

**М.М. Хонкелдиев**

**ГРУНТЛАР МЕХАНИКАСИ ФАНИДАН  
ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ БАЖАРИШ УЧУН  
ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА**

**САМАРҚАНД–2006 ЙИЛ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ  
АРХИТЕКТУРА – ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**«Қурилиш технологиялари ва геотехника» кафедраси**

Чоп этишга рухсат этаман  
Сам ДАҚИ ректори  
\_\_\_\_\_проф. Бобоев С.М.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2006 йил

СамДАҚИ нинг илмий кенгаши-  
карори билан чоп этишга  
рухсат берилди.  
Баён №7 28. 02. 2006 йил

**«ГРУНТЛАР МЕХАНИКАСИ» ФАНИДАН ЛАБОРАТОРИЯ  
ИШЛАРИНИ БАЖАРИШ УЧУН ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА**

**САМАРҚАНД - 2006**

**Хонкелдиев М.М.** Грунтлар механикаси фанидан лаборатория ишларини бажариш учун ўқув қўлланма. Самарқанд, СамДАҚИ, 2006, –111 бет.

«Грунтлар механикаси» фани бўйича лаборатория ишларини бажариш учун ўқув қўлланма 5580100–Архитектура; 5580200–Бино ва иншоотлар қурилиши; 5580400–Мухандислик коммуникациялари қурилиши; 5140900–Касбий таълим (5580200–Бино ва иншоотлар қурилиши); 5140900–Касбий таълим (5580400–Мухандислик коммуникациялари қурилиши) таълим йўналишлари ва 5A580200–Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар; 5A580203–«Замин ва пойдеворлар» мутахассисликларининг кундузги ва сиртки бўлим талабалари учун мўлжалланган бўлиб, шу таълим йўналишларининг ўқув дастури асосида бакалавр ҳамда магистрлар учун ёзилган.

Тақризчилар: техника фанлари номзоди, доцент Усмонов Валиаҳмад Файзуллаевич. Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти «Қурилиш материаллари ва конструкциялари технологияси» кафедрасининг профессори.  
Техника фанлари номзоди, доцент Икромов Файзулла Абдуллаевич. Самарқанд давлат архитектура қурилиш институти «Қурилиш технологиялари ва геотехника» кафедрасининг доценти.

Самарқанд Давлат архитектура–қурилиш институти илмий кенгашининг 2006 йил 28 феврал (баённома №7) қарори билан «Грунтлар механикаси» фанидан лаборатория ишларини бажариш учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган.

## СЎЗ БОШИ

**Грунт деб**, ер тош қобиғи-литосферанинг физик (механик) ва кимёвий таъсирлар натижасида емирилишидан ҳосил бўлган бир ёки бир неча минераллардан ташкил топган барча тоғ жинсларига айтилади.

Грунт муҳандислик–қурилиш ишларида хом ашё, бино ва иншоотларни барпо этишда асос вазифасини ўтайди. Грунтни муҳандислик – қурилиш ишларида асос сифатида ишлатиш учун унинг ҳолатини баҳоловчи физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичларини билиш керак.

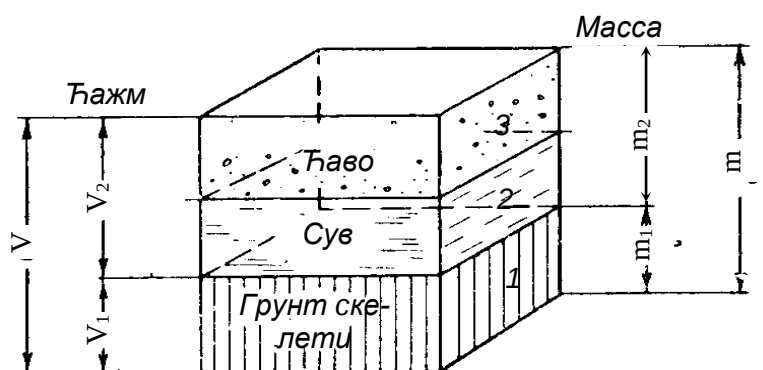
Грунтнинг ҳолатини баҳолаш учун бир қанча физик хоссалар ва классификацион кўрсаткичлар мавжуд бўлиб, улар ўз навбатида тажриба йўли билан аниқланадиган асосий ва ҳисоб йўли билан аниқланадиган қўшимча хоссалар ва кўрсаткичларга бўлинади.

Грунтнинг тажриба йўли билан аниқланадиган асосий физик хоссаларига: грунтнинг зичлиги –  $\rho$ , заррачаларининг зичлиги –  $\rho_s$ , табиий намлик –  $W$ , оқиш  $W_L$  ва қотиш  $W_p$  чегарасидаги намликлари, қумли грунтлар учун эса уларнинг гранулометрик таркиби (донадорлиги) киради.

Грунтнинг ҳисоб йўли билан аниқланадиган қўшимча физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичларига унинг қуруқ ҳолдаги зичлиги –  $\rho_d$ , ғоваклиги –  $\Pi$ , ғоваклик коэффиценти –  $e$ , намлик даражаси –  $S_r$ , сувнинг муаллақ тутиб туриш таъсирини ҳисобга олган ҳолдаги грунтнинг солиштирма оғирлиги –  $\gamma_{sb}$ , зичлик индекси –  $J_d$ , пластиклик сони –  $J_p$ , консистенция кўрсаткичи –  $J_L$ , киради.

Грунтнинг тажриба йўли билан аниқланадиган асосий физик хоссалари шурф ёки бурғуланган қудуқлардан олинган табиий ҳолати бузилмаган монолитлардан қирқиб олинган намуналар асосида аниқланади.

Лаборатория ишларини бажариш жараёнида қўлланиладиган терминларга аниқлик киритиш мақсадида бирлик ҳажмдаги грунт намунасининг таркиби бўйича қуйидаги белгилашлар киритамиз (1–расм).



**1–расм. Грунтнинг таркиби:**

1–грунтнинг қаттиқ минерал заррачалари – грунт скелети;

2–грунт ғовакликларидаги ҳар хил кўриниш ва ҳолатлардаги сув;

3–грунт ғовакликларидаги

ҳар хил кўриниш ва ҳолатлардаги газсимон бирикмалар.

$v_1$  – грунт қаттиқ заррачаларининг ҳажми;

$v_2$  – грунт ғовакликларининг ҳажми;

$v$  – грунтнинг умумий ҳажми;  
 $m_1$  – грунт таркибидаги қаттиқ заррачаларнинг массаси;  
 $m_2$  – грунт таркибидаги сувнинг массаси;  
 $m$  – грунтнинг умумий массаси.,

## ГРУНТНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ ВА КЛАССИФИКАЦИОН КЎРСАТКИЧЛАРИ

### § 1. Грунт зичлиги

Грунт зичлиги деганда, унинг табиий ҳолатидаги зичлиги ва намлиги сақланган ҳолда ҳажм бирлигидаги массаси тушунилади. Унинг ўлчов бирлиги  $г/см^3$ ;  $т/м^3$ .

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2} \quad г/см^3; т/м^3. \quad (1)$$

бунда:  $m$  – грунтнинг массаси

$m_1$  – грунт қаттиқ заррачаларининг массаси;

$m_2$  – грунт таркибидаги сувнинг массаси;

$v$  – грунтнинг умумий ҳажми.

$v_1$  – грунт қаттиқ заррачаларининг ҳажми;

$v_2$  – грунт ғовакликларининг ҳажми.

Грунтнинг зичлиги унинг минерологик таркибига, ғоваклигига ва намлигига боғлиқ. Грунт таркибида қанча намлик катта бўлса унинг зичлигининг қиймати шунча катта бўлади. Грунт тўлиқ сувга тўйинган пайтда унинг зичлиги максимал қийматга эга бўлади.

Грунтнинг зичлигини аниқлашда скважина ёки шурфлардан олинган намуналарнинг табиий ҳолати бузилмаган бўлиши керак.

Грунтнинг зичлигини  $0,1 н/см^3$  аниқликгача аниқлаш керак, чунки бу кўрсаткич грунтнинг асосий бошланғич хоссаларидан бири бўлиб ҳисобланади.

Грунтнинг зичлиги грунтлар механикасининг қуйида келтирилган бир қатор тенгламалари таркибига кирган кўрсаткичларни аниқлашда асосий бўлиб ҳисобланади.

1. Грунтнинг тиргович деворларга босимини аниқлашда.
2. Грунт массиви ва қияликларни турғунлигини ҳисоблашда;
3. Бино ва иншоотлар пойдеворларнинг чўкишини ҳисоблашда;
4. Грунт массивидаги кучланишларни аниқлашда.
5. Пойдеворлар асосида кучланишлар тарқалишини ҳисоблашда.
6. Ер ишлари ҳажмини ҳисоблашда.

Бундан ташқари грунтнинг зичлиги унинг қуруқ ҳолдаги зичлигини ғоваклигини, ғоваклик коэффицентини ҳисоб йўли билан аниқлашда асосий кўрсаткич бўлиб ҳисобланади.

Грунт зичлиги қуйида келтирилган усуллар ёрдамида аниқланади:

- Кесувчи ҳалқа усули. Бу усул асосан дала шароитида қумли ва лойли грунтларда қўлланилади.

- Парафинлаш усули. Бу усул қояли ва лойли грунтларнинг зичлигини лаборатория шароитида аниқлашда ишлатилади.
- Намунанинг геометрик ўлчамларини тўғридан-тўғри ўлчаш усули.
- Радиометрик усул.

Грунт зичлиги –  $\rho$  аниқ бўлса, унинг ҳажмий оғирлиги –  $\gamma$  ни қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин,

$$\gamma = \rho \cdot g \text{ кН/м}^3 \quad (2)$$

бунда  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$  эркин тушиш тезланиши.

### **§ 1.1. Грунтнинг зичлигини кесувчи ҳалқа усули билан аниқлаш**

Грунтнинг зичлигини кесувчи ҳалқа усули билан аниқлаш 1940 йилда «Грунтларнинг хоссаларини ўрганиш» бўйича ўтказилган илмий йиғилишнинг қарори асосида қабул қилинган.

Бу усул ўлчамлари ва ҳажми аниқ бўлган ҳалқага грунтнинг структурасини бузмасдан жойлаштириш мумкин бўлган ҳолларда қўлланилади.

Мисол: Қумли грунтларнинг табиий намлиги ва структурасини бузмасдан олишда, қўлланилади.

Бу усулда ишлатиладиган кесувчи ҳалқа ва пичоқ қуйидаги талабларга жавоб бериш керак:

1. Кесувчи ҳалқа цилиндр шаклида бўлиб, остки кирраси ўткирланган бўлиши керак.
2. Кесувчи ҳалқанинг ички диаметри лойли грунтлар учун 50 мм дан, қумли грунтлар учун 70 мм дан, бир жинсли лойли грунтлар учун 40 мм кам бўлмаслиги керак.
3. Пичоқнинг шакли тўғри ўткир учли ва узунлиги кесувчи ҳалқанинг диаметридан кам бўлмаслиги керак.
4. Грунт зичлигини кесувчи ҳалқа усули билан аниқлашда олиб бориладиган ўлчов ишлари техник тарозида 0,01 г аниқликгача олиб борилиши керак.
5. Грунтнинг зичлиги ҳар бир намуна учун камида 2 маротаба аниқланиб, кейинги ҳисоб ишлари учун уларнинг ўртача арифметик қиймати қабул қилинади.
6. Паралел аниқлаш олиб берилган эгиз намуналар зичликларининг фарқи  $0,03 \text{ г/см}^3$  дан ошмаслиги керак.

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар:* Кесувчи ҳалқа, грунт олгич–дастаг, техник тарози тошлари билан, икки дона текис ойна, пичоқ, пўлат чизғич (линейка).

*Тажриба ўтказиш тартиби:*

1. Кесувчи ҳалқанинг ўлчамлари аниқланади:  
ҳалқанинг юзаси  $A = 60 \text{ см}^2$

ҳалқанинг диаметри  $d = 87,4 \text{ мм}$

ҳалқанинг баландлиги  $h = 25 \text{ мм}$

2. Пўлат чизғич ёрдамида кесувчи ҳалқанинг ички диаметри –  $d$  ва баландлиги  $h$  ўлчанади ва қуйидаги ифода ёрдамида унинг ҳажми аниқланади

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h, \text{ см}^3 \quad \text{ёки} \quad V = A \cdot h, \text{ см}^3 \quad (1)$$

3. Кесувчи ҳалқанинг массаси –  $m_1$  аниқланади
4. Кесувчи ҳалқани дастакка ўрнатиб тажриба учун мўлжалланган грунт намунаси – монолитнинг текисланган юзасига қўйилади. Чап қўл билан кесувчи ҳалқа дастагини текис босган ҳолда, ўнг қўл билан кесувчи ҳалқа атрофидаги грунтни пичоқ билан кесилади. Натижада кесувчи ҳалқа грунт намунаси билан тўла бошлайди.
5. Кесувчи ҳалқа грунт билан тўлгандан сўнг, ҳалқанинг остки қисмидаги грунт пичоқ ёрдамида кесиб монолитдан ажратиб олинади. Ҳалқанинг остки ва устки юзаларидаги ортиқча грунт пичоқ билан қирқиб текисланиди.
6. Техник тарозида икки дона ойна бўлаги тортилиб уларнинг массалари аниқланади. ( $m_2$ ;  $m_3$ ;) )
7. Кесувчи ҳалқадаги грунт тўкилиб кетмаслиги учун, унинг остки ва устки юзаси ойначалар билан ёнилади. Кесувчи ҳалқа, грунт ва ойначалар биргаликда техник тарозида тортилади, уларнинг умумий массаси, аниқланади ( $m$ ).
8. Ҳалқадаги грунт намунасининг намлиги –  $W$  ни аниқлаш учун ундан намуна олинади ва техник тарозида ўлчаш усули билан аниқланади.
9. Грунтнинг зичлигини қуйидаги ифода орқали ҳисобланади.

$$\rho = \frac{m - (m_1 + m_2 + m_3)}{V}, \quad \text{г/см}^3; \text{т/м}^3 \quad (2)$$

10. Грунтнинг зичлиги маълум бўлса унинг ҳажмий оғирлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$\gamma = \rho \cdot g, \quad \text{кН/м}^3 \quad (3)$$

бунда  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$  – эркин тушиш тезланиши.

11.  $1 \div 9$  бандларда бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 1-жадвалга киритилади.

### 1-жадвал.

Тажрибадан олинган натижаларни қайд этиш жадвали

| Тартиб рақами | Ҳалқанинг баландлиги, мм | Ҳалқанинг диаметри, мм. | Ҳалқанинг массаси, г | 1-шишанинг массаси, г. | 2-шишанинг массаси, г | Грунт ва шишалар билан биргаликдаги | Намунанинг ҳажми, см <sup>3</sup> да | Грунт зичлиги, г/см <sup>3</sup> да        |                                               |
|---------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|               |                          |                         |                      |                        |                       |                                     |                                      | Тажриба асосида                            | Ўртачаси                                      |
|               |                          |                         |                      |                        |                       |                                     |                                      | $\rho_i = \frac{m - (m_1 + m_2 + m_3)}{V}$ | $\rho_m = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$ |

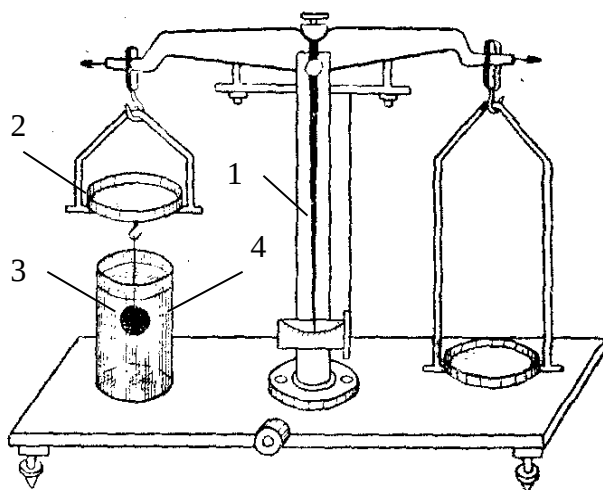
|   | h  | d    | m <sub>1</sub> | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | m     | V   | ρ <sub>1</sub> | ρ <sub>2</sub> | ρ <sub>3</sub> | ρ <sub>m</sub> |
|---|----|------|----------------|----------------|----------------|-------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 25 | 87,4 | 171            | 151            | 155            | 735   | 150 | 1,72           | —              | —              | 1,71           |
| 2 | 25 | 87,4 | 175            | 153            | 151            | 734   | 150 | —              | 1,70           | —              |                |
| 3 | 25 | 87,4 | 173            | 154            | 155            | 738,5 | 150 | —              | —              | 1,71           |                |

## § 1.2. Грунт зичлигини парафинлаш усули билан аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар:* Грунт намунаси – монолит, техник тарози (тошлари билан), пичоқ; парафин, ҳажми 500 мг дан катта бўлган колба, сув, ип, қумли ҳаммом.

*Ишни бажариш тартиби:*

1. Монолитдан ҳажми 30 см<sup>3</sup> – дан кам бўлмаган табиий ҳолати бузилмаган грунт намунаси ажратиб олинади. Махсус чўтка билан унинг сирти чанг ва тупроқ заррачаларидан тозаланади.
2. Грунт намунаси техник тарозида 0,01 грамм аниқликгача ўлчанади ва унинг табиий ҳолдаги массасини –  $m$  деб белгилаб, 1-жадвалга киритилади.
3. Қиздирилган қумли ҳаммомда, махсус идишга солинган парафин суюқ ҳолатга келтирилади.
4. Тайёрланган грунт намунасини ип билан боғлаб, махсус идишда эритиб суюқ ҳолатга келтирилган парафинга 2–3 маротаба (намунада парафинланмаган жой, бўшлиқлар ва ҳаво пуфакчалар қолмагунча) тушириб олинади.
5. Парафинланган грунт намунаси техник тарозида 0,01 грамм аниқликгача ўлчанади ва унинг массасини  $m'$  деб белгилаб 1 – жадвалга киритилади.
6. Парафинланган грунт намунасини унга боғланган ип ёрдамида техник тарозининг палласи ўрнига осилган махсус мосламанинг ҳалқасига боғланади ва сувли колбага туширилади (2–расм). Парафинланган намунанинг сув ичидаги массасини –  $m''$  билан белгиланиб 1–жадвалга киритилади.



**2–расм. Парафинланган грунт намунасининг сув ичидаги оғирлигини аниқлаш схемаси:**  
1 – техник тарози, 2 – грунт намунасини осиш учун мослама, 3 – колба – суви билан, 4 – парафинланган намуна.

7. Парафинланган грунт намунаси сувдан олиниб унинг сирти фильтр қоғоз ёрдамида қуригилади ва қайта ўлчанади, бу ўлчов билан 4 – банддаги  $m'$  – ўлчов орасидаги фарқ 0,01 граммдан ошмаслиги керак, акс ҳолда намуна ташланади ва тажриба қайтадан ўтказилади.
8. 1–6 бандлар бўйича барча бажарилган ўлчов ва ҳисоб натижалари 2-жадвалга киритилади, грунт зичлиги –  $\rho$  аниқланади.

## 2-жадвал

### Тажрибадан олинган натижаларни қайд этиш жадвали

| Намуна тартиб рақами | Грунт намунасининг<br>массаси, г |                               |             |                                | Намунанинг<br>парафин<br>қобикдаги<br>ҳажми,<br>$V_1 = \frac{m' - m''}{\rho_w}$<br>см <sup>3</sup> | Парафин<br>қобикнинг<br>г ҳажми<br>$V_2 = \frac{m' - m}{\rho_n}$<br>см <sup>3</sup> | Грунт намунасининг<br>ҳажми<br>$V = V_1 + V_2$<br>см <sup>3</sup> | Грунт зичлиги, г/см <sup>3</sup> |          |          |                                               |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------------|
|                      | Табиий ҳол-<br>даги              | Парафинлан-<br>гандан кейинги | Сув ичидаги | Сувдан олин-<br>гандан кейинги |                                                                                                    |                                                                                     |                                                                   | Тажриба<br>асосида               |          |          | Ўртачаси                                      |
|                      |                                  |                               |             |                                |                                                                                                    |                                                                                     |                                                                   | $\rho = \frac{m}{v}$             |          |          | $\rho_m = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$ |
|                      |                                  |                               |             |                                |                                                                                                    |                                                                                     |                                                                   | $\rho_1$                         | $\rho_2$ | $\rho_3$ | $\rho_m$                                      |
| 1                    | 108,<br>5                        | 113,<br>5                     | 45,1<br>2   | 113,<br>51                     | 68,38                                                                                              | 5,308                                                                               | 62,5                                                              | 1,7<br>4                         | —        | —        | 1,737                                         |
| 2                    | 109,<br>0                        | 113,<br>8                     | 45,3        | 113,<br>82                     | 68,5                                                                                               | 5,64                                                                                | 62 ,86                                                            | —                                | 1,7<br>3 | —        |                                               |
| 3                    | 108,<br>7                        | 113,<br>6                     | 45,2        | 113,<br>61                     | 68,4                                                                                               | 5,76                                                                                | 62,64                                                             | —                                | —        | 1,7<br>4 |                                               |

Эслатма: тажриба 15–20  $^{\circ}\text{C}$  температурада олиб борилади.

Тажрибадан олинган ўлчовларни ёзиш тартиби,  $\rho$  ва  $\gamma$  ларни ҳисоблаш учун мисол.

1. Грунт намунасининг табиий ҳолдаги массаси,  $m = 108,5$  г.
2. Грунт намунасининг парафинлангандан кейинги массаси,  $m' = 113,5$  г.
3. Парафинланган грунт намунасининг сув ичидаги массаси  $m'' = 45,12$  г.
4. Парафинланган грунт намунасининг сувдан олингандан кейинги массаси  $m''' = 113,512$  г.
5. Грунт намунасининг парафин қобик билан биргаликдаги ҳажмини аниқлаймиз

$$V_1 = \frac{(m' - m'')}{\rho_w} = \frac{(113,5 - 45,12)}{1,0} = 68,38 \text{ см}^3,$$

бунда  $\rho_w = 1,0 \text{ г/см}^3$ ; сувнинг зичлиги.

7. Парафин қобикнинг ҳажмини аниқлаймиз

$$V_2 = \frac{(m' - m)}{\rho_n} = \frac{(113,5 - 108,5)}{0,85} = 5,88 \text{ см}^3,$$

бунда  $\rho_n = 0,85 \text{ г/см}^3$ ;  $\text{т/м}^3$  парафиннинг зичлиги.

7. Грунт намунасининг ҳажмини аниқлаймиз

$$V = V_1 - V_2 = 68,38 - 5,88 = 62,50 \text{ см}^3.$$

8. Грунт намунасининг зичлиги –  $\rho$  ни аниқлаймиз

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{108,5}{62,5} = 1,73 \text{ г/см}^3.$$

9. Грунт намунасининг ҳажмий оғирлиги –  $\gamma$  ни аниқлаймиз

$$\gamma = \rho \cdot g = 1,73 \cdot 10 = 17,3 \text{ кН/м}^3.$$

## §2. Грунт заррачаларининг зичлиги

Грунт заррачаларининг зичлиги –  $\rho_s$  деганда, унинг қаттиқ заррачалари массасининг шу заррачалар эгаллаган ҳажмга бўлган нисбати тушинилади, унинг ўлчов бирлиги  $\text{г/см}^3$ ;  $\text{т/м}^3$ ,  $\text{кН/м}^3$ .

$$\rho_s = \frac{m_1}{V_1} \text{ кН/м}^3. \quad (3)$$

бунда  $m_1$  – грунт қаттиқ заррачаларининг массаси;

$V_1$  – қаттиқ заррачалар эгаллаган ҳажм,  $\text{см}^3$ ,  $\text{м}^3$ .

Грунт заррачаларининг зичлиги –  $\rho_s$  лабораторияда, пикнометр усули билан аниқланади.

Грунт заррачаларининг зичлиги –  $\rho_s$  маълум бўлса, унинг солиштирма оғирлиги –  $\gamma_s$  қуйидаги формула асосида аниқланади;

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g \text{ кН/м}^3, \quad (4)$$

бунда  $g = 9,80655 = 9,81 \text{ м/сек}^2$  – эркин тушиш тезланиши.

### § 2.1. Таркибида сувда эрийдиган тузлари бўлмаган грунт заррачаларининг зичлигини аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар:* пикнометр, дистилланган сув, майдаланган куруқ ҳолдаги грунт намунаси, кумли ҳаммом, техник тарози (тошлари билан), пипетка.

*Ишни бажариш тартиби:*

1. Заррачаларининг зичлиги аниқланиши лозим бўлган грунт намунасидан 0,5–1,0 кг олиб майдаланади ва уни очиқ ҳавода қуритилади. Қуритилган грунт намунасидан 100–200 г олиб ҳавончада майдалаб диаметри 2 мм ли элакдан ўтказилади.

2. Тайёрланган грунт намунаси яхшилаб аралаштирилади, квадратларга бўлиш усули билан ундан техник тарозида 10–15 г ўлчаб олинади. Заррачаларнинг зичлигини аниқлаш учун олинadиган грунтнинг миқдори пикнометрнинг ҳажмига боғлиқ. Пикнометрнинг ҳар 100 см<sup>3</sup> ҳажмига 10–15 г грунт намунаси олиниши керак.

3. Очиқ ҳавода қуритилган грунт намунаси таркибидаги гигроскопик сувнинг миқдорини аниқлаш учун ундан миқдори 10–15 г тенг бўлган 2 та намуна олинади ва §3.2 талаблари асосида аниқланади.

4. Қуритилган бўш пикнометр олинади. Техник тарзида унинг массаси аниқланади ва  $m^1$  деб белгиланади.

5. Бўш пикнометрга веронка ёрдамида массаси 10–15 г тенг бўлган грунт намунаси солинади. Пикнометрнинг грунт билан биргаликдаги массаси техник тарзида аниқланади ва  $m_1$  деб белгиланади.

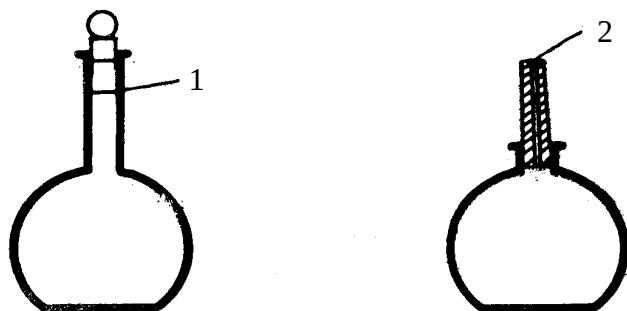
6. Қуйида келтирилган формулалар ёрдамида очиқ ҳавода қуритилган грунтнинг массаси –  $m$ , абсолют қуруқ ҳолдаги грунт массаси –  $m_0$  аниқланади.

$$m = m_1 - m^1 \quad (1)$$

$$m_0 = \frac{m}{1 + 0,01W_r} \quad (2)$$

бунда  $W_r$  – гигроскопик сувнинг миқдори, % да, (§3.2. асосида аниқланади).

7. Грунт намунаси солинган пикнометрнинг ярмигача дистилланган сув солинади бир неча маротаба чайқатилади. Тайёрланган суспензияни қиздириш плитаси устидаги қумли ҳаммомга қўйилади.



**3–расм. Пикнометр турлари:**

1 – ҳалқасимон белгили;  
2 – капиллярли.

8. Қумли ҳаммом устига қўйилган пикнометрдаги суспензияни қумли грунтлар учун 30 минут, лойли грунтлар учун эса 1 соат давомида қайнатилади. Қайнатиш грунт таркибидаги ҳар хил ҳолатдаги газларни чиқариш учун бажарилади. Қайнатиш даврида кўпик пайдо бўлса, қумли ҳаммом температураси пасайтирилади.

9. Пикнометрни қумли ҳаммомдан олиб озроқ совитилади, унинг ҳалқасимон белгисигача 1 соат давомида қайнатилган дистирланган сув солинади ва сувли ваннада уй температурасигача совутилади. Суспензиясининг температураси 0,5 °С аниқликгача термометр ёрдамида ўлчанади.

10. Пипетка ёрдамида пикнометрга томчилаб қайнатилган дистилланган сув қуйиб суспензия минскининг қуйи чегарасини пикнометрнинг ҳалқасимон бел-

гиси билан тенглаштирилади. Пикнометрнинг ташқи сиртини фильтр қоғози билан артилади, техник тарозида ўлчанади ва унинг массасини  $m_2$  деб белгиланади.

11. Пикнометрдаги суспензия тўкилади, у сув билан яхшилаб чайқалади, ҳалқасимон белгисигача дистилланган сув билан тўлдирилади, техник тарозида ўлчанади ва унинг массаси  $m_3$  деб белгиланади

12. 1–11 бандларда бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 3-жадвалга киритилади, грунт заррачалари зичлиги –  $\rho_s$  қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

$$\rho_s = \frac{\rho_w \cdot m_0}{m_0 + m_3 - m_2} \quad (3)$$

### 3-жадвал

#### Тажрибадан олинган натижаларни қайд этиш жадвали

| Намуна тартиб рақами | Пикнометр тартиб рақами | Грунт намунасининг массаси, г |                                              | Пикнометрнинг массаси, г |                                 |                                       |                        | Грунт таркибидаги гигроскопик намлик, % | Грунт заррачаларининг зичлиги, г/см <sup>3</sup> |                 |                                                           |                 |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|
|                      |                         | Табий қуритилган ҳолдаги      | Гигроскопик сувга тузутиш киритилган кейинги | Бўш ҳолдаги              | Грунт намунаси билан биргаликда | Грунт, сув билан қайнатилгандан кейин | Сув билан биргаликдаги |                                         | тажриба асосида                                  |                 | ўртачаси                                                  |                 |
|                      |                         |                               |                                              |                          |                                 |                                       |                        |                                         | $\rho_{si} = \frac{m_o p_w}{m_o + m_3 - m_2}$    |                 | $\rho_{sm} = \frac{\rho_{s1} + \rho_{s2} + \rho_{s3}}{3}$ |                 |
| №                    | №                       | m                             | m <sub>o</sub>                               | m <sup>1</sup>           | m <sub>1</sub>                  | m <sub>2</sub>                        | m <sub>3</sub>         | w <sub>r</sub>                          | ρ <sub>S1</sub>                                  | ρ <sub>S2</sub> | ρ <sub>S3</sub>                                           | ρ <sub>Sm</sub> |
| 1                    | 3                       | 15,0                          | 14,0                                         | 31,1                     | 45,1                            | 169,8                                 | 160,9                  | 8,123                                   | 2,74                                             |                 |                                                           | 2,69            |
| 2                    | 1                       | 14,9                          | 13,86                                        | 313                      | 45,2                            | 169,4                                 | 160,7                  | 8,011                                   |                                                  | 2,67            |                                                           |                 |
| 3                    | 5                       | 14,9                          | 13,90                                        | 315                      | 45,4                            | 169,5                                 | 160,8                  | 8,21                                    |                                                  |                 | 2,67                                                      |                 |

Эслатма: Тажриба 15–20 °С температурада олиб борилади.

Тажрибадан олинган ўлчовларни ёзиш тартиби  $\rho_s$  ва  $\gamma_s$  ларни ҳисоблаш учун мисол.

1. Пикнометрнинг тартиб рақами – 1.
2. Қуритилган грунт массаси  $m_0 = 13,86$  г.
3. Пикнометрнинг ҳалқасимон белгисигача дисцилланган сув билан тўлдирилгандаги массаси  $m_3 = 160,67$  г.
4. Пикнометрнинг грунт ва ҳалқасимон белгисигача тўлдирилган сув билан биргаликдаги (қайнатилгандан кейин) массаси  $m_2 = 169,37$  г.

5. Сувнинг зичлиги  $\rho_w=1,0 \text{ г/см}^3$ .

Юқорида келтирилган ўлчовлар асосида грунт заррачаларининг зичлиги  $\rho_s$  ни қуйидаги формула орқали аниқлаймиз:

$$\rho_s = \frac{\rho_w \cdot m_o}{m_o + m_3 - m_2} = \frac{1 \cdot 13,86}{13,86 + 160,67 - 169,37} = 2,67 \text{ г/см}^3$$

6. Грунт намунасининг солиштирма оғирлиги  $\gamma_s$  ни аниқлаймиз

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g = 2,67 \cdot 9,81 = 26,2 \text{ кН/м}^3$$

## **§ 2.2. Таркибида сувда эрийдиган тузлари бўлган грунт заррачаларининг зичлигини аниқлаш**

Агарда грунт намунаси таркибида сувда эрийдиган тузлар бўлса, у ҳолда унинг заррачаларининг зичлиги –  $\rho$  ни аниқлашда дистилланган сувнинг ўрнига толуол, ксилол, керосин ишлатилади. Грунт намунаси таркибидаги ҳаво вакуумлаш орқали сўриб олинади.

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар:* пикнометр, керосин, майдаланган куруқ ҳолдаги грунт намунаси, кумли ҳаммом, техник тарози (тошлари билан), пипетка, вакуумонасос.

*Ишни бажариш тартиби:*

1. § 2.1 нинг 1, 2, бандларга асосланиб тайёрланган таркибида сувда эрийдиган тузлари бор бўлган грунт намунасидан  $100 \div 200$  г ўлчаб олинади, уни диаметри 2 мм ли элакдан ўтказилади ва қуритиш шкафида массаси доимий ҳолга келгунча  $105^0$  С температурада қуритилади.
2. Тайёрланган грунт намунаси яхшилаб аралаштирилади, квадратларга бўлиши усули билан ундан техник тарозида 10–15 г ўлчаб олинади ва унинг массаси  $m_0$  деб белгиланади.
3. Қуритилган бўш пикнометр олинади. Унинг тартиб рақами тажриба жадвалига киритилади, техник тарозида унинг массаси аниқланади ва  $m_1$  деб белгиланади.
4. Бўш пикнометрга воронка ёрдамида ўлчанган массаси  $m_0$  тенг бўлган грунт намунаси солинади. Пикнометрнинг грунт билан биргаликдаги массаси техник тарозида ўлчанади ва  $m$  деб белгиланади. Бунда пикнометрдаги грунтнинг массаси  $m_0 = m - m_1$  тенг бўлади.
5. Грунт намунаси солинган пикнометрнинг айланма белгисигача керосин қуйилади, уни эксикаторга жойлаштирилади. Эксикатор вакуум насоси билан уланади. Грунт таркибидаги ҳавони тўлиқ чиқариш учун эксикатордаги грунт намунаси ва керосин солинган пикнометр вакуум остида 12 соат давомида сақланади.
6. Пикнометрдаги суюқлик минскининг қуйи чегарасини унинг ҳалқасимон белгиси билан тенглашгунга қадар пипетка ёрдамида керосин қуйилади.

Ташқи сирти тозалаб артилади, техник тарозида ўлчанади, массасини  $m_2$  деб белгиланади.

7. Пикнометрдаги суюқлик тўкиб ташланади, уни керосин билан тозалаб ювилади, ҳалқасимон белгисигача керосин билан тўлдирилади, техник тарозида ўлчанади ва унинг массасини  $m_3$  деб белгиланади. (Барча ўлчовларда керосиннинг температураси 15–20 °С бўлиши керак)

8. Грунт заррачаларининг зичлиги  $\rho_s$  қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$\rho_s = \frac{m_0 \rho_k}{m_0 + m_3 - m_2}$$

бунда  $\rho_k$  – керосиннинг зичлиги.

9. Грунт заррачаларининг зичлиги  $\rho_s$  аниқ бўлса унинг солиштирма оғирлиги қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g \text{ кН/м}^3$$

бунда  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$  эркин тушиш тезланиши

10. 1–8 бандлар бўйича бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 4–жадвалга киритилади.

#### 4–жадвал

Тажрибадан олинган натижаларни кайд этиш жадвали

| Пикнометр<br>нинг тар-<br>тиб рақами | Қуритилган<br>намунанинг<br>массаси | Пикнометр массаси г |                                                |                                  | Грунт зарраларининг<br>зичлиги, ρ <sub>s</sub> г/см <sup>3</sup> |       |                 |                 |                 |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                      |                                     | Бўш<br>холдаги      | Керосин ва<br>грунт би-<br>лан бирга-<br>ликда | Керосин<br>билан бир-<br>галикда | Тажриба асо-<br>сида                                             |       |                 | Ўртачаси        |                 |
|                                      |                                     |                     |                                                |                                  | $\rho_{si} = \frac{\rho_k \cdot m_0}{m_0 + m_3 - m_2}$           |       |                 |                 |                 |
|                                      | $m_0$                               |                     |                                                | $m_1$                            | $m_2$                                                            | $m_3$ | ρ <sub>s1</sub> | ρ <sub>s2</sub> | ρ <sub>s3</sub> |
| 1                                    | 14,0                                | 31,1                | 137,40                                         | 122,70                           | 2,67                                                             | —     | —               | 2,67            |                 |
| 2                                    | 13,86                               | 31,3                | 138,15                                         | 128,50                           | —                                                                | 2,63  | —               |                 |                 |
| 3                                    | 15,86                               | 31,5                | 181,17                                         | 169,97                           | -                                                                | —     | 2,72            |                 |                 |

5.  $\rho_k = 0,8 \text{ г/см}^3$  -керосин заррачаларининг зичлиги.

6. Юқорида келтирилган ўлчовлар асосида грунт заррачаларининг зичлиги  $\rho_s$  аниқланади:

$$\rho_s = \frac{\rho_k \cdot m_0}{m_0 + m_3 - m_2} = \frac{0,8 \cdot 15,86}{15,86 + 169,97 - 181,17} = 2,72 \text{ г/см}^3$$

7. Грунт намунасининг солиштирма огирлиги –  $\gamma_s$  ни аниқлаймиз

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g = 2,72 \cdot 9,81 = 26,68 \text{ кН/ м}^3$$

### §3. Грунтнинг табиий намлиги

Грунтнинг табиий намлиги –  $W$  деганда, маълум бир массага эга бўлган грунтни  $105^\circ\text{C}$  да доимий оғирликгача қуритилганда, унинг таркибидан чиққан сув массаси  $m_2$  ни, шу грунт қаттиқ заррачаларининг массаси  $m_1$  –га бўлган нисбати тушунилади

$$W = \frac{m_2}{m_1} \quad (5)$$

Грунтнинг намлигини қуйида келтирилган усуллар билан аниқлаш мумкин:

- техник тарозида ўлчаш усули;
- гидростатик усул;
- П.П.Ковалёвнинг “Плотномер–влагомер” асбоби ёрдамида;
- радиометрик усул.

Қурилиш лабораторияларида кенг қўлланиладиган усул техник тарозида ўлчаш усули бўлиб ҳисобланади. Кам ҳолларда гидростатик усул қўлланилади. П.П.Ковалевнинг “Плотномер–влагомер” ва “Радиометрик” усуллари асосан дала шароитида қўлланилади.

#### § 3.1. Грунтнинг табиий намлигини аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар:* бюкслар, техник тарози тошлари билан, қуриштиш жавони, грунт намунаси (монолит), ҳавонинг намлигини ютувчи модда солинган (хлорли кальцийли) эксикатор.

*Ишни бажариш тартиби:*

1. Техник тарозида тозаланиб қуритилган бюкснинг массаси аниқланади ва у  $m_0$  деб белгиланади.
2. Намлиги аниқландиган грунт намунасидан (монолитдан) массаси 10 г дан кам бўлмаган грунт олиниб бюксга солинади, қопқоғи ёпилади, техник тарозида 0,01 г аниқликкача ўлчанади, унинг массаси –  $m_1$  деб белгиланади.

3. Бюксдаги грунт намунасини термостатга яъни қуритиш жавонига қопқоғини очиб қўйилади. Уни 100-105<sup>0</sup>С темпетурада оғирлиги ўзгармас ҳолатга келгунга қадар 5–6 соат давомида қуритилади.
4. Грунт намунасининг массаси ўзгармай қолгунча қуритилгандан сўнг бюкснинг қопқоғини қуритиш жавонининг ичидан чиқармасдан ёпилади, уни ҳавони намлигини ютувчи мода (хлорли кальций) солинган эксикаторга солиб ёпиқ ҳолда 30–40 минут давомида совутилади.
5. Қуритилган грунт намунаси солинган бюкс совугандан сўнг эксикатордан олинади, тарозида тортилади ва унинг массаси  $m_2$  деб белгиланади. Грунт намунасининг тўлиқ қуритилганлигига ишонч ҳосил қилиш учун 3 ва 4 бандлар қайта такрорланади. Бу иш ўлчов натижаларининг фарқи  $\geq 0,02$  г бўлгунча такрорланади яъни  $m_2' - m_2'' \leq 0,02$  г кейинги ҳисоблар учун  $m_2$  нинг қиймати сифатида ўлчовларнинг энг кичик қиймати қабул қилинади.
6. Грунт намлиги –  $W$  камида 3 маротаба аниқланиб, кейинги ҳисоблар учун уларнинг ўртача қиймати олинади.
7. 1–6 бандлар бўйича бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 3-жадвалга киритилади ва грунтнинг табиий намлиги –  $W$  қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \quad (6)$$

**5–жадвал**

| Намунанинг т/р | Бюкснинг т/р | Бюкснинг массаси, г. | Бюкснинг нам грунт билан биргаликдаги массаси, г | Бюкснинг қуритилган грунт билан биргаликдаги массаси $m_2$ , г |         |          | Грунтнинг намлиги                   |       |                                   |       |
|----------------|--------------|----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|----------|-------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
|                |              |                      |                                                  |                                                                |         |          | тажриба асосида                     |       | ўртачаси                          |       |
|                |              |                      |                                                  |                                                                |         |          | $W_i = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0}$ |       | $W_m = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3}$ |       |
|                |              | $m_0$                | $m_1$                                            | $m_2'$                                                         | $m_2''$ | $m_2'''$ | $W_1$                               | $W_2$ | $W_3$                             | $W_m$ |
| 1              | 12           | 7,80                 | 22,80                                            | 20,10                                                          | —       | —        | 0,22                                | —     | —                                 | 0,222 |
| 2              | 11           | 8,00                 | 24,00                                            | —                                                              | 21,10   | —        | —                                   | 0,22  | —                                 |       |
| 3              | 10           | 8,20                 | 24,50                                            | —                                                              | —       | 21,50    | —                                   | —     | 0,226                             |       |

*Эслатма:* тажриба 15 – 20<sup>0</sup> температурада олиб борилади

*Тажрибадан олинган ўлчовларни ёзиш тартиби, W–ни ҳисоблаш учун мисол*

1. Бюкснинг тартиб рақами – 10.
2. Тозалаб қуритилган бюкснинг массаси  $m_0 = 8,20$  г.
3. Бюкснинг табиий намликка эга бўлган грунт билан биргаликдаги массаси  $m_1 = 24,5$  г.
4. Қуритилган грунтнинг бюкс билан биргаликдаги массаси  $m_2 = 21,5$  г
5. Грунтнинг табиий намлиги  $W$  (6) ифода орқали аниқланади.

$$W = \frac{m_1 - m_2''}{m_2'' - m_0} = \frac{24,5 - 21,5}{21,5 - 8,20} = \frac{3,0}{13,3} = 0,226$$

Демак, грунт намлиги  $W = 0,226 \cdot 100\% = 22,60\%$  ни ташкил этади.

### **§3.2. Грунтнинг гигроскопик намлигини аниқлаш.**

1. Гигроскопик намлиги аниқланиши лозим бўлган грунждан 0,5-1,0 кг олиниб майдаланади. Майдаланган грунт намунаси очик ҳавода қуригилади. Қуритилган грунт намунасидан 100-200 г олиб ҳавончада майдалаб, диаметри 0,5 мм ли элакдан ўтказилади.
2. Тайёрланган грунт намунаси яхшилаб аралаштиради, квадратларга бўлиш усули билан ундан 10-15 граммга тенг бўлган 2 та намуна олиниб қуририлган, массаси  $m_1$  тенг бўлган бюксга солинади. Техник тарозида 0,01 г аниқликгача ўлчанади ва массасини  $m_2$  деб белгиланади.
3. Бюкслардаги грунт намунасини қуриштиш жавонига қопқоғини очиб қўйилади. Уни 100-105° С температурада массаси ўзгармас ҳолатга келгунга қадар қуригилади.
4. Қуриштиш жавонининг ичида бюксларнинг қопқоғини ёпиб, остига хлорли кальций солинган эксикаторга олиб қўйилади ва 30-40 минут давомида совутилади.
5. Бюкслардаги совитилган грунт намуналари техник тарозида 0,02 г аниқликгача ўлчаб унинг массасини  $m_3$  деб белгиланади.
6. Грунтнинг гигроскопик намлигини қуйида келтирилган ифода орқали аниқланади.

$$W_{\Gamma} = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1}$$

7. Грунтнинг гигроскопик намлиги маълум бўлса, унинг очик ҳавода қуририлгандаги массаси  $m$ , абсолют қуруқ ҳолдаги массаси  $m_0$  қуйида келтирилган ифодалар орқали аниқланади.

$$m = m_2 - m_1$$

$$m_0 = \frac{m}{1 + 0,01W_{\Gamma}}$$

**§4. Лойли грунтларнинг оқувчанлик –  $W_L$  ва  
пластиклик –  $W_P$  чегарасидаги намликлари.  
Пластиклик сони –  $J_p$ , консистенция кўрсаткичи –  $J_L$**

Пластик ҳолатда бўлган лойли грунт намунаси пиширилса у қаттиқ жисмга айланади (сопол, пиширилган ғишт ва ҳ.к.).

Агарда лойли грунт намлигини сув қўшиб ошириб борилса, уни оқувчан ҳолатга келтириш мумкин. Лойли грунтларнинг намлиги ўзгарганда, уларнинг ҳолати ва хоссалари ҳам ўзгаради, яъни унинг ҳолат кўрсаткичи ўзгарар экан. Ҳолат кўрсаткичи деганда грунт таркибидаги қаттиқ заррачаларга механик таъсирлар натижасида ҳаракатчанлик даражаси тушунилади. Лойли грунтларнинг ҳолат кўрсаткичи уларнинг юк кўтариш қобилиятини ҳамда иншоотлар асосида ишлашини белгилайди. Грунтнинг ҳолат кўрсаткичи унинг пластиклигига боғлиқ. Лойли грунтлар пластик грунтлар турига киради.

