

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ САМАРҚАНД ДАВЛАТ
АРХИТЕКТУРА - ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

«Геотехника ва автомобил йўллари» кафедраси

З.Сирожиддинов, А.Мадатов.

«Грунтлар механикаси»
фанидан маърузалар матни

Самарканд-2013 йил

1 – Мавзу. “Грунтлар механикаси” фанига кириш.

Режа

1. Асосий тушунча ва таърифлар.
2. Фаннинг таркиби ва бошқа фанлар билан боғлиқлиги.
3. Фаннинг қурилиш амалиёти учун аҳамияти, мақсади ва вазифалари.
4. Фаннинг ривожланиш тарихи.

Таянч иборалар: пойдевор, пойдеворнинг асосий ўлчамлари, асос, асоснинг ишчи қисми, табиий ва сунъий асослар, юк кўтарувчи ва тўшама қатламлар, грунт, қоя ва қоямас грунтлар, саёз ва чуқур пойдеворлар, асос ва пойдеворларни лойиҳалашдаги хатоликлар, фаннинг ривожланиш тарихи.

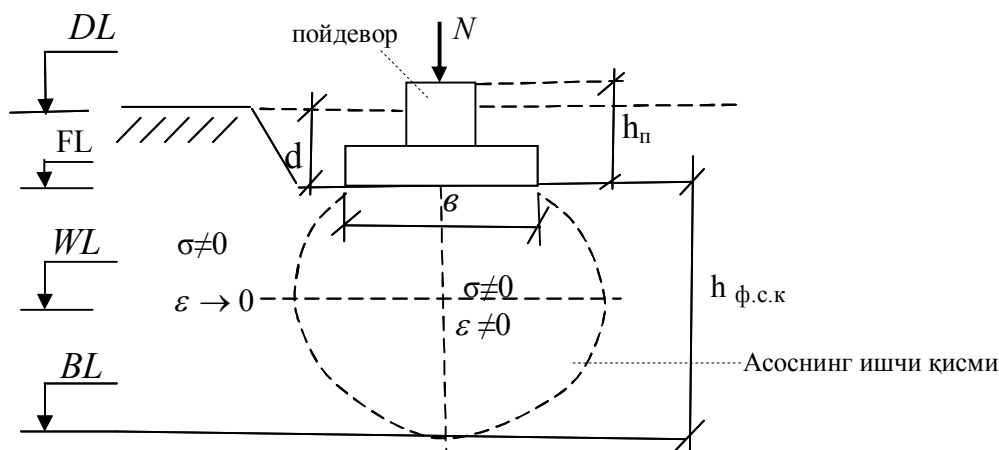
Асосий тушунча ва таърифлар

Пойдевор – бино ва иншоотларнинг ер остки қисми бўлиб, улардан (бино ва иншоотлардан) юкни қабул қилиб, асос грунтларига узатади. Пойдеворларнинг асосий 3 та ўлчами бўлиб, булар (1- расм):

d – пойдеворнинг қўйилиш чуқурлиги;

ϵ – пойдевор товонининг эни;

ℓ – пойдевор товонининг узунлиги (бўйи).



1-расм. DL – ернинг текисланган сатҳи; FL – пойдевор товонининг сатҳи (фаол сиқилиш қатламининг юқори чегараси); WL – ер ости сувининг сатҳи; BL – фаол сиқилиш қатламининг остки чегараси.

Пойдеворни асосга таяниб турган юзасига, унинг **товони** деб аталади, Товоннинг эни ϵ билан, узунлигини ℓ билан белгиланади.

Ернинг текисланган сатҳидан пойдевор товонигача бўлган масофани (чуқурликни) **пойдеворнинг қўйилиш чуқурлиги** деб атаймиз ва d ҳарфи билан белгилаймиз.

Пойдевор товонидан, юқоридаги конструкциялар таянган сатҳигача бўлган масофага **пойдевор баландлиги** деб атаймиз ва h_n билан белгилаймиз. **Пойдеворнинг асоси** деб, пойдевордан юкни қабул қилиб оладиган грунтни ҳажмига айтилади. **Пойдевор асосининг ишчи қисми** деб, пойдевордан юкни қабул қилиб, ундан сезиларли даражада деформацияланадиган (сиқиладиган) қисмига айтилади. Пойдевор товонидан асос грунтларининг сезиларли даражада деформацияланадиган чегарасигача бўлган масофасига **асоснинг фаол сиқилиш қатлами** деб айтамыз ($h_{ф.с.к}$):

Маълумки, асослар турли грунтлардан ташкил топади. **Грунт деб**, ер шарининг устки қисмида ётган, турли сабабларга кўра нураган ёки майдаланган тоғ жинсларининг турли ўлчамларидан ташкил топган қатламларига айтилади. Уларнинг бўшлиқлари газ (ҳаво) ва (ёки) сув билан эгалланган.

Умумий ҳолда грунтларни 2 турга бўлишади:

1. Қоя грунтлар
2. Қоямас грунтлар.

Қоя грунтлар – магматик, метаморфик ва чўкинди тоғ жинсларидан иборат бўлиб, уларнинг зарралари бир – бири билан мустаҳкам, бикр боғланган (ёпишган), уларни яхлит ва турли даражада ёрилган (дарз кетган) турлари мавжуд.

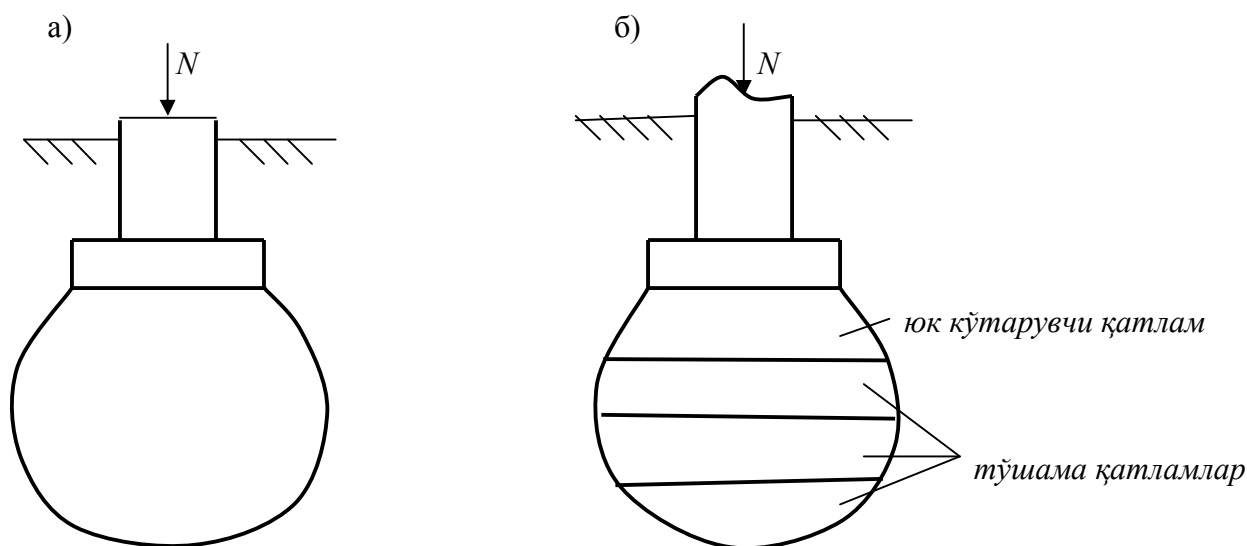
Қоямас грунтлар – бино ва иншоотлар асоси сифатида кенг миқёсда қўлланиладиган грунтлар бўлиб, улар турли ўлчамларга эга бўлган минерал зарралар, газ ва сувлар аралашмасидан иборатдир.

Агарда, минерал зарралар бир – бири билан турли хил боғловчилар билан боғланган бўлса, бундай грунтлар **гилли грунтлар** деб аталади. Агар боғланмаган бўлса, қуруқ ҳолда сочилувчан бўлса, **қумли грунтлар** дейилади.

Минерал зарраларнинг ўлчамлари катталашиб, улар грунт таркибининг асосий қисмини 2 мм дан катта зарралар 50 % дан кўпини ташкил этса, бундай грунтлар **йирик донали** грунтлар дейилади.

Агарда пойдевор бир жинсли, яъни бир қатламли грунтга таянган бўлса, унга бир қатламли асос дейилади.

Борди-ю, асос грунтлари турли (хил) қатламлардан иборат бўлса, у ҳолда кўп қатламли асос дейилади. Кўп қатламли асосда пойдевор товони таянган қатлам юк кўтарувчи қатлам деб, унинг остидаги қатламлар эса тўшама қатламлар дейилади.



2-расм. а) Бир қатламли асос; б) кўп қатламли асос

Грунтларни, пойдевордан тушадиган юк таъсирида, зичланиши туфайли рўй берадиган деформацияга (тик йўналишда силжишига) **пойдеворнинг чўкиши** деб айтилади.

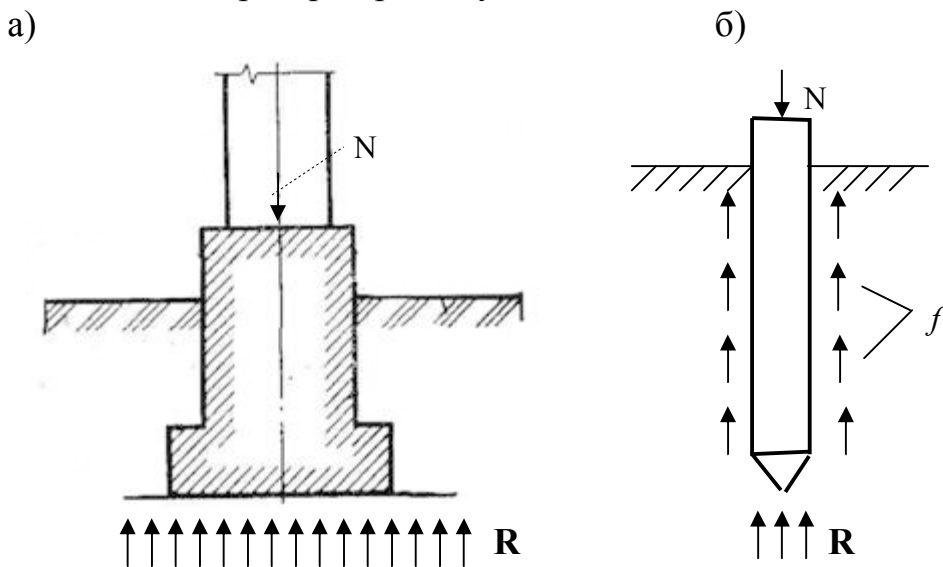
Агарда, асос грунтлари табиий ҳолда фойдаланилса (табиий структураси, намлиги сақланган ҳолда), бундай асосга **табиий асос** деб айтамыз. Борди-ю, грунтлар олдиндан сунъий равишда зичланса, қотирилса, куйдирилса, бундай асосга **сунъий асос** деб айтамыз.

Пойдеворлар 2 катта гуруҳга бўлинади.

1. Саёз жойлашган пойдеворлар.
2. Чуқур жойлашган пойдеворлар.

Саёз жойлашган пойдеворлар – очик усулда барпо этилиб, улар узатиладиган юкни фақатгина товонлари орқали асосга узатади.

Чуқур жойлашган пойдеворлар – ерни текисланган сатҳидан туриб барпо этилади ва уларга узатиладиган юкни асос грунтларига ҳам товонлари орқали, ҳам ён сиртлари орқали узатади.



3-расм. а) Саёз жойлашган пойдеворлар; б) чуқур жойлашган пойдеворлар.

Фаннинг бошқа фанлар билан алоқаси

Грунтлар механикаси фанини ўрганиш учун муҳандислик геологиясини, эластиклик ва пластиклик назарияларини, материаллар қаршилиги фанларининг қонун қоидаларини билиш зарур бўлади.

Асос ва пойдеворлар фани учун эса, муҳандислик геологияси, грунтлар механикаси, қурилиш механикаси, қурилиш технологиялари, бино ва иншоотлар архитектураси, қурилиш конструкциялари ва қурилиш иқтисодиётини билиш зарур.

Қурилиш амалиётида фаннинг тутган ўрни. Статистика маълумотларига асосан қурилишда учрайдиган бузилишларнинг (авариялар) 90% и асос ва пойдеворлар зиммасига тўғри келади. Улар қуйидаги асосий хатоликлар туфайли рўй беради:

1. Муҳандислик геологик ва гидрогеологик қидирув ишларини етарлича ва сифатли этиб олиб бормаслик натижасида.
2. Асос ва пойдеворларни лойиҳалашда ва ҳисоблашда қўйиладиган хатоликлар.
3. Аксарият ҳолларда қурилиш технологиясини талабларини бузиш юзасидан келиб чиқадиган хатоликлар.
4. Қурилиш жарёнида конструкцияларнинг сифатини етарли даражада таъминламаслик.

Фаннинг ривожланиш тарихи

1. Француз физиги Шарл Кулон 1773 й. грунтларнинг силжишига қаршилигини аниқлади ва шу иши билан фанга асос солди.

2. 1798 йил Николай Фусс (Россия) грунтларнинг деформациясини таъсир этаётган кучга тўғри пропорционал деб қараш мумкинлигини исботлади. Шу билан бирга эластиклик назарияси қонун-қоидаларини грунтлар учун маълум чегарада фойдаланиш мумкинлиги учун кенг имконият яратди.

3. 1869 йилга келиб В.К. Карловичнинг “Асос ва пойдеворлар” курси эълон қилинди.

4. 1885 йил Ж.Буссинеск “Марказлашган кучдан эластик грунтларда тарқаладиган кучланишни аниқлаш” усулини ишлаб чиқди.

5. 1912 -14 йиллар П.А. Меняев кўпгина эластиклик назарияси қонун қоидаларини грунтлар учун қўллаб, жуда кўп амалий масалаларни ечиш учун имкон яратди.

6. 1923 йил Н.П. Пузыревский “Грунтларнинг умумий кучланганлик назарияси” асарини эълон қилди ва грунтларга узатилиши мумкин бўлган хавфсиз босим миқдорини аниқлаш усулини яратди.

7. 1925 йил К.Терцаги (Германияда туғилиб, АҚШда умрини охиригача яшаб ўтган) “Грунтларнинг қурилиш механикаси “ номли машҳур асарини эълон қилди.

8. 1931 – 33 йиллар Н.М. Герсевановнинг “Грунтлар бўтқасининг динамик асослари” асари эълон қилинди.

9. 1934 йил Н.А. Цытович биринчи бўлиб, “Грунтлар механикаси” дарслигини эълон қилди.

Ўзлаштириш учун саволлар.

1. Пойдевор нима, унинг қандай ўлчамлари мавжуд?
2. Асос дегани нима, асоснинг ишчи қисмлари?
3. Грунт деб нимага айтилади, улар умумий ҳолда қандай турларга бўлинади?
4. Қоя грунтлар қоямас грунтлардан қандай фарқланади?
5. Юк кўтарувчи қатлам билан тўшама қатлам қандай фарқланади?
6. Саёз пойдеворлар чуқур пойдеворлардан қандай фарқланади?
7. Грунтлар механикаси фанини ўзлаштириш қайси фанларни билишни такозо этади?
8. Грунтлар механикаси фанидан биринчи илмий иш қачон ва ким томонидан чоп этилган, у кимга бағишланган, биринчи дарслиги, “Асос ва пойдеворлар” фани бўйича биринчилар қаторида чоп этилган?
9. Биринчи амалий иш кимнинг қаламига мансуб?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты.-Л.: Стройиздат, 1988.

2- Мавзу: Грунтлар тузилиши, таркиби ва уларнинг хоссалари

Режа

1. Грунтларнинг таркиби (компонентлар).
2. Қаттиқ минерал заррачалар, ва уларнинг турлари ва хоссалари.
3. Грунт таркибидаги сувлар, уларнинг турлари ва хоссалари.
4. Грунт таркибидаги газлар (ҳаво), уларнинг турлари ва хоссалари.
5. Грунтларнинг тузилиши, структураси, текстураси ва структурага боғланишлари.

Таянч иборалар: қаттиқ минерал заррачалар, грунт таркибидаги сувлар, қаттиқ ва буғланган сув, эриган сув, қамалган ва эркин газ, сувда эриган газ, грунт хусусияти, зарралар ўлчами, грунт структураси, структура боғланишлари, текстура.

Грунтларнинг таркибига турли хил элементлар киради, уларни механик нуқтаи назардан 3-та асосий элементларга (компонентга) ажратиш мумкин:

1. Қаттиқ минерал заррачалар.
2. Ҳар хил ҳолатдаги сувлар.
3. Ҳар хил ҳолатдаги газлар (ёки ҳаво).

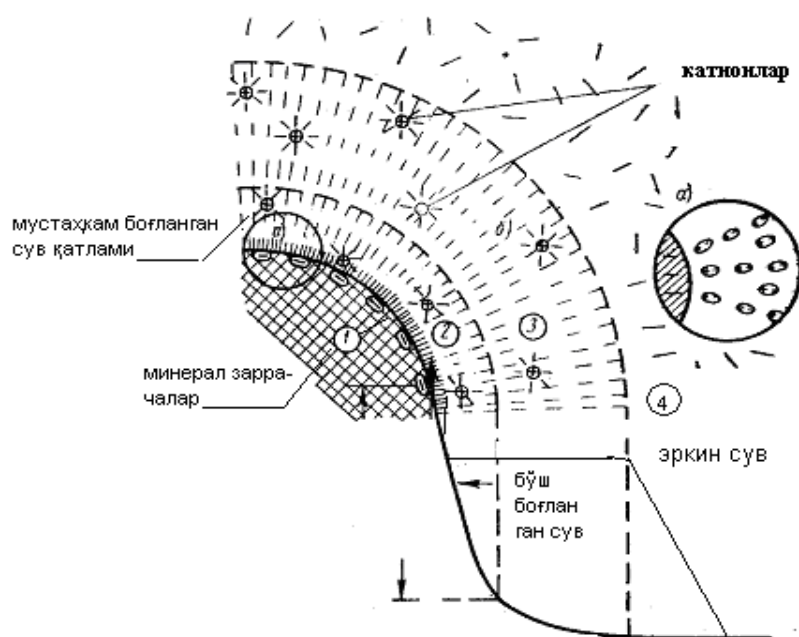
Қаттиқ минерал заррачаларнинг асосан 2 тури мавжуд:

1. Қаттиқ тоғ жинсларининг механик усулда емирилишдан (нурашидан) ҳосил бўлган зарралар бўлиб, уларнинг ўлчамлари бир неча ўнлаб см дан 0,005мм гача бўлиши мумкин. Уларнинг шаклини ва ўлчамларини қуролланмаган кўз билан фарқлаш мумкин. Хусусиятлари эса бирламчи тоғ жинсларининг (она жинсининг) хусусиятларидан фарқ қилмайди. Масалан: чақиқ тошлар, йирик ёки чангсимон қумлар ва ҳ.к.

2. Тоғ жинсларининг кимёвий усулда майдаланишидан, нурашидан ҳосил бўлган минерал заррачалар бўлиб, ўлчамлари 0,005мм дан кичик бўлади. Уларнинг шаклини фақат микроскопларда фарқлаш мумкин. Хусусиятлари бирламчи тоғ жинсларининг хусусиятларидан тубдан фарқ қилади. Уларнинг шакллари игнасимон, пластинкасимон ва шунга ўхшаш бўлиши мумкин. Бу тур грунтларга (зарраларга) гилли грунтлар заррачалари киради.

Грунтларнинг хусусияти, грунтларнинг таркибига, уларнинг компонентларини нисбатига, зарраларнинг ўлчамларига, шаклига ва таркибига, уларнинг келиб чиқиш шароитига ва ёшига боғлиқ бўлади.

Грунт таркибидаги сувлар қаттиқ зарраларнинг таркиби ва ўлчамларига қараб 3 хил ҳолатда учраши мумкин. Аксарият ҳолда, қаттиқ зарралар сирти манфий зарядланган бўлиб, сув эса битта манфий зарядланган кислород атомидан ва иккита мусбат зарядланган водород атомидан иборат бўлганлиги сабаб, сув билан заррача сиртида электромолекуляр тортишиш кучи вужудга келади.



4-расм. Грунт таркибидаги қаттиқ минерал заррачалар сиртининг сув билан электромолекуляр боғланиш схемаси: 1-қаттиқ минерал заррачанинг сирти; 2-муфтақкам боғланган сув; 3-бўш боғланган сув; 4-эркин ҳолдаги сув

Заррача атрофидаги сув қалинлигини 3 қисмга ажратиш мумкин:

1. Мустаҳкам боғланган сув қатлами (адсорбланган);
2. Бўш боғланган сув қатлами (лиосорбланган);
3. Эркин сув (гравитацияли);

Мустаҳкам боғланган сув қатлами қалинлиги бир неча қатор молекулалардан иборат бўлиб, унинг хусусияти оддий, ёки эркин сувнинг хусусиятидан тубдан фарқ қилади:

- а) силжишга қаршилик кўрсатади;
- б) зичлиги бирдан катта: $\rho_w = 1,2 \dots 1,5 \tilde{a} / \tilde{n}^3$;
- в) 105°C дан катта температурада қайнайди;
- г) $-10 - 70^\circ\text{C}$ да музлайди;
- д) кимёвий фаол эмас, яъни тузларни эритмайди.

Амалдаги пойдеворларга таъсир этаётган юклар, ҳатто бир неча ўнлаб МПа босим таъсирида ҳам, мустаҳкам боғланган сувни қаттиқ зарралардан ажратиб бўлмайди, шунинг учун уни қаттиқ зарра сифатида қараймиз.

Бўш боғланган сувнинг хусусияти эркин сувнинг, яъни кундалик турмушида учрайдиган оддий сувнинг ва мустаҳкам боғланган сувнинг хусусияти оралиғида бўлади.

Эркин сув – бу кундалик ҳаётимизда учрайдиган оддий сувдир. Грунтлар таркибидаги газлар (ҳаво) ҳамма вақт у ёки бу миқдорда грунтлар таркибида учрайди ва улар 3 ҳолатда бўлиши мумкин:

- а) ёпиқ ҳолда – яъни грунтлар таркибидаги ғовакликларда қамалган ҳолатда;
- б) грунт таркибидаги сувларда эриган ҳолда;
- в) эркин ҳолда, яъни атмосфера билан туташган ҳолда учраши мумкин.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, ғовакликларда қамалган газлар ва грунтлардаги сувлар таркибида у ёки бу миқдорларда эриган газлар грунтларни эластиклигини оширади. Шу туфайли грунтлар механикасида уларга эътибор берилади.

Эркин газлар эса, кучланишлар тарқалишида иштирок этмайди. Чунки грунт сиқилганда атмосферага чиқиб кетади, шу туфайли эътиборга олинмайди.

Грунтларнинг тузилиши ва структура боғланиши

Грунтларнинг мустаҳкамлиги қаттиқ зарраларнинг мустаҳкамлигига эмас, зарралараро (электромолекуляр) боғланишларнинг мустаҳкамлигига боғлиқ экан. Зарралараро боғланишларнинг табиати ниҳоятда мураккаб бўлиб, зарраларнинг таркибига, ўлчамига, шаклига, сувнинг миқдориغا, грунтларнинг келиб чиқиш шароитига, уларнинг ёшига ва ҳ.з. боғлиқ экан.

Бу ўринда грунтларнинг таркибидаги зарраларнинг ўлчамлари алоҳида ўрин тутади. Зарралар майдалашиб бориши билан уларнинг солиштира юзаси ортиб боради. Масалан: гилли минерал бўлмиш каолиннинг солиштира юзаси $10\text{ м}^2/\text{гр}$ ни ташкил этса, монтмориллонитники эса, $800\text{ м}^2/\text{гр}$ ни ташкил этади. Бу эса грунтларнинг хусусиятига таъсир этмай

қолмайди. Масалан: охирги минералнинг ҳажми, сув таъсирида 10 баробаргача ошиши, яъни кўпчиши мумкин.

Грунтлар структураси ва структура боғланишлари

Структура боғланишлари 2 хил бўлади:

1. Сувли – (коллоидли), табиатан юмшоқ (пластик) қайтувчи, яъни бирор бир сабабга кўра бузилса, қайта тикланувчи.

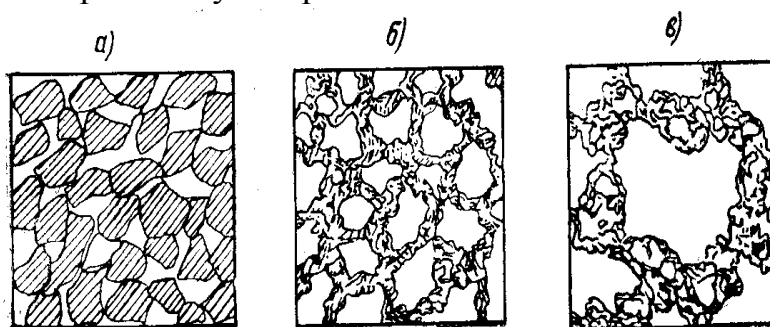
2. Мўрт – қайтмас боғланишлар. Уларнинг 2 тури мавжуд:

а) сувга чидамли

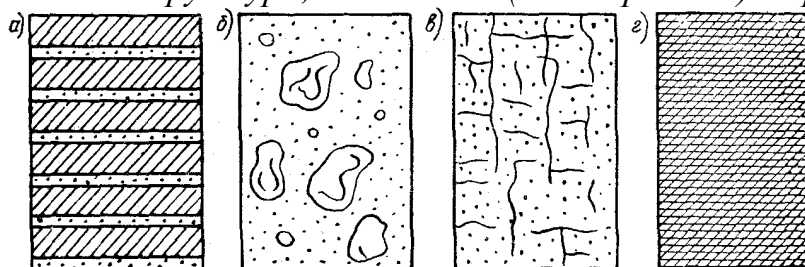
б) сувга чидамсиз

Бу боғланишлар бузилса тикланмайди.

Структуранинг айрим намуналари:



5- расм. Грунт структурасининг асосий турлари: а – донатор структура, б – пўкаксимон структура; в – зовакли (занжирсимон) структура.



6- расм. Грунт текстураси: а – қатламли, б – парфирли, в – катакли, г – яхлит.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Грунт қандай компонентлардан ташкил топган?
2. Қаттиқ минерал заррачаларни қандай турларини биласиз?
3. Грунт таркибидаги уч хил ҳолатдаги сувлар бир – биридан қандай фарқ қилади?
4. Грунт таркибидаги газлар қандай ҳолатларда учрайди?
5. Грунтларни қандай структураси ва структура боғланишлари мавжуд?

Тавсия этилган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.–Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Расулов Ҳ.З. Одилов И.О. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.-Тошкент., Ўқитувчи, 1986.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

4. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1987.

3 - Мавзу: Грунтларнинг физик кўрсаткичлари

Режа

1. Грунтларнинг 3 та асосий, тажриба орқали аниқланадиган физик кўрсаткичлари – зичлиги, қаттиқ заррачалар зичлиги ва уларнинг солиштирма оғирликлари ва табиий намлиги.
2. Грунтларни ҳисоблаб аниқланадиган физик кўрсаткичлари – қуруқ грунт зичлиги, ғоваклиги, ғоваклик коэффициенти, намлик даражаси.
3. Икки ва уч компонентли грунтлар, грунтлар бўтқасининг ғоваклик коэффициенти, муаллақ ҳолдаги грунт зичлиги ва солиштирма оғирлиги.

Таянч иборалар: Грунт зичлиги, грунт солиштирма оғирлиги, қаттиқ заррачалар зичлиги, қаттиқ заррачалар солиштирма оғирлиги, табиий намлик, қуруқ грунт зичлиги, қуруқ грунт солиштирма оғирлиги, ғоваклик, ғоваклик коэффициенти, бирлик ҳажмдаги ғоваклик ва қаттиқ заррачалар ҳажми, намлик даражаси, сувга тўйинган грунт ғоваклик коэффициенти, муаллақ ҳолдаги грунт зичлиги ва солиштирма оғирлиги.

