

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI

TOSHKENT ARXITEKTURA QURILISHI INSTITUTI

**«GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI, ZAMIN VA
POYDEVORLAR» KAFEDRASI**



GRUNTLAR MEXANIKASI

fanidan

LABORATORIYA ISHLARI

TOSHKENT-2022

UDK 624.131.

Mualliflar: A.U.Toshxo'jaev "Gruntlar mexanikasi" fanidan laboratoriya ishlarini o'tkazish uchun uslubiy qo'llanma

Uslubiy qo'llanma 5340200—"Bino va inshootlar qurilishi" 5312000—"Neftni-gazni qayta ishlash sanoati obyektlarini loyixalashtirish va qurish", 5340900 "Ko'chmas mulk ekspertizasi va uni boshqarish". 5340700—"Gidrotexnika qurilishi" ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan, mazkur qo'llanmada gruntlar mexanikasi fani o'quv rejasida ko'zda tutilgan tajriba ishlarini bajarish tartibi bayon etilgan. Qo'llanmada gruntlarning fizik-mexanik xossalari, mustahkamlik va deformatsiya ko'rsatkichlarini ЎзPCT-25100-98 va ҚМҚ 2.02.01-07 asoslarida aniqlash tavsiya etilgan.

Ushbu uslubiy qo'llanma Toshkent arxitektura-qurilish instituti Ilmiy-uslubiy kengashining 2021 yil -3 sonli majilis bayonnomasi qaroriga asosan uslubiy qo'llanma sifatida nashrga tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

I.I. Usmonxo'jaev, t.f.n. ("Qishloqqurilishloyiha")

X.Fayziev t.f.d., prof. "Gidrotexnika inshootlari, zamin va poydevorlar" (TAQI).

1-LABORATORIYA ISHI.

GRUNT ZARRACHALARINING ZICHLIGINI VA SOLISHTIRMA OG'IRLIGINI ANIQLASH

Grunt zarrachalarining zichligi (ρ_s) deganda uning tarkibidagi qattiq zarrachalar massasini shu zarrachalarning hajmiga nisbati tushiniladi.

$$\rho_s = \frac{m_s}{v_s} \quad t/m^3; g/sm^3 \quad (1.1)$$

bu yerda: m_s – qattiq zarrachalar massasi, g (gram), t (tonna).

v_s – qattiq zarrachalar hajmi, sm^3 , m^3 .

Grunt zarrachalarinig solishtirma og'irligi (γ_s) ularning zichligidan (ρ_s) og'irlik ko'rsatkichi bilan farqlanadi.

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g, \quad kN/m^3 \quad (1.2)$$

bu yerda: ρ_s – grunt zarrachalarinng zichligi, t/m^3 , g/sm^3 .

γ_s – grunt zarrachalarinng solishtirma og'irligi.

g – erkin tushish tezlanishi $9,81 m/s^2$.

Gruntning solishtirma og'irligi har bir namuna uchun 2 marta aniqlanib, o'rtacha arifmetik qiymati qabul qilinadi.

Asbob–uskunalar: sig'imi $100 sm^3$ bo'lgan shisha idish (piknometr), quritish javoni, chinni havoncha dastasi bilan, texnik tarozi va o'lchov toshlari, teshikchalari 2 mmli elak, termometr, elektr isitgich.



**Sig'imi $100 sm^3$ bo'lgan shisha idish
(piknometr)**



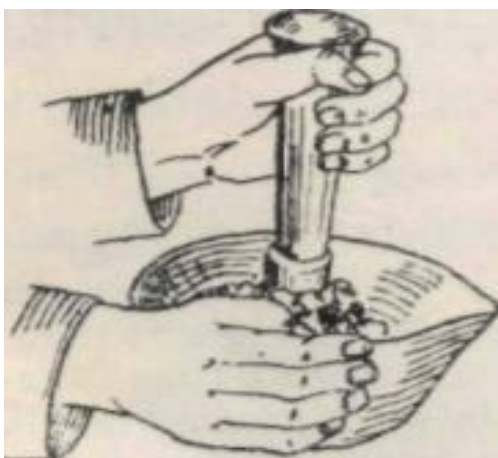
Quritish javoni



Elektron tarozi



Teshikchalari 2 mmli elak



Chinni havoncha



Elektr isitgich



Termometr

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Xona haroratida quritilgan grunt chinni havonchada maydalanadi.
2. Maydalangan grunt dan 100÷200 g vaznda namuna kvadrat usulida ajratib olinadi. Uni 2 mm li elakdan o'tqaziladi.
3. Grunt namunasi yaxshilab aralashtiriladi.
4. Bu aralashmadan massasi $m_0 - 15$ g namuna ajratib olinadi.
5. Piknometr o'lchov chizig'igacha distillangan suv bilan to'ldirilib tarozida tortiladi (m_1).
6. Piknometrda suvning harorati o'lchanadi – $t^{\circ}C$.
7. Piknometrda suvning 1/3 qismini to'kiladi.
8. $m_0 = 15$ g tortib qo'yilgan grunt namunasini piknometrda ehtiyotkorlik bilan solinadi.
9. Piknometrni elektr isitgichga qo'yib, suv va grunt aralashmasi qaynatiladi. Piknometrda suyuqlikning qattiq qaynab tashqariga sachrashiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Qaynash muddati: agar grunt qum yoki gilli qum bo'lsa - 30 daqiqa, gil, yoki qumli gil bo'lsa - 1 soat.

Ko'rsatilgan muddatda qaynatish tugallanib, xona haroratigacha sovigandan so'ng, piknometrning o'lchov chizig'igacha suv quyiladi va uni tortiladi – (m_2).

Aniqlangan barcha o'lchovlarni o'z vaqtida quyidagi jadvalga tushirib boriladi.

Grunt zarrachalari zichligini aniqlash jadvali ($t^{\circ}C$).

1 - jadval

Tartib raqami	Piknometr raqami	m_0	m_1	m_2	ρ_s	ρ_s o'rta
1						
2						
3						

Grunt zarrachalari zichligini hisoblash:

$$\rho_s = \frac{\rho_w \cdot m_0}{m_0 + m_1 - m_2} = \quad t/m^3; g/sm^3 \quad (1.1)$$

ρ_w - suvning zichligi, $\rho_s = 1 g/sm^3, t/m^3$.

Grunt zarrachalarining solishtirma og'irligi (1.2) ifoda yordamida aniqlanadi.

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g, \quad kN/m^3 \quad (1.2)$$

2 - LABORATORIYA ISHI.

GRUNTNING ZICHLIGINI VA SOLISHTIRMA OG'IRLIGINI ANIQLASH

Gruntning zichligi (ρ) deb grunt massasini uning hajmiga nisbati tushuniladi.

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad t/m^3; g/sm^3 \quad (2.1)$$

bu yerda: m - gruntning massasi, g;
 V - gruntning hajmi, sm^3 .

Gruntning solishtirma og'irligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\gamma = \rho \cdot g, \quad kN/m^3 \quad (2.2)$$

bu yerda: $g = 9,81$ – erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

Yuqoridagilardan ma'lum bo'ldiki, gruntning zichligini aniqlash uchun uning massasini va hajmini bilish kerak. Grunt hajmini aniqlashda uning xususiyatlariga bog'liq ravishda ikki usul yordamida aniqlash tavsiya etiladi:

1. Keskich halqa usuli;
2. Parafinlash usuli.

1. KESKICH HALQA USULI

Bu usul halqaga gruntни strukturasini buzmasdan joylashtirish mumkin bo'lgan gruntlarda qo'llaniladi.

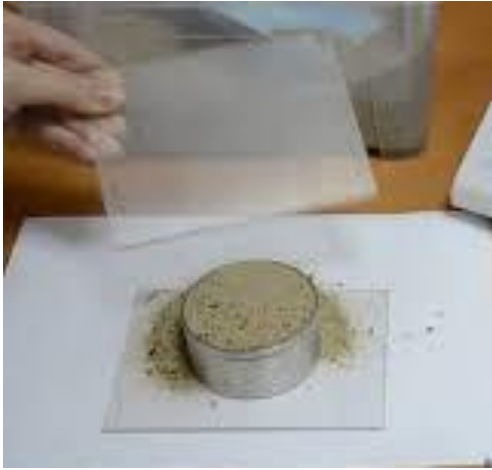
Asbob–uskunalar: ichki diametri 50 mm dan kam bo'lmagan metall keskich halqa va grunt olgich dastgohi, tarozi, ikki dona tekis oyna, pichoq va shtangensirkul



Ichki diametri 50 mm dan kam bo'lmagan metall keskich halqa va grunt olgich dastgohi



Shtangensirkul



Ikki dona tekis oyna



Pichoq va halqalar

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Kesgich halqaning massasi texnik tarozida aniqlanadi (m_1)
2. Po'lat chizg'ich yordamida halqaning ichki diametri – d va balandligi – h o'lchanadi va quyidagi ifoda yordamida uning ichki hajmi hisoblanadi.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h = \quad \quad \quad \text{sm}^3 \quad (2.3)$$

3. Ikki dona oyna bo'lagining umumiy massasi m_2 ni tarozida tortiladi.
4. Kesgich halqani laboratoriya uchun mo'ljallangan yaxlit grunt (monolit) ning tekislangan yuzasiga qo'yiladi. Chap qo'lda kesgich halqa dastagini tekis bosgan holda, o'ng qo'lda kesgich halqa atrofidagi gruntни pichoq bilan kesiladi. Natijada halqaning ichki bo'shlig'i strukturasi buzilmagan grunt bilan to'la boshlaydi.