Грунтнинг пластиклиги деганда, ташқи таъсирлар натижасида яхлитлиги бузилмай шакли ўзгаришига – деформацияланишига, деформациялангандан кейин эса, олган янги шаклини сақлаш хусусиятига айтилади.

Лойли грунтларнинг пластиклиги, унинг намлигининг ўзгаришига боғлиқдир. Лойли грунт таркибидаги сувнинг миқдори қараб қаттиқ, юмшоқ ва оқувчан ҳолатларда бўлиши мумкин. Лойли грунтларнинг ҳолатини уларнинг ҳолат кўрсаткичига қараб баҳолаш учун унинг табиий намлиги  $W$  ни қаттиқ ҳолатдан пластик ҳолатга ўтиш чегарасидаги намлиги –  $W_p$  ни, пластик ҳолатдан оқиш ҳолатига ўтиш чегарасидаги намлиги –  $W_L$  ни билиш керак. Лойли грунт ҳолатини унинг намлигига боғлиқ равишда ўзгаришини чизма шаклида қуйидагича ифодалаш мумкин (4–расм).

|                 | $W_p$            | $W_L$           |
|-----------------|------------------|-----------------|
| Қаттиқ ҳолат-да | пластик ҳолат-да | оқувчан ҳолатда |
| $W < W_p$       | $W_L > W > W_p$  | $W > W_L$       |
| $J_L < 0$       | $0 < J_L < 1$    | $J_L > 1$       |

**4–расм.** Лойли грунт ҳолатини унинг намлигига боғлиқ равишда ўзгариш схемаси

Грунтнинг оқиш ва пластиклик чегаралари ундаги лой заррачаларининг миқдори ва минералогик таркибига боғлиқ. Грунт таркиби лойли заррачаларининг ортиши унинг пластиклигини ортишига сабаб бўлади. Лойли грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги  $W_L$  билан пластиклик чегарасидаги намлиги –  $W_p$  орасидаги миқдор жиҳатдан фарқ лойли грунтнинг пластиклик сони дейилади

$$J_p = W_L - W_p \quad (7)$$

Лойли грунтнинг пластиклик сони  $J_p$  га қараб унинг тури аниқланади.

Лойли грунтларнинг пластиклик сони бўйича турларга бўлиниши СНиП II–15–74 нинг 6-жадвалида келтирилган.

#### **6-жадвал**

Лойли грунтларнинг пластиклик сони бўйича турларга бўлиниш жадвали

| Лойли грунтнинг номи | Лойли заррачалар миқдори % ҳисобида | Пластиклик сони $J_p$ |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Соф лой              | $>30$                               | $J_p > 0,17$          |
| Қумоқ грунт          | $10 \div 30$                        | $0,07 < J_p < 0,17$   |
| Қумлоқ грунт         | $3 \div 10$                         | $0,01 < J_p < 0,07$   |
| Қум                  | $>3$                                | пластикликга эга эмас |

Лойли грунтга хос бўлган яна бир кўрсаткич унинг ҳолат кўрсаткичидир.

«Табиий заминларни лойиҳалаш бўйича техник талаблар ва меъёрий ҳужжатлар» лойли грунтлар учун уларнинг ҳолат кўрсаткичини аниқлашни тавсия қилади. Бу кўрсаткич қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} \quad (8)$$

Агарда  $J_L > 1$  бўлса у ҳолда грунт оқувчан ҳолатда бўлади,  $J_L < 0$  бўлса яъни  $W < W_p$  бўлганда грунт қаттиқ ҳолатда бўлади. Консистенция кўрсаткичининг оралиқ қийматларида  $0 < J_L < 1$  бўлганда лойли грунт пластик ҳолатда бўлади. Демак лойли грунтнинг консистенция кўрсаткичи унинг ҳолатини белгилар экан (4–расм).

Лойли грунтларнинг ҳолат кўрсаткичининг қиймати бўйича турларга бўлиниши СНиП II–15–74 нинг 7-жадвалида келтирилган.

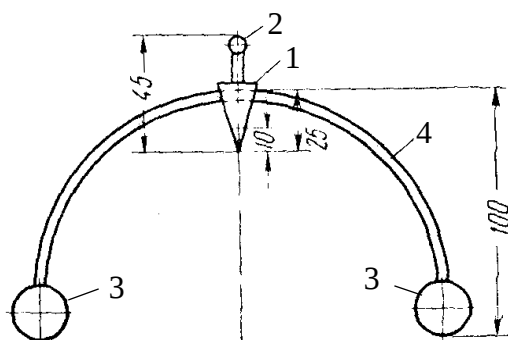
#### 7-жадвал

Лойли грунтларнинг консистенция кўрсаткичи бўйича турларга бўлиниши

| Лойли грунтнинг ҳолати  | Консистенция кўрсаткичи $J_L$ |
|-------------------------|-------------------------------|
| Қумлоқ тупроқ (супесь)  |                               |
| қаттиқ                  | $J_L < 0$                     |
| пластик                 | $0 < J_L \leq 1$              |
| оқувчан                 | $J_L > 1$                     |
| қумоқ тупроқ ва соф лой |                               |
| қаттиқ                  | $J_L < 0$                     |
| ярим қаттиқ             | $0 < J_L \leq 0,25$           |
| қаттиқ пластик          | $0,25 < J_L \leq 0,50$        |
| юмшоқ пластик           | $0,50 < J_L \leq 0,75$        |
| оқувчан пластик         | $0,75 < J_L \leq 1$           |
| оқувчан                 | $J_L > 1$                     |

Лойли грунтларнинг пластиклик чегарасидаги намлигини аниқлаш бўйича бир неча усуллар мавжуд. Буларга, Аттерберг ва Казагранде усуллари киради. Дала шароитида лойли грунтларнинг ҳолат кўрсаткичларини статик зондлаш усули билан аниқланади.

## § 4.1 Лойли грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини аниқлаш

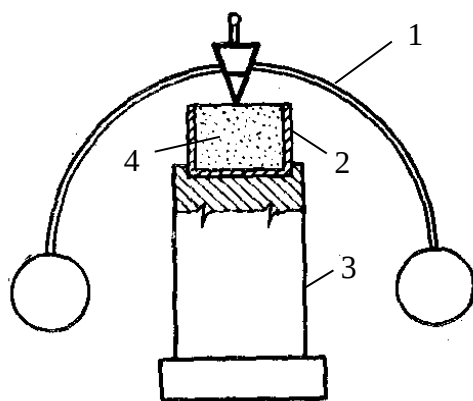


5-расм. Мувозанатлик конуси

га беркитилган. Мувозанат конуси иккита металл шарча (3) ва радиуси  $R = 85$  мм ли ярим айлана шаклидаги металл симдан (4) иборат (5-расм).

Мувозанат конусининг умумий массаси 76 г (аниқлик даражаси  $\pm 0,02$  г.)  
*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб, жиҳоз ва ашёлар:* мувозанатлик конуси чинни косача, куракча, куритиш жавони, дистилланган сув (колбада), техник тарози (тошлари билан), бюкслар, грунт намунаси (монолит), эксикатор, 0,5 мм тешикли элак, тигель, ҳавонча.

*Ишни бажариш тартиби:*



6-расм. Оқувчанлик чегараси-  
ни аниқлаш: 1-мувозанатлик ко-  
нуси; 2-тигель; 3-таглик; 4-грунт  
хамири.

сирти куракча ёрдамида текисланади. Тигельни грунт хамири билан тўлдир-  
ганда, унда бўшлиқлар қолмаслиги керак.

4. Мувозанат конусини ўткир учи билан тигельдаги грунт хамирининг  
сиртига қўйилади. Мувозанат конусининг 5 секунд давомида ўз оғирлиги  
таъсирида грунтга ботиши кузатилади (6-расм).

Лойли грунтнинг оқувчанлик чега-  
расидаги намлиги –  $W_L$  ни мувозанат-  
лик конуси ёрдамида аниқланади.  
Мувозанатлик конусининг қисмлари ва  
ўлчамлари 5-расмда келтирилган:

Конус (1) баландлиги 25 мм бўлиб  
сирти силлиқланган зангламайдиган  
пўлатдан қилинган, учидаги бурчаги  $\alpha =$   
 $30^\circ$ , ҳалқасимон белги конус учидан 10  
мм масофада жойлашган. Конусдан  
фойдаланишни қулайлаштириш учун  
махсус туткич (2) қилиниб унинг асоси-

1. Ҳажми  $50 \text{ см}^3$  га яқин грунт намунаси  
олиниб ҳовончада майдаланади, ўлчами 0,5  
мм бўлган элакдан ўтказилади.

2. Элакдан ўтказиб тайёрланган грунт  
намунаси махсус чинни косачага солиниб  
унга дистилланган сув қўйилади, куракча  
ёрдамида аралаштирилиб қаттиқ грунт ха-  
мири ҳолатига келтирилади. Грунт хамири  
тайёрланган косачани оғзи герметик ёпилган  
эксикаторда 24 соат давомида сақланади.

3. Косачадаги грунт хамирини эксика-  
тордан олиб яхшилаб қориштирилади. Мах-  
сус металлдан ясалган тигельни куракча ёр-  
дамида косачадаги грунт хамири билан тўл-  
дирилади. Тигельдаги грунт хамирининг

Мувозанатлик конусининг грунтга ботишига қараб қуйидаги хулосалардан бири қилинади.

а) агарда тигелдаги грунт хамирининг сиртига қуйилган мувозанатлик конуси 5 секунд давомида айланма белгисигача ботса, текшириладиган грунтнинг намлиги оқувчанлик чегарасида бўлади.

б) агарда тигельдаги грунт хамирининг сиртига қуйилган мувозанатлик конуси 5 секунд давомида айланма белгисигача ботмаса, у ҳолда текшириладиган грунтнинг намлиги оқувчанлик чегарасидаги намлигидан кам бўлади.

в) агарда мувозанатлик конуси 5 секунд давомида айланма белгисидан зиёда ботса, грунтнинг намлиги оқувчанлик чегарасидаги намликдан зиёда бўлади.

«б» ва «в» ҳолларда грунтнинг намлиги мос равишда орттирилади ёки камайтирилади ва 4 банд қайта кўриб чиқилади.

5. Оқувчанлик чегарасидаги намликка эга бўлган грунт хамирдан (намунасида) 10 г кам бўлмаган намуна олиниб бюксларга солинади ва грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги –  $W_L$  ни §3.1. талаблари асосида аниқланади.

$$W_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \quad (9)$$

6. 1–5 бандлар бўйича бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 8-жадвалга киритилади.

7. Ҳар бир грунт намунаси билан камида 2 та тажриба ўтказилади. Грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги учун бу аниқлашларнинг ўртача арифметик қиймати олинади.

## 8-жадвал

Лойли грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини аниқлаш жадвали

| Намунанинг т/р | Бюкснинг т/р | Бюкснинг массаси, г | Бюкснинг нам грунт билан биргаликдаги массаси, г | Бюкснинг қурилган грунт билан биргаликдаги массаси $m_2$ , г |         |          | Грунтнинг намлиги                      |          |          |                                               |
|----------------|--------------|---------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|----------|----------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------------|
|                |              |                     |                                                  |                                                              |         |          | тажриба асосида                        |          |          | ўртачаси                                      |
|                |              |                     |                                                  |                                                              |         |          | $W_{Li} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0}$ |          |          | $W_{Lm} = \frac{W_{L1} + W_{L2} + W_{L3}}{3}$ |
|                |              | $m_0$               | $m_1$                                            | $m_2'$                                                       | $m_2''$ | $m_2'''$ | $W_{L1}$                               | $W_{L2}$ | $W_{L3}$ | $W_{Lm}$                                      |
| 1              | 16           | 16,90               | 27,10                                            | 24,60                                                        | —       | —        | 0,32                                   | -        | -        | 0,316                                         |
| 2              | 13           | 15,90               | 26,60                                            | —                                                            | 24,10   | —        | -                                      | 0,31     | -        |                                               |
| 3              | 11           | 16,00               | 26,80                                            | —                                                            | —       | 24,20    | -                                      | -        | 0,317    |                                               |

Тажрибадан олинган ўлчов натижаларини ёзиш тартиби,  $W_L$  ни ҳисоблаш учун мисол.

1. Бюкснинг тартиб рақами – 16
2. Бюкснинг массаси  $m_0 = 16,9$  г.
3. Бюкснинг грунт билан биргаликдаги массаси  $m_1 = 27,1$  г.
4. Грунт ҳамда бюкснинг қурилган кейинги массаси  $m_2 = 24,6$  г.
5. Грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги  $W_L = 0,32$

$$W_L = \frac{m_1 - m_2'}{m_2' - m_0} = \frac{27,1 - 24,6}{24,6 - 16,9} = 0,32$$

Демак грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги  $W_L = 0,32 \cdot 100\% = 32\%$  ни ташкил этар экан.

#### § 4.2 Лойли грунтнинг пластиклик чегарасидаги намлигини аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб, жиҳоз ва ашёлар:* техник тарози (тошлари билан), қуритиш жавони, куракча, ҳавонча, 0.5 мм ли элакча, бюкс-лар, эксикатор, глянцили қоғоз ёки шиша, шиша идишда дистилланган сув, чинни косача, ҳавонча, грунт намунаси (монолит).

*Ишни бажариш тартиби:*

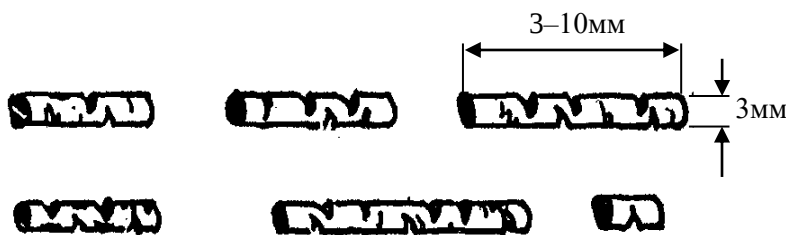
1. Ҳажми  $50 \text{ см}^3$  га яқин бўлган грунт намунаси олиниб ҳовончада майдаланади ва 0,5 мм–ли элакдан ўтказилади.

2. Элакдан ўтказилган грунт намунаси махсус чинни косачага солиниб, унга дистирланган сув қуйилади, куракча ёрдамида, қориштирилиб қаттиқ грунт хамир ҳолатига келтирилади. Грунт хамирини косачаси билан биргаликда қопқоғи герметик ёпиладиган эксикаторда 24 соат давомида сақланади.

3. Грунт хамиридан намуна олиниб қўл билан глянцили қоғоз ёки шиша устида диаметри 3 мм, узунлиги  $3 \div 10$  мм–ли чувалчангсимон ҳолатга келгунга қадар ҳаракатлантирилади. (7–расм). Агарда, бу ҳол юз бермаса, яъни:

а) намлик миқдори кўп бўлса, қайта қориштириш йўли билан грунт хамирнинг намлиги меъёрига келтирилади;

б) намлиги кам бўлса, грунт хамирига сув қўшиб аралаштирилади.



7–расм. Лойли грунтнинг пластиклик чегарасидаги намлигини аниқлашда чувалчангсимон намуналарнинг кўриниши.

4. 3 банд асосида тайёрланган чувалчангсимон намуналар бюксга солинади, уни 0.01 г аниқликгача техник тарозида ўлчанади (бюксдаги чувалчангсимон бўлакчалар миқдори 10 г дан кам бўлмаслиги керак).

5. Пластиклик чегарасидаги грунт намунасининг намлиги –  $W_p$  ни §3.1 талаблари асосида аниқланади.

$$W_p = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0}$$

6. 1–5 бандлар бўйича бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 9–жадвалга киритилади.

### 9–жадвал

#### Лойли грунтнинг пластиклик чегарасидаги намлигини аниқлаш жадвали

| Намунанинг т/п | Бюкснинг т/р | Бюкснинг массаси, г. | Бюкснинг нам грунт билан биргаликдаги массаси, г. | Бюкснинг қурилган грунт билан биргаликдаги массаси $m_2$ , г |         | Грунтнинг намлиги                      |          |          |                                               |          |
|----------------|--------------|----------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------------|----------|
|                |              |                      |                                                   |                                                              |         | тажриба асосида                        |          |          | ўртачаси                                      |          |
|                |              |                      |                                                   |                                                              |         | $W_{pi} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0}$ |          |          | $W_{pm} = \frac{W_{p1} + W_{p2} + W_{p3}}{3}$ |          |
| №              | №            | $m_0$                | $m_1$                                             | $m_2'$                                                       | $m_2''$ | $m_2'''$                               | $W_{p1}$ | $W_{p2}$ | $W_{p3}$                                      | $W_{pm}$ |
| 1              | 17           | 17,0                 | 28,00                                             | 26,0                                                         | —       | —                                      | 0,22     | -        | -                                             | 0,229    |
| 2              | 18           | 16,9                 | 28,20                                             | —                                                            | 26,1    | —                                      | -        | 0,23     | -                                             |          |
| 3              | 19           | 16,9                 | 28,40                                             | —                                                            | —       | 26,2                                   | -        | -        | 0,237                                         |          |

*Тажрибадан олинган ўлчовларни ёзиш тартиби ва  $W_p$  ни ҳисоблаш учун мисол.*

1. Бюкснинг тартиб рақами – 17.
2. Бюкс массаси  $m_0 = 17,0$  г.
3. Грунтли бюкс массаси  $m_1 = 28,0$  г.
4. Қурилган грунтли бюкс массаси  $m_2 = 26,0$  г.
5. Грунтнинг пластиклик чегарасидаги намлиги  $W_p = 0,22$

Грунтнинг пластиклик чегарасидаги намлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$W_p = \frac{m_1 - m_2^I}{m_2^I - m_0} = \frac{28,0 - 26,0}{26,0 - 17} = 0,22$$

Демак грунтнинг қотиш чегарасидаги намлиги  $W_p = 0,22 \cdot 100 = 22,0\%$  ни ташкил этар экан.

### § 4.3. Лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини Аттерберг усули ёрдамида аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб, жиҳоз ва ашёлар:* техник тарози (тошлари билан), қуриштиш шкафи (термостат), шпатель, учбурчакли махсус кескич (кесиш ўлчамлари; баландлиги 10 мм, эни юқори қисмида 10 мм, остки қисмида 2 мм), ҳовонча, тешиклари 0,5 мм ли элак, бюкслар, эксикатор, қалинлиги 3 мм ва юзаси 212x286 мм бўлган резина.

*Ишни бажариш тартиби:*

1. Қурилган грунт намунаси махсус ҳовончада эзгилаб майдаланади ва тешиклари 0,5 мм ли элакдан ўтказилади.

2. Махсус форфорли (сопол) косачага грунт намунаси—дан 25 г олинади, унга дистилланган сув қуйилиб аралаштирилади ва қаттиқ грунт хаамири ҳолатига келтирилади.

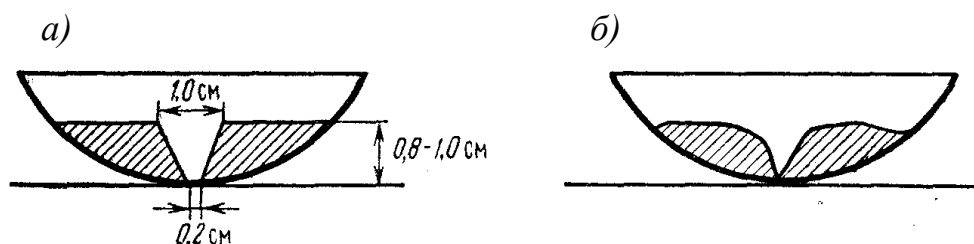
3. Ҳосил қилинган грунт хаамирини косача билан биргаликда остки қисмига сув қуйилган эксикаторга жойлаштирилади ва унда 1—сутка сақланади.

4. Косачадаги грунт хаамирини эксикатордан олиб, яхшилаб қориштирилади, унинг юзасини шпатель ёрдамида текисланади. Косачадаги текисланган грунт массасининг ўрта қисмидаги қалинлиги  $0,8 \div 10$  мм дан кам бўлмаслиги керак.

5. 4—банд асосида тайёрланган косачадаги грунт массасининг (ўрта қисмини) уч бурчакли махсус кесгич ёрдамида қирқилиб икки қисмга ажратилади. Бу қисмлар орасидаги масофа юқори қисмида 10 мм, остки қисмида эса 2 мм бўлиши керак. (7—расм).

6. Сопол косачани стол устига тўшалган 3 мм қалинликдаги резина ёстиқча устида 6 см баландликка кўтариб эркин ҳолда ташланади.

7. Шу жараён 3 маротаба такрорланади. Агарда косачадаги грунт массасининг ажралган қисмлари учинчи урилишда бир—бири билан 15–20 мм узунликда 1 мм қалинликда туташса бу грунт массасининг намлиги оқувчанлик чегарасидаги намликка тенг бўлади.



**7—расм. Аттерберг усули ёрдамида лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини аниқлаш:** а) резинали ёстиқчага урилгунга қадар кўриниши; б) ёстиқчага урилгандан кейинги кўриниши.

8. Косачадаги грунт массасининг қисмлари бир—бири билан бир ёки иккинчи урилишда бирлашса, у ҳолда бу грунт массасининг намлиги оқиш чегарасидан зиёда бўлади. Грунт массасини аралаштириш йули билан қурилади ва 4, 5, 6—бандларда бажарилган ишлар қайтарилади.

9. Агарда грунт массаларининг қисмлари бир—бири билан уч урилишда бирлашмаса, бу грунт массасининг намлиги оқиш чегарасидан кам бўлади. У ҳолда грунт хаамирига сув қуйилиб, аралаштирилади ва 4, 5, 6—бандларда бажарилган ишлар қайтарилади.

10. Ўтказилган тажриба натижасида тайёрланган грунт массасининг намлигини оқувчанлик чегарасидаги намликка етказгандан сўнг, грунт массасининг бир—бири билан туташган қисмидан 10–12 г намуна бюксга олинади ва термостатик усул билан унинг намлиги аниқланади. Бу намлик текшириладиган грунтнинг юқори пластиклик чегарасидаги намлиги бўлади.

$$W_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0}$$

11. Барча ўлчов натижалари 10–жадвалга киритилади.

#### 10–жадвал

Лойли грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини Аттерберг усули билан аниқлаш жадвали

| Намуна тартиб рақами | Бюкснинг тартиб рақами | Бюкс массаси $m_0$ , г. | Грунтли бюкснинг массаси $m_1$ , г. | Қурилган грунтли бюкснинг массаси $m_2$ , г. | Грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги $W_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0}$ | Грунтнинг оқувчанлик чегарасида ўртача намлиги $W_L = \frac{W_{L1} + W_{L2} + W_{L3}}{3}$ |
|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | 2                      | 3                       | 4                                   | 5                                            | 6                                                                             | 7                                                                                         |
| 1                    | 16                     | 16,9                    | 27,1                                | 24,6                                         | 0,32                                                                          | 0,316                                                                                     |
| 2                    | 13                     | 15,9                    | 26,6                                | 24,1                                         | 0,31                                                                          |                                                                                           |
| 3                    | 11                     | 16,0                    | 26,8                                | 24,2                                         | 0,317                                                                         |                                                                                           |

*Таъриба натижаларини ёзиш тартиби ва  $W_L$  ни ҳисоблаш учун мисол*

1. Бюкснинг тартиб рақами – 16.
2. Бюкснинг массаси  $m_0 = 16,9$  г.
3. Грунтли бюкс массаси  $m_1 = 27,1$  г.
4. Қурилган грунтли бюкс массаси  $m_2 = 24,6$  г.
5. Грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги.  $W_L = ?$

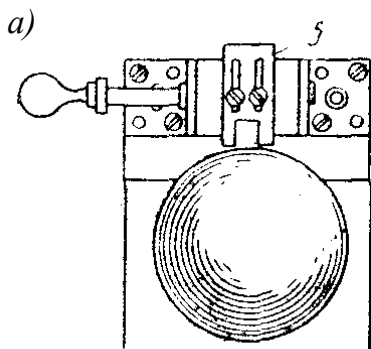
Грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$W_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} = \frac{27,1 - 24,6}{24,6 - 16,9} = 0,32$$

Демак грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги  $W_L = 0,32 \cdot 100 = 32\%$  ни ташкил этар экан.

#### § 4.4. Лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини Казагранде асбоби ёрдамида аниқлаш

Лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлиги (пластиклик ҳолатининг юқори чегараси) Казагранде томонидан кашф этилган махсус асбоб ёрдамида аниқланади. (9 – расм).



**8–расм. Лойли грунтларнинг пластиклик ҳолатининг юқори чегарасини аниқлашда ишлатиладиган Казагранде асбоби**  
а) юқоридан кўриниши; б) олд кўриниши; в) ён кўриниши.

б)

в)

Бу асбоб массаси 200 г бўлган латундан ясалган косача (1), унга бириктирилган даста (2) ҳамда кулачокли тиргак (3) ёғоч ғулача (4) дан иборат.

Даста (2)–ни айлантирганда кулачок (3) ёрдамида латунли косача кўтарилади ва каучук плита тўшалган ёғоч ғулача (4) устига эркин тушади. Косачанинг кўтарилиш баландлиги махсус мослама ёрдамида амалга оширилади. Тажрибани бошлашдан олдин косачанинг дастлабки кўтарилиш баландлиги 10 мм қилиб белгиланади (хатолик 0,2 мм дан ошмаслиги керак). Казагранде асбоби ёрдамида грунтнинг “оқувчанлик” чегарасидаги намлиги  $W_L$  ни “оқувчанлик” эгри чизиғи ёрдамида аниқланади. Бунда ҳар хил намликдаги грунтда ҳосил қилинган ёриқларнинг бирлашиб ёпилиш узунлиги 13 мм етгандаги зарбалар сони аниқланади ва ярим логарифмик масштабда оқувчанлик эгри чизиғининг графиги қурилади. Абцисса ўқидаги 25 маротоба урилишлар сонига тўғри келган намлик, грунтнинг “оқувчанлик” чегарасидаги намлиги –  $W_L$  бўлади.

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб, жиҳоз ва ашёлар:* Казагранде асбоби, шпатель, ҳавонча, 0,5 мм ли элакча, бюкслар, қуритиш шкафи (термостат), техник тарози (тошлари билан).

*Тажрибани бажариш тартиби:*

1. Қуритилган грунт намунаси махсус қовончада майдаланади ва тешиклари 0,5 мм бўлган элакдан ўтказилади.

2. Элакдан ўтказилган грунт намунасидан 150–200 г ўлчаб олиниб, сопол косачага солинади, унга ихтиёрий миқдорда сув қуйилиб грунт хабири тайёрланади.

3. Тайёрланган грунт хабиридан Казагранде асбобининг косачаси тўлдирилади ва унинг сирти текисланади.

4. Шпатель ёрдамида косачадаги грунт массасини асбобнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлган текислик бўйича икки қисмға ажратилади. (ёриқ қосил қилинади)

5. Грунт массаси блан тўлдирилган латун косача (1) Казагранде қурилмасиға осилади, қурилма эса махсус юмшоқ резина устиға қўйилади.

6. Қурилма даста (2) ёрдамида 2 айл/сек тезлик билан айлантрилади. Косачадаги икки қисмга ажратилган грунт массасидаги ёриқ бир–бири билан 13 мм узунликда туташиши учун талаб этилган урилишлар сони аниқланади.

7. Косачадаги грунт массасининг туташган жойидан унинг намлигини аниқлаш учун намуна олинади.

8. Тажриба ҳар хил намликка эга бўлган грунт массаси билан такрорланади.

9. Тажриба ўтказиш жараёнида грунт массасининг намлигини шундай танлаш керакки косачадаги грунт массасида ҳосил қилинган ёриқ, устига каучук плита тўшалган ёғоч ғўлачага 15÷30 марта урилишидан кейин ёпилсин.

10. Тажрибадан олинган натижалар 8 – жадвалда келтирилган шаклида тажриба журналига киритилади.

11. Тажрибадан олинган натижалар асосида ярим логорифмик масштабда “оқувчанлик” эгри чизигининг графиги қурилади. (9–расм). Бунинг учун абцисса ўқиға урилишлар сонининг логорифми қўйилади, ордината ўқиға эса шу грунт массасининг намлиги қўйилади. "Оқувчанлик" эгри чизиги қурилади. Абцисса ўқидаги 25 маротаба урилишлар сонига тўғри келган намлик текшириладиган грунтнинг "оқувчанлик" чегарасидаги намлиги ёки унинг “юқори пластиклик чегараси”га тўғри келади (9–расм).

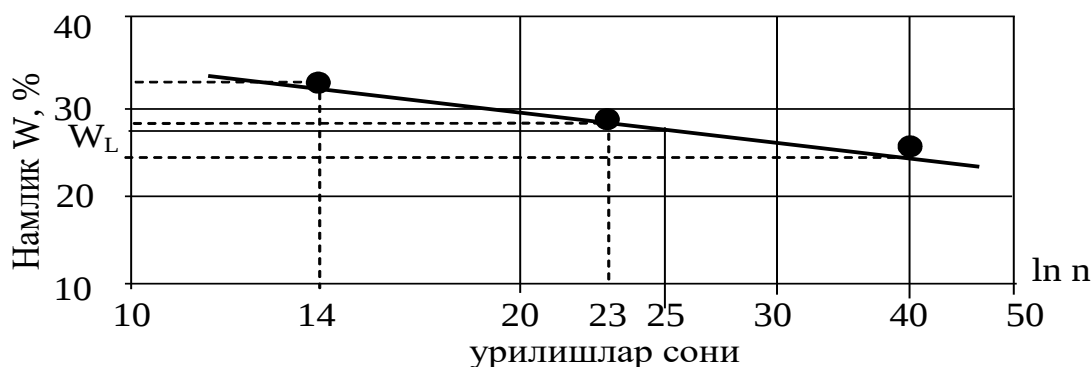
Барча ўлчовлар техник тарозида 0,01 г аниқликгача бажарилиши лозим.

## 11-жадвал

Казагранде буйича лойли грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини аниқлаш журнали

| Бюкс т/р | Бюкс массаси $m_0$ , г | Грунт-ли бюкс массаси $m_1$ , г | Қуритилган грунтли, бюкс массаси $m_2$ , г. |       |       | Қури-тилган грунтнинг ўртача массаси $m_{2,ўрт}$ | Нам-лиги $W$ | Ури-лиш-лар сони $n$ | Оқув-чанлик чегарасидаги намлик $W_L$ , % |
|----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------------------|
|          |                        |                                 | I                                           | II    | III   |                                                  |              |                      |                                           |
| 1        | 2                      | 3                               | 4                                           | 5     | 6     | 7                                                | 8            | 9                    | 10                                        |
| 1        | 38,06                  | 46,56                           | 44,52                                       | 44,52 | 44,52 | 44,52                                            | 31           | 14                   | 27                                        |
| 2        | 42,42                  | 55,58                           | 52,68                                       | 52,67 | 52,66 | 52,67                                            | 28           | 23                   |                                           |
| 3        | 40,93                  | 50,14                           | 48,22                                       | 48,20 | 48,20 | 48,20                                            | 26           | 40                   |                                           |

Тажрибадан олинган натижаларни ёзиш тартиби ва мисол 8–жадвалда келтирилган. Жадвалнинг 8 ва 9 устунидаги натижалар асосида "оқувчанлик" эгри чизиги қурилади (9–расм).



**9-расм. "Оқувчанлик" эгри чизиғи (Казагранде бүйича)**

#### **§ 4.5. Лойли грунтларнинг ҳолат кўрсаткичини статик зондлаш усули билан аниқлаш**

Лойли (гилли) грунтларнинг консистенциясини статик зондлаш усули билан кам аниқлаш мумкин. Бу усул диаметри 36 мм, асосининг юзаси 10 см<sup>2</sup> ва учки қисмидаги бурчаги 60<sup>0</sup> бўлган стандарт конусни лойли (гилли) грунтга статик юк (куч) таъсирида киргизишдан иборат.

Стандарт конус грунтга махсус қурилма ёрдамида киргизилади. Киргизиш пайтида грунтнинг қаршилиги динамометр орқали ўлчанади. Олинган натижа асосида гилли грунтнинг ҳолати (консистенцияси) аниқланади.

Ҳар хил ҳолатдаги гилли грунтларда ўтказилган статик зондлаш натижалари "Фундаментпроект" лойиҳа институти томонидан умумлаштирилиб жадвал шаклига келтирилган (12-жадвал). Бу жадвалдан гилли грунтнинг ҳолати конус киришига қаршилик кучининг қиймати орқали аниқланади.

**12-жадвал**

#### **Лойли грунтнинг ҳолатини аниқлаш жадвали.**

| Грунтнинг конус киришига қаршилиги, МПа | Грунтнинг ҳолати             |
|-----------------------------------------|------------------------------|
| < 10                                    | Қаттиқ                       |
| 10 ÷ 5                                  | Ярим қаттиқ                  |
| 5 – 2                                   | Бироз қаттиқ (дағал пластик) |
| 2 – 1                                   | Юмшоқ (юмшоқ пластик)        |
| > 1                                     | Оқувчан                      |

Лойли (гилли) грунтларнинг зондлашга нисбатан солиштирма қаршилиги (Р<sub>з</sub>) қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$P_z = \frac{P}{h^2}; \text{МПа} \quad (10)$$

бу ерда Р – конусга таъсир этадиган вертикаль кучланиш,  
h – конуснинг ботиш чуқурлиги

Лойли (гилли) грунтларнинг зондлашга нисбатан солиштира қаршилиги ( $P_3$  МПа да) бўйича қуйидаги турларга бўлинади:

|                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| жуда мустаҳкам   | $P_3 > 0,2$ МПа бўлганда        |
| мустаҳкам        | $0,2 > P_3 > 0,1$ МПа бўлганда  |
| ўртача мустаҳкам | $0,1 > P_3 > 0,05$ МПа бўлганда |
| бўш              | $P_3 \leq 0,05$ МПа бўлганда    |

Лойли (гилли) грунтларнинг ҳолат кўрсаткичи қурилиш амалиётида катта аҳамиятга эга. Унинг қийматига қараб ҚМҚ жадвалидан гилли (лойли) грунтларнинг ҳисобий қаршилиги ( $R_0$ ) аниқланади (22–жадвал).

## § 5. Грунтларнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш

Магматик, чўкинди ва метаморфик тоғ жинсларининг механик ва кимёвий таъсирлар натижасида емирилишидан грунтларнинг ҳар хил турлари ҳосил бўлган. Табиатда учрайдиган барча грунтлар таркибини турли элементлар ташкил қилиб, уларни қуйидаги уч асосий қисмга бўлиш мумкин (1–расм)

1. Қаттиқ минерал заррачалар – грунт скелетини ташкил қилади;
2. Ҳар хил кўриниш ва ҳолатдаги сув;
3. Ҳар хил кўриниш ва ҳолатдаги газсимон бирикмалар (эркин ва сувда эриган ҳолатда бўлади).

Грунт таркибининг қаттиқ минерал заррачалар қисми ҳар хил шакл, таркиб ва ўлчамларга эга бўлган минерал заррачалар тўпламидан иборат бўлади. Уларнинг ўлчамлари бир неча сантиметрдан, миллиметрнинг мингдан бир улушигача бўлиши мумкин. Грунт таркибидаги қаттиқ минерал заррачаларнинг нисбий миқдори қараб ҳар хил турларга ва гуруҳларга бўлинади. Грунт таркибидаги минерал заррачаларнинг нисбий миқдорини, унинг гранулометриқ таркибини таҳлил қилиш йўли билан аниқлаш мумкин.

Грунтнинг гранулометриқ таркиби деганда ундаги ҳар хил катталиқдаги қаттиқ минерал заррачалар миқдори айтилади ва улар текширилаётган грунтнинг умумий оғирлигига нисбати % ҳисобида аниқланади.

Грунтнинг гранулометриқ таркиби унинг физик хоссаларини белгиловчи асосий кўрсаткичлардан бири бўлиб ҳисобланади.

Грунтнинг пластиклик хусусиятлари, ғоваклиги, сиқилиши, кўпчиши, силжишга қаршилиги, сувнинг капилляр кўтарилиш баландлиги, сув ўтказувчанлиги унинг гранулометриқ таркибига боғлиқдир.

Грунт гранулометриқ таркибининг ўзгариши, унинг хоссаларнинг ўзгаришига олиб келади. Грунт таркибидаги қаттиқ заррачалар ўлчамлари кичиклашган сари, унинг сув ўтказувчанлик хусусияти камаяди. Масалан қоя тошли грунтлар юқори сув ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлса, қумли грунтларда бу хусусият анча кам, лойли грунтларда эса нолга яқин деса ҳам бўлади.

Грунтнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш учун гранулометриқ ёки механик таҳлил ўтказилади, яъни грунтнинг қаттиқ заррачаларининг катталиклари бўйича гуруҳларга ажратилади. Заррачалар ўлчами уларнинг диаметрига қараб миллиметрда аниқланади.

Грунтнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш қуйидаги амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга бўлган масалаларни ечишда ишлатилади:

1. Грунтнинг гранулометриқ таркибига қараб унинг тури ва номини аниқлашда;

2. Эмпирик формулалар ёрдамида қумли грунтларнинг сув ўтказувчанлигини тақрибан ҳисоблашда;

3. Грунтнинг бино ва иншоотлар пойдевори учун асос сифатида, йўл қурилишида тўкма, гидротехник иншоотларда, дамба, грунтдан қилинган тўғонлар учун асосий хом ашё сифатида яроқлилигини аниқлашда;

4. Бурғуланган қудуқлар филтрининг тешиклари юзасини танлашда;

5. Сув иншоотларида ва хандак деворларида, суффозия жараёнини белгилашда ҳамда тесқари филтрланишни ҳисоблашда;

6. Боғланмаган грунтларни (қоятошли, қумли) қурилишда хом ашё, бетон қоришмасини тайёрлашда тўлдирувчи сифатида ишлатиш учун яроқлилигини белгилашда.

Ҳозирги пайтда грунтнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш бўйича жуда кўп усуллар ишлаб чиқилган. Уларни қуйидаги гуруҳларга бирлаштириб ўрганилади:

1. Кўз билан чамалаб ёки лупа ёрдамида қаралаётган грунтнинг донадорлигини, таркибини шу грунт эталони билан таққослаш натижасида аниқлаш;

2. Дала шароитида – Филатов ва Рутковский усуллари асосида грунтнинг гранулометриқ таркибини махсус воронка ва трубкада кўпчиш сонига қараб аниқлаш;

3. Грунтни гранулометриқ таркибини стандарт элақлар тўпламида элаш натижалари асосида аниқланади.

4. Гидравлик усул – тинч турган сувда ҳар хил катталиқдаги заррачаларнинг тушиш тезлигига қараб аниқланади. Бу гуруҳга қуйидаги усуллар киради:

а) тинч турган сувда тиндириш усули– Собанин, Аттерберг, Вильямс ва бошқа усуллар;

в) Шене усули– сув оқимининг бўлиниши.

5. Узлуксиз таҳлил қилиш усули:

а) тайёрланган суспензиядан бирин–кетин намуналар олиш усули: (бунга пипетка усули билан таҳлил қилиш мисол бўлади);

б) суспензияни тиндирганда кетма–кет тушган чўкиндени ўлчаш усули (Свен–Оден усули);

с) суспензиянинг зичлигини ёки гидростатик босимнинг ўзгаришини ҳисобга олувчи усуллар (ариометрик таҳлил ва Вигнер усуллари).

6. Марказдан қочма ускуна – центрифуга ёрдамида. Бу усул центрифуга айланганда ҳосил бўлган марказдан қочувчи куч таъсирида ҳар хил катталиқдаги заррачаларнинг ҳар хил тезликда чўкишини таҳлил қилиш асосида грунтнинг гранулометриқ таркиби аниқланади.

Муҳандисона–геологик амалиётда грунтнинг гранулометриқ таркибини ҳар хил катталиқдаги элақлар ёрдамида таҳлил қилиш, тиндириш, ариометр ёрдамида таҳлил қилиш ва Рутковскийнинг дала шароитида аниқлаш усулларида кўпроқ фойдаланилади. Грунт таркибини лаборатория ва дала шароитида тадқиқот қилиш бўйича ўтказилган илмий изланишлар асосий усул сифатида

ареометр ва элаклар ёрдамида грунтнинг гранулометриқ таркибини таҳлил қилишни тавсия этади.

Грунтнинг гранулометриқ таркибини лаборатория шароитида стандарт элаклар тўплами ёрдамида аниқланади.

### § 5.1. Қумли грунтнинг гранулометриқ таркибини элаклар тўплами ёрдамида аниқлаш

Элаклар тўплами ёрдамида грунтнинг гранулометриқ таркибини таҳлил қилиш, қумли грунтлар учун асосий бўлиб ҳисобланади. ГОСТ 12536-79 талаби асосида стандарт элаклар тўплами 7-та (элак тўрининг диаметри 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,10 мм) бўлиб, охириги учтаси латунли ёки мисли тўрдан ясалади.

*Тажриба ўтказиши учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар.* ГОСТ 12536-79 асосида стандарт элаклар тўплами; техник тарози (тошлари билан); сопол косачалар; сопол ҳовонча; резинадан ясалган майдалагич, қуритиш жавони.

*Намунани тайёрлаш ва тажрибани ўтказиши тартиби.*

1. Грунт намунаси қуритилади, унинг катта бўлакчаларини сопол ҳовончада резинали майдалагич билан майдаланади;

2. Қуритилган грунт намунаси яхшилаб аралаштирилади ва квадратларга бўлиш усули билан керакли миқдорда намуна олинади. Таҳлил учун олинган намунанинг миқдори грунт заррачаларининг катталигига боғлиқ:

а) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачалар бўлмаса 100 г олинади;

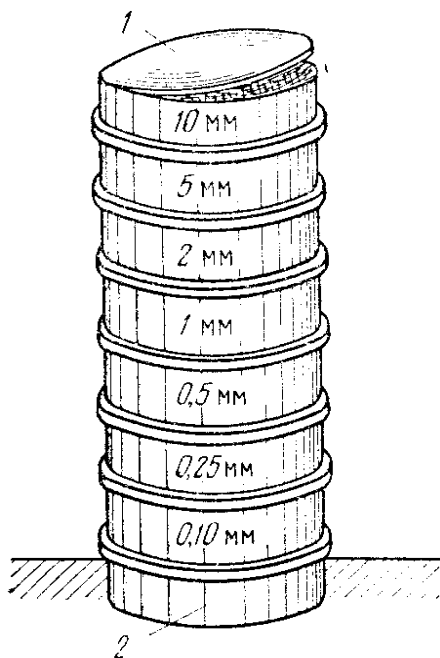
б) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачаларнинг миқдори 10% – гача бўлса 500 г олинади;

в) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачаларнинг миқдори 10 – 30 % бўлса 1000 г олинади;

г) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачаларнинг миқдори 30% – дан кўп бўлса 2000 г олинади.

3. Олинган намуна техник тарозида 0,01 г аниқликгача ўлчанади ва 10 – жадвалда келтирилган ишчи журналга ёзилади.

4. 1,2 бандлар асосида тайёрланиб ажратиб олинган грунт намунаси оҳисталик билан эланади (элаклар тўплами 11-расмда кўрсатилган тартибда жойлаштирилади). Элаклар тўпламидан 0,5 мм диаметрли элак ажратилиб, қопқоқ билан ёпилади ва остига тоза қоғоз тўшалиб қўшимча эланади. Агарда қоғозга грунт заррачалари тушмаса элаш



тўхтатилади, акс ҳолда элаш тугамаган деб қаралиб юқоридаги ишлар қайтарилади.

5. Элаклар тўпламидаги грунт алоҳида сопол косачаларга солиниб, 0,01 г аниқликгача ўлчанади ва ишчи журналга ёзилади. (13-жадвал).

6. Аниқлик учун элаклар тўпламидаги грунт зарралари массаларининг умумий йиғиндиси аниқланади ва уни ажратиб олинган бошланғич грунт массаси билан солиштирилади. Ўлчовлар орасидаги фарқ 0,5% дан ошмаслиги керак, акс ҳолда тажриба ўтказишда хатоликка йўл қуйилган бўлиб, тажриба қайтадан ўтказилади.

7. Грунт таркибини таҳлил қилиш, яъни қаттиқ заррачаларнинг донаторлигини аниқлаш бўйича ўтказилган тажриба натижалари 13-жадвалда келтирилган ишчи журналга киритилади.

8. Грунт таркибини ташкил этган қаттиқ заррачалар оғирлигининг % ҳисобидаги миқдори аниқланади ва тажриба жадвалига киритилади.

9. 1–8 бандлар бўйича бажарилган барча ўлчов ва ҳисоб натижалари 13-жадвалга киритилади.