Грунтларнинг ҳолатини, яъни физик ва мустаҳкамлик кўрсаткичларини аниқлаш учун, грунтлар табиий (ётган) ҳолида синаб кўрилади, ёки табиий намлиги ва структураси сақланган ҳолда, улардан намуналар олиниб, лабораторияда синаб аниқланади.

Грунтларнинг ҳолатини белгиловчи кўпгина физик кўрсаткичлар мавжуд бўлиб, улар 3 та асосий, тажриба орқали аниқланадиган ва бир нечта, ҳисоблаб топиладиган кўрсаткичларга бўлинади.

Фараз қилайлик, бирор бир грунт намунасининг V ҳажми учун:

V_s – грунтнинг қаттиқ заррачалари ҳажми бўлсин,

V_a – ғоваклик ҳажми бўлсин, яъни

Масса

$$V = V_s + V_a \quad (1)$$

Қаттиқ заррачалар массаси Q_s ва сув массаси Q_w бўлса, грунтнинг массаси

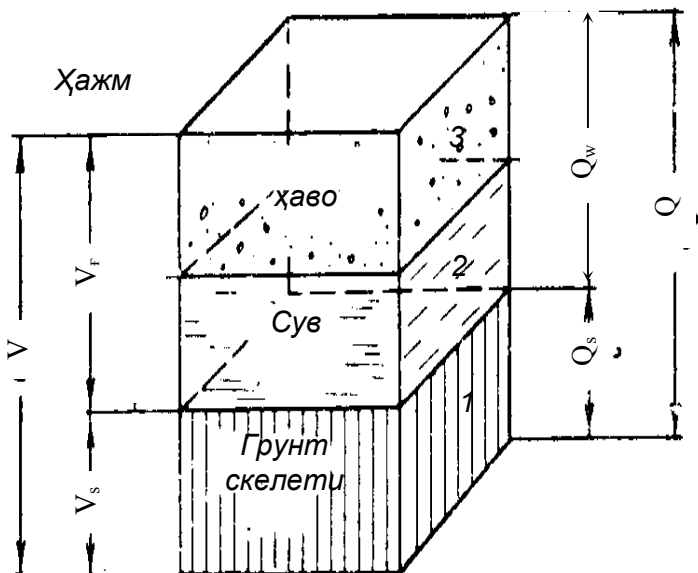
$$Q = Q_s + Q_w \quad (2)$$

7–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 газлар (ҳаво).



Тажриба орқали аниқланадиган асосий физик кўрсаткичларга грунтнинг зичлиги, грунтнинг қаттиқ заррачалари зичлиги ва табиий намлиги киради.

Грунтнинг зичлиги деб, грунт массасининг эгаллаб турган ҳажмига бўлган нисбатига айтилади (ёки ҳажм бирлигидаги масса тушунилади).

$$\rho = \frac{Q}{V} = \frac{Q_s + Q_w}{V_s + V_z}; \quad \text{г/см}^3, \quad \text{т/м}^3. \quad (3)$$

тахминан, ($\rho = 1,4 \dots 2,2 \text{ г/см}^3$)

Грунтнинг солиштирма оғирлиги деб, грунт оғирлигининг ҳажмига бўлган нисбатига айтилади:

$$\gamma = g \cdot \rho \quad (4)$$

бу ерда g - эркин тушиш тезланиши: $g = 9,81 \approx 10 \text{ м/с}^2$ (14 22) кН/м^3 .

Грунтнинг қаттиқ заррачалари зичлиги деб, қаттиқ заррачалар массасининг (соф қуритилган ҳолдаги), улар эгаллаб турган ҳажмига бўлган нисбатига айтилади:

$$\rho_s = \frac{Q_s}{V_s} \quad \text{г/см}^3, \quad \text{т/м}^3 \quad (2,6 \dots 2,75) \quad (5)$$

Қаттиқ заррачалар солиштирма оғирлиги, уларнинг оғирлигини эгаллаб турган ҳажмига бўлган нисбатига айтилади:

$$\gamma_s = g \cdot \rho_s$$

$$\gamma_s = (26 \dots 27,5) \text{ кН/м}^3$$

Грунтнинг табиий намлиги деб, грунт таркибидаги сув массасининг қаттиқ заррачалар массасига бўлган нисбатга айтилади ва бирлик улушида ўлчанади:

$$W = \frac{Q_w}{Q_s} = \frac{Q - Q_s}{Q_s} = \frac{Q}{Q_s} - 1 \quad (6)$$

Сувнинг зичлиги ρ_w – сув массасининг, шу сув эгаллаб турган ҳажмига нисбати $\rho_w = 1,0 \text{ г/см}^3, \text{ т/м}^3$

Грунтнинг ҳисоблаб аниқланадиган физик кўрсаткичлари:

Қуруқ грунт зичлиги деб, қаттиқ заррачалар массасини грунтнинг умумий ҳажмига бўлган нисбатига айтилади:

$$\rho_d = \frac{Q_s}{V} \quad (1,3 \dots 1,85) \text{ г/см}^3; \quad (7)$$

Қуруқ грунтнинг солиштирма оғирлиги:

$$\gamma_d = g \cdot \rho_d$$

$$\gamma_d = (13 \dots 18,5) \text{ кН/м}^3$$

Грунтнинг нисбий зичлиги ғоваклик орқали, ёки ғоваклик коэффициенти орқали аниқланади.

Грунтнинг ғоваклиги деб, унинг таркибидаги ғоваклик ҳажмини умумий ҳажмига бўлган нисбатига айтилади ва фоизларда ўлчанади

$$n = \frac{V_z}{V} \cdot 100\% \quad (8)$$

Грунтлар механикасининг аксарият тенгламаларида грунтнинг ғоваклиги эмас, унинг ғоваклик коэффиценти қўлланилади.

Грунтнинг ғоваклик коэффиценти деб, грунт таркибидаги ғоваклик ҳажмининг, заррачалар ҳажмига бўлган нисбатига айтилади.

$$e = \frac{V_a}{V_s} \quad (9)$$

ёки (1) ни эътиборга олиб,

$$e = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{V}{V_s} - 1 \quad (10)$$

(6) формуладан:

$$V = \frac{Q_s}{\rho_d},$$

(4) формуладан:

$$V_s = \frac{Q_s}{\rho_s}$$

буларни (9) формулага қўйсак,

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

ρ_d - ни, намлик орқали топамиз, (6) дан:

$$Q_s = \rho_d \cdot V,$$

(3) дан:

$$Q = \rho \cdot V$$

буни (5) ифодага қўямиз:

$$W = \frac{\rho \cdot V - \rho_d \cdot V}{\rho_d \cdot V} = \frac{\rho - \rho_d}{\rho_d} \quad (12)$$

охирги ифодадан:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} \quad (13)$$

(13) ни (11) формулага қўйсак, ғоваклик коэффицентини аниқлаш ифодасига эга бўламиз:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + W) - 1 \quad (14)$$

(14) ифода, грунтларни табиий ҳолдаги зичлигини аниқлаш имконини берувчи муҳим физик кўрсаткич бўлиб, бу кўрсаткичсиз грунтларни бирорта ҳам мустаҳкамлик ёки деформация кўрсаткичларини аниқлаб бўлмайди. Умумий ҳолда:

агар $e > 1$ бўлса, бу грунтни ўта бўш ҳолда эканлигини, уни олдиндан зичлатилиб ёки мустаҳкамлаб сўнг асос сифатида фойдаланиш зарурлигини кўрсатади;

агар $e < 1$ бўлса, нисбатан зич грунт эканлигини, кўп ҳолларда табиий асос сифатида фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади.

e – маълум бўлгач, ихтиёрий ҳажмидаги грунт учун, унинг алоҳида ғоваклик ҳажмини ва курук зарралар ҳажмини топиш мумкин.

V - ҳажм учун (9) ифодадан курук зарраларнинг ҳажми:

$$V_s = V \frac{1}{1+e} \quad (15)$$

(1) ифодадан фойдаланиб ғоваклик ҳажмини топамиз:

$$V_z = V - V_s = V - V \frac{1}{1+e} = V \frac{e}{1+e} \quad (16)$$

Бирлик ҳажми учун эса $V = V_s + V_z = 1$

$$\left. \begin{array}{l} \text{курук зарралар ҳажми} \\ V_s = \frac{1}{1+e} \\ \text{ғоваклик ҳажми} \\ V_z = \frac{e}{1+e} \end{array} \right\} \quad (17)$$

Ғоваклик коэффиценти маълум бўлгач, ундан фойдаланиб ғовакликни топиш мумкин. Бунинг учун (16) ни (8) га қўямиз:

$$n = \frac{V \frac{e}{1+e} \cdot 100}{V} = \frac{e}{1+e} \cdot 100\% . \quad (18)$$

Ёки ғоваклик маълум бўлса, ғоваклик коэффиценти топиш мумкин:

$$e = \frac{n}{100 - n} . \quad (19)$$

Грунтларнинг намлик даражаси деб, уларнинг табиий намлигини тўла сувга тўйингандаги намлигига бўлган нисбатига айтилади (ёки каралаётган грунт ҳажмидаги сув ҳажмининг ғоваклик ҳажмига бўлган нисбатига айтилади).

$$S_r = \frac{W}{W_{sat}} \quad (20)$$

Грунтнинг тўла сувга тўйинган ҳолдаги намлиги, ғовакликдаги сув массасининг ($V_d \rho_w = V \frac{e}{1+e} \rho_w$), курук зарралар массасига ($V_s \rho_s = \frac{V}{1+e} \rho_s$) бўлган нисбатига тенг, яъни

$$W_{sat} = \frac{V \frac{e}{1+e} \rho_w}{V \frac{1}{1+e} \cdot \rho_s} = \frac{e \cdot \rho_w}{\rho_s}; \quad (21)$$

буни (20) ифодага қўйсак,

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} \quad (22)$$

Агарда грунтлар сувга тўйинмаган бўлса, $S_r < 1$ бўлиб, грунт 3 компонентдан иборат бўлади: қаттиқ зарра, газ ва сувдан ташкил топади. Бордию, сувга тўйинган бўлса, $S_r = 1$ бўлиб, грунт 2 компонентдан иборат бўлади: қаттиқ зарра ва сув. Бундай грунт - **грунтлар бўтқаси** (грунтовая масса) деб аталади.

Маълумки сув зичлиги $\rho_w = 1,0 \text{ г/см}^3$, солиштира оғирлиги $\gamma_w = g \cdot \rho_w = 10 \text{ кН/м}^3$.

(21) дан, сув зичлиги $\rho_w = 1,0 \text{ г/см}^3$ эканлигини эътиборга олиб, сувга тўйинган грунтлар учун ғоваклик коэффицентини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$e = W_{\text{sat}} \rho_s \quad (23)$$

Сувга тўйинган грунтлар ғоваклик коэффиценти, уларнинг намлигини каттик заррачалар зичлигига бўлган кўпайтмасига тенг экан.

Ер ости сувлари сатҳидан пастда ётган грунтлар зарралари муаллақ ҳолда бўладилар, яъни уларга Архимед кучи таъсир этади. Бундай грунтлар учун бирлик ҳажмидаги куруқ зарралар массаси $\rho_s - \rho_w$ ва ҳажми $(\frac{1}{1+e})$ эканлигини эътиборга олсак, муаллақ ҳолдаги грунтнинг зичлиги

$$\rho_{\text{sa}} = \frac{\rho_s - \rho_w}{1+e} \quad (24)$$

Солиштира оғирлиги эса, $\gamma_{\text{sa}} = g \cdot \rho_{\text{sa}}$

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Грунтларни тажриба орқали аниқланадиган 3 та асосий физик кўрсаткичлари қайсилари?
2. Грунтларни ҳисоблаб аниқланадиган физик кўрсаткичлари қайсилари?
3. Грунтларни зичлиги, каттик заррачалари зичлиги, куруқ грунт зичлиги ва уларнинг солиштира оғирликларига таъриф беринг, табиий грунтлар учун улар қайси чегараларгача ўзгариши мумкинлигини изоҳлаб беринг?
4. Грунтларнинг ғоваклиги ва ғоваклик коэффицентларига таъриф беринг ва уларни қандай аниқланишини изоҳлаб беринг.
5. Грунтларни табиий намлиги ва намлик даражасини физик маъноларини ва уларни фарқини тушунтиринг.
6. Бирлик ҳажмдаги ғоваклик ва каттик заррачалар ҳажмлари қандай аниқланади?
7. Сувга тўйинган грунтларни ғоваклик коэффиценти, муаллақ ҳолдаги грунт зичлиги ва солиштира оғирлигини аниқлаш ифодаларини баён этинг?

Тавсия этилган адабиётлар

1. Расулов Х.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
4. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. — М.: Высшая школа, 1987.

4 - Мавзу: Грунтларнинг тасниф кўрсаткичлари ва таснифи Режа

1. Қоя грунтлар таснифи ва тасниф кўрсаткичлари.
2. Йирик донали грунтларнинг донадорлиги бўйича турлари.
3. Қумли грунтлар таснифи ва тасниф кўрсаткичлари.
4. Гилли грунтлар таснифи ва тасниф кўрсаткичлари.

Таянч иборалар: қоя грунтлар, йирик донали грунтлар, қумли грунтлар, гилли грунтлар, тасниф кўрсаткичлари, турлари, таснифлаш, мустаҳкамлик кўрсаткичлари, деформация кўрсаткичлари.

Иншоотлардан тушадиган юк таъсирида грунтларда содир бўладиган ўзгаришларни баҳолаш мақсадида, улар у ёки бу турларга ажратилади. Тасниф кўрсаткичлари асосида грунтларни (тахминий) мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичлари аниқланади.

а) Қоя грунтларга зарралари ўзаро бикр (мустаҳкам) боғланган, ёпишган ёки зичлашган яхлит ёки ёриқ ҳолдаги магматик, метаморфик ва чўкинди тоғ жинслари киради.

Қоя грунтлар сувга тўйинтирилган ҳолда тик ўқ бўйлаб сиқилишга вақтинчалик қаршилиги (R_c) бўйича қуйидаги турларга бўлинади:

- жуда мустаҳкам $R_c > 120 \text{ МПа}$;
- мустаҳкам $120 \geq R_c > 50 \text{ МПа}$;
- ўртача мустаҳкам $50 \geq R_c > 15 \text{ МПа}$;
- мустаҳкам эмас $15 \geq R_c > 5 \text{ МПа}$;
- ярим қоя $R_c \leq 5,0 \text{ МПа}$.

Юмшаш коэффициенти, яъни $K_{ю} = \frac{R_{c(sat)}}{R_c}$ (сувга тўйинган ҳолдаги сиқилишга қаршилигини, қуруқ ҳолдагига нисбати)га қараб, қуйидагиларга бўлинади:

- сувда юмшамайдиган $K_p \geq 0,75$
- сувда юмшайдиган $K_p < 0,75$

4) Нураш коэффициенти, яъни $K_n = \frac{\rho_{нур}}{\rho}$ (нураган намуна зичлигини нурамаган намуна зичлигига нисбати)га қараб қуйидагиларга бўлинади:

- нурамаган $K_n = 1,0$
- кам нураган $1,0 > K_i \geq 0,9$
- нураган $0,9 > K_i \geq 0,8$
- ўта нураган $0,8 > K_i$

б) Қоямас грунтларга:

1) Йирик донали грунтлар, доналари бир- бирига ёпишмаган, таркибида 2 мм дан катта заррачалар 50% дан кўпни ташкил этувчи;

2) Қумли грунтлар – куруқ ҳолда сочилувчан ҳолатда бўлиб, таркибида 2 мм дан йирик зарралар, 50 % дан камни ташкил этиб, юмшоқлик хусусиятидан холи грунтлар;

3) Гилли грунтлар - зарралари бир - бири билан боғланган, юмшоқлик(қовушқоқлик) хусусиятига эга бўлган грунтлар.

Йирик донали грунтлар таснифи – Табиатда энг кўп тарқалган, қурилиш (механик) нуктаи назардан энг мураккаб бўлган грунтларни қумли ва гилли грунтлар ташкил этиб, улар таркибидаги қаттиқ заррачалар ўлчамлари, газ (ҳаво) ва сув миқдорларининг нисбатлари ўзгариши билан, уларнинг физик, мустаҳкамлик ва деформация хусусиятлари ҳам ўзгаради.

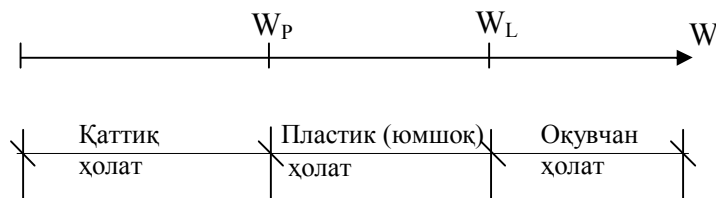
Қумли ва гилли грунтларни бир-биридан ажратиш учун юмшоқлик (пластиклик) сонини қараш лозим бўлади.

Юмшоқлик сони $J_{ю}$ деб, грунтларнинг оқувчанлик (W_L) ва қаттиқлик (W_p) чегараларидаги намликларнинг фарқига айтилади:

$$J_{ю} = W_L - W_p \quad (25)$$

бу ерда W_L – грунт намунасининг оқувчанлик чегарасидаги намлиги бўлиб, унинг озгина ошиши билан, грунт юмшоқ ҳолатдан оқувчанлик ҳолатга ўтади.

W_p – грунт намунасининг қаттиқлик чегарасидаги намлиги бўлиб, унинг озгина камайиши билан, грунт юмшоқ ҳолатдан, қаттиқ ҳолатга ўтади (8-расм).



8-расм. Грунт намлигини ортиши билан ҳолатини ўзгариши.

Йирик донали грунтлар таснифи. Донадорлигига қараб, ушбу грунтлар қуйидаги турларга бўлинади:

Катта (қиррали бўлса ҳарсанг) тошли грунт – 200 мм дан катта зарралар, массасининг 50 % дан кўпини ташкил этса;

Йирик (қиррали бўлса чақмоқ) тошли грунт – 10мм дан ката зарралар, массасининг 50% дан кўпини ташкил этса;

Шағал (қиррали бўлса чақик) тошли грунт – 2 мм дан катта зарралар, массасининг 50% дан кўпини ташкил этса.

Йирик донали грунтлардан ташкил топган асослар мустаҳкам бўлиб сувга чидамлмлга бмлан ажралиб туради. Уларнинг мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичлари хос жадвалларда, номига боғлиқ ҳолда меъёрлаштирилган. Ушбу грунтлар табиатда соф ҳолда кам учраб, турли хил тўлдиргичлар Билан аралаш ҳолда кўпроқ учрайди. Агарда тўлдиргичларни 40% дан кўпини қумли, ёки 30% кўпини гилли грунтлар ташкил этса, йирик донали

грунтларни номида тўлдиргич номи акс эттирилиб, хусусиятларига таъсири ҳам ҳисобга олиниши зарур бўлади.

Грунтларнинг юмшоқлик чегараларидаги намликлари, лаборатория шароитида тажрибалар орқали аниқланади. Оқувчанлик чегарасидаги W_L намликни аниқлаш массаси 76 г бўлган махсус мувозанатли конус қўлланилади. Конус учи 30° ни ташкил этиб, махсус таёрланган грунт пастасига ўз оғирлиги таъсирида 10 мм ботса грунтдан намуна олиб, W_L аниқланади, 10 мм дан кўп ботса, намуна куритилади, оз ботса сув аралаштирилади.

Қаттиқлик чегарасидаги W_p намликни аниқлаш учун махсус сув қўйиб тайёрланган грунт пастасидан намуна олиб, қўлда ёки қоғозда ишқаланиб диаметри 1÷3 мм ли бовлиқчалар (жгут) ясалади. Агар бовлиқ ишқаланиш натижасида қуриб, ёриқчалар пайдо бўла бошласа, грунт намунаси қаттиқлик чегарасида деб ҳисобланиб бовлиқчалар намлиги, яъни W_p аниқланади.

Агарда грунт намунаси қаттиқ ҳолатдан бирданига оқувчан ҳолатга ўтса, яъни $J_{\text{ю}} < 0,01$ бўлса, грунт юмшоқлик хусусиятига эга бўлмаган қумли грунтларга, $J_{\text{ю}} \geq 0,01$ бўлса, юмшоқлик хусусиятига эга бўлган гилли грунтлар туркумига мансуб бўлади.

Қумли грунтлар таснифи – Қумли грунтлар донаторлик таркибига қараб 5 хилга ажратилади:

Шағалсимон қумлар – 2 мм дан катта зарралар, массасининг 25 % кўпини ташкил этувчи грунтлар;

Йирик қумлар – 0,5 мм дан катта зарралар, массасининг 50% дан кўпини ташкил этувчи грунтлар;

Ўртача йирикликдаги қумлар – 0,25 мм дан катта зарралар, массасининг 50% дан кўпини ташкил этувчи грунтлар;

Майда қумлар – 0,1 мм дан катта зарралар, массасининг 75 % дан кўпини ташкил этувчи грунтлар;

Чангсимон қумлар – 0,1 мм дан катта зарралар, массасининг 75 % дан камини ташкил этувчи грунтлар.

Умумий ҳолда қумли грунтлар таркибидаги зарралар ўлчамлари майдалашган сари, уларнинг мустаҳкамлик ва деформация хусусиятлари ёмонлашиб боради.

Қумли грунтлар, ғоваклик коэффициенти e га қараб, зич, ўртача зич ва бўш турларига ажратилади (1-жадвал).

1-жадвал

Қумли грунтлар турлари	Зичлик ҳолати		
	Зич	Ўртача зич	Бўш
Шағалсимон, йирик ва ўртача йирик қумлар	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,60$	$e > 0,70$
Майда қумлар	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Чангсимон қумлар	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Қумли грунтлар намлик даражаси S_r га қараб қўйидаги турларга бўлинади:

Кам намланган $0 < S_r \leq 0,5$;

Намланган $0,5 \leq S_r \leq 0,8$;

Сувга тўйинган $0,8 < S_r \leq 1$.

Қумли грунтларнинг юқорида келтирилган тасниф кўрсаткичлари уларни тўлиқ намини: масалан “зич ҳолдаги кам намланган майда қум”, ҳамда, мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичларини жадваллаштирилган (меъёрий) қийматларини аниқлаш имконини беради.

Гилли грунтлар таснифи – унлар таркибидаги ўлчам 0,005 мм дан кичик бўлган заррачалар миқдори ортиб бориши билан, уларнинг юмшоқлик чегаралари кенгайиб боради. Буни, грунт ва сув заррачалари орасидаги вужудга келувчи электромолекуляр куч таъсирини ортиши билан тушунтириш мумкин.

Юмшоқлик (пластиклик) сони $J_{ю}$ га қараб, гилли грунтлар 2-жадвалда келтирилган турларга бўлинади.

2-жадвал

Гилли грунтларнинг турлари	Юмшоқлик кўрсаткичи чегаралари	Масаси бўйича гилли заррачалар (<0,005 мм) миқдори, % да
Қумоқ тупроқ (супесь)	$0,01 \leq J_{ю} \leq 0,07$	3-10
Тупроқ (суглинок)	$0,07 < J_{ю} \leq 0,17$	10-30
Гил тупроқ (глина)	$J_{ю} > 0,17$	>30

Гилли грунтларнинг муҳим тасниф (ҳам физик) кўрсаткичи бўлмиш ҳолат (консистенция) J_L кўрсаткичидир. Ушбу кўрсаткич қайсидир маънода уларни шакл ўзгаришига қаршилиги бўлиб, унинг миқдори, бирлик ҳажмидаги қаттиқ зарралар ва сув миқдори, ҳамда зарралар аро тортишиш кучига боғлиқ бўлиб, қўйидаги ифода орқали аниқланади:

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W - W_p}{J_{ю}} \quad (26)$$

J_L нинг қийматига қараб, гилли грунтлар ҳолатларда бўлиши мумкин:

Қумоқ тупроқлар

қаттиқ	$J_L < 0$
юмшоқ	$0 \leq J_L \leq 1$
оқувчан	$J_L > 1,00$

Тупроқ ваг ил тупроқлар

қаттиқ	$J_L < 0$
ярим қаттиқ	$0 \leq J_L \leq 0,25$
қаттиқроқ	$0,25 < J_L \leq 0,50$
юмшоқроқ	$0,50 < J_L \leq 0,75$
юмшоқ	$0,75 < J_L \leq 1,00$
оқувчан	$J_L > 1,00$

Табиий гили грунтларнинг ғоваклик коэффицентлари жуда кенг чегараларда ўзгариши мумкин ($e=0,20$ дан $e=10...12$ гача). Шунинг учун ғоваклик коэффиценти бўйича улар турланмайди. Лекин уларни мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичларини баҳолаш учун, ғоваклик коэффицентини аниқлаш зарур бўлади.

Шундай қилиб, гилли грунтларнинг тўлиқ номида юмшоқлик ва ҳолат кўрсаткичлари акс этади. Масалан, “Қаттиқ ҳолатдаги кумоқ тупроқ” ёки, “Юмшоқ ҳолатдаги гил тупроқ” ва ҳ.к.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Қоя грунтлар қандай ва қайси тасниф кўрсаткичлар бўйича турларга ажратилади?
2. Йирик донали грунтларни қандай турларини биласиз?
3. Қумли грунтларни неча хил тури бор, ва улар қандай кўрсаткичлар орқали бири иккинчисидан фарқланади?
4. Бирорта қумли грунтни тўлиқ номини келтиринг!
5. Грунтларнинг юмшоқлик сони, (кўрсаткичи) нималарга боғлиқ, у қандай аниқланади?
6. Гилли грунтлар бири иккинчисидан қандай фарқланади ва уларни қандай турлари мавжуд?
7. Гилли грунтларнинг ҳолат кўрсаткичи нималарга боғлиқ ва қандай аниқланади?
8. Бирорта гилли грунтни тўлиқ номини келтириб, меъёрлаштирилган (жадваллаштирилган) мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичларини қандай аниқлаш мумкинлигини изоҳланг!

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. ГОСТ 25100-82. Грунты, классификации.

5-Мавзу: Грунтлар механикасининг асосий қонуниятлари. Грунтларнинг сиқилиши. Зичланиш қонуни

Режа

1. Грунтларнинг деформацияланувчи қаттиқ жисмлардан фарқи, уларнинг табиатидан келиб чиқадиган хусусиятлари ва ушбу хусусиятларни ҳисобга олиш усуллари.
2. Грунтларнинг сиқилиш натижасида рўй берадиган жараёнлар, компрессия эгри чизиқлари.
3. Ихтиёрий босимга мос келган ғовақлик коэффициентини аниқлаш ва компрессия эгри чизигини қуриш усули.
4. Сиқилиш ва нисбий сиқилиш коэффициентлари.
5. Грунтларнинг компрессияли деформация модули.

Таянч иборалар: Сиқилиш, зичланиш, компрессия, компрессияли эгри чизик, икки ва уч компонентли грунтлар, ғоваклик коэффиценти, босим, боғланиш, сиқилиш коэффиценти, нисбий сиқилиш коэффиценти, Гук конуни, нисбий деформация, Пуассон коэффиценти, ён томонга босими коэффиценти, деформация модули.

Деформацияланувчи қаттиқ жисм механикаси, эластиклик назарияси ва назарий механика қонуниятлари ГМЗ ва П масалаларини ечиш учун етарли эмасдир. Бу масалаларни ечиш учун, юқоридаги қонуниятлардан ташқари, грунтларни таркибидан, тузилишидан, уларнинг хоссаларидан ва табиатидан келиб чиқадиган қонунларни эътиборга олмай туриб, ҳал қилиш мумкин эмас. Масалан, грунтларнинг майда зарралардан ташкил топганлигидан (дисперслигидан), сочиловчанлигидан, ёхуд юмшоқлигидан келиб чиқадиган хусусиятларни умумий механика қонуниятларида ҳисобга олмаганмиз. Бу хусусиятлар қуйидагилардир:

Грунтларнинг сиқилувчанлиги – зичланиш қонуниятида ёритилади.

Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги – Дарси қонуниятида ёритилади.

Грунт зарраларини ҳамда улар орасидаги боғланиш кучларини силжишга қаршилиги – Кулон қонунида ёритилади.

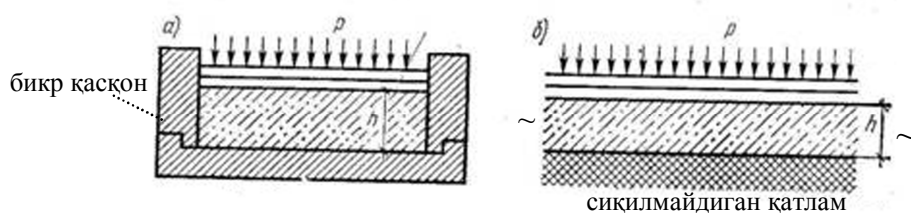
Нихоят, грунтлар учун кучланиш билан деформация орасида боғланиш - “тўғри чизикли боғланиш қоидаси”да ёритилади.

Грунтларни, юқорида келтирилган асосий қонуниятлари, умумий механика қонуниятлари билан биргаликда ГМЗ ва П ларнинг ҳар қандай масалаларни ечишга имкон беради.

Грунтларнинг сиқилиши. Зичланиш қонуни

Сиқилиш – грунтларнинг табиатидан келиб чиқадиган асосий хусусияти бўлиб, уларни зичланиши ҳисобига рўй беради. Зичланиш пайтида бир заррача иккинчисига нисбатан силжийди (яқинлашади), заррачалар ғоваклик (сув) ўрнини эгаллайди, бу эса грунтнинг умумий ҳажмини камайишига олиб келади. Бирлик ҳажмдаги зарралар сони (ҳажми) ортади, ғоваклик камаяди.

Грунтларнинг сиқилувчанлик хусусиятларини аниқлаш учун бир йўналишда деформациялана оладиган шароитда синаб кўрилади (бир ўлчамли масала) ва ташқи кучдан (босимдан) ташқари ҳеч қандай бошқа куч ҳисобга олинмайди. Бу талабга жавоб бера оладиган ускуна **одеметр** дейилади.



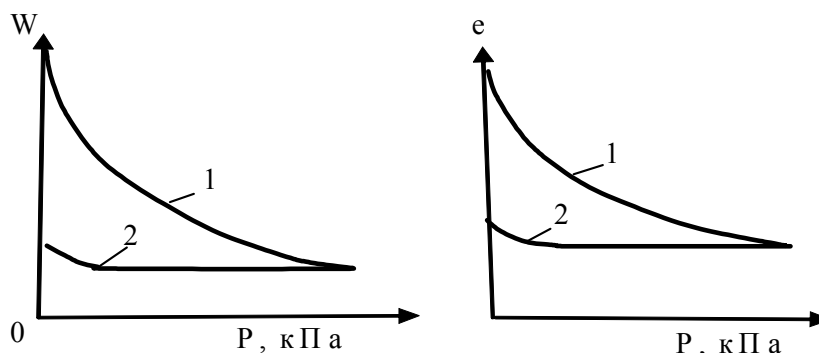
9- расм. Грунтнинг компрессияли сиқилиш схемаси:

а) одомерда грунтнинг сиқилиши; б) табиий ҳолда узлуксиз кучдан грунтнинг сиқилиши.

Одометрда грунтнинг сиқилиши, табиий ҳолда ён томонларига чексизликгача давом этган, қалинлиги унча катта бўлмаган сиқилувчан қатламга, юқоридаги грунтлардан тушаётган босим таъсиридан сиқилишига монанддир. Иккала ҳолда ҳам, грунт фақат тик йўналиши бўйича деформацияланади, бу эса бир ўлчамли масаладир.

Сувга тўйинган ва кам сув ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлган грунтларга, аста - секин босимни (юкни) ошириб борсак, мос равишда унинг намлиги камая боради, грунт таркибидан сув сиқиб чиқарила бошлайди. Шундай тажриба асосида, намлик билан босим орасидаги боғланишни ўрнатишимиз мумкин.

Намлик (ёки ғоваклик) билан босим орасидаги эгри чизиқли боғланиш **компрессия эгри чизиғи** дейилади.



10-расм. *Грунтлар учун компрессия эгри чизиқлари:*

*1–зичланиш (юклаш) эгри чизиқлари;
2–юксизлантириш эгри чизиқлари.*

Юқоридаги мулоҳазалар сувга тўйинган грунтлар учунгина тўғридир. Умумий ҳолда ($S_r < 1$, яъни уч компонентли грунт учун) ҳозирги пайтда компрессияли эгри чизиғи, ғоваклик коэффициенти, яъни $e = f(P)$ эгри чизиғи орқали, ифодаланади.

Компрессия эгри чизиғини қуриш ва сиқилиш кўрсаткичларини аниқлаш учун грунт намунаси одометрда синаб кўрилади. Синаш олдидан намунанинг табиий структурасини ва намлигини сақлаш чоралари кўрилади.

Агар, қуйидаги шартли белгиларни қабул қилсак:

e_0 – грунтнинг бошланғич (табиий ҳолдаги) ғоваклик коэффициенти, яъни

$$e_0 = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 \text{ орқали топилади;}$$

e_i – грунтнинг ихтиёрий P_i босимга мос келадиган ғоваклик коэффициенти;

S_i – қўйилган P_i юк таъсирида грунт намунасининг тўлиқ деформацияси (чиқкиши);

h – грунт намунасининг бошланғич баландлиги;

ΔV_{ni} – тажриба бошидан бошлаб, P_i кучи таъсирида, намуна ғоваклик ҳажмининг ўзгариши (камайтиши).

У ҳолда, ғоваклик коэффиценти, ғоваклик ҳажмини қаттиқ заррачалар ҳажмига нисбати эканлигини ҳисобга олиб, қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$e_i = e_0 - \frac{\Delta V_{ni}}{V_s} \quad (1)$$

Ғоваклик ҳажмини ўзгариши, чўкиш қийматини намуна кесим юзасига кўпайтмасига тенгдир, яъни:

$$\Delta V_{ni} = S_i \cdot A \quad (2)$$

Намунадаги қаттиқ заррачалар ҳажми эса

$$V_s = A \cdot h \frac{1}{1 + e_0} \quad (3)$$

(2) ва (3) ни (1) га қўйсак,

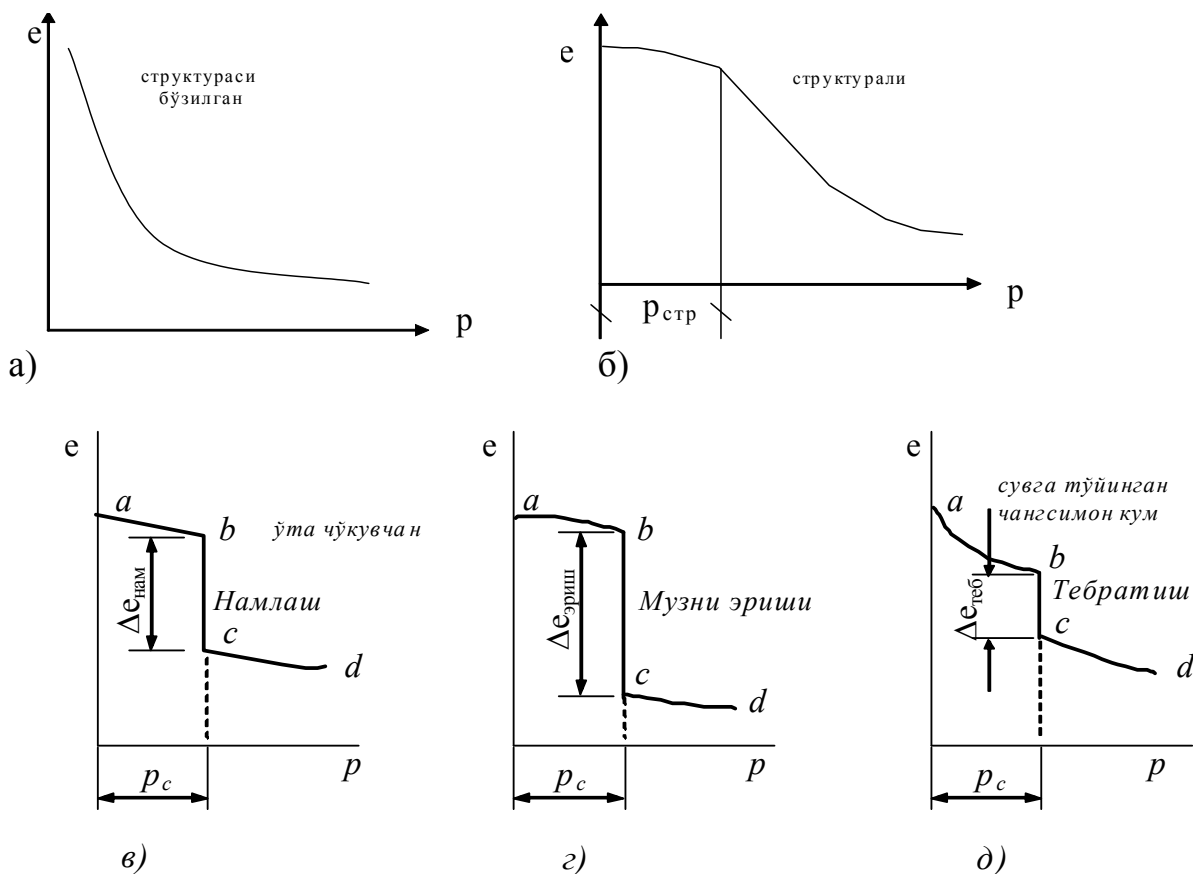
$$e_i = e_0 - \frac{S_i \cdot A}{\frac{A \cdot h}{1 + e_0}} = e_0 - \frac{S_i}{h} (1 + e_0), \quad (4)$$

яъни

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

(5) кўринишдаги ифода, ихтиёрий босимга мос келган ғоваклик коэффиценти ҳисоблаб топишга имкон беради ва ушбу ифода ёрдамида, компрессияли эгри чизиги қурилади.

Турли грунтлар учун компрессияли эгри чизигининг кўринишларини келтирамыз:



11- расм. Турли грунтлар учун компрессияли эгри чизиклар

13- расмдан кўринадики, α бурчак қанча катта бўлса, шунча грунт бўш ҳолатда бўлади. Яъни, α бурчаги грунтларнинг сиқилиш даражасини белгилайди.

Расмдан,

$$e_i = e_0 - tg\alpha \cdot P_i \quad (6)$$

α бурчакнинг тангенс сиқилиш коэффиценти деб аталади ва m_0 билан белгиланади, яъни

$$m_0 = tg\alpha, \quad \text{буни эътиборга олсак, (6) ифодадан,} \\ e_i = e_0 - m_0 \cdot P_i \quad (7)$$

Грунтнинг сиқилиш коэффиценти m_0 ни ғоваклик коэффиценти орқали ҳам ифодалаш мумкин, ёки таъсир этувчи босим $P = P_2 - P_1$ ни ҳисобга олсак,

$$m_0 = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1} = \frac{e_1 - e_2}{P} \quad (8)$$

Яъни, сиқилиш коэффиценти, ғоваклик коэффиценти ўзгаришини, таъсир этувчи босимга бўлган нисбатига тенг экан.

(4) ифодани дифференциалласак,

$$d_e = -m_0 dP \quad (9)$$

(7) ифода зичланиш қонунини белгилайди, яъни чексиз кичик ғоваклик коэффицентининг ўзгариши, чексиз кичик таъсир этувчи босимга пропорционал экан (яъни чизикли боғланган экан).

Демак, грунтларни, таъсир этувчи босимнинг чекланган қийматларида, чизикли деформацияланувчи мухит сифатида қараш мумкин экан. Бу ҳолат, механиканинг кўпгина умумий қонунларини грунтлар учун қўллашга кенг имкон яратади ва грунтларни «тщ-ри чизикли боғланиш қоидаси» деб юритилади.

Асос ва пойдеворларнинг амалий масалаларини ечишда, аксарият ҳолларда, сиқилиш коэффиценти эмас, нисбий сиқилиш коэффиценти қўлланилади ва у m_v билан белгиланади, у қўйидагича аниқланади:

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0} \quad (10)$$

m_v нинг физик маъносини аниқлаймиз, бунинг учун (5) ва (7) – ифодаларни ўнг томонини тенглаштирамиз.

$$m_0 \cdot P_i = \frac{S_i}{h} = (1 + e_0) \quad \text{бундан} \\ \frac{m_0}{1 + e_0} = \frac{S_i}{P \cdot h} = m_v \quad (11)$$

ёки,

$$m_v = \frac{\varepsilon_z}{P} \quad \text{ёки} \quad \varepsilon_z = m_v \cdot P \quad (12)$$

(11) ифодадан кўринадики, нисбий сиқилиш коэффиценти бирлик босимга тўғри келган, нисбий деформация экан.

Ушбу ифода ўта муҳим бўлиб, пойдеворларнинг чўкишини аниқлашда таянч ифода бўлиб хизмат қилади. Пойдевор чўкишини аниқлашда асосий формула қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$S_i = m_v \cdot P \cdot h.$$

Грунтларнинг компрессияли деформация модулини аниқлаш

Эластик жисмлар учун Гук қонунига биноан нисбий деформация ифодасини ёзамиз:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\mu}{E}(\sigma_y + \sigma_z) \quad (13)$$

бу ерда E – эластиклик модули;

μ - ён томонга кенгайиш (Пуассон) коэффиценти;

Грунтларда нафақат эластик деформация, балким бир неча баробар ундан катта қолдиқ деформация рўй бериши муносабати билан $\mu = \mu_o$, $E = E_o$ га алмаштирамиз. Натижада (13) ифодани қўйидагича ёзамиз:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E_o} - \frac{\mu_o}{E_o}(\sigma_y + \sigma_z) \quad (14)$$

Компрессия шароитини (ён томонига кенгайиш имконияти йўқлигини) ҳисобга олсак, $\varepsilon_x = 0$; $\sigma_x = \sigma_y$; $\sigma_z = P$;

Охиригиларни ҳисобга олиб, охириги ифодани қўйидагича ёзамиз:

$$\frac{\sigma_x}{E_o} = \frac{\mu_o}{E_o}(\sigma_x + P); \quad (15)$$

ёки

$$\frac{\sigma_x}{E_o} = \frac{\mu_o}{E_o}\sigma_x + \frac{\mu_o}{E_o}P; \quad (16)$$

$$\frac{\sigma_x}{E_o}(1 - \mu_o) = \frac{\mu_o}{E_o}P.$$

$$\text{бундан,} \quad \sigma_x = \sigma_y = \frac{\mu_o}{1 - \mu_o} \cdot P. \quad (17)$$

Бу ерда $\frac{\mu_o}{1 - \mu_o} = \xi_o$ - сокин ҳолатдаги грунтнинг ён томонга босими коэффиценти деб аталади.

(17) ифодадан, $\sigma_x = \sigma_y = \xi_o \cdot P$ эканлиги келиб чиқади.

(12) ва (14) ифодаларни эътиборга олиб ($\sigma_z = P$);

$$\varepsilon_z = \frac{S_i}{h} = m_v P = \frac{P}{E_o} - \frac{\mu_o}{E_o}(\sigma_x + \sigma_y) \quad (18)$$

ε_z - ёки (17) ифодани эътиборга олсак:

$$\varepsilon_z = m_v \cdot P = \frac{P}{E_o} - \frac{\mu_o}{E_o} \left(\frac{\mu_o}{1 - \mu_o} \cdot P + \frac{\mu_o}{1 - \mu_o} \cdot P \right) \quad (19)$$

$$\begin{aligned} m_v \cdot P &= \frac{P}{E_o} - \frac{\mu_o^2}{E_o(1 - \mu_o)} \cdot P - \frac{\mu_o^2}{E_o(1 - \mu_o)} \cdot P, \\ \text{ёки} \quad m_v P &= \frac{P}{E_o} \left[1 - \frac{2\mu_o^2}{1 - \mu_o} \right] \\ \beta &= 1 - \frac{2 \cdot \mu_o^2}{1 - \mu_o} \quad \text{этиб белгилаб,} \\ m_v &= \frac{\beta}{E_o} \quad \text{ёки, бундан} \\ E_o &= \frac{\beta}{m_v}. \end{aligned} \quad (20)$$

(19) ифода, компрессияли деформация модулини аниқлаш ормуласидир. Энди β масаласига келсак:

майда ва чангсимон қумлар учун	$\beta = 0,8;$
қумоқ тупроқ учун	$\beta = 0,7;$
тупроқ учун	$\beta = 0,5;$
гил тупроқ учун	$\beta = 0,4.$

Амалий масалаларни ечиш учун, заҳира ҳисобидан, барча грунтлар учун, ҚМК $\beta = 0,8$ этиб олишни тавсия этади.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Грунтларни деформацияланувчи каттик жисмлардан фарқи нималардан иборат, умумий механиканинг қонун қоидалари грунтлар механикасининг масалаларини ечиш учун етарлими?
2. Грунтларнинг сиқилиши қандай компонентлар ҳисобига рўй беради?
3. Қандай боғланишга “компрессия эгри чизиги” деб айтилади, унинг қандай турлари мавжуд?
4. Компрессия эгри чизигини қандай ифодадан фойдаланиб куриш мумкин?
5. Сиқилиш ва нисбий сиқилиш коэффициентларини физик маъносини ва уларни фарқини изохлаб беринг?
6. Зичланиш қонунини моҳиятини тушунтириб беринг?
7. Грунтларнинг компрессияли деформация модули қандай аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

6 - Мавзу: Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги. Дарси қонуни

Режа

1. Грунтларни сув ўтказувчанлик хусусиятини ўрганиш зарурлиги ва унга таъсир этувчи омиллар.
2. Грунтлардаги сувнинг монанд ва бурама ҳаракатлари.
3. Гидравлик градиент, бошланғич гидравлик градиент ва грунтлар орқали сизадиган сувнинг тезлиги орасидаги боғланишларни график ва аналитик ифодалари. Сизиш коэффициентлари.
4. Пойдеворлардан узатиладиган юклардан грунт сувларида ҳосил бўладиган босим (напор), Терцаги модули, таъсирли ва таъсирсиз босимлар.
5. Грунтларнинг маълум кесим юзасидан сизиб ўтадиган сувнинг миқдорини (ҳажмини) аниқлаш.

Таянч иборалар: Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги, сувга тўйинган грунтлар, сувнинг ҳаракати, босим (напор), гидравлик градиент, бошланғич гидравлик градиент, Дарси қонуни, сизиш тезлиги, сизиш коэффициентлари, қумли грунтлар, гилли грунтлар, чўкиш сўниши, терцаги модули, таъсирли босим, таъсирсиз босим, сув миқдори.

Грунтларнинг сув ўтказувчанлик хусусиятини ўрганиш, сувга тўйинган грунтлар (грунтлар бўтқаси)нинг пойдеворлардан узатилаётган юкдан ҳосил бўладиган деформациясини ва грунтлардан сизиб ўтаётган сув миқдорини аниқлаш учун, грунтларни қурилиш ашёси сифатида фойдаланиш учун, кўпгина шунга ўхшаш амалий масалаларни ечиш учун зарур бўлади.

Грунтларни сув ўтказувчанлиги ўзгарувчан бўлиб, у грунтларнинг зичланганлик даражасига, қаттиқ заррачаларни ва ғовакликларни ўлчамларига ҳамда грунтларга таъсир этаётган босим миқдорига боғлиқ бўлади. Тажрибаларга асосан, грунтлардаги сувнинг ҳаракати, асосан 2 хил бўлиши мумкин.

Агарда грунтларда сув ҳаракатланганда унинг зарралари бир – бири билан кесишмаса, бундай ҳаракатга **монанд ҳаракат** дейилади. Бордию, сув зарралари бир-бири билан кесишса, айланса, бундай ҳаракатга **сувларнинг бурама ҳаракати** дейилади.

Тажрибаларга асосан таъкидлаш лозимки, аксарият ҳолларда грунтлардаги сувнинг ҳаракати монанд бўлиб, Дарси (1885) қонуниятига бўйсунди. Дарсининг таъкидлашича, грунтлардаги сувнинг ҳаракати, гидравлик градиентга боғлиқ экан.

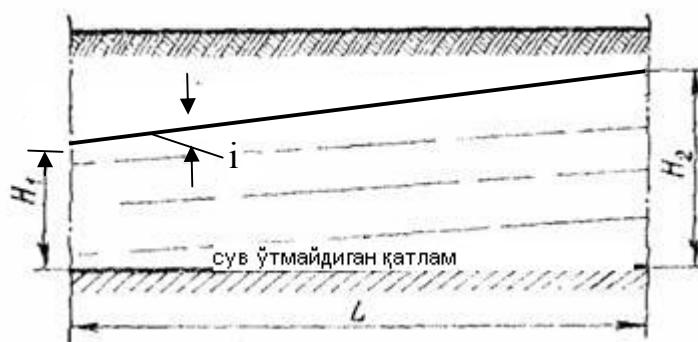
Гидравлик градиент :

$$i = \frac{H_2 - H_1}{L} \quad (1)$$

Агар $H_2 = H_1 = H$ ни таъсир этувчи босим (напор) деб белгиласак,

$$i = \frac{H}{L} \quad (2)$$

Демак, гидравлик градиент таъсир этувчи босим (напор) нинг сизиш масофасига бўлган нисбатига тенг экан.



14 -расм. *Грунтларда сувнинг сизиш схемаси.*

Дарси қонунига асосан, бирлик вақт ичида, грунтнинг бирлик юзасидан сизиб ўтган сувнинг сарфи (миқдори), яъни тезлиги, гидравлик градиентга тўғри пропорционалдир:

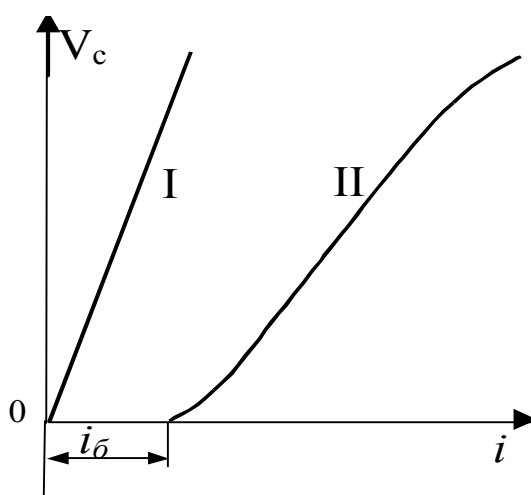
$$V_c = K_c \cdot i \quad (3)$$

бу ерда K_c - сизиш коэффиценти бўлиб, гидравлик градиент бирга тенг бўлганда, сизиш тезлигига тенг бўлган катталиқ бўлиб, V_c - каби, м/сек, м/сут. ларда ўлчанади.

(3) ифода фақатгина қумли грунтларгагина хосдир. Гилли грунтларда сув ҳаракатга келиши учун (сизиш бошланиши учун), бирор бир бошланғич гидравлик градиент зарур бўлади.

Яъни:

$$V_c = K_c (i - i_a) \quad (4)$$



15- расм. *Сизиш тезлиги (V_c) билан гидравлик градиент (i) орасидаги боғланиш*

I – қумли грунтлар учун; II – гилли грунтлар учун.

Грунтлар механикасида, сувнинг ҳаракатини рўй бериши, аксарият ҳолларда, бино ва иншоотлар пойдеворларидан узатиладиган юк таъсирида

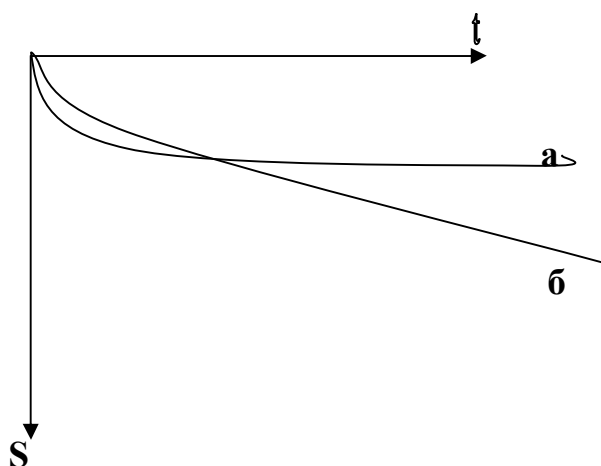
ўрганилади. Демак, пойдеворлардан узатилаётган кучланишни босимга (напорга) айлантириш зарур бўлади:

H баландликка эга бўлган сувдан P га тенг босим, яъни кучланиш ҳосил бўлсин:

$$P = \gamma_w \cdot H \quad (5)$$

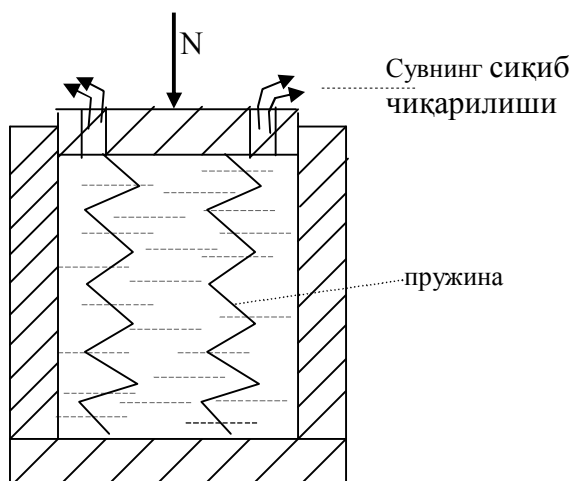
бундан $H = \frac{P}{\gamma_w}$ босим (напор) ҳосил булар экан. (6)

Агарда, сувга тўйинган ($S_r=1$) грунтлардаги пойдеворларга бир хил босим узатсак, бир хил вақт оралиғида қумли грунтларда чўкиш тез бўлади, гилли грунтларда аста – секин бўлади.



16- расм. а) қумли грунтларда; б) гилли грунтларда

Бу жараёнларни Терцаги таклиф этган модел орқали осон тушунтириш мумкин. У грунт скелетини пружина билан, грунт ғовакликларини герметик идиш қопқоғидаги тешик билан алмаштиради.



17- расм. Грунт бўтқаси сиқилишининг механик модели.

$P = \frac{N}{F}$, F – юза бўлса, ҳар қандай вақтда ҳам, $P = P_w + P_z$ тенглик ўз кучини сақлайди.

P_z - таъсирли (скелет орқали) узатиладиган босим бўлиб,

P_w – таъсирсиз (сув орқали) узатиладиган босимдир.

Пружина сиқилиш тезлиги, тешикларни катта ёки кичиклигига боғлиқ бўлади.

$t = 0$; бўлганда, $P = P_w$; яъни босим сув орқали узатилади ва $P_z = 0$ бўлади.

$t = \infty$; бўлганда, $P = P_z$; $P_w = 0$ бўлади.

$0 < t < \infty$; оралиғида эса $P = P_w + P_z$; ($P_z \neq 0$, $P_w \neq 0$) натижани оламиз.

Демак, таъсирли босим грунт скелети орқали узатилиб, грунтни зичлайди ва мустаҳкамлайди. Сув орқали узатиладиган таъсирсиз босим эса, зичламайди, мустаҳкамламайди, фақат напор ҳосил қилади. Грунтнинг F юзасидан сизиб ўтаётган сувнинг миқдори - Q қўйидагича аниқланади:

$$Q = F \cdot K_c \cdot i \cdot t \quad (7)$$

бу ерда t – сизиш вақти.