Halqa bo'shlig'i strukturasi buzilmagan grunt bilan to'lgandan so'ng gruntning ostki qismi pichoq bilan kesib ajratib olinadi.

5. Halqaning ustki va ostki yuzalaridagi ortiqcha grunt pichoq bilan tekislanadi.
6. Halqaning ichidagi grunt to'kilib ketmasligi uchun, uning ostki va ustki tomoni oynachalar bilan yopilib, grunt va oynachalarning birgalikdagi massasi m tortiladi. Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(2-jadval).

2 - jadval

Grunt namunasining tartib raqami	Aniqlashlar raqami	V	m_1	m_2	m	ρ	$\rho_{o'rta}$

$m_2 - 1$ - oynaning massasi, g.

$m_2 - 2$ - oynaning massasi, g.

Grunt zichligini hisoblash ifodasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho = \frac{m - (m_1 + m_2)}{V} = \quad t/m^3; g/sm^3 \quad (2.1)$$

Gruntning solishtirma og'irligini quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\gamma = \rho \cdot g = \quad t/m^3; g/sm^3 \quad (2.2)$$

2. PARAFINLASH USULI

Bu usul halqaga gruntning strukturasi buzmasdan olish mumkin bo'lmagan hollarda hamda tez uqalanib ketadigan gruntlarda qo'llaniladi.

Asbob-uskunalar: pichoq, hajmi 100 sm³, o'lchov belgilari bo'lgan shisha idish, tarozi, zichligi aniq bo'lgan toza parafin (sham ashyosi).

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Pichoq yordamida yumaloq holga keltirilgan, hajmi 30 sm³ dan kam bo'lmagan, tabiiy holati buzilmagan grunt namunasi tarozida tortiladi (m_1)

2. Namunani ingichka ip bilan bog'lab olib, 57-60°s haroratda eritilgan parafinga 1-2 marta botirib olinadi va tortiladi (m_2)

3. Sirti parafin bilan qoplangan namuna idishdagi distillangan suvga tushirilgan holda tarozida tortiladi (m_3)

4. Suvga tushirilgan xolatda tarozida tortilgan namuna suvdan chiqarib olinadi va bosma qog'oz bilan artib quritiladi. (parafinning zichligi $\rho_m = 0,85 g/sm^3$, distillangan suvning zichligi $\rho_w = 1 g/sm^3$).

Grunt namunasining hajmi

$$V = \frac{m_2 - m_3}{\rho_w} - \frac{m_2 - m_1}{\rho_m} = \quad (sm^3)$$

Bunda $\frac{m_2 - m_3}{\rho_w}$ – parafinlangan namuna hajmi;
 $\frac{m_2 - m_1}{\rho_m}$ – parafin hajmi.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(3-jadval).

3 - jadval

Tartib raqami	Grunt namuna sining massasi, g., (m_1)	Parafin qoplangan grunt namunasining massasi, g., (m_2)	Suvga botirilgan parafinlangan namuna massasi, g., (m_3)	Gruntning zichligi, ρ , t/m ³ , g/sm ³	Gruntning solishtirma og'irligi, γ , kN/m ³	Gruntning o'rtacha solishtirma og'irligi $\gamma_{o'rta}$, kN/m ³

Gruntning zichligi:

$$\rho = \frac{m}{v} = \text{g/sm}^3, \text{ t/m}^3$$

Gruntning solishtirma og'irligi

$$\gamma = \rho \cdot g = \text{kN/m}^3$$

3 - LABORATORIYA ISHI. GRUNTNING TABIIY NAMLIGINI ANIQLASH

Gruntning namligi deyilganda, uning tarkibidagi suv massasi –(m_w) ni qattiq zarrachalar massasi (m) ga nisbatiga aytiladi.

$$W = \frac{g_w}{g_s} = \frac{m_w}{m_s} \quad (3.1)$$

bu yerda: g_w ; g_s – suv va grunt qattiq zarrachalari og'irligi (N, kN);

m_w ; m_s – suv va grunt zarrachalari massasi (g, t);

W – tabiiy namlik, birning bo'laklarida yoki foizda o'lchanadi.

Asbob–uskunalar: harorat o'lchagichli quritish javoni, alyuminiy qopqoqli idishchalar (byukslar), tarozi, havoning namligini yutuvchi modda (xlorli kalsiy) li idish (eksikator).

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Byuksning qopqoq'i bilan massasi tarozida tortiladi va m_0 bilan belgilanadi.

2. Laboratoriya uchun mo'ljallangan grunt ni byuks hajmining 60–70% (foiz)i to'lguncha joylanadi va byuksning qopqog'ini yopiladi.

3. Byuksning grunt bilan birgalikdagi massasi (m_1) aniqlanadi.
4. Byuksning qopqog'ini ochib quritish javoniga joylashtiriladi va $100-105^\circ$ haroratda 3-4 soat davomida og'irlik o'zgarmay qolguncha quritiladi.
5. Grunt massasi o'zgarmay qolguncha quritilgandan so'ng byuksning qopqog'ini quritish javoni ichidan chiqarmasdan yopiladi uni eksikatorga solib yopiq holda 30 – 40 daqiqa sovutiladi.
6. Grunt solingan byuks massasini sovugandan so'ng tarozida tortiladi (m_2). Gruntning to'liq quriganligiga ishonch hosil qilish uchun 4 va 5 bandlardagi ko'rsatmalarni, natijalar ($m'_2-m''_2$) ning farqi 0,02 g va undan kam bo'lguncha takrorlanadi. m_2 uchun o'lchovlarda aniqlangan eng kichik qiymat qabul qilinadi.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(4-jadval).

4 - jadval

Tartib raqami	Byuks raqami	$m_0, g.$	m_1, g	I	II	III	$m_2, g.$	W	$W_{o'rta}$
				m'_1	m''_2	m'''_3			

Grunt namligi (W) ni quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} = \quad (3.1)$$

ESLATMA: 1. Tarozidagi o'lchovlar 0,01g aniqlikda bajarilishi lozim.

2. Har bir grunt namunasidan kamida ikkita tajriba o'tkazish kerak. Gruntning namligi uchun bu aniqlashlarning o'rtacha qiymati $W_{o'rta}$ olinadi.

GRUNTLARNING HISOBLASH YO'LI BILAN ANIQLANADIGAN FIZIK KO'RSATKICHLARI

1, 2, 3 - Laboratoriya ishlari natijalari asosida tekshirilayotgan gruntlarning quyidagi fizik ko'rsatkichlarini aniqlash mumkin:

1. Gruntlarning guruh holatdagi zichligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \quad g/sm^3, t/m^3 \quad (3.2)$$

2. Gruntning guruq holatdagi solishtirma og'irligi:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + W} = \quad kN/m^3 \quad (3.3)$$

3. Gruntning g'ovaklik koeffitsiyenti (q'ovaklar hajmini qattiq zarrachalar hajmiga nisbati).

$$e = \frac{n}{m} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} = \quad (3.4)$$

Qumlarning zichlik darajasi ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$J_d = - \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} = \quad (3.5)$$

Bu yerda e – tabiiy holatdagi g’ovaklik koefitsenti;

$e_{\max}$ – zich joylashgan holatdagi g’ovaklik koefitsiyenti;

$e_{\min}$ – siyrak joylashgan holatdagi g’ovaklik koefitsiyenti.

ЎзPCT 25100-07 ga asosan g’ovaklik koefitsiyentining qiymatlariga qarab:

a) shag’alli, yirik va o’rtacha gruntning zichlik holati:

$e < 0,55$ – zich;

$0,55 < e < 0,7$ – o’rtacha zichlikdagi;

$e < 0,7$ – siyrak.

b) mayda qumlar:

$e < 0,55$ – zich;

$0,6 < e < 0,7$ – o’rtacha zichlikdagi;

$e > 0,75$ – siyrak.

v) changli qumlar:

$e > 0,6$ – zich;

$0,6 < e < 0,8$ – o’rtacha zichlikdagi;

$e > 0,8$ – siyrak holatdagilarga ajratiladi.