10. Қумли грунтнинг номини аниқлаш учун, текширилган грунт заррачаларининг йириклиги бўйича % миқдори кетма–кет йиғилади: олдин 200 мм дан катта заррачалар, кейин 10 мм дан катта, ундан кейин 2 мм дан катта ва ҳ.к. Йиғинди грунт таркибининг донаторлиги бўйича турларга бўлиниш жадвали - 14 билан таққосланади ва текшириладиган грунтнинг номи аниқланади

### 13-жадвал

#### Элаклар тўплами ёрдамида қумли грунтнинг гранулометрик таркибини таҳлил қилиш жадвали

Намунанинг массаси –  $m_0=530,1$

Намунага изоҳ: майда заррачали, кварцли оқ қум

| Т.р. | Ўлчанаётган предметнинг номи                             | Элак тешикларининг диаметри, мм да             |      |      |      |       |          |               |         |
|------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------|------|------|-------|----------|---------------|---------|
|      |                                                          | 10                                             | 5    | 2    | 1    | 0,5   | 0,25     | 0,1           | тагли к |
|      |                                                          | Грунт таркибидаги заррачаларнинг катталиги, мм |      |      |      |       |          |               |         |
|      |                                                          | >10                                            | 10÷5 | 5÷2  | 2÷1  | 1÷0,5 | 0,5÷0,25 | 0,25÷0,1<br>0 | <0,10   |
| 1.   | Идишнинг массаси (чинни ёки форфорли товоқча) $m_1$ , г. | 30,1                                           | 30,5 | 31,0 | 31,4 | 31,4  | 30,0     | 31,7          | 31,0    |
| 2.   | Идишнинг грунт билан бирга-                              | 30,1                                           | 30,5 | 41,1 | 68,4 | 68,4  | 222,0    | 74,2          | 243,5   |

|    |                                                                            |   |   |      |      |      |       |      |       |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|---|------|------|------|-------|------|-------|
|    | ликдаги массаси, $m_2$ , г.                                                |   |   |      |      |      |       |      |       |
| 3. | Грунт таркибидаги заррачаларнинг массаси, $m_3 = m_2 - m_1$ , г.           | 0 | 0 | 10,1 | 36,0 | 37,0 | 192,0 | 42,5 | 212,5 |
| 4. | Грунт таркибидаги заррачаларнинг миқдори, %, $\frac{m_3}{m_0} \cdot 100\%$ | 0 | 0 | 2,2  | 7,2  | 7,2  | 38,4  | 8,5  | 42,5  |

#### 14-жадвал

#### Шағал тошли ва қумли грунтларнинг донаторлиги бўйича турларга бўлиниши

| Шағал тошли ва қумли грунтларнинг турлари | Заррачаларнинг йириклиги бўйича бўлиниши, грунтнинг умумий оғирлигига нисбатан % ҳисобида |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| А. Шағал тошли                            |                                                                                           |
| Чақиқ тош ўткир (қиррали харсанг тошлар)  | 200 мм дан катта заррачаларнинг миқдори 50 % ортиқ бўлса,                                 |
| шағалли грунт текис қиррали тошлар        | 10 мм дан катта заррачаларнинг миқдори 50 % ортиқ бўлса                                   |
| гравийли грунт                            | 2 мм дан катта заррачаларнинг миқдори 50 % дан ортиқ бўлса.                               |
| Б. Қумли                                  |                                                                                           |
| Гравийли қум                              | 2 мм катта заррачаларнинг миқдори 25% ортиқ бўлса;                                        |
| Йирик қум                                 | 0,5 мм катта заррачаларнинг миқдори 50% ортиқ бўлса;                                      |
| Ўртача йирикликдаги қум                   | 0,25 мм катта заррачаларнинг миқдори 50% ортиқ бўлса;                                     |
| Майда қум                                 | 0,10 мм катта заррачаларнинг миқдори 75% ортиқ бўлса                                      |
| Чангсимон қум                             | 0,10 мм катта заррачаларнинг миқдори 75% кам бўлса.                                       |

#### § 5.2. Грунт таркибидаги ҳар хил катталиқдаги заррачаларнинг фоиз ҳисобидаги миқдори асосида унинг бир ёки кўп жинслилигини аниқлаш

Грунт таркибидаги ҳар хил катталиқдаги заррачаларнинг % ҳисобидаги миқдорининг қиймати асосида унинг бир ёки кўп жинслилиги қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$K = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (8)$$

бунда  $K$  – грунтнинг бир ёки кўп жинслилик коэффициенти;

$d_{60}$ ,  $d_{10}$  – мос равишда грунт таркибидаги 60 ва 10 фоизни ташкил этувчи заррачаларнинг диаметри.

Агарда  $K < 3$  бўлса грунт бир жинсли бўлади,  $K > 3$  бўлса грунт кўп жинсли бўлади.

Грунтнинг бир ёки кўп жинслилигини аниқлаш учун унинг гранулометрик таркиби ўзгаришининг эгри чизигини ярим логарифм масштабида қурилади (12–расм).

Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизигини қуриш қуйидаги тартибда бажарилади:

1. Грунт таркибини ташкил қилган барча қаттиқ заррачалар донадорлиги бўйича миқдори аниқланиб натижалари 15–жадвалга киритилади.

2. Координата бошига 0,001 рақам қўйилади  $lg_{10} = 1 = X$  см ихтиёрий катталикда масштаб танланади ва шу масштабни координата бошидан абсцисса ўқи бўйича 3–4 мартаба ўлчаб қўйилади. Ҳар бир бўлак грунт заррачаларининг мос равишда 0,001÷0,01 мм, 0,01÷0,1 мм, 0,1÷1,0 мм, 1,0÷10 мм диаметрига тўғри келади.

3. Ҳар бир ажратилган бўлакни 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 сонларнинг логарифмига мос равишда 9 бўлакчаларга бўлинади. Бўлакчалар узунлиги координата бошидан пропорционал равишда  $lg2$ ;  $lg3$ ;  $lg4$ ;  $lg5$ ;  $lg6$ ;  $lg7$ ;  $lg8$ ;  $lg9$  тенг қилиб олинади ва унга 12–расмда келтирилгандек белгилашлар киритилади.

4. Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиги уни ташкил этган заррачаларнинг миқдори асосида абсцисса ўқида заррачалар диаметрининг логарифми, ордината ўқида эса % миқдори қўйилиб чизилади. Бунинг учун текшириладиган гурунт таркибидаги энг кичик заррачадан бошлаб йириклиги бўйича % миқдори кетма-кет йиғилади. Олинган натижалар асосида, грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиги қурилади (15-жадвал, 12-расм).

5. Грунтнинг бир ёки кўпжинслилигини аниқлаш учун грунт гранулометрик таркибининг эгри чизигини графигидан текшириладиган грунт таркибидаги 60% ва 10 % ни ташкил этувчи заррачаларнинг диаметри аниқланади ва (8) формула орқали  $K$  нинг қиймати ҳисобланади

## 15-жадвал

Грунт таркибини ташкил қилган қаттиқ заррачаларнинг донадорлиги бўйича миқдорини аниқлаш жадвали.

| Т.р. | Грунт заррачаларнинг миқдори |           | Грунт заррачаларнинг йиғиндиси |           |
|------|------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
|      | Заррачалар диаметри, мм      | % миқдори | Заррачалар диаметри, мм.       | % миқдори |
| 1    | 2                            | 3         | 4                              | 5         |
| 1.   | > 0,01                       | 1,2       | >0,01                          | 1,2       |
| 2.   | 0,01 ÷ 0,05                  | 1,3       | <0,01                          | 2,5       |
| 3.   | 0,05 ÷ 0,10                  | 40,0      | <0,05                          | 42,5      |

|     |             |      |       |       |
|-----|-------------|------|-------|-------|
| 4   | 0,10 – 0,25 | 8,5  | <0,10 | 51,0  |
| 5   | 0,25 ÷ 0,5  | 38,4 | <0,25 | 89,4  |
| 6.  | 0,5 ÷ 1,0   | 7,2  | <0,50 | 96,6  |
| 7.  | 1,0 ÷ 2,0   | 1,2  | <1,00 | 97,8  |
| 8.  | < 2         | 2,2  | <2,00 | 100,0 |
| 9.  | < 10        | 0    | 0     | 0     |
| 10. | < 20        | 0    | 0     | 0     |

**Мисол.** Текширилаётган грунт учун уни ташкил қилган заррачаларнинг % миқдори асосида гранулометрик таркибининг эгри чизиғи қурилсин ва бир ёки кўп жинслилиги аниқлансин? Бу ишни бажариш учун керакли маълумотлар 15–жадвалда келтирилган.

$lg10 = 1 = 3$  см тенг деб қабул қилинса, у ҳолда ҳар бир бўлакчанинг узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$lg2 = 0,301 \cdot 3 = 0,9 \text{ см} = 9 \text{ мм}$$

$$lg3 = 0,477 \cdot 3 = 1,4 \text{ см} = 14 \text{ мм}$$

$$lg4 = 0,602 \cdot 3 = 1,8 \text{ см} = 18 \text{ мм}$$

$$lg5 = 0,699 \cdot 3 = 2,1 \text{ см} = 21 \text{ мм}$$

$$lg6 = 0,778 \cdot 3 = 2,3 \text{ см} = 23 \text{ мм}$$

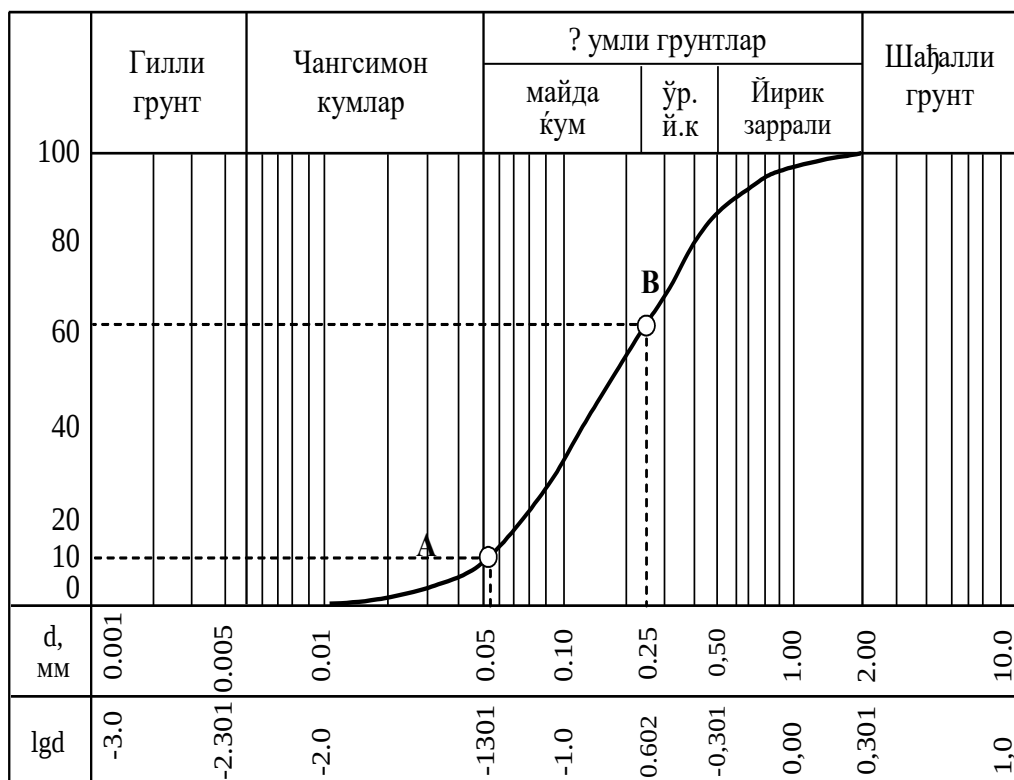
$$lg7 = 0,845 \cdot 3 = 2,5 \text{ см} = 25 \text{ мм}$$

$$lg8 = 0,903 \cdot 3 = 2,7 \text{ см} = 27 \text{ мм}$$

$$lg9 = 0,954 \cdot 3 = 2,9 \text{ см} = 29 \text{ мм}$$

Шу қийматлар асосида ҳар бир бўлак 9 та бўлакчаларга бўлинади (12–расм).

15-жадвалда келтирилган қийматлар асосида грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғи қурилади (12–расм).



**12-расм.** Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғи.

Текширилаётган грунтнинг бир ёки кўп жинслилигини, унинг таркибидаги  $d_{60}$  ва  $d_{10}$ , яъни мос равишда 60 ва 10 фоизни ташкил этган заррачалар диаметрларининг нисбати асосида 8 – формула орқали аниқланади:

12-расмда келтирилган грунт таркибининг эгри чизиғидан  $d_{60} = 0,25$  мм диаметрли заррачаларга (В) нукта,  $d_{10} = 0,052$  мм диаметрли заррачаларга (А) нукта тўғри келар экан. Олинган қийматлар асосида грунтнинг бир ёки кўп жинслилик коэффиценти  $K$  – ни ҳисоблаймиз.

$$K = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,26}{0,052} = 5.$$

Грунт кўп жинсли экан, чунки  $K = 5 > 3$

### § 5.3. Грунт таркибидаги қаттиқ заррачаларнинг миқдорини сувда ювиш усули билан ажратиш (лойли қумларни таҳлил қилиш)

1. Грунт намунаси қурилади, унинг катта бўлакчаларини сопол ҳовончада резинали майдалагич билан майдаланади;

2. Қурилган грунт намунаси яхшилаб аралаштирилади ва квадратларга бўлиш усули билан керакли миқдорда намуна олинади. Таҳлил учун олинган намунанинг миқдори грунт заррачаларининг катталигига боғлиқ:

а) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачалар бўлмаса 100 г олинади;

б) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачаларнинг миқдори 10% – гача бўлса 500 г олинади;

в) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачаларнинг миқдори 10 – 30 % бўлса 1000 г олинади;

г) агарда грунт намунаси таркибида 2 мм – дан катта заррачаларнинг миқдори 30% – дан кўп бўлса 2000 г олинади.

3. Олинган намуна техник тарозида 0,01 г аниқликгача ўлчанади ва 10 – жадвалда келтирилган ишчи журналга ёзилади.

4. Ўлчаб олинган грунт намунасини диаметри 0,1 мм элакка солинади ва сувнинг ранги тоза булгунга қадар ювилади.

5. Элакда қолган грунт намунаси қуритилади (табiiй қуруқ ҳолатга келгунга қадар) ва элаklar тўплами ёрдамида эланади. (4–банд талаblари тўлиқ бажарилишини назорат қилинади).

6. Элаш тугагандан кейин 5 банд талаби бўйича ўлчаш ишлари бажарилади. 0,1 мм дан кичик заррачаларнинг миқдори, таҳлил учун олинган грунтнинг умумий массасидан, элаklarдаги 0,1 мм дан катта грунт заррачалари массалари умумий йиғиндисининг айирмасига тенг бўлиши керак.

7. Ўтказилган таҳлил натижалари бўйича заррачаларнинг % ҳисобида қиймати аниқланади; >10 мм; 10÷5 мм; 5÷0,25 мм; 0,25÷0,1 мм. ва <0,1мм кичик.

8. Олинган барча натижалар ишчи журналга ёзилади.

**Мисол.**  $m_0 = 500$  г грунт намунасини юқорида келтирилган бандларга риоя қилган ҳолда таҳлил қилиш талаб этилган.

Таҳлил учун барча маълумотлар ишчи журналда келтирилган.

### ***Ишчи журнал***

*Намуна массаси  $m_0 = 500$  г*

*Намунага изоҳ.* Майда заррачали кум, сарғиш, кварцли, таркибида майда шағал бор.

| Т.р | Ўлчанаётган предмет номи                                      | Грунт таркибидаги заррачалар, мм |        |         |         |         |          |          |      |
|-----|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|------|
|     |                                                               | >10                              | 10–5,0 | 5,0–2,0 | 2,0–1,0 | 1,0–0,5 | 0,5–0,25 | 0,25–0,1 | <0,1 |
| 1   | сопол косачанинг массаси, $m_2$ , г.                          | 29,5                             | 30,5   | 30,0    | 31,5    | 30,4    | 31,0     | 31,7     | 31,0 |
| 2   | сопол косача билан грунтнинг массаси, $m_2$ , г.              | 36                               | 46,5   | 51      | 73,5    | 82,8    | 113      | 281,7    | 61,0 |
| 3   | грунт заррачаларининг массаси, $m_3 = m_2 - m_1$ , г.         | 6,5                              | 16     | 21      | 42      | 52,4    | 82       | 250      | 30   |
| 4   | грунт заррачаларининг % миқдори $\frac{m_3}{m_0} \cdot 100\%$ | 1,3                              | 3,2    | 4,2     | 8,4     | 10,48   | 16,4     | 50       | 6    |

Ишчи журналда келтирилган маълумотлар асосида гранулометрик таркиби таҳлил қилинган қумли грунтнинг номини аниқлаймиз.

|                                                |                |                                        |
|------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|
| 1. 10 мм катта заррачаларнинг миқдори          | 6.5 г, бу эса  | $\frac{6,5 \cdot 100}{500} = 1,3\%$    |
| 2. 10–5 мм катта заррачаларнинг миқдори        | 16 г, бу эса   | $\frac{16 \cdot 100}{500} = 3,2\%$     |
| 3. 5–2 мм катта заррачаларнинг миқдори         | 2.1 г, бу эса  | $\frac{21 \cdot 100}{500} = 4,2\%$     |
| 4. 2–1 мм катта заррачаларнинг миқдори         | 42 г, бу эса   | $\frac{42 \cdot 100}{500} = 8,4\%$     |
| 5. 1..0,5 мм катта заррачаларнинг миқдори      | 52,4 г, бу эса | $\frac{52,4 \cdot 100}{500} = 10,48\%$ |
| 6. 0,5...0,25 мм катта заррачаларнинг миқдори  | 82 г, бу эса   | $\frac{82 \cdot 100}{500} = 17\%$      |
| 7. 0,25....0,1 мм катта заррачаларнинг миқдори | 250 г, бу эса  | $\frac{250 \cdot 100}{500} = 50\%$     |
| 8. <0,1 мм катта заррачаларнинг миқдори        | 30 г, бу эса   | $\frac{30 \cdot 100}{500} = 6\%$       |

---

|                                         |         |        |
|-----------------------------------------|---------|--------|
| Жами                                    | 499,9 г | 99,98% |
| 1) 10 мм катта заррачаларнинг миқдори   | 1,3%    |        |
| 2) 2 мм катта заррачаларнинг миқдори    | 8,7%    |        |
| 3) 0,5 мм катта заррачаларнинг миқдори  | 27,58%  |        |
| 4) 0,25 мм катта заррачаларнинг миқдори | 43,98%  |        |
| 5) 0,1 мм катта заррачаларнинг миқдори  | 93,98%  |        |

Текширилган қумли грунтда 0,1 мм дан катта заррачаларнинг миқдори 94% ташкил қилади, бу эса 75% кўп. 14-жадвал асосида текширилган қумли грунтнинг номи – майда қум экан.

## § 6. Грунтнинг гранулометрик таркибини дала шароитида аниқлаш

Грунтнинг гранулометрик таркибини дала шароитида аниқлашнинг турли усуллари мавжуд. Булардан кенг тарқалгани Рутковский усулидир. Бу усул ўзининг оддийлиги ва кўпчилик бажара олиши мумкинлиги билан бошқалардан фарқ қилади. Бу усулга асос сифатида қуйидагилар киритилган:

1. Гилли (лойли) заррачаларнинг сув таъсирида бўкиши, яъни сув таъсирида ҳажмининг ошиши;

2. Грунт заррачаларининг ўлчамларига қараб ҳар хил тезликда сувда чўкиши.

Текшириладиган грунт ҳажми билан, бўкиш катталиги орасидаги боғланиш қуйидаги эмпирик формула орқали аниқланади:

$$X = 22,7 \cdot K_v \quad (9)$$

бунда  $X$  – гилли (лойли) заррачаларнинг миқдори, % ҳисобида;  $K_v$  – грунт бошланғич ҳажмининг  $1 \text{ см}^3$  га нисбатан орттирмаси.

Рутковский усули орқали текшириладиган грунт таркибидаги заррачалар ўлчами асосида уч гуруҳга ажратиш мумкин: 1) гилли (лойли); 2) қумли; 3) чангсимон.

Бу усулнинг қуйидаги камчиликлари мавжуд:

1. Бўкиш катталиги билан текшириладиган грунт таркибидаги гилли заррачалар миқдори орасида тўғри пропорционал боғланишга йўл қуйилган. Ҳақиқатан эса бу боғланиш ўта мураккаб бўлиб, бўкиш фақатгина грунт таркибининг лойли қисмига боғлиқ бўлмай, балки уни ташкил қилган заррачаларнинг кимёвий таркибига кам боғлиқдир.

2. Мензуркадан ҳисоб олинганда йўл қуйиладиган хатолар.

### **§ 6.1. Грунт таркибидаги 0,005 мм дан кичик лойли (гилли) заррачалар миқдорини Рутковский усули билан аниқлаш**

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар:* ҳажми  $100 \text{ см}^3$ , баландлиги 20–25 см ли цилиндрсимон 2 та мензурка; қумли соат 30 секунд ва 90 секундга мўлжалланган; учига резина киритилган шиша таёқча; диаметри 0,5 мм ва ундан кичик бўлган элаклар тўплами; техник тарози (тошлари билан); қалинлиги  $\delta=2\div3$  мм ли резина бўлаги; кальций хлор қоришмаси (кальций хлор қоришмасининг концентрацияси:  $100 \text{ см}^3$  сувга 5,5 г  $\text{CaCl}_2$  тўғри келиши керак)

*Ишни бажариш тартиби.*

1. Қуруқ ҳолдаги текшириладиган грунт намунасини резинали сопча билан секин аста эзиб майдаланади, порошок кўринишига келтирилади ва 0,5 мм ли элакда эланади.

2. Тайёрланган порошок мензуркага солинади, уни каучукли ёстиқчага секин уриш йўли билан зичлантирилади (унинг ҳажми  $V_0 = 5 \text{ см}^3$  бўлиши керак)

3. Мензуркадаги зичланган грунт намунаси бўшаштирилади, унга 50–60  $\text{см}^3$  сув солинади, учига резина кийгизилган шиша таёқча ёрдамида яхшилаб қориштирилади.

4. Ҳосил бўлган суспензияга каогулятор сифатида 2,5–3  $\text{см}^3$   $\text{CaCl}_2$  қоришмаси қўшилади. Суспензия аралаштирилади мензурканинг  $100 \text{ см}^3$  белгисигача сув солинади ва тиндириш учун 24 – 48 соат сақланади (агарда шу вақт ичида суспензия тинмаса, у ҳолда тиндириш вақти узайтирилади).

5. Тиндириш вақти тугагач кўпчиган грунтнинг ҳажми аниқланади ва бошланғич ҳажмининг  $1 \text{ см}^3$  –га тўғри келадиган ҳажм ўзгариши  $K_v$  қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$K_v = \frac{V_1 - V_0}{V_0}, \quad (10)$$

бунда  $V_0$  – грунтнинг бошланғич ҳажми,  $V_1$  – кўпчиган грунтнинг ҳажми.

6. Тажриба иккала мензуркада бир вақтда олиб борилади, ҳисоб учун уларнинг иккаласидан олинган ўртача қиймат ишлатилади. Агарда мензуркалардан олинган натижаларнинг фарқи 5% дан ошса тажриба қайтарилади.

7. Грунт таркибидаги гилли заррачалар миқдори билан, унинг кўпчиши орасидаги эмпирик боғланишдан фойдаланиб, грунт намунаси таркибидаги гилли заррачаларнинг миқдори 16–жадвалдан аниқланади (% ҳисобида).

**16-жадвал**

Грунт кўпчишининг лойли (гилли) заррачаларнинг миқдориға  
эмпирик боғлиқлиги

| 1 см <sup>3</sup><br>тўғри ке-<br>ладиган<br>ўсиш | Гилли заррача-<br>ларнинг миқ-<br>дори, % | 1 см <sup>3</sup><br>тўғри ке-<br>ладиган<br>ўсиш, % | Гилли заррача-<br>ларнинг миқ-<br>дори, % | 1 см <sup>3</sup><br>тўғри ке-<br>ладиган<br>ўсиш, % | Гилли зарра-<br>чаларнинг<br>миқдори, % |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 4,00                                              | 90,70                                     | 2,70                                                 | 61,21                                     | 1,40                                                 | 31,74                                   |
| 3,95                                              | 89,55                                     | 2,65                                                 | 60,07                                     | 1,35                                                 | 30,61                                   |
| 3,90                                              | 88,42                                     | 2,60                                                 | 58,94                                     | 1,30                                                 | 29,48                                   |
| 3,85                                              | 87,29                                     | 2,55                                                 | 57,81                                     | 1,25                                                 | 28,34                                   |
| 3,80                                              | 86,16                                     | 2,50                                                 | 56,68                                     | 1,20                                                 | 27,70                                   |
| 3,75                                              | 85,03                                     | 2,45                                                 | 55,54                                     | 1,15                                                 | 26,07                                   |
| 3,70                                              | 83,88                                     | 2,40                                                 | 54,41                                     | 1,10                                                 | 24,93                                   |
| 3,65                                              | 82,75                                     | 2,35                                                 | 53,28                                     | 1,05                                                 | 23,80                                   |
| 3,60                                              | 81,62                                     | 2,30                                                 | 52,14                                     | 1,00                                                 | 22,67                                   |
| 3,55                                              | 80,49                                     | 2,25                                                 | 51,07                                     | 0,95                                                 | 21,52                                   |
| 3,50                                              | 79,36                                     | 2,20                                                 | 49,88                                     | 0,90                                                 | 20,41                                   |
| 3,45                                              | 78,23                                     | 2,15                                                 | 48,74                                     | 0,85                                                 | 19,26                                   |
| 3,40                                              | 77,09                                     | 2,10                                                 | 47,61                                     | 0,80                                                 | 18,13                                   |
| 3,35                                              | 77,95                                     | 2,05                                                 | 46,48                                     | 0,75                                                 | 17,00                                   |
| 3,30                                              | 74,81                                     | 2,00                                                 | 45,34                                     | 0,70                                                 | 15,86                                   |
| 3,25                                              | 73,67                                     | 1,95                                                 | 44,20                                     | 0,65                                                 | 14,73                                   |
| 3,20                                              | 72,54                                     | 1,90                                                 | 43,07                                     | 0,60                                                 | 13,60                                   |
| 3,15                                              | 71,40                                     | 1,85                                                 | 41,94                                     | 0,55                                                 | 12,46                                   |
| 3,10                                              | 70,27                                     | 1,80                                                 | 40,80                                     | 0,50                                                 | 11,32                                   |
| 3,05                                              | 69,14                                     | 1,75                                                 | 39,68                                     | 0,45                                                 | 10,19                                   |
| 3,00                                              | 68,01                                     | 1,70                                                 | 38,53                                     | 0,40                                                 | 9,06                                    |
| 2,95                                              | 66,88                                     | 1,65                                                 | 37,39                                     | 0,35                                                 | 7,93                                    |
| 2,90                                              | 65,75                                     | 1,60                                                 | 36,26                                     | 0,30                                                 | 6,79                                    |
| 2,85                                              | 64,62                                     | 1,55                                                 | 35,13                                     | 0,25                                                 | 5,66                                    |
| 2,80                                              | 63,49                                     | 1,50                                                 | 34,00                                     | 0,20                                                 | 4,53                                    |
| 2,75                                              | 62,35                                     | 1,45                                                 | 32,87                                     | 0,15                                                 | 3,40                                    |
|                                                   |                                           |                                                      |                                           | 0,12                                                 | 2,72                                    |

8. Грунт намунасининг гилли (лойли) қисмининг гидрофиллигини ва минерал таркибини белгилаш учун тажриба дисцилланган сув билан ўтказилади.

Ўтказилган тажрибадан гилли заррачалар бошланғич ҳажмининг ўзгариши шу грунт гилли қисмининг гидрофиллигини ва минерал таркибини белгилайди.

### **§ 6.2. Грунт таркибидаги 1–0,05 мм қумли заррачалар миқдорини Рутковский усули билан аниқлаш**

1. Юқорида ўтказилган тажрибанинг 1–банди асосида грунт намунаси тайёрланади. 2–банди асосида мензуркага  $V_0 = 10 \text{ см}^3$  га тенг миқдорда грунт намунаси солинади ва зичлантирилади.

2. Мензуркадаги зичланган грунт намунаси бўшаштирилади, унга  $100 \text{ см}^3$  белгисигача сув солинади, учига резина кийгизилган шиша таёқча ёрдамида яхшилаб аралаштирилади. 90 секунд тиндиришга қўйилади. Вақт 90 секундга мўлжалланган қумли соат ёрдамида ўлчанади.

3. 90 секунддан кейин мензуркадаги суспензиянинг  $70\text{--}75 \text{ см}^3$  махсус банкага олинади. Тинган суспензияни шиша банкага солишда мензуркани латламаслик, остига чўккан грунт заррачаларни юзага қўтарилиб тўкилиб кетишига йул қўймаслик керак.

4. Мензуркадаги суспензиянинг қолган қисмига сув қуйилиб  $100 \text{ см}^3$  гача етказилади, чайқалади, 90 секунд тиндиришга қўйилади ва 3–бандда бажарилган ишлар қайтарилади. Бу жараён мензуркадаги суспензия тоза ҳолатга келгунга қадар такрорланади.

5. 4–банддаги ишлар бажарилгандан кейин мензуркага  $30 \text{ см}^3$  белгисига қадар сув солинади, чайқалади, 30 сек. кейин чўкинди устидаги барча суюқлик тўкилади. Бу жараён суюқлик тоза ҳолатга келгунга қадар такрорланади.

6. Мензурканинг  $100 \text{ см}^3$  белгисигача сув солинади, тиндирилади ва мензурка остига чўккан қумнинг ҳажми аниқланади.

7. Мензурка остига чўккан ҳар бир  $\text{см}^3$  чўкиндининг миқдори грунт намунаси миқдорининг 10%–ини ташкил қилишини эътиборга олиб ҳисобланади. Мензурка остига чўккан чўкиндининг ҳажми аниқланади. Уни 10 га кўпайтириб қумнинг % ҳисобидаги миқдори аниқланади.

8. Грунт намунаси таркибидаги чангсимон заррачаларнинг миқдори, грунт намунасининг умумий миқдоридан, гилли ва қумли заррачалар миқдорининг айирмасига тенг.

9. Агарда грунт намунасининг таркибида 0,5 мм катта заррачалар бўлса, тайёрланган грунт намунаси техник тарозида ўлчанади, ГОСТ 12536 –79 асосида элақлар ёрдамида 2 мм дан катта,  $2 \div 1$  мм ва  $1 \div 0,5$  мм дан кичик заррачаларнинг миқдори аниқланади. Грунт намунасининг 0,5 мм дан кичик заррачаларининг миқдори эса мензурка ёрдамида аниқланади. Олинган натижа грунт намунасининг умумий оғирлигига нисбатан аниқланади.

10. Тажрибадан олинган барча натижалар 17–жадвалга киритилади.

### **Олинган натижаларни ёзиш тартиби ва мисол**

Грунт таркибининг лойли қисмини аниқлаш мақсадида  $V_0 = 5 \text{ см}^3$  грунт намунаси олинган. Юқорида келтирилган 1–8 бандлар бажарилгандан кейин мензуркадаги кўпчиган грунтнинг ҳажми  $V_1 = 10 \text{ см}^3$  бўлди. Грунт ҳажмининг умумий ўзгариши  $V_1 - V_0 = 5 \text{ см}^3$  тенг.  $1 \text{ см}^3$  туғри келадиган ҳажмнинг ўсиши

$$K_v = \frac{V_1 - V_0}{V_0} = \frac{10 - 5}{5} = 1 \text{ см}^3 \text{ тенг. } 13\text{–жадвалга асосан ҳажмнинг } 1 \text{ см}^3 \text{ га}$$

ўсиши, текширилаётган грунт таркибида  $22,67 \approx 23\%$  лойли (гилли) заррачалар борлигини кўрсатади.

Қумли заррачалар миқдорини аниқлаш учун  $10 \text{ см}^3$  грунт намунаси олинган. Ювиш, тиндириш ишлари бажарилгандан кейин  $4,3 \text{ см}^3$  қум қолган. Демак, қараладиган грунт намунасида  $4,3 \cdot 10 = 43\%$  қумли заррачалар бор экан. Шу грунт таркибида чангсимон заррачаларнинг миқдори  $100 - (23 + 43) = 34\%$  ни ташкил этар экан.

Грунт таркибини элақлар ёрдамида текширганда:

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 2 мм катта заррачаларнинг миқдори               | 12% |
| 1–2 мм гача катталикдаги заррачаларнинг миқдори | 18% |
| 1–0,5 мм заррачаларнинг миқдори                 | 30% |
| 0,5 мм кичик заррачаларнинг миқдори             | 40% |

Берилганлар асосида қуйидаги ҳисоб ишларини бажарамиз:

|                      |                     |                                        |
|----------------------|---------------------|----------------------------------------|
| лойли қисми учун     | $100 : 23 = 40 : X$ | $X = \frac{40 \cdot 23}{100} = 9,2\%$  |
| қумли қисми учун     | $100 : 43 = 40 : X$ | $X = \frac{40 \cdot 43}{100} = 17,2\%$ |
| чангсимон қисми учун | $100 : 34 = 40 : X$ | $X = \frac{40 \cdot 34}{100} = 13,6\%$ |

Ўтказилган таҳлиллар натижаси қуйидагича:

|               |                 |             |
|---------------|-----------------|-------------|
| шағал         | >2 мм           | 12 %        |
| қум:          |                 |             |
| заррачалари   | 2 ÷ 1 мм        | 18%         |
|               | 1 ÷ 0,5 мм      | 30%         |
|               | 0,5 ÷ 0,05 мм   | 17,2%       |
| чангсимон     | 0,05 ÷ 0,005 мм | 13,6%       |
| лойли (гилли) | <0,005 мм       | 9,2%        |
| <b>Жами:</b>  |                 | <b>100%</b> |

Ҳисоблаб аниқланган натижалар дала шароитида грунтнинг гранулометриқ таркибини таҳлил қилиш журналига киритилади.

### Дала шароитида грунтнинг гранулометриқ таркибини таҳлил қилиш журнали

(Грунтнинг гранулометриқ таркиби элақлар ёрдамида таҳлил қилинган ва Рутковский усули билан давом эттирилган)

Намуна № 12

Намунага изоҳ: намунанинг таркибида лой, шағал қўшимчалари бор.

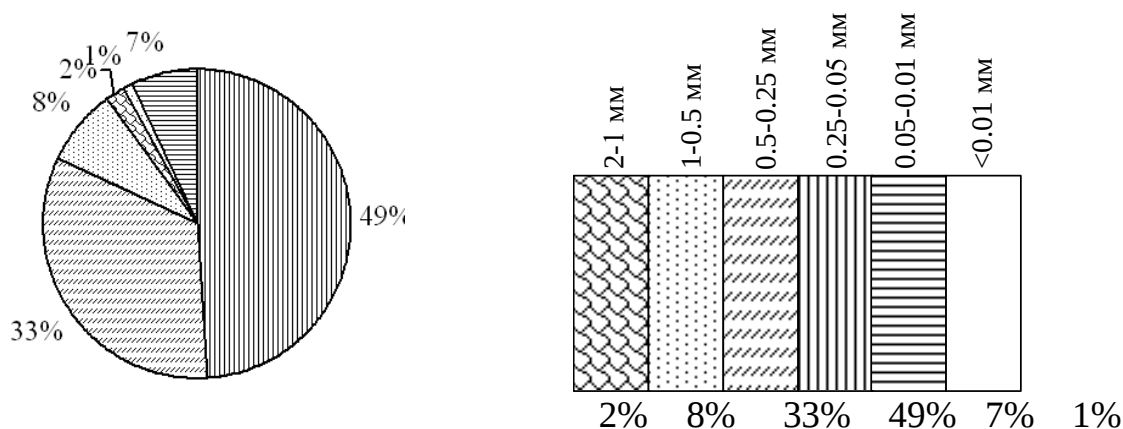
| Элаклар ёрда-<br>мида ўтка-<br>зилган таҳлил-<br>лар натижалари<br>(зарралар<br>миқдори, %<br>ҳисобида) |        |          |          | Рутковский усулида ўтказилган<br>таҳлиллар натижаси |                                        |                                              |                                                         |                                           |                                                        | Грунтнинг гранулометрик<br>таркиби |        |          |             |               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|----------|-------------|---------------|-----------|
|                                                                                                         |        |          |          | кум                                                 |                                        | гилл (лой)                                   |                                                         |                                           | грунт таркибидаги чангси-<br>мон заррачалар миқдори, % | шағал                              | кум    |          |             | чанг          | гилл      |
|                                                                                                         |        |          |          |                                                     |                                        |                                              |                                                         |                                           |                                                        |                                    |        |          |             |               |           |
| >2 мм                                                                                                   | 2÷1 мм | 1÷0,5 мм | < 0,5 мм | чўкидининг ювнишдан<br>кейинги ҳажми                | грунт таркибидаги<br>кумнинг миқдори % | букадиган грунтнинг<br>ҳажми см <sup>3</sup> | Ҳажмининг 1 см <sup>3</sup> тўғри<br>келадиган ўсиши, % | грунт таркибидаги гил-<br>нинг миқдори, % |                                                        | >2 мм                              | 2÷1 мм | 1÷0,5 мм | 0,5÷0,05 мм | 0,05÷0,005 мм | >0,005 мм |
| 1                                                                                                       | 2      | 3        | 4        | 5                                                   | 6                                      | 7                                            | 8                                                       | 9                                         | 10                                                     | 11                                 | 12     | 13       | 14          | 15            | 16        |
| 12                                                                                                      | 18     | 30       | 40       | 4,3                                                 | 43                                     | 10                                           | 1,0                                                     | 22,7                                      | 34                                                     | 12                                 | 18     | 30       | 17,2        | 13,6          | 9,2       |

## § 7. Грунт гранулометрик таркибини график шакллар асосида аниқлаш

Грунт гранулометрик таркибининг ҳар хил график шакллари ишлаб чиқилган, булардан амалиётда энг кўп қўлланиладиганлари грунт гранулометрик таркибининг циклограммаси, эгри чизиғи ва Фере учбурчагидир.

### § 7.1. Грунт гранулометрик таркибининг циклограммаси

Ихтиёрий диаметр билан айлана чизилади. Унинг юзаси грунт таркибидаги заррачаларнинг миқдorigа қараб секторларга (бўлакчаларга) бўлинади ва шартли белгилар ёрдамида бўялади ҳамда % миқдори кўрсатилади (13-расм).



13-расм. Грунт гранулометрик таркибининг циклограммаси

## § 7.2. Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғи.

Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғини куриш тартиби § 5.2 да келтирилган.

Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғи унинг таркибини ташкил этган заррачаларнинг миқдори асосида абсцисса ўқиға заррачалар диаметрининг логарифми, ордината ўқиға эса уларнинг % миқдори қўйилиб чизилади (12–расм).

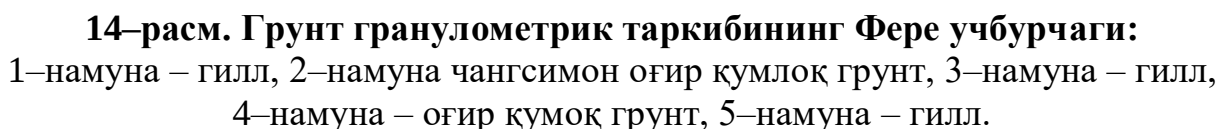
## § 7.3. Грунт гранулометрик таркибининг учбурчак диаграммаси (Фере учбурчаги)

Агарда грунтнинг гранулометрик таркиби кўп маротаба механик таҳлил қилинган бўлса, у ҳолда бу таҳлиллار натижасини график шаклда ифода қилиш учун Фере учбурчагидан фойдаланиш мумкин. Фере учбурчаги ёрдамида грунт таркибининг айрим заррачалари эмас, унинг уч асосий гуруҳ кўрсаткичлари, кум, лой (гилл) ҳамда чангсимон қисмлари келтирилади. Фере учбурчагида тенг томонли учбурчакка таалуқли бўлган асосий хоссалар ишлатилган. Яъни тенг томонли учбурчакнинг ички бирор нуқтасидан унинг учала томонига туширилган перпендикулярнинг йиғиндиси унинг баландлигига тенг. Бу қонуният грунт таркибини нуқта ҳолатида тасвирлашга имкон беради. Бунинг учун Фере учбурчагини 100 та майда учбурчакларга бўлинади ва унинг ҳар бир томонига грунт таркибидаги гилли, чангли, ҳамда кумли заррачаларининг % ҳисобидаги миқдори қўйилади (14–расм) Фере учбурчагидан, грунт бўйича қабул қилинган классификация асосида, нуқтанинг учбурчак ичида жойлашиш ҳолатига қараб грунтнинг номини аниқлаш мумкин.

**Мисол.** Юқорида келтирилган усуллар ёрдамида 5–та грунт намунасининг таркиби таҳлил қилиниб, олинган натижалар қуйидаги 17-жадвалда келтирилган. 17–жадвалда келтирилган грунтлар гранулометрик таркибининг таҳлили натижалари Фере учбурчагида нуқталар ҳолатида келтирилган бўлиб, улар ёрдамида грунт номини аниқлаш мумкин. (14–расм).

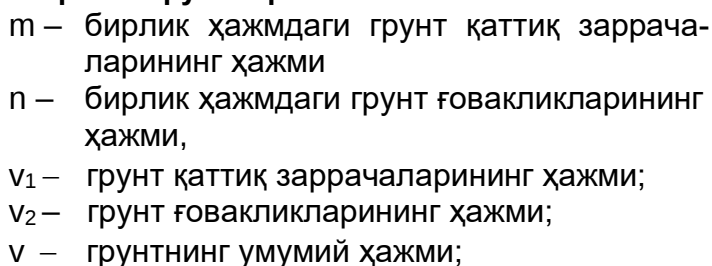
**17–жадвал**

| Таҳлил<br>т/р | Грунт таркиби, % ҳисобида |      |      |
|---------------|---------------------------|------|------|
|               | кум                       | чанг | гилл |
| 1             | 10                        | 50   | 40   |
| 2             | 37                        | 55   | 8    |
| 3             | 53                        | 15   | 32   |
| 4             | 70                        | 23   | 7    |
| 5             | 4                         | 36   | 60   |



## § 8. Грунтнинг ҳисоб йўли билан аниқланадиган физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичлари

Грунтнинг ҳисоб йўли билан аниқланадиган физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичлари аниқлаш учун 15-расмда келтирилган схема асосида белгилашлар киритамиз.



$$n + m = 1; n = 1 - m; m = 1 - n; \quad (1)$$

$$m = \frac{\rho_d}{\rho_s}; \quad n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}; \quad (2)$$

бунда  $\rho_d$  – грунтнинг куруқ ҳолдаги зичлиги.

### § 8.1. Грунтнинг куруқ ҳолдаги зичлиги – $\rho_d$

Грунтнинг куруқ ҳолдаги зичлиги  $\rho_d$  – грунт таркибидаги қаттиқ заррачалар массасини ( $m_1$ ), унинг тўлиқ ҳажмига бўлган нисбатига айтилади:

$$\rho_d = \frac{m_1}{V} \quad \text{г/см}^3; \text{Т/м}^3 \quad (3)$$

грунтнинг зичлиги –  $\rho$ , куруқ ҳолдаги зичлиги  $\rho_d$  ва намлиги  $W$  орасида қўйидаги боғланиш мавжуд. Агарда грунтнинг  $\rho$  ва  $\rho_d$  маълум бўлса унинг намлигини қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин.

$$W = \frac{\rho - \rho_d}{\rho_d} \quad (4)$$

(4) ифодадан

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}, \quad \text{г/см}^3; \text{Т/м}^3 \quad (5)$$

Грунтнинг куруқ ҳолдаги зичлиги  $\rho_d$ –ни унинг зичлиги  $\rho$  ва намлиги  $W$  орқали ифодалаш мумкин.

Грунтнинг куруқ ҳолдаги ҳажмий оғирлиги қуйидагича аниқланади:

$$\gamma_d = \rho_d \cdot g \quad \text{кН/м}^3 \quad (6)$$

бунда  $g$  – эркин тушиш тезланиши бўлиб  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$  тенг .

### § 8.2. Грунт ғоваклиги – $\Pi$ .

Ҳажм бирлигида олинган грунт ғовакликлари ҳажми  $n$ –ни унинг умумий ҳажмига нисбати билан ўлчанадиган катталиқка ғоваклик дейилади ва  $\Pi$  билан белгиланади.

$$\Pi = n/(n + m); \quad (7)$$

(7) ифодага (1) ва (2) формулалардан ( $m$ ) ва ( $n$ ) ларнинг қийматларини қўйиб қуйидаги ифодани оламиз.

$$\Pi = n/(n+m) = (1 - m) / (1 - m + m) = 1 - m = 1 - \rho_d/\rho_s \quad (8)$$

5–чи ифодадан  $\rho_d = \rho/(1 + W)$  эканлигини эътиборга олиб (8) – ифодани қуйидаги кўринишда ёзимиз

$$\Pi = 1 - \frac{\rho}{\rho_s(1 + W)} \quad (8')$$

### § 8.3. Грунтнинг ғоваклик коэффиценти – $e$

Грунтлар механикасида кўпчилик ҳолларда ғоваклик коэффиценти –  $e$  ишлатилади. Бу коэффицент кумли грунтларнинг зичлигини аниқлаб беради

ва уларнинг классификацион кўрсаткичи бўлиб ҳисобланади. Грунтнинг ғоваклик коэффициенти –  $e$ , ҳажм бирлигидаги грунтнинг ғовакликлар ҳажмини, унинг қаттиқ заррачалар ҳажмига бўлган нисбатига айтилади.

$$e = \frac{n}{m} \quad (9)$$

бизга маълумки  $n + m = 1$ ;  $n = 1 - m$ ;  $m = 1 - n$

$$\text{унда} \quad e = \frac{n}{m} = \frac{1-m}{m} = \frac{1}{m} - 1 \quad (10)$$

(2) формуладан  $m = \frac{\rho_d}{\rho_s}$ ;  $n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}$  – эканлигини ҳисобга олсак (10) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} \quad (11)$$

(5) формула асосида яъни  $\rho_d = \frac{\rho}{1+w}$  эканлигини ҳисобга олсак

$$e = \frac{\rho_s - \frac{\rho}{1+w}}{\frac{\rho}{1+w}} = \frac{\rho_s(1+w) - \rho}{\frac{\rho}{1+w}} = \frac{\rho_s(1+w) - \rho}{\rho} \quad (12)$$

Демак, грунтнинг ғоваклик коэффициенти  $e$  ни, унинг зичлиги  $\rho$  заррачаларининг зичлиги  $\rho_s$  ва намлиги  $-W$  орқали аниқлаш мумкин экан.

Ғоваклик коэффициенти –  $e$  нинг қийматига асосан, қумли грунтлар зичлиги бўйича қуйидаги ҳолатларда бўлади (18–жадвал).