(7) ифодадан:

$$K_c = \frac{Q}{F \cdot i \cdot t} \quad (8)$$

(8) ифода, грунтларнинг сизиш коэффицентини аниқлаш имконини беради.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Грунтларнинг сув ўтказувчанлик хусусиятини ўрганиш нима учун зарур ва у қандай омилларга боғлиқ?
2. Гидравлик градиент нима ва у қандай аниқланади?
3. Қумли ва гилли грунтлар учун Дарси қонунини график ва аналитик усулларда ифодаланг!
4. Сизиш тезлиги ва сизиш коэффицентини тушунчаларини изоҳлаб беринг!
5. Пойдевор орқали узатиладиган юклар, сувларни грунтлар орқали сизишига қандай таъсир этади?
6. Терцаги модули ёрдамида таъсирли ва таъсирсиз босимларни тушуниринг?
7. Грунтлар кесим юзасидан сизиб ўтган сув миқдори қандай аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

7 - Мавзу: Грунтларни силжишига қаршилиги. Кулон қонуни.

Грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари. Мустаҳкамлик шартлари

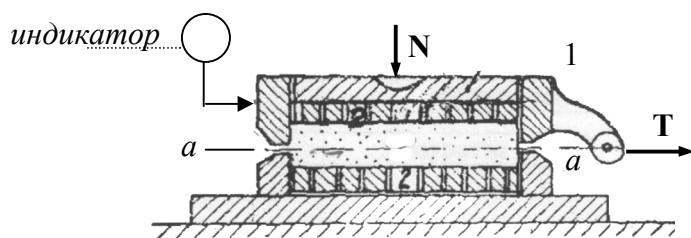
Режа

1. Грунтларни силжишга қаршилигини аниқлашда, уларни 2 турга, қумли ва гилли грунтларга ажратиб ўрганиш зарурлиги.
2. Қумли грунтларнинг силжишга қаршилиги, Кулон қонуни. Қумли грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичи бўлмиш ички ишқаланиш бурчагини аниқлаш.
3. Гилли грунтларни силжишга қаршилигини аниқлаш “очик” ва “ёпик” ҳолатлар.
4. Қумли ва гилли грунтлар учун Мор айланаси ёрдамида мустаҳкамлик шартларини аниқлаш.

Таянч иборалар: нормал кучланиш, уринма кучланиш, тик деформация, горизонтал деформация, чегаравий уринма кучланиш, қумли грунтлар, гилли грунтлар, кулон қонуни, очик ҳолат, ёпик ҳолат, ички ишқаланиш бурчаги, зарралараро боғланиш кучи, Мор айланаси, мустаҳкамлик шарти.

Грунтларни силжишга қаршилик кўрсаткичлари, уларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари бўлиб, зарралар ўлчамига, таъсир этаётган нормал босимга, грунтларнинг зичлигига, намлигига ва зарралар шаклига боғлиқ бўлади. Грунтларни силжишига қаршилигини ўрганиш, уларни 2 асосий катта синфга: қумли ва гилли турларга бўлиб ўрганишни тақозо этади. Қумли грунтлар, силжишга асосан зарралар орасидаги ишқаланиш кучи орқали қаршилик кўрсата олади. Гилли грунтлар эса, ишқаланиш кучидан ташқари, зарралар орасидаги боғланиш (қовушқоқлик) кучлари орқали ҳам қаршилик кўрсатади.

Грунтларнинг силжишига қаршилигини аниқлаш учун кесувчи ускунадан фойдаланилади.



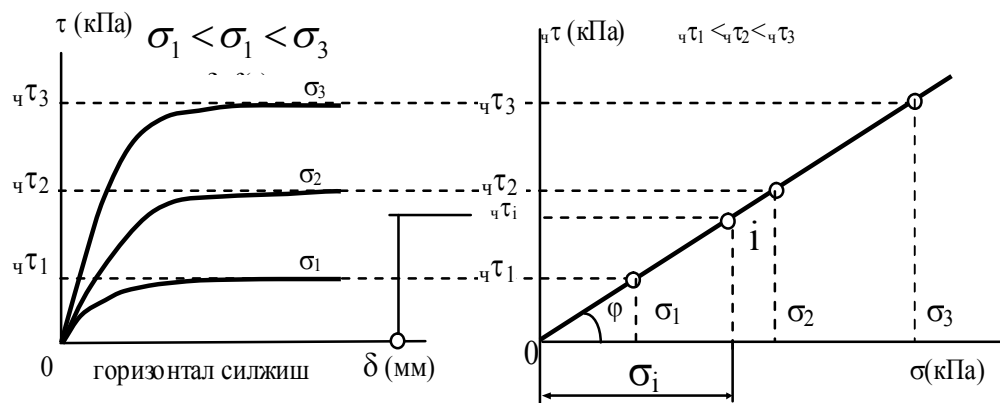
18-расм. Грунтларни текислик бўйича кесадиган ускуналарнинг схемаси:

1 – юклатувчи штамп, 2 – устки ва остки тешилган штамплар;

a – a грунт намунасининг қирқиш текислиги.

Тажрибада $\sigma = \frac{N}{F}$ ўзгармас олиниб, $\tau = \frac{T}{F}$ чегаравий ҳолатга, яъни намуна кесилганга қадар аста – секин ошириб борилади. Бунда, σ – нормал кучланиш, N – тик қўйилган куч, F – намунанинг кесим юзаси, τ – уринма (кесувчи) кучланиш, T – горизонтал қўйилган куч. Намуна кесилишига тўғри келган τ ни, чегаравий уринма кучланиш деймиз ва τ_c деб белгилаймиз.

1. **Қумли грунтлар.** Юқорида таъкидлаганимиздек, қумли грунтлар силжишига фақатгина зарралараро ишқаланиш кучи орқали қаршилик кўрсатади.



19- расм. Қумли грунтларнинг силжишига қаршилигининг чегаравий қийматини аниқлаш диаграммаси.

$$\tau_i = \operatorname{tg} \varphi \cdot \sigma_i \quad (1)$$

(1) ифода Ш. Кулон қонуни бўлиб, 1773 йили кашф этган.

$\operatorname{tg} \varphi = f$ деб белгиласак,

$$\tau_i = f \cdot \sigma_i \quad (1')$$

Қумли грунтларнинг силжишга қаршилиги, зарралараро ишқаланиш кучи туфайли рўй бергани учун φ – грунтларнинг ички ишқаланиш бурчаги деб $\operatorname{tg} \varphi = f$ – грунтларнинг ички ишқаланиш коэффиценти, деб аталади.

Шундай қилиб, қумли грунтларнинг силжишига қаршилиги нормал кучланишга тўғри пропорционал бўлиб, φ эса уларнинг асосий мустаҳкамлик кўрсаткичидир.

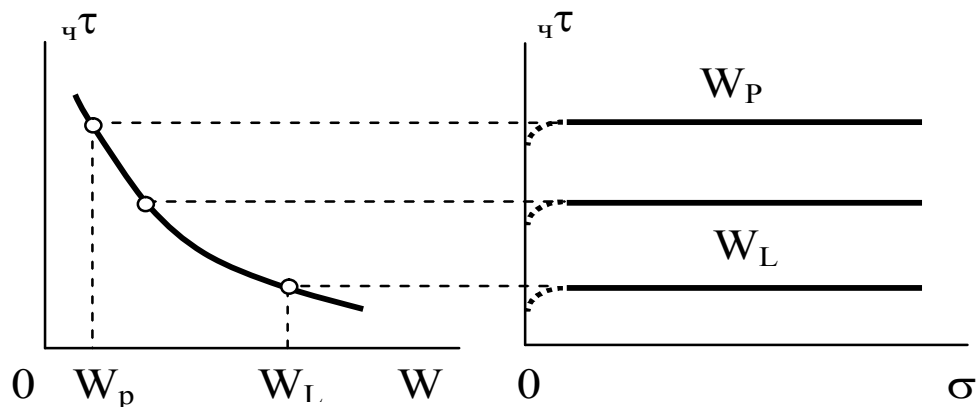
2. **Гилли грунтларда** қумли грунтлардан фарқли ўлароқ, уларнинг зарралари юмшоқ (пластик) ёки бикр кучлар орқали бир – бири билан боғланган бўлади, зарралараро ишқаланиш кучидан ташқари, зарралараро боғланиш кучи ҳам силжишга қаршилик кўрсатади.

Уларнинг силжишга қаршилиги 2 ҳолатда кўрилади:

а) ёпиқ ҳолат – яъни грунт таркибидаги сувни сиқиб чиқарилишига имконият йўқ ҳолат;

б) очик ҳолат – грунтнинг таркибидаги сувни сиқиб чиқариш имконияти бор ҳолат.

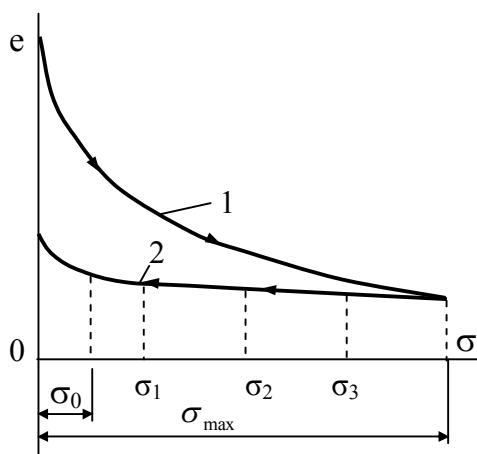
Ёпиқ ҳолатда грунт зичланмайди, шу туфайли зарралар аро ишқаланиш кучи намликка боғлиқ бўлиб қолади. Очик ҳолатда грунт зичланади, зичланган сари силжишга қаршилиги ортиб боради.



20- расм. Ёпиқ ҳолатда гилли грунтларнинг силжишга қаршилиги.

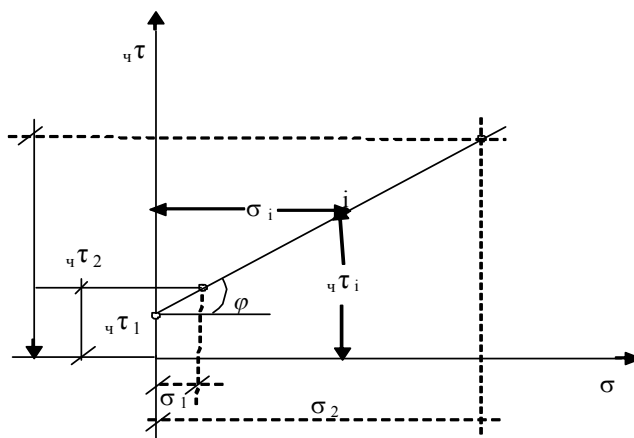
20-расмдан кўринадики, сувга тўйинган гилли грунтларнинг силжишга қаршилиги, нормал кучланишга боғлиқ бўлмай, грунт таркибидаги намликка боғлиқ экан.

Очик ҳолатда грунтнинг силжишга қаршилигини аниқлашда ғовакликни таъсирини йўқотиш учун, улар олдиндан маълум бир ($\sigma_{\max}$) нормал кучланиш билан зичлантирилади ва сўнг зичланган грунтни силжишга қаршилиги аниқланади. Намуна юксизлантирилганда ғоваклиги (ғоваклик коэффиценти) қарийб ўзгармай қолади, бу эса якуний натижага ғоваклик таъсирини йўқотишга олиб келади.



21-расм. Гилли грунтнинг компрессияли эгри чизиклари.
1– юкланиш графиги; 2 – юксизлантириш графиги.

Очиқ ҳолатда (яъни грунт зичланган ҳолатда), гилли грунтларнинг силжишига қаршилиги, нормал кучланишга боғлиқ бўлади.



22- расм. Очиқ ҳолатда гилли грунтларнинг силжишига қаршилигини аниқлаш графиги.

$$\tau_i = C + \operatorname{tg} \varphi \cdot \sigma_i \quad (2)$$

$\operatorname{tg} \varphi = f$ эканлигини эътиборга олсак,

$$\tau_i = C + f \cdot \sigma_i \quad (2^1)$$

бу ерда C - зарралараро боғланиш (қовушқоқлик, ёки ёпишқоқлик) кучи.

(2) ёки (2¹) ифодалардан кўриниб турибдики, очиқ ҳолатда синалган гилли грунтнинг силжишга қаршилиги, нормал кўчишга тўғри пропорционал экан.

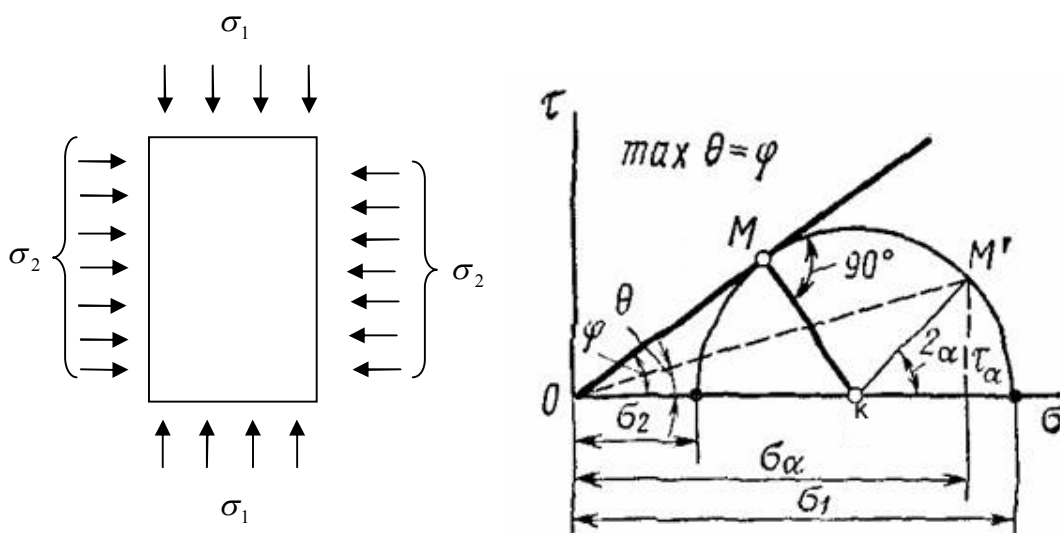
Шундай қилиб, гилли грунтларнинг силжишига қаршилиги 2 қисмдан иборат экан:

1. Зарралараро боғланиш кучи бўлиб, у нормал кучланишга боғлиқ эмасдир.

2. Зарралараро ишқаланиш кучи бўлиб, нормал кучланишга тўғри пропорционалдир.

Зарралараро боғланиш кучи C ва зарралараро ишқаланиш бурчаги - φ гилли грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларидир.

Грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларини мураккаб кучланганлик ҳолатидан ҳам келтириб чиқариш мумкин. Материаллар қаршилиги фанидан, мураккаб кучланганлик ҳолати учун Мор айланасидан фойдаланамиз. Грунт намунасига σ_2 кучланишни таъсир эттириб, σ_1 ни грунт намунаси деформациялангунча (бузилгунга қадар) ошириб борамиз, бундай тажрибалар ўтказиладиган ускуна “стабиллометр” деб аталади.



23- расм. Қумли грунтлар учун Мор айланаси.

Координата боши О нуктадан (23-расм) кўпгина тўғри чизик ўтказиш мумкин. Лекин, айланага уринма қилиб, М нукта орқали шундай тўғри чизик ўтказиш мумкинки, М нукта ҳам айлана устида, ҳам тўғри чизик устида ётган бўлсин. Бундай ҳолатда ушбу тўғри чизик, τ нинг чегаравий қийматини ифодалайди. М нуктадан перпендикуляр туширсак, айлана марказига, яъни К нуктага тушади.

23- расмдан,

$$\sin \varphi = \frac{MK}{OK};$$

$$MK = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2};$$

$$OK = \sigma_2 + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

буларни ҳисобга олсак,

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}. \quad (3)$$

(3) ифода қумли грунтларнинг мустаҳкамлик шартидир, чунки σ_2 ўзгарса, σ_1 ҳам ўзгаради, (3) нисбат ўзгармай қолади.

Гилли грунтлар. Худди қумли грунтлардагидек, гилли грунтлар учун Мор айланасини қурамиз. Зарралараро боғланиш кучини олдиндан маълум деб фараз қиламиз.

5. Қумли грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичи қандай аниқланади!
6. Гилли грунтларни “очиқ” ва “ёпиқ” ҳолатда силжишга қаршилигини аниқлаш усуллари тушунтириб беринг.
7. Гилли грунтлар учун Кулон конунини баён этинг!
8. Гилли грунтларни мустаҳкамлик кўрсаткичларига нималар киради ва улар қандай аниқланади?
9. Қумли грунтлар учун Мор айланаси ёрдамида мустаҳкамлик шартини келтириб чиқаринг!
10. Гилли грунтлар учун Мор айланасидан фойдаланиб мустаҳкамлик шартини ифодаланг!

Тавсия этилган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар. – Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. - Л.: Стройиздат, 1988.
4. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1987.

8 - Мавзу: Грунтлардаги кучланишларни аниқлаш.

Марказлашган куч таъсири

Режа

1. Кучланишларни аниқлашда чизиқли деформацияланувчи жисм (муҳит) назариясини қўлланилиши.
2. Ярим фазоли чегаравий текисликга нормал таъсир этувчи марказлашган кучдан грунт массивининг ихтиёрий нуқтасидаги кучланишларни аниқлаш. Буссинеск масаласи.
3. Кучланишларни қутб координатасида аниқлаб сўнг Декарт координата – системасига ўтказиш.
4. Ярим фазони чегаравий текисликка паралел бўлган юзага таъсир этувчи сиқувчи кучланишни аниқлашни соддалаштириш мақсадида, нуқтани координатасини белгиловчи катталикларни жадваллаштириш масаласи.
5. Бир нечта марказлашган куч таъсирида грунт массивининг иқтисодий нуқтасидаги сиқувчан кучланишни аниқлаш.

Таянч иборалар: чизиқли деформацияланувчи муҳит, марказлашган куч (юк), ихтиёрий нуқта, нуқтанинг координаталари, радиал кучланиш, сиқувчи кучланиш, уринма кучланиш, постулат, мувозанат шарти, масала ечими, коэффициент, жадваллаштириш, бир неча марказлашган куч таъсири, эпюра.

Грунтлардаги кучланишларни аниқлаш, ташқи куч ва грунтларнинг хусусий оғирлигидан грунтларнинг мустаҳкамлигини, устуворлигини, юк

кўтара олиш қобилиятини ва унинг деформацияларини аниқлаш учун зарур бўлади.

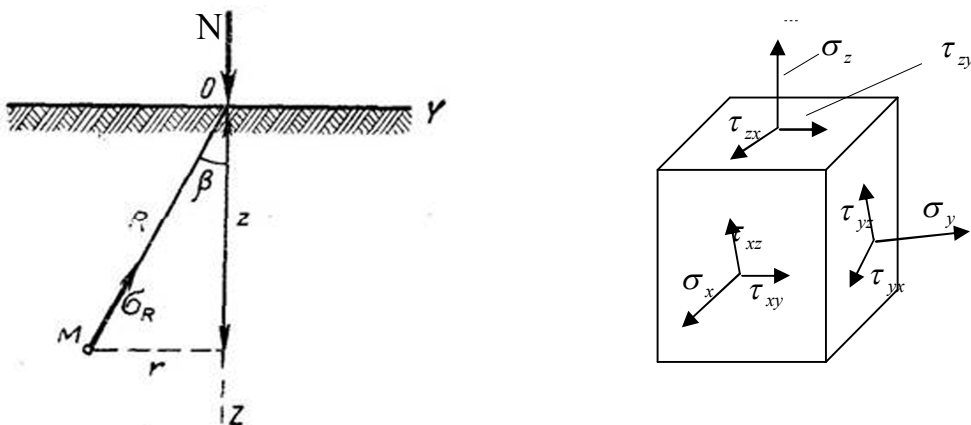
Ҳозирги кунда, кучланишларни грунтларда тарқалишини аниқлаш учун **чизикли деформацияланувчи жисм** (муҳит) назарияси қўлланилади. Бунинг учун қаралаётган грунт массивида, чегаравий кучланганлик ҳолати, бирор нуктада ҳам рўй бермаслиги керак, яъни $S = f(P)$ боғланиш чизикли бўлиши керак. Бу эса, грунтларда кучланишларни эластиклик назарияси усуллари ёрдамида, аниқлаш имкониятини беради.

Марказлашган куч таъсирида грунтлардаги кучланишларни аниқлаш (фазовий масала).

Кучланишларни аниқлашда, чизикли деформацияланувчи жисм назариясидан фойдаланамиз. Айтайлик, ер шарини чегараловчи текисликка “марказлашган” тик «N» куч таъсир этсин. Грунтни ён томонлар бўйича ҳам, чуқурлик бўйича ҳам бир жинсли ва чизикли деформацияланувчи **муҳит** деб қараймиз.

Ихтиёрий бирор бир M нуктада N кучдан ҳосил бўладиган кучланишларни аниқлаш талаб этилсин.

Бизни энг кўп қизиқтирадиган кучланишлар, ярим фазони чегараловчи текисликка параллел текисликда ҳосил бўладиган $\sigma_z, \tau_{zx}, \tau_{zy}$ кучланишидир.



25-расм. Марказлашган куч таъсири схемаси.

Бунинг учун, авваламбор нуктанинг координатасини аниқлаб, радиал кучларни σ_R ни топиш талаб этилади. Бу кучланишни ярим фазони чегараловчи текисликка параллел бўлган текисликка проекциялаб, сўнг $\sigma_z, \tau_{zy}, \tau_{zx}$ лар аниқланади. Бу масалани 1885 йили француз олими Ж. Буссинеск ечган.

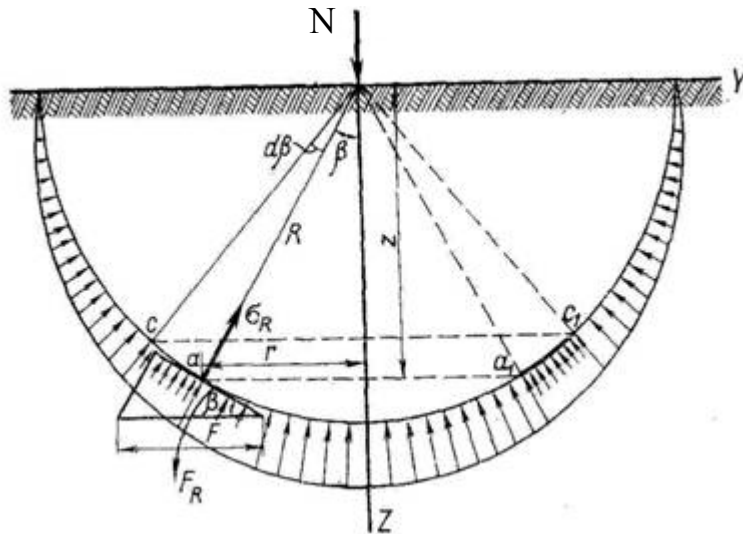
σ_R - ни топиш учун қўйидаги постулатни қабул қиламиз:

$$\sigma_R = A \frac{\cos \beta}{R^2}, \quad (1)$$

бу ерда A – мувозанат шартидан топилиши зарур бўлган пропорционаллик коэффициенти. Уни топиш учун мувозанат шартини

тузамиз, яъни таъсир этувчи ҳамма кучларнинг вертикал ўққа проекциялаб нолга тенглаштирамиз.

Мувозанат шартини тузиш учун маркази N куч таъсир этган нуқтадан ярим шар чизамиз (26-расм).



26-расм. Марказлашган куч таъсирида радиал кучланишлар пайдо бўлиш схемаси.

$$\cos 0^\circ \rightarrow \sigma_R = \max$$

$$\cos 90^\circ \rightarrow \sigma_R = 0$$

Мувозанат шarti

$$N - \int_0^{\pi/2} \sigma_R \cdot \cos \beta dF = 0 \quad (2)$$

бу ерда dF - элементар шар белбоғининг юзаси.

$$dF = 2\pi(R \cdot \sin \beta)(R d\beta) \quad (3)$$

(1) ва (3) ифодаларни (2) ифодага қўйиб, белгиланган чегараларда интегралласак, қўйидагиларга эга бўламиз.

$$N - \frac{2}{3} A \pi = 0$$

$$A = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \quad (4)$$

(4) ни (1) га қўйиб,

$$\sigma_R = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \cdot \frac{\cos \beta}{R^2} \quad (5)$$

ни оламиз.

σ_R - ни ярим фазони чегараловчи текисликка паралел бўлган юзага проекциялаймиз ва уни σ_R^1 деб белгилаймиз (27-расм), яъни

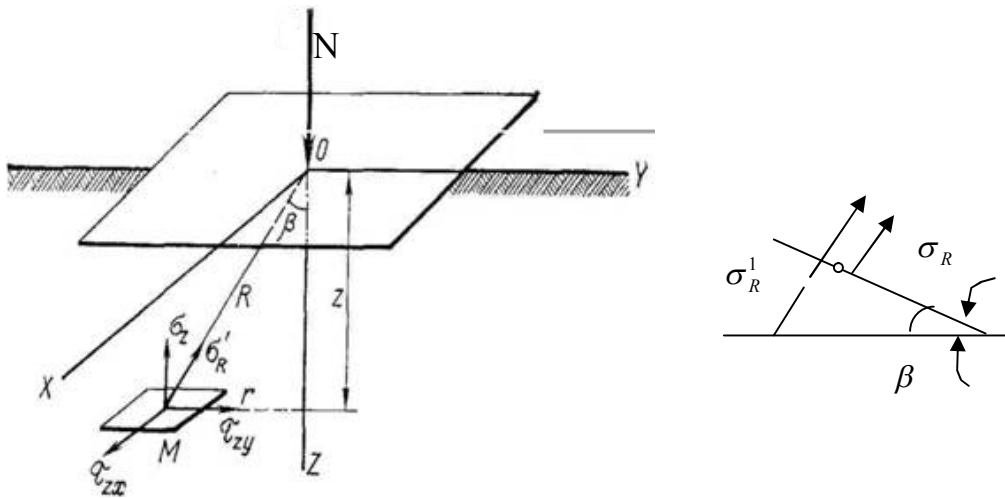
$$\sigma_R^1 = \sigma_R \cdot \cos \beta \quad (6)$$

(5) ифодани (6) га қўямиз.

$$\sigma_R^1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \cdot \frac{\cos^2 \beta}{R^2} \quad (7)$$

27-расмдан, $\cos \beta = \frac{z}{R}$ эканлигини ҳисобга олсак, (7) ифода кўйидаги кўринишга келади:

$$\sigma_R^1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \cdot \frac{z^2}{R^4} \quad (8)$$



27-расм. Ярим фазони чегараловчи текисликга параллел юзада кучланишларнинг ҳосил бўлиши.

σ_R^1 ни мос ҳолдаги текисликларга проекциялаб, ярим фазони чегараловчи текисликка параллел бўлган юзадаги кучланишларни ташкил этувчиларини аниқлаймиз. Яъни:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= \sigma_R^1 \cos(\sigma_R^1 \cdot Z) \\ \tau_{zy} &= \sigma_R^1 \cdot \cos(\sigma_R^1 \cdot Y) \\ \tau_{zx} &= \sigma_R^1 \cos(\sigma_R^1 \cdot X) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

ўз навбатида 27- расмдан кўринадики,

$$\left. \begin{aligned} \cos(\sigma_R^1 Z) &= \frac{Z}{R} \\ \cos(\sigma_R^1 Y) &= \frac{Y}{R} \\ \cos(\sigma_R^1 X) &= \frac{X}{R} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

(9) ва (10) ифодаларни эътиборга олиб, (8) ифодадан $\sigma_z, \tau_{zy}, \tau_{zx}$ ларнинг қийматларини аниқлаш имкониятига эга бўламиз.

$$\sigma_z = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \cdot \frac{z^3}{R^5} \quad (11)$$

$$\tau_{zy} = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \cdot \frac{yz^2}{R^5} \quad (12)$$

$$\tau_{zx} = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{\pi} \cdot \frac{xz^2}{R^5} \quad (13)$$

(11), (12), (13) ифодалардан кўринадик, ярим фазони чегараловчи текисликка параллел бўлган юзадаги кучланишлар, грунтнинг бирор бир физикав ёки механик хусусиятига боғлиқ эмас экан. Шу туфайли, ушбу ифодалар, ҳар қандай чизиқли деформацияланувчи муҳит учун тўғридир.