ЎзPCT 25100-07 asosan grunt _____ , _____ holatda

4. Gruntning namlik darajasi (g’ovaklar hajmining suv bilan to’lish darajasi)

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \quad (3.6)$$

ЎзPCT 25100-07 ga asosan namlik darajasiga qarab gruntlar quyidagi holatlarda bo’ladi:

$0 < S_r < 0,5$ – kam namlangan;

$0.5 < S_r < 0,8$ – nam;

$0.8 < S_r < 1$ – suvga to’yingan.

ЎзPCT 25100-07 ga asosan tekshirilayotgan grunt _____ holatda.

4 - LABORATORIYA ISHI.

GRUNTLARNING YUMSHOQ HOLATI CHEGARALARINI ANIQLASH

Gruntlarning yumshoqligi deb ularning uzluksizligini yo'qotmasdan (buzilmasdan, ajralmasdan, yorilmasdan) shaklini o'zgartirilishi va shu olgan yangi shaklini saqlab qolish xususiyatiga aytiladi.

Yumshoqlik gilli gruntlarning namlik hislatlarini belgilaydi. Gilli gruntlar g'ovaklaridagi suvning miqoriga qarab qattiq, yumshoq va oquvchan holatlarda bo'lishi mumkin.

Gruntning bir holatdan boshqa holatga o'tishini ko'rsatadigan ikkita chegaraviy namligi bo'ladi. Bu namliklarning birinchisi (W_p) grunt yumshoq holatining quyi chegarasi (yoyilish chegarasi), ya'ni yumshoq va qattiq holatlari o'rtasidagi chegarasi deyiladi. Ikkinchisi (W_L) – grunt yumshoq holatining yuqori chegarasi oquvchanlik chegarasi, yumshoq va oquvchan holatlari o'rtasidagi chegara deyiladi.

I. GRUNT YUMSHOQLIK HOLATINING YUQORI CHEGARASI- OQUVCHANLIK CHEGARASINI ANIQLASH (MUVOZANAT SAQLOVCHI KONUS USULI)

Asbob–uskunalar: umumiy og'irligi 76 gramm bo'lgan muvozanat saqlovchi konus, chinni idish, kurakcha, byukslar, tarozi, quritish javoni, 0,5 mm li elak, diametri 40 mm, balandligi esa 20 mm dan kichik bo'lmagan qolip, eksikator.

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Hajmi taxminan 50 sm^3 ga teng grunt namunasi kurakcha yordamida maydalanadi va elakdan o'tkaziladi. Elangan gruntni chinni idishda distillangan suvdan oz–ozdan qo'shib, qattiq xamir holiga kelguncha qoriladi.

2. Xamir holiga keltirilgan gruntni yopiq eksikatora 2 soatdan kam bo'lmagan muddatda tindiriladi.

3. Grunt xamiri kurakcha yordamida qolipga zichlab to'ldiriladi va yuzasi kurakcha bilan qolip qirrasiga sathida tekislanadi.

4. Tekislangan grunt hamirining yuzasiga muvozanat saqlovchi konus o'rnatiladi (1 - rasm)

5. Agar konus 5 soniyada, o'z og'irligi bilan belgigacha (10 mm) gruntga botsa, gruntning bu holatidagi namligi uning oquvchanlik chegarasidagi namligiga (W_L) mos bo'ladi. Agar gruntning namligi W_L ga mos bo'lmasa, ya'ni konus belgidan kam yoki ortiqcha botsa, u holda namlikni qiymatiga qarab, uni oshirish yoki kamaytirish maqsadida gruntga oz–ozdan suv yoki elangan namunadan qo'shib kurakcha yordamida qaytadan qorish kerak va 2 – 5 bandlarda keltirilgan

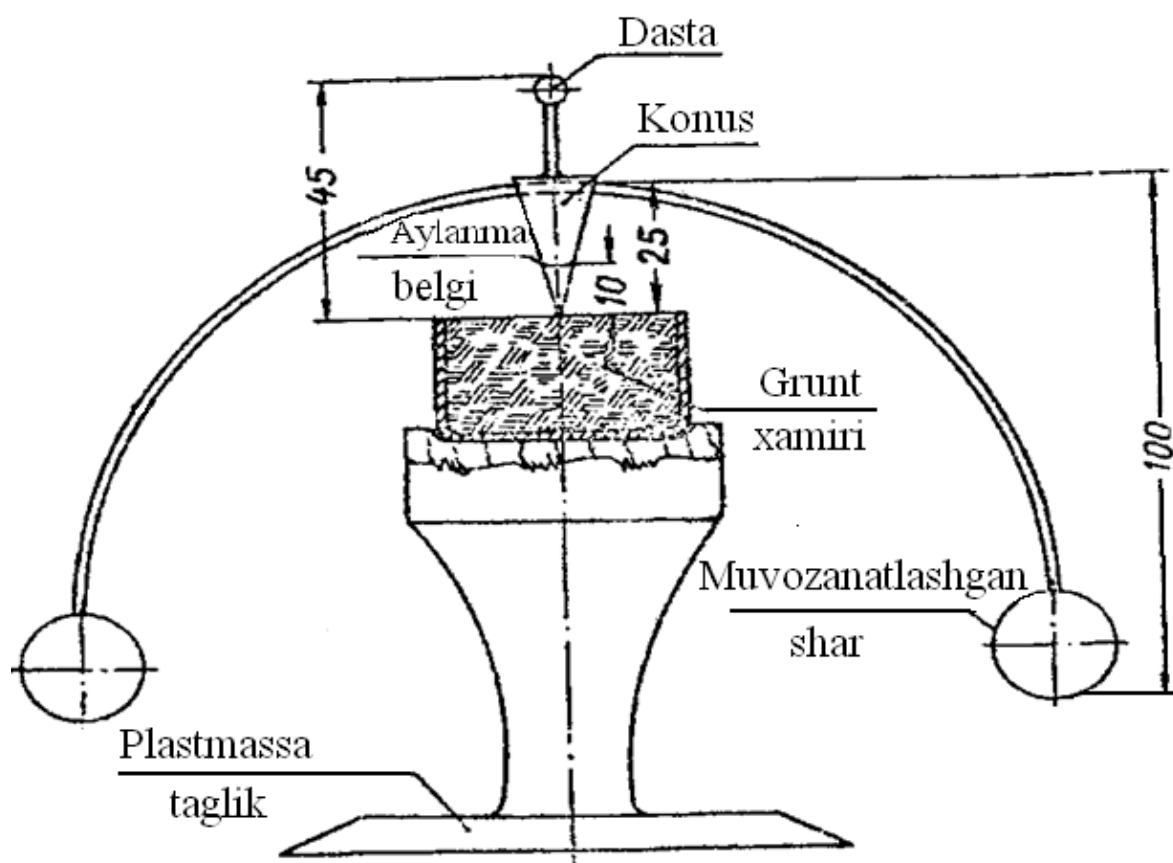
ishlarni to istalغان namlik olingunga qadar davom ettirish lozim.

6. Yuqori namlik chegarasiga mos keladigan grunt xamiri tayyorlangandan so'ng, undan namlikni aniqlash uchun byukslarga namuna olinadi. Namlikni aniqlash 3-laboratoriyada keltirilgan ko'rsatmalar bo'yicha bajariladi.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(5-jadval).

5 - jadval

Tartib raqami	Byuks raqami	m_o, g	m_1, g	I	II	III	m_2, g	W_L	W_L o'rta
				m'_1	m''_2	m'''_2			



1- rasm. Muvozanat saqllovchi konus

Gruntning oqish chegarasidagi namligi:

$$W_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_o} = \quad (4.1)$$

II. GRUNT YUMSHOQLIK HOLATINING QUYI CHEGARASINI ANIQLASH

Asbob–uskunalar: silliq taxtacha yoki yaltiroq qog'oz, tarozi , Quritish javoni, byukslar.

LABORATORIYANI O'TKAZISH TARTIBI

Grunt yumshoqlik holatining quyi chegarasiga mos namligini (W_P) aniqlash uchun oldingi laboratoriyadan qolgan grunt hamiridan foydalanish mumkin.

1. Gruntni silliq taxtachaning (yoki yaltiroq qog'ozning) ustiga qo'yib kaft bilan yoyiladi. Agar yoyilayotgan grunt diametri 3 mm ga teng bo'lganda uzunligi 3–10 mm bo'lakchalarga ajralib uqalansa, istalgan namlikni olgan bo'ladi.