#### 18–жадвал

Қумли грунтларнинг зичлигини аниқлаш жадвали

| Қумларнинг тури                            | Қумларнинг зичлик ҳолати |                     |            |
|--------------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------|
|                                            | зич                      | ўртача зич          | ғовак      |
| Гоавийли, йирик ва ўртача йирикликдаги қум | $e < 0,55$               | $0,5 < e \leq 0,65$ | $e > 0,70$ |
| Майда қум                                  | $e < 0,6$                | $0,6 < e \leq 0,7$  | $e > 0,75$ |
| Чангсимон қум                              | $e < 0,6$                | $0,6 < e \leq 0,8$  | $e > 0,80$ |

### § 8.4. Грунтнинг намлик даражаси – $S_r$

Бу кўрсаткич грунтнинг табиий ҳолатдаги намлиги –  $W$  ни, шу грунт тўлиқ сувга туйинган ҳолатдаги намлиги –  $W_{sat}$  га бўлган нисбатига айтилади

$$S_r = \frac{W}{W_{sat}} \quad (13)$$

Грунтнинг тўлиқ сувга туйингандаги намлиги  $W_{\text{sat}}$ , унинг ғовакликлари тўлиқ сувга туйингандаги сувнинг массасини ( $m_{\text{sat}} = e \cdot \gamma_w / (1+e)$ ), қаттиқ заррачалар массасига ( $m_k = \gamma_s / (1+e)$ ) бўлган нисбати орқали аниқланади

$$W_{\text{sat}} = \frac{m_{\text{sat}}}{m_k} = \frac{\frac{e \cdot \gamma_w}{1+e}}{\frac{\gamma_s}{1+e}} = \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} \quad (14)$$

(14) ифодадан ( $W_{\text{sat}}$ )нинг қийматини (13) тенгламага қўйиб қуйидаги ифодани оламиз:

$$S_r = \frac{W}{W_{\text{sat}}} = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}, \quad (15)$$

бунда:  $W$  – грунтнинг табиий намлиги;  $\gamma_s$  – грунтнинг солиштирма оғирлиги;  $\gamma_w$  – сувнинг солиштирма оғирлиги  $e$  – грунтнинг ғоваклик коэффициенти.

Грунтнинг намлик даражаси –  $S_r$  ни унинг намлиги –  $W$ , солиштирма оғирлиги  $\gamma_s$  ҳамда ғоваклик коэффициенти  $e$  орқали аниқланди.

Грунтнинг намлик даражаси унинг намланиш даражасини белгилайди. Қумли грунтлар намлик даражаси бўйича қуйидаги ҳолатларда бўлинади:

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| кам намланган қум  | $0 < S_r \leq 0,5$   |
| намланган қум      | $0,5 < S_r \leq 0,8$ |
| сувга тўйинган қум | $0,8 < S_r \leq 1,0$ |

## § 8.5. Сувнинг муаллақ тутиб туриш таъсирини ҳисобга олган ҳолдаги грунтнинг солиштирма оғирлиги – $\gamma_{\text{sb}}$

Кўпчилик ҳолларда лойли грунтлар табиатда сувга тўйинган ҳолатга яқин бўлади. Лекин, грунт сувлари таркибида “қамралган” ҳаво пуфакчалари борлиги сабабли  $S_r < 1$  бўлади.

Грунтларда  $S_r < 0,85$  бўлган ҳолатда унинг таркибини уч компонент: қаттиқ заррачалар, сув ва газ;  $S_r = 1,0$  бўлганда эса икки компонент: қаттиқ заррачалар ва сув ташкил этади.

Ер ости сувлари сатҳидан пастда жойлашган грунтлар, грунт массаси ҳолатида бўлиб унинг скелети сувда муаллақ тарзда бўлади. Бундай ҳолатларда грунтнинг ҳажмий оғирлиги, Архимед қонунига асосланиб, сувнинг кўтариш кучини ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Грунтнинг бирлик ҳажмдаги қаттиқ заррачаларининг сувдаги массаси ( $\gamma_s - \gamma_w$ ), ва уларнинг ҳажми  $1/(1+e)$  га тенглигини эътиборга олиб, сувнинг муаллақ тутиб туриш таъсирини ҳисобга олган ҳолдаги грунтнинг солиштирма оғирлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\gamma_{\text{sb}} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e} \quad (16)$$

## § 8.6. Қумли грунтлар жойлашишининг нисбий зичлиги ёки зичлик индекси – $J_D$

Қумли грунтлар жойлашишининг нисбий зичлигини ғоваклик коэффициенти орқали қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$J_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (17)$$

бунда,  $e_{\max}$ —максимал ғовак ҳолатидаги қумнинг ғоваклик коэффициенти,  $e_{\min}$  — максимал зич ҳолатидаги қумнинг ғоваклик коэффициенти,  $e$  – қумнинг табиий ҳолатидаги ғоваклик коэффициенти.

$e_{\max}$  ва  $e_{\min}$  —ни аниқлаш учун қумнинг максимал ғовак ва зич ҳолатидаги ҳажмий оғирлиги  $\gamma$  (яъни  $\gamma_{\max} = \rho_{\max} g$  ва  $\gamma_{\min} = \rho_{\min} g$ ) ни аниқлаш керак. Бу ўз навбатида  $\rho_{\max}$  ва  $\rho_{\min}$  ларни аниқлашни тақозо қилади.

$\rho_{\min}$ — ни аниқлаш учун табиий қуруқ ҳолатдаги қумни олдиндан ҳажми аниқ бўлган ўлчовли цилиндрга эҳтиёткорлик билан солинади. Цилиндрдаги қумнинг массасини  $m_1$  ва у эгаллаган ҳажмни  $V_1$  деб белгилаб,  $\rho_{\min}$  қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$\rho_{\min} = \frac{m_1}{V_1} \text{ ёки } \gamma_{\min} = \rho_{\min} \cdot g \quad (18)$$

$\rho_{\max}$  — ни аниқлаш учун табиий қуруқ ҳолатдаги қумни олдиндан ҳажми аниқ бўлган ўлчовли цилиндрга эҳтиёткорлик билан солинади, унинг ҳажми ўзгармас ҳолатга келгунга қадар махсус резинали болғача ёрдамида зичлаштирилади. Цилиндрдаги қумнинг массасини  $m_2$  ва у эгаллаган ҳажмни  $V_2$  деб белгилаб,  $\rho_{\max}$  қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\rho_{\max} = \frac{m_2}{V_2} \text{ ёки } \gamma_{\max} = \rho_{\max} \cdot g \quad (19)$$

Қумнинг қаттиқ заррачаларининг зичлиги иккала ҳолатда ҳам доимийлигини ва табиий қуруқ ҳолатдаги грунтнинг намлиги нольга яқинлигини эътиборга олиб унинг зичланиш индексини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$J_D = \frac{\gamma_{\max}}{\gamma} \cdot \frac{\gamma - \gamma_{\max}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}} \quad (20)$$

Қумли грунтларнинг зичланиш индексининг қиймати 0 дан (ғовак ҳолатдан) 1 гача (зич ҳолатгача) ўзгаради. Қумли грунтлар зичланиш индекси— $J_D$  нинг қиймати бўйича қуйидаги ҳолатларда бўлади:

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| ғовак ҳолдаги қум     | $J_D \leq 0,333$         |
| ўртача зичликдаги қум | $0,333 < J_D \leq 0,667$ |
| зич ҳолатдаги қум     | $0,667 < J_D \leq 1,0$   |

**Мисол.** Қуйида келтирилган маълумотлар асосида ўртача йирикликдаги қумнинг зичлик индекси аниқлансин.

1. Табиий намлиги  $W = 5\% = 0,05$ .
2. Қаттиқ заррачалар зичлиги  $\rho_s = 2,65 \text{ г/см}^3$ .

3. Солиштира оғирлиги  $\gamma_s = \rho_s g = 2,66 \cdot 10 = 26,50 \text{ кН/м}^3$ .
4. Ўлчовли цилиндр массаси  $m_0 = 110 \text{ г}$ .
5. Ўлчовли цилиндрнинг ғовак ҳолатдаги қум билан биргаликдаги массаси  $m_1 = 482,5 \text{ г}$ .
6. Ўлчовли цилиндрнинг зич ҳолатдаги қум билан биргаликдаги массаси  $m_2 = 482,5 \text{ г}$ .
7. Ғовак ҳолатдаги қумнинг ҳажми –  $V_1 = 250 \text{ см}^3$ .
8. Зич ҳолатдаги қумнинг ҳажми –  $V_2 = 210 \text{ см}^3$ .
9. Қумнинг табиий ҳолатдаги зичлиги  $\rho = 1,69 \text{ г/см}^3$ .
10. Қумнинг табиий ҳолатдаги ҳажмий оғирлиги  $\gamma = \rho g = 16,50 \text{ кН/м}^3$ .

### **Ечиш.**

1. Қумнинг зичлик ҳолатини аниқлаймиз. Бунинг учун унинг ғоваклик коэффициентини  $e$  –ни ҳисоблаймиз.

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + W) - 1 = \frac{2,65}{1,69} (1 + 0,04) - 1 = 0,65$$

11 – жадвалга асосан ўртача йирикликдаги қум ўртача зичликка эга чунки  $0,5 < e \leq 0,65$ .

2. Қумнинг зичлик ҳолатини унинг зичланиш индекси ( $J_D$ ) орқали аниқлаш.

Бунинг учун ғоваклик коэффициентининг ( $e_{\max}$ ) ва ( $e_{\min}$ ) қийматлари ёки ҳажмий оғирликнинг  $\gamma_{\max}$  ва  $\gamma_{\min}$  қийматларини аниқлаш керак.

$$\text{а) } \rho_{\min} = (m_1 - m_0)/V_1 = (482,5 - 110)/250 = 1,49 \text{ г/см}^3$$

$$\text{б) } \gamma_{\min} = \rho_{\min} \cdot g = 1,49 \cdot 10,0 = 14,90 \text{ кН/м}^3$$

$$\text{в) } \rho_{\max} = (m_2 - m_0)/V_2 = (482,5 - 110)/210 = 1,77 \text{ г/см}^3$$

$$\text{г) } \gamma_{\max} = \rho_{\max} \cdot g = 1,73 \cdot 10 = 17,70 \text{ кН/м}^3$$

3. Қумнинг ғоваклик коэффициентининг максимал ( $e_{\max}$ ) ва минимал ( $e_{\min}$ ) қийматларини аниқлаймиз.

$$e_{\max} = \frac{\rho_s (1 + W)}{\rho_{\max}} - 1 = \frac{2,65(1 + 0,05)}{1,49} - 1 = 0,85$$

$$e_{\min} = \frac{\rho_s (1 + W)}{\rho_{\min}} - 1 = \frac{2,65(1 + 0,05)}{1,77} - 1 = 0,54$$

Зичланиш индекси ( $J_D$ ) нинг қийматини (17) ва (20) формулалардан фойдаланиб аниқлаймиз.

$$J_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{0,85 - 0,65}{0,85 - 0,54} = 0,65$$

$$J_D = \frac{\gamma_{\max}}{\gamma} \cdot \frac{\gamma - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}} = \frac{17,7}{16,5} \cdot \frac{16,5 - 14,9}{17,7 - 14,9} = 0,61$$

Зичланиш индекси  $J_d=0,61\div0,65$  га тенг.  $0,333 < J_D \leq 0,667$  бўлганда қум ўртача зичликка эга бўлади. Текширилаётган қумнинг ҳолатини унинг ғоваклик коэффициентини  $e$  ва зичланиш индекси  $J_D$  орқали аниқланди.

## **§ 9. Қумли грунтнинг зичлигини статик ва динамик зондлаш усули билан аниқлаш**

Ер ости сувлавларидан пастда жойлашган қумларнинг зичланиш кўрсаткичлари  $e$  ва  $J_D$  –ларни аниқлаш, табиий ҳолати бузилмаган намуналар олиш мураккаблиги баъзи ҳолларда эса умуман мумкин бўлмаганлиги сабабли қийинлашади. Бу ҳолларда қумли грунтларининг зичлигини аниқлаш учун статик ва динамик зондлаш усули қўлланилади.

### **§ 9.1. Статик зондлаш усули**

Бино ва иншоотлар пойдевори асосидаги қумли грунтларнинг табиий ҳолатини бузмасдан туриб уларнинг ҳолатини аниқ кўрсатадиган усуллардан бири статик зондлаш усулидир. Бу усул диаметри 36 мм, асосининг юзаси  $10\text{ см}^2$  ва юқоридаги бурчаги  $60^\circ$  тенг бўлган стандарт конусни, текшириладиган грунтга статик юк таъсирида, махсус қурилма ёрдамида босиб ёки қоқиб киргизишдан иборат. Босиб ёки қоқиб киргизиш пайтидаги грунт қаршилиги қурилмада ўрнатилган диномометр ёрдамида ўлчанади. Ҳар хил ҳолатларда бўлган қумли грунтларда ўтказилган статик зондлаш натижалари “Фундаментпроект” –томонидан умумлаштирилиб жадвал кўринишига келтирилган (19–жадвал).

Статик зондлаш бўйича олинган натижалар 19-жадвал билан таққосланиб текширилаётган қумли грунтнинг зичлиги аниқланади.

#### **19-жадвал**

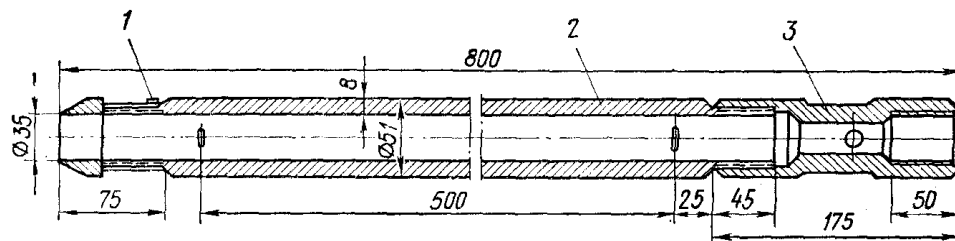
Қумли грунтларнинг статик зондлашдаги чегаравий қаршилиги, МПа.

| Зондлаш чуқурлиги | Қумнинг тури ва ҳолати |                     |                      |                     |           |                     |
|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------------|
|                   | Йирик қум              |                     | Ўртача йирикдаги қум |                     | Майда қум |                     |
|                   | зич                    | ўртача зичликка эга | зич                  | ўртача зичликка эга | зич       | ўртача зичликка эга |
| 5                 | 15                     | $15\div10$          | 10                   | $10-6$              | 6         | $6\div3$            |
| 10                | 22                     | $22\div15$          | 15                   | $15-9$              | 9         | $9\div4$            |

*Изоҳ:* 19–жадвалда келтирилган натижалар нисбийдир. Чунки, ҳар хил таркибга эга бўлган қумли грунтнинг қоқишга қаршилиги, унинг фақатгина зичлигигагина эмас балки, структурасига ҳам боғлиқдир.

### **§ 9.2. Динамик зондлаш усули**

Бу усул текшириладиган қумли грунтга ташқи диаметри 51 мм бўлган “Фундаментпроект” томонидан ишланган махсус стандарт грунт намунасини олиш қурилмасини 63,5 кг/ли гурзи ёрдамида вертикаль ҳолатда 30 см чуқурликка қоқиш учун талаб этилган зарбалар сонини аниқлашдан иборат (16-расм). Гурзининг эркин тушиш баландлиги  $H=71$  см.



**16-расм. Қумли грунтни динамик зондлаш усули билан текшириш учун ишлатиладиган “Фундаментпроект” нинг стандарт грунт намунаси олиш қурилмаси:** 1-башмак, 2-икки қисмдан иборат пўлат стакан, 3-переходник

Грунт қанча зич бўлса, стандарт грунт намунаси олиш қурилмасини 30 см чуқурликка қоқиш учун талаб этилган зарбалар сони шунча кўп бўлади. “Фундаментпроект” томонидан ҳар хил ҳолатдаги қумли грунтларда стандарт грунт намунаси олиш қурилмаси билан ўтказилган тажрибалар натижалари умумлаштирилиб жадвал шаклига келтирилган (20-жадвал).

**20-жадвал**

Грунт намунасини олиш қурилмасида ўтказилган динамик зондлаш натижалари

| Зарбалар сони | Нисбий зичлик $J_D$ | Қумнинг зичланиш даражаси |
|---------------|---------------------|---------------------------|
| 1÷4           | $\leq 0,2$          | Жуда ғовак                |
| 5÷9           | 0,2÷0,33            | Ғовак                     |
| 10÷29         | 0,33÷0,66           | Ўртача зичликка эга       |
| 30÷50         | 0,66÷1,0            | Зич                       |
| > 50          | > 1,0               | Жуда зич                  |

Бу жадвал ёрдамида грунт намунаси олиш қурилмасини 30 см чуқурликка қоқиш учун талаб этилган зарбалар сони орқали текшириладиган қумли грунтнинг нисбий зичлигини ва зичланиш даражасини аниқлаш мумкин.

Бундан ташқари қумли грунтларнинг зичлигини радиометрик зонд ёрдамида ҳамда гамма-каратож усули билан ҳам аниқлаш мумкин.

**§ 10. Қумли ва лойли грунтларнинг физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичлари асосида уларнинг ҳисобий қаршилиги –  $R_0$  нинг меъёрий қийматини ҚМҚ 2.02.01–98 жадвали асосида аниқлаш**

Қумли ва лойли грунтлардан ташкил топган асосларда жойлашган пойдеворларнинг дастлабки ўлчамларини аниқлаш учун  $R_0$  нинг қийматини билиш керак.  $R_0$  –нинг меъёрий қиймати, грунтнинг физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичларини аниқлаш бўйича ўтказилган лаборатория ишларидан олинган натижалар асосида ҚМҚ 2.02.01–98 нинг 3 – иловасида келтирилган 1–6 жадваллар асосида аниқланади.

Қумли грунтнинг ҳисобий қаршилиги –  $R_0$  унинг зичлиги, сувга тўйиниш даражаси –  $S_r$  ва гранулометриқ таркиби асосида ҚМҚ 2.02.01–98 нинг 3–иловасидаги 2–жадвалдан олинади (21-жадвал).

Лойли грунтнинг ҳисобий қаршилиги –  $R_0$  нинг меъёрий қиймати унинг тури, ғоваклик коэффиценти –  $e$  ва ҳолат кўрсаткичи –  $J_L$  нинг қийматлари асосида ҚМҚ 2.02.01 – 98 нинг 3 иловасидаги 3–жадвалдан олинади (22-жадвал).

Лойли грунтларнинг ғоваклик коэффиценти ва ҳолат кўрсаткичларининг оралик қийматлари учун  $R_0$  –нинг қиймати икки маротаба интерполяция қилиш усули билан (олдин  $e$  бўйича кейин эса  $J_L$  бўйича ) аниқланади. Бу интерполяцияни аналитик ёки график усуллар ёрдамида бажариш мумкин

**21-жадвал**

**Қумли грунтларнинг ҳисобий қаршилиги –  $R_0$  нинг меъёрий қиймати**

| Қумлар                | $R_0$ нинг қиймати, кПа (кг/см <sup>2</sup> ), қумларнинг зичлигига қараб |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                       | зич                                                                       | ўртача зичлиги |
| Йирик                 | 600 (6)                                                                   | 500 (5)        |
| Ўртача йирикликда     | 500 (5)                                                                   | 400 (4)        |
| Майда:                |                                                                           |                |
| намлиги кам           | 400 (4)                                                                   | 300 (3)        |
| нам ва сувга тўйинган | 300 (3)                                                                   | 200 (2)        |
| Чангсимон:            |                                                                           |                |
| намлиги кам           | 300 (3)                                                                   | 250 (2,5)      |
| нам                   | 200 (2)                                                                   | 150 (1,5)      |
| сувга тўйинган        | 150 (1,5)                                                                 | 100 (1)        |

**22-жадвал**

**Чангсимон–лойли (пасаймайдиган) грунтларнинг ҳисобий қаршилиги – $R_0$  нинг меъёрий қиймати**

| Лойли<br>грунтлар   | Ғоваклик коэф-<br>фициенти – $e$ | $R_0$ нинг қиймати, кПа (кгк/см <sup>2</sup> ),<br>грунт оқувчанлик кўрсаткичида |           |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                     |                                  | $J_L = 0$                                                                        | $J_L = 1$ |
| Қумлоқ<br>тупроқлар | 0,5                              | 300 (3)                                                                          | 300 (3)   |
|                     | 0,7                              | 250 (2,5)                                                                        | 200 (2,0) |
| Қумоқ<br>тупроқлар  | 0,5                              | 300 (3)                                                                          | 250 (2,5) |
|                     | 0,7                              | 250 (2,5)                                                                        | 180 (1,8) |
|                     | 1,0                              | 200 (2)                                                                          | 100 (1,0) |
| Лойлар              | 0,5                              | 600 (6)                                                                          | 400 (4)   |
|                     | 0,6                              | 500 (5)                                                                          | 300 (3)   |
|                     | 0,8                              | 300 (3)                                                                          | 200 (2)   |
|                     | 1,1                              | 250 (2,5)                                                                        | 100 (1)   |

Лойли грунтларнинг ҳисобий қаршилиги  $R_0$  –нинг қийматини аналитик усул ёрдамида аниқлашда қўлланиладиган интерполяцион формула қуйидаги кўринишга эга.

$$R_{0(e,J_L)} = \frac{e_2 - e}{e_2 - e_1} [R_{0(1,0)}(1 - J_L) + R_{0(1,1)}J_L] + \frac{e - e_1}{e_2 - e_1} [R_{0(2,0)}(1 - J_L) + R_{0(2,1)}J_L]$$

Бу формулада:

$R_{0(1, 0)}$  – бу  $R_0$  –нинг  $e = e_1$  ва  $J_L = 0$  тенг бўлгандаги қиймати

$R_{0(1, 1)}$  – бу  $R_0$  –нинг  $e = e_1$  ва  $J_L = 1,0$  тенг бўлгандаги қиймати

$R_{0(2, 0)}$  – бу  $R_0$  –нинг  $e = e_2$  ва  $J_L = 0$  тенг бўлгандаги қиймати

$R_{0(2, 2)}$  – бу  $R_0$  –нинг  $e = e_2$  ва  $J_L = 1,0$  тенг бўлгандаги қиймати

Юқорида келтирилганларнинг жадвал кўриниши қуйидагича бўлади

**23-жадвал**

| Ғоваклик<br>коэффициенти – $e$ | Консистенциякўрсаткичилари |              |              |
|--------------------------------|----------------------------|--------------|--------------|
|                                | $J_L = 0$                  | $J_L = X$    | $J_L = 1,0$  |
| $e_1 =$                        | $R_{0(2,0)}$               | интерполяция | $R_{0(2,1)}$ |
| $e =$                          | интерполяция               | интерполяция | интерполяция |
| $e_2 =$                        | $R_{0(1,0)}$               | интерполяция | $R_{0(1,1)}$ |

***Лойли ва қумли грунтларнинг ҳисобий қаршилиги  $R_0$  – нинг меъёрий қийматини аниқлашга мисоллар***

**1–мисол.** Грунт қумоқ тупроқ бўлиб қуйидаги кўрсаткичларга эга, ғоваклик коэффиценти  $e = 0,805$ ,  $J_L = 0,285$ .  $R_0$ –нинг қийматини аниқланг?

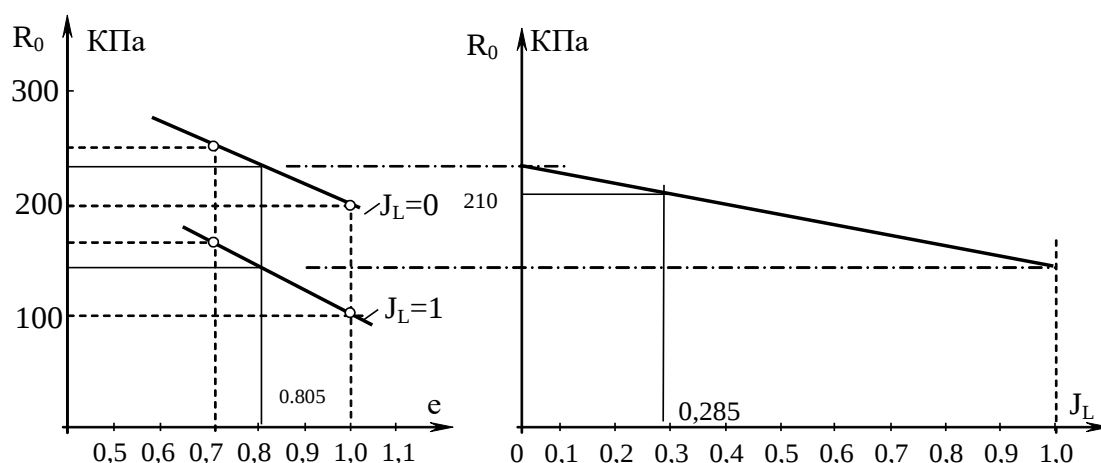
| Ғоваклик<br>коэффициенти<br>– e | Консистенция курсаткичи J <sub>L</sub>                 |                                                            |                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                 | J <sub>L</sub> =0                                      | J <sub>L</sub> = 0,285                                     | J <sub>L</sub> = 1,0                                   |
| e <sub>1</sub> = 0,7            | R <sub>0</sub> (e=0,7; J <sub>L</sub> =0) = 250        | R <sub>0</sub> (e=0,7; J <sub>L</sub> =0,285) = 230        | R <sub>0</sub> (e=0,7; J <sub>L</sub> =1,0) = 180      |
| e = 0,805                       | R <sub>0</sub> (e=0,805; J <sub>L</sub> =0) =<br>232,5 | R <sub>0</sub> (e=0,805; J <sub>L</sub> =0,285) =<br>209,5 | R <sub>0</sub> (e=0,805; J <sub>L</sub> =1,0) =<br>152 |
| e <sub>2</sub> = 1,0            | R <sub>0</sub> (e=1,0; J <sub>L</sub> =0) =200         | R <sub>0</sub> (e=1,0; J <sub>L</sub> =0) =171,5           | R <sub>0</sub> (e=1,0; J <sub>L</sub> =1,0) =100       |

1. Лойли грунтларнинг ҳисобий қаршилиги R<sub>0</sub> –нинг қийматини аналитик усул ёрдамида аниқлаш:

$$R_{0(e=0,805; J_L=0,285)} = (1 - 0,805)/(1 - 0,7)[250(1 - 0,285) + 180 \cdot 0,285] + (0,805 - 0,7)/(1 - 0,7)[200(1 - 0,285) + 100 \cdot 0,285] = 210 \text{ кПа}$$

$$R_0 = 210 \text{ кПа}$$

2. Лойли грунтларнинг ҳисобий қаршилиги R<sub>0</sub> –нинг қийматини график усул ёрдамида аниқлаш:



17 –расм. Лойли грунтнинг ҳисобий қаршилигини аниқлаш графиклари

## 2 – мисол.

1. Грунт майда қум:
2. Табиий намлиги  $W = 0,06\% = 6\%$
3. Қаттиқ заррачалар зичлиги  $\rho_s = 2,65 \text{ г/см}^3$
4. Солиштира оғирлиги  $\gamma_s = \rho_s \cdot g = 2,65 \cdot 9,81 = 26,0 \text{ кН/м}^3$
5. Қумнинг табиий ҳолатдаги зичлиги  $\rho = 1,66 \text{ г/см}^3$
6. Қумнинг табиий ҳолатдаги ҳажмий оғирлиги  $\gamma = 16,28 \text{ кН/м}^3$

## Ечиш.

1. Майда қумнинг ғоваклик коэффициенти e – ни ҳисоблаймиз.

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + W) - 1 = \frac{2,65(1 + 0,06)}{1,66} - 1 = 0,688$$

жадвалга асосан  $0,6 \leq e \leq 0,75$  ораликда бўлганда майда кум ўртача зичликка эга экан.

2. Майда кумнинг намланиш даражасини аниқлаймиз.

$$S_r = \frac{\gamma_s \cdot W}{\gamma_w \cdot e} = \frac{2,65 \cdot 0,06}{0,688 \cdot 1,0} = 0,23$$

жадвалга асосан  $0 < S_r = 0,50$  ораликда бўлганда майда кум кам намланган бўлади.

**Хулоса:** Майда кум кам намланган ўртача зичликка эга экан.

13 жадвал асосида кам намланган, ўртача зичликка эга бўлган майда кумнинг ҳисобий қаршилиги  $R_0 = 300$  кПа тенг.

### 3–мисол.

Грунт – кумлоқ, унинг ғоваклик коэффиценти  $e = 0,450$ , консолидация кўрсаткичи  $J_L = 0,650$ .

#### Ечиш

Кумлоқ грунт пластик ҳолатда чунки  $0 \leq J_L$  ораликда жойлашган. Бу ҳолда  $e = 0,5$  деб қабул қилинади ва 22-жадвалдан  $R_0$  нинг қиймати аниқланиб 25-жадвалга киритилади.

#### 25-жадвал

| Ғоваклик коэффиценти | Консистенция кўрсаткичи |              |                    |
|----------------------|-------------------------|--------------|--------------------|
|                      | $J_L = 0$               | $J_L = 0,65$ | $J_L = 1,0$        |
| $e=0,45 \approx 0,5$ | $R_{0(1,0)} = 300$      | 300          | $R_{0(1,1)} = 300$ |

**Хулоса:** Кумлоқ грунт пластик ҳолатда, унинг ҳисобий қаршилиги  $R_0=300$  кПа тенг.

### Такрорлаш учун саволлар

1. Грунт нима ?
2. Грунтнинг таркиби қандай элементлардан ташкил топган?
3. Грунт таркибига кирадиган қаттиқ минерал заррачалари, уларнинг турлари ва хоссалари.
4. Грунт таркибидаги сув, унинг турлари ва хоссаларига изоҳ беринг?
5. Грунт таркибидаги газсимон бирикмалар, уларнинг турлари ва хоссаларига изоҳ беринг.
6. Грунтнинг физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичларини билиш қайси мақсадлар учун керак?
7. Грунтнинг қайси физик хоссалари асосий ҳисобланади ?

8. Грунт зичлиги деганда нимани тушунализ? Унинг ўлчов бирлиги.
9. Грунтнинг зичлигини қайси усуллар ёрдамида аниқлаш мумкин?
10. Грунтнинг зичлиги нимага боғлиқ?
11. Парафинлаш усули билан грунтнинг қайси кўрсаткичи аниқланади?
12. Грунтнинг зичлигини лабораторияда парафинлаш усули билан аниқлаш учун қандай асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар керак?
13. Грунтнинг зичлигини лабораторияда парафинлаш усули билан аниқлашда, ишнинг бажарилиш тартибини изоҳлаб беринг?
14. Грунтнинг ҳажмий оғирлиги нима ва у қандай аниқланади (формуласини ёзиб изоҳлаб беринг) .
15. Грунт заррачаларининг зичлиги деганда нимани тушунализ? Унинг формуласини ёзинг. Ўлчов бирлигини айтинг?
16. Грунт заррачаларининг зичлиги қайси усуллар ёрдамида аниқланади.?
17. Грунт заррачаларининг зичлигини аниқлаш учун қандай асбоблар, жиҳозлар ва ашёлар керак?
18. Лаборатория шароитида грунт заррачаларининг зичлигини аниқлаш тартибини изоҳлаб беринг.
19. Таркибида сувда эрийдиган тузлар бўлмаган грунт заррачаларининг зичлигини аниқлаш, таркибида сувда эрийдиган тузлар бўлган грунтлар заррачаларининг зичлигини аниқлашдан нима билан фарқ қилади?
20. Грунтнинг солиштира оғирлиги –  $\gamma_s$  нима ва у қандай аниқланади?
21. Грунтнинг табиий намлиги деганда нима тушунилади?
22. Грунт намлиги қайси усуллар билан аниқланади?
23. Грунт намлигини аниқлаш учун қандай асбоб, жиҳоз ва ашёлар керак?
24. Грунт намлигини аниқлаш тартибини изоҳлаб беринг?
25. Лойли грунтлар таркибидаги намлик миқдорининг ўзгаришига қараб қандай ҳолатларда бўлади?
26. Лойли грунтларнинг пластиклик чегарасидаги намлигини (намликнинг қуйи чегарасини) аниқлашни изоҳлаб беринг.
27. Лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини (намликнинг юқори чегарасини) аниқлаш тартибини изоҳлаб беринг.
28. Лойли грунтларнинг юмшоқлик кўрсаткичи –  $J_p$  (пластиклик сони) деб нимага айтилади?
29. Лойли грунтлар пластиклик сонига –  $J_p$  қараб қандай турларга бўлинади?
30. Лойли грунтлар учун «ҳолат» кўрсаткичи  $J_L$  деганда нима тушунилади?
31. Лойли грунтлар ҳолат кўрсаткичининг қийматларига қараб қандай турларга бўлинади?
32. Қумли ва лойли грунтларнинг гранулометриқ таркиби нима мақсадда аниқланади?
33. Грунтнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш усулларини изоҳлаб беринг.
34. Қумли грунтларнинг гранулометриқ таркибини элақлар ёрдамида аниқлаш тартибини изоҳлаб беринг?
35. Грунт гранулометриқ таркибининг эгри чизигини чизиб, уни изоҳлаб беринг?

36. Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғи асосида текшириладиган грунтнинг бир ёки кўп жинслилигини аниқлаб беринг?
37. Грунт гранулометрик таркибининг циклограммасини изоҳлаб беринг.
38. Грунт гранулометрик таркибини Фере учбурчаги асосида аниқлаш тартибини изоҳлаб беринг.
39. Қоятошли ва қумли грунтлар гранулометрик таркиби буйича турларга бўлиниш жадвалига изоҳ беринг.
40. Грунтнинг қуруқ ҳолдаги зичлиги –  $\rho_d$  деганда нима тушунилади ва бу кўрсаткич қандай аниқланади?
41. Грунтнинг ғоваклиги – «П» деганда нима тушунилади ва бу кўрсаткич қандай аниқланади?
42. Грунтнинг ғоваклик коэффиценти «е» деганда нима тушунилади ва бу кўрсаткич қандай аниқланади?
43. Ғоваклик коэффицентининг қийматига асосан қайси грунтларнинг ҳолати аниқланади?
44. Грунтнинг намлик даражаси –  $S_r$  деганда нима тушунилади? Грунтнинг бу кўрсаткичи қандай аниқланади?
45. Қумли грунтлар намлик даражасининг қийматига қараб қандай ҳолатларда бўлади?
46. Сувнинг муаллақ тутиб туриш таъсирини ҳисобга олган ҳолдаги грунтнинг солиштирма оғирлигига изоҳ беринг.
47. Қумли грунтларнинг нисбий зичлиги ёки зичлик индекси –  $J_d$  нима, бу кўрсаткич қандай аниқланади?
48. Қумли грунтлар зичлик индексининг қиймати буйича қандай ҳолатларда бўлади.
49. Қумли ва лойли грунтлар ҳисобий қаршилигининг меъёрий қиймати –  $R_0$  қандай аниқланади?

## ГРУНТЛАРНИНГ СИҚИЛИШИ

### *§ 11. Умумий маълумотлар*

Ташқи таъсирлар натижасида (сиқувчи юк, қуриши, каолуэция жараёнлари в.к) грунт ҳажмининг камайишига сиқилиш дейилади. Сиқилиш жараёни асосан грунт таркибини ташкил қилган каттик заррачаларнинг бир-бирига нисбатан силжиб тиғизланиши, сувнинг сиқиб чиқарилиши натижасида ғовакликлар ҳажмининг камайиши ҳисобига содир бўлади (18-расм). Ташқи таъсирлар натижасида грунтларда содир бўладиган жараёнларга изоҳ берайлик. Биз грунт таркибини ўрганишда уни фикран қуйидаги уч қисмга бўлган эдик:

1. Каттик минерал заррачалар – грунт скелетини ташкил қилади.
2. Грунт ғовакликлардаги ҳар хил кўриниш ва ҳолатлардаги сув.

### 3. Грунт ғовакликлардаги газсимон бирикмалар.

Назарий жиҳатдан грунт массивига юк таъсир этганда, бу учала компонент зичланиши керак, яъни уларнинг ҳажми кичрайиши керак. Бу борада В.И.Курдюмов томонидан ўтказилган тажрибалар натижасининг таҳлили шуни кўрсатдики, юк таъсирида грунт ҳажмининг ўзгариши фақатгина унинг ғовакликлари ҳажмини ўзгариши ҳисобига бўлар экан. Грунт скелетини ташкил қилган минерал заррачалар ҳажми ўзгармай қолар экан. В.И.Курдюмов томонидан қилинган бу хулоса грунтлар механикасида грунт скелетининг сиқилмаслик принципи бўлиб, бу борада ўтказиладиган изланишларнинг асосини ташкил қилади.

Грунтнинг ташқи юк таъсирида сиқилиши узок ёки қисқа вақт давом этиши мумкин. Бу борада ўтказилган тажрибаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, сиқилишнинг давомийлиги грунтнинг турига, ҳолатига, донадорлигига, минералогик таркибига, ғовакликига сув ўтказувчанлик хусусиятига ва сиқилиш шароитига боғлиқ экан.

#### **Мисол:**

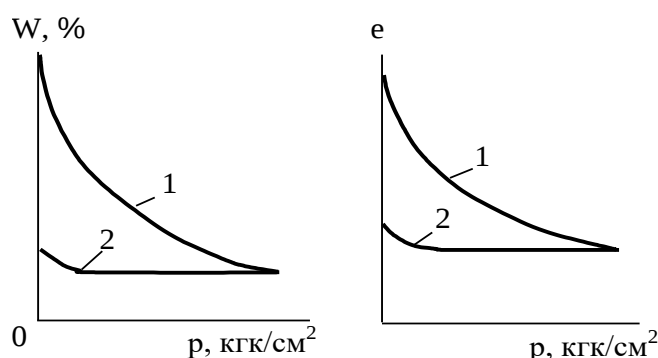
Қумли грунтларнинг ташқи юк таъсирида сиқилиши донадорлигига, минералогик таркибига, зичлигига боғлиқ бўлиб, бу жараён вақт бўйича тез кўчади ва унинг намлигига боғлиқ эмас.

Лойли грунтлар билан ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, ташқи юк таъсирида уларнинг сиқилиши дисперслик даражасига, минералогик таркибига, ғоваклик ва сизиш коэффициентларига, ҳолатига ҳамда сиқилиш шароитига боғлиқ экан. Бу жараён лойли грунтларда вақт бўйича узок давом этади.

Шундай қилиб, ташқи юк таъсирида грунтнинг деформацияси асосан ғовакликлар ҳажмининг кичрайиши ҳисобига, яъни қаттиқ заррачаларнинг бирига нисбатан силжиб тиғизланиши ва сувни сиқиб чиқариши ҳисобига содир бўлар экан (18-расм). Грунт ўзининг бу хусусияти билан массив тоғ жинсларидан ҳамда қаттиқ жисмлардан фарқ қилади.

Грунтнинг юк таъсирида зичланиши қуйидаги деформацион кўрсаткичлар орқали ифодаланади:

1. Грунтнинг сиқилиш коэффициенти –  $m_0$
2. Грунтнинг нисбий сиқилиш коэффициенти –  $m_v$
3. Грунтнинг деформацион модули –  $E_0$



**18-расм. Лойли грунтлар учун компрессион эгри чизиклар:** 1–зичланиш эгри чизиклари; 2–бўкиш эгри чизиклари.

Грунтнинг деформацион кўрсаткичларини аниқлаш учун вертикал юк таъсирида унинг сиқилиши текширилади. Тажриба компрессион қурилмада бажарилади (19-расм). Бу қурилма грунтни фақат бир йўналишда сиқилишини таъминлайди. Агарда деформация бир йўналишда бўлиб, бошқа икки йўналишда нолга тенг бўлса, бундай тажрибалар эластиклик назариясининг бир ўлчамли масаласи бўлиб ҳисобланади.

Юқорида келтирилганлар асосида қўйилган ташқи юк таъсирида грунт намунасининг деформацияси асосан ундаги ғовакликлар ҳажмининг камайиши ҳисобига содир бўлганлиги сабабли, компрессион қурилмада қўйилган юк таъсирида ғоваклик коэффицентининг ўзгариши орасидаги боғланиш ўрғанилади [ $e_i=f(P_i)$ ]. Бу тажриба компрессион қурилмада бажарилганлиги сабабли грунтлар механикасида компрессион боғланиш деб номланади. Компрессион боғланишнинг график шаклдаги кўриниши 21-расмда келтирилган.

Компрессион қурилмада ўтказилган тажрибалар натижасида қурилган компрессион эгри чизикдан, грунтнинг сиқилиш коэффиценти –  $m_0$  аниқланади. Грунтни сиқилишини ифодаловчи яна икки кўрсаткич: нисбий сиқилиш коэффиценти –  $m_v$  ва деформация модули –  $E_0$  ҳисоб йўли билан аниқланади.

Компрессион эгри чизикни қуришнинг умумий усули, бу қўйилган ташқи юк таъсирида, грунт намунасининг зичланиши натижасида ҳосил бўлган вертикал деформация  $S_i$  орқали ғоваклик коэффицентини ўзгаришини аниқлашдан иборатдир.

Тажриба ўтказишдан олдин қуйидаги белгилашларни киритамиз:

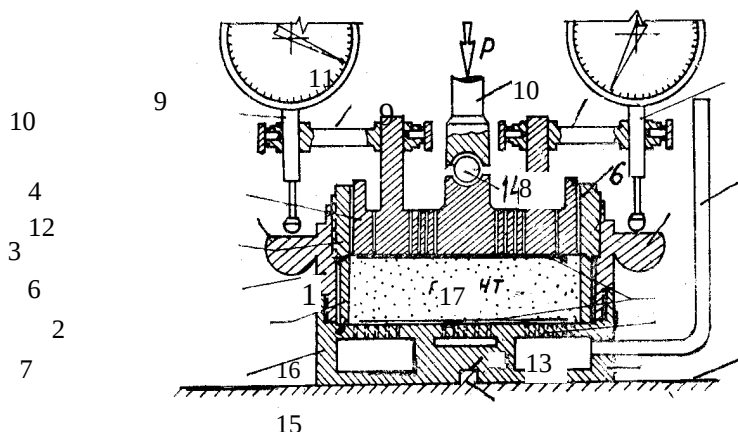
1. Грунтнинг бошланғич ғоваклик коэффиценти- $e_0$  ҳисоб йўли билан аниқланади:

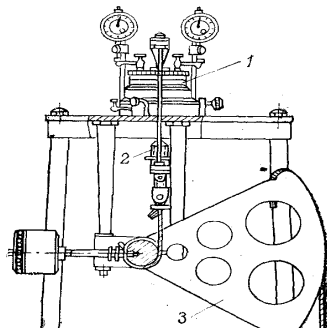
$$e_0 = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + w) - 1;$$

2.  $e_i$  – исталган поғона юкка мос келадиган ғоваклик коэффиценти;
3.  $S_i$  – қўйилган юк таъсирида грунт намунасининг тўлиқ деформацияси;
4.  $h$  – грунт намунасининг бошланғич баландлиги;
5.  $\Delta V_{ni}$  – қўйилган юк таъсиридан грунт ғовакликлари ҳажмининг ўзгариши;
6.  $V_T = \frac{1}{1 + e_0}$  бир бирликка тўғри келадиган қаттиқ заррачаларнинг ҳажми;
7.  $A$  – намунасининг (компрессион халқанинг) таг юзаси.

Ғоваклик коэффиценти  $e_i$  нинг қўйилган поғона юк таъсирида ўзгаришини қуйидаги ифода орқали аниқлаш мумкин:

$$e_i = e_0 - \Delta e_i \quad (1)$$





**19-рasm. Компрессион курилманинг умумий кўриниши:**

1—одометр; 2—грунтга юк узатиш учун рама; 3—юк узатиш учун рычагли мослама; 4—ўлчов тошлари.

**20-рasm. Одометр схемаси:**

1—грунт намунаси; 2—кесувчи ҳалқа; 3—сиқувчи ҳалқа; 4—юқорги перфорацияланган — штамп; 5—пастки перфорацияланган — штамп; 6—юқорги обойма; 7—пастки обойма; 8—грунт таркибидаги сувни чиқариш, ёки грунт намунасини қўшимча намлаш учун найча; 9—индикатор ушлагичлари; 10—соатсимон индикатор (аниқлик даражаси 0,01 мм); 11—юк узатиш учун рычагли мослама; 12—сирғалар; 13—компрессион стол панели; 14—шарикча—рычагли мосламадан одометрга юкни марказий узатиш учун хизмат қилади; 15—шпонка; 16—шпонка кириши учун бўшлиқ — тешик; 17—фильтр қоғози.

$$\Delta e_i = \frac{\Delta V_{ni}}{V_T} \quad (2)$$

$$\Delta V_{ni} = S_i \cdot A \quad (3)$$

$$V_T = \frac{1}{1 + e_0} \cdot A \cdot h \quad (4)$$

2, 3 ва 4 ифодалар асосида (1) чи тенглама куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$e_i = e_0 - \frac{\Delta V_{ni}}{V_T} = e_0 - \frac{S_i A}{\frac{A h}{1 + e_0}} = e_0 - (1 + e_0) \frac{S_i}{h}$$

$$\text{яъни} \quad e_i = e_0 - (1 + e_0) \frac{S_i}{h} \quad (5)$$

5-ифода ёрдамида исталган поғонадаги юк таъсирида ғоваклик коэффиценти  $e_i$ —нинг қийматини аниқлаш мумкин.  $e_i$  — нинг қийматлари асосида  $P_i$  —нинг ҳар хил қиймати учун  $e_i = f(P_i)$  боғланиш графигини қуриш мумкин. 5-ифодага компрессион эгри чизиқнинг тенгламаси дейилади.