27-расмдан Пифагор теоремасига асосан:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{z^2 + r^2} \\ \frac{R}{z} &= \sqrt{\frac{z^2}{z^2} + \frac{r^2}{z^2}} \\ R &= z \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (14)$$

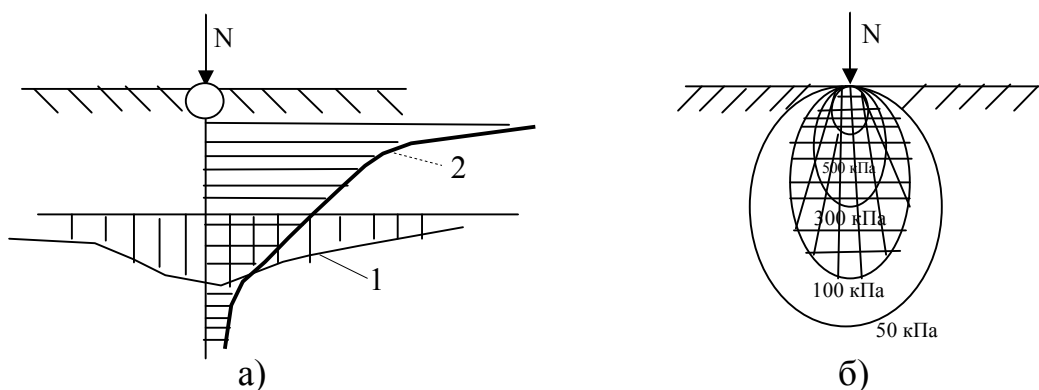
(14) ифодани (11) га қўйсак,

$$\begin{aligned} \sigma_z &= \frac{3}{2\pi \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{\frac{5}{2}}} \cdot \frac{N}{z^2}; \\ K &= \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{\frac{5}{2}}} \quad \text{деб белгиласак,} \end{aligned}$$

$$\sigma_z = K \frac{N}{z^2}, \quad \text{кўринишдаги оддий ифодага эга бўламиз.}$$

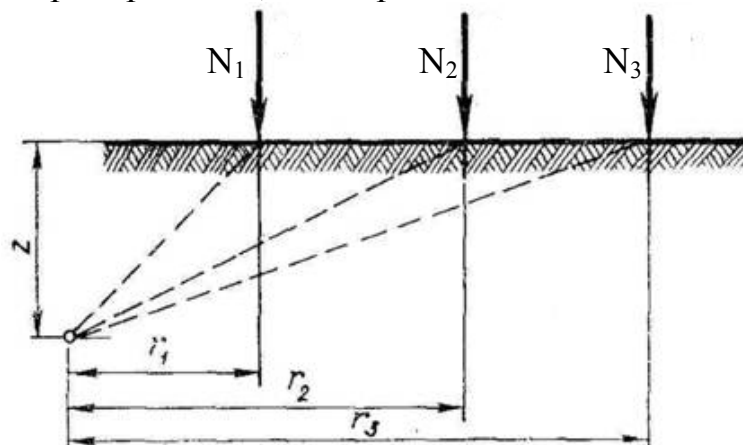
бу ерда K коэффициенти r/z қийматига боғлиқ равишда жадваллаштирилган.

Қаралаётган нуқтанинг координаталарини ўзгартириб грунт массивининг қизиқтираётган нуқтасида кучланишларни жадвал ёрдамида аниқлаш мумкин. Агарда, бир хил қийматга эга бўлган кучланиш нуқталарини туташтирсак, кучланишлар тарқалиш эпюраси, яъни “изочизиқлар”ни (бир хил кучланишли чизиқларни) тузишимиз мумкин.



28-расм. а) Марказлашган кучдан сиқилувчи σ_z кучланишининг тарқалиш эпюралари 1- горизонтал ўқ бўйича 2- тик (вертикал) ўқ бўйича.
б) бир хил кучланишли чизиқлар (изобарлар).

Агарда, ярим фазони чегараловчи текисликка, бир нечта марказлашган куч таъсир этса, қаралаётган нуқтадаги кучланиш, ҳар бир марказлашган кучдан ҳосил бўладиган кучланишларнинг алгебраик йиғиндисига тенг бўлади. Чунки, кучланишларни аниқлашда, грунтни чизиқли деформациялановчи муҳит, яъни грунтда ҳосил бўладиган деформация, кучланишга тўғри пропорционал, деб қараганмиз.



29- расм. Бир нечта марказлашган кучлар таъсири схемаси.

$$\sigma_z = K_1 \frac{N_1}{z^2} + K_2 \frac{N_2}{z^2} + K_3 \frac{N_3}{z^2}$$

$$K_i = f\left(\frac{r_i}{z}\right) \Rightarrow \text{жадвалдан олинади.}$$

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Грунтлардаги кучланишларни аниқлашда нима учун чизиқли деформацияланувчи жисм назарияси қўлланилади? Уни қўллаш қандай аниқланади?
2. Нуқтанинг радиал ва Декарт координата системаларида координатлари қандай аниқланади?
3. Радиал сиқувчи кучланиш нима ва уни аниқлаш мақсадида қабул қилинган постулат ифодасини қай кўринишда қабул қилиш мумкин?
4. Марказлашган кучдан грунтларда ҳосил бўладиган кучланишларни мувозанат тенгламасини ёзинг?
5. Радиал кучланиш ярим фазони чегараловчи текисликка паралел бўлган юзага қандай проекцияланади?
6. Марказлашган кучдан ярим фазони чегараловчи текисликка паралел бўлган юзада ҳосил бўладиган кучланишларни ташкил этувчиларини ифодаларини келтиринг!
7. Марказлашган кучдан грунт массивининг ихтиёрий нуқтасида ҳосил бўладиган сиқувчи кучланиш жадвал ёрдамида қандай аниқланади.
8. Марказлашган кучдан грунтларда тарқаладиган сиқувчи кучланишни эпюраларини келтиринг!

9. Бир неча марказлашган юк таъсиридан ҳосил бўладиган сиқувчи кучланишлар қандай аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

9–Мавзу. Текис тарқалган кучлардан грунтлардаги кучланишларни аниқлаш

Режа

1. Текис тарқалган тўғри тўртбурчакли юза маркази ва бурчаги остидаги нуқталардаги сиқилувчи кучланишларни аниқлаш.
2. Кучланишларни аниқлашнинг бурчақда ётган нуқта усули.
3. Кучланишлар тарқалишига юклантирувчи юзанинг ўлчамларини таъсири.
4. Кучланишларни аниқлашнинг элементар жамлаш усули.

Таянч иборалар: юклантирувчи юза, тўғри тўртбурчак, ташқи куч, сиқувчи кучланиш, тўртбурчак маркази, тўртбурчак бурчаги, нуқта, таъсир коэффициентлари, жадвал, тўртбурчак контури, тўртбурчак ичи, тўртбурчак ташқариси, элементар жамлаш, проекция, сумма.

Амалда, марказлашган куч N , асос грунтларга пойдеворнинг товони юзаси орқали узатилади. Пойдевордан узатилаётган марказлашган кучни (юкни), қўйидагича текис тарқалган куч P га айлантирилади.

$$P = \frac{N}{A},$$

бу ерда A – пойдевор товони юзаси

Ушбу асосий (амалиётда кенг қўлланиладиган) ҳолат учун, яъни тўғри тўртбурчакли юза бўйича текис тарқалган ташқи юк учун иккита муҳим ечим олинган (30-расм).

1) Пойдеворнинг оғирлик маркази O нуқта остидаги нуқталар учун сиқувчи кучланишларни аниқлаш ечими.

2) Пойдевор бурчаги C нуқта остида ётган нуқталар учун сиқувчи кучланишларни аниқлаш ечими.

Пойдевор остидаги нуқталар учун олинган ифодалар қўйидаги амалиётда қўллаш учун қулай ҳолатгача келтирилган:

Пойдеворларнинг марказий ўқи O нуқта остида ётган нуқталар учун

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P$$

бу ерда таъсир коэффициенти $\alpha = f\left(\zeta = \frac{2z}{a}; \eta = \frac{\ell}{a}\right) \Rightarrow$ жадвалдан олинади.

Пойдеворнинг бурчаги остида ётган нуқталар учун:

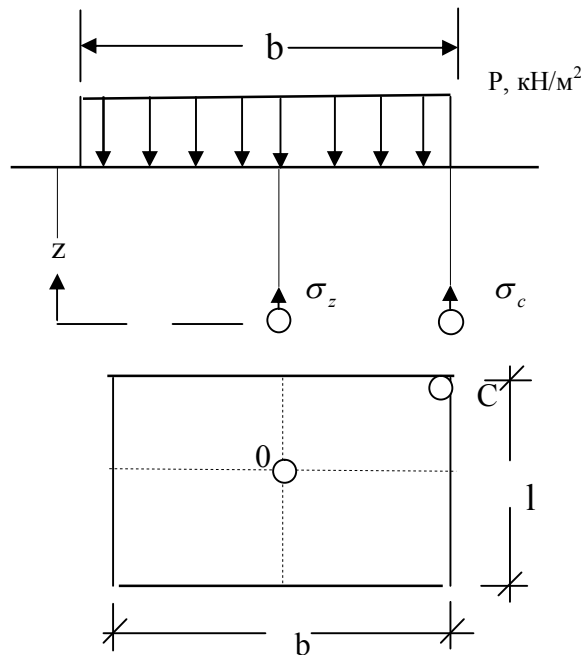
$$\sigma_{zc} = \alpha_c \cdot P,$$

бу ерда таъсир коэффициенти $\alpha_c = \frac{1}{4} f^1\left(\zeta = \frac{z}{a}; \eta = \frac{\ell}{a}\right) \Rightarrow$ жадвалдан олинади.

бу ерда z – кўрилаётган нуқтанинг чуқурлиги;

a – пойдевор товонининг эни;

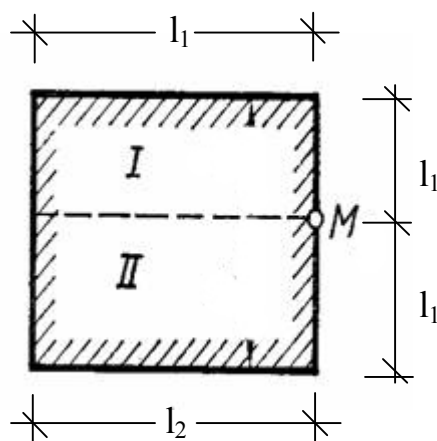
l – пойдевор товони узунлиги



30-расм. Текис тарқалган кучлардан грунтлардаги кучланишлар

Бурчакда ётган нуқта усули. Бурчакдаги нуқта усули жуда қулай бўлиб, тўғри тўртбурчак шаклига эга бўлган пойдеворни ихтиёрий нуқтаси остидаги грунтларда ҳосил бўладиган кучланишларни топиш имконини беради. Бу усул шу шароитда қўлланиладики, қачонки пойдевор юзасини шундай тўғри тўртбурчакларга бўлиш мумкин бўлсинки, қаралаётган нуқта бурчакда ётган бўлсин. Ушбу ҳолда қаралаётган нуқтадаги кучланиш, ҳар бир тўртбурчаклардан ҳосил бўлган кучланишнинг алгебраик йиғиндисига тенг бўлади. Айтилганларни мисоллар орқали ифодалаймиз:

- 1) Қаралаётган **М** нуқта юклантирувчи тўғри тўртбурчак юзасининг чегарасида (контурида) ётган бўлсин.

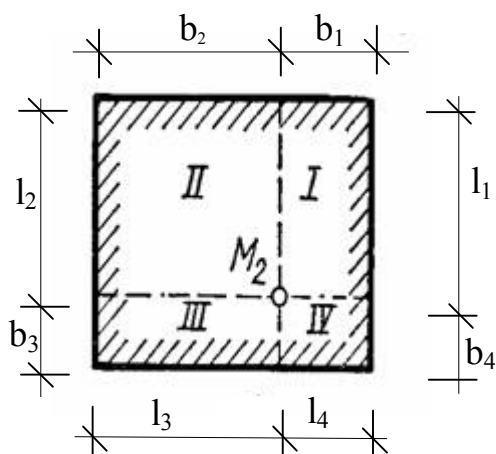


31- расм. *М* нуқтаси юкланиш юзасининг контурида ётган ҳолида кучланишларни аниқлаш схемаси.

$$\sigma_{zc} = \alpha_{c1} \cdot P + \alpha_{c2} P = P(\alpha_{c1} + \alpha_{c2}).$$

$$\alpha_{c1} = \frac{1}{4} f^1 \left(\zeta = \frac{z}{e_1}, \eta = \frac{\ell_1}{e_1} \right) \Rightarrow \text{жадвалдан}$$

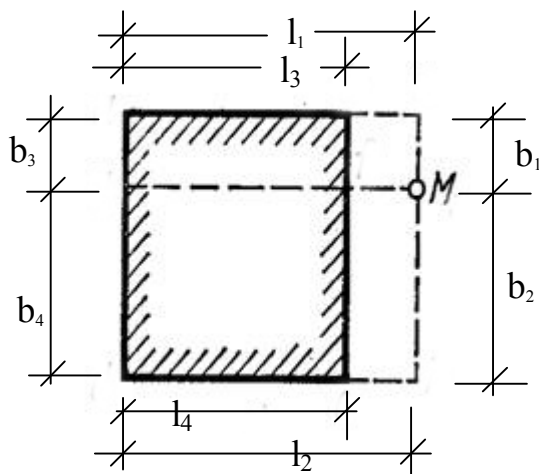
2). Қаралаётган **М** нуқта юклантирувчи тўғри тўртбурчак юзасининг ичида ётган бўлсин.



32- расм. *М* нуқтаси юкланиш юзасининг ичида ётган ҳолида кучланишларни аниқлаш схемаси.

$$\sigma_{zc} = P(\alpha_{c1} + \alpha_{c2} + \alpha_{c3} + \alpha_{c4}).$$

3). Қаралаётган **М** нуқта юклантирувчи тўғри тўртбурчак юзасининг ташқарисида ётган бўлсин



33- расм. *М нуқтаси юкланиш юзасининг ташқарисида ётган ҳолида кучланишларни аниқлаш схемаси.*

$$\sigma_{zc} = P(\alpha_{c1} + \alpha_{c2} - \alpha_{c3} - \alpha_{c4})$$

Ҳисоблар шуни кўрсатадики, юклантирувчи юза ошиб бориши билан, ҳам ён томонга, ҳам чуқурлик бўйича кучланишни сўниши камаяди.

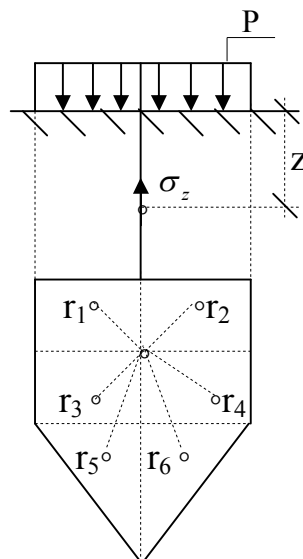
Кучланишларни аниқлашнинг элементар жамлаш усули.

Юклантирувчи юза тўғри тўртбурчак шаклига эмас, ихтиёрий мураккаб шаклга эга бўлса, бурчакда ётган нуқта усулини қўллаб бўлмайди. Бундай ҳолларда тақрибий бўлган (амалиёт учун етарлича аниқ бўлган) элементар жамлаш усулидан фойдаланилди. Бу усулни шу пайтда қўллаш мумкинки, қачонки юкланувчи юзани шундай элементар, мумкин қадар майда юзачаларга бўлиш мумкин бўлсинки, уларга тўғри келган юкларни марказлашган ва элементар юзачаларни оғирлик марказига қўйилган деб қараш мумкин бўлсин (33-расм). У ҳолда:

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n K_i \frac{N_i}{z^2}$$

бу ерда таъсир коэффиценти $K_i = f\left(\frac{r_i}{z}\right) \Rightarrow$ жадвалдан олинади.

Бу ерда r_i қаралаётган нуқтадан i элементнинг оғирлик марказигача бўлган масофанинг горизонтал текисликка проекцияси, z — қаралаётган нуқтанинг чуқурлиги.



34-расм. *Кучланишларни аниқлашнинг элементар жамлаш*

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Юклантирувчи тўғри тўртбурчак марказ остидаги нуқталарда сиқувчи кучланишлар қандай аниқланади?
2. Юклантирувчи тўғри тўртбурчак (пойдевор) бурчаги остидаги нуқталарда сиқувчи кучланишлар қандай аниқланади?
3. Кучланишларни аниқлашнинг “бурчакда ётган нуқта” усулини моҳиятини тушунтириб беринг!

4. Пойдевор контури (чегараси) остида ётган нуқталардаги сиқувчи кучланишлар қандай аниқланади?
5. Пойдевор (тўғри тўртбурчак) ичидаги нуқталар остида ётган нуқталардаги сиқувчи кучланишлар қандай аниқланади?
6. Пойдевор ташқариси остида ётган нуқталардаги сиқувчи кучланишлар қандай аниқланади?
7. Бурчакда ётган нуқта усулини амалиётдақўллаш ҳолларига мисоллар келтиринг?
8. Ручланишларни аниқлашнинг элементар жамлаш усули қайси ҳолларда қўлланилади?
9. Элементар жамлаш усулида кучланишлар қандай аниқланади.

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

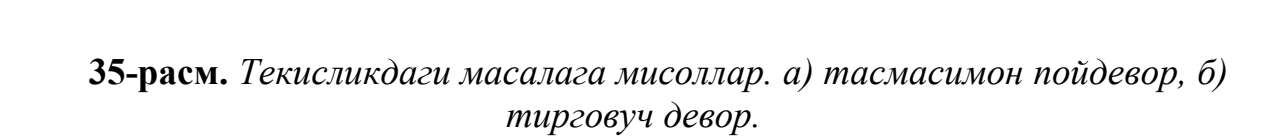
10 -Мавзу: Кучланишлар тарқалишнинг текисликдаги масалалари Режа

1. Текисликдаги ёхуд икки ўлчамли масаланинг моҳияти ва амалиётда тутган ўрни.
2. Текис тарқалган ташқи кучдан грунтлар массивидаги кучланишларни ташкил этувчиларини аниқлаш усули.
3. Таъсир коэффициентлари орқали кучланишларни ташкил этувчиларини аниқлаш.
4. Текис тарқалган кучдан грунтлардаги кучланишларнинг тарқалиш эпюралари.
5. Бош кучланишлар вужудга келадиган текисликлар ва кучланишлар эллипси.

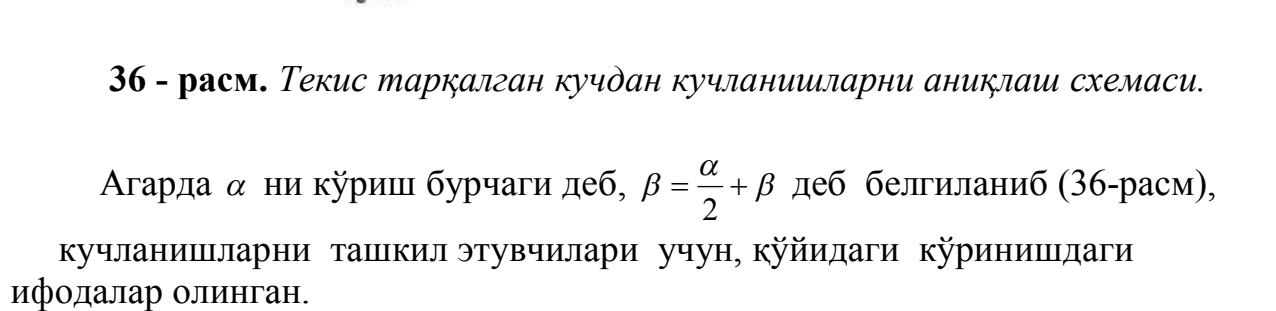
Таянч иборалар: текисликдаги масала, кучланганлик ҳолати, текис тарқалган куч, кўриш бурчаги, сиқувчи кучланиш, горизонтал кучланиш, уринма кучланиш, таъсир коэффициенти, кучланишлар эпюраси, нормал кучланиш, бош кучланиш, уринма кучланиш, кучланишлар эллипси.

Текисликдаги масала деб, шундай ҳолатга айтиладики, унда кучланиш фақат битта текислик бўйича тарқалади. Унга перпендикуляр бўлган текисликда эса, кучланиш ўзгармай қолади ёки нолга тенг бўлади.

Бунга мисол қилиб, жуда узун бўлган ва кесим юзаси ҳамда унга таъсир этувчи юк, узунлик бўйича ўзгармайдиган иншоотларни келтириш



The diagram shows a horizontal beam of width b resting on a triangular support. A uniformly distributed load P (in кН/м^2) is applied downwards over the entire width of the beam. The beam's right edge is at a point O on a horizontal line labeled γ . A vertical dashed line Z passes through O . The triangular support is located below the beam, with its apex at a point where the vertical stress σ_z is indicated. The horizontal stress σ_y is also shown at this point. Several angles are defined: β is the angle between the vertical Z and the line connecting O to the apex; β' is the angle between the vertical Z and the line connecting O to the right edge of the beam; α is the angle between the horizontal and the inclined side of the triangle; α' is the angle between the vertical Z and the inclined side of the triangle. A formula $\beta = \frac{\alpha}{2} + \beta'$ is written to the right of the triangle.



Агарда α ни кўриш бурчаги деб, $\beta = \frac{\alpha}{2} + \beta$ деб белгиланиб (36-расм), кучланишларни ташкил этувчилари учун, қўйидаги кўринишдаги ифодалар олинган.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= \frac{P}{\pi}(\alpha + \sin \alpha \cdot \cos 2\beta) \\ \sigma_y &= \frac{P}{\pi}(\alpha - \sin \alpha \cdot \cos 2\beta) \\ \tau &= \frac{P}{\pi}(\sin \alpha \cdot \sin 2\beta) \end{aligned} \right\} \quad (\text{a})$$

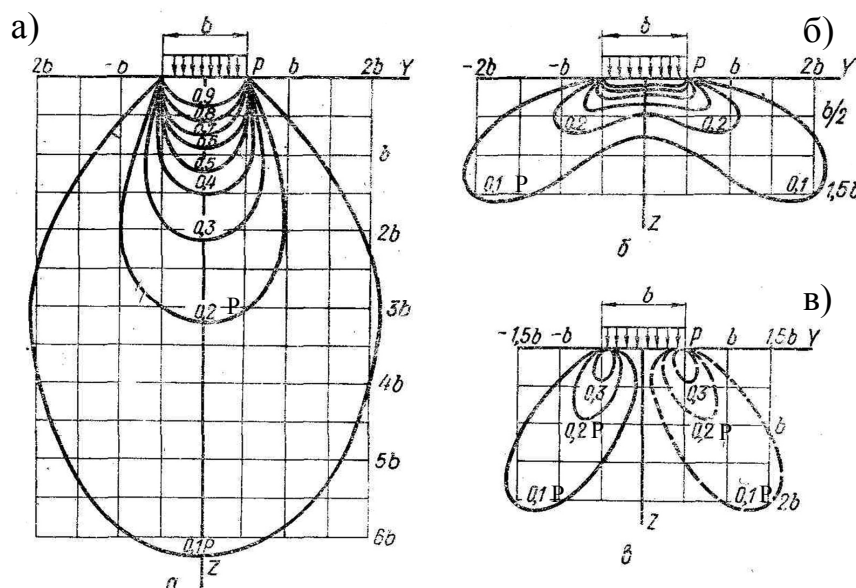
Келтирилган ифодалардан кўринадик, кучланишларни ташкил этувчилари ҳеч қандай грунтларни физик ёки механик кўрсаткичларига боғлиқ эмас, фақат ташқи юкнинг миқдорига ҳамда қаралаётган нуқтанинг координатасига боғлиқ. Бу ифодаларни, таъсир коэффициентлари орқали, қўйидагича содда шаклда ифодалаш мумкин:

48

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= K_z \cdot P \\ \sigma_y &= K_y \cdot P \\ \tau &= K_{yz} \cdot P \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Таъсир коэффициентлари $K_y, K_z, K_{yz} = f\left(\frac{z}{b}; \frac{y}{b}\right) \Rightarrow$ жадвалдан олинади.

Қаралаётган нуқтанинг координаталарини ўзгартириб кучланишлар эпюрасини куриш мумкин:



37- расм. Текис масала учун текис тарқалган кучдан грунтларда кучланишларнинг $(0,1 \cdot P$ гача) тарқалиши:

а) σ_z эпюраси (изобарлар); б) σ_y эпюраси (тиргак) в) τ эпюраси (силжиш).

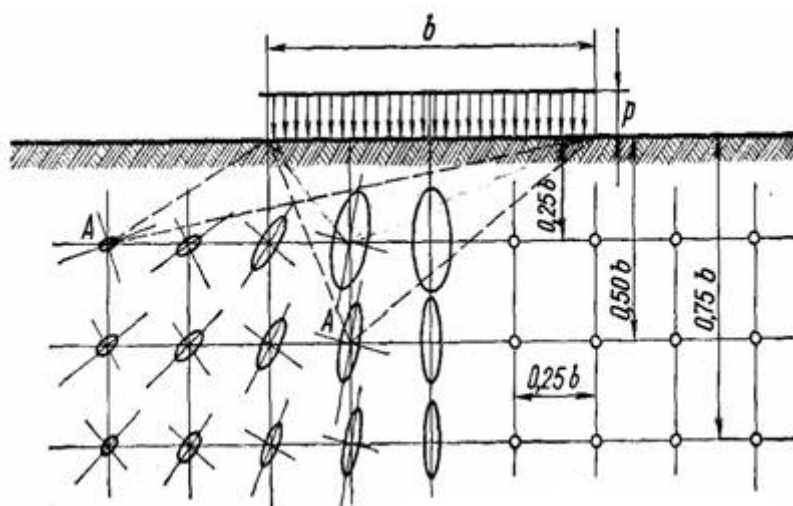
Бош кучланишлар. Яъни энг катта ва энг кичик нормал кучланишлар, юкланиш текислигининг симметрик ўқи ҳамда унга перпендикуляр бўлган (горизонтал) текисликлар бўйича, вужудга келади.

Ҳақиқатдан ҳам, ушбу текисликлар учун қаралаётган нуқта симметрик ўқида жойлашганда, $\beta^1 = -\frac{\alpha}{2}$ ва бурчак $\beta = \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} = 0$ бўлади. Ушбу $\beta = 0$ ҳолатда, (а) ифодага кўра

$$\left. \begin{aligned} \text{Энг катта нормал кучланиш} \quad \sigma_z &= \sigma_1 = \frac{P}{\pi}(\alpha + \sin \alpha) \\ \text{Энг кичик нормал кучланиш} \quad \sigma_y &= \sigma_2 = \frac{P}{\pi}(\alpha - \sin \alpha) \\ \tau &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (в)$$

яъни, ушбу кучланишлар таъсир этадиган текисликлар бош текисликлардир

(в) ифодадан фойдаланиб кучланишлар эпюрасини куриш мумкин.



38 - расм. Бош кучланишлар эллипси эпюраси.

Худди шундай, куриш бурчагининг биссектриссаси бўйича жойлашган ва унга перпендикуляр бўлган текисликлар ҳам, бош текисликлар эканлигини ва уларга таъсир этаётган кучланишлар эса бош кучланишлар эканлигини исботлаш мумкин.

(в) кўринишдаги бош кучланишлар ифодаси, грунтлар механикасининг амалий масалаларини ечишда кенг қўлланилади, Масалан, грунтларни чегаравий кучланганлик ҳолатини баҳолашда, ҳисобий қаршилигини аниқлашда ва ҳ.к.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Текисликдаги масала деб қандай масалага айтилади?
2. Кучланишларни ташкил этувчилари текис масалада қандай аниқланади?
3. Таъсир коэффициентлари ёрдамида кучланишларни ташкил этувчилари қандай аниқланади?
4. Кучланишлар тарқалишини эпюраларини чизиб кўрсатинг!
5. Бош кучланишлар дегани қандай кучланишлар?
6. Бош кучланишлар текис тарқалган кучдан грунтлар массивининг қайси юзаларида вужудга келади?
7. Бош кучланишлар қандай аниқланади?
8. Бош кучланишлар ёрдамида кучланишлар эллипси қандай курилади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.

