Х.З.Расулов,
И.О.Одилов

ГРУНТЛАР МЕХАНИКАСИ, ЗАМИН ва ПОЙДЕВОРЛАР

P-21

Ҳ. З. РАСУЛОВ
И. О. ОДИЛОВ

ГРУНТЛАР МЕХАНИКАСИ, ЗАМИН ВА ПОЙДЕВОРЛАР

Ўзбекистон ССР Олий ва махсус ўрта таълим министрлиги олий ўқув юртларининг қурилиш ихтисослиги студентлари учун дарслик сифатида маъқуллаган

БИБЛИОТЕКА
Бух. ТИП и ЛП
№ У 4973

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1986

лари ва қоидалари (СНиП) да қабул қилинган белгилашларга амал қилинди.

Дарсликнинг ёзилишида муаллифларнинг илмий ишлари ютуқларидан, рус тилида шу соҳа бўйича кейинги вақтларда ёзилган дарсликлардан ва ўқув қўлланмаларидан ташқари Н. А. Цитович, Н. Н. Маслов, М. Н. Гольштейн, К. Е. Егоров, F. О. Мавлонов, А. А. Мустафоев, К. Қ. Қозоқбоев ва бошқаларнинг монографияларидан ҳам фойдаланилди.

Дарслик кириш қисми ва ўн беш бобдан иборат. Кириш қисми, I; II; III; IV; VII; XI ва XIV боблар техника фанлари кандидати, доцент И. Одилов томонидан ва V; VI; IX; X; XIII; XV боблар техника фанлари доктори, профессор, Ҳ. З. Расулов томонидан, VIII ва XII боблар эса иккала автор томонидан ҳамкорликда ёзилди.

Муаллифлар китобнинг қўл ёзмасини тайёрлашда қўл ёзма хусусида кўпгина мутахассис ёа олимлар берган маслаҳатларини инобатга олдилар. Қўлланмани ёзишдаги қимматли фикр ва мулоҳазалари билан ҳар тарафлама амалий ёрдам берган техника фанлари кандидатлари доцентлар М. З. Назаров, З. Х. Ёдгоров ва И. И. Исмоиловга муаллифлар чин қалбдан ташаккур изҳор этадилар.

Дарслик ҳақидаги барча тадқидий фикрмулоҳазаларни қуйидаги адресга юборган ўртоқларга муаллифлар олдиндан ўз миннатдорчилигини билдирадилар:

Тошкент 700129, Навоий кўчаси 30. „Ўқитувчи" нашриёти, умумтехника адабиёти редакцияси.

КИРИШ

АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

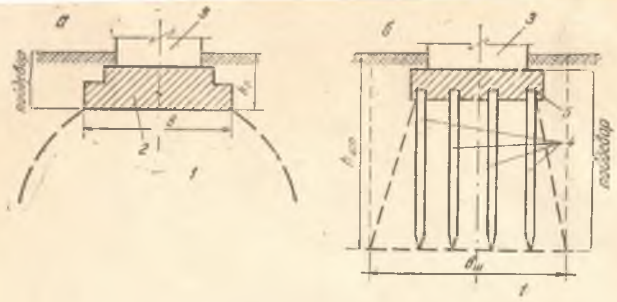
Бино ва иншоот пайдеворларига оид масалалар «Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар» курсида ўрганилади.

Курснинг «Грунтлар механикаси» қисмида грунтларнинг физик-механик хоссалари, заминларнинг мустаҳкамлиги ва деформацияси ҳамда тўсиқ деворларга грунтлардан тушадиган босимни ҳисоблаш усуллари ўрганилади. «Пойдеворлар» қисмида пойдеворлар билан заминларнинг биргаликда ишлаш масалалари, пойдеворларнинг тузилиши, уларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш ҳамда тиклаш усуллари ўрганилади. Умуман «Заминлар ва пойдеворлар» курсида турли бино ва иншоотлар остидаги пойдеворларни қурилиш майдонининг геологик шароитини эътиборга олган ҳолда лойиҳалаш ва қуриш масалалари кўрилади.

Бино ва иншоотларнинг ер ости қисми п о й д е в о р л а р деб аталади. Пойдеворлар бино ёки иншоотлардан тушаётган оғирликни тўплаб, унинг таъсирини заминга, яъни грунтларнинг пастки қатламларига ўтказади. Шунингдек, пойдеворлар иншоотларни ер ости сувлари таъсиридан ҳам сақлайди. Пойдеворларнинг асосий ўлчамларига унинг қўйилиш чуқурлиги h_n ва товони (таг юзаси)нинг кенглиги b киради (I. 1- расм).

Пойдеворнинг заминга тегиб турган остки юзаси унинг т о в о н и (таг юзаси) деб аталади. Текисланган ер юзасидан пойдевор товонигача бўлган чуқурлик пойдеворнинг қ ў й и л и ш ч у қ у р л и г и деб аталади.

Ер шарининг юза қисмида ётган яхлит тоғ жинсларининг бирор сабаблар таъсирида нураши натижасида ҳосил бўлган турли ўлчамли заррачалардан ташкил топган қатлам г р у н т деб аталади. Грунтлар майдаланиши, нураши ва эзилиши каби характерли хусусиятлари билан қаттиқ жинс ва қоя тошларидан тубдан фарқ қилади. Грунтни ташкил қилган қаттиқ минерал заррачалар ва минерал заррачаларни тутиб турган агрегатлар ҳам ўзаро боғланган бўлади. Бундай структура боғланишларининг мустаҳкамлиги минерал заррачаларнинг ўз қаттиқлигига нисбатан жуда кучсиз бўлади.



1.1- расм. Пойдеворнинг тузилиш схемаси:

а — саёз пойдевор: *1* — замин; *2* — пойдеворнинг товони; *б* — устун қозиқли пойдевор устун конструкцияси; *4* — устун қозиқлар; *5* — ростверк.

Пойдевор орқали берилган кучни қабул қилувчи ва шу куч таъсирида деформацияланувчи пойдевор чуқурлигидан пастда ётган грунт қатлами и н ш о о т з а м и н и деб аталади.

Деформацияланиш нуқтаи назаридан қаралганда, шу иншоот замини маълум қатламга эга эканлиги сезилади. Пойдеворнинг товони жойлашган горизонтни деформацияланувчи заминнинг юқори горизонти деб ва $P_б \leqslant 0{,}2P_z$ шартни қаноатлантирувчи горизонтни пастки горизонт деб аташ қабул қилинган (бу ерда $P_б$ — грунтнинг ўз босими, P_z — пойдевор орқали таъсир қилувчи қўшимча босим).

Шу икки горизонт ўртасидаги қатлам с и қ и л у в ч и қ а т л а м деб ва шу қатламни ташкил қилган грунт эса з а м и н г р у н т и деб аталади.

Бино ёки иншоот пойдевори қаттиқ яхлит тоғ жинсига қўйилган бўлса, унинг замини амалда деформацияланмайди. Бундай замин қ о я з а м и н деб аталади.

Иншоотларнинг замини бўлиб ишлайдиган грунтларни баҳолашда улар қатламининг қалинлиги асосий аҳамиятга эгадир.

Табиатда нураган тоғ жинслари об-ҳаво, сув ва газлар таъсирида ўсимлик чириндилари ва ҳайвонлар организмларининг қолдиқлари билан аралашиши мумкин. Натижада органик минераллардан ташкил топган муҳим структурали грунт пайдо бўлади. Грунтлар механикасида, асосан, қаттиқ заррачалардан ташкил топган табиий нураган минерал материаллар ва органик минерал структурали тупроқлар ўрганилади ҳамда талаб қилинган ҳоллардагина қоя жинсларнинг хоссалари текширилади.

Иншоот замини сифатида грунтларни асосан қуйидаги икки группага бўлиш мумкин:

1) қ о я ж и н с л а р (скальные породы) — табиатан яхлит бир бутун, заррачалари ўзаро қаттиқ ёпишган грунтлар. Қоя жинсларнинг қаттиқлиги жуда юқори бўлади;

2) қ о я м а с г р у н т л а р (нескальные грунты) — булар мустақил тош бўлаклари ва минерал заррачалардан ташкил топган, оралиғидаги бўшлиқларни эса сув ва газлар тўлдирган бўлади.

Агар замин сифатида ишлайдиган грунт фақат бир жинсли қалин қатламдангина иборат бўлса, у ҳолда бундай заминни бир жинсли ёки бир қатламли дейилади, агар бир неча қатламли бўлса, бир жинсли бўлмаган ёки кўп қатламли замин дейилади. Пойдевор қўйилган қатлам и ш қ а т л а м и деб, остки қатламлар эса т ў ш а м а қ а т л а м л а р и деб аталади. Грунтлар табиий ётган жойида замин тариқасида ишлатилган бўлса, бундай заминни табиий замин, махсус усул билан қотирилган ёки зичлаштирилган грунтларни эса сунъий замин дейилади.

Пойдеворларнинг ўз заминлари билан биргаликда ишлаши натижасида заминда тарқалган кучланиш таъсирида грунт қўшимча деформацияланади, натижада замин грунтлари зичлашади. Грунтлар заминининг зичлашиши таъсирида пойдеворнинг тик йўналишда пастга қараб силжиши унинг ч ў к и ш и деб аталади.

Заминлар ва пойдеворлар курсини ўрганиш инженерлик геологияси, гидрогеология ва грунтлар механикаси каби фанларнинг асосларини билишни тақозо қилади. Бу фанларнинг асосий маълумотларидан заминлар ва пойдеворлар курсида фойдаланилади.

Бундан ташқари, заминлар ва пойдеворлар курси қурилиш конструкциялари, қурилиш ишлаб чиқариши технологияси ва қурилиш машиналари каби предметлар билан яқин боғланган.

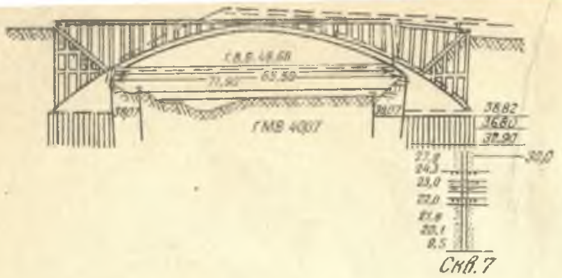
Инженерлик геологияси қурилиш шароитларини белгиловчи геологик процессларни ҳамда бино ва иншоотлар қуриладиган грунтларда содир бўладиган геологик ҳодисаларни ўрганади.

Гидрогеология ер ости сувларини ўрганади.

Грунтлар механикасида грунтлардаги босимлар, кучланганлик ҳолатлари, юк кўтариш қобилияти ўрганилади ва деформацияни аниқлаш усуллари ишлаб чиқилади.

Пойдевор қурилишининг асосий вазифалари бино ва иншоотлар пойдеворларининг конструкцияларини мукаммаллаштириш, уларнинг қурилиш вақтини қисқартириш ва баҳосини арзонлаштиришдир.

Бу масалаларни муваффақиятли ҳал қилиш учун пойдеворлар қурилишининг энг арзон вариантини танлаш, замин грунтларининг юк кўтариш қобилиятидан тўла фойдаланиш, йиғма темир-бетон конструкцияларини кўплаб ишлатиш, қурилиш ташкилотларининг илғор усулларидан кенг фойдаланиш ва ишларни комплекс механизациялаштириш, пойдеворларнинг қурилиш сифатини ошириш, грунтларни текшириш ва тадқиқ қилишнинг тезкор усулларини кенг қўллаш керак. Пойдеворларни қуриш ва лойиҳалашда йўл



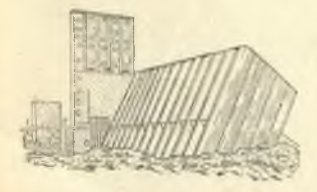
1.2- расм. Қазанка дарёсига қурилган кўприкда юз берган авария

қўйилган хатолар иншоотни қимматлаштиради, фойдаланишни қийинлаштиради ва куп ҳолларда бузилишигача олиб боради.

Бундай ҳоллар, кўпинча, замин грунтларининг етарли даражада чуқур ўрганилмаганлигидан, пойдевор конструкцияларининг нотўғри танланишидан ёки қурилиш ишларининг нотўғри бажарилишидан келиб чиқади.

1929 йилда Казанка дарёсига қурилган куприк (1.2- расм) қурилиш майдонининг геологик шароити етарлича ўрганилмаганлигидан келиб чиққан аварияга мисол бўла олади [1] .Аварияга кўприк таянчларидан бирининг ҳалокатли даражада (2 м га яқин) чўкиши сабаб бўлган. Кўприк таянчи 8 м ли устун қозиқларга ўрнатилган эди. Таянчнинг чўкиши устун қозиқлар етиб борган горизонтдан 2—3 м пастда ётган торф қатламининг сиқилишидан келиб чиққан. Инженерлик-геологик текшириш вақтида торф қатлами борлиги аниқланмаган экан.

1.3- расмда Канададаги Трансконский элеваторининг заминидаги грунтга ортиқча юк берилиши натижасида содир бўлган авариядан кейинги кўриниши берилган. Пойдевор остидаги грунтнинг ситиб чиқарилиши натижасида элеваторнинг бир томони 8,8 м га чўккан иккинчи томони эса 1,5 м га кўтарилган.



1.3- расм. Трансконский элеваторида юз берган авария.

1958 йилда Рио-де Жанейрода 10 қаватли каркасли тураржой биноси емирилиб тушган. Бинонинг бузилишига қуйма устун қозиқларнинг сифатсиз тайёрланиши сабаб бўлган [1]. Бундай мисолларни кўплаб келтириш мумкин.

Бино ва иншоотларнинг пойдеворларини тўғри қуриш ва уларнинг заминини тўғри танлаш масаласи кишиларни қадимлардан қизиқтириб келган. Россияда пойдевор учун замин танлаш ва пойдеворлар қуриш юзасидан ёзилган биринчи қўлланмалар XVIII асрнинг биринчи чоракларида пайдо бўла бошлади.

Замин ва пойдеворлар юзасидан системага солинган биринчи китоб проф. В. М. Карлович авторлигида 1869 йилда нашр этилган. Ўтган асрнинг 60- йилларида проф. Г. Е. Паукер томонидан биринчи бўлиб, пойдеворлар қўйилишининг минимал чуқурлигини аниқлаш масаласининг тақрибий ечими берилди. Бу масалани проф. В. И. Курдюмов тажрибада текшириб, сочилувчан грунтларни қаттиқ пойдевор орқали босилганда уларда эгри чизиқли силжиш пайдо бўлишини аниқлади. Курдюмовнинг тажрибалари унинг 1889 йилда нашр этилган «Табиий заминларнинг қаршилиги» илмий асарида эълон қилинди. Замин ва пойдеворларни ҳисоблаш назариясини яратиш XX асрнинг асосий масаласи бўлиб қолади.

1914 йилда проф. П. А. Миняев тажриба натижаларига асосланиб, сочилувчан жисмлардаги зўриқиш ва деформацияларни аниқлашда эластик жисмлар назариясини тадбиқ этиш мумкинлигини кўрсатиб берди. Бу эса грунтлар механикасининг назарий асоси сифатида эластиклик назариясидан фойдаланишга имкон берди. Бундай ишларнинг амалий томонлари проф. К. Терцагининг «Грунтларнинг қурилиш механикаси» асарида физик асослаб берилди.

Совет Иттифоқида халқ хўжалигини ривожлантириш планларининг катта масалалари хал этилиши ва уни бажариш даврларида грунтлар механикаси хам беқиёс ривожланди. Бунга бино ва иншоотлар қурилишида пойдевор заминларига оид кўплаб мураккаб масалалар ечиш зарурати сабаб бўлди. Проф. Н. П. Пузыревскийнинг 1923 йилда нашр этилган «Пойдеворлар ҳисоби» асарида грунтларга бериладиган хавфсиз босим қийматини топиш формулалари берилган бўлиб, бу формулалар заминларни ҳисоблашда эластиклик назариясини татбиқ этиш асосида ҳосил қилинган эди.

30- йилларга келиб грунтлар механикаси мустақил фан тариқасида ажралиб чиқди. 1934 йил проф. Н. А. Цитовичнинг «Грунтлар механикасининг асоси» номли биринчи ўқув қўлланмаси босмадан чиқди.

Заминни ҳисоблашнинг эластиклик ҳамда сочилувчан муҳитлар назариясига асосланган усулларининг кейинги ривожланишига совет олимлари Н. М. Герсеванов, Н. А. Цитович, Н. Н. Маслов, В. А. Флорин, В. В. Соколевский, М. И. Горбунов-Посадов, В. Г. Березанцев, Е. Ф. Винокуров, К. Е. Егоров, М. Н. Гольдштейн, М. В. Малишев, Т. Ш. Ширинқулов ва бошқаларнинг илмий тадқиқотлари катта ёрдам берди. Проф. Н. М. Герсевановнинг «Грунт массасининг динамикаси» асарида баён қилинган ишланган массанинг зичлашиш назарияси грунтнинг чўкиш деформациясини ҳисоблашнинг турли усулларининг юзага келишига асос бўлди. Бундай усуллар Н. А. Цитович, В. А. Флорин, С. А. Роза, Д. Е. Поль-

шин ва бошқалар томонидан яритилди. Динамик ва сейсмик кучлар таъсир этаётган пойдеворларни ҳисоблаш усуллари проф. Н. П. Повлюк, Д. Д. Баркан, О. Л. Савинов, Х. З. Расулов ва бошқалар томонидан ишлаб чиқилган ва бу усуллар ҳозир ҳам такомиллаштирилмоқда.

Мураккаб грунтлар шароитларида иншоотларни тиклаш масалалари Ю. М. Абелев, Х. А. Асқаров, Н. Я. Денисов, Ғ. А. Мавлонов, Г. М. Ломидзе, А. А. Мустофоев, К. К. Қозоқбоев, В. И. Крутов, Е. Д. Рождественский, М. Ю. Абелев ва бошқаларнинг (лёссимон чўкувчи грунтларда), М. И. Сумгин, Н. А. Цитович (муттасил музлаб ётган грунтларда), Б. Д. Васильев (нотекис сиқилувчи грунтларда), Д. Е. Польшин (балчиқда) ва бошқа олимларнинг ишларида ўз ечимини топа олди. Грунтларни сунъий қотиришнинг ҳар хил усулларини Б. А. Ржаницин, В. В. Асколонов, В. Е. Соколович Б. П. Горбунов, И. М. Литвинов, В. С. Подьяконов ва бошқалар яратдилар.

Г. И. Покровский, Н. Я. Денисов, М. Н. Гольштейн, И. И. Черкасов ва бошқаларнинг илмий ишлари грунтларнинг физик-механик хоссаларини ўрганишга бағишланди.

Пойдевор қурилиши ривожига проф. В. К. Дмоховский ўзининг баракали ҳиссасини қўшди. У заминлар ва пойдеворлар китобининг муаллифи ва биринчи беш йилликлар давридаги кўпчилик йирик қурилишларнинг консультанти эди.

Кейинги йилларда пойдеворлар қурилишининг янги усулларини кенг қўллаш қурилиш машиналари янги типларининг яратилиши натижасида мумкин бўлиб қолди. Бундай усуллар қаторига қуйидагиларни киритиш мумкин: кессон ишларининг гидромеханизацияси, ер ости суви сатҳини туширишда қувур-фильтрли қурилмалардан фойдаланиш, электр ёрдамида қуритиш, бурғ кавлаш ишлари, устун қозиқларни қоқишда ва сугиришда ишлатиладиган тебранма таъсир қилувчи электр машинали қурилмадан, бўш грунтларнинг юк кўтариш қобилиятини ошириш учун шиббалашда вибраторлардан фойдаланиш, лёссимон грунтларнинг чўкиш хоссасини йўқотишда термик усулни қўллаш ва бошқалар.

Совет қурувчилари баъзи қийшайган иншоотларни тўғрилаш ва уларни бир жойдан иккинчи жойга кўчириб ўтказишда катта муваффақиятларга эришдилар. Бу борада Москва шаҳридаги Горький кўчасидаги кўз касалликлари касалхонаси ва Комсомол проспектидаги икки катта бинони бир жойдан иккинчи жойга кўчирилганлигини ҳамда Самарқанддаги баланд миноранинг қийшайишини тўғриланганлигини мисол тариқасида келтириш кифоя [1].

Грунтлар механикаси ва пойдевор қурилиши соҳасидаги илмий тадқиқот ишларини уйғунлаштириб олиб бориш Н. М. Герсеванов номидаги Меҳнат Кизил Байроқ орденли «Заминлар ва ер ости иншоотлари» илмий тадқиқот институтига юклатилган. Шуни қайд қилиш керакки, заминлар ва пойдеворларни лойиҳалаш бўйича СССРдаги норматив материаллар чет давлатлар материалларига нисбатан ишончли бўлиб, улар бу соҳадаги энг янги илмий ишларнинг самарали натижаларини ўзида акс эттиради. Ҳозирги вақтда заминлар ва пойдеворлар катта иқтисодий самара берувчи чегаравий ҳолат усулида ҳисобланади.

Пойдеворлар қурилиши тўғрисидаги совет фани дунёда етакчи ўринлардан бирини эгаллайди. Бу ҳақда совет олимларининг грунтлар механикаси ва пойдеворлар қурилиши бўйича халқаро конгрессларда қилган докладлари ва бу докладларда баён этилган ишларнинг натижаларига чет эл олимларининг катта қизиқиши гувоҳлик беради. Пойдеворлар қурилишининг келгуси ривожи ҳамма асосий масалаларни қамраб олувчи тадқиқотларимизнинг характерли хислати—назария билан тажрибаларнинг ҳамда қурилиш практикасининг узвий боғланишига асосланади.

I БОБ. ГРУНТЛАРНИНГ ҲОСИЛ БЎЛИШИ, ТАБИАТИ ВА ХОССАЛАРИ

1-§. ГРУНТЛАРНИНГ ҲОСИЛ БЎЛИШИ

Грунтлар табиатда тоғ жинсларининг физик ва химиявий нураши натижасида ҳосил бўлган. Грунтларнинг ҳосил бўлиш процессида ва улар мавжуд бўлган кейинги даврларда ташқи шароитларга қараб уларнинг хоссалари шаклланган. Табиий грунтларнинг ёши кўп ҳолларда (ҳозирги давр ётқизиқларидан ташқари) узоқ даврларга бориб тақалади ҳамда минг миллионлаб ва юз миллионлаб йиллар билан ўлчанади (масалан, Кембрий даври лойининг ёши 500 млн йилга яқин).

Грунтлар мавжуд бўлган узоқ даврлар мобайнида табиий шароит кўп мароталаб ўзгарган; бир неча бор янги ётқизиқлар пайдо бўлган ва уларнинг оғирлиги таъсирида қатлам зичлашган, эрозия вақтида эса яна ғоваклашган, баъзида сув остида қолган ёки тектоник ўсиш натижасида қайта қуриган ва ҳоказо. Баъзи грунтлар қитъа муз сурилиши даврида катта қатлам остида сиқилган, сув, муз, шамол таъсирида бир жойдан иккинчи жойга кўчирилган ва ҳоказо. Буларнинг ҳаммаси табиий грунтларнинг келиб чиқишига сунъий шароит яратиб берган, уларнинг айрим турлари физик хоссаларининг хусусиятларини белгилаб берган. Узоқ муддатли даврларда жинслар учун асосий аҳамият касб этувчи физик-химиявий процесс жуда секин бўлса-да, грунтларда давом этади. Бу айтиб ўтилганларнинг ҳаммаси табиий грунтларни текширишда уни ўраб турувчи физик-геологик муҳит билан биргаликда, грунт хоссаларининг тинимсиз, кўпинча секин, аммо баъзида тез ўтувчан ўзгаришини эътиборга олган ҳолда қарашни тақозо қилади.

Грунтлар хосил бўлиш шароитлари ва тузилишига қараб қуйидагиларга бўлинади:

1) к о н т и н е н т а л ё т қ и з и қ л а р: *элювиал* (биринчи пайдо бўлиш жойидаги ётқизиқлар); *делювиал* (ўзи ҳосил бўлган жойидаги тепалик ён бағирларида жойлашган, фақат ўз оғирлиги таъсирида ва атмосфера сувларининг ювиши натижасида сурилаҳдиган ётқизиқлар); *аллювиал* (сув оқими билан узоқ масофалардан оқизиб келтирилишидан ҳосил бўлган катта қатлам ётқизиқлари); *музлик ётқизиқлари* (музлик сурилиши натижасида) — харсанг лой тошлар ва қумоқ тупроқлар (моренлар); *сув-музлик ётқизиқлари* — қумлар ва шағаллар *кўл-музлик ётқизиқлари* — лентасимон лойлар, қумоқ ва қумлоқ тупроқлар; *зол ётқизиқлари* (чўл областларидаги тоғ жинсларининг физик нураш маҳсулотлари, уларни шамол кўчириб юради) — лёссимонлар, қум тепаликлар ва барханлар;

2) д е н г и з ё т қ и з и қ л а р и: майда заррачали лой қатламлари; чиғаноқлар, органик чириндилар, ўлимтиклар органи аралашган грунтлар; органик-минераль ҳосилалар — балчиқ, торфланган грунтлар; ҳар хил қум ҳамда қумтошлар ва бошқалар.

Келтирилган қисқа маълумотлардан кўринишича, табиий ҳолатдаги грунт ётқизиқларининг таркиби жуда ҳар хил бўлиб, уларнинг физик табиати ундан ҳам мураккаб экан.

2-§. ГРУНТ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ТАРКИБИ

Табиий грунтлар таркибига турли элементлар киради, уларни қуйидаги уч группага бўлиш мумкин: 1) қаттиқ минерал заррачалар; 2) ҳар хил ҳолатда ва кўринишдаги сувлар; 3) газ эгаллаган грунт бўшлиғи. Бундан ташқари, баъзи грунтлар таркибига уларнинг физик хоссасига таъсир этувчи органик ва органик-минерал бирикмалар киради (биз улар ҳақида ушбу китобнинг махсус қисмида кенгроқ тўхталиб ўтамиз). Грунтларнинг қаттиқ минерал заррачалари шакли, таркиби ва ўлчамлари бўйича турли бўлган қаттиқ минерал доналардан ташкил топган мураккаб системадир. Қаттиқ грунт заррачаларининг хоссаларини баҳолашда уларнинг минералогик таркиби муҳим фактор бўлиб хизмат қилади. Масалан, баъзи минераллар-кварц, дала шпатининг сув билан таъсирлашиши суст, шунингдек, бошқа минерал заррачалар — монтмориллонитнинг сув билан таъсирлашиши жуда кучли, ҳажмий ўзгариши жуда катта. Монтмориллонитнинг хажми сув таъсирида 10 мартагача ошиши мумкин. Грунтларнинг заррачалари қанча майда бўлса, уларнинг солиштирма юзаси шунча катта бўлади ва қаттиқ зарраларни ўраб турган сув билан ҳам, қаттиқ зарраларнинг бир-бирига тегиб туржойларининг ўзида ҳам ўзаро таъсир марказлари шунча кўп ҳосил бўлади. Масалан, лойли минералларда каолин заррачаси 1 г ининг солиштирма юзаси 10 $м^2$ га тенг бўлса, монтмориллонит 1 г ининг солиштирма юзаси 800 $м^2$ тенг бўлади [2]. Бу эса монтмориллонит минерали бор грунтларда сув таъсирида албатта хосса ўзгариши юз беришини кўрсатади. Грунтларда слюда заррачаси борлиги (жуда сирғанчиқ бўлиб, силкитувчи кучга қаршилиги жуда кам) ҳам уларнинг физик хоссаларига муҳим таъсир қилади, шунингдек, грунтнинг хоссаларини баҳолашда каолинит мавжудлиги ҳам албатта эътиборга олинади.

Ҳамма чақиқ тошлар ва қумли грунтларни минерал заррачалари ўлчамига қараб қуйидаги турларга бўлинади (СНи П II-15-74).

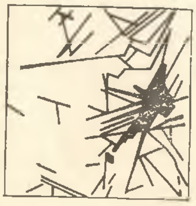
1. *Чақиқ тошли грунтларнинг* таркибида оғирлик бўйича 50% дан кўп заррачалар 2 мм дан йирик бўлади.

2. *Қумли грунтларнинг* таркибида оғирлик буйича 50 % дан куп заррачалар 0,5 мм дан йирик булса, йирик донли кум дейилади; 50% дан купи 0,25 мм дан йирик булса—уртача йирик донли қум, 75 % дан купи 0,10 мм дан йирик булса, майда донли қум, 75% дан ками 0,10 мм дан йирик булса, қум чанги дейилади. (Шунингдек, қумли грунтларга 0,05 мм дан катта булган ҳамма заррачалар киради, чангли грунтларга — 0,05 дан 0,005 мм гача булган заррачалар киради.)

3. *Лойли грунтларнинг* заррачалари улчамлари, шакллари ва минералогик таркиби ҳар хил булганлиги сабабли группаларга булинмайди. Фақатгина бир нарсани эътиборга олиш кифоя, яъни лойли грунтларга улчами 0,01 мм дан бир неча микронгача булган майда заррачалар киради.

Грунт таркибида оғирлик буйича у ёки бу миқдордаги лойли заррачаларнинг булиши ҳамда уларнинг лойли грунтлардаги қаттиқ қум донларининг ва бошқа қушилмаларнинг ураб олинишига имкон берадиган дисперслигининг жуда юқорилиги грунтларнинг

1.4- расм. Қаолинит заррачаларининг пластинкасимон купбурчакли шакли.



1.5- расм. Аттапульгит заррачаларининг игнасимон шакли.

физик хоссаларига жуда катта таъсир қилади ва лойли грунтларга грунтдаги лойли зарраларнинг умумий миқдорига қараб ном берилади ва улчами 5 мк дан кичик (< 0,005 мм) булган ҳамма заррачалар лойли грунт деб қабул қилинади.

Лойли заррачалар қумли заррачалардан турли-туман шаклда булиши билан фарқ қилади ва улар юпқа тангачалардан иборат булиб, қалинлиги узининг катта улчамларидан 10—50 марта кичик булади, шакли эса купбурчак ҳам булиши (каолинитларда, 1.4- расм) ва игнасимон ҳам (аттапульгитларда, 1.5- расм) булиши мумкин.

Шунингдек, лойли заррачаларнинг минералогик таркиби муҳим аҳамиятга эга. Масалан, монтмориллонит кристаллари (улар монтмориллонитли лой ҳосил қилади) *кенгаювчан кристаллик панжарага*

эга булиб, тегишли шароитларда кристаллар орасига сув молекулаларини тортиб олиб, ҳажми анча ортиши мумкин, ҳолбуки каолинит аттапульгит ва гидрослюда заррачаларининг бундай хоссалари кам.

а. Грунтлардаги сувлар, уларнинг турлари ва хоссалари. Грунтлардаги сувларнинг миқдори минерал заррачаларнинг сувни тутиб қолиши билан аниқланувчи таъсир кучининг қийматига қараб ҳар хил булиши мумкин.

Грунтларнинг минерал заррачалари манфий зарядланган булади, сувнинг молекулалари эса бир учи манфий (кислород атоми) ва иккинчи учи мусбат (водороднинг икки атоми) зарядланган диполдан иборат булади. Қаттиқ минерал заррачалар сувга текканида узаро таъсирлашувчи электромолекуляр кучлар ҳосил булиб, улар сув диполини (айниқса, биринчи қатламларида) минерал заррачалар сиртига катта куч билан тортади ва заррачаларнинг солиштирма юзаси қанча катта булса, шунча куп миқдорда сув молекулалари *боғланган* ҳолатда булади. Кейинги маълумотларга биноан узаро таъсирлашувчи электромолекуляр кучлар жуда катта булиб, минерал заррачалар сиртида (боғланган сув молекулаларининг биринчи қатори учун) 1 $см^2$ га бир неча минг килограмм миқдорида туғри келар экан. Қаттиқ заррачалар юзасидан узоқлашган сари таъсир кучи тезда камайиб, тақрибан 0,5 мк масофага узоқлашганда нолга яқинлашади.

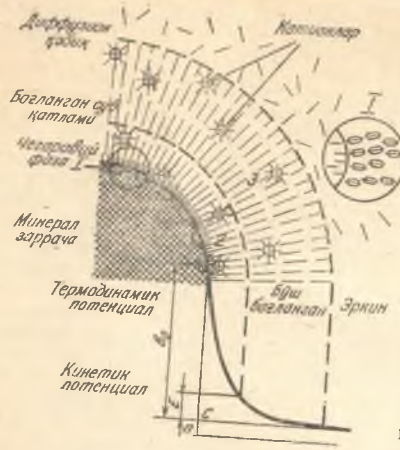
Сувнинг минерал заррачаларга энг яқин булган қаватининг 1—3 молекула қатори қаттиқ юзага сирт билан электромолекуляр тортиш кучлари туфайли шундай ёпишганки, уларни бир неча атмосферага тенг булган ташқи босим билан ҳам, кучли сув босими таъсири билан ҳам ажратиб булмайди ва бу қатламлар мустаҳкам богланган адсорбиланган сув деб юритиладиган пардаларни ҳосил қилади.

Минерал заррачаларни ураб турувчи кейинги сув молекулалари қатламлари ҳам боғланади ва қаттиқ юзадан узоқлашган сари уларни грунт заррачаси кам куч билан тортади; бундай қатлам *бўш боғланган* (лиосорбиланган) сув қатлами деб аталиб, уларни бир неча $кгк/см^2$ га тенг булган ташқи босим билан ҳам грунт ғовакларидан сиқиб чиқариш мумкин булади.

Шундай қилиб, узаро таъсирлашувчи электромолекуляр кучлар таъсир доирасидан ташқарида қолган сув молекулалари *эркин — гравитацион* ва *капилляр* сувларни ҳосил қилади Эркин гравитацион сув босимлар айирмаси туфайли ҳаракатланади, капилляр сув эса грунт сувлари сатҳидан бирор баландликка сувнинг капилляр тортилиш кучлари таъсирида кутарилади.

1. 6- расмда минерал заррачалар юзаларининг сув билан узаро электромолекуляр таъсирлашиш схемаси курсатилган.

б. Грунтлардаги газсимон қушилмалар (буғ, газлар) ҳар доим грунтларда бирор миқдорда булади ва қуйидаги ҳолатларда туриши мумкин: боғланган сув пардалари билан уралган қаттиқ минерал заррачалар оралиғидаги бушлиқда (вакуолда) жойлашган *ёпиқ*



1.6- расм. Минерал заррачалари юзаларининг сув билан ўзаро электромолекуляр таъсири схемаси;
1 — минерал заррача; 2— боғланган сув; 3— бўш боғланган сув.

(ёки тутилган) ҳолида, газлар (ҳаво) атмосфера билан туташгандаги *эркин* ҳолида ва ғовак сувларида *эриган* холида.

Газлардан пуфакчалар ажралиши грунтларнинг эластиклигидан ва ғовак сувларининг сиқилишга мойил эканлигидан далолат беради.

Атмосфера билан туташган эркин газлар (ҳавонинг) сақланиши грунтлар механикасида унча аҳамиятга эга эмас, чунки улар кучланишнинг грунт заррачалари ўртасида тарқалишида иштирок этмайди.

3-§. ГРУНТЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА СТРУКТУРА БОҒЛАНИШЛАРИ

Жуда мураккаб минерал-дисперс бирикмалардан иборат бўлган лойли грунтларнинг мустаҳкамлик хоссалари фақат айрим минерал зарраларининг (жуда катта) мустаҳкамлигига боғлиқ бўлмасдан, балки лойли грунтларнинг структура хусусиятларига ҳам боғлиқдир, бу хусусиятлар ичида айрим минерал заррачалар, уларнинг агрегатлари орасидаги структура боғлашнишлари муҳим ўрин эгаллайди.

Бу боғланишларнинг табиати жуда мураккаб бўлиб, уни грунтларда таъсир этувчи электромагнит табиатли молекуляр кучларга асосланган ташқи ва ички энергетик майдонлар комплекси билан аниқланади. Уларнинг таъсир характери фазалар чегарасининг юзаси, қаттиқ минерал заррачаларининг химиявий табиати, структураси ва заррачалараро фазони тўлдирувчи жисмларнинг хоссаларига боғлиқ.

Қаттиқ заррачалар жуда яқин контактда бўлганда ёки улар оралиғидаги масофалар молекулаларнинг бир нечта қаторига тенг келганда (аммо ўн қатордан ошмаслиги керак) қаттиқ заррачалар оралиғида бевосита ўзаро таъсир этувчи молекуляр кучлар (Ван-дер-Ваальс кучлари) пайдо бўлиши мумкин. Бундай масофалар қаттиқ

заррачалардан тузилган ва кучли ташқи босимга учраган ва натижада контакт нуқталарида жуда катта куч ҳосил бўлган грунтларда ёки нам, ташқи куч таъсирида боғланган сув пардаси ва заррачаларининг коллоид қобиғи эзилган жуда зич грунтларда бўлиши мумкин. Ван-дер-Ваальс кучлари катта, бироқ уларнинг умумий таъсири грунтларда умуман кам бўлган бевосита контакт нуқталарининг сонига боғлиқдир.

Академик П. А. Ребиндернинг дисперс жисмларни физик-химиявий классификациялаши бўйича, сувга тўйинган грунтларнинг структура боғланишлари қуйидагиларга бўлиниши мумкин: к о а г у л я ц и о н (одатда, заррачалар сувга тушганида ва электролитлар мавжуд бўлса, коллоидларнинг қуюқлашувида ҳосил бўладиган бирламчи боғланиш); к о н д е н с а ц и о н (минерал заррачалар бир-бирига бевосита теккунича коагуляцион структураларнинг зичланишида ва гелларнинг полимерланиши натижасида қуюқланишидан ҳосил бўлади) ва ниҳоят, к р и с т а л л и з а ц и о н б о ғ л а н и ш (қаттиқ кристалл жисмларнинг юзага келиши, уларнинг ўсиши ва атомлар ўртасидаги химиявий куч таъсирида ўзаро қўшилиб кетишидан пайдо бўлади). Кристаллизацион боғланиш (кремний, темир оксидлари ва бошқалар кристалларнинг боғланиши) *мўрт*, жуда қаттиқ ва емирилганидан кейин тикланмайдиган боғланишдир. Коагуляцион ва конденсацион боғланишлар *юмшоқ* бўлиб, улар бузилганидан кейин ҳам бирор даражада тикланиши мумкин.

Минерал заррачалар ва грунт ғовакларини тўлдирувчи сувли эритмаларнинг хоссалари ҳамда минерал чўкиндиларнинг биринчи тўпланиш шароитлари ва уларнинг кейинги седиментация (чўкиндилар ҳосил бўлиши), диагенез (чўкиндиларнинг қаттиқ жинсга айланиши) ва метаморфизм (жинсларнинг ҳосил бўлиши) босқичларини ўтишидан келиб чиқадиган литогенезига (чўкиндиларнинг тоғ жинсига айланиши) қараб грунтларнинг структура боғланиши ҳар хил бўлиши мумкин.

Юқорида айтилганларга ва акад. П. А. Ребиндер, профессорлардан Н. Н. Маслов, Н. Я. Денисов, А. К. Ларионов, У. В. Лемба ва бошқаларнинг ишларига асосан грунтлардаги структура боғланишларни қуйидаги асосий турларига ажратиш мумкин [2]:

1) *коллоид-сувли* (каогуляцион ва конденсацион) — ёпишқоқ-пластик, юмшоқ, қайталанувчи ;

2) *кристаллизацион*-мўрт, қайтмас — сувга чидамли ва сувга чидамсиз.

Сувга чидамсиз кристаллизацион боғланишли грунтлар коллоидли ва кристализацион боғланишли грунтлар ўртасидаги оралиқ хоссаларга эга. Бу боғланишлар минерал заррачаларнинг сирт юзаси майдонидан қатъи назар, аморф жисмларнинг, мустаҳкамлиги сув аралашмасига боғлиқ бўлган табиий цементлар, чиринди, бирикмалар ва елимларнинг ёпишқоқлигидан хосил бўлади.

Бир томондан минерал заррачалар орасидаги ва иккинчи томондан сув пардалари ҳамда коллоид қобиқлари орасидаги электромагнит кучлари таъсирида с у в - к о л л о и д л и боғланиш ҳосил

Бух. ТИП и ЛП
№ 4973

булади. Бу кучларнинг қиймати парда ва қобиқларнинг қалинлигига боғлиқ. Сув-коллоидли қобиқларнинг қалинлиги қанча юпқа булса, сув-коллоидли боғланишлар шунча мустаҳкам булади, чунки қобиқнинг қалинлиги камайиши билан боғланган сувлар диполининг молекуляр тортилиши ва сувда лойли заррачаларнинг маълум даражада эришига боғлиқ булган жисмларнинг ёпишқоқлик таъсири ошади. Сув-коллоидли боғланишлар пластик ҳамда қайтар хоссага эга, унинг қиймати намлик даражаси ошиши билан тезда камайиб, нолга яқинлашади.

Кристаллизацион боғланишлар минерал заррачаларнинг контакт жойида химиявий узгариш таъсирида, жуда мустаҳкам, бироқ муртва сингандан сунг узича қайта тикланмайдиган янги поликристалл бирикмаларнинг вужудга келишидан ҳосил булади. Бу боғланишларнинг мустаҳкамлиги минералларнинг таркибига боғлиқ. Масалан, унча мустаҳкам ва сувга чидамли булмаган боғланишлар гипс ва кальцитдан ҳосил булади. Опал, темир оксиди ва кремнийдан анча мустаҳкам ва сувга чидамли кристаллашган боғланишлар пайдо булади.

У. Лембнинг курсатишича, грунтларнинг ҳар хил катталикка ва шаклга эга булган минерал заррачалар ҳамда улар агрегатларининг қонуний жойлашишидан ҳосил булган структурасининг мустаҳкамлиги фақатгина структура боғланишларнинг табиатигагина боғлиқ булмай, балки лойли заррачаларнинг бир-бирига тегиб туриши характерига ҳам боғлиқ булади.

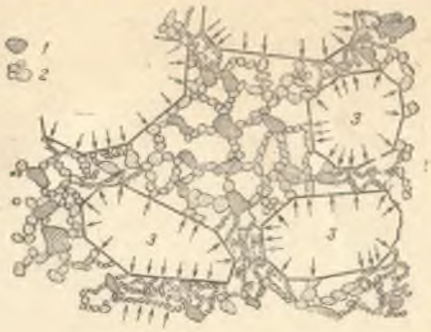
А. Қ. Ларионов таълимоти [3] буйича грунтларнинг структураси жуда турлича булиб, грунтни ташкил қилган қаттиқ, сув ва газ ҳолатидаги жисмларнинг миқдорий ва узаро морфологик нисбатлари билан белгиланади. Лойли грунтлар мустаҳкамлигининг шаклланишида заррачалар агрегациясининг характери ва микроструктуралар нуқсонларининг купайиб бориши катта аҳамиятга эга.

Кайд қилинганларнинг ҳаммаси табиий грунтларнинг жуда мураккаб булган структурасини белгилайди, мисол тариқасида проф. А. Казагранде томонидан чуқур текширилган (1.7- расм) денгиз лойли ётқизиқларининг структурасини келтириш мумкин.

Грунтларнинг табиий структураси, таркиби ва тузилиши уларнинг деформацион-мустаҳкамлик хоссасини, иншоотни кутариб турувчи замин қандай ишлашини белгилайди, шунингдек, ташқи таъсирларга грунтларнинг структура мустаҳкамлиги ва структура боғланишларининг турғунлиги жуда аҳамиятли характеристика булиб хизмат қилади.

Дисперс грунтларнинг қурилиш хоссаларини баҳолаш учун табиий грунтларнинг жойлашиши (текстураси), яъни қатламдаги грунтларнинг қалинлиги буйича бир жинслимаслигини характерловчи заррачалар ва улар агрегатларининг фазовий ва узаро жойлашиши муҳимдир. Табиий лойли грунтлар ётқизиқларининг асосий турлари қуйидагича фарқланади:

1) *қатламли* (нозик ва қупол қатламли, лентасимон, қия қатламли, сланецли ва бошқалар);



1.7- расм. Лойли грунтларнинг структуралари;
1 — лой заррачалари; *2* — зичланган коллоидлар; *3* — қум доналари.

2) *яхлит* (массив ва ёпиқ қатламли);

3) *мураккаб* (порфирли, катакли, йирик ғовакли ва бошқалар).

4-§. ГРУНТЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Қурушқоқлик ва купчиш. Грунт ичидаги сувларнинг буғланиши натижасида грунт ҳажмининг камайиши қурушқоқлик деб, сув шимиш натижасида грунт ҳажмининг кенгайиши купчиш деб аталади.

Қурушқоқлик ва купчиш асосан заррачалар оралиқларининг узаро контактлашган жойларида буш-боғланган сув қобиғи қалинлигининг узгаришидан ҳамда маълум даражада монтмориллонит группасидаги минераллар ҳажмининг намланиш ва қуриш натижасида узгаришидан иборат. Лойли грунтларнинг қурушқоқлиги ва купчиши баъзи бир факторларга боғлиқ булиб, улар ичида асосийлари: грунт қаттиқ фазаси минералогик таркиби ва дисперслиги-структура боғланишларининг мустаҳкамлиги ва алмашинувчи катионларининг таркибидир.

Қурушқоқлик ва купчиш лойли грунтларгагина хос булиб, бу процесслар грунтларнинг жуда майда, дисперс сувга туйинган минералларида ҳамда уларнинг коллоидли бирикмаларида, монтмориллонитли лойларда бир хил шароитда каолинитли лойларга қараганда интенсив утади. Грунт таркибида монтмориллонит қанча куп булса, купчиш ва қурушқоқлик шунча интенсив утади. Қурушқоқлик процессида сувнинг буғланиши туфайли контактлашган зонада қобиқларнинг юпқалиниши натижасида заррачаларнинг яқинлашувига ва купчиш вақтида эса бу зоналарда қобиқларнинг

қалинлашуви натижасида уларнинг ҳар томонга кириб боришига структура боғланишлари қаршилик қилади. Демак, қурушқоқлик ва кўпчиш содир бўлиши учун заррачалар орасидаги ўзаро таъсир кучи структура боғланишдан катта бўлиши керак. Табиий структураси бузилмаган грунтларда қурушқоқлик ва кўпчишга бўлган мойилликни сезмаслигимиз мумкин, бироқ структура қисман ёки тўла бузилганда бу хосса сезиларли даражада намоён бўлиши мумкин. Одатда, структураси бузилган грунтлардаги кўпчиш ва қурушқоқлик структураси бузилмаган грунтлардагина нисбатан каттароқ қийматга эга бўлади.

Шунингдек, қурушқоқлик ва кўпчишнинг қийматига ҳамда уларнинг намоён бўлишининг тезлашувига грунтларнинг бошланғич зичлиги ва намлиги, намланишнинг ва қуришнинг даврийлиги, ҳавонинг намлиги ва температураси, ғовак сувларининг ва шимилаётган сувнинг тузлари таркиби ва ўзаро концентрацияларининг фарқлари, грунтни ўраб олган атроф шароитининг факторлари ҳамда қатламларнинг оғирликлари таъсир қилади.

Қурилиш амалиёти нуқтаи назаридан қаралганда, қурушқоқлик ва кўпчиш зарарли ўзгариш ҳисобланади, шунинг учун заминларда ва тупроқдан қурилган иншоотларда бундай ҳолат намоён бўлишига йўл қўймаслик ва жуда бўлмаганда уларнинг намоён бўлишининг рухсат этилган қийматдан ошиб кетмаслигини таъминлаш керак.

Қурушқоқлик грунтлар массивининг юза қисмида интенсивроқ намоён бўлиб, нисбатан унчалик чуқур тушмаган бўлади. Грунтларнинг гранулометрик ва минералогик таркиби турлича бўлиши сабабли температура кўтарилиши билан ғоваклардаги сувларнинг буғланишидан, структура каркасининг турли участкаларида ҳар хил кучланишлар пайдо бўлади. Натижада бир хил бўлмаган кучланишлар таъсиридан структура бузилади, бундай бузилиш юзада ҳар томонга йўналган дарзлар тўри кўринишида намоён бўлади (1.8- расм). Дарзларнинг очилиши маълум ўлчамларгача етиб боради, унинг максимал қиймати қурушқоқликнинг юқори қиймати $\omega_у$ деб қабул қилинади, бу ҳолатда грунтнинг кўриниши оқиш ранггa ўзгаради. Ғовак сувларининг интенсив буғланишига қараб, дарз ҳосил бўлиши тезлашади. Дарзлар грунтларнинг кейинги бузилишига манба бўлиб хизмат қилади. Дарзлар ҳосил бўлган юзаларда нурашлар, табиий ва сунъий қияликларда эса сурилишлар юзага келиши ҳамда юза сувлари шу дарзлар орқали грунт қатламларининг анча чуқур жойигача сингиши натижасида грунтнинг мустаҳкамлиги ва турғунлиги сусайиши ва бошқа салбий ҳодисалар ривожланиши мумкин. Шунинг учун, айниқса мамлакатимизнинг қурғоқчил районларида пойдеворлар учун ковланган котлованларни узоқ муддатга очиқ қолдириш мумкин эмас.

1.8- расм. Грунт сиртидаги қурушқоқлик дарзлари

Грунтнинг қурушқоқлиги шундай грунтларда қурилган иншоотларнинг деформацияланишига сабабчи бўлиши мумкин. Иншоот остидаги грунт сиртининг ва ташқи юзасининг ҳар хил исиши натижасида ғовак сувлари турли тезликда буғланиб, шу участкаларда сувлар иншоот остидан ташқарига кўтарилади, натижада иншоот ости грунти қурийди, бу ўз навбатида бинонинг чўкишига олиб келади.

Шундай шароитда юз берадиган чўкишнинг табиатан бир хил эмаслиги, ҳамда унинг лойиҳада эътиборга олинмаган қиймати айни шу иншоот учун кутилмаган даражада юқори бўлиши мумкин. Айниқса, ҳаво узоқ муддат қуруқ келадиган районларда грунтларнинг қурушқоқлик қиймати қурилиш нуқтаи назаридан эътиборга олингани маъқул. Қурушқоқликни характерлаш учун *нисбий қурушқоқлик* қиймати аниқланади. Бу катталик СНиП II-15-74 га биноан қуйидаги формула билан топилади

$$\delta_у = \frac{h_н - h_у}{h_н}, \qquad (1.1)$$

бу ерда: $h_н$ — намунанинг ёнга кенгайиш имконияти йўқ шароитда P босим билан сиқилгандан кейинги баландлиги; $h_у$ — намунанинг шу босим ва шу шароитда қуриши натижасида намлиги камайгандан сўнг аниқланган баландлиги.

Кўпчиш пойдеворлар учун қазилган хандақларда, каналларда, темир йўл ва автомобиль йўллари учун очилган қазилмаларда, кўпчийдиган грунтларда ковланган шахта, штольня, тоннелларда ҳамда сув омбори қурилиши вақтида территорияга сув бостирилганда сезиларли даражада намоён бўлади. Кўпчийдиган грунтларда ёнга кенгайиш имконияти бўлганида кўпчиш унинг эркин юзасининг силжишида намоён бўлади, масалан, хандақлар ва каналларнинг таг юзасининг кўтарилиши.

Бундай кенгайишга йўл қўймаслик учун қияликни мустаҳкамлаб (тахта тиргаклар билан), шахта ва штольня қотиргичлари, тоннель қобиғи ўрнатилганда, кўпчиш бундай тўсиқларга тегишлича таъсир этувчи босим сифатида намоён бўлади. Бундай босим к ў п ч и ш б о с и м и деб аталади.

Лойли грунтларни текшириш учун чуқурлар ковланганда кўпчишни юзага келтирувчи биринчи сабаб, ўз оғирлиги билан сиқилиб турувчи маълум ҳажмдаги грунтнинг ковлаб чиқариб ташланишидир. Грунтларнинг чуқурдан ковлаб олиниши заррачаларнинг оралиқ зоналарида сувнинг қўшимча осмотик босими таъсиридан келиб чиқадиган сирт энергиясини ушлаб турувчи кучланишни эркин қўйиш билан тенгдир. Контактларда ўзаро бир-бирига сиқулиб бориш имконияти туғилганда грунт ғовакларининг ошиши билан сув қобиқлари қалинлашади, бундай имконият бўлмаган шароитда тегишлича кўпчиш босими вужудга келади. Кўпчиш ғовак сувлари ва грунтга шимилаётган юзаки сувларнинг минераллашув даражалари фарқидан ҳам келиб чиқиши мумкин. Агар ғовак сувла-

рининг минераллашуви юқори бўлса, грунт кўпчийди ёки тегишлича босим таъсир қилади.

Эркин кўпчишда грунтлар бўшашиб, куч таъсирида деформацияланиши ортади ва мустаҳкамлиги камаяди, натижада бундай грунтларнинг қурилиш сифати ёмонлашади.

Кўпчиш қиймати бошқа шароитлар билан бир қаторда кўпчийдиган қатламнинг қалинлигига боғлиқ. Қатлам қанча қалин бўлса, кўпчиш шунча катта бўлади. Одатда, кавланган котлованлар таг юзасининг кўтарилиш қиймати бир неча ўн сантиметргача ўзгаради.

Замин кўпчишининг олдини олиш учун маълум қалинликдаги грунт қатламини «босиб турувчи юк» тариқасида қолдириб туриладн ва бу қатлам пойдевор материалининг ётқизилиши олдидан ковлаб олиб ташланади.

Ички кўпчишларда босим кучи 10—15 кг/см^2 гача ўсиши мумкин [5]. Бундай босим конструкцияларни фақат деформациялабгина қолмай, балки ҳар қандай кучли конструкцияни ҳам емириши мумкин. Заминнинг намланишида ҳосил бўлган босимлар таъсирида қурилган иншоотлар ва уларнинг пойдеворлари деформацияланиши мумкин. Иншоотнинг умумий ёки баъзи қисмларининг деформацияси грунт шароитининг ҳар хиллиги туфайли кўпчиш босими келтириб чиқарадиган нотекис кўтарилиш ҳолида намоён бўлади. Тажриба шуни кўрсатадики, одатда, бино ва иншоот конструкциялари кўпчиш босими пойдевор орқали бериладиган босимдан катта бўлгандагина деформацияланади. Кўпчиш босими ва грунтнинг деформацияси оний тезликда намоён бўлмай, балки вақт ўтиши билан ўсиб боради. Бунда кўпчишнинг ўсиш вақти бошқа ҳар қандай доимий шароитда кўпчийдиган қатламнинг қалинлигига боғлиқ. Бино остидаги грунтларнинг кўпчиши тўрт йилдан ортиқ давом этгани маълум [4]. СНиП II-15-74 га биноан эркин сув шимдирилганда, ёки химиявий эритма таъсирида ҳажми кенгайган ва эркин кўпчиш шароитида нисбий кўпчиш қиймати $\delta \geqslant 0{,}04$ бўлган лойли грунтлар кўпчийдиган грунтларга киради.

Грунтнинг нисбий кўпчиши $\delta_н$ эркин кўпчиш шароитида қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\delta_н = \frac{h_{нс} - h_н}{h_н} \qquad (1.2)$$

бу ерда $h_{нс}$— тўла сув шимдирилган намунанинг ён томонга кенгайиш имконияти бўлмаган шароитда эркин кўпчигандан сўнгги баландлиги; $h_н$ — намунанинг табиий нам ҳолидаги бошланғич баландлиги; эркин сув шимдиришда, кўпчийдиган грунтларга кирадиган лойли грунтларни аввалроқ баҳолаш учун, қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$П \geqslant 0{,}3,$$

бу ерда $П$ СН иП II-15-74 га асосан қуйидагича аниқланади:

$$П = \frac{e_L - e}{1 + e}, \qquad (1.3)$$

бу ерда e — грунтнинг табиий ҳолати ва намлигидаги ғоваклик коэффициенти; e_L — оқиш чегарасидаги намлик $w_т$ га мос келувчи ва қуйидаги формула билан аниқланувчи ғоваклик коэффициенти

$$e_L = w_т \frac{\gamma_s}{\gamma_w}, \qquad (1.4)$$

бу ерда γ_s ва γ_w — тегишлича грунтнинг ва сувнинг солиштирма оғирликлари; $w_т$ — оқиш чегарасидаги намлик.

Кўпчийдиган грунтлар кўчиш босими, кўпчиш намлиги ва қуриш вақтидаги нисбий қурушқоқлик $\delta_у$ қийматлари билан характерланади.

Кўпчиш босимининг қиймати қилиб ёнга кенгайиш имкониятига эга бўлмаган шароитда сув шимдирилган грунт намунасининг идиш деворига таъсир этиш босимининг қиймати қабул қилинади, унинг таъсирида кўпчиш деформацияси нолга тенг бўлади.

Грунтнинг кўпчиш намлиги учун ёнга кенгайиш имкониятига эга бўлмаган шароитда, берилган босимда сиқилиб турган грунт намунасининг кўпчиш тугагандан кейин олган намлиги қабул қилинади.

Ивиб эришлик ва юмшаш. Грунтни сувга ботирилганда унинг заррачаларга ва майда агрегатларга бўлиниб, структура боғланишларининг тўла бузилиши грунтнинг и в и б э р и ш и деб аталади. Боғланишларнинг бузилиши боғловчи цементларнинг эриши натижасида, шунингдек, сув молекулаларининг ва томчиларининг грунт оралиғига сукулиб кириш таъсиридан юз бериши мумкин.

Қумтошлар, конгломератлар ва структуралари сувда эрувчан тузлар билан цементланган синиқ тошли ҳамда лойли грунтлар сувда ивиб эришлик хоссасига эга. Тажриба шуни кўрсатадики, бир валентли катионлар таркибига эга бўлган лойлар, бошланғич намлигидан қатъи назар ивиб эриши натижасида қаттиқ кўпчиш билан суспензияга айланади. Икки валентли, уч валентли катионли лойлар сувда ўзини бошқача тутади: табиий нам ҳолида сувга ботирилганда ивиб эриши унчалик сезилмайди ёки умуман сувда структураси сақланади. Бироқ уларни аввал қуритиб, кейин сувга туширилса, улар кўпчимасданоқ ивиб эриши натижасида тезда танга-танга бўлиб ёки бошқа шаклда сувда ейилади. Ивиб эришлик замин грунтининг ва тупроқдан қурилган иншоотларнинг сувга турғунлигини баҳоловчи мезон бўлиб хизмат қилади. Ивиб эришлик грунтларнинг қурилиш хоссаларига салбий таъсир этади, шунинг учун иншоот заминида бундай ҳол бўлишига йўл қуймаслик керак.

Грунтларнинг юмшашлиги деб улар мустаҳкамлигининг сув таъсирида камайишига айтилади. Юмшашлик тушунчаси, одатда, қоя ва яримқоя чўкувчан жинсларга тегишлидир. Юмшашлик жисмнинг зичлигига, унинг минералогик таркибига ва структура боғланишларининг мустаҳкамлигига ҳам боғлиқ.

Грунтнинг юмшашлигига унинг таркибидаги лойли минераллар ва боғловчи цемент таркибининг миқдорий қиймати катта таъсир қилади. Айниқса мергелли, лойли сланецлар, мергелли оҳаклар

қумтошлар ва лойли конгломератлар, оҳакли ва гипс цементлари юмшашликка кўпроқ мойил. Нурамаган, отқинди тоғ жинслари юмшашликка қарши жуда турғун бўлади.

СНиП II-15-74 га биноан қоя грунтларининг юмшашлик коэффициенти $K_{ра}$ деб, сувга тўйинтирилган ҳолатида бир ўқ йўналишида сиқиб аниқланадиган вақтинчалик қаршилигининг ҳавода қуриган ҳолидаги қаршилиги $R_с$ га нисбати билан ўлчанадиган катталик қабул қилинган ва бу коэффицент $K_{ра}$ 0,75 дан кам қийматларида «сувда юмшаган» қоя грунти деб қабул қилинган.

Капиллярлик. Грунтнинг ундаги майда каналлар орқали эркин сувни ноль горизонтга нисбатан маълум баландликка кўтариши грунтнинг капиллярлик хоссаси деб аталади.

Грунтлардаги сувларнинг капилляр кўтарилиш баландлигини топиш учун физикадан маълум бўлган Лаплас формуласидан фойдаланилади:

$$h_к = \frac{2\alpha}{\gamma_w \rho} \qquad (1.5)$$

бу ерда α — сувнинг 10°C да 7,4 кгк/см² га тенг бўлган сирт таранглигидир;

ρ — грунт капилляр найчасининг радиуси.

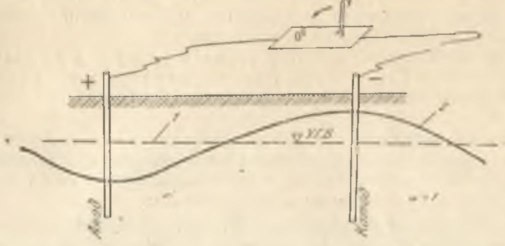
Агар капилляр найчасининг бир томонини намловчи суюқликка ботирсак, суюқлик найча ичида бирор $h_к$ баландликка кўтарилади. Бу баландлик капилляр радиуси ρ га тескари пропорционал бўлади.

Совет олимларининг кўп йиллик текширувлари шуни кўрсатадики [4], грунтлардаги капилляр кўтарилиш баландлиги бир неча метрдан ошмас экан. Грунтлардаги бу хосса уларнинг гранулометрик (ғовакликнинг шакли ва ўлчамларини белгилайди), минералогик таркибининг ҳар хиллигига ҳамда зичлиги ва ғовак сувларининг таркибига қараб ҳар хил бўлади. Совет олимларининг тажрибалари кўрсатадики, ғоваклари 0,1 м дан катта бўлган грунтлардагина капилляр кўтарилиш бўлиши мумкин экан, ундан кичик ўлчамлик грунт ғоваклари боғланган сувлар билан бутунлай тўлган бўлиб, капилляр сувларининг ҳаракати тўхтайди. Грунт капилляр кўтарилишининг юқори чегарасини аниқлаш амалий аҳамиятга эга. В. В. Охотиннинг тажрибаси бўйича 1—2 мм ўлчамга эга бўлган ўткир бурчакли қум заррачаларидан ташкил топган қатламда капилляр кўтарилиш 5,5 см гача борса, 0,01—0,06 мм заррачалардан ташкил топган қумда эса 205 см гача кўтарилган.

Капилляр кўтарилиш енгил қумоқ ва кумлок тупрокларда ва чангсимон майда заррачали қумларда кўнгилсиз натижаларга олиб бориши мумкин.

Майда тешикчалар орқали $h_к$ баландликка кўтарилган сув ўз оғирлиги билан капиллярлар деворларига таъсир қилади, яъни деворчаларни қуйидаги

$$P_к = \gamma_к \cdot h_к \cdot \frac{2\alpha}{\rho}$$



1.9- расм. Электроосмос ҳодисасига оид схема:

1 — ток улагунга қадар грунт сувининг сатҳи. 2 — ток таъсирида сув сатҳининг ўзгариши.

босим билан сиқади. Бундай босим капилляр босим дейилади. Капилляр босими, шунингдек, нам, ташқи«боғланган» қумли грунтларда ҳам ҳосил бўлади. Грунтларда капиллярлик намоён бўлиши қурилиш амалиётида салбий ҳол ҳисобланади. Баъзи ҳолларда капилляр кўтарилиши натижасида грунтнинг мавсумий музлаш горизонти шунчалик юқорига силжийдики, бу эса темир йўл ва автомобиль йўллари замини кўламидаги грунтларнинг «музлаш-эриш» таъсирида грунт структураларининг бузилишига олиб келади. Ер ости сувлари сатҳининг кўтарилиши замин грунтларини қўшимча намлантиради. Бинонинг ер ости хоналарини намланишдан саклаш учун гидроизоляция ишлатилади. Акс ҳолда капилляр кўтарилиш ер ости хоналарининг деворлари ва пойдеворлари ғиштларини намлайди, жойларнинг ботқоқланишига шароит яратади ва бошқа кўнгилсиз, салбий ҳодисалар келтириб чиқаради.

Электроосмос. 1809 йилда Рейсс нам лой орқали ўзгармас электр токи ўтказилганда грунтнинг қаттиқ ва суюқ фазага бўлинишини топди: лой заррачалари анодга, сув эса катодга қараб ҳаракат қилар экан. Электрокинетик ҳодиса аналогиясига асосан коллоид системалардаги биринчи ҳодиса электрофорез бўлиб, иккинчиси электроосмосдир.

1930—1940 йилларда совет олимлари катодга қараб, сув билан бирга электр майдонида ионлар ўрнини эгаллаш қонунига биноан алмашинувчи мусбат ионлар ҳаракат қилишини топдилар: бир валентлиги икки валентлик ва уч валентлик ўрнини олади. Бу ҳолда ҳаракатлантирувчи куч бўлиб потенциаллар айирмаси хизмат қилади (1.6- расмга қаранг).

Агар лойли грунт қатламига электродлар туширилса ва берк электр занжирига ўзгармас ток уланса (1.9- расм), у ҳолда анодга яқин грунтларнинг қуриганини ва катод атрофидаги грунтнинг намланганини кўрамиз. Ҳозирги замон қурилиши амалиётида кўп миқдордаги структуралари бўш сувга тўйинган майда заррачали

оқувчи қум ,қумоқ тупроқ, ивиган балчиқ, қумлоқ тупроқдан иборат ва бошқа грунтларда кавланадиган котлованларни қуритишда шу ҳодисадан фойдаланилади.

Грунтларни бундай қуритиш усули **электр ёрдамида қуритиш** деб аталади. Бу усулни қумли грунтларда ва заррачалари қаттиқ боғланган сувга тўйинган лойларда қўллаб бўлмайди.

Электр токи ёрдамида амалга ошадиган ионлар алмашинуви процессида заррачалардаги сув қобиқлари юпқалашади, шунга қараб грунт заррачалари тегишли миқдорда тиғизланади, буни **электр ёрдамида тиғизлаш** деб юритилади.

Электроосмос процессида қуритиш ва тиғизланишдан ташқари катод атрофида грунтни цементловчи кальций, магний ва бошқа тузлар йиғилади ва улар анод томонга ҳам ёйилади. Бу процесс грунтни **электр ёрдамида қотириш** деб аталади.

Ҳозирги замон қурилиш амалиётида электр ёрдамида қуритишдан кенг фойдаланилмоқда. Электр ёрдамида фильтрациялаш тезлиги $v_э$ см/с тажриба йўли билан аниқланган қуйидаги формула билан топилади:

$$v_э = k_э \cdot \frac{U}{L} \qquad (I.6)$$

бу ерда $k_э$ — электр ёрдамида фильтрациялаш коэффициенти, см²/с;
U — токнинг кучланиши, В;
L — фильтрация йўлининг узунлиги, см.

(I.6) ифодадаги $k_э$ электр ёрдамида фильтрациялаш коэффициентидир.

$$k_э = v_э \frac{L}{U} \qquad (I.7)$$

Кучланиш градиенти $\frac{L}{U} = 1$ бўлганда, электр ёрдамида фильтрациялаш коэффициенти $k_э = v_э$, яъни тезликни кўрсатади. У грунт электроосматик хоссасининг миқдорий кўрсаткичи ҳисобланади. $k_э$ коэффициент $k_ф$ га қараганда ўн марта катта бўлиб, грунтларнинг фильтрация тезлигини тегишлича тезлаштиради. Электродренаж вақтида катод атрофида грунтнинг намланишидан амалда устун қозиқларнинг қоқилишини осонлаштириш учун фойдаланилади.

Тиксотроплик деб грунт структурасининг динамик куч таъсирида бузилишига ва таъсир кучи тўхтагач, қайта структура пайдо бўлишига айтилади. Тиксотроплик хоссаси грунт бирикмасидаги заррачалар 0,01 мм дан кичик бўлганда намоён бўлиши мумкин. Чангсимон майда заррачали, бирор миқдорда лойли заррачалар сингган, сувга тўйинган қумлар, балчиқлар, боғловчи цементлари бўлмаган ёпишқоқ лойли грунтлар шундай хоссага эга. Тиксотроплик хоссаси монтмориллонит группага кирувчи минераллар сақланган ҳамда

заррачаларининг сув қобиқларида бир валентлик ионлар бор грунтларда анча аниқ намоён бўлади. Грунтларнинг тиксотроплик хоссасига улардаги колоидларнинг сақланиши катта таъсир қилади. Тиксотроплик ҳодисаси грунтга тебратувчи кучлар (машиналар ишлаб турганида пойдеворнинг тебраниши, тебратиш ёки юк билан устун қозиқларни қоқишда, транспортларнинг катта тезликда ўтиши ва бошқа динамик таъсирлар) таъсир қилганда келиб чиқади. Улар грунтларнинг куч таъсирига қаршилигининг йўқолишини кўрсатувчи ҳолатида, яъни суюлишида намоён бўлади.

Тиксотроплик бузилиш даражаси, бошқа бир хил шароитда. грунтга берилаётган динамик таъсир интенсивлиги билан аниқланади. Бундай интенсив куч таъсир этганда ҳатто намлиги ёйилиш чегарасида бўлган лой ҳам тиксотроплик ҳолатига ўтади. Грунтга интенсив динамик куч таъсир этиб турганида унинг суюлишини таъминлаш учун эркин сув билан ортиқча намлаш шарт эмас, чунки тебранма куч таъсирида боғланган сувлар структураси бузилади ва у эркин сув ҳолатига ўтади.

Динамик куч таъсири тугагач, аввал грунтнинг структураси тикланади, сўнгра мустаҳкамлиги ошади. Бу процесс ҳар хил грунтларда ҳар хил тезликда ўтади. Шу билан бирга грунтнинг пайдо бўлиш процессида олган аввалги зичлиги ва мустаҳкамлиги йўқолади.

II БОБ. ГРУНТЛАРНИНГ ФИЗИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Бино ва иншоотларнинг ер ости қисмини лойиҳалашда грунтларнинг маълум миқдорий кўрсаткичларини билиш талаб этилади, бу кўрсаткичлар замин сифатида ишлатиладиган грунтнинг табиий ётқизилган ҳолатини объектив баҳолайди. Бундай миқдорий кўрсаткичлар у ёки бу шахсий тасаввурга боғлиқ бўлмайди.

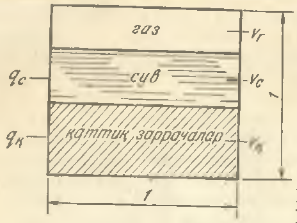
Грунтларнинг қурилиш хоссасини баҳолашда ишлатиладиган физик катталикларнинг маълум қисми лаборатория ва дала шароитида аниқланади, масалан, ҳажмий оғирлиги, солиштирма оғирлиги, вазний намлиги ва бошқалар. Бундай характеристикалар грунтнинг асосий физик характеристикалари дейилади.

Асосий физик характеристикалар маълумотлари асосида формулалар ёрдамида ҳисоблаб топиладиган грунтнинг физик характеристикалари (ғоваклик, ғоваклик коэффициенти, грунтнинг қуруқ ҳолидаги ҳажмий оғирлиги, намланиш даражаси ва бошқалар) ҳисоблаб топиладиган характеристикалар дейилади.

1-§. ГРУНТЛАРНИНГ АСОСИЙ ФИЗИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Грунт қатламидан бирлик ҳажмни ажратиб олиб, уни II. 1-расмда кўрсатилгандек белгилаб олайлик. Грунтнинг ҳажми $V_{гр}$ қаттиқ заррачалар ҳажми $V_к$, сувнинг ҳажми $V_с$ ва газларнинг ҳажми $V_г$ лардан иборат бўлсин, яъни

$$V_{гр} = V_к + V_c + V_г. \qquad (2.1)$$



I.1- расм. Ҳажм бирлигидаги грунтнинг схематик кўриниши.

Уларнинг массалари тегишлича қуйидагича бўлсин:

$q_к$ — қаттиқ заррачаларнинг массаси;

q_c — грунт ғовакларидаги сувнинг массаси.

Грунт ғовакларидаги газнинг ҳажмий массаси амалда ҳавонинг ҳажмий оғирлигига тенг. Шунинг учун эътиборга олинмайди.

II.1- расмга биноан грунтнинг асосий физик характеристикаларини қуйидагича таърифлаймиз.

1. Грунтнинг солиштирма оғирлиги — γ_c.

Грунтнинг ҳажм бирлигидаги қаттиқ заррачалари оғирлигининг шу заррачалар эгаллаган ҳажмга нисбати билан ўлчанадиган катталик грунтнинг солиштирма оғирлиги деб аталади, яъни

$$\gamma_c = \frac{q_к}{V_к}. \qquad (2.2)$$

Грунтнинг солиштирма оғирлиги унинг минералогик таркибини кўрсатувчи катталик бўлиб, ГОСТ 5181—64 бўйича аниқланади.

2. Грунтнинг ҳажмий оғирлиги — γ_0.

Грунтнинг табиий структураси бузилмаган ва намлиги ўзгармаган ҳолидаги ҳажм бирлигидаги оғирлигининг умумий ҳажмига нисбати билан ўлчанадиган катталик грунтнинг ҳажмий оғирлиги деб қабул қилинган, яъни схемага асосан

$$\gamma_0 = \frac{q_c + q_к}{V_г + V_c + V_к} = \frac{q_{гр}}{V_{гр}}, \qquad (2.3)$$

V гр—бирлик грунт ҳажми

Грунтларнинг ҳажмий оғирлиги ГОСТ 5182—78 га биноан бурғ чуқурликларидан махсус «грунт олгич» асбоблар ёрдамида ёки шурфлардан махсус қирқувчи ҳалқа билан олинган, структураси бузилмаган грунт намуналарда аниқланади. Аниқланиш хатолиги ўлчанган бир неча (энг камида 2 та ёки 3 та) натижалар ўртасида 0,03 гк/см³ дан ошмаслиги керак. Грунтнинг ҳажмий оғирлиги асосий характеристика бўлиб, уни билмасдан туриб грунтлар механикаси тенгламаларида ишлатиладиган бир қатор катталикларни топиш мумкин бўлмай қолади. Грунтнинг ҳажмий оғирлигини у пайдо бўлган географик-тарихий шароит белгилайди, структураси бузилмаган намуналарда ҳажмий оғирлик алоҳида эътибор билан аниқланади.

3. Грунтнинг вазний намлиги — W.

Грунтнинг бирлик ҳажми ғовакларида жойлашган намлик (сув) оғирлигининг шу грунтнинг қуруқ ҳолидаги оғирлигига нисбати билан ўлчанадиган ва процентларда ифодаланган қиймат грунтнинг вазний намлиги W% деб аталади.

Вазний намлик ГОСТ 5179—64 га асосан грунтнинг табиий ҳолидаги ва 105° С температурада ўзгармас оғирликка келгандаги вазнларининг айирмасига қараб аниқланади, яъни

$$W = \frac{q_c}{q_к} \cdot 100 \qquad (2.4)$$

$$\text{ёки } W = \frac{\frac{q_c + q_к}{V_{гр}} - \frac{q_к}{V_{гр}}}{\frac{q_к}{V_{гр}}} = \frac{\gamma_0 - \gamma_{кх}}{\gamma_{кх}}, \qquad (2.5)$$

бу ерда $\gamma_{кх} = \frac{q_к}{V_{гр}}$, (2.6)

$\gamma_{кх}$ — грунтнинг қуруқ ҳолидаги ҳажмий оғирлиги.

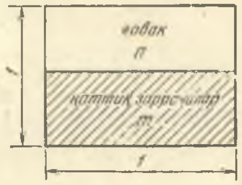
Табиий вазний намлик грунтларнинг ҳажмий оғирликларини, ғоваклигини, ғоваклик коэффициентини, намлик даражасини ва ҳоказоларини ҳисоблаб топишда зарур бўлган билвосита кўрсаткич ҳисобланади.

2-§. ГРУНТЛАРНИНГ ҲИСОБЛАБ ТОПИЛАДИГАН ФИЗИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Қулайлик учун грунтнинг ҳажм бирлигини қуйидаги схема бўйича кўриб чиқамиз (II.2- расм).

Сув билан газ эгаллаган ҳажмни, қисқача қилиб айтганда, ғоваклик ҳажмини n, қаттиқ заррачалар эгаллаган ҳажмни m билан белгилаймиз. У ҳолда грунтнинг ҳажм бирлигини ғоваклик ва қаттиқ заррачалар ҳажмидан иборат бўлади, яъни

$$m + n = V_{гр} = 1. \qquad (2.7)$$



II.2- расм. Ҳажм бирлигидаги грунтнинг иккинчи хил схематик кўриниши.

Қаттиқ заррачаларнинг ҳажми m грунтнинг қуруқ ҳолидаги ҳажмий оғирлиги $\gamma_{кх}$ билан грунтнинг солиштирма оғирлиги γ_0 нинг нисбатига тенг, яъни

$$m = \frac{\gamma_{кх}}{\gamma_0}. \qquad (2.8)$$

Грунтнинг қуруқ ҳолидаги ҳажмий оғирлиги $\gamma_{хқ}$(2.5) формулани эътиборга олинганда қуйидагича топилади:

$$\gamma_{кх} = \frac{\gamma_0}{1+0.01W}. \quad (2.9)$$

Ғоваклик ва ғоваклик коэффициенти.

Ҳажм бирлигида олинган грунтнинг ғоваклик ҳажми n нинг умумий ҳажми $(n+m)$ га нисбати билан ўлчанадиган катталик ғоваклик деб тушунилади, яъни II. 2- расмга асосан

$$П = \frac{n}{n+m} \quad (2.10)$$

Юқоридаги (2.7) (2.8) ва (2.9) формулаларни эътиборга олган ҳолда (2,10) ифодани ёйиб қуйидагини топамиз:

$$П = \frac{n}{n+m} = \frac{n}{1} = 1 - m = 1 - \frac{\gamma_{кх}}{\gamma_c} = 1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_c(1+0.01W)}.$$

Ғоваклик $П$ кўп ҳолларда процент ҳисобида аниқланади, шунинг учун охирги олинган натижани қуйидагича ёзамиз

$$П\,\% = \left[1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_c(1+0{,}01W)}\right] \cdot 100\,\%. \quad (2.11)$$

Ғоваклик коэффициенти e деб, ҳажм бирлигида олинган грунтнинг ғоваклик ҳажми n нинг қаттиқ заррачалар ҳажми m га нисбати билан ўлчанадиган катталикка айтилади, яъни (II. 2- расм асосан)

$$e = \frac{n}{m}. \quad (2.12)$$

Юқоридагилар асосида (2.12) тенгламани ёйиб қуйидагини топамиз:

$$e = \frac{n}{m} = \frac{1-m}{m} = \frac{1}{m} - 1 = \frac{\gamma_c}{\gamma_{кх}} - 1 = \frac{\gamma_c}{\gamma_0}(1 + 0.01W) - 1,$$

шундай қилиб,

$$e = \frac{\gamma_c}{\gamma_0}(1 + 0.01W) - 1. \quad (2.13)$$

Грунтларнинг қўшимча куч таъсирида деформацияланишини кўрсатувчи асосий факторлар бўлиб, ғоваклик $П$ ва ғоваклик коэффициенти e хизмат қилади. Грунт деформацияланганда унинг ғоваклик ҳажми n ўзгаради (камаяди). Қаттиқ заррачалар ҳажми m эса грунт деформацияланганида ҳам ўзгармайди, яъни доимий деб қабул қилинган.

Ғоваклик $П$ ни ифодаловчи (2.10) формуладаги суратнинг қиймати (n) ҳам, махражнинг қиймати $n+m$ ҳам ғовкаликнинг ҳажми камайиши билан бирдай ўзгаради, ғоваклик коэффициенти e ни ифодаловчи (2.12) ифодада эса фақат суратнинг қийматигина ўзгаради, шунинг учун грунтнинг чўкиш деформациясини аниқловчи назарий тенгламаларда, асосан, ғоваклик коэффициенти иштирок этади.

Ғоваклик коэффициенти e нинг қиймати грунтларда кенг миқёсда ўзгариши мумкин. Масалан, e—0,20 дан e—2 гача ва ундан ҳам катта бўлади. Умуман $e<1$ бўлган грунтларни анча зич деб қаралади. $e>1$ бўлган грунтлар эса бўш грунтлар ҳисобланиб, бундай грунтлардан замин тариқасида фойдаланишдан олдин, уларни сунъий қотириш чоралари кўрилади.

Қумлар (ёйилувчи грунтлар) нинг турлари лаборатория шароитида грунт намунаси зарралари табиий ҳолида қандай ётқизилган бўлса, шундайлигича бузилмаган ҳолида аниқланган ғовалик коэффициенти e нинг қийматига қараб, СНиП II-15-74 инг 5- жадвалига биноан зичлик бўйича бўлинади:

Жадвал

Қумлар тури	Қум ётқизиқларининг зичлиги		
	зич	ўрта зич	ғоваклн
Йирик тошли ва ўртача катталикдаги қумлар	$e < 0{,}55$	$0.55 \leqslant e \leqslant 0{,}7$	$e > 0{,}7$
Майда қумлар	$e < 0{,}6$	$0{,}6 \leqslant e \leqslant 0{,}75$	$e > 0{,}75$
Чангсимон қумлар	$e < 0{,}5$	$0{,}5 \leqslant e \leqslant 0{,}8$	$e > 0{,}8$

Сув шимувчанлик даражаси — G.

Грунтнинг табиий вазний намлиги W нинг ғоваклари ҳажми сувга тўлиб тургандаги (тўла сув шимгандаги) намлиги $W_{тўла}$ га нисбати сув шимувчанлик даражаси G деб аталади:

$$G = \frac{W}{W_{тўла}}. \quad (2.14)$$

Тўла сув шимилгандаги намликни топиш учун грунтнинг ғовак ҳажми n ва структуралари ҳажми m ни билиш керак. (2.7), (2.10) ва (2.12) формулаларга биноан ғозаклик ҳажми қуйидагича аниқланади:

$$n = \frac{e}{1+e}. \quad (2.15)$$

Қаттиқ заррачалар ҳажми эса

$$m = \frac{1}{1+e}. \quad (2.16)$$

Ғоваклари сувга тўлган ҳолида, грунтнинг ҳажм бирлигидаги сувнинг оғирлиги (2.15) га асосан қуйидаги формула билан аниқланади:

$$q_{с.\ тўла} = \frac{e}{1+e} \cdot \gamma_w. \quad (2.17)$$

γ_w — сувнинг ҳажмий оғирлиги.

Қаттиқ заррачалар оғирлиги $q_қ$ эса (2.16) га асосан бундай топилади:

$$q_қ = \frac{1}{1+e} \cdot \gamma_c. \quad (2.18)$$

Шундай қилиб, юқоридаги келтирилган вазний намликка берилган таърифга биноан, (2.17) ва (2.18) тенгламалар эътиборга олинга-

нида, грунтнинг ғоваклари тўла сув шимгандаги намлиги қуйидагича аниқланади:

$$W_{тўла} = \frac{q_{c.\,тўла}}{q_к} \cdot 100 = \frac{\frac{e}{1+e} \cdot \gamma_w}{\frac{1}{1+e} \cdot \gamma_c} \cdot 100 = \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_c} \cdot 100. \qquad (2.19)$$

$W_{тўла}$ нинг топилган қийматини (2.14) тенгламага қўйиб, сув шимилганлик даражаси G аниқланадиган ифодани ҳосил қиламиз:

$$G = \frac{W \cdot \gamma_c}{e \cdot \gamma_w}. \qquad (2.20)$$

Ифода (2.19) даги сувнинг ҳажмий оғирлигини $\gamma_w = 1 \frac{гк}{см^3}$ деб олсак, у ҳолда сувга тўйинган ҳолида грунтнинг ғоваклик коэффициенти e қуйидагича топилади:

$$e = W_{тўла} \cdot \gamma_c, \qquad (2.21)$$

яъни, ғоваклари сувга тўлиб турганда грунтнинг ғоваклик коэффициенти намликнинг солиштирма оғирлик кўпайтмасига тенг бўлади.

Лойли грунтларнинг ғовакларидаги сувнинг ичида газ пуфакчалари ҳам бўлади. Бу эса ғовак сувларининг сиқилишини билдиради. Лойли грунтларнинг ғовакларидаги сувнинг сиқилишини эътиборга олиш учун унинг сув шимувчанлик коэффициенти G катта аниқлик билан (0,01 гача) топилиши керак.

Йирик синиқ тошли ва қумли грунтлар сув шимувчанлик даражасига қараб СНиП II-15-74 га биноан қуйидагиларга бўлинади:

Кам намланган	$0 < G \leq 0,5$
Нам	$0,5 < G \leq 0,8$.
Сувга тўйинган	$1 \geq G > 0\ 8$.

Грунт ғоваги сувга тўла тўйинмаган вақтида ($G < 1$) уч фазали системадан иборат бўлади: қаттиқ минерал заррачалар, сув ва газлар. Ғоваклар бутунлай сувга тўлиб турган вақтида ($G = 1$) эса грунт массаси деб аталувчи икки фазали муҳим синфни ташкил қилади, бундай ҳол учун муҳим назария-грунтларнинг фильтрацияли консолидация (тиғизланиш) назариясини қўллаш мумкин.

Шуни ҳам эслатиб ўтиш лозимки, ер ости сувлари сатҳидан чуқурда жойлашган грунт массаси ҳолатида турган грунт скелети сувнинг кўтарувчи кучини ҳис қилади. Грунтнинг бирлик ҳажмидаги сув кўтариб турган қаттиқ заррачаларнинг оғирлиги-

$$\gamma_{муал} = (\gamma_c + \gamma_w) \cdot m \qquad (2.22)$$

га тенг, унинг ҳажми m эса (2.16) тенглама билан топиладиган катталикка тенг. Шундай қилиб, (2.16) ва (2.22) ифодаларни биргаликда қараб, ўз ҳажмига тенг сувда муаллақ турган грунт қаттиқ заррачаларининг ҳажмий оғирлиги тенгламасини ёзамиз.

$$\gamma_{муал} = \frac{\gamma_c - \gamma_w}{1 + e}, \qquad (2.23)$$

$1 - n = \frac{1}{1+e}$ эканлигини эсласак, (2.23) ифодани қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$\gamma_{муал} = (\gamma_c - \gamma_w)(1 - n). \qquad (2.24)$$

Гранулометрик таркиб. Грунтларнинг гранулометрик таркиби уларнинг қаттиқ фаза заррачаларидан ташкил бўлган ҳар хил фракцияларининг оғирлик бўйича микдорий характеристикасидир.

Бу таркиб грунтни фракцияларга ажратишга асосланган; механикавий анализ деб аталадиган усулда аниқланади.

Қумли ва ундан йирик заррачали грунтларнинг механик анализи уларни тўр орқали элаш йўли билан бажарилади: фракцияларнинг ўлчамлари икки оралиқдаги тўр тешикчаларининг ўлчамлари билан, фракцияларнинг оғирликлари эса ҳар бир тўрда тўпланган заррачалар йиғиндисини тарозида тортиш йўли билан топилади.

Майда фракцияли грунтларнинг механик анализи зарраларнинг суюқликда (асосан сувда) чўкиш тезлигига асосланади. Бунда бир хил зичликка эга бўлган суюқликда ҳар хил ўлчамларга эга бўлган грунт заррачалари, физиканинг маълум қонуни — Стокс қонуни асосида, ҳар хил тезликда чўкади. Бу ўринда энг қулай усул—ареометрик усулдир. Қумли ва йирик синиқ тошли грунтлар заррачаларининг ўлчамларига—гранулометрик таркибига (йирик ва майдалигига) қараб номланади.

Масалан, қумли грунтлар донларининг таркибига қараб СНиП II-15-74 бўйича қуйидаги турларга бўлинади:

2 мм дан йирик заррачалари оғирлик бўйича 25% дан кўп бўлса	—шағалли қум
0,5 мм дан йирик заррачалари оғирлик бўйича 50% дан кўп бўлса	—йирик қум
0,25 мм дан йирик заррачалари оғирлик бўйича 50% дан кўп бўлса	—ўртача йириклидаги қум
0,1 мм дан йирик заррачалари оғирлик бўйича 75% ва ундан кўп бўлса	—майда қум
0,1 мм дан йирик заррачалари оғирлик бўйича 75% дан кам бўлса	—чангсимон қум

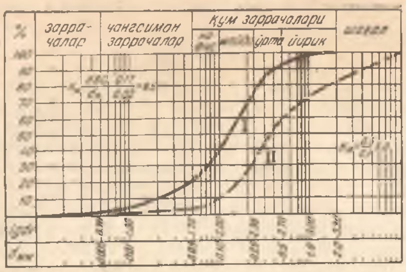
Эслатма. Келтирилган жадвалга асосан грунтларнинг номини аниқлаш учун текширилаётган грунтни ташкил қилган заррачаларнинг процент миқдорлари кетма-кет жамланади:

аввал 2 мм дан йирик бўлганларини, сўнгра 0,5 мм дан йирикларини, кейин 0,25 мм дан катта бўлганларини ва ҳоказо.

Кетма-кет жамлаш амали бажарилаётган вақтда чап томонидаги шарт бажарилиши билан ўнг томондаги ёзувга қаралади ва уни грунтнинг номи учун қабул қилинади.

Гранулометрик (механик) анализ натижалари жадвал ёки график кўринишида берилиши мумкин. Гранулометрик таркибни яхши тасаввур этиш учун график усули, яъни грунтнинг гранулометрик таркибининг эгри чизиқ бўйича тарқалишдаги кўриниши қўлланилади (II.3- расм).

Бунда абсциссалар ўқи бўйича заррачалар диаметрининг логарифми ва ординаталар ўқи бўйича жамлаш натижасида ўсиб борув-



II.3- расм Грунтларнинг гранулометрик таркибининг ўзгариши:

1 — $К_н = 8,5$ га тенг бўлган эгри чизиқ;
2 — $К_н = 5,0$ га тенг бўлган эгри чизиқ.

чи фракциялар оғирлигининг грунт намунасининг умумий оғирлигига нисбатан, анализ учун қаралаётган диаметрига нисбатан кичик бўлган заррачаларининг процент қийматлари қўйилади.

Грунтларнинг гранулометрик таркибига қараб уларнинг турли жинслилиги қуйидаги

$$K = \frac{d_{60}}{d_{10}} \qquad (2.25)$$

нисбат билан аниқланади ва шунга қараб кўп жинслилик даражаси баҳоланади, бу ерда d_{60} — шундай диаметрки, грунт таркибидаги 60% заррачалар (оғирлик бўйича) ўлчами шу диаметрдан кичикдир; d_{10}— бу шундай диаметрки, грунт таркибидаги 10% заррачалар (оғирлик бўйича) ўлчами шу диаметрдан кичикдир. Эгри чизиқ бўйича тарқалиш қанча қавариқ бўлса, K нинг қиймати шунча кам ва грунт шунчалик бир жинслиликка яқин бўлади.

Агарда $K>3$ бўлса, қумли грунтларнинг шағалли, йирик ва ўрта йирикликда деган номларига «кўп жинсли» сўзи қўшилади.

Гранулометрик таркибнинг анализ натижалари замин ва тупроқдан қурилган иншоотларда, грунтларни аввалдан баҳолашда, фильтрлар танлашда, коррелятив боғланишлар (тенгламалар) асосида грунт хоссаларини баҳолашда ҳамда грунтларни классификациялашда ишлатилади.

Консистенция. Консистенция деганда грунтнинг турли намланганлик даражаларидаги ҳолати тушунилади. Лойли грунтлар ғовакларида сақланган сувнинг қийматига қараб ёпишқоқ-оқувчи, пластик, ярим қаттиқ ва қаттиқ ҳолатларда бўлиши мумкин. Ёпишқоқ-оқувчидан қаттиқ ҳолатга ўтишда грунтнинг ҳажми камаяди (II.4 расм).

Консистенциянинг ҳар хил ҳолатларининг оралиқ чегаралари қуйидагича бўлинади: оқиш чегараси (ёки пластикликнинг юқори

чегараси) — $W_т$, ёйилиш чегараси (ёки пластикликнинг қуйи чегараси) — $W_р$ ва қурушқоқлик чегараси — $W_у$. Бу чегаралар умумий ном билан «Аттерберг» чегаралари дейилади, уларнинг сон қийматлари вазний намликда аниқланади.

II.4- расм. *Лойли* грунтнинг консистенция чегаралари.

Табиий намлиги $W > W_т$ бўлса, грунт ёпишқоқ-оқувчи консистенцияда бўлади, яъни ёпишқоқ суюқлик сингари оқади; $W_т > W \geqslant W_р$ намликда пластик консистенцияда бўлиб, ташқи куч таъсирида бутунлиги бузилмаган тақдирда исталган томонга қараб ёйилиши ва исталган шаклга кириши, яъни деформацияланиши мумкин. $W_у \leqslant W < W_р$ намликда грунт ярим қаттиқ консистенциясида бўлиб, $W \leqslant W_у$ намликда қаттиқ бўлади.

Қурилиш амалиётида грунтлар учун асосан оқиш ва ёйилиш чегараларини аниқлаш талаб қилинади. Оқиш чегараси $W_т$ сунъий эзилган лойли грунтни сув қўшиб хамир ҳолатига келтирилганда, учланган маълум оғирликдаги конусни маълум вақт ичида белгиланган чуқурликкача эркин ботириш йўли билан лабораторияларда аниқланади. Шунингдек, ёйилиш чегараси $W_р$ лойли грунтни думалатиб диаметри 3 мм ли чувалчангсимон шаклга келганида ўз-ўзидан узила бошлаш ҳолати юзага келиши билан вазний намлигида аниқлаб топилади.

Оқиш ва ёйилиш чегараларининг айирмаси пластиклик сони дейилади:

$$J_p = \frac{W_т - W_р}{100}. \qquad (2.26)$$

Пластиклик сони грунтнинг пластиклик хоссасини кўрсатувчи катталикдир. J_p қанча катта бўлса, грунт шунча пластик бўлади.

Пластиклик сони, асосан, лойли фракциялар минерал таркибининг каолинитдан мантиориллионигача ва ғовакларидаги сув ионлари таркибининг катта валентликдан кичик валентликка ўтишининг кўпайишини кўрсатади. СНиП II-15-74 га асосан пластиклик сонига қараб грунтлар қуйидагига бўлинади:

$J_р \leqslant 0,01$ бўлса, қумсимон грунтларга киради. Бундай грунтлар пластиклик хоссасига эга эмас.

$J_p \geqslant 0,01$ бўлганда лойсимон грунтларга киради, бундай грунтлар пластиклик хоссасига эга бўлади. Лойсимон грунтлар эса ўз навбатида қуйидаги турларга бўлинади:

$0,01 < J_p \leqslant 0,07$ бўлганда — қумлоқ тупроқ (супесь),
$0,07 < J_p \leqslant 0,17$ бўлганда — қумоқ тупроқ (суглинок),
$J_p > 0,17$ бўлганда соф лой (глина) дейилади.

Лойсимон грунтларнинг келиб чиқишининг бошланғич босқичида табиий ётқизилган ҳолатдаги намлиги $W \geqslant W_т$ ва қумоқ ҳамда

қумлоқ тупроқлар учун ғоваклик коэффициенти $e > 1$ ва соф лой учун $e > 1{,}5$ бўлса, улар балчиқ (ил) дейилади.

Лойли грунтларнинг консистенциясини баҳолаш учун қуйидаги формула билан топиладиган катталик—консистенция кўрсаткичи ишлатилади:

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_т - W_p}. \qquad (2.27)$$

Консистенция кўрсаткичи J_L бўйича лойсимон грунтлар қуйидагича бўлинади:

Қумлоқ тупроқ (супесь)

$J_L \leqslant 0$	— қаттиқ
$0 < J_L \leqslant 1$	— пластик
$J_L > 1$	— оқувчан

Қумоқ тупроқ (суглинок) ва соф лой (глина)

$J_L \leqslant 0$	— қаттиқ
$0 < J_L \leqslant 0{,}25$	— ярим қаттиқ
$0{,}25 < J_L \leqslant 0{,}50$	— дағал пластик
$0{,}50 < J_L \leqslant 0{,}75$	— юмшоқ пластик
$0{,}75 < J_L \leqslant 1{,}0$	— оқувчан пластик
$J_L > 1{,}0$	— оқувчан

Консистенция чегаралари структураси бузилган грунтлар учун аниқланади. Шунинг учун бу қийматларни структураси бузилмаган грунтлар консистенцияси чегараларига тенг деб бўлмайди.

Табиий ётқизилган ҳолатида грунтларнинг структуравий боғланишларининг маълум даражадаги мустаҳкамлиги консистенция чегараларини анча юқорига ўзгартиради.

3-§. ГРУНТЛАРНИНГ СУВ ЎТҚАЗУВЧАНЛИГИ, ФИЛЬТРАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТИ

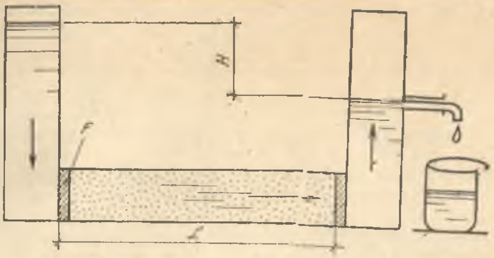
Гидравлик градиент таъсирида грунтларнинг ғоваклари орқали қанча сув ўтиши грунтларнинг сув ўтказувчанлиги деб аталади. Грунтлардаги эркин сувларнинг ҳаракат тезлиги суст бўлганлиги учун уни ламинар ҳаракат деб қаралади ва у 1856 йили Дарси томонидан очилган қонунга бўйсунади.

Сув оқимининг II.5- расмдаги кўриниши шароитидаги ҳаракатини Дарси қуйидаги боғланишли қонуният билан белгилади:

$$Q = к_ф \cdot J \cdot F \cdot t \qquad (2.28)$$

бу ерда Q — маълум юзадан ўтаётган сув сарфи;

$к_ф$ — фильтрация коэффициенти деб аталувчи пропорционаллик коэффициенти; t — фильтрация вақти



II.5- расм. Дарси тажрибасига оид схема.

$J = \frac{H}{l}$ — гидравлик градиент (сув босимининг камайишини кўрсатувчи қиймат);

F — фильтрланаётган оқим юзасининг кўндаланг кесими.

(2.28) ифоданинг икки томонини ҳам F га бўлиб, фильтрация тезлиги формуласини чиқарамиз

$$v_ф = к_ф \cdot J, \qquad (2.29)$$

бундан

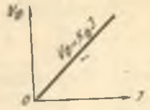
$$к_ф = \frac{v_ф}{J} = \text{const} \qquad (2.30)$$

яъни, Дарси бўйича, берилган грунт учун фильтрация коэффициенти ўзгармас қийматга эга. Фильтрация коэффициенти см/с ёки м/сутка ҳисобида ўлчанади: $J = 1$ га тенг бўлганда фильтрация тезлигини кўрсатади.

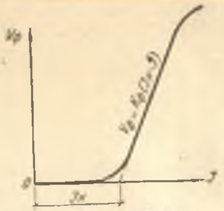
Фильтрация коэффициенти грунтларнинг фильтрацияланиш хоссасини кўрсатувчи миқдорий характеристика сифатида қабул қилинган.

Қумларнинг сув ўтказувчанлиги. II.6- расмдаги чизмада ифодаланганидек, Дарси қонунига мос келади, бу эса кўп сонли тажрибаларда текширилган.

Қумли грунтларнинг фильтрация коэффициенти, асосан, ғоваклларнинг сирти, шакли ва ўлчамларини белгиловчи гранулометрик таркибига, ғоваклигига ва сувларнинг қовушоқлигини белгиловчи температурасига боғлиқ. Қум заррачаси қанча майда бўлса, у шунча зич ва сувнинг температураси қанча паст бўлса, фильтрация коэффициенти шунча кичик бўлади. Асосан фильтрация коэффициентининг катталигига ғоваклик ўлчамлари катта таъсир этишини қуйидаги мисолдан ҳам кўриш мумкин.



II.6- расм. Қумлардаги фильтрацияга оид схема.



II.7- расм. Лойли грунтлардаги фильтрацияга оид схема.

Қум фракцияси, мм	Фильтрация коэффициенти см/с
(2 — 0,5) — йирик	0,40
(0,5 — 0,25) — ўртача йирикликдаги	0,10
(0,25 — 0,05) — майда	$40 \cdot 10^{-4}$

Лойли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги. Дарсининг классик қонунидан кескин фарқланади. II. 7-расмда тажрибага асосан қурилган, қумли грунтлардан фарқ қилган ҳолда J, $v_ф$ координаталарида берилган лойли грунтларнинг фильтрация қонунининг чизма ифодаси берилган. Расмдан кўринишича, лойли грунтларда градиентнинг маълум қийматигача сув ўтмас экан, яъни $v_ф = 0$.

Лойли грунтларда фильтрация процесси бошланган градиент қийматини бошланғич градиент $J_н$ дейилади. II. 7-расмга биноан лойли грунтлар учун фильтрация коэффициентининг ифодаси қуйидаги кўринишни олади:

$$к_ф = \frac{v_ф}{J - J_н}. \quad (2.31)$$

Умуман шуни айтиш мумкинки, ҳар қандай бир хил шароитда лойли грунт қанча зич бўлса, унинг учун бошланғич градиент шунча катта ва фильтрация коэффициенти шунча кичик бўлади.

Лойли грунтларнинг фильтрация хоссаларига юқорида қайд қилинган омиллардан ташқари боғланган сувлар қобиғидаги алмашинувчи катионларнинг таркиби катта таъсир қилади. Бир валентлик ионлардаги қалин қобиқлар ғовакларнинг ўлчамларини жуда камайтириши эркин сувларнинг силжишини қийинлаштириши мумкин, бу вақтда юқори валентли катионлар иштирокида ҳосил бўлган анча юпқа қобиқлар ёнидан бу ҳаракат кам қаршилик билан оқиши мумкин [4].

Лойли грунтларнинг фильтрация коэффициенти қумларнинг фильтрация коэффициентларига қараганда миллион марта кичиқ бўлиб, $10^{-7} \ldots 10^{-14}$ см/с ораликдаги қийматларда ўзгариб туради.

$k_ф$ нинг катта қийматлари қум кўп аралашган ғовак соф лой ва қумлоқ лойларга ва кичик қийматлари эса зич лойларга тегишлидир.

