,76,87,90
- Damba 35
 Daryo o'zani 103

-mayda zarrali 34
 -sochiluvchan 64,80
 -suvga to'yingan 36
 -suffoziyalanmaydigan 62,63,76,77
 -suffoziyalanuvchi 62,63,77
 Grunt tabiiy namlikdagi 36
 -cho'kuvchan 112
 Drenaj 76
 -vertikal 29
 -gorizontal 29
 -tugallangan 33
 -tugallanmagan 33
 -prizma 9,10
 -qatlamli 25
 -qiya 29
 -quduqlari 41
 -qurilmalari 62
 Drenajlash 29
 Drenajlovchi yuk 41
 Dyupuyi parabolasi 9,15
 -tenglamasi 16

 Yer osti suvlari 112,113

 Yon bag'irlik 95
 Yon prizma 34

 Jilg'a 42

 Zamin 5
 -suv o'tkazmaydigan 20,45
 -suv o'tkazuvchi 21
 Zaxira ko'effitsenti 67,68
 Zilzila 32
 Zichlik 91

 Igna filtr 41
 Inertsia kuchlari 132
 Infiltratsiya 44
 Inshoot 100
 -modeli 6,122,129
 -sinfi 68,81
 Inshootni tutashtiruvchi qurilma 95,96
 Ishqalanish kuchi 36

 Yirik bo'lakli tosh 35

Daryo qirg'og'i (poymasi) 103,110
 Darzlar 67,84,85,86
 Darsi qonuni 44,132
 Depressiya egri chizig'i 7,11,16,18
 Deformatsiya 41
 Diafragma 98,100,101,104
 Drena 120
 Kolmatatsiya 6,76
 Konsolidatsiya 32
 Konstruktiv elementlar 62
 Kritik bosim gradiyenti 62
 -tezlik 63,72
 Kuchlar sxemasi 38
 -epyurasi 62,72
 Ko'chki 112

Laboratoriya 122
 Laminar harakat 123,128
 Linearizatsiya usuli 9
 Loyli qum 73
 Loyqa 42
 Lot-xushtak 135

Masshtab ko'effitsientlari 126
 Membrana 135
 Model 126
 Manometr 135
 Muallaq tutib turuvchi kuchlar 36
 Mustahkamlik xarakteristikalar 36

Nazorat galareyasi 135
 -o'lchash asboblari 6
 -qudug'i 135
 Natura 126
 Nov 122
 -gruntli 122
 -tirqishli 122
 Normal kuchlar 37
 -dimlangan suv sathi 95
 -otmetkasi 8
 Noturg'un filtratsiyani umumiy masalalari 7

 Oqim chuqurligi 48
 Og'irlik kuchi 27,72
 Og'ish burchagi 37

- Kanal 6
- ekranli 117,118
- suv olib ketuvchi 103
- qoplamasi 112
- Kapilyar bosim 45
- ko'tarilish balandligi 45,117
- Kar'er 76
- Keltirilgan bosim 45
- sarf 106
- Kema yuruvchi shlyuz 95
- Kinematik o'xshashlik 126
- Kimyoviy analiz 135
- rayonlar 34
- Selxona 35
- Siljish yuzasi 36
- Siljituvchi kuchlar 37
- Sirg'fnib tushadigan grunt parchasini qotib qolgan modeli 37
- Solishtirma filtratsiya sarfi 56,109
- energiya 73
- Statik hisoblar 95
- Suv 5
- zichligi 37
- insootlari 5
- bo'g'ini 7
- ombori 9,95,100
- oqizma 105,110
- beton to'g'on 103,105
- sarfi 11
- sathi 7,15
- to'siq 8,95
- qatlam 100
- chuqurligi 95,117
- o'tkazuvchanlik 76
- Surilish yuzasi 36
- Stiffoziya 6
- mexanik 60,76
- kimyoviy 60
- Tabiiy grunt suvlari 95,100,112
- o'zan 114
- Tayanch prizma 29,33
- Tebranish chastotasi 135
- Tezlik 7
- gorizontal 7
- Plastinka 123,128
- Ponur 61
- Potentsial funktsiyasi 29
- Puxtalik koeffitsienti 77
- Pezodinamometr 135
- Pezometr 125,133,134,135,136
- Reynolds soni 129,132
- Risberma 60,105
- Sanoat chiqindixonalari 133
- Sath o'tkazish koeffitsienti 9
- Seysmik mustaxkamlik 34
- past bosimli 5,7
- sinfi 68
- tanasi 5,7
- tosh gruntli 35
- yuvma 41
- yuqori qiyaligi 6
- yadroli 9,20
- qavatli drenajli 48,49
- Ustun 104
- Ushlab qoluvchi kuchlar 37
- Filtr gruntlarini yo'l qo'yilgan g'ovakligi 80
- Filtr teskari 6,76,77,78,81
- g'ovaklari 35,73
- Filtratsiya 5
- aylanma 95,103
- bosimli 97
- bosimsiz 97,123
- deformatsiyalari 6
- koeffitsienti 77,89,122
- kuchi 36
- masalalari 5
- noturg'un 6,7
- oblasti 103
- oqimi 5,68
- harakat to'g'ri 7,27,131
- oqimni qiyalikka sizib chiqish balandligi 11
- sarfi 48
- suvlari 10
- turg'un 124
- fazoviy masalalari 123