3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

11 - Мавзу: Кучланишлар тарқалишининг контакт масалалари.
Грунтларнинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланишлар
Режа

1. Пойдеворлар (ер усти иншоотлар) бикрлигининг грунтдаги кучланишлар тарқалишиги таъсири.
2. Доирасимон шаклга эга бўлган абсолют бикр пойдеворлар товонлари остида кучланишлар тарқалиши.
3. Абсолют бикр тасмасимон пойдеворлар товонлари остида кучланишларнинг тарқалиши.
4. Бир ва кўп қатлам грунтларнинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланишларни (табiiй босимни) аниқлаш.
5. Кучланишларни аниқлашда ер ости сувининг сатҳидан пастда, муаллақ ҳолдаги грунтлар оғирлигини ҳисобга олиш масалалари.

Таянч иборалар: кучланиш, контактдаги кучланиш, абсолют бикр пойдевор, пойдевор товони ости, контакт масала, доирасимон пойдевор, тасмасимон пойдевор, эгарсимон эпюра, грунтларни хусусий оғирлиги, табiiй босим, солиштирма оғирлиги, бир қатламли грунт, кўп қатламли грунт, ер ости сувининг сатҳи, муаллақ ҳолдаги грунт.

Контакт масалалалар. Ҳозиргача кучланишлар тарқалишини аниқлашда пойдевор бикрлигини ҳисобга олмадик. Юқорида кўрилган масалалар грунтли иншоотлардан тушаётган юклардан ҳосил бўлган кучланишлар тарқалишига хосдир. Бино ва иншоотлардан асос грунтларга юклар, маълум бир бикрликка эга бўлган пойдеворлар орқали узатилади.

Абсолют бикр пойдеворлар учун кўйидаги кўринишдаги ечимлар олинган:

а) Доирасимон пойдеворлар учун:

$$P_{x,y} = \frac{P_m}{2\sqrt{1 - \left(\frac{\rho}{r}\right)^2}}; \quad (\Gamma)$$

бу ерда, P_m – пойдевор товонидаги ўртача босим ($P = \frac{N}{A}$);

ρ – пойдевор марказий ўқидан қаралаётган нуқтагача бўлган масофа;

r – пойдевор радиуси.

в) Текисликдаги (тасмасимон) масала учун:

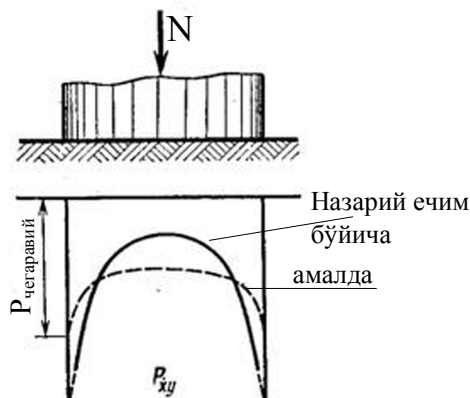
$$P_{xy} = \frac{2P_m}{\pi\sqrt{1 - \left(\frac{y}{e_1}\right)^2}} \quad (\Delta)$$

бу ерда,

y – пойдевор марказий ўқидан қаралаётган нуктагача бўлган масофа.

$\hat{a}_1$ - пойдевор товонининг ярми

Бу ҳолда ҳам, худди юқоридагига ўхшаш, эгарсимон эпюрага эга бўламиз:



39- расм. Абсолют бикр пойдеворлар товони остидаги босим эпюраси.

Грунтларни хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланишларни аниқлаш

Грунтларни хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланишлар, яъни табиий босим, тўкма қатламлардан ҳосил бўладиган кучланишларни аниқлашда, ҳамда, грунтларни табиий кучланганлик ҳолатини баҳолаш учун зарур бўлади. Ер сатҳи горизонтал текисликка эга бўлса, чуқурлик бўйича солиштирма оғирлиги γ_z бўлган грунтдан ҳосил бўладиган кучланиш, қўйидагича аниқланади:

$$\sigma_{zq} = \int_0^z \gamma_z dz; \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \xi_0 \sigma_z \quad (2)$$

$$\text{бу ерда } \xi_0 = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0}$$

Агарда, чуқурлик z бўйича γ_z ўзгармас бўлса,

$$\sigma_{zq} = \gamma \cdot z \quad (3)$$

бўлади.

Бир неча қатламдан иборат грунтли қатлам учун эса,

$$\sigma_{zqi} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i \quad (4)$$

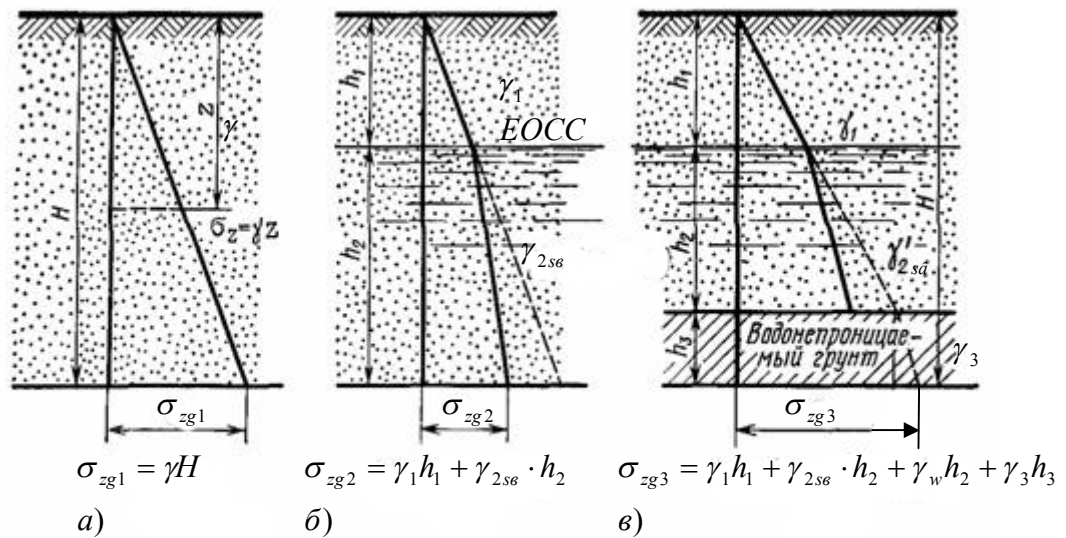
γ_i - i - қатламнинг солиштирма оғирлиги

h_i - i - қатламнинг қалинлиги.

Маълумки, ер ости сувининг сатҳидан пастда ётган грунтлар муаллақ ҳолатда яъни, Архимед кучи таъсири остида бўладилар, ушбу грунтлар учун муълумки солиштирма оғирлик,

$$\gamma_{se} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}; \quad (5)$$

Демак, (4) ифодадаги γ_i ўрнига, сувга тўйинган грунтлар учун, (5) ифодадаги γ_{se} дан фойдаланилади.



40- расм. Грунтларни хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланишлар эъжораси: а) бир жинсли грунт; б) ер юзаси сатҳидан ер ости сувигача бўлган масофа- h_1 чуқурликда жойлашган; в) сув ўтказмайдиган қатлам $h_1 + h_2$ чуқурликда жойлашган

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Контакт масала деб қандай масалага айтилади?
2. Пойдеворлар бикрлиги грунтларда кучланишлар тарқалишига қандай таъсир этади?
3. Абсолют бикр доирасимон товонли пойдевор товони остида тарқаладиган кучланишлар қандай аниқланади?
4. Абсолют бикр тасмасимон пойдевор товони остида тарқаладиган кучланишлар қандай аниқланади?
5. Грунтларни хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланишларни аниқлаш нима учун зарур?
6. Бир (жинсли) қатламли грунтларда хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланиш қандай аниқланади?
7. Кўп қатламли грунтлардан ҳосил бўладиган кучланишлар қандай аниқланади?
8. Ер ости суви сатҳидан пастдаги грунтларнинг муаллақ ҳолдаги солиштирма оғирлиги қандай аниқланади?
9. Бирор чуқурликда сув ўтказмайдиган қатлам мавжуд бўлса, ундан юқоридаги грунтлардан ва сувдан ҳосил бўладиган кучланишлар қандай аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Х.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.

2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

12 - Мавзу: Грунтларнинг чегаравий кучланганлик ҳолати назарияси Режа

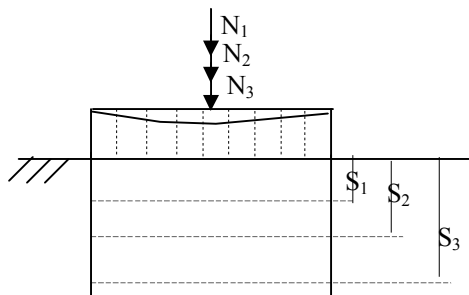
1. Грунтларга узатиладиган юк босқичма – босқич ошириб борилганда рўй берадиган механик жараёнлар ва уларнинг чегаравий кучланганлик ҳолатга келиши.
2. Кучланганлик ҳолатининг зичланиш ва сурилиш фазолари.
3. Пойдеворлар орқали узатиладиган юк ортиб бориши билан товони остида бикр грунтли ядрони ва сурилиш майдонларини шаклланиши.
4. Бошланғич ва юқори чегаравий босимлар тушунчалари ва улар грунтларга узатиладиган вужудга келадиган механик жараёнлар.

Таянч иборалар: чегаравий кучланганлик ҳолат, мувозанат, мустаҳкамлик, устиворлик, максимал юк, зичланиш фазаси, сурилиш фазаси, тўғри чизиқли боғланиш, эгри чизиқли боғланиш, бикр ядро, сурилиш майдончалари, чегаравий босим, бошланғич чегаравий босим, юқори чегаравий босим.

Грунтларнинг чегаравий кучланганлик ҳолати шундай ҳолатки, унга узатиладиган жуда кичик қўшимча юк мавжуд мувозанатни бузади. Грунтнинг мустаҳкамлиги бузилади, устиворлиги йўқолади, рухсат этиб бўлмайдиган ўта чўкувчанлик рўй беради. Демак, грунтни зарралараро боғланиш кучи ва ички ишқаланиш бурчагидан максимал даражада фойдаланиб бўлинган бўлади. Грунтнинг бошқа имконияти қолмайди. Бундай чегаравий ҳолатни бино ва иншоотларнинг асос грунтлари учун мутлақо рухсат этиб бўлмайди. Шунинг учун грунтга узатиш мумкин бўлган максимал юкни топиш талаб этиладики, грунтдаги мавжуд мувозанат бузилмасин, устиворлиги йўқолмасин.

Кучланганлик ҳолатининг фазалари

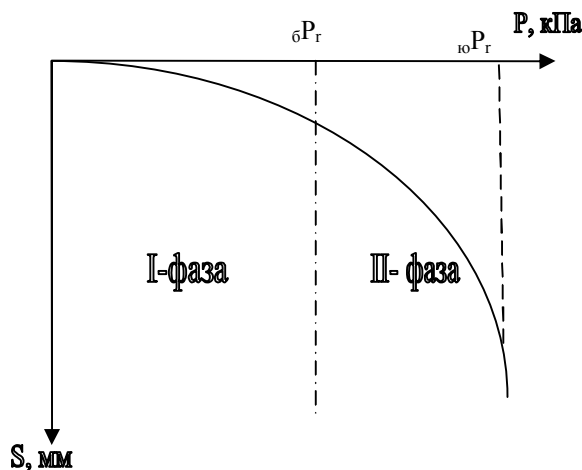
Айтайлик, штамп (пойдевор)га поғонама – поғона юкни ошириб бориб, ҳар бир поғонада рўй берадиган чўкишини аниқлаб борайлик. Ушбу тажриба ўтган грунтда, механик жараёнларни рўй беришини кузатайлик.



41-расм. Штампга узатиладиган юк ортиши билан чўкишини ортиб бориши схемаси.

Тажриба асосида грунтга узатилаётган юк (кучланиш) билан, унда рўй бераётган деформация (чўкиш) орасидаги боғлиқлик графигини, яъни $S = f(P)$ ни қарайлик. Бу ерда $P_i = \frac{N_i}{A}$ (A – пойдевор товони юзаси).

Умумий ҳолда ушбу график қўйидаги кўринишга эга бўлади:



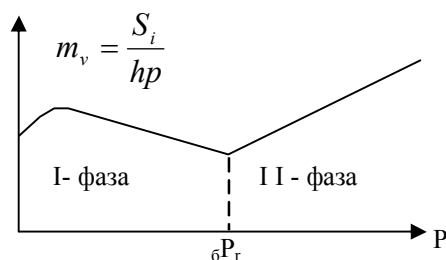
42- расм. Кучланганлик ҳолатининг фазалари.

Ушбу графикни 2 қисмга (фазага) ажратиш мумкин:

I - фаза – зичланиш фазаси дейилади. Унда $S = f(p)$ боғланиш (қарийиб) тўғри чизиқли.

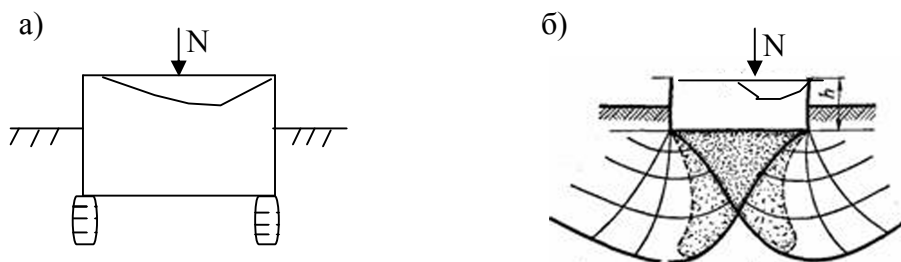
II – фаза - силжиш (ёки сурилиш) фазаси дейилиб, ундаги $S = f(p)$ боғланиш, эгри чизиқлидир.

I – фазанинг чегарасигача грунтга узатилган босим мутлақо хавфсиз бўлиб, вужудга келадиган деформация (чўкиш), ҳаммавақт сўнувчидир. Қурилиш нуқтаи назаридан I - фаза фойдали ҳамдир, чунки унда грунтни маълум миқдорда зичлиги ошиб, сиқилиши эса камайиб боради.



43-расм. Нисбий сиқилиш коэффициенти билан грунтга узатиладиган босим орасидаги боғланиш графиги.

Зичланиш фазасининг охири, сурилиш фазаси бошида, аввало пойдевор (штамп) бурчаклари остида, уринма кучланишлар чегаравий ҳолатига етиб, сурилиш майдончаларини вужудга келтиради (44-расм). Ушбу ҳолатни вужудга келтирган босимга бошланғич чегаравий босим $σP_r$ деб атаймиз (43-расмга қаранг).



44-расм. Юк ортиши билан пойдевор товони остидаги грунтда рўй берадиган жараёнлар:

а) зичланиш фазасининг охири, сурилиш фазасининг бошида штамп бурчаклари остида сурилиш майдончаларини вужудга кела бошлаши.

б) зичланган грунтли ядро шаклланиб, тўлиқ сурилиш зоналари (майдонлари) вужудга келган ҳол.

Зичланиш фазасининг охири, сурилиш фазасининг бошида, штамп (товони) остида бикр грунтли ядро вужудга кела бошлайди. Ушбу ядро шаклланган сари атрофидаги грунт зарраларини, пона каби, атрофга сура бошлайди, натижада штампнинг чўкиши ҳам ортиб боради. Грунт максимал юк кўтара олиш қобилиятига эга бўлганда бикр ядро тўлиқ шаклланиб бўлади(44-расм). Бундай ҳолатни вужудга келтирган босимга, юқори чегаравий босим деб айтамыз ва γP_T этиб белгилаймиз(42-расмга қаранг). Кейинги юк ортишида ядронинг шакли ўзгармай, атрофидаги грунтларнинг бўш ерларини кидиргандек, қўшимча сурилиш майдонларини вужудга келтиради.

Грунтлар яна мувозанатга келиши мумкин. Лекин ушбу юкни пойдевор орқали узатиб бўлмайди. Ундаги рўй берган деформацияни бино ва иншоотлар учун рўхсат этиб бўлмайди.

Бино ва иншоотлар пойдеворлари орқали узатиладиган юқори чегаравий босим, иккидан кам бўлмаган заҳира коэффициентига эга бўлиши лозим.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Грунтларнинг чегаравий кучланганлик ҳолати қандай ҳолат ва унда қандай жараёнлар юз бериши мумкин?
2. Кучланганлик ҳолатининг зичланиш фазасида грунтларда қандай жараёнлар юз беради?
3. Кучланганлик ҳолатининг сурилиш фазасида грунтларда қандай жараёнлар юз беради?
4. Грунтларга узатиладиган босим бошланғич чегаравий босимга етганлигини қандай аниқлаш мумкин?
5. Пойдевор товони остида бикр грунтли ядро ва сурилиш майдончалари қачон бошланиб, қачон шаклланиб бўлади?
6. Сурилиш фазасида пойдеворнинг чўкишини ортиб боришини қандай изоҳлаш мумкин?

7. Юқори чегаравий босим грунтларга узатилганда грунтларда қандай жараёнлар рўй бериши мумкин?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Х.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
4. ҚМҚ 2.02.01-98. Бино ва иншоотлар заминлари.

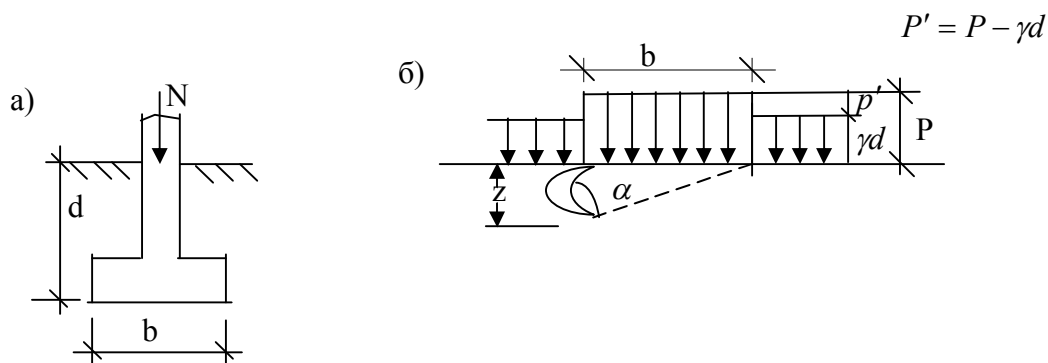
13 – Мавзу. Грунтларга узатиладиган бошланғич ва юқори чегаравий босимларни аниқлаш

Режа

1. Бошланғич чегаравий босимнинг текисликдаги масаласи учун ҳисобий схема.
2. Грунтларнинг чегаравий кучланганлик ҳолатининг мувозанат тенгламалари.
3. Чегаравий босим ифодасининг моҳияти.
4. Бошланғич чегаравий босим ва грунтларнинг шартли ҳисобий қаршилиги орасидаги боғланиш.
5. Юқори чегаравий босимнинг каноник тенгламалар кўринишидаги ифодаси.

Таянч иборалар: текисликдаги масала, ҳисобий схема, мувозанат тенгламалари, чегаравий босим, бошланғич чегаравий босим, хавфсиз босим, чегаравий мувозанат чуқурлиги, шартли ҳисобий қаршилиқ, ички ишқаланиш бурчаги, юқори чегаравий босим, захира коэффиценти.

Бошланғич чегаравий босим. Бизга текисликдаги масала берилган бўлсин, шундай босимни топиш талаб қилинадики, бу босим, бошланғич чегаравий босим P_r бўлсин.



45-расм. Бошланғич чегаравий босимни аниқлаш схемаси:

- а) – пойдевор орқали юқори асосга узатилиши;
- б) - ҳисобий схема.

α - кўриш бурчаги; z – чегаравий мувозанат (ҳолат) вужудга келган чуқурлик.

Бош кучланишлар ифодаси $\sigma_{1,2} = \frac{P'}{\pi}(\alpha \pm \sin \alpha)$.

Биз кўраётган ҳол учун:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{P - \gamma d}{\pi}(\alpha + \sin \alpha) + \gamma(d + z) \\ \sigma_2 &= \frac{P - \gamma d}{\pi}(\alpha - \sin \alpha) + \gamma(d + z) \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

Умумий ҳолда чегаравий мувозонат (мустваҳкамлик) шарти:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2c \cdot \operatorname{ctg} \varphi + \sigma_1 + \sigma_2} \quad (б)$$

(а) ифодани (б) га қўйиб, номаълум бўлмиш чегаравий мувозонат чуқурлиги z аниқланади. $z_{\max}$ ни аниқлаш учун ҳосил бўлган тенгламадан ҳосила олиб, нольга тенглаштириш зарур бўлади, яъни $\frac{dz}{d\alpha} = 0$. $z_{\max}$ ни ҳосил бўлиш шартидан келиб чиқиб, тенгламани P га нисбатан ечсак, қуйидагига эга бўламиз:

$$P_q = \frac{\pi}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} (\gamma \cdot z_{\max} + \gamma \cdot d + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi) + \gamma \cdot d \quad (в)$$

Бошланғич чегаравий босим ифодасини олиш учун $z_{\max} = 0$, этиб олиш зарур бўлади, яъни, пойдевор товони остидаги бирорта нуқтада ҳам чегаравий кучланганлик ҳолат рўй беришга йўл қўйилмайди. Бундай босим, асос грунтлари учун мутлақо хавфсиздир. Демак, (в) ифодадаги $z_{\max} = 0$ бўлса, бошланғич чегаравий босим учун қуйидаги ифодани ёзишимиз мумкин:

$$\delta P_q = \frac{\pi(\gamma \cdot d + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi)}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + \gamma \cdot d \quad (г)$$

Кўп тажрибалар асосида $z_{\max} = 0,25 \cdot b$ чуқурликкача рухсат этиш мумкинлиги исботланганлиги сабаб, грунтларни ҳисобий қаршилигини аниқлашда, амалдаги ҚМК ларда $z_{\max} = 0,25 \cdot b$ этиб, олиниб, φ га боғлиқ катталиклар жадваллаштирилган, яъни:

$$M_\gamma = \frac{\pi}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} \cdot 0,25;$$

$$M_q = 1 + \frac{\pi}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}};$$

$$M_c = \frac{\pi}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} \cdot \operatorname{ctg} \varphi.$$

Ушбу қийматларни (в) ифодага қўйсак, грунтларга узатилиши мумкин бўлган хавфсиз босим (шартли ҳисобий қаршилиқ) ни аниқлаш имкониятига эга бўламиз:

$$R_{ш} = M_{\gamma} \cdot \gamma \cdot v + M_q \cdot \gamma \cdot d + M_c \cdot C \quad (д)$$

M_{γ}, M_q, M_c қийматлари ҚМҚда φ га боғлиқ равишда жадваллаштирилган.

Юқори чегаравий босим. Асос грунтларининг энг максимал юк кўтара олиш қобилиятини, яъни уларга узатиладиган юқори чегаравий босимини аниқлаш учун, пойдеворларни шаклини, бикрлигини ҳисобга олувчи текисликдаги ва фазовий масалалари учун, ечимлар олинган. Уларнинг ҳаммаси учун каноник шаклдаги ифодасини қўйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$P_{\gamma} = N_{\gamma} \cdot \gamma \cdot v + N_q \cdot q + N_c \cdot C$$

бу ерда, N_{γ}, N_q, N_c -лар, грунтнинг ички ишқаланиш бурчагига, пойдеворнинг шаклига, бикрлигига боғлиқ бўлган коэффициентлар бўлиб, улар мос ҳолдаги жадваллардан аниқланади:

$q = \gamma \cdot d$ - грунтнинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган босим.

Юқори чегаравий босим аниқлангандан кейин, грунтга узатилиши мумкин бўлган босим, қўйидагича аниқланади:

$$R_{p.э.т.} = \frac{P_{\gamma}}{\eta}$$

η – захира коэффициенти бўлиб, қиймати 2 дан кам олинмайди.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Бошланғич чегаравий босимни аниқлаш учун текисликдаги масала учун ҳисобий схемани келтиринг!
2. Бошланғич чегаравий босимни аниқлаш учун, чегаравий мувозанат тенгламаларини қайсилари иштирок этади (ишлатилади)?
3. Чегаравий босим қандай ифода орқали аниқланади?
4. Бошланғич чегаравий босим қандай аниқланади?
5. Грунтларнинг шартли ҳисобий қаршилигини чегаравий босимга қандай алоқаси бор?
6. Чегаравий босимнинг шартли ҳисобий қаршиликдан қандай фарқи бор?
7. Юқори чегаравий босим ифодасини каноник тенглама кўринишида келтиринг!
8. Юқори чегаравий босимни асос грунтларига узатиш мумкинми? Мумкин бўлмаса нега аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Х.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
4. ҚМҚ 2.02.01-98. Бино ва иншоотлар заминлари.

14 – Мавзу. Қияликдаги грунтларнинг сурилишга турғунлиги

Режа

1. Қияликдаги грунтларнинг сурилиш сабаблари.
2. Эркин қияликлар турғунлигини аниқлаш.
 - а) Идеал сочилувчан грунтлар турғунлиги.
 - б) Идеал зарралараро боғланган грунтлар турғунлиги.
3. Айланма цилиндрик юза бўйлаб сурилиш усули.
4. Грунтларнинг сурилишига қарши чора – тадбирлар турлари.

Таянч иборалар: қиялик, сурилиш, турғунлик, эркин қиялик, сочилувчан грунт, зарралараро боғланган грунт, мувозанат тенграмаси, қияликнинг табиий бурчаги, қияликнинг чегаравий бурчаги, сурилиш текислиги, сурилиш призмаси, қияликнинг чегаравий баландлиги, айланма цилиндрик юза, сурилиш маркази, ушлаб турувчи момент, сурувчи момент, турғунлик коэффиценти.

Қияликдаги грунтларнинг силжиши, котлован (ҳавза)лар, ҳандаклар қазиганда, турли хил грунтлардан иншоотлар барпо этишда (мас: сув тўғонлари, йўл қурилишлари ва ҳ.к.), табиий дўнгликлар этакларидаги тиргак қисмини сув ювиб кетганда, ёки бирор бир қурилиш учун олиб ташланганда, хуллас, грунтларнинг табиий мувозанати бузилганда рўй бериши мумкин.

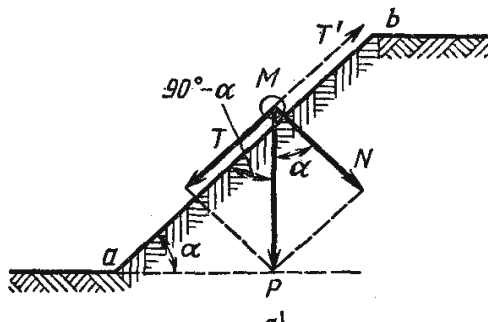
Агарда, қиялик бурчаги зарур бўлганидан кичик олинса, қурилиш қимматга тушади, катта олинса грунтлар сурилади, турғунликни йўқотади. Шунинг учун, зарур бўлган оптимал қиялик бурчагини аниқлаш талаб этилади.

Қияликдаги грунтларнинг сурилиш сабаблари асосан қуйидагилардир:

1. Котлован, ҳандак қазилганда, қиялик бурчагини зарур бўлганидан катта олинishi;
 2. Адирлар, қияликлар, қирғоқлар этакларини сув олиб кетиши;
 3. Қияликдан оқаётган сув босимини ортиши;
 4. Қияликдаги грунтларнинг намланиши туфайли ғовакликлари сувга тўлиб, солиштирма оғирлигини ортиши;
 5. Қияликдаги грунтларнинг намланиши туфайли уларнинг зарралараро боғланиш кучи билан ички ишқаланиш бурчагининг камайishi;
 6. Қияликдаги ёки унга яқин майдонларда иншоотлар барпо этилиши ёки қурилиш ашёларини тўкилиши натижасида қияликка узатилаётган юкнинг ортиши;
 7. Қияликда ва унинг яқинида қурилиш машиналари ёки ускуналарида тарқалаётган динамик ёки зилзила кучи таъсирида рўй бериши мумкин.
- Айрим ҳолларда, қияликдаги грунтнинг сурилишига, юқоридаги омилларнинг бир нечтаси (бир вақтда) таъсир этиши мумкин.