Лойли грунтлардаги фильтрация кам аниқланган бўлиб, у қумлардаги фильтрацияга қараганда анча мураккаб процессдир. Қумларда грунтнинг қирқими нормал оқимни, структураларда боғланган сувлари эса эркин сувларнинг ҳаракатига тўсқинлик қилмай, амалда ўзи орқали ўтказиб юборади. Лойли грунтларда уларнинг ўз структураси бузилиши натижасида боғланган сувларнинг структураси бузилгандан сўнг эркин сувнинг ҳаракати бошланади.

Бундан ташқари, лойларда эркин сувларнинг фильтрацияси ғовакликнинг ҳамма қисмларидан бирдай кетмайди, балки структуранинг камчилиги ва унинг турли жинслили туфайли юзага келган алоҳида микроканаллардан ҳаракат қилади, буларнинг кесими нормал фильтрация оқимини ўтказиши мумкин бўлган грунт ғоваклиги майдонининг жуда кам миқдорий процентини ташкил қилади. Грунтда тутилиб қолган ҳавонинг борлиги ҳам лойли грунтларнинг фильтрация қобилиятини жуда камайтириб юборади.

Лойли грунтларнинг қатламланишига уларнинг фильтрация хоссаларининг қатламнинг кўндаланг ва бўйлама йўналишларида ҳар хил бўлиши, яъни анизотропли сув ўтказувчанлик сабаб бўлади, бунда фильтрация коэффициенти ҳар хил йўналишларда ўн баробар ва ундан ҳам ортиқ фарқланиши мумкин. Масалан, лёссли чўкувчан тупроқларда фильтрация коэффициенти қатламнинг бўйлама йўналишида тик йўналишга нисбатан анча кичик бўлади, лентасимон лойларда эса бунинг тескарисини кўриш мумкин.

Фильтрация коэффициенти грунтларнинг хоссасини кўрсатувчи муҳим характеристика бўлиб хизмат қилади. Ундан котлованга қараб силжувчи сувларни ҳисоблашда ва фильтрацияга қарши тадбирларни лойиҳалашда, замин сифатида фойдаланиладиган бўш грунтларни қотириш учун техникавий тадбирларни танлашда, тиргак иншоотларнинг турғунлигини ҳисоблашда ва қурилиш амалиётидаги бошқа бир қатор масалаларни ҳал қилишда фойдаланилади.

Фильтрация коэффициенти лабораторияларда аниқланади. Катта қурилишларга ишончли натижалар олиш учун эса дала шароитида «сув сўриш» усулидан фойдаланилади, бунда формула (2.31) га кирувчи қийматларни бевосита олиш мумкин.

III БОБ. КУЧЛАР ТАЪСИРИГА ГРУНТЛАР ҚАРШИЛИГИНИНГ АСОСИЙ ҚОНУНИЯТИ

1-§. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

а. Грунтнинг юк кўтарувчи механик системаси

Грунтлар ўз оғирлигини ва унга таъсир қилаётган ташқи кучларни ўлчамлари ва шакллари ҳар хил бўлган контактларда структура боғланишлари воситасида бириккан минерал элементлардан

ташкил топган, гўё грунтнинг юк кўтарувчи механик системасини эслатувчи структура каркаси орқали қабул қилади.

Шундай системага юк таъсир этганда минерал элементлар ўртасида куч оқими бевосита структура боғланишлари орқали тарқалади, шунингдек унинг кучларга кўрсатадиган қаршилиги минерал элементлар ва уларнинг ўзаро боғланишларининг қаршилигига боғлиқ. Минерал элементларнинг структура боғланишлари жуда мустаҳкам бўлиб, ҳатто деформацияланмайди деса ҳам бўлади. Шунинг учун кучланиш таъсир этган жойларда ва оддий қурилиш кучлари таъсирида грунтнинг минерал заррачалари механик хоссаларини ўзгартирмайди ва грунтнинг механик хоссалари, асосан, унинг структура боғланишларининг механик хоссаларига боғлиқ бўлади.

Баъзи шароитларда ташқи куч таъсирида ҳосил бўлган зўриқишларни структура каркасидан ташқари, узоқ муддат давомида ғовакларда жой олган сув ва тутиб қолинган газлар ҳам қабул қилиши мумкин.

б. Туташувчанлик ва ички ишқаланиш

Грунтлар асосан куч таъсирида структура каркасининг ўзгариши натижасида деформацияланади.

Грунтлардаги деформацияланишга унинг заррачаларининг туташувчанлиги ва ички ишқаланиши қаршилик қилади.

Туташувчанлик структура боғланишларининг хоссаси бўлиб, ташқи кучлар таъсирида грунт минерал элементларининг нисбий силжишга кўрсатадиган қаршилиги тушунилади.

Туташувчилик қиймати турли грунтларда турлича: қовушоқ-пластик боғланишли грунтларда туташувчанлик қаттиқ боғланишли грунтларга нисбатан жуда камдир, қаттиқ-пластик боғланишли грунтлар туташувчанлик хоссасига эга бўлмайди, бошқача айтганда улар боғланмаган грунтлар дейилади.

Бўш лойли грунтларда куч таъсирида уларнинг зичланиши ошиши билан туташувчанлик ошиб боради. Буни кейинги ҳолат натижасида сув-коллоид қобиқларининг қовушоқлиги ортиши ва минерал элементларининг ўзаро контактлари сонининг кўпайиши билан тушунтириш мумкин. Қаттиқ лойларнинг туташувчанлиги, одатда, таъсир қилаётган кучнинг қиймати ортиши билан унинг мустаҳкамлиги бузилиши эвазига камаяди. Табиий қовушоқ-пластик боғланишлари бузилган грунтлардаги туташувчанлик, деформация тугаши билан сув-коллоид системаси тиксотропик ўзгариши натижасида, ошиб бориши мумкин.

Қаттиқ боғланишли грунтларда уларга таъсир қилаётган кучлар ошиб боришига қараб, структура каркасидаги қайтмас майда бузилишларнинг тўхтовсиз ўсиб бориши натижасида туташувчанлик камайиб боради. Қаттиқ боғланишли структуралар бузилганда туташувчанлик тикланмайди ва структураси бузилган бундай боғланишли грунтлар куч таъсирида боғланмаган грунтдай бўлиб қолади.

Сувли цемент қоришмаларидан ҳосил бўлган қовушоқ-пластик ва қаттиқ боғланишли грунтларнинг туташувчанлигига шу грунтлар ётқазилган табиий гидрогеологик шароитнинг ўзгариши таъсир қилади.

Грунтлардаги ички ишқаланиш анча мураккаб ҳодисадир, яъни у биринчидан, ўзаро бир-бирига тегиб турган минерал элементларнинг ишқаланиши, иккинчидан, бир-бирига сув қобиқлари орқали боғланган оралиқ элементларнинг ўзаро ишқаланиши, учинчидан минерал элементларнинг силжиш майдонида намоён бўлувчи айланма силжишга қаршилигидан иборат. Умуман, грунтларнинг ички ишқаланишининг туташувчанликдан фарқли томони шундаки, уни грунт структура каркаси минерал элементларининг бир-бирига тегиб турган жойларида ташқи куч таъсирида силжишга қаршилиги деб қараш мумкин. Ҳар хил грунтларда ички ишқаланиш сифат ва миқдор жиҳатдан фарқланади: лойли заррачаларнинг миқдори ошиши билан, сув пардалари орқали амалга ошувчи ишқаланиш даражаси ошиб боради.

в. Грунт деформацияларининг тури ва табиати

Зўриқишнинг ошиб боришига қараб грунт массиви структура каркасининг эластик ва пластик деформацияси ҳисобига ўз ҳажмини ва шаклини ўзгартиради. Ҳар бир грунт ўз табиатига, материалнинг ейилиши, структура боғланишларининг физик ҳолати ва замин тупроқдан кўтарилган иншоотлардаги грунтларнинг деформацияланиш шароитларига эга.

Грунтнинг эластиклиги деганда унинг структура каркасининг деформацияланишда ўзгарган ҳажмини ва шаклини деформация таъсири тўхтагач, деформация процессида тўпланган ички молекуляр энергия таъсирида қайта тиклаш ҳодисаси тушунилади.

Қовушоқ-пластик боғланишли грунтларнинг эластик деформацияси, асосан, структура боғланишларининг эластик деформацияси билан аниқланади. Бундан ташқари, бу грунтларнинг эластик деформациясига ғовакларда тутиб қолинган газ пуфакчаларининг кенгайиш деформацияси ҳам қўшилиши мумкин.

Структураси қаттиқ боғланган грунтларнинг эластик деформациясида минерал элементларнинг эластик деформацияси муҳим аҳамиятга эга. Структура боғланишининг мустаҳкамлиги қанчалик ошиб борса, эластик деформацияси катталигининг минерал элементлар эластик деформациясига боғлиқлиги шунчалик аниқ намоён бўлади. Қаттиқ-пластик боғланишли грунтларнинг эластик деформацияси, умуман, минерал заррачаларнинг эластик сиқилиши билан аниқланади.

Грунтларнинг пластик деформацияси грунт массивининг кучлар таъсирида ўзгарган ҳажми ва шаклининг таъсир юклари олинганда ҳам қайта тикланмаслиги билан намоён бўлади.

Эластик ва пластик деформациялар грунтнинг тўла деформациясини ташкил қилади: эластик кўпчиш деформациянинг тикланувчи

қисми бўлиб, деформацияловчи кучланиш олингандан кейин намоён бўлади: пластик деформация қолдиқ деформациядан иборат бўлиб, унинг асосий қисмини грунтнинг зичланиши ташкил қилади.

Тўла деформация иншоот заминини стабиллашган статик кучга лойиҳалашда эътиборга олинади. Эластик деформация грунтга динамик кучлар таъсирини ҳисобга олинадиган жойларда (масалан, машиналар ости пойдеворини лойиҳалашда, йўлларнинг тупроқ полотноларини лойиҳалашда ва ҳоказо) катта қизиқиш туғдиради. Тиклануачи деформациялар, айниқса котлованлар ковланаётганда унинг тагининг кўтарилишини эътиборга олиш амалий аҳамиятга эга.

г. Вақт факторининг таъсири

Грунтлар қаршилигида вақт факторининг таъсири стабиллашган (вақт мобайнида доимий) куч таъсирида унинг деформациясининг узоқ муддат давом этишида ва унинг мустаҳкамлик хоссасининг кучларнинг ошиб боришининг тезлашувига ҳамда уларнинг таъсир этиш вақтига қараб ўзгаришида намоён бўлади.

Сувга тўйинган лойли грунтлардаги деформациянинг кечикиб намоён бўлишини 20- йилларда К. Терцаги биринчи бўлиб ўзи тавсия этган грунтнинг реологик моделида (III.1- расм) тушунтирган эди.

Унинг модели ён томонга деформацияланмайдиган идиш *1* дан (идишнинг ичи сув билан тўлдирилган ва унга металл пружина *2* туширилган) ва тепадан пастга қараб ҳаракатланувчи, сувга тегиб турган тешик поршень *3* дан иборат. Моделдаги пружина грунтнинг структура каркаси вазифасини бажаради. Идишнинг ички фазоси эса грунтнинг сувга тўла тўйинган ҳолидаги ғоваклари ҳажмини кўрсатади.

Моделнинг куч таъсирида ишлаши қуйидагича амалга ошади. Поршенга куч қўйилган пайтда у сув билан мувозанатлашади, яъни вақт $t=0$ да қуйидаги мувозанат ҳолати юзага келади

$$P=u$$

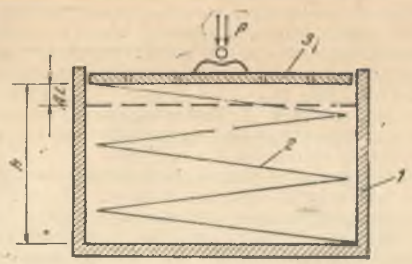
бу ерда u — сув орқали қабул қилинган босим бўлиб, нейтрал босим (ғоваклик босими) деб юритилади.

Шундан кейин идишдаги сувнинг поршень тешиклари орқали чиқиши ва натижада пружинанинг сиқилиши бошланади. Шундай процесснинг исталган пайти учун қуйидаги тенглик бажарилади:

$$P = P_{эф} + u, \qquad (3.2)$$

бу ерда $P_{эф}$ — пружина орқали қабул қилинадиган эффектив босим. Ниҳоят, $t = \infty$ (назарий) бўлганда поршеннинг сиқилиши (силжиши) тугайди. Бу ҳолат қуйидаги тенглама билан аниқланади: $u = 0$ бўлганда

$$P = P_{эф}, \qquad (3.3)$$



III.1- расм. Терцагининг грунт — реологик модели;
1 — цилиндр; *2* — пружина; *3* — поршень.

Шунингдек, маълум куч таъсирида поршеннинг Δh масофага силжиш вақти цилиндрдаги сувнинг поршень тешиклари орқали ҳайдалиш тезлиги, яъни ҳайдалган сувнинг ҳажми ΔV билан аниқланади.

Моделнинг ишлашидан тегишлича шундай хулоса чиқарилади: сувга тўйинган грунт ҳажмининг куч қўйилгандан сўнг исталган пайтдаги ўзгариши ғовакликдан ҳайдалган сувнинг ҳажмига тенг бўлиб, структура каркасининг қабул қилувчи эффектив босими билан аниқланади, деформация оқимининг тезлашуви эса говак суви ҳайдалишининг тезлашувига, яъни грунтнинг фильтрация хоссасига боғлиқ. Юқорида келтирилган хулосадаги узоқ муддатга чўзилиши ҳақидаги сабабларга асосланган грунтларнинг вақт бўйича деформация назарияси тиғизланишнинг (консолидациянинг) фильтрацион назарияси дейилади.

Терцагининг механик модели жуда мураккаб процессни соддалаштиргани билан, қуйидагилар: боғланган сувларнинг грунт ғовакларидаги ҳаракати, қаттиқ ва суюқ фазаларнинг ўзаро таъсири, структура богланишларининг роли каби, сувга тўйинган грунтлар деформацияси процессида иштирок этувчи бошқа факторлар эътиборга олинмайди. Шунинг учун тиғизланишнинг фильтрацион назарияси сувга унча тўйинмаган ва тўйинган грунтлар деформацияси процессида учрайдиган ҳодисаларни тўла тушунтириб бера олмайди.

Тиғизланишнинг «классик» фильтрацион назариясини ҳақиқатга яқинлаштириш мақсадида ҳозирги вақтда совет ва чет эл олимлари бу процессни тушунтиришда грунт ғовакларидан сувни сиқиб чиқариш тезлиги билан унинг вақт ўтиши билан содир бўладиган пластик деформациясини биргаликда қарашади. Бу борада тиғизланиш процессининг мураккаб модели тавсия этиладики, у грунт компонентларининг вақт бўйича деформацияланишини эътиборга олади.

Турли грунт намуналарининг сувни эркин ҳайдаш шароитида вақт бўйича деформацияланишини экспериментал тадқиқ қилиш бу деформация процесси сувнинг ғоваклардан сиқиб чиқарилиши билан амалга ошади дейишга асос бўлади ҳамда унинг табиати қуйидагиларга боғлиқдир: грунтнинг структура каркасининг қайта тузилиш тезлигига, структура боғловчиларининг қовушоқлик қаршилиги билан структура каркаси қайта тузилишининг кечикишига қаршилик қилиш вақтига ва бошқаларга.

Баъзи муаллифлар куч грунтга таъсир этиши билан уни структура каркаси қабул қилади деб тушунишади. Бундай қаралганда вақт бўйича деформацияланиш процессининг сабабини сувга шимилганлик даражасидан мустақил равишда тушунтириш мумкин. Масалан, боғланмаган грунтларнинг вақт бўйича деформациясини бу грунтларнинг структура каркасининг қайта тузилиши билан тушунтириш мумкин. Боғланишлари қовушоқ-пластик бўлган грунтлардаги деформация процессида бундай боғланишларнинг қайта тузилишига тўсқинлиги устун келиши билан фарқланиб туради. Грунтга куч қўйилишидан бошлаб унинг ички кучланиши структура каркасининг қайта тузилишига тенглашгунга қадар давом этадиган процесс вақт бўйича нотекис ривожланади, бунда баъзан грунт деформацияси қовушоқ-пластик жисмнинг шаклини эгаллаши мумкин.

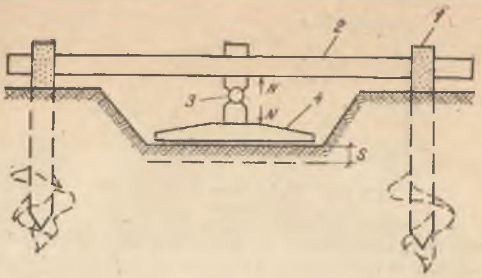
Бир хил шароитда ҳар хил грунтларнинг деформацияси ўзгармас кучланиш σ таъсирида ва ҳар хил тезлик v да ўтади, яъни буни қисқача қилиб, ҳар хил грунтларнинг уларнинг структура боғланишларининг қовушоқлиги билан белгиланувчи қовушоқлиги η ҳар хил эканлиги билан тушунтириш мумкин. Максвелл бўйича материалларнинг вақт бўйича пластик деформациясининг тезлиги

$$v = \frac{\sigma}{\eta},$$

яъни қовушоқлик коэффициентига тескари пропорционал. Бу ҳолатни грунтларга татбиқ қилиб, шундай дейиш мумкин: анча ғовак грунтлардаги деформациянинг тезда амалга ошиши уларнинг қовушоқлигининг камлиги натижасидандир ёки тескариси; зич грунтлар деформацияларининг суст амалга ошуви уларнинг қовушоқлигининг юқори даражада эканлигидандир. Доимий таъсир кучи остида ёнга кенгайиш имконияти чекланган ва мутлақо ёнига кенгаймайдиган боғланган грунтларнинг сиқилишида намоён бўладиган деформацияларнинг аста-секин сўниши, уларнинг вақт бўйича зичланишининг ошишига қараб қовушоқлигининг ошиши билан тушунтирилади. Грунтнинг зичлиги вақт бўйича жуда кам ўзгарганда деформация тезлиги деярли ўзгармас бўлади.

2-§. ГРУНТЛАРНИНГ ҚАРШИЛИК БОСҚИЧЛАРИ

Бино ва иншоот пойдеворларини лойиҳалашда заминнинг етарлича юк кўтариш қобилиятига эга бўлишини ва унинг деформация-



III.2- расм. Тажриба штампининг схематик кўриниши:

1 — таянч устун қозиқлари; *2* — кўндаланг металл тўсин; *3* — домкрат; *4* — штампа.

си рухсат этилган қийматлар чегарасида бўлишини таъминлашга ҳаракат қилинади.

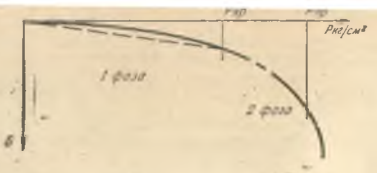
Грунтларнинг асосий хусусиятлари шундан иборатки, улар яхлит жисм эмас, уларда ғоваклар бўлади, бирор қисмини сув эгаллаб туради. Ташқи куч таъсирида грунт ғоваклари камайиши эвазига грунт аввал сиқилади (зичлашади). Зичланиш даражаси таъсир кучи ва грунтнинг ғоваклигига боғлиқ. Бунда агар грунтнинг ғоваклари сувга тўлиб турган бўлса, сиқувчи босим таъсирида ғоваклардаги сувни ҳайдаш шароитидагина зичланиш процесси амалга ошади. Шунинг учун зичланиш процессининг тезлиги ғоваклардаги сувнинг сиқилиб ҳайдалиш тезлигига, яъни грунтдаги сувнинг фильтрация тезлигига боғлиқ бўлади.

Грунтга таъсир қилувчи куч ошиб борса, ёки айниқса иншоотдан горизонтал куч таъсир қилган ҳолатда, заминда қия кучланиш содир бўлиб, у заррачаларни силжитишга ҳаракат қилади. Грунтнинг силжишга қаршилиги заррачалар ўртасидаги ишқаланиш кучига, боғланган грунтларда эса яна туташувчанлик ёки боғланганлик кучига боғлиқ бўлади.

Қия кучланиш грунтнинг силжишга кўрсатадиган қаршилигидан катта бўлганда грунт заррачаларидан бирининг иккинчисига нисбатан қўзғалиши интенсив ўсади, натижада замин грунтининг бузилишига олиб келади.

Юқорида кўрилган ҳодисаларни штампанинг чўкиши билан (III.2- расм) пойдеворадан берилаётган куч ўртасидаги боғланиш графиги мисолида (III.3- расм) кўрсатиш мумкин.

Биринчи фазада чўкиш фақат грунтнинг зичланиши эвазига содир бўлади, яъни грунт ғоваклари ҳажмининг ўзгариши тўғри чизиқли характерга эга. Вақт ўтиши билан чўкиш деформацияси тугайди ва у ўзгармас қийматга эга бўлади. Тўғри чизиқли биринчи участкани зичланиш фазаси дейилади. Чизманинг иккинчи участкасида катта кучга тўғри келган чўкиш қийматининг ўзгариши



III.3- расм. Чўкиш билан куч ўртасидаги боғланиш

эгри чизиқли характерга эга. Бу ҳол деформация заррачаларининг бири иккинчисига нисбатан силжиши эвазига ҳосил бўлади, шунинг учун чўкиш тугамайди, вақт бўйича бир текис ошиб боради. Грунт қаршилигининг бу босқичи силжишлар фазаси деб аталади. Кучларнинг қиймати ошишига қараб, заррачаларнинг сўнгги силжиш даврида шундай ҳодиса содир бўладики, бунда кучнинг таъсири ўзгармас бўлганида ҳам грунтнинг чўкиш қиймати бирдан ошиб кетади, натижада грунтнинг турғунлиги бузилиб, у пойдевор остидан, ён томонидан тепага қараб ситилиб чиқа бошлайди. Чўкиш қиймати бир зумда ошиб кетади ва катта қийматга эга бўлади.

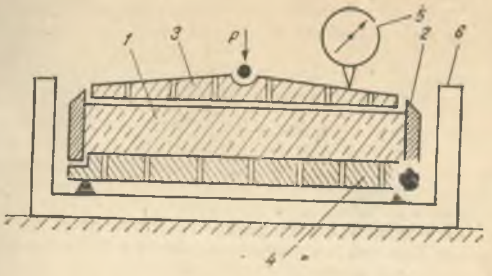
Грунтга таъсир этувчи куч ўз қиймати билан зичланиш босқичига мос келиши ва фақат сўнувчи чўкиш ҳосил қилиши лозим. Шунинг учун пойдевор орқали таъсир қилаётган кучлар чўкиш билан босим муносабатидаги пропорционаллик чегарасидан ошмаслиги керак. Бу принцип грунтларни чизиқли-деформацияланувчи жисм сифатида қарашга имкон беради, яъни амалий мақсадларга жавоб берувчи аниқлик чегарасида деформация билан кучланиш муносабатини чизиқли деб қарашимиз мумкин. Замин грунтларининг деформациялари ва зўриқишларини ҳисоблаш грунтларнинг чизиқли деформацияси ҳақидаги фаразга асосланади.

3-§. ГРУНТЛАРНИНГ СИҚИЛИШИ. КОМПРЕССИОН ТЕКШИРИШЛАР

Грунтларнинг сиқилиши лабораторияда (III4- расм) ёнга кенгайиш имконияти бўлмаган шароитда компрессион асбобда ва дала шароитида — тажриба штампи ёрдамида текширилади.

Компрессион асбобда грунтнинг сиқилиши қуйидагича текширилади: грунт намунаси *1* тешикли таглик билан тешикли поршень *3* оралиғига, икки томондан сув шимувчи қоғоз қўйиб жойлаштирилади. Поршень *3* орқали бериладиган поғонали ўсувчи (ҳар 0,5 кг/см² дан) куч грунтни сиқади. Сиқувчи босим 6—8 кг/см² гача берилади. Намунанинг деформацияланиши индикатор *5* орқали ҳисобга олинади.

Ҳар бир таъсир этувчи поғонали куч деформациянинг сўнишигача, яъни грунт намунасининг чўкиши стабиллашгунга қадар сақла-



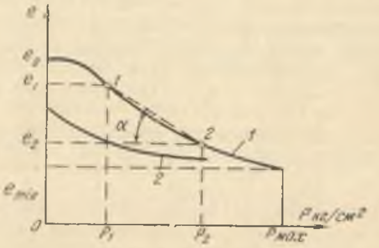
III.4- расм. Компрессион асбобнинг принципиал схемаси:

1 — грунт намунаси; *2* — қирқувчи ҳалқа; *3* — тешикли поршень; *4* — тешикли таглик; *5* — деформация ўлчагич; *6* — сув тўпланадиган идиш.

нади. Қумли грунтларда бу процесс шунчалик тез амалга ошадики, стабилизация вақти ҳатто минут ҳисобида ҳам ўлчанади, лойли грунтларда эса бир неча кунга чўзилиши мумкин.

Кучларнинг поғонали қийматлари ва тегишлича намунанинг деформациялари чизмага кўчирилади: абсциссалар ўқи бўйича босим P кг/см² ва ординаталар ўқи бўйича намуна ғовакли коэффициентининг ўзгариши e_i ифодасида берилган сиқилиш деформацияси қўйилади (III.5- расм). Ясалган $e_i = f(P_i)$ эгри чизиқ компрессия эгри чизиғи деб аталади.

Компрессия эгри чизиғидан грунтларнинг сиқилишини баҳолашда фойдаланилади. Компрессия эгри чизиғини ясашда қўллани-



III.5- расм. Структураси бузилмаган грунт намуналарининг копрессион эгри чизиқлари:

1 — куч ошиб бориши процессида қурилган эгри чизиқ $e = f(P \to max)$; *2* — куч олиниши процессида қурилган эгри чизиқ $e = f(P \to 0)$.

...даган энг умумий усул — бу грунтнинг сиқилишдаги ғоваклик коэффициентини унинг чўкишига караб аниқлаш усулидир.

Бирор p_i босимга тўғри келган ғоваклик қоэффициенти e_i бошланғич ғоваклик коэффициенти e_0 дан ён томонга деформацияланиш бўлмаган шароитда вертикал куч таъсирида намунанинг камайган ҳажми $y \cdot F$ ни грунтнинг қаттиқ заррачалари ҳажми m га бўлиб топилган катталикни айириб ташланган қийматга тенг, яъни

$$e_i = e_0 - \frac{y \cdot F}{m}, \tag{3.4}$$

бу ерда $y \cdot F$ — намунанинг вертикал кучи P таъсирида камайган ҳажми;
y — шу ҳажмнинг баландлиги;
F — ҳалқанинг ички юзаси;
m — намунанинг умумий ҳажмидаги $h \cdot F$ қаттиқ заррачалар ҳажми

$$m = \frac{1}{1 + e_0} \cdot h \cdot F. \tag{3.5}$$

(3.5) га асосан (3.4) ифодани қуйидаги оддий кўринишда ёзаоламиз:

$$e_i = e_0 - \frac{y_i}{h}(1 + e_0).$$

ёки

$$e_i = e_0 - i\,(1 + e_0), \tag{3.6}$$

бу ерда y_i — намунанинг сиқувчи p_i кучга тўғри келган камайган ҳажмининг баландлиги;
h — намунанинг бошланғич баландлиги;
i — нисбий деформация қиймати.

Формула (3.6) поғонали берилаётган кучлар p_i га мос келган ғоваклик коэффициентлари e_i ни топишда ишлатилади. Кўп ҳолларда (масалан, чўкувчи грунтларни баҳолашда ва бошқа ҳолларда) грунтларнинг сиқилувчанлигини характерлашда чўкиш модули i_p ишлатилади. Чўкиш модули i_p деб (1941 йили проф. Н. Н. Маслов томонидан тавсия этилган) грунтнинг берилган босим p_i га тўғри келган нисбий деформациясининг промилларда (мм/м да) берилган қиймати тушунилади, яъни

$$i_p = \frac{y_i}{h}. \tag{3.7}$$

Табиий структураси бузилмаган грунтлар учун компрессион эгри чизиқ икки участкадан иборат бўлади; биринчи қисми—абсцисса ўқига параллел кетган бўлиб, кучнинг маълум миқдоригача (масалан, 0,02—0,10 кг/см²) грунтнинг ғоваклик коэффициенти e_i қиймати ўзгармай боради. Шундай характерли тўғри чизиқнинг бир-

дан ўзгарган нуқтасига мос келган босим қийматини грунт сиқилишидаги структура қаттиқлиги $p_{стр}$ дейилади. Структура қаттиқлигини аниқлаш учун ҳар хил усуллар (проф. Е. И. Медков усули ва бошқалар) тавсия этилган. Грунтнинг структура қаттиқлиги жуда муҳим характеристика ҳисобланади, унинг амалда қўлланилиши кўп жиҳатдан ўлчаниш аниқлигига боғлиқдир. Иккинчи қисми — структура қаттиқлигидан кейин давом этувчи эгри чизиқ бўлиб, у грунт говаклик коэффициентининг куч ошиб бориши билан ўзгаришини кўрсатади, грунтлар механикасида эгри чизиқнинг бу қисмини *компрессия эгри чизиғи* дейилади.

Агар компрессия эгри чизиғи ярим логарифмик координатада чизилса, грунтнинг ғоваклик коэффициентининг ўзгариши ташқи босимнинг ўзгариши логарифмига нисбатан тўғри чизиқли муносабатда бўлади. У ҳолда босимнинг катта диапазони учун компрессия эгри чизиғи қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$e_i = e_0 - a_к \cdot ln\left(\frac{p_i}{P_0}\right), \tag{3.8}$$

бу ерда e_0, P_0 — бошланғич говаклик коэффициенти ва бошлангич босим;
e_i, p_i — i-поғона (босқич) кучга тўғри келган ғоваклик коэффициенти ва босим;
$a_к$ — компрессия коэффициенти (ўлчамсиз).

Компрессия коэффициенти $a_к$ ярим логарифмик эгри чизиқнинг босим ўқига нисбатан қиялик бурчагининг тангенси бўлиб, миқдорий жиҳатдан ғоваклик коэффициентларининг $p_i = e = 2{,}72$ кг/см² ва $P_0 = 1$ кг/см² га тенг бўлгандаги қийматларининг айирмасига тенг, $p_i = e \cdot lnp_i - 1$.

Бу коэффициент босимнинг катта диапазонида грунтларнинг сиқилишини характерлайди.

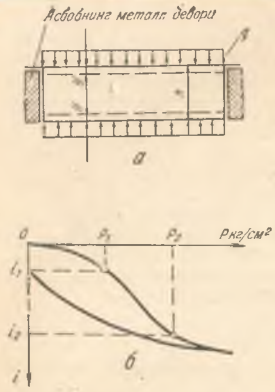
Агар таъсир босимини унчалик катта бўлмаган (1—3 кг/см² гача) қийматларда чегараланадиган деб қаралса, у ҳолда амалий мақсадлар талаб этган етарлича аниқликда компрессия эгри чизиғидаги *1—2* кесма оралиғини (III.5- расм) тўғри чизиқ деб олса бўлади, яъни

$$e_i = e_0 - \text{tg}\alpha \cdot p_i. \tag{3.9}$$

Компрессия эгри чизиғидаги қия кесманинг босим ўқига нисбатан тангенс бурчаги $tg\alpha$ босимнинг қаралаётган қийматида (P_1 дан P_2 гача) грунтнинг сиқилишини характерлайди, бунда қиялик бурчаги α қанчалик катта бўлса, грунтнинг сиқилиши шунчалик кўп бўлади. Бу қиймат грунтнинг сиқилиш коэффициенти деб аталади ва α ҳарфи билан белгиланади.

Сиқилиш коэффициенти a ни P ва e нинг қийматлари орқали ифодалаб, тўғри чизиқ деб олинган *1—2* кесма учун (III.5- расм) қуйидагича ёзиш мумкин:

$$a = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1} = \frac{\Delta e}{\Delta P}, \tag{3.11}$$



III.6- расм. Компрессион асбобидаги намунанинг сиқилиш схемаси (*а*) ва босим *P* билан деформация *i* ўртасидаги боғланиш ифодаси (*б*).

бу ерда $e_1 - e_2$ — ғоваклик коэффициентининг ўзгариши; $P_2 - P_1$ — босимлар орттирмаси ёки таъсир этувчи босим.

Шундай қилиб, сиқилиш коэффициенти ғоваклик коэффициенти ўзгаришининг таъсир этувчи босимга нисбатига тенг экан.

(3.9) ифодадаги $tg\alpha$ ўрнига *a* ни қўйиб, компрессия эгри чизиқли кесмасининг тенгламасини ҳосил қиламиз

$$e_i = e_1 - a \cdot p_i \qquad (3.12)$$

Грунтларнинг чўкишини ҳисоблашда кўп ҳолларда сиқилишнинг нисбий коэффициенти a_0 деган қиймат ишлатилади, яъни

$$a_0 = \frac{a}{1+e_0} \qquad (3.13)$$

Бу коэффициентнинг физик маъносини топиш учун (3.13) ифодани эсга олган ҳолда (3.6) ва (3.12) формулаларни ечиб қуйидагини топамиз

$$a_0 = \frac{y_i}{h \cdot p_i}, \qquad (3.14)$$

яъни сиқилишнинг нисбий коэффициенти a_0 таъсир босими p_i бирлик қийматга тенг бўлган вақтида нисбий чўкиш $i = \frac{y_i}{h}$ га баробар экан (III. 6- расм).

Шундай қилиб, грунтларнинг қуйидаги сиқилиш характеристикаларига эгамиз: $a_к$, *a* ва a_0. Булардан биринчи коэффициент $a_к$ ўлчов бирлигига эга эмас, *a* ва a_0 коэффициентларнинг ўлчов бирлиги эса солиштирма босимнинг тескари олинган ўлчов бирлигига тенг (см²/кгк).

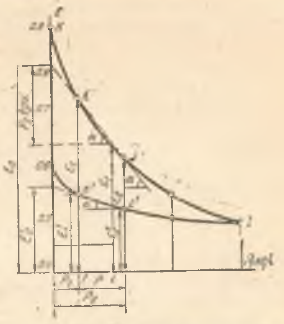
4-§. ЗИЧЛАНИШ (ТИҒИЗЛАНИШ) ҚОНУНИ

(3.12) тенглама фақатгина тўғри бўлган компрессия эгри чизиғининг ғоваклик коэффициентининг ўзгаришини кўрсатади. Шунинг учун бу тенглама тақрибий ҳисобланади. Агар босимнинг ўзгариши чексиз кичик бўлса, у ҳолда ғоваклик коэффициентининг ўзгариши босимнинг ўзгаришига катъий (аниқ) пропорционал бўлади. (3.9) ифодани дифференциаллаб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$de = e - adp.$$

Ҳосил қилинган тенглама грунтлар механикасида жуда муҳим аҳамиятга эга, чунки бир қатор фундаментал қонунларни чиқаришда асос қилиб олинган бўлиб (чизиқли деформацияланиш принципини, сув сиғими (гидроёмкость) принципини, тиғизланишнинг дифференциал тенгламаларини ва бошқаларни), у грунтларнинг зичланиш қонуни дейилади.

Бу қонун қуйидагича ифодаланади: грунтнинг нисбий ғоваклик ҳажмининг чексиз кичик ўзгариши босимнинг чексиз кичик ўзгаришига тўғри пропорционалдир.



III.7- расм. Компрессия эгри чизиғининг кесмалари параметрларини аниқлаш

Босимнинг унчалик катта бўлмаган ўзгаришида тенглама (3.15) ни *e* ва *P* қийматларининг охирги ўзгаришига тадбиқ қилиш мумкин. III.5 ва III.7- расмларга асосан

$$e_1 - e_2 = a(P_2 - P_1). \qquad (3.16)$$

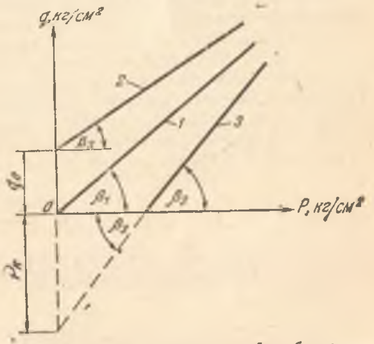
У ҳолда зичланиш қонуни қуйидагича ифодаланиши мумкин: зичловчи босимлар қийматларининг озгина ўзгаришида ғоваклик коэффициентининг ўзгариши босимнинг ўзгаришига тўғри пропорционал бўлади.

Ёнга босим коэффициенти ξ. Умумий ҳолда грунтларнинг ёнга босим коэффициенти ξ деганда грунт горизонтал босими орттирмаси dq нинг тик таъсир этувчи босим орттирмаси dp га нисбати билан олинадиган катталик тушунилади

$$\xi = \frac{dq}{dp}.$$

Ўзгарувчиларини ажратиб ва интеграллаб қуйидагини топамиз

$$q = \xi p + c. \qquad (3.17)$$



III.8- расм. Грунтларнинг ёнга босим коэффициентини аниқлаш.

1 — ғовак қум; *2* — зичланган қум; *3* — лойли грунт.

Ифода (3.17) бурчак коэффициенти ξ ва бошлангич шароитга асосан топиладиган интеграллаш доимийси C билан берилган тўғри чизиқ тенгламасидир.

В. Г. Буличев, Н. В. Лалетин, К. Терцаги ва бошқаларнинг тажрибасига асосан (III.8- расм):

жуда ғовак қумларда $P_0 = 0$ бўлганда $q_0 = 0$ ва $c = 0$;

зичланган кумларда $P_0 = 0$; $q_0 \neq 0$ ва $c = q_0$.

Н. М. Герсеванов тажрибаси бўйича (III. 8- расм) лойли грунтларда $C = -P_k$, яъни капилляр босими P_k га тенг.

III. 8- расм ва (3.17) ифодага асосан ёнга босим коэффициенти умумий ҳолда қуйидагича топилади

$$\xi = \frac{q}{P} - c, \text{ ёки } \xi = \operatorname{tg}\beta - c. \tag{3.18}$$

Кўпчилик тадкикотчиларнинг берган маълумотларига қараганда грунтларнинг ёнга босим коэффициентининг қиймати қуйидагича ўзгаради.

қумли грунтларда — ξ — 0,25 — 0,40,

лойли грунтларда — ξ — 0,50 — 0,80.

Деформация модули E. Куч таъсир қилиб турганида грунт деформацияланувчи кучланганлик ҳолатида бўлади. Бундай ҳолат грунтнинг деформация модули билан эътиборга олинади.

Грунтларда кучланиш (босим) билан уларнинг тўла деформацияси ўртасида Н. М. Герсевановнинг грунт массасининг «сув сиғими» принципига асосан, тўғри чизиқли боғланиш бор, яъни

$$P = E \cdot i \qquad \text{(Гук қонуни)},$$

бу ерда E — грунтнинг деформация модули.

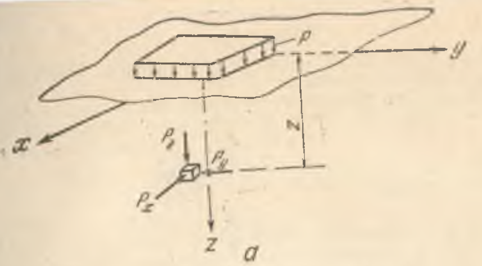
Эластиклик назариясига биноан таъсир босими P қаралаётган бирор элементар ҳажмга координата ўқлари бўйича таъсир қилувчи P_x, P_y ва P_z — кучланишнинг ташкил этувчиларини келтириб чиқаради. Ҳар бир кучланишнинг ташкил этувчиси ўз йўналишида қаралаётган элементар грунт ҳажмини маълум миқдорда i_x, i_y ва i_z қийматга деформациялантирсин дейлик. Материаллар қаршилиги курсидан маълум бўлган формулаларга биноан, грунтни ёнга деформацияланмаслиги ҳолидан фойдаланиб ва III. 9- расмга асосан қуйидаги шартни ёза оламиз:

$$\left.\begin{aligned} & i_x = i_y = 0, \; i_z \neq 0 \\ \text{ва} \quad & P_x = P_y = \xi P_z \end{aligned}\right\} \text{(а)}$$

бу ерда ξ — ёнга босим коэффициенти.

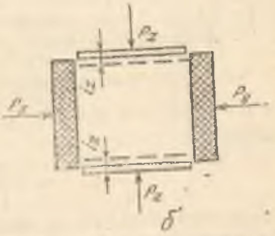
Шунингдек,

$$\left.\begin{aligned} i_x &= \frac{1}{E}(P_x - \mu \cdot P_y - \mu \cdot P_z) = 0 \\ i_y &= \frac{1}{E}(P_x - \mu \cdot P_x - \mu P_z) = 0 \end{aligned}\right\} \tag{3.19}$$



булардан

$$P_x = P_y = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot P_z. \tag{3.20}$$



III.9- расм. Грунтнинг сиқилиш схемаси:

а — фазовий (табиий) кўриниши; б — ёнга деформацияланиш имкони йўқ шароитда.

Бу ифодаларда:

E — ёнга эркин деформацияланиш имконияти бор ҳолатдаги умумий деформация модули;

μ — ёнга кенгайиш (Пуассон) коэффициенти;

(3.20) тенгламани эътиборга олиб, (3.19) ифодага асосан z ўқи йўналишидаги элементар ҳажмнинг деформациясини аниқлаймиз:

$$i_z = \frac{1}{E}(P_z - \mu P_x - P_y),$$

$P_x = P_y$ эканлигини эсда тутсак

$$i_z = \frac{1}{E}\left(P_z - 2\mu P_x\right) = \frac{1}{E}\left(P_z - 2\mu \frac{\mu}{1-\mu} \cdot P_z\right) = \frac{P_z}{E}\left(1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu}\right); \tag{3.21}$$

$$1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} = \beta \tag{3.22}$$

деб белгиласак, ифода (3.21) қуйидаги кўринишга келади:

$$i_z = \beta \cdot \frac{P_z}{E}. \tag{3.23}$$

Ёнга деформацияланиш имконияти бўлмаган ҳолда (3.23) ифодани қуйидаги формада ёзиш мумкин:

$$i_z = \frac{P_z}{E_0}, \quad (3.24)$$

бу ерда E_0 — ёнга деформацияланиш имконияти бўлмаган ҳолда грунтнинг деформация модули.

(3.23) ва (3.24) ифодаларни тенглаштириб

$$\beta \frac{P_z}{E} = \frac{P_z}{E_0},$$

қуйидагини топамиз

$$E_0 = \frac{E}{\beta}. \quad (3.25)$$

Демак, ёнга кенгайиш имконияти бўлмаган шароитдаги деформация модули E_0 ёнга кенгайиш имконияти бор шароитдаги деформация модули E нинг коэффициент β га бўлинганига тенг экан. (3.25) ифодадаги E ни топиш учун шундай операциялар бажарилади: юқорида келтирилган (3.6) тангламадан Δe ни топиб (яъни $\Delta e = e_0 - e_i$ кўринишда қараймиз) ва уни (3.14) га қўйиб, (3.13) ни эътиборга олган ҳолда $i = \frac{s}{h}$ га нисбатан ечиб, қуйидагини оламиз

$$i_z = \frac{P_z \cdot a}{1 + e_0}. \quad (3.26)$$

Чиққан натижани (3.24) га тенглаштириб

$$\frac{P_z \cdot a}{1 + e_0} = \frac{P_z}{E_0},$$

қуйидагини топамиз:

$$E_0 = \frac{1 + e_0}{a}, \quad (3.27)$$

бу ерда a — грунтнинг сиқилиш коэффициенти;

e_0 — бошланғич ғоваклик коэффициенти.

(3.27) формула билан кучланишнинг маълум интервалидаги грунт модулининг ўртача қиймати ифодаланади.

Грунтлар механикасида ишлатиладиган умумий деформациянинг ўртача модули (3.25) ва (3.27) тенгламаларга асосан ёнга деформацияланиш имконияти бўлмаган шароитда қуйидаги кўринишда топилади

$$E = \beta \frac{1 + e_0}{a}. \quad (3.28)$$

Ёнга кенгайиш (Пуассон) коэффициентини топиш учун ифода (a) га асосан (3.19) ифодани μ га нисбатан ечамиз, яъни

$$P_z - \mu P_y - \mu P_x = \xi \cdot P_z - \mu \cdot \xi \cdot P_z - \mu P_z = 0,$$

бундан

$$\mu = \frac{\xi}{1 + \xi}. \quad (3.29)$$

Ёнга кенгайиш коэффициенти μ грунтнинг сиқилишида унинг бўйлама ва кўндаланг деформациялари ўртасидаги боғланишни характерлайди. Қуйида баъзи грунтлар учун μ нинг ҳисоблаб топилган қийматлари берилади:

пластик лойли грунтлар	0,2 — 0,30
қаттиқ лойли грунтлар	0,25 — 0,45
қумлар	0,12 — 0,25.

(3.22) тенгламага ёнга кенгайиш коэффициентининг (3.29) формула билан топилган қийматини қўйиб, коэффициент β нинг ёнга босим коэффициенти орқали ифодасини аниқлаймиз, яъни

$$\beta = 1 - \frac{2\left(\frac{\xi}{1+\xi}\right)^2}{1 - \frac{\xi}{1+\xi}} = 1 - \frac{2\xi^2}{(1+\xi)^2} \cdot (1 + \xi) = \frac{1 + \xi - 2\xi^3}{1 + \xi} =$$

$$= \frac{(1+\xi)(1+2\xi)}{1+\xi} \quad (3.30)$$

СНиП 11-15-74 тавсиясига биноан, бино ва иншоотларни лойиҳалашда ҳамма грунтлар учун ўлчамсиз коэффициент β ни тақрибан 0,8 га тенг деб олса бўлади.

(3.27), (3.28) ва (3.29) формулалардаги қийматлар жисмни бир бутун изотроп чизиқли деформацияланувчи деб қараб, унинг деформацияланувчи хоссаси доимий қийматлар E ва μ орқали ифодаланиб ёнга эркин деформацияланувчи шароит учун топилган.

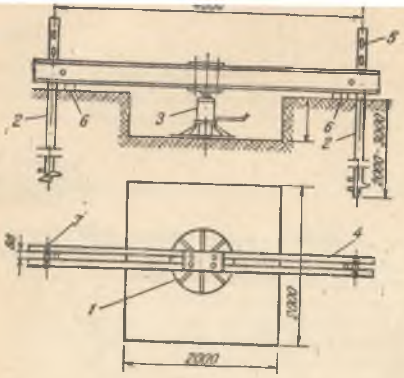
Деформация модули E грунтларнинг деформацияланиш хоссасини умумлаштирувчи асосий характеристикаси ҳисобланади. У грунтнинг ҳам зичланиши, ҳам ёнга кенгайиши натижасида намоён бўлувчи эластик ва пластик деформацияларни эътиборга олади.

Грунтларнинг деформация модули қиймати одатда $m \cdot 10^1$ кг/см^2 дан (ғовак грунтлар учун) $m \cdot 10^2$ кг/см^2 гача (зич грунтлар учун) ўзгаради (m — 10 дан кичик мусбат бутун сон).

5-§. ГРУНТЛАРНИНГ ДЕФОРМАЦИЯ МОДУЛИНИ ДАЛА ШАРОИТИДА АНИҚЛАШ

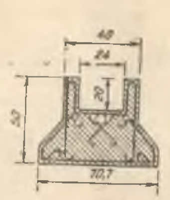
Бунинг учун чуқурлиги пойдевор чуқурлигига тенг қилиб ковланган котлованга ўрнатилган қаттиқ штампага III.10- расмда кўрсатилган схема бўйича поғонали ўсиб борувчи кучлар қўйилади. Шу мақсадда ишлатиладиган штампа айланма текис бўлиб, пландаги майдони 2500—5000 см^2 бўлади (III. 11- расм). Штампага кучлар бевосита гидравлик домкратлар орқали берилади.

Ўтказиладиган тажриба ва олинган маълумотларни ишлаб чиқиш махсус инструкция ёки ГОСТ талабига жавоб бериши керак.

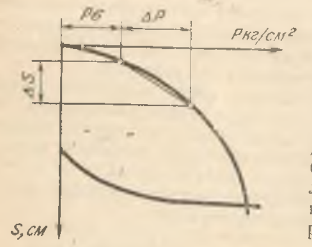


III.10- расм. Таянчлари устун қозиқлардан иборат автоматик қурилманинг схемаси;

1 — штамп; 2 — бурғли анкер устун қозиқлар; 3— гидравлик домкрат; 4 — бўйлама таянч тўсини; 5 — ричаг учун мосламалар; 6 — таянч думалатгичлар; 7 — таянч тиқинлар.



III.11- расм. Грунтни статик кучга текшириш учун ишлатиладиган штампа қирқими.



III.12- расм. Штампанинг эгри чўкиши

Штампага берилаётган кучларнинг ҳар поғона ўсишида унинг таъсирида ҳосил бўлган деформация шартли ҳолда тугагач, ўлчаниб журналга ёзиб борилади. Тажриба иши тугагандан сўнг олинган натижалар бўйича чизмада деформация билан куч ўртасидаги боғланиш қонунияти топилади (III.12-расм).

Деформация модули E ни штампа остидаги чизиқли деформацияланувчи изотроп жисмнинг деформация муаммосини ҳал қилишда қўлланилган назарий ечимлардан фойдаланиб (Шлейхер масаласи) қуйидаги формула билан топиш мумкин:

$$E = (1 - \mu^2)\omega d \frac{\Delta P}{\Delta S}, \quad (3.31)$$

бу ерда μ — грунтнинг Пуассон коэффициенти;
ω — штампанинг шакли ва каттиқлигини эътиборга олувчи коэффициент, тақрибан 0,8 га тенг;
d — штампа диаметри, см;
ΔP — тажриба чуқурлигида кўлам босими P_k дан ортиқ бўлган, нисбий кучнинг ўсиши, кг/см²;
ΔS — куч таъсирида штампа чўкишининг ўсиши, см.

Олинган модуль фақатгина қаралаётган бир жинсли қатламнинг берилган штампа ўлчамлари остида сиқилаётган грунт деформация хоссасини характерлаши мумкин.

Тўшам коэффициенти (коэффициент постели). Грунтнинг деформация хоссасини характерловчи катталик бўлиб, қатламни штампа орқали сиқилишга текшириш билан, кг/см² ҳисобида топилади, яъни III. 12-расмга биноан

$$C = \frac{\Delta P}{\Delta S}. \quad (3.32)$$

бу ерда ΔP ва ΔS юқоридаги формулаларда айтилган маънога эга.

Тўшам коэффициенти ўзгарувчи қийматдир. У штампа ўлчамларига, солиштирма босим ва чўкишнинг қийматига, грунтнинг зичланганлигига ва бошқаларга боғлиқ бўлади.

(3.31) ва (3.32) ифодалардан тажрибанинг бир хил шароити учун қуйидагини топамиз

$$C = \frac{E}{(1-\mu^2)\omega \cdot d}. \quad (3.33)$$

Тўшам коэффициенти Фусс-Винклер гипотезасига асосан деформацияланувчи заминлардаги плита ва тўсин (балка) ларни ҳамда динамик кучлар таъсирига ишловчи пойдеворларни ҳисоблашда ва бошқа ҳолларда ишлатилади.

6-§. ЗАМИНЛАРНИНГ МЕХАНИК МОДЕЛЛАРИ

Эластик заминлардаги конструкцияларни ҳисоблашда замин грунтларининг хоссаларини нисбий фараз этиш муҳим роль ўйнайди. Грунтлар деформациясининг табиати жуда мураккаб бўлгани учун реал грунтларни ҳисоблашда уларни механик моделлар билан алмаштирилади.

Механик моделларнинг хоссалари ҳеч қачон замин хоссаларини тўлалигича кўрсата олмайди. Бирор модель фақат ҳақиқий процесснинг бирор томонинигина кўрсата олиши мумкин. И. И. Черкасовнинг кўрсатишича, ҳозирги вақтда заминнинг ундан ортиқ моделлари мавжуд бўлиб, инженерлик ҳисоблашларда уларнинг баъзиларидангина фойдаланиш мумкин.

Қуйида энг кўп кўп ишлатиладиган замин моделлари келтирилган.

1. Винклер-Фусс модели грунтларни эластик деб қарайди. Қаралаётган моделда грунтларнинг эластиклик хоссаси тўшам коэффициенти C орқали характерланади. Винклер-Фусс моделида грунтланинг деформацияси пойдевор тегиб турган юза остидагина содир бўлади, деб қаралади. Пойдевор кўламидан ташқарида грунт деформацияланмайди. Бу моделни бошқа ҳолларда маҳаллий эластик деформация модули ҳам дейилади.

Грунтдаги зўриқиш деформацияга пропорционал бўлади, яъни

$$P = c \cdot S_y, \tag{3.34}$$

бу ерда c — грунтнинг тўшам коэффициенти, кгк/см²;

S_y — эластик чўкиш, см;

P — кучланиш, кг/см².

2. Жисмнинг бир жинсли эластик моделида ҳам грунт эластик деб қаралади, деформация эса куч таъсири майдонининг тагида ҳам, майдондан ташқарида ҳам тарқалади. Зўриқиш билан деформация чизиқли боғланишга эга.

Модель материалининг хоссаси эластиклик модули E_0 ва Пуассон коэффициенти μ билан характерланади. Бу моделдаги камчилик— кўпчилик грунтларга хос бўлган қолдиқ деформациянинг эътиборга олинмаслигидир.

3. Чизиқли деформацияланувчи муҳит моделининг юқоридагилардан фарқи шундаки, моделнинг материали тўла эластик бўлмай, ҳам эластик, ҳам қолдиқ деформацияни эътиборга олади. У тўла деформацияни эластик ва қолдиқ деформацияларнинг умумий деформация модули E_0 ва Пуассан коэффициенти μ билан характерлайди.

Заминларнинг тегишлича механик моделини қабул қилиб, замин билан иншоотнинг деформациясини бирга текшириб, эластиклик назарияси усулларидан фойдаланиб, замин реакциясининг ўзгариш характери ва унинг қиймати топилади. Юқорида айтганимиздек, қурилган моделларнинг бирортаси ҳам универсал бўлмай, фақат бирор конкрет масаланинг ечимини топишдагина ишлатилади.

7-§. ГРУНТЛАРНИНГ СИЛЖИШГА ҚАРШИЛИГИ. МУСТАҲКАМЛИК ШАРТИ

Заминларнинг мустаҳкамлик ва турғунлик ҳисобини табиий қияликлар ва тупроқ иншоотларининг сунъий нишаб турғунлигини, ўраб турувчи тиргак конструкцияларга грунтнинг босимини ва қурилиш амалиётидаги бошқа масалаларни, грунтларнинг силжишга қаршилиги ҳақида аниқ тасаввурга эга бўлмай туриб ва бу қаршиликни баҳоловчи характеристикаларини билмай туриб ҳал этиб бўлмайди.

Ташқи куч таъсирида грунтларнинг баъзи нуқталарида (областларида) эффектив зўриқиш ички боғланишлардан устун келиб, грунтларнинг заррачалари ва агрегатлари ўртасида бири иккинчисига нисбатан сирпаниш (сурилиш) ҳосил бўлади, баъзи областларда грунтнинг бутунлиги бузилиши натижасида мустаҳкамлигига путур етиши мумкин. Идеал ёйилувчи жисмларда, яъни қумларда заррачаларнинг сурилишига фақат контактларидаги ишқаланишгина қаршилик қилади. Идеал боғланган грунтларда эса, масалан, жуда қовушоқ ёйилувчан лойларда, заррачаларнинг сурилишига ички структура боғланишлари ва заррачаларнинг сувли-коллоидли қобиқларининг қовушоқлиги қаршилик қилади.

Табиий лойлар эса қовушоқ (сувли-коллоидли) ва қаттиқ (кристаллашган) ички боғланишларга эга бўлиши ва бу боғланишлар ҳар хил грунтлар учун ҳар хил бўлиши мумкин.

Ички боғланиш эффектив зўриқиш таъсиридан бузилмаган ҳолида лойли грунт ўзини эластик жисм сингари тутади, фақатгина эластик туташувчанлик кучига эга бўлади.

Туташувчанлик кучи деб структура боғланишларининг ташқи босимнинг қийматларидан қатъи назар, заррачаларнинг ҳар қандай сурилишига қаршилиги тушунилади.

Агар таъсир кучидан ҳосил бўлган эффектив зўриқиш қаттиқ структура боғланишларининг мустаҳкамлигидан ошиб кетса, у ҳолда минерал заррачаларнинг контакт нуқталарида ва уларнинг сиртидаги сувли-коллоидли (минерал заррачалар билан мустаҳкам боғланган) қатламлар ва янгитдан ҳосил бўлаётган сувли-коллоидли боғланишлар грунт заррачаларини сурилишига қаршилик қилади. Лойли грунтларда сурилаётган заррачаларнинг бири иккинчисига нисбатан ишқаланиши билан қовушоқлик қаршилиги ҳар доим биргаликда бўлади. Шунинг учун бу қаршиликларни фақат ишқаланиш ва туташувчанликка ажратиш мумкин бўлмайди, чунки қовушоқ боғланишнинг бири бузилганда, шу ондаёқ иккинчиси билан алмашинади.

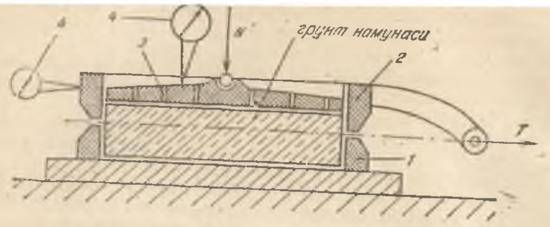
Кўп сонли тадқиқотчиларнинг кўрсатишича, боғланмаган грунтларда силжишга қаршилик фақатгина қаттиқ заррачаларининг ишқаланишига қаршилиги билан белгиланиб, ташқи босимга тўғри пропорционал бўлар экан, заррачаларнинг сувли-коллоидли боғланишли агрегатларининг қаршилиги, миқдорий жиҳатдан силжувчи кучланишнинг ўсиш тезлигига боғлиқ бўлган силжишнинг қовушқоқлик қаршилигидан ва сиқувчи босим қийматига боғлиқ бўлган заррачаларнинг контакт нуқталарида ҳамда майдонларида юзага келувчи туташувчанлик кучидан иборат.

Силжишга қаршилик кўрсаткичлари—ташқи таъсир кучига қаршилик этишда асосий мустаҳкамлик кўрсаткичлари—грунтлар учун ўзгарувчан қийматга эга бўлиб, таъсир босими ва силжишга қаршилик қилувчи заррачалар контакт нуқталарининг шароитига боғлиқ бўлади.

Грунтларнинг силжишга кўрсатадиган қаршилиги кўрсаткичларини тўғри танлаш (топиш) грунтга бериладиган энг катта (чегаравий) кучни, грунт массиви турғунлигини ва тиргак тўсиқларга грунт босимини топишдек аниқ инженерлик ҳисоблашларни бажаришда, айниқса, муҳим аҳамиятга эга.

Грунтларнинг силжишга қаршилигини тажриба йўли билан ҳар хил усулларни қўллаб аниқлаш мумкин: тўғри майдон бўйича қирқилиш натижасида оддий бир ўқли сиқилиш, уч ўқли сиқилиш, цилиндрик майдон бўйича қирқилиш, босиб киритилиш ва бошқалар.

Тўғри майдон бўйича қирқилишда грунтларнинг силжишга энг катта қаршилиги грунтларни бир қирқимли асбобларда текшириш орқали аниқланади (III.13- расм). Бу ҳолда цилиндр кўриниши-



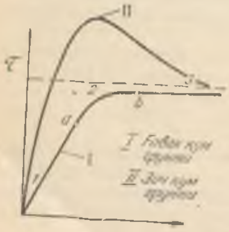
III.13- расм. Грунтларни силжишга текширишда ишлатиладиган асбобнинг принципиал схемаси;
1 — қўзғалмас ҳалқа; 2 — қўзғалувчи ҳалқа; 3—тешикли поршен; 4—индикаторлар.

даги грунт намунаси асбобнинг қирқувчи қисмига шундай жойлаштириладики, унинг баландлик бўйича ярми асбобнинг қўзғалмас ҳалқасида, қолган ярми эса қўзғалувчи ҳалқасида қолади. Қўйилган кучнинг таъсирида қўзғалувчи ҳалқа қўзғалмас ҳалқага нисбатан горизонтал йўналишда ҳаракат қилади.

Грунт намунасига нормал таъсир этувчи сиқувчи P куч қўйилади.

Горизонтал силжувчи ҳалқага поғонали ўсувчи P куч шундай қўйиб бориладики, аввал грунт деформацияланади, энг охирида грунт қирқилади ва унинг бир қисми иккинчисига нисбатан силжийди. Шу билан бирга куч қўйилиш вақтида грунтнинг тик ва горизонтал деформацияси ўлчаб борилади ва олинган натижаларга қараб силжиш диаграммаси чизилади (III. 14- расм).

Сочилувчи грунтларда силжиш вақтида қия кучланишга, тажриба бошидаги грунтнинг зич ёки бўш эканлигидан қатъи назар, маълум ғоваклик коэффициенти тўғри келади.



III.14- расм. Грунтнинг майдон бўйича силжишидаги горизонтал деформациянинг диаграммаси.

Бу коэффициент силжиш вақтидаги қумли грунтнинг критик ғоваклик коэффициенти дейилади. Умуман, силжиш вақтида зич қумли грунтларнинг ғоваклиги ортиб боради (III. 14- расм, чизма II, қумли грунтларнинг бўш ҳолатида эса камайиб боради (III. 14- расм, чизма I). Агар силжитувчи кучни бир текис ошириб борилмаса, у ҳолда силжишдаги горизонтал деформациянинг диаграммасини III.14- расм, чизма I нинг кесмасигача кўрсатилганидек қараш мумкин.

Кейинги ишларимизда грунтлар-

нинг силжишга максимал қаршилигини эътиборга шундай оламизки, бу III.14- расм, чизма I нинг кўрсатилган нуқтасига тўгри келади. Бу ҳолда грунтнинг силжитувчи кучга қаршилиги тўла тугаган бўлади.

Н. А. Цитовичнинг «Механика грунтов» номли (краткий курс, «Высшая школа», М., 1973) китобида ёнга кенгайиш имконияти бўлмаган шароитда сиқилган лойли ва қумли грунтларнинг силжишга қаршилиги тўла берилган.

Қуйида лойли ва қумли грунтлар учун Кулон қонунини тушунтирамиз.

Қумли грунтлар. Синиқ тошлар, шағаллар, қумлар ва шу каби ёйилувчи грунтлар ёнга кенгайиш имконияти бўлмаган ҳолда максимал куч билан тик йўналишда сиқилгандан сўнг, горизонтал куч билан силжишга чидамлилиги текширилади. Силжитувчи кучнинг қиймати поғонали оширилади, унинг охирги қийматида деформация шундай прогрессив ўсадики, кучнинг қиймати оширилмаса ҳам деформация тўхтовсиз ривожланади ва натижада грунтнинг намунаси узилади. Погонадаги силжитувчи сўнгги максимал куч қийматининг грунт намунаси кўндаланг кесимининг юзига нисбатидан силжитувчи зўриқишнинг бир текис тарқалишини топамиз, яъни

$$\tau = \frac{T}{F_к} \qquad (3.34)$$

бу ерда T — поғонали ўсувчи горизонтал куч;

$F_к$ — намунанинг кўндаланг кесим юзи.

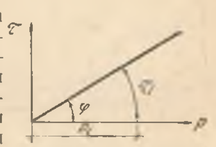
Шундай йўл билан ўхшаш намуналарни максимал куч билан тик йўналишда сиқиб, силжишга қарши максимал қийматларини топамиз. Тажриба билан бир нечта намуналарда ўсиб борувчи сиқувчи босимлар P_1, P_2 ва P_3 таъсирида τ_1, τ_2 ва τ_3 лар аниқланади ва улардан олинган натижалар асосида грунтларнинг силжишга қаршилик диаграммаси қурилади, бунда тик ўқ бўйича силжитувчи зўриқишнинг қиймати τ кгк/см^2, горизонтал ўқ бўйича эса сиқувчи босим P кгк/см^2 қўйилади

$$P = \frac{N}{F_к}, \qquad (3.24)$$

бу ерда N — тик таъсир этувчи куч.

Кўп сонли тадқиқотчиларнинг кўрсатишича, қумли грунтларнинг силжишга қаршилик диаграммаси координата бошидан бошланувчи сиқувчи кучнинг қийматига қараб ўсиб борувчи тўғри чизиқдан иборат экан (III. 15- расм). Қумли грунтларнинг силжиш диаграммасига асосан силжитувчи зўриқишнинг исталган юқори қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\tau_i = P_i \cdot \mathrm{tg}\,\varphi \qquad (3.25)$$



III.15- расм. Қумли грунтларнинг силжишга қаршилик диаграммаси.

ёки пропорционаллик коэффициентини

$$\operatorname{tg}\varphi = f \qquad (3.26)$$

деб белгиласак,

$$\tau_i = f \cdot P_i \qquad (3.25)'$$

Шундай қилиб, қумли грунтларнинг силжишга қаршилиги деганда унинг ишқаланишга қаршилиги тушунилар экан. Бурчак φ ички ишқаланиш бурчаги, $tg\varphi$ эса ички ишқаланиш коэффициенти дейилади [2]. Ифода (3.25) қумли грунтлар учун асосий мустаҳкамлик шарти ҳисобланади. Бу қонуният 1773 йили К. Кулон томонидан топилган бўлиб, қуйидагича таърифланади: сочилувчи грунтларнинг силжишга охирги қаршилиги деб нормал босимга тўғри пропорционал бўлган ишқаланиш қаршилиги тушунилади.

Лойли грунтлар (соф лойлар, қумоқ-қумлоқ тупроқлар) заррачалари ва заррачалар агрегатлари ўзаро сувли-коллоидли ва маълум қисми қаттиқ цементли-кристалли боғланишида бўлиб, уларнинг қаршилиги кўп даражада туташувчанлик кучига боғлиқ бўлганлиги билан қумли грунтлардан фарқ қилади. Лойли грунтларнинг силжишга қаршилиги ёпиқ системада ва очиқ системада текширилади.

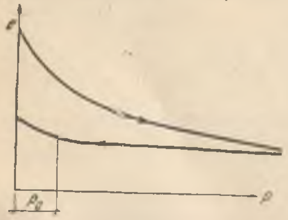
Биринчи ҳолда лойли грунтларнинг намуналари грунт ғовакларидаги сувларни сиқиб чиқармасдан туриб, тез силжитиш шароитда текшириладики, бу ҳолда унинг зичлик-намлиги амалда ўзгармай қолади.

Ёпиқ системада ва грунт намлиги сақланган ҳолида текширилганда грунтнинг силжишга қаршилигининг сўнгги қиймати τ чег амалда ташқи босим (сиқувчи куч P) нинг қийматига боғлиқ бўлмай, фақат грунтнинг зичлик-намлик ўзгаришига қараб ўзгаради.

Лойли грунтларнинг силжиш диаграммасининг бошқа характери очиқ системада текширилганда намоён бўлади.

Лойли грунтларни силжишга текширишда сочилувчи грунтларни текширишдаги усул қабул қилинади, яъни грунт намунаси аввал маълум босим билан зичлантирилиб, сўнгра уни силжишга текширилса, босимнинг ҳар бир қийматига ўзининг намлик-зичлиги тўғри келади, текшириш ишларининг натижаси эса грунтларнинг ҳар хил зичликдаги намуналарининг силжишга қаршилигини характерлайди.

Боғланган грунтларнинг бир хил зичликдаги намуналарини (бир хил ғоваклик коэффициентида) олиш учун компрессия эгри чизиғининг юк олингандаги шундай шохобчалари ишлатиладики, юк олинаётганида босимнинг маълум қийматигача ғоваклик коэффициенти



III.16- расм. Компрессия эгри чизиғи.

ўзгармай қолади (III. 16- расм). Ана шу йўл билан бир нечта грунт намунаси катта куч билан ўтириш деформацияси сўнгунча сиқилади, кейин бу кучлар грунт намуналарининг эркин кўтарилиш деформацияси тугагунга қадар камайтирилади. Шундай процесснинг тугаллаган ҳолатида, лойли грунтлар намуналари ҳар хил босимга силжишга текширилгандаги сўнгги энг катта босимига унинг зичлик-намлиги мос келади. Шунингдек, Н. А. Цитович томонидан тавсия этилган биргина намуна бўйича текшириш натижасида силжиш диаграммасини қуриш усули ҳам бор.

Кўп сонли тадқиқотчиларнинг текширишлари шуни кўрсатадики, қурилиш амалиётига тўла жавоб берувчи сиқувчи босимнинг 0,5 кгк/см²дан 5—7 кгк/см² гача бўлган диапазонида лойли грунтларни очиқ системада силжишга текширилганда тўғри чизиқли қонуниятни беради (III. 17- расм).

Тажриба натижалари асосида қурилган силжиш диаграммасидан қуйидагиларни топамиз:

$$\tau_i = c + \operatorname{tg}\varphi \cdot P_i \qquad (3.27)$$

ёки

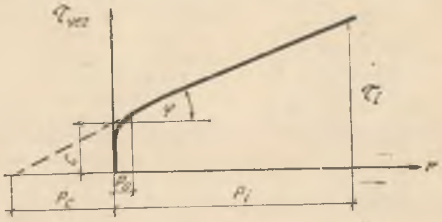
$$\tau_i = c + fP_i, \qquad (3.28)$$

бу ерда

$$\operatorname{tg}\varphi = f.$$

Ифода (3.27) боғланган грунтлар учун Кулон қонунини кўрсатади, яъни у қуйидагича таърифланиши мумкин: боғланган грунтларнинг деформацияси тугаган даврдаги силжишга кўрсатадиган энг катта қаршилиги нормал сиқувчи зўриқиш босимининг биринчи даражали функциясидан иборат экан.

Тўғри чизиқнинг бурчак коэффициенти $tg\varphi = f$ сочилувчи грунтлардагидек ички ишқаланиш коэффициенти дейилса, C параметри эса ҳеч қандай ташқи босимга боғлиқ бўлмаган ҳолида туташувчанлик дейилади.



III.17- расм. Лойли грунтларнинг силжиш диаграммаси.

Проф. Н. Н. Маслов («Прикладная механика грунтов», 1949) нинг таклифига асосан туташувчанлик c нинг умумий қийматини қуйидаги икки ташкил этувчидан иборат ифода билан курсатса булади, яъни:

$$c = c_c + c_w, \qquad (3.29)$$

бу ерда c_c цементли кристаллик мустаҳкам боғланишдан иборат булган қаттиқ структура туташувчанлиги булиб, бузилгандан сунг уз ҳолига қайтмайди;

c_w — сувли-коллоидли қайта боғланувчан пластик туташувчанлик III.17-расмда келтирилган силжиш диаграммасига биноан

$$c = \mathrm{tg}\,\varphi \cdot P_e, \qquad (3.30)$$

бу ерда P_e — босимнинг баъзи бир қийматини ифода этувчи, ҳамма туташувчанлик кучлар таъсирини алмаштирадиган «боғланганлик босими» деб аталувчи катталикдир.

(3.30) нисбат асосида

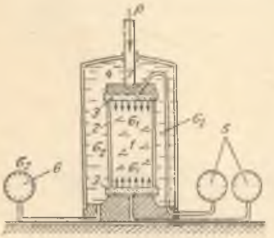
$$P_e = c \cdot \mathrm{ctg}\,\varphi. \qquad (3.30')$$

(3.30) ва (3.30)′ ифодалар грунтларнинг чегаравий мувозанат назарияси масалаларида тез-тез фойдаланиб турилади.

Грунтларни уч ўқ буйича сиқилишда силжишга текшириш

Уч ўқ буйича сиқилиш тажрибалари исталган грунтларни тажриба бошланиши олдидан табиий шароитига яқинроқ булган берилган ён босимлари билан сиқилгандан сунг текшириш утказишда ва мустаҳкамлик ҳамда деформация хоссаларини аниқлашда энг ишончли натижалар олишга имкон беради.

Бундай текширишлар биринчи булиб, СССРда профессорлар Г. Б. Яппа ва Н. В. Лалетин томонидан тавсия этилган булиб, ҳозирги вақтда бу усул фақат биздагина эмас, балки чет элда ҳам кенг қулланилмоқда.



III.18-расм. Уч ўқ буйича сиқувчи асбобнинг схемаси.

Уч ўқ буйича сиқувчи асбоб — «стабилометр» III.18-расмда курсатилган. Бу асбоб суюқлик тулдирилган камера 4 ва унинг ичида икки томондан: тепа ва пастдан махсус тагликлар 3 ва ён томондан эса резина қобиқ 2 орасига урнаштирилган грунт намунаси 1 дан иборат булади. Намунага тик ўқ буйича йуналишда куч махсус поршень 7 орқали берилади. Текшириш ишлари вақтида грунт намунасига ён томондан ва тик ўқ буйича таъсир этувчи босим қий-

матлари махсус урнатилган манометрлар 5,6 ёрдамида аниқланади. Текширилаётган грунт намунаси деформациясининг тик ўқ буйича узгаришини индикатордан-мессурадан ва ҳажмий узгаришини эса волюмометрик труба ёрдамида аниқланади.

Грунтларни уч ўқ буйича стандарт усулда текшириш қуйидагича амалга оширилади. Олдин текширувчи камерага жойлаштирилган грунт намунасига ҳар томонлама босим берилади, бунда $\sigma_2 = \sigma_3$ булади. Кейин ҳар томонлама босим таъсиридан намоён булувчи грунт деформацияси тугагач, поғонали усувчи $\Delta\sigma_1$ (тик ўқ буйича қуйиладиган) босимни намунанинг турғунлиги йуқолиб, структураси бузилгунга қадар бериб борилади.

Текшириш натижалари намунанинг бузилиш вақтидаги эффектив зуриқишлари қийматини формулага асосан аниқлаш имконини беради.

$$\left.\begin{aligned} \sigma_{1э} &= \sigma_1 - u, \\ \sigma_{2э} &= \sigma_2 - u, \\ \sigma_{3э} &= \sigma_3 - u, \end{aligned}\right\} \qquad (3.31)$$

бунда u — ғоваклик босимининг қиймати.

Шунингдек, текширишлардан олинган маълумотлар буйича қуйидагилар аниқланади: нисбий буйлама деформация қиймати e_z

$$e_z = \frac{S_i}{h}, \qquad (3.32)$$

бу ерда S_i — i-поғонадаги кучга туғри келадиган чукиш;

h — грунт намунасининг бошланғич баландлиги.

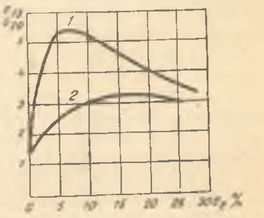
Нисбий ҳажм деформацияси

$$\theta = \frac{\Delta V}{V}, \qquad (3.33)$$

бу ерда V — намунанинг бошлангич ҳажми;

ΔV — намунанинг волюмометр ёрдамида аниқланган узгарган ҳажмидаги фарқи. Олинган маълумотлар буйича III.19-расмда курсатилган эгри чизиқлар узгаришини қуриш мумкин:

$$\frac{\sigma_{1э}}{\sigma_{2э}} = f(e_z),$$



III.19-расм. Грунтлар билан уч ўқ буйича сиқувчи асбобда утказилган тажриба натижалари:

1 — зич грунтлар; 2 — ғовак грунтлар.

натижада max $\frac{\sigma_{1э}}{\sigma_{2э}}$ нинг қийматини вэ ўқ буйича узгарувчи босим $\Delta\sigma_1$ нинг усишига қараб, грунтнинг умумий буйлама ва ҳажмий деформацияларини аниқлаш мумкин булади, улардан эса деформация модули топилади. Умумий деформация (буйлама ва ҳажмий)

ва босимнинг тик ўқ бўйича ўсиш фарқи ўртасидаги чизиқли муносабат чегарасида қуйидагиларга эгамиз:

умумий (чизиқли) деформация модули

$$E_0 = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta e_z}, \qquad (3.34)$$

ҳажмий деформация модули

$$E_{об} = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\theta}. \qquad (3.35)$$

Материаллар қаршилиги фанидан биламизки, ҳажмий ва умумий чизиқли деформация модули ўртасида қуйидаги ўзаро богланиш мавжуд:

$$E_{об} = \frac{E_0}{1-2\mu_0}, \qquad (3.36)$$

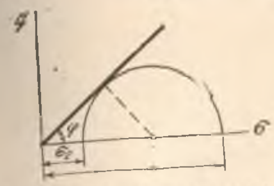
бундан нисбий кўндаланг деформация коэффициенти (эластик жисмнинг Пуассон коэффициенти сингари) қуйидагига тенг:

$$\mu_0 = \frac{E_{об} - E_0}{2 \cdot E_{об}}. \qquad (3.37)$$

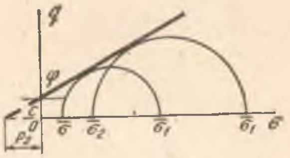
$\frac{\sigma_{1э}}{\sigma_{2э}}$ нинг чизмадан (III. 19-расм) максимал қийматини топиб ва Н. А. Цитович («Механика грунтов», 1973) китобининг сочилувчи грунтлар шартидан формула (3.24) фойдаланиб, ўнг томонидаги суратини ҳам, махражини ҳам $\sigma_{2э}$ га бўлиб, қуйидагини оламиз:

$$\sin\varphi = \frac{\frac{\sigma_{1э}}{\sigma_{2э}} - 1}{\frac{\sigma_{1э}}{\sigma_{2э}} + 1}. \qquad (3.38)$$

Сўнгги ифода (3.38) дан грунтларнинг ички ишқаланиш бурчаги топилади. Сочилувчи грунтлар учун ички ишқаланиш бурчаги кучланишнинг энг катта қийматини аниқлашдаги Мор айланасидан топиш мумкин, чунки уч ўқ бўйича сиқиш тажрибасидан σ_1 ва σ_2 қийматлари маълум бўлади (III. 20- расм). Лойли грунтларнинг силжиш диаграммаси параметрларини топиш учун уч ўқ бўйича сиқилувчи шароитда энг ками билан иккита бир хил грунт намунасини ён босимнинг $\sigma_2 = \sigma_3$ ҳар хил қийматларидаги, сўнгра бузиш қийматига эга бўлган тик йўналишдаги бош кучланиш σ_1 нинг ҳар хил қийматларидаги текширилган натижаларини билиш керак бўлади, бундай мисоллардан бири III. 21- расмда кўрсатилган. Уч ўқ йўналишида сиқиш билан текшириш грунтлар мустаҳкамлигини фақатгина Мор мустаҳкамлик назарияси билангина баҳолаб қолмай, балки Кулон қонунига асосан, октоэдрик майдончалари бўйича грунтларнинг фазовий кучланиш ҳолатини эътиборга олувчи мустаҳкамлик ни октоэдрик назарияси бўйича баҳолашга ҳам имкон беради. Ях-



III.20- расм. Сочилувчи грунтларни ички ишқаланиш бурчагини уч ўқ бўйича сиқилиш натижалари бўйича аниқлаш.



III.21- расм. Богланган грунтларни уч ўқ йўналишида сиқиш натижаларига асоси унинг силжиш кўрсаткичларини аниқлаш.

лит муҳитларнинг умумий механикаси бўйича, октоэдрик майдончаларидаги тик ва қия кучланишлар тенг бўлади:

$$\text{тик } \sigma_{окт} = \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3,$$

$$\text{қия } \tau_{окт} = \frac{1}{3}\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}.$$

Мизес-Боткин октоэдрик мустаҳкамлик назариясига биноан бузилиш пайтида қия кучланиш тик октоэдрик кучланишнинг бевосита функцияси экан, яъни

$$\tau_{окт} = F(\sigma_{окт}), \qquad (3.39)$$

ёки А. И. Боткин (ВНИИГ, 1940 й) асосида Н. А. Цитович белгиларини киритиб топамиз

$$\tau_{окт} = \mathrm{tg}\,\varphi_{окт}\,(P_{e\,окт} + \sigma_{окт}). \qquad (3.40)$$

Тегишли тажрибалар шуни кўрсатадики, бузилиш дақиқасидаги деформацияни ифода этишда грунтларни кучланиш-деформация ҳолатини иккинчи инвариантлари кўрсаткичли тенгламалар орқали ифода этиш яхши натижалар берар экан, яъни

$$T = \xi \cdot \Gamma^m, \qquad (3.41)$$

бунда

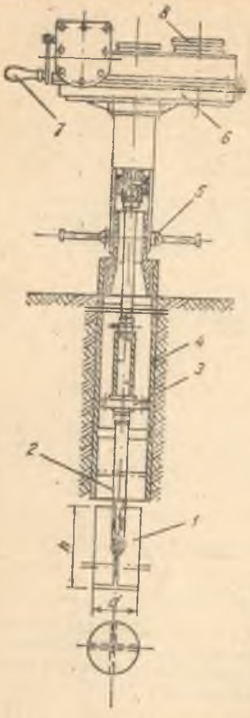
$T = \sqrt{\frac{2}{3}\,(\tau_1^2 + \tau_2^2 + \tau_3^2)}$ — силжишдаги кучланиш интенсивлиги;

$\Gamma = \sqrt{\frac{2}{3}\,(\gamma_1^2 - \gamma_2^2 + \gamma_3^2)}$ — силжишдаги деформация интенсивлиги;

τ_1, τ_2, τ_3 — силжитувчи кучланишнинг катта қиймати;

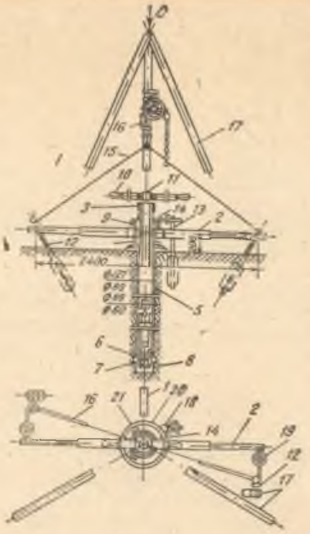
$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ — силжишдаги (бош) деформациянинг катта қиймати;

ξ ва m — берилган грунт учун вақт бўйича ўзгарувчи ξ ва доимий m бўлган, тажриба йўли билан аниқланувчи кўрсаткичлар.



III.22- расм. Парраклн асбоб усулида грунтларни текшириш учун дала қурилмаси:

1 — тўрт канотли паррак; *2* — темир таёқча; *3* — марказлаштирувчи хомут; *4* — туширилган кувур; *5* — қискич; *6* — асбобнинг босувчи қисми; *7* — айлантириш дастаси; *8* — циферблат.



III.23- расм. Қурилманинг умумий кўриниши:

1 — таянч плитаси; *2* — айланма ричаглар; *3* — ички трубалар; *4* — айланма ёстикча; *5* — ташқи трубалар; *6* — ҳаракатланувчи парракчалар; *7* — парракча; *8* — лунтлар; *9* — пўлат хомут; *10* — ички трубани бураш учун тутқич; *11* — тутқични бирлаштирувчи муфта; *12* — анкерли устун козиқча; *13* — индикатор ўрнатиш учун устун қозиқча; *14* — индикаторни ушлаб турувчи елка; *15* — трос; *16* — дастаки таль; *17* — учоёқ оёғи; *18* — индикатор; *19* — динамометр транспортёр; *20* — таянч ғилдирагининг чангали.

Силжишга чидамлиликни ясси парракли асбоблар билан текшириш

Ҳозирги вақтда грунтларнинг силжишга чидамлилигини дала шароитида аниқлаш учун махсус парракли асбоблардан фойдаланилади. Бу асбоблар бир-бирига тик қилиб бирлаштирилган тўртта металл парраклардан иборат (III.22- расм.) Текшириш вақтида металл парракчалар тупроғи олинган бурғ қудуғига туширилади сўнгра темир штангани айлантириш йўли билан баландлиги h ва ди-

аметри d га тенг цилиндрик сирт бўйича грунтни қирқиш бошланади. Қирқишдаги кучланишнинг катта қиймати динамометр ёрдамида аниқланади. Бундай усул лойли грунтларнинг силжишга қаршилигини аниқлашда қўлланилади.

III. 23- расмда бир вақтнинг ўзида грунт деформация модули ва унинг силжишга қаршилигини аниқлаш мумкин бўлган ҳозирги вақтда кенг қўлланилаётган қурилманинг схемаси берилган.

8-§. ГРУНТЛАР СТРУКТУРА ФАЗАСИНИНГ ДЕФОРМАЦИЯЛАНИШИ

Грунтлар, юқорида қайд қилинганидек, ҳар хил механик хоссаларга эга бўлган ўзаро боғланган, ўлчамлари ҳар хил бўлган заррачалардан ташкил топган мураккаб минераллар структураси қурилмаси кўринишида намоён бўлади.

Грунтларга яхлит эластик жисмлар учун ишлаб чиқилган кучланишнинг умумий назариясини қўллашдан аввал, грунт фазасини ўрганиб чиқиш талаб этилади. Масалан, исталган ёйилувчи жисмларда ташқи куч бир заррачадан иккинчисига фақат заррачанинг контакт нуқталари орқали берилади. Ваҳоланки, заррачалар грунт структура турларида тартибсиз жойлашган бўлади. Бундай ҳол грунтлардаги кучланишни аниқлаш яхлит жисмлардагига нисбатан жуда мураккаб бўлишини кўрсатади.

Грунтларнинг кучланганлик деформацияланиш ҳолатидаги яна муҳим томони шундан иборатки, грунтларнинг компонентлари кучлар таъсирига ҳар хил қаршилик кўрсатиб, ҳар хил деформацияланади.

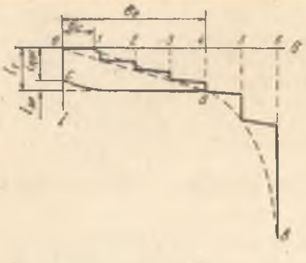
Умуман грунтни кучланганлик деформацияланиш ҳолатида бутунлигича квази яхлит ёки квази бир фазали жисм тасаввурида ҳамда унинг якка тартибдаги фазаларини бир-бирига ўзаро таъсир муносабатида текширишни тақозо қилади.

Кейинги вақтлардаги янги тадқиқотлар грунтнинг у ёки бу компонентлари яъни, ғовак сувларининг ташқи таъсир босимининг грунт скелетига берилиши натижасида ҳажми камаймаслиги каби эски гипотезаларни исботламаяпти. Бундан ташқари, грунтнинг деформацияси яхлитлигича эмас, балки унинг алоҳида фазаларининг (масалан, қаттиқ заррачаларнинг) вақт бўйича пластик деформациясининг ривожи (ползучесть) ҳодисаси натижасида кучлар таъсирида ўзгаришини эътиборга олиш зарурдир.

Кучланиш билан деформация ўртасидаги умумий боғланиш

Грунтлар учун нисбий деформация (i) нинг нормал кучланиш қиймати σ га қараб умумий ўзгаришини кўриб чиқайлик (III. 24- расм).

Кўринишидан нисбий деформация i нинг ўзгариши нормал кучланиш қийматига тўғри пропорционалдек бўлади. Бундай боғланиш бирлик грунт ҳажмида фазаларнинг қайта тақсимланиши



III. 24- расм. Поғонали ўсувчи куч таъсирида деформацияланувчи грунтлар учун деформация билан нормал кучланиш орасидаги боғланиш.

амалга ошмаган вақтда (масалан, зичланиш тугаган вақтда грунт ғовакларидан сувларини сиқиб чиқариш тугайди) грунтнинг бошланғич ва охирги ҳолати учун мутлақо тўғри бўлади. Бироқ, оралиқ ҳолатларда вақт бўйича зичланиш (консолидация) процесси, грунт скелетининг пластик деформациясининг ривожи (ползучесть) ва бошқаларни эътиборга олиш зарур бўлади.

Деформациянинг таъсир этувчи кучланишга боғлиқлигини анализ қилишда грунтларни энг ками билан икки турга ажратиш керак: сочилувчи ва боғланган.

Сочилувчи грунтларда кучлар таъсиридан ҳар доим қайтмас силжишлар, яъни грунт заррачаларининг бири иккинчисига нисбатан сурилиши, сирпаниши ва айланиши натижасида бир хил характердаги қолдиқ деформация ҳосил бўлади.

Боғланган грунтларда деформация характерига қаттиқ ва қовушоқ бўлган структура боғланишлари тубдан таъсир этади. Грунтнинг қаттиқ боғланишли ҳолатларида, юқорида айтганимиздек, (III боб), агар куч таъсирида мустаҳкам боғланиши бузилмаган бўлса, грунт худди квази қаттиқ жисмдек деформацияланади.

Грунтларнинг қовушоқ (сув-коллоидли) боғланишли ҳолида кучсиз зўриқиш таъсиридаёқ баъзи нуқталардаги боғланишларнинг аввалги турғунлиги бузила бошлайди (қовушоқли чўзилиш). Навбат билан бошқа участкаларида ҳам каттароқ кучлар таъсирида шундай процесс давом этадики, бу эса лойли грунтларда таъсир кучлари олинганида ҳам қолдиқ деформацияни бўлишини кўрсатади.

Кўп ҳолларда табиатда лойли грунтлар ҳам қаттиқ, ҳам ҳар хил мустаҳкамликка эга бўлган қовушоқ хусусиятли боғланишда бўлиши мумкин. Шунинг учун боғланган (лойли) грунтларнинг деформация процесси жуда мураккаб бўлади.

Умуман, кўп сонли тадқиқотларнинг кўрсатишича, грунтлар учун деформация билан кучланиш ўртасидаги боғланиш эгри чизиқли бўлади (III.24- расм). Грунт деформациясининг унинг структура мустаҳкамлигидан катта бўлган босим қийматлари таъсирида ўзгариши қуйидаги кўринишда бўлади:

$$i = a_{сп} \cdot \sigma^{m}, \qquad (3.42)$$

бу ерда $a_{сп}$ — умумий пропорционаллик коэффициенти. Оддий ҳолатда

$$a_{сп} = \frac{\beta}{E_0} \text{ бўлиши мумкин,}$$

бу ерда E_0 — грунтнинг умумий деформация модули.

Ташқи босимнинг унча катта бўлмаган қийматлари (1—3 кгк/см^2 гача, зич ва қаттиқ грунтларда —5—7 кгк/см^2 гача) таъсирида деформация i билан кучланиш σ орасидаги боғланишни амалий мақсад аниқлиги талаби чегарасида тўғри чизиқли деб қараш мумкин. Бу эса ҳисоблашни соддалаштиради ва рухсат этилмайдиган даражадаги хатоликка олиб бормайди. (3.42) ифодадаги параметр m нинг қиймати 1 га тенг деб, умумий деформация i билан кучланиш σ ўртасидаги боғланишни грунтнинг умумий деформация модули доимий деб қараганда қуйидаги оддий тенглама билан кўрсатиш мумкин бўлади:

$$i = a_{сп}\,\sigma, \qquad (3.43)$$

яъни, таъсир этувчи кучланишнинг унчалик катта бўлмаган миқдорий ўзгаришларида, ушбу асосга биноан, грунтлар учун чизиқли деформацияланувчи жисм назариясини қўллаш мумкин бўлади. Проф. Н. М. Герсевановнинг кўрсатишича, агар умумий деформация билан кучланиш чизиқли бўлса, у ҳолда грунтлардаги кучланишни аниқлашда эластиклик назарияси ечимларини тўла қўллаш мумкин бўлади, грунтларни умумий деформациясини аниқлаш учун қўшимча шарт (масалан, ғоваклик коэффициентини босим кучига қараб ўзгариш ифодаси ва бошқалар) керак бўлади.

Юқорида айтилганлар грунтлар учун қуйидаги чизиқли деформация принципи деб аталувчи қоидани таърифлашга имкон беради, яъни босимнинг унчалик катта бўлмаган миқдорий ўзгаришида грунтларни чизиқли деформацияланувчи жисм деб қараш мумкин, бунда амалий мақсад аниқлиги даражасида, грунтлар учун умумий деформация билан кучланиш ўртасидаги боғланишни чизиқли деб олиш мумкин. Шуни қайд қилиб айтиш кераккки, грунтларнинг чизиқли деформацияланиш принципи (ўртача зичликдаги грунтларда 1—3 кгк/см^2 босим қийматида) ҳозирги замон грунтлар механикасидаги асосий принцип бўлиб, унинг асосида табиий замин грунтлари кучланиш ва деформацияларини топишдаги инженерлик ҳисоблашлар бажарилади. Бўш грунтларда эса (грунтларнинг ҳисобий қаршилиги $R \leqslant 1$ кгк/см^2 бўлганда) деформация билан кучланишнинг боғланишини эгри чизиқли деб олиш керак.

IV БОБ. ИНШООТЛАР ЗАМИНИДАГИ ҚУЧЛАНИШЛАР.* УМУМИЙ ҚОНУНЛАР

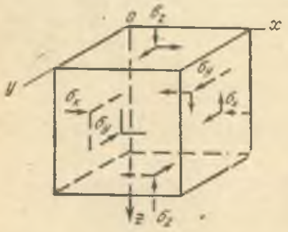
Заминда ва грунтдан кўтарилган иншоотларнинг мустаҳкамлиги ҳамда турғунлигини тўғри баҳолаш ва уларнинг чўкишини аниқлаш учун, албатта, иншоот заминида кучланишнинг тарқалиш

*Справочник проектировщика. Основания и фундаменты. Из- во литературы по ст- ву, Ленинград — Москва, 1964.

қонунларини билиш лозим. Замин грунтлари массивини чексиз ўлчамли ҳажмга эга ва бир текислик билан чегараланган деб қаралади. Бундай жисм эластиклик назариясида ярим фазо деб ном олган. Иншоотдан тушадиган ва грунт массивига таъсир қилувчи куч маълум миқдордаги кучланиш майдонини ҳосил қилиб, унинг таъсирида грунт заррачалари тегишлича ва бир текис жойлашган бўлади. Шунинг учун ҳар бир кучланиш ҳолатига ўзаро боғланган грунт заррачаларидан ташкил топган ўзгармас система тўғри келиб, у фақат берилган кучланиш майдонигагина тааллуқли бўлади. Шунингдек, боғланишнинг ўзгармас эканлигини тан олиш грунтнинг кучланиш ҳолатидаги масалаларни механик моделлар ёрдамида ечишда асос бўлиб хизмат қилади. Бунда ички боғланишнинг ҳар хил ҳолатлари ҳар хил грунтларда биргина кучланиш майдонининг таъсиридан ҳам келиб чиқишини эътиборга олиш зарур.

Грунтдаги ички боғланишларнинг ҳолати унга ҳар сафар берилган кучланишдан деформацияланиши билан аниқланади ва бу деформация ўз навбатида ҳар бир грунт типининг ўзигагина тегишли бўлиб, унинг структурасига бевосита боғлиқдир. Грунтлардаги кучланишлар чизиқли деформацияланувчи жисмлар назарияси ёрдамида ҳисобланиб аниқланади. Бунинг учун грунтга таъсир этаётган куч қўйилгач қайта олинмайди ва ташқи куч таъсирида намоён бўлувчи сиқилиш процесси тугаган деб қаралади ҳамда заминдаги босим СНиП II-1574 нинг (17) формуласи билан аниқланадиган ҳисобий босим қийматидан ошиб кетмаслиги шарти билан эластиклик назарияси ечимларидан фойдаланилади.

Грунт массивининг исталган бир нуқтасидаги кучланишнинг ҳолати қабул қилинган координата ўқлари бўйича йўналган кучланишнинг ташкил этувчилари орқали ифодаланади. Тўғри бурчакли координаталар системасида томонлари кооодината ўқларига параллел бўлган элементар кубик ажратиб олинади (IV.1-расм). Ажратилган кубикнинг қирралари бўйлаб йўналган кучланишнинг ташкил этувчилари қуйидагилар: σ_z — тик нормал кучланиш; σ_x — x ўқи бўйича йўналган горизонтал нормал кучланиш; σ_y — y ўқи бўйича йўналган горизонтал нормал кучланиш ва 3 жуфт уринма кучланишлар: τ_{zx} ва τ_{xz}, τ_{xy} ва τ_{yx}, τ_{yz} ва τ_{zy}.



IV.1- расм. Ажратилган элементар кубик.

IV.1- расмда кучланишларнинг йўналишлари кўрсатилган. Қуйида замин ва пойдеворлар курсида кўп қайд этиладиган икки хил кучланишларни кўриб чиқамиз:

1) пойдеворнинг тагидан бошлаб замин грунтида тарқалган кучланишлар;

2) пойдеворнинг бевосита таг юзасида тарқалган кучланишлар,

1-§. ПОЙДЕВОР ЗАМИНИДА ТАРҚАЛГАН КУЧЛАНИШЛАР

а. Тўпланган вертикал кучлар таъсирида замин грунтида кучланишнинг тарқалиши

Бу масаланинг ечими 1885 йилда Буссинеский томонидан берилган. IV.1 ва IV.2- расмларда кўрсатилган тўғри бурчакли координаталар системасидаги кучланишнинг ташкил этувчилари қуйидаги формулалар билан ифодаланади:

$$\left.\begin{aligned}
\sigma_z &= \frac{3}{2}\,\frac{R\cdot z^3}{\pi\cdot R^5};\\
\sigma_x &= \frac{3P}{2\pi}\left\{\frac{zx^2}{R^5}+\frac{1-2\mu}{3}\left[\frac{R^2-Rz-z^2}{R^3(R+z)}-\frac{x^2(2R+z)}{R^3(R+z)^2}\right]\right\};\\
\sigma_y &= \frac{3P}{2\pi}\left\{\frac{zy^2}{R^5}+\frac{1-2\mu}{3}\left[\frac{R^2-R\cdot z-z^2}{R^3(R+z)}-\frac{y^2(2R+z)}{R^3(R+z)^2}\right]\right\};\\
\tau_{zy} &= -\frac{3P}{2\pi}\cdot\frac{y\cdot z^2}{R^5};\\
\tau_{zx} &= -\frac{3P}{2\pi}\cdot\frac{xz^2}{R^5};\\
\tau_{xy} &= \frac{3P}{2\pi}\left[\frac{xyz}{R^5}-\frac{1-2\mu}{3}\cdot\frac{xy(2R+z)}{R^3(R+z)^2}\right].
\end{aligned}\right\}\quad (4.1)$$

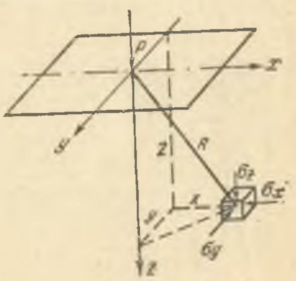
Кучланишнинг σ_z ташкил этувчисини жадвал ёрдамида ҳам аниқласа бўлади (4.1- жадвал). Жадвални тузишда вертикал йўналган нормал кучланиш σ_z нинг формуласи қуйидаги кўринишга келтирилади:

$$\sigma_z = \frac{3P\cdot z^3}{2\pi\cdot R^5} = K\cdot\frac{P}{z^2},\quad (4.2)$$

бу ерда

$$K = \frac{3}{2\pi}\cdot\frac{1}{\left[1+\left(\frac{r}{z}\right)^2\right]^{5/2}}.$$

K нинг қиймати $\frac{r}{z}$ нисбатнинг ўзгаришига қараб топилади ва унинг сон миқдорлари 4.1- жадвалда берилган.



IV.2- расм. Тўпланган куч таъсирида заминда ҳосил бўлган кучланишни топиш масаласи учун схема.

б. Тўртбурчак кўринишидаги майдонга текис тарқалган тик куч таъсирида замин чуқурлигида кучланишнинг тарқалиши

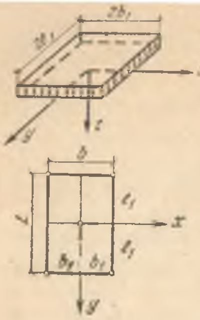
Бунинг ечими тўпланган кучларни икки марта интеграллаш йўли билан топилади. Интеграллаш $-l_1$ ва $+l_1$ ҳамда $-b_1$ ва $+b_1$ оралиқларида амалга оширилади (IV.3- расм).