21-рasmда келтирилган  $e_i = f(P_i)$  графикдан сиқилиш коэффиценти —  $m_0$  аниқланади. Бунинг учун (1) ифодадан  $\Delta e_i$  нинг қийматини аниқлаймиз

$$\Delta e_i = e_0 - e_i \quad (6)$$



Пойдевор асосининг деформациясини аниқлашда нисбий сиқилиш коэффициенти деган кўрсаткич –  $m_v$  ишлатилади. Бу коэффициентнинг физик маъносини келтириб чиқарамиз

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0} \quad (13)$$

Юқорида келтирилган 5 ва 11 ифодаларнинг чап қисмлари бир–бирига тенг бўлганлиги сабабли, уларнинг ўнг қисмлари ҳам бир бирига тенглигини ҳисобга олиб қуйидаги ифодани ёзамиз

$$e_0 - m_0 P_i = e_0 - (1 + e_0) \frac{S_i}{h} \quad (14)$$

бундан

$$m_0 P_i = (1 + e_0) \frac{S_i}{h} \quad (15)$$

15-ифоданинг иккала қисмини  $\frac{1}{P_i(1 + e_0)}$  га кўпайтириб қуйидаги тенгламани оламиз

$$\frac{m_0}{1 + e_0} = \frac{S_i}{P_i h} \quad (16)$$

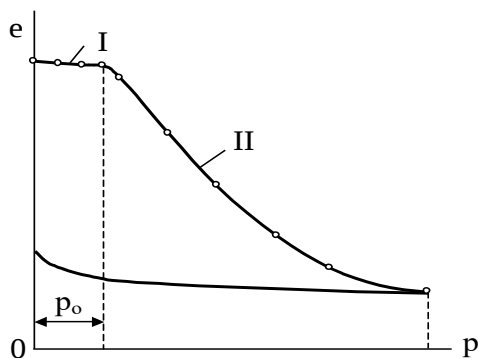
(13) ифодадан  $m_v = m_0/(1 + e_0)$  эканлигини эътиборга олсак, (16) ифода қуйидаги кўринишни олади

$$m_v = \frac{S_i}{P_i h} \quad (17)$$

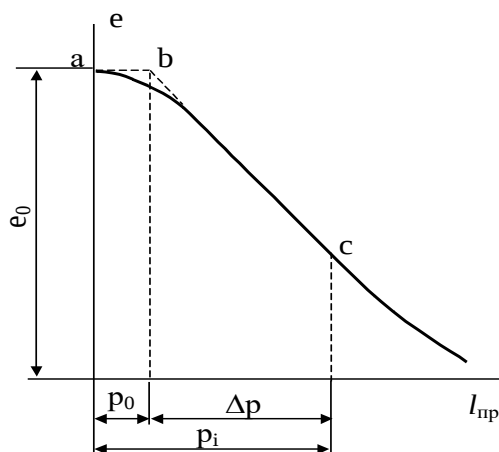
Нисбий сиқилиш коэффициенти –  $m_v$ , бирлик босим  $P_i$  – га тўғри келадиган нисбий деформация экан.

Компрессион эгри чизик графигидан грунтнинг структуравий мустаҳкамлигини ҳам аниқлаш мумкин.

Табиий ҳолатдаги грунтлар ўзининг хусусий оғирлигидан яъни ўзидан юқори жойлашган грунт қатламларидан тушадиган табиий босим таъсирида зичланган бўлади. Баъзи ҳолларда зичланиш (грунтнинг қуриши натижасида) ер ости сувлари сатҳининг каппиляр босим таъсирида пасайиши (сувнинг муаллақ таъсирининг олиниши) натижасида бўлади. Зичланиш натижасида грунт заррачалари бир–бири билан яқинлашади ва улар орасида сув–коллоидли боғланишлар пайдо бўлади. Грунтларнинг пайдо бўлиши ва ундан кейинги давр ичида (бир неча юз, минг йиллар давомида) маълум шароитда кўшимча мўрт кристаллизацион боғланишлар пайдо бўлиши мумкин. Умумий ҳолда бу боғланишларнинг йиғиндиси грунтга маълум бир мустаҳкамлик беради, бунга грунтнинг структуравий мустаҳкамлиги дейилади. Агарда грунтга қўйилган босим унинг структуравий мустаҳкамлигидан кичик бўлса ( $P < P_{стр}$ ) бу босимни грунтнинг сув коллоидли ҳамда кристаллизацион боғланишлари қабул қилади, зичланиш бўлмайди. Шу боғланишлар бузилгандан кейингина яъни ( $P > P_{стр}$ ) бўлганда грунт зичланади. Бундай грунтликлар учун компрессион эгри чизик қуйидаги кўринишда бўлади (22-расм):



**22–расм.** Грунтнинг структура мустаҳкамлигини компрессион эгри чизик графигидан аниқлаш



**23–расм.** Компрессион эгри чизикнинг ярим логорифм координатасидаги кўриниши

Грунтнинг структура мустаҳкамлиги, унинг асосий кўрсаткичларидан бири бўлиб, унинг қийматини компрессион эгри чизик графигидан аниқлаш мумкин. Бунинг учун структуравий мустаҳкамликка эга бўлган грунтни компрессион қурилмада кичик поғона юк қўйиш ( $P = 0,002 \div 0,010$  МПа) усули билан текширилади. Графикдаги ўзгариш яъни тўғри чизикли – I қисмдан, эгри чизикли II қисмга ўтиш чегарасига тўғри келадиган юкнинг миқдори шу грунтнинг структура мустаҳкамлиги бўлади (22-расм).

Компрессион эгри чизикнинг графиги, ярим логорифмик координата системасида қурилса, грунтнинг структура мустаҳкамлиги юқори аниқликда топилади. Бу ҳолда компрессион эгри чизикда бошланғич сиқилиш тўғри чизикли бўлади. (23-расмдаги графикда bc қисми). bc тўғри чизикни юқорига, абцисса ўқига параллел бўлган горизонтал пунктир чизик билан кесишгунга қадар давом эттираемиз. Кесишиш нуқтаси b нинг координаталари ордината ўқи бўйича  $e_0$  –га ва абцисса ўқи бўйича эса  $P_0$  тенг.  $e_0$  –грунтнинг бошланғич ғоваклик коэффиценти,  $P_0$  –ни эса грунтнинг структура мустаҳкамлигига мос келадиган қиймат деб қаралади.

Ярим логорифмик масштабда чизилган компрессион эгри чизикнинг графигидан кўринадик, ғоваклик коэффиценти  $e$  билан қўйилган юк  $P$  орасидаги боғланиш чизикли экан. Бу ҳолда компрессион эгри чизикнинг тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз.

$$e_i = e_0 - c_c \ln \left( \frac{P_i}{P_0} \right) \quad (19)$$

бунда  $e_0$  ва  $P_0$  – мос равишда грунтнинг бошланғич ғоваклик коэффиценти ва унинг структура мустаҳкамлиги;  $c_c$  – компрессия коэффиценти,  $P_i = 2,72 \text{ кг/см}^2 = 0,272 \text{ МПа}$  ва  $P_0 = 1 \text{ кг/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$  босимларга мос бўлган ғоваклик коэффицентларининг фаркига тенг бўлади. Бу коэффицент грунтларнинг катта босим таъсирида зичланишини ифодалайди.

Грунтнинг структура мустаҳкамлигини уч йўналиш бўйича сиқувчи маҳсус қурилма – стабилметрда ҳам аниқлаш мумкин. Профессор Е.И.Медков

текширишлари асосида грунтнинг структуравий мустаҳкамлигини стабиллометрда ўтказилган тажрибаларда ён босимни ўлчаш асосида аниқлаган. Бу тажрибаларда грунтнинг структуравий мустаҳкамлиги қўйилган юкнинг шундай поғонасига тўғри келадики, унинг таъсиридан ён томонга босим ҳосил бўлмайди.

Сувга тўйинган грунтларнинг структуравий мустаҳкамлигини профессорлар Н.А.Цитович ҳамда М.Ю.Абелев томонидан ўрганилган. Компрессион қурлма ёки стабиллометрда ўтказилган тажрибалар асосида агарда сувга тўйинган грунтга унинг структура мустаҳкамлигидан кичик юк қўйилса бу юк унинг скелети томонидан қабул қилинади ва грунт таркибида бўлган сувдаги босим нольга тенг бўлади. Қўйилган юкнинг миқдори текшириладиган грунтнинг структура мустаҳкамлигидан ошса, унда зичланиш бошланади ва қўйилган юкнинг каттагина қисмини грунт таркибидаги сув қабул қилади. Грунт таркибидаги сувда босим пайдо бўлиш чегарасидаги юкнинг қийматини аниқлаш учун, уни кичик поғоналарга (0,002÷0,010 МПа) бўлиб юкланади ва чегаравий юкнинг миқдори аниқланади. Н.А.Цитович ва М.Ю.Абелев шу чегаравий юкнинг миқдорини сувга тўйинган грунтнинг структура мустаҳкамлиги деб қабул қилганлар.

## § 12. Зичланиш қонуни

(12) тенглама компрессион эгри чизик графигининг тўғри чизикли қисмидаги ғоваклик коэффиценти  $e$  ни ўзгаришини кўрсатади. Босимнинг чексиз кичик миқдорда ўзгариши ғоваклик коэффиценти  $e$  нинг ҳам ўзгаришига олиб келади. Бунда ғоваклик коэффиценти  $e$  билан босим ( $P$ ) орасидаги боғланиш қуйидаги дифференциал тенглама орқали ифодаланади.

$$de = -m_0 dP \quad (20)$$

Бу тенглама грунтлар механикасида катта аҳамиятга эга бўлиб, унинг бир қанча фундаментал масалаларни ечишда ишлатилади.

(20) дефференциал тенгламада келтирилган қонуният грунтлар механикасида зичланиш қонуни дейилади ва қуйидагича таърифланади: грунт ғовакликлари ҳажмининг чексиз кичик ўзгариши, босимнинг чексиз кичик ўзгаришига тўғри пропорционал экан.

Босим кичик ораликда ўзгарганда (20) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$e_1 - e_2 = m_0 (P_2 - P_1) \quad (21)$$

Бу ҳолда зичланиш қонунини қуйидагича таърифлаш мумкин: зичланиш босимининг кичик миқдорда ўзгариши, ғоваклик коэффиценти нинг ўзгаришига тўғри пропорционал экан.

### § 13. Компрессион боғланишнинг умумий кўриниши.

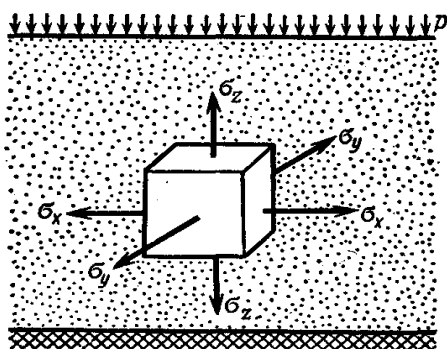
Грунтнинг деформация модули –  $E_0$  ни,  
ёнга босим коэффиценти –  $\xi$  ни аниқлаш

Говаклик коэффицентининг умумий ҳолда ўзгариши фақатгина горизонтал майдончага таъсир этадиган сиқувчи кучланишларга боғлиқ бўлмай балки бошқа йўналишлар бўйича таъсир этадиган горизонтал кучланишларга ҳам боғлиқдир.

Н.М.Герсеванов назарияси асосида компрессион зичланишнинг умумий ҳоли учун грунт массивининг исталган нуқтасидаги говваклик коэффицентининг ўзгариши, таъсир этадиган барча бош кучланишларнинг катталигига боғлиқдир яъни улар йиғиндиси –  $\theta$  нинг функциясидир.

Бу масалани ечиш учун грунт қатлами ёнга кенгайиши чекланган ҳолдаги зичланишида, бош кучланишлар йиғиндисини аниқлаймиз. Бунинг учун грунт массивидан элементар параллелепипед ажратамиз, у қараладиган ҳол учун фақатгина бош кучланишлар  $\sigma_x$ ;  $\sigma_y$  ва  $\sigma_z$  лар таъсирида бўлади (24-расм).

Эластиклик назарияси асосида умумлашган Гук қонунини ёзамиз:



**23-расм.** Текис тарқалган яхлит куч таъсирида грунт элементидаги кучланишлар схемаси

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{1}{E_0} [\sigma_x - \mu_0 (\sigma_y + \sigma_z)] \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{E_0} [\sigma_y - \mu_0 (\sigma_x + \sigma_z)] \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{E_0} [\sigma_z - \mu_0 (\sigma_x + \sigma_y)] \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Бу қонуниятни компрессия ҳолати учун қўллаймиз. Компрессия ҳолатида  $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 0$  яъни деформация фақатгина  $Z$  ўқи йўналишида бўлади, қолган икки йўналиш бўйича нолга тенг. У ҳолда

$$\frac{1}{E_0} [\sigma_x - \mu_0 (\sigma_y + \sigma_z)] = \frac{1}{E_0} [\sigma_y - \mu_0 (\sigma_x + \sigma_z)].$$

$$\sigma_x - \mu_0 \sigma_y - \mu_0 \sigma_z = \sigma_y - \mu_0 \sigma_x - \mu_0 \sigma_z.$$

$$\sigma_x (1 + \mu_0) = \sigma_y (1 + \mu_0).$$

$$\sigma_x = \sigma_y. \quad (23)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E_0} [\sigma_y - \mu_0 (\sigma_x + \sigma_z)] = 0. \quad (24)$$

бунда  $\varepsilon_y = 0$  ҳамда,  $\sigma_x = \sigma_y$  эканлигини эътиборга олиб (24) ифодани қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\sigma_x - \mu_0 \sigma_x - \mu_0 \sigma_z = 0; \quad \sigma_x (1 - \mu_0) = \mu_0 \sigma_z. \quad (25)$$

$$\sigma_x = \frac{\mu_0}{1-\mu_0} \sigma_z; \quad \frac{\mu_0}{1-\mu_0} = \xi_0. \quad (26)$$

$\xi_0$  – грунтнинг ён босими коэффициентини дейилади. (26) ифодани эътиборга олиб (25) формулани қуйидаги шаклда ёзамиз:

$$\sigma_x = \xi_0 \sigma_z. \quad (27)$$

$\sigma_z = P$  бўлганлиги учун (27) тенглама қуйидаги шаклни олади

$$\sigma_x = \xi P. \quad (28)$$

Нормал кучланишлар йиғиндисини  $\theta$  деб белгилаб қуйидаги тенгламани ёзамиз

$$\theta = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z, \quad (29)$$

бунда  $\sigma_x = \sigma_y$ ;  $\sigma_x = \xi P$ ;  $\sigma_z = P$  эканлигини эътиборга олиб (29) тенгламани қуйидагича ёзамиз

$$\theta = 2\xi P + P = P(1 + 2\xi) \quad (30)$$

$$P = \frac{\theta}{1 + 2\xi}. \quad (31)$$

Компрессион эгри чизиғининг тенгламаси  $e_i = e_0 - m_0 P_i$  эканлигини эътиборга олиб (31) ифодадан ( $P$ ) нинг қийматини қўйсак компрессион эгри чизиғининг янги кўринишини оламиз.

$$e_i = e_0 - m_0 \frac{\theta}{1 + 2\xi}. \quad (32)$$

Бундан

$$e_i + m_0 \frac{\theta}{1 + 2\xi} = e_0 = \text{const}. \quad (33)$$

Олинган тенглама асосида шуни айтиш мумкинки, грунт массасида қаралаётган нуқтада ғоваклик коэффициентининг ўзгариши, бош кучланишлар йиғиндисининг ўзгариши натижасида рўй беради. Грунтлар механикасида (33) формула проф. Н.М.Герсевановнинг сув сифими принципи дейилади.

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu_0 (\sigma_x + \sigma_y)] \quad (34)$$

$$\varepsilon_z = \frac{S_i}{h}; \quad \sigma_z = P; \quad \sigma_x = \sigma_y = \xi P; \quad \xi = \frac{\mu_0}{1-\mu_0}; \quad \frac{S_i}{h} = m_v P \quad \text{эканлигини эътиборга}$$

олиб (34) ни қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$m_v P = \frac{1}{E_0} \left[ P - \mu_0 \left( \frac{2\mu_0}{1-\mu_0} \cdot P \right) \right] = \frac{P}{E_0} \left( 1 - \frac{2\mu_0^2}{1-\mu_0} \right); \quad (35)$$

(35) тенгламадаги  $1 - \frac{2\mu_0^2}{1-\mu_0} = \beta$  деб белгиланса у қуйидаги кўринишни олади

$$m_v \cdot P = \beta \frac{P}{E_0} \quad (36)$$

$\beta = 1 - \frac{2\mu_0^2}{1 - \mu_0}$  – грунтнинг ёнга кенгайиш коэффициенти  $\mu_0$  га боғлиқ бўлган ўлчовсиз миқдор (36) ифодадан  $E_0$  ни аниқлаймиз

$$E_0 = \frac{\beta}{m_v} \quad (37)$$

#### § 14. Грунтнинг ён босим коэффициенти – $\xi$

Умумий ҳолда грунтнинг ён босим коэффициенти –  $\xi$  деб грунтнинг горизонтал босими орттирмаси –  $dq$  нинг таъсир этадиган вертикал босим орттирмаси –  $dp$  га нисбати тушунилади

$$\xi = \frac{dq}{dp} \quad (38)$$

(38) формуладаги ўзгарувчан миқдорларни ажратиб интеграллаш натижасида қуйидагини оламиз

$$q = \xi P + D \quad (39)$$

(39) ифода бурчак коэффициенти –  $\xi$ ; интеграллаш доимийси  $D$  тенг бўлгандаги тўғри чизиқнинг тенгламаси бўлиб ҳисобланади.

**Хулоса:** Грунтларнинг сиқилиш хусусиятини ўрганиш натижасида унинг қуйидаги деформацион кўрсаткичлари аниқланди ва зичланиш қонуни келтириб чиқарилди:

1.  $m_0 = \operatorname{tg} \alpha$ ;  $m_0 = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1}$  – грунтнинг сиқилиш коэффициенти;
2.  $m_v = \frac{m_0}{1 + e_0}$ ;  $m_v = \frac{S_i}{h P_i}$  – грунтнинг нисбий сиқилиш коэффициенти;
3.  $c_c$  – компрессия коэффициенти;
4.  $de = -m_0 dP$  – зичланиш қонуни;
5.  $\xi = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0}$ ;  $\xi = \frac{dq}{dp}$  – грунтнинг ён босим коэффициенти;
6.  $e_1 + m_0 \frac{Q}{1 - 2\xi} = e_0 = \text{Const}$  – Н.М.Герсевановнинг сув сиғими принципи.
7.  $E_0 = \frac{\beta}{m_v}$  – грунтнинг деформация модули.
8.  $de = -m_0 dP$  – зичланиш қонуни.

#### § 15. Компрессион қурилма – одометрда грунтнинг деформацион кўрсаткичларини аниқлаш

*Тажрибани ўтказиш учун керакли асбоб, ускуна ва ашёлар:* Одометр, компрессион стол, грунт намунаси (моноклит), фильтр қоғози, пичок, ўлчов

тошлар, бюкслар, соатсимон индикатор, куриштиш жавони, техник тарози тошлари билан, эксикатор, пичоқ.

### **А. Грунт намунасини олиш ва одометрни йиғиш тартиби**

Одометрнинг схемаси 20-расмда келтирилган.

1. Грунтнинг яхлит намунасидан (монолитдан) одометрнинг кесувчи ҳалқаси – 2 ёрдамида текшириладиган грунтнинг намунаси қирқиб олинади.
2. Олинган намунанинг иккала томонига филтрли қоғоз (17) қўйилади.
3. Остки (7) ва устки (6) обоймалар бир–бири билан бириктирилади.
4. Кесувчи ҳалқа (2) даги грунт намунаси (1), перфорацияланган (майда тешикли) остки штамп (5) нинг устига ҳалқанинг кесувчи томонини юқорига қаратиб жойлаштирилади.
5. Устки обоймага сиқувчи (йўналтирувчи) ҳалқа (3) кийгизилади.
6. Грунт намунаси устига устки штамп (4) қўйилади.
7. Устки штампдаги махсус индикатор ушлагичлар (9) га, грунт намунаси сиқилганда деформациясини ўлчаш учун соатсимон индикаторлар (10) ўрнатилади.

Йиғилган одометрнинг умумий кўриниши 20-расмда келтирилган.

### **Б. Юкни грунт намунасига узатиш тартиби**

1. "А" бандда келтирилган тартибда йиғилган одометр ричагли мосламанинг (компрессион столнинг) панели (13) устига шундай қўйиладики, шпонка (16) одометр остидаги махсус тешикча (15)га кирсин (20-расм).
2. Юқориги штампнинг юк узатиш мосламасининг чуқурчасига шарик (14) қўйилади.
3. Компрессион қурилманинг грунтга юк узатиш учун мўлжалланган рама (3) одометр устки штампдаги шарик (14) нинг устига қўйилади.
4. Компрессион қурилманинг юк узатиш учун мўлжалланган ричакли мослама юк узатиш рамаси (2) билан ўзаро винт орқали биркиртилади ва юк узатувчи ричагли мослама (3) горизонтал ҳолатга келтирилади (20-расм).
5. Компрессион қурилмада тажриба ўтказиш учун ричагли мослама (3) га белгиланган тартиб ва миқдорда юк (4) қўйилади. Ричагли мослама елкаларнинг нисбати  $n = 1:10$  қилиб олинган.

**Мисол:** 0,025 МПа кучланиш олиш учун  $N=15$  Н юк қўйилади, яъни

$$P = \frac{N}{nA} = \frac{15}{60 \cdot \frac{1}{10}} = \frac{15 \cdot 10}{60} = \frac{150}{60} = 2,5 \text{ кПа/см}^2 = 0,025 \text{ МПа}$$

бунда  $n = 1:10$  компрессион қурилмадаги ричагли мосламанинг елкалар нисбати,  $A=60 \text{ см}^2$ , грунт намунасининг юзаси.

6. Ричагли мосламага биринчи поғона юкнинг миқдори 27,7 Н олинади, бу намунага 0,05 МПа кучланиш беради. Қўйилган поғона юкдан 0,05 МПа кучланиш олиш учун етишмаган 2,3 Н юкнинг миқдори компрессион мослама рамаси ва штампнинг хусусий оғирлигидан узатилиши ҳисобга олинган.

7. Агарда грунт намунасининг намлигини ошириш талаб этилса одометрнинг остки обоймасида ўрнатилган (8) найча сувли колба билан шлангча орқали уланади ва намунага қўшимча сув берилади.

## В. Ишни бажариш тартиби

1. Тажриба ўтказишдан олдин грунт намунасининг бошланғич ўлчамлари ва физик кўрсаткичлари аниқланиб ёзиб олинади;

а) грунт намунасининг ҳажмий оғирлиги –  $\gamma$ , солиштирма оғирлиги  $\gamma_s$  ва намлиги –  $W$  аниқланиб компрессион журналга ёзилади;

б) намунанинг диаметри – 8,74 см

в) грунт намунасининг таг юзаси –  $A=60 \text{ см}^2$ ;

г) намунанинг баландлиги –  $h=25 \text{ мм}$ ;

д) намунанинг бошланғич ғоваклик коэффиценти  $e_0$ - аниқланади.

2. Компрессион қурилманинг юк узатадиган мосламалари бўшатилади ва одометр компрессион қурилма столдан олиниб қисмларга ажратилади;

3. Яхлит намунадан кесувчи ҳалқа ёрдамида грунт намунаси қирқилади;

4. "А" бандда келтирилган тартибда одометр йиғилади.

5. "А" бандда кўрсатилган тартибда йиғилган одометр ричагли мосламанинг панели устига ўрнатилади ва "Б" банд келтирилган тартибда грунт намунасига юк узатишга тайёрланади.

6. "А" ва "Б" бандлар тўлиқ бажарилгандан кейин одометр устки штампига намунанинг юк таъсирида деформациясини ўлчаш учун ўрнатилган соатсимон индикаторларда ноль ҳисоб рақами ўрнатилади ва 26-жадвалнинг 4 ва 5 устунига ёзиб қўйилади.

7. Тажриба поғона юкнинг  $P = 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 \text{ МПа}$  қийматларида ўтказилади.

8. Биринчи поғона юкнинг миқдори ричагли мослама рамасини ва одометр штамп оғирлигини ҳисобга олган ҳолда белгиланган. Бу миқдор  $N = 27,7 \text{ Н}$  тенг бўлади, яъни  $N = 0$  бўлганда грунт намунаси  $P = 0,0038 \text{ МПа}$  миқдорда юкланган бўлади.

9. Биринчи поғона юк қўйилгандан кейин секундомер юритилади 1, 2, 4, 8, 12 дақиқаларда ўнг ва чап индикаторлардан санок олиниб, 26-жадвалнинг 4, 5 устунига ёзилади. Ўқув тажрибаси учун 12 дақиқадаги санокни грунт намунаси қўйилган юк таъсирида деформация шартли мувозанатлашган деб қаралади.

10. Иккинчи поғона юк қўйилади ва юқоридагидек санок олинади. Бу иш  $P=0,25 \div 0,30 \text{ МПа}$  етгунга қадар давом эттирилади. Грунт намунасининг ҳар бир поғона юк таъсиридаги деформацияси қиймати 26-жадвалга ёзиб борилади.

11. Грунт намунасининг ҳар бир поғона юк таъсирида деформацияси  $S_i$ - аниқланиб борилади ва биринчи жадвалга киритилади:

12. 26-жадвалдан олинган маълумотлар асосида намунанинг нисбий сиқилиш деформацияси –  $\varepsilon_z$ ; ғоваклик коэффицентининг ўзгариши  $\Delta e$  ва исталган поғона юкга тўғри келадиган ғоваклик коэффицентининг қиймати  $e_i$  ҳисобланиб 27-жадвалга киритилади,

а) намунанинг нисбий сиқилиши

$$\varepsilon_{zi} = \frac{S_{ni}}{h} \quad \text{бунда } h = 25 \text{ мм}$$

## Тажрибадан олинган натижаларни қайд этиш жадвали.

| N<br>H | P <sub>i</sub><br>КПа | t<br>мин | Индикатордан олинган<br>сано |                       |                          | Намуна деформацияси<br>мм    |                              |                               |
|--------|-----------------------|----------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|        |                       |          | чап<br>U <sub>r</sub>        | ўнг<br>U <sub>y</sub> | ўртача<br>U <sub>m</sub> | чап<br>S <sub>чап</sub> , мм | ўнг<br>S <sub>ўнг</sub> , мм | ўртача<br>S <sub>m</sub> , мм |
| 1      | 2                     | 3        | 4                            | 5                     | 6                        | 7                            | 8                            | 9                             |
| 0,00   | 0,00                  | 0,0      | 0                            | 0                     | 0                        | 0                            | 0                            | 0                             |
| 300    | 50                    | 1        | 98                           | 102                   | 100                      | 0,98                         | 1,02                         | 1,0                           |
|        |                       | 4        | 130                          | 140                   | 135                      | 1,30                         | 1,04                         | 1,35                          |
|        |                       | 8        | 140                          | 150                   | 145                      | 1,40                         | 1,50                         | 1,45                          |
|        |                       | 12       | 150                          | 160                   | 155                      | 1,50                         | 1,60                         | 1,55                          |
| 600    | 100                   | 1        | 165                          | 185                   | 175                      | 1,65                         | 1,85                         | 1,75                          |
|        |                       | 4        | 200                          | 220                   | 210                      | 2,00                         | 2,20                         | 2,10                          |
|        |                       | 8        | 220                          | 260                   | 240                      | 2,20                         | 2,60                         | 2,40                          |
|        |                       | 12       | 250                          | 284                   | 267                      | 2,50                         | 2,84                         | 2,67                          |
| 900    | 150                   | 1        | 265                          | 275                   | 270                      | 2,65                         | 2,75                         | 2,70                          |
|        |                       | 4        | 315                          | 325                   | 320                      | 3,15                         | 3,25                         | 3,20                          |
|        |                       | 8        | 335                          | 345                   | 340                      | 3,35                         | 3,45                         | 3,40                          |
|        |                       | 12       | 347                          | 355                   | 351                      | 3,47                         | 3,55                         | 3,51                          |
| 1200   | 200                   | 1        | 349                          | 353                   | 351                      | 3,49                         | 3,53                         | 3,51                          |
|        |                       | 4        | 365                          | 371                   | 368                      | 3,65                         | 3,71                         | 3,68                          |
|        |                       | 8        | 375                          | 375                   | 375                      | 3,75                         | 3,75                         | 3,75                          |
|        |                       | 12       | 379                          | 379                   | 379                      | 3,79                         | 3,79                         | 3,79                          |
| 1500   | 250                   | 1        | 380                          | 380                   | 380                      | 3,80                         | 3,80                         | 3,80                          |
|        |                       | 4        | 384                          | 384                   | 386                      | 3,84                         | 3,86                         | 3,85                          |
|        |                       | 8        | 390                          | 390                   | 390                      | 3,90                         | 3,90                         | 3,90                          |
|        |                       | 12       | 392                          | 392                   | 394                      | 3,92                         | 3,94                         | 3,93                          |

Изоҳ. Кейинги ҳисоб ишлари учун 26–жадвал 9 устундан S<sub>m</sub> нинг 12 минутдаги шртли стабиллашган қиймати олиниб, 27–жадвалга киритилади.

б) ғоваклик коэффицентининг ўзгариши:

$$\Delta e_i = \varepsilon_{zi}(1 + e_o)$$

в) P<sub>i</sub> босимга тўғри келадиган ғоваклик коэффиценти e<sub>i</sub>;

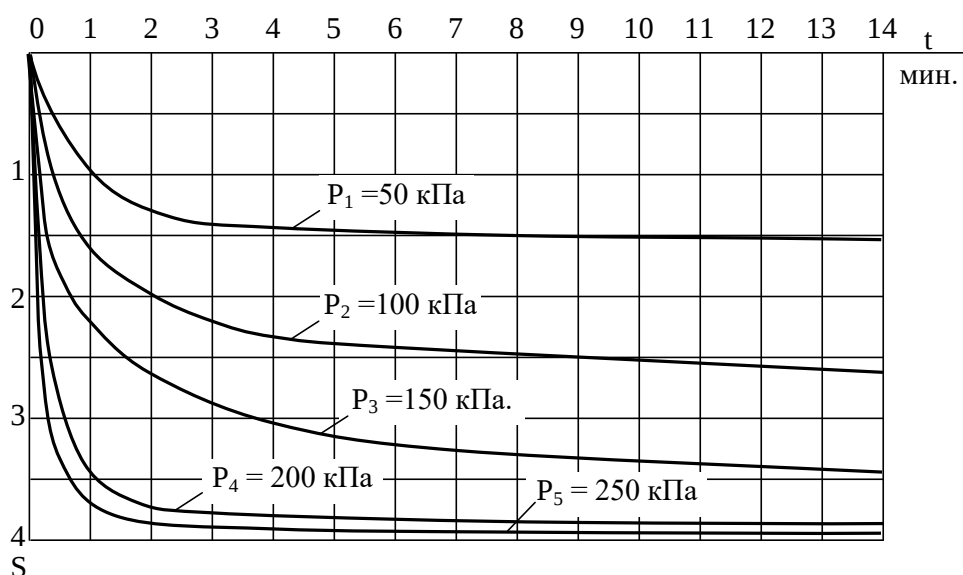
$$e_i = e_o - \Delta e_i$$

13. 26-жадвалнинг 3 ва 9 устунларидаги маълумотлар асосида S<sub>mi</sub>= f(t) графиги курилади (25–расм).

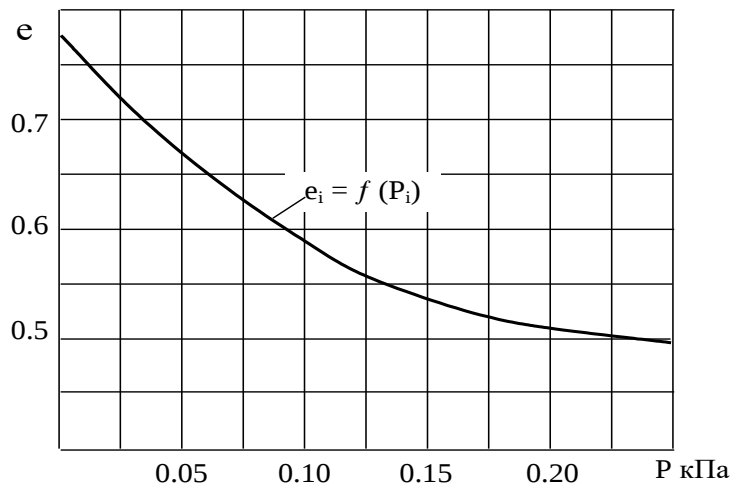
14. 27-жадвалнинг 1 ва 5 устунларида келтирилган P<sub>i</sub> ва e<sub>i</sub> нинг қийматлари асосида компрессион эгри чизиқнинг графиги e<sub>i</sub>=f(P<sub>i</sub>) курилади (26–расм).

27-жадвал

| Вертикал<br>босим<br>$P_i$<br>кПа | Намунанинг<br>шартли ста-<br>биллашган<br>деформацияси<br>$*S_m$ , мм да | Нисбий<br>сиқилиш де-<br>формацияси<br>$\varepsilon_{zi} = \frac{S_m}{h}$ | Говаклик коэффи-<br>циентининг ўзга-<br>риши<br>$\Delta e = \varepsilon_{zi}(1+e_0)$ | $\sigma_i$ босимга тўғри<br>келадиган<br>говаклик коэф-<br>фициентнинг<br>қиймати<br>$e_i = e_0 - \Delta e_i$ |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                 | 2                                                                        | 3                                                                         | 4                                                                                    | 5                                                                                                             |
| 0                                 | 0                                                                        | 0                                                                         | 0                                                                                    | 0,78                                                                                                          |
| 50                                | 1,55                                                                     | 0,062                                                                     | 0,11                                                                                 | 0,67                                                                                                          |
| 100                               | 2,67                                                                     | 0,107                                                                     | 0,19                                                                                 | 0,59                                                                                                          |
| 150                               | 3,51                                                                     | 0,140                                                                     | 0,25                                                                                 | 0,53                                                                                                          |
| 200                               | 3,79                                                                     | 0,151                                                                     | 0,27                                                                                 | 0,51                                                                                                          |
| 250                               | 3,93                                                                     | 0,157                                                                     | 0,28                                                                                 | 0,50                                                                                                          |



25-расм. Деформациянинг вақт (t) бўйича кучланиш  $P_i$  га болиқ ра-  
вишда ўзгариш графиги  $S = f(P_i, t)$



**26–расм. Компрессион эгри чизикнинг графиги  $e=f(P_i)$**

15. 27-жадвал маълумотлари ҳамда қурилган компрессион эгри чизик графиги асосида (26–расм) грунт намунасининг деформацион кўрсаткичлари  $m_0$ ,  $m_v$  ва  $E_0$  лар аниқланади.

а) Сиқилиш коэффиценти –  $m_0$

$$m_0 = \frac{e_{i-1} - e_i}{P_i - P_{i-1}} \text{ кПа}^{-1}$$

б) Нисбий сиқилиш коэффиценти –  $m_v$

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0} \text{ кПа}^{-1}$$

в) Деформация модули –  $E_0$

$$E_0 = \frac{\beta}{m_v} \text{ МПа}$$

Коэффициент  $\beta = 1 - \frac{2\mu_0^2}{1 - \mu_0} \approx 0,8$  деб қабул қилиш мумкин.

$\mu_0$ – грунтнинг ён кенгайиш – Пуассон коэффиценти.

### **Такрорлаш учун саволлар**

1. Грунтларнинг сиқилиши сабабларини изоҳлаб беринг.
2. Грунтнинг асосий деформацион кўрсаткичларини изоҳлаб беринг.
3. Қумли ва лойли грунтларнинг сиқилиши нимага боғлиқ? Уларнинг сиқилиш кўрсаткичини изоҳлаб беринг.
4. Компрессион боғланиш графигини чизинг, изоҳлаб беринг.
5. Эластиклик назариясининг бир ўлчамли масаласи ёки грунтнинг компрессияси деганда нимани тушунаси?
6. Грунтнинг сиқилиши лабораторияда қайси асбоб ва ускуналар ёрдамида ўрганилади?

7. Одометрнинг тузилишини (асосий қисмларни) изоҳлаб беринг.
8. Одометрни ишга тайёрлаш ва унда тажриба ўтказиш тартибини изоҳлаб беринг.
9. Компрессион эгри чизикнинг тенламасини келтириб чиқаринг ва унинг графигини қуринг?
10. Компрессион қурилмада грунт намунасига юк узатиш тартибини изоҳлаб беринг.
11. Компрессион эгри чизик графигидан грунтнинг деформацион кўрсаткичлари: сиқилиш коэффиценти –  $m_0$ ; нисбий сиқилиш коэффиценти –  $m_v$  ни аниқлаб беринг.
12. Грунтнинг структура мустақкамлиги  $P_0$  ни компрессион эгри чизик графигидан аниқлаб беринг.
13. Компрессион эгри чизикнинг графигини ярим логарифм координатасида қуринг ва компрессия коэффицентини –  $C_c$  га изоҳ беринг.
14. Зичланиш қонунини ёзинг ва унга изоҳ беринг.
15. Компрессион боғланишнинг умумий кўринишини, грунтнинг деформация модули –  $E_0$  ни; ён босим коэффиценти –  $\xi$  ни аниқлаш формуласини ёзиб изоҳ беринг.
16. Профессор Н.М. Герсевановнинг сув сиғими принципини ёзиб изоҳлаб беринг.

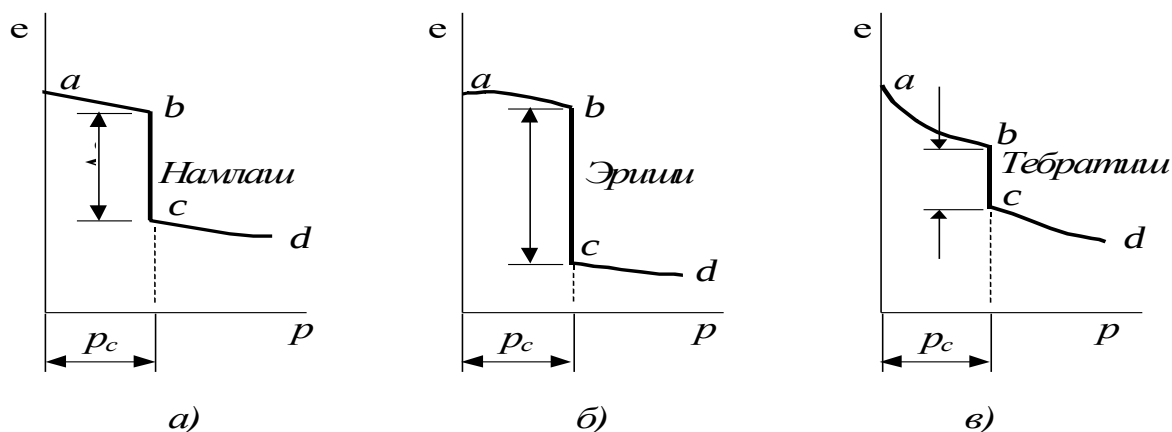
## **СТРУКТУРАСИ ТУРҒУН БЎЛМАГАН ЎТА ЧЎКУВЧАН ГРУНТЛАРНИНГ ФИЗИК, МЕХАНИК ВА МАХСУС ХОССАЛАРИ**

### **§ 16. Структураси турғун бўлмаган грунтлар ҳақида умумий маълумот**

Қурилиш жараёнида ҳар хил грунтлар учрайди. Булардан структураси турғун бўлмаган гурунтлар алоҳида ўринда туради. Бу грунтларнинг структураси қўшимча физик ҳамда механик таъсирлар натижасида (сув, температура, тебратиш) кескин ўзгаради, юк кўтариш қобилияти камаяди, пойдеворнинг чўкиши ошади.

Структураси турғун бўлмаган грунтларда тез кечадиган чўкиш улар структурасининг кескин ўзгариши ҳисобига бўлиб, бунга ўта чўкиш дейилади.

Бу грунтлар структурасининг бузилишига сабаб, уларнинг табиий ҳолатда зичланмаган, бўш бўлишидир. Бу грунтларга биринчи навбатда ўта чўкувчан лессимон грунтлар, музлаган, доимий музлаган грунтлар, бўш кумлар, иллар, орғано–минералогик ва бўкувчи грунтлар киради. Агар грунтлар консолидация жараёни тугамасдан пайдо бўлган бўлса бу грунтлар зичланмаган грунтлар турига киради.



**27-расм. Структураси турғун бўлмаган грунтларнинг компрессион эгри чизиқлари:** а) лессимон ўта чўкувчан грунт–қўшимча намланганда, б) музлаган ва доимий музлаган грунт – температура таъсирида, в) бўш қум вибрация таъсирида.

Шундай қилиб, юкланган ҳолда лёссимон грунтларга сув таъсир қилса, музлаган ва доимий музлаган грунтларга температура таъсир қилса, органико–минералогик грунтлар ҳамда иллар тез юклатилса ва бўш қумларга вибрация таъсир этса ўта чўкиш рўй беради. Бу грунтлар учун, юқорида ўрганилган барча грунтларга тааллуқли бўлган физик–механик ва деформацион хоссалар аниқланади. Лёссимон ўта чўкувчан грунтларнинг сув таъсиридан, музлаган ва доимий музлаган грунтларнинг температура таъсиридан, бўш қумларнинг вибрация таъсиридан ҳамда иллар учун тез юк қўйиш натижасида келиб чиқадиган қўшимча кўрсаткичлари аниқланади.

## **§ 17. Лёссимон ўта чўкувчан грунтлар. Уларнинг асосий хоссалари ва кўрсаткичлари**

Лёсс – «Lössen» – немисча сўз бўлиб сарғиш, кул рангли, майда лойли, қумли заррачали, ғовак тоғ жинси демакдир.

Лёсс ва Лёссимон грунтлар кенг тарқалган континентал (эол) ётқизиқлар бўлиб, улар ер қурраси қуруқлик қисмининг 15% ни ташкил этади. А.К.Ларионов ҳисоби бўйича бу грунтлар собиқ Иттифоқ худуди қуруқлик қисмининг 34% ташкил қилар экан.

Бу грунтлар ўзининг келиб чиқиши бўйича ернинг устки тош қобиғининг емирилиши натижасида майда заррачаларнинг шамол таъсирида кўчишидан пайдо бўлган эол ётқизиқлардир.

Лёссимон ўта чўкувчан грунтлар консолидация жараёни тугамасдан пайдо бўлган бўлиб, улар зичланмаган, бўш грунтлар турига киради.

Лёсс ва лёссимон грунтлар макро–ғовакли грунтлар турига киради. Уларнинг ғовакликлари оддий кўз ёрдамида кўринади. Бу грунтларнинг ғоваклиги  $n = 40 \div 60\%$ , табиий ҳолатдаги намлиги  $W = 0,04 \div 0,16$ , намланиш даражаси  $S_r = 0,1 \div 0,6$  ораликда ўзгаради.

Лёсс ва лёссимон грунтларда лаборатория ва дала шароитида ўтказилган изланишларни ўрганиш натижасида, ҳамда адабиётларда келтирилган маълумотларни таҳлил қилиш асосида қуйида келтирилган уларга хос хусусиятлар белгиланган:

1. Лёсс ва лёссимон грунтларнинг ранги сарғиш—кулранг бўлади;
  2. Бу грунтлар асосан юқори даражада ғовакликка эга ( $n = 45 \div 66\%$ ). Унинг таркиби асосан макро—ғовакли бўлиб, қисман оддий кўз билан кўриш мумкин бўлган,  $d = 3$  мм ғовакликлардан иборат;
  3. Кальций ва магний карбонатлари билан тўйинган бўлади (оғирлигининг 5% ташкил этади)
  4. Лёсс ва лёссимон грунтларнинг ётқиқиқлари аниқ қатлам кўринишига эга. Уларнинг таркибида линза шаклида қум, шағал ва силлиқ тошлар учрайди.
  5. Лёсс ва лёссимон грунтлар бир жинсли ҳисобланади. Улар гранулометрик таркибининг асосий қисмини чангсимон ( $0,05 \div 0,01$  мм ли заррачаларнинг миқдори 50% яқин) ҳамда лойли ( $0,005$  мм ли заррачаларнинг миқдори 10% яқин) заррачалар ташкил этади.  $0,25$  мм катта заррачалар жуда кам миқдорда учрайди.
  6. Лёсс ва лёссимон грунтлар табиий ҳолатда вертикал текис мувозанат ҳолатини сақлай олиш қобилиятига эга. Улар намлигининг ортиши билан қаттиқ заррачалар орасидаги бикр кристаллизацион боғланишлар бузилади, муствақкамлиги кескин камаяди ва нурайди;
  7. Узоқ вақт қўлланганда ўз оғирлиги таъсирида ўта чўкувчанлик хусусияти намоён бўлади;
  8. Нисбатан юқори даражада сув ўтказувчанлик хусусиятига эга (сизиш коэффициенти  $K_f = 0,02 \div 0,6$  м/сут);
  9. Табиий ҳолатда юқори даражада илашиш кучига эга. Унинг минерал заррачалари бир—бири билан сувда тез эрийдиган тузлар билан цементланган бўлади;
  10. Лёсс ва лёссимон грунтлар сув таъсирида тез намланади (хўлланади), минерал заррачалар орасидаги боғланиш узилади, грунт массивида чўкиш ҳосил бўлади, яъни бу грунтларда ўта чўкувчанлик хусусияти намоён бўлади.
  11. Бу грунтларнинг таркибида сувда тез эрийдиган тузларнинг миқдори нисбатан кўп бўлади. Грунт умумий оғирлигининг  $0,6 \div 5\%$  ташкил қилади.
- Лёсс ва лёссимон грунтларга тааллуқли бўлган юқорида келтирилган 11 хусусиятдан биринчи 7 таси асосий бўлиб ҳисобланади. Агарда юқориди келтирилган лёсс ва лёссимон грунтларга тааллуқли бўлган 11 хусусиятдан биринчи 7 таси намоён бўлса — унга «л ё с с» дейилади. Агарда биринчи 7 хусусиятдан бирортаси бўлмаса унга «л ё с с и м о н» грунт дейилади.
- Лёсс ва лёссимон грунтларнинг намлиги ортиши натижасида хўлланганда унинг ҳажми кескин камаяди, бу эса бино ва иншоотлар пойдевори асосини, ёки қурилиш майдони грунтларининг қўшимча чўкишига олиб келади. Бунга ўта чўкувчанлик дейилади.
- Ўта чўкувчанлик — сув таъсирида грунт структурасининг кескин ўзгариши натижасида тез кечадиган чўкишдир.
- Грунтнинг ўта чўкувчанлиги унинг таркибига, структурасига, кучланганлик ҳолатига боғлиқ. Шу сабабли лёссимон грунтларнинг ўта чўкувчанлик

хоссаларини пойдевор асосининг ҳақиқий кучланганлик ҳолати бўйича аниқлаш лозимдир.