Эркин қияликлар турғунлиги. Элементар масалалар. Қияликлар турғунлигини баҳолаш учун, грунтларни иккита (идеаллаштирилган) турга ажратиб қараш лозим бўлади:

1. Идеал сочилувчан грунтлар ($c = 0; \varphi \neq 0$). Шундай грунтдан ташкил топган қияликда бирор бир оғирлиги P бўлган M каттиқ заррача эркин ётган бўлсин.



46- расм. Сочилувчан грунтлар қияликларининг турғунлигини аниқлаш схемаси

Эркин қиялик горизонт билан α бурчакни ташкил этсин. T кучи заррачаларни пастга суришга ҳаракат қилади, унга қарама-қарши бўлган, ички ишқаланиш кучи туфайли ҳосил бўлган T^1 кучи эса, заррачани ушлаб туришга ҳаракат қилади.

$$T^1 = f \cdot N. \quad (a)$$

Заррачанинг мувозанат шартини тузамиз, унга таъсир этувчи ҳамма кучларнинг қиялик текислиги, $a - b$ ўқига проекциялаб нолга тенглаштирамиз:

$$T - T^1 = 0; \quad (б)$$

$$T = P \cdot \sin \alpha; \quad (в)$$

$$N = P \cdot \cos \alpha. \quad (г)$$

$$P \cdot \sin \alpha - f \cdot P \cos \alpha = 0 \quad (д)$$

бундан

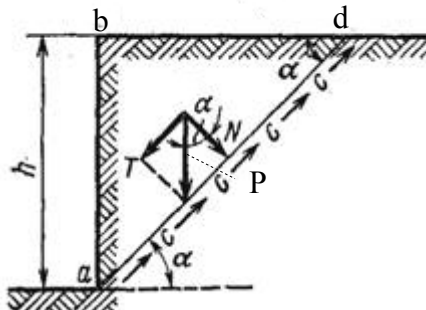
$$f = \operatorname{tg} \varphi = \frac{P \sin \alpha}{P \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

Демак, табиий қиялик бурчаги α нинг энг катта қиймати, грунтнинг ички ишқаланиш бурчагидан катта бўлмас экан, яъни $\alpha_{\max} \leq \varphi$.

Шундай қилиб, қияликнинг чегаравий бурчаги α , сочилувчан грунтлар учун, ички ишқаланиш бурчагига тенг экан. Бу қийматни, яъни $\alpha = \varphi$ ни, сочилувчан грунтларнинг “табиий қиялик бурчаги”, деб ҳам айтилади.

Қияликнинг табиий қиялик бурчаги тушунчаси, фақат сочилувчан грунтларгагина хос бўлиб, зарралараро боғланган грунтлар учун, ҳеч қандай мантиққа эга бўлмайди. Зарралараро боғланган грунтларнинг қиялик бурчаги, уларнинг намлигига қараб, 0^0 дан 90^0 гача ўзгариши мумкин, бу ўзгариш, қиялик баландлигига ҳам боғлиқ бўлади.

Зарралараро идеал боғланган грунтлар ($c \neq 0; \varphi = 0$). Айтайлик, h баландликка эга бўлган грунтнинг мувозанатини бузилиши ad текис силжиш текислиги бўйича рўй берсин. Сурилиш текислиги горизонт билан α бурчакни ҳосил қилсин. Сурилиш призмаси бўлмиш a, b, d учун, таъсир этувчи кучларнинг мувозанат тенгламасини тузамиз.



47- расм. Зарралараро боғланган грунтлар қияликларининг турғунлигини аниқлаш схемаси

a, b, d призманинг оғирлиги P бўлсин. Призманинг $b-d$ томонини h орқали ифодалаймиз.

$$\frac{\overline{bd}}{h} = \operatorname{ctg} \alpha, \quad \overline{bd} = h \cdot \operatorname{ctg} \alpha.$$

$$P = \frac{\overline{bd} \cdot h}{2} \cdot \gamma = \frac{h \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot h}{2} \cdot \gamma = \frac{\gamma h^2}{2} \cdot \operatorname{ctg} \alpha.$$

P – кучини сурилиш текислиги $a-b$ га нормал ва уринма кучларга ажратамиз. Сурилишга қаршилик кўрсатувчи куч фақатгина сурилиш текислиги бўйича тарқалган зарралараро боғланиш кучи бўлади.

Сурилиш текислиги $\overline{ad}$ ни, h орқали ифодалаймиз.

$$\sin \alpha = \frac{h}{\overline{ad}}; \quad \overline{ad} = \frac{h}{\sin \alpha}.$$

Призмага таъсир этувчи ҳамма кучларни $a-d$ йўналиш бўйича проекциялаб, мувозанат шarti тенгламасини тузамиз. Олдин таъсир этувчи кучларни аниқлаймиз:

T - кучи призmani суришга ҳаракат қилади. T – кучига қарама-қарши йўналган ва $a-b$ текислиги бўйича тарқалган c кучи, сурилишга қаршилик қилади. Лекин d нуқтада босим 0 га тенг бўлгани учун $c=0$ бўлади, a нуқтада эса c максимал даражада юзага келади ($c_{\max}$). Шунинг учун, $\frac{1}{2}c$ куч дан фойдаланиш мумкин бўлади, холос.

Демак, мувозанат шarti: $T - \overline{ad} \cdot \frac{1}{2} \cdot C = 0;$

Юқоридаги ифодаларни эътиборга олсак

$$T = P \cdot \sin \alpha; \quad T = \frac{\gamma h^2}{2} \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{c}{2} \cdot \frac{h}{\sin \alpha},$$

мувозанат тенгламаси:

$$\frac{\gamma h^2}{2} \cdot \operatorname{ctg} \alpha \sin \alpha - \frac{c}{2} \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = 0$$

ёки

$$\frac{\gamma h^2}{2} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = \frac{c}{2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}. \text{ Бундан, } c = \frac{\gamma h}{2} 2 \sin \alpha \cos \alpha.$$

$$2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha \quad \text{эканлигини ҳисобга олсак,}$$

$$c = \frac{\gamma h}{2} \sin 2\alpha \quad \text{эканлигини аниқлаймиз.}$$

Зарралараро боғланиш кучининг $h=h_{90}^0$ даги максимал қиймати, яъни максимал фойдаланиш қиймати, $\sin 2\alpha=1$, бўлганда рўй беради. Бу дегани $\alpha=45^0$ экан. У ҳолда,

$$c = \frac{\gamma h_{90}^0}{2}, \text{ бундан:}$$

$$h_{90}^0 = \frac{2c}{\gamma} \quad \text{бўлар экан.}$$

Шундай қилиб, зарралараро боғланган грунт массиви, маълум баландликгача тик ҳолатини сақлар экан. h_{90}^0 дан баланд бўлса, призманинг сурилиши рўй беради.

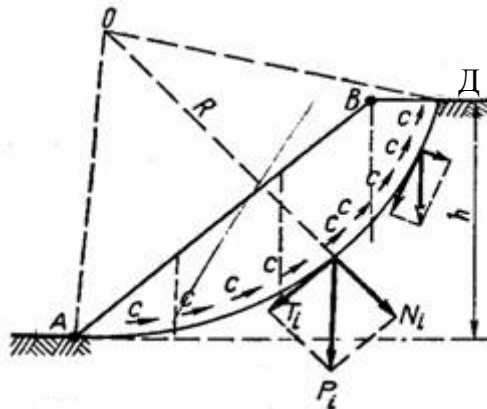
Таъкидлаймизки, табиий грунтлар нафақат боғланиш кучи, балки ички ишқаланиш кучи орқали ҳам сурилишга қаршилиқ кўрсатади.

Айланма цилиндрик юза бўйлаб сурилиш усули.

Табиий грунтлар, аксарият ҳолларда ҳам ички ишқаланиш кучига ва ҳам зарралараро боғланиш кучига эгадир. Айланма цилиндрик юза бўйлаб сурилиш усули, ҳар қандай грунтлардан ташкил топган қиялик турғунлигини баҳолаш имконини беради. Бу усулда, қияликнинг сурилиши, кўп сонли тажрибаларга таяниб, айланма цилиндрик юза бўйлаб рўй беради, деб қабул қилинади. Айлана марказининг ҳолати эса ҳисоб орқали аниқланади.

АВД призмадан ташкил топган қияликнинг сурилишини қарайлик (48-расм).

АВД призма айланма цилиндрик юза АД бўйича сурилсин ва унинг маркази О нуктада жойлашган деб фараз қилайлик.



48-расм. Айланма цилиндрик юза бўйлаб сурилиш схемаси.

АВД сурилиш призмаси деб, АД эгри чизиғи эса, сурилиш юзаси деб аталади. Ушбу айлананинг радиусини R деб белгилаймиз, АВД призманинг тик йўналиш бўйича бир неча бўлақларга бўламиз. Ҳар бир бўлақнинг қўшни бўлақ билан тик йўналиш бўйича чегарасида ҳосил бўладиган кучланишларни эътиборга олмаймиз (бу кучланишлар мос ҳолда бир - бирига тенг ва қарама-қарши йўналишда вужудга келади). Шу бўлақлар ичида бирор-бир i бўлақни олайлик. Унинг оғирлиги P_i , мос ҳолдаги ёйнинг ўртасига қуйилган бўлсин. P_i кучини 2 га, N_i – нормал ва T_i уринма кучларга ажратамиз.

АВД сурилиш призмаси, чегаравий кучланганлик ҳолатида бўлсин. Шунинг учун, 0 нуктага нисбатан ҳамма таъсир этувчи кучларнинг моментини олиб, нолга тенглаштирсак, мувозанат шартига эга бўламиз, яъни $\sum M_0 = 0$.

Зарралараро боғланиш кучи узунлиги L бўлган, АД ёй бўйича тарқалган деб қараймиз.

$$\sum M_0 = \sum_{i=1}^n T_i \cdot R - \sum_{i=1}^n N_i \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot R - L \cdot C \cdot R = 0 \quad (1)$$

бу ерда n - бўлақлар сони;

$$T_i = P_i \sin \alpha_i; \quad N_i = P_i \cos \alpha_i; \quad \operatorname{tg} \varphi = f$$

(1) ифодани R га қисқартирсак

$$\sum_{i=1}^n T_i - \sum_{i=1}^n N_i \cdot \operatorname{tg} \varphi - L \cdot C = 0 \quad (2)$$

Турғунлик коэффициенти этиб, ушлаб турувчи моментни, сурувчи моментга нисбати олинади, яъни

$$\eta = \frac{M_{yy}}{M_{cyp}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n N_i \cdot \operatorname{tg} \varphi + CL \right) R}{\sum T_i \cdot R};$$

$$\text{ёки} \quad \eta = \frac{\sum_{i=1}^n N_i f + CL}{\sum T_i}. \quad (3)$$

Турғунлик коэффициентини аниқлаш билан ҳисоб ишлари якунланмайди. Чунки, сурилиш ёйини марказини ихтиёрий танлаган эдик. Шунинг учун, сурилиш ёйи (юзаси) марказининг энг хавфли ҳолатини аниқлаш зарур бўлади. Бунинг учун 0 нуктанинг турли ҳолатлари учун турғунлик коэффициентини энг кичик қийматини аниқлаш талаб этилади.

- 3) Таъсир этаётган босимни камайтириш (ҳисоб бўйича қиялик бурчагини кичрайтириш ва ҳ.к).

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Қандай сабаблар туфайли қияликдаги грунтларни сурилиши содир бўлади?
2. Сочилувчан грунтли эркин қияликнинг турғунлигини аниқлаш учун мувозанат шартини тузинг!
3. Сочилувчан грунтнинг чегаравий қиялик бурчаги қандай аниқланади?
4. “Қияликнинг табиий бурчаги” тушунчаси қандай грунтларга хос?
5. Зарралараро боғланган грунтларни қиялик бурчаги нималарга боғлиқ ва қайси чегараларда ўзгариши мумкин?
6. Зарралараро боғланган грунт қиялиги турғунлигини аниқлаш учун мувозанат шарти қандай тузилади?
7. Зарралараро боғланган грунт қиялигини чегаравий баландлиги қандай аниқланади?
8. Зарралараро боғланган грунтларни қайси чуқурликгача тик кавлаш мумкин?
9. Айланма цилиндрик юза бўйлаб сурилиш усулида мувозанат тенгламаси қандай тузилади?
10. Айланма цилиндрик юзанинг сурилиш маркази қандай аниқланади?
11. Айланма цилиндрик юза бўйлаб сурилиш усулида турғунлик коэффициенти қандай аниқланади?
12. Грунтларнинг сурилишига қарши қандай чора тадбирлар қўлланилиши мумкин?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
4. ҚМҚ 2.02.01-98. Бино ва иншоотлар заминлари.

15 - Мавзу: Грунтларнинг тирговуч деворларга босими масалалари

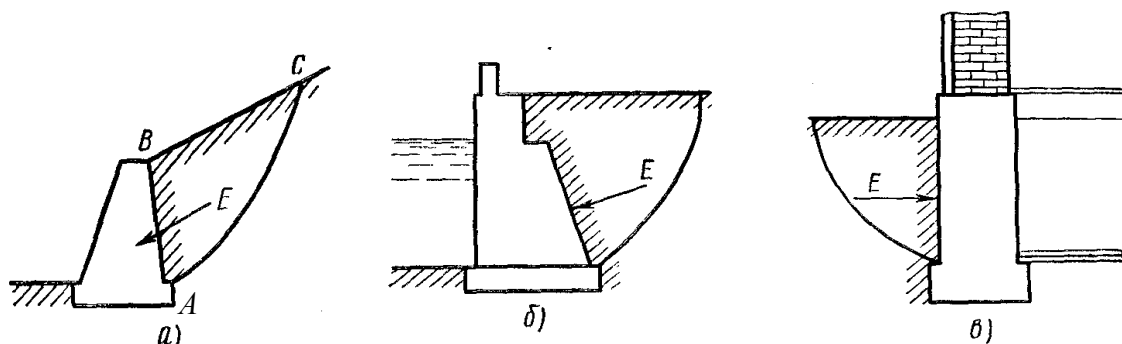
Режа

1. Тирговуч деворлар барпо этиш заруриятлари. Грунтларнинг тирговуч деворларга фаол ва суст босимлари.
2. Сочилувчан грунтларнинг оғир ва орқа юзаси текис тирговуч деворларга босимини аниқлаш.

3. Ер сатҳига текис тарқалган куч таъсирини ҳисобга олиб, сочилувчан грунтларни тирговуч деворларга босимини аниқлаш.
4. Грунтларнинг зарралараро боғланиш кучини ҳисобга олиб, тирговуч деворларга босимини аниқлаш.
5. Тирговуч деворларга грунтлар босимини график усулда аниқлаш.

Таянч иборалар: тирговуч девор, грунт, хусусий оғирлик, босим, фаол босим, сунъий босим, тик (вертикал) кучланиш, ётик (горизонтал) кучланиш, сочилувчан грунт, текис тарқалган куч, зарралараро боғланиш кучи, учбурчакнинг оғирлик маркази, трапециянинг оғирлик маркази, график усул, сурилиш текислиги, сурилиш призмаси, призма оғирлиги, кучларни кўчириш, кучлар учбурчаги, масштаб.

Тирговуч деворлар грунтлар массасини мувозанатини таъминлаш мақсадида барпо этилади.

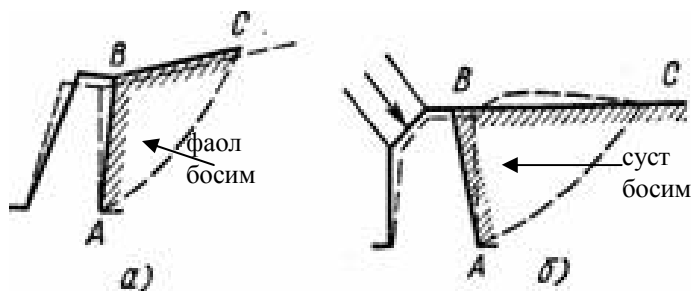


50- расм. Тирговуч деворларнинг баъзи кўринишлари.

а) қияликни тиккалигини таъминлаш; б) қирғоқ; в) ертўла девори;

Грунтларни тирговуч деворларга босими грунт турига, тирговуч девор баландлигига ва деворларни сурилиш қийматига боғлиқ.

Чегаравий ҳолатда грунт маълум бир АС юза бўйлаб сурилади, бу юзага сурилиш юзаси дейилади. АВС призмага сурилиш призмаси дейилади. Агар тирговуч девор грунidan (узоқлашиб) бурилса, унда грунтни деворга босими, фаол босим дейилади. Агар тирговуч девор грунт томонга бурилса, девор ортидаги грунт тепага ситиб чиқарила бошлайди. Бу ҳолда девор, ситиладиган призма АВС нинг оғирлигини ҳам, суришига туғри келади. Шу сабабли, фаол босимдан анча катта куч суриш учун талаб этилади, бу эса **суст босим**, ёки грунтни итариши дейилади.

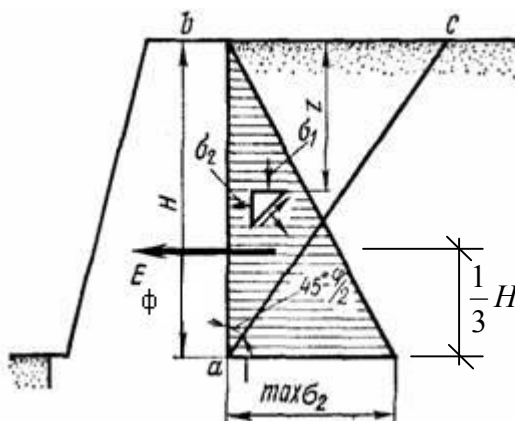


51-расм. Тирговуч деворларга грунтнинг фаол (а) ва суст (б) босимлари.

Сурилиш юзасини текис деб қараб, тирговуч деворга грунтларнинг босимини аниқлаш.

Сочилувчан (қумли) грунтлар. Оғир (массивли) ва орқа юзаси текис тирговуч девор орқасидаги ҳар қандай ётиқ юзада грунтни хусусий оғирлигидан сиқувчи кучланиш ҳосил бўлиб, унинг қиймати σ_1 (бош нормал кучланиш) га тенгдир (52-расм):

$$\sigma_1 = \gamma \cdot z \cdot 1 \quad (1)$$



52- расм. *Тирговуч деворга сочилувчан грунт босимини аниқлаш схемаси.*

Ён томонга (тирговуч деворга) таъсир этувчи σ_2 босимни, тирговуч девор орқасидаги грунт чегаравий кучланганлик ҳолатида деб қараб, сочилувчан грунтларнинг мувозанат шартидан аниқлаймиз:

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} = \sin \varphi;$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_1 \cdot \sin \varphi + \sigma_2 \sin \varphi;$$

$$\sigma_1 - \sigma_1 \sin \varphi = \sigma_2 + \sigma_2 \sin \varphi;$$

$$\sigma_1(1 - \sin \varphi) = \sigma_2(1 + \sin \varphi);$$

охиргидан,

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ \mp \frac{\varphi}{2} \right). \quad (2)$$

(2) ифодадан σ_2 ни топиб, σ_1 ни қийматини (1) ифодадан келтириб қўйсак:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \cdot tg^2 \left(45^\circ \mp \frac{\varphi}{2} \right) = \gamma \cdot z \cdot tg^2 \left(45^\circ \mp \frac{\sigma}{2} \right); \quad (3)$$

фаол босим учун:

$$\sigma_{\tilde{a}\delta\hat{a}\tilde{e}} = \gamma \cdot z \cdot t g^2 \left(45^0 - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (4)$$

суст босим учун:

$$\sigma_{\text{а.н.о.н.о.}} = \gamma \cdot z \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right). \quad (5)$$

σ_2 - нинг максимал қиймати (4) ифодан фойдаланиб, қўйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\max \sigma_2 = \gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (6)$$

Грунтнинг тирговуч деворга таъсир этувчи фаол босими, учбурчакли босим эпюрасининг юзасига тенг бўлади:

$$E_{\phi} = \frac{1}{2} H_{\max} \sigma_2. \quad (7)$$

(6) дан $\max \sigma_2$ қийматини (7) га қўйсак ,

$$E_{\phi} = \frac{\gamma H^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right).$$

Тенг таъсир этувчи ётиқ фаол босим E_{ϕ} , учбурчак баландлигини пастдан $\frac{1}{3} H$ қисмига йўналтирилиб, тирговуч девор турғунлиги аниқланади.

Ер (грунт) сатҳига текис тарқалган куч таъсир этган ҳол. Ер сатҳига текис тарқалган куч таъсир этсин ва унинг қиймати q (кН/м²) га тенг бўлсин. Ушбу кучнинг қийматини грунтнинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланиш билан алмаштирамиз (53-расм):

$$q = \gamma \cdot h \quad \text{бўлса,}$$

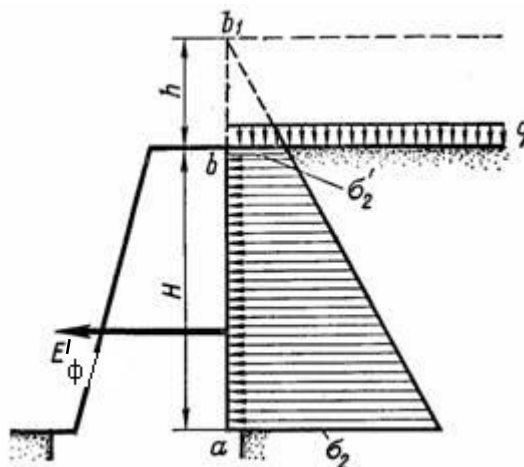
$$h = \frac{q}{\gamma} \quad \text{га алмаштирамиз.}$$

(4) ифодадан фойдаланиб:

$$\sigma_2^1 = \gamma \cdot h \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right);$$

худди шундай:

$$\sigma_2 = \gamma (H + h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$



53- расм. Текис тарқалган куч таъсирида тирговуч деворга грунт босимини аниқлаш схемаси.

Тирговуч деворларга штрихланган трапециянинг юзасига тенг бўлган эпюрадан ҳосил бўлган босим таъсир этади, яъни:

$$E'_o = \frac{1}{2}(\sigma_2 + \sigma_2^1) \cdot l = \frac{1}{2} \left[\gamma(l + h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \gamma h \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right] H =$$

$$= \frac{\gamma}{2} \left[H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + h \cdot H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + h H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]$$

бундан:

$$E'_\phi = \frac{\gamma}{2} \left[(H^2 + 2hH) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right].$$

Тирговуч девор турғунлигини баҳолаш учун E'_ϕ нинг қиймати штрихланган трапециянинг оғирлик марказига қўйилади.

Грунтларнинг зарралараро боғланиш кучини ҳисобга олиб, тирговуч деворларга босимни аниқлаш.

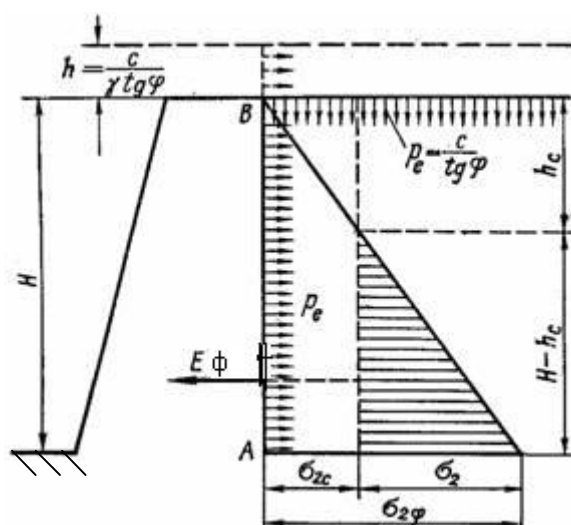
Гилли грунтларда зарралараро боғланиш кучлари, ҳар томонлама боғланиш босими билан алмаштирилади. Бу $P_e = \frac{c}{\operatorname{tg} \varphi}$ босим, грунт босимини камайтириб, унга қарши йўналтирилади (54-расм).

$$P_e = \frac{c}{\operatorname{tg} \varphi};$$

$$P_e = \gamma \cdot h;$$

бундан,

$$h = \frac{P_e}{\gamma} = \frac{c}{\gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$



54-расм. Зарралараро боғланишли грунтнинг тирговуч деворга босимини аниқлаш схемаси.

Фаол босим ифодаси (4) дан фойдаланиб σ_2 учун қўйидагиларни аниқлаймиз:

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \gamma(H+h)tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - P_e, \\ \text{ёки,} \quad \sigma_2 &= \gamma\left(H + \frac{c}{\gamma \cdot tg\varphi}\right)tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{c}{tg\varphi}; \\ \sigma_2 &= \gamma H \cdot tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{c}{tg\varphi} \cdot tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{c}{tg\varphi}; \\ \sigma_2 &= \gamma H tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{c}{tg\varphi} \left[1 - tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\right]; \\ \frac{1}{tg\varphi} \left[1 - tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\right] &= 2 \cdot tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\end{aligned}\tag{б}$$

эканлигини ҳисобга олсак:

$$\sigma_2 = \gamma H tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - 2c \cdot tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\tag{в}$$

келиб чиқади.

Охирги ифодани қўйидаги кўринишга келтирамиз:

$$\sigma_2 = \sigma_{2\varphi} - \sigma_{2c}$$

(в) ифодадан кўринадики,

$$\sigma_{2\varphi} = \gamma H tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right); \quad \sigma_{2c} = 2c \cdot tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \text{ экан.}$$

Шундай қилиб, зарралар аро боғланиш кучи тирговуч деворга таъсир этувчи босимни σ_{2c} қийматга бутун баландлик бўйича камайтирар экан.

54- расмдан кўринадики, маълум h_c чуқурликда σ_2 нинг қиймати нолга тенг. (в) ифодадаги H нинг ўрнига h_c ни қўйиб, σ_2 ни нолга тенглаштирамиз.

$$\gamma h_c tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = 2c \cdot tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

бундан эса, h_c ни аниқлаймиз:

$$h_c = \frac{2c \cdot tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)}{\gamma \cdot tg^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)} = \frac{2c}{\gamma \cdot tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)},\tag{2}$$

Энди, $H-h_c$ қиймати аниқлангач, босим эпюраси (учбурчак) юзасини топиш имкониятига эга бўламиз (54-расмга қаранг):

$$E_\phi = \frac{\sigma_2}{2} (I - h_c).$$

σ_2 ни қийматини (в) дан, h_c ни қийматини (2) дан, охирги ифодага қўйиб, E_ϕ ни аниқлаймиз.

$$E_{\phi} = \frac{1}{2}(H - h_c) \cdot \sigma_2 = \frac{1}{2} \left[H - \frac{2c}{\gamma \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)} \right] \left[\gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - 2c \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \right].$$

$$E_{\phi} = \frac{1}{2} \left[\gamma \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - 2Hc \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{2c \cdot \gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)}{\gamma \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)} + \frac{4c^2 \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)}{\gamma \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)} \right].$$

бундан,

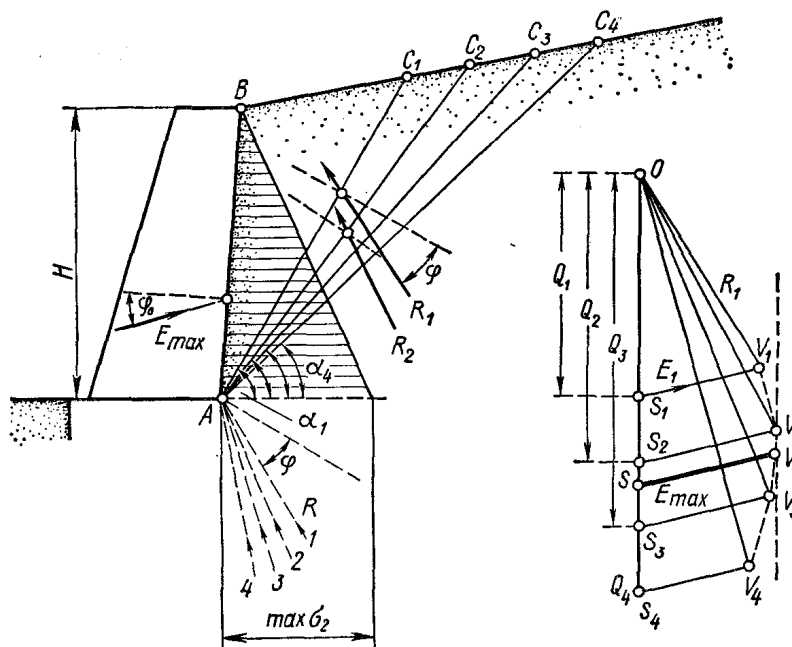
$$E_{\phi} = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - cH \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - cH \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{2c^2}{\gamma}.$$

ёки

$$E_{\phi} = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - 2c \cdot H \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{2c^2}{\gamma}.$$

Тирговуч деворларга грунтлар босимини график усулда аниқлаш

Ушбу усул кучлар учбурчагига асосланган бўлиб, тирговуч девор ҳар қандай шаклга, орқа кирраси ҳар қандай қияликка эга бўлса ҳам, тўғри бўлади. Сурилиш юзаси текис деб қаралади (55-расм).