4.1-жадвал. Тўпланган вертикал кучлар учун K нинг қийматлари

Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k	Нисбат $\frac{r}{z}$	Коэффициент k
0,00	0,4775	0,25	0,4103	0,50	0,2733	0,75	0,1565	1,00	0,0844	1,25	0,0454	1,50	0,0251	1,80	0,0129
0,01	0,4773	0,26	0,4054	0,51	0,2679	0,76	0,1527	1,01	0,0823	1,26	0,0443	1,51	0,0245	1,82	0,0124
0,02	0,4770	0,27	0,4004	0,52	0,2625	0,77	0,1491	1,02	0,0803	1,27	0,0433	1,52	0,0240	1,84	0,0119
0,03	0,4764	0,28	0,3954	0,53	0,2571	0,78	0,1455	1,03	0,0783	1,28	0,0422	1,53	0,0234	1,86	0,0114
0,04	0,4756	0,29	0,3902	0,54	0,2518	0,79	0,1420	1,04	0,0764	1,29	0,0412	1,54	0,0229	1,88	0,0109
0,05	0,4745	0,30	0,3849	0,55	0,2466	0,80	0,1386	1,05	0,0744	1,30	0,0402	1,55	0,0224	1,90	0,0105
0,06	0,4732	0,31	0,3796	0,56	0,2414	0,81	0,1353	1,06	0,0727	1,31	0,0393	1,56	0,0219	1,92	0,0101
0,07	0,4717	0,32	0,3742	0,57	0,2363	0,82	0,1320	1,07	0,0709	1,32	0,0384	1,57	0,0214	1,94	0,0097
0,08	0,4699	0,33	0,3687	0,58	0,2313	0,83	0,1288	1,08	0,0691	1,33	0,0374	1,58	0,0209	1,96	0,0093
0,09	0,4679	0,34	0,3632	0,59	0,2263	0,84	0,1257	1,09	0,0674	1,34	0,0365	1,59	0,0204	1,98	0,0089
0,10	0,4657	0,35	0,3577	0,60	0,2214	0,85	0,1226	1,10	0,0558	1,35	0,0357	1,60	0,0200	2,00	0,0085
0,11	0,4633	0,36	0,3521	0,61	0,2165	0,86	0,1196	1,11	0,0641	1,36	0,0348	1,61	0,0195	2,10	0,0070
0,12	0,4607	0,37	0,3465	0,62	0,2117	0,87	0,1166	1,12	0,0626	1,37	0,0340	1,62	0,0191	2,20	0,0058
0,13	0,4579	0,38	0,3408	0,63	0,2070	0,88	0,1138	1,13	0,0610	1,38	0,0332	1,63	0,0187	2,30	0,0048
0,14	0,4548	0,39	0,3351	0,64	0,2024	0,89	0,1110	1,14	0,0595	1,39	0,0324	1,64	0,0183	2,40	0,0040
0,15	0,4516	0,40	0,3294	0,65	0,1978	0,90	0,1083	1,15	0,0581	1,40	0,0317	1,65	0,0179	2,50	0,0034
0,16	0,4482	0,41	0,3238	0,66	0,1934	0,91	0,1057	1,16	0,0567	1,41	0,0309	1,66	0,0175	2,60	0,0029
0,17	0,4446	0,42	0,3138	0,67	0,1889	0,92	0,1031	1,17	0,0553	1,42	0,0302	1,67	0,0171	2,70	0,0024
0,18	0,4409	0,43	0,3124	0,68	0,1846	0,93	0,1005	1,18	0,0539	1,43	0,0295	1,68	0,0167	2,80	0,0021
0,19	0,4370	0,44	0,3068	0,69	0,1804	0,94	0,0981	1,19	0,0526	1,44	0,0288	1,69	0,0163	2,90	0,0017
0,20	0,4329	0,45	0,3011	0,70	0,1762	0,95	0,0956	1,20	0,0513	1,45	0,0282	1,70	0,0160	3,00	0,0015
0,21	0,4286	0,46	0,2955	0,71	0,1721	0,96	0,0933	1,21	0,0501	1,46	0,0275	1,72	0,0153	3,50	0,0007
0,22	0,4242	0,47	0,2899	0,72	0,1681	0,97	0,0910	1,22	0,0489	1,47	0,0269	1,74	0,0147	4,00	0,0004
0,23	0,4197	0,48	0,2843	0,73	0,1641	0,98	0,0887	1,23	0,0477	1,48	0,0263	1,76	0,0141	4,50	0,0002
0,24	0,4151	0,49	0,2188	0,74	0,1603	0,99	0,0865	1,24	0,0466	1,49	0,0257	1,78	0,0135	5,00	0,0001

4.2-жадвал. α ва α_y коэффициентларнинг қийматлари

m	Тўғри тўртбурчак пойдевор таги томонларининг ўзаро нисбати $n = \frac{l}{b}$											10 ва ундан ортиқ (қайишсимон пойдевор)
	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	4	5	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,960	0,968	0,972	0,974	0,975	0,976	0,976	0,977	0,977	0,977	0,977	0,977
0,8	0,800	0,830	0,848	0,859	0,806	0,870	0,875	0,878	0,879	0,880	0,881	0,881
1,2	0,606	0,652	0,682	0,703	0,717	0,727	0,740	0,746	0,749	0,753	0,754	0,755
1,6	0,449	0,496	0,532	0,558	0,578	0,593	0,612	0,623	0,630	0,636	0,639	0,642
2,0	0,336	0,379	0,414	0,441	0,463	0,481	0,505	0,520	0,529	0,540	0,545	0,550
2,4	0,257	0,294	0,325	0,352	0,374	0,392	0,419	0,437	0,449	0,462	0,470	0,477
2,8	0,201	0,232	0,260	0,284	0,304	0,321	0,350	0,369	0,383	0,400	0,410	0,420
3,2	0,160	0,187	0,210	0,232	0,251	0,267	0,294	0,314	0,329	0,348	0,360	0,374
3,6	0,130	0,153	0,173	0,192	0,209	0,224	0,250	0,270	0,285	0,305	0,320	0,337
4,0	0,108	0,127	0,145	0,161	0,176	0,190	0,214	0,233	0,248	0,270	0,285	0,306
4,4	0,091	0,107	0,122	0,137	0,150	0,163	0,185	0,203	0,218	0,239	0,256	0,280
4,8	0,077	0,092	0,105	0,118	0,130	0,141	0,161	0,178	0,192	0,213	0,230	0,258
5,2	0,066	0,079	0,091	0,101	0,112	0,123	0,141	0,157	0,170	0,191	0,208	0,239
5,6	0,058	0,069	0,079	0,089	0,099	0,108	0,124	0,139	0,152	0,172	0,189	0,223
6,0	0,051	0,060	0,070	0,078	0,087	0,095	0,110	0,124	0,136	0,155	0,172	0,208
6,4	0,045	0,053	0,062	0,070	0,077	0,085	0,098	0,111	0,122	0,141	0,158	0,196
6,8	0,040	0,048	0,055	0,062	0,069	0,076	0,088	0,100	0,110	0,123	0,144	0,184
7,2	0,036	0,042	0,049	0,056	0,062	0,068	0,080	0,090	0,100	0,117	0,133	0,175
7,6	0,032	0,038	0,044	0,050	0,056	0,062	0,072	0,082	0,091	0,107	0,123	0,166
8,0	0,029	0,035	0,040	0,046	0,051	0,056	0,066	0,075	0,084	0,098	0,113	0,158
8,4	0,026	0,032	0,037	0,042	0,046	0,051	0,060	0,069	0,077	0,091	0,105	0,150
8,8	0,024	0,029	0,034	0,038	0,042	0,047	0,055	0,063	0,070	0,084	0,098	0,144
9,2	0,022	0,026	0,031	0,035	0,039	0,043	0,051	0,058	0,065	0,078	0,091	0,137
9,6	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,047	0,054	0,060	0,072	0,085	0,132
10,0	0,019	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,044	0,050	0,056	0,067	0,075	0,196
11,0	0,017	0,020	0,023	0,027	0,029	0,033	0,040	0,044	0,050	0,060	0,071	0,114
12,0	0,015	0,018	0,020	0,024	0,026	0,028	0,034	0,038	0,044	0,051	0,060	0,104



IV.3- расм. Тўртбурчак кўринишидаги майдонга текис тарқалган тик куч таъсирида замин чукурлигида ҳосил бўлган кучланишни топиш масаласига оид схема.

Кучланишнинг ташкил этувчиси σ_z топиладиган ифодани А. Ляв ишлаб чиққан. Кучланишларнинг барча ташкил этувчиларини ҳисоблаш учун тегишли ифодалар В. Короткин томонидан берилган. Юк тушувчи майдон марказидан ўтадиган тик чизиқда жойлашган нуқталар учун нормал кучланишлар қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\sigma_{zo}=\frac{2P}{2\pi}\left[\operatorname{arctg}\frac{b_1l_1}{z\sqrt{b_1^2+l_1^2+z^2}}+\right.$$

$$\left.+\frac{b_1l_1z\,(b_1^2+l^2+2z^2)}{(b_1^2+z^2)\,(l_1^2+z^2)\sqrt{b_1^2+l_1^2+z^2}}\right] \quad (4.3)$$

Текисликнинг бирор бурчагидан ўтувчи тик ўқда жойлашган z чуқурликдаги нуқталар учун қуйидаги кўринишдаги формула мавжуд:

$$\sigma_{zy}=\frac{P}{2\pi}\left[\frac{4b_1\cdot l_1\cdot z\,(4b_1^2+4l_1^2+2z^2)}{(4b_1^2+z^2)\,(4l_1^2+z^2)\sqrt{4b_1^2+4l_1^2+z^2}}+\right.$$

$$\left.+\operatorname{arctg}\frac{4b_1l_1}{z\sqrt{4b_1^2+4l_1^2+z^2}}\right]. \quad (4.4)$$

4.1- жадвалдан фойдаланиш учун (4.3) ва (4.4) формулалар қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\sigma_{zo}=\alpha\cdot P, \quad (4.3)$$

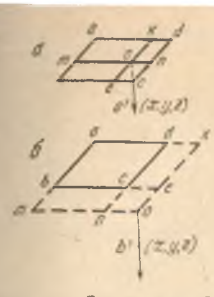
$$\sigma_{zy}=\alpha_y\cdot\frac{P}{4}. \quad (4.4)$$

4.2- жадвалда К. Е. Егоров томонидан ҳисобланган α ва α_y нинг қийматлари қуйидаги нисбатларга боғлиқ ҳолда берилган:

$$m=\frac{z}{b_1}=\frac{2z}{b} \text{ ва } n=\frac{l_1}{b_1}=\frac{l}{b} \ (\alpha \text{ учун}),$$

$$m=\frac{z}{2b_1}=\frac{z}{b} \text{ ва } n=\frac{l}{b} \ (\alpha_y \text{ учун}).$$

4.2- жадвал ёрдамида заминнинг исталган нуқтасидаги кучланиш σ_z нинг «бурчак нуқталари» усулида аниқланган қийматини топиш мумкин. Бунинг учун агар нуқта O' ётган тик чизиқ юк қўйилган *abcd* майдонни кесиб ўтган бўлса, у ҳолда бу майдон IV.4- расмда кўрсатилганидек тўртта тўртбурчакка бўлинади: *okdm*, *ombe*, *okdn* ва *oecn*. Кейин ҳар бир тўртбурчак орқали таъсир қила-

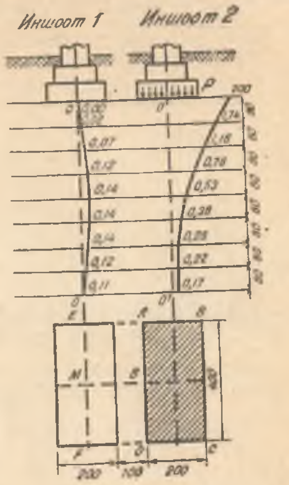


IV.4- расм. Бурчак нуқталар усулида кучланишни топишга оид схема.

диган кучлардан ҳосил бўладиган O' (x,y,z) нуқтадаги кучланишларни алоҳида топилади ва олинган натижалар қўшилади.

Агар O' нуқта ётган тик чизиқ юк қўйилган *abcd* майдонни кесиб ўтмаса, у ҳолда IV.4- расм *б* да кўрсатилганидек иш тутилиб, *okam*, *oebm*, *okdn* ва *oecn* майдонларидаги кучлар таъсиридан алоҳида кучланишлар топилади, шундан сўнг *abcd* майдон орқали берилаётган куч таъсиридан O' нуқтасидан ўтувчи тик ўқ йўналишидаги кучланиш ушбу ифода орқали топилади

$$\sigma=\sigma\,(okam)-\sigma\,(oebm)-\sigma\,(okdn)+\sigma\,(oecn). \quad (4.5)$$



IV.5- расм. Мисолда берилган шарт бўйича иншоотлар ўқи бўйича заминда кучланишнинг тарқалиши.

4.1- мисол. Илгари қурилган №1 иншоот билан ёнма-ён қилиб №2 янги иншоот қуриш натижасида иккала иншоот пойдеворларининг ўқларида ҳосил бўлувчи вертикал нормал кучланишнинг эпюрасини чизиш талаб этилсин (IV.5- расм).

№ 2 иншоотнинг пойдевор таг юзасида ҳосил бўлган босимнинг ўртача қиймати $P=2$ кгк/см². Иншоотларнинг ўзаро жойлашиши ва пойдевор таг юзаси ўлчамлари расмда кўрсатилган.

Иншоот пойдевори таг юзасига нисбатан 0,8; 1,6; 2,4; 3,2; 4,0; 4,8; 5,6; 6,4 м чуқурликда ётган нуқталардаги кучланишлар эпюрасини қуриш талаб этилади.

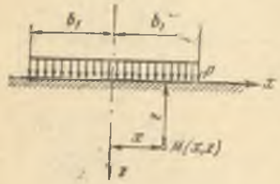
Ечим жадвал тарзида берилади (4.3- жадвал).

$$\left.\begin{aligned}
\sigma_z &= \sigma_r \cdot \cos^2\beta = \frac{2P}{\pi r}\cos^3\beta = \frac{2P}{\pi}\cdot\frac{z^3}{(x^2+z^2)^2};\\
\sigma_x &= \sigma_r \cdot \sin^2\beta = \frac{P}{\pi r}\cdot\sin\beta\cdot\sin 2\beta = \frac{2P}{\pi}\cdot\frac{x^2 z}{(x^2+z^2)^2};\\
\tau_{zx} &= \sigma_z\cdot\sin\beta\cdot\cos\beta = \frac{P}{\pi r}\cos\beta\cdot\sin 2\beta =\\
&= \frac{2P}{\pi}\cdot\frac{xz^2}{(x^2+z^2)^2}.
\end{aligned}\right\} \quad (4.8)$$

е. Полоса бўйича бир текисда тарқалган тик кучлар таъсирида ҳосил бўладиган кучланиш ва тўкма тупроқлар заминидаги кучланиш

$M(x, z)$ нуқтадаги бир текис тарқалган кучлар таъсирида (IV.7-расм) ҳосил бўладиган кучланишнинг ташкил этувчилари қуйидаги ифодалар асосида топилади:

$$\left.\begin{aligned}
\sigma_z &= \frac{P}{\pi}\left(\operatorname{arctg}\frac{b_1-x}{z} + \operatorname{arctg}\frac{b_1+x}{z}\right) - \\
&- \frac{2b_1\cdot P\cdot z\cdot(x^2-z^2-b_1^2)}{\pi\left[(x^2+z^2-b_1^2)^2+4b_1^2\cdot z^2\right]};\\
\sigma_x &= \frac{P}{\pi}\left(\operatorname{arctg}\frac{b_1-x}{z} + \operatorname{arctg}\frac{b_1+x}{z}\right) + \\
&+ \frac{2b_1\cdot P\cdot z\,(x^2-z^2-b_1^2)}{\pi\left[(x^2+z^2-b_1^2)^2+4b_1^2\cdot z^2\right]};\\
\tau_{zx} &= \frac{4\,b_1\cdot P\cdot x\cdot z^2}{\pi\left[(x^2+z^2-b_1^2)^2+4b_1^2\cdot z^2\right]}.
\end{aligned}\right\} \quad (4.9)$$



IV.7-расм. Полоса бўйлаб текис тарқалган кучлар таъсирида заминда ҳосил бўлган кучланишларни топиш схемаси.

Кучланиш σ нинг сон қиймати куч интенсивлиги P бўйича бирлик қийматда 4.5- жадвалда берилган. «M» нуқтадаги бош нормал кучланишларни топиш ифодалари 1902 й инглиз олими Мичелл томонидан IV.7- расмга биноан чиқарилган (4.4), яъни

$$\left.\begin{aligned}
\sigma_1 &= \frac{P}{\pi}(2\beta + \sin 2\beta),\\
\sigma_2 &= \frac{P}{\pi}(2\beta - \sin 2\beta).
\end{aligned}\right\} \quad (4.11)$$

IV.8-расмда берилган кучлар учун кучланишлар эллипсларининг жойланиши кўрсатилган. Исталган нуқтадаги энг катта бош кучланиш σ_1 нинг йўналиши кўриш бурчаги 2β нинг биссектрисасига мос тушади.

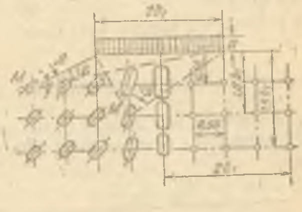
4.5- жадвал. Полоса бўйича текис тарқалган тик куч таъсиридан кучланиш $\frac{\sigma_z}{P}$

z/b_1 \ x/b_1	0,00	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,1	1.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2	0,998	0,996	0,996	0,996	0,989	0,961	0,499	0,010	0,005	0,000	0,000	0,000
0,3	0,993	0,996	0,987	0,985	0,965	0,910	0,498	0,030	0,005	0,001	0,000	0,000
0,5	0,960	0,960	0,954	0,942	0,907	0,808	0,496	0,090	0,019	0,002	0,001	0,000
0,7	0,906	0,905	0,900	0,887	0,830	0,732	0,489	0,148	0,042	0,005	0,004	0,001
1,0	0,823	0,820	0,815	0,807	0,728	0,651	0,479	0,218	0,084	0,017	0,005	0,003
1,5	0,670	0,665	0,611	0,647	0,607	0,552	0,449	0,262	0,145	0,050	0,015	0,007
2,0	0,540	0,540	0,543	0,535	0,511	0,475	0,409	0,288	0,185	0,071	0,029	0,013
3,0	0,397	0,390	0,395	0,383	0,379	0,354	0,334	0,272	0,211	0,114	0,059	0,032
4,0	0,306	0,305	0,304	0,303	0,292	0,291	0,275	0,243	0,205	0,134	0,083	0,051
5,0	0,242	0,242	0,242	0,242	0,239	0,237	0,231	0,215	0,188	0,140	0,094	0,065

Текис тарқалган куч таъсиридан ҳосил буладиган ва тўким замини грунтларидаги тик нормал кучланишлар IV.9- расмда берилган И. Остерберг чизмаси орқали қулай топилади. Кучланишлар қуйидаги формула бўйича топилади (4.5):

$$\sigma_z = J\cdot p,$$

бу ерда $J\left(\frac{a}{z}, \frac{b}{z}\right)$ функцияси IV.9- расмда берилган чизма бўйича топилади.



IV.8- расм. M нуқтадан бош нормал кучларни топиш учун схема.

4.2- мисол. IV. 10- расмда тасвирланган уч ҳол учун M нуқтадаги σ_z кучланишни топинг.

1- ҳ о л $\frac{a}{z} = 0$; $\frac{b}{z} = 1$.

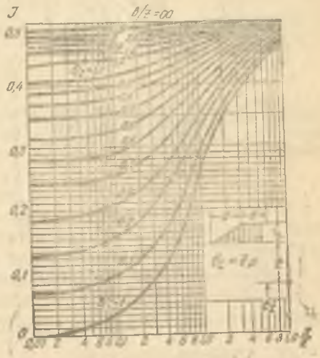
Чизма бўйича, $J = 0{,}41$. У ҳолда

$$\sigma_z = 2\cdot 0{,}41\cdot p = 0{,}82\,p.$$

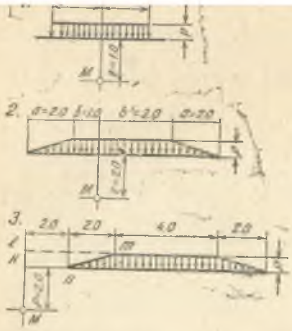
2- ҳ о л. M нуқтанинг чап томонидаги кучлар учун

$$\frac{a}{z} = 1;\quad \frac{b}{z} = 0{,}5;\quad J = 0{,}39.$$

M нуқтанинг ўнг томонидаги кучлар учун:



IV.9- расм. Тўкма грунтли заминдаги тик нормал кучларни топиш учун Остерберг чизмаси.



IV.10-расм. 4.2-мисолга оид чизма.

[illegible]

M нуқтадаги кучланиш

$$\sigma_z = (0{,}39 + 0{,}48)\,p = 0{,}87 \cdot p.$$

3-ҳол. Кучланишни топиш учун *klmn* эпюрасидан ташкил топган сохта манфий куч қуямиз.

Тула куч учун

$$\frac{a}{z} = 1; \quad \frac{b}{z} = 4; \quad J = 0{,}50.$$

Сохта куч учун

$$\frac{a}{z} = 1; \quad \frac{b}{z} = 1; \quad J = -0{,}46.$$

у ҳолда

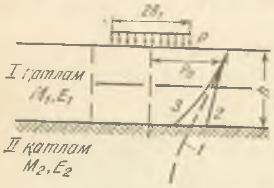
$$\sigma_z = (0{,}50 - 0{,}46)\,p = 0{,}04\,p.$$

2-§. БИР ЖИНСЛИ БЎЛМАГАН ЗАМИН

Заминнинг бир жинсли бўлмаслиги ҳисоблаш амалиётида одатда қуйидаги икки ҳолнинг бири буйича эътиборга олинади:

1) грунт қатлами сиқилмайдиган заминга — қояга ётқизилган ҳол;

2) нисбатан кам сиқилувчи қатлам остида таг тушам қатлами купроқ сиқилувчи (буш) грунт булган ҳол.



IV.11-расм. Текис тарқалган куч қўйилган тўртбурчакли майдон ўртасидан ўтган уқ бўйича тик нормал кучланишлар тарқалишининг схематик эпюралари.

IV.11-расмда бир жинсли заминда *1* ва таг тушами қаттиқ *2* ва буш *3* ҳоллар учун текис тарқалган куч қуйилган тўртбурчаклик майдон ўртасидан ўтган уқ буйича тик нормал кучланишлар тарқалишининг схематик эпюралари берилган.

Келтирилган эпюралардан куринишича, қатламлар туташган жойда кучланиш концентрацияси таг тушам қатлами буш булган ҳолда камайиб, қаттиқ булган ҳолда купаяр экан.

4.6-жадвалда текис тарқалган кучлар қўйилган айлана ва тўғри тўртбурчаклик шаклидаги майдонларнинг оғирлик марказлари остида, сиқилмайдиган қатлам билан туташган ҳолда $\frac{\sigma_z}{p}$ қийматларининг ўзгариши берилган.

4.6-жадвал. $x = 0$ ва $y = 0$ нуқтал[illegible] **билан туташган ҳолда $\frac{\sigma_z}{p}$ қийматлари**

$\frac{h}{b_1}$	Айлана (радиус b_1)	Томонлари нисбати $n = \frac{l}{b}$ бўлган тўртбурчаклик				Лента $n = \infty$ [?]
		$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 10$	
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,25	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009
0,50	1,064	1,053	1,033	1,033	1,033	1,033
0,75	1,072	1,082	1,059	1,059	1,059	1,059
1,00	0,965	1,027	1,039	1,026	1,025	1,025
2,00	0,473	0,541	0,717	0,769	0,761	0,761
3,00	0,249	0,298	0,474	0,549	0,560	0,560
5,00	0,098	0,125	0,222	0,287	0,359	0,359

Бўш таг тўшамли қатламда параметрларга қараб кучланиш қуйидагича аниқланади:

$$v = \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{1-\mu_2^2}{1-\mu_1^2},$$

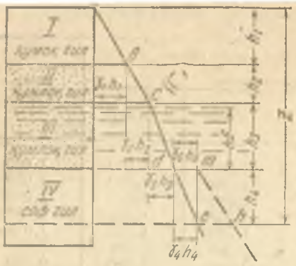
бу ерда E_1 ва μ_1 — биринчи қатламнинг деформация модули ва ёнга деформацияланиш коэффициенти; E_2 ва μ_2 — иккинчи таг тушам қатламининг деформация модули ва деформацияланиш коэффициенти 4.7-жадвалда текис тарқалган куч қўйилган полоса юзали майдоннинг ўқи бўйича бўш таг тушамли замин юзасида параметрларга қараб $\frac{\sigma_z}{p}$ нинг ўзгариш қийматлари берилган.

4.7-жадвал. Полоса кўринишидаги майдоннинг ўқи бўйича бўш таг тўшамли замин юзасидаги $\frac{\sigma_z}{p}$ қийматлари

$\frac{h}{b_1}$	$v = 1$	$v = 5$	$v = 10$	$v = 15$
0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,5	1,02	0,95	0,87	0,82
1,0	0,90	0,69	0,58	0,52
2,0	0,60	0,41	0,33	0,29
3,33	0,39	0,26	0,20	0,18
5,0	0,27	0,17	0,16	0,12

3-§. ГРУНТНИНГ ЎЗ ОҒИРЛИГИДАН ҲОСИЛ БЎЛГАН КУЧЛАНИШЛАР

Грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўлган тик нормал кучланишлар $\sigma_б$ IV.12-расмда курсатилганидек (*abcde* чизиғи) қаралаётган қатлам чуқурлигига пропорционал равишда ўсиб борувчи деб қабул қилинади.



IV.12- расм. Замин грунтининг ўз оғирлигидан чуқурлик бўйича ошиб борувчи тик нормал кучланиш эпюраси

қатламининг чегарасидаги кучланиш қиймати $\sigma_б$ қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\sigma_б = \sum_{i=1}^{n} \gamma_{oi} h_i, \qquad (4.11)$$

бу ерда n — грунтнинг кунгай юзасидан қаралаётган чуқурликкача бир жинсли бўлмаган қатламлари сони; γ_{oi} — i- грунт қатламининг ҳажмий оғирлиги; h_i — i-грунт қатламининг қалинлиги.

Ер ости сувлари сатҳидан чуқурда жойлашган сув ўтказувчан грунтларнинг ҳажмий оғирлиги сувнинг кўтарувчи таъсири ҳисобига камайган деб қабул қилинади, яъни

$$\gamma_{муал} = \frac{\gamma_y - \gamma_w}{1 + e_0} \text{ ёки } \gamma_{муал} = (\gamma_y - \gamma_w)(1 - n_0),$$

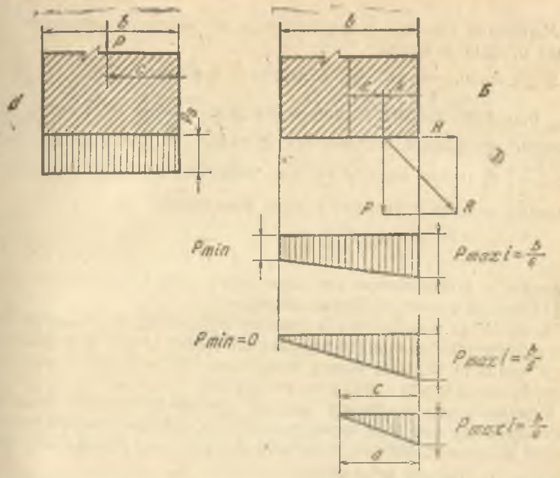
бу ерда $\gamma_{муал}$ грунтнинг сувда ўз оғирлигини йўқотган ҳолидаги ҳажмий оғирлиги, ёки сув кўтариб тургандаги ҳажмий оғирлиги. Амалда сув ўтказмайдиган грунтларни сувбардош қатлам сифатида қаралади ва улар учун сувнинг кўтариш таъсир кучи тадбиқ этилмайди. Сувбардош қатламни юқорисидан сув устуни босади, натижада кучланиш эпюрасида горизонтал сакраш ҳосил қилади. Агар, мисол учун IV. 12- расмдаги IV қатлам грунтини сувбардош (водоупорный) қатлам деб қарасак, эпюра $\sigma_б$ $abcdmn$ чизиқлар билан берилган кўринишда бўлади. Бу эпюрадаги dm сакраш қиймати юқори қатламда ётувчи баландлиги h_b га тенг бўлган сув устуни оғирлиги билан аниқланади $\gamma_w \cdot h_b$ (бу ерда γ_w — сувнинг ҳажмий оғирлиги). Грунтларнинг ўз оғирлиги таъсирида ҳосил бўладиган горизонтал нормал кучланишлар ушбу тенглама билан топилади

$$\sigma_x = \sigma_y = \zeta \cdot \sigma_б, \qquad (4.12)$$

бу ерда ζ — грунтнинг ёнга босим коэффициенти (III бобга қаранг).

4-§. ПОЙДЕВОРНИНГ БЕВОСИТА ТАГ ЮЗАСИДА ТАРҚАЛГАН КУЧЛАНИШЛАР

Пойдевор таг юзасидаги кучланишнинг тарқалиши пойдеворнинг каттиқлигига ва унинг ўлчамларига, грунтнинг хоссаларига ва таъсир этувчи кучларнинг характерига боғлиқ. Етарли даражада қаттиқ пойдевор таг юзасидаги реактив босим тарқалишининг тахминий қийматини материаллар қаршилиги формулалари бўйича аниқ-



IV.13- расм. Пойдевор таг юзасидаги кучланишларни аниқлашнинг соддалаштирилган схемаси:

а — куч марказга қўйилган; *б* — марказдан ташқари қўйилган.

лаш мумкин (IV.13- расм). Бу ҳолда грунтдаги кучланиш интенсивлиги

а) марказий сиқилишда

$$p = \frac{P}{F}, \qquad (4.13)$$

бунда P — пойдевор тагига берилаётган вертикал куч; F — P куч таъсир қиладиган пойдеворнинг таг юзаси;

б) марказдан ташқари сиқилишда

$$p_{\frac{max}{min}} = \frac{P}{F}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) \qquad (4.14)$$

ёки

$$p_{\frac{max}{min}} = \frac{P}{F} \pm \frac{\Sigma M_x}{J_x} \cdot y \pm \frac{\Sigma M_y}{J_y} \cdot x, \qquad (4.14)'$$

бунда e — пойдевор таг юзасининг оғирлик марказига нисбатан P кучларнинг эксцентриситети; b—пойдевор тагининг эни: M_x ва M_y— инерция бош ўқларига нисбатан ташқи кучларнинг моментлари; J_x, J_y — шу ўқларга нисбатан инерция моментлари; x ва y — қаралаётган нуқтанинг координаталари.

Марказдан ташқари таъсир вақтида кучланишлар эпюралари уч **хилда** булиши мумкин.

Эксцентрицитет $e < \frac{b}{6}$ булганда — трапеция, бунда p_{max} ва p_{min} бир хил ишорага эгадир — «мусбат»; $e = \frac{b}{6}$ (куч кесим ядросининг чегарасида жойлашган) булганда учбурчак ва $p_{min} = 0$; $e > \left(\frac{b}{6}\right)$ булганда асоси a га тенг учбурчак. Бу ҳолда грунтдаги кучланиш қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$p_{max} = \frac{2}{3}\frac{P}{Ka}, \qquad (4,\ 15)$$

бу ерда K — пойдеворнинг энг яқин четкасидан тенг таъсир этувчи куч қуйилган нуқтагача булган масофа.

Назарий ва амалий текширишлар курсатадики, пойдевор таг юзаси буйича тарқаладиган кучланишларнинг ҳақиқий эпюралари тугри чизиқли булмай, балки параболик ёки эгри чизиқ куринишида булади (пластик деформациялар).

Кенг майдонли штамплар орқали қумли грунтларда утказилган тажрибалар ҳам эгри чизиқли шаклдаги кучланишлар эпюрасини беради. Кучланишнинг максимал қиймати $p_{max} = (1,6 - 3,0)\,P_0$ гача узгариши тажрибада исботланган.

Агар чегаравий мувозанат соҳаси ҳисобга олмаслик даражада кичик булса, абсолют қаттиқ пойдеворлар таг юзасидаги кучланишларнинг тарқалишини эластиклик назариясининг тегишли усуллари орқали аниқлаш мумкин. Марказий куч таъсир қилаётган абсолют қаттиқ пойдеворнинг ҳамма нуқталарининг тик силжиши бирдай деб қаралади, у ҳолда бундаги ярим фазо грунт юзасининг тик деформацияси кучланишни аниқлаш шарти булиб хизмат қилади.

Буссинеск ва Шлейхер бевосита пойдеворнинг айлана юзаси остидаги кучланишни аниқлаш ечимини беришган:

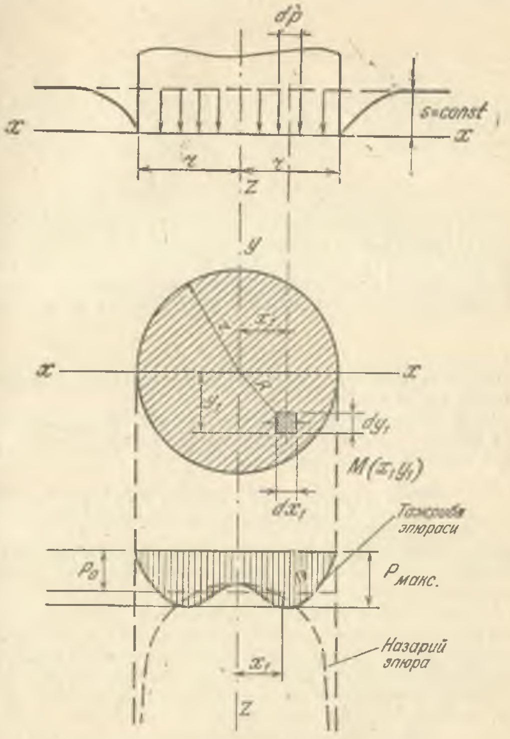
$$p = \frac{P_0}{2\sqrt{1 - R^2/r^2}}, \qquad (4.16)$$

бу ерда p — пойдевор таг юзасининг исталган нуқтасидаги кучланиш, кгк/см²; r — айланма майдоннинг радиуси (IV.14- расм); P_0 — пойдевор таги буйича кучланишнинг уртача қиймати; R — координата уқлари бошидан M нуқтагача булган масофа, см.

Агар (4.16) формулага R нинг ҳар хил қийматлари қуйилса,

$$R = 0 \text{ да } p = 0{,}5\ P_0$$
$$R = 0{,}5r \text{ да } p = 0{,}58\ P_0$$
$$R = 0{,}75r \text{ да } p = 0{,}76\ P_0$$
$$R = r \text{ да } p = \infty \text{ келиб чиқади.}$$

Куриниб турибдики, (абсолют қаттиқ) айлана шаклдаги штамп майдони четкаларидаги нуқталар учун (4.16) формула кучланишларнинг чексиз катта қийматларини беради. Аммо грунт белгиланган



IV.14- расм. Айлана юзали пойдевор остидаги грунтда кучланиш ҳосил булиши.

миқдордан катта кучни қабул қила олмайди, шунинг учун штамп айланаси буйича пластик деформациялар вужудга келади, булар ҳисобига эса кучланишларнинг қайта тақсимланиши юз беради.

Бундай кучланишлар эпюраси IV.14- расмдаги куринишни олади. К. Е. Егоров марказдан ташқари куч таъсир этаётган абсолют қаттиқ айлана штамп остидаги кучланишларни аниқлаш учун қуйидаги формулани тавсия қилди:

$$p = \frac{\left(1 + \frac{3ex}{r^2}\right) \cdot P_0}{2\pi r \sqrt{r^2 - x^2 - y^2}}, \tag{4.17}$$

бу ерда х, у — қаралаётган нуқтанинг координаталари; е — куч қуйилган нуқтанинг эксцентриситети. Лентасимон (ясси масала) куринишдаги куч таъсир қилган ҳолда абсолют қаттиқ пойдевор таги буйича босим Садовский формуласи буйича топилиши мумкин.

$$p = \frac{2P_0}{\pi \sqrt{1 - \left(\frac{x}{в_1}\right)^2}}, \tag{4.18}$$

бунда P_0 — пойдевор таг юзаси бирлигига туғри келадиган уртача босим, кгк/см²; x — пойдевор уртасидан қаралаётган нуқтагача булган масофа; $в_1$ — пойдевор таг юзасининг ярим эни, см. Лентасимон пойдевор кундаланг кесими оғирлик маркази остидаги кучланиш ординатаси $x=0$ да қуйидаги тенглик билан ифодаланиши мумкин:

$$p_x = 0{,}637\ P_0.$$

Бундан куринадики, p_x айланма юзалик пойдевор остидаги кучланишдан катта булади.

В. А. Гостев марказга йуналган тик куч таъсир этувчи лентасимон пойдевор таги юзаси буйича тарқалган кучланишини аниқлаш учун қуйидаги формулани тавсия қилди:

$$p = \frac{P_0}{\pi \sqrt{в_1^2 - x^2}} \left(1 + \frac{2ex}{в_1^2} - \frac{2q \cdot в_1}{P_0}\right) + q. \tag{4.20}$$

Ёндан қуйилган куч q булмаган ҳолда, формула қуйидаги ҳолига келади:

$$p = \frac{P_0}{\pi \sqrt{в_1^2 - x^2}} \left(1 + 2\frac{ex}{в_1^2}\right). \tag{4.20'}$$

Бевосита пойдевор таги юзаси остидаги кучланишларни аниқлаш формулалари анча куп булишига қарамай, реал грунтлар ва реал пойдеворлар эътиборга олинса, бу масалани узил-кесил ечилган деб ҳисоблаш мумкин эмас.

Туғри туртбурчак пойдевор ва квадрат куринишидаги қаттиқ плиталар таги юзасидаги кучланишларни топиш учун профессор М. И. Горбунов-Посадовнинг тақрибий ечимлари бор. Булар интеграл тенгламаларни иккинчи даражали қаторга ёйишга асосланган. Пойдевор таг юзаси буйича грунтда кучланишларнинг тарқалиш қонуни қуйидаги тенглама билан ифодаланади деб тахмин қилинади:

$$p_{x,y} = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} a_{ij} \ldots x^i y^j$$

Бунда i, j — x ва y уқлар буйича мос равишда жойлашган қаторлар ҳадлари сони; x, y — плиталар таянч майдони нуқтасининг a_1 ва $в_1$ тугри бурчак томонларига келтирилган координаталари, яъни

$$x = \frac{x_1}{a_1} \text{ ва } y = \frac{y_1}{в_1}.$$

x, y — балка уртасидан қаралаётган кесимгача булган масофа; a_{ij} — плиталарнинг ташқи куч таъсиридан келиб чиқадиган мувозанат шарти-реактив босимлар ва плиталарнинг грунтга бевосита тегиб туриши мувозанати шартидан ёки бошқача қилиб айтганда грунт ёки штампнинг таяниш юзасидаги исталган нуқтада тик силжишлар тенглигидан аниқланадиган коэффициент.

Куп ҳолларда реактив босимлар (тор пойдевор балкаларида) юза бирлигида эмас, балки узунлик бирлигида ҳисобланади, у ҳолда:

$$p_x = \sum_{i=0}^{\infty} a_i x^i\ . \tag{4.21}$$

Шунингдек, амалий тақрибий ечим учун қаторга хадларнинг чекланган сони n олинади. Бу ҳолда (4.21) ифода қуйидаги куринишни олади:

$$p_x = \sum_{i=0}^{n} a_i x^i\ . \tag{4.21'}$$

Номаълум коэффициентлар сони $a_i = n + 1$ булади.

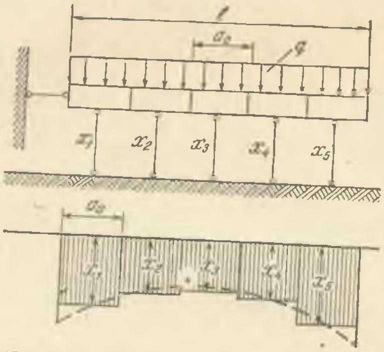
Уларни аниқлаш учун шу миқдорда тенгламалар тузилиши шарт.

Реактив босим катталигини аниқлаш учун Б. Н. Жемочкин қуйидагича ечиш усулини тавсия қилади.

Балка ва замин уртасида қатор абсолют қаттиқ боғловчилар— стерженлар ҳар хил масофаларда жойлаштирилади. Шундай қилиб, балканинг ҳар бир участкаси заминга битта нуқтада таянади (IV.15- расм).

Горизонтал стерженлар системага қузғалмаслик шарти учун қуйилади. Улардаги зуриқиш нолга тенг, чексиз катта утириш булмаслиги учун ҳар қайси стержендан заминга тушаётган куч (реакция) марказлашган деб эмас, балки $в \times a$ майдон буйича тенг тақсимланган деб қаралади. Амалда грунт реакцияси фақат буйлама йуналишда нотекис тақсимланибгина қолмай, балки кундаланг йуналишда ҳам нотекис тақсимланади ва балканинг қаттиқлигига боғлиқ булади. Балка уқи ва унинг четкалари буйича ҳам чукишлар ҳар хил булиши керак.

Бундай балкани ҳисоблаш учун қурилиш механикасида ечимнинг аралаш усули қулланилади. Балканинг бирор кесими (лоақал охирида) маҳкамланган булиб, стерженлар чиқариб олинган ва улар сони буйича номаълум кучлар X_1, X_2... ва ҳоказо кучлар билан алмаштирилган деб тахмин қилинади. Номаълумлар учун бош-



IV.15-расм. Б. Н. Жемочкин усулида ҳисоблаш учун схема.

лангич нуқта ўтириши ва ундаги бурилиш бурчаги φ_0 қабул қилинади.

Тўртта таянчли реакция системалари учун тенгламалар қуйидагича бўлади:

1) $x_1\delta_{11} + x_2\delta_{12} + x_3\delta_{13} + x_4\delta_{14} - y_0 - \varphi_0 a_1 + \Delta_1 p = 0;$
2) $x_1\delta_{21} + x_2\delta_{22} + x_3\delta_{23} + x_4\delta_{24} - y_0 - \varphi_0 a_2 + \Delta_2 p = 0;$
3) $x_1\delta_{31} + x_2\delta_{32} + x_3\delta_{33} + x_4\delta_{34} - y_0 + \varphi_0 a_3 + \Delta_3 p = 0;$
4) $x_1\delta_{41} + x_2\delta_{42} + x_3\delta_{43} + x_4\delta_{44} - y_0 - \varphi_0 a_4 + \Delta_4 p = 0;$
5) $- x_1 - x_2 - x_3 - x_4 + \sum P = 0;$
6) $- x_1a_1 - x_2a_2 - x_3a_3 - x_4a_4 + \sum M_p = 0;$

Биринчи тўртта тенглама каноник тенгламалар дейилади ва уларга ҳар бир x_1, x_2, x_3 ва x_4 номаълумлар йўналишидаги йиғинди силжишлари 0 га тенг деган шарт қўйилади. 5 ва 6-ифодалар мувозанат тенгламалари дейилади. Силжиш δ нинг қиймати заминнинг чўкиши ва балка эгилишининг йиғиндисидан ташкил топади.

Шундай қилиб, x_k куч, яъни x_i йўналиши бўйича қўйилган бирлик куч таъсиридан ҳосил бўлган силжиш қуйидагига тенг бўлади:

$$\delta_{ki} = y_{ki} + v_{ki}.$$

y_{ki} қиймати чўкиш деформацияси маъносида эластик ярим фазо учун қуйидаги формула билан аниқланади:

$$y_{ki} = \frac{(1-\mu^2)}{\pi \cdot E_0 a_0} \cdot F_{ki}$$

F_{ki} функциясининг қийматлари 4.8-жадвалда келтирилган.

4.8-жадвал. **Тўғри тўртбурчак кўринишида жойлашган кучлар ва эластик ярим фазо учун чўкиш бирликлари F_{ki}.**

$\frac{x}{C_0}$	$\frac{C_0}{в}$	F_{ki}					
		$\frac{в}{c} = \frac{2}{3}$	$\frac{в}{c} = 1$	$\frac{в}{c} = 2$	$\frac{в}{c} = 3$	$\frac{в}{c} = 4$	$\frac{в}{c} = 5$
0		4,265	3,525	2,406	1,867	1,542	1,332
1	1	1,069	1,038	0,929	0,829	0,746	0,678
2	0,5	0,505	0,505	0,49	0,649	0,446	0,424
3	0,333	0,336	0,335	0,33	0,323	0,315	0,305
4	0,25	0,251	0,251	0,249	0,246	0,242	0,237
5	0,20	0,2	0,20	0,199	0,197	0,196	0,193
6	0,167	0,167	0,167	0,166	0,165	0,164	0,163
7	0,143	0,143	0,143	0,143	0,142	0,141	0,140
8	0,125	0,125	0,125	0,125	0,124	0,124	0,123
9	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,110
10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,099

Балканинг салқилиги v_{ki} қуйидагига тенг бўлади:

$$v_{ki} = \frac{a_0^3}{6EI} W_{ki},$$

бунда W_{ki} — бирлик салқилик [4.8] китобдаги жадвалдан аниқланади.

Ҳамма номаълумлар топилгандан кейин a_0 участканинг заминидаги ҳар бир нуқтадаги x босим реакциясининг интенсивлигини аниқлаш ва реакция эпюраларини чизиш мумкин (IV.15-расмга қаранг). Реактив босимлар қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_{ki} = \frac{x_i}{a_0}, \qquad (4.22)$$

Проф. И. А. Симвулиди грунт деформациясини эластик изотроп ярим фазо сифатида қараб ва функционал бўлинувчилар ёрдамида математик қайта ишлашдан келиб чиққан ҳисоблаш формулалари асосида (тўшам коэффициенти фаразларидан мустасно) эластик заминда жойлашган балка остидаги реактив босимни аниқлаш учун эластиклик назария формулаларидан фойдаланиб, содда амалий методни ишлаб чиқди.

Профессор И. А. Симвулиди ҳисоблаш формулаларининг хулосасига эластик чизиғи билан грунт замини юзасига мос келувчи контакт масаласини асос қилиб олди. Бевосита пойдевор таги бўйича кучланишлар тарқалишининг тадқиқоти деярли ҳамма вақт эпюраларнинг параболик кўринишида эканлигини кўрсатади. Шунга кўра проф. И. А. Симвулиди балкалар остидаги кучланишларнинг тарқалишини балка узунлиги бўйича ўзгарувчи деб қараб, уларни қуйидаги формула билан ифодалашни тавсия қилади:

$$p_x = a_0 + \frac{2a_1}{l}\left(x - \frac{l}{2}\right) + \frac{4a_2}{l^2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2 + \frac{8a_3}{l^3}\left(x - \frac{l}{2}\right)^3; \qquad (4.22')$$

бу ерда l — балка узунлиги; a_0, a_1, a_2, a_3 — балканинг бикрлигига, узунлигига, эластик заминнинг деформацияси модулига, куч характери ва унинг жойлашишига боғлиқ бўлган номаълум параметрлар (4.8).

Сўнгги вақтларда Москва шаҳрида қумли заминларда қурилган тураржой ва жамоат биноларининг қаттиқ пойдеворлари таги бўйича контакт кучланишлар устида кенг кўламда амалий илмий тадқиқотлар олиб борилди. Илмий тадқиқотлар натижаси унча катта бўлмаган ташқи босимлар таъсир этаётган чуқурлаштирилган пойдеворлар таги бўйича контакт кучланишларни баҳолашда эластиклик назарияси формулаларини татбиқ этиш мумкинлигини тасдиқлади.

5-§. ПОЙДЕВОР ЧЕККАЛАРИ ОСТИДАГИ ПЛАСТИК ДЕФОРМАЦИЯЛАРНИ ҲИСОБГА ОЛГАН ҲОЛДА ПОЙДЕВОР ТАГ ЮЗАСИДАГИ КУЧЛАНИШЛАРНИ АНИҚЛАШ

Ҳозирги вақтда заминларни турғунликка, чўкиш ва реактив зарбаларга ҳисоблаш учун эластиклик назарияси ёки грунтнинг катта кучланганлик (пластик) ҳолати назарияси қўлланилади. Шу билан бирга иншоот остидаги заминнинг ишлашининг деярли ҳамма реал ҳолларида грунтда бир вақтнинг ўзида эластик ва пластик зоналар ҳолати мавжуд бўлади. Иш вақтида бу зоналардан бирортасини ҳисобга олмаслик катта хатоларга олиб келиши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун пойдевор таг юзаси остидаги эластик ва пластик зоналарнинг ўзаро таъсирини эътиборга олувчи аралаш масаланинг ечимини қўллаш керак.

М. И. Горбунов-Посадов [4.9] пойдевор таги юзаси остидаги кучланишларни аниқлаш учун аралаш масала ечимининг қуйидаги усулини ишлаб чиқди.

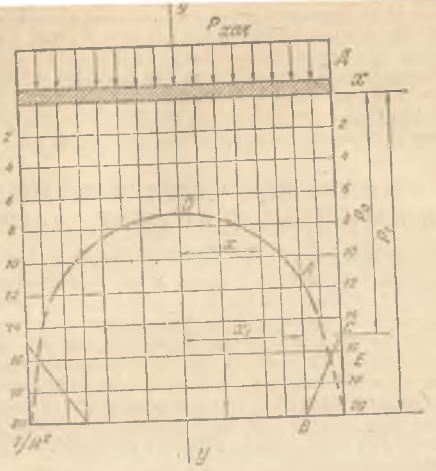
Айтайлик, ички ишқаланиш бурчаги φ ва туташувчанлик кучи C билан характерланувчи лентасимон пойдевор қаттиқ штампа ва грунт учун текислик масаласининг хусусий ечими бўлсин. Олдин лентасимон пойдеворнинг эни $2b_1$ берилади. Кейин пойдевор таг юзасига тушадиган кучнинг ташқи интенсивлиги $P_{\text{факт}}$ аниқланади (IV.16- расм).

Садовский формуласи

$$p = \frac{P_{\text{факт}}}{\pi\sqrt{в_1^2 - x^2}}$$

га биноан пойдевор таг юзаси остидаги кучланишларнинг эпюралари қурилади. Бу формулага асосан лентасимон пойдевор чеккалари остида чексизликка интилувчи кучланишлар ҳосил бўладики, уларнинг амалиётга яқинроқ қийматлари М. И. Горбунов -Посадовнинг қуйидаги формуласи бўйича аниқланади:

$$p_0 = \gamma \cdot \omega \cdot h \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} e^{\pi\, \mathrm{tg}\,\varphi} + c \,\mathrm{ctg}\,\varphi \left(\frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} \cdot e^{\pi\, \mathrm{tg}\,\varphi} - 1\right), \quad (4.23)$$



IV.16- расм. Пластик деформацияларни ҳисобга олган ҳолда пойдевор таг юзасидаги кучланишларни аниқлаш.

бу ерда h — пойдевор таг юзаси қўйилган чуқурлик.

Шундан кейин пойдевор таг юзаси марказидан x_1 масофадаги p_1 кучланишларнинг қийматлари аниқланади. Бу қиймат трапеция- — одал эпюралар тенгламасидан топилиши мумкин:

$$p_1 = p_0 + A\,(в_1 - x_1),$$

бу ерда A — эмпирик коэффициент.

Грунтдаги кучланиш максимал бўлган нуқтанинг абсцисса X_1 қийматини қуйидаги формулага биноан, танлаш методига кўра аниқлаш мумкин:

$$\frac{P_{\text{факт}}}{\pi}\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin\frac{x_1}{в_1}\right) = (p_a + в_i A)\,(в_i - x_i) - \frac{A}{2}(в_1^2 - x_1^2). \quad (4.24)$$

C нуқтадан B нуқтагача (IV.16- расм) бўлган кучланиш тўғри чизиқ қонуни бўйича ўзгаради деб қабул қилинган. Бу ечимга асосан балканинг эгувчи моментлари катталиги камаяди, натижада пойдевор балкаси материалидан сезиларли даражада тежаб қолиш мумкин бўлади.

Шундай қилиб, юқорида баён қилинган материаллардан кўриниб турибдики, ҳозирги вақтда грунт заминининг кўпгина механик **моделлари мавжуддир. Улардан айримлари — балка ва плиталар-**

тан. Проф. И. И. Черкасов грунт заминлари моделларининг ҳамма асосий типларини мукаммал анализ қилди ва уларни умумий жадвал тарзида баён қилди. Аралаш масала ечимининг математик қийинчиликларига қарамасдан, бу усул бир вақтнинг ўзида материалларнинг пластик ва эластик ҳолатини эътиборга олиши ва мустаҳкамликнинг қўшимча резервларини очиши туфайли иншоотлар заминларини ҳисоблашда катта иқтисодий аҳамиятга эга.

V БОБ. ГРУНТЛАРНИНГ ЮҚОРИ МУВОЗАНАТ ҲОЛАТИ ҲАҚИДАГИ НАЗАРИЯ ВА УНИНГ АҲАМИЯТИ

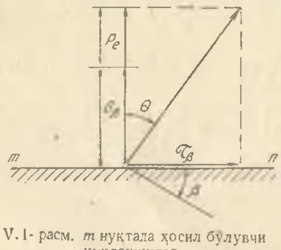
Заминнинг ҳар қандай нуқтасидаги грунтнинг юқори мувозанат ҳолати деганда шундай кучланганлик ҳолати тушуниладики, бунда таъсир этаётган босимнинг жуда оз миқдорда ортиши ҳам грунтнинг шу кузатилаётган нуқтадаги турғунлигининг бузилишига олиб келади, яъни заминда маълум юза бўйлаб силжишлар, узилишлар, чўкишлар ва грунт заррачалари орасидаги боғланишларнинг бузилиш ҳодисалари рўй беради. Табиийки, иншоот ва бинолар қуришда бундай мувозанат ҳолатининг юзага келишига йўл қўйиб бўлмайди.

Шунинг учун заминга узатиладиган босим миқдорини белгилашда грунтнинг мувозанат ҳолати бутунлай сақланишини таъминлаш жуда катта аҳамиятга эга.

Грунтларнинг мувозанат ҳолати ҳақидаги назарияга Кулон ва Прандтл асос солган бўлиб, кейинчалик уларнинг иши В. В. Соколовский, С. С. Голушкевич, В. Г. Березанцев ва бошқалар томонидан давом эттирилди.

1-§. ГРУНТЛАРНИНГ МУВОЗАНАТ ҲОЛАТИ ТЕНГЛАМАЛАРИ

Ч е т л а н и ш   б у р ч а г и. Грунт сиртига бирор юк таъсир этганда исталган m (V.1- расм) нуқтадан β бурчак орқали ўтувчи mn юзада нормал ва уринма кучланишлар ҳосил бўлади. Грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучи қуйидагича ифодаланади:



V.1- расм. m нуқтада ҳосил бўлувчи кучланишлар.

$$C = \operatorname{tg}\varphi \cdot p_e \qquad (5.1)$$

ёки

$$p_e = C/\operatorname{tg}\varphi, \qquad (5.1)'$$

бунда p_e — математик ҳисоблашларда боғланиш босими деб юритилади. Боғланиш босими p_e нинг қиймати грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучига тенг бўлганлиги учун уни заррача атрофида тенг таъсир этувчи нормал босим сифатида қараш мумкин.

нормал ва τ_β уринма кучланишлар таъсирида бўлади. Бунда β бурчакнинг қиймати ўзгариши билан таъсир этувчи кучланишлар ҳам ўзгаради ва бунинг натижасида уринма кучланиш нормал кучланишнинг маълум қийматига етганда грунт заррачалари орасида ўзаро силжиш ҳодисаси вужудга келади.

Шунинг учун кузатилаётган нуқтада грунтнинг мувозанат ҳолатини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\frac{\tau_\beta}{\sigma_\beta + p_e} \leqslant f, \qquad (5.2)$$

бунда f — грунтнинг ички ишқаланиш коэффициенти.

Грунтнинг ички ишқаланиш коэффициентининг қиймати грунтнинг ички ишқаланиш бурчагининг тангенсига тенг, яъни:

$$f = \operatorname{tg}\varphi. \qquad (5.3)$$

V.1- расмга асосланиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{\tau_\beta}{\sigma_\beta + P_e} = \operatorname{tg}\theta. \qquad (5.4)$$

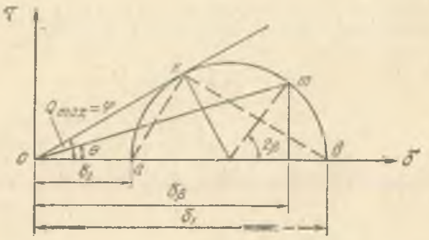
θ бурчак грунтлар механикасида четланиш бурчаги деб юритилиб, у кузатилаётган юзага таъсир этувчи тўла ва нормал кучланишлар орасидаги бурчак қийматини ифодалайди.

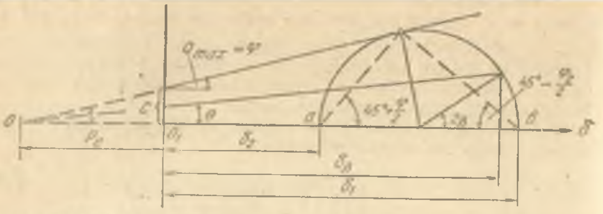
Шундай қилиб, берилган m нуқтадан истаганча юзалар ўтказиш мумкин бўлиб, улар орасидан четланиш бурчаги энг катта бўлган юзани топиш аҳамиятлидир.

Бунда эса

$$\operatorname{tg}\theta_{max} \leqslant \operatorname{tg}\varphi. \qquad (5.5)$$

М у в о з а н а т   ҳ о л а т и   ш а р т л а р и. V.2-расмдаги шаклдан кўринишича заррачалари ўзаро боғланмаган грунтлар учун четланиш бурчагининг катта қиймати ok уринма катта кучланиш айланасига ўтказилган ҳолда юзага келиб, қуйидагича ифодаланади:


V.2- расм. Сочилувчан грунтларнинг силжиш диаграммаси.



V.3-расм. Зарралари ўзаро боғланган грунтларнинг силжиш диаграммаси.

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} = \sin \varphi, \qquad (5.6)$$

бунда σ_1, σ_2 — бош кучланишлар;

φ — грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги.

Ўз навбатида (5.6) ифода заррачалари ўзаро боғланмаган грунтларнинг юқори мувозанат холати шартини белгилайди. (5.6) ифодани оддий тригонометрик ўзгартиш йўли билан қуйидаги шаклга келтириш ҳам мумкин:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \qquad (5.7)$$

ёки

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \mathrm{tg}^2 \left(45^\circ \pm \frac{\varphi}{2}\right). \qquad (5.8)$$

Агар бош кучланишлар σ_1 ва σ_2 ни уларнинг нормал σ_z, σ_y ва уринма τ_{yz} ташкил этувчилари орқали ифодаланса, қуйидаги келиб чиқади:

$$\frac{(\sigma_z - \sigma_y)^2 + 4\tau_z^2}{(\sigma_z + \sigma_y)^2} = \sin_2\varphi. \qquad (5.9)$$

Шунингдек, заррачалари ўзаро боғланган грунтлар учун мувозанат ҳолати шартлари қуйидагича ифодаланади (5.3-расм):

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2P_e} = \sin \varphi, \qquad (5.10)$$

бундан

$$\sigma_1 - \sigma_2 = 2 \sin \varphi \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + P_e\right) \qquad (5.11)$$

ёки (5.1) ифодани назарга олсак,

$$\frac{1}{\cos \varphi} \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} - \mathrm{tg}\, \varphi \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = C. \qquad (5.12)$$

(5.9) ифода заррачалари ўзаро боғланган грунтлар учун қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{(\sigma_z + \sigma_y)^2 + 4\tau_z^2}{(\sigma_z + \sigma_y + 2 \cdot C \cdot ctg\,\varphi)^2} = \sin^2\varphi. \qquad (5.13)$$

Шуни айтиш керакки, юқори кучланиш айланаси ёрдамида заминдаги ҳар қандай нуқта учун силжиш юзаси йўналишини аниқлаш мумкин.

Агар *ОК* чизиқ (V.3- расм) кучланиш айланаси билан кесишган нуқтани *А* нуқта билан бирлаштирувчи тўғри чизиқ ўтказсак, бу чизиқнинг йўналиши *К·а* силжиш юзаси йўналишини кўрсатади, яъни:

$$< cк = 2\beta = 90^\circ + \varphi, \qquad (5.14)$$

бундан

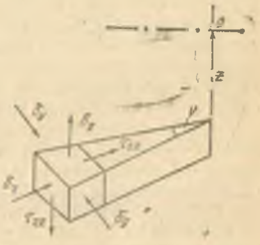
$$< \beta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}. \qquad (5.15)$$

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, ҳар қандай мувозанат ҳолатида хосил бўладиган силжиш юзаси билан энг катта қийматга эга бўлган бош кучланиш юзаси йўналиши орасидаги бурчак $\pm\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$ қийматга эга бўлади.

ГРУНТЛАР ЮҚОРИ МУВОЗАНАТ ҲОЛАТИНИНГ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЕНГЛАМАЛАРИ

Текисликдаги масала. Юқоридан горизонтал текислик билан чегараланган, деформацияси тўғри чизиқли бўлган ярим фазовий жисмнинг мувозанат кучланиш ҳолатининг дифференциал тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial\sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial\tau_{yz}}{\partial z} &= 0; \\ \frac{\partial\sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial\tau_{yz}}{\partial y} &= \gamma; \end{aligned}\right| \qquad (5.16)$$



V.4- расм. Симметрия ўқига эга бўлган пойдеворлар заминида ҳосил бўлувчи кучланишлар (Н. А. Цитовичдан олинган, расмдаги δ ни σ деб ўқилсин).

бунда σ_z, σ_y, τ_{yz}—кучланишнинг ташкил этувчилари; γ — грунтнинг ҳажмий оғирлиги.

Бу икки дифференциал тенгламаларда номаълумлар сони 3 та (яъни σ_z, σ_y, τ_{yz}) бўлганлиги учун уларнинг ечимини топишда қўшимча шарт киритиш лозим бўлади. Кўпинча бундай қўшимча шарт вазифасини ифода (5.13) ўтайди.

Грунт мувозанат ҳолати дифференциал тенгламалари (5.16) нинг қўшимча шарт (5.13) билан биргаликдаги ечимини 1942 йилда В. В. Соко-

ловский гиперболик тенглама шаклида биринчи бўлиб ҳал қилган.

Фазовий масала. Бу масала анчагина мураккаб бўлиб, ҳозирги вақтда фақат симметрия ўқига эга бўлган пойдеворлар заминидаги грунтларга нисбатан ҳал қилинган. Бундай ҳолда цилиндрик координаталар системасидан фойдаланиб (V.4- расм), қуйидаги мувозанат тенгламалари тузилади:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial\sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial\tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_v}{r} = 0; \\ \frac{\partial\sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial\tau_{rz}}{\partial r} + \frac{\tau_{rz}}{r} = \gamma. \end{aligned}\right\} \qquad (5.17)$$

Юқори мувозанат шарти ўз навбатида цилиндрик координаталарда қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{(\sigma_r - \sigma_z)^2 + 4\tau_{rz}^2}{(\sigma_r + \sigma_z + 2c\cdot\mathrm{ctg}\ \varphi)^2} = \sin^2\varphi. \qquad (5.18)$$

Масала симметрик шаклда қаралаётганда уринма кучланишлар қиймати меридиал текисликда нолга тенг бўлади. Бундай ҳолда бош кучланишлар ўзаро тенглашади, яъни:

$$\sigma_v = \sigma_z = \sigma. \qquad (5.19)$$

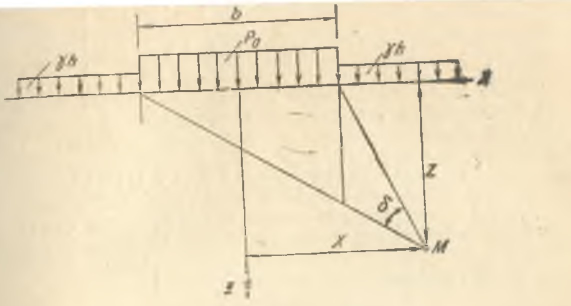
(5.18) ва (5.19) ҳолатлар (5.17) тенгламага қўшимча шарт сифатида хизмат қилиб, унинг статик аниқлигини таъминлайди. Бу масаланинг ечимини биринчи бўлиб 1952 йилда В. Г. Березанцев топган.

2-§. ГРУНТНИНГ ЮК КЎТАРИШ ҚОБИЛИЯТИНИ АНИҚЛАШ

III бобда заминга таъсир этувчи босимнинг қиймати ортиб бориши билан икки критик нуқта: биринчи—заррачалар орасидаги зичланиш ҳолатининг тугаши ва силжиш деформациясининг бошланишига олиб келувчи босим ва иккинчи-пойдевор остки қисмида грунтларнинг мувозанат ҳолатининг юзага келишига ва грунтнинг юк кўтариш қобилиятининг йўқолишига олиб келувчи босим ҳақида батафсил тўхтаб ўтилган эди.

Биринчи критик нуқтага мос келувчи босим, одатда, *бошланғич критик босим* деб аталади ва унинг қийматидан кам бўлган юклар таъсирида грунтларда фақат зичланиш деформацияси юз беради, бу эса замин учун мутлақо хавфсиздир. Иккинчи критик нуқтага мос келувчи босим таъсир этганда грунтнинг юк кўтариш қобилияти йўқолади ва шу сабабли бу босим грунтлар механикасида *юқори критик босим* деб юритилади.

Бошланғич критик босим. Четки қисмига $q = \gamma h$ (γ — грунтнинг ҳажмий оғирлиги, h — пойдеворнинг чуқурлиги) босим таъсир этаётган, эни b га тенг бўлган, бир томонга узлуксиз чўзилган пойде-



V.5- расм. Полоса кўринишидаги куч таъсирига оид схема.

ворнинг P_0 қийматли тенг таъсир этувчи босим остида ишлашини кўриб чиқамиз (V.5- расм).

Грунтнинг оғирлигидан ҳосил бўлган нормал босим қуйидагига тенг

$$\sigma_1 = \gamma(h + z). \qquad (5.20)$$

бунда z — пойдевор асосидан пастда жойлашган ва кузатиш олиб борилаётган нуқтанинг чуқурлиги.

Масала пойдевор остидаги замин грунтларида мувозанат ҳолатининг бошланишини юзага келтирувчи босимнинг қийматини аниқлашдан иборат. Агар пойдевор бир томонга узлуксиз чўзилган бўлса, у ҳолда грунтнинг мувозанат ҳолати биринчи навбатда пойдевор четки қисмларида юзага келади.

Грунт оғирлигидан ҳосил бўладиган босимни гидростатик тарқалиш қонунига бўйсунади деб қарасак, у ҳолда

$$\sigma_2 = \sigma_1 = \gamma(h+z).$$

Қаралаётган масалани биринчи бўлиб Н. П. Пузиревский (1929 й), кейинчалик эса Н. М. Герсеванов (1930 й) ва О. К. Фрелих (1934 й) ҳал этишган.

Грунтнинг юқори мувозанат ҳолатини (5.11) ифода шаклида ёзамиз:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = 2\ \sin\ \varphi \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + P_e\right). \qquad (a)$$

Бунда z чуқурликда жойлашган ва кўриниш бурчаги δ га тенг бўлган ихтиёрий олинган M нуқта учун бош кучланишлар қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma_2 = \frac{P_0 - \gamma h}{\pi}(\delta - \sin\delta) + \gamma(h + z.) \qquad (5.22)$$

Агар $P_e = c \cdot \mathrm{tg}\,\varphi$ эканлигини назарда тутиб, (5.22) ифодадаги σ_1 ва σ_2 ларнинг қийматларини (а) ифодага қўйсак, қуйидаги келиб чиқади:

$$\frac{P_0 - \gamma h}{\pi}\sin\delta - \sin\varphi\left(\frac{P_0 - \gamma h}{\pi}\delta + \gamma h + \gamma z\right) = C \cdot \cos\varphi. \qquad (5.23)$$

Ҳосил бўлган ифода грунтнинг юқори мувозанат ҳолати чегарасининг тенгламаси деб юритилади, бунда z — чегаранинг ординатаси.

(5.23) тенгламани z га нисбатан ечиб

$$z = \frac{P_0 - \gamma h}{\pi\gamma}\left(\frac{\cos\delta}{\sin\varphi} - \delta\right) - \frac{c}{\gamma}\,\mathrm{ctg}\,\varphi - h, \qquad (5.24)$$

унинг энг юқори қийматини, яъни z_{max} ни топамиз:

$$\frac{dz}{d\delta} = \frac{P_0 - \gamma h}{\pi\gamma}\left(\frac{\cos\delta}{\sin\varphi} - 1\right) = 0; \qquad (5.25)$$

бунда

$$\left.\begin{aligned} &\cos\delta = \sin\varphi \text{ ёки } \delta = \frac{\pi}{2} - \varphi, \\ &\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \cos\varphi. \end{aligned}\right\} \qquad (5.26)$$

Ҳосил бўлган (5.25) ни (5.24) ифодага қўйиб, уни P_0 га нисбатан ечсак, $P_{кр}$ нинг қуйидаги қийматини ҳосил қиламиз:

$$P_{кр} = \frac{\pi}{\mathrm{ctg}\,\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}(\gamma z_{max} + \gamma h + \mathrm{ctg}\,\varphi) + \gamma h. \qquad (2.27)$$

Қурилиш нормалари ва қоидалари (СНИП II-15-74) да юқоридаги ифода кенг татбиқ этилади, унда грунтнинг юқори мувозанат ҳолати чуқурлигини $z_{max} = \frac{b}{4}$ (b — пойдеворининг эни) қийматга чеклаш талаб этилади.

Проф. Н. Н. Маслов эса грунтнинг юқори мувозанат ҳолати чуқурлигини $z_{max} = b \cdot \mathrm{tg}\,\varphi$ қийматга чеклашни тавсия этади. Бу шарт бажарилганда грунтнинг юқори мувозанат ҳолати пойдевор остки қисмидан четда бўлиб, унинг остки қисмидаги замин грунтлари фақат зичлашиш деформацияси таъсирида бўлади.

Агар заминнинг бирор нуқтасида юқори мувозанат ҳолати вужудга келиши мақсадга мувофиқ бўлмаса, у ҳолда (5.27) ифодада $z_{max} = 0$ деб қаралиб, ҳисоблаш ишлари олиб борилади, яъни:

$$P_{кр} = \frac{\pi(\gamma h + c \cdot \mathrm{tg}\,\varphi)}{\mathrm{ctg}\,\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + \gamma h. \qquad (5.28)$$

Бу ифодани Н. П. Пузыревский келтирган бўлиб, унинг ёрдамида биринчи критик нуқтага мос келувчи босимнинг қиймати аниқланади. Босимнинг топилган қиймати замин учун мутлақо хавфсиз бўлиб, бу ҳолатда грунт фақат зичланиш деформацияси таъсирида бўлади.

Соф боғланишли грунтлар ($\varphi = 0$; $c \neq 0$) учун (5.28) ифода жуда содда кўринишни олади:

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \leqslant c \qquad (5.29)$$

ёки

$$\sigma_1 - \sigma_2 \leqslant 2c \qquad (5.29')$$

Бош кучланишлар қийматини (5.22) ифодадан $z = 0$ бўлган ҳол учун (5.29′) га қўйсак, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$\frac{P_0 - \gamma h}{\pi}\sin\delta = c. \qquad (5.30)$$

Бу ифода ўзининг энг юқори қийматига $\sin\delta = 1{,}0$ бўлганда эришади, яъни:

$$P_{кр} = \pi c + \gamma h. \qquad (5.31)$$

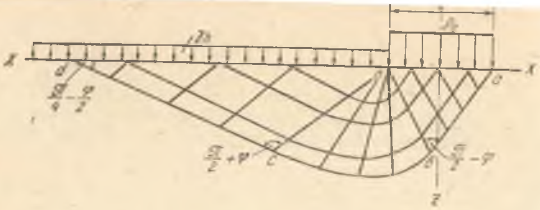
Грунтлар учун юқори босим қиймати. Грунтлар учун иккинчи критик босим деганда шундай босим қиймати тушуниладики, унинг таъсирида бутун замин бўйича юқори мувозанат ҳолати рўй бериб, грунт юк кўтариш қобилиятини бутунлай йўқотиши мумкин. Юқори босим таъсирида заминларда юз берадиган силжиш деформацияси шаклини ҳисоблашда мувозанат дифференциал тенгламасини юқори мувозанат ҳолати шартлари билан биргаликда ечиш талаб этилади.

Бундай масалани бир йўналишда узлуксиз юкланган муаллақ грунт учун биринчи бўлиб Прандтл ва Рейснерлар (1920—1921 й.й.) ҳал қилганлар. Бунда грунт учун юқори босим қиймати қуйидагича аниқланади:

$$P_{кр}^{юқ} = (q + c \cdot \mathrm{ctg}\,\varphi)\frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} \cdot e^{\pi\,\mathrm{tg}\,\varphi} - c \cdot \mathrm{ctg}\,\varphi, \qquad (5.32)$$

бунда, q — пойдевор атрофидаги юк ($q = \gamma h$);

h — бир йўналишда узлуксиз тарқалган босим таъсиридаги чуқурлик. Юқорида қайд этилган ҳолат учун силжиш деформациясининг қуйидаги шакли ҳисоблаб чиқилган (V.6-расм) *Ocd* учбурчакликда горизонтал ўққа нисбатан $\pm\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$ бурчак остида ўтган икки параллел тўғри чизиқ, *сов* бурчак оралиғида 0 нуқтадан тарқалувчи бир неча тўғри чизиқлар ва *Оав* учбурчакликда горизонтал ўққа



V.6- расм. Бир йўналишда узлуксиз тенг таъсир этувчи босим остида ҳосил бўлувчи силжиш чизиқлари.

нисбатан $\pm\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2}\right)$ бурчак остида ўтган иккита параллел чизиқдан иборат шакл.

Бош йўналишда узлуксиз босим таъсирида бўлган соф боғланишли грунтлар ($\varphi = 0$; $c \neq 0$) учун хусусий ҳолда Прандтл ифодаси қуйидаги кўринишни олади:

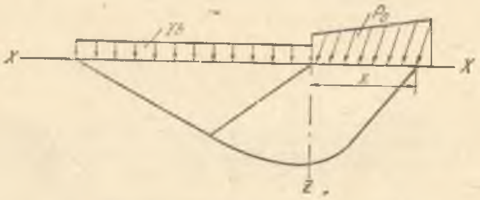
$$P_{кр} = 5{,}14c + \gamma h. \qquad (5.33)$$

А. Ю. Ишлинский ҳисоби бўйича симметрия ўқига эга бўлган пойдеворлар (айлана, квадрат шаклидаги) учун фазовий ҳолда юқори босим қиймати қуйидагига тенг бўлади:

$$P^{юқ}_{кр} = 5{,}7\cdot c + \gamma h. \qquad (5.34)$$

В. В. Соколовский бурчак остида таъсир этувчи юк остидаги ишқаланиш ва боғланиш кучига эга бўлган грунтлар учун юқори босим қийматини ҳисоблаб чиққан. (V.7- расм). Бунда у юқори босимнинг вертикал ташкил этувчисини қуйидагича аниқлашни тавсия этган:

$$P^{юқ}_{кр,в} = M_\gamma\cdot\gamma x + M_h\cdot\gamma h + M_c\cdot C, \qquad (5.35)$$



V.7- расм. Бурчак остида таъсир этувчи босим чизмаси.

бунда M_γ, M_h, M_c — грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги ва грунтнинг юкнинг таъсир бурчаги орқали чизмадан аниқланадиган юк кўтариш коэффициентлари.

5.1- жадвалда M_γ, M_h, M_c ларнинг СССР Фанлар академияси ҳисоблаш маркази томонидан тузилган қиймати келтирилган.

5.1- жадвал. Бурчак остида таъсир этувчи, бир томонга узлуксиз тарқалган босим остидаги пойдеворларни ҳисоблашда ишлатиладиган грунтларнинг юк кўтариш коэффициентлари

α, град	коэффиц.	α, град								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	M_γ	0,00	0,17	0,56	1,40	3,16	6,92	15,32	35,19	86,46
	M_h	1,00	1,57	2,47	3,94	6,40	10,70	18,40	33,30	64,20
	M_c	5,14	6,49	8,34	11,00	14,90	20,70	30,20	46,20	75,30
5	M_γ	—	0,09	0,38	0,99	2,31	5,02	11,10	24,38	61,38
	M_h	—	1,24	2,16	3,44	5,56	9,17	15,60	27,90	52,70
	M_c	—	2,72	6,56	9,12	12,50	17,50	25,40	38,40	61,60
10	M_γ	—	—	0,17	0,62	1,51	3,42	7,64	17,40	41,78
	M_h	—	—	1,50	2,84	4,65	7,65	12,90	22,80	42,40
	M_c	—	—	2,84	6,88	10,00	14,30	20,60	31,10	49,30
15	M_γ	—	—	—	0,25	0,89	2,15	4,93	11,34	27,61
	M_h	—	—	—	1,79	3,64	6,13	10,40	18,10	33,30
	M_c	—	—	—	2,94	7,27	11,00	16,20	24,50	38,50
20	M_γ	—	—	—	—	0,32	1,19	2,92	6,91	16,41
	M_h	—	—	—	—	2,09	4,58	7,97	13,90	25,40
	M_c	—	—	—	—	3,00	7,68	12,10	18,50	29,10
25	M_γ	—	—	—	—	—	0,38	1,50	3,85	9,58
	M_h	—	—	—	—	—	2,41	5,67	10,20	18,70
	M_c	—	—	—	—	—	3,03	8,09	13,20	21,10
30	M_γ	—	—	—	—	—	—	0,43	1,84	4,96
	M_h	—	—	—	—	—	—	2,75	6,94	13,10
	M_c	—	—	—	—	—	—	3,02	8,49	14,40
35	M_γ	—	—	—	—	—	—	—	0,47	2,21
	M_h	—	—	—	—	—	—	—	3,08	8,43
	M_c	—	—	—	—	—	—	—	2,97	8,86
40	M_γ	—	—	—	—	—	—	—	—	0,49
	M_h	—	—	—	—	—	—	—	—	3,42
	M_c	—	—	—	—	—	—	—	—	2,88

Юқори босимнинг горизонтал ташкил этувчиси қуйидагича ифодаланади:

$$P^{юқ}_{кр,ч} = P^{юқ}_{кр,в}\cdot \mathrm{tg}\delta', \qquad (5.36)$$

бунда δ' — бир йўналишдаги узлуксиз юкнинг вертикал ўққа нисбатан бурчаги.

Массив пойдеворлар заминлари учун юқори босим қийматини топишда бу пойдевор остки қисмларида ҳосил бўладиган қаттиқ ядро шаклини ҳисобга олиш лозим бўлади. Бундай масалаларнинг математик жиҳатдан аниқ ечими ниҳоятда мураккаб бўлганлиги сабабли амалда турли тақрибий усуллар қўлланилади.

Тақрибий усуллар грунтларда юз берадиган силжиш деформацияси чегарасининг шаклини олдиндан турлича тасаввур қилиб белгилашга асосланган.

Юқоридаги масалалар билан В. Г. Березанцев (1952—1960 й.й.) шуғулланган бўлиб, унинг бир йўналишда узлуксиз таъсир этувчи ва симметрия ўқига эга бўлган юклар таъсиридаги мувозанат ҳолати назарияси хусусида тўхтаб ўтамиз.

Пойдевор остки қисмида юзага келадиган қаттиқ ядро шаклини В. Г. Березанцев бир қанча тажрибалар натижасига асосланиб тўғри бурчакли учбурчак ва устки қисми 90^0 бурчакли конус шаклида тасаввур этади. Бунда пойдеворнинг чуқурлигига тўғри келган босимни унинг атроф қисмига юкланган $q=\gamma h$ босимга тенг деб фараз қилинади.

V. 8- расмда бир томонга узлуксиз таъсир этувчи пойдевор остида ҳосил бўладиган силжиш деформациясининг шакли тасвирланган. Бунда силжиш юзаси *овс* ва $o_1 в_1 c_1$ бурчакларда горизонтал ўққа нисбатан $\pm\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)$ бурчак остида қия ўтган иккита тўғри чизиқлар; *оав* ва $o_1 a_1 в_1$ бўлимларда O ва O_1 нуқталардан ўтувчи тўғри чизиқлар ва бир қанча логарифмик спираллардан ташкил топади. Қаттиқ ядронинг пойдевор асосига нисбатан қиялик бурчаги $\delta' \approx \frac{\pi}{4}$ деб қабул қилинади.

Юқорида келтирилган ҳол учун ечилган ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$P_{кр}^{юк} = M_{\gamma}^1 \gamma в_1 + M_h^1 \gamma h + M_c^1 c, \qquad (5.37)$$

бунда M_{γ}^1, M_h^1, M_c^1 — грунтнинг юк кўтариш коэффициентлари (5.2-жадвалдан олинади);

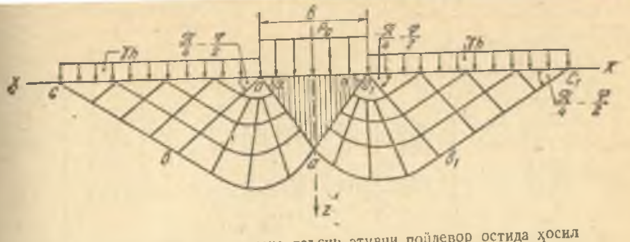
$в_1$ — таъсир этувчи юзасининг ярми;

γh — пойдевор ён қисмларидан таъсир этувчи босимнинг қиймати;

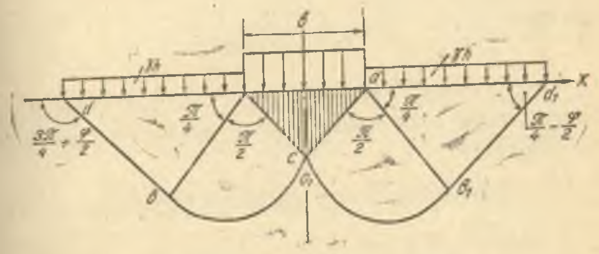
c — туташувчанлик кучи.

5.2- жадвал. Бир томонга узлуксиз таъсир этувчи босим остидаги грунтларнинг юк кўтариш коэффициентлари

Коэффициентлар	φ, град												
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
M_{γ}^1	3,4	4,6	6,0	7,6	9,8	13,6	16,0	21,6	28,6	39,6	52,4	74,8	100,2
M_h^1	4,5	5,3	6,5	8,0	9.8	12,3	15,0	19,3	24,7	32,6	41,5	54,8	72,0
M_c^1	11,7	13,2	15,1	17,2	19,8	23,2	25,8	31,5	38,0	47,0	55,7	70,7	84,7



V.8- расм. Бир томонга узлуксиз таъсир этувчи пойдевор остида ҳосил бўладиган силжиш деформацияси чизмаси.



V.9- расм. Фазовий симметрия ўқига эга бўлган пойдевор остида ҳосил бўладиган силжиш деформацияси чизмаси.

Грунтга таъсир этувчи юқори босимнинг қиймати фазовий кўриниш-
да симметрик пойдевор учун V.9- расмда график тарзида берилган.

Эслатма. $L/в$ — ўпирилувчи призманинг нисбий узунлиги.

Бунда грунтнинг юк кўтариш қобилиятини йўқотишга олиб ке-
ладиган юқори босим қиймати қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$P_{кр}^{юк} = M_{\gamma}'' \gamma в_1 + M_h'' \gamma h + M_c'' c, \qquad (5.38)$$

5.3- ж а д в а л. Асоси доира ва квадрат шаклидаги пойдеворлар остидаги грунтларнинг юк кўтариш коэффициентлари

Коэффициентлар	φ, град													
	16	18	20	22	24	26	[illegible]	30	32	34	36	38	40	42
M_γ''	4,1	5,7	7,3	9,9	14,0	18,0	25,3	34,6	48,8	69,2	97,2	142,5	216	317
M_h''	4,5	6,5	8,5	10,8	14,1	18,6	24,8	32,8	45,5	64,0	87,6	127,0	185	270
M_c''	12,8	16,8	20,9	24,6	29,9	36,4	45,0	55,4	71,5	93,6	120,0	161,0	219	300
$\frac{L}{в}$	1,44	1,50	1,58	1,56	1,73	1,82	1,91	1,99	2,11	2,22	2,34	2,45	2,61	2,76

бунда M_γ'', M_h'', M_c'' — симметрик пойдевор таъсиридаги грунтларнинг юк кўтариш коэффициентлари 5.3- жадвалдан олинади;

$в_1$ — квадрат шаклидаги пойдевор томонининг ярми ёки доира шаклидаги пойдевор асосининг радиуси.

VI БОБ. ГРУНТ МАССИВИНИНГ ТУРҒУНЛИГИ ВА УНИНГ ТИРГОВИЧ ДЕВОРЛАРГА НИСБАТАН БОСИМИ НАЗАРИЯСИ

1- §. ГРУНТ МАССИВИ ТУРҒУНЛИГИНИНГ БУЗИЛИШ ҲОЛЛАРИ

Грунт массивининг турғунлигини ўрганиш турли грунтлардан ташкил топган иншоотларни, яъни дамбалар, сув омборлари, ертўлалар ва бошқаларни лойиҳалашда ҳамда қуришда жуда катта аҳамиятга эга.

Грунт массивининг турғунлиги тўғрисидаги масала грунтларнинг чегара кучланганлик ҳолати умумий назариясининг хусусий масаласидир, аммо бунинг муҳим хусусияти бор, бу хусусият шундан иборатки, грунт массивининг турғунлиги бузилгач, у ўзига хос тарзда силжийди.

Бундай ҳодисалар амалда кўпинча кўнгилсиз натижаларга олиб келиши сабабли бу масалани ўрганиш диққатга сазовордир.

Грунт массиви турғунлигининг бузилиши асосан икки таъсирга, яъни турли ташқи муҳит таъсирига (эрозия) ва мувозанат ҳолатининг бузилишига боғлиқдир.

Ташқи муҳит таъсирида грунт массиви турғунлигининг бузилиши жуда секинлик билан (минглаб йиллар давомида) юз бериши сабабли грунтлар механикасида бу масала деярли ўрганилмайди. Шу билан бирга кейинги, яъни грунтлар турғунлигининг мувозанат ҳолати бузилиши натижасида юз берадиган бузилиши грунтлар механикасининг асосий масалаларидан биридир.

Грунт массиви мувозанат ҳолатининг бузилиши, юқорида айтганимиздек, кўпинча, тўсатдан жуда катта ҳажмдаги массанинг

силжиши билан боғлиқ бўлиб, бу силжиш *сурилиш* (оползень) деб юритилади.

Мувозанат ҳолатининг бундай бузилиши турли табиий ёки сунъий қияликларда юз бериб, грунт массиви қатламида олинган маълум юзада ҳосил бўлган уринма тезланиш шу юзадаги силжишга қарши кучни енгиши натижасида содир бўлади.

Уринма тезланиш грунт массивининг ўз оғирлиги, бирор ташқи куч ва грунт заррачалари орасидаги бўшлиқдаги сувнинг босими таъсирида ҳосил бўлади. Грунтнинг силжишга қаршилиги эса унда ҳосил бўладиган ички ишқаланиш кучи φ ва заррачалар туташувчанлик кучи *c* билан ифодаланади.

Шу нарса маълумки, грунт массасининг силжиши ҳар қандай ҳолатда бирор кичик юзача орқали вужудга келиб, бу юзачада уринма кучланиш силжишга қарши кучга нисбатан каттароқ қийматга эга бўлади. Натижада бундай юзачалар бирор эгри чизиқли умумий силжиш юзасига бирлашади.

Бу мураккаб масаланинг умумий механизми узил-кесил ҳал қилинмаганлиги ва сурилиш сабаблари яхши ўрганилмаганлиги натижасида силжиш юзасининг аниқ контури (чегараси) ноаниқлигича қолмоқда.

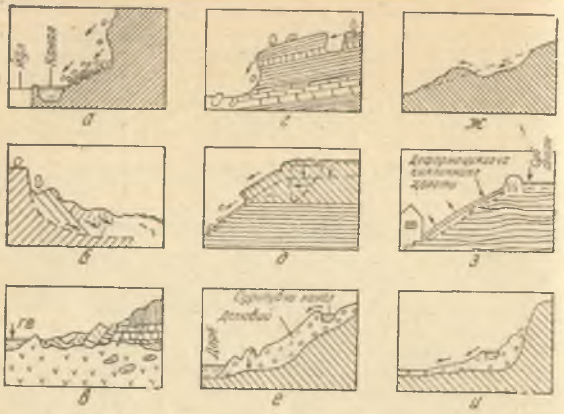
Шу сабабли қияликли иншоотларни лойиҳалаш ишларида аниқ математик ҳисоблаш йўллари бир оз чекланган бўлиб, кўпинча, эмпирик (тақрибий) ифодалар қўлланилади. Шуни айтиб ўтиш керакки, маълум камчиликларига қарамай бу усуллар ва уларнинг қиммати қурилиш практикаси учун жуда катта аҳамиятга эга.

VI.1- расмда табиатда учрайдиган қиялик турғунлиги бузилишининг асосий ҳоллари келтирилади*.

Ихтиёрий шаклда бўлган қияликнинг турғунлик шартлари

А с о с и й ҳ о л л а р . Дастлаб икки турли ҳолни қараб чиқамиз. Буларнинг бирида қиялик соф сочилувчан қумли грунтдан иборат, иккинчисида эса заррачалари ўзаро боғланган грунтдан ташкил топгандир.

*Н.Н.Маслов. «Основы механики грунтов и инженерной геологии». Изд-во «Высшая школа», 1968 й.

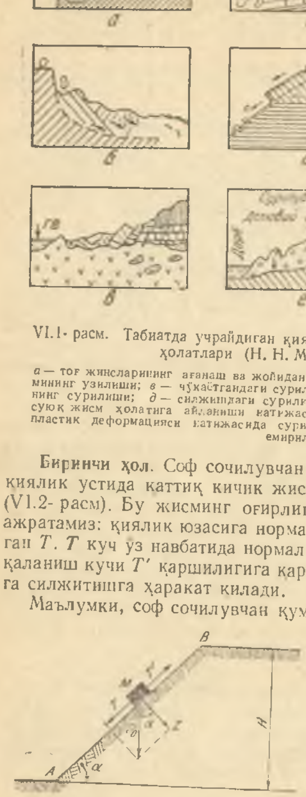


VI.1- расм. Табиатда учрайдиган қиялик турғунлигининг асосий бузилиш ҳолатлари (Н. Н. Масловдан олинган):

а — тоғ жинсларининг ағанаш ва жойидан кўчиш ҳолатлари; *б* — қиялик юқори қисмининг узилиши; *в* — чўкаётгандаги сурилиш ҳолатлари; *г* — қиялик юқори қисмининг сурилиши; *д* — силжишдаги сурилиш; *е* — силжиш ҳолати; *ж* — грунтнинг суюқ жисм ҳолатига айланиши натижасида жойидан қўзғалиши; *з* — грунтнинг пластик деформацияси натижасида сурилиши; *и* — қияликнинг асрлар давомида емирилиши.

Биринчи ҳол. Соф сочилувчан қумли грунтдан ташкил топган қиялик устида каттиқ кичик жисм M ётибди, деб фараз қилайлик (V1.2- расм). Бу жисмнинг оғирлиги P_0 ни икки ташкил этувчига ажратамиз: қиялик юзасига нормал булган N ва унга уринма булган T. T куч уз навбатида нормал кучга пропорционал бўлган ишқаланиш кучи T' қаршилигига карамай M жисмни қияликдан пастга силжитишга ҳаракат килади.

Маълумки, соф сочилувчан қумли грунт заррачаларининг юзаси ўзига хос нотекисликлардан иборат бўлади. Ташқи нормал кучланиш N таъсирида бу заррачаларнинг бирбирига яқинлашуви ва жипслашиши натижасида улар орасида силжишга қарши ишқаланиш кучи T' ҳосил булади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, ҳосил бўлган ишқаланиш кучи T' маълум бир қийматгача таъсир этаётган



VI.2- расм. Соф сочилувчан қумли грунтдан ташкил топган қияликдаги M жисмга таъсир этувчи кучлар схемаси.

ли боғланишда бўлади. Буни ҳисобга олсак,

$$T' = N \cdot f \qquad (6.1)$$

бўлади, бунда: f — қум заррачалари юзасининг нотекислигини ифодаловчи ишқаланиш коэффициенти.

Элементар физика курсидан маълумки, ишқаланиш коэффициенти f ишқаланиш бурчаги φ орқали ифодаланади, яъни

$$f = tg\varphi. \qquad (6.2)$$

VI.3- расм. Соф боғланишли грунтдан ташкил топган қияликда олинган грунт заррачасига таъсир этувчи кучлар схемаси.

Шу билан бирга ишқаланишни грунт ичида рўй беришини назарга олсак, у ҳолда (6.1) ифодани қуйидаги куринишда ёзиш мумкин:

$$T' = N \cdot tg, \qquad (6.3)$$

бу ерда $tg\varphi$ — ишқаланиш бурчагининг тангенси. Энди қияликнинг эгри юзасига таъсир этаётган барча кучлар проекциясининг йиғиндисини тузамиз:

$$p\sin\alpha - pf\cos\alpha = 0. \qquad (6.4)$$

Бу ифода асосида $tg\alpha = f$ тенглик келиб чиқади. Шу билан бирга (6.2) ифодани назарда тутсак:

$$\alpha = \varphi. \qquad (6.5)$$

Шундай қилиб, сочилувчан грунтларнинг энг катта қиялик бурчаги уларнинг ички ишқаланиш бурчагига тенгдир. Уни табиий қиялик бурчаги деб юритилади. Шуни эслатиб ўтиш керакки, табиий қиялик бурчаги тушунчаси фақат сочилувчан грунтларга хос бўлиб заррачалари ўзаро боғланган грунтларга нисбатан қўллаб бўлмайди, чунки уларда қиялик бурчаги грунтнинг намлигига ва заррачаларнинг ўзаро боғланиш кучига боғлиқ равишда 0 дан 90^0 гача ўзгаради.

Иккинчи ҳол. Соф боғланишли грунтларнинг турғунлик шартлари ($\varphi = 0$; $c \neq 0$).

V1.3- расмга мурожаат қиламиз. Бунда қиялик мувозанат ҳолатининг бузилиши α бурчак бўйича чўзилган текис силжиш AC юза бўйича содир бўлади деб фараз қиламиз. Сирпанувчи призма ABC га таъсир этувчи барча кучларнинг тенглик ифодаси қуйидагича бўлади:

$$P = \frac{H^2 \cdot \gamma}{2} ctg\alpha. \qquad (6.6)$$

бу ерда P — ABC призманинг оғирлиги.

P кучни икки кучга, яъни силжиш юзаси AC га нормал ва уринма бўлган кучларга ажратамиз. Бу ҳолда силжишга қарши куч

[illegible] $AC = \frac{[illegible]}{Sin\alpha}$ туташувчан-лик кучи C хизмат қилади. ABC призманинг юқориги нуқтасида босим нолга тенг, пастки нуқтасида эса максимал қийматга эга бўлишини ҳисобга олиб туташувчанлик кучининг ўртача қиймати олинади.

AC йўналиш бўйича барча кучларнинг йиғиндисидан мувозанат тенгламасини тузсак,

$$\frac{H^2\gamma}{2} ctg\alpha \cdot Sin\alpha - \frac{c}{2} \cdot \frac{h}{Sin\alpha} = 0 \qquad (6.7)$$

бунда

$$c = \frac{H\gamma}{2} Sin2\alpha \qquad (6.8)$$

Туташувчанлик кучининг максимал қийматига тўғри келадиган баландлик $H = H_{90}$ нинг қийматини топамиз:
бунда $Sin2\alpha = 1$ ва $\alpha = 45°$ бўлиб, (6.8) тенгламани $Sin2\alpha = 1{,}0$ ни ҳисобга олиб, H_{90} га нисбатан ечамиз:

$$H_{90} = \frac{2c}{\gamma}. \qquad (6.9$$

Шундай қилиб, заррачалари ўзаро богланган грунт массиви) унинг ҳажмий оғирлиги ва туташувчанлик кучига асосланиб H баландлигигача вертикал қияликда туриши мумкин деган хулосага келиш мумкин. Масалан, унинг баландлиги H дан ошиб кетса, ABC призманинг силжиши рўй беради.

Табиий шароитлардаги грунтларда учрайдиган туташувчанлик кучинигина эмас, балки ишқаланиш кучи ҳам ҳисобга олинадиган бўлса, масала анча мураккаблашади.

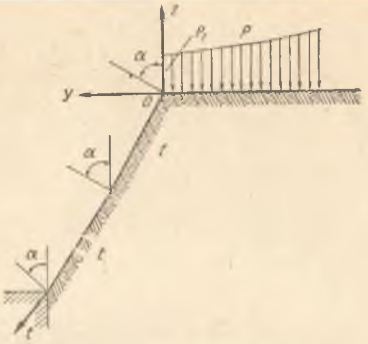
2-§. В. В. СОКОЛОВСКИЙ УСУЛИДА ҚИЯЛИКНИНГ ТУРҒУНЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Ички ишқаланиш ва туташувчанлик кучига эга бўлган грунтлар учун қуйидаги икки асосий масала мавжуд:

1) қияликнинг берилган шаклини мувозанатда сақлаб қолиш учун грунт массивининг горизонтал юзасига таъсир этувчи босимнинг максимал қийматини аниқлаш;

2) ётиқ текисликка нисбатан берилган нормал босим кучи таъсиридан юқори мувозанат ҳолатида бўлган турғун қияликнинг шаклини аниқлаш. Бу масалалар проф. В. В. Соколовский томонидан ҳал қилинган.

Биринчи масала. Бу масала бўйича қияликдаги ҳар қандай нуқтанинг координаталари текисликдаги юқори мувозанат ҳолатида бўлган алоҳида соҳалар учун тузилган дифференциал тенгламаларнинг ечимини навбатма-навбат тузиш йўли билан аниқланади. Умумий ечим эса кетма-кет яқинлашиш йўли билан ҳосил қилинади.



VI.4- расм. Қияликнинг турғунлигига оид схема.

Грунт массивининг ётиқ юзасида жойлашган 0 нуқта учун нормал босимнинг энг юқори қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади (VI.4- расм):

$$P_{юқ} = P_z \cdot c + P_e. \qquad (6.10)$$

Бу босимга тўғри келадиган координата:

$$y = У \frac{c}{\gamma}. \qquad (6.11)$$

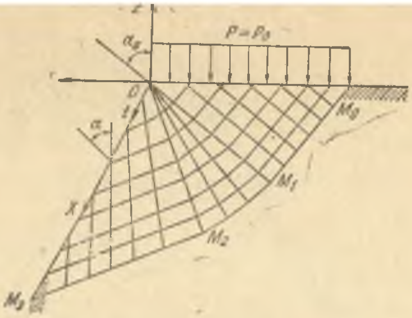
Бу ифодаларда: P_z — юқори босим қиймати (ўлчовсиз қиймат, 6.1 жадвалдан олинади); $P_e = c \cdot ctg\alpha$ — боғланиш босими; $У$ — нисбий координатанинг (6.1- жадвал) ҳақиқий қиймати:

$$У = y\frac{\gamma}{c}.$$

6.1- жадвалдан ётиқ қияликнинг горизонтал юзасига бўлган босимнинг юқори қиймати α, φ, c ва γ ларнинг ҳар қандай қийматларига қараб осонгина топилади.

Иккинчи масала. Ётиқ текисликка нисбатан берилган ўзгармас нормал босим кучи таъсиридан юқори мувозанат ҳолатида бўлган турғун қияликнинг шаклини фақат соф боғланишли грунтлар $\varphi = 0$ учун аниқлаш мумкин. Бу ҳолда, Соколовскийнинг таъкидлашича, қиялик таркибидаги грунтда бир-бирига қўшни бўлган юқори мувозанатли учта зона ҳосил бўлади (VI.5- расм)

Биринчи зона — $OM_0\ M_1$ бир-бирига ортогонал перпендикуляр бўлган иккита чизиқдан ташкил топган, иккинчи зона OM_1M_2 концентрик айланалар ва уларнинг радиусларидан ва, ниҳоят, учинчи



VI.5- расм. Боғланишли грунтдан ташкил топган қияликда юз берадиган силжиш чизиқлари.

зона OM_1M_2 тўғри чизиқлар ва уларга ортогонал бўлган чизиқлардан ташкил топган.

Бу ҳол учун OM_3 эгри чизиқнинг тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$y = \frac{2c}{\gamma} ln \frac{cos\left(\frac{P_{юқ}}{2c} - 1\right)}{cos\left(\frac{P_{юқ}}{2c} - 1 - \frac{\gamma}{2c} z\right)}, \qquad (6.12)$$

бунда қиялик юзасининг $(oм_3)$0 нуқтадаги қиялик бурчаги:

$$\alpha_0 = \frac{\pi}{2} + 1 - \frac{P_{юқ}}{2c}.$$

Қияликдаги ҳар қандай нуқтанинг ҳолати унинг координатлари $У$ ва Z орқали аниқланади.

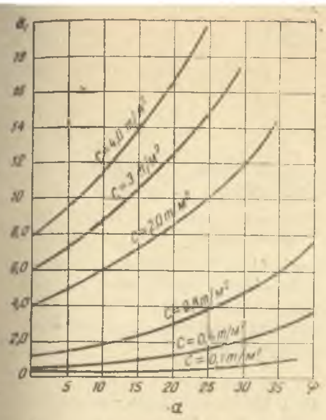
(6.12) ифоданинг амалда татбиқ қилиниши қуйидаги миқдор билан чегараланади:

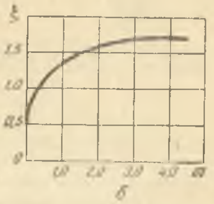
$$P_{юқ} \geqslant 2c \qquad (6.13)$$

Бу чегараланишга асосан Соколовский усули фақатгина бир турдаги грунтдан ташкил топган қияликларни ҳисоблашда қўлланилиши мумкин.

Хозирги вақтда Соколовский усулини $\varphi \neq 0$ ҳол учун қўллашда А. М. Сенковнинг хизмати каттадир. Унинг таъкидлашича, бундай ҳол учун юқори мувозанат ҳолатидаги қиялик юзасида ётган ҳар қандай нуқтанинг координаталари қуйидаги шартдан аниқланади:

$$z = -a\frac{\pi}{2} - \Sigma\left(e^{-m} + \frac{e^{-3m}}{2 \times 3} + \frac{1 \times 3 \times 5e^{-5m}}{2 \times 4 \times 6}\right) - ytg\varphi. \qquad (6.14)$$





VI.6- расм. проф. Соколовский В. В. усули бўйича ҳисоблаш чизмалари:

а) $a_1 = f(\varphi, c)$; б) $\varphi = f(m)$.

Ҳисоблашлар натижаси шуни кўрсатадики, амалда қўлланилиши учун бу ифоданинг биринчи бўлими кифоядир. Унда:

$$z = a\xi - xtg\varphi. \qquad (6.15)$$

Бу ҳол учун a нинг функцияси қуйидагича аниқланади:

$$a = \frac{2c}{\gamma} \cdot \frac{1 + sin\varphi}{1 - sin\varphi}. \qquad (6.16)$$

VI. 6- расмда a_1 ва ξ нинг қийматларини аниқлаш учун ишлатиладиган чизмалар келтирилган. Чизма $a_1 = f(\varphi)$ туташувчанлик c нинг ўзгарувчи қийматларига асосан (6.16) ифода бўйича тузилган. Бунда грунтнинг ҳажмий оғирлиги $\gamma = 1{,}0$ тс/м^3 деб олинган. Шунга кўра a нинг функцияси γ нинг бошқа қийматлари учун чизмадан олинган a_1 нинг қийматига асосан қуйидагича топилади:

$$a = \frac{a_1}{\gamma}.$$

Иккинчи чизмадан ξ нинг қийматини топиш учун олдиндан m нинг қийматини қуйидагича ҳисоблаш керак: $m = \frac{y}{a}$. Шундай қилиб, VI. 6- расмдаги чизмалар ёрдами билан a ва ξ нинг қийматларини топиб ва ордината z учун қийматлар бериб (0 билан қияликнинг максимал баландлиги H орасида), (6.15) ифодадан унинг қиймати топилади. Натижада топилган қийматлар орқали қияликнинг шакли тузилади. В. В. Соколовский ҳисоблаш усули орқали топилган юқори мувозанат ҳолатидаги қиялик грунт массивининг ётиқ юзаси бўйича қўйилган қуйидаги юкни кўтара олади:

$$P = \frac{2c\cos\varphi}{1-\sin\varphi}. \qquad (6.17)$$

Агар бу юкни грунтнинг юқоридан тушаётган оғирлиги таъсиридаги босим $P=\gamma H$ деб қаралса, у ҳолда:

$$H = \frac{2c\cos\varphi}{\gamma(1-\sin\varphi)} \qquad (6.17')$$

(6.17′) ифодани соф боғланишли ($\varphi = 0$) грунт учун тадбиқ этилса, у ҳолда юқоридаги (6.9) ифода келиб чиқади:

$$H = \frac{2c}{\gamma}. \qquad (6.17'')$$

Анча мураккаб бўлишига қарамасдан В. В. Соколовский усули қурилиш практикасида кенг қўлланилади. Масаланинг якунида шуни айтиб ўтиш керакки, бу усулда ҳисобланган қияликлар ортиқча тик бўлиб чиқади, айниқса бу хол туташувчанлик кучининг қиймати катта бўлган грунтларда кўринади.