Agar aytilgan talab bajarilmasa oldingi laboratoriyadek grunt namligini kerakli tomonga o'zgartirish kerak.

2. Yoyiladigan gruntning 3 mm qalinlikdagi va 3÷10 mm uzunlikdagi bo'lakchalarini byukslarga joylashtirilib qopqog'i yopibqo'yiladi. Grunt bo'lakchalarini tayyorlash uning vazni 30÷40 g bo'lguncha davom ettiriladi.

3. W_P ni aniqlash 3–laboratoriya ishida keltirilgan qo'rsatmalar bo'yicha bajariladi.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(6-jadval).

6 - jadval

Tartib raqami	Byuks: raqami	m_o, g	m_I, g	I	II	III	$m_2, g.$	W_P	$W_{P o'rta}$
				m'_2	m''_2	m'''_2			

Grunt yumshoqligining quyi chegarasi:

$$W_P = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_o} = \quad (4.2)$$

III. YUMSHOQLIK HOLATI KO'RSATKICHLARI.

I. GRUNTLARNING YUMSHOQLIK SONI.

Gruntning yumshoqlik holatining yuqori va quyi chegaralariga mos keluvchi kamliklari ayirmasi, uning yumshoqlik soni deb yuritiladi.J

$$J p = W_L - W_P = \quad (4.3)$$

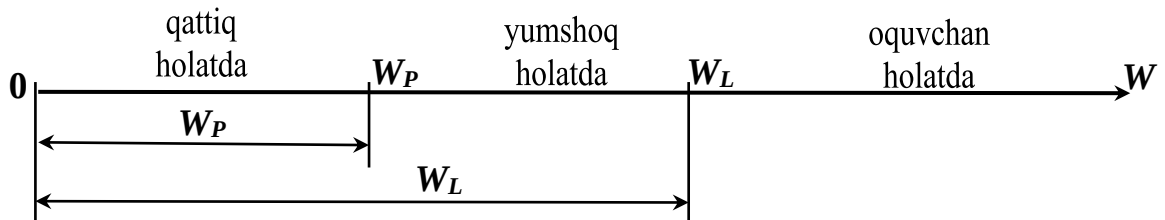
Gruntning yumshoqlik soni $\check{Y}_3PCT 25100-07$ ga asosan:

agar $1 < Jp < 7$ – gilli qum;

$J_p = 7 \div 17$ – qumli gil;

$J_p > 17$ – gil gruntlarga ajraladi.

Tekshirilayotgan gruntning nomi. ЎзPCT 25100-07 ga asosan



2-rasm. Gilli gruntlarning chegaraviy namliklari chizmasi.

2. GRUNTNING HOLAT KO'RSATKICHI.

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \quad (4.4)$$

ЎзPCT - 25100-95 ga asosan gilli gruntlar I_L qiymatiga qarab quyidagi holatlarda bo'ladi.

a) Gillar va qumli gillar:

qattiq $J_L < 0, W < W_p$ bo'lganda

yarim qattiq $0 < J_L < 0,25$

Dag'al yumshoq $0,25 < J_L < 0,5$

yumshoq $0,5 < J_L < 0,75$

oquvchan yumshoq $0,75 < J_L < 1$

oquvchan $J_L > 1$

b) Gilli qumlar:

qattiq $J_L < 0$

yumshoq $0 < J_L < 1$

oquvchan $J_L > 1$

Tekshirilayotgan grunt_____holatda.

Tekshirilayotgan gruntning to'liq tasni

(nomi, turi, holati)

3. Gruntning hisobiy qarshiligi R_0 ni, solishtirma bog'lanishi s_n ni, ichki ishqalanish burchagi φ_n ni hamda deformasiya moduli E ni me'yoriy qiymatlarini, QMK 2.02.01-98 jadvallaridan aniqlash.

Xarsang toshli, shag'al, qum va changsimon – gilli gruntlarning R_0 , S_v , φ_w , E me'yoriy qiymatlarini QMK 2.02.01–98 ning ilova qismidan aniqlash mumkin. R_0 ni 3 – ilovaning jadvallaridan S_p , φ_w , E ni esa 1 – ilovaning jadvallaridan topiladi.

Aniqlashlar uchun dastlabki ma'lumotlar sifatida, qumlar uchun–gruntning nomini, turini, zichlik holati, namlik holatini, gilli gruntlar uchun–gruntning nomini, turini, g'ovaklik koeffitsiyentini (e), holat ko'rsatkichi (I_L) qiymatini Y3PCT 25100-07 ga asosan bilish mumkin.

Tekshirilayotgan grunt _____.

(nomi, turi, holati)

$R_0 =$ kPa,

$S_p =$ kPa,

$\varphi =$ grad,

$E =$ MPa

5 - LABORATORIYA ISHI.

QUMLI GRUNTLARNING DONADORLIK TARKIBINI ELASH USULIDA ANIQLASH

Gruntlarda bo'lgan har xil kattalikdagi mineral zarrachalarning foizlarda ifodalangan nisbiy massasi, ularning donadorlik tarkibi deyiladi.

Asbob–uskunalar: teshikchalari 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 mm bo'lgan elaklar to'plami, tarozi, byukslar, rezina dasta va hovoncha.

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

1. Xona sharoitida quritilgan gruntни qog'oz ustiga yoziladi va qum bo'lakchalarini havokchada rezina dasta bilan maydalanadi,

2. Tayyrlangan gruntдан kvadratlar usuli bilan 100 gramm grunt namunasi 0,01 gramm aniqlikda tortib olinadi. Olingan namunani ustma – ust joylashtirilgan elaklarning eng ustki qavatidagi, teshikchalari 2 mm (eng katta) bo'lgan elakka solinadi.

Elaklar pastdan yuqoriga teshikchalar kattaligi ortib borgan holda terilgan va eng pastga teshiksiz taglik o'rnatilgan bo'lishi kerak.

3. Grunt 3–4 daqiqa davomida elanadi. Bunda elaklar kaft o'rtasida gorizontal yo'nalishda yengil harakatga keltirilishi lozim.

4. Har bir elakda va taglikda qolgan grunt miqdori tarozida tortiladi.

5. Tarozida tortilgan, har xil kattaliklarga ajratilgan grunt miqdorining jami tajribaga olingan grunt miqdori 100 g ga teng bo'lishi kerak. Bunda 1,0 foyizdan ortiq farq bo'lishi mumkin emas.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(7-jadval).

7 – jadval

Ko'rsatkichlar nomi	Elak teshiklarining diametri, mm					
	2	1	0,5	0,25÷	0,1	Taglik
	Gruntlar donalarining kattaligi, mm da					
	2	2÷1	1÷0,5	0,5÷0,25	0,25÷0,1	<0,1
Idishning vazni, gramm						
Idishning grunt bilan birgalikdagi vazni, gramm.						
Alohida o'lchamdagi gruntlarning zazni, gramm						
Alohida o'lchamdagi gruntlarning miqdori, %						

ESLATMA: har bir elakdagi alohida o'lchamdagi gruntlarning miqdori quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$X = \frac{A}{B} \cdot 100\% \quad (5.1)$$

bu yerda: A – elakda qolgan jinsning og'irligi, gramm.

B – tekshirish uchun olingan namunaning umumiy og'irligi, gramm.

Qumli gruntning nomi ЎзPCT 25100-07 ga asosan aniqlanadi.

Grunt miqdorining, oldin 2 mm dan yiriklari, so'ng 1 mm dan yiriklari va hakoza jamlanib, taqqoslanadi va gurunt nomi topiladi.