- Teng potentsiallar chizig'i 45
- Terrasa 95
- Tindirgich 136
- hovuz 41,43
- Tirgak bosim 112
- devor 97
- Tirqishli model 129,132
- Tirqishni suyuqlik berish koeffitsenti 132
- Tomchisimon oqim 113
- Turbina 26
- Turg'unlikni zahira koeffitsenti 37
- Tutashiruvchi devor 103
- To'g'on 5,7
- bir jinsli 9,14,21
- gruntli 6,7
- diafragmali 20
- drenaj prizmalı 9,14
- mustahkamligi 6
- Ekran 84
- gilli 24,61
- Elektrointegrator 122
- Elementar bo'linma 37
- Eruvchi tuzlar 60
- pastki 15
- Yuvilayotgan karta 42
- Yuvilish oralig'i 42
- Yuk 41
- Yukli qatlam 35
- Yuqori prizma 31
- Yadro 32,84
- Yarus 33,34
- O'pirilish 61
- mahalliy 27,28
- prizmasi 36
- O'tish zonasi 61,76
- O'xshashlik masshtabi 125,126
- mezoni 122
- qirg'oqdagi 95
- hisoblari 5
- Filtratsiyaga qarshi to'siq 35
- qarshi qurilmalar 7,68
- Filtratsiyalanuvchi qatlam 68,91
- Fragment 47
- Fragmentlar usuli 103
- Changsimon zarrachalar 91
- Chegara shartlari 129
- muvozanat holati 29
- Chiziqli masshtab 126,127,131
- Chiqish gradienti 29,67 -beton 61
- Shag'al prizma 35
- Shag'alli zarrachalar 91
- Sheben 72,81
- EGDA usuli 87,122
- Qarsildoq 135
- Qatlamlararo koeffitsent 77
- Qirg'oq 101
- ustunlari 95,103
- Qiyalik miqdori 118
- turg'unligi 7,27
- yuqori 7,11,22
- qoplamasi 22
- Qiyalikni umumiy o'pirilishi 27
- himoya qoplamasi 30
- Qoplama 29,112
- Qopqoq 135
- Quvur 43
- Qum-shag'alli prizma 35
- Qumli to'shama 29
- qatlam 22
- Quruq grunt zichligi 67
- G'ovak material 7
- muhit 5

3742.-

X. FAYZIEV

**GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINING
FILTRATSIYA HISOBI**

2 - qism

O'quv qo'llanma

Nashr uchun mas'ul:

O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi

Adabiyot jamg'armasi direktori

Qurbonmurod Jumayev

Muharrir:

Faxriddin Hayitov

Musavvir va texnik muharrir:

Akbarali Mamasoliyev

Sherzod Irzoev

Musahhih:

Mahfuza Aminjonova

Terishga berildi 04.10.2005 y. Bosishga ruxsat

etildi 10.12.2005 y. Qog'oz formati 60x84 $\frac{1}{16}$.

Ofset bosma usulida bosildi. Nashr bosma

tobog'i 9,0. Nusxasi 500.

Buyurtma №118

O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi

Adabiyot jamg'armasi nashriyoti, 700000, Toshkent,

J-Neru ko'chasi, 1-uy.

«AVTO-NASHR» sho'ba korxonasi

bosmaxonasida chop qilindi.

7000187, Toshkent shahri.