Лёссимон грунтларнинг ўта чўкувчанлик хусусиятини аниқ билиш учун, уларнинг физик, механик ва махсус хоссаларини билиш лозимдир.

## **§ 18. Лёссимон грунтларнинг физик, механик ва махсус хоссалари**

Лёсс ва лёссимон грунтлар макро–ғовак грунтлар типини ташкил қилади. Бу грунтларнинг ётқизиклари, такрорланадиган қатлам шаклида бўлади.

Қурилиш майдонини ташкил қилган грунт қатламларини тўғри таҳлил қилиш учун ҳар бир қатламнинг (инженер–геологик элементнинг ИГЭ) физик, механик, деформацион ва махсус хоссаларини билиш шарт. Барча грунтлар учун тааллуқли бўлган комплекс хоссаларига қуйидаги кўрсаткичлар киради:

### **Физик хоссалари:**

1. Грунтнинг зичлиги –  $\rho$ , г/см<sup>3</sup>;
2. Грунт заррачаларининг зичлиги –  $\rho_s$ , г/см<sup>3</sup>;
3. Грунтнинг қуруқ ҳолатдаги зичлиги –  $\rho_d$ , г/см<sup>3</sup>;
4. Грунтнинг табиий намлиги –  $W$ , %

### **Классификацион кўрсаткичлари:**

1. Грунтнинг ғоваклиги –  $n$ , ғоваклик коэффиценти –  $e$ ;
2. Пластиклик сони –  $I_p$ ;
3. Ҳолат кўрсаткичи –  $J_L$ ;
4. Грунтнинг гранулометриқ таркиби.

### **Фильтрацион хоссалари**

1. Максимал молекуляр ва капиляр намлик сиғими
2. Сизиш коэффиценти –  $K_f$ , м/сут.

### **Механик хоссалари:**

1. Мустаҳкамлик кўрсаткичлари:
  - а). Грунтнинг солиштирма қовушқоқлиги –  $C$ , МПа
  - б). Грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги –  $\varphi$
2. Деформацион кўрсаткичлар:
  - а). Грунтнинг зичланиш коэффиценти –  $m_o$ , МПа<sup>-1</sup>
  - б). Грунтнинг нисбий зичланиш коэффиценти –  $m_v$ , МПа<sup>-1</sup>
  - в). Грунтнинг деформация модули –  $E_o$ , МПа

Юқорида келтирилган кўрсаткичлар барча грунтлар учун умумий бўлиб ҳисобланади.

Лёссимон грунтлар учун, юқорида келтирилган кўрсаткичлардан ташҳари қўшимча, фақат ўта чўкувчан грунтларга тааллуқли бўлган махсус ўта чўкувчанлик кўрсаткичларини билиш керак.

Буларга:

1. Нисбий ўта чўкувчанлик –  $\varepsilon_{sl}$ .
2. Бошланғич ўта чўкиш босими –  $P_{sl}$ , МПа.
3. Бошланғич ўта чўкиш намлиги –  $W_{sl}$ , %.

Лёссимон ўта чўкувчан грунтларнинг бу кўрсаткичлари уларнинг типини ва ўта чўкишининг қийматини ( $S_{sl}$ ) аниқлаш учун асосий бўлиб ҳисобланади.

### § 18.1. Нисбий ўта чўкувчанлик

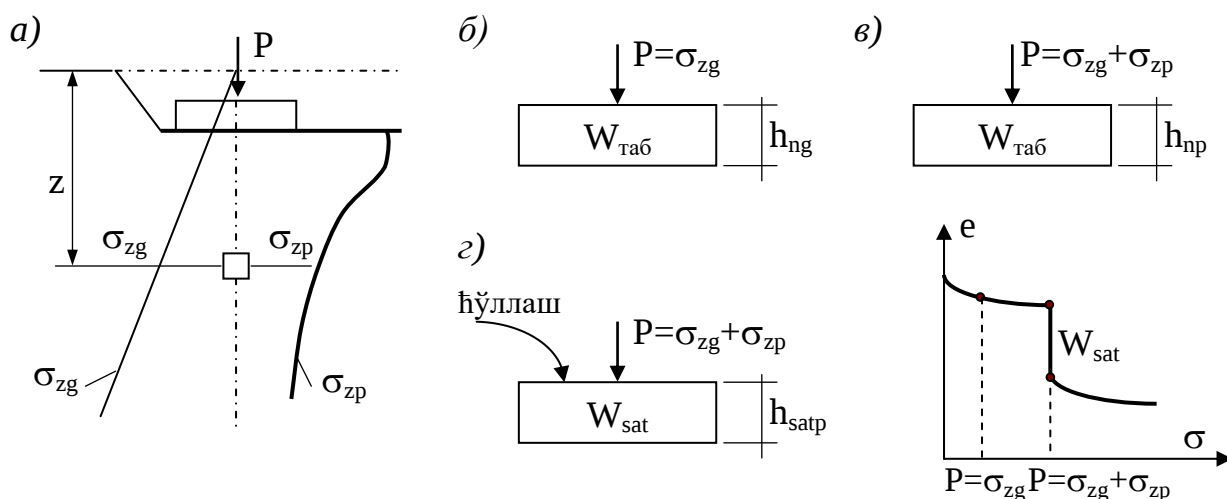
Нисбий ўта чўкувчанлик –  $\varepsilon_{sl}$  маълум юк таъсирида грунт намунасининг ёнга кенгайиш имконисиз ҳўлланганда унинг деформациясини, шу намунанинг табиий ҳолатдаги бошланғич баландлигига бўлган нисбати тушунилади. ҚМҚ–2.02.01–98 талаблари, асосида грунт намунасининг нисбий ўта чўкувчанлиги –  $\varepsilon_{sl}$  қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$\varepsilon_{sl} = \frac{h_{np} - h_{satp}}{h_{ng}} \quad (1)$$

$h_{np}$  – чўкиш зонасида ўта чўкишни аниқлашда қаралаётган чуқурликда ташқи юкламадан ва грунтнинг ўз оғирлигидан пайдо бўладиган вертикал кучга тенг босимда ( $P = \sigma_{zg} + \sigma_{zp}$ ) сиқилган намунанинг табиий намлик ҳолатидаги баландлиги (28-расм, в );

$h_{satp}$  – чўкиш зонасида, ўта чўкишни аниқлашда қаралаётган чуқурликда ташқи юкламадан ва грунтнинг ўз оғирлигидан пайдо бўладиган вертикал кучга тенг босимда ( $P = \sigma_{zg} + \sigma_{zp}$ ) сиқилган намунанинг тўлиқ сувга тўйингандан кейинги баландлиги (28-расм, г);

$h_{ng}$  – чўкиш зонасида, ўта чўкишни аниқлашда қаралаётган чуқурликда грунтнинг ўз оғирлигидан пайдо бўладиган вертикал юк таъсирида сиқилган намунанинг табиий намлик ҳолатидаги баландлиги (28-расм, б).



28-расм.  $\varepsilon_{sl}$  аниқлаш учун ҳисобий схемалар.

Агарда грунтнинг намлиги  $W_{sl} < W < W_{sat}$  оралигида бўлса, яъни грунт тўлиқ сувга тўйинмаган бўлса нисбий ўта чўкувчанлик  $\varepsilon'_{sl}$  қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\varepsilon'_{sl} = 0,01 \frac{W_{sat} - W}{W_{sat} - W_{sl}} + \varepsilon_{sl} \frac{W - W_{sl}}{W_{sat} - W_{sl}} \quad (2)$$

$W$  – грунтнинг табиий ҳолатдаги намлиги;

$W_{sat}$  – грунтнинг тўлиқ сувга тўйинишига мос келадиган намлик;

$W_{sl}$  – бошланғич ўта чўкиш намлиги;

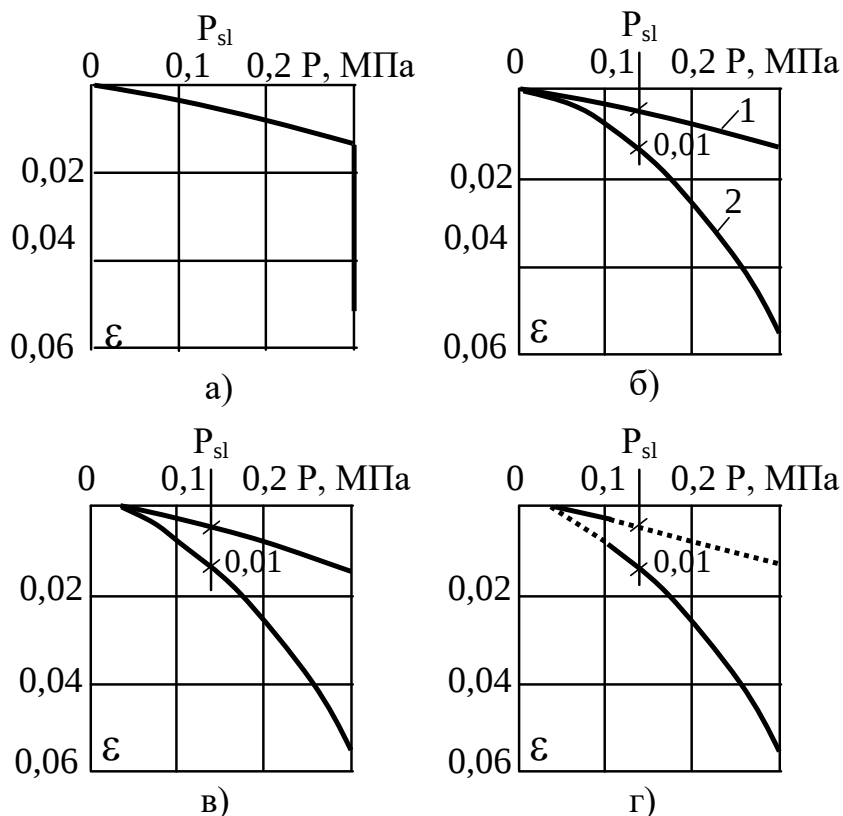
$\varepsilon_{sl}$  – сувга тўлиқ тўйинган грунтнинг нисбий ўта чўкиши;

Нисбий ўта чўкувчанлик –  $\varepsilon_{sl}$  ни грунтнинг ғоваклик коэффиценти орқали ҳам аниқлаш мумкин:

$$\varepsilon_{sl} = \frac{e_{np} - e_{satp}}{1 + e_{ng}}. \quad (3)$$

$e_{np}$ ;  $e_{satp}$  ва  $e_{ng}$  – грунт намунасининг мос равишда  $h_{np}$ ;  $h_{satp}$  ва  $h_{ng}$  баландликларига тўғри келадиган ғоваклик коэффицентларининг қиймати.

Лёссимон грунтларнинг нисбий ўта чўкувчанлиги –  $\varepsilon_{sl}$  ни лаборатория шароитида одометрда бир эгри чизик, икки эгри чизик, умумлашган (комбинированный), ҳамда М.Н.Гольдштейннинг соддалаштирилган усуллари билан, дала шароитида эса тажриба хандакларидида грунтни намлаш ва штамплар ёрдамида тажрибалар ўтказиш йўли билан аниқланади (29–расм).



**29–расм. Нисбий ўта чўкувчанлик –  $\varepsilon_{sl}$  ни аниқлаш усуллари:**

а – бир эгри чизикли усул; б – икки эгри чизикли усул; в – умумлашган усул;  
г – соддалаштирилган усул.

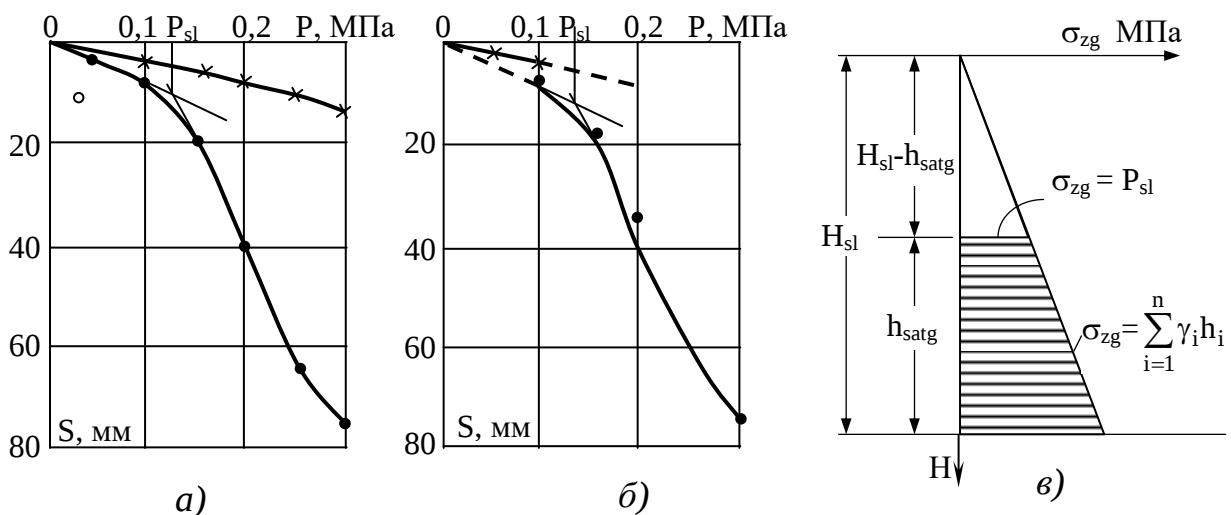
## § 18.2. Бошланғич ўта чўкиш босими

Бошланғич ўта чўкиш босими –  $P_{sl}$  – лаборатория шароитида грунт намунасини ёнга кенгайиш имконисиз компрессион ускунада синалганда, нисбий ўта чўкувчанлик  $\varepsilon_{sl} = 0,01$  га тенг бўлгандаги босим қабул қилинади (29–расм, а, б, в, г)

Агарда пойдевор асоси грунтнинг кучланганлик ҳолати фақат пойдевордан тушадиган юкка боғлиқ бўлганда, бошланғич ўта чўкиш босими дала шароитида стандарт штамплар ёрдамида умумлашган ёки соддалаштирилган усуллар билан аниқланади. (30–расм а, б). Тажриба котлованларида лёссимон ўта чўкувчан грунт намланганда унинг хусусий оғирлигидан ўта чўкиш бошланган чуқурликдаги табиий босимнинг қиймати қабул қилинади (30–расм, в).

## § 18.3. Бошланғич ўта чўкиш намлиги

Бошланғич ўта чўкиш намлиги –  $W_{sl}$  – шундай минималь намликки – лёссимон ўта чўкувчан грунт пойдевордан тушган юклар таъсирида, ёки ўз хусусий оғирлиги таъсиридаги босим остида бўлганда, унда ўта чўкувчанлик намоён бўлади.

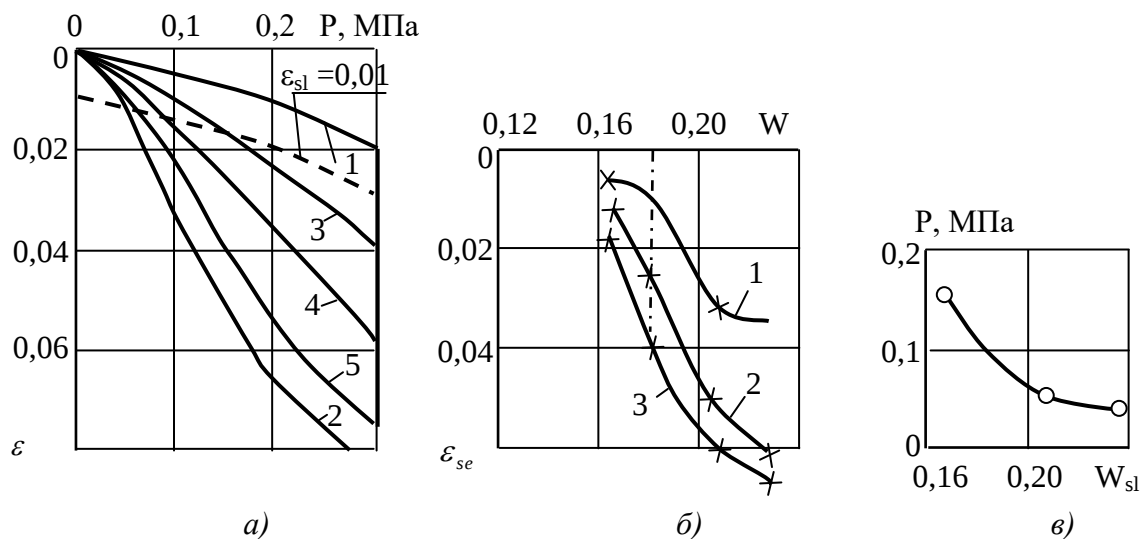


**30–расм. Бошланғич ўта чўкиш босими- $P_{sl}$  ни дала шароитида аниқлаш графиклари:** а – умумлашган усул; б–соддалаштирилган усул; в–тажриба хандакларида олдиндан намлаш усули.

Лабораторияда лёссимон ўта чўкувчан грунтларни компрессион қурилмада синалганда нисбий ўта чўкувчанлик  $\varepsilon_{sl} = 0,01$  га тенг бўлгандаги минимал намлик қабул қилинади.

Лаборатория шароитида  $W_{sl}$ –ни компрессион қурилмада икки эгри чизик усули билан аниқланади. Бунинг учун яхлит грунт намунасидан 4÷6 та бир хил

эгиз намуналар қирқиб олинади. Биринчи намуна табиий намликда поғона юк қўйиш усули билан максимал босимгача олиб борилади. Максимал юк таъсирида деформацияси стабиллашгандан сўнг намланади. Намлаш жараёни чўкиш деформацияси стабиллашгунга қадар давом этдирилади. Тажрибадан олинган натижалар асосида нисбий сиқилиш билан босим орасидаги боғланиш графиги қурилади  $\varepsilon=f(p)$  (31–расм, а).



**31–расм. Компрессион синашлар асосида лёссимон грунтнинг бошланғич ўта чўкиш намлигини аниқлаш графиклари:** а)  $\varepsilon=f(p)$ ; б)  $\varepsilon_{sl}=f(W_{sl})$ ; в)  $p=f(W_{sl})$

Иккинчи намуна олдин тўлиқ сувга тўйингунга қадар намланади ( $W \rightarrow W_{sat}$ ). Иккинчи намуна тўлиқ сувга тўйингандан сўнг, ҳўллашни тўхтатмасдан поғона юк қўйиш усули билан босимнинг максимал қийматига етгунга қадар юклаб борилади. Тажрибадан олинган натижалар асосида нисбий сиқилиш билан босим орасидаги боғланиш графиги қурилади  $\varepsilon=f(p)$  (31–расм, а, 2). Қолган грунт намуналари намликнинг ҳар хил қийматларида яъни  $W_{таб} \div W_{sat}$  оралиғида поғона юк қўйиш усули билан босимнинг максимал қийматига етгунга қадар юклаб борилади ва нисбий сиқилиш билан босим орасидаги боғланиш графиклари қурилади (31–расм, а, 3, 4, 5). Ҳар хил намликдаги грунт намуналарини олиш учун, уларга керакли микдорда сув қўйилиб, эксикаторда 1 – 3 сутка сақланади. Бу давр намунада намликнинг текис тарқалишига имкон беради. Барча намуналарни поғона юк билан юклаганда, қўйиладиган поғона юкнинг микдори ва юклаш тартиби бир хил бўлиши керак. 31–расмнинг (а) қисмида келтирилган нисбий сиқилиш билан босим орасидаги боғланиш графикларидан 1–чи графикка параллел қилиб  $\varepsilon_{sl} = 0,01$  тенг қиймат билан ёрдамчи эгри чизиқли график чизилади.  $\varepsilon_{sl} = 0,01$  тенг бўлган ёрдамчи эгри чизиқнинг (31–расмда пунктир чизиқ)  $\varepsilon = f(P_i)$  графиклари билан кесишиш нуқтаси қаралаётган намликдаги грунт учун бошланғич ўта чўкиш босими ва намлиги бўлиб ҳисобланади. Олинган натижалар асосида  $\varepsilon_{sl} = f(W_{sl})$  ва  $P_{sl} = f(W_{sl})$  графиклари қурилади (31–расм б, в).

Дала шароитида бошланғич чўкиш намлиги ( $W_{sl}$ ) ни штамплар ёрдамида синашлар ўтказиб аниқланади. Бунинг учун синаш майдонида бир–биридан 3–5 метр масофада жойлашган 4–5 пункт танлаб олиниб, биринчи пункта грунтнинг табиий намлик ҳолатида ( $W_{таб}$ ), иккинчи пункта грунтни тўлиқ сувга тўйинган ҳолатида ( $W_{sat}$ ) ва қолган пунктларда эса грунтнинг оралик ( $W_{таб} \div W_{sat}$ ) намлик ҳолатларида штамплар ёрдамида синалади, юк–чўкиш  $S = f(P)$  эгри чизиқли графиклари қурилади (32–расм, а). Графикларнинг ҳар бири пункт учун шартли муносиблик чегаралари аниқланади. Бу чегараларга тўғри келадиган босим таъсирида, грунт нормал тигизланиш (зичланиш) фазасидан, ўта чўкиш фазасига ўтади. Шартли муносиблик чегарасига тўғри келадиган босим ўта чўкувчан грунтнинг бошланғич ўта чўкиш босими, унинг таъсирида бўлган грунтнинг намлиги эса бошланғич ўта чўкиш намлигидир. Тажрибалар натижасида аниқланган бошланғич ўта чўкиш босими ва намликларининг қийматлари асосида улар орасидаги боғланиш графиги  $P_{sl} = f(W_{sl})$  қурилади (32–расм, б).

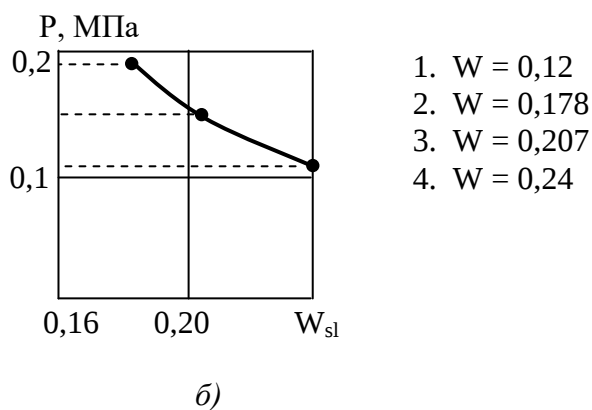
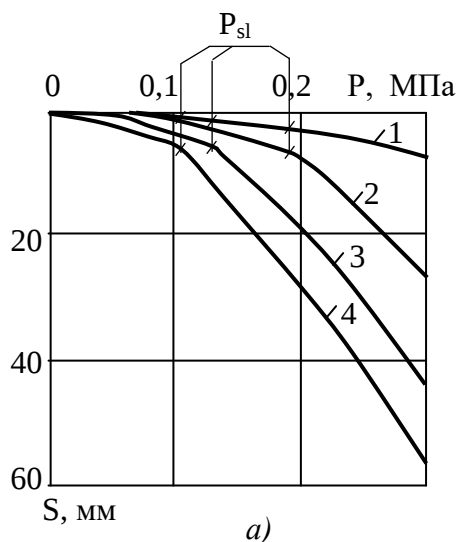
Юқорида келтирилган тажрибалар асосида лессимон ўта чўкувчан грунтларнинг нисбий ўта чўкувчанлиги ( $\varepsilon_{sl}$ ), бошланғич ўта чўкиш босими ( $P_{sl}$ ) ҳамда бошланғич ўта чўкиш намлиги ( $W_{sl}$ ) аниқлангандан кейин, замин грунтларининг ўта чўкиши қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$S_{sl} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{sli} h_i K_{sli} \quad (4)$$

бунда:  $\varepsilon_{sli}$  – грунт  $i$ –қатламининг нисбий ўта чўкувчанлиги;

$h_i$  –  $i$ –қатлам қалинлиги;

$K_{sl,i}$  – пойдевор энига боғлиқ коэффициент бўлиб у қуйидаги талаблар асосида аниқланади:



**32–расм.** Дала шароитида штамплар билан синашлар натижалари асосида ўта чўкувчан грунтнинг бошланғич ўта чўкиш босими ( $P_{sl}$ ) ва намлиги ( $W_{sl}$ ) ни аниқлаш графиклари.

- пойдевор эни  $b > 12$  м бўлса ўта чўкиш соҳасининг барча чегарасидаги грунт қатламлари учун  $K_{sl,i} = 1$  деб қабул қилинади;
- пойдевор эни  $b \leq 3$  м бўлса  $K_{sl}$  нинг қиймати қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$K_{sl} = 0,5 + 1,5(P - P_{se,i})/P_0 \quad (5)$$

бунда:  $P$  – пойдевор товони остидаги ўртача босим, кПа (кгк/см<sup>2</sup>)

$P_{sl,i}$  –  $i$  – қатлам грунтнинг бошланғич ўта чўкиш босими, кПа (кгк/см<sup>2</sup>)

$P_0 = 100$  кПа (1 кгк/см<sup>2</sup>) га тенг босим.

- пойдевор эни  $3 \text{ м} < b < 12$  м оралиқда бўлганда  $K_{sl,i}$  нинг қийматини  $b = 3$  м ва  $b = 12$  м да олинган қийматлари бўйича интерполяция қилиш йўли билан аниқланади.

Грунтнинг хусусий оғирлигидан ўта чўкишини аниқлашда  $K_{sl} = 1$  деб қабул қилинади.

Ўта чўкадиган грунтлардан ташкил топган асослар, ҳўлланганда уни ташкил, этган грунтларнинг хусусий оғирлигидан ўта чўкишининг қийматига қараб икки татилга бўлинади:

**I тип** – грунтнинг ўта чўкиши фақат ташқи юклама таъсиридан юз бериши мумкин, яъни грунтнинг хусусий оғирлигидан ўта чўкиш юз бермайди ёки унинг миқдори 5 см дан ошмайди ( $S_{sl} \leq 5$  см).

**II тип** – грунтнинг ўта чўкиши ташқи юклама ва грунтнинг хусусий оғирлиги таъсиридан юз беради. Унинг миқдори 5 см дан катта бўлади ( $S_{sl} > 5$  см).

## § 19. Лёссимон ўта чўкувчан грунтларнинг нисбий ўта чўкувчанлигини, бошланғич ўта чўкиш босимини компрессион асбоб – одометрда ГОСТ 23161 – 78 талаблари асосида аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб ускуна ва ашёлар:* Одометр -2 та, компрессион стол -2 та, грунт намунаси (монолит), фильтр қоғоз, тарози тошлари билан, бюкслар, пичоқ, индикатор–4 та.

*Ишни бажариш тартиби:*

Тажриба иккита одометрда бир ватқда бажарилади.

1. Тажрибани ўтказишдан олдин лёссимон ўта чўкувчан грунт намунасининг бошланғич ўлчамлари ва физик хоссалари қуйидаги тартибда аниқланиб ёзиб олинади:

- а) грунт намунасининг зичлиги  $\rho$ , заррачаларнинг зичлиги  $\rho_s$  ва табиий намлиги  $W$ ;
- б) грунт намунасининг юзаси  $A = 60$  см<sup>2</sup>;
- в) намунанинг бошланғич баландлиги  $h_0 = 25$  мм;
- г) намунанинг бошланғич ғоваклик коэффиценти  $e_0 = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + W) - 1$ .

2. Яхлит грунт намунасидан (монолитдан) одометрларнинг қирқувчи ҳалқалари ёрдамида 2 та эгиз намуна қирқиб олинади;

3. Иккала одометр учун А ва Б қисмларининг барча бандлари тўлиқлигича бажарилади;

4. Биринчи намуна билан унинг табиий намлиги сақланган ҳолда поғона юк қўйиш усули билан тажриба ўтказилади. Сиқилиши (деформацияси) аниқланади ва олинган натижалар 1–жадвалга ёзилади;

5. Иккинчи намуна ҳўлланиб унинг намлиги  $W_{таб} \rightarrow W_{sat}$  гача олиб борилади. Ҳўллашни давом эттирган ҳолда поғоналаб юк қўйиш усули билан тажриба ўтказилади, унинг сиқилиши (деформацияси) аниқланади, олинган натижалар 28–жадвалга ёзилади. Тажриба поғона юкнинг  $\sigma = 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30$  МПа қийматларида ўтказилади.

Хулоса қилиб айтсак 1–намуна табиий намлик –  $W_{таб}$  да, 2–намуна эса тўлиқ сувга тўйинган ҳолда  $W_{sat}$  да сиқилиши (деформацияси) аниқланади. Олинган натижалар 28–жадвалга киритилади.

Тажрибадан олинган 28–жадвалнинг 7 ва 12 устунларида келтирилган қийматлар асосида лёссимон ўта чўкувчан грунтнинг нисбий ўта чўкиши  $\epsilon_{sl}$  қуйидаги тартибда ҳисобланади:

1. Намунанинг бошланғич баландлиги –  $h_0=25$  мм;
2. Намунанинг таг юзаси -  $A = 60$  см<sup>2</sup>;
3. Намунанинг  $P = \sigma_{zg}$  босим таъсиридан кейинги баландлиги –  $h_{ng}$ , мм да;
4. Намунанинг  $P = \sigma_{zg} + \sigma_{zp}$  босим таъсиридан кейинги баландлиги –  $h_{np}$ , мм да;
5. Намунанинг  $P = \sigma_{zg} + \sigma_{zp}$  босим таъсирида тўлиқ сувга тўйингандан кейинги баландлиги –  $h_{satp}$ , мм да;

## 28–жадвал

### Тажрибадан олинган натижаларни қайд этиш жадвали

| N,<br>Н  | Р,<br>кПа | t,<br>ми<br>н | Табиий намлик ҳолатидаги<br>грунт намунаси |                    |                |                                        |                                        | Тўлиқ сувга тўйиган ҳолат-<br>даги грунт намунаси |                    |                |                                        |                                        | Ўта чўкувчанлик<br>$\epsilon_{sl}=\epsilon_{zi}, sat-\epsilon_{zi}, tab$ |
|----------|-----------|---------------|--------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|          |           |               | Индикатордан<br>олинган санок              |                    |                | Намунанинг де-<br>формацияси, мм<br>да | Намунанинг<br>нисбий деформа-<br>цияси | Индикатордан<br>олинган санок                     |                    |                | Намунанинг де-<br>формацияси, мм<br>да | Намунанинг<br>нисбий деформа-<br>цияси |                                                                          |
|          |           |               | Чап<br>томондаги                           | Ўнг то-<br>мондаги | Ўртачаси       |                                        |                                        | Чап то-<br>мондаги                                | Ўнг то-<br>мондаги | Ўртачаси,      |                                        |                                        |                                                                          |
| N        | P         | t             | u <sub>1</sub>                             | u <sub>2</sub>     | u <sub>m</sub> | S <sub>m</sub>                         | $\epsilon_{zi}, tab$                   | u <sub>1</sub>                                    | u <sub>2</sub>     | u <sub>m</sub> | S <sub>m</sub>                         | $\epsilon_{zi}, sat$                   | $\epsilon_{sl}$                                                          |
| 1        | 2         | 3             | 4                                          | 5                  | 6              | 7                                      | 8                                      | 9                                                 | 10                 | 11             | 12                                     | 13                                     | 14                                                                       |
| 0,0<br>0 | 0,00      | 0,0           | 0,00                                       | 0,00               | 0,00           | 0,00                                   | 0,00                                   | 0,00                                              | 0,00               | 0,00           | 0,00                                   | 0,00                                   | 0,00                                                                     |

|      |     |    |      |      |      |            |            |     |     |       |       |           |        |
|------|-----|----|------|------|------|------------|------------|-----|-----|-------|-------|-----------|--------|
| 300  | 50  | 1  | 1,00 | 1,20 | 1,10 |            |            | 10  | 11  | 10,5  |       |           |        |
|      |     | 4  | 1,60 | 1,80 | 1,70 |            |            | 14  | 15  | 14,5  |       |           |        |
|      |     | 8  | 2,00 | 2,20 | 2,10 |            |            | 16  | 17  | 16,5  |       |           |        |
|      |     | 12 | 2,40 | 2,60 | 2,50 | 0,025      | 0,001<br>0 | 17  | 18  | 17,5  | 0,175 | 0,00<br>7 | 0,0060 |
| 600  | 100 | 1  | 3,40 | 3,60 | 3,50 |            |            | 25  | 26  | 25,5  |       |           |        |
|      |     | 4  | 4,80 | 5,40 | 5,1  |            |            | 30  | 31  | 30,5  |       |           |        |
|      |     | 8  | 5,60 | 6,10 | 5,90 |            |            | 34  | 35  | 34,5  |       |           |        |
|      |     | 12 | 6,00 | 6,50 | 6,25 | 0,062<br>5 | 0,002<br>5 | 37  | 38  | 37,5  | 0,375 | 0,01<br>5 | 0,0125 |
| 900  | 150 | 1  | 7,00 | 7,20 | 7,10 |            |            | 50  | 50  | 50    |       |           |        |
|      |     | 4  | 8,40 | 8,60 | 8,50 |            |            | 59  | 62  | 60    |       |           |        |
|      |     | 8  | 10,0 | 10,6 | 10,3 |            |            | 65  | 67  | 66    |       |           |        |
|      |     | 12 | 11,0 | 11,5 | 11,2 | 0,112<br>5 | 0,004<br>5 | 69  | 72  | 70    | 0,700 | 0,02<br>8 | 0,0235 |
| 1200 | 200 | 1  | 13,0 | 14,0 | 13,5 |            |            | 85  | 84  | 84,5  |       |           |        |
|      |     | 4  | 15,0 | 16,0 | 15,5 |            |            | 97  | 99  | 98,0  |       |           |        |
|      |     | 8  | 17,0 | 17,0 | 17,0 |            |            | 103 | 105 | 104   |       |           |        |
|      |     | 12 | 17,4 | 17,6 | 17,5 | 0,175<br>0 | 0,007<br>0 | 107 | 108 | 107,5 | 1,075 | 0,04<br>3 | 0,0360 |
| 1500 | 250 | 1  | 19,0 | 19,0 | 19,0 |            |            | 120 | 120 | 120   |       |           |        |
|      |     | 4  | 22,0 | 22,0 | 22,0 |            |            | 125 | 125 | 125   |       |           |        |
|      |     | 8  | 23,8 | 23,8 | 23,8 |            |            | 129 | 129 | 129   |       |           |        |
|      |     | 12 | 24,8 | 25,2 | 25,0 | 0,250<br>0 | 0,010<br>0 | 132 | 133 | 132,5 | 1,325 | 0,05<br>3 | 0,0430 |
| 1800 | 300 | 1  | 27,0 | 27,0 | 27,0 |            |            | 140 | 140 | 140   |       |           |        |
|      |     | 4  | 30,0 | 30,0 | 30,0 |            |            | 145 | 145 | 145   |       |           |        |
|      |     | 8  | 32,8 | 33,2 | 33,0 |            |            | 148 | 148 | 148   |       |           |        |
|      |     | 12 | 34,8 | 35,2 | 35,0 | 0,350<br>0 | 0,014<br>0 | 150 | 150 | 150   | 1,500 | 0,06<br>0 | 0,0460 |

6. Грунт намунасининг бошланғич ғоваклик коэффицентининг қиймати аниқланади;

$$e_o = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + W) - 1$$

7.  $P_i$  – поғона босимга мос келадиган ғоваклик коэффицентининг қиймати аниқланади;

$$e_i = e_o - (1 + e_o) \frac{S_i}{h_{ng}}$$

8. Қўйилган поғона  $N_i$  юк таъсиридан намунанинг деформацияси  $S_{mi}$  аниқлаб борилади (индикаторлар ёрдамида тажриба давомида ўлчанади);

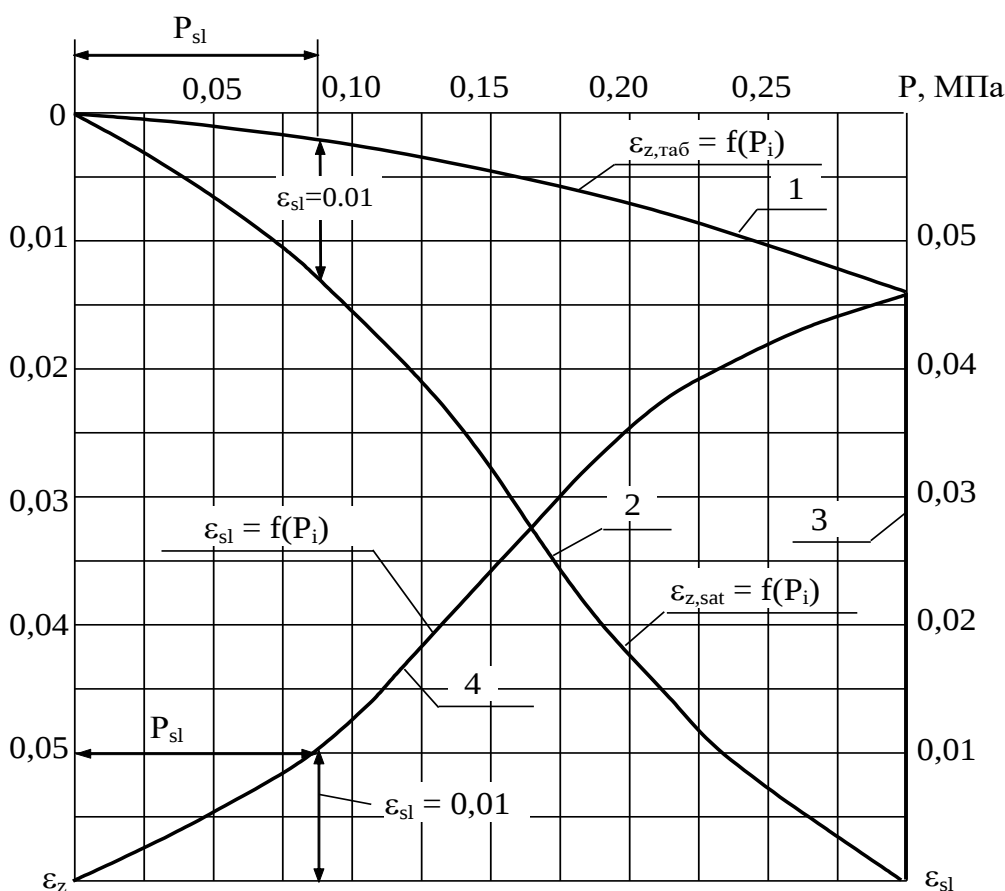
9. Ҳар бир қўйилган поғона юк таъсирида иккала намуна учун нисбий деформациянинг қиймати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади;

$$\varepsilon_{z_i, \text{таб}} = \frac{S_{m_i, \text{таб}}}{h_{\text{нг}}} \quad \text{ва} \quad \varepsilon_{z_i, \text{sat}} = \frac{S_{m_i, \text{sat}}}{h_{\text{нг}}} \quad (6)$$

Лёссимон ўта чўкувчан грунтнинг ўта чўкувчанлиги  $\varepsilon_{sl}$  нинг қиймати 28-жадвалнинг 8 ва 13 устунларида келтирилган қийматлар асосида қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади;

$$\varepsilon_{sl_i} = \varepsilon_{z_i, \text{sat}} - \varepsilon_{z_i, \text{таб}} \quad (7)$$

Тажрибадан олинган натижалар асосида 28-жадвалнинг 8, 13 ва 14 устунларида келтирилган қийматлар бўйича  $\varepsilon_{z_i, \text{таб}} = f(P_i)$ ,  $\varepsilon_{z_i, \text{sat}} = f(P_i)$ ,  $\varepsilon_{sl} = f(P_i)$  графиклари қурилади (33-расм).



**33-расм. Компрессион қурилмада ўта чўкувчан грунтни синаш графиклари. (ГОСТ 23161-78):** 1, 2 – мос равишда табиий намликда ва сувга тўлиқ тўйинган грунт намуналарининг босимга боғлиқ равишда сиқилиш графиклари  $\varepsilon_{z_i, \text{таб}} = f(P_i)$ ,  $\varepsilon_{z_i, \text{sat}} = f(P_i)$ . 3 – максимал юк таъсирида табиий намликка эга бўлган грунт намунасини ҳўлланганда қўшимча сиқилиши, 4 – ўта чўкувчанлик  $\varepsilon_{sl}$  нинг босим- $P_i$  га боғлиқ равишда ўзгариш графиги-  $\varepsilon_{sl} = f(P_i)$ ;  $P_{sl}$  – бошланғич ўта чўкиш босими.

Курилган  $\varepsilon_{sl,i} = f(P_i)$  графикдан  $P_{sl}$  нинг қиймати аниқланади.  $P_{sl}$  нинг қиймати  $\varepsilon_{sl} = f(P_i)$  графикдан  $\varepsilon_{sl} = 0,01$  қийматга тўғри келадиган  $P$  нинг қиймати олинади (33–расм).

ГОСТ 23161–78 талаби асосида  $P_{sl}$  нинг қиймати қилиб нисбий ўта чўкишнинг  $\varepsilon_{sl}=0,01$  қийматига тўғри келадиган босимнинг қиймати олинади (33–расм).

### Такрорлаш учун саволлар

1. Структураси турғун бўлмаган грунтларга қайси грунтлар киради?
2. Ўта чўкиш нима?
3. Структураси турғун бўлмаган грунтларнинг компрессион эгри чизиқлари асосида ўта чўкувчанлик сабабларини изоҳлаб беринг.
4. «Лёсс» ва «лёссимон» ўта чўкувчан грунтга хос бўлган 11 та махсус ўта чўкувчанлик хусусиятларини изоҳлаб беринг.
5. «Лёсс» ва «лёссимон» ўта чўкувчан грунт терминларини изоҳлаб беринг.
6. «Лёссимон» ўта чўкувчан грунтларга хос бўлган кўрсаткичларни изоҳлаб беринг.
7. Нисбий ўта чўкувчанлик –  $\varepsilon_{sl}$  деганда нимани тушунасиш ва бу кўрсаткич қандай аниқланади?
8. Бошланғич ўта чўкиш босими –  $P_{sl}$  деганда нимани тушунасиш ва бу кўрсаткич қандай аниқланади?
9. Бошланғич ўта чўкиш намлиги –  $W_{sl}$  деганда нимани тушунасиш ва бу кўрсаткич қандай аниқланади?
10. «Лёссимон» ўта чўкувчан грунтларнинг кўрсаткичлари  $\varepsilon_{sl}$ ;  $P_{sl}$ ;  $W_{sl}$  қандай қурилмада қайси усуллар билан аниқланади?
11. «Лёссимон» ўта чўкувчан грунтлардан ташкил топган замин грунтларининг ўта чўкишини аниқлаш формуласини ёзинг, уни изоҳлаб беринг.
12.  $\varepsilon_{z_i, таб} = f(P_i)$ ;  $\varepsilon_{z_i, sat} = f(P_i)$  графиклари асосида  $\varepsilon_{sl} = f(P_i)$  графигини қуринг ва бу графикларнинг ҳар бирига изоҳ беринг.
13.  $\varepsilon_{z_i, таб} = f(P_i)$ ;  $\varepsilon_{z_i, sat} = f(P_i)$  ва  $\varepsilon_{sl} = f(P_i)$  графикларидан бошланғич ўта чўкиш босим  $P_{sl}$  ни аниқлаб беринг.
14. «Лёссимон» ўта чўкувчан грунтлардан ташкил топган замин грунтларининг ўта чўкишини аниқлаш формуласини ёзинг, уни изоҳлаб беринг.
15. Ўта чўкувчан грунтлар ўзининг хусусий оғирлигидан ўта чўкишнинг қийматига қараб нечта турга бўлинади? (Ҳар бир турни изоҳлаб беринг).

# ГРУНТЛАРНИНГ СИЛЖИШГА ҚАРШИЛИГИ

## § 20. Умумий маълумотлар

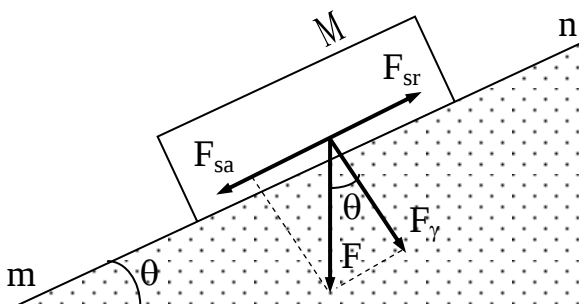
Пойдевор, асосининг мустаҳкамлигини, турғунлигини, табиий нишабликларни, грунтдан барпо этилган иншоотлар қияликларининг мувозанатлигини, грунт массивининг тиргович деворларга таъсирини ҳисобланди ва қурилиш практикасида учрайдиган бир қатор мураккаб масалаларни ечишда грунтнинг силжишга қаршилиги ҳақида тўлиқ маълумотга эга бўлиш ҳамда бу қаршилиқни баҳоловчи мустаҳкамлик кўрсаткичларини билиш керак.

Грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари, ташқи юк таъсирида сиқилаётган ёки чўзилаётган грунт намунасининг шундай чекли ҳолатидаги кўрсаткичлари бўлиб ҳисобланадики, бу ҳолатда юк оз миқдорда оширилса грунт массивининг баъзи нуқталарида эффектив зўриқиш ички боғланишлардан устун келиб унинг заррачалари ҳамда агрегатлари ўртасида бирининг иккинчисига нисбатан сирпанишига (сурилишига) сабаб бўлади. Грунт массивида яхлитлик бузилади, унда чексиз пластик деформациялар ҳамда ёриқлар пайдо бўлади, натижада грунтнинг мустаҳкамлик ҳолатига путур етказилади.