3- §. АЙЛАНМА ЦИЛИНДРИК ЮЗА БЎЙЛАБ СИЛЖИШ УСУЛИ

Бир турдаги грунтдан ташкил топган қияликнинг турғунлик даражасини баҳолашда айланма цилиндрик юза бўйлаб силжиш усули яхши натижа беради.

Бу усул қияликнинг мувозанат шаклининг табиатда кўп учрайдиган айланиб бузилиш ва узилиш (VI.1- расмга қаранг) ҳоллари билан бевосита алоқадор.

Шу билан бирга лойиҳалаш тажрибасида бу усул турли грунтлардан ташкил топган қиялик турғунлигининг бузилишини аниқлашда хам қўлланилади. Шу сабабли бу усул қурилишда кўпроқ татбиқ этилади.

Айланма цилиндрик юза бўйлаб силжиш усули асосида қиялик турғунлигининг бузилиши бирор силжиш юзаси бўйлаб ўз мувозанатини йўқотган қисмининг узилиб силжиши ва сурилиши билан боғлиқ бўлган назария ётади. Кузатишлар шуни кўрсатадики, заррачалари ўзаро боғланган грунтларда вужудга келадиган силжиш юзаси ҳамма вақт эгри чизиқли бўлади. Энг оддий ҳол учун бу юзанинг силжиш шакли айлана юзасига яқин деб олинади ва бу асосда ҳамма вақт маълум радиус R ва айлана маркази 0 ни топиш мумкин бўлади.

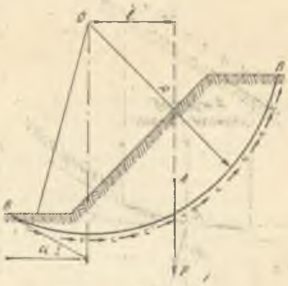
Ҳозирги вақтда қурилиш практикасида бу масалани хал қилиш учун турли ечимлар бор («айлана бўйича ишқаланиш коэффициенти», «майдон», «момент» усуллари ва б.). Булар орасида энг кўп тарқалгани момент орқали ечимдир.

Бу ечим қуйидагича хал қилинади: қияликнинг бузилиши фақат сурилаётган массивнинг 0 марказ атрофида айланиши натижасида юз беради, деб фараз қилайлик (VI.7- расм) Унда силжиш юзаси $BB\ 0$ нуқтадан чизилган R радиусли айлананинг бўлаги бўлади.

Силжиётган массив эса қандайдир қаттиқ бир бутун, яъни ўзининг ҳамма нуқталари билан умумий ҳаракатда иштирок этади деб тушунилади.

Сурилаётган массив икки момент таъсирида бўлади: массивни айланишга мажбур этувчи момент $M_{айл}$ ва массивнинг ҳаракатини тўхтатишга интилувчи момент $M_{тўх}$. Бу ҳолда қияликнинг турғунлигини таъминлайдиган коэффициент иккала моментнинг нисбати билан аниқланади:

$$\eta = \frac{M_{тўх}}{M_{айл}} \qquad (6.18)$$



VI.7- расм. Қиялик турғунлигини айланма цилиндрик юза бўйлаб силжиш усули билан ҳисоблаш схемаси ($\varphi = 0$ бўлган ҳолат).

Масалани икки хил йўл билан ечиш мумкин:

1) соф боғланишли ҳолатдаги грунт массиви учун ($\varphi = 0$);

2) қаттиқ ва ярим қаттиқ ҳолатдаги грунт массиви учун ($\varphi \neq 0$).

$\varphi = 0$ бўлган ҳол. Силжиётган массивнинг оғирлигини P_0 билан белгилаймиз. Бу куч A массив кесимининг марказига қўйилган бўлиб, айланиш маркази 0 га нисбатан l елка ҳосил қилади. Бунда

$$M_{айл} = P_0 l. \qquad (6.19)$$

P_0 ва l ларнинг қийматини топиш учун қияликнинг ўлчамларини, шаклини ва грунт массивидаги қаватларнинг ҳажмий оғирликларини билиш керак бўлади. Агар сизот суви мавжуд бўлса, уни ҳисобга олиш учун унинг сатҳи маълум бўлиши керак.

Маълумки, заррачалари ўзаро боғланган грунтларнинг силжишга қаршилиги фақатгина туташувчанлик кучи билан ифодаланади. Буни ҳисобга олсак:

$$M_{тўх} = P_e \cdot d \cdot R, \qquad (6.20)$$

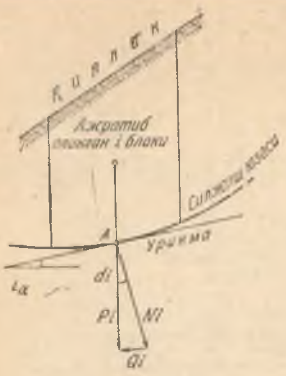
бунда d — R радиусли айлана кесимининг узунлиги. Юқорида келтирилганларга асосланиб η ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\eta = \frac{P_e\, d \cdot R}{P_0 l} \qquad (6.21)$$

η = 1,25—1,50 ва ундан кам қийматга эга бўлганда қиялик турғун бўлади.

$\varphi \neq$ бўлган ҳол. Бу ҳол олдингига нисбатан мураккаб бўлиб, бу мураккаблик асосан силжиш юзасининг турли нуқталарида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг ўзгарувчан қийматини ҳисобга олиш билан боғлиқ.

$$T' = N' tg\varphi, \qquad (6.22)$$



VI.8- расм. Қиялик турғунлигини ҳисоблашга оид чизма.

бунда N' — қиялик массиви маълум булагининг оғирлиги Pнинг силжиш юзасига утказилган уринмага нисбатан нормал ташкил этувчиси (VI.8- расм.)

Расмдан:

$$N' = P_i \cos\alpha_i\,, \tag{6.23}$$

бунда α_i — А нуқтадан горизонтал орқали утган силжиш юзасига утказилган уринманинг қиялик бурчаги. Бу бурчакнинг қиймати радиус вектор R билан унга утказилган нормаль орасидаги бурчакка тенг.

Шундай қилиб, нормаль куч N нинг таъсир чизиғи радиус вектор R билан тенгдир.

A нуқтадаги P_i оғирлик таъсирида ҳосил буладиган силжитувчи куч Q_i қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$Q_i = P_i \sin\alpha_i\,. \tag{6.24}$$

N кучнинг қийматини (6.23) ифодадан (6.22) га олиб қуйиб, қуйидаги ҳолга келтирамиз:

$$T_i = P_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi_i\,. \tag{6.25}$$

Бу ифодага асосан силжиш чизиғининг турли нуқталари буйлаб α бурчак билан бирга P_i нинг қиймати ҳам узгаради. Унда фараз қилинган силжиш массиви қатор булакларга булиниб, ҳар бир булак учун силжишга қарши куч аниқланади.

Шуни эслатиб утиш керакки, силжиш юзасида ҳосил буладиган умумий қаршилик τ_i ишқаланиш кучи T_i ва туташувчанлик кучи C_i нинг йиғиндисидан иборат:

$$\tau_i = T_i + C_i \cdot l_i. \tag{6.26}$$

Бу ифода i- блок учун қуйидаги куринишни олади:

$$\tau_i = P_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi_i + C_i\, l_i\,. \tag{6.27}$$

Бу ҳолда моментлар йиғиндисини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$M_{айл} = \sum P_i \sin\alpha_i\, R, \tag{6.28}$$

$$M_{тўх} = \sum (P_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi_i + C_i\, l_i)R. \tag{6.29}$$

$M_{айл}$ ва $M_{тўх}$ нинг қийматини (6.18) га қуйиб, баъзи бир қисқартишдан сунг қуйидаги ифода ҳосил булади:

$$\eta = \frac{\Sigma(P_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi_i + C_i\, l_i)}{\Sigma P_i \sin\alpha_i} \tag{6.30}$$

Бир хил турдаги грунтлар учун $\varphi = \text{const}$, $C = \text{const}$. $\gamma = \text{const}$ ни ҳисобга олсак, (6.30) ифода қуйидагича ёзилади:

$$\eta = \frac{\Sigma N_i \operatorname{tg}\varphi_i + Cl}{\Sigma Q_i} \tag{6.31}$$

Агар қияликни ташкил этувчи грунт зарралари орасидаги бушлиқ сув билан тулган булса, унинг турғунлик даражасини аниқлашда сувнинг кутариш хусусияти ҳисобга олинади.

Шуни айтиб утиш керакки, юқорида келтирилган ҳисоблаш йуллари унча мураккаб булмаса ҳам, практикада айланиш маркази 0 нинг урнини аниқлаш анча мушкул. Унинг координаталари ва радиус R нинг қиймати энг кам запас коэффициентини берувчи 0 марказнинг энг ноқулай урнига қараб олинади.

Агар массив турли грунтлардан ташкил топган булса, силжиш маркази 0 бу ҳол учун энг хавфли силжиш йулини топиш билан танланади.

4- §. ҚИЯЛИКНИНГ ТУРҒУНЛИК ШАРТИ (ПРОФ. Н. Н. МАСЛОВ УСУЛИ)

Проф. Н. Н. Маслов узининг куп йиллик кузатишлари натижасида эгри чизиқ шаклидаги қиялик энг мустаҳкамдир, деган хулосага келди. Унинг таъкидлашича, қиялик мувозанатининг бузилиши қандайдир маълум юза шаклида, шунингдек, доиравий цилиндр шаклида деб қараш маълум хатоликларга олиб келади ва бу хатолик қиялик таркибида грунтлар тури купайиб бориши билан ошиб боради.

Н. Н. Маслов қиялик мустаҳкамлигини ҳисоблаш учун бир қанча усуллар ишлаб чиқди. Унинг «Горизонтал куч»(1929—1934 й.й), «Қиялик турғунлиги» (1949 й.) ва ҳоказо усуллари шулар жумласидандир.

У узининг «қияликнинг турғунлиги» усулида қуйидагига асосланди: ҳар қандай қиялик юқори мувозанат ҳолатида булиши учун унинг юзасида олинган барча нуқталаридаги қиялик бурчаги α қиялик ташкил топган грунтнинг силжишга қарши бурчагига тенг булиши керак, яъни:

$$\alpha = \psi_p, \tag{6.32}$$

бунда α — маълум нуқтадаги қиялик юзасининг горизонтга нисбатан ташкил қилган бурчаги;

ψ_p — юқоридан тушаётган грунт босими P га мос келган силжишга қарши бурчак. (6.32) ифодага асосан тенг мустаҳкам қияликнинг шакли ҳар вақт эгри чизиқли булиши керак, бунда юқори қисми тикроқ булиб, қуйи қисми эса ётиқроқ шаклни олади. Бу ифодага асосланиб қияликнинг турғунлик даражасини аниқловчи энг кичик запас коэффицентини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\beta = \frac{\operatorname{tg}\psi_p}{\operatorname{tg}\alpha}. \tag{6.33}$$

Маълумки, сочилувчан грунтларда силжишга қарши бурчак ички ишқаланиш бурчагига тенг бўлади. Бу ҳолда:

$$\operatorname{tg}\varphi_p = \operatorname{tg}\alpha. \tag{6.34}$$

Шу билан бирга, силжишга қарши бурчак силжишга қарши коэффициент F_p билан қуйидагича боғланган:

$$F_p = \operatorname{tg}\psi_p. \tag{6.35}$$

Қиялик баландлиги бўйича чизиқли боғланиш бўлган ҳолда:

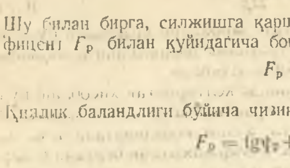
$$F_p = \operatorname{tg}\psi_p + \frac{C}{\gamma z}. \tag{6.36}$$

Бу ифодада C ва ψ нинг қийматлари текширилаётган грунтга нисбатан олинади.

Ҳажмий оғирлик γ' эса текширилаётган қатламдан юқорида жойлашган қатламларнинг (z) ўртача ҳажмий оғирликлари қийматига тенг.

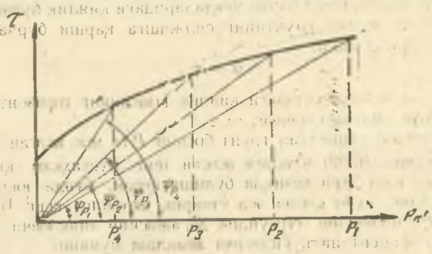
(6.33) ифодадан фойдаланиб, қияликнинг шаклини чизиш мумкин:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\beta}\operatorname{tg}\psi_p. \tag{6.37}$$



VI.9-расм. Қияликнинг турғунлик шартига оид чизма.

Бу чизма қуйидагича чизилади: қиялик жойлашган ёки жойлашадиган грунтнинг геологик кесими чизилади (VI.9-расм). Грунт қатламларининг сонига қараб массив шартли равишда бир неча бўлакларга бўлинади. Геологик кесимга асосан силжишга қаршилик кучи билан грунтнинг нормал босими ўртасидаги боғланиш чизмаси чизилади (VI.10-расм). Ҳар қайси бўлак остки чегараси учун грунтнинг юқоридан тушаётган босими аниқланади:



VI.10-расм. Грунтнинг силжишга қаршилиги τ билан унинг нормал босими ўртасидаги боғланишни ифодаловчи чизма.

$$P_i = \sum_{i}^{n}\gamma h, \tag{6.38}$$

бунда γ — грунт бўлагининг ҳажмий оғирлиги; h — бўлакнинг баландлиги; n — бўлаклар сони.

Чизилган график ёрдамида хар қайси бўлак учун силжишга қарши бурчак ψ_p аниқланади. Мустаҳкам шаклдаги қияликни чизиш унинг остки қисмидан юқорига қараб олиб борилади. Биринчи, яъни остки қатламда иккинчи қатлам остки чегарасигача А нуқтадан бошлаб горизонтга нисбатан ψ_p бурчак ҳосил қилиб чизиқ ўтказилади, иккинчи бўлак остки чегарасидан бошлаб шу тартибда ψ_{p2} бурчак ҳосил қилиб иккинчи чизиқ ўтказилади ва ҳоказо. Охирги бўлак остки чегарасидан чизиқни аввал ψ_{pn} бурчак ҳосил қилиб ўтказилади, сўнгра бу чизиқ грунт юзасига нормал йўналишда чиқади.

Агар биронта маълум қияликнинг, масалан, VI.9-расмдаги AB' мустаҳкамлиги текширилиши лозим бўлса, у ҳолда юқоридаги кўрсатма А нуқтадан бошлаб қайтарилади. Бунда текширилаётган қияликнинг мустаҳкамлиги AB' чизиқнинг AB га нисбатан ўрнига қараб аниқланади. Агар у AB га нисбатан чапда ётса, у ҳолда қиялик мустаҳкам бўлмайди.

Масалани якунлашдан аввал шуни айтиб ўтиш кераккi, баъзи бир камчиликларига қарамай Н. Н. Маслов усули ниҳоятда содда ва татбиқ қилиниши учун қулай.

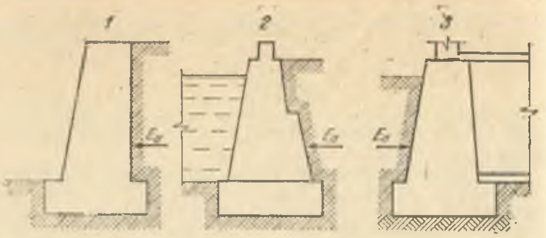
5-§. ТИРГОВИЧ ДЕВОРЛАРГА ГРУНТ БОСИМИ НАЗАРИЯСИНИНГ АСОСИЙ ҚОНУНЛАРИ

Агар қияликнинг эгрилиги ўта даражада тик бўлса, у вақтда грунт массивининг мувозанати бузилиб, силжиш юз беради. Бундай вақтларда грунт массиви мувозанатини сақлаб қолиш учун, кўпинча, сунъий тусқичлар (тиргович деворлар)дан фойдаланилади.

Тиргович деворлар энг кўп тарқалган қадимий инженерлик иншоотидир. Қурилиш практикасида учрайдиган турли чуқурликларнинг четидаги тирговичлари, ертўла деворлари, дарё ёки ариқларнинг четки деворлари-тиргович девор бўлиб хизмат қилади.

Бундай иншоотларни ҳисоблашда грунт босимининг қиймати ва йўналиши асосий роль ўйнайди. Грунт массиви босимининг тиргович деворга таъсири масаласини ўрганиш бўйича жуда кўп ишлар қилинган бўлиб, ҳозирги вақтда ҳисоблаш практикасида бир неча аниқ ҳисоблаш усуллари маълум.

VI.11-расмда турли шаклдаги тиргович деворлар тасвирланган. Булардан биринчиси грунт қиялигининг мувозанатини сақлаш учун қўлланиладиган тиргович девор; иккинчиси дарё қирғоғида



VI.11- расм. Тиргович деворнинг айрим турлари.

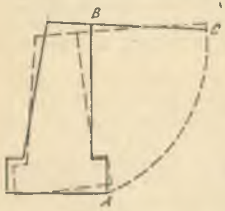
ишлатиладиган тиргович девор; учинчиси эса ертула четида ишлатиладиган тиргович девордир.

VI.12- расмда келтирилган тиргович девор грунт мувозанатини сақлаб турибди деб фараз қилайлик. Бу вақтда таъсир этувчи грунт босими тиргович деворни ағдаришга ёки эгишга ҳаракат қилади. Агар тиргович девор эгилса, у ҳолда маълум юза (AC) бўйлаб грунтнинг чўкиши ва силжиши юз беради. АС силжиш юзаси деб аталади, ABC ҳажми эса қулаш ҳажми деб юритилади.

Агар тиргович деворнинг эгилиши грунт таъсири натижасида юз берса, бу таъсир грунтнинг деворга актив босими деб аталади, акс ҳолда эса грунтнинг деворга пассив босими деб юритилади.

Тиргович девор ўраб турган грунтда ҳосил бўладиган силжиш шаклини аниқлаш грунтнинг актив босимини ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш учун катта аҳамиятга эга. Бу ўринда турли тушунчалар мавжуд бўлиб, уларнинг аниқлиги у ёки бу муаллифнинг ҳисоб асосида қўллаган чегараланишларига боғлиқдир.

1873 йилда француз олими Кулон томонидан яратилган назарияни кўплаб муаллифлар ўз ечимларида асос қилиб олишган. Кулон назариясига асосан тиргович девор тусиб турган грунтда юз берадиган силжиш текис юза орқали ўтади деб фараз қилинади. Бунда тиргович деворнинг пастки қиррасидан ихтиёрий равишда бир неча силжиш юзалари ўтказилади ва булардан энг катта қийматли грунт босими таъсиридагиси ҳисоблаш учун танлаб олинади. Кулон назарияси тиргович девор ўраб турган грунтнинг шаклидан қатъи назар, унинг деворга нисбатан ишқаланишини ҳисобга олмай, грунтнинг актив босимини аниқлашга имкон беради.



VI.12- расм. Грунтнинг актив босими таъсирида тиргович деворнинг эгилиши тасвирланган чизма.

Ҳозирги вақтда бу назария анча ри-

вожлантирилган бўлиб, бу эса ҳатто уни заррачалари ўзаро боғланган грунтлар учун ҳам қўллаш имконини беради.

6- §. ТИРГОВИЧ ДЕВОРГА НИСБАТАН ГРУНТ БОСИМИНИ АНИҚЛАШНИНГ АНАЛИТИК УСУЛИ (КУЛОН НАЗАРИЯСИ)

Сочилувчан грунтларнинг ўзига хос хусусияти — улар заррачалари орасида туташувчанлик кучининг бўлмаслигидир.

Шуни эслатиб ўтиш керакки, сочилувчан грунтдан ташкил топган ҳар қандай қиялик ўз мувозанат ҳолатини сақлаши учун унинг қиялик бурчаги шу грунтнинг ишқаланиш бурчагига тенг бўлиши керак. Бу шарт бажарилмаган барча ҳолларда тиргович девордан фойдаланишга тўғри келади. Қуйида грунт босимининг тиргович деворга таъсири назариясининг айрим асосий ҳолларини кўриб чиқамиз.

а. Тиргович девор текис вертикал шаклда ва грунт юзаси горизонтал бўлган ҳол.

Тиргович девор қаттиқ жисмдан тузилган ва ўз ўрнига жуда мустаҳкам ўрнашган деб фараз қилайлик. Грунтнинг деворга нисбатан ишқаланиш кучи ҳисобга олинмайди. Бу чегараланишга асосан девор ўраб турган грунтнинг кучланиш ҳолати томонларга чексиз тарқалган грунтнинг кучланиш ҳолатига тенг бўлади.

Грунтнинг деворга нисбатан босими қуйидагича аниқланади. Маълумки, грунтнинг сиртқи қисми горизонтал ҳолда бўлса, массивдан ажратилган ҳар қандай горизонтал ҳолдаги элементар юза фақат сиқувчи босим таъсиридагина бўлади. Бу босимнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$P_1 = \gamma z \qquad (6.39)$$

бунда γ — грунтнинг ҳажмий оғирлиги; z — грунт сиртидан қаралаётган нуқтагача бўлган масофа. Грунтнинг тиргович деворга нисбатан таъсир этувчи актив босими қуйидагича аниқланади:

$$\frac{P_2}{P_1} = \mathrm{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.40)$$

ёки

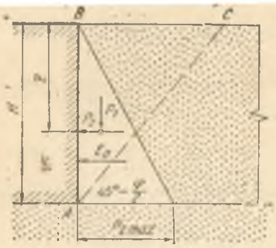
$$P_2 = P_1 \mathrm{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.41)$$

P_1 нинг қийматини (6.39) дан (6.41) ифодага олиб қўйсак;

$$P_2 = \gamma z\, \mathrm{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.42)$$

Бу ифода грунтнинг пассив босими учун қуйидаги кўринишни олади:

$$P_{2пас} = \gamma z\, \mathrm{tg}^2\left(45^0 + \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.43)$$



VI.13- расм. Ички томони текис вертикал ҳолдаги тиргович деворга таъсир этувчи кучлар тасвирланган чизма.

(6.42) ифодага асосланиб таъсир этувчи грунт босимининг тиргович деворнинг ички томони бўйича тарқалишини аниқлаш мумкин. Бу босимнинг қиймати чуқурлик z нинг биринчи даражали функциясига тенг, яъни бундан грунтнинг тиргович деворга нисбатан босими гидростатик тарқалиш қонуни асосида йўналади, деган хулоса чиқариш мумкин бўлади (VI. 13-расм). Грунтнинг деворга тенг таъсир этувчи босимини аниқлаш учун босим эпюраси майдонини билиш керак. Грунтнинг тўла босимининг девор узунлик бирлигига нисбатини E_a билан белгилаб қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$\hat{E}_a = \frac{P_{2\max} H}{2}. \qquad (6.44)$$

Агар P_2 нинг (6.42) ифодадаги қийматини энг катта қиймат деб ҳисобласак, у ҳолда:

$$\hat{E}_a = \frac{\gamma H^2}{2} \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.45)$$

Худди шу йўл билан пассив босим учун:

$$E_{пас} = \frac{\gamma H^2}{2} \operatorname{tg}^2\left(45^0 + \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.46)$$

(6.45) ва (6.46) ифодалардан фақат сочилувчан грунтларнинг тиргович деворга таъсир этувчи босимини аниқлашда фойдаланиш мумкин. Яна қайта эслатиб ўтамизки, (6.45) ифода грунтнинг деворга нисбатан ишқаланиш кучини ҳисобга олмайди. Бунинг натижасида тиргович деворга таъсир этувчи босимнинг қиймати бир оз камаяди.

Бу йўл билан аниқланган актив босим $\hat{E}_a$ тиргович деворнинг ички томони бўйича унинг асосидан $\frac{1}{3} H$ (H — тиргович деворнинг баландлиги) масофада қўйилади.

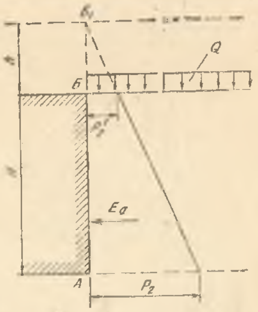
б. Узлуксиз ва тенг таъсир этувчи юкнинг босими

Агар грунтнинг горизонтал сирти узлуксиз ва тенг таъсир этувчи юк таъсирида бўлса, у ҳолда катта қийматли босимни аниқлашда бундан олдинги усулни қўллаш мумкин. Узлуксиз ва тенг таъсир этувчи юкни шундай грунт қатлами билан алмаштириш мумкинки, натижада юза бирлигига таъсир кўрсатувчи босимнинг қиймати ўзгармай қолади. Бу грунт қатламининг баландлиги қуйидагича бўлади:

$$h = \frac{Q}{\gamma}, \qquad (6.47)$$

бунда Q — тенг таъсир этувчи юкнинг қиймати т/м²;

γ — грунтнинг ҳажмий оғирлиги, т/м³.



VI.14- расм. Тиргович деворга узлуксиз ва тенг таъсир этувчи юкнинг босимини ҳисоблашга оид чизма.

Тиргович деворнинг ички юзасини VI.14- расмда кўрсатилгандек белгиланган h масофага узайтирамиз. $AБ$ деворга грунтнинг таъсирини аниқлаймиз.

A нуқта учун (6.42) ифодадан фойдаланиб қуйидагини топамиз:

$$P_{2a} = \gamma(H+h) \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.48)$$

Шу йўл билан $Б$ нуқта учун:

$$P_{2в} = \gamma h \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right). \qquad (6.49)$$

Аслини олганда грунт юзасига h баландликда бўлган грунт қатлами эмас, балки Q юк таъсир кўрсатади ва унинг таъсири $Б$ нуқта ва ундан пастга қараб йўналган бўлади. Шунинг учун ён томондан таъсир кўрсатувчи босимнинг тенг таъсир этувчисини аниқлаганда эпюранинг юқори (штрихланган) қисмини ҳисобга олмасак:

$$E_a = \frac{P_{2a} + P_{2в}}{2} H \qquad (6.50)$$

ёки

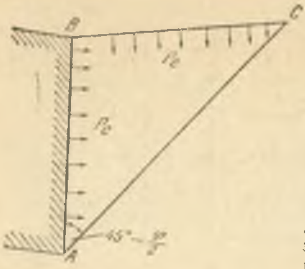
$$E_a = \frac{\gamma}{2}\left(H^2 + 2Hh\right) \operatorname{tg}^2\left(45^0 - \frac{\psi}{2}\right) \qquad (6.51)$$

в. Заррачалари ўзаро боғланган грунтларнинг тиргович деворга нисбатан босимини аниқлаш

Бундай грунтларнинг тиргович деворга нисбатан босимини ҳисоблашда силжиш юзаси бўйлаб биргаликда таъсир этувчи ишқаланиш ва боғланиш кучларини ҳисобга олиш керак бўлади. Шунинг учун боғланиш кучини ҳар томонлама таъсир этувчи ташқи босим таъсири билан алмаштирилади.

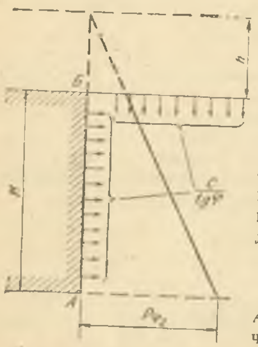
$$P_e = \frac{C}{\operatorname{tg}\psi}$$

бу ерда C — боғланиш кучи, кг/см²; P_e — боғланиш босими ψ — ички ишқаланиш бурчаги.



VI.15- расм. Боғланишли грунтларнинг тиргович деворга нисбатан босимини ўрганишга оид чизма.

VI.15- расмда боғланиш кучини алмаштирувчи ҳар томонлама таъсир этувчи ташқи босим кўрсатилган. Бу ўринда шуни айтиш кераки, юқоридан грунтга таъсир этувчи юк грунтнинг тиргович деворга нисбатан босимини қандайдир қийматга оширади. Тиргович девор ўраб турган грунтнинг нормал оғирлиги эса ён томондан тиргович деворга таъсир этувчи босимни P_c қийматга камайтиради. Бу ҳолда боғланиш кучи таъсирида ҳосил бўладиган қўшимча босим узлуксиз тенг таъсир этувчи юк сифатида қабул қилиниб, текис силжиш юзасининг шакли худди сочилувчан грунтдагидек йўналишга эга бўлади.



VI.16- расм. Боғланишли грунтларнинг тиргович деворга нисбатан босими.

г. Тиргович девор нормал текис ва у ўраб турган грунт сирти ётиқ шаклда бўлган ҳол

Грунт сиртига қўйилган юкни бундан олдинги масаладаги каби эквивалент қатлам оғирлиги билан алмаштирамиз. Бу қатламнинг баландлиги:

$$h = \frac{P_e}{\gamma} \quad \text{ёки} \quad h = \frac{C}{\gamma \operatorname{tg} \varphi}. \qquad (6.52)$$

A нуқтага ён томондан таъсир этувчи босим (VI.16- расм) (6.42) ифода ёрдамида аниқланади.

Боғланиш босими P_e нинг қарама-қарши томонга йўналишини ҳисобга олсак:

$$P_{2a} = \gamma(H + h)\operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{C}{\operatorname{tg}\varphi} \qquad (6.53)$$

ёки

$$P_{2a} = \gamma\left(H + \frac{C}{\gamma \operatorname{tg}\varphi}\right)\operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{C}{\operatorname{tg}\varphi}, \qquad (6.54)$$

бундан

$$P_2 = \gamma H \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{C}{\operatorname{tg}\varphi}\left[1 - \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\right]. \qquad (6.55)$$

Агар

$$-\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}\left[1 - \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\right] = 2\operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

ни назарда тутсак, юқоридаги ифодани қуйидагича ёзиш мумкин бўлади:

$$P_{2a} = \gamma H \cdot \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - 2C \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right). \qquad (6.56)$$

Кўриниб турибдики, бу ифода икки асосий қисмдан иборат: биринчиси фақат грунтнинг ишқаланиш кучидан ҳосил бўлган босим; иккинчиси эса тиргович деворга грунт босимини камайтирувчи боғланиш кучидан ҳосил бўлган босим.

Қуйидаги белгилашларни киритсак:

$$\gamma H \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = P_{\varphi 2} \qquad (6.57)$$

ва

$$2C \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = P_{c2},$$

унда (6.56) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$P_{2a} = P_{\varphi 2} - P_{c2}. \qquad (5.58)$$

Демак, грунтдаги боғланиш кучи унинг тиргович деворга нисбатан бўлган босимини ҳар бир нуқтада P_{c2} қийматга камайтиради.

Айрим муаллифларнинг олиб борган текширишлари натижасида қуйидаги аниқланган: Кулон назарияси грунтнинг тиргович деворга нисбатан актив босимини аниқлашда яхши натижа беради, аммо пассив босим масаласига келганда бу назария жуда катта хатоликларга олиб келади ва уни қўллаб бўлмайди.

Силжиш ҳодисасини тўғрироқ акс эттириш учун ҳисоблашда албатта эгри чизиқ бўйича силжишни назарда тутиш керак.

Бу ўринда математика нуқтаи назаридан аниқ ҳисоблаш проф. Соколовский В. В. томонидан бажарилган. Соколовскийнинг бу ҳисоблаш усули ВОДГЕО институти томонидан практикада қўлланилиб, яхши натижа берган.

Лекин шу билан бирга, грунтнинг тиргович деворга нисбатан актив ва пассив босимларини аниқлашда бир қанча графоаналитик усуллар таклиф қилинган бўлиб, булар махсус адабиётда жуда яхши ифодаланган*.

Қуйида проф. В. В. Соколовскийнинг аниқ математик ҳисоблаш усулининг натижасини келтирамиз. Бу усул сочилувчан грунтнинг тиргович деворга нисбатан актив босимини аниқлаш учун ишлаб чиқилган бўлиб, юқори мувозанат назарияси дифференциал тенгламасини интеграллаш йўли билан олингандир.

---

* Голушкевич С. С. Плоская задача теории предельного равновесия сыпучей среды, Гостехиздат, 1948 г.

6.1 жадвал. Қияликнинг горизонтал юзасига қўйилган юқори босимнинг қиймати (ўлчов бирлигисиз)

[illegible]	Ички ишқаланиш бурчаги φ га қараб юқори босим P_a нинг қиймати													
	10		20			30				40				
	қиялик бурчаги													
	0	10	0	20	20	0	10	20	30	0	10	20	30	40
0,0	8,34	7,51	14,8	12,7	10,9	30,1	24,3	19,6	15,7	75,3	55,9	41,4	30,6	22,5
0,5	9,02	7,90	17,9	14,8	12,0	43,0	32,6	24,4	18,1	139,0	94,0	62,6	41,3	27,1
1,0	9,64	8,26	20,6	16,6	13,1	53,9	39,8	28,8	20,3	193,0	126,0	81,1	50,9	31,0
1,5	10,2	8,62	23,1	18,2	14,1	64,0	46,5	32,8	22,3	242,0	157,0	98,5	59,8	34,7
2,0	10,8	8,95	25,4	19,9	15,0	73,6	52,9	36,7	24,2	292,0	186,0	115,0	68,4	38,1
2,5	11,3	8,28	27,7	21,4	15,8	82,9	59,0	40,4	26,0	339,0	215,0	132,9	76,7	41,3
3,0	11,8	9,59	29,8	23,0	16,7	91,8	65,1	44,1	27,8	386,0	243,0	148,0	84,9	44,4
3,5	12,3	9,89	31,9	24,4	17,5	101,0	67,0	47,6	29,4	432,0	271,0	164,0	93,0	47,5
4,0	12,8	10,2	34,0	25,8	18,3	109,0	76,8	51,2	31,1	478,0	299,0	179,0	101,0	50,4
4,5	13,2	10,5	36,0	27,2	19,1	118,0	82,6	54,7	32,7	523,0	327,0	195,0	109,0	53,3
5,0	13,7	10,8	38,0	28,7	19,1	127,0	88,3	58,1	34,3	568,0	354,0	211,0	117,0	56,2
5,5	14,1	11,0	39,9	20,0	20,6	135,0	94,0	61,6	35,8	613,0	381,0	226,0	125,0	59,0
6,0	14,5	11,3	41,8	31,4	21,4	143,0	99,6	65,0	37,4	658,0	409,0	241,0	132,0	61,6

6-2-жадвал. Грунтнинг горизонтал юзасига қўйилган тенг таъсир этувчи Q нинг қийматини топишда фойдаланиладиган ўлчовсиз коэффициентлар Q' ва δ

β	Коэффициентлар	Ички ишқаланиш бурчаги φ_0, град.											
		10			20			30			40		
		Грунтнинг деворга ишқаланиш бурчаги φ, град											
		0	5	10	0	10	20	0	15	30	0	20	40
0	Q'	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	δ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Q'	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	δ	0,00	0,05	0,05	0,00	0,09	0,09	0,00	0,12	0,12	0,00	0,14	0,14
20	Q'	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	δ	0,00	0,09	0,10	0,00	0,17	0,17	0,00	0,23	0,23	0,00	0,27	0,27
30	Q'	0,47	0,47	0,47	0,45	0,44	0,45	0,44	0,43	0,44	0,42	0,43	0,44
	δ	0,00	0,09	0,14	0,00	0,17	0,25	0,00	0,26	0,33	0,00	0,35	0,40
40	Q'	0,68	0,57	0,57	0,54	0,52	0,53	0,50	0,48	0,51	0,46	0,47	0,50
	δ	0,00	0,09	0,16	0,00	0,17	0,31	0,00	0,26	0,43	0,00	0,35	0,52
50	Q'	0,67	0,64	0,64	0,59	0,56	0,57	0,52	0,50	0,53	0,46	0,45	0,51
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,34	0,00	0,26	0,49	0,00	0,35	0,62
60	Q'	0,72	0,68	0,68	0,60	0,57	0,57	0,50	0,47	0,50	0,42	0,40	0,46
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,69
70	Q'	0,73	0,70	0,70	0,58	0,54	0,54	0,46	0,43	0,45	0,35	0,34	0,38
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,70
80	Q'	0,72	0,70	0,68	0,54	0,50	0,50	0,40	0,37	0,38	0,29	0,27	0,29
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,70
90	Q'	0,70	0,67	0,65	0,49	0,45	0,44	0,33	0,30	0,31	0,22	0,20	0,22
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,35	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,70
100	Q'	0,65	0,61	0,59	0,42	0,38	0,37	0,26	0,24	0,24	0,16	0,14	0,15
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,70
110	Q'	0,58	0,54	0,52	0,35	0,31	0,30	0,20	0,18	0,17	0,11	0,09	0,10
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,70
120	Q'	0,49	0,45	0,44	0,27	0,24	0,23	0,13	0,12	0,11	0,06	0,05	0,05
	δ	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,35	0,00	0,26	0,52	0,00	0,35	0,70

β — тиргович деворнинг орқа девори билан ундан соат стрелкаси йўналиши бўйлаб ҳисобланган горизонт орасидаги бурчак.

δ — грунт босими билан тиргович девор орқа томонига ўтказилган нормал орасидаги бурчак.

В. В. Соколовский усули бўйича актив босимнинг қиймати қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$P_{2a} = Q'(\gamma z + Q), \tag{6.59}$$

бунда Q' — грунтнинг горизонтал юзасига қўйилган тенг таъсир этувчи кучнинг қиймати (6.2- жадвал)

VII БОБ. ЗАМИН ГРУНТЛАРИНИНГ ДЕФОРМАЦИЯЛАРИ ВА УЛАРНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ

1-§. ЗАМИН ГРУНТЛАРИНИНГ ДЕФОРМАЦИЯЛАРИ, ТАБИАТИ ВА ГРУНТНИНГ ДЕФОРМАЦИЯЛАНИШИНИ БЕЛГИЛОВЧИ ФАКТОРЛАР

Иншоот заминининг грунт структурасининг туб ўзгаришисиз содир бўладиган тик деформациясига ч ў к и ш дейилади. Заминнинг куч таъсири ўзгармай турганида, намлик ошиши билан грунт структурасининг туб ўзгариши натижасида ҳосил бўлган тик деформациясига ў т а ч ў к и ш дейилади.

СНиП II-15-74 талабига асосан табиий заминлар деформация бўйича ҳисобланади. Шунинг учун замин грунтининг чўкишини аниқлаш иншоот ва саноат ҳамда граждан биноларини лойиҳалашда албатта керак бўлади. Ҳисоблашда тўла стабиллашган чўкиш қиймати ва чўкишнинг вақт бўйича сўниши топилади.

Қумли ва қаттиқ консистенцияли лойли грунтлардаги пойдеворларнинг чўкиши қурилиш даврининг ўзидаёқ тугаган деб ҳисобланади. Пластик консистенцияли лойли грунтлардаги пойдеворларнинг ўта чўкиши эса қурилиш тугагандан кейин ҳам бир неча йил давом этади. Бу ҳолда қурилиш даврида кутилган тўла чўкишнинг ярим қиймати тугаган деб ҳисобланади.

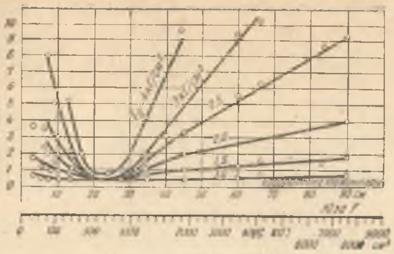
Шунингдек, бинонинг қийшайиши, нисбий чўкиши ва нисбий салқилиги ҳисобланади.

Деформация табиати. Грунтга таъсир этувчи кучни кетма-кет ошириб борган сари уч босқичли кучланиш ҳолати сезилади: 1) зичланиш босқичи; 2) силжиш босқичи ва 3) бузилиш босқичи ёки ситиб чиқиш босқичи.

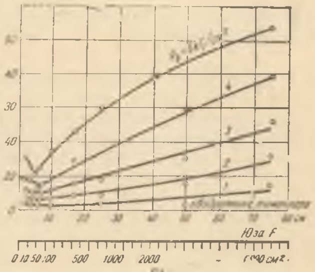
Биринчи босқичда грунтнинг зичланиши, деформациянинг тезлиги вақт ўтиши билан камайиши ва нолга яқинлашиши кўринади.

Бу босқичда кучланиш билан деформация ўртасидаги боғланишни етарли аниқликда тўғри чизиқли деб қабул қилса бўлади.

Иккинчи босқич грунт заррачаларининг бири иккинчисига нисбатан силжиётганини кўрсатади. Заминда силжиш қанчалик ўсар экан, чўкиш қиймати шунча ўсади ва унинг сўниши шунча узоқ муддатга чўзилади (III Боб, III.3- расм). Бу босқич деформация қиймати қандай ўсган бўлмасин, заминда ҳали бузилиш бўл-



а)



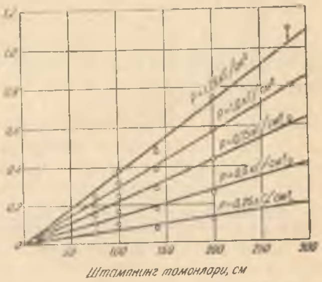
б)

VII.1- расм. Пойдевор юзасининг чўкиш катталигига таъсирини кўрсатувчи графиклар.

майди. Силжишларнинг хоссалари энг охирида пластик деформацияга кўчганидагина грунтнинг хоссалари, ўлчамлари ва заррачаларининг шакли ўзгаради. Бунда грунт жисми биринчи ҳолатга қайтиш қобилиятини йўқотади, яъни қолдиқ деформация ҳосил бўлади. Кучланиш билан деформация ўртасидаги тўғри чизиқли боғланиш йўқолади.

Учинчи босқич пойдевор периметри остидан ҳар томонга грунтнинг ситилиб чиқиши ва деформация тезлигининг интенсив ўсиши билан характерланади. Деформация тўсатдан ҳосил бўлади ва фалокатли тарзда ўсади. Бу фазада чўкиш жуда катта бўлади.

Иншоотнинг чўкишига куч қўйилган майдоннинг (пойдеворнинг) катталиги



VII-2- расм. Лёссимон грунтларда чўкишнинг штамп юзига боғлиқлигини кўрсатувчи график.

ва шакли ҳамда пойдевор конструкциясининг қаттиқлиги катта таъсир қилади.

VII.1- расмда кучлар интенсивлиги бир хил бўлганда пойдевор майдонининг иншоот чўкиши қийматига таъсири тасвирланган. Чизмалардан кўринадики, жуда кичик ва маълум қийматдан ўтгандан сўнг майдонининг ошиб боришига қараб, чўкиш камайиб борар экан. Штампалар диаметри 30—45 см дан ошган сари чўкиш қиймати штампа майдонининг илдиздан чиқарилган қийматига тўғри пропорционал эканлиги кўринади (VII.2- расм)

$$S = k \cdot P \cdot \sqrt{F}, \tag{7.1}$$

бу ерда k — берилган грунт учун доимий бўлган пропорционаллик коэффициенти; P — кучнинг интенсивлиги.

2-§. ПОЙДЕВОРНИНГ ТЎЛА ЧЎКИШ ҚИЙМАТИНИ ТОПИШДАГИ АСОСИЙ ҚОИДАЛАР

Пойдеворнинг тўла (охирги) чўкишини топишнинг асосий усули СНиП II-15-74 тавсия этган, босим таъсирида сиқилувчи алоҳида қатламларнинг чўкишини жамлаш усулидир. Ҳар бир қатлам учун ўзининг деформация модули белгиланади. Пойдевор таг юзасидан бошлаб, сиқилувчи зона қалинлигини элементар қатламларга бўлинади. Бу зона пастидаги деформация эътиборга олинмайди. Сиқилувчи зона чегарасидаги кучланишларни худди бир жинсли заминдагидек чизиқли-деформацияланувчи жисм назарияси усуллари билан аниқланади. Ҳар бир бўлинган қатламнинг чўкиши грунтнинг ёнга кенгайиш имкони бўлмаган ҳоли учун чиқарилган формулалар ёрдамида бевосита ҳисоблаб топилади. Бунда сиқувчи кучланиш ўрнида пойдеворнинг ўқи бўйича таъсир қилаётган берилган қатламдан тушаётган кучланиш қабул қилинади. Қўшни пойдеворлардан тушган кучдан ҳамда кучнинг таъсир майдони ўқи бўйича кучланишлар таъсиридан ҳосил бўлган чўкишни кетма-кет жамлаш усули билан топиш тавсия этилади. Бироқ, бундай шароитдаги кучланишни топиш анча мураккаб, чунки берилган пойдевор ўқи йўналишида қўшни пойдеворлардан тушган кучлар таъсирида қўшимча кучланиш қанчалик ортганлигини топиш зарур бўлади. Бундай кучланишлар бурчак нуқталари усулида топилади. Қаралаётган ўқ бурчакдан ўтган деб фараз қилинади. Бурчак нуқталари усули IV бобда берилган. Заминнинг қўшни кучларни ҳам эътиборга олган ҳолдаги тўла ўзгариши қаралаётган ўқнинг қаралаётган қатламидаги кучланишнинг йиғинди эпюраси бўйича топилади.

Кетма-кет жамлаш усулини қўллаш, айниқса, таг юзаси катта ўлчамли бўлган пойдеворлар учун ҳамда алоҳида якка қатламларининг сиқилиши кескин ўзгарувчан бўлган заминларда кўпроқ самара беради. Чўкишни кетма-кет жамлашни заминда таъсир этувчи кучланишнинг уч хил компонентларини эътиборга олган ҳолда ҳам

бажариш мумкин. Ана шундай ишлардан бири тариқасида К. Е. Егоровнинг абсолют қаттиқ пойдеворнинг чўкишини (7.1) аниқлаш усулини кўриш мумкин. Бироқ бу усул мураккаб: унинг амалий қўлланилиши ёнга кенгайиш коэффициенти қиймати билан чегараланади, яъни

$$\mu = 0{,}30.$$

Замин бир жинсли бўлган ва куч қўйилган майдон унчалик катта бўлмаган ҳолларда чўкишни аниқлаш учун чизиқли-деформацияланувчи жисм назарияси ечимларидан фойдаланса бўлади. Бу усулда ҳам кучланишнинг ҳаммма компонентлари эътиборга олинади ва грунтнинг ёнга кенгайиши чегараланган деб қаралади. Бироқ, бунда замин сиқилувчи зона билан чегараланмаган бўлиб, ярим чексиз бир жинсли жисм ёки табиатан сиқилмайдиган қатлам билан чегараланувчи бир жинсли жисм деб қаралади.

Чексиз бир жинсли жисм схемасини қўллашда кўриниб турибдики, сиқилувчи зона схемасидан фойдалангандагига қараганда чўкиш қиймати кўпроқ чиқиши мумкин. Амалда катта чуқурлик қатлами бўйича грунтнинг бир жинсли ва ўзгармас бир хил сиқилишга эга бўлиши кам учрайди. Грунтнинг ўз оғирлиги таъсирида сиқилиши натижасида реал заминларда, маълум чуқурликдан сўнг, ташқи куч қўйилганда ҳам чўкмаслиги мумкин. Шунинг учун сиқилувчи зона схемаси ёрдамида топилган чўкиш қиймати бир жинсли ярим фазо схемасига қараганда ҳақиқатга яқин деб ҳисобланади. Айникса, планда пойдеворнинг ўлчамлари катта бўлса, бундай фарқ кескин ортиб кетади. Агар пойдеворнинг узунлиги 3—4 м дан ошмаса ва лентасимон пойдеворнинг эни 2—3 м дан кам бўлса, маълум чуқурликкача замин грунти бир хил бўлса, уни ишонч билан бир жинсли деб қараш мумкин.

Ҳисоблашларда ярим фазо схемасида бевосита фойдаланиладиган, грунтнинг чуқурлик бўйича сиқилиши ўзгаришини ўртача модул деформацияси деган катталик билан тақрибан эътиборга олиш мумкин. Бундан ташқари, заминдаги грунтларнинг ҳар хил сиқилишини эътиборга олишда Н. А. Цитович усулидан (эквивалент қатлам) ҳам фойдаланиш мумкин.

3-§. ЁНГА КЕНГАЙИШ ИМКОНИЯТИ ЧЕКЛАНГАН ҲОЛИДА СИҚИЛГАН ГРУНТНИНГ ЧЎКИШИНИ АНИҚЛАШ

Баландлиги $H_{сиқ}$ тенг бўлган сиқилувчи грунт (VII.3- расм) горизонтал бўйлаб чексиз кенгайган ва ост томони сиқилмайдиган ҳамда сув ўтказмайдиган қоя билан чегараланган бўлсин. Сув сизиб чиқиш имкониятига эга бўлган бу қатламга эгилувчан, яхлит, текис ва чексиз тарқалган куч таъсир этиб турсин. Сиқилувчи қатлам $H_{сиқ}$ бўйича тарқаладиган босим $p_д$ таъсирида грунтда S деформацияси ҳосил бўлади. Бу ҳолда грунтнинг бошланғич ғоваклик коэффициенти e_0 маълум даражада камайиб, e_1 қийматга эга бўла-

VII.3- расм. Н. М. Герсеванов буйича чукишнинг ҳисобий схемаси.

ди. Натижада грунт сиқилиб, унинг баландлиги $H_{сиқ} - S$ га тенг булади. Агар бу процесс грунтда фақат ғоваклик камайиши эвазига булади деб қарасак, заррачалар ҳажми узгармас ҳолда қолиб, қуйидаги ифодани ёза оламиз:

$$V_{ск} = \frac{H_{сик}}{1+e_0} \text{ ва } V_{ск} = \frac{H_{сиқ} - S}{1+e_1}. \qquad (a)$$

(a) тенгликнинг унг томонини тенглаштириб ва олинган ифодани S га нисбатан ечсак, чукиш қиймати қуйидагича топилади:

$$S = \frac{e_0 - e_1}{1+e_0} \cdot H_{сик}. \qquad (б)$$

Юқоридагилар асосида

$$e_0 - e_1 = a \cdot p_д$$

эканлигини эсласак ва бу ифодани (б) тенгламага қуйсак, иншоот чукишининг абсолют қийматини ҳисоблаш учун проф. Н. М. Герсевановнинг ҳаммага маълум булган формуласини чиқарамиз:

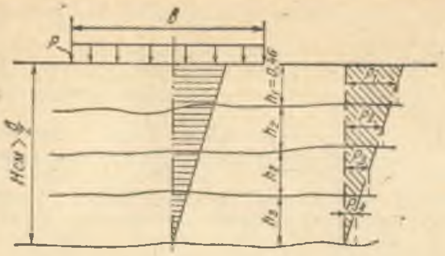
$$S = \frac{a \cdot p_д}{1+e_0} \cdot H_{сик}, \qquad (7.2)$$

бу ерда S — грунтнинг чукиши; a — сиқилиш коэффициенти; $p_д$ — сиқилувчи қатламнинг ҳамма чуқурлиги буйича текис олинган, иншоотдан берилаётган қушимча босим; e_0 — грунтнинг бошланғич ғоваклик коэффициенти; $H_{сиқ}$ — грунтнинг сиқилувчи қатлами.

$\frac{a}{1+e_0}$ қиймат грунтнинг компрессион хоссасига боғлиқ булиб, келтирилган (нисбий) сиқилиш коэффициенти деб аталади.

$\frac{a}{1+e_0} = a_0$ деб белгилаб ва уни формула (7.2) га қуйиб, чукиш қийматини топамиз

$$S = a_0 \cdot p_д \cdot H_{сиқ}. \qquad (7.2)'$$



VII.4- расм. Грунтдаги кучланишларнинг шартли схемаси.

Агар грунтнинг сиқилувчи қатлами юк қуйилган майдон энининг ярмидан катта булса, кучланишлар эпюрасини текис туғри туртбурчаклик шаклида олинмай, трапеция ёки учбурчаклик (VII.4-расм) куринишида олиш мақсадга мувофиқ булади, яъни маълум миқдорда грунтдаги кучланишнинг ҳақиқий тарқалишига яқинлашади. Бу ҳолда чукиш қуйидагича ҳисобланади.

Пойдевор тагидан бошлаб эни b га тенг, узунлиги 1 пог.м ва баландлиги $H_{сиқ}$ булган йулка ажратилади. Бир жинсли грунтларда $H_{сиқ}$ қиймат h_1, h_2, h_3 ва ҳоказо тенг кесмаларга, турли жинсли грунтларда эса, геологик қирқимга қараб булинади. Грунт катламанинг усти ва ости юзалари буйича кучланишнинг қийматлари чизиқли деформацияланувчи жисм назариясига асосан топилади. Сунг ҳар бир ажратилган қатлам грунти учун сиқувчи кучланишнинг урта қийматлари P_1, P_2, P_3 ва ҳоказолар топилади. Сиқилувчи қатламнинг тула стабиллашган чукиш қиймати ҳар бир алоҳида элементар қатламнинг чукиш қиймати йиғиндисидан иборат булади

$$S = \sum_{i=1}^{n} S_i, \qquad (7.3)$$

бу ерда

$$S_i = h_i \cdot \frac{a}{1+e_0} P_i \qquad (7.3)$$

n — грунт қатламлари сони; P_i — i-қатламга бинодан тушаётган ўртача қушимча босим; h_i — i-қатламнинг баландлиги (қалинлиги).

4-§. ЗАМИННИНГ ЧЎКИШИНИ КЕТМА-КЕТ ЖАМЛАШ УСУЛИДА АНИҚЛАШ (СНиП II-15-74 буйича)

Бу усулда иншоотдан тушаётган куч таъсири остида грунтнинг чўкиши сиқилувчи зонадаги грунт элементар қатламларининг деформацияларини қушиш йули билан топилади. Пойдеворнинг чуки-

шини ҳисоблаш учун аввало грунтнинг ўз оғирлигидан ва иншоот-дан тушувчи куч таъсиридан ҳосил бўлган қўшимча кучланишларни аниқлаш зарур.

Грунтнинг деформацияларини ҳисоблашда фақат ўқ бўйлаб тик йўналган максимал сиқувчи кучланишлар эътиборга олинади.

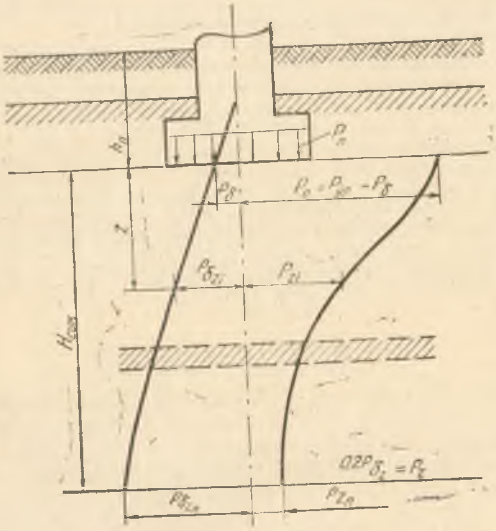
Элементар қатлам бўйича қўшиш усулида ҳисоблаш қуйидагича бажарилади:

1. Пойдевор тагидаги грунт қалинлиги 0,4 *в* дан катта бўлмаган алоҳида элементар қатламларга бўлинади (*в* — пойдеворнинг эни) (VII.5- расм).

2. Пойдевор таги майдони марказидан ўтувчи ўқ учун грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўлган кучланишнинг (табиий босим) эпюраси $P_{бz}$ ва қўшимча деформацияловчи кучланишнинг эпюралари P_z қурилади.

$P_{бz}$ эпюра ординатасининг қиймати қуйидаги формула бўйича аниқланади;

$$P_{бz\,i} = \gamma_0 \cdot h_n + \sum_{i=1}^{n} \gamma_0 h_i. \qquad (7.5)$$



VII.5- расм. Кетма- кет жамлаш усулида чўкишни ҳисоблаш учун схема.

Грунтнинг ҳар бир элементи ёнлама кенгаймайди, балки фақат ўрта кучланиш таъсири остида тик йўналишда сиқилади деб қаралади.

3. Қўшимча сиқувчи кучланишнинг *z* ўқи бўйича қийматини аниқлаш учун чизиқли деформацияланувчи жисм назарияси формуласидан фойдаланилади, яъни

$$P_{z_i} = \alpha P = \alpha (P_{ўр} - \gamma_0 \cdot h_n), \qquad (7.6)$$

бунда α — кучланишнинг тарқалиш коэффициенти (СНиП II- 15-74, 3- илова, 1- жадвалдан олинади); P — пойдевор таги сатҳига мос келувчи максимал сиқувчи қўшимча босим; $P_{ўр}$ — пойдевор таги сатҳига мос келувчи норматив кучлардан ҳосил бўлган ўртача босим.

СНиП II-15-74 кўрсатмасига мувофиқ пойдевор таги сатҳидаги ўртача кучланиш $P_{ўр}$ грунтнинг ҳисобий қаршилиги қийматидан ошиб кетмаслиги керак.

4. Ҳар бир элементар қатламдаги чўкиш S_i қуйидаги формула билан аниқланади:

$$S_i = h_i \frac{\beta_i}{E_{oi}} \cdot P_{z_{iўр}}, \qquad (7.7)$$

бу ерда

$$P_{z_{iўр}} = \frac{P_{zi} + P_{z(i+1)}}{2} \qquad (7.8)$$

— ҳар бир элементар қатлам ўртасидаги ўртача сиқувчи кучланиш;

$$\beta_i = 1 - \frac{2\mu_i^2}{1 - \mu_i}. \qquad (7.9)$$

μ — грунтнинг ёнга кенгайиш коэффициенти; β — ёнлама кенгайишга боғлиқ бўлган ўлчовсиз коэффициент бўлиб, ҳар хил грунт учун ҳар хил қийматга эга бўлади.

СНиП II-15-74 тавсияси бўйича ҳамма грунт учун $\beta = 0{,}8$ қабул қилинган; h_i — грунт элементар қатламанинг қалинлиги (расмга қаранг); E_{oi} — грунтнинг умумий деформация модули.

5. Сиқилиш зонасининг чўкиш қиймати шу зонадаги ҳар бир элементар қатламларнинг деформацияларини жамлаш натижаси билан топилади:

$$S_{хис} = \sum_{i=0}^{i=H_{сик}} h_i \cdot \frac{\beta}{E_{oi}} \cdot P_{z_{iўр}}. \qquad (7.10)$$

Сиқилиш зонасининг қалинлиги $H_{сиқ}$ дан пастдаги деформацияни амалда эътиборга олинмайди. Сиқилиш зонасининг пастки чегараси СНиПII-15-74 талаби бўйича қуйидаги шартга биноан топилади:

$$P_z \leqslant 0{,}2\, P_б$$

яъни, ташқи таъсир кучидан ҳосил бўлган қўшимча кучланишнинг қиймати грунтнинг ўз оғирлигидан келиб чиққан кучланишнинг 20 процентига тенг ёки камроқ бўлсин.

Демак, замин сиқилиш зонасининг қалинлиги грунтга тушувчи қўшимча куч миқдорига, қумли грунт зичлигига, лойли грунт ҳолатига ва замин грунтининг структура мустаҳкамлигига боғлиқ бўлади.

5 §. К. Е. ЕГОРОВ УСУЛИ БЎЙИЧА ПОЙДЕВОРНИНГ ЧЎКИШИНИ ҲИСОБЛАШ

Бу усул бўйича чўкишни ҳисоблашда қуйидаги фаразларни эътиборга олиш керак.

1. Грунтнинг деформацияланувчи қалинлиги чекланган.
2. Ҳар қайси қатлам грунтининг деформацияси кучланишга пропорционалдир, яъни ҳар бир қатламнинг грунти чизиқли деформацияланувчи ҳисобланади.
3. Ҳар қайси алоҳида қатламнинг деформацияси кучланишнинг ҳамма ташкил этувчиларининг таъсирида намоён бўлади.
4. Пойдеворнинг чўкиш қиймати текис тарқалган куч таъсирида грунтнинг устки юзасининг тик силжиш қийматига тенг.
5. Пойдеворнинг қаттиқлиги эътиборга олинмайди.
6. Кучланишнинг грунт қатламида тарқалиши бир жинсли ярим фазо масаласи талабига мос деб қаралади. Тўшам қатлами қаттиқлиги эса M коэффициенти билан эътиборга олинади.

Чўкишни топишнинг бу усули бўйича ҳисобланган катталик чизиқли деформацияланувчи ярим фазо схемаси бўйича ҳисобланган қийматидан кичик бўлади.

Чўкишнинг ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишда берилади:

$$S=\left(b\cdot P_{ўр}\sum_{i=1}^{n}\frac{k_i-k_{i-1}}{E_i}\right)\cdot M, \qquad (7.12)$$

бунда b — пойдеворнинг эни; $P_{ўр}$ — ўртача босим; k_i — пойдевор таг юзаси шаклига ва $n=\frac{l}{b}$; $m=\frac{2z}{b}$ нисбатларга боғлиқ бўлган коэффициент (7.1-жадвалдан аниқланади); M — тўшам қатлами қаттиқ бўлгандаги кучланишларнинг концентрациясини эътиборга олувчи коэффициент (7.1-жадвалдан олинади).

M ва K коэффициентлари қаттиқ пойдеворлар остидаги грунтнинг ёнга кенгайиш коэффициентига боғлиқ бўлади. К. Е. Егоров томонидан тузилган 7.1-жадвал μ — 0,3 қиймати учун аниқланган.

Бу усул бўйича ҳисоблашларни бажариш қийинчилиги шундан иборатки, сиқилувчи қатламнинг қалинлигини белгилаш очиқ-ойдин тасаввур қилинмайди. Қалинликни белгилашда геологик шартлар талаб қилинган ҳолларда масала аниқ ечилади. Бошқа ҳамма ҳолларда сиқилувчи қатлам пастки чегарасининг ҳолатини белгилаш

7.1-жадвал. (7.12) формула учун K ва M ларнинг қийматлари

$m=\frac{2z}{b}$	доира	$l:b$ томонлар нисбатига боғлиқ K_i қиймат						M
		1	1,5	2	3	5	>10	
0	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,2	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104	1,5
0,4	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208	1,4
0,6	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311	
0,8	0,348	0,381	0,397	0,397	0,397	0,397	0,412	1,3
1,0	0,411	0,446	0,476	0,484	0,484	0,484	0,511	
1,2	0,461	0,499	0,543	0,561	0,566	0,566	0,605	1,2
1,4	0,501	0,542	0,601	0,626	0,640	0,640	9,687	
1,6	0,532	0,577	0,647	0,682	0,703	0,708	0,763	
1,8	0,558	0,606	0,688	0,730	0,764	0,772	0,831	
2,0	0,579	0,630	0,722	0,773	0,816	0,830	0,892	1,1
2,2	0,596	0,651	0,751	0,809	0,851	0,885	0,949	
2,4	0,611	0,668	0,776	0,841	0,902	0,932	1,001	
2,6	0,624	0,683	0,798	0,868	0,939	0,977	1,050	
2,8	0,635	0,697	0,818	0,893	0,971	0,018	1,095	
3,0	0,645	0,709	0,836	0,913	1,000	1,057	1,138	
3,5	0,664	0,732	0,869	0,959	1,062	1,138	1,233	1,0
4,0	0,679	0,751	0,879	0,995	1,11	1,205	1,316	
4,5	0,691	0,766	0,918	1,022	1,151	1,262	1,390	
50	0,700	0,777	0,935	1,045	1,183	1,309	1,456	

қийинлашади ва яхши ишлаб чиқилган математик ҳисоблаш аппарати тўғри натижа олишга гарантия бера олмайди.

Бу қийинчиликни енгиллаштириш мақсадида сиқилувчи қатлам қалинлигини аниқлаш учун тахминий тавсиялар берувчи баъзи бир фикрлар майдонга чиқди. Бундай тавсиялар асосан қатламлар бўйича қўшиш усулида қўлланилган чеклашларга ва эквивалент қатламлар усулида қабул қилинган сиқилувчи қалинлик тушунчасига таянади.

Биринчи тавсияда сиқилувчи қатлам қалинлиги учун қўшимча кучланиш қиймати табиий кучланишнинг 0,2 қисмига тенг бўлгандаги чуқурлик қабул қилинади. Б. И. Долматов таклиф этган иккинчи тавсия бўйича сиқилувчи қатлам қалинлиги учун пойдевор қаттиқлиги ва унинг ўлчамлари орқали аниқланган замин эквивалент қатлами қалинлигининг иккиланган қиймати қабул қилинади.

Бундан ташқари, бу усулда пойдеворнинг чўкишини аниқлашда қўшни пойдеворлар ва юзаларга қўйилган кучларнинг таъсирини ҳисобга олиш имкони бўлмайди. Бироқ Е. Е. Егоров усулининг муҳим аҳамияти шундаки, бунда деформациялар кучланишнинг битта компоненти таъсири остидагина эмас, балки қурилаётган чизиқли-деформацияланувчи қатламга таъсир этувчи кучланишнинг ҳамма компонентларини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

6-§. БЕВОСИТА ЧИЗИҚЛИ ДЕФОРМАЦИЯЛАНУВЧИ ЖИСМЛАР НАЗАРИЯСИ АСОСИДА ЗАМИННИНГ ЧЎКИШИНИ АНИҚЛАШ

а. Чизиқли деформацияланувчи ярим фазо назариясини бевосита қўллаб чўкишини ҳисоблаш.

Айлана ёки тўғри тўртбурчаклик шаклидаги майдондан текис тарқалган кучлар таъсиридаги заминни бир жинсли чизиқли деформацияланувчи жисм деб қаралганда чўкишни аниқлаш учун формула қуйидаги кўринишга келади

$$S = \frac{\omega \cdot P \cdot b}{E}(1 - \mu^2), \qquad (7.13)$$

бу ерда P — текис тарқалган кучнинг интенсивлиги; E — грунтнинг деформация модули; ω — пойдеворнинг шакли ва қаттиқлигига боғлиқ бўлган коэффициент; μ — грунтнинг ёнга кенгайиш коэффициенти; b — пойдеворнинг кенглиги.

Н. А. Цитович томонидан тузилган коэффициент ω қийматлари 7.2- жадвалда берилган (7.2).

7.2- жадвал. $\frac{H}{b} = \infty$ **бўлгандаги ω_y, ω_0, ω_m ва ω_{const} коэффициентлар қийматлари (H — сиқилувчи қатлам қалинлиги)**

Куч қўйилган майдон шакли	ω_y	ω_0	ω_m	ω_{const}
Айлана	0,64	1,00	0,85	0,79
Квадрат $n = \frac{l}{b} = 1$		1,12	0,95	0,88
Тўртбурчакликлар				
$n = 1.5$		1,36	1,15	1,08
$n = 2$		1,53	1,30	1,22
$n = 3$		1,78	1,53	1,44
$n = 4$	Тўртбурчакликлар ва квадратлар учун	1,96	1,70	1,61
$n = 5$	$\omega_y = \frac{1}{2}\omega_0$	2,10	1,83	1,72
$n = 6$		2,23	1,96	—
$n = 7$		2,33	2,04	—
$n = 8$		2,42	2,12	—
$n = 9$		2,49	2,19	—
$n = 10$		2,53	2,25	2,12
$n = 20$		2,95	2,64	—
$n = 30$		3,23	2,88	—
$n = 40$		3,42	3,07	—
$n = 50$		3,54	3,22	—
$n = 100$		4,00	3,69	—

ω_0 — куч қўйилган майдон маркази остидаги эгилувчан пойдеворнинг максимал чўкиш қийматига тегишли коэффициент; ω_m — бутун куч қўйилган майдоннинг ўртача чўкишига тегишли коэффициент.

ω_y — эгилувчан пойдевор бурчак нуқталари чўкишини аниқлаш учун коэффициент;

ω_{const} — абсолют қаттиқ пойдеворнинг чўкишига тегишли коэффициент. Сиқилмайдиган қоя грунти тўшалган, қалинлиги H га тенг грунт қатламидан иборат бир жинсли замин ҳолати учун бутун куч қўйилган майдоннинг ўртача чўкишини аниқлаш учун коэффициент ω_m нинг қийматлари 7.3- жадвалда (М. И. Горбунов — Посадов бўйича) берилган.

7.3- жадвал. $\frac{H}{b}$ **нисбат бўйича коэффициент ω_m нинг қийматлари**

$\frac{H}{b}$	Айлача	Тўртбурчаклик				Лента ($n=\infty$)
		$n=1$	$n=2$	$n=3$	$n=10$	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
0,25	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
0,5	0,22	0,22	0,24	0,24	0,25	0,25
0,75	0,31	0,31	0,34	0,34	0,35	0,36
1,0	0,38	0,39	0,43	0,44	0,46	0,46
1,5	0,50	0,53	0,59	0,61	0,63	0,64
2,0	0,58	0,62	0,70	0,73	0,77	0,79
2,5	0,63	0,69	0,79	0,83	0,89	0,92
3	0,66	0,72	0,87	0,92	1,00	1,03
4	0,70	0,77	0,96	1,04	1,15	1,20
5	0,72	0,80	1,03	1,13	1,27	1,34
7	0,75	0,84	1,10	1,23	1,45	1,54
10	0,78	0,87	1,16	1,31	1,62	1,77
20	0,81	0,91	1,23	1,42	1,90	2,19
50	0,83	0,93	1,27	1,48	2,10	2,66
∞	0,85	0,95	1,30	1,58	2,25	∞

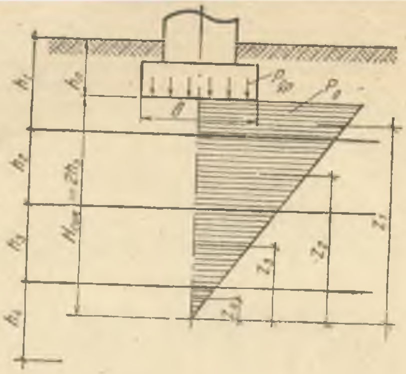
б. Н. А. Цитович усулида хисоблаш (эквивалент қатлам усули)

Чўкишни эквивалент қатлам усули ёрдамида ёнга кенгайиш чегараланган ҳол учун аниқлаш мумкин.

Грунтнинг уст томонидан бутун майдонга текис тарқалган куч таъсир этиб, ёнга кенгайиши чегараланган ҳолида, берилган ўлчамлари пойдеворнинг чўкиш қийматига тенг даражада чўкадиган қалинлиги эквивалент қатлам* деб аталади. Эквивалент қатлам ёнга кенгайиш коэффициентига, пойдеворнинг пландаги шаклига ва унинг энига (ўлчамларига) боғлиқ бўлади. Бир жинсли замин бўлган ҳолда формула (7.13) қуйидаги кўринишга келтирилиши мумкин (Н. А. Цитович бўйича)

$$S = \frac{a \cdot P \cdot h_s}{1 + e_0}, \qquad (7.14)$$

* «Эквивалент қатлам» тушунчаси ва бу усул проф. Н. А. Цитович томонидан киритилган.



VII.6.- расм. Эквивалент қатлам усулида чўкишни ҳисоблаш учун схема.

бу ерда a — сиқилиш коэффициенти (III бобга қаранг); e_0 — грунтнинг бошланғич ғоваклик коэффициенти.

Агар $a_0 = \frac{a}{1+e_0}$ нисбий сиқилиш коэффициенти эканлигини ёдга олсак, у ҳолда (7.14) формула қуйидаги содда кўринишда ёзилиши мумкин

$$S = h_s \cdot a_0 \cdot P, \qquad (7.14)'$$

бу ерда h_s — эквивалент қатламнинг қалинлиги бўлиб, чизикли деформацияланувчи жисм назарияси ечимларига биноан ҳисобланади.

$$h_s = A \cdot \omega \cdot b, \qquad (7.15)$$

бу ерда

$$A = \frac{(1-\mu)^2}{1-2\mu}. \qquad (7.15)'$$

Сиқувчи қўшимча босим эпюраси тақрибан учбурчаклик кўринишда қабул қилинади (Н. А. Цитович бўйича). Сиқилувчи қатлам қалинлиги $H_{сиқ}$ эса эквивалент қатлам h_s нинг иккиланган қийматига тенг деб олинади (VII. 6- расм).

7.4- жадвалда таг юзаси айлана бўлган пойдевор учун коэффициенти $A\omega$ қийматлари берилган.

Коэффициент / μ	$A\omega_c$	$A\omega_0$	$A\omega_m$	$A\omega_{const}$
0,20	0,68	1,07	0,91	0,84
0,25	0,72	1,13	0,96	0,88
0,30	0,78	1,23	1,04	0,96
0,35	0,90	1,41	1,20	1,11
0,40	1,15	1,80	1,53	1,41

Эслатма: $A\omega_c$ — пойдевор таги юзаси айланасида ётган нуқталарга тегишли.

Қатламли замин бўлган ҳолда $2h_s$ қалинлиги чегарасида улар бир жинсли деб қаралиб, сиқилишнинг кўрсаткичлари ва грунт ғоваклиги ўртача қийматга келтирилади.

Қатламли заминнинг чўкиши қуйидаги формула билан аниқланади.

$$S = h_s a_{oўр} \cdot P, \qquad (7.15)''$$

бу ерда $a_{oўр}$ — пойдевор тагидан бошлаб $2h_s$ чуқурлик чегарасигача бўлган грунт қатламларининг нисбий сиқилиш коэффициентларининг ўртача қиймати бўлиб, қуйидаги формула билан аниқланади:

$$a_{oўр} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i \cdot a_{oi} z_i}{2h_s^2}, \qquad (7.16)$$

h_i — пойдевор остидаги грунт, i-қатламининг қалинлиги;

$a_{oi} = \frac{a_i}{1+e_i} = \frac{\beta_i}{E_i}$ — грунт i- қатламининг нисбий сиқилиш коэффициенти; Z — қўшимча босим эпюрасининг пастки учидан қаралаётган қатламнинг ўртасигача бўлган масофа.

в. Номарказий куч таъсир этган ҳол учун пойдеворларнинг қийшайишини аниқлаш.

Якка тартибда ўрнатилган тўғри тўртбурчаклик шаклидаги пойдеворларнинг номарказий куч таъсир этиши натижасида қийшайишини СНиП II-15-74 га биноан М. И. Горбунов-Посадов формуласи (7.3) билан аниқланади.

Пойдеворнинг бўйлама ўқ бўйича қийшайиши

$$i_e = \frac{1-\mu^2}{E} k_e \frac{P \cdot e_e}{\left(\frac{l}{2}\right)^3}, \qquad (7.17)$$

пойдевонинг эни бўйича қийшайиши

$$i_b = \frac{1-\mu^2}{E} k_b \frac{Pe_b}{\left(\frac{b}{2}\right)^3}, \qquad (7.18)$$

бу ерда

P — пойдевордан заминга тушадиган ҳамма тик кучларининг тенг таъсир этувчиси, кгк;

e_l, e_b — пойдевор таг юзаси марказидан бўйлама ва эни бўйича тенг таъсир этувчининг қўйилган нуқтасигача бўлган тегишлича масофалар, см;

E ва μ — грунтнинг сиқилувчи қатлам бўйича ўртача олинган тегишлича деформация модули, кгк/см² ва Пуассон коэффициенти;

k_l ва k_b — пойдевор томонлари нисбатига қараб 7.5- жадвал (СНиП II- 15- 74) дан топиладиган коэффициентлар.

7.5- жадвал. k_l ва k_b **коэффициентлари (СНиП II- 15- 74)**

Коэффициентлар	Тўғри тўртбурчаклик пойдевор томонлари нисбатига $\frac{l}{b}$ қараб коэффициентлар K_l ва K_b					
	1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	5,0
K_e	0,55	0,71	0,83	0,97	1,1	1,44
K_b	0,50	0,39	0,33	0,25	0,19	0,13

Куч таъсири натижасида пойдеворларнинг қийшайиши уларнинг қирраларининг чўкиши ҳисоблаб топилгандан сўнг қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$i = \frac{S_1 - S_2}{b},$$

бу ерда s_1 ва s_2 — тегишлича пойдеворнинг қаралаётган қирралари томонининг ўртасидаги ҳисобланган чўкишлар; $в$ — пойдеворнинг қийшайган йўналишидаги ўлчами, см.

7-§. ВАҚТ ЎТИШИ БИЛАН ЗАМИН ЧЎКИШИНИНГ СЎНИШИ

Заминга кучлар иншоотни кўтариш процессида таъсир қилади ва у аста-секин ошиб боради, шу даврда замин ўтириши ҳам ошиб боради. Қурилиш тугагач, доимий куч таъсирида заминнинг чўкиши камая боради ва ниҳоят, вақт ўтиши билан чўкиш сўнади.

Қумли ва йирик синиқ тошли грунтларнинг чўкиши иншоот қурилиши процессида тез ўсади ва амалда қурилиш даврининг ўзидаёқ тугайди, иншоотни ишлатиш даврида таъсири сезилмайди. Заминнинг чўкиши лойли грунтларда узоқ чўзилувчи процесс ҳисобланиб баъзида бир неча йиллаб давом этади. Баъзи ҳолларда чўкишнинг нотекис ривожланиши фойдаланилаётган иншоотни йўл қўйиб бўлмаган даражадаги деформацияга олиб келиши мумкин.

Замин чўкишининг вақт бўйича давом этиши иншоотдан берилаётган босим таъсирида грунт ғовакларидаги сувнинг ҳайдалиши (фильтрация процесси) билан боғлиқ деган нуқтаи назардан ҳисобланади.

Иншоот босими даставвал ғовaклардаги сувга берилади. Ғовaклардаги сувни ҳайдаш давомида у грунтнинг қаттиқ заррачаларига ҳам тушади, шунинг натижасида аста-секин уни зичлайди. Грунтнинг сув ўтказувчанлиги қанча кам бўлса, зичланиш процесси шунча чўзилади. Шунинг учун, чўкиш тугаш дақиқасидаги эпюра қийматига мос келмагунга қадар сиқувчи босим аста секин ўсиб боради, яъни сиқувчи босим эпюраси чўкишга тўғри пропорционал бўлади, у ҳолда

$$S_t = Q \cdot S, \qquad (7.19)$$

бу ерда S_t — бирор оралиқ вақтдаги чўкиш улуши; Q — чўкиш даражаси, бирор оралиқ вақтдаги сиқувчи босим эпюраси майдонининг сўнган эпюра майдонига нисбати; S — тўла чўкиш. Вақт топиладиган ифодани ҳосил қилиш учун грунтлар механикасининг сиқилиши ва фильтрация (III бобга қаралсин) қонунларидан фойдаланилади.

Вақт қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$t = \frac{4h_0^2}{\pi^2 \cdot C_v} \cdot N, \qquad (7.20)$$

бу ерда $h_0 = \frac{h}{1+e_0}$ қатлам қалинлигининг нисбий баландлиги; c_v — зичланиш (консолидация) коэффициенти;

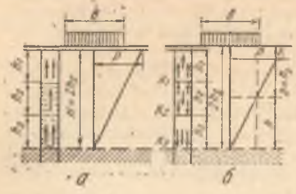
$$c_v = \frac{\kappa_\phi}{a_0 \cdot \gamma_c} = \frac{\kappa_\phi(1+e_0)}{a \cdot \gamma_c}, \qquad (7.21)$$

7.6- жадвал. **Грунтнинг чўкишини аниқлаш учун вақт функцияси маъносидаги N қийматлари**

Q	Ҳар хил ҳоллар учун N қийматлари*			Q	Ҳар хил ҳоллар учун N қийматлари*		
	0	1**	2		0	1**	2
0,05	0,005	0,06	0,002	0,55	0,59	0,84	0,32
0,10	0,02	0,12	0,005	0,60	0,71	0,94	0,42
0,15	0,04	0,18	0,01	0,65	0,84	1,10	0,54
0,20	0,08	0,25	0,02	0,70	1,00	1,24	0,69
0,25	1,12	0,31	0,04	0,75	1,18	1,42	0,88
0,30	0,17	0,39	0,06	0,80	1,40	1,64	1,08
0,35	0,24	0,47	0,09	0,85	1,69	1,93	1,36
0,40	0,31	0,55	0,13	0,90	2,09	2,35	1,77
0,45	0,39	0,63	0,18	0,95	2,80	3,17	2,54
0,50	0,49	0,73	0,24	1,00			

* 7.6- жадвал Дорошкевич Н. М., Клейн Г. К. и др. «Основания и фундаменты» (из—во «Высшая школа», М., 1972) китобидан олинди.

** 1 ҳол грунтнинг ўз оғирлигидан келадиган сиқувчи босимга тўғри келади.



VII.7.- расм. Фильтрацияни ҳисоблаш схемаси:

а — фильтрация бир томонга; *б* — фильтрация икки томонга.

N — чукиш даражаси, Q ва фильтрация характерига қараб, 7.6-жадвалдан топиладиган коэффициент; $\kappa_ф$ — фильтрация коэффициенти; e_0 — ғовaклик коэффициенти ; γ_c — амалда 1 г/см^3 га тенг булган сувнинг ҳажмий оғирлиги.

Коэффициент N ни аниклашда қуйидаги асосий вариантлар эътиборга олинади (VII. 7- расм):

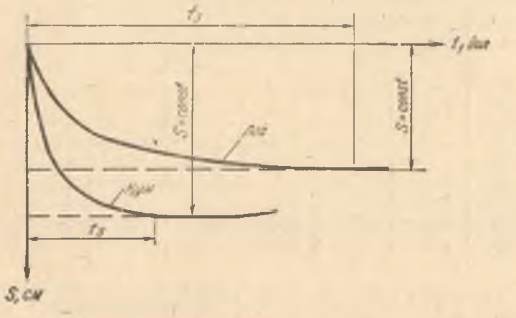
а) сиқувчи босим эпюраси тагида сув утказмайдиган қатлам ётади, сув фильтрацияси фақат тепага йуналган.

Коэффициент N қийматлари 2 ҳол буйича аниқланади;

б) сиқувчи босим эпюраси сув утказувчи қатламда ётади, сув фильтрацияси тепага ва пастга қараб кетади. Коэффициент N қийматлари 0 ҳол буйича аниқланади. Чукиш даражаси Q га ҳар хил қийматлар бериб (одатда 0,1 дан ошириб бориб) шу қийматлар учун утган вақт ва амалга ошган чукиш миқдорларини аниқлаш мумкин. Шу маълумотлар буйича чукишнинг вақт буйича узгариш чизмаси қурилади (VII.8- расм)

VII.8- расмдан куриниб турибдики, қумли заминларнинг чукиши тез тугаб, амалда қурилиш процесси давомида сунар экан, лойли грунтлар эса узоқ муддатга чузилиб, баъзида ун йиллаб давом этади.

Грунтларда фильтрация натижасида юз берадиган зичланиш назариясини яратишда ва уни ривожлантиришда К. Терцаги ва совет олимларидан Н. М. Герсеванов, Д. Е. Польшин, В. Д. Фло-



VII.8- расм. Чукиш сунишининг вақт буйича давомийлиги.

рин, Н. А. Цитович, М. Н. Гольдштейн, Н. Н. Веригин, С. А. Роза, З. Г. Тер-Мартиросян ва бошқаларнинг олиб борган муваффақиятли илмий тадқиқот ишлари асос булди. Грунтлар механикасининг шу йуналишдаги мураккаб масаласининг ечими учун қабул қилинган ҳисобий схемалар ва факторлар фильтрация натижасида грунтларнинг зичланишида содир буладиган табиий процесснинг айнан узини батафсил қамраб олмаса ҳам олинган илмий-назарий ечимлар амалий инженерлик ҳисоблашларида етарлича аниқлик билан замин чукишининг вақт буйича сунишини характерлаб бера олади.

VIII БОБ. ҚУРИЛИШ МАЙДОНИНИНГ ИНЖЕНЕРЛИК-ГЕОЛОГИК ВА ГИДРОГЕОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ ҲАМДА ТАБИИЙ ЗАМИНЛАРНИНГ АЙРИМ ҲОЛАТЛАРИ

1- §. ИНЖЕНЕРЛИК-ГЕОЛОГИК ҚИДИРУВ ҲАЖМИ ВА ҚИДИРУВДАН КУЗЛАНГАН МАҚСАД

Иншоот заминининг тугри танланиши, чидамли, пишиқ булиши ва арзонга тушиши биринчи навбатда қурилиш майдонининг геологик ва гидрогеологик хусусиятларини ҳар томонлама тула-тукис урганишга боғлиқдир. Ҳар қандай иншоотни лойиҳалашдан аввал қурилиш майдонида геологик ва гидрогеологик қидирув ишлари олиб борилади. Бу қидирув ишлари қуриладиган иншоотлар лойиҳасини тузишдан аввал бу иншоотлар урнини тугри белгилаш, иншоотни тузиш ва қисмларини танлаш мақсадлари учун хизмат қилади.

Шу билан бирга комплекс қидирув ишларининг таркиби, уларнинг мазмуни ва ҳажми алоҳида техникавий шартлар орқали қурилиш мулжалланган районнинг аввалги урганилганлик даражаси, лойиҳалаш босқичи ва иншоотнинг вазифасига қараб белгиланади.

Қурилиш майдонининг геологик тузилиши, гидрогеологик ҳамда инженер-геологик ҳолатлари ҳар бир хусусий ҳол учун қурилишнинг турига, лойиҳалаш босқичига боғлиқ равишда алоҳида нуқтаи назардан ва турли тулаликда урганилади.

Шу билан бирга бу ҳолатлар уз вақтида инженерлик-геологик қидирув мақсадларини аниқлаб беради.

Инженерлик-геологик қидирувнинг асосий мақсадлари қуйидагилардан иборат:

1) лойиҳадаги иншоотни қуришда ва фойдаланишда учрайдиган геологик ҳамда гидрогеологик узгаришларни аниқлаш;

2) хавфли инженерлик-геологик ҳолатларни аниқлаш ва уларнинг қуриладиган иншоотга курсатадиган таъсирини баҳолаш;

3) юқоридаги хавфли ҳолатларнинг олдини олиш учун керакли маълумотлар туплаш;

4) иншоот заминидаги грунтнинг иншоотни ҳисоблаш ва уни лойиҳалаш учун зарур бўлган физик ва механик хусусиятларини аниқлаш.

Бу ишларни олиб боришда бажариладиган инженерлик-геологик қидирув яхши натижа бериши учун қуйидагиларни назарда тутиш керак бўлади:

а) тузилган қидирув программаси қурилаётган иншоотнинг тури, мақсади, тузилиши ҳамда ўлчамларини ҳисобга олган бўлиши;

б) қидирув ҳажми ва программаси лойиҳалашнинг тегишли босқичи билан боғланган бўлиши;

в) ва ниҳоят, умуман қидирувнинг ҳар бир босқичи аниқ мақсадга эга бўлиши керак.

Бундай аниқ мақсад билан олиб борилган инженерлик-геологик қидирув ишлари қурилиши мўлжалланган иншоотга тегишли ҳамма материални бериш билан бир қаторда иншоотни кейинги бўладиган ҳар қандай зарарли геологик таъсирлардан асрашни назарда тутади.

Инженерлик-геоологик ишларнинг ҳажмига қуйидагилар таъсир қилади: қурилиш характери, лойиҳалаш босқичи, район ёки майдоннинг инженерлик-геологик ўрганилганлик даражаси, ҳар хил грунт қатламларининг ётиш шароитининг хусусияти ва гидрогеологик ҳолатининг мураккаблик даражаси.

Ўрганилганлик даражасига қараб территориялар қуйидагиларга бўлинади:

яхши ўрганилган—атрофлича, етарли инженерлик-геологик текширув материалларига ва қурилиш тажрибалари ҳақидаги маълумотларга эга;

ўртача ўрганилган—геологик қатлам ва гидрогеологик шароит ҳақида тўла маълумотларга ва етарлича қурилиш тажрибаларига эга эмас;

кам ўрганилган—фақатгина геологик тузилиш ва гидрогеологик шароит ҳақидагина умумий обзор маълумотларга эга.

Номенклатура ва ишнинг ҳажми ҳар доим илмий тадқиқот ишининг мақсадига жавоб бериши керак ҳамда умумий ҳолда, лойиҳалашнинг кетма-кетлигига қараб белгиланади.

а. Лойиҳалашгача бўлган босқич.

Лойиҳалашгача бўлган босқичдаги инженерлик-геологик ишларга қуйидагилар киради:

1) табиий шароитлар ҳақида материаллар тўплаш;
2) инженерлик-геологик текшириш ишлари;
3) комплекс инженерлик-геологик ишларнинг тасвири;
4) қидирув ишлари ўтказиш;
5) грунтларнинг гранулометрлик таркибини аниқлаш.

Текшириш ишлари натижасида рельефнинг хусусияти, яқин масофадаги сув тўпламлари (ҳовуз, кўлмак сув ва ҳоказонинг жойлашуви ва оқим йўли, иқлим характеристикаси, ер қимирлашга муносабати, грунтларнинг генезиси (элювий, делювий, аллювий ва ҳоказо), геологик қатлам ва унинг мураккаблиги, ер ости сувларининг сатҳи, ўпирилишга (силжишга) мойиллик, чўкувчанлик, қорёмғир сув таъсирида нураш ва ичдан ўпирилишга мойиллик ҳамда грунтларнинг узоқ муддат музлаш мумкин бўлган ҳолатлари аниқланади. Текшириш ишлари тасвири маълумотларидан юқорида айтилган элементлар акс эттирилган инженерлик-геологик карталари тузилади.

б. Лойиҳа топшириғи босқичи.

Лойиҳа топшириғи босқичи давридаги инженерлик-геологик ишлари қуйидаги ишлар ҳажмидан иборат:

1) комплекс инженерлик-геологик ишлар тасвири;
2) умумий инженерлик-геологик текширишлар;
3) бурғлаш ва шурфлаш билан грунтларни текшириш;
4) лабораторияларда грунтларнинг хоссаларини тадқиқот қилиш ишлари;
5) грунтларни штампалар билан сиқилишга текшириш ишлари;
6) сизот сувлари сатҳини текшириш ишлари;
7) сизот сувларининг химиявий анализи;
8) грунтнинг сув ўтказувчанлик коэффициентини аниқлаш учун сув сўриш йўли билан тажриба ўтказиш;
9) сизот суви йўқ жойларда, унинг сув ўтказувчанлик коэффициентини аниқлаш учун сув қуйиш йўли билан тажриба ўтказиш;
10) қоя грунтлар тўғри келганда сув шимдириш йўли билан тажриба ўтказиш;
11) пенетрометрия ва дала шароитида грунтларнинг силжишга чидамлилигини ўрганиш ишлари;
12) грунтларнинг ер ости металл конструкциялари чиришига таъсирини аниқлаш.

Грунтларни бурғлаш ва шурф орқали разведка қилиш асосий иш ҳисобланади. Разведка натижасида майдоннинг грунтлар қатламини, сизот сувлари ҳолати, генезиси, литологик таркиби, текстураси, структураси, қоя бўлмаган қатлам грунтларининг аралашмалари ва баъзи хусусиятлари ва уларнинг намланган ҳолатлари, зичлиги, консистенцияси (кўз билан чамалаб) аниқланади, қоя грунтларининг эса ёрилиш даражаси, ёриқларининг йўналишлари, нураш чуқурлиги ва петрографик таркиби аниқланади.

Бурғ қудуқлари ва шурфлар сони жой шароитига қараб танланади. Агар қоя жинсларнинг чуқурлиги 5 м дан ошмаса, у ҳолда текшириш ишларининг ҳаммасини шурфлар орқали амалга оширса бўлади. Тўртламчи давр ётқизиғи жуда қалин бўлса шурфлар сони сизот сувлари бор ҳолатда умумий текшириш ишлари сонига нисбатан 5 процентни ва йўқ ҳолатда 20 процентни ташкил қилади.

Бурғ ва шурфларга ёрдамчи сифатида ҳамда разведка ишларини қисқартириш ва тезлатиш учун геофизик усуллар (электроразведка, сейсмометрлар, радиоактив изотоплар ёрдамида тадқиқот қилиш ва бошқалар) дан фойдаланилади. Келтирилган усуллар билан ер ости сувларининг ҳолатини, ҳаракат йўналишини ва оқим тезлигини ҳамда баъзи геологик горизонтларни, карст бўшлиқлари-

ни, музлаган грунтлар ўртасидаги эриган жойларининг чегаралари ва бошқаларни аниқлаш мумкин.

Лаборатория тадқиқотлари ўтказишга мўлжалланган майдонлардан грунт намуналари олиш учун умумий текшириш ишларининг 20 проценти ҳажмда техник ишлар (чуқур кавлаб текшириш ишлари) белгиланади. Шурф ёки бурғ қудуқ сони қурилиш майдонининг геологик қатламининг мураккаблигига қараб белгиланади, яъни оддий майдонларда иккита, ўрта мураккабликдаги майдонларда учта ва мураккаб геологик қурилиш майдонларида бештагача бўлади.

Намуналар (боғланмаган грунтлар учун минимал оғирлик 1200 гр ва боғланган грунтлар учун 600 гр) ҳар бир литологик қатламдан олинади. Намуналар олинган жойлар ўртасидаги масофа тик йўналиш бўйича бир метрдан ошмаслиги керак. Ҳар бир техник чуқурлик (шурф ёки бурғ қудуқ) даги боғланган грунт қатламларидан энг ками билан биттадан монолит кўринишида (10×10 см, 15×15 см ва 20×20 см ўлчамларида) табиий структураси ва намлиги сақланган ҳолида намуна олинади. Бир жинсли грунтлардан бутун катлам бўйича учта монолит, яъни техник чуқурликнинг тепасидан, ўртасидан ва пастки қисмидан биттадан олинади. Бироқ монолит олинган пунктлар оралиғидаги чуқурлик 3—5 м дан ошмаслиги керак.

Йирик синиқ тошли грунтларда ҳажмий оғирлиги, гранулометрик таркиби ва қиялик бурчаги дала шароитда грунтларнинг катта ҳажми ёрдамида камида уч пунктда икки мартадан аниқланади.

Ушбу босқичда муҳим топшириқ бўлса грунтларнинг музлаш чуқурлигини аниқлаш учун стационар текшириш ишлари олиб бориш мумкин. Агар майдон миқёсида қурилиш нуқтаи назаридан аҳамиятга эга бўлган физик геологик процесслар (ўсувчи ер сурилиши, жар ҳосил бўлиши, кўпчиш ходисаси ва бошқалар) бор бўлса, уларнинг йўналиши ва ўсиш процессларини ўрганиш учун стационар текшириш ишлари олиб борилади. Грунтларнинг интенсив кўпчиш холлари сезилса, музлагандаги кўпчиш таъсирини мухим тадкиқот программаси асосида тажриба пойдеворлари ёрдамида аниқлаш керак.

в. Иш чизмалари босқичлари

1. Лойиҳаланаётган иншоотлар қўйиладиган чегарагача геологолитологик қирқимларни аниқлаш ва муфассал ўрганиш. Завод мўрилари, металл эритиш печлари, силос омборлари ва бошқа муҳим иншоотлар қуриладиган жойларда заминларнинг актив зоналари қирқимларини аниқлаш учун албатта бурғ қудуқлар кавланган бўлиши керак. Бино ва иншоотлар қўйиладиган участка бир жинсли қатламдан иборат бўлса, техник чуқурлар ҳар 100 м га биттадан қазилади. Агар бир-бирига кириб борувчи қатламлар ва жой остида бўш қатламлар ёки шунга ўхшаш ҳоллар учраса, техник чуқурлар яқин қазилиб, уларнинг оралиғи 25 м ва ундан ҳам кам бўлиши мумкин. Бурғ қудуқ ва шурфларнинг чуқурлиги грунтнинг хисоблаб топилган сиқилувчи қатлам миқдорига қараб олинади.

Қоя жинсли қатламга тўғри келган ҳолларда, техник чуқурларни, қоя 0,5—1,0 м га тешилгунча давом эттириш мумкин.

2. Аввал бошланган стационар текширув ишлари давом эттирилади. Участканинг геологик қурилишига қараб техник чуқурлар миқдори белгиланган умумий шурф ва қудуқлар сонининг 30—40 процентигача оширилади. Лаборатория тадқиқотлари учун грунт намуналари олинади. Аниқ объектни лойиҳалашда лойиҳа топшириғи босқичи даврида олинган маълумотларни керак бўлганида текшириш ва аниқлаш учун тажриба ишлари (сув сўриш ва сув қуйиш, грунтни чуқур зонд билан ёки штампалар билан текширишлар) белгиланади. Баъзи ҳолларда, масалан машиналар пойдеворларини лойиҳалашда грунтларни текис ва нотекис сиқилиш коэффициентларини топиш лозим бўлиб қолади. Бундай талабларни амалга ошириш тегишли пойдевор ишлари шароитига боғлиқ.

Сунъий заминларга ёки устун қозиқли пойдеворларга татбиқ этиладиган кўрсатмалар талабларига биноан ёки алоҳида мухим программага асосан натура шароитида текшириш ишлари (текшириладиган устун қозиқларнинг тадқиқоти ёки қоқиб киритиш, грунтларни шиббалаб зичлаш, инъектрлаш бўйича тажрибалар ўтказиш ва ҳоказолар) олиб борилади.

Иншоот қурилиши лозим бўлган жой лойиҳа топшириғида кўрсатилганидан бошка жойга кўчган тақдирда ёки мураккаб инженерлик-геологик ва гидрогеологик шароит тўғри келганда, янги қурилиш участкасининг геологолитологик қурилишини ва грунтларнинг баъзи норматив характеристикаларини аниқлаш керак бўлади. Ишларнинг хажми аввалги текшириш ишларининг натижаларига боғлик. Керак бўлган тақдирда қурилиш бошланиши биланоқ жойнинг ўзида кўтарилаётган пойдеворлар ва заминлар деформацияларини аниқлаш ишлари ташкил этилади. Реконструкция вақтида қурилган пойдеворларни ўлчаш ва текшириб чиқиш учун кавлаб очишга жой танланади.

2-§. ЎЗИГА ХОС ШАРОИТЛИ РАЙОНЛАРДА ИНЖЕНЕРЛИК-ГЕОЛОГИК ТЕКШИРИШ ИШЛАРИ

Чўкувчи грунтларда чуқур қазилмаларнинг 20 проценти чўкмайдиган тўшам қатламгача етказилиши керак. Разведка ва техник қазилмалар таркибида шурфлар сони кўпайтирилади. Грунтлар тадқиқоти даврида, заминнинг чўкиш миқдорини аниқлаш учун керак бўлган етарлича характеристикалар олинади (СНиП II-15-74). Бунинг учун лойиҳа топшириғи босқичи даврида техник қазилмалар сони кўпайтирилади. Грунтларининг бир жинслилиги ва мустаҳкамлилигига қараб техник чуқурлар ўртасидаги масофалар қуйидагича олиниши мумкин.

Майдоннинг инженерлик-геологик шароити оддий бўлганда 200—250 м, ўртача мураккаб бўлганда 100—150 м ва мураккаб геологик шароит тўғри келганда 60—70 м олинади. Штампа ёрдамида грунтларни илмий текшириш ишлари эркин сув шимдириш йўли

билан олиб борилади, тажриба сони эса лойиҳа топшириғи даврида белгиланади.

Майдоннинг инженерлик-геологик текширув ишлари ва инженерлик-геологик ишларининг кўчирмаси катта масштабда (1:2000дан кам бўлмаслиги керак) бажарилади ва у ҳар 0,25 м да горизонтал чизиқлари бериладиган топографик план тузиш билан қўшиб олиб борилади. Текшириш ишлари натижасида олдиндан, чўкиш чегараларини, сув оқими йўналиши ва унинг шароити, шунингдек, кўлмак сув ҳосил бўлиши муқаррарлиги, ички ўпирилишга мойиллиги, грунт қатламида бўшлиқ (термокарст ёки лойли карст) борлигини ҳамда грунтларнинг шўрланиш даражаси ва унинг тури аниқланади. Чўккан иншоотларнинг деформацияланиш ҳолати ва уни тўхтатиш чоралари аниқланади.

Карст районларида (қатламда бўшлиқ бор жойлар) асосан ички ўпирилиш кам бўлган майдонни танлаш амалий аҳамиятга эгадир. Текширув чуқурлари сони иншоот контури бўйлаб кўпайтирилади. Жой белгиларига қараб карст бўшлиқлари бор деб гумон қилинган жойларнинг узунаси бўйлаб қидирув чуқурликлари белгиланади. Бундай ҳолларда қидирув қудуқлари ёки шурфларнинг ораси 15—10 м ва ундан ҳам кам олинади.

Кучли шўрланган грунтлар тарқалган районларда, сувда тез эрувчи тузларнинг миқдорий таркиби ва сифати лабораторияларда аниқланади. Грунтларнинг шўрланиш даражаси ва унинг характерини ўрганиш, кучли шўрланган грунтларнинг говакларидан доимий сув ўтиб турганда тузларнинг эриши, грунтнинг физик ва механик хоссасини ўзгартириши иншоотларнинг ер ости металл, бетон конструкцияларига вақт ўтиши билан агрессив таъсирини ҳамда текширилаётган грунтлардан дамба ва тупроқ иншоотлари қуриш мумкинлигини белгилашга керак бўлади.

Сейсмик районларидаги (зилзила кучи 6 балл ва ундан юқори) инженерлик-геологик текширув ишларида қурилиш участкаларида сейсмик кучининг ижобий ва салбий томонлари аниқланади. Сейсмик микрорайонлаш ишлари қилинади.

Тўкма грунтлардан пойдеворлар замини сифатида фойдаланиладиган ҳолларда қидирув чуқурликлари сони оширилиб, иншоот контури чегарасида уларнинг ораси 20 м ва ундан ҳам кам олинади. Ҳар бир капитал иншоот чегарасида шурфлар сони иккитадан кам бўлмаслиги керак. Асосий эътибор тўкма грунтларнинг характери (масалан, чириндилар борлиги) ва хоссасини ҳамда уларнинг келиб чиқиш тарихи ва шароитини белгилашдан иборат. Тўкма грунтларнинг деформация модули дала шароитида штампа майдони 0,5 м^2 дан кам бўлмаган юк қўйилишига мўлжалланган қурилма ёрдамида аниқланади.