55-расм. Тирговуч деворларга грунтлар босимини график усулда аниқлаш схемаси

Ушбу усулда тирговуч деворларга грунтлар босимини аниқлаш учун қўйидаги ишларни амалга ошириш зарур бўлади:

1. А нуқтадан бир нечта сурилиш текисликлари $AC_1, AC_2, AC_3, \dots$ ўтказилади;

2.Сурилиш юзасини текис деб қараб, ABC_1 сурилиш призмаси учун, масштабда, кучлар учбурчаги курилади. Бунинг учун O нуқтадан ABC_1 призмасининг оғирлигига тенг бўлган Q_1 ни вертикал ўқ бўйича масштабда қўйилади. Массивни сурилмайдиган қисмини реакцияси бўлмиш R_1 ни AC_1 ўқиға перпендикуляр ўқдан φ бурчак остида йўналтирилади;

3. Тирговуч девор реакцияси бўлмиш E_1 орқа деворига перпендикуляр бўлган ўқдан φ_0 (девор билан грунт оралиғидаги ишқаланиш бурчаги) остида йўналтирилади ва кучлар учбурчаги ABC_1 призма учун ёпилади. Ёпилган кучлар учбурчагидан R_1 ва E_1 лар масштаб орқали аниқланади.

4. Кучлар учбурчаги ABC_2, ABC_3 ва ҳ.к. призмалар учун ҳам қурилади. Бунда E_1, E_2, E_3 лар йўналиши ўзгармайди, $R_1, R_2, R_3 \dots$ лар йўналишлари эса, ўзгариб боради, чунки $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ бурчаклар ўзгаради.

5. Q ўқиға параллел ва $V_1V_2V_3V_4$ ёйига уринма ўтказилиб, E_{max} аниқланади.

$$E_{max} = \frac{\max \sigma_2 \cdot H}{2} \text{ эканлиги учун,}$$

$$\max \sigma_2 = \frac{2E_{max}}{H} \text{ ни ҳам, аниқлаш мумкин бўлади.}$$

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Тирговуч деворлар нима учун барпо этилади?
2. Грунтларнинг фаол ва суст босимлари қандай фарқланади?
- 3.Тирговуч деворларга фаол ва суст босимларни аниқлаш учун горизонтал кучланишларнинг максимал қийматлари қандай аниқланади?
4. Сочилувчан грунтларнинг тирговуч деворларга фаол босими қандай аниқланади?
5. Ер сатҳига текис тарқалган куч таъсири тирговуч деворларга грунтларни босимини аниқлашда қандай ҳисобга олинади?
6. Ер сатҳига текис тарқалган кучдан ва грунтларнинг хусусий оғирлигидан тирговуч деворларга таъсир этадиган фаол босим қиймати қандай аниқланади?
7. Тирговуч деворларга грунтлар босимини аниқлашда зарралараро боғланиш кучи қандай ҳисобга олинади?
8. Гилли грунтларнинг тирговуч деворларга фаол босими қандай аниқланади?
9. Тирговуч деворларга грунтларнинг босими график усулда қандай аниқланади?
10. Кучлар учбурчаги усулини моҳиятини тушунтириб беринг?
11. Фаол босим аниқлангач, тирговуч деворларнинг турғунлиги қандай аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Ҳ.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи, 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.

4. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.

16 - Мавзу: Грунтларнинг деформациялари ва иншоотларни чуқишини аниқлаш усуллари

Режа

1. Грунтларнинг эластик деформациялари.
2. Эластик деформацияни аниқлаш усуллари.
3. Узлуксиз текис тарқалган кучдан грунт қатламининг чуқишини аниқлаш (асосий масала).
4. Пойдеворлар чуқишини аниқлашни элементар қатламлаб жамлаш усули.
5. Пойдеворлар чуқишини аниқлашни монанд қатлам (Н.А. Цытович) усули.

Таянч иборалар: I ва II чегаравий ҳолатлар, босим, деформация, чуқиш, эластик деформация, қолдиқ деформация, эластик зичланган ҳолат, умумий деформация, қолдиқ деформация, модел, узлуксиз тарқалган куч, схема, фаол сиқилиш қатлами, қўшимча босим, табиий босим, деформация модули, монанд қатлам, пойдевор чуқиши.

Маълумки, бошқа қурилиш конструкциялари каби, асос ва пойдеворлар ҳам 2 та чегаравий ҳолат бўйича ҳисобланади. Ҳозиргача ўтилган мавзуларнинг аксарияти, грунтларнинг I – чегаравий ҳолатига тааллуқли. Булар, асос грунтларининг (пойдеворнинг) мустаҳкамлиги, юк кўтара олиш қобилияти ва устуворлиги эди. Лекин, саноат ва фуқаро қурилишининг аксарияти, грунтларнинг II-чегаравий ҳолати бўйича ҳисобланади. Унда қўйидаги асосий шартни бажариш, талаб этилади:

$$S \leq S_u,$$

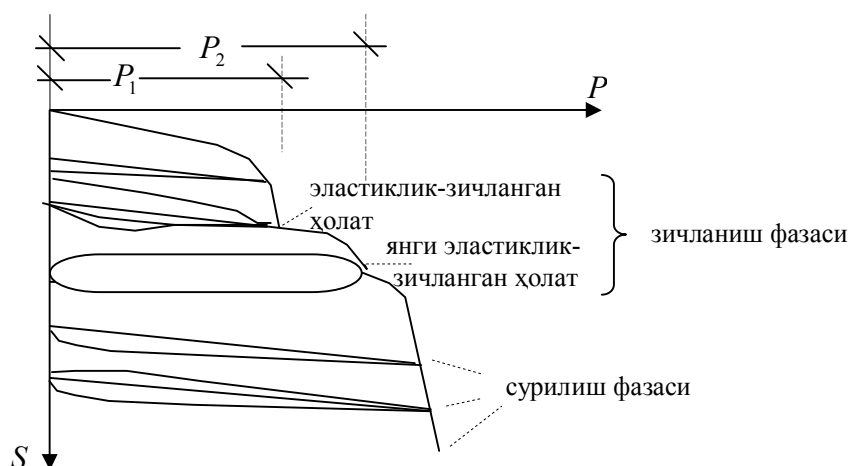
бу ерда S - бино ва иншоотларнинг (асосларининг) ҳисобий деформацияси (абсолют чуқиши, чуқишлар фарқи, оғиши ва ҳ.к.), S_u - мос ҳолдаги деформацияларининг ҚМҚ томонидан рухсат этилган қиймати.

Бизга маълумки, грунтларнинг деформациялари эластик ва қолдиқ деформациялардан ташкил топади.

Грунтларнинг эластик деформациялари. Эластиклик - табиатдаги ҳамма жисмларга хос бўлсада, грунтларни махсус ҳоллардагина эластик муҳит деб қараш мумкин. Агарда, грунтларга бир марталик юк узатилиб юксизлантирилса, уларда ҳам қолдиқ ва ҳам эластик деформациялар рўй беради, бироқ қолдиқ деформация, эластик деформациядан бир неча баробар катта бўлади. Ушбу куч диапазонида грунтлар кўп марта юкланиб, сўнг юксизлантирилса, улар аста секин “эластик-зичланган” ҳолатга кела бошлайдилар (упруго-уплотненное состояние). Бундай ҳолат фақатгина зичланиш фазасида рўй бериши мумкин. Силжиш (сурилиш) фазасига ўтганда, грунт “эластик-зичланган” ҳолатига келиши мумкин бўлмай қолади (56-расм).

Шундай қилиб, грунтлар маълум юклантириш ва юксизлантириш шароитидагина “эластик-зичланган” ҳолатга келишлари мумкин экан.

Бунга мисол тариқасида темир йўл шпалларининг асос грунтларини келтириш мумкин.



56-расм. Грунтларни қўп мартаба таъриф этувчи юк таъсирида деформацияланиш схемаси.

Эластик деформацияни аниқлаш усуллари. Грунтларнинг эластик деформацияларини аниқлашнинг 2 хил усули мавжуд бўлиб, иккиси ҳам эластиклик назарияси қонун қоидаларига таянади. Улардан биринчиси умумий эластиклик деформация усули бўлиб, иккинчиси маҳаллий эластиклик деформацияси усулидир.

Умумий эластик деформация усулида эластик деформация қиймати куйидагича аниқланади:

$$S_{\text{умй}} = \frac{\omega \cdot p \cdot \epsilon}{E} (1 - \mu^2), \quad (\text{a})$$

бу ерда:

ω - пойдевор (товонининг) шаклига ва пойдеворнинг бикрлигига, қаралаётган нуқтанинг координатасига боғлиқ коэффициент бўлиб, унинг қийматлари жадваллаштирилган;

p – пойдевор товонига таъсир этаётган босим ;

ϵ - пойдевор товонининг эни, ёки унинг диаметри;

E – грунтнинг (эластиклик) деформация модули;

μ - грунтнинг Пуассон коэффициенти.

(а) ифодадан, нафақат пойдеворлар деформацияси ҳисобида, балки грунтларнинг ҳақиқий ишлашини ҳисобга олиб, деформация модулини аниқлашда ҳам фойдаланилади. Бунда S нинг қиймати тажриба натижасига биноан аниқланади. (а) ифодадаги $S_{\text{умй}}$ қийматини S га алмаштириб, деформация модули

$$E_0 = \frac{\omega \cdot p \cdot \epsilon}{S} (1 - \mu_0^2)$$

аниқланади.

Маҳаллий эластик деформация усулида грунтларнинг эластик деформацияси фақатгина юк қўйилган (маҳаллий) жойлардагина ҳисобга олинади ва у Фусс-Винклер назариясига асосланади. Бу назарияга биноан, грунтга таъсир этаётган босим, унинг эластик деформацияга тўғри пропорционал деб қаралади, яъни:

$$P_z = C_z \cdot S_z \quad (a)$$

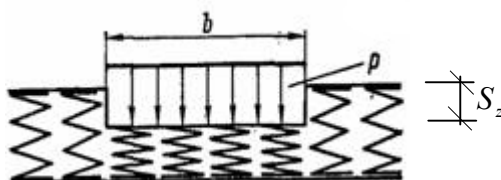
бу ерда: S_z - грунтнинг эластик деформацияси.

C_z - грунтнинг эластиклик коэффиценти бўлиб, кН/м^3 да ўлчанади.

(а) ифодадан маълумки,

$$S_z = \frac{P_z}{C_z} \quad (б)$$

(б) ифодадан кўринадики, грунтнинг қайси юзасига босим таъсир этса, фақат ўша қисми деформацияланади. Винклер таклиф этган гипотезага кўра, босим таъсир этмаган юзада деформация нолга тенг. Ушбу моделга биноан, асос грунтлари бир-бири билан боғланмаган эластик пружиналардан ташкил топган, деб қаралади(57-расм).

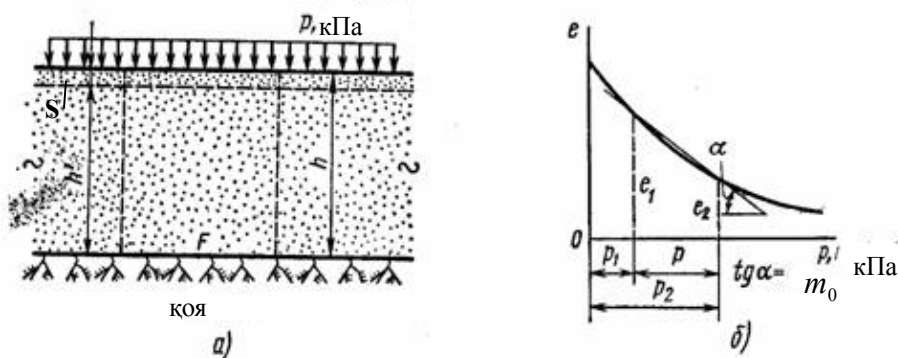


57- расм. Маҳаллий эластиклик модели.

Ушбу усул амалиётда кенг қўлланилиб, пойдевор тўсинларини, яхлит пойдевор плиталарини, уларнинг эгилишини ҳисоблашда зарур бўлган дифференциал тенгламалар, Фусс–Винклер гипотезасига асосланади.

Узлуксиз текис тарқалган кучдан грунт қатламининг чўкишини аниқлаш (асосий масала)

Айтайлик, жуда катта майдон бўйлаб, узлуксиз текис тарқалган куч (босим), қалинлиги чегараланган сиқилувчан грунт қатламига таъсир этаётган бўлсин (58-расм).



58- расм. Грунтларнинг узлуксиз тарқалган кучдан компрессияли зичланишини аниқлаш.

а- юк таъсир этиш схемаси; б- компрессияли эгри чизиқ.

Ташқи куч таъсир этгунгача, сиқиладиган қатламнинг баландлигини h деб белгилайлик. Ташқи куч P таъсирида, грунт маълум бир S қийматига чўксин. Сиқилган қатламнинг қалинлиги, чўкиб бўлгандан кейинги h' бўлсин. Ушбу ҳолда, сиқилувчан грунт, худди одометрдаги каби шароитда ишлайди, яъни фақат бир йўналишда деформацияланади, бу эса бир ўлчамли масаладир. Бундай ҳолда, грунтнинг зичланиши фақат ғовакликнинг камайиши ҳисобига рўй беради. Шу қатламдан, бирон – бир кесим юзаси F га тенг бўлган цилиндр ажратсак, ушбу цилиндрдаги грунтнинг зичланиши, ғоваклик коэффицентининг камайиши ҳисобига рўй бериб, қаттиқ заррачалар юк қўйилгунча ҳам, ундан сўнг ҳам ўзгармай қолади.

Айтайлик, табиий ҳолдаги грунтни, куч таъсир этгунгача ғоваклик коэффиценти e_1 бўлсин, куч таъсиридан чўкиб бўлгандан сўнг, ғоваклик коэффиценти e_2 бўлсин. Маълумки:

$$e_1 = \frac{\rho_s}{\rho}(1+W) - 1 \text{ га тенг.}$$

Қаралаётган цилиндр ҳажмида қаттиқ заррачалар ҳажмининг куч қўйилгунгача ҳам, куч қўйилгандан сўнг ҳам ўзгармай қолишини, қўйидаги тенглама орқали ифодалаймиз:

$$\frac{1}{1+e_1} h \cdot F = \frac{1}{1+e_2} h^1 \cdot F. \quad (1)$$

(1)ифодадан

$$h^1 = h \frac{1+e_2}{1+e_1} \quad (2)$$

Юқорида таъкидланганимиздек, (2) ни эътиборга олиб,

$$S = h - h^1 = h - h \frac{1+e_2}{1+e_1} = h \left(1 - \frac{1+e_2}{1+e_1} \right) = h \cdot \frac{e_1 - e_2}{1+e_1}. \quad (3)$$

Демак,

$$S = h \frac{e_1 - e_2}{1+e_1}.$$

Зичланиш қонунидан:

$$e_1 - e_2 = m_0(P_2 - P_1) = m_0 P, \text{ эканлигини эътиборга олиб,}$$

(3) ни қўйидагича ёзамиз:

$$S = h \frac{m_0}{1+e_1} P, \quad (4)$$

$$\frac{m_0}{1+e_1} = m_v \text{ эди.}$$

Шунинг учун,

$$S = h m_v P \quad (5)$$

ёки,

$$m_v = \frac{\beta}{E_0} \text{ эканлигини эътиборга олиб,}$$

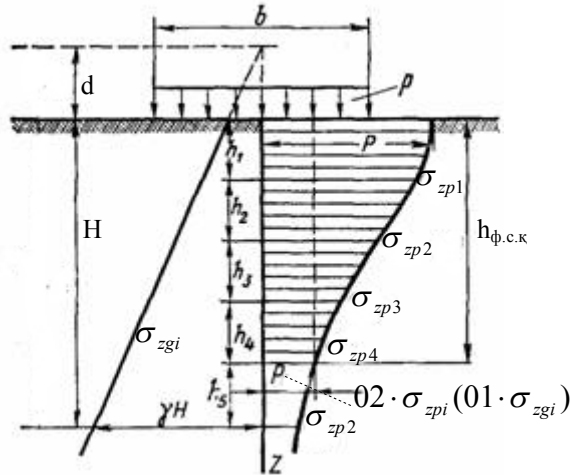
$$S = h \frac{\beta}{E_0} P \quad (6)$$

ифодани оламиз.

(4),(5),(6) ифодалар тенг кучли бўлиб, текис тарқалган кучдан грунтлар чўкишини аниқлаш имконини беради.

Пойдеворлар чўкишини аниқлашнинг элементар қатламлаб жамлаш усули (ҚМҚ усули).

Ушбу усулда, сиқилувчан қатламни шундай элементар қатламчаларга бўлиш керакки, ушбу қатламчаларга тўғри келган кучланишларни ва грунтнинг деформация кўрсаткичларини, катта хатоликларсиз, ўртача қийматларини қўллаб, пойдевор чўкишини аниқлаш мумкин бўлсин. Масалан, бирор сиқилувчан қатламга пойдевор орқали интенсивлиги P га тенг бўлган куч таъсир қилсин. Маълумки, ушбу усулда грунт чизикли деформацияланувчи **мухит** деб қаралади.



59-расм. Асос грунтларини чўкишини аниқлашга доир схема.

Пойдеворни чўкишини аниқлашда кесим юзаси 1 га тенг бўлган призма ажратилиб, унга таъсир этувчи максимал босим ҳисобга олинади (59-расм). Грунтларни ён томонга кенгайтириш эса, ҳисобга олинмайди. Бунда, максимал кучланиш ҳисобга олиниб, ён томонга кенгайтириш ҳисобга олмаслик, бири-бири билан еийишгани сабаб, пойдевор чўкишининг ҳисобий қиймати, ҳақиқийсига жуда яқин бўлади. Бир неча қатламчаларнинг чўкишини йиғиндиси бўлмиш пойдевор чўкиши, қўйидагича аниқланади:

$$S = \sum_{i=1}^{i=h_{\phi.н.е}} h_i m_{vi} \sigma_{zpi} \quad (7)$$

ёки,

$$S = \sum_{i=1}^{i=h_{\phi.с.к}} h_i \frac{\beta_i}{E_{oi}} \cdot \sigma_{zpi}, \quad (8)$$

бу ерда $h_{\phi.н.е}$ - пойдевор асосининг фаол сиқилиш қатлами бўлиб, унинг пастки чегараси қўйидаги шартларга асосан аниқланади:

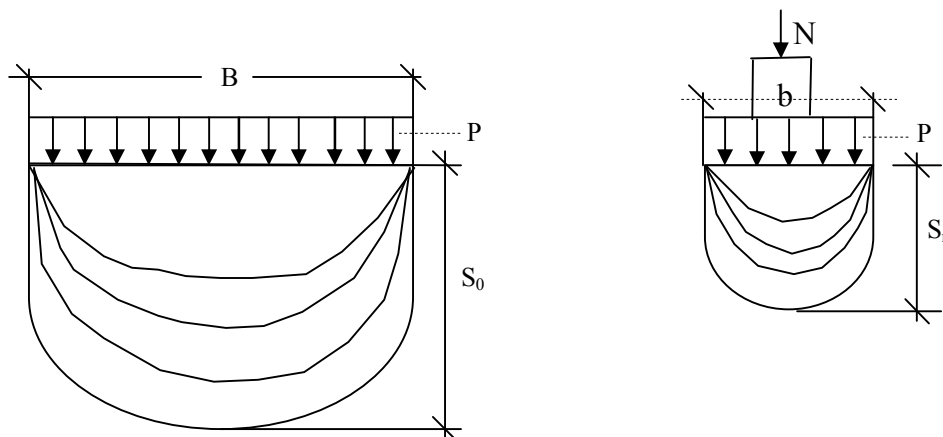
Агарда пастки чегаради $E_{oi} \leq 50 \text{ МПа}$ бўлса, $\sigma_{zpi} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zqi}$ шарт, бордию, $E_{oi} < 50 \text{ МПа}$ бўлса, $\sigma_{zpi} \leq 0,1 \cdot \sigma_{zqi}$ шарт бажарилиши лозим.

σ_{zqi} – қурилиш майдонининг текисланган сатҳидан қаралаётган чуқурликгача (фаол сиқилиш қатламнинг пастки чегарасигача) ётган грунтларнинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган кучланиш, яъни табиий босим.

Бордию, асосни ташкил этган грунтлар бир қатламдан эмас турли турдаги грунтлардан ташкил топганда ҳам, пойдеворлар чўкишини аниқлашда, элементар қатламлаб жамлаш усулидан фойдаланилади. Ушбу ҳолда шунга этибор бериш керакки, элементар қатламчалар чегаралари, турли грунтлар чегаралари билан устма–уст тушсин ва турли грунтларни деформация кўрсаткичлари, турлича эканлигини этиборга олиш зарур бўлади.

Пойдеворлар чўкишини аниқлашнинг монанд қатлам (Н.А. Цытович) усули

Монанд қатлам деб, грунтнинг шундай қатламига айтиладики, унинг узлуксиз куч таъсиридан чўкиши, пойдевор орқали узатилаётган куч таъсиридан ҳосил бўладиган чўкишига монанд (тенг) бўлади.



60- расм. Монанд қатлам қалинлигини аниқлашга доир схема.

Монанд қатлам қалинлигини аниқлашимиз учун, юқорида келтирилган таърифга биноан:

$$S_o = S_n \quad (1)$$

деб қабул қиламиз.

Зичланиш қонунидан (грунтларни умумий деформация модулини аниқлашдан) маълумки:

$$\varepsilon_z = \frac{P}{E_o} - \frac{\mu_o}{E_o} \left(\frac{\mu_o}{1 - \mu_o} P + \frac{\mu_o}{1 - \mu_o} P \right); \quad (2)$$

ёки,

$$\varepsilon_z = \frac{P}{E_o} \left(1 - \frac{2 \cdot \mu_o^2}{1 - \mu_o} \right) \quad (3)$$

Монанд қатлам таърифидан:

$$S_o = \varepsilon_z h_M \quad (4)$$

бу ерда h_M - монанд қатлам қалинлиги.

(3) ифодани эътиборга олиб, (4) ни қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$S_o = \frac{P \cdot h_M}{E_o} \left(1 - \frac{2\mu_o^2}{1 - \mu_o} \right) \quad (5)$$

Умумий эластик деформация усулидан пойдеворнинг чўкиши:

$$S_n = \frac{\omega P \varepsilon}{E_o} (1 - \mu_o^2), \quad (6)$$

эди.

(1) тенгликка асосан (5) ва (6) ифодаларни ўнг томонларни тенглаштирамиз:

$$\frac{P \cdot h_M}{E_o} \left(1 - \frac{2\mu_o^2}{1 - \mu_o} \right) = \frac{\omega P \varepsilon}{E_o} (1 - \mu_o^2). \quad (7)$$

охирги ифодадан монанд қатлам қалинлигини аниқлаймиз:

$$h_M = \omega \varepsilon \frac{(1 - \mu_o^2)}{\left(1 - \frac{2\mu_o^2}{1 - \mu_o} \right)} \quad (8)$$

(8) ифодадан кўринадики, монанд қатлам қалинлиги пойдеворнинг шаклига, бикрлигига, қаралаётган нуқтанинг координатасига (яъни ω га), пойдевор товонининг энига, грунтларнинг ён томонга кенгайиш коэффициенти (μ_o) га боғлиқ экан.

(8) ифодадаги μ_o га боғлиқ ифодаларни A орқали белгилаб, яъни

$$A = \frac{1 - \mu_o^2}{1 - \frac{2\mu_o^2}{1 - \mu_o}},$$

h_M ни аниқлаш учун, оддий ифодага эга бўламиз:

$$h_M = A \omega \varepsilon \quad (9)$$

Монанд қатлам қалинлигини аниқлаш учун $A \cdot \omega$ нинг қийматлари, пойдевор товонининг шаклига, пойдеворнинг бикрлигига, қаралаётган нуқтанинг координатасига ҳамда грунтларнинг ён томонга кенгайиш коэффициенти бўлмиш μ_o га қараб жадваллаштирилган.

Монанд қатлам қалинлиги h_M аниқлангандан сўнг, пойдеворнинг чўкиши, қуйидагича аниқланади:

$$S = h_M \cdot m_v \cdot P \quad (10)$$

бу ерда m_v – асос грунтининг нисбий сиқилиш коэффициенти;

P – пойдевор товони орқали асос грунтга узатиладиган ўртача босим.

Ўзлаштириш учун саволлар

1. Асос ва пойдеворларни I ва II чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобининг фарқини тушунтириб беринг!
2. Грунтлар қандай шароитларда “зичланган эластик” ҳолатга ўтишлари мумкин?
3. Умумий эластик деформация усулида грунтларнинг эластик деформациялари қандай аниқланади?
4. Маҳаллий эластик деформация усулида грунтларнинг эластик деформациялари қандай аниқланади?
5. Фусс – Винклар модулининг моҳияти нималардан иборат?
6. Узлуксиз текис тарқалган кучдан грунт қатламининг чўкиши қандай аниқланади!
7. Пойдеворлар чўкишини аниқлашнинг элементар қатламлаб жамлаш усулини қандай шароитларда қўллаш мумкин?
8. ҚМҚ усулида пойдеворлар чўкиши қандай аниқланади?
9. ҚМҚ усулида фаол сиқилиш қатлам қалинлиги қандай аниқланади?
10. Монанд қатлам қалинлиги нима ва у қандай аниқланади?
11. Монанд қатлам (Н.А. Цитович) усулида пойдеворлар чўкиши қандай аниқланади?

Тавсия этиладиган адабиётлар

1. Расулов Х.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи , 1993.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
4. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
4. ҚМҚ 2.02.01-98. Бино ва иншоотлар заминлари.

“Грунтлар механикаси” фанидан ўзлаштириш учун тавсия этиладиган асосий адабиётлар рўйхати

1. Расулов Х.З. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар.—Тошкент., Ўқитувчи , 1993.
2. Расулов Х.З. Одилов И.О. Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар. -Тошкент., Ўқитувчи ,1986.
3. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979, 1983.
4. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
5. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1987.
6. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений.
7. ҚМҚ 2.02.01-98. Бино ва иншоотлар заминлари.
8. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты.
9. ҚМҚ 2.02.03-98 Қозикли пойдеворлар.
10. ГОСТ 25100-82. Грунты, классификации.