Шундай қилиб, грунтнинг мустаҳкамлиги деганда унинг қаттиқ заррачаларининг сурилиш сирти бўйича ишқаланиш ва илашиш кучига қаршилиги тушунилади. Грунтнинг бу хусусиятини ифодаловчи кўрсаткичлар, унинг физик ҳамда кучланганлик ҳолатига боғлиқ.

Грунтлардаги ишқаланиш, илашиш ва силжиш тушунчаларини аниқ тасаввур қилиш учун қуйидаги элементар масалани кўриб чиқамиз.

$\theta$  -бурчакли  $mn$  -қия текисликда  $G$  –оғирликка эга бўлган  $M$  -жисм мувозанатда турибди. (34–расм).  $G$  – оғирлик кучини иккита ташкил этувчи,  $F_v$  –қия текисликка тик (перпендикуляр) ҳамда.  $F_{sa}$  –қия текисликка параллел кучларга ажратамиз (34–расм).  $F_{sa}$  – куч  $M$  -жисмни қия текислик бўйича пастга силжитишга,  $F_v$  –куч эса  $M$  -жисмни сиқади ва уни силжишига қаршилиқ кўрсатади.  $G$  –оғирликка эга бўлган  $M$  -жисм мувозанатда турган  $mn$  -қия текисликнинг қиялик бурчаги  $\theta$  -ошириб борилади.  $\theta \rightarrow \theta_{\max}$  қийматга эга бўлганда  $M$  -жисм ишқаланиш кучини енгиб  $mn$  -қия текислик бўйича силжий бошлайди (34–расмда келтирилган схема асосида).



**34–расм.  $mn$  -қия текисликда турган  $M$  жисмга таъсир этувчи кучларнинг схемаси:**  $G$  –  $M$  жисмнинг оғирлиги;  $F_{sa}$  – сирпаниш текислигига параллел бўлган силжитувчи куч;  $F_\gamma$  – сирпаниш текислигига перпендикуляр бўлган сиқиб турувчи куч;  $F$  – иккала  $F_{sa}$  ва  $F_\gamma$  кучларнинг тенг таъсир этувчиси.

М жисмга таъсир этадиган барча кучларнинг силжиш бошланиш арафасидаги мувозанатлик тенгламасини тузамиз. Яъни  $mn$  қия текисликдаги  $G$  оғирликка эга бўлган  $M$  жисм мувозанатда бўлиши учун, унга таъсир этадиган барча кучларнинг силжиш текислигига проекцияси нолга тенг бўлиши керак:

$$F_{sa} - F_{sr} = 0 \quad (1)$$

34-расмда келтирилган чизма асосида

$$F_{sr} = f \cdot F_{\gamma} \quad (2)$$

$$F_{sa} = F \cdot \sin \theta_{\max} \quad (3)$$

$$F_{\gamma} = F \cdot \cos \theta_{\max} \quad (4)$$

$$F_{sr} = F_{\gamma} \cdot f = F \cos \theta_{\max} \cdot f \quad (5)$$

Бунда  $f$  ишқаланиш коэффиценти

(3) ва (5) ифодалар асосида 1 тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$F \sin \theta_{\max} - F \cos \theta_{\max} \cdot f = 0 \quad (6)$$

6 тенгламадан  $f$  – ишқаланиш коэффиценти аниқлаймиз

$$f = \frac{F \cdot \sin \theta_{\max}}{F \cdot \cos \theta_{\max}} = \operatorname{tg} \theta_{\max} \quad (7)$$

Ишқаланиш коэффиценти –  $f$  силжиш бошланиш арафасида  $mn$  қия текислигининг максимал қиялик бурчаги –  $\theta_{\max}$  нинг тангенсига тенг экан. Бу бурчакни ишқаланиш бурчаги деб аталади ва  $\theta_{\max} = \varphi$  деб белгиланади, яъни

$$f = \operatorname{tg} \theta_{\max} = \operatorname{tg} \varphi \quad (8)$$

Агарда силжиш майдончаси грунт массивининг ичида ҳосил бўлса  $\varphi$  бурчакни грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги дейилади.

Грунт массивининг ташқи юк таъсирида бузилишига қаршилик кўрсатиш хусусиятининг физик моҳиятини биринчи бўлиб француз олими Ш.Кулон томонидан ўрганилган ва 1773 йилда қумли ҳамда лойли грунтларнинг силжишга қаршилик қонунини кашф этган.

Ш. Кулон томонидан қумли ва лойли грунтлар билан ўтказилган тажрибалар натижалари шуни кўрсатдики, бузилиш грунт массивининг бир қисмининг иккинчисига нисбатан силжиши натижасида содир бўлар экан.

## § 21. Қумли грунтлар учун Ш. Кулон қонуни

Қумли грунтлар билан бу боради ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, уларнинг чўзилишга қаршилиги нольга тенг экан. Шунинг учун бу грунтлар (шағал, тош, қум ва бошқалар) сочилувчан грунтлар дейилади. Қумли грунтларда вертикаль юкнинг ўзгариши унинг зичлигининг ўзгаришига кам таъсир кўрсатади ва бу таъсир қумли грунтларнинг силжишга қаршилигини аниқлашда ҳисобга олинмайди.

Қумли грунтларнинг силжишга қаршилигининг чегаравий қийматини аниқлаш учун, текшириладиган грунт намунаси вертикаль юкнинг камида 2–3 қийматида тажриба ўтказилади. Тажрибалардан олинган натижалар асосида

қумли грунтлар учун силжиш диаграммаси курилади ва шу диаграмма асосида қумли грунтнинг силжишга қаршилигининг чегаравий қиймати аниқланади.

35–расмда келтирилган шакл асосида  $\tau_{i\text{ч}}$  нинг қийматини  $\Delta\text{ОМК}$  дан аниқланади:

$$\frac{\tau_{i\text{ч}}}{\sigma_i} = t_{q\phi} \quad (9)$$

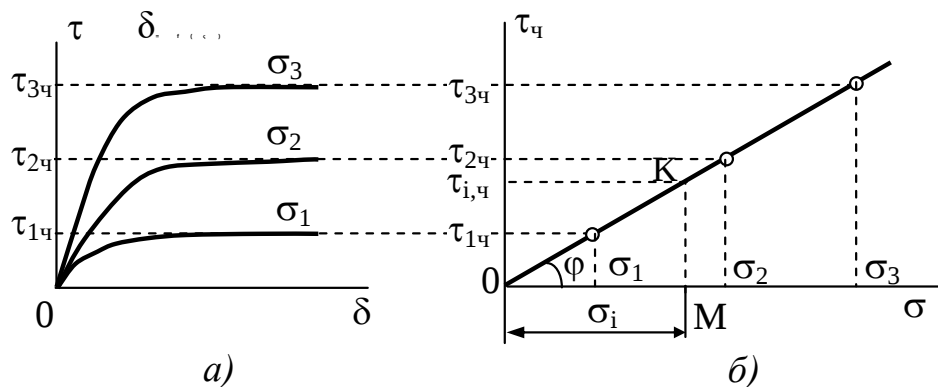
бундан

$$\tau_{i\text{ч}} = \sigma_i t_{q\phi} \quad (10)$$

$t_{q\phi} = f$  эканлигини эътиборга олганда 10–ифода куйидаги кўринишни олади

$$\tau_{i\text{ч}} = f \cdot \sigma_i \quad (11)$$

Қумли грунтларнинг силжишга қаршилиги, ишқаланишга қаршиликдан иборат бўлиб, у нормаль кучланиш  $\sigma_i$  га тўғри пропорционал экан. (11) ифода грунтлар механикасида қумли грунтлар учун Ш. Кулон қонуни деб юритилади.



**35–расм. Қумли грунтларнинг силжишга чекли қаршилигининг чегаравий қийматини аниқлаш диаграммаси.**

## § 22. Лойли грунтлар учун Ш. Кулон қонуни

Силжиш натижасида грунт массиви мувозанатлигининг бузилиши лойли грунтларда ҳам кузатилади. Лойли грунтларда бу жараён қумли грунтларга қараганда мураккаб кўчади. Лойли грунтлар (соф лой, қумоқ ва қумоқ грунтлар) қумли (сочилувчан) грунтлардан шу билан фарқ қиладики уларнинг заррачалари ва заррачаларининг агрегатлари ўзаро пластик сув коллондли ва қисман бикр цементацион–кристаллизацион боғланишлар билан боғланган. Бу грунтлардаги сув коллоидли ва цементацион кристаллизацион боғланишлар илашиш кучи сифатида намоён бўлади. Илашиш кучи мураккаб табиатга эга бўлиб, у лойли грунт заррачаларининг ўзаро электромолекуляр боғланишига боғлиқдир. Бу куч лойли (боғланган) грунтларга хос хусусият бўлиб уларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларидан бири бўлиб ҳисобланади.

ҚМҚ 2.02.01.–98 асосида бу кучни солиштирма илашиш кучи дейилади ва  $C$  – ҳарфи билан белгиланади.

Лойли грунтлар билан бу борада ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, уларнинг силжишга қаршилиги, ишқаланиш –  $f$  ҳамда солиштирма илашиш –  $C$  кучларига қаршилигидан иборат экан. Ташқи юкнинг таъсири бу иккала кучнинг миқдоридан катта бўлса лойли грунтнинг бир қисми иккичисига нисбатан силжийди. Ишқаланиш –  $f$ , солиштирма илашиш –  $C$  кучлари, ҳамда ички ишқаланиш бурчаги –  $\phi$ , лойли грунтларнинг мустақкамлик кўрсаткичлари бўлиб ҳисобланади.

Лойли грунтларнинг мустақкамлик кўрсаткичлари ( $C$ ,  $\phi$ ,  $f$ ), уларнинг структурасига, ғоваклигига ҳамда намлигига боғлиқ. Бу омилларни ҳисобга олиш лойли грунтларнинг сижишга қаршилигини аниқлаш услубини танлашда катта аҳамиятга эга.

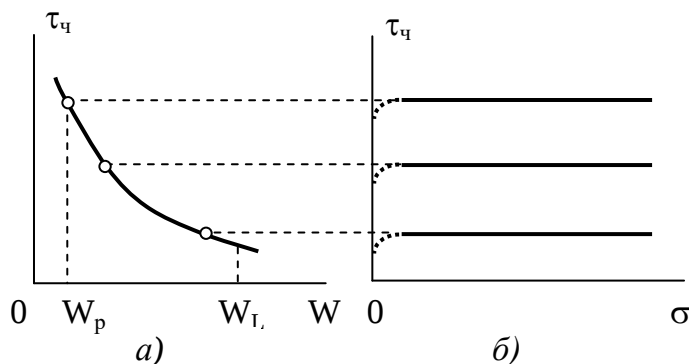
Лойли грунтларнинг силжишга қаршилиги қуйида келтирилган усуллар ёрдамида аниқланади:

1. Ёпиқ силжитиш усули;
2. Очиқ силжитиш усули.

Ёпиқ силжитиш усулида сувга тўйинган лойли грунт тез юкланади, грунт намунаси таркибидан сувнинг сиқиб чиҳарилишига (консолидациясига) йўл қўйилмайди. Бунинг учун қирқиш асбобининг устки ва остки перфорацияланган штамплари яхлит штампларга алмаштирилади, тажриба 2–3 минут давомида тез бажарилади. Бу тажриба довомида лойли грунтнинг ғоваклиги ва намлиги ўзгармайди, яъни тез қўйилган юк таъсирида сувга тўйинган лойли грунт намунаси зичланишга улгурмайди. Бунда исталган босим таъсирида грунтнинг силжишга қаршилиги ўзгармайди, уни доимий деб қараш мумкин. Ёпиқ усулда ўтказилган тажрибанинг график шаклда кўриниши 36–расмда келтирилган.

Бу графикларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, лойли грунтларнинг зичлиги ва намлиги унинг силжишга қаршилигига катта таъсир кўрсатар экан (36–расм, а). 36–расм б – шаклда келтирилган графикларнинг таҳлили бўйича лойли грунтни силжишга чекли қаршилиги сиқувчи кучланиш  $\sigma$  қийматининг ўзгаришига боғлиқ эмас экан.

Бу тажрибилардан олинган натижалар бино ва иншоотларнинг қисқа муддатда юкланиши жараёнида асоснинг юкланишида силжишга қаршилигини аниқлашда ишлатилади.



**36–расм. Ёпиқ силжитиш усулида лойли грунтларнинг силжишига чекли қаршилигининг эгри чизиклари: а) сижишга чекли қаршиликнинг грунт намлигига боғлиқлик графиги. б) тез силжитишда силжиш эгри чизиклари.**

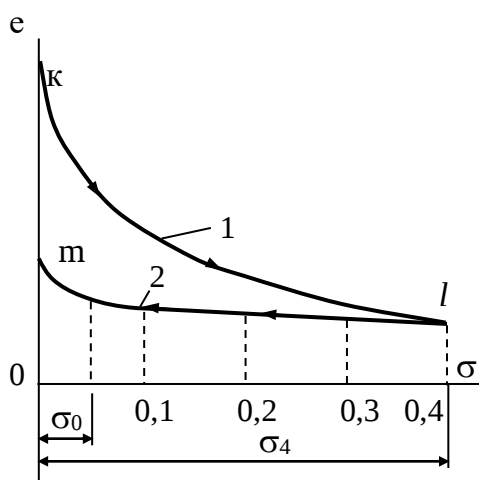
Очиқ силжитиш усули. Бу усулда сувга тўйинган лойли грунт намунасига таъсир этадиган ҳар бир поғона нормаль  $-N$  ва уринма  $-T$  юклар унинг скелетига эффектив таъсир кўрсатади. Бу ҳолда грунт намунасига қўйилган юк таъсирида зичлангандан сўнг силжишга қаршилиги аниқланади.

Лекин шуни айтиш керакки, табиий ҳолатда, олдиндан зичланмаган намуналар билан ўтказилган бир қатор тажрибалар натижаларининг таҳлили шуни кўрсатдики, лойли грунт тажриба давомида бир хил зичлик ва намлик ҳолатида бўлмас экан, чунки ҳар бир вертикаль босимга мос намлик ва зичлик тўғри келади. Олинган натижалар грунт намунасининг ҳар хил зичлик ва намлик ҳолатини характерлайди.

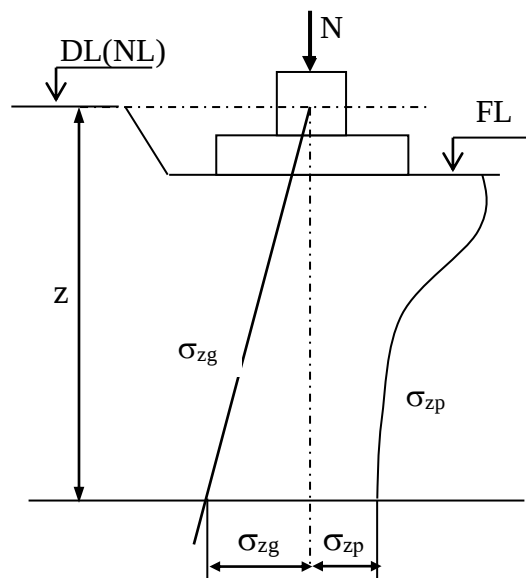
Ташқи сиқувчи юк  $-N$  таъсирида лойли грунтлар таркибидаги сув сизиб чиқади, зичлиги ва намлиги ўзгаради, бу эса уларнинг силжишга қаршилигига таъсир этади.

Шунинг учун лойли грунтларнинг силжишга чекли қаршилигини аниқлашда, бир хил зичлик ва намликка эга бўлган намуналар тайёрлаш катта аҳамиятга эга. Лойли грунтлар учун бу жараён махсус зичлагич асбобида бажарилади ва зичланиш  $e_i = f(\sigma_i)$  графиги қурилади (37–расм).

Лойли грунт намуналарини тайёрлашда ва улар билан тажриба ўтказишда, максималь нормаль сиқувчи босимнинг қиймати  $\sigma_{\max}$ , намуна олинган чуқурликдаги табиий  $\sigma_{zg}$  ва қўшимча босим  $\sigma_{zp}$  ларнинг йиғиндисидан кам бўлмаслиги керак (38–расм)



37–расм. Лойли грунтнинг зичланиш графиги. 1– юкланиш графиги; 2–юксизлаш графиги.



38–расм. Максималь сиқувчи босимни танлаш бўйича ҳисобий схемаси:  $\sigma_{\max}$  – максималь сиқувчи босим;  $\sigma_{zg}$  –  $z$  чуқурликда хусусий босимнинг қиймати,  $\sigma_{zp}$  –  $z$  чуқурликдаги қўшимча босимнинг қиймати

$$\sigma_{\max} \geq \sigma_{zg} + \sigma_{zp} \quad (12)$$

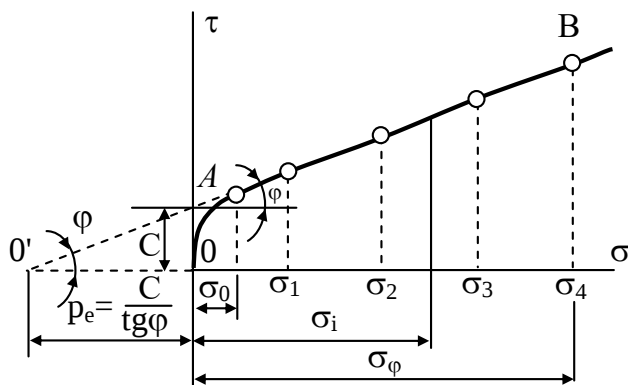
$\sigma_{zg}$ ;  $\sigma_{zp}$ —мос равишда намуна олинган  $z$  чуқурликдаги табиий ва қўшимча босимнинг қиймати.

37–расмда келтирилган графикнинг 2 – юксизланиш қисмидан кўринадикки  $\sigma_0$  босимгача барча боғланган грунтлар учун ғоваклик коэффиценти кам микдорда ўзгарар экан. Шунинг учун бир неча грунт намунасини махсус зичлаш асбобида босимнинг максималъ қийматида зичланади, деформациянинг тўлиқ стабилизацияланиши кутилади. Зичланиш деформацияси стабиллашгандан кейин намуна юксизлантирилади. Бу жараё юксизлантириш деформацияси стабиллашгунга қадар кутилади. Шу усул билан олинган грунт намунаси намлик ва зичлик бўйича бир хил қийматга эга бўлади деб қаралади. Тайёрланган намуналарда тажриба ўтказилади, уларнинг силжишга чекли қаршилиги аниқланади.

Очиқ схемада лойли грунтларнинг силжишга қаршилигини ўрганиш қуйидаги тартибда олиб борилади.

1. Юқорида келтирилган усулда зичлаш қурилмасида бир хил зичлик ва намликка эга бўлган намуналар тайёрланади (36–расм).

2. Тайёрланган намуналар ҳар хил вертикаль босимда силжишга чекли қаршилиги текширилади ва олинган натижалар асосида силжишга қаршилиқ диаграммаси қурилади. (39 –расм)



**39–расм.** Очиқ силжиш усули бўйича лойли грунтларнинг силжишга қаршилигини аниқлаш графиги.

39–расмда келтирилган график асосида лойли грунт учун чекли силжиш тенгламаси тузилади.

$$\tau_i = C + tq\varphi \cdot \sigma_i \quad (13)$$

бунда  $tq\varphi = f$  бўлгани учун

$$\tau_i = C + f \cdot \sigma_i \quad (14)$$

Консолидацияси тугаган лойли грунтларнинг силжишга чекли қаршилиги, нормаль кучланишдан олинган биринчи даражали функция бўлиб ҳисобланади. 14 – ифода грунтлар механикасида лойли грунтлар учун Ш.Кулон қонуни деб юритилади.

14 – тенгламадаги  $f = tg\varphi$  ифода тўғри чизикнинг бурчак коэффиценти бўлиб, уни грунтнинг ички ишқаланиш коэффиценти,  $C$  –ни эса солиштирма илашиш кучи дейилади.

Лойли грунтлар учун солиштирма илашиш кучи – С 39–расм асосида  $\Delta O'OA$  дан аниқланади:

$$\frac{C}{P_e} = \operatorname{tg} \varphi \text{ бундан } C = \operatorname{tg} \varphi \cdot P_e = f \cdot P_e, \quad (15)$$

бунда  $P_e$  – илашиш босими дейилади.

(15) ифода грунтнинг чекли мувозанатлик назарияси масалаларини ечишда лойли грунтларнинг илашиш кучини аниқлашда ишлатилади.

### § 23. Қумли ва лойли грунтлар учун мустаҳкамлик шарти

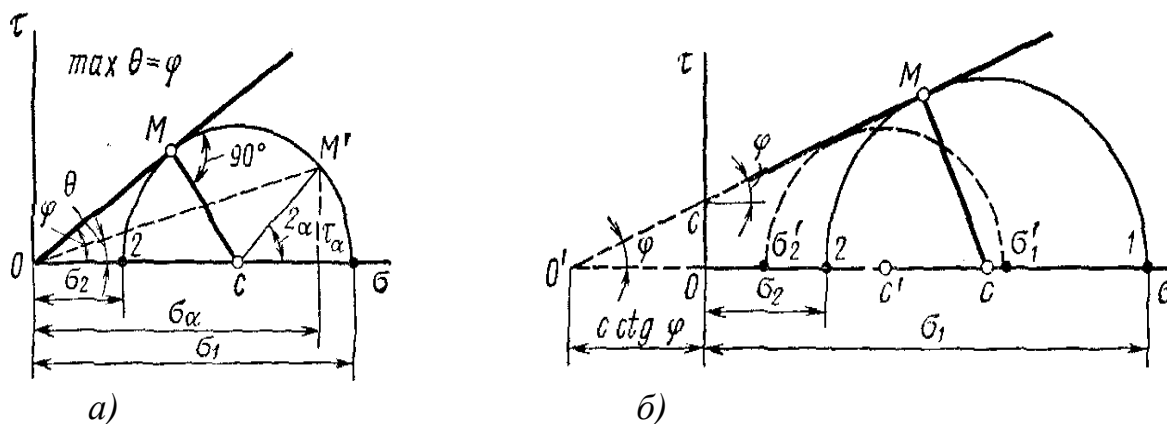
(11) ва (14) тенгламалар билан ифодаланган Кулон қонунини мураккаб кучланганлик ҳолатига ҳам қўллаш мумкин. Бунда чекли силжиш чизиғи Мор айланаларига уринма сифатида қаралади. Ҳақиқатан ҳам (11) ва (14) тенгламалар орқали аниқланадиган силжитувчи кучланишларнинг қиймати ўзининг чекли қийматларидан катта бўла олмайди. Бу қиймат грунт бир қисмининг иккинчисига нисбатан чексиз сирпанишига тўғри келади. Қумли ва лойли грунтлар учун  $\tau_q$  қиймат қуйида келтирилган ифодалар ёрдамида аниқланади

$$\tau_q \leq \operatorname{tg} \varphi \cdot \sigma \quad (16)$$

ёки

$$\tau_q \leq c + \operatorname{tg} \varphi \cdot \sigma \quad (17)$$

Кучланишларнинг бу қиймати чекли тўғри чизикдаги эксперименталь М нуқтага мос келади. (40–расм). Бу (М) нуқта ўз навбатида Морнинг чекли кучланишлар айланисига ҳам тааллуқли.



**40–расм.** Қумли (а), лойли (б) грунтларнинг силжишдаги чекли кучланишларнинг графиклари. (Мор айланалари)

Бу ҳол фақатгина тўғри чизик  $OM$  ёки  $O'M$  кучланишлар айланисига уринма бўлса, яъни айланининг радиуси билан урилиш нуқтаси орасидаги бурчак  $90^\circ$  ни ташкил этса,  $O$  ёки  $O'$  нуқталардан ўтади. Юқорида келтирилган шартни аналитик кўринишда ёзиш мумкин.

Агарда энг катта  $\sigma_1$  ва энг кичик  $\sigma_2$  кучланишларнинг қийматини билсак ва силжиш диаграммасидан (40–расм) учбурчак  $OMC$  ёки  $O'MC$  тўғри бурчакли-

лигини эътиборга олсак, Морнинг мустаҳкамлик назарияси асосида қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

Қумли грунтлар учун (40–расм, а)

$$\sin \varphi = \frac{CM}{OC}; \quad (18)$$

$$CM = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \quad (19)$$

$$OC = \sigma_2 + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \quad (20)$$

19 ва 20 ифодалар асосида 18 ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (21)$$

Лойли грунтлар учун (40–расм, б).

$$\sin \varphi = \frac{CM}{O'C}; \quad (22)$$

$$CM = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}; \quad (23)$$

$$OC = \sigma_2 + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \quad (24)$$

$$O'C = P_e + OC = C \cdot \operatorname{ctg} \varphi + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \quad (25)$$

23 ва 25 ифодалар асосида 22 ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$\sin \varphi = \frac{CM}{O'C} = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}}{C \cdot \operatorname{ctg} \varphi + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2C \cdot \operatorname{ctg} \varphi} \quad (26)$$

(21) ва (26) тенгламалар қумли ва лойли грунтлар учун чекли мувозанатлик шартининг математик кўриниши бўлиб "Грунтлар механикаси"да Морнинг мувозанатлик шарти дейилади. Бу шарт амалиётда катта аҳамиятга эга бўлиб, грунт массивига қўйиладиган чекли юкни, грунт массивининг турғунлигини ва грунтнинг тиргак қурилмаларга таъсирини аниқлашда ишлатилади.

#### **§ 24. Лойли грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари: солиштирма илашиш кучи (C), ички ишқаланиш бурчаги (φ) ва боғланиш кучи (P<sub>e</sub>) ларни тажриба йўли билан аниқлаш**

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб ускуна ва ашёлар:* Грунтни маълум текислик бўйича қирқиш учун қўлланиладиган ГГП–30 Маслов–Лурье қурилмаси 1 дона, олдиндан зичлаштирадиган ГГП–29 асбоби грунт намунаси; кесувчи ҳалқа (юзаси  $A = 40 \text{ см}^2$ , диаметри  $d = 71,4 \text{ мм}$ , баландлиги  $h = 40 \text{ мм}$ ); вертикаль (N) ва горизонталь (T) юкларни олиш учун тошлар тўплами; вертикаль ва горизонталь деформацияларни ўлчаш учун соатсимон индикаторлар (0,01 мм

аниқликда) – 2 дона, қуритиш жавони, техник тарози тошлари билан, бюкслар, эксикатор, пичок, фильтр қоғози.

### *Ишни бажариш тартиби*

Грунтнинг силжишга чекли қаршилиги ва унга боғлиқ бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичлари  $C$ ,  $\phi$ ,  $P_e$  лар маълум текислик бўйича қирқадиган асбоб ГПП–30 Маслов–Лурье қурилмасида аниқланади. Бу қурилманинг умумий кўриниши ва қирқувчи мосламанинг схемаси 41–42–расмларда келтирилган.

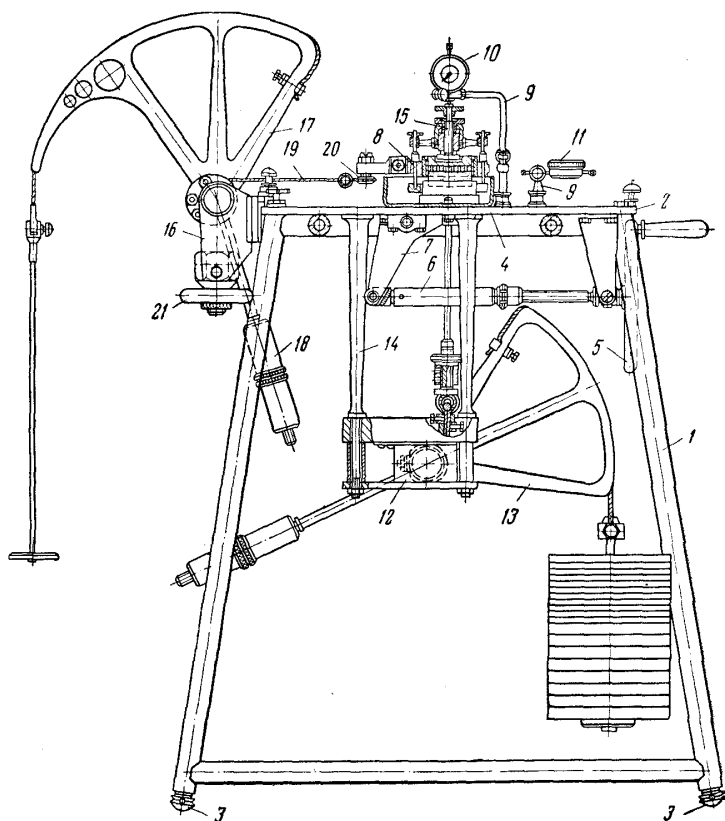
Бу асбобга грунт намунасини жойлаштириш қуйдагича амалга оширилади. Грунт намунасининг бир қисми махсус аниқ тикислик бўйича қирқадиган асбобнинг силжимайдиган ҳалқасига, иккинчи қисми эса асбобга қўйилган горизонталь юк таъсирида горизонталь силжийдиган қисмига (кесувчи ҳалқага) жойлаштирилади (42–расм).

Қумли грунтларда ўтказилган тажрибалар таҳлилига кўра вертикаль юкнинг ўзгариши, улар зичлигининг ўзгаришига кам таъсир кўрсатади ва бу таъсир қумли грунтларнинг силжишга қаршилигини аниқлашда ҳисобга олинмайди.

Лойли грунтлар учун эса вертикаль юкнинг ўзгариши уларнинг зичлигининг ўзгаришига катта таъсир кўрсатади.

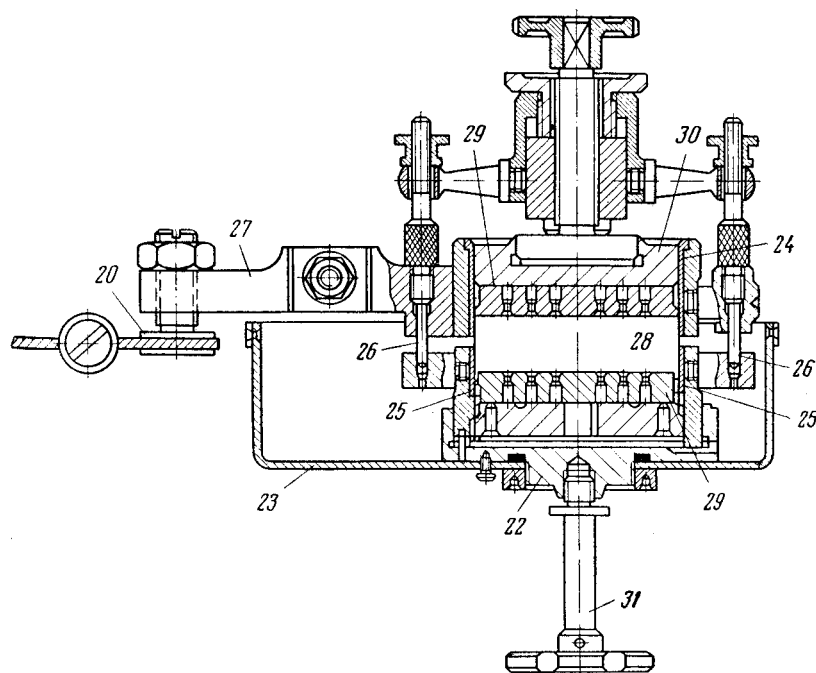
Тажриба ўтказиш жараёнида текшириладиган лойли грунт намуналарининг зичлиги ва намлиги бир хил бўлиши керак.

Бу грунтлар учун бир хил зичлик ва намликка эга бўлган намуналар тайёрлаш махсус зичлагич қурилмасида бажарилади ва зичланиш графиги қурилади (37–расм).



**41–расм. ГПП–30 Маслов–Лурье қурилмасининг умумий кўриниши.**

1 – қурилманинг устки панелини биркитиш учун махсус рама; 2 – яхлит металдан ясалган панел; 3 – ўрнатувчи винтлар; 4 – ҳаракатчан панел; 5 – маховик винти билан биргаликда; 6 – Трубадан ясалган тортқичлар; 7–9 – кронштейнлар; 8 – қирқадиган маслама, 10,11 – вертикаль ва горизонталь деформацияларни ўлчаш учун индикаторлар; 12 – эмаклагич; 13 – вертикал юк олиш учун силжийдиган секторли ричагли мослама; 14 – вертикал юкни узатиш рамаси; 15 – винт; 16 – ҳаракатланувчи кронштейн; 17 – горизонталь юк олиш учун секторли ричакли мослама; 18 – посанг; 19 – горизонталь юкни қирқувчи мосламага узатиш учун трос; 20 – бирлаштирувчи винт; 21 – стопр; 22 – юк (сиқувчи) ванна.



**42-расм ГП-30 асбобининг қирқувчи мосламасининг тузилиши:**

22-қурилма қирқувчи мосламасини бирлаштириш жойи; 23-ванна; 24; 25-қирқувчи мосламанинг устки ва остки обоймалари; 26-устки ва остки обоймаларни бирлаштирувчи ўрнатиш винти; 27-горизонталь юкни узатиш учун торгич; 28-грунт намунаси; 29-остки ва устки перфорацияланган ғовак вклядышлар; 30-штамп; ванна –23 ни қурилма панели билан бириктириш учун маховикли винт –31.

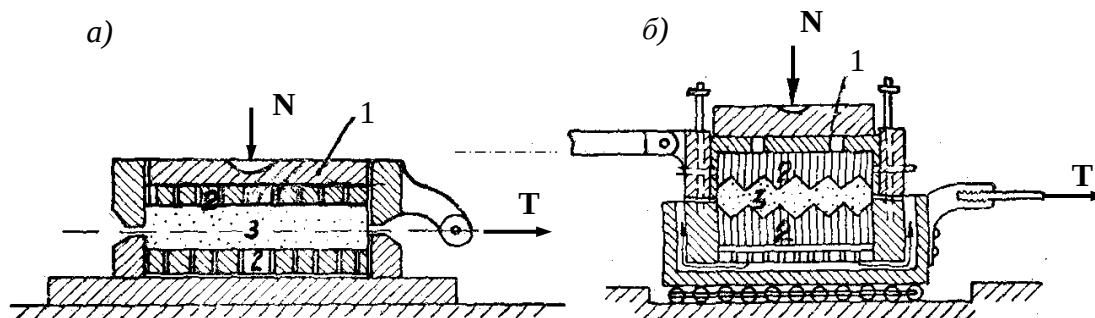
Намуналарни тайёрлашда ҳамда тажриба ўтказишда, максималь нормаль сиқувчи босим  $\sigma_{\max}$  нинг қиймати, намуна олинган чуқурликдаги табиий ва қўшимча босим қийматлари йиғиндисидан кам бўлмаслиги керак (38-расм)

$$\sigma_{\max} \geq \sigma_{zg} + \sigma_{zp}$$

Бир хил намлик ва зичликка эга бўлган намуналар тайёрлангандан кейин, грунт намунаси кесувчи ҳалқага жойлаштирилади, силжитувчи асбоб йиғилади ва тажриба қўйидаги тартибда бажарилади:

1. Грунт намунасига қирқиш текислигига нормаль сиқувчи юк  $N$  қўйилади (43-расм) ва  $\sigma$  нинг қиймати аниқланади:

$$\sigma \geq \sigma_z = \frac{N_{\max}}{A} \geq \sigma_{zg} + \sigma_{zp} \quad (18)$$



#### 43–расм. Грунтларни аниқ текислик бўйича қирқадиган мосламанинг схемаси:

а – устки ҳаракатланувчан обоймали; б – остки ҳаракатланувчан обоймали: 1 – юклатувчи штамп, 2 – устки ва остки перафцияланган штамплар; 3 – грунт намунаси (пунктир чизик билан қирқиш текислиги кўрсатилган).

2. Силжитувчи, қирқиш текислигига горизонтал юк  $T$ , асбобнинг қирқадиган қисмига қўйилади (43–расм). Бунда поғона горизонтал юкнинг қиймати  $T = 0,1N$  ёки  $\frac{T}{A} = \tau = 0,1\sigma$  га тенг қилиб олинади.

3. Асбобнинг қирқиш қисмига қўйиладиган горизонтал юк –  $T$ , поғонама–поғона ошириб борилади. Бу жараён текшириладиган намунанинг бир қисмининг иккинчисига нисбатан силжишигача олиб борилади. ГОСТ 12248–96 талаби асосида грунт намунаси устиворлигини йўқотган горизонтал юкнинг микдор чегаравий деб қаралади.

4. Тажриба давомида силжитиш қурилмасининг қирқиш қисмига қўйиладиган горизонтал юк  $T$  таъсирида намунанинг горизонталь деформацияси индикатор (11) ёрдамида ўлчанади (санок олинади) ва 29-жадвалнинг 6 устунига ёзиб борилади.

#### 29–жадвал

Ўтказилган тажрибалар натижаларини қайд этиш жадвали

| Юклаш қурилмасидаги юкнинг микдори, Н |                   | Қирқиш текислигидаги кучланишлар, кПа |                             | Индикаторлардан олинган санок $\delta$ ; мм |             | Горизонталь деформация $S$ , мм |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|-------------|---------------------------------|
| Вертикал юк $N$                       | Горизонтал юк $T$ | Нормаль $\sigma = \frac{N}{A}$        | Уринма $\tau = \frac{T}{A}$ | Вертикаль                                   | горизонталь |                                 |
| 1                                     | 2                 | 3                                     | 4                           | 5                                           | 6           | 7                               |
| 400                                   | 0                 |                                       | 0                           |                                             | 0           | 0                               |
|                                       | 40                |                                       | 10                          |                                             | 7           | 0,07                            |
|                                       | 80                |                                       | 20                          |                                             | 20          | 0,20                            |
|                                       | 120               |                                       | 30                          |                                             | 40          | 0,40                            |
|                                       | 160               | 100                                   | 40                          |                                             | 60          | 0,60                            |
|                                       | 200               |                                       | 50                          |                                             | 87          | 0,87                            |
|                                       | 240               |                                       | 60                          |                                             | 127         | 1,27                            |
|                                       | 280               |                                       | 70                          |                                             | 181         | 1,81                            |
|                                       | 320               |                                       | 80                          |                                             | 260         | 2,60                            |
|                                       | 360               |                                       | 90                          |                                             | 341         | Срез                            |
| 800                                   | 0                 |                                       | 0                           |                                             | 0           | 0                               |
|                                       | 80                |                                       | 20                          |                                             | 15          | 0,15                            |
|                                       | 160               |                                       | 40                          |                                             | 30          | 0,30                            |
|                                       | 240               |                                       | 60                          |                                             | 60          | 0,60                            |
|                                       | 320               | 200                                   | 80                          |                                             | 80          | 0,80                            |
|                                       | 400               |                                       | 100                         |                                             | 130         | 1,30                            |
|                                       | 480               |                                       | 120                         |                                             | 190         | 1,90                            |
|                                       | 560               |                                       | 140                         |                                             | 350         | Срез                            |

|      |     |     |     |  |     |      |
|------|-----|-----|-----|--|-----|------|
|      | 640 |     | 160 |  | -   | -    |
|      | 720 |     | 180 |  | -   | -    |
| 1200 | 0   |     | 0   |  | 0   | 0    |
|      | 120 |     | 30  |  | 10  | 0,10 |
|      | 240 |     | 60  |  | 32  | 0,32 |
|      | 360 |     | 90  |  | 70  | 0,70 |
|      | 480 | 300 | 120 |  | 111 | 1,11 |
|      | 600 |     | 150 |  | 180 | 1,80 |
|      | 720 |     | 180 |  | 340 | срез |
|      | 840 |     | 210 |  | -   | -    |
|      | 960 |     | 240 |  | -   | -    |

5. Тайёрланган намуналар вертикаль (нормаль) босим  $\sigma$  нинг камида 2–3 ( $\sigma_1, \sigma_2, \dots \sigma_{\max}$ ) қийматларида силжишга чекли қаршилиги текширилади. Тажриба давомида олинган барча ўлчовлар 29–жадвалга киритилади.

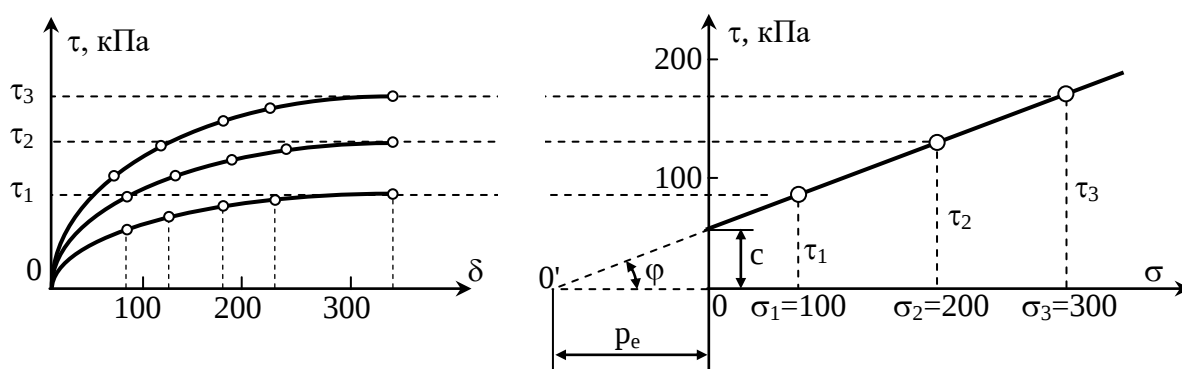
29–жадвалнинг 4, 6, 7 устунларида келтирилган ўлчовлар асосида лойли грунтлар учун силжиш диаграммаси қурилади (44–расм). Қурилган диаграмма асосида лойли грунтнинг солиштирма илашиш кучи –  $C$ , боғланиш кучи –  $P_e$  ва ички ишқаланиш бурчаги –  $\varphi$  аниқланади. (44–расм).

$$tq\varphi = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\sigma_2 - \sigma_1} - \text{радианда,}$$

$\varphi$  – градусда,

$$c = \tau_i - \sigma_i \cdot tq\varphi, \quad \text{кПа}$$

$$P_e = \frac{c}{tq\varphi} = c \cdot ctq\varphi, \quad \text{кПа}$$



**44–расм. Лойли грунтлар учун силжиш диаграммаси:** а – силжитувчи кучланиш  $\tau$  билан горизонталь силжиш  $\delta$  орасидаги боғланиш графиги; б – чекли силжитувчи кучланиш  $\tau_{i,ч}$  билан нормаль сиқувчи кучланиш  $\sigma$  орасидаги боғланиш графиги.

### Хулоса:

$\tau_{i,ч} = f(\sigma)$  графикларнинг тахлили натижасида текшириладиган грунт намунасининг ички ишқаланиш бурчаги –  $\varphi$ , солиштирма илашиш кучи –  $C$ , боғланиш кучи  $P_e$  аниқланади.

1.  $\tau_{i,ч} = \sigma_i \tan \varphi$  – қумли грунтлар учун Ш.Кулон қонуни
2.  $\tau_{i,ч} = c + \sigma_i \tan \varphi$  – лойли грунтлар учун Ш.Кулон қонуни
3.  $c = \tau_i - \sigma_i \tan \varphi$  – солиштирма илашиш кучи
4.  $\tan \varphi = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\sigma_2 - \sigma_1} = f$  – грунтнинг ишқаланиш коэффициенти
5.  $\varphi$  – грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги
6.  $P_e = \frac{c}{\tan \varphi} = c \cdot \cot \varphi$  – грунтнинг боғланиш кучи.

Бунда  $\tau_1$  ва  $\tau_2$  – нормаль кучланишлар  $\sigma_1$  ва  $\sigma_2$  таъсиридаги намунанинг қирқилиш пайтига тўғри келган силжитувчи уринма кучланишларнинг чегаравий қиймати.

### Такрорлаш учун саволлар

1. Қайси кўрсаткичлар грунтнинг мустақкамлик кўрсаткичлари бўлиб ҳисобланади ва уларнинг ўлчов бирликлари.
2. Грунтнинг мустақкамлик кўрсаткичлари унинг қандай чекли ҳолатини белгилайди?
3. Ишқаланиш, илашиш ва силжиш тушунчаларига изоҳ беринг (элементар масала).
4. Қумли грунтлар учун силжиш диаграммасини чизинг. Ш. Кулоннинг қумли грунтлар учун силжиш қонунини изоҳлаб беринг.
5. Лойли грунтлар учун силжиш диаграммасини чизинг. Ш. Кулоннинг лойли грунтлар учун силжиш қонунини изоҳлаб беринг.
6. Лойли грунтларни силжишга қаршилигини аниқлашда ишлатиладиган «ёпиқ» ва «очиқ» усулларини изоҳлаб беринг.
7. Қумли ҳамда лойли грунтларини мустақкамлиги нима ҳисобига таъминланади?
8. Нима сабабдан лойли грунтларни силжишга қаршилигини аниқлашда текшириладиган грунт намунаси бир хил зичлик ва намликка эга бўлиши керак?
9. Лойли грунтнинг силжишга қаршилигини аниқлашда максимал сиқувчи босимнинг қиймати қандай танланади? (ҳисобий схема асосида тушунтириб беринг).
10. Бир хил зичлик ва намликка эга бўлган грунт намуналари қандай ва қайси қурилмада тайёрланади? Зичланиш графигини чизиб тушунтириб беринг.
11. Қумли ҳамда лойли грунтларнинг силжишга қаршилигини қандай қурилмаларда аниқланади? Аниқ текислик бўйича қирқувчи асбобнинг асосий қисмларини расм асосида тушунтириб беринг.
12. ГПП – 30 Маслов–Луре асбобини ишга тайёрлаш ва унда тажриба ўтказиш тартибини изоҳлаб беринг.