Қотириш талаб этиладиган грунтларда етарлича аниқланган геологик-литологик қирқимдан ташқари дала шароитида унинг сув ўтказувчанлик коэффициенти аниқланиши шарт. Баъзи ҳолларда инъектор ёрдамида қотирувчи қоришманинг грунт ичида тарқалишини ўрганиш бўйича тажриба ўтказилади. Эски пойдеворларни

кучайтириш талаб қилинганда бевосита пойдевор қўйилган грунтлар заминини шурф ва бурғ қудуқлар ёрдамида мукаммал текшириш талаб қилинади. Бир вақтнинг ўзида грунтларнинг физик ҳолатини (ҳажмий оғирлиги, зичлиги, ғоваклиги, намлиги, пластиклик чегаралари, органик бирикмалар борлиги) ҳамда деформатив ва мустаҳкамлик характеристикаларини, сиқилиш модуллари, ички ишқаланиш бурчаклари, илашувчанлиги аниқланади. Пойдеворнинг ҳолатини аниқлаш ва унинг ўлчамларини билиш учун кавлаш ишлари қилинади. Устун қозиқли пойдеворлардан фойдаланилганда устун қозиқ учидан пастда жойлашган актив зонанинг тўла маълумотини олиш учун мажбурий ҳолда бурғ ишлари кўламини ошириш талаб этилади, яъни устун қозиқдан тушаётган кучларни қабул қилувчи қатламнинг керакли томонлари белгиланади. Бу белгиларни аниқлаш учун пойдеворлар ўқлари бўйлаб қисқа оралиқларда қидирув бурғ қудуқлари кавланади. Кўтарувчи қатлам қўққисдан ўзгарадиган ҳолда бурғ қудуқлар оралиғи 10 м гача камайтирилади.

Устун қозиқлар қоқилганда ва дам олгандан сўнг уларнинг рад этиш қийматини аниқлаш учун синалувчи устун қозиқларни қоқиш ишлари (бир жинсли геологик қурилмада камн билан учта устун қозиқ) ўтказилади. Бундай ишлар СНиП 11-17-77 талабига биноан қилинади. Устун қозиққа куч қўйилиши ҳар сафар мўлжалланган критик қийматнинг 0,1 миқдорича поғонама-поғона оширилиб, унинг ҳалокатли чўкиши бошлангунга қадар давом эттирилади. Баъзи ҳолларда устун қозиқларни суғиришга ва горизонтал таъсир этувчи куч остида ишлай олиши текширилади. Вибраторлар ёрдамида қоқилган тўртбурчакли ёки қувур кўринишидаги устун қозиқларнинг юк кўтариш қобилияти ва кутиладиган чўкиш қийматини аниқлаш учун гурзи билан қоқиладиган устун қозиқларга қараганда кўпроқ тажриба ўтказилиш талаб этилади. Шундай текшириш ишлари муҳим иншоотларнинг бутун майдони кўламида олиб борилади. Иншоотларнинг ва коммуникацияларнинг ер ости металл конструкциялари зонасига электрокоррозиянинг хавфлилигини аниқлаш мақсадида баъзи ҳолларда ҳар 25 м оралиқда электр потенциалининг кўндаланг градиентини ўлчаш йўли билан аниқланади.

3-§. ИНЖЕНЕРЛИҚ ГЕОЛОГИҚ ҚИДИРУВ ИШЛАРИНИНГ ТУРЛАРИ

а. Илгариги қидирув материаллари

Ҳозирги вақтда Совет Иттифоқининг барча майдони оз ёки кўп миқдорда геологик ўрганиб чиқилган.

Бу ўрганишларда олинган материаллар кундалик матбуотда ёки бирор институт ҳамда муассасанинг нашрларида қайд этилган. Буларнинг барчаси адабий материал деб юритилади. Шу билан бир қаторда кўпгина геологик, гидрогеологик ва инженерлик-геологик

қидирувларнинг натижалари маълум сабабларга кўра матбуотда чоп этилмаган бўлиб, улар тегишли жойларнинг архивида сақланади. Бундай материалларга архив материаллари дейилади.

Бундай материалларни йиғиш ва тўплаш юқорида айтиб ўтганимиздек инженерлик-геологик қидирув ишларини тайёрлашда муҳим аҳамиятга эгадир. Улар асосан инженерлик-геологик қидирув ишларини ва уларнинг ҳажмини энг рационал ҳолда олиб бориш учун ишлатиладиган умумий регионал инженерлик геологик қонунларини очишда хизмат қилади.

б. Комплекс инженерлик-геологик тасвир

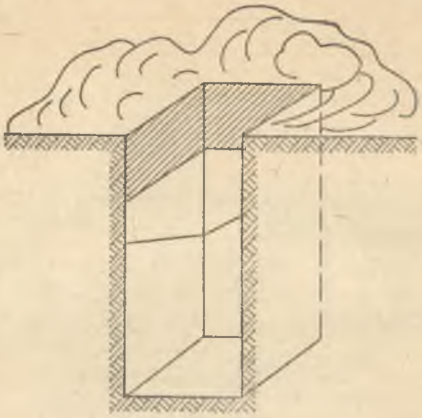
Комплекс инженерлик-геологик тасвир умумий инженерлик-геологик қидирувнинг асосий элементларидан биридир. Шуни қайд қилиб ўтиш керакки, геологик тасвир-ер шарининг устки қисмини ўрганишдаги асосий усуллардан ҳам биридир. Комплекс инженерлик-геологик тасвирнинг асосий мақсади лойиҳадаги иншоотни қуриш вақтида учрайдиган умумий инженерлик-геологик ҳодисаларни аниқлашдан иборатдир. Комплекс инженерлик-геологик тасвир қуйидагиларни ўз ичига олади: қурилиш районининг геологик гидрогеологик шароитлари (силжиш, чўкиш, карст ҳодисалари ва ер ости силкинишлари) ва қурилиш майдони грунтларининг хоссалари. Қидирув вақтида грунтлардан намуналар олинади, қудуқлардаги сувнинг ҳолати ўлчанади, тоғ жинсларининг бир-бирига нисбатан жойланиши аниқланади. Комплекс инженерлик-геологик тасвирнинг асосий бўлаги бўлиб турли ўхшаш шароитларда олиб борилган қурилишлардан олинган маълумотлар ҳам хизмат қилиши мумкин. Илгари қурилган ҳамда ҳозирги вақтда фойдаланишда бўлган иншоотларнинг ҳоллари (чўкиш, ёрилиш, эгилиш, сув ўтказиш ва ҳоказо)кузатилади. Шунингдек, бу иншоотларда қўлланилган пойдеворларнинг тури ва уларни қуришда кузатилган қийинчиликлар ўрганилади. Бу олинган маълумотларнинг барчаси ҳар томонлама ўрганилиб топографик ҳамда геологик хариталарга тўпланади. Инженерлик-геологик тасвирнинг якуни — инженерлик-геологик тасвир харитасидир.

VIII.1-расм. Траншея.

в. Тоғ жинсларини текшириш

Бу босқичда ҳал қилувчи восита бўлиб, тоғ жинсларини текшириш билан боғлиқ бўлган геологик қидирув хизмат қилади.

Тоғ жинсларини текшириш қуйидаги йўллар билан олиб борилади:



VIII.2-расм. Шурфнинг умумий кўриниши.

траншеялар ёки шурф кавлаш, пармалаш, шахта ҳамда штольня очиш ва ҳоказолар.

Траншея (VIII. 1-расм) ўткир томонларга эга бўлган усти очиқ ер ости йўлагидир. Траншеядан тепалик ва чуқур ўзгаришларга учраган грунтларни текширишда фойдаланилади.

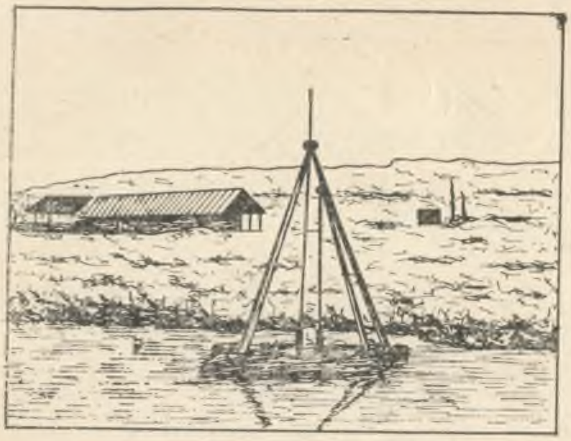
Шурф — тўғри тўртбурчаклик шаклидаги (ўлчами- 1,5X1,5 м ва ундан кўпроқ), чуқурлиги 3 — 5 м ва ундан кўпроқ бўлган вертикал қазилма (VIII. 2-расм). Тоғ жинсларининг хусусиятларига қараб шурфлар атроф деворлари маҳкамланган ёки маҳкамланмаган ҳолда қазилади.

Шахта — шурфга ўхшаган, лекин ундан чуқурроқ ва каттароқ бўлган қазилма. Шахтанинг чуқурлиги кўпинча бир неча ўнлаб метрга боради, шунинг учун унинг атрофи ҳамма вақт маҳкамланади.

Штольня (VIII. 3-расм) бир томони очиқ бўлган ётиқ (горизонтал ҳолатда олиб бориладиган усти берк йўлак.

Штольня кўпинча тепалик ерларда очилади ва очиқ томонига қараб ер ости сувлари оқиб кетиши учун бир оз нишаб билан қазилади. Штольняни деворлари ва томи ҳамма вақт маҳкамланади. Юқорида келтирилган инженерлик-геологик қидирув турлари ичида энг осони ва кўп қўлланиладигани шурфдир. Бунинг асосий сабаби уни кавлашда ҳеч қандай

VIII.3-расм. Штольня.



VIII.4- расм. Бурғлаш.

қурилма ишлатилмаслигидадир. Шу билан бирга шурф кавлашнинг кўпинча турмушда учрайдиган асосий камчиликларидан бири, яъни унинг чуқурлигининг чекланганлиги (ер ости сувлари чиқиб қолиши натижасида) уни барча шароитда қўлланишлигини чегаралайди.

Ҳозирги давр талабларига жавоб берадиган тоғ жинсларини текширувда қўлланиладиган бурғилаш усули бундай камчиликлардан холидир.

Бурғилаш тез, арзон ва истаган чуқурликдан намуна олиш имкониятини берадиган усулдир.

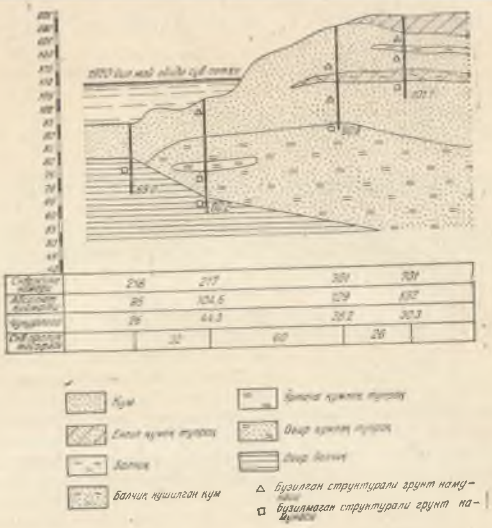
Тоғ жинсларининг турлари, уларнинг хусусиятлари ва текширувнинг мақсадларига қараб бурғилашнинг турли хиллари ва унда ишлатиладиган асбоб ускуналарнинг ўзига хос турлари ишлатилади (VIII.4- расм).

Бурғилаш йўли билан грунтлардан бузилган ёки бузилмаган шаклдаги намуналар олиш мумкин.

г. Инженерлик-геологик ҳисоботлар

Барча инженерлик-геологик қидирув натижалари инженерлик-геологик ҳисоботда жамланади.

Бу ҳисобот қуйидаги бўлимларни ўз ичига олади:



VIII.5- расм. Тахминий геологолитологик қирқим.

1) қурилиш районининг табиий шароитлари (ландшафт, иқлими ва бошқалар);

2) қурилиш районининг умумий турғунлик шартлари (зилзила, силжиш, карст ва ҳоказо);

3) районнинг геологик тузилиши ва тектоник структураси;

4) лойиҳадаги иншоот заминининг литологик тузилиши;

5) районнинг гидрогеологик хусусиятлари;

6) лаборатория шароитида аниқланган материаллар;

7) ҳисоблаш учун қўлланиладиган турли коэффициентлар;

8) қурилиш майдонидаги барча инженерлик-геологик шароитлар ва иншоот қурилиши ва фойдаланиш жараёнида учраши мумкин бўлган воқеалар;

9) бу шароитларнинг олдини олиш йўллари.

Ҳисобот керакли расм ва чизма материаллар билан тўлдирилади.

Ҳисоботнинг асосий қисмларидан бири бўлиб геологик қирқим ёки профиль (VIII. 5- расм) хизмат қилади.

IX БОБ. ПОЙДЕВОР ЛОЙИҲАЛАШНИНГ АСОСИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Замин ва пойдеворларни лойиҳалашда назарда тутилган асосий мақсад уларнинг турини (яъни табиий замин ёки сунъий замин) танлашдан ва пойдеворнинг ўлчамларини (чуқурлиги, асосий майдони, унинг кўриниши ва ҳоказо) қидиришдан иборат.

Бунда бино ва иншоотларнинг мустаҳкамлигини, турғунлигини ва узоқ муддатга ишлашини таъминловчи бирдан бир йўл, пойдеворнинг нормал ишлашини ва турғунлигини таъминлайдиган чўкиш қийматини ва бир неча пойдевор орасидаги чўкиш фарқини излашдир.

Бунинг учун ҳар бир лойиҳалаштирилаётган бино ва иншоотнинг заминга бўлган ҳисоблаш босими эса ўз навбатида унинг кутиладиган абсолют чўкишига ва пойдеворлар орасидаги чўкиш фарқига боғлиқ бўлади. Булар эса, умумий ҳолда, қурилиш майдонининг инженерлик-геологик ва гидрогеологик шарт-шароитлари, иншоот оғирлигидан заминга тушадиган юк миқдори, турли қатламлардаги грунтларнинг физик-механик хоссалари ҳамда бино ва иншоотларнинг ҳар хил чўкишларни қабул қилиш хусусиятлари билан характерланади.

Ҳозирги замон замин ва пойдеворлар лойиҳаси асосини грунт, пойдевор ва иншоот конструкциясини биргаликда олиб қараш ташкил этади.

Шунинг учун замин ва пойдеворларни лойиҳалашда икки асосий масалани ҳал қилиш талаб этилади: биринчиси иншоотнинг тегишли мустаҳкамлиги ва турғунлигини таъминлаш, иккинчиси материал сарфи, иш ҳажми ва уларнинг таннархи нуқтаи назаридан иқтисодий арзон вариантини танлашдан иборат.

Одатда замин ва пойдеворларга алоқадор бўлган масалалар бир неча вариантда ҳал этилади ва улардан техник-иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлгани лойиҳа учун қабул қилинади.

Заминларни деформацияга ҳисоблашда пойдеворлар тузишни арзонлаштирадиган бирдан бир йўл заминнинг юк кўтариш қобилиятини тўла ҳисобга олишдир. Шунинг учун замин ва пойдеворларни деформация усули билан ҳисоблашда ҳамма вақт бино ва иншоот заминига таъсир этувчи юқори босим ҳисобга олиниши керак. Бу юқори босим қиймати эса, айтиб ўтганимиздек, иншоот учун йўл қўйиш мумкин бўлган деформацияга боғлиқ бўлмай, балки заминнинг ўлчамлари, грунт қатламларининг турлари ва уларнинг физик-механик хоссалари билан белгиланади.

2-§. ПОЙДЕВОРНИ ЛОЙИҲАЛАШДА КЕРАК БЎЛАДИГАН МАТЕРИАЛЛАР

Иншоот замини ва пойдеворининг лойиҳасини тузишдан олдин қурилиш майдонида «қурилиш паспорти» тузиш мақсадида геодезик ва гидрогеологик қидирув ўтказилади. Қурилиш паспорти деб бир турдаги лойиҳаларни, турли граждан, саноат ва ер ости коммуникацияларини бир-бири билан боғлаш учун хизмат қиладиган комплекс техник ҳужжатга айтилади.

Қурилиш паспорти қуйидаги техник материалларни ўз ичига олади:

— қурилиш майдонининг 1:500 ва 1:2000 масштабда чизилган плани. Унда лойиҳадаги иншоотнинг ўлчамлари ҳамда бурғиланган жойлар ўрни ва шурф қазилган ерлар аниқ кўрсатилган бўлиши шарт;

— қурилиш майдонининг литологик қирқими;

— грунт қатламларининг физик-механик хоссалари;

— қурилиш майдонининг гидрогеологик хусусиятлари;

— грунт сувларининг химиявий хоссалари тўғрисида маълумот;

— қурилиш майдони инженерлик-геологик шарт-шароитлари ҳамда замин ва пойдеворларни лойиҳалаш шартлари тўғрисида умумий маълумот.

Юқорида келтирилган «қурилиш паспортига» тааллуқли маълумотлардан ташқари пойдевор лойиҳасини тузишдан олдин бино ва иншоот лойиҳаси тўғрисида тўлиқ маълумот, шунингдек, доимий (иншоот оғирлиги) ва вақтинча таъсир этувчи кучлар (динамик тебранма ва ҳоказо) тўғрисида айтиб ўтилган бўлиши керак.

Қурилиш майдонида геодезик ишлар олиб бориш. Пойдеворларни лойиҳалаш учун одатда қурилиш майдони ва унинг атрофидаги майдонларнинг 1:500 ва 1:2000 масштабдаги плани ер устки рельефи тасвирланган ҳолда керак бўлади.

Агар қурилиш майдони шаҳар территориясида ёки аҳоли яшайдиган бошқа пунктда жойлашган бўлса, унда 1:500 масштабдаги планда амалдаги ва лойиҳадаги йўллар қизил чизиқлар билан белгиланади. Ундан ташқари, бу планда барча амалдаги ва лойиҳалаштирилаётган ер ости коммуникациялари (водопровод, канализация, газопровод, электр ва телефон кабеллари, сув оқими йўллари ва ҳоказо), ер ости чуқурлиги ҳамда қувурларнинг диаметри ёритилган ҳолда кўрсатилган бўлиши лозим.

Қурилиш паспортини тузиш жараёнида тегишли ташкилотларнинг лойиҳада кўзда тутилган ер ости коммуникацияларини амалдагиларга улаш тўғрисида рухсат этган хулосалари тўпланади.

1:2000 масштабдаги планда эса лойиҳалаштирилаётган қурилиш объектининг чегараси кўрсатилади ва унда ер ости коммуникацияларини улаш жойлари белгиланади.

Қурилиш майдонининг геологик тасвирланиши. Қурилиш майдонининг геологик тасвирланиши қуйидаги мақсадни кўзлаб олиб борилади:

IX БОБ. ПОЙДЕВОР ЛОЙИҲАЛАШНИНГ АСОСИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Замин ва пойдеворларни лойиҳалашда назарда тутилган асосий мақсад уларнинг турини (яъни табиий замин ёки сунъий замин) танлашдан ва пойдеворнинг ўлчамларини (чуқурлиги, асосий майдони, унинг кўриниши ва ҳоказо) қидиришдан иборат.

Бунда бино ва иншоотларнинг мустаҳкамлигини, турғунлигини ва узоқ муддатга ишлашини таъминловчи бирдан бир йўл, пойдеворнинг нормал ишлашини ва турғунлигини таъминлайдиган чўкиш қийматини ва бир неча пойдевор орасидаги чўкиш фарқини излашдир.

Бунинг учун ҳар бир лойиҳалаштирилаётган бино ва иншоотнинг заминга бўлган ҳисоблаш босими эса ўз навбатида унинг кутиладиган абсолют чўкишига ва пойдеворлар орасидаги чўкиш фарқига боғлиқ бўлади. Булар эса, умумий ҳолда, қурилиш майдонининг инженерлик-геологик ва гидрогеологик шарт-шароитлари, иншоот оғирлигидан заминга тушадиган юк миқдори, турли қатламлардаги грунтларнинг физик-механик хоссалари ҳамда бино ва иншоотларнинг ҳар хил чўкишларни қабул қилиш хусусиятлари билан характерланади.

Ҳозирги замон замин ва пойдеворлар лойиҳаси асосини грунт, пойдевор ва иншоот конструкциясини биргаликда олиб қараш ташкил этади.

Шунинг учун замин ва пойдеворларни лойиҳалашда икки асосий масалани ҳал қилиш талаб этилади: биринчиси иншоотнинг тегишли мустаҳкамлиги ва турғунлигини таъминлаш, иккинчиси материал сарфи, иш ҳажми ва уларнинг таннархи нуқтаи назаридан иқтисодий арзон вариантини танлашдан иборат.

Одатда замин ва пойдеворларга алоқадор бўлган масалалар бир неча вариантда ҳал этилади ва улардан техник-иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлгани лойиҳа учун қабул қилинади.

Заминларни деформацияга ҳисоблашда пойдеворлар тузишни арзонлаштирадиган бирдан бир йўл заминнинг юк кўтариш қобилиятини тўла ҳисобга олишдир. Шунинг учун замин ва пойдеворларни деформация усули билан ҳисоблашда ҳамма вақт бино ва иншоот заминига таъсир этувчи юқори босим ҳисобга олиниши керак. Бу юқори босим қиймати эса, айтиб ўтганимиздек, иншоот учун йўл қўйиш мумкин бўлган деформацияга боғлиқ бўлмай, балки заминнинг ўлчамлари, грунт қатламларининг турлари ва уларнинг физик-механик хоссалари билан белгиланади.

2-§. ПОЙДЕВОРНИ ЛОЙИҲАЛАШДА КЕРАК БЎЛАДИГАН МАТЕРИАЛЛАР

Иншоот замини ва пойдеворининг лойиҳасини тузишдан олдин қурилиш майдонида «қурилиш паспорти» тузиш мақсадида геодезик ва гидрогеологик қидирув ўтказилади. Қурилиш паспорти деб бир турдаги лойиҳаларни, турли граждан, саноат ва ер ости коммуникацияларини бир-бири билан боғлаш учун хизмат қиладиган комплекс техник ҳужжатга айтилади.

Қурилиш паспорти қуйидаги техник материалларни ўз ичига олади:

— қурилиш майдонининг 1:500 ва 1:2000 масштабда чизилган плани. Унда лойиҳадаги иншоотнинг ўлчамлари ҳамда бурғиланган жойлар ўрни ва шурф қазилган ерлар аниқ кўрсатилган бўлиши шарт;

— қурилиш майдонининг литологик қирқими;

— грунт қатламларининг физик-механик хоссалари;

— қурилиш майдонининг гидрогеологик хусусиятлари;

— грунт сувларининг химиявий хоссалари тўғрисида маълумот;

— қурилиш майдони инженерлик-геологик шарт-шароитлари ҳамда замин ва пойдеворларни лойиҳалаш шартлари тўғрисида умумий маълумот.

Юқорида келтирилган «қурилиш паспортига» тааллуқли маълумотлардан ташқари пойдевор лойиҳасини тузишдан олдин бино ва иншоот лойиҳаси тўғрисида тўлиқ маълумот, шунингдек, доимий (иншоот оғирлиги) ва вақтинча таъсир этувчи кучлар (динамик тебранма ва ҳоказо) тўғрисида айтиб ўтилган бўлиши керак.

Қурилиш майдонида геодезик ишлар олиб бориш. Пойдеворларни лойиҳалаш учун одатда қурилиш майдони ва унинг атрофидаги майдонларнинг 1:500 ва 1:2000 масштабдаги плани ер устки рельефи тасвирланган ҳолда керак бўлади.

Агар қурилиш майдони шаҳар территориясида ёки аҳоли яшайдиган бошқа пунктда жойлашган бўлса, унда 1:500 масштабдаги планда амалдаги ва лойиҳадаги йўллар қизил чизиқлар билан белгиланади. Ундан ташқари, бу планда барча амалдаги ва лойиҳалаштирилаётган ер ости коммуникациялари (водопровод, канализация, газопровод, электр ва телефон кабеллари, сув оқими йўллари ва ҳоказо), ер ости чуқурлиги ҳамда қувурларнинг диаметри ёритилган ҳолда кўрсатилган бўлиши лозим.

Қурилиш паспортини тузиш жараёнида тегишли ташкилотларнинг лойиҳада кўзда тутилган ер ости коммуникацияларини амалдагиларга улаш тўғрисида рухсат этган хулосалари тўпланади.

1:2000 масштабдаги планда эса лойиҳалаштирилаётган қурилиш объектининг чегараси кўрсатилади ва унда ер ости коммуникацияларини улаш жойлари белгиланади.

Қурилиш майдонининг геологик тасвирланиши. Қурилиш майдонининг геологик тасвирланиши қуйидаги мақсадни кўзлаб олиб борилади:

— пойдеворларнинг чуқурлигини аниқлаш;
— иншоот заминининг юк кўтариш қобилиятини аниқлаш;
— пойдеворларнинг рационал конструкциясини танлаш;
— пойдеворлар ўрнатишда рационал қурилиш ишларини олиб бориш;
— пойдеворларнинг чўкишини ва чўкишга нибатан мустаҳкамлигини аниқлаш;
— иншоот қурилгандан кейинги даврда унинг нормал ишлашини таъминлаш.

Бунда қурилиш майдонининг мукаммал ёритилиши лойиҳалаштирилаётган иншоотнинг тури ва қандай мақсадга мўлжалланганлигига ва лойиҳа босқичига, бундан олдинги қидирув ишлари тўғрисидаги архив материаллари ва хариталар борлигига ҳамда қурилиш майдонида ўтказилган хомаки кузатишлар натижасига боғлиқдир.

Иншоот лойиҳасини тузиш ва унга боғлиқ бўлган қурилиш майдони тузилишини ўрганиш кўпинча икки тартибда олиб борилади.

1. Лойиҳа вазифаси тузиш учун мўлжалланган хомаки қидирув.
2. Техник лойиҳа ёки иш лойиҳаси тузишга мўлжалланган тўлатўкис қидирув.

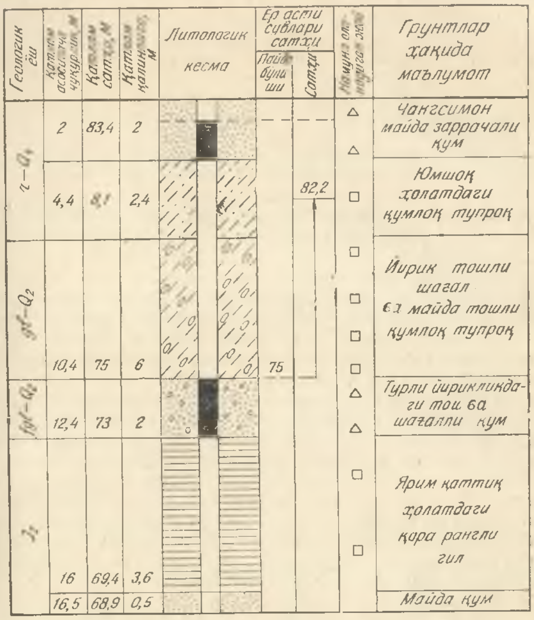
Лойиҳа вазифасини тузиш учун қурилиш майдонининг геодезик материаллари, шу майдон тўғрисида маълумотлар ва унинг инженерлик-геологик шарт-шароитлари тўғрисида умумий маълумотлар керак бўлса, пойдевор лойиҳасининг техник лойиҳа босқичида эса қурилиш майдонининг планида иншоотнинг ўлчамлари кўрсатилган ҳолда майдоннинг геологик тузилиши бутунлай тасвирланган бўлиши керак.

Геологик қидирувлар сони, одатда, иншоотнинг ўлчамлари ва майдон геологик шарт-шароитининг мураккаблигига боғлиқ бўлади, лекин бу текширувлар ҳар бир иншоот учун 2—3 пармалаш олиб боришдан кам бўлмаслиги лозим.

Геологик қидирув ўтказилаётган жойлар орасидаги масофани белгилашда 9.1- жадвалда келтирилган ракамлардан фойдаланилади.

9. 1-жадвал. **Геологик кидирув ўтказилаётган жойлар орасидаги масофа**

Лойиҳа боскичи	Қурилиш майдонининг геологик шароитлари	Геологик қидирув ўтказилаётган жойлар орасидаги рухсат этиладиган масофа, м
Лойиҳа вазифаси	Оддий шароит	200—100
	Ўртача мураккаб шароит	100—50
	Мураккаб шароит	50—30
Техник лойиҳа	Оддий шароит	50—30
	Ўртача мураккаб шароит	40—25
	Мураккаб шароит	30—20



IX.1- расм. Скважина кесими.

Текширишни чуқурлик бўйича олиб бориш бир қанча шароитларга боғлиқ бўлиб, асосан иншоот заминига юқоридан тушаётган кучнинг таъсир зонаси билан чегараланади.

Агар лозим бўлса пармалаш чуқурлиги қаттиқ ер қатламигача олиб борилиши мумкин.

Инженерлик-геологик қидирув жараёнида пармалаш олиб боришдан ташқари, бир вақтда замин қатламларининг оддий физик-механик хоссаларини аниқлаш ҳамда улардан, табиий тузилиши ва намлиги сақланган ҳолда, намуналар олиш мақсадида шурфлар қазиш тавсия этилади. Шурфларнинг чуқурлиги иншоотдан тушадиган юкнинг таъсир зонаси билан ўлчанади, уларнинг сони эса тахминан 5—7 пармалашга 1 шурф тўғри келади.

Қурилиш майдонида ўтказилган инженерлик-геологик қидирувлар натижаси парма ва шурф бўйича кесма (IX.1- расм) ва геолого-

литологик кесма (VIII бобдаги 5- расм) тузиш билан якунланади.

Геологолитологик кесмада грунтларнинг ёши, уларнинг генетик ҳамда литологик турлари, ер қатламидаги сувларнинг сатҳи кўрсатилади. Бу кесмаларда махсус белгилар орқали текширувга олинган намуналар ўрни, грунтни ўзгармас куч таъсирида тўла чўкишга текширилган жойлар ва ҳоказо акс эттирилиши лозим.

Грунт қатламларининг физик-механик хоссалари. Қурилиш майдонининг геологик тузилиши ўрганилгандан сўнг иншоот заминининг юқоридан тушувчи куч таъсирида бўлган барча қатламларининг физик-механик хоссалари ўрганилади.

Бу ишларнинг умумий ҳажми қурилиш майдони инженерлик-геологик шароитларининг мураккаблигига ва лойиҳалаштирилаётган иншоот ўлчамлари ҳамда унинг хизмат даврига боғлиқ бўлади.

Илгари айтиб ўтганимиздек, инженерлик-геологик қидирув жараёнида қурилиш майдонининг геологик тузилишини ўрганиш мақсадида олиб бориладиган пармалашдан ташқари, қўшимча кавланган шурфлардан махсус грунт олувчи асбоблар ёрдамида ҳар хил чуқурликдан лаборатория шароитида физик-механик хоссаларини аниқлаш учун грунт намуналари олинади.

Грунтларнинг физик-механик хоссалари уларнинг номи, чўкиш хусусиятлари ва юк кўтариш кобилиятини ҳисоблаб чиқиш мақсадида ишлатилади.

Грунтларнинг физик-механик хоссалари қурилиш майдонининг инженерлик-геологик тузилиши тўғрисидаги материаллар билан биргаликда пойдевор чуқурлигини танлашда, пойдевор турини белгилашда ва тегишли ҳолларда замин грунтларини шиббалаш ва мустаҳкамлашда, грунтларнинг табиий хусусиятларини сақлашда ва грунт қатламидаги сувларнинг иншоот ер ости қисмларига таъсирини ўрганишда жуда катта ёрдам беради.

Грунтларнинг физик-механик хоссаларини ўрганишда жойлардаги қурилиш тажрибасидан кенг ўринда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Дарҳақиқат, фойдаланишда бўлган ва бир хил инженерлик-геологик шароитда қурилган иншоотлар чўкиши ҳақидаги маълумот шу турдаги грунтларнинг физик-механик хоссаларини лаборатория жараёнида тўлиқ ўрганишга ҳамда шу грунтларнинг дала шароитида ўзгармас куч таъсирида чўкишини ўрганишга бўлган эҳтиёжини камайтиради.

Фойдаланаётган иншоотлар чўкиши ҳақидаги маълумотлар фақат уни янги қурилишга татбиқ қилишга ёрдам берибгина қолмай, балки янги заминнинг иншоот оғирлиги таъсирида чўкиши тўғрисида аниқ хулосага келтиради.

Агар қурилиш майдони яқинида чўкиши кузатилган. фойдаланишда бўлган бино ёки иншоот бўлмаса, у ҳолда керакли бўлган маълумотлар лаборатория ва дала шароитида махсус тажрибалар ўтказиш орқали олинади.

Фойдаланишда бўлган иншоотларнинг чўкишини кузатиш, одатда, унинг цоколь қисми, пештоқлари, ойна роми остки қисмлари, отмостка ҳамда тротуарлари, ертўла асосининг горизонталлигини махсус асбоб, яъни нивелир ёрдамида ўлчанади.

Грунтларнинг физик-механик хоссалари ўрганилаётган вақтда грунт хоссаларининг фақатгина иншоот эни ёки бўйига эмас, балки унинг чуқурлиги ҳам турлича бўлишини назарда тутиш керак.

Грунтларнинг турли хоссалари, уларнинг геологик ташкил топиши, кейинчалик турли-туман ўзгаришларга дуч келиши натижасида юзага келади. Шунинг учун грунтларнинг турлича хоссалари уларнинг ўзига хос табиати билан белгиланиб, уларнинг солиштирма ва ҳажмий оғирлиги, намлиги, ички ишқаланиш бурчаги ва боғланишининг ҳар хил бўлиши билан фарқланади.

Шундай қилиб, замин грунтлари тўғрисида тўла хулосага келиш учун, уларнинг лаборатория ва дала шароитида ўрганилган физик-механик хоссаларидан ташқари, уларнинг ўзгарувчанлигини ҳам ҳисобга олиш керак бўлади. Бу ўзгарувчанлик грунтнинг бир жинслилик коэффициенти ёрдами билан характерланади.

Грунт физик хоссаларининг норматив қийматларини грунт бир жинслилиги коэффициентига кўпайтириш йўли билан изланаётган заминнинг энг кам қаршилик кўрсатиш қобилияти аниқланади.

Грунт бир жинслилик коэффициенти кўплаб тажрибалар натижасининг жами сифатида ташкил топади. Пойдевор лойиҳасини тузишдан олдин замин грунтлари хоссаларининг ўзгарувчанлигини баҳолаш талаб этилади. Бу эса деформация модуллари нисбати орқали ҳал этилади, яъни $E_{\frac{max}{min}}$.

Агар қуйидаги нисбатлар рўй берса, у ҳолда замин грунтларини хоссалари кам ўзгарувчан деб ҳисобланади:

$$E_{min} \geqslant 200 \text{ кгк/см}^2$$

$E_{\frac{max}{min}} = 1,8 \ldots 2,5;$ $E_{min} = 150 \ldots 200 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}$ бўлганда

$E_{\frac{max}{min}} = 1,3 \ldots 1,6;$ $E_{min} = 75 \ldots 150 \frac{\text{кгк}}{\text{см}^2}$ бўлганда.

Агар E_{max}/E_{min} нисбат юқорида келтирилган қийматлардан кичик бўлса, у ҳолда замин грунтлари чўкишга нисбатан бир жинсли деб қабул қилинади.

Замин грунтлари турлича чўкиш хусусиятига эга бўлса ва айниқса, бу ҳол катта куч таъсирида юзага келса, у ҳолда иншоотнинг фазовий мустаҳкамлигини ошириш йўлларини таъминлаш лозим бўлади, бу эса иншоот лойиҳалаш даврида йўл қўйиладиган деформация қийматини оширишга имкон беради.

Иншоот фазовий мустаҳкамлигини ошириш, уни чўкиш чизиқлари билан алоҳида бўлакларга ажратиш, иншоот деворларини горизонтал темир-бетон белбоғлар билан ўраш ва ҳоказолар орқали амалга оширилади. Баъзи ҳолларда иншоотнинг келажакдаги чўкишга чидамлилигини ошириш мақсадида иморат конструктив

элементларини пластик шарнирлар киритиш йули билан узгартириш ҳам мақсадга мувофиқдир.

Хулоса қилиб айтганда, замин ва пойдеворлар лойиҳасини тузишда қурилиш майдони геологик ёритмаси ва грунтларнинг физик-механик хоссалари ёрдамида иншоотнинг юқори конструктив элементларига булган талаб ҳам ишлаб чиқилади.

Қурилиш майдонининг гидрогеологик шароитлари. Замин ва пойдеворлар, бино ва иншоот ертулалари қурилишида иш олиб бориш турини танлашда қурилиш майдонида утказилган гидрогеологик қидирувлар натижасидан фойдаланилади.

Қурилиш майдонида олиб борилган гидрогеологик қидирув жараёнида қуйидагилар аниқланади:

а) грунт қатламларидаги сувнинг нисбий сатҳи;

б) грунт қатламларидаги сув оқимининг йуналиши ва тезлиги;

в) сув сатҳининг шароит буйича узгариши ва бу узгаришга атмосфера ёғинларининг таъсири. Шунингдек, сув сатҳининг минимал ва максимал қийматлари;

г) грунтларнинг узидан сув утказиш қобилияти;

д) грунт қатламидаги сувларнинг химиявий хоссалари.

Қурилиш майдонининг гидрогеологик тузилиши буйича юқорида қуйилган саволларга узил-кесил жавоб олиш учун шу майдонда утказилган инженерлик-геологик қидирув натижасидан ташқари, баъзи материаллар ҳам қул келади. Бундай материаллар сифатида қурилиш мулжалланган район буйича илгариги утказилган гидрогеологик ишларнинг архив материаллари ва адабиётлар, ер ости сувларининг юзаки сувлар (дарё, кул, ҳовуз ва ҳоказо) билан гидравлик боғланиши туғрисида махсус гидрогеологик бошқармалар маълумотлари ва бошқалар хизмат қилади.

Агар қурилиш майдони бирорта дарё ҳавзасига яқин жойлашган булса, у ҳолда дарёдаги сувнинг шароит буйича кутарилишини ер ости сувига таъсирини назарда тутиш керак булади. Бундан ташқари, дарёда келажакда қурилиши мулжалланган гидротехник сув омборларини ва уларнинг таъсирида ер ости сувларининг кутарилишини албатта ҳисобга олиш керак булади.

Ер ости сувларни химиявий текшириш. Гидрогеологик изланишлар жараёнида ер ости сувлари албатта химиявий текширишдан утказилиши керак. Бу эса сув таркибидаги баъзи моддаларнинг пойдевор материалига емирувчан таъсирини урганишда хизмат қилади.

Ер ости сувларини химиявий анализ қилишда қуйидагиларга алоҳида аҳамият бермоқ керак: кислота таркибига, карбонат мустаҳкамлигига, сульфат ва магнезий тузларига, эркин ҳолдаги углекислоталар борлигига ва бошқалар. Юқорида айтиб утилган моддаларнинг қийматига қараб пойдеворларни улардан ҳимоя қилиш йуллари ишлаб чиқилади.

Лойиҳаланаётган иншоот ва ундан заминга узатиладиган юклар ҳақида маълумот. Пойдевор лойиҳалашда ва заминларни ҳисоблашда лойиҳалаштирилаётган бино ва иншоотларнинг баъзи бир техник

томонларини билиш керак булади. Булар иншоотнинг қандай мақсадда қурилиши, иншоотдан фойдаланишда унга қуйиладиган талаблар, унинг геометрик улчамлари, қаватлилиги, пландаги шакли, ертуласининг баландлиги, иншоотнинг умумий шакли, деворларининг конструкциялари, қушимча юк кутаргичлар, тусинлар, сарровлар, ёпмалар ва бошқалардан иборатдир.

Бундан ташқари, иншоотнинг чукишга, пойдеворлар орасидаги чукишлар фарқига ва бурилишга нисбатан сезгирлиги туғрисида алоҳида маълумот талаб этилади. Юқорида айтиб утганимиздек, иншоот ва биноларнинг чукишга сезгирлиги улар конструкцияларининг қаттиқлигига боғлиқ.

Ҳозирги вақтда қабул қилинган махсус қоидага асосан барча иншоот ва бинолар қаттиқлиги буйича уч турга булинади.

1. Нисбатан қаттиқ иншоотлар (турли мурилар, домна учоқлари, маяклар, сув кутариб турувчи иншоотлар, куприкларининг таянчлари, гидротехника иншоотлари ва ҳоказо); бу иншоотлар турли чукишдан кам зарарланган ҳолда, улар учун буралиш деформацияси аҳамиятли.

2. Қаттиқ иншоотлар (рама ва яхлит ҳолдаги темир-бетон буюмлар, саноат ва граждан бинолари ва иншоотлари, темир-бетон синчли бинолар, йирик блокли ва йирик панелли бинолар ва ҳоказо), бу иншоотлар учун эгилиш ва букилиш деформацияси хавфли.

3. Эгилувчан иншоотлар (эгилувчан резервуарлар остки қисмлари, темирдан ишланган иншоотлар, цехлар, булинмалар ва ҳоказо), бу иншоотлар учун буралиш, эгилиш ва букилиш деформациялари маълум қийматдан ошиб кетмаслиги кифоя.

Граждан ва саноат бинолари устида олиб борилган куплаб кузатишлар бундай иншоотлар учун рухсат этиш мумкин булган чукишлар ва пойдеворлар орасидаги чукиш фарқлари, буралиш, эгилиш ва букилиш деформациялари қийматини аниқлашга имкон беради (9.2- жадвал).

Шундай қилиб, замин ва пойдеворларни лойиҳалашда улар орасидаги узаро боғланиш ва иншоот устки конструкциялари билан булган боғланишларни назарда тутиш керак.

Бу боғланишлар иншоот конструкциясида замин деформацияси вужудга келтирадиган кучланишларни ҳисобга олувчи назарий ҳисоблашлар йули билан ҳам олиб борилиши мумкин.

Лойиҳалаштирилаётган бино ва иншоотларнинг юқорида келтирилган техник томонлари аниқлангандан сунг пойдевор асосига юқоридан узатилаётган кучларни жамлашга утилади. Пойдевор асосига юқоридан таъсир этувчи кучлар йиғиндиси иншоотнинг чизмаси буйича (юк кутарувчи деворлар, устунлар, тусинлар, ёпма плиталар ва ҳоказо) олиб борилади. Кучларнинг пойдеворга нисбати уларнинг энг ноқулай таъсири шаклида қабул қилинади, яъни энг ноқулай таъсир этувчи кучлар пойдевор ҳисоби учун асос қилиб олинади.

Ҳозирги вақтдаги «Қурилиш нормалари ва қоидалари» да норматив юклар ва уларнинг узгаришини ҳисобга олувчи қ а й т а ю к -

9.2- жадвал

Иншоот номи ва унинг конструктив шартлари	Заминлагнинг энг юқори деформация қиймати			
	нисбий деформация		энг кўп ва ўртача чўкиш	
	тури	қиймати	тури	қиймати
1. Тўлиқ каркасли, кўп қаватли саноат ва граждан бинолари; 1.1. Соф темир-бетон рамалари.	чўкишлар орасидаги нисбий фарқ	0,002	max абсолют чўкиш	8
1.2. Соф темир рамалар	—П—	0,004	—П—	12
1.3. Ички тўлдирилган темир-бетон рамалар	—П—	0,001	—П—	8
1.4. Ички тўлдирилган темир рамалар.	—П—	0,002	—П—	12
2. Турли чўкишлар конструкциясига таъсир этмайдиган бино ва иншоотлар	—П—	0,006	—П—	15
3. Кўп қаватли каркассиз бинолар, деворлари	нисбий эгилиш ёки букилиш	0,007	ўртача чўкиш	10
3.2. Арматурасиз ғиштдан ва йирик блоклардан	—П—	0,001	—П—	10
3.3. Арматурали ёки темир-бетон белбоғли ғиштдан ва йирик блоклардан.	—П—	0,0012	—П—	15
3.4. Девор материалига боғлиқ бўлмаган ҳолда.	кўндаланг кесими бўйича эгилиш	0,005	—	—
4. Баланд қурилган қаттиқ иншоотлар: 4.1. Темир-бетонли элеваторлар: а) иш ва силос бинолари монолит қурилган ягона пойдеворга ўрнатилган;	кўндаланг ва бўйига эгилиш	0,003	—П—	40
б) юқоридаги, агар йиғма холатда бўлса;	—П—	0,003	—П—	30
в) якка қурилган иш бинолари	бўйига эгилиш	0,003 0,004	—П— —П—	25 25
г) якка монолит ҳолда қурилган силос корпуслари;	кўндаланг ва бўйига эгилиш	0,004	—П—	40
д) якка йиғма ҳолда қурилган силос корпуслари	—П—	0,004	—П—	30
4.2. Тутун мўрилари баландлиги H бўйича: а) H 100 м,	эгилиш	0,005	—П—	40
б) 100 H 200 м;;	—П—		—П—	30
в) 200 H 300 м;	—П—	—П	—П—	20
г) H 300	—П—	—П	—П—	10
4.3. 100 м дан баланд қурилган қаттиқ холатдаги бошқа иншоотлар	—П—	0,004	—П—	20

ланиш коэффициенти деб номланган белгилар ишлатилади. Норматив юк деганда иншоотнинг нормаларда кўрсатилган нормал ишлашини таъминловчи энг юқори қийматли ташқи юк тушунилади. Юкларнинг ўзгарувчанлигини ва бу орқали уларнинг қиймати нормада кўрсатилгандан ошиб кетишини ҳисобга олувчи коэффициентлар қайта юкланиш коэффициенти деб аталади.
Норматив юкларнинг қайта юкланиш коэффициентига кўпайтмаси ҳисоблаш юклари деб юритилади. Шуни айтиш керакки, заминларни деформацияга нисбатан ҳисоблашда норматив юклар, мустаҳкамликка ҳисоблашда эса ҳисоблаш юклари қийматларидан фойдаланилади.

Ўрни келганда шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, бино ва иншоотларнинг юқори кучланиш ҳолатига келиб қолиши фақатгина заминга таъсир этувчи юк ва грунтларнинг физик-механик хоссаларига боғлиқ бўлиб қолмай, балки бу иншоотларнинг умумий ишлаш жараёнига ҳам боғлиқдир. Бу иш жараёнига лойиҳа даврида ҳисобга олинган назарий ҳисобларни фойдаланиш давридаги шароитлар билан баъзан фарқланиши ва ҳоказолар киради. Буларнинг барчасини олдиндан ҳисобга олиш учун назарий ҳисобларда аниқлик коэффициенти деб номланган коэффициент ишлатилади. Бу коэффициентнинг қиймати иншоот конструкциясига, капитал қийматига ва унинг фойдаланишдаги шарт-шароитига қараб бирдан катта ёки кичик бўлиши мумкин.

Табиий заминларнинг асосий ҳисоблаш формуласи қуйидагича ёзилади.

$$\sum nN \leqslant \Phi(F;\ k_1,\ \gamma,\ m;\ k_2,\ \varphi,\ m;\ k_3,\ c,\ m,\ \ldots), \qquad (9.1)$$

бу ерда N — пойдеворга юқоридан таъсир этувчи норматив юклар қиймати; n — қайта юкланиш коэффициенти; Φ — заминларнинг иш характерини ифодаловчи функция; F — бино ва иншоотларнинг геометрик ўлчамлари; $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ — грунтлар физик-механик хоссаларининг бир жинслилик коэффициентлари; γ — грунтларнинг ҳажмий оғирликлари; φ — грунтларнинг ички ишқаланиш бурчаги; m — назарий ҳисоблашдаги аниқлик коэффициенти; c — зарралар орасидаги боғланиш кучи.

(9.1) ифоданинг асосий мақсади заминларга юқоридан тушаётган юклар қиймати уларнинг юк кўтариш қобилиятига тенг ёки ундан кичик бўлишини таъминлашдан иборатдир.

3- §. ПОЙДЕВОР ЧУҚУРЛИГИНИ ТАНЛАШ

Пойдевор чуқурлиги қуйидагиларга амал қилган ҳолда танланади:

— қурилиш олиб борилаётган райондаги ер қатламининг музлаши;

— қурилиш майдонининг геологик ва гидрогеологик шарт-шароитлари (грунтларнинг турлари ва уларнинг физик хоссалари,

ер ости сувларининг сатҳи ва уларнинг қурилиш даврида ҳамда иншоотдан фойдаланиш даврида бўладиган ўзгаришлари ва ҳоказо);

— иншоот заминига юқоридан таъсир этувчи юкнинг тури ва қиймати;

— бино ва иншоотнинг вазифаси, конструкция турлари ва уларга қўйиладиган талаблар, ертўла чуқурлиги, турли ер ости коммуникациялари ҳамда турли ускуна ва механизмлар пойдеворлари ва ҳоказо:

— лойиҳалаштирилаётган иншоотга яқин турган бино ва иншоотлар пойдеворларининг чуқурлиги ва ҳоказо.

Юқорида айтиб ўтилган фактлар пойдевор лойиҳаси тузилаётган пайтда юзага чиқадиган барча қўшимча материаллар (мисол учун пойдеворларнинг грунт сувлари ёки саноат чиқит сувлари таъсирида зарарланиши мумкинлиги ёки пойдевор учун танланган материалнинг тури ва ҳоказо) билан биргаликда олиб борилиши керак.

Юқорида келтирилган баъзи бир фактлар тўғрисида батафсилроқ тўхталиб ўтамиз.

Грунт қатламининг музлаши. Ер устки қатламининг қиш даврида музлаши маълум геологик ва гидрогеологик шароитларда, мабодо бу шароитлар грунтларнинг ҳажмий кенгайишига олиб келиши мумкин бўлгандагина пойдевор чуқурлигини танлашда ҳисобга олинади.

Грунт музлаганда уларнинг ҳажмий кенгайишига олиб келадиган асосий сабаб фақатгина грунт бўшлиқларидаги сувнинг музлаши бўлибгина қолмай, балки бу музлаш жараёнида грунт бўшлиқларида сувнинг кўпайиши ҳамдир.

Намликнинг грунт чуқур қатламларидан унинг музлаш чегарасига сурилиш тезлиги грунт сувлари билан музлаш чегараси орасидаги масофа камайиши билан ошиб боради.

Шуни айтиб ўтиш керакки, музлаганда ҳажмий кенгайиш хусусияти барча грунтларга хос эмас. Йирик шаклдаги синиқ, майда тошли ҳамда йирик ва ўртача катталикдаги қумли грунтлар музлаганда улар ҳажмий кенгаймайди, чунки улардаги музлаган сувнинг ҳажмий кенгайиши фақатгина боғланмаган ҳолатдаги сувда бўлиб, у эса грунтнинг умумий ҳажмига таъсир этмайди. Бунинг аксича, майда заррачали қумлар, чангсимон ва айниқса, лойли грунтлар (қумоқ, қумлоқ тупроқ, лой) ўзида намликни капилляр кўтариш қобилиятига эга бўлгани ҳамда грунт заррачалари орасида ва сиртида кўп миқдорда боғланган намликни сақлаганлари учун музлаганда ҳажмий кенгайиш хусусиятига эга.

Шу билан бирга, заминдаги грунтларнинг музлаганда ҳажмий кенгайиши умуман олганда грунтнинг музлаш тезлигига ҳамда заминга юқоридан таъсир этаётган юкнинг қийматига боғлиқдир.

Бино ва иншоотлардан фойдаланиш тажрибаси шуни кўрсатадики, грунтлар совуқдан музлаб, иссиқдан эриш процессида ҳажмий ўзгаришга учраганликлари сабабли жуда ҳам бўшашиб, катта

деформацияга мойил бўлиб қолади. Ҳажмий кенгайтириш кучи бу вақтда шундай катта қийматга эга бўладики, айрим ҳолларда пойдеворни бутунлай кўтариб юбориши мумкин. Ўз-ўзидан маълумки, бундай ҳолатда иссиқлик таъсирида муз эриганда пойдевор турли чўкишга учрайди ва иншоот бундан сезиларли зарар кўриши мумкин.

Юқорида айтилганга кўра пойдеворлар асосининг чуқурлигини танлашда ер устки қатламининг музлашини албатта ҳисобга олиш лозим бўлади. Лойиҳалаш практикасида ер устки қатламининг музлашини ҳисобга олиш учун **грунт музлашининг норматив қатлами** деган тушунча қўлланилади. Грунт музлашининг норматив қатлами $H_н$ учун қурилиш олиб бориладиган районда грунтнинг очиқ қордан тозаланган майдонда олиб борилган кўп йиллик кузатишлар натижасида белгилаган ер остки қатламининг энг чуқур музлашининг ўртача қиймати қабул қилинади.

Пойдеворлар лойиҳалашда грунт музлашининг норматив қатлами қуйидаги йўллар билан аниқланади:

1) қурилиш майдонида олиб борилган кўп йиллик кузатишлар натижасида белгиланган ер устки қисми музлашининг энг юқори қиймати орқали;

2) қурилиш майдони яқинида жойлашган метереологик бошқарманинг кўп йиллик кузатишдан олган маълумоти орқали;

3) агар қурилиш майдонида кўп йиллик кузатишлар олиб борилмаган бўлса, у ҳолда грунтлар музлашининг норматив қатлами бир турдаги районлар изолиниялари орқали ажратилган махсус карталардан аниқлаш мумкин (IX.2- расм).

Агар лойиҳалаштирилаётган бино ёки иншоот фойдаланиш даврида иситиладиган бўлса, у ҳолда **грунт музлашининг ҳисоблаш қатлами** деган тушунча ишлатилади.

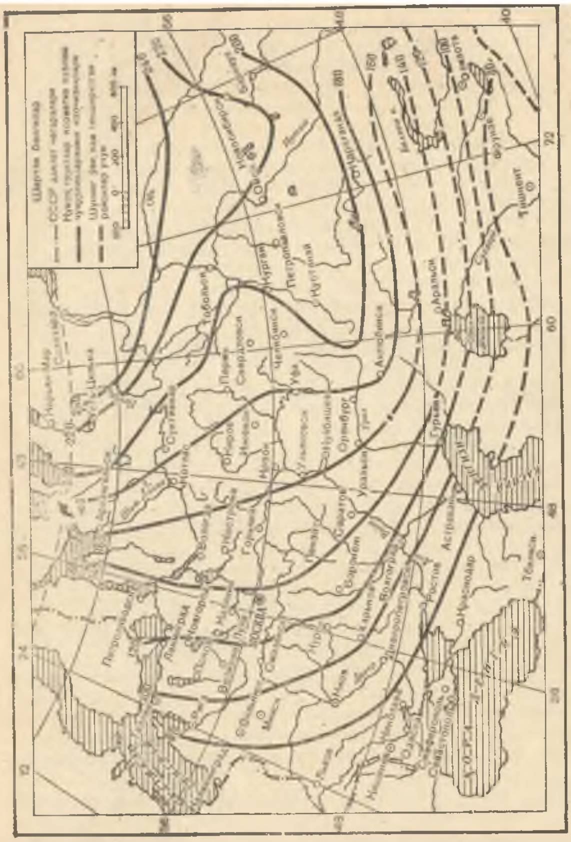
Грунт музлашининг ҳисоблаш қатлами H_x бино ва иншоотнинг иситилишини назарда тутиб қуйидагича аниқланади:

$$H_x = m_t \cdot H_н. \qquad (9.2)$$

бу ерда $H_н$ — грунт музлашининг норматив қатлами: m_t — бино ва иншоот иссиқлик режимининг ташқи девор атрофидаги грунт музлашига таъсир этиш коэффициенти: m_t коэффициентнинг қиймати 9.3- жадвалдан олинади.

Қишда иситиладиган бино ва иншоотлар ички девор ва устунлари остидаги пойдеворлар чуқурлиги, одатда ер устки қатламининг музлаши ҳисобга олинмаган ҳолда лойиҳалаштирилади.

Қурилиш майдонининг геологик ва гидрогеологик шарт-шароитлари. Пойдеворларнинг чуқурлигини танлашда қурилиш майдонининг геологик ва гидрогеологик шарт-шароитларнинг роли жуда аҳамиятлидир. Бунинг асосий сабабларидан бири шундаки, грунтлар турли-туман, турли қатламлар, турлича физик-механик хоссаларга эга бўлади ва ҳар



IX.2- расм. СССР территориясида грунтлар устки қатламининг музлаш чегарасини кўрсатувчи харита.

9.3- жадвал

Иншоотнинг конструктив ҳолатлари	Иншоот ташқи девори ва устунларга ёндош хоналари сутка давомидаги иссиқлик даражаси учун m_t нинг қийматлари.			
	5°С	10°С	15°С	20°С ва ундан ортиқ
Ертўласиз бино (иншоот) поллари қуйидаги материаллардан қурилганда:				
грунт устида	0,8	0,7	0,6	0,5
грунт устида тўсин бўлганда	0,9	0,8	0,7	0,6
иситиладиган цоколь ёпмаси бўлганда	1,0	0,9	0,8	0,7
Ертўлалик бино (иншоот)	0,7	0,6	0,5	0,4

Эслатма. 1. Жадвалда келтирилган m_t нинг қийматлари пойдевор четки қисми бино (иншоот) ташқи деворидан 0,5 м туртиб чиққан ҳол учун тўғри. Агар 1,5 м ва ундан кўпроқ туртиб чиқса, унда m_t 0,1 қийматга кўпаяди, лекин унинг қиймати $m_t = 1$ дан ошиб кетмаслиги керак. Туртиб чиқиш оралиғи 0,5 дан 1,5 гача б лганда эса, m_t нинг қиймати интерполяция йўли билан топилади.

2. Ташқи девор ёки устунлар пойдеворига туташ хоналар деганда ертўлалар ёки ертўла бўлмаса биринчи қават хоналари тушунилади.

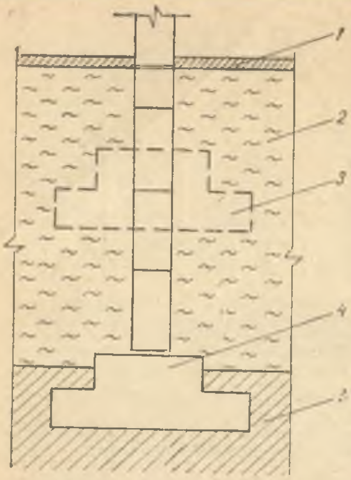
3. Ҳавонинг иссиқлиги жадвалда кўрсатилган қийматлар орасида бўлса, у ҳолда m_t учун шу сонга яқин келган кичик қиймат қабул қилинади.

қандай қурилиш майдони ўзига хос гидрогеологик хусусиятлари билан фарқланади. Шунинг учун пойдеворнинг чуқурлигини танлашда бир қанча вариант таклиф этилади ва улардан техник-иқтисодий ҳамда рационал талабларга жавоб берадигани танлаб олинади.

Қурилиш майдонининг геологик ва гидрогеологик хусусиятларининг пойдевор чуқурлигини танлашдаги ролини яққолроқ тасаввур этиш учун бир неча мисолларни кўриб чиқамиз.

Баъзи мақсадларни кўзлаб (масалан, ер ости қатламининг музлаш чуқурлигини ва ҳоказо) пойдевор асосини юк кўтариши камроқ бўлган грунт қатламига жойлаштириш лозим бўлсин. Шу билан бирга бу қатламдан чуқурроқда (масалан, у 1—2 м чуқурроқ бўлсин дейлик) юқоридаги қатламга нисбатан кўпроқ юк кўтариш қобилиятига эга бўлган бошқа бир грунт қатлами бўлса, албатта пойдевор асосини шу қатламга жойлаштириш мақсадга мувофиқ булади (IX.3- расм). Бу эса қурилаётган бино ва иншоотнинг мустаҳкамлигини ошириш билан бирга, пойдеворнинг чўкишини бир неча марта камайтиради ва ҳоказо.

Баъзан пойдеворнинг чуқурлигини ер устки қатламининг музлаш чегарасини ҳисобга олиб танлашда, пойдевор асоси жуда кам юк кўтариш қобилиятига эга бўлган тўкилган грунт қатламига тушиб қолади, бундай шароитда, одатда, тўкилган грунт қатламини бутунлай кесиб ўтиб, пойдеворни мустаҳкамроқ бўлган остки қатламга ўрнатишга тўғри келади. Бунинг асосий сабаби шундаки, тўкилган грунтлар жуда кам юк кўтариш қобилиятига эга бўлиб,



IX.3- расм. Қурилиш майдонининг геологик шарт- шароитини ҳисобга олиб пойдевор чуқурлигини аниқлаш:

1 — тўкилган грунт; *2* — жуда кам юк кўтариш қобилиятига эга бўлган грунт; *3* — ер ости музлаш қатламини ҳисобга олингандаги пойдевор чуқурлиги; *4* — пойдевор; *5* — кўп юк кўтариш қобилиятига эга бўлган қатлам.

улар турли органик чиқиндиларни ўз таркибида сақлайди. Бу чиқиндилар чириганда эса, грунтда турли қийматга эга бўлган чўкишлар юз беради ва унинг натижасида қурилган бино ёки иншоот қаттиқ шикастланиши мумкин. Агар пойдеворни тўкилган грунт қатламига ўрнатиш лозим бўлиб қолса, бу грунт қатлами олдиндан бир неча усуллар ёрдамида мустаҳкамланади. Бу усуллар грунтни шиббаловчи асбоб ёрдамида шиббалаш, турли йўллар билан тўкилган грунтни бутун қатлам бўйича шиббалаш, пойдевор остига қумли ёстиқчалар ишлатиш, турли химиявий йўллар билан мустаҳкамлашдан иборатдир. Бундай шароитда бино ва иншоот конструкциясини фазовий мустаҳкам шаклда лойиҳалаштириш лозим бўлади.

Пойдеворларнинг чуқурлигини танлашда қурилиш майдонининг гидрогеологик шароитлари ҳам катта аҳамиятга эга. Ер ости сувларининг сатҳини ҳисобга олиш, айтиб ўтганимиздек, биринчи навбатда грунтларнинг музлаш қатламларини ҳисобга олиб пойдевор чуқурлигини танлашда ишлатилади. Агар ер ости сувлари сатҳи юза жойлашган бўлса, у ҳолда пойдевор ўрнатишнинг таннархини камайтириш ва бу ишни амалга оширишни енгиллаштириш мақсадида пойдеворнинг чуқурлиги, унинг материали ва шаклини шундай танлаш кераккн, у ҳолда пойдевор асоси ер ости сувлари сатҳидан юқори ёки бўлмаса жуда кам миқдорда сувли грунтда жойлашсин.

Иншоотнинг конструктив ва фойдаланиш шартлари. Кўпинча пойдеворнинг чуқурлигини танлаш иншоотнинг конструктив ва фойдаланиш шартларига боғлиқ бўлиб қолади. Бунга мисол тариқасида ертўлалик иншоотларни олсак, у ҳолда пойдеворни ертўла чуқурлигидан пастга жойлаштириш керак бўлади. Техник шароитларга кўра пойдевор асоси ертўла полидан камида 0,5 м чуқурликда жойлашиши керак.

Ер ости коммуникациялари, транспорт, иссиқлик ўтказувчи йўлакларга эга бўлган саноат иншоотларини лойиҳалаштирганда улар пойдеворининг чуқурлиги юқорида санаб ўтилган коммуникациялар чуқурлигидан пастда жойлашиши лозим бўлади.

Кўпинча бир бино ёки иншоот лойиҳасида улар пойдеворига қўйилган талаб турлича бўлади, шунинг учун иншоотнинг турли қисмлари пойдеворларини турлича чуқурликда жойлаштиришга тўғри келади. Бу ҳолда пойдеворни бир чуқурликдан иккинчисига ўтиш жойини зина шаклида жойлаштириш мақсадга мувофиқдир.

Лойиҳалаштирилаётган бино ёки иншоот пойдеворини чуқурлигини танлашда албатта қўшни иншоот пойдеворининг сатҳи ҳисобга олиниши шарт. Агар янги бино фойдаланишда бўлган бинога келиб қўшиладиган бўлса, у ҳолда уланадиган ерда пойдеворлар сатҳи тенг бўлиши керак.

Агар лойиҳалаштирилаётган ва фойдаланишда бўлган бинолар пойдевори турли чуқурликда жойлашадиган бўлса, у ҳолда қуйидаги шартга амал қилиш керак бўлади:

$$\frac{\Delta H}{l} \leqslant \operatorname{tg}\varphi, \qquad (9.3)$$

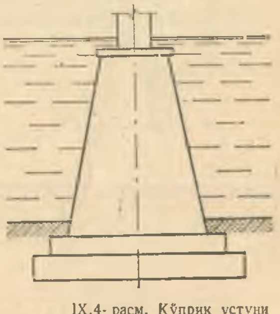
бу ерда ΔH — пойдеворлар чуқурлигидаги фарқ; l — пойдеворлар орасидаги масофа; φ — грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги.

4- §. ПОЙДЕВОР ТУРЛАРИ

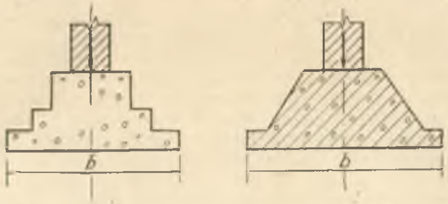
Қурилишда ишлатиладиган барча пойдеворларни қуйидаги турларга ажратиш мумкин.

Табиий заминда саёз жойлашган пойдеворлар

Я х л и т ҳ о л д а г и о ғ и р п о й д е в о р л а р. Бундай пойдеворлар жуда оғир бўлган иншоотлар остида қўлланилади (кўприк устунлари, бетондан ишланган сув омборлари, тутун мўрилари ва ҳоказо). Улар асосан бетон ва темир-бетондан ясалади. Уларнинг шакли эса, асосан, иншоот асос қисми шаклини такрорлайди. Агар пойдевор ўлчамлари ҳисоблаш бўйича иншоот ўлчамларидан катта бўлса, у ҳолда қурилиш материалларини иқтисод қилиш мақсадида пойдеворга зина ёки қиялик шакли берилади. IX.4-расмда мисол тариқасида кўприк устунининг пойдевори тасвирланган.



IX.4- расм. Кўприк устуни пойдевори.



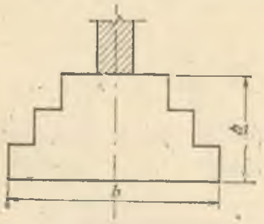
XI.5- расм. Алоҳида турувчи пойдеворлар.

Алоҳида турувчи пойдеворлар. Бундай пойдеворлар саноат ва граждан бинолари алоҳида устунлари, электр симларини кўтариб турувчи устунлар, унча оғир бўлмаган юк кўтарувчи алоҳида устунлар остида қўлланилади.

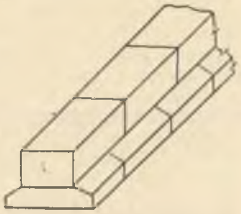
Бу пойдеворлар бетон ва темир-бетондан ясалади. Баъзан йирик тошлардан ва бу тошлардан ясалган бетондан ҳам тузилиши мумкин. IX.5- расмда темир-бетондан ясалган устун ости пойдевори тасвирланган.

Алоҳида турувчи пойдеворларни кўп юк кўтариш қобилиятига эга бўлган заминларда ёки пойдеворга унча оғир бўлмаган юк таъсир этганда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Бундай пойдеворлар баландлиги бўйича кўпинча зина шаклида лойиҳалаштириладилар (IX.6- расм).

Лента шаклидаги пойдеворлар. Бундай пойдеворлар бино ва иншоотларнинг юк кўтарувчи деворлари остига ўрнатилади (IX.7- расм). Юқорида ўзгармас куч таъсир этганда бундай пойдеворларни ҳар қандай кесими бўйича ишлаш шароити бир хил бўлганлиги сабабли уларнинг кўндаланг кесими ўзгармас ўлчамга эга бўлади. Лента шаклидаги пойдеворлар йирик тошлар-



IX.6- расм. Зина шаклидаги алоҳида турувчи пойдеворлар.



IX.7- расм. Лента шаклидаги пойдеворлар.

дан, йирик тошли бетондан, бетондан ва темир-бетондан ясалиши мумкин. Кўндаланг кесими бўйича бундай пойдеворлар зина ва трапеция шаклида лойиҳалаштирилади.

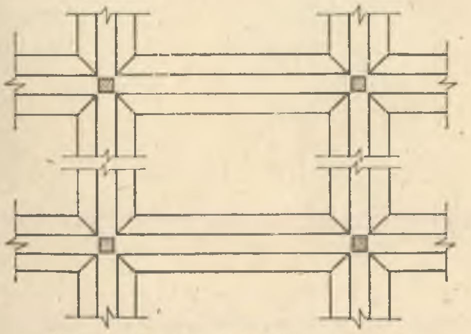
Баъзан лента шаклидаги пойдеворларни алоҳида устунлар остига ҳам ишлатилади. Бу эса фақатгина устунларга юқоридан жуда катта қийматли юк таъсир этганда, замин грунтлари эса у юкни кўтара олиш қобилиятига эга бўлмаганда, алоҳида турувчи пойдеворлар ўлчови талабга жавоб бермай жуда катта жойни эгаллаганда мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин.

Ўзаро кесишувчи лента шаклидаги пойдеворлар. Кўпинча алоҳида турувчи устунлар ости пойдеворларини лойиҳалашда замин грунтларининг юк кўтариш қобилияти етарли даражада бўлмайди. Бу ҳолда бино ва иншоот конструкцияларининг турлича чўкиши туфайли лента шаклидаги пойдеворлар уларнинг мустаҳкамлигини таъминлай олмайди. Бундай ҳолларда ўзаро кесишувчи лента шаклидаги пойдеворлар жуда қўл келади (IX.8- расм). Бу пойдеворлар асосан темир-бетондан ишланиб, устунлар эса уларнинг ўзаро кесишган жойига ўрнатилади.

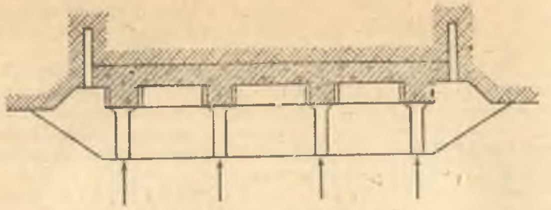
Яхлит темир-бетон плиталар. Баъзан замин грунтларининг кўп юк кўтара олмаслиги ва пойдеворга жуда катта куч таъсир этиши натижасида бир неча пойдеворлар бир-бири билан бирлашиб кетиш ҳоллари юз беради. Бундай ҳолларда пойдеворни яхлит темир-бетон плита шаклида лойиҳалаштириш мақсадга мувофиқ (IX.9- расм).

Яхлит темир-бетон плиталар ер ости сувлари сатҳидан пастда ўрнатилганда, улар бино ертўласига сув ўтказмаслиги ва иншоот турлича чўкишини маълум даражада камайтириш билан характерланади.

Яхлит темир-бетон плиталардан ташкил топган пойдеворларнинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:



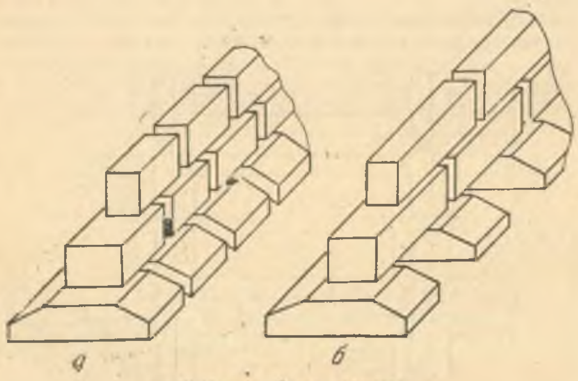
IX.8- расм. Лента шаклидаги чорраҳа пойдевор.



IX.9- расм. Яхлит пойдевор.

а) бино ва иншоотларнинг умумий мустаҳкамлиги таъминланади;
б) бино ва иншоотларнинг бир хил чўкиши таъминланади;
в) қурилиш ишларини олиб бориш анча енгиллашади;
г) ер қазиш ишлари енгиллашиши билан бирга ер ости сувларини иншоот заминидан четлашиш ишларига эҳтиёж қолмайди;
д) агар пойдевор конструкцияси ичи ғовак плиталардан ташкил топган бўлса, бу ғоваклар турли ер ости коммуникацияларини ўтказиш учун хизмат қилади.

Т а й ё р й и ғ м а п о й д е в о р л а р . Қурилиш практикасида заводларда тайёрланадиган йиғма буюмларни ишлатиш йилдан-йилга кўпайиб бормоқда. Шу қаторда ҳозирги вақтда темирбетон заводлари турли хил пойдевор блокларини ишлаб чиқараяпти, бу буюмлар қурилишда жуда қўл келаяпти.



IX.10- расм. Йиғма пойдевор:
а — зич жойлашган; б — сийрак жойлашган.

Бундай йиғма пойдевор блокларини ишлатиш асосан қурилиш ишларини тезлатишга ва механизациядан унумли фойдаланишга олиб келади. Бунда пойдевор йиғиш таннархи 15—20% меҳнат харажати эса 3—4 мартадан кўпроқ камайишига эришилади.

Тайёр пойдевор блокларини монтаж қилиш йил фаслининг барча ойларида олиб борилиши мумкинлиги ҳисобга олинса, бу турдаги пойдеворларнинг келажаги янада порлоқ эканлигига шубҳа қолмайди. Тайёр пойдевор блокларини зич (IX.10а- расм) ёки орасини очиқ қилиб (IX.10б- расм) жойлаштириш мумкин.

Устун қозиқли пойдеворлар

Устун қозиқли пойдеворлар жуда кам юк кўтарадиган грунтлардан ташкил топган заминларда ишлатилади. Бундай грунтларга, одатда, жуда ғовак ва бўш ҳолатдаги қумли грунтлар, суюқ ҳолатдаги лойсимон грунтлар, кўл ва ботқоқликларда ҳосил бўлган грунтлар ва катта қатламли тўкилган грунтлар киради.

Устун қозиқли пойдевор ишлатишнинг асосий моҳиятларидан бири шундан иборатки, улар қўлланилганда бино ва иншоотдан тушаётган юк устун қозиқнинг ўткирланган учи жойлашган катта юк кўтариш қобилиятига эга бўлган грунтга узатилади (IX.11а- расм). Осма устун қозиқ қўлланилганда эса юқоридан тушаётган юк фақатгина устун қозиқ остида жойлашган грунт қатламига узатилмай, балки унинг ён атрофидаги грунтларга ҳам тенг равишда узатилади (IX.11б- расм).

Шуни айтиб ўтиш кераки, устун қозиқли пойдеворлар қўлланиши ўзига хос мураккаб ва қиммат турадиган асбоб-ускуналар ишлатишни талаб этади, шунинг учун ҳар бир хусусий ҳолда юқо-

IX.11- расм. Устун қозиқли пойдевор:
а — устун қозиқ; б — осма устун қозиқ:

1 — иншоот девори; 2 — пойдевор тўсини; 3 — ростверк; 4 — тўкилган грунт; 5 — торф; 6 — кам юк кўтарувчи кумоқ тупрок; 7 — ғовак қум; 8 — кам юк кўтарувчи лой; 9 — кўп юк кўтарувчи лойли грунт.

рида санаб ўтилган саёз пойдеворларни ишлатиб бўлмаслиги ва устун қозиқли пойдеворни танланган тури техника-иқтисодий томондан тасдиқланган бўлиши керак.

Устун қозиқли пойдеворлар тўғрисида асосий маълумот XII бобда келтирилган.

Чуқур жойлашган пойдеворлар

Ҳозирги вақтда чуқур жойлашадиган пойдеворларнинг 3 тури маълум: ўз оғирлиги билан пастлашувчи қудуқ, йиғма темир-бетон қобиқлар ва кессонлар.

Бу турдаги пойдеворларнинг қўлланилиши иншоотдан тушаётган ҳаддан ташқари кўп бўлган юкни заминнинг жуда чуқур қатламларида жойлашган (бир неча ўнлаб метр чуқурликда) ва етарлича юк қабул қила оладиган грунтларга узатишни асосий мақсад қилиб қўяди. Бундан ўз-ўзидан маълумки, бу пойдеворлар қурилиши жараёнида жуда қалин бўлган бўш грунт қатламларини кесиб ўтиш керак бўлади. Шунинг учун иншоотга қўйиладиган талаб ҳам унинг ихчам ва яхлит бўлишидир, масалан дарё кўприклари устунлари, телевизион миноралар ва ҳоказо.

Кессон пойдеворлари 40 м чуқурликкача, ўз оғирлиги остида пастлашувчи қудуқ ва йиғма темир-бетон қобиқлар эса 70 м ва ундан кўпроқ чуқурликка ўрнатилиши мумкин.

Маълумки, грунтнинг юк кўтариш қобилияти чуқурлик бўйича ошиб боради, бу эса чуқур жойлашган пойдеворларга жуда катта кучларни юклаш имкониятини беради, бунда грунтнинг чўкиши деярли бўлмайди ва иншоот ўз мустаҳкамлигини йўқотиш хавфидан холис бўлади.

X БОБ. ТАБИИЙ ЗАМИНДАГИ САЁЗ ПОЙДЕВОРЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА УЛАРНИНГ ҲИСОБИ

1-§. УМУМИЙ ҚОИДАЛАР

Ҳар қандай пойдеворнинг асосий хизмати юқоридан иншоотдан тушаётган юкни иншоот заминига узатиб, шу билан бирга унинг мустаҳкамлигини таъминлашдан иборат. Шу мақсадда ҳисоблаб топилиши керак бўлган пойдеворнинг шакли, одатда, унга юқоридан таъсир этувчи юкнинг қийматига, иморат ортки қисмининг тузилишига ҳамда унинг материалига боғлиқ.

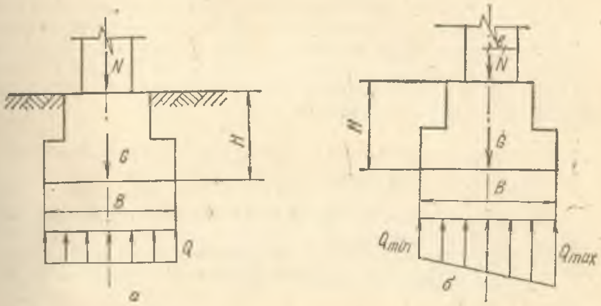
Пойдеворлар ўзи ташкил топган материалнинг ишлашига боғлиқ равишда қаттиқ ва эгилувчан турларга бўлинади.

Қаттиқ пойдеворлар деб материали фақат сиқилишга ишлайдиган пойдеворларга айтилади. Қаттиқ пойдеворларда, асосан, уларнинг асос юзаси ва устки қисмининг ўлчамлари ҳисобланади.

Бу бобда биз фақат қаттиқ пойдеворлар устида сўз юритамиз.

2-§. МАРКАЗИЙ КУЧ ТАЪСИРИДА БЎЛГАН ҚАТТИҚ ПОЙДЕВОРЛАР АСОС ЮЗАСИНИНГ ЎЛЧАМЛАРИНИ АНИҚЛАШ

X.1-расмда кўрсатилган пойдевор чуқурлигини H деб фараз қиламиз. Бу пойдеворга юқоридан N қийматга эга бўлган марказий куч таъсир этади. Пойдевор асосининг майдонига акс таъсир кўрсатувчи босимнинг қийматини R_0 деб белгилаймиз. Бу ҳолда пойде-



X.1-расм. Марказий (*a*) ва марказдан ташқари (*б*) куч таъсиридаги қаттиқ пойдеворларни ҳисоблаш схемаси.

вор асосининг ўлчамлари қуйидагича аниқланади: маълумки, қўйилган мақсадга биноан акс таъсир кўрсатувчи босим грунт юзаси бўйича тўғри тўртбурчакли эпюра шаклида намоён бўлади. Барча кучларни ўзаро тенглаштирсак, қуйидаги келиб чиқади:

$$N + G = Q \cdot 10 \qquad (10.1)$$

бу ерда N — иншоотдан пойдеворга таъсир кўрсатаётган юк, кг; т; G — пойдевор ва унга устки ён томонларидан тушаётган грунтнинг оғирлиги, кг; т; Q — грунтнинг кўтариш қобилияти $= 10R_0 \cdot F$; 10 — грунт қаршилиги ўлчам бирлигини ўзгартирувчи коэффициент; F — изланаётган пойдевор асосининг юзаси, м².

Агар G нинг қийматини кенгайтириб ёзсак:

$$G = F \cdot H \cdot \gamma_{ўр}, \qquad (10.2)$$

бу ерда $\gamma_{ўр}$ — пойдевор учун ишлатиладиган материал ва пойдевор устидаги грунтнинг ўртача ҳажмий оғирлиги, т/м³.

(10.2) ифодани Q нинг қийматини ҳисобга олган ҳолда (10.1) қўйсак:

$$N + F \cdot H \cdot \gamma_{ўр} = 10 \cdot R_0 \cdot F \qquad (10.3)$$

бу ифодадан изланаётган юза (F) ни топамиз:

$$F = \frac{N}{10 \cdot R_0 - H \cdot \gamma_{yp}}. \qquad (10.4)$$

Агар пойдевор асосининг юзаси квадрат шаклида бўлса, унинг томонлари (A ва B) қуйидагича аниқланади:

$$A = B = \sqrt{\frac{N}{10 \cdot R_ч - H \cdot \gamma_{yp}}}. \qquad (10.5)$$

Пойдевор асосининг юзи тўғри тўртбурчак бўлган ҳолда топилган F нинг қийматига қараб томонлари белгиланади. Агар марказий куч таъсиридаги пойдеворнинг узунлиги бир томонга чексиз (ҳисоблаш нуқтаи назаридан) тарқалган бўлса, бу ҳолда ҳисоб 1 пог. м. узунлик учун олиб борилиб, (10.4) ифода унинг кенглиги (B) ни аниқлашга имконият беради.

3- §. НОМАРКАЗИЙ КУЧ ТАЪСИРИДА БЎЛГАН ҚАТТИҚ ПОЙДЕВОРЛАР АСОСИНИНГ ЮЗИНИ АНИҚЛАШ

Номарказий куч таъсирида бўлган пойдеворларда, одатда, юқоридан тушаётган тенг таъсир этувчи куч қўйилган нуқта пойдевор асос юзининг маркази билан тўғри келмайди (X.1 - расм, *б*).

Бу ҳолда пойдевор асоси бўйича кучланишнинг тарқалиши қуйидагича ёзилади:

$$\sigma_{\frac{max}{min}} = \frac{N+G}{F} \pm \frac{M_n}{W_n}, \qquad (10.6)$$

бу ерда $\sigma_{\frac{max}{min}}$ — пойдевор асосининг қарама-қарши ён томонидаги кучланишлар; M_n — пойдевор асосининг оғирлик марказидан ўтувчи ўқ чизиққа нисбатан олинган момент қиймати; W_n — пойдевор асосининг қаршилик моменти.

Бу ифодани ташкил этувчи қийматлар қуйидагича аниқланади:

$$\frac{G}{N} = \gamma H; \; W_n = \frac{ab^2}{6}; \; M_n = N \cdot e, \qquad (10.7)$$

бу ерда e — эксцентриситет.

Бу қийматларни ҳисобга олган ҳолда (10.6) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\sigma_{\frac{max}{min}} = \gamma H + \frac{N}{F} \pm \frac{6N \cdot e}{ab^2}. \qquad (10.8)$$

Агар пойдевор асоси томонларини a ва b орқали белгиласак ва пойдевор асоси бўйича тарқалган кучланиш σ ни грунтнинг ҳисоблаш қаршилиги R билан алмаштирсак, у ҳолда қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$10R_ч = \gamma H + \frac{N}{d \cdot B^2} + \frac{6N \cdot e}{dB^3} \qquad (10.9)$$

ёки

$$(10R_ч - d\gamma H) B^3 - NB - 6N \cdot e = 0, \qquad (10.10)$$

бунда $R_ч$ — грунтнинг четки ҳисоблаш қаршилиги.

(10.10) ифода бўйича $R_г$ нинг қиймати марказий куч таъсиридаги пойдеворларни ҳисоблашда ишлатиладиган R ни қийматидан 20% дан ортиқ олинади.

(10.10) ифода бир томони чексиз узунликка эга бўлган пойдеворлар учун:

$$(10R_ч - \gamma H) B^2 - NB - 6N \cdot e = 0, \qquad (10.11)$$

шунингдек, квадрат шаклидаги пойдеворлар учун

$$(10R_ч - \gamma H) B^3 - NB - 6N \cdot e = 0 \qquad (10.12)$$

кўринишда бўлади.

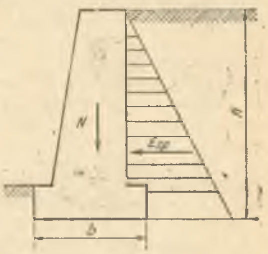
4- §. КАТТА ҚИЙМАТЛИ ГОРИЗОНТАЛ КУЧ ТАЪСИРИДА БЎЛГАН ПОЙДЕВОРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Юқорида келтирилган марказий ва номарказий куч таъсирида бўлган пойдеворлар асоси ўлчамларини аниқлашга ёрдам берувчи ифодалар барча турдаги қаттиқ пойдеворлар учун ҳам қўлланилиши мумкин.

Шу билан бирга бундай пойдеворларни ҳисоблашда уларнинг алоҳида ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олиш лозим.

Сўз юритилаётган пойдеворлар турига доимий ёки вақтинча катта қийматга эга бўлган горизонтал куч таъсиридаги иншоотлар пойдеворлари киради.

Оғирлик маркази юқорида жойлашган ва горизонтал куч (асосан шамол кучи) таъсирида бўлган иншоотлар пойдевори асосининг ўлчамлари бизга маълум ифодалар орқали аниқлангандан сўнг бундай иншоотларнинг ағдарилишга турғунлиги текширилади. Булардан ташқари айрим турдаги: яъни тиргович деворлар, кўприкларнинг четки тирговичлари, сув омборлари ва баъзи шунга ўхшаш иншоотлар асосан грунт босими билан боғлиқ бўлган горизонтал куч таъсирида бўлади. Бундай иншоотлар пойдеворларининг эса силжишга нисбатан турғунлиги текширилади.



X.2- расм. Горизонтал куч таъсиридаги тиргович девор турғунлигини текшириш схемаси.

Мисол учун X.2- расмда кўрсатилган тиргович девор турғунлигини текшириб кўрамиз.

Маълумки, бу ҳолда силжитувчи куч тиргович девор ўраб турган грунтнинг горизонтал босимидан ҳосил бўлиб, унинг тенг таъсир этувчи $E_{гр}$ га тенг.

Бу ҳолда силжишга қарши куч бўлиб тиргович деворнинг оғирлиги N, грунтнинг нормал босими ва бошқалар хизмат қилади. Бундай шароитда тиргович деворнинг турғунлиги қуйидагича аниқланади:

$$N \cdot f \geqslant E_{гр}, \qquad (10.13)$$

бу ерда f — ишқаланиш коэффициенти.

Одатда, бундай иншоотларнинг силжишга қарши турғунлигини текширишда турғунлик коэффициенти аниқланади:

$$\eta = \frac{\sum N \cdot f}{\sum E_{гр}}, \qquad (10.14)$$

бу ерда $\sum N$ — иншоотга таъсир этувчи барча нормал кучларнинг йиғиндиси; $\sum E_{гр}$ — иншоотга таъсир этувчи барча горизонтал кучларнинг йиғиндиси.

Турғунлик коэффициентининг қиймати $1{,}15 \div 1{,}3$ гача қабул қилинади.

5-§. ЕРТЎЛА ДЕВОРИНИНГ ПОЙДЕВОРИНИ ҲИСОБЛАШ

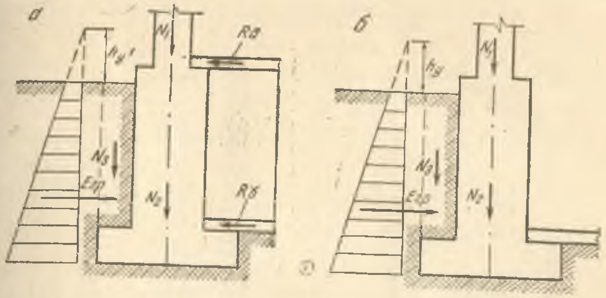
Ертўла девори пойдеворининг ўзига хос хусусияти шундан иборатки, бу грунтнинг пойдевор четки юзаларига нисбатан босими турлича бўлиб, ертўла девори эса горизонтал босим таъсир остида бўлади.

Бундай ҳолларда ертўла устидаги томнинг унинг девори билан қаттиқ боғланганлиги ва бу томнинг ерга нисбатан жойлашувига қараб икки хил ҳисоблаш йўллари мавжуд.

X.3- расмга мурожаат қиламиз.

Расмнинг *а* қисмида ертўла томи унинг деворига қаттиқ ўрнашган бўлиб, у ер юзасига яқин жойлашган. Бундай ҳолатда грунтнинг горизонтал босими ертўла томи ва ертўла остки қисмининг акс таъсири натижасида мувозанатда бўлади. Бу вақтда грунтнинг пойдеворга нисбатан бўлган горизонтал босими ҳисобга олинмай, балки унинг ертўла деворига нисбатан босимигина аниқланади. Бу аниқлаш икки четидан тирговичга ўрнашган тўсин шаклида материаллар қаршилиги қонунига асосан олиб борилади.

Расмнинг *б* қисмида эса ертўла томи бутунлай бўлмайди ёки бўлганда ҳам у ертўла деворига эркин ҳолда ўрнаштирилган. Бундай ҳолда ер юзасига яқин жойда томнинг ҳеч қандай таъсири бўлмайди ва бунинг натижасида ертўла девори тиргович деворнинг пойдевори сифатида ҳисобланади.

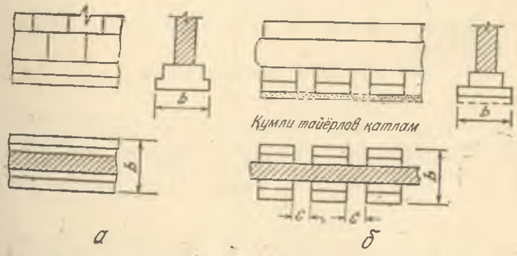


X.3- расм. Ертўла деворига таъсир этувчи кучларни ҳисоблаш схемаси.

6-§. БИР ҚАТОРГА ТИЗИЛГАН АЛОҲИДА ЖОЙЛАШГАН ПОЙДЕВОРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Бизга маълум бўлган ҳисоблаш йўллари билан аниқланган пойдевор ўлчамлари, одатда, бир қаторга тизилган алоҳида жойлашган блок типидаги пойдеворларга тўғри келмайди. Шунинг учун ҳам ҳисоблаб топилган пойдевор ўлчамларига яқинлаштириш учун бу турдаги пойдевор блоклари ораларида масофа қолдириб жойланади.

X.4- расмда ҳисоблаш йўли билан топилган пойдевор ва унга эквивалент бўлган алоҳида жойлашган пойдевор блоклари келтирилган. Агар ҳисоблаб топиладиган пойдевор асосининг юзаси $F = a \cdot b$ бўлса, у ҳолда унга эквивалент бўлган алоҳида жойлашган пойдевор блокларининг юзаси $F_э = [a - c(n - 1)]b$ бўлади (бунда c — пойдевор блоклари орасидаги масофа). Аммо X.4- расм-



X.4- расм. Саёз пойдеворлар:
а — ҳисоблаш йўли билан топилган; *б* — унга эквивалент бўлган алоҳида жойлашувчи пойдевор.

10.1- жадвал. Пойдевор блокларининг орасидаги энг катта масофа ва унга тўғри келадиган коэффициент K нинг қиймати (СНиП 58—59).

Чексиз бир томонга тарқалган пойдеворнинг ҳисоблаб топилган кенглиги	Алоҳида бир қаторга тизилган пойдеворнинг кенглиги	Пойдевор блоклари орасидаги энг катта масофа	K_1
b, м	b блок,м	C, м	
0,9	1,4	0,90	1,07
1,0	1,4	0,75	1,09
1,1	1,4	0,55	1,11
1,2	1,4	0,35	1,11
	1,6	0,80	1,17
1,3	1,4	0,15	1,07
	1,6	0,60	1,14
1,4	1,6	0,40	1,12
1,5	1,6	0,25	1,11
	2.0	0,90	1,23
1,6	2,0	0,70	1,20
1,7	2,0	0,55	1,18
1,8	2,0	0,40	1,17
1,9	2,0	0,20	1,09
2,0	2,4	0,65	1,23
2,1	2,4	0,45	1,18
2,2	2,4	0,30	1,13
2,3	2,4	0,20	1,10
2,4	2,8	0,55	1,19
2,5	2,8	0,40	1,17
2,6	2,8	0,30	1,15
2,7	2,8	0,20	1,12

дан кўриниб турибдики, пойдевор блоклари орасида бўшлиқ бўлганлиги сабабли юқоридан тушаётган босим тўғридан-тўғри пойдевор асосига узатилмай, балки маълум масофада жойлашган юза орқали узатилади. Шунинг учун ҳам ҳар бир алоҳида блокнинг чўкишига унинг ён томонларидаги блокларни кўрсатадиган таъсирини ҳам назарда тутиб ҳисоблаш керак бўлади. Бу йўл ниҳоятда мураккаб бўлганлиги учун ҳисоблаш практикасида бундай алоҳида жойлашган пойдевор блокларини бир бутун деб фараз қилинади. Шу билан бирга грунтга тушаётган ўртача босимнинг қиймати бир оз ортиқроқ олинади.

Алоҳида жойлашган пойдевор блокларининг умумий сони қуйидагича аниқланади:

$$n = \frac{A + c}{A' + c}. \qquad (10.15)$$

Бунда пойдевор блокларининг ораларидаги бўшлиқ билан бирга умумий майдони:

$$F_э = n \cdot f_б. \qquad (10.16)$$

(10.15) ва (10.16) ифодаларда:
A' — пойдевор блоки асосининг узунлиги: $f_б$ — пойдевор блоки асосининг юзаси. Ҳисоблаб топилган пойдевор асоси юзасининг пойдевор блоклари жойлашган юзага нисбати:

$$k = \frac{F}{F_э}. \qquad (10.17)$$

Қурилишда фойдаланадиган ҳужжатлар (СНиП—II-58-59) нинг таъкидлашича коэффициент κ нинг қиймати 10.1- ва 10.2- жадвалларда келтирилган κ_1 ва κ_2 ларнинг қийматларидан ошиб кетмаслиги керак. Агар κ кўрсатилган қийматлардан ошиб кетса, у вақтда

X.2- жадвал. Заррачалари ўзаро боғланган грунтлар учун κ_2 нинг қиймати

Грунтнинг номи	κ_2	Грунтнинг номи	κ_2
Пластик ҳолатда бўлган қумлоқ лой $e = 0,7$	1,20	Пластик ҳолатдаги лой, $e = 0,8$	1,20
Пластик ҳолатда бўлган қумоқ лой $e = 1,0$	1,15	Пластик ҳолатдаги лой, $e = 1,1$	1,10

κ_1 ёки κ_2 нинг кичик қиймати ҳисобга киритилиб қайтадан пойдевор блокининг жойлашадиган юзаси топилади.

Бу юза қуйидагича топилади:

$$F_э = \frac{F}{\kappa}, \qquad (10.18)$$

бунга мос келадиган пойдевор блокларининг сони:

$$n = \frac{F_э}{f_б} \qquad (10.19)$$

ва блоклари орасидаги масофа:

$$c = \frac{A - nA}{n - 1} \qquad (10.20)$$

ифодалардан топилади.

7- §. ПОЙДЕВОРЛАРНИ УЛАР ЗАМИНИНИНГ ЭНГ ЮҚОРИ ҚУЧЛАНИШ ДЕФОРМАЦИЯСИ БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ

Иншоот қисмларининг энг юқори кучланиш ҳолати деб шундай ҳолатга айтиладики, унда у ўзининг юк кўтариш қобилиятини йўқотади ёки лойиқдан ортиқ деформация юз бериши туфайли ўз вазифасини бажара олмай қолади.

Заминнинг юқори кучланиш ҳолати ҳамма вақт иншоотнинг юқори кучланишини юзаға келтиради.

Умуман олганда ҳар қандай иншоот заминида икки хил юқори кучланиш ҳолати юз бериши мумкин:

1) иншоот учун йўл қўйиб бўлмайдиган даражада чўкиш юз бериши;

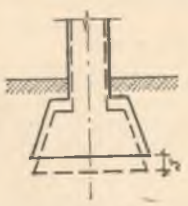
2) заминнинг юк кўтариш қобилиятини йўқотиши.

Иншоот заминини юқори даражадаги деформацияга нисбатан ҳисоблашда кутилган ёки ҳисоблаш натижасида олинган деформация S_x шу иншоот учун мумкин бўлган энг юқори деформациядан S_r кичик бўлиши керак:

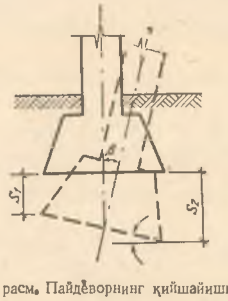
$$S_x \leqslant S_r. \tag{10.21}$$

Энг юқори даражадаги деформация S_r, одатда, замин ва иншоотларнинг биргаликда ишлашини кўп йиллар давомида кузатиш натижасида йиғилади. Ҳисоблаб топиладиган иншоотнинг деформацияси S_x эса грунтлар механикасида ишлаб чиқилган усулларнинг биронтаси билан аниқланади.

Қурилиш практикасида кейинги вақтларда шу нарса маълум бўлдики, нисбатан катта бўлмаган иншоотлар (одатда, 4—6 қаватдан ортиқ бўлмаган) ҳатто ўртача сиқилувчан грунтларда қурилганда ҳам пойдеворнинг ўлчамлари, заминга тушадиган босимнинг норматив қиймати билан ҳисобланади. Бу йўл билан аниқланган пойдеворларнинг ўлчамлари, заминда юз берадиган чўкишни ва чўкмалар орасидаги фарқни шу иншоот учун белгиланган қийматидан ошиб кетмаслигини таъминлайди. Шунинг учун бундай иншоотлар ўрта ёки камроқ сиқилувчан ётиқ қатламли грунтларда қурилаётганда уларнинг чўкиши аниқланмаса ҳам бўлади (СНиП II—15—74). Бу ўринда бирон шубҳа туғиладиган бўлса, у вақтда проф. Н. А. Цитовичнинг «Эквивалент қатлам» номли тахминий усули билан текшириб кўриш мумкин.



Х.5- расм. Пойдеворнинг бир текисда чўкиши.



Х.6- расм. Пайдеворнинг қийшайиши.

СНиП II-15-74 лойиҳалаш практикасида қўлланиш учун иншоот чўкишини ҳисоблашда «қатламлаб йиғиш» усулини тавсия этади.

Иншоотларнинг юқори девормацияси қуйидаги деформация турлари билан белгиланади:

а) текис ҳолдаги чўкиш (Х.5- расм). Бунда пойдеворнинг барча нуқталари параллел ҳолда чўкади ва иншоотнинг ҳеч қандай зарар кўрмай бир текисда чўкишига олиб келади;

б) иншоот ичида олинган камида учта пойдевор чўкишининг ўртача қиймати. Бунда ҳар бир пойдеворнинг чўкиши шу ўртача қийматнинг ярмидан ошмаслиги керак;

в) иккита қўшни пойдеворнинг чўкиш фарқи—эгилиш (қийшайиш) ёки оғиш (Х.6- расм).

Қийшайиш деб икки алоҳида четки нуқталари чўкиш фарқининг шу нуқталар орасидаги масофага бўлган нисбатига айтилади. Оғиш деб пойдеворнинг икки четки нуқталари чўкишининг шу нуқталар орасидаги масофага бўлган нисбатига айтилади.

Оғиш пойдеворнинг қийшайишининг тангенс бурчаги билан характерланади.

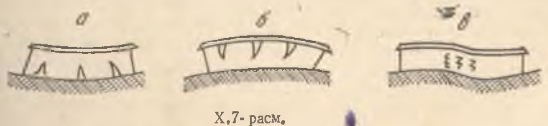
$$\operatorname{tg} \zeta = \frac{S_2 - S_1}{l}, \tag{10.22}$$

бунда S_1, S_2— пойдевор икки четки нуқталарининг чўкиши; l — улар орасидаги масофа; ζ — нисбий эгилиш бурчаги. Иншоот замини юзасининг турлича чўкиши натижасида юз берадиган оғиш ёки эгилиш. Бу эса қуйидагича аниқланади (Х.7- расм):

$$l = \frac{2S_2 - S_1 - S_3}{2l}, \tag{10.23}$$

бу ерда S_1, S_3— кузатилаётган юза четкаларининг чўкиши: S_2— шу юзадаги энг юқори ёки энг паст қийматли чўкиш; l — S_1 ва S_3 чўкишлар аниқланган нуқталар орасидаги масофа.

Шуни эслатиб ўтиш керакки, бир вақтда турли чўкишлар юз бериши мумкин, аммо буларнинг қиймати IX бобдаги 2- жадвалда келтирилган қийматлардан ошмаслиги керак (СНиП II—15—74).



Х.7- расм.

8-§. ПОЙДЕВОРЛАРНИ ЗАМИННИНГ ЮК КЎТАРИШ ҚОБИЛИЯТИ БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ

СНиП нинг таъкидлашича, қоя жинслардан ташқари барча грунтлардан ташкил топган заминлар қуйидаги ҳолларда юк кўтариш қобилияти бўйича ҳисобланади:

1) пойдеворга доимий таъсир этувчи горизонтал куч бўлганда; 2) қия заминларда.

Пойдевор замининнинг юк кўтариш қобилияти бўйича ҳисоблашда қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$N \leq \tau, \qquad (10.24)$$

бунда N — иншоотдан заминга тушаётган босим; τ — замининг шу босимга қарши юк кўтариш қобилияти.

Иншоотдан заминга тушаётган босимнинг ҳисобланган қиймати олинади.

(10.24) ифоданинг шарти бажарилиши учун барча ҳолларда заминнинг охирги даражадаги юк кўтара олиш қобилиятини аниқлаш керак бўлади.