Qumli gruntning nomi tarkibidagi zarrachalarning har xilligi bilan ham to'ldiriladi. Gruntning ko'pjinslilik koeffisiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$C_v = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (5.2)$$

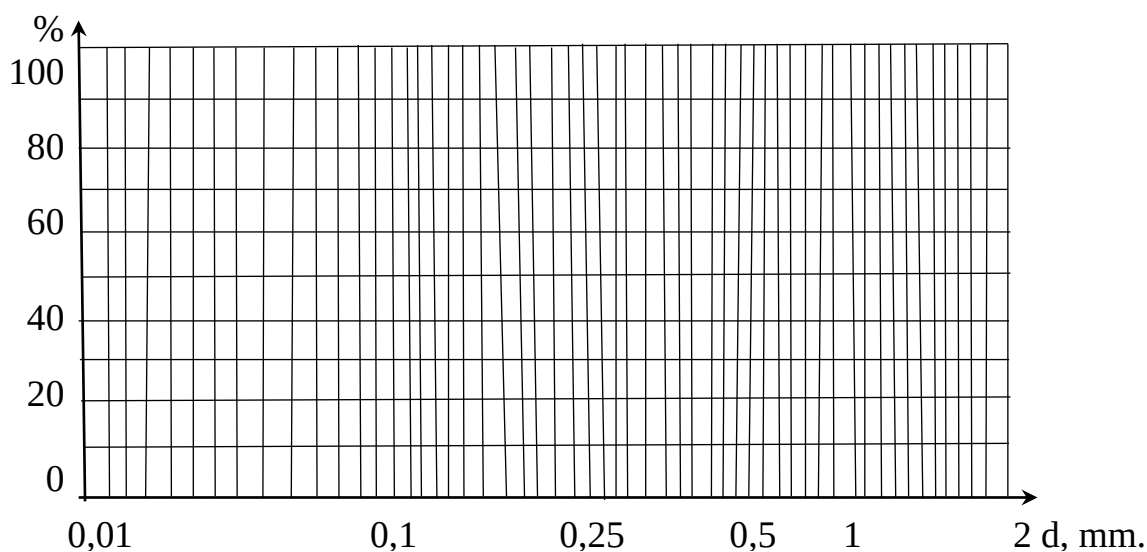
bu yerda: d_{60} – bu shunday diametrki, grunt tarkibidagi 60 % zarrachalar (og'irlik bo'yicha) o'lchami shu diametrdan kichikdir.

d_{10} - bu shunday diametrki, grunt tarkibidagi 10 % zarrachalar (og'irlik bo'yicha) o'lchami shu diametrdan kichikdir.

Agar $C_v = \frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 3$ bo'lsa, bir jinsli qum,

Agar $C_v = \frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 3$ bo'lsa, ko'p jinsli qum.

Gruntning donadorligini aniqlash natijalari quyidagi grafikka chiziladi (3-rasm).



3 - rasm. Gruntning donadorlik tarkibining egri chizig'ini aniqlash natijalari:

6-LABORATORIYA ISHI.

QUMLI GRUNTLARNING FIL'TRASIYA KOEFFISIYENTINI ANIQLASH

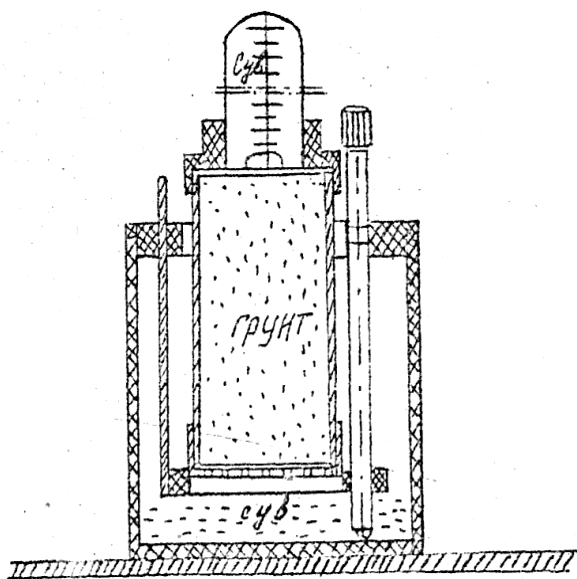
Fil'trasiya tezligi deganda, gidravlik gradient birga teng bo'lgandagi sizish tezligi tushuniladi.

Gidravlik gradient deb, fil'trasiya yo'lidagi bosim farqini, filtrasiya yo'li uzunligiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi.

$$i = \frac{H - H_1}{L} \quad (6.1)$$

bu yerda: $N - N_1$ – fil'trasiya yo'lidagi bosim farqi;
 L – filtrasiya yo'li uzunligi.

Asbob–uskunalar: soniyali soat, metaldan yoki shishadan yasalgan taglik idish, yog'ochdan yasalgan yengil shibbalagich, harorat o'lchagich, K_F universal trubkasi quyidagi qismlardan tashkil topgan: tashqi stakan, gidravlik bosimki ko'rsatgichi belgilangan ichki stakan (4-rasm).



4 - rasm. K_F universal trubkasining qirqimi

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI.

1. Maxsus moslama yordamida kerakli gidravlik gradient qo'yiladi.
2. O'lchash asbobi suv bilan to'ldirilgach, teshikchasini barmoq bilan berkitilib va asbob ustiga to'ntarib o'rnatiladi.
3. O'lchov idishda suv pufakchalari ko'rinishi bilan raqamli ko'rsatkichlardan hisob olinadi va soatning soniya miliga qarab vaqt o'lchanadi. Laboratoriya har xil bosimlarda qaytariladi.

Filtrasiya koeffitsiyenti muayyan haroratda quyidagi ifoda bilan hisoblanadi.

$$K_f = \frac{Q \cdot 864}{t \cdot A \cdot i} \quad \text{m/sut} \quad (6.2)$$

bu yerda: Q –sizib o'tgan suv hajmi, sm³;
864–sm/s dan m/sutkaga o'tkazish koeffisiyenti ,
 t –fil'trasiya vaqti, soniyalarda;
 A –fil'trasiya yuzasi, trubkaning ko'ndalang kesimi sathi, sm²;
 i –bosim gradienti.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi (8-jadval).

8 - jadval

Tajriba №	Grunt nomi	Gidravlik gradient	Sizib o'tgan suv hajmi Q cm ³	Fil'trasiya vaqti, t sek.			Fil'trasiya koeffisiyenti K_f m/sut	Filtrasiyakoeffi'sientining o'rtacha qiymati K_f o'rta m/sut
				1-aniqlash	2-aniqlash	O'rtacha qiymati		

Filtrasiya koeffisiyent (6.2) ifoda yordamida hisoblanadi.

$$K_f = \frac{Q \cdot 864}{t \cdot A \cdot i} = \quad \text{m/sut} \quad (6.2)$$

$t = 10^0C$ haroratdagi filtrasiya koeffisiyenti quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$K_f' = \frac{K_f}{\tau} \quad \text{m/sut} \quad (6.3)$$

bu yerda: K_f' – berilgan haroratdagi filtrasiya koeffisiyenti;

τ – haroratga bog'liqlik koeffisiyenti.

Haroratga bog'liqlik koeffisiyent τ quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$\tau = 0,7 + 0,03 \cdot t = \quad (6.4)$$

t – suvning harorati.

$$K_f' = \frac{K_f}{\tau} = \quad \text{m/sut} \quad (6.5)$$

7 - LABORATORIYA ISHI GRUNTLARNING SIQILISH KO'RSATKICHLARINI ANIQLASH

Inshoot poydevorlarining cho'kishini hisoblashda gruntning cho'kish ko'rsatkichlari kerak bo'ladi.

Gruntning siqiluvchanligi deganda tashqi yuk ta'sirida, hajmining qisqarishi xususiyati tushuniladi.

Gruntning zichlashishi uning tuzilishiga va bog'lanishlarining mustahkamligiga bog'liq.

Qumli gruntlarning siqiluvchanligi uncha katta bo'lmaydi. U donadorlik tarkibida minerallarning turiga va gruntning zichligiga bog'liq bo'ladi.

Gilli gruntlarning siqiluvchanligi minerallarning tarkibiga gruntning namligiga va g'ovakligiga bog'liq bo'ladi.

Gruntning siqilishi uning g'ovaklari hajmining kamayishi hisobiga bo'ladi.

Gruntning siqilishiga sinash natijasida siquvchi bosim (σ) bilan g'ovaklik koeffitsiyenti (e) orasidagi bog'lanish chizmasi chiziladi. Uni kompressiya egri chizig'i deyiladi (5-rasm).

Asbob-uskunalar: odometr, soatsimon indikator, Quritish javoni, texnik tarozi toshlari bilan, byukslar, eksikator, pichoq, filtr qog'oz.