13. Қумли ва лойли грунтларни силжишга қаршилигини аниқлашда нормал сиқувчи кучланиш ҳамда қирқувчи уринма кучланишларнинг қиймати қандай танланади?
14. Тажриба натижалари асосида қумли ва лойли грунтлар учун силжиш графикларини курунг. Курилган графиклардан грунтларнинг мустақкамлик кўрсаткичлари солиштирма илашиш кучи –  $C$  ни, ички ишқаланиш бурчаги –  $\varphi$  ни ва боғланиш кучи  $P_e$  ни аниқлаб беринг.
15. Қумли ва лойли грунтлар учун чекли мувозанатлик шартини график асосида (Мор айланаси асосида) тушунтириб беринг, мувозанатлик тенгламасини ёзинг?

## ГРУНТЛАРНИНГ СУВ ЎТКАЗУВЧАНЛИГИ. ЛАМИНАР ФИЛЬТРАЦИЯ ҚОНУНИ

### § 25. Умумий маълумотлар

Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги деганда, уларнинг ғовакликларидан сув ўтказиш қобилияти тушунилади.

Грунт ғовакликларидаги сув ҳар хил сабабларга кўра ҳаракатга келиши мумкин. Буларга: оғирлик кучи, ташқи босим, осматик босим, каппиляр (адсорбцион) ҳамда гравитацион кучлар киради.

Мухандисона геологик ва гидрогеологик изланишларда грунт таркибидаги сувнинг оғирлик кучи, ҳамда сув босимининг фарқи таъсиридаги ҳаракати амалий аҳамиятга эга.

Бундан ташқари қурилиш амалиётида сувга тўйинган грунтлар зичланганда, унинг ғовакликларининг ҳажми камаяди, яъни грунт зичланганда унинг таркибидаги сув сиқиб чиқарилади, демак зичланиш грунт ғовакликларидан сувнинг сиқиб чиқариш тезлигига боғлиқ экан.

Қурувчиларни яна бир масала, яъни грунт таркибидан сизилиб ўтган сувнинг миқдори қизиқтиради (котлованга сизилиб чиқадиган сувнинг миқдори, ер ости сувлари сатҳидаги депрессион воронканинг ўлчамлари ва ҳ.к.).

Юқорида келтирилганлар асосида хулоса қилиш мумкинки грунтнинг сув ўтказувчанлик хоссаларини ўрганиш муҳандисона геологик, гидрогеологик ҳамда қурилиш ишларида катта аҳамиятга эга.

Грунтнинг сув ўтказувчанлик кўрсаткичларидан бири унинг сизиш коэффициентидир ( $k_f$ ). Сизиш коэффициенти  $k_f$  – сувга тўйинган грунтларнинг физик кўрсаткичи бўлиб, гидравлик градиент  $i = 1,0$  тенг бўлгандаги сизиш тезлигини ифодалайди. Унинг ўлчов бирлиги см/сек; м/сутка.

Агарда юзаси  $A$ , узунлиги  $L$ –га тенг бўлган грунт намунаси орқали  $H$  босим таъсирида сув ўтказилса,  $t$  вақт ичида сизиб ўтган сувнинг миқдори –  $\theta$  гидравлик градиентга, вақтга, сизиш юзасига тўғри пропорционал экан, яъни:

$$\theta = k_{\phi} \cdot A \cdot i \cdot t \quad (1)$$

бунда  $k_{\phi}$  – сизиш коэффиценти;  $A$  – сизиш юзаси;  $t$  – сизиш вақти;  
 $i$  – гидравлик градиент.

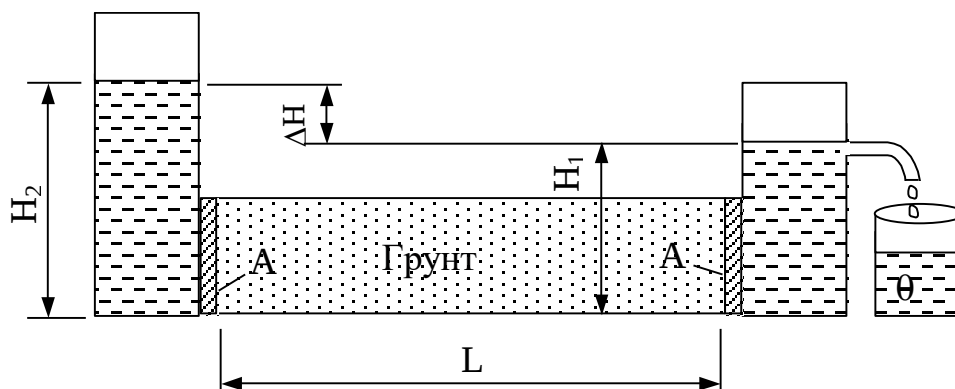
Гидравлик градиент – таъсир этувчи босимнинг сизиш масофасига нисбатини ифодалайди (45–расм).

$$i = \frac{H_2 - H_1}{L} = \frac{\Delta H}{L}, \quad (2)$$

бунда  $H_2 - H_1 = \Delta H$  – сувдаги босим,  $L$  – сизиш масофаси.

(1) тенгламанинг иккала томонини  $A \cdot t$  га бўламиз:

$$\frac{\theta}{A \cdot t} = k_{\phi} \cdot i \quad (3)$$



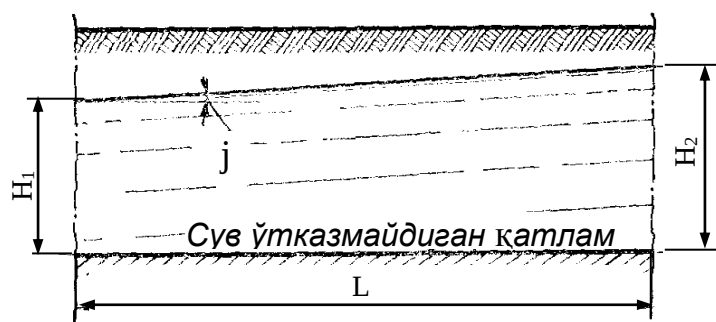
45–расм. Грунтнинг сизиш коэффиценти ( $k_{\phi}$ ) ни аниқлаш схемаси

(3) чи ифоданинг чап қисми бирлик юзадан  $t$  вақт ичида сувнинг сарфланишини яъни сизиш тезлигини ифодалайди.

$$V_{\phi} = \frac{\theta}{A \cdot t} = k_{\phi} \cdot i \quad (4)$$

**Сизиш тезлиги гидравлик градиентига ҳамда сизиш коэффиценти га тўғри пропорциональ экан. Бу қонун грунтлар механикасининг ламинар филтрланиш қонуни бўлиб, 1885 йилда француз олими Дарси томонидан кашф этилган**

Ж.Пуазейл, А. Дарси, Н.Н.Павловскийлар томонидан грунтларда сувнинг ҳаракатини ўрганиш бўйича ўтказилган тажрибалар натижалари шуни кўрсатдики, грунтларда сувнинг ҳаракати аксарият ҳолларда ламинар ҳаракат бўлар экан. Ламинар ҳаракатнинг тезлиги гидравлик градиент ( $i$ ) нинг катталигига ёки ер ости сувлари сатҳининг қиялиги –  $tgj$  га боғлиқ. (46–расм).



**46–расм.**  
Грунтларда сув-  
нинг сизиш схе-  
маси

$$\frac{H_2 - H_1}{L} = \operatorname{tg} j \quad (5)$$

Кўп ҳолларда лойиҳалаш ишларида, қурилиш практикасида грунтнинг сизиш коэффиценти  $k_{\phi}$  кенг қўламда ишлатилади ва катта амалий аҳамиятга эга. Сизиш коэффиценти  $k_{\phi}$  грунтнинг донадорлик таркибига, зичлигига, сувнинг ҳароратига, таъсир этадиган ташқи босимнинг миқдорига ва бошқа омилларга боғлиқ.

Сизиш коэффиценти ( $k_{\phi}$ ) ер ости сувларининг захирасини ҳисоблашда котлованга сизилаётган сувнинг миқдорини аниқлашда, шу сувларни чиқариш учун дренаж мосламаларини ва фильтларни ҳисоблашда, пойдевор чўкишини вақт бўйича ҳисоблашда, (чўкиш давомийлигини аниқлашда) грунтдан барпо этилган иншоотлардан (дамбалардан) сизилаётган сувнинг миқдорини аниқлашда ишлатилади.

## § 26. Қумли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги

Қумли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги Дарси қонунига аниқ риоя қилади. Қумли грунтлар учун фильтрация тезлиги ( $V_{\phi}$ ) билан гидравлик градиент  $i$  орасидаги боғланиш графиги 47–расмда келтирилган. Қумли грунтларнинг сизиш коэффиценти унинг гранулометриқ таркибига (донадорлигига), ғоваклигига ва сувнинг температурасига боғлиқ.

Қумли грунтнинг қаттиқ заррачалари қанча кичик зич жойлашган бўлса ва сувнинг температураси паст бўлса сизиш коэффиценти кичик бўлади. Қумли грунт учун сизиш коэффицентининг қийматига унинг таркибини ташкил этган заррачаларининг ўлчами катта таъсир кўрсатади. Буни 30-жадвалдан кўриш мумкин.

**30–жадвал**

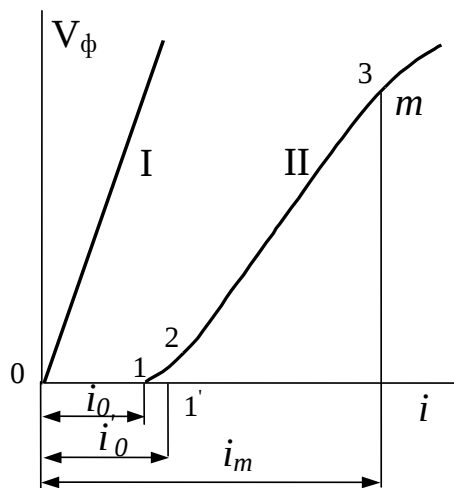
Қумли грунт сизиш коэффицентининг уни таркибини ташкил этувчи заррачалар ўлчамига боғлиқлик жадвали.

| Т.р | Қумнинг таркиби, мм         | Сизиш коэффицентининг қиймати $k_{\phi}$ см/сек. |
|-----|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| 1.  | 10–0,5 – катта заррачали    | 0,40                                             |
| 2.  | 0,5–0,25 – ўртача заррачали | 0,10                                             |
| 3.  | 0,25–0,05 – кичик заррачали | $40 \cdot 10^{-4}$                               |

## § 27. Лойли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги

Лойли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги классик ламинар фильтрация қонуни – Дарси қонунидан фарқ қилади. Сўнги йилларда С.А.Роза (1951) ва Э.М. Добров (1966) ўтказган изланишлари ва тажрибалари шуни асослаб берадики лойли грунтлар учун (4) ифоданинг график шаклидаги кўриниши кумли грунтлардан фарқ қилар экан (47–расм I ва II). II графикдан кўринадики гидравлик градиентнинг маълум бир  $i_0$  қийматигача лойли грунтдан сув ўтмайди, яъни  $V_{\phi}=0$  бўлсин. Лойли грунтларда сизиш бошланиш пайтидаги градиент, бошланғич гидравлик градиент дейилади.

Демак лойли грунтларда сув ҳаракати маълум бошланғич градиент ( $i_0$ ) ни енгиб ўтгандан сўнг бошланар экан. Бунини аниқ тасаввур қилиш учун 47–расмда келтирилган лойли грунтлар учун фильтрация тезлиги ( $V_f$ ) билан гидравлик градиент орасидаги боғланиш графигини таҳлил қиламиз. (47–расм, II).



**47–расм.** Лойли грунтлар учун  
филтрация тезлиги ( $V_\phi$ ) билан  
гидравлик градиент ( $i$ ) орасидаги  
боғланиш графиги  $V_\phi = k_\phi f(i)$   
I – қумли грунт учун;  
II – лойли грунт учун.

Бу график уч қисмдан иборат: биринчи қисм 0–1 ораликда  $i < i_0$ , сизиш тезлиги  $V_{\Phi}=0$  га тенг; иккинчи қисм 1–2 ораликда  $i > i_0$  – эгри чизиқли, учинчи қисм 2–3 ораликда тўғри чизиқли, барқарор сизиш. Бу қисмда сизиш тезлиги таъсир этаётган гидравлик градиентга пропорциональдир. Учинчи қисм 2–3 учун сизиш тезлигини аниқлаш ифодасини ёзамиз.

$$V_{\phi} = k_{\phi}(\mathbf{i} - \mathbf{i}_0) \quad (5)$$

5 – ифода лойли грунтлар учун Дарси қонуни бўлиб ҳисобланади.

Хулоса қилиб шунини айтиш жойизки бир хил шароитда лойли грунт қанча зич бўлса, унинг бошланғич гидравлик градиенти шунча катта бўлади, сизиш коэффициенти эса кичик бўлади. Лойли грунтларнинг сизиш коэффициенти кумли грунтларнинг сизиш коэффициентидаан миллион маротаба кичик ва жуда кенг ораликда ўзгаради:

Қумоқ грунт (супеслар) учун

$$k_{\phi} = r \cdot 10^{-3} \div 10^{-6} \text{ cm/cyt.}$$

Кумлоқ грунт (суглиноклар) учун  $k_{\phi} = r \cdot 10^{-5} \div 10^{-8}$  см/сут.

Соф лой (глина) учун  $k_{\phi} = r \cdot 10^{-7} \div 10^{-10}$  см/сут.

Бунда  $r$  ихтиёрий 1 – 9 гача бўлган сон. Лойли грунтлардан ташкил топган грунт қатламларида сизиш коэффициентининг қиймати бўйлама ва кўндаланг йўналишлар бўйича ҳар хил бўлади, яъни сизиш бўйича ҳар хил жинсли (анизотропик) бўлади, бунда сизиш коэффициентининг қиймати иккала йўналиш бўйича бир–биридан ўн ва ундан ортиқ мартаба фарқ қилади.

Мисол учун лессимон грунтларнинг кўндаланг йўналиши бўйича сизиш коэффициентининг қиймати бўйлама йўналиши бўйича қийматидан катта, тасмали соф лойларда эса бунинг тескариси.

Грунтнинг сизиш коэффициентини аниқлаш бўйича кўп усуллар мавжуд. Уларни қуйидаги уч гуруҳга киритиш мумкин:

1. Дала шароитида тажриба йўли билан сизиш коэффициентини аниқлаш. Сув қуйиш ёки сувни тортиб олиш (сўриш – откачка) усуллари;
2. Лаборатория шароитида махсус қурилмалар ёрдамида  $k_{\phi}$  – ни аниқлаш;
3. Грунт таркибини механик таҳлил қилиш натижалари ва ғоваклиги орқали ҳисоб йўли билан аниқлаш.

Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги бўйича умумий маълумотни дала шароитида ўтказилган тажрибалардан олиш мумкин. Лаборатория шароитида аниқланган фильтрация коэффициент ( $k_{\phi}$ ) текшириладиган қатламнинг айрим нуқталаридаги сув ўтказувчанликни белгилайди. Табиий ҳолатдаги структураси бузилмаган грунтлар билан ўтказилган тажрибалар натижаларидан, табиий ҳолатга яқин сизиш кўрсаткичлари олинади. Структураси бузилган, боғланган грунтлар билан ўтказилган тажрибалар натижалари бўйича олинган сизиш коэффициентининг қиймати, табиий ҳолатдаги сув ўтказувчанликдан анча йироқ бўлади. Қумли грунтларнинг сизиш коэффициентини Газен, Слихер, Крюгер, Цункер, Замарин, Козен ва К.Терцагиларнинг эмпирик формуларларидан ҳисоблаб аниқлаш мумкин. Бунинг учун қумли грунтнинг механик таркиби ҳамда ғоваклиги аниқ бўлиши керак.

Лаборатория шароитида сизиш коэффициентини аниқлаш учун қўлланиладиган қурилмаларнинг тури ва тажриба ўтказиш услуби бўйича икки гуруҳга бўлинади: биринчи гуруҳ бўйича сизиш коэффициенти аниқланганда, грунтга таъсир этадиган ташқи босимнинг таъсири ҳисобга олинмайди. Бунга боғланмаган қумли грунтларнинг сизиш коэффициентини КФ–ООМ асбобида, Тима қурилмасида, Каменский трубкasiда, СПЕЦГЕО трубкasiда аниқлаш қиради.

Иккинчи гуруҳ бўйича сизиш коэффициенти аниқланганда, грунтга таъсир этадиган ташқи босимнинг таъсири ҳисобга олинади. Бўкадиган грунтлар учун эса тажрибалар доимий ғовакликда олиб борилади. Бу гуруҳга сизиш коэффициентини ПВ, Тима–Каменский, Коломенский, Гуменский қурилмаларида аниқлаш қиради.

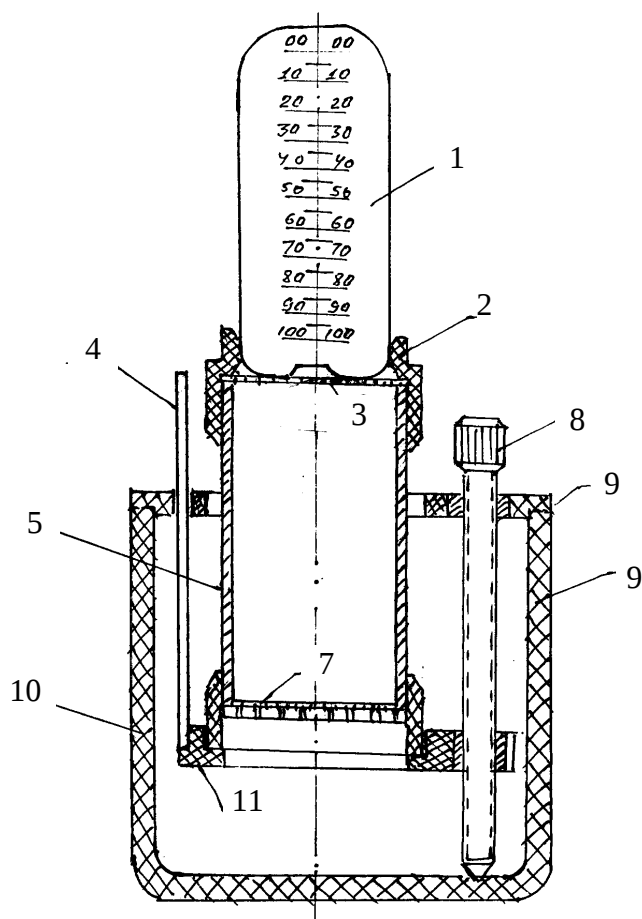
## § 28. Қумли грунтларнинг сизиш коэффицентини КФ–ООМ асбобида аниқлаш

*Тажриба ўтказиш учун керакли асбоб, ускуна ва ашёлар:* КФ–ООМ асбоби, қумли грунт намунаси, термометр, бюкслар, тарози тошлари билан, резинадан ясалган болғача.

Тажриба ўтказишдан олдин текширилиётган қумли грунтнинг қуйидаги физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичлари аниқланиб ёзиб олинади.

- Грунт намунасининг (қумнинг) гранулометрик таркиби;
- Қумнинг ҳажмий оғирлиги –  $\gamma$ , солиштирма оғирлиги –  $\gamma_s$  ҳамда табиий намлиги –  $W$ .
- Қумнинг бошланғич ғоваклик коэффиценти –  $e_0$ ;

Қумли грунтларнинг сизиш коэффицентини аниқлаш асбоби КФ–ООМ нинг схемаси 48–расмда келтирилган.



**48–расм. Қумли грунтларнинг сизиш коэффицентини аниқлаш асбоби КФ–ООМ нинг схемаси:** 1 – шишадан ясалган ўлчовли Мариотт баллони (ГП–32–06); 2 – грунт намунаси олинган (солинган) металдин ясалган цилиндр устига киргизилган қалпоқ (муфта); 3 – латундан ясалган тўр; 4 – босим градиентини ўлчаш учун махсус ўлчовли планка; 5 – қум солиш учун юзаси  $A=25 \text{ см}^2$  бўлган металлдан ясалган цилиндр; 6 – металлдан ясалган цилиндрнинг остки қапқоғи, ичига латун тўр ўрнатилган; 7 – латундан ясалган тўр; 8 – махсус винт – грунт намунаси, керакли босим градиентини ўрнатиш учун хизмат қилади; 9 – телескопик мосламанинг устки қапқоғи; 10 – телескопик мосламанинг корпуси; 11 – грунт намунасини қўйиш учун мослама.

### *Ишни бажариш тартиби*

1. КФ–ООМ асбобининг телескопик мосламаси (9) дан сизиш трубкаси олиниб, ундан пластмассада ясалган муфта (2) латунли тўр (3) ҳамда шишадан ясалган ўлчовли Мариот балонча (1) ажратиб олинади. (48–расм).

2. Структураси бузилган қумли грунтлар билан тажриба ўтказилганда, бу грунтларнинг сизиш коэффиценти ( $k_f$ ) ни икки мартаба аниқланади; қумнинг максимал бўш ҳамда максимал зич ҳолатида. Биринчи ҳол учун металлдан

ясалган цилиндр –5 керакли баландликкача қум билан тўлдирилади. Иккинчи ҳол учун эса металлдан ясалган цилиндрга  $1\div 2$  см қалинликда қум солинади, енгил уриш йўли билан зичланади. Бу жараён цилиндрни керакли баландликкача қум билан тўлгунга қадар қайтарилади, ҳар бир ҳол учун грунтнинг зичлиги (ҳажмий оғирлиги) аниқланади.

Майда заррачали қумлар билан тажриба ўтказилганда, цилиндр остига заррачаларининг ўлчами  $0,5\div 0,25$  мм қумдан  $2\div 3$  мм қалинликда буфер қатлам қилинади.

Агарда структураси бузилмаган грунтларнинг сизиш коэффициентини аниқлаш талаб этилса, унда цилиндр (5) дан остки муфта (6) ҳамда латунли сетка (7) ечиб олинади. Металлдан ясалган цилиндрни вертикал ҳолатда табиий ҳолатдаги грунтга босиб киргизилади.

3. Металлдан ясалган цилиндр (5) қумга тўлдирилгандан сўнг, латунли тўр (7) қўйилиб остки (6) қапоғи (муфтаси) киритилади. Телескопик мосламанинг корпуси (10) сув билан тўлдирилади, винт (8) ёрдамида грунт намунаси қўйиладиган мослама (11) энг юқори ҳолатга яъни планка (4) чи напор градиенти  $i=1$  белгиси билан, телескопик мосламанинг устки қапқоғи (9) нинг юқори қиррасига тўғриланади.

4. Грунт намунаси қўйиладиган мослама (11) устига сизиш трубкаси (металл цилиндр, грунт намунаси, остки латунли тўр қапоқлари билан биргаликда) ўрнатилади. Винт (8) ёрдамида грунт намунаси қўйилган мослама устидаги сизиш трубкасини гидравлик градиент  $i = 0,8$  тенг бўлгунга қадар сувга туширилади. Грунт намунасининг устки юзасида намлик пайдо бўлгунга қадар кутилади. Цилиндрдаги грунт намунасининг устки юзасидаги грунт рангининг ўзгариши унинг намланганлигидан далолат беради.

5. Грунт намунасининг устки юзасида намлик пайдо бўлгандан сўнг цилиндрнинг устки юзасига латунли тўр–3 қўйилиб, унинг устки қапқоғи– 2 (муфта) ўрнатилади. Винт (8) ёрдамида сизиш трубкасини тўлиқ сувга туширилади.

6. Ўлчовли Мариотт балони (ГГП–32–06) сув билан тўлдирилади, унинг тешигини кўрсатгич бармоқ билан ёпиб, сизиш трубкасининг муфтаси (2) га ўрнатилади. Ўрнатиш пайтида ўлчов балонининг остки қисми латун сетка (3) тегиши керак. Мариотт балончасида ҳаво пуфакчаларининг пайдо бўлиши, сувнинг сизиши бошланганини билдиради. Бу билан бир хил гидравлик градиент сақланиб туришга эришилади. Агар ўлчовли балончадаги ҳаво пуфакчалари катталашса, ўлчов балончасининг остки қисми грунтнинг устки юзасидан узоқлашганини билдиради, уни 1–2 мм тушириш керак ва бу билан бир текисда кичик ҳаво пуфакчалари кўтарилиши таъминланади.

7. Планка (4) ва винт (8) ёрдамида керакли босим градиенти ўрнатилади. Тажрибани босим градиенти  $i = 0,6; 0,8; 1,0$  тенг бўлган қийматларда ўтказилади. Маълум  $t$  вақт ичида сизилган сувнинг миқдори ўлчанади. Сизиш коэффициентининг ўртача қийматини аниқ ҳисоблаш учун ҳар бир босим градиентда камида 3 маротаба сувнинг сарфи ( $\theta$ ) аниқланиши керак.

8. Тажриба давомида олинган барча саноклар ва ҳисоб натижалари 31–жадвалга киритилади

## Тажрибадан олинган натижаларни қайд этиш жадвали.

| Белгилаш                             | Индекслар    | 1    | 2    | 3    | Эслатма                                        |
|--------------------------------------|--------------|------|------|------|------------------------------------------------|
| Босим градиенти                      | $i_1=0,6$    | 0,6  | 0,6  | 0,6  | Сувнинг температураси<br>$t^0C=19^0$           |
|                                      | $i_2=0,8$    | 0,8  | 0,8  | 0,8  |                                                |
|                                      | $i_3=1,0$    | 1,0  | 1,0  | 1,0  |                                                |
| Сув сарфи, мл                        | $\theta_1$   | 10   | 10   | 10   | Намунанинг юзаси<br>$A=25\text{ см}^2$         |
|                                      | $\theta_2$   | 10   | 10   | 10   |                                                |
|                                      | $\theta_3$   | 10   | 10   | 10   |                                                |
| Сизиш вақти $t$ , сек                | $t_1$        | 80   | 76   | 77   | Грунтнинг зичлиги<br>$\rho=1,68\text{ г/см}^3$ |
|                                      | $t_2$        | 59   | 58   | 57   |                                                |
|                                      | $t_3$        | 47   | 44   | 44   |                                                |
| Сизиш коэффи-циенти $k_\phi$ , м/сут | $k_{\phi 1}$ | 5,8  | 6,11 | 6,03 | Грунтнинг табиий намлиги $W=0,22$              |
|                                      | $k_{\phi 2}$ | 5,9  | 6,01 | 6,11 |                                                |
|                                      | $k_{\phi 3}$ | 5,92 | 6,33 | 6,33 |                                                |

**§ 29. Тажрибадан олинган натижалар асосида қумли грунтнинг сизиш коэффициенти –  $K_{\phi 10}$  ни аниқлаш**

1. 31–жадвалда келтирилган, тажрибадан олинган саноклар асосида қўйидаги формула орқали сизиш коэффицентининг қиймати аниқланади ва ҳисоб натижалари 31-жадвалга киритилади.

$$k_{\phi 10} = \frac{\theta \cdot 864}{t \cdot A \cdot i \cdot r} \text{ м/сут.} \quad (7)$$

Бунда  $k_{\phi 10} - t^0=10^0\text{C}$  бўлгандаги сизиш коэффициенти;

$\theta$  – сувнинг сарфи, мл;

$A$  – цилиндр кундаланг кесимининг юзаси,  $\text{см}^2$ ;

$t$  – сизиш вақти, сек.;

$i$  – босим градиенти (гидравлик градиент)

$r$  – сувнинг температурасига тузатиш  $r = (0,7 \pm 0,003t^0)$ ;

$t^0$  – сизиладиган сувнинг температураси

864 – см/секунддан м/суткага ўтказиш коэффициенти

2. (7) формула орқали сизиш коэффицентининг қийматини ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида, (7) формуладаги цилиндрдан сизган сувнинг доимий сарфи учун 2–жадвалдан фойдаланиш мумкин, яъни  $\theta=10$  мл;  $A=25\text{ см}^2$ ; кийматларда  $t=10\div 30^0\text{C}$ , оралиқда  $i=0,6; 0,8; 1,0$  бўлганда ( $k_{\phi 1}$ ) нинг қиймати 2 жадвалда келтирилган.

32–жадвал ёрдамида грунтнинг сизиш коэффициенти –  $k_{\phi 10}$  нинг қиймати қуйидаги тартибда аниқланади:

1) ўлчов балони ГГП–32–06 га қуйиладиган сувнинг температураси –  $t^0$  ўлчанади;

2) грунт намунасидан 10 мл сувнинг сизилиш вақти секундометр орқали аниқланади;

3) 2-жадвалдан тажриба ўтказилган босим градиенти –  $i$  ҳамда сувнинг температураси –  $t^0$  га тўғри келадиган  $k_1$  қиймат олинади;

4) 2 – жадвалдан олинган  $K_1$  нинг қийматни сизилиш вақти  $t$  – га бўлиб текшириладиган грунтнинг сизиш коэффиценти  $K_{\phi 10}$  аниқланади.

$$k_{\phi 10} = \frac{k_1}{t}, \quad \text{м/сут} \quad (8)$$

**1–мисол.**

Сувнинг температураси  $t = 17^0\text{C}$ ; босим градиенти  $i = 0,8$ ; 10 мл сувнинг сизиш вақти  $t=140$  сек бўлганда  $k_{\phi 10}$  аниқлансин?

**Ечиш:**

- 1) 2 жадвалдан  $t=17^0\text{C}$ ,  $i = 0,8$  бўлганда  $k_1=359,8$  тенглиги аниқланади.
- 2) Формула орқали  $k_{\phi}$  нинг қиймати ҳисобланади

$$k_{\phi 10} = \frac{k_1}{t} = \frac{359,8}{140} = 2,57 \quad \text{м/сут}$$

**2–мисол.**

Сувнинг температураси  $t = 23^0\text{C}$ ; босим градиенти  $i = 0,6$ ; 10 мл сувнинг сизиш вақти  $t = 410$  сек бўлганда  $k_{\phi 10}$  аниқлансин?

- 1) 2 жадвалдан  $t = 23^0\text{C}$ ,  $i = 0,6$  бўлганда  $k_1=414,3$  тенг бўлади.
- 2) формула орқали  $k_{\phi 10}$  нинг қиймати ҳисобланади

$$k_{\phi 10} = \frac{k_1}{t} = \frac{414,3}{420} = 1,01 \quad \text{м/сут}$$

**32–жадвал.**

Сизиш коэффиценти  $K_1 = \frac{\theta \cdot 864}{A \cdot i \cdot r}$  нинг ҳисобий қийматларини аниқлаш

жадвали. Цилиндр юзаси  $A=25 \text{ см}^2$ ;  $\theta = 10 \text{ мл}$

| Т/р | $t^0\text{C}$ | $k_1$   |         |         |
|-----|---------------|---------|---------|---------|
|     |               | $I=0,6$ | $I=0,8$ | $I=1,0$ |
| 1   | 10            | 576.0   | 432.0   | 345.6   |
| 2   | 11            | 559.0   | 419.3   | 335.5   |
| 3   | 12            | 543.3   | 407.5   | 325.6   |
| 4   | 13            | 528.4   | 396.3   | 317.0   |
| 5   | 14            | 514.3   | 384.8   | 308.4   |
| 6   | 15            | 500.9   | 375.6   | 300.4   |
| 7   | 16            | 488.1   | 366.1   | 292.9   |
| 8   | 17            | 476.0   | 359.8   | 285.6   |
| 9   | 18            | 464.5   | 348.3   | 278.6   |
| 10  | 19            | 453.4   | 340.1   | 272.1   |
| 11  | 20            | 443.0   | 332.3   | 265.8   |
| 12  | 21            | 433.1   | 324.8   | 259.8   |
| 13  | 22            | 423.5   | 317.6   | 254.1   |

|    |    |       |       |       |
|----|----|-------|-------|-------|
| 14 | 23 | 414.3 | 310.0 | 248.6 |
| 15 | 24 | 403.0 | 304.2 | 243.4 |
| 16 | 25 | 397.2 | 297.9 | 238.3 |
| 17 | 26 | 389.2 | 291.8 | 233.5 |
| 18 | 27 | 381.4 | 286.0 | 229.8 |
| 19 | 28 | 374.0 | 280.5 | 224.3 |
| 20 | 29 | 366.8 | 275.1 | 220.1 |
| 21 | 30 | 360.0 | 270.0 | 215.9 |

### Такрорлаш учун саволлар

1. Грунтнинг сув ўтказувчанлиги деганда унинг қандай хоссаси тушунилади?
2. Грунт таркибидаги сувнинг ҳаракатланиш сабабларини изоҳлаб беринг.
3. Грунтнинг сув ўтказувчанлик кўрсаткичларини изоҳлаб беринг.
4. Гидравлик градиент нима? Уни грунтларда сувнинг сизиш схемаси орқали изоҳлаб беринг.
5. Сизиш тезлиги нима?
6. Грунтлар учун ламинар филтрация қонуни – қачон ва ким томонидан кашф этилган?
7. Грунтларда сувнинг ҳаракати қандай қонунга бўйсунди ва унинг тезлиги нималарга боғлиқ?
8. Сизиш коэффицентининг катталиги нималарга боғлиқ ва унинг практик аҳамиятини изоҳлаб беринг.
9. Қумли грунтларнинг сув ўтказувчанлигини  $v_f = f(i)$  графигидан изоҳлаб беринг.
10. Лойли грунтларнинг сув ўтказувчанлигини  $v_f = f(i)$  графигидан изоҳлаб беринг.
11. Лойли грунтларда бошланғич гидравлик градиент –  $i_0$  нима?  $v_f = f(i)$  графигини қуриб тушунтириб беринг.
12. Грунтларнинг сизиш коэффицентини аниқлаш усулларини изоҳлаб беринг.
13. Қумли грунтларнинг сизиш коэффицентини КФ – ООМ асбобида аниқлаш учун керакли асбоб ускуна, ашёларни ҳамда текширилаётган

қумли грунтнинг қайси кўрсаткичлари аниқланган бўлиши кераклигини изоҳлаб беринг.

14. Қумли грунтнинг сизиш коэффициентини  $K_F$  – ООМ асбобида аниқлаш учун тажриба ўтказиш тартибини изоҳлаб беринг.

15.  $K_F$ –ООМ қурилмасида ўтказилган тажриба натижалари асосида қумли грунтнинг филтрация коэффициенти –  $K_{F10}$  ни аниқлаш формуласини ёзинг ва уни изоҳлаб беринг.

### § 30. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Н.А.Цитович «Механика грунтов» 1963 г. 636 стр. 1983 г 288стр.
2. Далматов Б.И. «Механика грунтов, основания и фундаменты, – Ленинград , Стойиздат, 1988 – 416 стр.
3. Е.Г.Чаповский «Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов» Москва 1975 г. 303 стр.
4. М.В.Малышев Общие свойства, напряженно – деформированное состояние, прочность и предельное равновесие «Методическое указания по курсу «Механики грунтов» (вопросы и ответы) Москва 1985 г. 60 стр.
5. Швецов Г.И «Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты» – М., Высшая школа 1987 г. 296 стр.
6. Х. З. Расулов «Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар» Тошкент. Ўқитувчи. 1993 йил 240 бет.
7. З.С.Бузруков «Грунтлар механикаси» маърузалар матни. Наманган 2001 йил. 109 бет.
8. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений. Москва. 1977г. 376 стр.
9. КМК 2.02.01– 98 «Бино ва иншоотлар заминлари» –Ўзб.Рес. Дав. Архитектқурилиш қўмитаси. Тошкент, 1999 йил. –144 бет.
10. СНИП 1.02.07 – 87 . «Инженерные изыскания для строительства» М., Стройиздат, 1987 г
11. ГОСТ 23161–78 Метод лабораторного определения характеристик просадочности. Москва 1978 г. 8 стр.
12. ГОСТ 12536–79 Методы лабораторного гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. Москва 1980 г. 28 стр.
13. ГОСТ 5180–84. Методы лабораторного определения физических характеристик. Москва 1986 г. 24 стр.
14. ГОСТ 25584–90. методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. Москва 1990 г. 20стр.
15. ГОСТ 12248–96. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Москва 1996 г. 72 стр.
16. ЎзРСТ 25100–95–Грунтлар, таснифнома. Ўзб. Рес.Давархитектқурилиш қўмитаси, Тошкент, 1996 й.
- 17.«Прибор для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов» КФ–ООМ. Технический паспорт и инструкция по эксплуатации. 1976 г. 9 стр.
- 18.С.Сайфиддинов. Хидоятлов З «Грунтлар механикаси» фанидан услубий қўлланма. ТАҚИ, 2004 йил. 32 бет.

## Мундарижа

|                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СЎЗ БОШИ.....                                                                                                                                               | 4  |
| ГРУНТНИНГ ФИЗИК ХОССАЛАРИ ВА КЛАССИФИКАЦИОН<br>КЎРСАТКИЧЛАРИ .....                                                                                          | 5  |
| § 1. Грунт зичлиги.....                                                                                                                                     | 5  |
| § 1.1. Грунтнинг зичлигини қиркувчи ҳалқа усули билан аниқлаш.....                                                                                          | 6  |
| § 1.2. Грунт зичлигини парафинлаш усули билан аниқлаш.....                                                                                                  | 8  |
| §2. Грунт заррачаларининг зичлиги .....                                                                                                                     | 10 |
| § 2.1. Таркибида сувда эрийдиган тузлари бўлмаган грунт<br>заррачаларининг зичлигини аниқлаш .....                                                          | 10 |
| § 2.2. Таркибида сувда эрийдиган тузлари бўлган грунт заррачаларининг<br>зичлигини аниқлаш .....                                                            | 13 |
| §3. Грунтнинг намлиги .....                                                                                                                                 | 15 |
| § 3.1. Грунтнинг табиий намлигини аниқлаш.....                                                                                                              | 15 |
| § 3.2. Грунтнинг гигроскопик намлигини<br>аниқлаш.....                                                                                                      | 15 |
| §4. Лойли грунтларнинг оқувчанлик – $W_L$ ва пластиклик – $W_p$ чегарасидаги<br>намликлари. Пластиклик сони – $J_p$ , консистенция кўрсаткичи – $j_L$ ..... | 17 |
| § 4.1 Лойли грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини аниқлаш .....                                                                                       | 20 |
| § 4.2 Лойли грунтнинг пластиклик чегарасидаги намлигини аниқлаш .....                                                                                       | 22 |
| § 4.3. Лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини Аттерберг<br>усули ёрдамида аниқлаш .....                                                       | 23 |
| § 4.4. Лойли грунтларнинг оқувчанлик чегарасидаги намлигини Казагранде<br>асбоби ёрдамида аниқлаш.....                                                      | 25 |
| § 4.5. Лойли грунтларнинг ҳолат кўрсаткичини статик зондлаш усули<br>билан аниқлаш .....                                                                    | 28 |
| § 5. Грунтларнинг гранулометрик таркибини аниқлаш .....                                                                                                     | 29 |
| § 5.1. Қумли грунтнинг гранулометрик таркибини элақлар тўплами<br>ёрдамида аниқлаш .....                                                                    | 31 |
| § 5.2. Грунт таркибидаги ҳар хил катталиқдаги заррачаларнинг фоиз<br>ҳисобидаги миқдори асосида унинг бир ёки кўп жинслилигини аниқлаш...                   | 33 |
| § 5.3. Грунт таркибидаги қаттиқ заррачаларнинг миқдорини сувда ювиш<br>усули билан ажратиш (лойли қумларни таҳлил қилиш) .....                              | 36 |
| § 6. Грунтнинг гранулометрик таркибини дала шароитида аниқлаш.....                                                                                          | 38 |
| § 6.1. Грунт таркибидаги 0,005 мм дан кичик лойли (гилли) заррачалар<br>миқдорини Рутковский усули билан аниқлаш.....                                       | 39 |
| § 6.2. Грунт таркибидаги 1–0,05 мм қумли заррачалар миқдорини<br>Рутковский усули билан аниқлаш .....                                                       | 41 |
| § 7. Грунт гранулометрик таркибини график шакллар асосида аниқлаш .....                                                                                     | 43 |
| § 7.1. Грунт гранулометрик таркибининг циклограммаси.....                                                                                                   | 43 |
| § 7.2. Грунт гранулометрик таркибининг эгри чизиғи.....                                                                                                     | 44 |

|                                                                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| § 7.3. Грунт гранулометриқ таркибининг учбурчак диаграммаси (Фере учбурчаги).....                                                                                                                | 44        |
| § 8. Грунтнинг ҳисоб йўли билан аниқланадиган физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичлари .....                                                                                              | 45        |
| § 8.1. Грунтнинг қуруқ ҳолдаги зичлиги – $\rho_d$ .....                                                                                                                                          | 46        |
| § 8.2. Грунт ғоваклиги – $\Pi$ .....                                                                                                                                                             | 46        |
| § 8.3. Грунтнинг ғоваклик коэффиценти – $e$ .....                                                                                                                                                | 46        |
| § 8.4. Грунтнинг намлик даражаси – $S_r$ .....                                                                                                                                                   | 47        |
| § 8.5. Сувнинг муаллақ тутиб туриш таъсирини ҳисобга олган ҳолдаги грунтнинг солиштирма оғирлиги – $\gamma_{sb}$ .....                                                                           | 48        |
| § 8.6. Қумли грунтлар жойлашишининг нисбий зичлиги ёки зичлик индекси – $J_D$ .....                                                                                                              | 49        |
| § 9. Қумли грунтнинг зичлигини статик ва динамик зондлаш усули билан аниқлаш .....                                                                                                               | 51        |
| § 9.1. Статик зондлаш усули .....                                                                                                                                                                | 51        |
| § 9.2. Динамик зондлаш усули.....                                                                                                                                                                | 51        |
| § 10. Қумли ва лойли грунтларнинг физик хоссалари ва классификацион кўрсаткичлари асосида уларнинг ҳисобий қаршилиги – $R_0$ нинг меъёрий қийматини ҚМҚ 2.02.01–98 жадвали асосида аниқлаш ..... | 53        |
| <b>ГРУНТЛАРНИНГ СИҚИЛИШИ .....</b>                                                                                                                                                               | <b>58</b> |
| § 11. Умумий маълумотлар .....                                                                                                                                                                   | 58        |
| § 12. Зичланиш қонуни .....                                                                                                                                                                      | 65        |
| § 13. Компрессион боғланишнинг умумий кўриниши. Грунтнинг деформация модули – $E_0$ ни, ёнга босим коэффиценти – $\xi$ ни аниқлаш.....                                                           | 66        |
| § 14. Грунтнинг ёнга босим коэффиценти – $\xi$ .....                                                                                                                                             | 68        |
| § 15. Копрессион қурилма – одометрда грунтнинг деформацион кўрсаткичларини аниқлаш .....                                                                                                         | 68        |
| <b>СТРУКТУРАСИ ТУРҒУН БЎЛМАГАН ЎТА ЧЎКУВЧАН ГРУНТЛАРНИНГ ФИЗИК, МЕХАНИК ВА МАХСУС ХОССАЛАРИ.....</b>                                                                                             | <b>74</b> |
| § 16. Структураси турғун бўлмаган грунтлар ҳақида умумий маълумот.....                                                                                                                           | 74        |
| § 17. Лессимон ўта чўкувчан грунтлар. Уларнинг асосий хоссалари ва кўрсаткичлари .....                                                                                                           | 75        |
| § 18. Лессимон грунтларнинг физик, механик ва махсус хоссалари .....                                                                                                                             | 77        |
| § 18.1. Нисбий ўта чўкувчанлик .....                                                                                                                                                             | 78        |
| § 18.2. Бошланғич ўта чўкиш босими .....                                                                                                                                                         | 80        |
| § 18.3. Бошланғич ўта чўкиш намлиги.....                                                                                                                                                         | 80        |
| § 19. Лёссимон ўта чўкувчан грунтларнинг нисбий ўта чўкувчанлигини, бошланғич ўта чўкиш босимини компрессион асбоб – одометрда ГОСТ 23161 – 78 талаблари асосида аниқлаш .....                   | 83        |
| <b>ГРУНТЛАРНИНГ СИЛЖИШГА ҚАРШИЛИГИ .....</b>                                                                                                                                                     | <b>88</b> |
| § 20. Умумий маълумотлар .....                                                                                                                                                                   | 88        |
| § 21. Қумли грунтлар учун Ш. Кулон қонуни.....                                                                                                                                                   | 89        |
| § 22. Лойли грунтлар учун Ш. Кулон қонуни .....                                                                                                                                                  | 90        |
| § 23. Қумли ва лойли грунтлар учун мустаҳкамлик шарти.....                                                                                                                                       | 94        |

|                                                                                                                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| § 24. Қумли ва лойли грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари:<br>солиштира илашиш кучи ( $C$ ), ички ишқаланиш бурчаги ( $\varphi$ ) ва боғланиш<br>кучи ( $P_e$ ) ларни тажриба йўли билан аниқлаш ..... | 95         |
| <b>ГРУНТЛАРНИНГ СУВ ЎТКАЗУВЧАНЛИГИ. ЛАМИНАР ФИЛЬТРАЦИЯ</b>                                                                                                                                                |            |
| <b>ҚОНУНИ .....</b>                                                                                                                                                                                       | <b>101</b> |
| § 25. Умумий маълумотлар .....                                                                                                                                                                            | 101        |
| § 26. Қумли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги.....                                                                                                                                                          | 103        |
| § 27. Лойли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги.....                                                                                                                                                          | 104        |
| § 28. Қумли грунтларнинг сизиш коэффициентини $K_F$ –ОМ асбобида<br>аниқлаш .....                                                                                                                         | 106        |
| § 29. Тажрибадан олинган натижалар асосида қумли грунтнинг сизиш<br>коэффициенти – $K_{f10}$ ни аниқлаш .....                                                                                             | 108        |
| § 30. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....                                                                                                                                                               | 112        |

Ўқув нашри

**Хонкелдиев Муҳаммадмеди Мусаевич**

ГРУНТЛАР МЕХАНИКАСИ ФАНИДАН  
ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ БАЖАРИШ УЧУН  
ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

Техник муҳаррир: Ибрагимов Х.  
Корректор: Хонкелдиев М.

---

Чоп этишга рухсат берилди 09.02.2006. Адади 50 нусха  
Нашр босма табоғи 6.8 б.т. Варақ шакли А4. Буюртма №\_\_

---

Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти  
Самарқанд шаҳри, Лолазор кўчаси 70 уй.