Ҳозирги вақтда заминларнинг энг юқори юк кўтариш қобилияти «грунтларнинг юқори кучланиш ҳолати» назариясида ишлаб чиқилган усуллар ёрдами билан аниқланади.

Бу усуллар V бобда тегишлича ёритилган.

XI БОБ. ЗАМИН ГРУНТЛАРИНИ СУНЪИЙ ҚОТИРИШ УСУЛЛАРИ

1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

СНиП II-15-74 талабига кўра пойдеворларни лойиҳалашда уларнинг асос ўлчамлари ва қўйилиш чуқурликлари аниқланади. Пойдеворларнинг асос ўлчамлари грунтнинг ҳисобий қаршилигига жавоб бермаган тақдирда, уларнинг асосий ўлчамларини пойдеворни кучайтириш (қўйилиш чуқурлиги ва энини ошириш) йўли билан масалани ҳал қиламиз. Бироқ, яна бошқа йўли ҳам бор: пойдевор ўлчамларини ошириш ўрнига бўш грунтли заминни бирор қурилиш тадбир чораларини қўллаб унинг юк кўтариш қобилиятини ошириш ёки мустаҳкам грунт билан алмаштириш мумкин.

Бўш грунтларни мустаҳкамлаш усулига ўтишдан аввал «бўш грунт» тушунчасини белгилаб олайлик. Баъзи муаллифлар юк кўтариш қобилияти етарли бўлмаган грунтларни бўш грунт деб тушинишади. Бу таърифга проф. Н. А. Цитович ҳамда В. А. Зурнаджи, В. В. Николаевларнинг ўқув китобида келтирилган аниқлашларни эътиборга олган тақдирда қуйидагича қўшимча киритиш мумкин.

Юк кўтариш қобилияти кам бўлиб, унга таъсир этаётган кучга жавоб бериш учун пойдевор ўлчамларини оширган тақдирда ҳам

заминнинг турғунлик талабига жавоб бермайдиган грунтларни бўш грунт қаторига киритилади.

Бундай грунтлар унчалик катта бўлмаган кучлар таъсирида ҳам катта қийматда нотекис ўтиради, натижада қаралаётган бино учун СНиП II-15-74 да белгиланган рухсат этилган ўтириш қийматдан ошиб кетади.

Ўрта Осиё регионал шароитида катта территорияни қоплаган чўкувчан лёссли грунтлар ҳам қурилиш нуқтаи назарида бўш грунтларга киритилади. Бунинг сабаби шундаки, бу грунтлар қуруқ (табиий қуруқликда) ҳолида юкни яхши кўтариши (3 кг/см^2 ва ундан ҳам ортиқ) билан бир қаторда намлиги ошган тақдирда қўшимча куч таъсирида ёки ўз оғирлиги эвазига бирдан деформацияланади; натижада унга қурилган бино ёки иншоот ҳалокат даражасига келиб қолиши мумкин.

Бўш грунтларга торфлар, майда заррачали сувга тўйинган оқувчан қумлар, балчиқли қумоқ тупроқлар, таркибида чиринди аралашмалари кўп бўлган лойли грунтлар ва бошқалар киради.

Баъзи ҳолларда, иншоотларни кўтариш учун грунтнинг мустаҳкамлиги етарли бўлмаса, унинг хоссаларини яхшилаш мақсадида қотирилади. Шундай мақсадда ишланган замин сунъий замин деб аталади.

Баъзида мустаҳкамлиги етарли бўлган қумли грунтларни ҳам қотиришга тўғри келади, масалан, тўғонлар остидаги ёриғли қоя грунтларни.

Қумли грунтлар иншоот тагида юз берадиган катта ўтиришдан ҳоли бўлиш мақсадида қотирилади. Сувга тўйинган грунтларнинг куч таъсирида ёнига силжиш хавфининг олдини олиш мақсадида (ҳатто улар зич бўлган тақдирда ҳам) қотирилади. Бу ҳол сувга тўйинган лойли грунтларга ҳам тааллуқли.

Грунтларни сунъий қотириш усулларининг ҳаммаси қуйидаги катта уч группага бўлинади:

а) бўш грунтни анча мустаҳкам грунт билан алмаштириш;

б) грунтни шиббалаш (зичлаш);

в) грунтни қотириш.

Замин грунтини қотириш масаласи қурилиш жойининг ўзида грунтлар аниқ тадқиқот қилинганидан кейин ҳал қилинади.

Заминни сунъий қотириш усули иқтисодий мулоҳазалар асосида (ҳар хил усулларнинг қийматларини таққослаш билан) процесснинг тез бажарилишини, материаллар ва махсус асбоб-ускуналар борлигини эътиборга олиш йўли билан танланади.

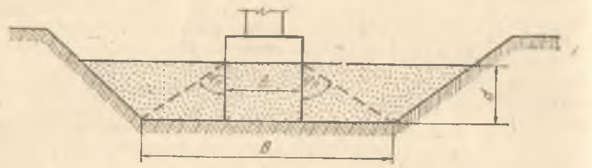
Шунингдек, ер ости сувининг агрессивлигига қарши қўлланиладиган сунъий қотиришнинг турғунлиги асосий масала ҳисобланади. Бундай ҳолда қўлланиладаган усул лойиҳаланаётган иншоотнинг хизмат муддатини эътиборга олиш йўли билан танланади.

2-§. БЎШ ГРУНТЛАРНИ МУСТАҲКАМ ГРУНТ БИЛАН АЛМАШТИРИШ

Бўш грунтларда пойдеворлар қуришда унинг таг юзаси остидаги бўш грунт олиб ташланиб, ўрнига ўртача ёки йирик донли қум тўлдирилади.

Қум тўшами қуйидаги усул билан тўлдирилади: 20 см қалинликда қум тўшалиб, сув сепилгач вибратор ёки механизм ёрдамида шиббаланади. Бу мақсадда шилатиладиган қумга органик ёки лой аралашмаси қўшилмаган ва тоза бўлиши керак.

Қум тўшамининг қалинлиги ва кенглиги шундай танланиши керакки, заминга бериладиган ҳисобий қаршилик грунтнинг шартли қаршилигидан ошиб кетмасин ҳамда тўшам қиялиги берилган грунт учун тақозо қилинган қияликдан тик бўлмасин.



XI.1-расм. Қумли тўшам.

Лентасимон пойдевор остидаги қум тўшамининг қалинлиги Н. М. Дорошкевич ва бошқаларнинг [I] китобида берилган формула билан тақрибан ҳисоблаб топилади:

$$d = \frac{\frac{N}{R_0} - b}{2} \cdot \mathrm{tg}\,\varphi, \qquad (10.1)$$

бу ерда N — тўшам билан бирга ҳисобланган заминга бериладиган тўла куч, т/пм; R_0 — заминнинг СНиП II-15-74 га асосан аниқланган шартли ҳисобий қаршилиги; т/м²; b — пойдевор тагининг эни, м; φ — бўш грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги.

Тўшам таг юзасининг кенглиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$B = b + 2d \cdot \mathrm{tg}\,\beta, \qquad (10.2)$$

бу ерда β — қумнинг ички ишқаланиш бурчаги билан топиладиган катталик

$$\beta = 90° - \varphi_n,$$

φ_n — қумнинг ички ишқаланиш бурчаги.

Қум тўшамининг қўлланилиши, пойдеворнинг чуқурлигини (бу ҳолда тўшам пойдевордан кучни қабул қилиб олиб, чуқурдаги анча

мустаҳкам грунт қатламига беради) ва катта майдонга куч тарқатиш эвазига бўш грунтга бериладиган босимни анча камайтиради. Бундан ташқари, қум тўшами бўш грунтнинг пойдевор ёнидан ситилиб чиқишига қаршилик қилади ва ўз оғирлиги билан иншоот кўтарилгунга қадар бўш грунтни сиқиб, унинг ўтиришини камайтириш эвазига анча қулай ҳолат яратади.

3-§. БЎШ ГРУНТЛАРНИ МЕХАНИК ЙЎЛ БИЛАН ШИББАЛАШ

Бўш грунтларни шиббалаш устки қатламни ва чуқур қатламни шиббалашга бўлинади.

Грунтнинг устки қатламини шиббалашда думалаб тебранма ҳаракатланувчи мослама ва шиббалар ишлатилади. Бундай мосламаларни ҳаракатлантиришда турли маркали трактор ва машиналардан фойдаланилади. Бу ҳақда «Справочное пособие по механизированному уплотнению грунтов» (М., 1985 й.) номли китобда кенгроқ маълумот берилган.

Биз бу ерда қайд қилинган усулларнинг грунтнинг турига қараб қўлланилиши ҳақида қисқача айтиб ўтишни лозим топдик.

Думалаб харакатланувчи шиббаловчи мослама катта майдондаги лойли ва нам ҳолидаги қумли грунтлар учун қўлланилганда яхши натижа беради. Якка тартибдаги ёки лентасимон пойдеворлар остидаги замин грунтини бу механизм билан шиббалаш мақсадга мувофиқ эмас.

Думалаб ҳаракатланувчи механизм билан (оғирлигига қараб) бир ўтишининг ўзида грунт 15—20 см чуқурликкача шиббаланади. Грунтнинг қуруқ ҳолидаги ҳажмий оғирлиги 1,6 г/м³ гача етиб борса, грунт яхши шиббаланган ҳисобланади. Умуман, шу усулни бир неча марта қўллаш натижасида грунт 60 см гача шиббаланиши мумкин.

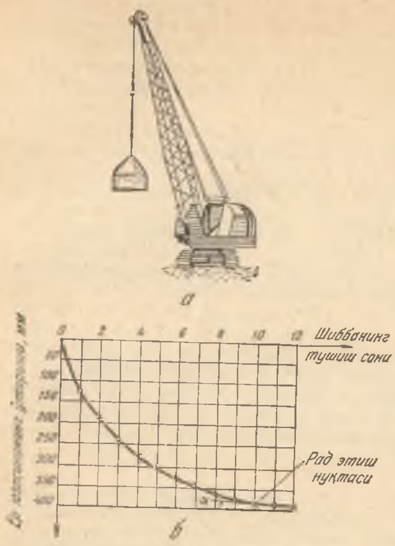
Граждан, жамоат ва саноат бинолари пойдеворининг замин грунтини тиғизлашда энг кўп қўлланиладиган усул шиббалаш усулидир.

Бу усулда 3 т ва ундан оғир бўлган темир-бетон плита ёки конуссимон металл қуйма ўзиюрар кран ёрдамида 3—4 м юқорига кўтарилиб, ташлаб юборилади.

Шиббалаш билан бўш тўким, ғовак қум ва қаттиқ сиқилувчан лойли ҳамда лёссимон грунтлар шиббаланади. Бу вақтда сиқилувчи қумли грунтнинг намлик даражаси 0 7 дан кам бўлмаслиги ва лойли грунтларнинг намлиги эса, ёйилиш чегарасидан 2—3% ошиқ бўлмаслиги керак. Шиббалаш натижасида 1,5—2,5 м чуқурликкача грунт зичланиши мумкин, натижада унинг юк кўтариш қобилияти 30% ошади. Шиббаланган лёссимон грунтлар зичланган чуқурликкача ўзининг чўкиш хоссасини йўқотади.

Грунтларни шиббалаш «рад этиш» гача давом этиш мумкин.

Шиббалаш процессида, кейинги ташлаб юбориш вақтида, ҳар бир ташланган шибба таъсирида грунт бир хил деформацияланса, бу ҳол шиббаланаётган грунтнинг рад этиши деб қабул қилинади.



XI.2- расм. Шиббалашда рад этишни топиш.

Рад этиш қиймати: қумлар учун —0,5—1,0 см, лойли грунтлар учун — 1—2 см.

Шиббаланаётган жойдаги оғир шиббанинг тушиш сонини билиш учун иш бошлашдан олдин кичикроқ тажриба ўтказилади. Шиббаланаётган юзанинг деформацияси ўша юзага қоқилган темир қозиқчанинг чўкишига қараб нивелир ёрдамида аниқланади. Нивелирлаш ишларининг натижаларини чизма ҳолида тасвирланади (XI.2- расм). Агар шиббалаш учун грунтнинг намлиги етарли бўлмаса, бир кун олдин шиббаланадиган майдонга сув қуйилади.

Бир иш сменасида битта шибба билан 100—150 м² майдондаги замин грунти шиббаланиши мумкин. Шиббани тайёрлашдаги талаб шундай бўлади: шиббанинг ўз оғирлиги таъсирида унинг таг юзасига берадиган статик босими 0,15—0,20 кгк/см² дан кам бўлмаслиги керак.

Қумли ва йирик донли грунтлар сувга тўйинган ҳолида вибробулава ёрдамида шиббаланади. Бу усулда шиббалашда 1 м³ грунтга 40—50 л ҳисобидан сув берилади. Вибробулава ҳар 20—30 см оралиқда туширилиб, 4 м чуқурликкача грунтни шиббалаш мумкин. Шиббалангандан кейин заминнинг ўтириши ўн мартагача камаяди.

Грунтни чуқур қатламигача шиббалашда кўп ҳолларда, асосан, қумли устун қозиқ қўлланилади. Бу усулнинг моҳияти қуйидагидан иборат. Шиббалашга мўлжалланган бўш грунтга диаметри 325—500 мм бўлган темир труба қоқилгач, биринчидан труба теварагидаги грунт шиббаланади. Кейин труба ичидан қум туширилиб, қатламлаб шиббаланади. Труба эса аста-секин қум қатлами шиббаланган сари суғуриб олина бошланади. Шу процессда труба ўрнида қолиб шиббаланаётган қум «тиқини» нинг баландлиги 1—1,25 м дан кам бўлмаслиги керак.

Темир труба учига ўрнатилган бошмоқ 4 та «эшик» чадан иборат бўлиб, қоқилишидан аввал, «эшик» чаларини ёпиб, учига ҳалқа киритилса, ўткир учли қумли устун айланади. Мўлжалланган чуқурликкача труба қоқиб киритилгач, ичига қум солиб, тепага озроқ кўтарилади ва вибратор ишга солинади. Вибраторнинг ва қумнинг оғирлиги таъсирида қумли устун учидаги ҳалқа тушиб кетади, сўнг бошмоқнинг «эшикча» лари очилади. Қум эса трубада бўшаган ҳажмни эгаллайди. Вибраторнинг ишлаш процессида қум зичлашади. Шу йўл билан тепагача қум билан тўлдирилади.

Қумли устун учун йирик ва ўртача йирикликдаги қум ёки чанг ва лой заррачалари аралашган қум-шағал қоришмаси ишлатилади (60 мм дан катта бўлган тошлар қўшилмаслиги керак).

Планда қумли устун шахмат қатори кўринишида бир-бирига тенг бўлган масофаларда ўрнатилади. Пойдеворнинг бўйлама йўналишида қумли устунлар уч қатордан кам бўлмаслиги керак. Қумли устунлар оралиғидаги масофа қуйидаги формула билан аниқланади [I].

$$L = 0{,}952 \cdot d_c \cdot \sqrt{\frac{e_o - e_{шиб}}{1 + e_o}} \qquad (10.3)$$

бу ерда d_c—қумли устуннинг диаметри; $e_{шиб}$— шиббаланган грунтнинг ғоваклик коэффициенти; e_o — бошланғич ғоваклик коэффициенти.

Қумли устун қозиқлар қўлланилиши бўш грунтларнинг ҳисобий қаршилиғини ўртача ҳисобда 2—3 мартагача ошириш мумкин.

Бўш, лойли, балчиқли ва лёссимон чўкувчи грунтлар, қумли устун қозиқлардан фарқ қилувчи грунтли устун қозиқлар билан зичлантирилиши мумкин. Бундаги асосий фарқ, темир труба ўрнида 350 кг дан кам бўлмаган чўян труба ишлатилиб, қум ўрнида анча мустаҳкам лойли грунт туширилиб шиббаланади.

Лойли устун қозиқ қўлланилган заминнинг юк кўтариш қобилияти 40% гача ошади.

4-§. БЎШ ГРУНТЛАРНИ ФИЗИК-ХИМИЯВИЙ УСУЛЛАР БИЛАН ҚОТИРИШ

Грунтларни қотириш — бу қурилиш мақсадида ишлатиладиган бўш грунтларнинг қурилиш хоссаларини табиий ётқизилган ҳолида ҳар хил физик-химиявий усуллар билан яхшилаш демакдир.

Грунтларни яхшилашдан мақсад уларни қотириш, мустаҳкамлаш, сув ўтказувчанлигини ва сиқилишини камайтириш ва намлик таъсирида улар структурасининг бўшашига йўл қўймасликдан иборат.

Грунтларни физик-химиявий қотиришдан қурилиш амалиётида рационал фойдаланиш қуйидаги масалаларни ҳал қилишга қаратилади [IX.I]:

— қуриладиган иншоотлар пойдеворларининг остини мустаҳкамлаш;

— чукувчан грунтларда саноат ва граждан иншоотлари қурилишини амалга ошириш;

— сувга туйинган грунтларда котлованлар кавлашга имконият яратиш;

— ер ости қазиш ишларига имконият яратиш;

— аллювиал грунтларида грунтдан кутарилган ёки тош ташлаб тикланган туғонларнинг заминини сув ювиб кетмаслиги учун сув утказмайдиган қатлам ҳосил қилиш;

— агрессив грунт сувларидан бетон иншоотларини ҳимоя қилувчи қатлам ҳосил қилиш;

— катта кучга ишловчи устун қозиқли тиргаклар остини қотириш йули билан уларнинг юк кутариш қобилиятини ошириш ва бошқалар.

Грунтни қотириш талабига қараб қотириш усуллари икки группага булинади:

— грунтларни тез ва қаттиқ қотириш усули. Бунга икки қоришмали силикатизация, фторводородли кремний кислотаси қулланган бир қоришмали силикатизация, лёссларнинг бир қоришмали силикатизацияси, смолалаш ҳамда лой-цемент қоришмаси юбориш ва бошқалар киради;

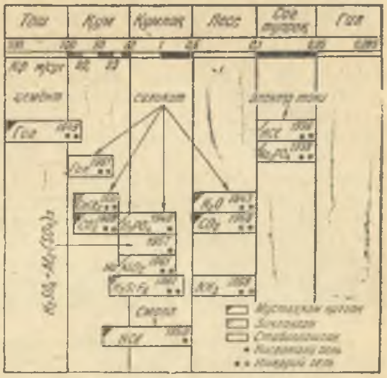
— грунтга сув утказмаслик ва уртача қаттиқликда мустаҳкамлик (қаттиқлик) берувчи усул. Бунга лой силикатлари, лой алюминсиликатлар ва силикатли ғовак тулдиргич қоришмалар ишлатиш ва бошқалар киради.

Қотириш грунтга қоқилган махсус темир инъектор орқали босим билан ёки ҳандақлар орқали грунтга қоришма шимдириш ёки электр токи, иссиқлик, музлатиш йули билан амалга оширилади. Химиявий қоришмалар маълум вақт утгач қотиб, грунтни сув утказмайдиган тош ҳолидаги массага айлантиради.

Грунтни химиявий қотириш усули, асосан, унинг сув утказувчанлигини белгиловчи фильтрация коэффициентига қараб танланади. Сув утказувчанлиги қанчалик кам булса, грунтга котирувчи қоришма юбориш шунча қийинлашади. Шунинг учун лойлар ва балчиқлар учун химиявий қотириш усуллари амалда қулланилмайди. Грунтга қоришма юборишни яхшилашдаги иккинчи асосий фактор, ишлатишга тайёрланган қоришманинг қовушоқлиги хисобланади: қовушоқлик қанча кам булса, қоришманинг грунт ичига кириши шунча яхшиланади.

Химиявий қотиришнинг афзалликларидан бири шундаки, бу усул қулланилганда грунтнинг структураси бузилмайди, балки яхшиланади. Шунингдек, бу усул оддий бажарилади ҳамда грунтнинг исталган чуқурлигини, қурилган бинони ҳар қандай шаклида ҳам замин грунтини қотириш имконини беради.

Грунтларнинг қотириш буйича классификациясини проф. Б. А. Ржаницин тузган (XI.3- расм). Қотириш усулларини классификациялашда қотирувчи материал сифатида цемент, силикат (суюқ ойна) ва смола берилган. Лойли грунтларга химиявий қоришма



XI.3- расм. Проф. Б. А. Ржаницин буйича грунтларни қотириш усулларининг классификацияси.

узгармас ток таъсирида киритилади. Яхши утказувчан грунтлар учун ($\kappa_ф > 80 м/_{сут}$) цементли лой қоришмаси рецептураси ишланган. Грунтларни қаттиқ қотириш учун кетма-кет юборилишга мулжалланган икки қоришмали усул тавсия этилган: натрий силикат ва кальций хлорид. Икки қоришма уртасида борган химиявий реакция натижасида қумли грунт ғовакларида силикат кислотанинг гели ажралиб чиқади ва у грунтни тез қотиради, натижада грунт сув утказмайдиган қаттиқ жисмга айланади, сиқилишдаги қаттиқлиги 15—50 кг/см² булиб, қаттиқлиги узоқ муддатга сақланади.

Фильтрация коэффициенти 0,5—5 м/сут булган майда заррачали қумли грунтлар учун фосфор кислотаси, олтингугурт кислотаси ва сульфат алюминат натрий, кремнефтористоводородли кислоталар ёрдамидаги бир қоришмали силикатлаш ишланган. Айниқса, кремнефтористоводородли кислота ёрдамидаги бир қоришмали силикатлаш яхши самара бериб, грунтга 20—40 кг/см² га етувчи қаттиқлик беради.

Чукувчи лёссли грунтлар бир қоришмали силикатлаш ёрдамида қотирилади, унинг рецептурасига солиштирма оғирлиги 1,13 кг/см³ булган суюқ ойна қоришмаси киради. Қотган жисмнинг мустаҳкамлиги 16—20 кгк/см² гача етиб, грунтнинг чукиш хоссасини йуқотади.

Лёссли грунтларни қотириш учун синтетик смолалардан фойдаланиш 1940 йилдан бошланди. 1960 йилда М. Т. Кулиев лёссли грунтни қотириш учун карбамидли смоладан фойдаланган. 1966 йилда И. А. Одилов чукувчи, карбонатли, кам сув утказувчи лёссли грунтларни котириш учун резорцина параформальдегидли қоришма қуллаш тавсия этган.

Резорцин параформальдегидли қоришмаси Резорцин смоласи ФР-12 ва 0,5% уювчи натрийда эриган параформдан иборат. Қоришмадаги иккинчи аралашма — суюқлик, аввал суюлтиргич ролини уйнаса, маълум вақтдан сунг қотирувчи вазифасини бажаради, чунки реакция смола билан параформ қоришмаси уртасида боради.

Тайёрланган қоришма қовушоқлиги 1,2—1,8 сантипуаз бўлиб (сувнинг қовушоқлигига яқин), лёссли грунтларнинг сув ўтказувчанлиги 0,1—0,5 с/сут гача бўлган ҳолларда ҳам ишлатиш имконини беради. Резорцинопараформальдегидли қоришмани 8 соатгача қотмай туриши, бир иш сменасида маълум ҳажмдаги бўш грунтга қотирувчи қоришмани бемалол текис юбориб олишга имкон беради. Саккиз соатдан сўнг реакция тугайди, қотган модда грунт структурасини маҳкам тутиб қолади. Натижада лёссли грунт чўкиш хоссасини йўқотиб, 2—15 кгк/см² (қоришма концентрациясига қараб) қаттиқликдаги массага айланади.

Сувни кам ўтказувчи лойли грунтларни (плавунлар, сувга тўйинган қумоқ ва қумлоқ лойлар ва балчиқлар) қотириш учун электроосматик усулдан фойдаланилади. Бу усулда сувга тўйинган лойли грунтга оралиғи 0,6—1 м дан қилиб қоқилган труба кўринишдаги темир таёқча-электроддан ҳар 1 м² тик қирқимга мўлжаллаб 30—100 кучланишдаги 0,5 дан 7 *А* гача бўлган электр токи ўтказилади.

Узоқ муддат ўтиб турган электр токи таъсирида лой анча зич ҳолига ўтади. Электр ёрдамида қотириш усули билан балчиқлар ва лойларнинг ҳам юк кўтариш қобилиятини ошириш мумкин.

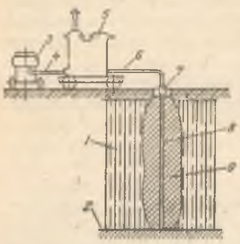
Грунтларни физика-химиявий усул билан қотириш соҳасида илмий тадқиқот ишлари давом этаяпти.

Грунтларни иссиқлик таъсирида қотириш. Лессли грунтларни қотиришнинг икки усули бор.

Н. А. Осташев томонидан тавсия этилган биринчи усулнинг моҳияти қуйидагидан иборат. Аввалдан тайёрланган бурғ қудуқ орқали 600—800° температурали ҳаво ҳайдалади. Бу усулни қўллаш иссиқ ҳаво бера оладиган корхонага яқин жойдагина мақсадга мувофиқ бўлади.

Бу ҳолда грунтни иссиқ ҳаво билан ишлаш қурилмаси ҳавони иситувчи қисм, компрессор ва иссиқ етказувчи трубадан иборат бўлади (XI.4- расм).

Иккинчи усул И. М. Литвинов, Ф. А. Беляков ва П. К. Черкасовлар томонидан тавсия этилган бўлиб, бунда қотирилувчи грунтда кавланган бурғ қудуқнинг ўзида газсимон, суюқ ёки қаттиқ ёнилғи ёндирилади. 0,15—0,5 атм босими остида форсунка орқали ёқилганда 1000° С гача иссиқлик беради. Бу усул яхши самара беради: бу усул тежамли ҳамда биринчи усул сингари катта габаритли асбоб-ускуна талаб қилмайди.



XI. 4- расм. Грунтни иссиқлик ёрдамида қотириш.

1 — ўта чўкувчи лёссимон грунт, *2* — чўкмайдиган грунт; *3* — компрессор; *4* — ҳаво трубаси; *5* — ёнилғи тайёрлаш хонаси; *6* — ёнилғи трубаси; *7* — форсунка; *8* — скважина; *9* — қотирилган грунт чегараси.

Бурғ қудуқнинг ҳар 1 м чуқурлигига бир соат давомида иситиш (пишириш) учун 10—40 м³ ҳаво ва 100 кг суюқ ёнилғи талаб қилинади. 5—10 кун давомида берилган иссиқлик натижасида радиус йўналишида грунт массивини 1,5—2,5 м ҳажмда пишириш мумкин. Ковланган бурғ қудуқ чуқурлиги бўйича мўлжалланган ёқилғи ёниб тугаса, грунтни пишириш процесси тугалланган ҳисобланади. Шундан кейин бурғ қудуқ грунт билан шиббаланиб тўлдирилади. Натижада лёссимон грунт қотади, чўкиш, кўпчиш ва қурушқоқлик хоссалини йўқотади. Бироқ бундай грунтларда сув ўтазувчанлик кескин ошади. Пиширилган бург қудуқ деворига у совугунга қадар тепадан сув тушишига эҳтиёт бўлиш керак, акс ҳолда пишган девор ёрилиши мумкин, натижада юк кўтариш қобилияти кескин камаяди.

Грунтларни цементлаш. Цементлаш қотирилувчи грунтга цементнинг сувдаги қоришмасини (суспензия) инъектор орқали юборишдан иборат. Грунтга юборилган қоришма секин-аста қотиб, грунт билан биргаликда сувда ювилиб кетмайдиган ва фильтрация қобилияти камайган қаттиқ заминга айланади.

Цементлаш ўртача ва йирик донли қумлар учун қўлланилганда яхши самара беради. Цементлаш, айниқса, синиқ тошли грунтлар ва ёрилган қоя массаларини қотиришда жуда қўл келади.

Цементланувчи грунтнинг сув шимувчанлик қобилиятига қараб қоришма 1:10 дан 1:0,4 гача нисбатда цемент ва сувдан тайёрланади. Бундай кўрсаткичлар инъектор оралиғи масофасини ҳам белгилайди, амалда улар оралиғи 1 м дан 3 м гача бўлади. Заминга талаб қилинган мустаҳкамлик бериш, грунт сувининг режими ва унинг агрессивлик даражаси ва бошқа ҳолатларга қараб цементнинг сорти ва маркаси танланади.

Талаб этилган қоришманинг ҳажми қотирилувчи грунт ҳажмининг тахминан 15 дан 40% гача қисмини ташкил этади.

Цементланган грунтнинг қаттиқлиги ошади ва сув ўтказувчанлик қобилияти кескин камаяди.

Грунтни битум билан қотириш. Грунтни битум билан қотириш технологияси цементлаш технологиясига ўхшашдир. Битумлаш асосан қояларнинг ёриқларини тўлдириш ҳамда қумли грунтларни шиббалаб сув ўтказувчанлик қобилиятини йўқотиш учун ишлатилади.

Битумлашда грунтга эритилган битум ёки суюқ битум эмульсияси юборилади. Биринчи усул фақат қоя жинсларининг ёриқларини тўлдириш учун ишлатилса, иккинчи усул қумли грунтларга ишлатилади. Иссиқ битумлаш учун ишлатиладиган қурилма қозон, насос, электр токи билан иситилувчи труба ва инъектордан иборат. Инъекторлар 0,75—2 м оралиғида бурғ қудуққа туширилади. Инъектор ташқи (диаметри 100 мм) ва ички (диаметри 40 мм) трубалардан иборат. Ички трубага битум юборишга мўлжалланиб, диаметри 10—16 мм ли тешикчалар қилинган булади. Битум 25—30 атм босимида юборилади.

Суюқ битум эмульсияси сувда эмульсатор ёрдамида майдаланган битумдан иборат бўлиб, 60% ни битум, 40% ни сув ташкил қилади.

Суюқ битум эмульсиясининг ўтиш қобилияти яхши бўлганлиги учун қумли грунтларни қотиришда ишлатилади. Битум эмульсияси босим остида юборилади, грунтнинг ғовакларини тўлдириб, заррачаларини боғлайди ва қотиради.

XII БОБ. УСТУН ҚОЗИҚЛИ ПОЙДЕВОРЛАР

1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Кам юк кўтариш қобилиятига эга бўлган чуқур қатламли бўш грунтларда ёки турли сув ҳавзаларида иншоот қуриш ишлари олиб боришда, кўпинча, устун қозиқли пойдеворлар қуриш маъқул кўрилади.

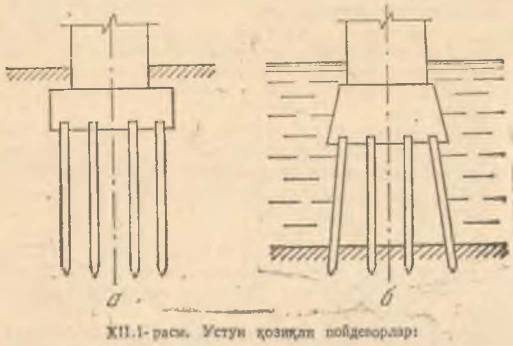
Устун қозиқ қоқилган грунт қатлами ва иншоотдан тушаётган юкни заминга узатувчи тик ёки маълум бурчак йўналишида жойлаштирилган пойдеворнинг устунсимон қисми ҳамда уларни бирлаштирувчи юқори қисми—ростверк ҳаммаси биргаликда устун қозиқли пойдевор деб аталади.

Устун қозиқлар алоҳида қозиқлардан ташкил топиб, уларнинг юқори қисми бетондан ёки темир бетондан ясалган плита кўринишидаги пойдевор қисми (ростверк) билан бирлаштирилади.

Устун қозиқлар йиғма (махсус заводларда тайёрланадиган) ёки қуйма (лойиҳа бўйича қурилиш майдонининг ўзида тайёрланадиган) ҳолида тайёрланиши мумкин.

Устун қозиқларнинг материали, ясалиш турлари, грунтга қоқилиши, горизонтга нисбатан жойлашиши (вертикал ёки бурчак остида), грунтда ишлаш характерига қараб бир-биридан фарқ қилади.

Грунт юзасига нисбатан ростверкнинг жойланишига қараб устун қозиқли пойдеворлар пастки (XII.1- расм, *а*) ва юқори (XII.1- расм, *б*) ростверкли бўлади.



XII.1-расм. Устун қозиқли пойдеворлар:
а — пастки ростверкли; *б* — юқори ростверкли.

2-§. УСТУН ҚОЗИҚЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

Қурилишда ишлатиладиган устун қозиқлар СНиП II-17-77 бионан қуйидаги типларга бўлинади:

қоқиладиган темир-бетон ва ёғоч устун қозиқлар;
қуйиладиган бетон ва темир-бетон устун қозиқлар;
темир-бетон устун қозиқ — қобиқлар;
танаси темир-бетон ёки пўлатдан ясалган бурғ устун қозиқлар.

Кўрсатилган устун қозиқ типлари грунтда ишлаш характерига, технологик (тайёрланиш усули) ва конструктив белгилари ҳамда ҳисобий схемаларига қараб классификацияланади.

Грунтда ишлаш характерига қараб устун қозиқлар одатдаги устунларга ва осма устун қозиқларга бўлиниши мумкин. Одатдаги устун қозиқларга ўткир учи бўш грунтларни кесиб ўтган ва юкларни таг юзаси билан амалда сиқилмайдиган грунтларга берувчи устун қозиқлар киритилади. Осма устун қозиқларга бўш грунтларга суқилган ва юкларни ён юзалари ва таг юзаси орқали грунтга берувчи устун қозиқлар киритилади.

Устун қозиқлар тайёрланиш усулига қараб қоқиладиган ва қуйиладиган бўлиши мумкин.

Қоқиладиган устун қозиқлар завод ёки полигон шароитида тайёрланади, тайёр маҳсулот қурилиш майдонига етказилади ва қурилиш жойида кўрсатилган нуқтага гурзи ёки босиб киритувчи агрегатлар ёрдамида қоқилади. Қуйиладиган устун қозиқлар қурилиш майдонларида олдиндан тайёрланган бурғ қудуқларда тайёрланади.

Қуйма устун қозиқлар тайёрланиш усулига қараб қуйидаги турларга бўлинади.

Табиий қуруқ ҳолида ёки лойли қоришма ёрдамида грунтда бурғ машинаси билан кавланган, диаметри 600 мм ли бурғ қудуққа кетма-кет бетон узатувчи қувур туширилиб, бетон қоришмаси тўлган сари қувурни суғуриб олиш йўли билан қуйма устун қозиқ ҳосил қилинади; таг юзаси кенгайтирилган, парма кўринишли қуйма устун қозиқ юқорида келтирилган устун қозиқлар сингари тайёрланади-ю, бироқ устун қозиқнинг пастки қисми кенгайтирувчи механизмлар ёрдамида кавланиб сўнг бетон қуйилиб тайёрланади.

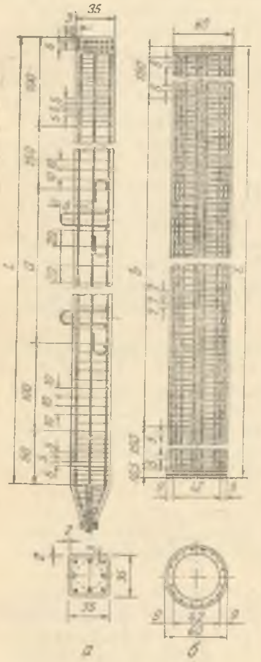
Қисмлар бўйича шиббаланиб тайёрланувчи қуйма устун қозиқлар остки қисмида металл бошмоқ қолдирилган бурғ қудуқнинг ичига бетон қоришмаси тўлдириб, уни шиббалаш йўли билан тайёрланади

Устун қозиқлар кўндаланг кесимининг кўринишига қараб квадрат, доиравий, тўғри тўртбурчаклик, учбурчаклик трапеция шаклида ва труба кўринишида, кўндаланг кесимига қараб ўзгарувчан кесимли, шунингдек, узунлиги бўйича яхлит ва уланган (қисмлардан тузилган) бўлади.

Устун қозиқлар ишлатилган материалига қараб темир-бетон, бетон, металл, ёғоч, тупроқ-бетон ва аралаш (масалан, пўлат ёки сбестоцеме нтли қобиқдан иборат ва бетон билан тўлдирилган ва

бошқалар) булиб, устун қозиқнинг ичи тулдирилган ёки буш булиши мумкин.

Арматура ишлатилиш усулига қараб буйлама йуналишда арматураси аввалдан чузиб ишланган, кундаланг кесими бир текис ёки даврий узгарувчан, буйлама йуналишда арматураси эркин қуйилган, симли ёки туқима арматурали, танасининг кундаланг кесими буйича бир хил арматура ишлатилган ёки арматура ишлатилмаган булади. Устун қозиқларда буйлама арматуралари бурчакларида ёки кесимининг периметри буйича қуйилиши мумкин: бир хил устун қозиқларнинг танасининг уртасига қуйилган иш арматураси тортилиб зуриқтирилган якка арматурадан иборат булса, бошкаларида эса, яъни пирамида куринишидаги устун козикларнинг кенг томонига ишлатилган темир таёқчалар устун қозиқ кесимининг периметрлари буйича қуйилган булиб, иккинчи уткир учи томонида бу таёқчалар бир жойда тупланиб боғланган булади.



XII.2- расм. Темир-бетон устун қозиқ:

а — кўндаланг кесими тўла устун қозиқ; б — доиравий кесимли ўртаси бўшлиқли устун қозиқ.

Устун қозиқлар пастки томонининг тузилишига караб уткир ёки утмас учли, очиқ ёки ёпиқ тагли бир ёки бир неча сатҳларда ёнга кенгайтирилган булиши мумкин.

Ёнга кенгайтириш мухсус механизмлар ёрдамида қатламларни ёнга кавлаш йули билан ёки портлатиш йули билан (камуфлет) бажарилади.

Устун қозиқлар хисобий схемасида қуйидагиларга булинади: қаттиқ, киска эгилишини эътиборга олмаса буладиган ҳол ва сунгги қаттиқлик ҳоли (уртача қаттиқлик ва эгилувчан) ёки узун. Кейинги ҳолида эса эгилишнинг таъсири эътиборга олинади.

Ё ғ о ч у с т у н қ о з и қ л а р. Устун қозиқ учун асосан танаси текис ва узун қарағай ҳамда арчалар ишлатилади. Устун қозиқнинг узунлиги 4 дан 12 м гача, диаметри 18 дан 34 см гача булиши мумкин. Ёғоч ғуласи пусти ва бутоқларидан тозаланган ва учланган булади. Ёғоч устун қозиқлар қаттиқ грунтларга қоқилишидан аввал учланган томонига металл бошмоқ ва иккинчи томонига эса бошбоғ—бугель урнатилади, сунг гурзи билан қоқилади.

Ёғоч устун қозиқлар фақат сув остидагина узоқ муддат ишлаши мумкин. Шунинг учун ер ости сувларининг сатҳи узгарадиган жойларда ёғоч устун қозиқларни ишлатиб булмайди.

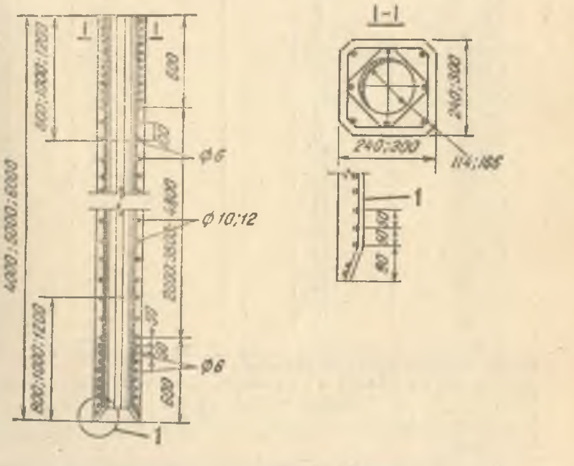
Ёғоч устун қозиқларнинг юк кутариш қобилиятини ошириш мақсадида учта-туртта ғулани бир пакетга бирлаштириб қоқиш мумкин.

Т е м и р-б е т о н у с т у н қ о з и қ л а р н и н г қулай томони шундан иборатки, уларни исталган улчамда завод шароитида тайёрлаш мумкин. Темир-бетон устун қозиқларни ер ости сувларининг сатҳи узгаришидан қатъи назар, ҳамма шароитларда ишлатса булади.

Темир-бетон устун қозиқларнинг кесими квадрат, куп бурчаклик ва ҳалқасимон булади. Темир-бетон устун қозиқларга буйлама ва кундаланг (хомут куринишида ёки спираль) иш арматуралари ишлатилган булиб, маркаси 200—300 булган бетонлар билан тулдирилади (XII.2- расм). Шулардан энг куп ишлатиладигани кундаланг кесими тула ва квадрат булган, улчамлари 20×20 дан то 40×40 см гача, узунлиги 3 дан 20 м гача тегишлича ГОСТ 10628—63 номенклатурасига қараб узгарадиган устун қозиқлар (12.1- жадвал).

Темир-бетон устун қозиқларга ишлатиладиган иш арматуралари устун қозиқларини бир жойдан иккинчи жойга ташишда мустаҳкамлигини йуқотмаслиги учун ишлатилади.

Кейинги вақтларда граждан қурилишларида призма ва пира-



XII.3- расм. Ички томони айлана кесимли бўшлиқдан иборат бўлган темир-бетон устун қозиқ.

12.1-жадвал. Арматуралари эркин қўйилган устун қозиқлар (ГОСТ 10628 — 63)

Маркаси	Устун қозиқлар узунлиги, м	Устун қозиқларнинг кўндаланг кесими, см	Устун қозиқлар оғирлиги, т
СУ3-20	3	20×20	0,31
СУ3-5-20	3,5		0,36
СУ4-20	4		0,41
СУ4,5-20	4,5		0,46
СУ5-20	5		0,51
СУ5-5-20	5,5		0,56
СУ6-20	6		0,61
СУ7-20	7		0,71
СУ3-25	3	25×25	0,48
СУ3-5-25	3,5		0,56
СУ4-25	4		0,65
СУ4-5-25	4,5		0,72
СУ5-25	5		0,80
СУ5,5-25	5,5		0,88
СУ6-25	6		0,95
СУ7-25	7		1,11
СУ3-30	3	30×30	0,72
СУ3-5,30	3,5		0,83
СУ4-30	4		0,94
СУ4,5-30	4,5		1,05
СУ5-30	5		1,16
СУ5,5-30	5,5		1.28
СУ6-30	6		1,39
СУ7-30	7		1,62
СУ-8-30	8		1,84
СУ8-30	8		2,06
С10-30	10	30×30	2,29
С-11-30	11		2,5
С12-30	12		2,74
СУ8-35	8	35×35	2,5
С9-35	9		2,8
С10-35	10		3,12
С11-35	11		3,42
С12-35	12		3,71
С13-35	13		4,03
С14-35	14		4,34
С15-35	15		4,64
С-16-35	16		4,95
С13-40	13	40×40	5,28
С14-40	14		5,62
С15-40	15		6,05
С16-40	16		6,45

Эслатмалар. 1. «у» индекси бор устун қозиқлар ёрилмайди, яъни хисобий кучлар таъсирида улар дарз кетмайди.
2. «у» индекси 3 маркали устун қозиқлар дарз кетиши мумкин булганлар, яъни ҳисобий кучлар таъсирида дарз кетиши мумкин.
3. СУ8-35 дан бошлаб С16-40 гача бўлган устун козиқлар эксплуатация кучларидан келиб чиқувчи, катта эгувчь моментлар таъсир этган холларда фойдаланиш мумкин.

4.16 м дан узун бўлган устун қозиқларда арматуралар тортилиб, таранг ҳолида ўрнатилган булади. Фундаментпроект институти тавсия этган шундай устун козиқлар номенклатураси 12.2-жадвалда берилган.

12.2-жадвал. Қоқиб ўрнатилган, арматуралари юқори мустаҳкам симлардан тортилиб ишланган темир-бетон устун қозиқлар

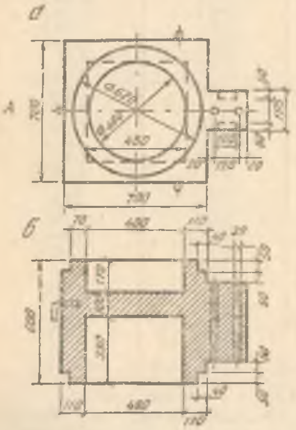
Устун қозиқ маркалари	Асосий ўлчамлари, мм		Оғирлиги, т
	кўндаланг қирқими	узунлиги	
СН пр 3-25	250	5000	0,48
СН пр 35-25		3500	0,56
СН пр 4-25		4000	0,65
СН пр 4-5-25		4500	0,72
СН пр 50-25		5000	0,80
СН пр 5-5-25		5500	0,88
СН пр-6-25		6000	0,95
СН пр 7-25		7000	1,11
СН пр-8-25		8000	1,27
СН пр-3-30	300	3000	0,72
СН пр-35-30		3500	0,83
СН пр-4-30		4000	0,94
СН пр-4-5-30		4500	1,05
СН пр 5-40		5000	1,16
СН пр-5-5-30		5500	1,28
СН пр 6-30		600	1,39
СН пр 7-30		7000	1,62
СН пр 8-30		8000	1,84
СН пр-9-30		9000	2,04
СН пр-10-30	300	10000	2,29
СН пр-11-30		11000	2,50
СН пр 12-30		12000	2,74
СН пр 13-20		13000	2,96
СН пр 14-30		14000	3,18
СН пр 15-30		15000	3,41
СН пр 8-35	350	8000	2,50
СН пр 9-35		9000	2,80
СН пр 10-35		10000	3,12
СН пр 11-35		11000	3,42
СН пр 12-35		12000	3,71
СН пр 13-35		13000	4,03
СН пр 14-35		14000	4,34
СН пр 15-35		15000	4,64
СН пр 16-35		16000	4,95
СН пр 17-35		17000	5,25
СН пр 18-35		18000	5,55
СН пр 19-35		19000	5,88
СН пр 20-35		2000	6,13
СН пр 16-40	400	16000	6,45
СН пр 17-40		17000	6,84
СН пр 18-40		18000	7,26
СН пр 19-40		19000	7,62
СН пр 20-40		20000	8,04

мида кўринишидаги ва ички қисми текис айлана бўшлиқдан иборат бўлган устун қозиқлар (XII.3-расм) ишлатила бошланди. Бундай устун қозиқлар заводларда кўп тешикли ёпмалар ишланадиган стендларда тайёрланади. 12.3-жадвалда кесими квадрат булган, ички-қисми думалоқ бўшлиқли темир-бетон устун қозиқларининг номенклатураси берилган.

12.3- ж а д в а л. **Квадрат кесимли, ички бушлиги доирасимон булган устун қозиқлар номенклатураси (бетон маркаси 300)**

Конструкцион ўлчамлари, мм			Оғирлиги,
узунлиги	устун қозиқнинг ташқи томонлари	ички диаметри	т
4000	250	160	0,42
	300	220	0,52
	400	275	1,008
4500	250	160	0,48
	300	220	0,58
	400	275	1,135
5000	250	160	0,53
	300	220	0,63
	400	285	0,261
5500	250	160	0,58
	300	220	0,72
	400	275	1,388

Эслатма: «Пособие по проектиросванию вайных фундаментов из забивных свай» (М. 1965) китобидаги материалларидан фойдаланилган.



XII.4- расм. Қоқиладиган темир-бетон устун қозиқлар учун темир «қалпоқча»:
а — плани, б — АВ кесим бўйича қирқим (ўлчамлар *мм* да).

Ички бўш устун қозиқларни қўллаш бетон сарфини 40% гача камайтиради ва нисбатан енгиллиги эвазига қоқиш ишини енгиллаштиради.

Устун қозиқларни бир жойдан иккинчи жойга транспортда ташишда уни махсус қўйилган ҳалқасидан илиб кўтариш керак, акс ҳолда бўйлама эгилиш ҳисобига унда ёриқлар пайдо бўлиши мумкин.

Темир-бетон устун қозиқларини грунтга белгиланган чуқурликда қоқиш учун шланг ёрдамида босим билан сув уриб тешгандан сўнг механизмлар ёрдамида тебратиш ёки буриш йўли билан киритилади.

Темир-бетон устун қозиқларини қоқиш вақтида унинг тепа томони емирилмаслиги мақсадида махсус темир мослама (XII.4- расм) «қалпоқча» кийгизилади. Темир «қалпоқча» нинг тепа чуқурига дубдан ишланган тиқин қоқилган бўлади. Таг чуқурига эса устун қозиққа кийгизилишидан олдин қипиқ солинган ёстиқча жойлаштирилади. Темир «қалпоқча» нинг устун қозиққа ўрнатиладиган томонининг ўлчамлари устун қозиқ ўлчамларига мос ишланган бўлиши ва улар ўртасидаги фарқ 1 см дан ошмаслиги зарур.

Ташқи диаметри 0,5 дан 2 м гача бўлган 12.4- жадвалда (12.1) берилган труба кўринишидаги, ички бўш, темир-бетон устун қозиқ-

12.4- ж а д в а л. **Труба кўринишидаги ва цилиндрик қобиқли ички бўш устун қозиқлар номенклатураси (бетон маркаси 300)**

Конструкцион ўлчамлари, мм			Оғирлиги, т
узунлиги	ташқи диаметри	деворининг қалинлиги	
4000	500	80	1,05
	600	80	1,31
	800	80	1,80
5000	500	80	1,31
	600	80	1,64
	800	80	2,25
6000	500	80	1,57
	600	80	1,96
	800	80	2,70
	1200	120	6,10
	1600	120	8,40
	2000	120	10,50
7000	500	80	1,84
	600	80	2,29
	800	80	3,15
	1200	120	7,12
	1600	120	9,80
	2000	120	12,25
8000	1200	120	8,14
	1600	120	11,2
	2000	120	14,0
9000	1200	120	9,15
	1600	120	12,6
	2000	120	15,75
10000	1200	120	10,18
	1600	120	14,0
	2000	120	17,50

лар темир-бетон буюмлари заводида тебранма қолипларда тайёрланади.

Кейинги вақтларда труба кўринишидаги цилиндрик қобиқли ичи бўш темир-бетон устун қозиқлар гидротехника иншоотлари пойдеворини кўтаришда айниқса, кўприк қурилишларида кенг кўламда ишлатилмоқда. Устун қозиқларнинг алоҳида звенолари гидравлик установкалар ёрдамида босиб грунтга киритилгач, бу зоналарнинг бўйлама иш арматуралари ва чиқиб турган темир ҳалқалари бир-бирига электр ёрдамида пайвандланади ёки цилиндрларнинг тегишли томонларини болтлар ёрдамида маҳкамланади.

Бундай устун қозиқларни грунтга бураб киритиш учун пастки томонига махсус металл бурама мослама-лопасть ўрнатилади.

Металл устун қозиқлар учун прокатлар — шпунт, темир йўл рельси, қўштавр, таврсимон швеллер, катта номерли бурчакликлар ва темир трубалар ишлатилиши мумкин. Металл устун қозиқлар грунтга қоқиш, тебратиш ва бураш йўли билан киритилади. Кейинги усулда устун қозиқнинг пастки томонига винтли лопасть қилинади. Металл труба устун қозиқларнинг ички бўшлиғида қолган грунтлар ўз жойида қолдирилиши ёки талаб қилинган ҳолларда уни олиб ташлаб ўрнини бетон билан тўлдириш ҳам мумкин. Металл устун қозиқлар темир-бетон устун қозиқлар ишлатиш мумкин бўлмаган жуда зич грунтларда фойдаланишга рухсат этилади.

Бетон ёки қуйма устун қозиқлар лойиҳа асосида кавланган скважиналарни бетон билан тўлдирилгач, уни шиббалаб тайёрланади.

Қуйма устун қозиқлар биринчи марта 1899 йил рус тоғ инженери А. Э. Страус томонидан тавсия этилган. Унинг усулида скважина ковланиш вақтининг ўзида бетон узатувчи (обсадная) труба ҳам туширилади. Лойиҳа чуқурлигига етгач, бетон қуйишга бошланади. Бетон тўлиб борган сари, секин-аста туширилган қувур чиқарила бошланади. Скважинадан 1—1,5 м қатлам қалинлигида сувлар ҳайдалгач, шиббалаш билан бетонлаш бошланади. Шиббаланган сари бетон ёнга кенгайиб, грунтни сиқади. Шунинг учун грунт қанча бўш бўлса, шиббалаш вақтида устун қозиқ шунча йўғонлашади.

Бетонлаш вақтида бетон массаси қувурдан пастдаги скважинанинг очиқ қисмни тўлдириб боришини қатъий текшириш керак. Акс ҳолда туширилган қувурга суюқ грунт кириши натижасида устун қозиқнинг монолитлиги бузилиши ва унинг юк кўтариш қобилияти бирдан камайиб кетиши мумкин.

Қуйма устун қозиқларни бетонлаш вақтида скважина ичига арматура ташлаб уларни кучайтириш, яъни юк кўтариш қобилиятини ошириш ҳам мумкин.

Даврий шиббаланган деб номланувчи устун қозиқларни ишлаш учун грунтга учига чўян мослама—бошмоқ ўрнатилган пўлат труба қоқилади. Труба бетон билан тўлдирилгач, бетонни юқоридан даврий таъсир этувчи гурзи билан пастга қараб уриб турилади. Шундан сўнг кран ёрдамида пўлат труба тепага кўтарила бошланади. Ўз оғирлиги ва қўшимча куч таъсирида труба ичидан

силжиб пастга ҳаракат қилган бетон чўян бошмоқ билан бирга скважинага тушиб уни тўлдиради. Қўшимча куч таъсирида зичлантирилган бетон грунтни сиқиб қолади. Скважина тўлгунча шу процесс давом этади. Даврий шиббаланган устун қозиқнинг юк кўтариш қобилияти заводда тайёрланиб, грунтга қоқиладиган устун қозиқлардан кам бўлмайди.

Франки устун қозиғи ҳам даврий шиббаланувчи устун қозиқ сингари қоқиб киритилган труба ёрдамида ишланади. Бунда трубанинг таг мосламаси бошмоқ ўрнида аввалдан тайёрланган қуруқ бетон тиқин ишлатилади. Гурзи билан урилган сари ўтириш трубаси тиқин билан бирга грунтга ботиб боради. Лойиҳада белгиланган чуқурликка етиб борилгач, тиқин суюқ бетон билан бирга труба ичидан уриб чиқарилади. Суюқ бетон шиббаланиб скважина тўлиб боради ва иккинчи томондан аста-секин темир труба тепага чиқариб олина бошланади. Шиббаланган бетон труба ичидан чиқиб, скважинада зич жойлашиб қолади. Бундай устун қозиқлар Польшада ва бошқа мамлакатларда кенг қўлланилади. СССРда ҳам бундай устун қозиқларни тайёрлайдиган бир неча хил қурилмалар бор. Қуйма устун қозиқларнинг асосий афзалликлари шундан иборатки, уларни тайёрлаш вақтида қўшни бинога ёки иншоотларга зарар келтирувчи тебранма таъсир бўлмайди. Қуйма устун қозиқларнинг камчилиги: уларнинг сифатини назорат қилиш ва устун қозиқнинг лойиҳада белгиланган қувватини аниқ олиш қийин. Бундан ташқари қуйма устун қозиқлар учун ишлатилган бетонга уларнинг қотиш процессида ер ости сувларининг агрессив таъсири бўлади.

Кейинги йилларда қурилишларда таги кенгайган қуйма устун қозиқлар қўллапила бошланди. Скважинанинг пастки қисмини бундай кенгайтиришлар портлатиш, механизмлар ёрдамида ёнга кавлаш ёки механик сиқиш усуллари билан бажарилади.

Юқорида, зарядни портлаш кучи билан скважинанинг остини кенгайтиришни камуфлет деган эдик. Таги камуфлет бўлган устун қозиқларни тайёрлаш учун грунтга металл ёки темир-бетон қувур қоқилиб ичи грунтдан тозалангач, пастки томонига электродетонатор билан бирга портловчи модданинг заряди туширилади. Симларнинг иккинчи учи ажратгич механизмига уланади. Заряд туширилгандан сўнг, металл трубанинг пастки қисмида жуда пластик ёки оқувчан бетон билан тўлдирилади. Заряд портлаган вақтида газлар босими таъсирида грунтда шарсимон ёки ноксимон бўшлиқ пайдо бўлади. Қувур ичидаги суюқ бетон оқиб тушиб, шу бўшлиқларни тўлдириб устун қозиқларнинг юк кўтариш қобилиятини оширувчи кенгайган қисм ҳосил қилади.

Устун қозиқнинг тепа қисми бетон тўлдириб ишланиши ёки заводда тайёрланиб келтирилган устун қозиқ туширилиши мумкин.

Остки қисми кенгайтирилган устун қозиқлар бурғ қудуқларнинг таг томони буровчи механизмлар ёрдами билан ҳам тайёрланади. Бундай устун қозиқлар катта диаметрга эга бўлиб, асосий таянч тариқасида ишлатилади.

Ростверкларнинг тузилиши. Ростверк деб устун қозиқларнинг бошини боғлаб турувчи тўсин ёки плита кўринишидаги бинонинг ер ости қисми тушунилади. Ростверкнинг вазифаси бино ёки иншоотдан тушаётган кучни устун қозиқларга бирдай тарқатиб беришдир. Ростверклар монолит (яхлит) ва йиғма бўлади. Лентасимон икки ёки уч қатор кўринишидаги устун қозиқли пойдеворлар учун йиғма ростверклар қуриш мақсадга мувофиқдир.

Ҳозирги вақтда, ўзаро бирлашадиган жойлари бикр қилиб бириктириладиган йиғма ростверкларнинг бир неча вариантлари ишлаб чиқилган.

Кейинги вақтларда темир пластинка билан устун қозиқларга бикр пайванд қилинувчи пойдевор тўсини (рандбалка) кўринишидаги ростверклар ишлаб чиқилган. Шунингдек, ёпма плиталари ростверксиз тўғридан-тўғри устун қозиқларнинг бошига қотирилиб, бино кўтариш ишларида кенг кўламда қўлланилмоқда.

Яхлит монолит ростверклар қўллаш меҳнат сарфини оширади, қурилишнинг ер ости цикли ишлаб чиқариш вақтини чўзади. Йиғма темир-бетон ростверклар бетонининг лойиҳа маркаси 200 дан, яхлит (монолит) ростверкларники эса 150 дан кам бўлмаслиги керак.

3-§. УСТУН ҚОЗИҚЛАРНИНГ ЮК КЎТАРИШ ҚОБИЛИЯТИНИ АНИҚЛАШ

Устун қозиқли пойдеворларни ҳисоблаш якка устун қозиқларнинг юк кўтариш қобилиятини излашдан иборат бўлиб, унда қоқма устун қозиқлар ва осма устун қозиқлар алоҳида қаралади.

Устун қозиқларни ҳисоблаш

Бундай устун қозиқлар материалининг мустаҳкамлиги бўйича ҳисобланади.

Марказий таъсир этувчи куч қўйилган устун қозиқларнинг юк кўтариш қобилияти қуйидагича аниқланади:

а) ёғоч устун қозиқлар учун:

$$P \leqslant m \cdot F \cdot P_{\text{ё}}, \qquad (12.1)$$

бу ерда P — устун қозиқнинг ҳисобий қаршилиги; F — устун қозиқ кўндаланг кесимнинг юзи: $P_{\text{ё}}$ — ёғочнинг бўйлама сиқилишга қаршилиги; m — устун қозиқнинг ишлаш шароитини ва грунтнинг бир жинслилигини ифодаловчи коэффициент;

б) яхлит — темир-бетон устун қозиқлар учун:

$$P \leqslant m\,(0{,}7 \cdot P_{28} \cdot F_{б} + P_{т} \cdot F_{а}), \qquad (12.2)$$

бу ерда 0,7 P_{28} — бетон маркаси; $P_{т}$ — устун қозиқда ишлатиладиган арматуранинг оқувчанлик чегараси; $F_{а}$, $F_{б}$ — бетон ва арматуранинг кўндаланг кесим юзлари;

в) темир-бетон трубалар учун:

$$P \leqslant m\,(0{,}7 \cdot R_{28} F_{я} + R_{т} \cdot F_{а} + 2{,}5 \cdot R'_{т} \cdot F'_{а}), \qquad (12.3)$$

бу ерда $F_{я}$ — бетон маркаси; $R'_{т}$ — спираль шаклидаги арматуранинг оқувчанлик чегараси: $F'_{а}$ — спираль арматуранинг келтирилган кесими юзи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$F'_{а} = \frac{\pi \cdot d_{я} \cdot F_{ас}}{l}, \qquad (12.4)$$

бу ерда $d_{я}$ — ядро диаметри;

$F_{ас}$ — спиралсимон арматуранинг кўндаланг кесим юзи;

l — спираль қадами;

г) металл устун қозиқлар учун:

$$P \leqslant m\,(0{,}7 \cdot R_{28} \cdot F_{я} + 180 \cdot F_{я} + R^{т}_{т} \cdot F^{т}_{ас}) \qquad (12.5)$$

бу ерда $R^{т}_{т}$ — темирдан ясалган трубанинг оқувчанлик чегараси;

$F^{т}_{ас}$ — трубанинг кўндаланг кесим юзи.

Қоэффициент m нинг қиймати пойдевордаги устун қозиқлар сони ва ростверкнинг турига қараб 12.5-жадвалдан олинади.

12.5-жадвал. **Коэффициент m нинг қийматлари**

Ростверк турлари	Коэффициент m нинг пойдевордаги устун қозиқлар сонига нисбатан қиймати			
	1—5	[— 10	11—20	21 ва ундан юқори
Баланд	0,48	0,51	0,54	0,6
Паст	0,51	0,54	0,64	0,6

Шуни айтиш керакки, юқоридаги ифодаларда коэффициент m ни ишлатиш йўли билан устун қозиққа нисбатан запас коэффициентини тахминан икки баробар ошириш таъминланади.

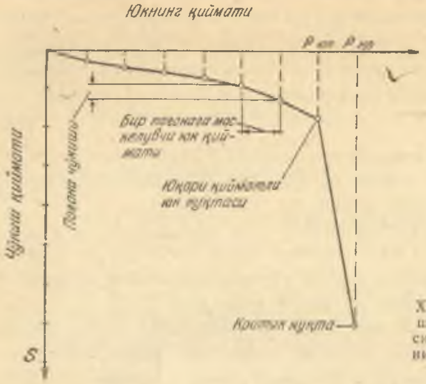
ЯККА ОСМА УСТУН ҚОЗИҚЛАРНИ ҲИСОБЛАШ.

Осма устун қозиқларнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлашнинг қуйидаги ҳисоблаш усуллари мавжуд.

Куч қўйиб синаш тажриба усули

Бу усулда устун қозиққа поғонали ортиб борувчи статик куч таъсир этганида, унинг чўкиш характери ўрганилади. Устун қозиқнинг юк кўтариш қобилияти унга таъсир этувчи кучнинг энг каттаси ва критик қийматлари билан белгиланади.

Куч қўйиб синаш тажриба усулида поғонали ортиб борувчи кучлар маълум вақт оралатиб қўйиб борилади. Бунда ҳар бир поғонага мос келувчи кучнинг қиймати синалаётган устун қозиқнинг максимал кўтара оладиган юкининг $\frac{1}{10} \ldots \frac{1}{15}$ миқдордаги булагига тенг келиши керак.



XII.5- расм. Поғона шаклидаги юк таъсирида устун қозиқнинг чўкиш чизмаси.

Устун қозиқнинг поғонали куч таъсиридаги чўкишини ифодаловчи чизма XII 5 - расмда келтирилган.

Бу чизма ёрдамида текширилаётган устун қозиқ кўтара оладиган кучнинг энг катта қийматини топиш мумкин. Энг катта куч таъсирида устун қозиқнинг чўкиши олдинги поғонада берилган куч таъсиридаги чўкишига нисбатан 5 марта ва ундан ҳам кўпроқ бўлади.

Ушбу бандда баён этилган усулнинг моҳияти шундан иборатки, тажриба усулида аниқланган, устун қозиққа таъсир этувчи энг катта куч қийматидан ортиқ таъсир этишини ҳамда текширилаётган устун қозиқ юқори қийматла чўкиш деформацияси беришини олдини олишдир.

Устун қозиқ ўрнатилган грунтга қараб унинг юк кўтариш қобилиятини аниқлашнинг статик усули. Бу усулда устун қозиқнинг ўткир учи ётган текисликдаги грунтнинг ҳисобий қаршилиги ва устун қозиқ сирти билан грунт ўртасидаги ишқаланиш қаршилигини ҳисобга олишни назарда тутади.

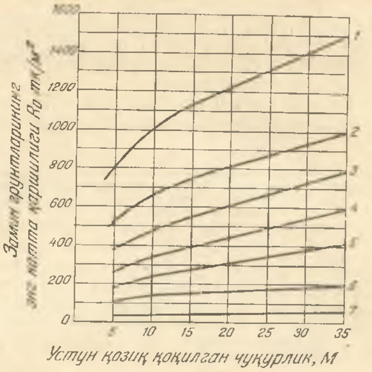
Устун қозиқ ўткир учи ётган чуқурликдаги грунтнинг ҳисобий қаршилиги билан устун қозиқ кўндаланг кесимининг кўпайтмаси грунтнинг устун қозиққа таг юзаси орқали берган реакция кучини кўрсатади, яъни

$$P_1 = 10\, R_0 F. \qquad (12.6)$$

Устун қозиқ сиртига нисбатан бўлган ишқаланиш кучи бу сирт юзаси ul ни (u — устун қозиқ кўндаланг кесими периметри; l — устун қозиқ узунлиги) устун қозиқ билан грунт ўртасидаги ҳисобий ишқаланиш қаршилиги кўпайтмасига тенг:

XII.6- расм. Грунт қаршилик кучини топишга оид чизма:

1 — шағалли қумлар, қумоқ тупроқ ва консистенция коэффициенти B=0 бўлган лойли грунтлар; *2* — йирик қумлар, қумоқ тупроқ ва B=0,1 бўлган лойли грунт; *3*—турли йирикликдаги қумлар, қумоқ тупроқ, B=0,2 бўлган лойли грунт; *4* —ўртача йирикликдаги қумлар, қумоқ тупроқ ва лой (B = 0,3); *5* — майда қумлар, қумоқ тупроқ ва лойли грунт (B = 0,4); 6 — чангсимон қумлар, қумоқ тупроқ, лойли грунт (B = 0,5); 7 — қумоқ тупроқ ва лойли грунтлар (B = 0,75).



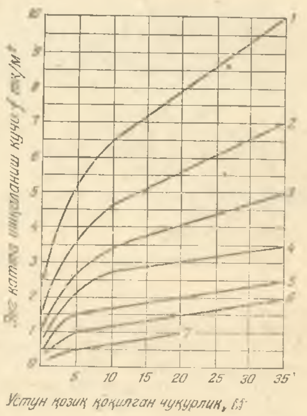
$$P_2 = f \cdot ul. \qquad (12.7)$$

Бундан устун қозиқнинг грунтга қараб юк кўтариш қобилиятини қуйидагича ифодалаш мумкин бўлади:

$$P = P_1 + P_2 = m(10\, u R_0 F + u \sum l_i f_i), \qquad (12.8)$$

бу ерда m — 12.5- жадвалдан олинадиган қиймат; l_i — маълум қатламдаги грунт қалинлиги; f_i — i- қатламдаги грунтнинг ишқаланиш кучи. (12.8) ифодадаги R_0 ва f_i ларнинг қийматини устун қозиқнинг чуқурлигига ва грунтларнинг турига боғлиқ равишда тегишли таблицалардан XII.6 ва XII.7- расмларда келтирилган чизмалар асосида олиш мумкин.

Юқоридаги чизмада R_0 нинг қиймати грунтларнинг ўртача зичлик ҳолати учун келтирилган бўлиб, заррачалари зич жойлашган қумлар учун бу қийматни 30 % га ошириш тавсия этилади.



XII.7- расм. Ишқаланиш кучининг қиймати:

1 — йирик ва ўртача йирикликдаги қумлар, қумоқ тупроқ ва лойли грунт (J_L = 0,2), 2 — майда қумлар, қумоқ тупроқ, лойли грунт (J_L = 0,3), *3* — чангсимон қумлар, қумоқ тупроқ ва лойли грунт (J_L = 0,4); *4* — қумоқ тупроқ ва лой (J_L = 0,5); 5 — қумоқ тупроқ ва лой (J_L-0,55); *6* — қумоқ тупроқ ва лой (J_L = 0 н,6); *7* — қумоқ тупроқ ва лой (J_L = 0,6)

Устун қозиқларни вибратор ёрдамида қоқилганда f_1 ва R_0 ни (камуфлет устун қозиқдан ташқари) қийматлари қумли ва йирик шағалли грунтлар учун 1,1 га, қумоқ лойларда 1,0 — 0,9 га, қумлоқ лойларда 0,9 — 0,7 га ва соф лойли грунтлар учун 0,7 — 0,6 га кўпайтириш тавсия этилади.

Қамуфлет устун қозиқлар учун XII.5- расмдаги R_0 нинг қиймати 12.6- жадвалда келтирилган коэффициентларга кўпайтирилади.

12.6- жадвал

D/d	Устун қозиқнинг ўткирлаштирилган учи атрофидаги грунт	
	Қум	Лойли грунт
1	1	1
1,5	2	1,5
2	3,5	1,8
2,5	5	2,2
3	6	2,5

d — устун қозиқ диаметри;
Д — камуфлет кенгайиш диаметри.

Устун қозиқнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлашнинг динамик усули. Устун қозиқларни қоқишда фойдаланиладиган гурзи сарфлайдиган энергия билан устун қозиқнинг бир зарб натижасида чуқурлашуви орасидаги боғланишни ифодалайди.

Устун қозиқ қоқишдаги энергия гурзининг оғирлиги Q билан унинг баландликка кўтарилиш қиймати H нинг кўпайтмасига тенг бўлиб, у асосан грунтнинг устун қозиқ қоқилишига бўлган қаршилиги $P_{юк}\cdot e$ ни енгишга ҳамда устун қозиқнинг қайтувчи Qh ва қайтмас, яъни гурзи билан урилганда устун қозиқнинг устки қисмининг аста-секин эзилиши ҳисобига юз берувчи $\alpha\cdot QH$ деформацияларга сарфланади.

Энергиянинг сақланиш шарти бўйича

$$QH = P_{юк}\cdot e + Qh + \alpha QH, \qquad (12.9)$$

бу ерда e — гурзининг бир зарби натижасида устун қозиқнинг чўкиши; h — гурзи устун қозиққа урилганида акс куч таъсирида сакраш баландлиги; α — гурзининг қайтмас деформациясига сарфланадиган ишини белгиловчи коэффициент.

Юқоридаги (12.9) ифода ечимини Н. М. Герсеванов қуйидагича берган:

$$P = \frac{mnF}{2}\left[\sqrt{1 + \frac{4\cdot Q\cdot H}{n\cdot F\cdot e}\cdot\frac{Q+0{,}2q}{Q+q}} - 1\right], \qquad (12.10)$$

бу ерда m — пойдевордаги устун қозиқлар сонига қараб белгиланадиган, грунтнинг бир жинслилиги ва устун қозиқларнинг ишлаш шароитини ифодаловчи коэффициент; F — устун қозиқнинг кўндаланг кесим юзи; e — гурзи зарби натижасида устун қозиқнинг чўкиши; Q — гурзининг оғирлиги; q — устун қозиқнинг оғирлиги; n — устун қозиқнинг материали ва қоқиш турини ифодаловчи коэффициент

4- §. УСТУН ҚОЗИҚЛИ ПОЙДЕВОРЛАР ВА УЛАРНИНГ ЗАМИНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ҲАМДА ЛОЙИҲАЛАШ

Устун қозиқли пойдеворлар ва уларнинг заминлари СНиП II- 17-77 талаби бўйича ҳисобланади ва лойиҳаланади.

Устун қозиқли пойдеворлар ва уларнинг заминлари қуйидаги уч чегаравий ҳолат бўйича ҳисобланади:

а) биринчи чегаравий ҳолат (юк кўтариш қобилияти бўйича), яъни мустаҳкамлик чегараси бўйича устун қозиқ ва ростверклар; турғунлик чегараси бўйича устун қозиқли пойдевор заминлари ва якка устун қозиқлар;

б) иккинчи чегаравий ҳолат бўйича (деформация бўйича) устун қозиқли пойдевор заминлари;

в) учинчи чегаравий ҳолат бўйича (ёрилиш нуқтаи назари бўйича) устун қозиқ ва ростверклар. Юқорида келтирилган устун қозиқли пойдеворларни ҳисоблашдаги чегаравий ҳолатлар ушбу бобнинг учинчи параграфида тўла баён қилинган.

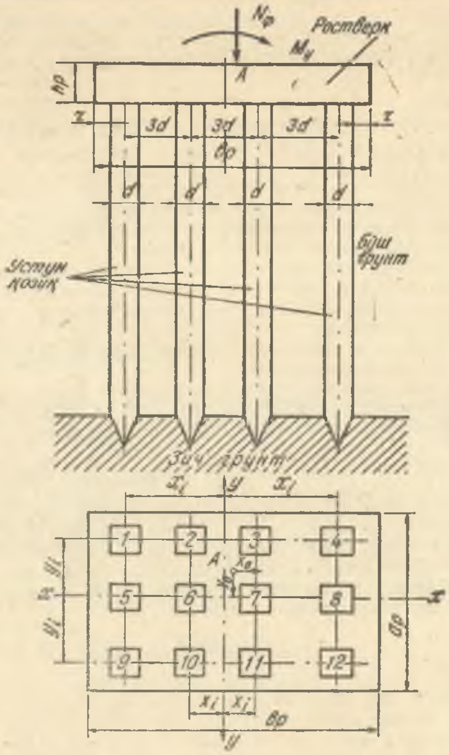
Устун қозиқли пойдеворларга таъсир этувчи ҳисобий кучлар: тик таъсир этувчи кучлар йиғиндиси N, горизонтал кучлар T ва моментлар M СНиП II-6-74 (Нагрузки и воздействия, М., 1976) талаби бўйича ҳисобланиши керак. Бино ва иншоотлар пойдеворига таъсир этувчи кучларни йиғиш статик ҳисоблаш учун қабул қилинган схема бўйича бажарилади. Ростверкнинг таг юзасини тик йўналган пойдеворга таъсир этувчи ҳисобий куч N қуйидаги формула билан аниқланиши мумкин (XII.8- расм);

$$N = \frac{N_ф}{n} \pm \frac{M_x\cdot У}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y\cdot X}{\sum x_i^2} \qquad (12.11)$$

бу ерда $N_ф$, M_x, M_y — устун қозиқ ростверкининг таг юзаси планидаги бош марказий ўқлар x ва y ларга нисбатан тегишлича ҳисобий сиқувчи кучлар, тк ва ҳисобий моментлар, тк.м; n — пойдевордаги устун қозиқлар сони; X ва $У$ — марказий ўқлардан ҳар бир устун қозиқ ўқларигача бўлган масофалар, м; x ва y — марказий ўқлардан ҳисобий кучлар ҳисобланаётган устун қозиқлар ўқларига ча бўлган масофалар, м.

Таъсир кучларининг пойдевор устун қозиқлари ўртасида тарқалиши бамисоли рама тузилишида тасаввур этиб ҳисоблаб топилади.

Агар устун қозиқли пойдеворга горизонтал куч таъсир этаётган бўлса ва унинг тенг таъсир этувчиси ростверкнинг таг юзаси горизонтидан юқорида йўналган бўлса, бундай кучни қурилиш механикасининг умумий қоидаси бўйича тегишли моментини қўшиб, рост



XII.8- расм. Устун қозиқли пойдеворнинг плани ва кўндаланг кесими.

веркнинг таг юзаси горизонтига олиб тушилади. Устун қозиқли пойдеворлар ва уларнинг заминлари, СНиП нинг тегишли бандлари талаби бўйича грунтнинг силжувчи қисмига қўйилган устун қозиқнинг қўшимча горизонтал реакцияси таъсирига турғунлиги текширилиши керак.

Устун қозиқли пойдеворларни лойиҳалашда, одатда, қуйидаги асосий талаблар бажарилиши керак:

1) иншоотдан тушаётган кучлар имконияти борича пойдевор устун қозиқлари бўйича тенг тарқалсин;

2) пойдевордаги энг кўп кучни қабул қилувчи устун қозиққа бериладиган таъсир миқдори унинг материал бўйича ҳисобий қаршилигидан ошмасин.

Биринчи талабнинг бажарилиши пойдеворга таъсир этувчи кучларнинг миқдорига ва қўйилиш усулига боғлиқ; устун қозиқли пойдевор ростверкига текис тарқалган куч ёки марказий тўпланган тик куч N таъсир этганда, улар пойдевор устун қозиқларининг ҳаммасига бир хил тарқайди. Тик кучларнинг тенг таъсир этувчиси N марказдан ташқарига қўйилганда ёки моментлар ва горизонтал кучлар бор бўлганда, кучларнинг умумий таъсири йиғилган участкада ростверк чеккасида жойлашган устун қозиққа энг катта нормал куч таъсир этади.

Устун қозиқли пойдевор ростверки, одатда, грунтга нисбатан олганда қаттиқ жисм ҳисобланади, шунинг учун пойдеворнинг ўтиришини ҳисоблашда кучлар устун қозиқларга чизиқли қонун бўйича тарқайди деб қаралади.

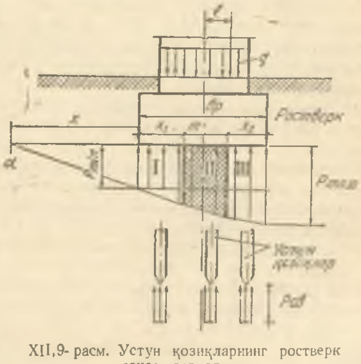
(12.11) ифода ёрдамида аниқланадиган устун қозиқли пойдевордаги устун қозиққа таъсир этувчи ҳисобий куч N ушбу бобнинг иккинчи бандида берилган усуллар билан аниқланадиган устун қозиқнинг ҳисобий қаршилиги $P_{св}$ дан кичик ёки тенг бўлиши керак, яъни

$$N \leqslant n \cdot P_{св}, \qquad (12.12)$$

бу ерда n — устун қозиқлар сони.

Қисқа муддатли таъсир кучлари бор вақтда (кранлар, шамол босими, тўлқинлар ва ҳоказо) четки устун қозиққа қўшимча тарзда ўртача босимнинг 20% идан кўп бўлмаган куч берилиши рухсат этилади.

Устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворларнинг якка таянчлари—устунлари тиралган, яъни ўткир учлари ётган горизонтдаги грунт қатламига ростверкдек қаралади. Устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворларнинг замини деб устун қозиқларнинг ўткир учлари тиралган грунт қатлами олинади; устун қозиқларнинг ён томонидаги грунтлар эса ҳисобга олинмайди.



XII,9- расм. Устун қозиқларнинг ростверк остида тарқалиши.

Устун қозиқларнинг оралиқ масофалари пойдеворга берилаётган куч миқдорига, устун қозиқнинг ҳисобий қаршили-

гига ва таянч қатламидан юқорида ётган грунтнинг хоссасига қараб аниқланади.

Марказдан ташқарига таъсир этувчи кучлар ҳолатида, устун қозиқларнинг жойланиши кучланишнинг ростверк остида тарқалиш эпюрасига қараб ҳисобланади. Бу ҳолда реактив босимнинг интенсивлиги ўзгаришига қараб устун қозиқлар қаторлари ёки якка устун қозиқлар ўртасидаги масофалар тенг бўлмаслиги мумкин (XII.9- расм).

XII.9- расмдаги чизма бўйича уч қаторли устун қозиқнинг 1 п. м. даги ҳисобий қаршилиги $P_{св}$ реактив босим эпюрасининг қуйидаги ифода билан аниқланадиган қийматига тенг, яъни

$$P_{св} \leq \underbrace{\frac{x_1(P_{x_1} + P_{min})}{2}}_{\text{чап қатор}} + \underbrace{\frac{x_2(P_{x_2} + P_{max})}{2}}_{\text{ўрта қатор}} + \underbrace{\frac{(P_{x_1} + P_{x_2})\,[b_p - (x_1 + x_2)]}{2}}_{\text{ўнг қатор}} \qquad (12.13)$$

бу ерда $P_{св}$ — устун қозиқларнинг ҳисобий юк кўтариш қобилияти; P_{x_1}, P_{x_2} — ростверк таги юзасидаги реактив босимнинг x_1 ва x_2 масофалардаги (X.118- расм) қийматлари, яъни

$$P_{x_1} = \left(\frac{P_{min} \cdot b_p}{P_{max} - P_{min}} + x_1\right)\frac{P_{min}}{x}, \qquad (12.14)$$

$$P_{x_2} = \left(\frac{P_{min} \cdot b_p}{P_{max} - P_{min}} + b_p - x_2\right)\frac{P_{min}}{x}. \qquad (12.15)$$

Ростверкнинг таг юзасидаги реактив босимнинг P_{x_1} ва P_{x_2} миқдорлари (12.14) ва (12.15) ифодаларга қараб, устун қозиқнинг ҳисобий қаршилиги эса (12.13) ифода ёрдамида x_1 ва x_1 масофаларнинг қийматларини бериш билан топилади. Устун қозиқларининг ўқи топилган x_1 ва x_2 ҳамда $[b_p - (x_1 + x_2)]$ кесмаларнинг ўртасидан ўтган бўлиши керак.

Устун қозиқлар ўртасидаги минимал масофа қоқилиш шароитидаги грунтнинг зичланганлик даражасига қараб қабул қилинади, одатда, устун қозиқларнинг ўқлари орасидаги масофа $2d$ дан кичик бўлмаслиги (d — свайнинг диаметри ёки кўндаланг кесимининг томонлари) керак. Устун қозиқлар тиралган грунт қатлами қаттиқ замин бўлганлиги сабабли деформация бўйича (чўкишга) ҳисоблаш талаб қилинмайди.

Устун қозиқдан ташкил топган пойдеворларнинг, ростверкнинг бирлик узунлигидаги ҳисобий қаршилиги қаралаётган пойдевордаги ҳамма устун қозиқларнинг ҳисобий қаршилигининг йиғиндиси билан аниқланади, яъни XII.10- расм пойдеворнинг статик мувозанат шартига биноан:

$$N_{умум} = N + q_p F_p + nQ \leq n \cdot P_{св} = m \cdot nR \cdot F \qquad (12.16)$$

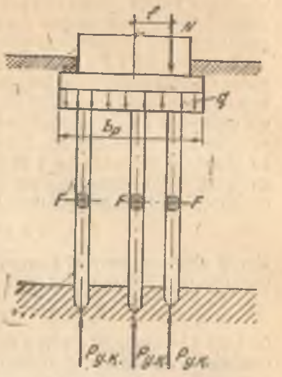
ёки бундан

$$n = \frac{N_{умум}}{P_{св}}, \qquad (12.17)$$

бунда

$$N_{умум} = N + q_p \cdot F_p + nQ, \qquad (12.18)$$

R — устун қозиқларнинг пастки учи етиб борган қаттиқ грунтнинг ҳисобий қаршилиги, тк/м²; F — устун қозиқларнинг грунтга таянган юзаси, м; m — устун қозиқнинг грунтда ишлаш шароити; n — устун қозиқлар сони; $N_{умум}$ — таъсир кучларнинг умумий қиймати, тк; $P_{св}$ — битта устун қозиқнинг юк кўтариш қобилияти, тк; q_p — ростверк оғирлигининг таг юзаси бўйича тарқалиш интенсивлиги, т/м²; F_p — бир бирлик узунликдаги ростверкнинг юзаси, яъни $b_p \cdot 1$; Q — устун қозиқнинг ўз оғирлиги, тк.



XII.10- расм. Устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворларнинг ҳисобий қаршилигини топиш схемаси.

Устун қозиқларнинг пастки учи кам сиқилувчи мустаҳкам грунтларга СНиП II-17-77 нинг талаби бўйича, қуйидаги миқдорда кириб бориши шарт:

— йирик синиқ тошли, шағалли, йирик ва ўртача йирикликдаги қумли ҳамда лойли грунтлар $J_L \leq 0{,}1$ га етиб борганда энг камида 0,5 м чуқурликда:

— қоя бўлмаган бошқа грунтларга эса — 1,0 м.

У с т у н қ о з и қ р о с т в е р к и н и н г қўйилиш чуқурлиги бино ва иншоотларнинг ер ости қисмининг конструктив ечимига [ер ости қавати ёки ертўла (техник ертўла) борлиги ва бошқаларга] ва атрофни текислаш (суриб ёки тупроқ тўкиб) лойиҳасига ҳамда ростверкнинг ҳисоблаб топилган ўзининг баландлигига ҳам боғлиқ бўлади.

Кўприклар пойдеворларини лойиҳалашда сувнинг оқими ва таянч ёнидаги сув ўзанининг кутиладиган маҳаллий ювиш чуқурликларини эътиборга олиш зарур.

Иссиқ ва совуқ ўзгаришидан структуралари бузиладиган грунтлардаги қурилишларда устун қозиқ ростверкининг чуқурлигини аниқлашда (бино ёки иншоотларнинг ер ости қавати бўлмаган ҳолларда) СНиПнинг бино ва иншоотлар заминларини лойиҳалаш бобида баён этилган пойдевор чуқурлигини топиш талабларига амал қилинади. Шағалли ва йирик қумли грунтларда устун қозиқ ростверки қўйилган чуқурлик грунтнинг музлаш чуқурлигига боғлиқ бўлмайди.

Ҳисоб қилинмаган ёки бирор факторга асосланмаган ҳолларда, бинонинг ташқи девори ёки устунлари ости устун қозиқ ростверкларининг чуқурлиги ҳамма ҳолларда 0,5 м дан (текисланган юзага нисбатан) кам бўлмаслиги керак.

Темир-бетон ростверклар (тўсинлар, плиталар) темир-бетон конструкцияларни кучлар таъсирига лойиҳалаш нормалар асосида ҳисобланади. Бир қаторли устун қозиқларга ўрнатилувчи ростверк устун қозиқларга таянувчи узлуксиз тўсин (балка) кўринишида ҳисобланади. Темир-бетон ростверкларнинг баландлиги ҳисоблаб топилади ва у 30 см дан кам бўлмаслиги керак. Якка қаторли устун қозиқлардаги темир-бетон ростверкининг эни тақрибан қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$b_р = d + 20 \text{ см}. \qquad (12.\ 19)$$

Устун қозиқларнинг кўп қаторли ҳолларида эса, ростверкнинг эни ушбу формула билан топилади (XII.11- расм)

$$b_р = a(n - 1) + d + 2 \cdot 5 \text{ см} \qquad (12.\ 20)$$

бу ерда a — қатордаги устун қозиқларнинг ўртасидан ўтган ўқлари орасидаги масофа, см; n—қаторлар сони; d—устун қозиқ кўндаланг кесимининг (айлана бўлганда—диаметри, квадрат бўлса—томони) ўлчами, см; 5 см—ростверкнинг чеккасидан устун қозиққача бўлган масофа.

Саноат, граждан ва қишлоқ хўжалиги бино ҳамда иншоотлари пойдеворларида ишлатиладиган устун қозиқларининг тепа қисмлари керакли горизонтгача кесиб текислангач ростверк ичига қуйидаги узунликда киритилиб мустаҳкамланади:

а) тик кучларга ишловчи темир-бетон устун қозиқли пойдеворларда устун қозиқ танаси ростверкка 5 см дан кам бўлмаган ўлчамда кириб туриши ва ростверк билан боғлаш мақсадида устун қозиқдан чиқиб турган иш арматурасининг узунлиги 25 см дан кам бўлмаслиги керак;

б) горизонтал кучга ишловчи устун қозиқли пойдеворларда эса ростверкка кириб туриши 10 см, иш арматурасининг чиқиб туриши 40 см дан кам бўлмаслиги керак.

Қоқилган устун қозиқларнинг тепа томони ростверк билан туташган боғланиш тугунларида бетон қуйилиб, мустаҳкам бириктирилади.

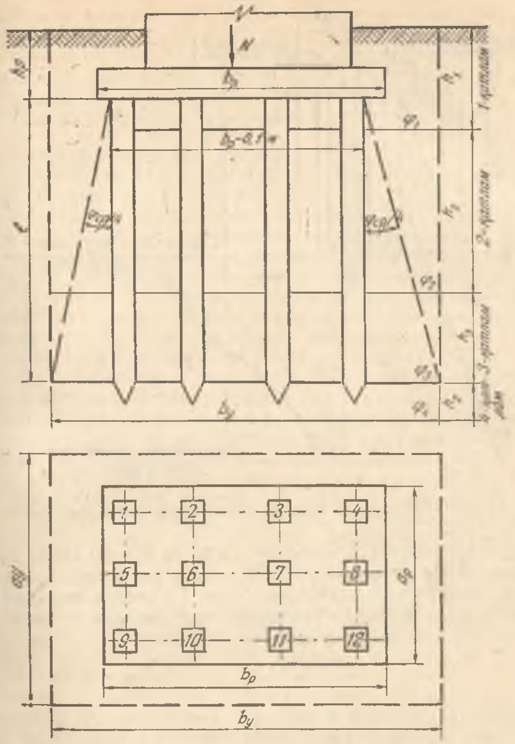
Кўп қаторли устун қозиқлар устига плита—ростверк ўрнатилади.

Осма устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворлар замини деформация бўйича (чўкиш бўйича) ҳисобланади. Бунда қуйидагича олинган шартли пойдевор контури яхлит массив деб қаралади, яъни:

тепадан—грунтнинг текисланган майдони билан;

ёнларидан—тик текисликлар билан;

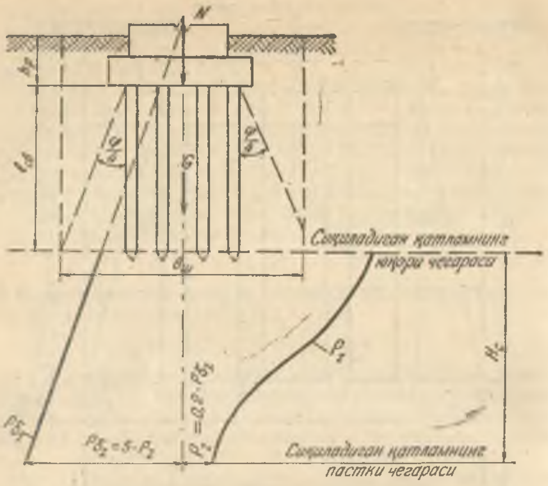
пастдан — устун қозиқларнинг ўткир учларидан ўтган текислик билан. Шартли пойдеворнинг пастки эни қуйидагича топилади. Чекка устун қозиқлар ташқи томонининг ростверк таг юзаси билан кесиш-



XII.11- расм. Устун қозиқли пойдеворларни ҳисоблаш учун схема.

ган икки нуқтасидан (XII. 12- расм) $\varphi_{ур}/4$ бурчак остида ($\varphi_{ур}$ — замин бир неча қатламдан иборат бўлгандаги ўртача ички ишқаланиш бурчаги) қия туширилган чизиқларни, устун қозиқларнинг ўткир учларидан ўтган горизонт чизиғи билан кесишган нуқталар оралиги $b_у$ қабул қилинади, яъни

$$b_у = b^н_р + 2l \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_{ур}}{4}, \qquad (12.\ 21)$$



XII.12- Устун қозиқлар пойдевор чукишнинг ҳисобланишига доир.

бу ерда b_y — шартли пойдеворнинг эни, м; $b^{ч}_{р}$ — ростверк остида жойлашган куп қаторли устун қозиқларнинг энг чеккадагиларининг ташқи томонлари уртасидаги масофа, м; l — устун қозиқнинг узунлиги. м; $\varphi_{ур}$ — грунт қатламларининг ички ишқаланиш бурчакларининг уртача қиймати; у қуйидагича аниқланади:

$$\varphi_{ур} = \frac{\varphi_1 \cdot h_1 + \varphi_2 \cdot h_2 + \ldots + \varphi_n h_n}{l}. \qquad (12.\ 22)$$

φ_1, φ_2, φ_3 . . . — устун қозиқ кесиб утган грунт қатламларининг тегишлича ҳисобий ички ишқаланиш бурчаклари, м; h_1, h_2, h_3 . . . — тегишли грунт қатламларининг баландликлари. м; l — ростверкни остки юзаси горизонтидан ҳисобланувчи устун қозиқнинг грунтга киритилган узунлиги.

Юқорида келтирилган шартли устун қозиқ пойдевори учун мустаҳкамлик қуйидаги формула билан текширилади:

$$P_y = \frac{N}{F_y} + \frac{M}{W_y} \leq R. \qquad (12.\ 23)$$

бу ерда P_y — шартли массивнинг таг юзасидаги босим, кг/см²: N — устун қозиқли пойдеворнинг таг юзасига таъсир этувчи шартли массивнинг оғирлигини (грунт + ростверк + свай оғирлиги) эътиборга олинган ҳисобий кучларни тик ташкил этувчилари; M — шартли массивнинг таг юзаси марказига нисбатан таъсир этувчи кучларнинг моментлари; F_y, W_y — шартли массивнинг таг юзаси ва қаршилик моменти; R — СНиП II- 15- 74 нинг (11 ва 12) формулалари билан топиладиган устун қозиқли пойдеворларнинг таг юзаси текислигида замин грунтининг ҳисобий қаршилиги, тк/м².

Осма устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворлар икки куринишда ҳисобланади:

а) устун қозикли пойдевор конструкциясига кирувчи, якка устун қозиклар ҳисоби;

б) устун қозикли пойдеворни ураб олган ва оралиқда жойлашган грунт билан бирга устун қозиқларнинг бир бутунлигича ҳисоби.

Устун қозиқларнинг материали қаршилиги буйича ва устун қозиқли пойдевор замини грунтларининг қаршилиги буйича ҳисоблашлар шу бобнинг олдинги параграфида берилган, юқоридаги (12.11) ифода билан эса пойдеворга тик куч билан бирга моментлар (ёки горизонтал кучлар) таъсир этганда пойдевордаги ҳар бир устун қозиққа тугри келган ҳисобий кучларни аниқлаш мумкин. Устун қозиқли пойдеворларни ҳисоблашда устун қозиқ билан устун қозиқ оралиғида жойлашган грунтни бир бутун—шартли массив деб қаралади. Бино ва иншоотнинг юқори қисмидан тушаётган кучларни шу массив узида туплаб грунтнинг пастки қатламига — заминга беради.

У с т у н қ о з и қ л а р н и н г р о с т в е р к д а ж о й л а н и ш и қаторли ёки шахмат куринишида булади (XII.13- расм)

Юқорида айтганимиздек, марказга таъсир этувчи куч таъсирида устун қозиқлар бир текис жойлашади (ростверкни урта уқига нисбатан симметрик). Устун қозиқлар уртасидан утган уқлар оралиғи масофаси устун қозиқ диаметрининг уч улчамидан кам булмаслиги (тебратиб киритилган устун қозиқларда—турт диаметр) ва устун қозиқнинг саккиз диаметри ёки томонидан ошиб кетмаслиги керак.

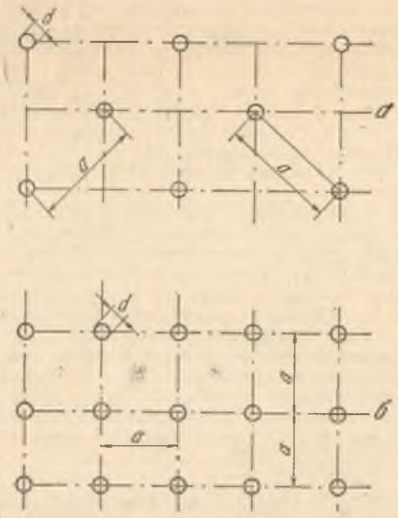
Темир-бетон ростверкда унинг биринчи қиррасидан устун қозиқнинг уқигача булган масофа устун қозиқ диаметрининг ярмисига 5 см қушилганига тенг.

Имконият борича устун қозиқни узунроқ олиш мақсадга мувофиқ булади; бу ҳолда устун қозиқлар уртасидаги масофани ошириш мумкин. Осма устун қозиқлар сони n қуйидаги формула билан топилади:

$$n = \frac{N \cdot K_н}{P_{св}}, \qquad (12.\ 24)$$

N, $P_{св}$ — юқоридаги формулаларда ишлатилган маънода қаралади; $K_н$ — ишончлилик (мустаҳкамлик) коэффициенти, СНиП II- 17- 77 нинг 4.4 бандида берилган.

Марказдан ташқарига таъсир этувчи кучга ишлайдиган пойдеворларда устун қозиқлар сонининг 20% купайтириш тавсия қилинади. Бу ҳолда устун қозиқлар ростверк остига қурилган контакт босим эпюрасига қараб жойлаштирилади.



XII.13- расм. Планда устун қозиқларнинг жойланиши:
а — шахмат кўринишда, *б* — қаторли.

Бинолар пойдеворларида устун қозиқлар қатори, одатда, иккитадан кам бўлмаслиги керак. Кейинги вақтларда йирик панелли биноларнинг пойдеворларида устун қозиқлар якка қатор ишлатилиши амалда синалди. Бу ҳолда бетон ростверкининг кенглигини девор кенглиги билан бирдай, қалинлигини эса 40 — 50 см олиш мумкин. Ростверкнинг таг юзасини ярим қалинлиги чуқурлигида (текисланган юзага нисбатан) ерга киритилса, етарли бўлади.

Лентасимон пойдеворларни пойдевор тўсинли устун қозиқлар билан алмаштиришни биринчи бўлиб 1934 йил Л. М. Пешковский тавсия этганди, ҳозир эса иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлган бундай конструкция кенг қўлланила бошланди.

Ҳозирги вақтда «Фундаментпроект» институти томонидан турар жой бинолари учун ҳар хил типдаги устун қозиқли пойдеворларнинг типовой лойиҳаси ишлаб чиқилган. Устун қозиқли пойдеворлар табиий грунт устига қўйилувчи пойдеворлар ўрнида ишлатилган кўп ҳолларда, ер ковлаш ва бетон ишларининг ҳажми анча камаяди.

Устун қозиқли пойдеворнинг чўкиши бевосита устун қозиқларнинг тагида ётган ва грунтнинг пастки қатламларининг қаршилигига боғлиқ.

Устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворнинг эластик чўкиши якка устун қозиқли ўтиришга текширилган тажриба натижалари билан топилиши мумкин.

Осма устун қозиқлардан ташкил топган пойдеворларнинг чўкишини, табиий заминга қўйиладиган оддий пойдеворларнинг чўкишини ҳисоблашга ўхшаш, СНиП II-15-74 даги 3- иловага асосан топилади. Бироқ шартли пойдеворнинг контури СНиП II-17-74 нинг 7- бандига асосан қурилади (XII.14- расм).

Устун қозиқли пойдеворларнинг ҳисоблаш натижасида олинган чўкиши лойиҳада берилган рухсат этилган чўкишдан кўп бўлмаслиги керак. Бундай қийматлар, яъни заминнинг охирги деформация қиймати СНиП II-15-74 да келтирилган.

XIII БОБ. ЧУҚУР ЖОЙЛАШТИРИЛАДИГАН ПОЙДЕВОРЛАР

1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Заминга катта қийматли вертикал ҳамда горизонтал босимларни узатувчи ўта оғир иншоотларнинг мустаҳкамлигини таъминлаш учун одатда, уларнинг пойдеворларини етарлича юк кўтариш қобилиятига эга бўлган чуқур жойлашган қатламларга жойлаштириш лозим бўлади.

Бундай чуқур табиий қатламларга етиб бориш учун кўпинча устун қозиқли пойдеворларни қўллаш имконияти бўлмай қолади, чунки бундай ҳолларда ниҳоятда узун ва оғир устун қозиқлар ишлатишга тўғри келган бўларди. Бу устун қозиқларни эса ҳозирги замон техникаси ёрдамида ўрнатиш имконияти йўқ, енгил ва қисқа устун қозиқларга келсак, уларнинг сони ростверкка жойлаштириб бўлмаслик даражада кўпайиб кетган бўлар эди.

Шунинг учун бундай ҳолларда махсус усуллар билан ўрнатилувчи чуқур жойлаштириладиган пойдеворлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

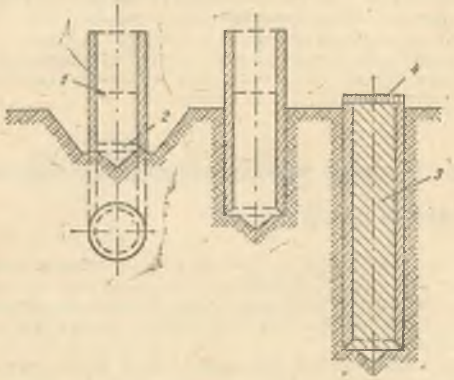
Ҳозирги вақтда чуқур жойлаштириладиган пойдеворларнинг қуйидаги турлари мавжуддир.

1. Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар.
2. Кессон пойдеворлари.
3. Йиғма темир-бетон қобиқлар.

Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар ва йиғма темир-бетон қобиқларни ўрнатишдаги технологик шартларга мувофиқ қалин қатламли бўш грунтлар таркибида йирик тошлар, турли дарахт илдизлари ёки турли тоғ жинслари бўлаклари бўлмаслиги талаб этилади. Акс ҳолда эса кессон пойдеворларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

2-§. ЎЗ ОҒИРЛИГИ ТАЪСИРИДА ПАСТЛАШУВЧИ ҚУДУҚЛАР

Бундай пойдеворлар тўғрисида гап кетганда ички бўшлигидан грунт қазиб олиш ҳисобига ўз оғирлиги таъсирида чуқурлашиб борувчи қудуқлар тушунилади. Лойиҳада белгиланган кўп юк кўтариш қобилиятига эга бўлган грунт қатламларига етганда грунт қазиш ишлари тўхтатилиб, қудуқнинг ички, яъни шахта деб номланувчи қисми бетон билан тўлдирилади. Натижада яхлит пойдевор ҳосил бўлади (XIII.1- расм)



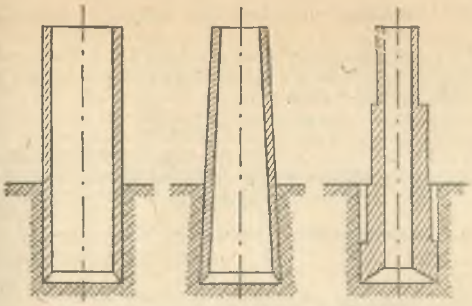
XII.1- расм. Ўз оғирлиги билан пастлашувчи қудуқ чизмаси:

а, б, в — қудуқнинг турли ҳолатдаги чўкиши; *1* — қудуқ девори, *2* — грунтнинг қирқишга мосланган остки қисми, *3* — қудуқнинг тўлдирилган ички қисми, *4* — темир-бетон плита.

Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар, айтиб ўтганимиздек, заминга ўта оғир юк узатувчи массив иншоотлар пойдеворлари қурилишида, шунингдек, оғир юк кўтарувчи кўприкларнинг устун ости пойдеворлари сифатида ишлатилади.

Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар чуқурлиги умуман чегараланмайди. Ҳозирги вақтда бундай қудуқларнинг 70 м ва ундан ортиқ чуқурликкача ўрнатилган ҳоллари маълум.

Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар бетондан, темир-бетондан ва ёғоч-бетондан ишланиши мумкин. Кўндаланг кесими бўйича улар иншоот остки қисми шаклини такрорлаб, асосан доира, квадрат, тўртбурчаклик, овал ва бошқа шаклларда бўлиши мумкин. Қудуқнинг бўйлама кесими бўйича четки деворлари вертикал ёки пастлашиш жараёнида грунт билан ишқаланишни камайтириш учун зина шаклида лойиҳаланади (XIII.2- расм). Қудуқ деворининг



XIII.2- расм. Қудуқ қирқимлари:

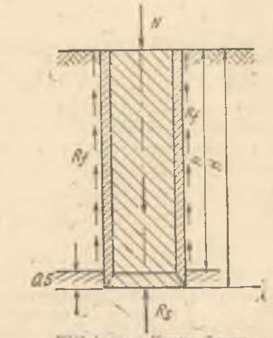
а — цилиндр, *б* — конус шаклида, *в* — зина шаклида.

остки қисми консоль деб номланиб, унга грунт қатламида пастлашиши учун қулай шакл берилади (XIII.3- расм)

Бетондан ясалган қудуқлар деворининг қалинлиги, деворлар орасидаги масофанинг тахминан 1/3. . . 1/6 қисмини ташкил этади. Темир-бетон қудуқларда ташқи девор қалинлиги 1÷1,25 м га тенг. Ёғоч-бетон қудуқларда ишлатиладиган ёғоч брусокларнинг кесими 5×5 ёки 8×8 см га тенг бўлади.

Пастлашувчи қудуқ ичидаги грунт грейфер ёки эжектор деб номланувчи механизмлар ёрдамида олиб ташланади.

XIII.3- расм. Қудуқнинг қирқув қисмининг чизмаси.



XIII.4- расм. Қудуқ ўлчамларини ҳисоблаш чизмаси.

Қудуқ ўлчамларини аниқлаш. Пастлашувчи қудуқларнинг бўй ўлчамлари, одатда, геологик кесилмалар ёрдамида аниқланади (XIII.4- расм).

$$H = h + 0{,}5\ м\,, \qquad (13.\ 1)$$

бу ерда H — қудуқнинг чуқурлиги; h — қудуқнинг баландлиги.

Қудуқларнинг кўндаланг кесими қуйидаги шартдан аниқланади:

$$N + G = R_s + R_f\,, \qquad (13.\ 2)$$

бу ерда N — иншоотдан таъсир этувчи куч; G — қудуқнинг оғирлиги;

$$G = H \cdot F \cdot \gamma\,. \qquad (13.\ 3)$$

F — қудуқнинг кўндаланг кесим юзи; γ — қудуқ материалининг ҳажмий оғирлиги; R_s — қудуқ остки қисмига нисбатан грунтнинг босими;

$$R_s = 10 \cdot R_h^x\ F\,, \qquad (13.\ 4)$$

R_h^x — қудуқ остки қисмидаги грунтнинг ҳисобий босими; R_f — ишқаланиш кучи;

$$R_f = u\,(H - 2{,}5)\,f_0\,; \qquad (13.\ 5)$$

u — қудуқ деворларининг периметри;
f_0 — ишқаланиш коэффициенти.

(13.3) (13.4) ва (13.5) ифодаларни (13.2) га қўйиб қуйидагини хосил қиламиз:

$$N + H\,F\,\gamma = 10\,R_h^x \cdot F + u\,(H - 2.5)\,f_0 \qquad (13.\ 6)$$

Бу ифода ёрдамида пастлашувчи қудуқнинг кўндаланг кесими аниқланади.

Қудуқнинг грунт бўйича ҳаракатланиш имкониятини аниқлаш. Пастлашувчи қудуқ грунт бўйича ҳаракатга келиши учун унинг деворлари оғирлиги (сувнинг кўтариш хусусиятини ҳисобга олган ҳолда) шу девор билан уни ўраб турувчи грунт ўртасидаги ишқаланиш кучидан ортиқ бўлиши керак, яъни:

$$G - W > T\,. \qquad (13.\ 7)$$

бу ерда G — пастлашувчи қудуқ деворларининг оғирлиги; W — қудуқ деворлари сиқиб чиқарган сувнинг оғирлиги; T — ишқаланиш кучи. Қуйидаги қийматга эга: қудуқ чангсимон қумли грунтларга ўрнатилганда — $1 \div 1{,}5$ тк/м^2; қолган қумли грунтларга ўрнатилганда — $2 \div 2{,}5$ тк/м^2; пластик ҳолатдаги қумлоқ тупроқларда $0{,}5 \div 1{,}0$ тк/м^2; бошқа пластик ҳолатидаги лойсимон грунтларда $1 \div 1{,}5$ тк/м^2.

Пастлашувчи қудуқ деворининг бўйига нисбатан бузилишга мустаҳкамлигини текширишда ишқаланиш кучи максимал ординатаси грунт юзасига тўғри келадиган қудуқ баландлиги бўйича учбурчак шаклида тарқалган деб фараз қилинади. Бунда қудуқ девори оғирлигининг 1/4 қисмига тенг келадиган эгувчи кучнинг энг юқори қиймати қудуқ ўртасига қўйилган бўлади.

Қудуқ деворларини ҳисоблаш грунтнинг горизонтал актив босими таъсирида бўлган берк рама шаклида олиб борилади.

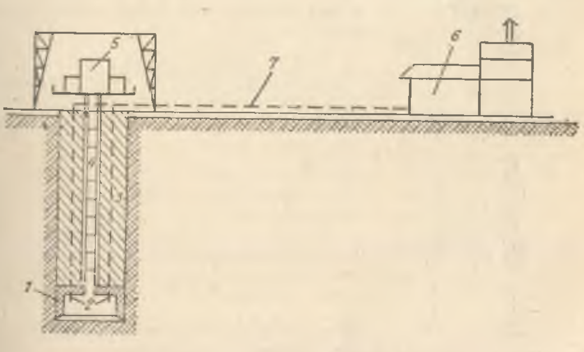
3-§. КЕССОН ПОЙДЕВОРЛАР

Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар ўрнатишда, айтиб ўтганимиздек, сув ости грунтлари таркибида йирик тошлар, турли йирик жинслар учраб қолади, секин уларни қудуқ остидан олиб ташлаш имконияти бўлмайди. Бундай ҳолларда устки қисми очиқ бўлган қудуқ ўрнига сиқилган ҳаво таъсирида грунт сувларини суриб чиқариш имкониятини берувчи махсус усти ёпиқ ҳолдаги қудуқлар ишлатиш мақсадга мувофиқдир. Бундай сиқилган ҳаво таъсирида пастлашувчи махсус усти берк қудуқлар кессон деб аталади.

Кессон пойдеворлар чуқур жойлаштириладиган кўприк ости устунлари тагида кенг қўлланилади.

Ҳозирги вақтда кессонлар асосан бетон ва темир-бетондан ясалади.

Кессон пойдеворлар қуйидаги бўлаклардан иборат бўлади (XIII.5- расм): *2* — иш камераси; *4* — шахта ва *5* шлюз аппарати



XIII.5- Кессон пойдеворларини ўрнатиш чизмаси:

1 — кессон, *2* — иш камераси, *3* — кессон устки пойдевори, *4* — шахта, *5* — шлюз устахонаси, *6* — компрессор жойлашган бино; *7* — сиқилган ҳаво узатувчи труба.

жойлашган хона. Иш камерасида грунт қазиш ишлари олиб борилади. Шахта эса шлюз билан иш камерасини ўзаро боглаш учун хизмат қилади. Шлюз аппарати жойлашган хона шахтани ташқи ҳаво таъсиридан ажратиб туради. Иш камерасининг деворлари остки қисми пастлашувчи қудуқлардаги каби ўткирлашган бўлади. Бу камеранинг томи ва деворлари ниҳоятда мустаҳкам бўлиши керак.

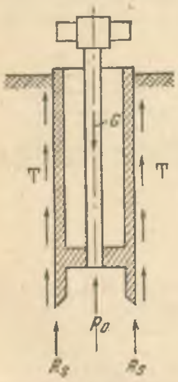
Кессон пойдевор қурилиши ишларини олиб бориш.

Кессон пойдеворнинг ўрнатилиши қуйидаги тартибда олиб борилади. Сиқилган ҳаво компрессор аппарати *6* дан (XIII.5- расм) махсус труба *7* орқали иш камерасига узатилади. Бунда сиқилган ҳаво ўз босими таъсирида иш камерасидаги сувни сиқиб чиқара бошлайди.

Босим миқдори ташқи сув босимидан ортиқ бўлганда иш камерасидан сув бутунлай сиқиб чиқарилиб, унда қуруқ шароит вужудга келади. Шундан сўнг ишчилар камера ичига тушиб ундаги грунтни қазий бошлайдилар. Қазиб олинган грунт ташқарига шахта ва шлюз орқали узатилади.

Шу билан бир вақтда кессон томида бошқа бригада ишчилари кессон усти пойдеворини тиклай бошлайдилар ва унинг оғирлиги натижасида кессон аста-секин пасайиб боради. Бу ишлар лойиҳада кўрсатилган чуқурликка етганда тўхтатилиб, иш камераси ва шахта бетон ёки бирон бошқа материал билан тўлдирилади.

Кессон пойдевор қурилиши ишларини олиб боришдаги асосий камчилик ишчиларнинг юқори босим шароитида ишлашларидир. Шунинг учун бундай шароитда ишловчилар учун махсус медицина тадбирлари мавжуд.



XIII.6- расм. Кессонга таъсир этувчи кучлар схемаси.

Кессон пойдевор ўрнатишда таъсир этувчи кучлар

XIII. 6- расмда кессон пойдеворнинг пастлашувига таъсир этувчи кучларнинг схемаси кўрсатилган. Бунда G—кессоннинг оғирлиги; T — кессон сирт юзасига бўлган ишқаланиш кучи; R_s — грунтнинг кессон девори остки қисмига бўлган қаршилиги; P_o — иш камераси томига нисбатан ҳаво босими.

Одатда бу кучлар қуйидаги нисбатда таъсир этишлари мумкин:

$$G > T + R_s + P_o. \qquad (13.\ 8)$$

Бунда кессон ўз оғирлиги таъсирида пасайиб боради.

$$G = T + R_s + P_o \qquad (13.\ 9)$$

бўлганда кессон жойида қўзғалмай туриб қолади. Унинг пасайиши учун R_s нинг қийматини камайтиришга тўғри келади.

$$G < T + R_s + P_o \qquad (13.\ 10)$$

Бундай ҳолда кессоннинг пасайишини таъминлаш учун ҳаво босимини камайтириш йўлини излаш лозим бўлади.

4- §. ЙИҒМА ТЕМИР-БЕТОН ҚОБИҚЛАР

Кўприк устунлари пойдеворларини чуқур жойлашган (30÷50 м) мустаҳкам грунт қатламларига ўрнатишда ҳозирги вақтда катта диаметрли (6 метргача) устун қозиқ—қобиқлардан кенг фойдаланилмоқда.

Бундай қобиқлардан энг кўп ишлатиладигани алоҳида 10—12 метрли бўлаклардан ташкил топган айлана шаклидаги темир-бетон ёки темир қобиқлардир. Бўлаклар ўзаро пайвандлаш йўли билан бирлаштирилади. Катта диаметрли қобиқлар ичи бўш ҳолида ўрнатилади. Лойиҳада кўрсатилган сатҳгача туширилгач, қобиқ ичидаги грунт гидроэлеватор ёрдамида олиб ташланиб, унинг ўрни бетон билан тўлдирилади.

Бундай қобиқлар грунтга босим остида, бураб ва вибрация йўли билан ўрнатилади.

XIV БОБ. ЧЎКУВЧИ ЛЁССИМОН ГРУНТЛИ ЗАМИНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

1- §. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Қурилиш ишида нотурғун структурали чўкувчи грунтлар анча қийинчилик туғдиради. Баъзи қўшимча факторлар таъсирида, айниқса бундай грунтлар намлиги ортганда қўшимча куч ортиши билан оддий шароитларда ҳам уларнинг структураси кескин бузилиб, физик-механик хоссалари жуда ёмонлашишиб кетади, натижада чўкиш қиймати ошади, юк кўтариш қобилияти камаяди ва ҳоказо.

Бундай грунтларнинг структураси бузилгандаги катта чўкиш кўпинча уларнинг табиий шароитда етарли зичланмаганлигидан келиб чиқади. Масалан, Ўрта Осиё регионал шароитидаги грунтлар ичида асосан лёссимон грунтлар ғовакли, етарли зичланмаган, ўта чўкувчан бўлади.

Лёссли грунтларнинг ўз босими чуқурлик бўйича бир хил бўлмаганлиги сабабли унинг таъсиридан келиб чиқувчи консолидация процесси ҳали тугалланмасданоқ грунтнинг тепа қатламларида янги структурали боғланиш пайдо бўлиши, масалан, қаттиқ коллоид плёнкалар ва чўкинди минерал тузларнинг заррачаларни цементлаши, структуралари нотурғун, зичланмаган грунтларнинг намланиши натижасида оқувчи пластик ҳолатга айланган массасининг маҳаллий оғирлик таъсирида (четга) сиқиб суриши натижасида

тик йўналиши бўйича содир бўлган деформациясига ўта чўкиш дейилади, шундай хоссага эга бўлган грунтлар эса структураси нотурғун, ўта чўкувчи грунтлар категориясига киради. Лёссимон грунтлар ҳам эркин сув шимдирилганда ўз оғирлиги ёки қўшимча куч таъсирида шундай хоссага эга бўлади.

Ўта чўкувчан лёсс ва лёссимон грунтлар

Лёсс сўзи халқаро термин бўлиб, тузилиши жиҳатидан ўзига хос муҳим, физик, механик, химиявий ва минералогик таркибга эга. «Лёсс» сўзини К. Г. Леонард 1823 йилда термин сифатида тавсия этган.

Проф. Ғ. О. Мавлонов Ўрта Осиёдаги ўта чўкувчи тупроқларни узоқ йиллар давомида мукаммал ўрганиши натижасида қуйидаги хусусиятларига қараб, уларни лёсс ва лёссмион грунтларга бўлади; лёсс: 1) сарғиш ёки оқ сарғиш рангли бўлади; 2) серғовак, яъни ғоваклиги 46—59% гача ўзгаради ва ғоваклик диаметри 3 мм гача боради; 3) таркибидаги кальций ва магний тузлари грунт оғирлигининг 5% дан ортиғини ташкил қилади; 4) қатлам таркиби қум ва тош аралашмасидан ҳоли; 5) чангсимон заррачалар (0,05 дан 0,01 гача) 50% дан кўп; 6) қатламда шовун ташлангандек тик ёриқлар бўлади; 7) сув таъсиридан чўкади; 8) сув ўтказувчанлиги юқори; 9) структура таркибидаги боғловчи моддалари сувда ивиб, эрийди, қуруқ ҳолида эса мустаҳкам ушлайди; 10) грунт таркибида тез эрийдиган тузлар кўп.

Юқоридаги келтирилган хусусиятларни тартиб билан қаралгандаги еттитасидан бири ёки бир нечтаси етишмаган тақдирда уларни лёссимон грунтлар дейилади. Лёсс ҳам ва лёссимон грунтлар ҳам намлик таъсирида, ҳам ўз оғирлиги таъсирида чўкади. Шунинг учун ушбу қўлланманинг баъзи ўринларида, ўта чўкиш деформацияси тўғрисида гап бораётганида, лёсс ва лёссимон грунтларни умумий қараш учун биргина эпитет билан, яъни лёссимон чўкувчи грунт деб юритамиз.

Лёсс ва лёссимон грунтлар ер юзининг 13 млн. км², СССР нинг 3,3 млн.км² майдонини қоплаган бўлиб, ҳар хил қалинликда учрайди.

Ғ. О. Мавлонов Ўрта Осиё лёсс ва лёссимон тоғ жинсларининг зонал тарқалиши ва минералогик таркибини аниқ мисолларда кўрсатган (1958), яъни улар тоғ ён бағирларида, Мирзачўлда, Шимолий Тошкент районларида, Чирчиқ, Оҳангарон, Қашқадарё, Вахш дарёлари водийларида ва бошқа катта территорияларда кенг тарқалган бўлиб, ҳар хил қалинликка эга.

СССРнинг Европа қисмида лёссимон чўкувчи грунтлар қатламининг қалинлиги кўпинча 5—10 метр ва ундан ошиқ бўлиб, баъзи ерларда 30 метргача (юқори Рейн дарёси водийсида) боради.

Осиёда лёссимон грунтлар жуда катта қалинликка эга. Масалан, Ф. Рихтгофен (1877) ва В. А. Обручев (1895) ларнинг маълу-

мотларига кўра Хитой территориясида лёссимон грунтларнинг қалинлиги 450 м гача борар экан.

Ўрта Осиё лёссимон чўкувчи грунтларининг қалинлиги Мирзачўлда 130 м гача (Д. М. Мшивенирадзе, 1950), Чирчиқ водийсида 60—100 м гача (А. И. Исломов). Зарафшон дарёси билан Сангсор дарёси ўртасида жойлашган сув айирғичларда 60—80 м гача (С. М. Қосимов, 1960) ва Жанубий Тожикистондаги тоғ ён бағирларида 60 м ва ундан ҳам қалин эканлиги адабиётлардан маълум.

2-§. ЛЁССИМОН ГРУНТЛАРНИНГ ЎТА ЧЎКУВЧАНЛИГИНИ БИЛДИРУВЧИ МИҚДОРИЙ КЎРСАТКИЧЛАР (БОШЛАНҒИЧ ПАРАМЕТРЛАР)

Лёссимон грунтларнинг ўта чўкувчанлиги нисбий чўкувчанлик коэффициенти $\delta_{пр}$ деб аталадиган ва қуйидаги формула билан аниқланадиган катталик билан баҳоланади:

$$\delta_{пр} = \frac{h - h'}{h}, \qquad (14.1)$$

бу ерда h — структураси бузилмаган (ёнга кенгайиш имкониятидан маҳрум ҳолда, ташқи куч ва грунтнинг тепа қатламлари оғирликларига тенг бўлган босим P таъсирида сиқилгандан кейинги) грунт намунасининг баландлиги; h' — грунт намунасининг босим P таъсирида сув шимдириш йўли билан структурасининг мустаҳкамлиги бузилиб, деформацияси тугагандан кейинги баландлиги.

Нисбий чўкувчанлик коэффициенти миқдори $\delta_{пр} \geqslant 0,01$ бўлган структураси нотурғун грунтлар ўта чўкувчан категорияга киритилади.

СНиП II-15-74 дан маълумки, сув шимдирилган вақтда ташқи куч таъсирида ёки ўз оғирлигидан қўшимча деформацияланган (ўта чўккан) лойли грунтлар ўта чўкувчан грунтларга киради. Намлик даражаси $G < 0,8$ бўлган лёсс ва лёссимон грунтлар (шунингдек, лойли грунтли қатламлар ҳам) нинг қуйидаги формула билан аниқланадиган кўрсаткич $П$ нинг қиймати 14.1- жадвалда келтирилган миқдордан кичик бўлса, ўта чўкувчан ҳисобланади:

$$П = \frac{e_т - e}{1 + e}, \qquad (14.2)$$

бу ерда e — грунтнинг табиий намлиги ва зичлиги ҳолидаги ғоваклик коэффициенти; $e_т$ — тегишлича грунтнинг намлиги оқиш чегарасида $W_т$ бўлганда ва ушбу формула билан аниқланадиган ғоваклик коэффициенти

$$e_т = W_т \frac{\gamma_у}{\gamma_в}, \qquad (14.2)$$

бу ерда $\gamma_у$ — грунтнинг солиштирма оғирлиги; $\gamma_в$ — сувнинг солиштирма оғирлиги;

$$\gamma_в = 1\ \frac{г к}{см^3}$$

14. 1- жадвал

Грунтнинг пластиклик сони I_p	$0,01 < I_p < 0,1$	$0,1 < I_p < 0,14$	$0,14 < I_p < 0,22$
Курсатгич П	0, 1	0, 17	0,24

Ўта чўкиш бошланишидаги босим қиймати (бошланғич босим) $P_н$ деб пойдеводан бериладиган ёки грунтнинг ўз оғирлигининг шундай минимал босими тушуниладики, унинг таъсирида сувга тўйиниб турган грунт чўка бошлайди. Бошланғич босим шундай босимни характерлайдики, бунда грунтнинг сувга тўйинган ҳолатида структурасининг мустаҳкамлиги бузилиб, нормал зичланиш фазаси чўкиш фазасига ўтади.

Грунтларни компрессон текшириш процессида ўта чўкиш бошланишидаги босим $P_н$ учун таъсир босимининг шундай минимал қиймати олинадики, унга тўғри келган грунтнинг нисбий чўкувчанлиги $\delta_{пр} = 0,01$ га тенг бўлади.

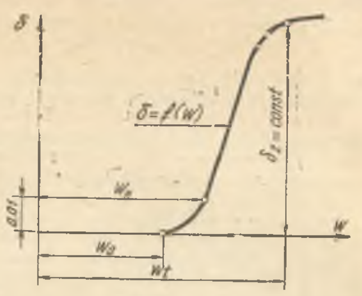
Грунтларга тажриба хандақлари орқали сув шимдирилаётганда уларнинг ўта чўкиши бошланишидаги босимнинг қиймати $P_н$ учун ўз оғирлиги таъсиридан ўта чўкиш бошланган чуқурликкача грунтнинг тепа қатламининг босими қабул қилинади. Бундай босимни аниқлашда грунтнинг сув шимдирилгандаги ҳажмий оғирлигини тақрибан 2 тк/м³ га тенг деб олинса, бу қиймат маълум даражада дала шароитида ўтказиладиган грунтга эркин сув шимдирилишдаги текширув ишларидан олинган натижаларга (И. М. Литвинов, 1939, И. А. Одилов, 1967 ва бошқалар) жуда якин бўлиб, ёши, жинси ва генетик типи бўйича бир хил бўлган лёссимон грунтлардаги чуқурлик бўйича намлиги ва зичлигининг ўзгариши қонуниятига монанд келади ҳамда қаралаётган грунт учун унинг хоссаларининг чуқурлик бўйича ўзгариш қонуниятига монелик қилмайди.

Ўта чўкиш бошланишидаги босим қиймати грунтнинг зичлигига боғлиқ бўлади, яъни зичлик қиймати ўсиши билан босим $P_н$ ўсиб боради. Бошланғич босим $P_н$ қиймати қаралаётган чўкувчан грунтнинг кўриниши ва ҳолати учун ўзгармас бўлиб, намланган замин грунтининг кутилган деформациясини аниқлаш учун ҳисобий характеристика бўлиб хизмат қилади.

СССР нинг ҳар хил районлари учун бошланғич босим қиймати 0,2 дан 2 кг/см² гача бўлган кенг чегарада ўзгаради.

Ўта чўкишга оид ҳисоблашлар бошланғич босим тушунчаси билан бирга бошланғич намлик тушунчасининг киритилишини ҳам талаб қилади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, ўта чўкиш ҳосил бўлиши учун босимнинг маълум даражадаги қийматини грунтнинг намлик қийматисиз белгилаш мумкин эмас; грунт қатламининг таъсир этувчи ҳар бир босим қийматига грунтнинг ўта

чўкиш деформациясини юзага келтирувчи намликнинг маълум қиймати тўғри келади. Лёссимон грунтнинг шундай намлиги бошланғич намлик деб аталади.



XIV.1- расм. Чўкишнинг намликка боғланганлик эгри чизиғи.

Бошланғич намлик $W_н$ нинг шундай қийматики, унинг таъсирида ташқи куч ёки грунтнинг ўз оғирлигидан кучланиш ҳолатида турган лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш хоссалари намоён бўла бошлайди, яъни лабараторияда текширилган лёссимон грунтлар-нинг бошланғич намлик киритерияси учун нисбий ўта чўкиш коэффициентининг $\delta_{пр}$ 0,01 га тенг бўлган қиймати олинади.

Ўта чўкиш билан намлик ўртасидаги боғланиш Ғ. А. Мавлонов Х. А. Асқаров (1955), Л. Г. Балаев (1960), Р. Ж. Балли (1961). А. А. Мустафоев (1961), В. И. Крутов (1973), И. А. Одилов (1971) ва бошқалар томонидан ўрганилган.

$\delta = f(W)$ қонуниятни ёритувчи ушбу сатрлар автори И. А. Одилов томонидан ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, ўта чўкишнинг нисбий коэффициенти $\delta_{пр_i}$ билан грунт намлигининг ошиб бориши W_i (XIV. 1- расм) ўртасидаги боғланишни қуйидаги фомула билан аниқланадиган эгри чизиқ тенгламаси билан ифодаласа бўлар экан, яъни

$$\delta_{пр_i} = \delta_z \frac{W_i^2}{W_c^2} \cdot e^{\left(1 - \frac{W_i^2}{W_c^2}\right)}, \qquad (14.4)$$

бу ерда δ_z маълум чуқурлик z дан олинган ва лаборатория шароитида тўла сув шимдирилиб аниқланган грунтнинг қаралаётган қатламидаги тўла нисбий чўкиш коэффициенти. Бу қийматни $\delta_{пр} = f(z)$ қонунияти ўзгаришига қараб, ҳисоблаш йўли билан топиш мумкин. Бу тўғрида кейинроқ тўхталиб ўтамиз:

W_i — грунтнинг эркин сув шимдириш вақтида олган қўшимча намлиги бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$W_i = W_к - W_0, \qquad (14.5)$$

бу ерда $W_к$ — грунтнинг сув шимдирилгандан кейинги намлиги;
W_0 — грунтнинг сув шиммасдан олдинги табиий намлиги.

Шунингдек, ифода (14. 4) даги W_c— грунтнинг тўла чўкиш деформацияси намоён бўлишини таъминловчи қўшимча намлик

$$W_c = W_т - W_0 \qquad (14.6)$$

W_t — грунтнинг оқувчанлик чегарасидаги вазний намлиги. Тажрибаларнинг кўрсатишича, лёссимон грунтнинг (чўкиш қиймати бўйича II типга тааллуқли грунтларнинг) намлиги оқувчанлик чегарасига етганда ўта чўкиш хоссалари тўла намоён бўлиб, яъни ўта чўкиш деформацияси тугаб, ундан кейинги намланиш даражасининг оширилиши амалда ўта чўкиш деформациясини ривожлантира олмас экан.

Лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш деформацияси намоён бўлишида бошланғич намлик $W_н$ нинг (критик намликнинг) аҳамиятини профессорлардан Г. А. Мавлонов (1966), А. К. Ларионов (1957), М. П. Кузьминов (1967) ва бошқалар ҳам ўз ишларида қайд қилишади.

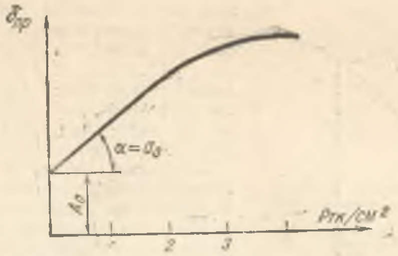
А. К. Ларионовнинг фикрича, лёссимон грунтларда ўта чўкиш процессининг бошланиши намликнинг 17 дан 22% гача бўлган қийматларида намоён бўлади. Г. А. Мавлонов ва П. М. Карпов (1963) маълумотларига кўра Мирзачўл лёссимон грунтларининг деформациялари кўп жиҳатдан уларнинг табиий намлигига боғлиқ экан; табиий намлиги қанча кам бўлса, сув шимдирилганда шунча кўп чўкар экан. Сув шимдириш процессида грунтнинг вазний намлиги 18—20% ва ундан ошганда туз цементлари ва структура боғланишлари бузилиши эвазига компрессион асбобдаги грунт намунаси бирданига кескин деформацияланади.

3-§. ЎТА ЧЎКИШНИ АНИҚЛАШНИНГ ИНЖЕНЕРЛИК УСУЛИ

Ўта чўкувчанлик. Лёссимон грунтлар намланганда маълум кучланиш ҳолатида ўта чўкиш деформациясига учрайди. Грунтнинг ўта чўкувчанлигини характерлаш учун, юқорида айтилгандек, нисбий чўкувчанлик коэффициенти $\delta_{пр}$ хизмат қилади.

Ўта чўкувчанликни текшириш, одатда, структураси бузилмаган грунт намуналари билан компрессион асбобларда ўтказилади. Лёссимон грунтларнинг нисбий чўкувчанлигини аниқлашнинг бир неча усуллари мавжуд. Улар ичида энг кўп қўлланиладигани бир ва икки эгри чизиқ усулларидир. Бир эгри чизиқли усулда грунтнинг текширилаётган — табиий тузилиши ва намлиги сақланган намунаси компрессион асбобда деформацияси шартли тугагунча берилган куч билан сиқилади. Кейин шу босим остида грунт намланади, унинг деформациясини кўрсатувчи маълумотлар олинади ва формула (14.1) ёрдамида нисбий чўкувчанлик топилади. Одатда, лабораторияларда сиқувчи кучларнинг 6—8 кг/см² гача ошиб борувчи қийматларида тажрибалар олиб борилади ва уларнинг натижаси билан $e=f(P)$ нинг эгри чизиғини қуриш мумкин бўлади.

Икки эгри чизиқли усулда бир вақтнинг ўзида бир монолитдан олинган грунтнинг икки намунаси компрессион асбобларда текширилади.



XIV.2-расм. Нисбий чўкишнинг ташқи босим қийматига боғлиқлиги ифодаси (Н. А. Цитович бўйича).

Биринчи намуна табиий намлик ҳолида унга тегишли поғонали ўсиб борувчи кучлар қўйилиб, иккинчи намуна эса аввал сув шимдирилгач, маълум миқдорда ўсиб борувчи поғонали сиқувчи кучлар таъсирида чўкишга текширилади. Ҳар бир текшириш натижаси асосида компрессион эгри чизиқлар қурилади. Бу эгри чизиқларнинг ординаталари фарқларидан грунт ғоваклик коэффициентининг ўзгариши топилади ва қуйидаги формула билан нисбий чўкувчанлик қиймати ҳисобланади:

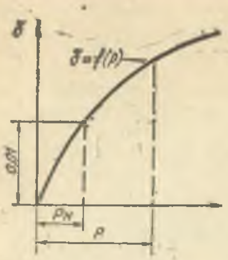
$$\delta_{пр} = \frac{e_0 - e_l}{1 + e_0} \qquad (14.7)$$

бу ерда e_0 — грунтнинг табиий структураси ва намлиги бузилмаган намунасининг кўлам босими $P_б$ га тенг куч билан сиқилгандан кейин ғоваклик коэффициенти; e_l — P_l га тенг ўзгармас таъсир кучи остидаги грунтнинг намлангандан кейинги ғоваклик коэффициенти.

Лёссимон грунтларнинг нисбий чўкувчанлиги $\delta_{пр}$ унинг зичлиги ва намлигига тубдан боғланган бўлиб, уларнинг ўсиши билан $\delta_{пр}$ камаяди. Нисбий чўкиш қиймати сиқувчи босимнинг ўсишига қараб ўса боради. Босимнинг унча катта бўлмаган қийматигача (2 — 3 кгк/см²) Н. А. Цитович бўйича (XIV. 2-расм) нисбий чўкиш тўғри чизиқ, яъни

$$\delta_{пр} = A_о + a_о P \qquad (14.8)$$

бўйича ўзгаради деб қаралади; бу ерда $A_о$ — лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш коэффициенти; $a_о$ — ўта чўкиш процессидаги грунтларнинг нисбий сиқилишини характерлайдиган коэффициенти. $A_о$ ва $a_о$ коэффициентларнинг қийматлари иккита бир хил намунани ўта чўкувчанликка текшириш билан топилади. Бироқ, кўп сонли текширишлар шуни кўрсатадики, $\delta_{пр} = f(P)$ ўзгариши эгри чизиқли характерга эга бўлиб, даражали функция билан ифода



XIV.3- Нисбий чўкишнинг ташқи босим қийматига боғлиқлиги ифодаси (А. А. Мустафоев бўйича).

этилган тақдирдагина тажриба эгри чизиғини етарлича аниқлик билан кўрсата олади. Бундан ташқари, формула (14.8) га биноан $P = 0$ бўлганда нисбий чўкувчанлик A га тенг бўлади. Ваҳоланки, ўта чўкиш грунтнинг маълум зўриқиш (кучланиш) ҳолатида намоён бўлади.

Проф. А. А. Мустафоев (1966) лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш деформациясини характерлаш учун грунтларни компрессион асбобда кўп сонли текширишлар асосида олинган натижаларга биноан қуйидаги чизиқли бўлмаган ифодани тавсия этган (XIV.3- расм).

$$\delta_{пр} = \alpha \cdot P^{\beta}. \qquad (14.9)$$

Дастлабки ҳисоблашларнинг кўрсатишича, таъсир этувчи кучланишнинг кенг диапазони (1—4 кгк/см²) бўйича грунтнинг нисбий чўкишининг монотон ўсиб боришини кўрсатувчи эгри чизиқни етарлича аниқликда даражали функция 14.9 формула билан кўрсатса бўлади. (14.9) ифоданинг параметрлари α ва β лар қуйидаги икки усул билан аниқланади:

Биринчи усулда (14.9) ифоданинг икки томонини логарифмлаб топилади.

$$\ln \delta_{пр} = \ln \alpha + \beta \ln P \qquad (14.10)$$

Компрессион текширишлардан иккита ҳар хил босим P_1 ва P_2 учун нисбий чўкишнинг икки қиймати $\delta_{пр_1}$ ва $\delta_{пр_2}$ маълум бўлсин. У ҳолда (14.10) тенглама асосида қуйидагилар тузилади:

$$\ln \delta_{пр_1} = \ln \alpha + \beta \ln P_1,$$

$$\ln \delta_{пр_2} = \ln \alpha + \beta \ln P_2$$

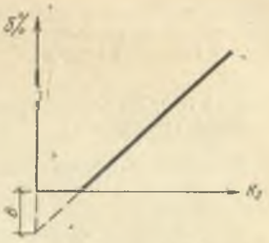
ва бу тенгламаларни α ва β бўйича ечиб, қуйидаги ҳосил қилинади:

$$\frac{\ln P_2 \cdot \ln \delta_{пр_1} - \ln P_1 \cdot \ln \delta_{пр_2}}{\ln P_2 - \ln P_1},$$

$$\alpha = e$$

$$\beta = \frac{\ln \delta_{пр_1} - \ln \delta_{пр_2}}{\ln P_1 - \ln P_2}. \qquad (14.10)$$

α ва β параметрларни топишдаги иккинчи усул тажриба натижаларида олинган қийматларни логарифмик сеткага ўтказишга асосланади. Бунинг учун (14.10) ифодага биноан ҳамма тажриба нуқталари тўғри чизиқ кўринишида қуйилади ҳамда α ва β параметрлар шу тўғри чизиқнинг коэффициентлари сифатида аниқланади.



XIV.4- расм. Нисбий чўкиш $\delta_{пр}$ нинг грунтга таъсир этувчи босим 3 кг/см² тенг бўлгандаги намланиш вақтида мустаҳкамликнинг камайиш коэффициентига боғлиқлиги (В. И. Крутов тавсияси. Москва. 1972).

Тик ўқ ($\ln \delta_{пр}$) бўйича қурилган тўғри чизиқни кесиб ўтувчи кесма параметр α нинг қийматини, горизонтал ўқ ($\ln P$) қа нисбатан шу тўғри чизиқнинг бурчак тангенси эса β нинг қийматини аниқлайди.

Мутахассисларнинг яна бир гуруппаси (В. И. Крутов ва унинг шогирдлари) нисбий чўкишнинг ўзгаришини лёссимон грунтларнинг намлангандаги мустаҳкамлигининг камайиш коэффициенти K_3 билан ифодалайдилар.

В. И. Крутовнинг тажриба ишлари нисбий чўкиш $\delta_{пр}$ билан грунтнинг табиий намлигида зондланишига нисбий қаршилиги R_c нинг, сувга тўйингандаги қаршилиги $R_в$ га нисбати билан ўлчанадиган мустаҳкамликнинг камайиш коэффициенти $\left(k_з = \frac{R_c}{R_в}\right)$ ўртасидаги боғланиш (XIV. 4- расм) тўғри чизиқли эканлигини кўрсатади. $\delta_{пр} = f(k_з)$ ўгаришининг XIV. 4-расм ифодасини В. И. Крутов қуйидаги кўринишда беради:

$$\delta_{пр} = a \cdot k_з - b. \qquad (14.11)$$

бу ерда a, b — энг кичик квадратлар усули билан топиладиган тўғри чизиқнинг параметрлари бўлиб, 2,3 га тенг.

Н. А. Цитович, А. А. Мустафоев, В. И. Крутовларнинг илмий тадқиқот ишларининг анализи қуйидаги хулосаларни чиқаришга имкон беради. Лёссимон грунтлар нисбий чўкишининг таъсир этувчи босимга қараб ўзгаришини тўғри чизиқли деб қараш, чўкувчи қалинликнинг маълум қатламигагина мос келиб, грунтнинг бутун қалинлиги бўйича қонунияти ўзгаришини ифода эта олмайди.

Нисбий чўкиш $\delta_{пр}$ билан таъсир этувчи босим P ўртасидаги боғланишни ўсиб бурувчи эгри чизиқ билан ифодалаш чўкиш қалинлигидаги қаралаётган қатлам деформациясининг ошиб борувчи таъсир кучининг маълум қийматигача ўзгаришининг механик ифодаси бўлиб қолади, у ҳолда топилган $\delta_{пр} = f(P)$ қонунияти грунтнинг тарихий-географик келиб чиқиш даврида иқлим ўзгариши, иссиқ, совуқ, механик, биологик, химиявий ва бошқа таъсирлар натижасида мужассамланган чўкувчи қалинликнинг чуқурлиги бўйича ўта чўкиш хоссасининг ўзгариш қонунини ифода этолмайди. Бу эса чўкувчи лёссимон грнутларда қуриладиган турли объектларни лойиҳалаш талаби назариётчи ва тажрибакор тадқиқотчилар олдига грунтнинг ўта чўкиш хоссаларининг чуқурлик бўйича ўз-

гаришини ўрганишни асосий вазифа қилиб қўймоқда. Бу вазифаларнинг ҳал этилиши қурилиш кўламининг ривожланишида катта амалий аҳамиятга эгадир.

4-§. КУТИЛГАН ЎТА ЧЎКИШ ҚИЙМАТИНИ СНиП II-15-74 БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ

Грунтнинг ўз оғирлиги таъсиридан ёки бино ва иншоотларнинг оғирлигидан кутилган ўта чўкиш қиймати қуйидаги формула билан топилади:

Ўта чўкиш

$$S_{пр} = \sum_{i=1}^{n} \delta_{пр_i} \cdot h_i m, \qquad (14.12)$$

бу ерда $\delta_{пр_i}$ — грунтнинг нисбий ўта чўкиш коэффициенти; h_i — i-грунт қатламининг қалинлиги; n — деформацияланувчи зона бўлинган элементар қатламлар сони; m — заминнинг ишлаш шароити коэффициенти;

пойдеворнинг кенглиги 12 м ва ундан катта бўлганда z кенглиги 3 м гача бўлган лентасимон пойдеворлар ва кенглиги 5 м гача бўлган тўртбурчакли пойдеворлар учун

$$m = 0{,}5 + 1{,}5 \cdot \frac{P - P_н}{P_о} \qquad (14.13)$$

бу ерда P — пойдевор таг юзасига таъсир этувчи ўртача босим, кг/см²; $P_н$ — ўта чўкиш бошланишидаги босим, кг/см²; $P_о$ — 1 кчк/см² тенг бўлган босим.

(14.12) формулани қўллаш учун чўкадиган қалинлик бутун литологик қирқими бўйича баландлиги h_i га тенг бўлган элементар қатламларга бўлинади. Ҳар бир қатлам учун шу қатлам чуқурликларига мос таъсир этувчи босим билан сувга тўйинган ҳолида грунтнинг нисбий ўта чўкиш қийматлари аниқлангач, (14.12) формула бўйича, $\delta_{пр}$—0,01 тенг, тегишли қатлам ётган чуқурликдан (грунтнинг ўз оғирлиги таъсиридан ўта чўкишни ҳисоблашда) ёки пойдеворнинг таг юзаси горизонтидан бошлаб (иншоот оғирлиги таъсиридан чўкишни ҳисоблашда) ер ости сувининг йиллик ўртача сатҳи горизонтигача ёки грунт қатламининг нисбий чўкиши $\delta_{пр}$—0,01 бўлган чуқурликкача жамланади. Бино пойдевори орқали бериладиган қўшимча босимнинг заминда тарқалиши эластиклик назариясининг тегишли ечимлари билан топилади. Грунтнинг ўз оғирлигидан таъсир этувчи кўлам босими (битовое давление) эса статика қонунлари бўйича топилади:

$$P_б = \gamma_о \cdot z, \qquad (14.14)$$

бу ерда $P_б$ — грунтнинг ўз босими ёки кўлам босими;
$\gamma_о$ — грунтнинг ҳажмий оғирлиги;
z — қаралаётган чуқурлик.

Юқорида келтирилган ҳисоблаш формулалари кўпчилик мутахассисларнинг фикрича (Г. А. Мавлонов (1975), А. А. Мустафоев (1979), Х. А. Асқаров (1955) Е. Н. Сквалецкий (1968) ва бошқалар) ҳар доим ишончли натижалар бермайди. Бунга асосий сабаб шуки, компрессион текшириш асбоблари ўта чўкиш процессини тўла кўрсата олмайди, кўп ҳолларда дала шароитида заминларни намлаш натижасида намоён бўладиган ўта чўкиш қиймати лаборатория натижасида олинган ўта чўкиш қийматидан фарқ қилади. Номуносибликни заминнинг ишлаш шароити коэффициенти билан тўғрилаш ҳамда шу коэффициентни пойдеворнинг ўлчамлари ва грунтга таъсир этувчи босимга қараб ўзгартириш етарлича қаноатлантирарли ва назарий томондан асосли бўлган натижа бермайди. Қурилиш майдонининг грунт шароити сув шимдирилганида ўз оғирлиги таъсирида юз бериши мумкин бўлган ўта чўкиш деформациясига қараб икки типга бўлинади: грунтнинг ўз оғирлигидан ўта чўкиши 5 см дан кам бўлса — I типга, 5 см дан катта бўлса, II типга мансуб бўлади.

Грунтларнинг шароит типи икки усулда аниқланиши мумкин. Биринчиси — лаборатория усули бўлиб, қуриладиган территория миқёсида лойиҳаланган якка тартибдаги бино ва иншоот учун қўл келади. Бу усулда грунтнинг ўз оғирлиги таъсирида юз берувчи кутилган ўта чўкиш қиймати (14.12) формула билан аниқланади.

Иккинчи усул — дала шароитида қурилиш участкасида котловандан грунтга сув шимдириш усулидир. Бундай усулда, чўкувчи қатлам томонлари 20×20 м бўлган (ёки чўкувчи қатлам қалинлигидан кам бўлмаслиги керак) котлован орқали, сувининг баландлиги 30—50 см ҳолида бутун чўкувчи қатлам тўла намлангунча ва ўта чўкиши амалда сўнгунга қадар (сўнгги 2 ҳафта ичида деформация қиймати ҳар ҳафтасида 1 см дан ошмаслиги керак) сув шимдирилади. Кузатиш мақсадида грунт қатлами тепасига ўрнатилган маркаларни тик йўналиш бўйича силжиш қийматларининг вақт бўйича ўзгариш графиги чизилади. Шу графикдаги деформациянинг сўниш давригача бўлган қиймати қатламнинг кутилган ўта чўкиш қийматини кўрсатади.

5-§. ЛЁССИМОН ГРУНТЛАР ҚАТЛАМИ ЧУҚУРЛИГИГА ҚАРАБ ЎТА ЧЎКИШ ХОССАЛАРИНИНГ ЎЗГАРИШ ҚОНУНИ

Кўпчилик мутахассислар (Н. И. Кригер (1966), В. И. Крутов, А. М. Драницков (1962). А. Н. Чумаченко, И. А. Одилов (1971) ва бошқалар) нинг тадқиқотлари билан лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш хоссаларини, яъни нисбий чўкиш қийматини қатламнинг чуқурлиги бўйича, аввал кўпайиб бориб, маълум чуқурликдан сўнг яна камайиб минимум қийматга интилиб бориши аниқланган.

Ўта чўкиш хоссаларининг чуқурлик бўйича бундай ўзгариши лёссимон грунтларнинг зичлигига, намлигига ва механик таркибига тубдан боғлиқдир.

Грунтнинг ўта чўкиш деформациясининг — нисбий чўкиш коэффициенти қийматининг чуқурлик бўйича ўзгаришида, аввал ўсиб бориб, сўнг камайиш томон бурилган жойи — экстремал нуқтаси лёссимон грунтларда ҳар хил чуқурлик горизонтига тўғри келиши мумкин. Ушбу сатрлар авторининг олиб борган тажриба ва назарий илмий ишлари ҳамда бошқа кўп мутахассисларнинг тажриба ишларида олинган натижаларнинг анализ қилиниши мураккаб таркибли лёссимон грунтларни, ўта чўкиш қийматини ҳисоблаш нуқтаи назаридан, қуйидаги асосий группаларга бўлишга имкон беради.

Қаралаётган лёссимон грунт қатламининг нисбий чўкиш коэффициентининг чуқурлик бўйича $\delta_z = f(z)$ ўзгаришидаги энг катта қиймати — δ_{max} экстремал нуқтаси битта ва у 2 м дан 7 м гача чуқурликда ётса, уни бир жинсли, бир қатламли чўкувчан лёсс грунти деймиз.

Худди юқорида айтилгандек, $\delta_z = f(z)$ нинг экстремал нуқтаси битта бўлиб, унинг ётиши 7 м га тенг ёки 7 м дан 15 м гача чуқурликда топилса, уни бир жинсли, бир қатламли чўкувчан лёссимон грунт деб атаймиз.

Агар $\delta_z = f(z)$ нинг экстремал нуқталари иккита ва ундан ортиқ бўлиб, улар 2 дан 7 м гача чуқурликда аниқланса, бундай қатламни бир жинсли бўлмаган, чўкувчанлиги турлича бўлган лёсс грунти деймиз.

Агар $\delta_z = f(z)$ нинг экстремал нуқталари иккита ва ундан ортиқ бўлиб, улар 7 м дан 15 м гача чуқурликда топилса, бир жинсли бўлмаган турли лёссимон грунтлар дейилади.

Агар $\delta_z = f(z)$ нинг экстремал нуқталари иккита ва ундан ортиқ бўлиб, улар 2 дан 15 м гача катта чегарада ҳар хил чуқурликда топилса, лёссимон кўп қатламли чўкувчан грунт деймиз.

6- §. БИР ЖИНСЛИ, НИСБАТАН БИР ҚАТЛАМЛИ ЛЁСС ГРУНТЛАРИНИНГ ЎТА ЧЎКИШИНИ АНИҚЛАШ

Бир жинсли лёсс қатламларида шурф ковлаш йўли билан ҳар бир метр чуқурликдан энг ками билан иккитадан монолит олиб (20×20 см) лаборатория шароитида, табиий босимга тенг куч таъсирида сиқиш орқали (3 ва ундан ортиқ марта) аниқланган нисбий чўкиш коэффициентлари $\delta_{пр}$ нинг ўртача арифметик қийматини чуқурлик бўйича $\delta_z = f(z)$ ўзгариши чизмада XIV. 5- расмдаги эгри чизиқни беради.

Лёсс грунтларининг нисбий чўкиш коэффициентининг чуқурлик бўйича ўзгариши XIV. 5- расм қуйидаги ифода билан яхши аппроксимация этилади:

$$\delta_z = a \cdot \gamma_c \cdot z \cdot e^{-b\,\gamma_c\, z}, \qquad (14.15)$$

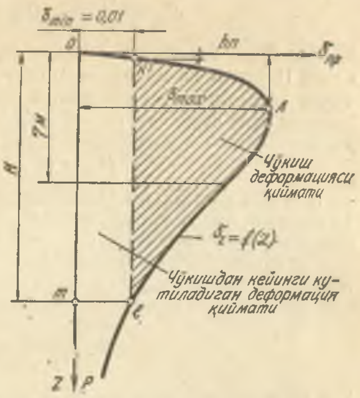
бу ерда δ_z — чуқурлик z га тўғри келган грунтнинг нисбий чўкиш коэффициенти;

a, b — эгри чизиқ $\delta_z = f(z)$ нинг параметрлари бўлиб, қуйидаги ифодалар билан ҳисоблаб топилади:

$$a = \frac{\delta_{max}}{\gamma_c \cdot z_A} \cdot 2{,}718 \qquad (14.16)$$

$$b = \frac{1}{\gamma_c \cdot z_A} \qquad (14.17)$$

γ_c — лёсс грунтининг сув шимдирилиб, ўз оғирлиги таъсирида деформациялангандан кейинги ҳажмий оғирлиги бўлиб, ўта чўкиш қийматини топишда $\gamma_в = 2$ Тк/м³ га тенг деб олиш мумкин; z_A — нисбий чўкиш коэффициентининг максимал қиймати (экстремал нуқта) ётган чуқурлик:



XV.5- расм. Лёсс грунтларидаги $\delta_{пр} = f$ (р) ўзгариши.

δ_{max} — нисбий чўкиш коэффициентининг максимал қиймати.

Ифода (14.16) ва (14.17) даги катталикларни эътиборга олган ҳолда, формула (14.15) ҳисоблаш учун қулай бўлган кўринишга келади.

$$\delta_z = \delta_{max} \cdot \frac{z}{z_A} \cdot e^{\left(1 - \frac{z}{z_A}\right)} \qquad (14.18)$$

СНиП II-15-74 талаби бўйича δ_z нинг 0,01 дан катта қийматлари ўта чўкиш деформацияси ҳисобланади. Дала шароитида лёсс қатламларга эркин сув шимдирилганда, унинг намлиги кўтарилиши процессида оқувчанлик чегарасига етгунча ўз оғирлиги таъсирида берган деформацияси ўта чўкиш деформацияси дейилади. Албатта бу деформация грунтнинг босими ва намланганлик даражасидан ташқари, асосан лёсснинг келиб чиқиш тарихий жараёнида чуқурлик бўйича табиий шароитда қай даражада зичланганлигига ҳам боғлиқ бўлади. Бу эса грунтнинг чуқурлик бўйича ўта чўкиш хоссаларининг маълум қонуният бўйича камайиб боришига сабаб бўлади.

XIV.5- расмдаги чизмага асосан ўта чўкиш деформациясининг қиймати KAl нуқталардан ўтган эгри чизиқ билан Kl тўғри чизиғи кесишишидан ҳосил бўлган майдон юзасига тенг бўлса, чўкишдан кейинги кутиладиган деформация қиймати эса $oklm$ нуқталардан ўтган майдон юзасига тенг бўлиб, миқдорий қийматини қуйидаги ифода билан аниқласа бўлади.

$$S_{пр} = \frac{1}{2}(2\delta_{min} \cdot H_{пр} + \delta_{min} \cdot h_н), \qquad (14.19)$$

бу ерда δ_{min} — ўта чўкиш коэффициентининг минимал қиймати, СНиП II-15-74 биноан $\delta_{min} = 0{,}01$; $h_н$ — лёсс қатламидаги ўта чўкиш деформациясининг бошланиш чуқурлиги ёки ўта чўкиш зонасининг тепа чуқурлиги, $H_{пр}$—ўта чўкиш намоён бўлган грунт қалинлиги:

$$H_{пр} = H - h_н. \qquad (14.20)$$

H — лёсс қатламидаги ўта чўкиш деформацияси намоён бўлувчи зонанинг пастки чуқурлиги бўлиб, бошқача айтганда, ўта чўкиш зонасининг пастки чуқурлиги деймиз.

Ўта чўкиш деформациясининг умумий қиймати $S_{пр}$ ни (14.18), ифодани $h_н$ дан H гача чегарада интеграллаб топиш мумкин

$$S_{пр} = \int_{h_н}^{H} \delta_z \cdot d_z \qquad (14.21)$$

Ўта чўкувчан лёсс грунтларида $h_н$ нинг қиймати кўп ҳолларда 1 м дан кичик бўлади. Агар $h_н$ ни эътиборга олмасдан, ўта чўкиш деформациясини топишда интеграл чегарасини нолдан бошланади деб қарасак, ўта чўкиш қиймати унчалик ўзгармайди. У ҳолда ўта чўкишнинг кутилган қиймати $S_{пр}$, $\delta_z = f(z)$ ни нолдан то H гача бўлган ўзгаришда интеграллаб топилади. (14.18) ифодани 0 дан H гача чегарада интегралласак,

$$S_{пр} = \delta_{max} \cdot e \cdot z_A \left[1 - \left(\frac{H}{z_A} + 1\right) \cdot e^{-\frac{H}{z_A}}\right] \qquad (14.22)$$

Чўкувчан қатлам H нинг қалинлиги 25 м ва ундан катта бўлганда (14.22) формуладаги қавсни соддалаштирса бўлади, чунки қавс ичидаги иккинчи қисм амалда нолга интилади ва уни инобатга олинмаса бўлади, унда

$$S_{пр} = \delta_{max} \cdot z_A \cdot e. \qquad (14.23)$$

Демак, бир жинсли, бир қатламли чўкувчан лёссимон грунтлардаги ўта чўкишнинг кутилган қиймати асосан чуқурлик бўйича ўта чўкишнинг ўзгариш қонуниятдаги $\delta_z = f(z)$ нисбий чўкиш коэффициентининг максимал қиймати δ_{max} га ва шу катталик топилган чуқурлик $z_{\delta max}$ га боғлиқ экан.

Бир қатламли лёсс грунтларининг кутилган чўкиши ўта нисбий чўкиш коэффициетининг максимал қиймати δ_{max} билан шу қиймат ётган чуқурлик $z_{\delta max}$ кўпайтмасининг $e = 2{,}718$ марта оширилган миқдорига тенг экан

$$S_{пр} = \delta_{max} \cdot z_A \cdot 2{,}718, \qquad (14.23)'$$

2,718 — натурал логарифмлар асоси e нинг сон қиймати.

Хулоса қилиб айтганда, чўкувчи қатлам $H_{пр}$ нинг қийматини δ_{max} ва $z_{\delta max}$ ларнинг катталиклари белгилар экан, яъни

$$H_{пр} = \frac{\delta_{max}}{\delta_{ўр}} \cdot 2{,}718 \cdot z_{\delta_{max}}, \qquad (14.24)$$

бу ерда $\delta_{ўр}$ — нисбий ўта чўкиш коэффициентининг ўртача қиймати

$$\delta_{ўр} = \frac{S_{пр}}{H_{пр}} \qquad (14.25)$$

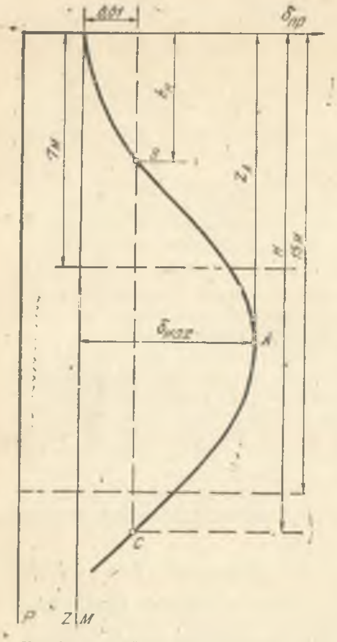
Ўта чўкиш қатлами қалинлиги ҳанузгача шурф ковлаш йўли билан аниқланади. СНиП II-15-74 талаби бўйича $\delta_z = f(z)$ қонунияти ўзгаришдаги нисбий чўкиш коэффициентининг қиймати δ_z 0,01 га тенг ёки ундан кичик бўлган қийматга тўғри келган чуқурлигини ўта чўкиш қатлами чуқурлиги учун қабул қилинади. Иқтисодий томондан қимматга тушувчи бундай усулни анча тежамкорликка келтирувчи ҳамда қурилиш амалий талабига аниқлик жиҳатидан жавоб берувчи ўта чўкиш қатламини топишда ҳисобий усул ўйлаб топиш ҳозирги кундаги асосий талабларидан бири бўлиб қоляпти. Шу талабга жавобан қўлланманинг ушбу боби муаллифи томонидан лёсс грунтлари ўта чўкиш қатламининг тепа $h_н$ ва пастки чуқурликлари H ни аниқлаш учун қуйидаги шарт тавсия этилади:

$$0{,}01 \geq \delta_{max} \cdot \frac{z}{z_A} \cdot e^{\left(1 - \frac{z}{z_{\delta max}}\right)} \qquad (14.26)$$

Ифода (14.26) га биноан ўта чўкиш қатламининг тепа чуқурлиги ($h_н$) $z < z_{\delta_{max}}$ дан кичик бўлганида тавсия этилган шарт бажарилиши билан топилади.

7-§. НИСБАТАН БИР ҚАТЛАМЛИ, БИР ЖИНСЛИ ЛЁССИМОН ГРУНТЛАРНИНГ ЧЎКИШ ҚИЙМАТИНИ ТОПИШ

Ю. М. Абелев (1939), Ғ. А. Мавлонов, А. А. Мустафоев (1961), К. К. Қозоқбоев (1971), В. И. Крутов (1973), И. А. Одилов (1971) ва бошқа тадқиқотчиларнинг лаборатория ҳамда дала шароитида олиб борган тажрибаларининг кўрсатишича, намланган лёссимон грунтларнинг кучланиш — деформация ҳолатини эгри чизиқли деформация қонунияти орқали ифодаласа бўлар экан. Нисбий чўкиш билан чуқурлик бўйича ўсиб борувчи грунтнинг кўлам босими (ўз босими) ўртасидаги боғланишни (XIV. 6- расм) ёнга кенгайиш имконияти бўлмаган шароитдаги ҳажмий деформация ҳолатида текширилганда олинган эгри чизиқни даражали функция билан аппроксимация этилса, етарли даражадаги аниқликда ифодаланади, яъни



XIV.6-расм. Лёссимон грунтлардан қатлам чуқурлиги бўйича $\delta_{пр} - f(p)$ нинг тарқалиши схемаси.

$$\frac{\Delta d s}{dz} = \delta_z = a \cdot P_z^2 \cdot e^{-b \cdot P_z^2}, \quad (14.27)$$

бу ерда a, b — эгри чизиқ параметрлари бўлиб, XIV.6-расмга асосан қуйидаги формулалар билан топиш мумкин:

$$a = \frac{\delta_{max} \cdot e}{\gamma_c^2 \cdot z_A^2} \quad (14.28)$$

$$b = \frac{1}{\gamma_c^2 \cdot z_A^2} \quad (14.28)$$

γ_c, z_A — олдинги параграфда берилган шартли ифодаларнинг ўзгинаси; P_z — чуқурлик бўйича ўсиб борувчи грунтнинг ўз оғирлигидан келиб чиқадиған зичловчи кучланиш. (14.14) (14.28) ва (14.29) тенгламаларга асосан (14.27) ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$\delta_z = \delta_{max} \cdot \frac{z^2}{z_A^2} \cdot e^{\left(1 - \frac{z^2}{z_A^2}\right)} \quad (14.30)$$

СНиП II-15-74 бўйича нисбий чўкиш δ_z нинг қиймати 0,01 дан кичик бўлганда, ўта чўкиш дефомацияси ҳисобланмайди. Демак, $\delta_z = f(z)$ эгри чизиқнинг $\delta_z \geq 0{,}01$ бўлган қийматларига қараб ўта чўкиш қатламининг устки $h_н$ ва пастки H чуқурликларини (14.29) тенгламани қуйидаги кўринишдаги ифодаси орқали топиш мумкин

$$0{,}01 \leq \delta_{max} \cdot \frac{z^2}{z_A^2} \cdot e^{\left(1 - \frac{z^2}{z_A^2}\right)} \quad (14.30)$$

Чуқурлик z га $z > z_A$ бўлган қийматлар бериб, (14.30) формула билан ўта чўкиш қатламининг пастки чуқурлиги H топилса, z га $z < z_A$ бўлган қийматлар бериб, ўта чўкиш қатламининг тепа чуқурлиги $h_н$ аниқланади.

Лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш қиймати (14.30) ифодани $h_н$ дан H гача оралиқда интеграллаб топиш мумкин эди. Бироқ, натижавий формуладаги гармоник қатор биз қараётган шароитда, яъни $H > 15$ м, 2 м $\leq h_н \leq$ 5 м, 7 м $\leq Z_A \leq$ 15 м қийматларда мақсадга яқинлашмайди.*

Шунинг учун лёссимон қатламлардаги ўта чўкиш деформациясининг чуқурлик бўйича ўзгаришини (14.30) ифода билан аниқлаб ўта чўкиш қиймати $S_{пр}$ ни топишда эса, элементар қатламлардаги деформацияларни йиғишдаги тақрибий трапеция усули билан алмаштирса бўлади, яъни

$$S_{пр} = \int_{h_н}^{H} \delta_z \cdot dz \simeq \frac{H - h_н}{n} \left(\frac{\delta_1}{2} + \delta_2 + \delta_3 + \ldots + \delta_{n-1} + \frac{\delta_n}{2}\right) \quad (14.31)$$

n — ўта чўкиш қатлами ($H - h_н$) миқёсидаги элементар қатламлар сони:

δ_1 — ўта чўкиш қатламининг устки чуқурлиги $h_н$ дан пастдаги биринчи элементар қатламга тўғри келган нисбий чўкиш қиймати;

δ_n — ўта чўкиш қатламининг пастки чуқурлиги H дан пастдаги биринчи элементар қатламга тўғри келган нисбий чўкиш қиймати.

Лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш қийматини топиш усули.

Қаралаётган чўкувчан грунт проф. F. А. Мавлонов тавсия этган талаблар бўйича ҳақиқатан лёссимон, бир жинсли, бир қатламли эканлиги маълум бўлгандан сўнг, грунт қанчалик қалин бўлишидан қатъи назар (масалан, $H > 20$ м ва ундан катта) чуқурлиги 15 м гача шурф ковланиб, ҳар бир метр оралиқда камида иккитадан монолит олиниб, лаборатория шароитида, сиқувчи босимнинг қиймати кўлам босими $P_б$ га тенг миқдор билан нисбий чўкишнинг қатлам чуқурлиги бўйича ўзгариши топилади ва унинг $\delta_z = f(z)$ чизмаси чизилади. Чизмадан δ_{max} қийматлари топилади. δ_{max} ва $z_{\delta_{max}}$ ларни ифода (14.30) га қўйиб, z га чуқурликларни кўрсатувчи $z = 1, 2, 3 \ldots$ қийматлар бериб, δ_z миқдорлари топилади ва улар жадвалга кўчирилади. δ_z нинг 0,01 га тўғри келган иккита қиймати бор. Шу 0,01 га тўғри келган юқори чуқурлик ўта чўкиш қатламининг тепа чуқурлиги $h_н$ учун қабул қилинади, иккинчисига тўғри келган чуқурлик эса, ўта чўкиш қатламининг пастки чуқурлиги H учун қабул қилинади.

Топилган қийматлардан фойдаланиб, формула (14.31) ёрдамида қатламнинг ўта чўкиш қиймати топилади.

* И. О. Одилов, К. К. Қозоқбоев. Расчет просадки лессевидных грунтов по максимальной величине коэффициента относительной просадочности. В кн: Проектирование и строительство зданий, сооружений на лёссовых просадочных грунтах. ТОМ 2.
Теория и методики расчета оснований и фундаментов. Барнаул, 1980.

8-§. ЛИТОЛОГИК КЎП ҚАТЛАМЛИ ЛЁССИМОН ГРУНТЛАРНИНГ ЎТА ЧЎКИШ ҚИЙМАТИНИ АНИҚЛАШ

Табиий шароитда қуйидаги лёссимон грунтлар бўлиш мумкин:

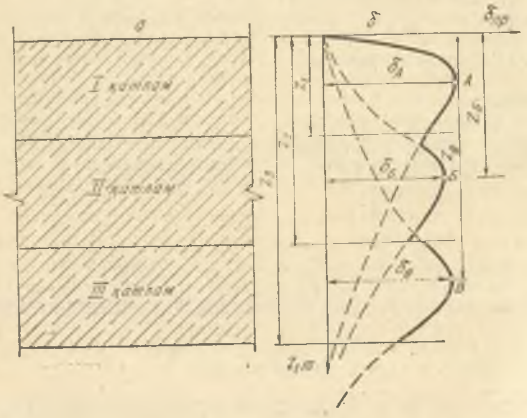
а) чўкувчи қатлам нисбатан бир жинсли грунтлардан ташкил топган;

б) чўкувчи қатлам литологик ҳар хил бўлган икки хил лёссимон грунтлардан ташкил топган;

в) чўкувчи қатлам уч ёки ундан кўп литологик қатламдан ҳар бирининг баландлиги 2 м ва ундан катта бўлган участкалар.

Юқоридаги параграфларда нисбатан бир жинсли бўлган чўкувчи лёсс грунтларнинг кутилган ўта чўкиш қийматини аниқлаш усуллари баён этилди.

Чўкувчи қатлами литологик ҳар хил бўлган икки ёки ундан ортиқ лёсс грунтлардан ташкил топган ҳолларда ўта чўкиш хоссалари, яъни $\delta = f(z)$ нинг ўзгариши, қатламнинг сонига қараб икки ва ундан ортиқ бўлган эгри чизиқларнинг йиғиндисидан ташкил топган узлуксиз эгри чизиқни ҳосил қилади. Мураккаб қатламли лёсс грунтнинг ўта чўкиш қийматини аниқлаш учун $\delta_z = f(z)$ ни ташкил этган ҳар бир бўлак қабариқ эгри чизиқни (XIV.7 расмга қаранг) мустақил деб қараймиз. Ҳар бир бўлак эгри чизиқни координаталар бошидан бошланувчи ва маълум қонуният билан ривожланувчи деб ҳисоблаймиз. Шунингдек, координаталар бошидан бошланиб, ўз давомида умумий $\delta_z = f(z)$ эгри чизиқнинг бирор қабариқ участкасини кўрсатувчи аналитик ифода қуйидаги учта формулаларнинг бирига яқин бўлиши мумкин, яъни



XIV.7-расм. Кўп қатламли чўкувчи грунт схемаси:
а — грунтнинг методологик қатламлари; б — ҳар хил литологик қатламли грунтнинг ўзгариши.

$$\delta_z = \frac{\delta_A}{z_A} \cdot z \cdot e^{\left(1 - \frac{z}{z_A}\right)}; \quad (14.32)$$

$$\delta_z = \frac{\delta_Б}{z_Б^2} \cdot z^2 \cdot e^{\left(1 - \frac{z^2}{z_Б^2}\right)}; \quad (14.33)$$

$$\delta_z = \frac{\delta_В}{z_В^3} \cdot z^3 \cdot e^{\left(1 - \frac{z^3}{z_В^3}\right)}; \quad (14.34)$$

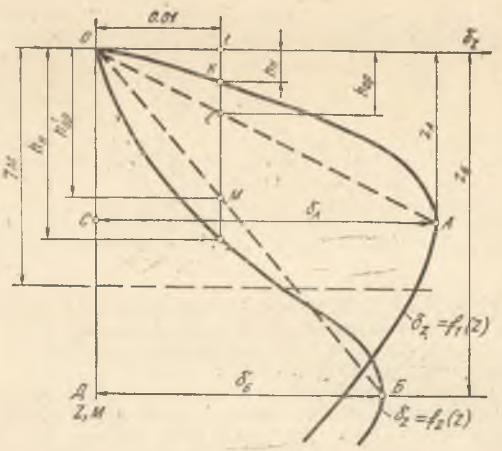
бу ерда $\delta_А$, $\delta_Б$, $\delta_В$ — тегишлича ҳар бир қатлам миқёсидаги нисбий ўта чўкиш коэффициентининг максимал қиймати;

$z_А$, $z_Б$, $z_В$ — нисбий ўта чўкиш коэффициентлари максимал қийматларининг тегишли чуқурликлари.

Келтирилган формулаларнинг чап томонини 0,01 га тенг деб олиб, чуқурлик Z га қийматлар бера бориб, чўкувчи қатламнинг юқори $h_н$ ва пастки чуқурлиги H ни топиш мумкин. Демак, ҳар бир тенглама қаралаётган тегишли лёсс қатламининг ўта чўкиш қалинлиги билан нисбий чўкиш коэффициентининг максимал қиймати ўртасидаги боғланишни ифодалар экан. Бундан шундай хулоса келиб чиқадики, чўкувчи лёссимон қатламдаги ўта чўкиш хоссасининг чуқурлик бўйича ўзгаришидаги қонуниятни белгилашда, яъни топишда ўта чўкиш қатламининг тепа чуқурлиги $h_н$ ни ўзгартирувчи (таъсир этувчи) фактор сифатида қаралса бўлар экан.

Лёссимон қатламлар ўта чўкиш хоссаларининг чуқурлик бўйича ўзгаришини ўрганиш бўйича СССР миқёсида ўтказилган тажрибаларнинг натижалари таҳлил қилинганда* қуйидаги маълум бўлди: чўкувчи қатлам қалинлиги H нисбий чўкиш коэффициентининг максимал қиймати топилган чуқурлик $z\delta_{max}$ га нисбати олинадиган катталик $\left(\frac{H}{z\delta_{max}}\right)$ нинг ўзгариши чўкувчи қатламнинг тепа чуқурлигига боғлиқ экан яъни $h_н$ қанча кам бўлса, $\frac{H}{z\delta_{max}}$ қиймати шунча катта бўлади ва аксинча. Демак, $h_н$ нинг қиймати маълум бўлса, (14.32), (14.33) ва (14.34) формулалар билан топиладиган $\delta_z = f(z)$ эгри чизиғининг тегишли параметрлари H ва $h_н$ ларни тақрибан белгилаш мумкин. Демак, $h_н$ ёрдамида қаралаётган чўкувчан лёссимон қатламнинг $\delta_z = f(z)$ қонуниятини кўрсатишда тавсия этилган формулалардан қайси бири мос келишини белгилаб олиш мумкин бўлади. Шу гипотезага биноан, қаралаётган чўкувчи лёс-

* К. К. Қозоқбоев. И. О. Одилов. Строительство ирригационных сооружений в районах нового освоения. Изд-во «Узбекистан», 1981.



XIV.8-расм. Ўта чўкувчан грунт қатламининг тақрибий бошланғич чуқурлиги hср ни топишга оид чизма.

симон қатлам эгри чизиғи $\delta_z = f(z)$ ёки эгри чизиқни ташкил этувчи қабариқ участкаларини аналитик ифода этишда (14.32), (14.33) ва (14.34) формулаларнинг қайси бири мос келишини кўрсатиш учун, XIV.8-расмга асосан, қаралаётган ўта чўкиш қатламининг тақрибий бошланғич чуқурлиги $h_{ор}$ тавсия этилади.

XIV.8-расмга биноан ўта чўкиш қатламининг тақрибий бошланғич чуқурлиги $h_{ор}$ қиймати — лёсс грунтлар учун el кесмадан, лёссимон грунтлар учун эса eM кесмадан иборат.

Лёсс грунтлар учун:

$\triangle\, OCA$ ва $\triangle\, ael$ ларнинг ўхшашликларидан

$$\frac{h_{ор}}{0{,}01} = \frac{z_А}{\delta_А},$$

бундан

$$h_{ор} = 0{,}01 \cdot \frac{z_А}{\delta_А} \qquad (14.35)$$

лёссимон грунтлар учун:

$\triangle\, ОДБ$ ва $\triangle\, OCM$ ларнинг ўхшашликларидан

$$\frac{h'_{ор}}{0{,}01} = \frac{z_Б}{\delta_Б},$$

бундан

$$h'_{ор} = 0{,}01 \cdot \frac{z_Б}{\delta_Б} \qquad (14.36)$$

Худди шунингдек, пастки қатламларга мос келувчи қабариқ эгри чизиқлардан олинган маълумотлар бўйича топилган ўта чўкиш қатламининг тақрибий бошлангич чуқурлиги $h''_{ор}$ қуйидагича топилади:

$$h''_{ор} = 0{,}01 \cdot \frac{z_В}{\delta_В}. \qquad (14.37)$$

(14.35) ва (14.36), (14.37) ифодалардаги $z_А$, $z_Б$, $z_В$ — юқорида айтилган шартли белгиларнинг ўзи бўлиб, тегишли чуқурликларни кўрсатади; $\delta_А$, $\delta_Б$, $\delta_В$ — булар ҳам тегишли қатламларнинг нисбий чўкиш коэффициентларининг максимал қийматларидир; 0,01 — нисбий чўкиш коэффициентининг минимал қиймати. (14.35), (14.36) ва (14.37) формулаларни қўлланиш чегаралари жадвалда берилади (қ. К. К. Қазакбаев, И. А. Адылов. «Строительство ирригационных сооружений... Т. «Ўзбекистон», 1981).

14.1-жадвал. (14.45) формула билан топилган коэффициент α_z нинг қийматлари

$m_z = \frac{2z}{b}$	Айланасимон	Пойдевор тўртбурчак юзасининг томонларининг нисбати $n = \frac{l}{b}$						
		1	1,4	1,3	2,4	3,2	5	10 ва ундан катта (лентасимон пойдевор)
0,000	1,000 $m_2 = 0,108$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_2 = 0,180$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_2 = 0,24$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 бўлганда $m_2 = 0,312$ $\alpha = 1,000$	1,000 $m_2 = 0,408$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_2 = 0,528$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_2 = 0,750$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_2 = 1,248$ бўлганда $\alpha = 1,000$
3,000	0,0318	0,060	0,080	0,105	0,137	0,177	0,241	0,418
6,000	0,018	0,030	0,040	0,052	0,068	0,088	0,120	0,208
9,000	0,012	0,020	0,027	0,035	0,045	0,059	0,800	=0,139
12,000	0,009	0,015	0,020	0,026	0,034	0,044	0,060	0,104

Ҳар бир литологик қатламга тўғри келувчи эгри чизиқ участкасининг чегарасини ҳисобий йўл билан топиш учун, биринчидан 14.1- жадвалга биноан тенгламалар (14.32), (14.33), ва (14.34) нинг қўлланиш чегаралари топилади, сўнгра тегишли тенгламаларни ўзаро тенглаштирилиб, кесишиш нуқталарининг чуқурлиги аниқланади. Тегишлича кесишиш нуқталарининг орасидаги кесма қатламнинг ҳисобий қалинлиги учун қабул қилинади.

Масалан, агар биринчи қабариқ участка (δ_z, z) координатаси бўйича нолдан бошланса ва қуйи чегараси (14.32) ва (14.33) формулалар билан ифодаланувчи эгри чизиқларни кесиб ўтишдан ҳосил бўлган нуқтагача давом этса, кейинги чегаранинг чуқурлиги z га $z = 1, 2, 3 \ldots$ қийматлар бериш йўли билан қуйидаги формула орқали топилади:

$$\frac{\delta_А}{z_А} \cdot \frac{z_Б^2}{\delta_Б} = z \cdot e^{\left(\frac{z}{z_А} - \frac{z^2}{z_Б^2}\right)}, \qquad (14.38)$$

Агар иккинчи қабариқ участканинг пастки чегараси бир хил даражали тенгламалар (14.1- жадвалга қаранг), масалан (14.33) формула билан ифодаланувчи икки эгри чизиқларнинг кесишишидан ҳосил бўлган нуқтагача давом этса, шу нуқтанинг чуқурлиги қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$z = z_Б \cdot z_В \cdot \sqrt{\frac{\ln B}{z_В^2 - z_Б^2}}, \qquad (14.39)$$

бу ерда

$$B = \frac{\delta_Б \cdot z_В^2}{z_Б^2 \cdot \delta_В} \qquad (14.40)$$

Агар иккинчи ёки қаралаётган кейинги участка (14.33) ва (14.34) формулалар билан ифодаланувчи эгри чизиқлар кесишишидан ҳосил бўлган нуқтагача давом этса, кейинги нуқта чуқурлиги $z = 1, 2, 3 \ldots$ қийматлар бериб, қуйидаги формула билан топилади:

$$\frac{\delta_Б \cdot z_В^2}{z_Б^2 \cdot \delta_В} = z \cdot e^{\left(\frac{z^2}{z_Б^2} - \frac{z^2}{z_В^2}\right)}. \qquad (14.41)$$

Лёссимон чўкувчи қалинлик бир нечта қатламлардан иборат бўлганда ўта чўкиш қатламининг тепа чуқурлиги $h_н$ юқоридан биринчи қатламнинг $\delta_z = f(z)$ қонуниятини кўрсатувчи аналитик ифодасини юқори томонини 0,01 га тенг қилиб олиш билан, пастки чуқурлиги (H) ни эса ўта чўкиш қатламининг энг пастки қатламининг $\delta_z = f(z)$ қонуниятини ифодаловчи аналитик ифода ёрдамида топилади. $h_н$ ва H маълум бўлгач, ўта чўкиш қатламининг қалинлиги $H_{пр}$ қуйидагича аниқланади:

$$H_{пр} = H - h_н.$$

Шундай қилиб, кутилган ўта чўкиш қиймати, XIV.7- расмга асосан, қуйидаги формула билан аниқланади:

$$S_{пр} = \int_{h_н}^{z} \delta_1 \cdot dz + \int_{z_1}^{z_2} \delta_2 \cdot dz + \int_{z_2}^{H} \delta_3 \cdot dz. \qquad (14.42)$$

(14.42) интеграл ифоданинг инженерлик ҳисобланишини соддалаштириш, натижани амалий мақсад аниқлигида олиш учун, элементар қатламлардаги деформацияларни йиғиндаги трапеция усули билан алмаштира оламиз. У ҳолда, кўп қатламли лёссимон грунтларнинг чўкиш қийматини қуйидаги формула билан аниқласа бўлади:

$$\begin{aligned} S_{пр} = {} & \frac{z_1 - h_н}{n}\left(\frac{\delta_1}{2} + \delta_2 + \ldots + \delta_{n-1} + \frac{\delta_n}{2}\right) + \\ & + \frac{z_2 - z_1}{n'}\left(\frac{\delta_1'}{2} + \delta_2' + \ldots + \delta_{n-1}' + \frac{\delta_n'}{2}\right) + \\ & + \frac{H - z_2}{n''}\left(\frac{\delta_1''}{2} + \delta_2'' + \ldots + \delta_{n-1}'' + \frac{\delta_n''}{2}\right) \ldots \end{aligned} \qquad (14.43)$$

9-§. БИНО ВА ИНШООТ ПОЙДЕВОРЛАРИ ТОМОНЛАРИНИНГ НИСБАТИ ЭЪТИБОРГА ОЛИНГАНДА ЛЁСС ЗАМИННИНГ ЎТА ЧЎКИШИНИ ҲИСОБЛАШ

Лёсс массивининг ўз оғирлиги таъсирида ҳосил бўладиган чўкиш деформацияси грунтнинг бино заминида қайд қилинадиган умумий деформациясининг фақат бир қисминигина ташкил қилади. Деформациянинг иккинчи қисми бино оғирлигидан келиб чиқадиган қўшимча чўкишдир [3]. Иншоотнинг оғирлиги туфайли замин грунтига таъсир этувчи босим бинонинг пойдеворн орқали берилади.

Бинонинг оғирлиги туфайли грунтга таъсир этувчи кучланишнинг тик таъсир қилувчи ташкил этувчиси замин чуқурлиги бўйича пойдеворнинг томонлари нисбатининг ўзгаришига қараб турли қийматларда эгри чизиқ бўйича ўзгаради. Умумий босим (қўшимча $P_д$ ва табиий босим $P_б$) таъсирида лёсс заминнинг маълум области деформацияланади ва қўшимча ўта чўкиш деформацияси ҳосил бўлади. Бу ерда И. А. Одилов томонидан ишлаб чиқилган, бино ва иншоот пойдеворлари томонлари нисбати эътиборга олинганда лёсс заминнинг қўшимча чўкишини аниқлаш усули баён этилади.

Бино заминида кучланишнинг тарқалиши эластиклик назарияси ечимларига асосланади. Тўғри тўртбурчак юзадан текис таъсир этувчи тик кучдан ҳосил бўлган P_z кучланишни топиш формуласи А. Ляв томонидан берилган. Куч қўйилган майдоннинг марказидан ўтган тик ўқ бўйича топиладиган нуқталарда қўйилган нормал кучланишлар қиймати қуйидаги кўринишга келтирилган формула билан аниқланади [2]:

$$P_z = \alpha_z \cdot P_0. \qquad (14.44)$$

Иншоот заминида кучланиш тарқатувчи коэффициент α_z нинг заминининг нисбий чуқурлиги m_z ва туртбурчак, айлана, лента куринишидаги пойдеворлар томонларининг нисбати асосида К. Е. Егоров томонидан ҳисобланган сон қийматлари СНиПII-15-74 жадвалида берилган. Ҳисоблаш амалиёти курсатадики, умумий (қушимча ва табиий) босим таъсирида қушимча ута чукиш области чегарасини назарий йул билан аниқлаш учун $\alpha_z = f\,(m_z)$ нинг жадвал куринишида берилиши ноқулай булади. Кучланишнинг тарқалишини характерловчи туғри чизиқли тенгламалар ҳамма вақт коэффициент α_z қийматига қараганда катта натижа беради. Бу эса туғри чизиқли тенгламаларнинг лёсс замини массивидаги кучланишларнинг тарқалишини характерлашга мос келмаслигини курсатади.

Қуйида кучланишларнинг замин массиви чуқурлиги m_z га қараб тарқалишини аналитик ифода этувчи эгри чизиқ тенгламасини топиш баён қилинади.

Пойдевор орқали грунтга таъсир этувчи қушимча босим қиймати иншоот замини массивида кучланиш куринишида эгри чизиқ қонуни буйича тарқайди. Қушимча босим P_z нинг қиймати маълум чуқурлик z_{min} гача узгармайди деб қараймиз. Заминнинг бу зонасини «пластик деформациялар зонаси» деб атаймиз. Замин массивини чуқурлиги z_{min} дан утган горизонтдан бошлаб m_{max} чуқурлигигача қушимча босим P_z нинг қиймати маълум булган Бойль- Мариотт қонуни буйича камаяди ва у қуйидаги формула билан ифода этилиши мумкин:

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{min} \cdot m_{max}}{m_z}, \tag{14.45}$$

бу ерда α_z — кучланишнинг тарқалиш коэффициенти; m_z — заминнинг нисбий чуқурлиги:

$$m_z = \frac{(z_{min} + z) \cdot b}{2}, \tag{14.46}$$

z_{min} — замин деформацияларининг пластик зоналари қалинлиги; $в$ — пойдеворларнинг кичик томони; z — замин массивининг пластик деформацияси зонаси юзасидан бошлаб, қаралаётган горизонтгача булган чуқурлик; m_{max} — заминнинг максимал нисбий чуқурлиги. (14.46) ифода буйича (14.45) формулани узгартирамиз:

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{min} \cdot H_{сиқ}}{z_{min} + z}, \tag{14.47}$$

бу ерда $H_{сиқ}$ — заминнинг сиқиладиган қатлами қалинлиги булиб, унинг қиймати СНиП II- 15- 74 тавсия этган шарт буйича қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$\alpha_{min} \cdot P_0 = 0{,}2 \cdot \gamma_{пр} \cdot [h_ф + H_{сиқ}], \tag{14.48}$$

бундан

$$H_{сиқ} = \frac{\alpha_{min}}{0{,}2 \cdot \gamma_{пр}} \cdot P_0 - h_ф \tag{14.49}$$

бу ерда $P_0 = P_{йиғ} - P_{бо}$ — қушимча босим интенсивлиги; $P_{йиғ}$ — умумий (қушимча ва табиий) босим қиймати; $P_{бо}$ — пойдевор таг юзаси горизонтига туғри келган табиий босим қиймати; α_{min} — чуқурлик $H_{сиқ}$ га туғри келган кучланишнинг тарқалиш коэффициенти қиймати; $\gamma_{пр}$ — намланган лёсс грунтининг ҳажмий оғирлиги булиб, $\gamma_{пр} = 2т/м^3$ қабул қилинади; $h_ф$ — пойдеворнинг қуйилиш чуқурлиги.

Замин массиви чуқурлиги буйича кучланишнинг тарқалишини характерловчи, (14.45) формула билан ифодаланувчи коэффициент α_z нинг татбиқ этилиш чегарасини белгилаш мақсадида лентасимон, айлана ва туғри бурчакли туртбурчак куринишидаги пойдеворлар учун СНиП II- 15- 74 жадвалида берилган α_{min}, m_{max} қийматларидан фойдаланиб мисол ишлаймиз.

Формула (14.46) ни z_{min} га нисбатан ечиб m_z ва m_{max}, $z = 0$ деб олсак, ушбу ифодани ҳосил қиламиз:

$$z_{min} = \frac{2}{b} m_{max} - \alpha_{min}. \tag{14.50}$$

Шундай қилиб, пойдеворларнинг куринишларига қараб, формула (14.50) билан заминнинг пластик зона қатлами қалинлиги топилади. Чуқурлик z учун z_{min} ва $m_{max} = 12$ оралиғидаги қийматлар берилиб, формула (14.45) билан коэффициент α_z қийматлари топилади. 14.1- жадвалда (246- бетга қ.) берилган коэффициент α_z нинг сон қийматларини СНиП II- 15- 74 жадвалида берилган коэффициент α_z қиймати билан солиштирилганда, ҳисоблаб топилган коэффициент α_z нинг қийматлари фақат лентасимон пойдевор учун яқин келиши сезилади.

Туртбурчакли ва айлана пойдеворлар лентасимон пойдеворлардан улчамлари, томонларининг нисбатлари ва пландаги куриниши билан фарқ қилади. Шу фарқларни эътиборга олганда туртбурчак ва айлана пойдеворлар учун (14.45) формула куринишини қуйидагича узгартирамиз:

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{min} \cdot m_{max}}{m_z} \cdot \kappa_z, \tag{14.51}$$

бу ерда

$$\kappa_z = \left(\kappa_0 - \frac{\kappa_0 - 1}{m_{max}} \cdot m_z\right) \tag{14.52}$$

κ_0 — туртбурчак пойдеворлар томонлари нисбатларининг узгаришини курсатувчи нисбий коэффициент:

14. 2- жадвал. (14. 51) формула билан аниқланган босим тарқалишини кўрсатувчи коэффициент α_z нинг қийматлари

$m=\frac{2z}{b}$	Айланасимон	Пойдевор тўғрибурчак юзасининг томонларининг нисбати $n=\frac{l}{b}$: 1	1,4	1,8	2,4	3,	5	10 ва ундан катта (лентасимон пойдевор)
0,000	1,000 $m_z = 0,108$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 0,180$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 0,240$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 0,312$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 0,408$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 528$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 0,72$ бўлганда $\alpha = 1,000$	1,000 $m_z = 1,248$ бўлганда $\alpha = 1,000$
3,000	0,1821	0,241	0,2353	0,252	0,247	0,251	0,241	0,418
6,000	0,065	0,090	0,091	0,101	0,105	0,113	0,120	0,208
9,000	0,027	0,040	0,0438	0,0503	0,576	0,0669	0,080	0,1387
12,000	0,009	0,0150	0,020	0,026	0,034	0,044	0,060	0,104

$$K_0 = \frac{n_{max}}{n_i}, \qquad (14.53)$$

n_{max} — тўртбурчак пойдеворлар учун қабул қилинган томонлари нисбатининг энг катта қиймати бўлиб, n_{max} 5 га тенг;

n_i — ҳисоб учун қабул қилинган i — тўртбурчак пойдеворларининг томонлари нисбатлари (n_i - 1; 1,4; 1,8; 2,4; 3,2 ва 5)

(14.52) ва (14.53) ифодаларни эътиборга олган ҳолда (14.51) формула билан аниқланган босим тарқалишини кўрсатувчи коэффициент α_z нинг қийматлари 14.2- жадвалда келтирилди. Бу қийматлар ҳам α_z нинг СНиП II- 15- 74 да келтирилган қийматларидан анча фарқ қилади.

СНиП II- 15- 74 да келтирилган коэффициент α_z нинг чуқурлик m_z га қараб ўзгаришини тўла ифодаловчи математик ифода бериш учун кетма- кетлик йўли билан яқинлашиш усулини қўллаймиз.

1- яқинлашув. (14.51) формула билан тўла эътиборга олинмай қолинган $m_z = m_{max}$ чуқурликдаги босимни тарқатувчи коэффициент α_z нинг тўла қийматини қуйидаги тенглама билан аниқлаймиз:

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{min} \cdot m_{max}}{m_z} \left[K_0 - \frac{K_0 - 1}{m_{max}} m_z + \eta_{\frac{m_{max}}{2}} \left(m_z - \frac{m_z^2}{m_{max}} \right) \right], \qquad (14.54)$$

бу ерда $\eta_{\frac{m_{max}}{2}} - \frac{1}{м}$ ёки $0,01 \cdot \frac{1}{см}$ ўлчов бирлигига эга бўлган бирор коэффициент. $\eta_{\frac{m_{max}}{2}}$ нинг сон қийматини топиш учун $m_{max} = 12$ м, $m_z = 6$ м ва $\alpha_{m_{z=6}}$ ларни (14.54) формулага қўйиб, уни $\eta_{\frac{m_{max}}{2}}$ га нисбатан ечилган қуйидаги ифода билан топилади:

$$\eta_{\frac{m_{max}}{2}} = \frac{\alpha_{m_{z=6}} - \alpha_{min}(k_0 + 1)}{6 \cdot \alpha_{min}} \qquad (14.55)$$

α_z коэффициентнинг (14.55) ифодани эътиборга олиб, (14.54) формула билан аниқланган $m_z = \frac{m_{max}}{2}$ чуқурликка тўғри келган қиймати α_z нинг СНиП II-15-74 да берилган қийматига мос келиб, $m_z = \frac{m_{max}}{4}$ ва $m_z = \frac{3m_{max}}{4}$ чуқурликларида эса сон қиймат бўйича анча фарқ қилади.

2- яқинлашув (14.54) формула билан тўла эътиборга олинмаган коэффициент α_z нинг, пойдевор таг юзасидан бошлаб $\frac{m_{max}}{2}$ чуқурлигигача бўлган масофадаги қийматлари қуйидаги тўлдирилган формула билан аниқланиши мумкин:

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{min} \cdot m_{max}}{m_z}\left[k_0 - \frac{k_0 - 1}{m_{max}} \cdot m_z + \eta_{\frac{m_{max}}{2}}\left(m_z - \frac{m_z^2}{m_{max}}\right) + \right.$$

$$\left. + \eta_{\frac{m_{max}}{2}}\left(\frac{6 - m_z}{2} - \frac{(6 - m_z)^2}{m_{max}}\right)\right]. \qquad (14.56)$$

$\eta_{\frac{m_{max}}{2}}$ нинг қийматини эса $m_{max} = 12$ м, $m_z = 3$ м бўлганда формула (14.56) ни $\eta_{\frac{m_{max}}{2}}$ га нисбатан ечиб топилган қуйидаги ифода билан топилади:

$$\eta_{m_z=3} = \frac{\alpha_{m_z=3} - \alpha_{min}(3K_0 + 1 + 9 \cdot \eta_{m_z=6})}{3 \cdot \alpha_{min}} \qquad (14.57)$$

3- яқинлашув. Босим тарқалишини кўрсатувчи α_z коэффициент қийматининг замин массивининг $\frac{m_{max}}{2}$ дан m_{max} гача бўлган чуқурликдаги ўзгариши эса қуйидаги формула билан аниқланиши мумкин:

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{min} \cdot m_{max}}{m_z}\left\{k_0 - \frac{k_0 - 1}{m_{max}} \cdot m_z + \eta_{\frac{m_{max}}{2}}\left(m_z - \frac{m_z^2}{m_{max}}\right) + \right.$$

$$\left. + \eta_{\frac{3m_{max}}{4}}\left[\frac{m_z - 6}{2} - \frac{(m_z - 6)^2}{m_{max}}\right]\right\}. \qquad (14.58)$$

$\eta_{\frac{3m_{max}}{4}}$ нинг қийматини эса $m_{max} = 12$ м, $m_z = 9$ м бўлганда, формула (14.58) ни $\eta_{\frac{3m_{max}}{4}}$ га нисбатан ечиб топилган қуйидаги ифода билан топилади:

$$\eta_{\frac{3m_{max}}{4}} = \frac{3\alpha_{m_z=9} - \alpha_{min}(k_0 + 3 + 9\eta_{m_z=6})}{3 \cdot \alpha_{min}}. \qquad (14.59)$$

Шундай қилиб, кетма-кет яқинлашиш билан олинган (14.56) ва (14.58) формулалар ёрдамида кучланишнинг тарқалиш коэффициенти қийматлари аниқланади (14.3- жадвал). 14.3- жадвалда берилган коэффициент α_z нинг қийматлари СНиП II-15-74 жадвалида берилган шу коэффициент қийматлари билан ўзаро таққосланиб анализ қилинганда, улар амалда бир-бирига жуда яқин эканлиги кўрилади. Бироқ амалда ягона бўлган бир эгри чизиқни икки тенглама билан ифодалаш инженерлик ҳисоби нуқтаи назаридан анча қийинчилик туғдиради. Кўрилаётган масалага ёндашиб, (14.56) ва (14.58) формулаларни қуйидаги ягона принципиал формула билан алмаштирамиз:

14.3- жадвал (14.58) формула ёрдамида аниқланган коэффициент α_z нинг қийматлари

$m_z = \frac{2z}{b}$	Айланасимон	Пойдевор тўртбурчак юзасининг томонларини нисбати $n = \frac{l}{b}$						
		$n = 1$	$n = 1{,}4$	$n = 1{,}8$	$n = 2{,}4$	$n = 3{,}2$	$n = 5$	10 ва ундан катта (лентасимон пойдевор)
0	1,000 $m_z = 0{,}632$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 0{,}780$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 0{,}83$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 0{,}918$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 0{,}954$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 0{,}953$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 0{,}954$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$	1,000 $m_z = 1{,}248$ бўлганда $\alpha = 1{,}000$
0,8	0,768	0,991						
1,2	0,488	0,619	0,680	0,715	0,766	0,751	0,755	
1,6	0,346	0,345	0,532	0,575	0,613	0,631	0,640	0,750
2,0	0,261	0,325	0,399	0,463	0,505	0,529	0,543	0,624
2,4	0,204	0,254	0,321	0,374	0,418	0,451	0,470	0,520
2,8	0,164	0,202	0,258	0,304	0,350	0,383	0,411	0,446
3,2	0,134	0,162	0,215	0,251	0,294	0,329	0,362	0,390
3,6	0,111	0,135	0,183	0,210	0,250	0,286	0,320	0,347
4,0	0,092	0,113	0,150	0,176	0,214	0,248	0,286	0,312
4,4	0,078	0,091	0,123	0,150	0,185	0,219	0,256	0,284
4,8	0,067	0,080	0,105	0,130	0,162	0,192	0,230	0,260
5,2	0,059	0,068	0,092	0,122	0,141	0,172	0,290	0,240
5,6	0,046	0,059	0,079	0,110	0,124	0,152	0,189	0,223

$m_z=\frac{z}{b}$	Айланасимон	Пойдевор тўртбурчак юзасининг томонларини нисбати $n=\frac{l}{b}$						
		$n=1$	$n=1,4$	$n=1,8$	$n=2,4$	$n=3,2$	$n=5$	10 ва ундан катта (лентасимон пойдевор)
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,172	0,208
6,4	0,035	0,046	0,061	0,077	0,099	0,123	0,159	0,195
6,8	0,032	0,042	0,054	0,069	0,089	0,111	0,145	0,184
7,2	0,277	0,037	0,048	0,063	0,081	0,101	0,133	0,173
7,6	0,239	0,033	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,764
8,0	0,022	0,030	0,040	0,051	0,066	0,085	0,113	0,136
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,0773	0,105	0,149
8,8	0,019	0,024	0,034	0,043	0,055	0,0703	0,099	0,142
9,2	0,018	0,022	0,031	0,039	0,051	0,0651	0,092	0,136
9,6	0,016	0,021	0,028	0,036	0,48	0,060	0,086	0,130
10	0,015	0,020	0,026	0,034	0,044	0,057	0,079	0,125
11	0,011	0,017	0,023	0,029	0,047	0,051	0,071	0,114
12	0,009	0,015	0,020	0,026	0,054	0,044	0,060	0,104

Эслатма:
4. $n \geqslant 10$ бўлган пойдеворлар учун коэффициент α_z нинг қийматларини (14.45) формула билан топилади;

$$\alpha_z=\frac{\alpha_{min}\cdot m_{max}}{m_z}\left\{k_0-\frac{k_0-1}{m_{max}}\cdot m_z+\eta_{\frac{m_{max}}{2}}\left(m_z-\frac{m_z^2}{m_{max}}\right)+\right.$$

$$+\left[\left(\text{нулдан } \frac{m_{max}}{2} \text{ гача}\right)\eta_{\frac{m_{max}}{4}} \text{ ва } \left(\frac{m_{max}}{2} \text{ дан } m_{max} \text{ гача}\right)\eta_{\frac{3m_{max}}{4}}\right)\Bigg]$$

$$\left.\left[\frac{|6-m_z|}{2}-\frac{(6-m_z)^2}{m_{max}}\right]\right\}. \qquad (14.60)$$

Эслатмалар. 1. Коэффициент α_z ни ҳисоблашда $|6-m_z|$ нинг абсолют қиймати қабул қилинади. 2. (14.60) формулада m_z ўрнида $0<m_z\leqslant\frac{m_{max}}{2}$ гача бўлган заминнинг нисбий чуқурликларида $\eta_{\frac{3m_{max}}{4}}$ қиймати олинади ва $\frac{m_{max}}{2}$ дан m_{max} гача чуқурликдаги $\eta_{\frac{3m_{max}}{4}}$ қиймати олинади.

Заминнинг нисбий чуқурлиги $m_{max}>10$ бўлган ҳолларида (14.60) формуланинг квадрат қийматда олинган қисмлари амалда жуда кичик қийматга тенг бўлади. Шунинг учун $m_{max}>10$ ва $z_{min}<1,0$ бўлган ҳолларда амалий талабга жавоб берувчи аниқликда «заминнинг пластик деформация зонаси» нинг қалинлиги z_{min} ни формула (14.60) ва ифода (14.46) ни эътиборга олганда, қуйидаги тенгламалар билан аниқлаш мумкин: $0\leqslant m_z\leqslant m_{max/2}$ чуқурлигигача

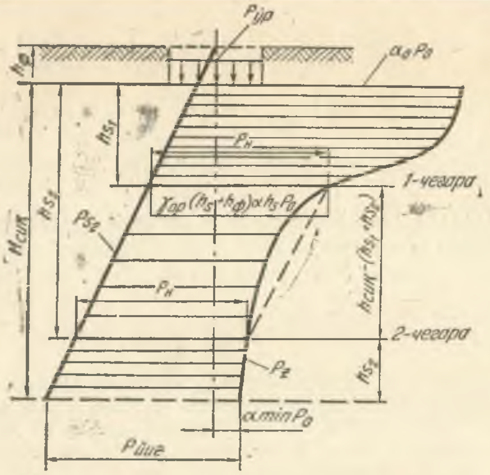
$$z_{min}=\frac{\alpha_{min}\cdot m_{max}\cdot k_0}{1+\alpha_{min}\cdot m_{max}\left(\frac{k_0-1}{m_{max}}-\eta_{\frac{m_{max}}{2}}-\eta_{\frac{m_{max}}{4}}\right)}; \qquad (14.61)$$

формула билан ва $\frac{m_{max}}{2}\leqslant m_z\leqslant m_{max}$ чуқурлигигача

$$z_{min}=\frac{\alpha_{min}\cdot m_{max}\cdot k_0}{1+\alpha_{min}\cdot m_{max}\left(\frac{k_0-1}{m_{max}}-\eta_{\frac{m_{max}}{2}}-\eta_{\frac{3m_{max}}{4}}\right)} \qquad (14.61)'$$

билан аниқланади.

Шундай қилиб, формула (14.45) билан ҳисобланган коэффициент α_z қийматлари лентасимон пойдеворлар учун мос келади, қолган ҳар қандай шаклда берилган пойдеворлар учун эса формула (14.60) билан топилган α_z қийматлари СНиП II-15-74 да берилган шу коэффициентларнинг қийматларига амалий жиҳатдан мос келади. Бу эса лёсс заминининг қўшимча ўта чўкишини аниқлашда лентасимон пойдевор остидаги заминда босимнинг тарқалиш коэффициентини характерлаш учун (14.45) формулани, ҳамда тўғри бурчакли тўртбурчак ва айлана пойдеворлар учун (14.60) формулани тавсия этишга асос бўлади.



XIV.9- расм. Ўта чўкувчан заминларда грунтнинг ўз босими $P_б$, қўшимча босим $P_о$ ва бошланғич босим $P_н$ ларнинг тарқалишини кўрсатувчи чизма.

а) **Лёсс заминида ҳосил бўлган қўшимча ўта чўкиш қийматини аниқлаш.** Лёсс заминининг қўшимча ўта чўкиш деформацияси сиқилувчи қатлам соҳасида намоён бўлади.

Қўшимча ўта чўкиш соҳаси чегараларида умумий босим (ташқи куч ва грунтнинг ўз оғирлигидан) XIV. 9- расмда берилган чизмага асосан бошланғич босим $P_н$ қийматига тенг бўлади, яъни

$$P_0\alpha_{h_s} + \gamma_{пр}(h_s + h_ф) = P_н, \qquad (14.62)$$

бу ерда $P_н$ — бошланғич ўта чўкиш босими қиймати; h_s — қўшимча ўта чўкиш соҳаси чегараси.