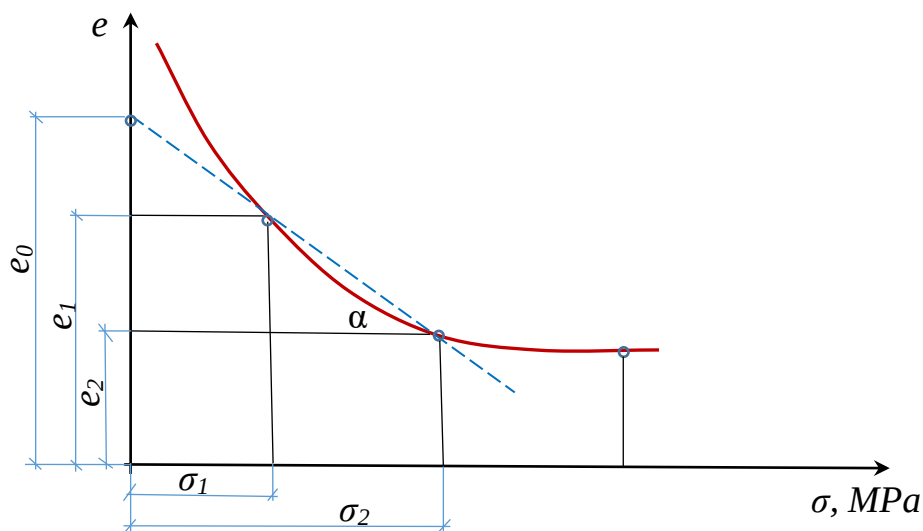
Umumiy holda buni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$e = f(\sigma) \quad (7.1.)$$

Amaliyotda σ va e orasidagi bog'lanish egri chizig'i qisqa oraliqda to'g'ri chiziq bilan almashtiriladi va zichlashish koeffitsiyenti (m_0) quyidagicha ifodalanadi.

$$m_0 = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1} = \operatorname{tg} \alpha \quad (7.2)$$

bu yerda: e_1 , e_2 – σ_1 va σ_2 bosimga mos g'ovaklik koeffitsiyentlari.



5 - rasm. Kuchlanish (σ) va g'ovaklik koeffitsiyenti (e) orasidagi bog'lanish egri chizig'i

Zichlanish koeffitsiyentini bilgan holda, gruntning cho'kishini aniqlash mumkin, ammo cho'kishni hisoblashda nisbiy zichlanish koeffitsiyenti (m_v) ni qo'llash qulay bo'ladi:

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0} \quad (7.3)$$

bu yerda: e_0 – boshlang'ich g'ovaklik koeffitsiyenti.

Zichlanish koeffitsiyentining qiymatlariga qarab gruntlar shartli ravishda quyidagilarga bo'linadilar:

$m_0 < 0,01 \text{ MPa}^{-1}$ – kam siqiladigan;

$m_0 = 0,1 + 0,5 \text{ MPa}^{-1}$ – o'rtacha siqiladigan;

$m_0 \geq 1 \text{ MPa}^{-1}$ – o'ta siqiladigan.

Oxirgi holatda gruntning tabiiy zamin sifatida ishlatish mumkin emas.

Gruntning zichlashishini belgilovchi kattaliklardan biri deformasiyalanish moduli hisoblanadi. U quyidagicha aniqlanadi.

$$E = \beta \cdot m_v = \beta \frac{1 + e_0}{m_0} \quad (7.4)$$

Bu yerda: β – kompressiya jihozida gruntning yon atrofiga kengayish imkoniyati yo'qligini ko'rsatadigan koeffitsiyenti. U Puasson koeffitsiyentiga bog'liq holda aniqlanadi.

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot \nu^2}{1 - \nu} \quad (7.5)$$

9-jadval

T/r	Grunt turi	ν	β
1	Qum va gilli Qum	0,3	0,74
2	Qumli gil	0,35	0,62
3	Gil	0,42	0,4

β va ν koeffitsiyentlari qiymatlari.

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI.
GRUNTNI SIQILISHIGA SINASH VA KOMPRESSIYA
EGRI CHIZIG'INI QURISH

Gruntni siqilishiga sinash namunaga pog'onali o'suvchi yuk qo'yib amalga oshiriladi.

Bog'lanishlari buzilmagan gruntlar uchun birinchi pog'ona yukning qiymati tabiiy bosimga teng bo'ladi.

Keyingi pog'onalar 0,05 0,1 0,3 0,5 MPa qabil qilinishi mumkin. Oxirgi bosim bilan loyihadagi yukdan taxminan 15 % ko'p bo'lishi kerak. Har bir pog'ona yuk cho'kishining shartli to'xtatishgacha ushlab turish kerak. Shartli to'xtash sifatida 1 sutkada 0,01 mm cho'kish qabul qilinadi. Cho'kishni o'lchash soatsimon indikator yordamida amalga oshiriladi

Har bir pog'ona yuk va indikatorning ko'rsatkichi maxsus daftarchaga yozib boriladi.

Gruntning oldindan hisoblangan zichlkgi (ρ), solishtirma og'irligi (γ), zarrachalarning zichligi (ρ_s), zarrachalarning solishtirma og'irligi (γ_s) va namligini (W), bilgan holda, gruntning boshlang'ich g'ovaklik koeffitsiyenti (e_0) hisoblanadi.

$$e_0 = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + 0,01 \cdot W) - 1 = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + 0,01W) - 1 \quad (7.6)$$

Boshlang'ich g'ovaklik koeffitsiyenti (e_0) va gruntning keyingi pog'onadagi cho'kishini (Δh) bilan holda yukning har bir pog'onasi uchun g'ovaklik koeffitsiyentini hisoblash mumkin.

$$e_1 = e_0 - \frac{\Delta S_i}{h} (1 + e_0) \quad (7.7)$$

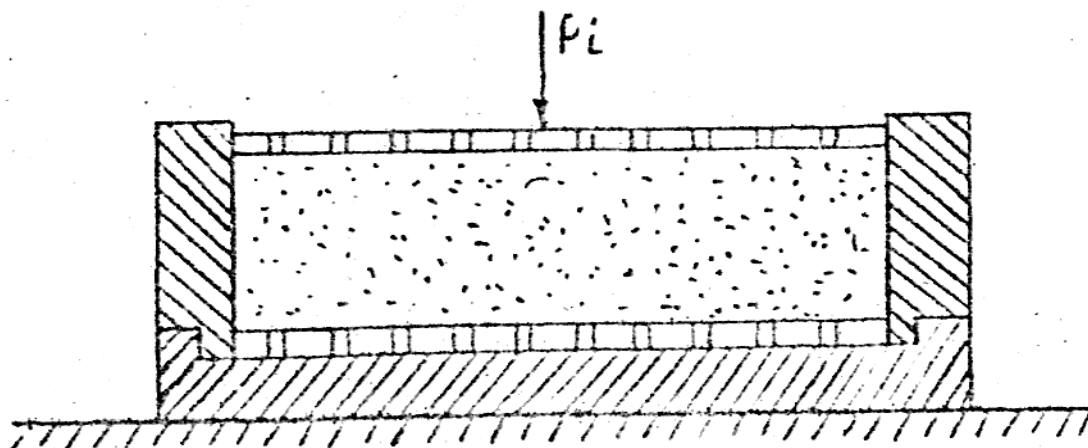
bu yerda ΔS_i – berilgan pog'ona yukdagi cho'kish.;

h – namunaning boshlang'ich balandligi.

Olingan ma'lumotlar bo'yicha kompressiya egri chizig'i quriladi (6-rasm)

Absissa o'qiga bosim, ordinata o'qiga esa g'ovaklik koeffitsiyentining kattaligi qo'yiladi.

Har bir pog'ona yuk va indikatorning ko'rsatkichi maxsus daftarchaga yozib boriladi.



6 – rasm. Odometrnning chizmasi (sxema)

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(10-jadval).

10-jadval

P, N	σ , kPa	t, Daqiqa	Indikator ko'rsatishi, mm			Cho'kish S, mm
			Chap tomondagi U_1	O'ng tomondagi U_2	O'rtacha $U_{o'rt} = \frac{(U_1 + U_2)}{2}$	
0	0	0				0,00
30	50	1				
		2				
		4				
		6				
		8				
60	100	1				
		2				
		4				
		6				
		8				
120	200	1				
		2				
		4				
		6				
		8				
240	400	1				
		2				
		4				
		6				
		8				

10 – jadvaldagi belgilar:

P – osilgan yuk og'irligi; σ – vertikal (tik) kuchlanishi;

T – pog'ona yuk qo'yilgan vaqtdagi, hisob olingan vaqt.

$$S = U_{o'rt} - U_0 \quad U_0 = \frac{U_{01} - U_{02}}{2}$$

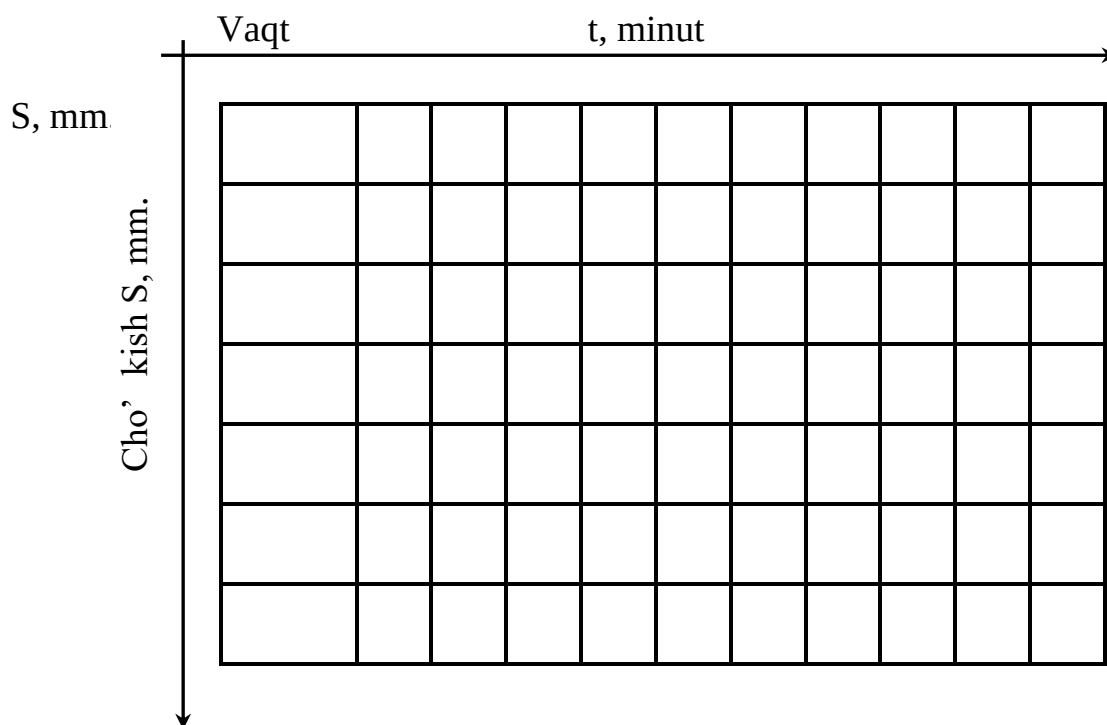
bu yerda: U_{01} ; U_{02} – O'lchagichlarning boshlang'ich ko'rsatkichi ($\sigma = 0$)

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi (11-jadval).

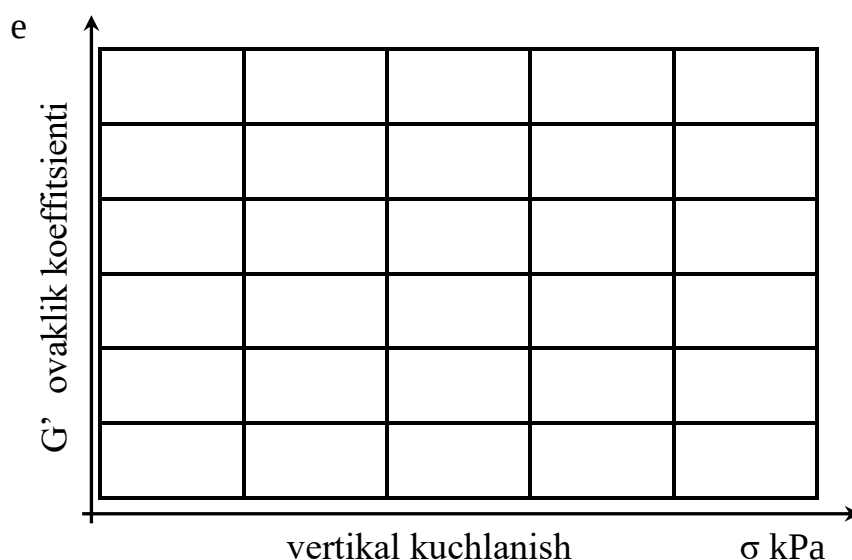
11-jadval

Guruntga qo'yiladigan vertikal yuk σ kPa	Namuna cho'kishining shartli to'xtashi S_i mm	Siqilishdagi nisbiy cho'kish $\varepsilon_{zi} = \frac{S_i}{h_0}$	G'ovaklik koeffisientining o'zgarishi $\Delta e_1 = \varepsilon_{zi}(1+e_0)$	Kuchlanishga to'g'ri kelgan g'ovaklik koeffisientining qiymati $e_1 = e_0 - \Delta e_i$
0	0	0	0	
50				
100				
200				
400				

S_i – (1–jad'al bo'yicha) 8 daqiqadan keyingi shartli to'xtatishiga to'g'ri kelgan cho'kish.



7– rasm. Gruntning siqilishiga sinash tajribasida shtampning choʻkishi S bilan vaqt orasidagi bogʻlanish chizmasi.



8 – rasm. Kompressiya egri chizigʻi. G' ovaklik koeffitsienti e bilan vertikal bosim (siquvchi) σ orasidagi bogʻlanish.

8 - LABORATORIYA ISHI.

GRUNTLARNING SILJISHGA QARSHILIGINI ANIQLASH

Bu hodisani oʻrganish (zaminlarning) qiyaliklar turgʻunligini baholashda va gruntning tirgak devorga bosimini hisoblashda katta ahamiyatga ega.

Gruntning siljishiga qarshiligi gruntning namligiga va zichligiga bogʻliq boʻladi.

Qumli va gilli (loyli) gruntlarning siljishiga boʻlgan qarshiligini gorizontal sath boʻylab kesuvchi jihozda aniqlash asosida bajariladi.

Gruntning siljishga boʻlgan qarshiligini gruntning siljish tekisligiga tik yoʻnalgan kuchlanishta (σ) bogʻliq. Gruntning sinash natijasida absissa oʻqiga σ – kuchlanishni va ordinata oʻqiga siljuvchi urinma τ_{cheg} kuchlanishni qoʻyib, ularning orasidagi bogʻlanish chizmasi chiziladi. Bu bogʻlanishni 1773 yili fransuz olimi SH.Kulon kashf etgan qonun boʻlib quyidagicha ifodalanadi:

$$\tau_{cheg} = c + \sigma_n \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (8.1)$$

Qumli gruntlar uchun esa:

$$\tau_{cheg} = \sigma_n \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (8.2)$$

bu yerda: φ – gruntning ichki ishqalanish burchagi;

s – solishtirma bog'lanish kuchi, yoki tashqi kuch ta'sir etmagandagi gruntning siljishga bo'lgan mustahkamligini

$$\tau_0 = c, \quad (8.3)$$

Bog'lanishli guruntlarning mustahkamligi yuqori bo'lib, namlikka va gruntlarning strukturasi bog'liq bo'ladi.

Bog'lanishsiz (sochiluvchan) gruntlarda bog'lanish kuchi juda kichik bo'lib, amalda nolga teng deb qarash mumkin.

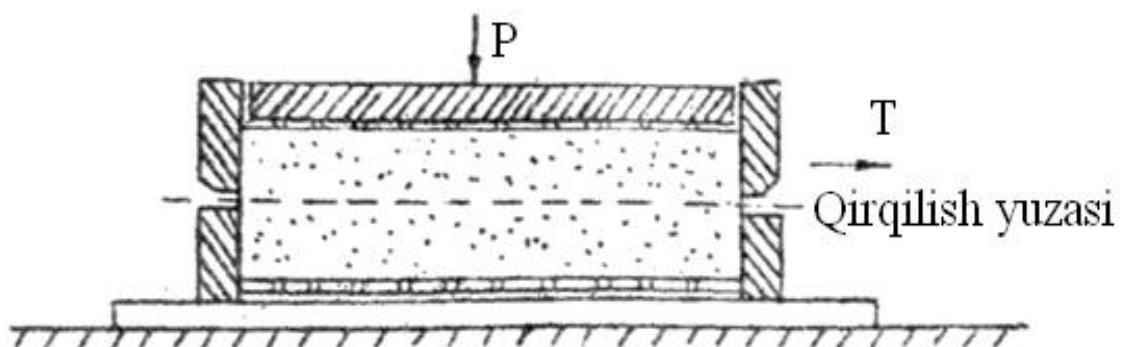
Asbob–uskunalar: siljishga sinash ГГП-30 jihozi, oldindan zichlashtiradigan ГГП-29 jihozi, soatsimon indikator, quritish javoni, texnik tarozi – toshlari bilan, byukslar, eksikator, pichoq va fil'tr qog'oz.

LABORATORIYA ISHINI O'TKAZISH TARTIBI

Sinash ГГП-30 jihozida amalga oshiriladi.

Namunaning ko'ndalang kesim yuzasi $A_n=40 \text{ sm}^2$, namunaning diametri $d=71,4 \text{ mm}$, namunaning balandligi $h = 40 \text{ mm}$.

Tik bosim beruvchi yuk uchun yelkalar nisbati 1:10, gorizontal urinma kuchlanish beruvchi yuk uchun yelkalar nisbati 1:10. Tik bosim qiymatlari $\sigma=0,1; 0,2; 0,3 \text{ MPa}$. Namuna asta sekin siljitish usulida qirqiladi. Gruntning chegaraviy qarshiligi (urinma kuchlanishi) va tik kuchlanish oralig'idagi bog'lanishni bilish uchun $\tau=f(\sigma)$ har bir laboratoriya uchun $\tau=T/A_n$ hisoblanadi va chizma (grafik) chiziladi. Bu yerda T - pog'onali gorizontal yuk (kuch).



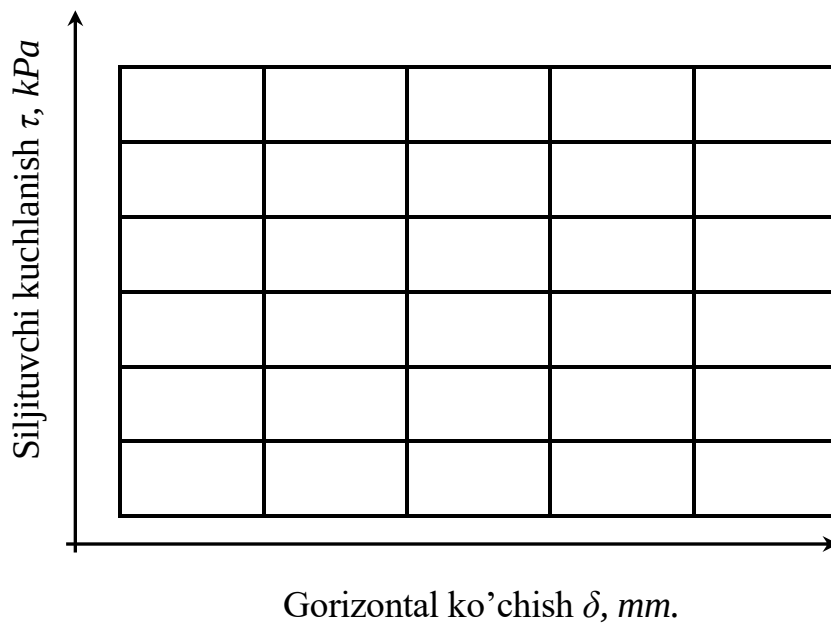
9–rasm. Bir tekislik bo'yicha qirqish asbobining chizmasi.

Aniqlash natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi(11-jadval).

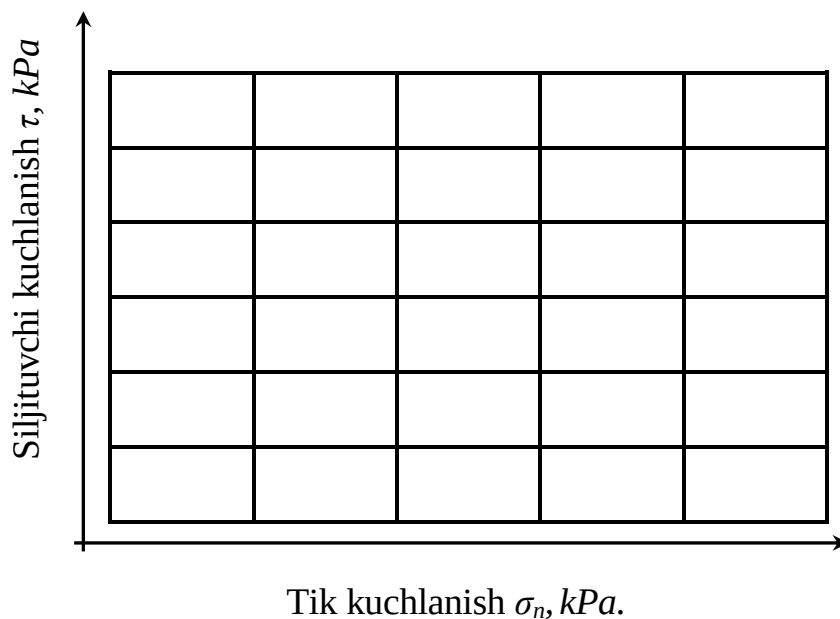
11-jadval

Yuk miqdori, N		Qirqilish yuzasiga qo'yilgan kuchlanish kPa		Harakatlanadigan halqaning gorizontaal yo'nalishga ko'chishi, mm	
Vertikal	Gorizontaal	Tik σ_n	Qirquvchi τ	Indikator ko'rsatishi U_i	Qiymati δ
40,0	0	100	0		0,00
	4,0		10		
	8,0		20		
	12,0		30		
	16,0		40		
	20,0		50		
	24,0		60		
	28,0		70		
	32,0		80		
	36,0		90		
80,0	0	200	0		0,00
	8,0		20		
	16,0		40		
	24,0		60		
	32,0		80		
	40,0		100		
	48,0		120		
	56,0		140		
120,0	0	300	0		0,00
	120		30		
	240		60		
	360		90		
	480		120		
	600		150		
	720		180		

Laboratoriya natijalari yordamida siljuvchi kuchlanish bilan gorizontaal ko'chish orasidag'i bog'lanish(10–rasm) va chegaraviy siljituvchi kuchlanish bilan tik kuchlanish $\tau_{cheg}=f(\sigma)$ orasidagi bog'lanish chizmalari chiziladi (11–rasm).



10-rasm. Gorizontal ko'chish δ bilan siljitivchi kuchlanish (τ) orasidagi bog'lanish chizmasi.



11-rasm. Chegaraviy siljitivchi kuchlanish τ_{cheg} bilan
tik kuchlanish σ_n orasidagi bog'lanish chizmasi

Ichki ishqalanish burchagi φ va solishtirma bog'lanish S quyidagi ifodalar yordamida amalga oshiriladi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\tau_{2\text{chekli}} - \tau_{1\text{chekli}}}{\sigma_{n_2} - \sigma_{n_1}} = \quad ; \quad \varphi = \quad ; \quad C = \quad .$$

$\tau_{1\text{chekli}}$, $\tau_{2\text{chekli}}$ larning σ_{p1} va σ_{n2} larga mos kelgan qiymatlari yuqoridagi chizmadan (11-rasm) aniqlanadi.

ADABIYOTLAR

1. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Расчет оснований и фундаментов: Учеб. для ср. спец. учеб. заведений, -2ое изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 2004. –272 с.: ил. ISBN 5-274-01917-X.
2. Веселов В.А. «Проектирование основания и фундаментов» (основы теории и примеры расчета). Учебное пособие вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990 г. –304 стр.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. –Л.: Стройиздат, 1988. –415с.
4. Догадайло А.И., Догадайло В.А. Механика грунтов, основания и фундаменты. –М.: ИД «Юриспруденция», 2007. –114с.
5. Малышев М.В. Болдырев Г.Г. Механика грунтов, основания и фундаменты (в вопросах и ответах) учебное пособие, –М.: Издательство ассоциация–строительных вузов, 2004. –328 с.
6. Rasulov H.Z. “Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar”. Darslik, Toshkent, “Tafakkur” nashriyoti, 2010. –232 bet.
7. Расулов Н.З, “Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар” –Олий ўқув юртларининг қурилиш ихтисослиги талабалари учун дарслик. Тошкент «Ўқитувчи», 2015 й. – 240 бет.
8. Sayfiddinov S., Hidoyatov Z.D., Ahmedov P.S. Gruntlar mexanikasi. O'quv qo'llanma. TAQI, Toshkent, 2013 y. –126 bet.
9. Силкин А.М., Фролов Н.Н. Основания и фундаменты. –М.: ВО «Агропромиздат», 1987. –285 с.: ил.
10. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. –М.: изд–Высш. Шк., 2007 г. –566 с.
11. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты– М.: Высш. шк. 1997 г. –296 с.
12. Ўз.РСТ 25100–95 Грунтлар. Таснифнома. Ўз.Рес. Давархитектқурилиш қўмитаси, Тошкент, 1995. –86 бет.
13. ҚМҚ 2.02.01–98 Бино ва иншоотлар заминлари. Ўзб.ресдавархит қурилиш қўмитаси, Тошкент, 1999 й. –144 бет.
14. ҚМҚ 2.02.03–98 Қозикли пойдеворлар. Ўзб.ресдавархитект– қурилиш қўмитаси, Тошкент, 1999 й. –134 бет.
15. ҚМҚ 3.02.01–94 Тупроқ иншоотлари, замин ва пойдеворлар. Ўзб.ресдавархитектқурилиш қўмитаси, Тошкент, 1998 й. –234 бет.
16. Цытович Н.А. Механика грунтов: Краткий курс: Учебник. Изд. 4-ое. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. –272 с.