Қаралаётган аниқ масала ва XIV. 9- расмда берилган тегишли шартли белгилар бўйича ҳамда юқорида баён этилган қонунлар асосида заминда босим тарқалишини кўрсатувчи коэффициент α_{h_s} ни ифодаловчи қуйидаги кўринишдаги формулаларни қабул қиламиз. Айлана ва тўғри бурчакли тўртбурчак пойдеворлар учун

$$\alpha_{h_s} = \frac{\alpha_{min}\cdot H_{сиқ}}{h_s}\left\{k_0 - \frac{k_0-1}{H_{сиқ}}\cdot h_s + \eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}}\left(h_s - \frac{h_s^2}{H_{сиқ}}\right) + \right.$$

$$\left. + 0{,}25\cdot\eta_{h_s}\left[|2h_s - H_{сиқ}| - \frac{(2h_s - H_{сиқ})^2}{H_{сиқ}}\right]\right\}. \qquad (14.63)$$

Лентасимон пойдеворлар учун

$$\alpha_{h_s} = \frac{\alpha_{min}\cdot H_{сиқ}}{h_s}, \qquad (14.64)$$

бу ерда $h_s = z_{min} + z$ — қўшимча ўта чўкиш соҳаси чегараси; z_{min} — заминнинг минимал чуқурлиги. Заминнинг минимал чуқурлигигача қўшимча босимнинг қиймати ўзгармас деб қабул қилинади, яъни z_{min} чуқурлигигача коэффициент $\alpha_{h_s} = 1$.

$$z_{min} = \alpha_{min}\cdot H_{сиқ}, \qquad (14.65)$$

$z - z_{min}$ дан бошлаб, заминнинг қаралаётган горизонтигача бўлган чуқурлик; k_0 — тўртбурчакли пойдеворлар томонларининг нисбий коэффициенти бўлиб қуйидагича аниқланади:

$$k_0 = \frac{n_{max}}{n_i}\ (n_{max} = 5;\ n_i = 1;\ 1{,}4;\ 1{,}8;\ 2{,}4;\ 3{,}2 \text{ ва } 5)$$

$\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}}$, η_{h_s} — $\frac{1}{м}$ ўлчов бирлигига эга бўлган α_z нинг эгри чизиқ эканлигини ифодаловчи параметр.

$\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}}$ ва η_{h_s} қийматларини аниқлаш учун заминнинг сиқилувчи қатлам қалинлиги чуқурлик бўйича тўртга бўлинади. Аввал $\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}}$ қийматини $\frac{H_{сиқ}}{2}$ га тенг бўлган замин чуқурлигига мос келувчи қуйидаги формула билан топилади:

$$\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}} = \frac{\alpha_{\frac{H_{сиқ}}{2}} - \alpha_{min}(k_0 + 1)}{6\cdot\alpha_{min}}. \qquad (14.66)$$

Сўнгра $\frac{H_{сиқ}}{4}$ чуқурликка мос келувчи η_{h_s} қиймати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\eta_{h_s = \frac{H_{сиқ}}{4}} = \frac{\alpha_{\frac{H_{сиқ}}{4}} - \alpha_{min}(3k_0 + 1 + 9\cdot\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}})}{3\cdot\alpha_{min}} \qquad (14.67)$$

ва шунингдек, заминнинг $\frac{3H_{сиқ}}{4}$ чуқурлигига мос келувчи параметр η_{hs} қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\eta_{h_s = \frac{3H_{сиқ}}{4}} = \frac{3\cdot\alpha_{\frac{3H_{сиқ}}{4}} - \alpha_{min}(k_0 + 3 + 9\cdot\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}})}{3\cdot\alpha_{min}}. \qquad (14.68)$$

Эслатма: Заминнинг ўта чўкиш қийматини ҳисоблашда (14.63) формуладаги $(2h_s - H_{сиқ})$ нинг абсолют қиймати олинади.

1. Тўртбурчак ва айлана пойдеворлар учун

$$|2h_s - H_{сиқ}| = h_s \text{ ва } \eta_{h_s} = \frac{\eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}} + \eta_{\frac{3H_{сиқ}}{4}}}{2}$$

деб қабул қилиб, ифода (14.63) қийматларини (14.62) формулага қўйиб ва уни h_s га нисбатан ечиб, тўртбурчак ва айлана пойдеворлар остидаги заминнинг қўшимча ўта чўкиш соҳаси чегараларини аниқлаш учун, унчалик хатоликка йўл берилмаган ҳолда, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$h_s^2\left(\frac{\gamma_{пр}}{P_0\cdot\alpha_{min}} - \eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}} - \eta_{h_s}\right) - h_s\left(k_0 - 1 - \eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}} - 1{,}25\cdot\eta_{h_s}\cdot H_{сиқ} - \frac{P_б}{P_0\cdot\alpha_{min}} + \frac{P_н}{P_0\cdot\alpha_{min}}\right) + k_0\cdot H_{сиқ}. \quad (14.69)$$

Қаралаётган грунт учун ўзгармас қийматларни тегишли символлар билан қуйидагича белгилаб

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{\gamma_{пр}}{P_0\cdot\alpha_{min}} - \eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}} - \eta_{h_s}, \\ B &= k_0 - 1 - \eta_{\frac{H_{сиқ}}{2}} - 1{,}25\cdot\eta_{h_s} H_{сиқ} - \frac{P_{б_0}}{P_0\cdot\alpha_{min}} + \frac{P_н}{P_0\cdot\alpha_{min}}, \\ c &= k_0\cdot H_{сиқ} \end{aligned}\right\} \quad (14.70)$$

ҳамда уларни (14.69) формулага қўйиб, қуйидаги квадрат тенгламани оламиз

$$A\cdot h_s^2 - Bh_s + c = 0, \quad (14.70)$$

квадрат тенгламанинг h_s га нисбатан ечими

$$h_{s_{1;2}} = \frac{B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}. \quad (14.71)$$

2. Лентасимон пойдеворлар учун (14.62), (14.64) тенгламадан α_{h_s} қийматини формулага қўйиб ва уни h_s га нисбатан ечиб ҳосил қиламиз

$$\gamma_{пр}\cdot h_s^2 - h_s(P_н - P_{б_0}) + P_0\cdot\alpha_{min}\cdot H_{сиқ} = 0 \quad (14.72)$$

Намланган лёсс грунти учун ўзгармас қийматларни тегишли символлар билан қуйидагича белгилаб,

$$\left.\begin{aligned} A_л &= \gamma_{пр} \\ B_л &= P_н - P_{б_0} \\ C_л &= P_0\cdot\alpha_{min}\cdot H_{сиқ} \end{aligned}\right\} \quad (14.73)$$

ва уларни (14.72) формулага қўйиб, лентасимон пойдеворлар заминнинг қўшимча деворманияланувчи соҳаси чегараларини аниқлаш учун оддий кўринишдаги қуйидаги квадрат тенгламани ҳосил қиламиз:

$$A_л\cdot h_s^2 - B_л\cdot h_s + C_л = 0. \quad (14.74)$$

Бу квадрат тенгламани h_s га нисбатан ечсак, қуйидаги кўринишга келади:

$$h_{s_{1;2}} = \frac{B_л \pm \sqrt{B_л^2 - 4A_л\cdot C_л}}{2\cdot A_л}. \quad (14.75)$$

Масалада лёссимон грунт табиий шароитининг ҳар хил эканлигини эътиборга олганимизда заминнинг деформацияланувчи соҳаси чегаралари h_s ни топишда қуйидаги хусусий ҳоллар учраши мумкин:

1. $B^2 - 4AC > 0$ бўлганда, бошланғич чўкиш босими $P_н$ эпюраси кучланишининг тарқалиш эгри чизиғини икки нуқтада кесиб ўтади (XIV.9- расм). Бу ҳолда чуқурлик h_{s_1} ва h_{s_2} лар эса тегишлича пойдеворлар учун (14.71) ва (14.75) формулалар билан топилади.

2. $B^2 - 4AC = 0$ бўлганда, бошланғич чўкиш босими P_4 эпюраси фақат бир нуқтадагина $\alpha_{h_s}\cdot P_0$ билан кесишади. У ҳолда h_s қиймати $h_s \frac{B}{2A}$ ифода билан топилади.

3. $B - 4AC < 0$ бўлса, $P_н$ эпюраси $\alpha_{h_s}\cdot P_0$ эгри чизиғи билан умуман кесишмайди. Бу ҳолда заминнинг чўкиш деформацияси соҳаси чегаралари (14.71) ва (14.75) формулалар билан аниқланмайди.

СНиП II-15-74 тавсиясига биноан сиқилувчи қатламнинг пастки чегараси формула (14.48) билан аниқланади.

Зўриқишнинг қиймати амалий пропорционаллик чегарасидан кам бўлганда босим P_z билан нисбий деформация i_z ўртасидаги боғланиш қуйидагича ифода этилиши мумкин:

$$i_z = a_0\cdot P_z, \quad (14.76)$$

бу ерда a_0 — грунтнинг нисбий сиқилиш коэффициенти, тажриба йўли билан аниқланади. a_0 нинг қиймати қуйидаги маълум формула билан аниқланиши мумкин:

$$a_0 = \frac{\beta}{E_0}$$

бу ерда β — грунтнинг ёнга кенгайишини эътиборга олувчи коэффициент. Коэффициент β қуйидагича аниқланади

$$\beta = 1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu}, \quad (14.78)$$

бу ерда μ — грунтнинг ёнга кенгайиш коэффициенти; E_0 — грунтнинг умумий деформация модули.

СНиП II-15-74 тавсиясига биноан, грунтларнинг барча турлари учун ҳам β нинг сон қийматини 0,8 га тенг деб олиш мумкин.

Қўшимча ўта чўкиш деформациясини аниқлаш учун бошланғич ифода қуйидагича бўлсин:

$$S_{oc} = \int_0^{h_s} i_z \cdot d_z. \qquad (14.79)$$

Интеграл остидаги ифода i ўрнига унинг (14.76) формула билан берилган қийматини қўйиб, ҳамда (14.44) ва (14.77) тенгламаларни эътиборга олган ҳолда (14.79) ифодани қуйидаги кўринишда ёза оламиз:

$$S_{oc} = \int_0^{h_s} \frac{\beta}{E_0} \left(\frac{P_0 \cdot \alpha_{min} \cdot H_{сиқ}}{z} + P_{б_0} + \gamma_{пр} \cdot z \right) dz. \qquad (14.80)$$

Сўнгги интегрални ишлаб чиққач, унча қийин бўлмаган соддалаштириш киритиб, лентасимон пойдевор остидаги лёсс заминнинг қўшимча чўкиш қийматини топиш учун қуйидаги формулани чиқарамиз:

$$S_{oc} = \frac{\beta}{E_0} \left(P_0 \cdot \alpha_{min} \cdot H_{сиқ} \cdot \ln h_s + P_{б_0} \cdot h_s + \frac{\gamma_{пр} \cdot h_s^2}{2} \right) \qquad (14.81)$$

Тўртбурчакли ва айлана пойдеворлар остидаги лёсс заминни қўшимча ўта чўктирувчи босим қиймати қуйидаги ифода билан топилади:

$$P_z = \frac{P_0 \cdot \alpha_{min} \cdot H_{сиқ} \cdot K_0}{z} - (P_0 \cdot \alpha_{min} \cdot \eta_{\frac{сиқ}{2}} + \eta_{h_s} \cdot P_0 \cdot \alpha_{min} - \gamma_{пр}) \cdot z +$$

$$+ [P_0 \cdot \alpha_{min} \cdot H_{сиқ} \cdot \eta_{\frac{сиқ}{2}} - P_0 \cdot \alpha_{min} (k_0 - 1) +$$

$$+ \frac{\eta_{h_s} \cdot P_0 \cdot \alpha_{min} \cdot H_{сиқ}}{4} + \gamma_{пр} \cdot h_ф)] \qquad (14.82)$$

ва қўшимча ўта чўкиш деформациясини эса қуйидаги формула билан топилади:

$$S_{oc} = \frac{\beta \cdot P_0 \cdot h_s \cdot \alpha_{min}}{E_0} \left\{ \frac{H_{сиқ}}{h_s} \cdot K_0 \cdot \ln h_s - \left[0{,}00125 \; (4 \cdot \eta_{\frac{H\,сиқ}{2}} + \eta_{h_s}) - \right. \right.$$

$$\left. \left. -0{,}5 \frac{\gamma_{пр}}{\alpha_{min} \cdot P_0} \right] + H_{сиқ} (\eta_{\frac{H\,сиқ}{2}} + \eta_{h_s} \cdot 0{,}25) - K_0 + 1 + \frac{P_{б_0}}{P_0 \cdot \alpha_{min}} \right\} \qquad (14.83)$$

бу ерда α_{min} — (14.48) формула билан аниқланадиган замин қатламида босим тарқалишининг минимал қиймати; $P_{б_0}$ — пойдевор қўйилган чуқурликка тўғри келган табиий босим қиймати

$$P_{б_0} = \gamma_{пр} \cdot h_ф. \qquad (14.84)$$

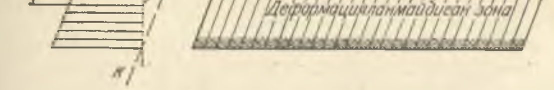
(14.81) ва (14.83) формулаларни анализ қилинганида кўринадики, бир хил грунт шароитида ва бир хил миқдорда бино ҳамда иншоот пойдевори орқали берилган куч таъсирида тўртбурчак ва айлана пойдеворлар остидаги заминнинг ўтириши, лентасимон пойдеворлар остидаги заминнинг чўкиш қийматидан сон жиҳатидан фарқ қилади.

10-§. ТАБИИЙ ВА ҚЎШИМЧА БОСИМЛАР ТАЪСИРИДАН ИНШООТ ЛЁСС ЗАМИНИНИНГ ЎТА ЧЎКИШИНИ ҲИСОБЛАШ УЧУН ЭКВИВАЛЕНТ ҚАТЛАМ УСУЛИ

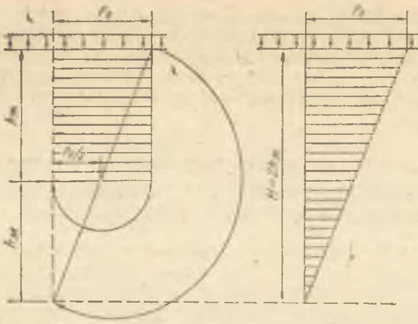
Қуйида табиий ва қўшимча босимлар таъсиридан иншоот лёсс заминининг ўта чўкишини ҳисоблашнинг эквивалент қатлам усули кўрилади. Бунда замин тариқасида ишловчи лёсс қатламы эркин сув шимдириш шароитида ўз оғирлиги таъсиридан берган ўта чўкиш деформацияси тўла тугаган деб қаралади. Замин грунтида бошланғич чўкиш чуқурлиги $h_н$ дан пастдан бошлаб турғун ҳолатга эришган бўлади.

Таъсир этувчи умумий босим лёсс заминнинг қаралаётган горизонтал майдонида (XIV.10-расм) қўшимча P_z (иншоотдан) ва табиий $P_б$ (намланган грунтнинг ўз оғирлигидан) босимлардан ташкил топади.

Қўшимча босимнинг интенсивлиги лёсс замини массиви чуқурлигига қараб, эгри чизиқ қонуни бўйича камайиб боради. Бироқ, қўшимча босим $H_{сиқ}$ чуқурликда шундай жуда кичик қийматга эга бўладики, унинг таъсирида амалда ўта чўкиш деформацияси содир бўлмайди, шунинг учун уни эътиборга олмаса ҳам бўлади.



XIV,10-расм. Қўшимча P_z ва табиий $P_б$ босимларнинг ўта чўкувчан лёсс заминида тарқалиши.



XIV.11- расм. Лёссли заминдаги эквивалент қатламни топишга оид чизма.

Қўшимча босимнинг ҳақиқий эпюра майдонини бирор эквивалент эпюра майдони билан алмаштирамиз

$$F_{эп} = h_{эк} \cdot P_0, \qquad (14.85)$$

бу ерда $F_{эп}$ — қўшимча босим эпюрасининг майдони; $h_{эк}$ — босим P_0 замин массиви чуқурлиги бўйича бир хил таъсир этади деб қарагандаги эквивалент қатлам қалинлиги; P_0 — қўшимча босим у қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_0 = P_{ўр} - P_{б_0}, \qquad (14.86)$$

бу ерда $P_{ўр}$ — иншоот пойдевори ости горизонтига бериладиган ўртача босим қиймати; $P_{б_0}$ — иншоот пойдевори ости ётган горизонтга тўғри келган, грунт оғирлигидан юзага келадиган табиий босим қиймати.

Лёсс қатламининг чуқурлигига қараб қўшимча босим P_z нинг таъсири камайиб боради. Шу қонунга асосан эквивалент қатлам принципи асосида P_z эпюрасини XIV.11-расмда кўрсатилганидек қурамиз. Шундай қилиб, умумий таъсир этувчи босим (қўшимча P_z ва табиий $P_{б_z}$) лёсс замини сиқилувчи қатлам соҳасининг исталган нуқтасида қуйидаги формула билан аниқланади

$$P_{ум} = P_0 \left(1 - \frac{z}{H}\right) + \gamma_{пр} (z + h_п), \qquad (14.87)$$

бу ерда z — пойдевор ости юзаси горизонтидан қаралаётган горизонтгача бўлган чуқурлик; $\gamma_{пр}$ — чўкиш деформациясининг босқичидаги намланган лёсс грунтининг ҳажмий оғирлиги, унинг қийматини амалда $\gamma_{пр} = 2$ т/м^3 деб олса бўлади; $h_п$ — пойдеворнинг қуйилиш чуқурлиги; H — лёсс грунтининг чўкувчи қатламидаги эквивалент қалинлик. XIV.11-расмга биноан

$$H = 2\,h_{эк}, \qquad (14.88)$$

бу ерда $h_{эк}$ — эквивалент қатлам.

Заминнинг ўта чўкишини аниқлашда кўриб чиқилаётган ҳол учун бошланғич ифода қуйидагича ёзилади:

$$S_{ос} = \int_{0}^{H=2h_{эк}} e_z \cdot dz, \qquad (14.89)$$

$$e_z = \frac{P_{ум}}{E_0} \cdot \beta, \qquad (14.90)$$

бу ерда e_z — грунтнинг нисбий деформация коэффициенти; $P_{ум}$ — (14.87) формула билан аниқланадиган умумий босим; E_0 — грунтнинг умумий деформация модули; β — ўлчамсиз коэффициент; у қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\beta = 1 - \frac{2\mu^2}{1 - \mu}, \qquad (14.91)$$

бу ерда μ — намланган лёсс қатлами учун Пуассон коэффициенти. СНи П II-15-74 тавсиясига биноан ҳамма грунтлар учун β — 0,8 деб олинади.

(14.89) интергал остидаги ифодага замин ва босим ўртасидаги муносабат (14.90) ни қўйиб, ҳамда (14.87) ифодани эътиборга олган ҳолда, қуйидаги тенгламани қабул қиламиз:

$$S_{ос} = \frac{\beta}{E_0} \int_{0}^{H=2h_{эк}} \left[P_0 \left(1 - \frac{z}{2h_{эк}}\right) + \gamma_{пр} (z + h_п) \right] dz. \qquad (14.92)$$

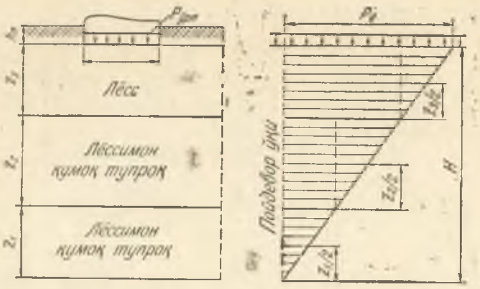
Ифодани интеграллаб, z ўрнига 0 ва $H = 2h_{эк}$ қийматларини қўйиб ҳамда унча мураккаб бўлмаган соддалаштиришдан сўнг, лёсс заминининг ўта чўкиш қийматини аниқлаш учун қуйидаги формулани чиқарамиз:

$$S_{ос} = \frac{\beta \cdot H}{2E_0} (P_0 + 2 P_{б_0} + \gamma_{пр} \cdot H). \qquad (14.93)$$

Лёсс грунтининг деформатив хоссаси чуқурлик бўйича бир хил бўлмаган ҳолларда, қатлам қалинлиги бўйича алоҳида деб қаралиб қалинликларнинг чўкишни қўшиш йўли билан ҳисоб олиб борилиши тавсия этилади ва қуйидагилар топилади.

XIV. 12-расмга биноан заминнинг чўкишини пастки қатламлардаги Z баландликка эга бўлган грунт қатлами учун қуйидаги формула билан аниқланади:

$$S_1 = \frac{z_1}{2E_{0_1}} \cdot \beta_1 \left[P_0 \left(1 - \frac{H - z_1}{H}\right) + 2 P_{б_0} + \gamma_{пр} \left(H - \frac{z_1^2}{2}\right)\right]. \qquad (14.94)$$



XIV.12- расм. Эквивалент қатлам усулида кўп қатламли лёссимон ўта чўкувчан заминнинг деформациясини аниқлашга оид чизма.

z_2 қатлами учун

$$S_2 = \frac{z_2}{2E_{0_2}}\cdot\beta_2\left\{P_0\left[\left(1-\frac{H-z_1-z_2}{H}\right)-\left(1-\frac{H-z_1}{H}\right)\right]+2P_0+\right.$$

$$\left.+\gamma_{пр}\left(H-z_1-\frac{z_2}{2}\right)\right\}+\frac{P_0\left(1-\frac{H-z_1}{H}\right)z_2}{E_{0_2}}\cdot\beta_2 \qquad (14.95)$$

z_n қатлами учун

$$S_n=\frac{z_n}{2E_{0_n}}\cdot\beta_n\left\{P_0\left(1-\frac{H-z_1-z_2-\ldots-z_n}{H}\right)-\right.$$

$$\left.-\left(1-\frac{H-z_1-\ldots-z_{n-1}}{H}\right)\right]+2P_{б_0}+\gamma_{пр}\left(H-z_1-\ldots-\frac{z_n}{2}\right)\right\}+$$

$$+\frac{P_0\left(1-\frac{H-z_1-\ldots-z_{n-1}}{H}\right)\cdot z_n}{E_{0_n}}\cdot\beta_n, \qquad (14.96)$$

бу ерда z_i — грунтнинг қаралаётган i-қатламининг қалинлиги. Иншоот лёсс замини сиқилувчи зонасининг эквивалент қалинлиги қийматини белгилаш учун грунтни бир жинсли ва чизиқли деформацияланувчи жисм, заминнинг сиқилувчи зонаси тагида сиқилмайдиган грунт қатлами тўшалган, грунт замини ўта чўкиш деформациясидан кейин зичланган эластик ҳолатга келиб,эластиклик хоссалари доимийлигича қолади деб характерланади.

Эластик жисмга майдони $b\times l$ орқали бир текис ёйилган куч таъсир этганда содир бўлувчи чўкиш қиймати Ф. Шлейхер тенгламаси билан аниқланади.

$$S_{0с}=\frac{\omega P_0\cdot в\,(1-\mu^2)}{E_0}. \qquad (14.97)$$

бу ерда P_0 — қўшимча босимнинг интенсивлиги; E_0 — грунтнинг деформация модули; μ — грунтнинг ёнга кенгайиш коэффиценти; ω — пойдеворнинг шакли ва қаттиқлигига боғлиқ бўлган коэффицент; $в$ — пойдеворнинг кенглиги.

(14.91) ифодани эътиборга олган ҳолда (14.93) ва (14.97) формулаларнинг ўнг томонини тенглаштириб ва уни $H = 2h_{эк}$ га нисбатан ечиб, қуйидагини чиқарамиз:

$$H^2\gamma_{пр}+H\,(P_0+2P_{бо})-2\omega\cdot P_0\cdot b\cdot kh_0=0 \qquad (14.98)$$

$$k_0=\frac{(1-\mu)^2}{1-2\mu} \qquad (14.99)$$

бу ерда k_0 — ўлчамсиз коэффицент. Берилган грунт учун ўзгармас қийматларни қуйидаги тегишлича символлар билан белгилаб

$$\left.\begin{aligned}A&=\gamma_{пр}\\B&=P_0+2P_{бо},\\C&=2\,\omega P_0\cdot b\cdot k_0\end{aligned}\right\} \qquad (14.100)$$

ва уларни формула (14.98) га қўйиб, қуйидаги квадрат тенгламани ҳосил қиламиз

$$AH^2+BH-C=0. \qquad (14.98)$$

Квадрат тенгламанинг $H = 2h_{эк}$ га нисбатан ечими қуйидагича бўлади:

$$H=\frac{-B\pm\sqrt{B^2+4AC}}{2A} \qquad (14.101)$$

(14.101) формула орқали топилган H нинг мусбат қиймати лёсс замини ўта чўкиш зонасининг эквивалент қатлами учун қабул қилинади.

Заминнинг эквивалент қатлами қиймати топилгач, пойдевор чўкиш қийматини (14.93) формула ёрдамида осонгина ҳисоблаб топилади.

Мисол. Лентасимон пойдевор лёсс заминининг ўта чўкиши қийматини топиш талаб этилсин.

Пойдеворнинг эни 120 см, 2,5 м чуқурликка қўйилган пойдевор таг юзаси горизонтига тўғри келган табиий босим $P_{б_0} = 0{,}5$ кгк/см^2 тенг бўлсин, ҳамда $\mu = 0{,}35$, $\omega = 3{,}0$ ва грунтнинг деформация модули $E = 270$ кгк/см^2.

Пойдеворнинг таг юзаси горизонтига тўғри келган қўшимча босим қиймати $P_0 = 2{,}6$ кгк/см^2 га тенг. Намланган лёсс грунтнинг ҳажмий оғирлиги $\gamma_{пр} = 0{,}002$ кгк/см^3.

(14.99) формулага биноан K_0 нинг қийматини аниқлаймиз.

$$k_0=\frac{(1-0{,}35)^2}{1-2\cdot0{,}35}=1{,}408$$

(14.100) формулага биноан A, B ва C ўзгармас символлар қийматларини аниқлаймиз:

$$A=0{,}002\ кг/см^3$$

$$B = 2{,}0 + 2 \cdot 0{,}50 = 3{,}2 \text{ кг/см}^2$$

$$C = 2 \cdot 3{,}0 \cdot 2{,}2 . 120 \cdot 1{,}408 = 2230{,}37 \text{ кг/см.}$$

Топилган A B ва C ўзгармас символлар қийматларини (14.98)′ формулага қўйиб, қуйидаги кўринишдаги квадрат тенгламани ҳосил қиламиз:

$$0{,}002 \cdot H^2 + 3{,}2 \cdot H - 2230{,}27 = 0$$

Сўнги ифодани H га нисбатан ечиб,

$$H = \frac{-3{,}2 \pm \sqrt{3{,}2^2 + 4 \cdot 0{,}002 \cdot 2230{,}27}}{2 \cdot 0{,}002} = \frac{-3{,}2 \pm 5{,}3}{0{,}004}$$

ни ҳосил қиламиз.

Лёсс заминнинг ўта чўкувчи зонаси эквивалент қатлами қиймати учун олинадиган, сўнги ифода орқали топилган қиймати $H = 526$ см га тенг. (14.91) формуладан β нинг қийматини аниқлаймиз

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0{,}35^2}{1 - 0{,}35} = 0{,}623.$$

Лёсс заминнинг қўшимча ўта чўкиш қийматини (14.93) формуладан топилади

$$S_{oo} = \frac{0{,}623 \cdot 525}{2 \cdot 270}(2{,}2 + 2{,}5 \cdot 2 + 0{,}002 \cdot 500) = 2{,}55 \text{ см.}$$

Сиқилувчи қатлам чегарасидаги намланган лёсс заминига таъсир этувчи умумий босим $P_{ум}$ нинг қиймати бошланғич босим $P_Н$ дан катта бўлгандагина қўшимча деформация ўта чўкиш намоён бўлиши мумкин.

Қўшимча ўта чўкиш соҳаси чегараларида умумий босимнинг қиймати бошланғич босим қийматига тенг бўлади, яъни

$$P_0 - \left(1 - \frac{z_{чўк}}{H_{сиқ}}\right) + \gamma_{пр}(h_п + z_{чўк}) = P_{Н,} \qquad (14.102)$$

бу ерда $z_{чўк}$ — чўкиш зонасиннинг пастки чуқурлиги. (14.102) формулани $z_{чўк}$ га нисбатан ечиб, қуйидагини оламиз:

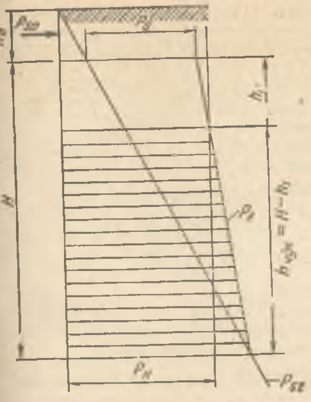
$$z_{чўк} = \frac{P_0 - P_н + P_{бо}}{P_0 - \gamma_{пр} H} \qquad (14.103)$$

бу ерда $P_н$ — лёсс грунтининг бошланғич босими. Лёсс заминини ҳисоблашда қуйидаги ҳоллар учраши мумкин:

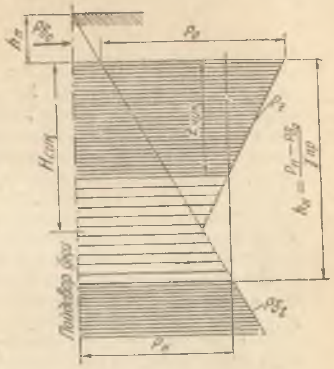
I. $P_0 + P_{б_0} > P_н$, $\gamma_{пр} \cdot H < P_н$

ҳамда чўкиш зонасининг пастки чуқурлиги z_{oo} чўкиш қатламининг бошланғич чуқурлиги $h_н$ дан кичик

$$h_н = \frac{P_н - P_{б_0}}{\gamma_{пр}} \qquad (14.104)$$



XIV.13- расм. $P_о + P_{б_0} < P_н$, $\gamma_{пр} \cdot H > P_о$ ва чўкиш зонасининг пастки чуқурлиги $Z_{чўк}$ чўкиш қатламининг бошланғич чуқурлиги $h_н$ дан кичик ҳолини кўрсатувчи чизма.



XIV.14- расм. $P_о + P_б \geqslant P_н$, $\gamma_{пр} \cdot H \leqslant P_о$ ва $h_н > Z_{чўк} < H$ ҳолини кўрсатувчи чизма.

Бундай вариантда чуқурлик z_{oo} (XIV.14- расм) (14.103) формуладан топилади. Заминнинг чўкиш қиймати $S_{чўк}$ (14.103) формулага асосан қуйидаги ифода билан топилади:

$$S_{oc} = \frac{\beta \cdot z_{чўк}}{2E_0}\left(P_0 + 2P_{бо} + \gamma_{пр} \cdot z_{чўк}\right) \qquad (14.105)$$

II. $P_0 + P_{бо} \geqslant P_н$, $\gamma_{пр} H \leqslant P_0$ ва $h_н = z_{чўк}$ H бўлганда (XIV.14) расм) заминнинг чўкиш қиймати (14.93) формула ёрдамида аниқланиши мумкин;

III. $P + P_{бо} < P_н$ ва $\gamma_{пр} \cdot H > P_0$ бўлганда, пойдевор таг юзасидан бошлаб бирор h_0 чуқурликкача бўлган замин қатлами (XIV.15-расм) қўшимча чўкмайди. Бу ҳолда чўкиш зонасининг бошланғич чуқурлиги қуйидаги ифода билан аниқланади:

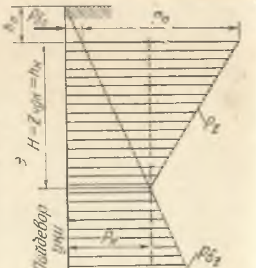
$$h_0 = \frac{P_0 - P_н + P_{б_0}}{P_0 - \gamma_{пр} \cdot H} \qquad (14.106)$$

заминнинг чўкиш қиймати эса қуйидаги формула билан топилади:

$$S_{чўк} = \frac{\beta \cdot h_{чўк}}{2E_0}\left(P_0 + 2P_{б_0} + \gamma_{пр} \cdot h_1\right) \qquad (14.107)$$

бу ерда $h_{чўк} = H - h_1$ (14.108)

11-§. ЧЎКУВЧИ ЛЁССИМОН ГРУНТЛАРДАГИ ПОЙДЕВОРЛАР



XIV. 15- расм. $p_0 + p_{б0} \geqslant p_н$, $\gamma_{пр} \leqslant p_0$ ва $h_н = z_{чўк} \cdot H$ ҳолини кўрсатувчи чизма.

Чўкувчи грунтларнинг асосий хоссалари, СНиП II-15-74 қабул этган ўта чўкиш критериялари ва нисбий чўкиш коэффициентлари $\delta_{пр}$ ни аниқлаш формулалари шу бобнинг олдинги параграфларида берилди. Шунингдек, замин грунтининг чўкиш қийматини аниқлашдаги энг янги усуллар ва чўкувчи қатламни ҳисобий йўл билан топиш усуллари ҳам берилди. Ушбу параграфда эса бино ва иншоотлар лёсс грунтли заминининг мустаҳкамлиги, турғунлиги ва эксплуатация қилиниши учун лаёқатлилиги тўғрисида фикр юритилади.

Грунтларнинг чўкиш қатламини пойдевор орқали кесиб ўтиш йўли билан, яъни пойдеворларнинг таг юзаси чўкмайдиган қатламга қўйилиши ҳамда устун қозиқли пойдеворлар ишлатилиши ва химиявий, термик йўл билан қотириш натижасида чўкиш хоссаларини йўқотиш мумкин.

Грунтларнинг чўкиш хоссаларини чўкиш қалинлигини тўла ёки маълум чуқурликкача кесиб ўтиш йўли билан камайтириш мумкин. Шундай йўл билан чўкувчи қатламнинг тўла кесиб ўтилмаган ҳолати, пастки қатламининг чўкиши характери нотекис бўлмаган ҳамда чўкиш қиймати 5 см дан кичик бўлиши кутилмагандагина рухсат этилади. Бундай ҳолларда устун қозиқли пойдеворларнинг чўкувчи қатламини кесиб ўтиши тўла бўлиши, яъни устун қозиқлар чуқурлиги чўкмайдиган грунтларгача етиб бориши керак.

Замин сифатида ишлайдиган чўкувчи грунтларни сув тегишидан сақлаш, яъни юзаки сувлар (қор, ёмғир ва бошқа сувлар) маълум майдон юзасида тўпланиб қолмаслиги, ишлаб чиқариш ёки хўжалик мақсадлари учун бино ёки иншоотга қувур орқали киритилган сувларнинг сизиб чиқишини қатъий текшириш йўли билан грунтнинг чўкиши муҳофаза этилади.

Булардан ташқари, шу мақсадда грунтнинг чўкиши натижасида ҳосил бўлган заминнинг нотекис деформациясига маълум даражада жавоб берувчи бино конструкцияларидан фойдаланилади.

СНиП тавсия этган қурилиш тадбир-чоралари ичидан бирининг ёки бир нечта усулининг қўлланилиши лёссимон грунт шароити типлари, кутилган чўкиш қиймати, сув тегиш мумкинлиги, бино ва иншоотларнинг муҳимлиги ва қандай мақсадда қурилганлиги ҳамда эксплуатация шароитини ҳисобга олган техникавий-иқтисодий таҳлилга асосланади. I тип грунтлар шароитида бино ва иншоотлар пойдеворлари орқали берилган маҳаллий кучлар таъсирида пойдеворнинг чўкиши чуқурлик бўйича 1,5—2,0 b га (b — пойдеворнинг

эни) тенг бўлган деформацияланувчи зонада ҳосил бўлиши мумкин. Бундай ҳолда бино ва иншоотлардан нормал фойдаланишни таъминлаш мақсадида қуйидаги комплекс тадбир-чораларни қўллаш мумкин.

Заминнинг деформацияланувчи зонаси чегарасида у ёки бу қурилиш тадбир-чоралари ёрдамида грунтнинг чўкиш хоссаси йўқотилади. Агар заминнинг кутилган чўкиш қиймати ва унинг нотекис намоён бўлиши рухсат этилган қийматдан ошиб кетмаса, у ҳолда табиий заминдан фойдаланиш мумкин.

II тип грунтлар шароитида замин грунтларининг деформацияланувчи зона миқёсида ташқи куч таъсирида кутилган чўкиши билан бирга деформацияланувчи зонадан пастда ётган грунт қатламининг сув тегиши натижасида ўз оғирлиги таъсиридан намоён бўлувчи чўкиши кам эътиборга олиниши зарур. Деформацияланувчи зона миқёсида чўкиш хоссаларининг йўқотилиши етарли ҳол ҳисобланмай, балки шу зонани ҳам, унинг пастки қатламининг ҳам чўкиш хоссасини йўқотиш учун химиявий қотириш усулининг қўлланилишини талаб қилади (XIV.16- расм).

Бино ва иншоотлар заминларининг кутилган чўкиш қийматлари, лёссли грунтларнинг генетик типи, бир жинслиги ва кўп жинслиги, қатламларнинг нисбий чўкишининг максимал қиймати ва шу қатламни кўрсатувчи чуқурлик $Z\sigma_{мак}$ ларга қараб аниқлаш ушбу бобнинг олдинги параграфида баён этилди.

Қатламнинг чўкиш қийматини топиш учун лёссларда 8 м гача лёссимон грунтларда 16 м гача чуқурликнинг ҳар бир метри учун грунтнинг нисбий чўкиш қиймати $\delta z = f(z)$ аниқланади. Нисбий чўкишнинг чуқурлик бўйича ўзгариш қонунидан $\delta_z = 0{,}01$ га мос келган чуқурликлар орқали чўкувчи қатлам топилади. Қўшимча босим P_z билан грунтнинг кўлам босими $P_б$ эпюрасидан $P_z = 0{,}2 P_б$ шарти бўйича деформацияланувчи зона чуқурлиги топилади (XIV. 16 -расм). Грунтнинг деформацияланувчи зонаси чуқурлиги $H_д$ билан чўкувчи қатламнинг пастки чуқурлиги H ўртасидаги фарқга қараб, кутиладиган қўшимча чўкиш қиймати топилади, керак бўлган тақдирда, шу зона учун қотириш бўйича тадбир-чоралар лойиҳаси тузилади.

Агар кутилган чўкиш қиймати бино ёки иншоотнинг рухсат этилган деформациясидан катта бўлса, у ҳолда сув тегишидан сақлаш ва конструктив тадбирлари кўрилади ҳамда заминнинг чўкишини маълум даражада сўндириш учун инженерлик чоралари ҳам тавсия этилади.

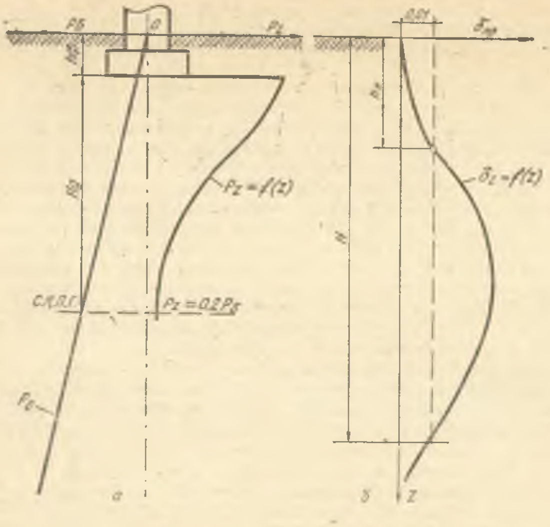
Замин грунтларининг чўкиш хоссаларини йўқотиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади:

—оғир шиббалар билан грунтларни зичлантириш;

— маҳаллий лойли грунтлардан грунт тўшаги ташлаш; бу мақсадда II тип грунт шароитидан ковлаб олинган грунтдан тўшак ташлаш ман этилади;

— қум устун қозиқлари билан чуқур зичлантириш;

— заминлар грунтига эркин сув шимдириш;



XIV.16-расм. Лёсс грунтининг деформацияланувчи зонаси чуқурлиги ($H_д$) ни топиш схемаси (*а*), ўта чўкувчи қатламнинг пастки чуқурлиги (*H*)ни топиш схемаси (*б*)

— химиявий йўл билан қотириш;
— термик йўл билан қотириш.

Келтирилган усуллар ҳақида ушбу қўлланманинг XII бобида кенгроқ тўхталиб ўтилди.

Лёссли грунт қатламини эркин сув шимдириш йўли билан чўктириш учун реал шароит бўлгандагина ўз оғирлиги таъсирида чўкиши мумкинлигини эътиборга олиш зарур. Эркин сув шимдириш амалга ошириш мумкин бўлмаган шароитларда, пойдевор чўкувчи грунт зонасини тўла кесиб ўтганда, бино ва иншоотлар бамисоли оддий чўкмайдиган грунтларга қўйилгандек лойиҳаланади.

Бино ва иншоотлар заминларининг чўкувчи грунтларини сув тегишидан ҳимоя этиш учун қуйидаги тадбир-чоралар кўрилади:

— бино атрофи текислангач, юзаки сувларнинг тўла оқиб кетишини таъминлаш учун бино деворидан бошлаб, қиялиги 0,03 дан кам бўлмаган ҳолда сув ўтказмайдиган ёпма-отмостка ётқизилади. Ёпманинг эни пазухдан* ками билан 5—10 см кенг бўлиши керак;

— қурилиш майдонида бинонинг жойланиши амалий аҳамиятга эга бўлиб, имконияти борича сув билан алоқаси бўлган хоналарининг ҳаммаси ер рельефи бўйича паст томонга қурилиши керак;

— сув қувурлари бино ва иншоот пойдеворидан маълум узоқликда ётқизилган бўлиши керак, бунда мабодо авария содир бўлган тақдирда ҳам заминнинг турғунлигига сувнинг таъсири етиб келмаслиги ҳамда эксплуатация даврида сувнинг сизиб чиқмаслигини доимо назорат қилиб туриш зарур.

Пойдеворлар ёнидаги пазухлар ва сув қувурлари ҳандақларини тўлдиришда, пол остини тайёрлашда, территорияни текислашда ва бошқа чуқурларни тўлдириш учун қумли грунтлар, қурилиш чиқиндилари ва бошқа сув шимувчи нарсалар ишлатилиши тақиқланади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, фақатгина заминга сув тегишидан сақловчи тадбир-чораларнинг ўзи девор ва пойдеворларни деформация беришидан сақлай олмас экан, шунинг учун булардан ташқари, қўшимча ҳолда қуйидагича конструктив тадбир-чоралар қўллаш зарур:

— бино узунлигини чўкиш чоклари билан бўлиш (каркассиз биноларда температура чоклари билан бирга қолдирилади);
— бинонинг баъзи қисмларининг мустаҳкамлигини ошириш: деворларни арматуралаш ва темир-бетон туткич камарлари қуриш;
— нотекис чўкишга чидамли конструкциялар қўллаш.

Чўкиш чокларини тақрибан қуйидагича масофаларда қолдириш мумкин: й и р и к п а н е л л и б и н о л а р д а

I тип грунт шароити учун — 40 м;
II тип грунт шароити учун — 30 м.

Ғ и ш т д а н қ у р и л г а н б и н о л а р д а, грунт шароитидан қатъи назар — 70 м.

Йирик панелли биноларда бинонинг баъзи блоклари чўкиш чоклари ёнида кўндаланг деворлар билан туташган бўлиши керак. Темир-бетон туткич камарлар чўкиш чоклари билан бўлинган бино блокларининг кўндаланг ва бўйлама деворлари устидан ўрнатилган ва узлуксиз ишланган бўлиши керак.

Бино ва иншоотлар нотекис чўкишга нисбатан чидамли ва тез бузилувчан бўлади. Юқори мустаҳкамлик ва қаттиқлик хусусиятига эга бўлган чидамли бинолар учун кутиладиган чўкиш ва уларнинг нотекис қийшайиши фақат эксплуатация шароитига қараб чегараланади. Конструкциялари қаттиқ бўлмаган чидамли биноларда замин чўкиши вақтидаги юк кўтарувчи деворлар ва устунларнинг тик йўналишига нисбатан кутиладиган буралиш эътиборга олинади ва фермаларда, тўсинларнинг деворлар ва устунлар билан ҳамда устунларнинг деворлар билан шарнирли боғланган бўлишлиги тақозо қилинади.

*Котлованга ўрнатилган йиғма пойдеворни гидроизоляцияси қилингач, тупроқ билан қайта тўлдирилган ён томонлари, қўлтиғи.

Элементлари ўзаро қаттиқ боғланган нотекис ўтиришга чидамсиз конструкцияларда заминнинг деформацияси катта маҳаллий бузилишга сабабчи бўлиши ёки умумий турғунликка путур етказиши мумкин (масалан, шарнирсиз ёки икки шарнирли аркалар ёки гумбазлар, узлуксиз кўп оралиқли балкалар, узеллари қаттиқ боғланган рамалар, қаттиқ тугунли каркасли турар жой бинолари, йирик панелли бинолар ва бошқалар). Бундай биноларнинг ҳамма элементларини заминнинг нотекис ўтиришидаги энг номақбул шароитига статик турғунлиги ва мустаҳкамлиги текширилиши керак.

Каркассиз бинолар устунлари остидаги пойдевор лентасимон кўринишда қурилади.

Каркасли бинолар учун якка тартибда ўрнатилувчи пойдеворлар ишлатилади. Кран ости тўсинлари ҳар бир оралиқда мустақил бўлиши керак. Кран ости тўсинларига рельсларни пайвандлаб маҳкамлашга рухсат этилмайди.

XV БОБ. ЗИЛЗИЛА СОДИР БЎЛАДИГАН РАЙОНЛАРДА ЗАМИНЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

1-§. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Зилзила—табиий офат бўлиб, ундан Ер шарининг жуда кўп районлари зарар кўради. Кучли зилзилалар қуруқликда тоғларнинг емирилиши ва ўпирилишига олиб келиб, уларнинг бутунлай йўқолиб кетишига ва ўрнига янгидан-янги кўллар, ботқоқликлар ҳосил бўлишига, дарё ўзанларининг тубдан ўзгаришига ва ҳоказоларга олиб келса, денгиз ва океанларда эса кучли тўлқинлар ҳосил қилиб атроф қуруқликларни ювиб кетади.

Ўз-ўзидан маълумки, бундай офат натижасида қўл меҳнати билан бунёд этилган кўплаб бойликлар йўқолиб, энг хавфлиси минглаб инсонлар ҳалок бўлади.

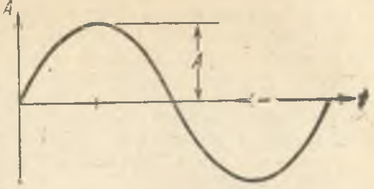
Зилзиланинг энг хавфли томони, унинг тўсатдан юз бериб, кўпинча ҳалокатли тугашидир. Бу ҳалокатнинг энг асосида бино ва иншоотларнинг бузилиши ётади.

Зилзила хавфини йўқотишга ҳозирча эришилмаган экан, унинг таъсирини камайтириш йўлларидан бири зилзилага чидамли бино ва иншоотлар қуришдан иборатдир.

Зилзила юз берадиган районларда қуриладиган бино ва иншоотлар келажакда таъсир этиши мумкин бўлган сейсмик кучларга ҳисобланган бўлишлари керак.

Зилзила вақтида тебраниб турган грунт билан унинг устидаги қурилишлар орасида ҳосил бўладиган ўзаро таъсир кучлари сейсмик кучлардан иборат бўлиб, бу кучлар таъсирида иншоот конструкцияларида инерция кучлари вужудга келади ва натижада иншоот шикастланиши ва ҳатто бузилиши мумкин. Зилзила ўчоғи — ниҳоятда мураккаб шароитда ер қатламининг чуқур жойларида юз

берадиган сурилишлар ва силжишлар маркази (гипоцентр) одатда, 20—50 км ва ундан ортиқ чуқурликда жойлашади.



XV.1- расм. Синусоидал ҳаракат.

Маълум чуқурликда юз берадиган силжишлар ер қатлами бўйича сиқилиб-чўзилувчан бўйлама ва кўндаланг эгилувчан тўлқинлар ҳосил қилади. Бу тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги грунт турига боғлиқ бўлиб, уларнинг ўртача қийматлари, ўта намли қумлар учун 150—200 м/с; йирик сочилувчан тош, шағаллар учун 600—800 м/с; лойли грунтлар учун 1400—1800 м/с, яхлит тоғ жинслари учун 250—4000 м/с.

Эгилувчан тўлқинлар ер юзасига етиб келиб унда ва иншоотларда тебранма ҳаракат вужудга келтиради. Бу тебранма ҳаракат энг оддий кўринишда синусоида бўлиб (XV.1- расм), қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} t, \tag{15.1}$$

бу ерда y — вақт бирлигида мувозанат ҳолатидан четланиш масофаси;

A — энг катта амплитуда қиймати;

T — тебраниш даври.

Гипоцентрдан концентрик сфера шаклида тарқалувчи эгилувчан тўлқинлар ер юзасига турли бурчак орқали етиб келади. Гипоцентрдан 90° бўйича ўтказилган вертикал чизиқ ер юзаси билан кесишган нуқта (эпицентр) атрофида вертикал тебраниш ҳаракати юз беради. Қолган нуқталарда эса бу ҳаракат ер юзасига нисбатан бирор бурчак орқали бўлиб, уларни ҳамма вақт нормал (вертикал) ва уринма (горизонтал) ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

Тебраниш даврида хосил бўлувчи инерция кучлари жисм массаси m нинг унинг тезланиши a га кўпайтмасига тенг, яъни:

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T^2} A \sin \frac{2\pi}{T} t, \tag{15.2}$$

энг катта тезланиш

$$\sin \frac{2\pi}{T} t = \pm 1{,}0 \tag{15.3}$$

бўлганда юзага келиб, энг юқори инерция кучи қуйидагича ифодаланади:

$$S = m a_{max} = P_0 \frac{\alpha_{max}}{g} \cdot \frac{4A\pi^2}{T^2}, \tag{15.4}$$

бу ерда P_0 — жисм оғирлиги;
g — жисмнинг эркин тушиш тезланиши.

(15.4) ифодадаги кучлар зилзила кучлари деб аталиб, унинг қиймати амплитуданинг ошиши ёки тебраниш даврининг камайиши билан кўпайиб боради. Зилзиланинг тебраниш даври кўпинча 2—10 с га тенг бўлиб, унинг амплитудаси эса грунт турига боғлиқ. Масалан, яхлит тоғ жинсларида амплитуда 2—5 мм дан ошмайди, ғовакли бўш грунтларда эса унинг қиймати 25—30 мм ва ундан ҳам ошиб кетиши мумкин. Ниҳоятда кучли (ҳалокатли) зилзилалар юз берганда тебраниш амплитудасининг қиймати 200—300 мм га етиши мумкин.

Зилзила кучлари иншоот конструкцияси ва унинг заминига турлича таъсир этади. Уларнинг энг хавфлиси горизонтал таъсир ҳисобланиб, бунинг натижасида эгилиш ва силжиш деформациялари вужудга келади.

Ҳисоблаш ишлари олиб боришда зилзила кучини ифодалаш учун энг юқори сейсмик тезланиш a_{max} нинг жисмнинг эркин тушиш тезланиши g га нисбатига тенг бўлган сейсмик коэффицент K ишлатилади.

$$K_c = \frac{a_{max}}{g} \qquad (15.5)$$

СССРда зилзила кучини ифодаловчи 12 баллик сейсмик шкала мавжуд бўлиб, унда 6 баллдан кичик бўлган таъсир иншоот қурилишида ҳисобга олинмаган ҳолда, 9 баллдан юқори зилзилалар юз бериши мумкин бўлган районларда қурилиш ишлари олиб борилиши ман этилади.

Турли балларга алоқадор сейсмик коэффициентлар (K_c) ҳисоблаб чиқилган бўлиб, уларнинг қиймати 15.1- жадвалда келтирилган.

15. 1- жадвал. Сейсмик коэффициенти K_c нинг қийматлари

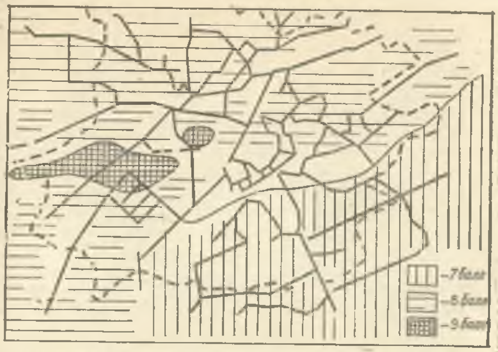
Зилзила кучи, балл ҳисобида	7	8	9
Сейсмик коэффициент қиймати	0,025	0,05	0,1

Сейсмик коэффициентлардан зилзила юз берадиган районларда қуриладиган иншоотлар мустаҳкамлигини ҳисоблашда фойдаланадилар.

2- §. ҚУРИЛИШ МАЙДОНИНИНГ ЗИЛЗИЛА БАРДОШЛИГИ

Иншоот заминининг зилзила бардошлигини аниқлашда тўлқинлар таъсири натижасида ҳосил бўлувчи сейсмик тебранишнинг юқори қиймати (a_{max}) асосий роль ўйнайди. Шунинг учун сейсмик тезланишнинг юқори қийматини тўғри ва аниқ белгилаш жуда катта аҳамиятга эга.

Бу мақсадда аҳоли яшайдиган йирик пунктларда ҳамда катта аҳамиятга эга бўлган саноат ҳамда гидротехника қурилиши объект-



XV.2- расм. Тошкент шаҳрининг сейсмомикрорайон картаси (В. Мирзаев чизган).

ларида махсус геологик ва гидрогеологик қидирув ишлари олиб борилади. Бу қидирув ишлари натижасида кузатилган район учун йирик масштабли харита тузилиб, унда турли грунтлар ўзига хос баллар билан ифодаланади. «Сейсмомикрорайон» харитаси деб аталувчи бундай хариталардан майдоннинг зилзилага нисбатан мустаҳкамлигини ва қурилиш ишлари олиб бориш учун қулай бўлган майдон ахтаришда фойдаланилади (XV.2- расм).

Зилзилага чидамли майдон ахтаришда асосан қулай ёки ноқулай грунт шароитларига аҳамият берилади.

Одатда, зилзилага чидамли бўлган қулай грунтларга, бузилмаган яхлит тоғ жинслари, зич жойлашган, кам намли йирик ва майда заррачали грунтлар киради. Шу билан бирга тик қияликлар, зах чуқурликлар ва текисликлар, шунингдек, тўла намланган майда заррачали қумлар, пластик ҳолатдаги лойлар, соғ тупроқли грунтлар зилзила жиҳатидан ноқулай деб ҳисобланадилар.

Сейсмомикрорайон харитаси тузишда тадқиқотчилар турлича ҳолатларни асос қилиб олганлар. Масалан, Сафарян А. Н., Попов В. В., Гзелишвили И. А. ва бошқалар қурилиш районининг инженерлик-геологик ва гидрогеологик шарт-шароитларини асос қилиб олган бўлсалар, бошқалар (Саваренский Е. Ф., Антоненко Э. М., Кац А. З., Пучков С. В. ва бошқалар) зилзила вақтида ёзиб олинган грунтларнинг спектр кўрсаткичларини ва яна бошқалар (Медведев С. В., Бунэ В. И., Карапетян В. К., Мирзаев В. М. ва бошқалар) эса майдон инженерлик-геологик ва гидрогеологик шарт-шароитларини ҳисобга олган ҳолда турли асбоблар орқали ёзиб олинган грунтларнинг сейсмик хусусиятларини асос қилиб олдилар.

XV.3- расм. СССР нинг сейсмик районларга бўлиниш картаси.

Шуни айтиб ўтиш керакки, сейсмомикрорайон харитасини юқоридаги авторлар умумий асосга таяниб тузадилар. У ҳам бўлса бирон-бир район учун харита тузилаётганда, шу районнинг инженерлик-геологик тузилиши бўйича «Эталон» грунт танлаб олинади. Бу эталон грунт сейсмик жиҳатдан СССР нинг зилзила юз берадиган районлар харитасида кўрсатилган баллга тўғри келиши керак (XV.3- расм). Масалан, СССР территориясини сейсмик районларга бўлишда эталон грунт сифатида гранит қабул қилинган бўлса, Тошкент шаҳрининг сейсмомикрорайон харитасини тузишда эталон бўлиб майда тошли грунт хизмат қилади. Шу районда учрайдиган бошқа грунтларнинг зилзила балини аниқлашда С. В. Медведев таклиф этган қуйидаги ифодадан фойдаланилади:

$$k = 1{,}67\,[\,\lg(v_э \cdot n_э) - \lg(v_н \cdot n_н)\,]\,, \qquad (15.6)$$

бу ерда k — ҳисоблаш балининг эталон грунтига нисбатан ортиқ ёки камлиги;

$v_н$, $v_э$ — контрол олиб борилаётган ва эталон грунтларда зилзила тўлқинларининг тарқалиш тезлиги;

$n_н$, $n_э$ — контрол олиб борилаётган ва эталон грунтлар заррачаларининг зичлиги.

Умумий қабул қилинган қоидага асосан (15.6) ифода ёрдамида зилзила балининг контрол остидаги грунтда эталон грунтга нисбатан ортиқ ёки камлигини аниқлашда қўшимча равишда ер ости сувларининг сатҳи ҳисобга олиниши керак бўлади. Масалан, агар қумоқ, қумлоқ тупроқ ёки чангсимон грунтлар қатламларида ер ости сувлари иншоот пойдеворига яқин жойлашган бўлса, у ҳолда ҳисоблашни бир баллга оширишга тўғри келади ва ҳоказо.

Қурилиш майдонларининг инженерлик-геологик ва гидрогеологик шарт-шароитларини ҳамда бино ва иншоотларнинг зилзила оқибатида зарарланиш томонларини кузатиш натижасида шу нарса маълум бўлдики, ҳисоблаш ишларида сейсмомикрорайон хариталаридан фойдаланиш баъзи камчиликлардан ҳоли эмасдир. Бу камчиликларнинг асосида катта-катта майдонларнинг сейсмик жиҳатдан кенг балларга бирлаштирилиши ётади.

Маълумки, ҳар бир иншоот пойдевори жойлашган замин грунтлари ўзининг литологик тузилиши ва физик-механик хоссалари билан тубдан фарқланади. Шунингдек, қурилиш майдонининг геоморфологик хусусиятлари ва гидрогеологик хоссалари ҳам турличадир. Бундай ҳолда бутун бир район бўйича яхлит бир сейсмик баллга бирлашадиган шароитни топиш имконияти деярли йўқ.

Шунинг учун ҳар бир алоҳида қурилиш майдони грунтларини физик-механик, мустаҳкамлик кўрсаткичлари ва сейсмик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаш бали ўрнатиш иншоот мустаҳкамлигини таъминлашнинг асосий гаровидир.

3-§. «ЗИЛЗИЛАГА ЧИДАМЛИ ЗАМИНЛАР» УСУЛИ

Кейинги вақтларда ватанимизнинг кучли зилзилалар юз берувчи районларида кўплаб турли иншоотлар қурилиши сабабли уларнинг сейсмик жиҳатдан мустаҳкамлигини таъминлаш асосий вазифалардан биридир.

Шу билан бирга бу иншоотлар техник-иқтисодий томондан ҳам қулай бўлиши керак, чунки 1 балл юқорига ҳисобланган иншоот таннархи 4% дан кўп миқдорга ошиб кетиши маълум.

Шунинг учун ҳам қандай заминнинг зилзилага мустаҳкамлик ҳолатини аниқлашда конкрет грунтларнинг физик-механик ва мустаҳкамлик кўрсаткичларидан фойдаланиш, юқорида айтганимиздек, мақсадга мувофиқ бўлиб қолади.

Бу борада Д. Д. Барканнинг илмий изланишлари* диққатга сазовордир. У заррачалари ўзаро боғланган грунтлар сейсмик ҳолатини аниқлашда уларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларидан қуйидагича фойдаланишни тавсия этади:

$$k_c^x = k_{гр} \cdot k_c, \qquad (15.7)$$

бу ерда k^x — ҳисобий сейсмик коэффициенти;

k_c — қиймати XV. 1-жадвалдан олинадиган коэффициент,

$k_{гр}$ — грунт мустаҳкамлигини ҳисобга олувчи коэффициент.

Грунт мустаҳкамлигини ҳисобга олувчи коэффициент иншоот заминига нисбатан ҳисобий босим P орқали қуйидагича аниқланади:

$$k_{гр} = \frac{2,5}{P_к} \qquad (15.8)$$

бу ерда 2,5 — зилзилага ўртача қаршилик қилувчи грунтлардан ташкил топган заминга нисбатан ҳисобий босими қиймати.

Зилзилага бардош берувчи заминларни аниқлашда Х. З. Расулов ишлаб чиққан «Зилзилага чидамли заминлар» усули ҳам анча қўл келади*. Бу усулга асосан ҳар қандай қурилиш майдонининг зилзилага бардошлиги шу майдон ташкил топган грунтларнинг физик-механик ва мустаҳкамлик кўрсаткичлари ва иншоотдан заминга таъсир этувчи босим қиймати ҳисобга олинган ҳолда аниқланади.

Бунда қурилиш майдонининг ҳисобий зилзила бали шу майдон жойлашган район учун ўрнатилган баллдан ортиқ ёки камлиги сейсмик мустаҳкамлик коэффициенти $K_м$ орқали ифодаланади:

$$k_м = \frac{\alpha_{кр}}{\alpha_c} \qquad (15.9)$$

---

* Материалы III Всесоюзной конференции по динамике оснований, фундаментов и подземных сооружений, Ташкент, «Фан», 1974.

* Расулов Х. З. Метод сейсмоустойчивого основания для определения приращения балльности на строительных плошадках. Материалы I го Всесоюзного научно-технического совещания, Ташкент, «Фан», 1975.

бу ерда α_c — қурилиш майдони жойлашган район учун белгиланган энг кучли зилзила тезланиши;

$\alpha_{кр}$ — мувозанат тезланиши.

Мувозанат тезланиши деб шундай зилзила тезланишига айтиладики, унинг таъсирида тебранаётган грунт ўз мустаҳкамлигини сақлашни давом эттиради.

Демак, заминга таъсир этаётган зилзила тезланиши қиймати мувозанат тезланишидан юқори бўлса, у ҳолда грунт ўз мустаҳкамлигини йўқотиб, заррачалар ўртасида ўзаро зичлашиш юз беради ва ҳоказо.

Мувозанат тезланиши қуйидагича аниқланади:

$$\alpha_{кр} = \frac{2\pi g(\sigma \cdot tg\,\varphi + C_w)}{\gamma \cdot T \cdot v_к} \qquad (15.10)$$

бу ерда g — жисмнинг эркин тушиш тезланиши;

σ — грунт оғирлигидан ва иншоотдан контрол олиб борилаётган сатҳга таъсир этувчи нормал босим қиймати;

φ — грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги;

C_w — грунт заррачалари орасидаги боғланиш;

γ — грунтнинг ҳажмий оғирлиги;

T — тебраниш даври;

$v_к$ — зилзила кўндаланг тўлқинларининг тезлиги.

Ҳар бир алоҳида қурилиш майдонининг сейсмик жиҳатдан шу район учун ўрнатилган баллга мос келиш шарти (15. 9) ифодага асосан $K_м = 1,0$ қийматидир. Бошқа ҳолларда, яъни $K_м < 1,0$ ёки $K_м > 1,0$ бўлганда қурилиш майдонинг зилзила балини шу район учун ўрнатилган умумий баллдан $K_м$ нинг қийматига мос равишда камайтириш ёки ошириш тавсия этилади.

Зилзилага чидамли заминлар усули ўзининг оддийлиги, мураккаб ҳисоблашлар ва ҳеч қандай қўшимча харажатлар талаб этмаслиги билан ажралиб туради. Шу билан бирга уни тажрибада қўлланиши ҳар қандай қурилиш ишларини олиб боришда, майдоннинг зилзилага мустаҳкамлигини аниқлашда етарли даражада аниқ маълумотлар беради (15.2- жадвал).

15.2- жадвалда баъзи бир қурилиш майдонлари учун зилзилага чидамли заминлар усулини қўллаб аниқланган ҳисобий бали келтирилган.

4-§. ЗИЛЗИЛА ТАЪСИРИДА ГРУНТЛАРНИНГ МУСТАҲКАМЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИНИНГ ЎЗГАРИШИ

Зилзила юз берган вақтда грунт қатламлари бўйлаб бўйлама, кўндаланг ва ер юзаси бўйича тарқалувчи тўлқинлар ҳосил бўлиб, уларнинг грунт заррачаларига ва улар орасидаги сув ва газларга таъсири натижасида сиқилиш-чўзилиш ва силжиш кучланишлари вужудга келади. Бу вақтда грунт эгилувчан деформация таъсирида

15.2- жадвал. Грунт шарт-шароитларини ҳисобга олган ҳолда айрим қурилиш майдонларининг сейсмик мустаҳкамлигини аниқлаш

Қурилиш майдони	Грунт қатламлари	Грунтнинг ҳажмий массаси, Н/м³	Грунтнинг заррачалараро ишқаланиш бурчаги, град	Заррачалараро боғланиш кучи, МПа	Мувозанат тезланиши: грунт сиртига юк таъсир этмаганда	Мувозанат тезланиши: $P_ф = 0,15$ МПа	Сейсмик мустаҳкамлик коэффициенти	Майдонга мос келувчи сейсмик коэффициент K_c
56 хонали 4 қаватли турар жой биноси	лёссимон қумоқ тупроқ	15,5	25	0,025	940	3010	1,5	0,066
9 қаватли турар жой биноси	лёссимон қумоқ ва қумлоқ тупроқ	15,0	26	0,0097	478	2720	1,36	0,074
Маъмурий комплекс		16,0	26	0,019	734	2830	1,42	0,071
5 қаватли саноат биноси	қумоқ ва қумлоқ тупроқ	18,0	25	0,014	509	2298	1,14	0,088
4 қаватли турар жой биноси		17,6	19	0,0034	190	1518	0,76	0,132
9 қаватли ўқув корпуси	қумоқ ва лой тупроқ	16,0	26	0,007	362	2420	1,21	0,083
Транспорт биноси	қумоқ ва қумлоқ тупроқ	16,0	18	0,010	404	1770	0,88	0,114

Эслатма: Юқоридаги қурилиш майдонлари 9 балли районда жойлашган бўлиб, улар учун СНиП бўйича K_c нинг қиймати 0,1 га тенгдир.

бўлиши билан бирга, баъзи ҳолларда унинг структураси бузилиб заррачалар ўзаро зичланишлари ҳам мумкин.

Х. З. Расулов ишлаб чиққан «Намланган грунтлар структурасининг зилзила таъсирида бузилиши»* ҳақидаги назарияга асосан ўта намланган заррачалари ўзаро боғланган грунтларга зилзила таъсир этганда, бу таъсир биринчи навбатда грунт заррачаларини бир-бирига боғлаб турувчи куч орқали қабул қилинади. Бу куч силжитувчи сейсмик кучланишлар таъсирига бардош берганида грунт квази қаттиқ жисм ҳолида тебранишда давом этади ва грунт заррачалари орасидаги боғланишлар фақат эгилувчан хусусиятга эга бўлади.

Бундан эса заррачалари ўзаро боғланган грунтлар структурасининг сейсмик кучланиш таъсирида бузилиш табиати тебраниш даврида грунтнинг силжишга қарши мустаҳкамлик кўрсаткичлари ўзгаришига боғлиқ бўлади, деган хулоса келиб чиқади.

Грунтларнинг силжишга қарши кўрсаткичлари уларнинг силжитувчи ташқи кучларга нисбатан бўлган асосий мустаҳкамлиги бўлиб, улар ҳар қандай босимга ва грунт заррачаларининг ўзаро боғланиш ҳолатларига қараб ўзгарувчан бўлади.

Грунтларнинг силжишга қарши мустаҳкамлик масаласи заррачалари ўзаро боғланган грунтларда заррачалари боғланмаган грунтларга нисбатан анча мураккабдир. Бу мураккаблик бундай грунтлар заррачалари умумий ҳолда юмшоқ пластик(коллоид C_w) ва қаттиқ кристалл ҳолатдаги (C_c) кучлар билан боғланган бўлиб, уларнинг табиати етарлича ўрганилмаганлигидадир.

Шу билан бирга маълум шароитларда бундай грунтларда юмшоқ пластик, баъзан эса қаттиқ кристалл боғланишлар силжишга мустаҳкамликни аниқлашда асосий роль ўйнаши маълум.

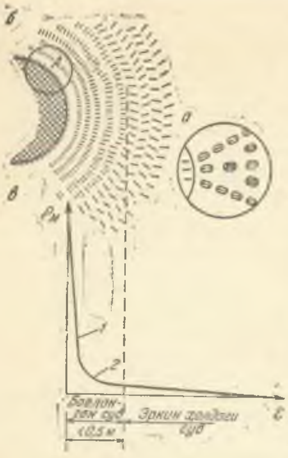
Турли грунтлар устида олиб борилган кўплаб текширувлар натижасидан шу нарса келиб чиқадики, намланган ва ўта намланган грунтлар силжишга қарши мустаҳкамлик кучини кўпинча юмшоқ пластик ҳолатидаги боғланишлар ҳал қилади. Шунинг учун силжитувчи сейсмик кучланишлар таъсирида грунтнинг қаршилигини ўрганишда кўпинча юмшоқ пластик боғланишга кўпроқ аҳамият беришга тўғри келади. Юмшоқ пластик боғланишларнинг асосий кучи грунт заррачалари сиртини ўраб турувчи сув қатламларининг ўзаро тортишиш кучига боғлиқдир.

Ҳозирги замон электрокинетик назарияси грунт заррачалари атрофини ўраб турувчи 3 турдан иборат гидрат қатламлар борлигини исботлайди (XV.4- расм).

1) ички ўта қаттиқ боғланган қатлам — электромолекуляр тортишиш кучи ёрдамида ўн минглаб ва ундан ортиқ куч билан грунт заррачасига боғлангандир;

2) ўрта бўшроқ боғланган қатлам — электрокинетик потенциал тарқалиши натижасида боғланиш кучи нисбатан камроқ бўлиб, у

* Х. З. Расулов. Сейсмостойкость лессовых оснований зданий и сооружений. Ташкент, Изд-во «Узбекистан», 1977.



XV.4- расм. Электрокинетик назарияга оид чизма (Н. А. Цитович. чизган).

заррача сиртидан узоқлашган сари камайиб боради;

3) ташқи қатлам — электрокинетик потенциал таъсиридан четда бўлган эркин ҳолатдаги сув.

««Намланган грунтлар структурасини зилзила таъсирида бузилиши» назариясининг асосий шартларидан бири силжитувчи сейсмик кучланиш таъсирида тебранаётган грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучининг бузилишидир. Бу бузилиш асосан заррача атрофидаги ўрта қатламда юз бериб, у катта амплитуда ва тезланишли силжитувчан кучланиш ҳосил қилувчи кўндаланг зилзила тўлқинлари таъсирида юз беради.

Бунда грунт заррачасини ўраб турган сув қатламларининг қалинлиги ўзгаради. Бу ўзгаришнинг асосий сабаби қатламдан зилзила тўлқинлари ўтаётган вақтда сув молекулалари ориентациясининг ўзгариш ҳодисасидир. Сув молекуласи ориентациясининг ўзгариши ўз навбатида улар орасидаги тортишиш кучининг камайишига ва ўзаро боғланишда бўлган сувнинг эркин ҳолдаги сувга айланишига олиб келади. Кўплаб тажрибалар асосида ўрганилган бу ҳодиса натижасида грунт структурасининг бузилиши ва заррачаларнинг бир-бирига нисбатан силжиши вужудга келади.

Агар грунт қатлами ўта намланган ҳолда бўлса, заррачаларнинг ўзаро силжиши улар орасидаги бўшлиқни тўлдириб турувчи эркин ҳолдаги сувнинг сиқилиб чиқиши ҳисобига юз беради. Бу эса маълум босим градиенти I билан характерланувчи фильтрация оқимларини ҳосил қилади. Бу оқимлар эса ўз навбатида тебраниш даврида ҳосил бўлувчи ҳамда қатлам чуқурлиги Z ва вақт бирлиги t ичида ошиб борувчи динамик босимлар $h_д$ таъсирида таъминланиб туради.

Шундай қилиб, тебраниш даврида грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучларининг камайиши заррачаларнинг ўзаро силжишига олиб келиб, у эса ўз навбатида шу заррачаларни муаллақ ҳолатга келтирувчи акс босим $\Delta_c h_д$ ҳосил қилади. Баъзи шароитларда, яъни катта қийматга эга бўлган зилзила таъсирида, грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучи қиймати унча катта бўлмаганда ҳосил бўлувчи акс босим грунт қатламини бутунлай муаллақ ҳолатга келтириши мумкин, у ҳолда замин грунтлари деярли суюқ ҳолатга

келиб ҳар қандай енгил юкни ҳам кўтариш қобилиятидан маҳрум бўлади.

Шундай қилиб, зилзила таъсирида бўлган грунтларнинг силжишга қарши мустаҳкамлигини ўрганишда юқорида келтирилган шароитларда юз берувчи заррачалар орасидаги боғланиш кучи камайиши ва акс босим таъсирини ҳисобга олиш лозим бўлади.

$$\tau_қ^c = [\sigma_c - \Delta_c \cdot h_д(z, t)]\, tg\, \varphi + C_w(t)\,, \qquad (15.\ 11)$$

бу ерда τ^c — силжишга қарши мустаҳкамлик;

σ_c — грунт оғирлигидан ва иншоотдан контрол олиб борилаётган сатҳга таъсир этувчи нормал босимнинг инерция ҳолатидаги қиймати;

Δ_c — сувнинг ҳажмий оғирлиги;

$h_д(z, t)$ — қатлам чуқурлиги z ва вақт t бўйича ўзгарувчан динамик босим қиймати;

φ — грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги;

$C_w(t)$ — вақт бирлигида ўзгарувчи грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучи.

Юқорида келтирилган (15. 11) ифода заррачалари боғланмаган грунтлар учун қуйидаги кўринишни олади:

$$\tau_қ^c = [\sigma_c - \Delta_c\, h_д(z)]\, tg\, \varphi\,. \qquad (15.\ 12)$$

Хулоса қилиб айтганда силжитувчи сейсмик кучланишлар таъсирида бўлган грунтларнинг мустаҳкамлигини аниқлашда, маълум шароитларда, грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучи, грунт оғирлиги ва иншоотдан тушаётган босимнинг камайиш хусусиятларини инобатга олиш лозим бўлади.

5-§. ТЎЛА НАМЛАНГАН ГРУНТЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛА ТАЪСИРИДА СУЮҚ ҲОЛАТГА ЎТИШИ

Бу ҳодисанинг юз бериш шарт-шароитлари олдинги параграфда батафсил баён этилди. Бу ерда эса (15.11) ва (15.12) ифодаларнинг қийматлари устида тўхтаб ўтамиз.

Айтиб ўтганимиздек, тўла намланган грунтларнинг зилзила оқибатида суюқ ҳолга ўтиши, асосан акс босим $\Delta_c h_д$ нинг таъсирида юз бериб, бу кўпинча заррачалар орасида боғланиш бўлмаган, яъни қумли, тошли ва шағалли грунтларда яққол намоён бўлади.

Юқорида келтирилган (15. 12) ифодага қайтамиз.

Бу ифодага асосланиб зилзила кучланиши таъсирида грунтларнинг ички ишқаланиш бурчаги φ ўзгармас деб қабул қилинса, у ҳолда σ_c нинг қиймати акс босим таъсирида камайиб боради ва унинг $\Delta_c h_д = \sigma_c$ қийматида $\tau_қ^c = 0$ бўлиб, бу эса грунтнинг тўла суюқ ҳолатга ўтишидан дарак беради, деган хулоса келиб чиқади. Қолган ҳолларда эса, яъни $\Delta_c h_д$ нинг барча 0 дан ортиқ қийматларида грунт ўзининг статик ҳолатидаги силжишга қарши мустаҳкамлигидан кўра камроқ миқдордаги қиймат билан характерланади.

Демак, зилзила таъсир этганда боғланмаган грунт мустаҳкамлигини аниқлашда динамик босим қийматини излаш катта аҳамиятга эга экан.

Қумли грунтларнинг зилзилага нисбатан мустаҳкамлиги ва динамик босим қийматини излаш тўғрисида бир қанча совет ва чет эл олимлари иш олиб боришган. Улар орасида И. В. Япольский, А. Казагранде, В. А. Флорин, Н. Н. Маслов, П. Л. Иванов, М. Н. Гольдштейн, Б. Сид, О. А. Савинов, Олсон ва кўплаб бошқаларни эслатиб ўтиш кифоядир.

Бу олимлар томондан динамик босим қийматини топиш учун турлича ифодалар таклиф этилган бўлиб, улар орасида Н. Н. Масловнинг «Ўта намланган қумли грунтларнинг динамик мустаҳкамлиги ҳақида фильтрация назарияси*да келтирилган ифода ўзининг ихчамлиги ва аниқлиги билан диққатга сазовордир.

$$h_д(z) = \frac{\nu_n}{K_ф}\left(H \cdot z - \frac{z^2}{2}\right), \qquad (15.13)$$

бу ерда $K_ф$ — грунтларнинг ўзидан сув ўтказиш коэффициенти;
H — грунт қатламининг баландлиги;
z — контрол олиб борилаётган сатҳ;
ν_n — грунтларнинг зилзила таъсирида чўкиш коэффициенти.

Грунтларнинг зилзила таъсирида чўкиш коэффициенти уларнинг тебраниши даврида зичлигини ўзгартиш тезлиги билан характерланиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\nu_n = \frac{dn}{dt} \qquad (15.14)$$

бу ерда n — грунтнинг зичлиги;
t — вақт.

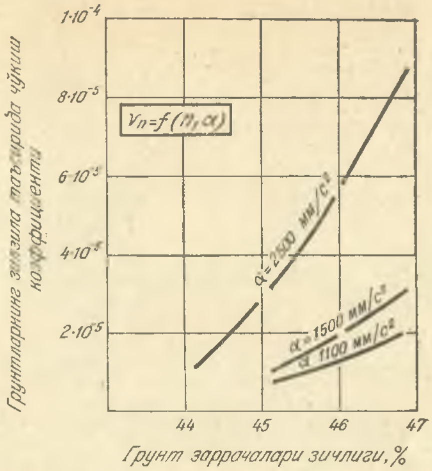
Динамик босим қийматини (15.13) ифода ёрдамида аниқлашда υ_n коэффициентининг аҳамияти жуда катта бўлиб, ҳар бир алоҳида шароит учун грунтнинг зичлиги, заррачаларининг йириклиги, улар сиртининг текис ёки нотекислиги, сейсмик кучнинг қиймати ва унинг таъсир этиш вақти, грунтга юқоридан тушаётган юкнинг қиймати ва ҳоказоларга боғлиқ равишда махсус тажриба ёрдамида аниқланади.

XV.5- расмда грунтларнинг зилзила таъсирида чўкиш коэффициентининг қийматлари келтирилган.

Шуни айтиб ўтиш кераккки, (15.13) ифода асосан қумли грунтлар учун таклиф этилган бўлиб, динамик босим қиймати фақат грунт қатлами чуқурлиги бўйича эгри чизиқ шаклида ўзгаради (XV.6-расм).

Заррачалари ўзаро боғланган грунтлар устидан кейинги вақтда Х. З. Расуловнинг олиб борган кузатишлари, бу грунтларнинг мус-

* Н. Н. Маслов. Условия устойчивости водонасыщенных песков, Госэнергоиздат, 1959.



XV.5- расм. Турли зилзила таъсирида грунт заррачаларининг чўкиш коэффициентини уларнинг зичлиги билан боғловчи чизма.

таҳкамлиги зилзила таъсирида бузилиши ва динамик босим ҳосил бўлиб, унинг қийматининг кўпайиб бориши асосан заррачалараро боғланиш кучига ва унинг вақт бирлигида ўзгариш ҳодисасига боғлиқ эканлигини кўрсатди.

Бундай грунтларда динамик босим $h_д$ фақатгина қатлам чуқурлиги бўйича ўзгармай, балки заррачалараро боғланиш кучининг ўзгаришига мослашган ҳолда вақт бўйича ҳам ўзгариши маълум бўлди.

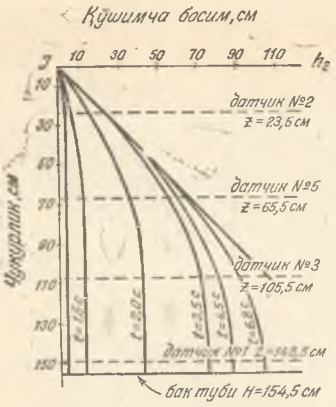
Шунинг учун тўла намланган заррачалари ўзаро боғланган грунтларнинг зилзила таъсирида суюқ ҳолатга ўтиши қумли грунтларга нисбатан анча мураккаб шароитда юз беради.

Боғланиш кучининг вақт бўйича ўзгариши $C_w(t)$ қуйидагича ифодаланади:

$$C_w(t) = C_w(0) + [C_w(б) - C_w(0)]\, e^{-\mu t}, \qquad (15.15)$$

бу ерда $C_w(б)$, $C_w(0)$ — грунт заррачалари оралиғидаги боғланиш кучининг бошланғич ва охирги қийматлари;
μ — боғланиш кучининг ўзгаришини ифодаловчи коэффициент.

Коэффициент μ тажриба орқали қуйидагича аниқланади:



XV.6- расм. Қушимча босимнинг грунт қатлами чуқурлиги буйича узгариш чизмаси (қумли грунт: $n = 44\%$, $l = 1000$ мм/с²).

$$\mu = \frac{1}{t} \ln \frac{C_w(б) - C_w(0)}{C_w(t) - C_w(0)} \qquad (15.16)$$

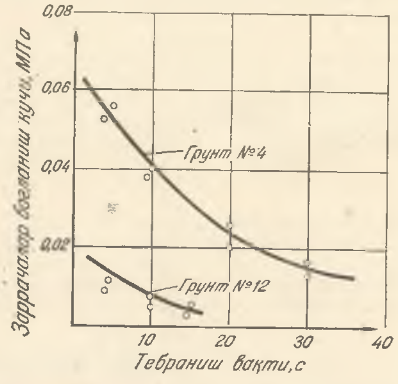
XV. 7- расмда грунт заррачалар аро боғланиш кучининг вақт бирлигида узгариш шакли тасвирланган.

Юқорида эслатиб утганимиздек, зилзила вақтида заррачалари узаро боғланишда булган намли грунтларда ҳосил буладиган динамик босим қиймати ҳам вақт буйича узгаради.

Бу узгариш Х. З. Расуловнинг қуйидаги ифодаси орқали акс этган:

$$h_d(Z, t) = \frac{\nu_б}{K_ф}\left(H \cdot z - \frac{Z^2}{2}\right)\left(e^{-\mu t} - e^{-\lambda t}\right), \qquad (15.17)$$

бу ерда $\nu_б$ — грунт заррачаларининг зилзила таъси-



XV,7- расм. Грунт заррачалари боғланиши кучининг вақт бирлигида узгариш чизмаси.

XV.8- расм. Қушимча босим қийматининг вақт бирлигида узгариши.

рида чукиш коэффициентининг бошланғич қиймати.
λ — динамик босим камайиш тезлигини ифодаловчи тажриба орқали аниқланадиган коэффициент;

H — зилзила таъсирида чукиш юз берадиган қатлам баландлиги.

Динамик босимнинг вақт бирлигида узгариши XV.8- расмда тасвирланган булиб, бу узгаришнинг (15.17) ифодага жуда мос келганлигини кузатиш мумкин.

Динамик босим қийматини (15.17) ифода ёрдамида аниқлашда зилзила таъсирида чукиш юз берадиган қатлам баландлиги H ни топиш алоҳида аҳамият касб этади. Бу қийматни топиш учун қуйидаги ифода мавжуддир*:

$$H = \frac{\alpha_c \gamma \cdot T \cdot \nu_к - 2\pi g(\sigma_c \cdot \mathrm{tg}\,\varphi + C_w)}{2\pi g \cdot \gamma \cdot \mathrm{tg}\,\varphi}. \qquad (15.18)$$

Бу ифода орқали фақат чукиш юз берадиган қатлам баландлиги аниқланиб қолмай, балки бу қатламнинг зилзилага бардошлигини ширувчи тадбир танлашда ҳам аҳамиятини эслатиб утиш керак.

-§. ЗИЛЗИЛА ТАЪСИРИДА ГРУНТ МУСТАҲКАМЛИК КЎРСАТИЧЛАРИНИНГ ҚАМАЙИШИНИ НАЗАРДА ТУТГАН ҲОЛДА ЗАМИННИНГ ЮҚ КЎТАРИШ ҚОБИЛИЯТИНИ АНИҚЛАШ

Маълумки, грунт мустаҳкамлик курсаткичларининг узгариш ҳодисаси фақат таъсир этувчи зилзила кучининг қиймати α_c шу

* Расулов Х. З. — Сейсмическая устойчивость оснований сооружений, сложенных увлажненными лессовыми грунтами. НТЛ. Строительство и архитектура. Б. Вып. 4., М., 1978.

ғрунтга хос бўлган мувозанат тезланиш $\alpha_{кр}$ қийматидан ошиб кетгандагина юз беради, яъни

$$\alpha_c > \alpha_{кр}. \tag{15.19}$$

Акс ҳолда, ҳар қандай грунт ўз статик ҳолатини сақлаб, эгилувчан тебранма ҳаракатини давом эттиради.

Шунинг учун ҳар қандай қурилиш майдонидаги грунтларнинг зилзила таъсирида ўз мустаҳкамлик кўрсаткичларини ўзгартириш ёки аксинча ҳолатини билиш учун юқоридаги шартни синаб кўриш лозим бўлади.

Агар грунт зилзила таъсирида ўз мустаҳкамлигини камайтирса, у ҳолда грунтнинг ҳамда заминнинг янги юк кўтариш қобилиятини аниқлаш зарур бўлиб қолади.

Шу мақсадда ТошПИнинг «Замин ва пойдеворлар» кафедрасида ишлаб чиқилган усул*, ўз олдига зилзила юз берадиган районларда иншоотдан заминга таъсир этувчи босим грунтларнинг бундай шароитда кутиладиган мустаҳкамлик кўрсаткичларини ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда юк кўтариш қобилиятидан ошиб кетмаслигини таъминлашни асосий вазифа қилиб қўяди.

Тебранма ҳаракатда бўлган грунт қанча юк кўтара олишини аниқлаш учун тенг таъсир этувчи P_0 юк остидаги h_t чуқурликда жойлашған лентасимон пойдеворни қараб чиқамиз.

Бундай ҳолда таъсир этаётган кучдан пойдевор заминининг ҳар қандай нуқтасида ҳосил бўлган бош кучланишлар қуйидагича аниқланади:

$$\left.\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{P_0}{\pi}(\delta + \sin\delta)\\ \sigma_2 &= \frac{P_0}{\pi}(\delta - \sin\delta)\end{aligned}\right\} \tag{15.20}$$

бунда δ — кўриниш бурчаги.

Бош кучланишлар орқали ифодаланган юқори мувозанат ҳолати қуйидагича бўлади:

$$\sin\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2\gamma\left(z + h + \frac{C_w}{\gamma \cdot \mathrm{tg}\,\varphi}\right)} \tag{15.21}$$

бундаги белгилар илгариги параграфларда келтирилган қийматларни ифодалайди.

(15.20) ифодага σ_1 ва σ_2 ларнинг қийматларини қўйиб, ундан z ни топамиз:

$$z = \frac{P_0}{\pi\gamma}\left(\frac{\sin\delta}{\sin\varphi} - \delta\right) - \left(h + \frac{C_w}{\gamma\,\mathrm{tg}\,\varphi}\right) \tag{15.22}$$

* Расулов Х. З. К вопросу расчета оснований зданий и сооружений, возводимых на слабых водонасыщенных грунтах, Материалы Всесоюзного совещания, Ташкент, «Фан», 1976.

ундан юқори мувозанат ҳолатида бўлган грунтлар чуқурлигини аниқлаш мумкин бўлади. Агар $\frac{dZ}{d\delta} = 0$ эканлигини ҳисобга олсак, яъни

$$\frac{Z}{d\alpha} = \frac{P_0}{\pi \cdot \gamma}\left(\frac{\cos\alpha}{\sin\varphi} - 1\right) = 0 \tag{15.23}$$

ва

$$\left.\begin{aligned}\cos\delta &= \sin\varphi\\ \delta &= \frac{\pi}{2} - \varphi\end{aligned}\right\} \tag{15.24}$$

Кўриниш бурчаги δ нинг юқори мувозанат ҳолатга мос келувчи қийматини (15.22) ифодага қўйсак, у ҳолда грунтлар механикасининг қуйидаги маълум ифодаси келиб чиқади:

$$z_{max} = \frac{P_0}{\pi\gamma}\left(\mathrm{ctg}\,\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}\right) - \left(h_t + \frac{C_w}{\gamma \cdot \mathrm{tg}\,\varphi}\right) \tag{15.25}$$

Бу ифода юқоридан заминга узатилувчи юк таъсирида замин грунтларининг юқори мувозанатда бўлган қисмининг чуқурлигини кўрсатади. Ифодадан бир хил шароитдаги грунтларнинг юқори мувозанат чуқурлиги юқоридан узатилаётган юк оғирлигига боғлиқ деган хулоса келиб чиқади.

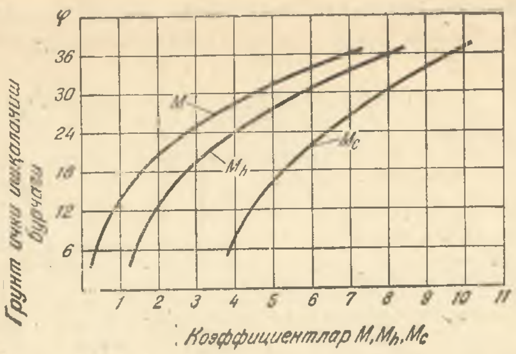
Аммо бу ҳолат, илгари айтганимиздек, $\alpha_c < \alpha_{кр}$ шартига хос бўлиб, акс ҳолда грунт мустаҳкамлик кўрсаткичларининг ўзгаришини ҳисобга олишга тўғри келади. Бунда эса z_{max} фақат P_0 нинг статик қийматига боғлиқ бўлмай, балки унинг инерция ҳолатидаги қийматига, ҳамда грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучининг ўзгариши $C_w(t)$ га, пойдевор чуқурлигининг муаллақ ҳолати $h(t)$ га ва умуман олганда тебранма ҳаракат вақтига боғлиқ бўлиб қолади. Демак:

$$z_c = \frac{P_д}{\pi\gamma}\left(\mathrm{ctg}\,\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}\right) - \left[h(t) + \frac{C_w(t)}{\gamma \cdot \mathrm{tg}\,\varphi}\right] \tag{15.26}$$

Бу ифодадан юқори мувозанат ҳолатида бўлган грунтлар қатламининг зилзила шароитини ҳисобга олиб, $Z_c = 0$ деб қабул қилсак, заминнинг юк кўтара олиш қобилиятини топиш мумкин бўлади:

$$P^c_* = \frac{\left[\pi \cdot \gamma\left[h(t) + \frac{C_w(t)}{\gamma\,\mathrm{tg}\,\varphi}\right]\right]}{\mathrm{ctg}\,\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + \gamma h, \tag{15.27}$$

бунда γh — котлованда қазиб олинган грунтнинг оғирлиги.



XV.9-расм. Заминларнинг юк кўтариш коэффициентлари.

(15. 27) ифодага асосан иншоот заминининг зилзила вақтида юк кўтариш қобилияти заррачалар орасидаги боғланиш кучини камайишидан ташқари, пойдевор чуқурлиги таъсирини муаллақ ҳолатга ўтиши билан ҳам характерланади. Агар

$$\gamma h(t) = \gamma h - \Delta_c h_д(t) \quad (15.28)$$

эканлигини ҳисобга олсак, $h(t)$ ва $C_w(t)$ ларнинг (15. 15) ва (15. 17) ифодаларда келтирилган қийматларни назарда тутиб, (15. 27) ни қуйидагича тасвирлаш мумкин булади:

$$P^c_z = \frac{\pi\gamma\left\{h_z - \frac{\nu_б}{K_ф}\left(H\cdot z - \frac{z^2}{2}\right)(e^{-\mu t} - e^{-\lambda t}) + \right.}{\operatorname{ctg}\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}$$

$$\frac{\frac{+ C_w(0) + [C_w(б) - C_w(0)]\cdot e^{-\mu t}}{\gamma\cdot \operatorname{tg}\varphi}}{\operatorname{ctg}\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + \gamma h. \quad (15.29)$$

ёки

$$P^c_z = \left\{M_h h - M\left[\frac{\nu_б}{K_ф}\left(H\cdot z - \frac{z^2}{2}\right)(e^{-\mu t} - e^{-\lambda t})\right]\right\}\gamma + M_c\,[C_w(0) + [C_w(б) - C_w(0)]\,e^{-\mu t}\}. \quad (15.30)$$

бунда:

$$M = \frac{\pi}{\operatorname{ctg}\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}};\ M_h = M + 1;\ M_c = \frac{M}{\operatorname{tg}\varphi} \quad (15.31)$$

XV. 9-расмда M, M_h, M_c коэффициентларининг грунт ишқаланиш бурчагига боғлиқлигига оид чизма келтирилган.

7-§. ЗАМИНЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛАГА НИСБАТАН МУСТАҲКАМЛИГИНИ ОШИРИШГА ҚАРАТИЛГАН ТАДБИРЛАР

Юқорида келтирилган (15. 9) ифодага қайтамиз:

$$K_м = \frac{\alpha_{кр}}{\alpha_c}$$

Бу ифодага асосан қурилиш майдонининг сейсмик мустаҳкамлиги асосан икки қийматга боғлиқ бўлиб, улар зилзила вақтида юз берадиган юқори тезланиш α_c ва мувозанат тезланиши $\alpha_{кр}$ дир.

Зилзила юқори тезланиши табиий шароитларда вужудга келиб, унинг асосий кўрсаткичлари: тебраниш амплитудаси А ва даври T га инсон деярли таъсир кўрсата олмайди. Бунинг аксича, мувозанат тезланиш $\alpha_{кр}$ замин грунтларининг кўрсаткичлари ва иншоотдан таъсир этувчи юкнинг қийматига боғлиқ бўлгани учун, унинг қийматини турлича ўзгартириш йўли билан замин мустаҳкамлигини ошириш мумкин булади.

Заминларнинг зилзилага нисбатан мустаҳкамлигини оширишга қаратилган тадбирлар турличадир. Уларнинг баъзилари замин грунтларининг зилзила мустаҳкамлигини оширишга қаратилган бўлса (грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари, яъни φ ва C_w қийматларни сунъий йўллар билан кўпайтириш орқали), бошқалари эса иншоотнинг зилзилага бардошлигини оширишга (иншоотдан узатилаётган нормал кучланишларни ва пойдевор чуқурлигини ошириш йўли билан) қаратилгандир.

Грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларини ошириш бўйича тадбирлар.

Грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари қийматлари φ, C_w ни кўпайтириш, бевосита мувозанат тезланиши $\alpha_{кр}$ нинг ва заминларнинг мустаҳкамлик коэффициенти $K_м$ нинг ошишига олиб келиши маълум.

Бу мақсадни кўзлаб олиб бориладиган тадбирлар қуйидагилардир:

— бўш ва ғовакли грунт заррачаларини бутун қатлам бўйича турли механик усуллар ёрдамида зичлаштириш;

— грунт заррачаларининг орасидаги боғланиш кучи қийматини турли химиявий йўллар билан ошириш;

— грунт заррачалари орасидаги боғланиш кучини иссиқлик таъсирида кўпайтириш;

— дренаж усулини қўллаб ер ости сувларини замин атрофидан четлатиш ва бошқалар .

Иншоот лойиҳаси билан боғлиқ бўлган тадбирлар. Заминларнинг зилзилага бардошлигини иншоот атрофини қўшимча юклаш ва бўш ғовак грунтлар қатламини қисқартириш йўли билан ҳам ошириш мумкин.

Иншоот атрофини қўшимча юклаш усули заминларнинг иншоот босими таъсири остидаги қисмининг атроф қисмларига нисбатан мустаҳкамлик хоссасига асосланган. Маълумки, пойдевор учун қазилган котлован кўпинча шу жойдан олинган грунт билан тўлдирилади. Деярлик зичлаштирилмаган янги тўкилган бундай грунтлар бўш ва ғовак ҳолида жойлашади. Натижада, бу грунтлар заррачалари зилзила вақтида зичлашишга мойил бўлади. Агар улар зилзила рўй бергунча нам ҳолатда бўлса, зичлашиш вақтида акс босим таъсирига учраб, бу билан иншоот остида жойлашган грунт заррачаларининг ҳам зичлашишларига йўл очиб беришлари мумкин.

Шунинг учун пойдевор атрофига тўкилган грунтларнинг устидан зилзилага кўпроқ чидамли материаллар билан юклаш мақсадга мувофиқ келади. Бундай тадбир тўкилган грунтларнинг мувозанат тезланишини ошириб, уларнинг зилзилага мустаҳкамлигини ҳам кўпайтиради.

Иншоот атрофини қўшимча юклаш мақсадида, кўпинча шу иншоотнинг атрофига жойлаштириладиган айрим бинолар ёки бу мақсадда йирик тошлар ва зичлаштирилган грунтлар ҳам фойда бериши мумкин.

Бўш ва ғовак грунтлар қатламини камайтирувчи тадбирларга қурилиш тажрибасида кенг қўлланиладиган пойдевор чуқурлигини ошириш ёки устун қозиқли пойдеворлар қўллаш ва ҳоказолар киради.

Чуқур жойлашган пойдеворлар ҳар қандай иншоот учун, саноат ва граждан, кўприк устуни, гидротехника иншоотлари ва бошқалар учун ҳам жуда қўл келади. Бунда чуқур жойлашган пойдеворлар ёрдамида қўшимча ертўлалар ҳосил бўлиб, улар келтирадиган фойдани назарда тутганда мақсадга мувофиқ келиши мумкин.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, чуқур пойдеворлар қўлланилганда иншоотдан тушаётган босим заминнинг чуқур ва пишиқ, кўп юк кўтарувчи қатламларига узатилиб, бу билан иншоотнинг умумий мустаҳкамлиги таъминланиши шубҳасиздир.

Шу билан бирга грунт қатламларининг чуқурлиги ошиши билан, унинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари φ, C_{w} ҳам ошиб боради, бунинг натижасида мувозанат тезланиши $\alpha_{кр}$ нинг қиймати чуқурлик бўйича ошиб боради. Бунинг асосида пойдевор чуқурлигини танлаш йўли билан ҳар бир алоҳида қурилиш майдони учун $\alpha_{кр} > \alpha_{c}$ шартини вужудга келтириш мумкин бўлади.

Кўпинча, иншоот заминида катта қатламдаги ниҳоятда бўш ва ғовак грунтлар жойлашган бўлиб, пойдевор чуқурлигини ошириш тадбири қўл келмаслиги мумкин.

Бундай ҳолларда катта қатламдаги бўш ва ғовак грунтларни бутунлай кесиб ўтиб, иншоот юкини пастки пишиқ қатламларга узатишда устун қозиқлар қўллаш мақсадга мувофиқдир. Устун қозиқли пойдеворларнинг энг асосий афзалликларидан бири уларни ишлатишда чуқур котлованлар қазишга ва махсус қурилмалар ишлатишга ҳожат йўқлигидадир.

Шундай қилиб, чуқур жойлашган пойдеворлар ва устун қозиқлар ишлатишдан асосий мақсад бўш ва ғовак грунтлар қатламини қисқартириш йўли билан заминларнинг зилзилага бардошлигини оширишдан иборат.

Хулоса қилиб шуни айтиш керакки, заминларнинг зилзилага бардошлигини оширишнинг юқорида айтиб ўтилган тадбирлари қурилиш тажрибасида фойдаланиладиган тадбирларнинг айримлари бўлиб, уларнинг сони ҳар бир алоҳида шароитга мос равишда ошиб бориши мумкин.

АСОСИЙ АДАБИЁТ

1. Цытович Н. А. Механика грунтов (Краткий курс). «Высшая школа», М., 1970.
2. Цытович М. А. Основания и фундаменты (Краткий курс). «Высшая школа», М., 1970.
3. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундамент. Стройиздат, М., 1981.
4. Зурнаджи В. А., Николаев В. В. Механика грунтов. «Основания и фундаменты». «Высшая школа», М., 1967.

Қўшимча адабиёт

1. Дорошкевич Н. М., Клейн Г. К., Смиренкин П. П. Основания и фундаменты. Изд-во «Высшая школа», М., 1972.
2. Медков Е. И., Березанцев В. Г., Гольдштейн М. Н. и др. Механика грунтов, Основания и фундаменты «Транспорт», М., 1970.
3. Флокин В. М. Основы механики грунтов, I том, Стройиздат, 1959.
4. Горбунов-Посадов М. И. Осадка фундаментов на слое грунта, подстилаемом скальным основанием. Стройиздат, М., 1946.
5. Егоров К. Е. Методы расчёта конечных осадок фундаментов. Машинасозлик илмий-текшириш институтининг ишлари, 13-чиқармаси, 1949.
6. Флорин В. А. Основы механики грунтов. II т., Госстройиздат, 1961.
7. Маслов Н. Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов, «Высшая школа», Т., 1982.
8. Мавлянов Г. А. Генетические типы лессов и лессовидных пород центральной и Южной частей Средней Азии и их инженерно-геологические свойства. УзССР ФА нашриёти, Тошкент, 1958.

9. Казакбаев К. К., Адилов И. А. Строительство ирригационных сооружений в районах нового освоения. «Узбекистан», Ташкент, 1981.
10. Расулов Х. З. Сейсмостойкость лессовых оснований зданий и сооружений, «Узбекистан», Ташкент, 1977.
11. Расулов Х. З. Сейсмостойкость грунтовых оснований. «Узбекистан», Ташкент, 1984.
12. Справочник проектировщика. Основания и фундаменты. Изд-во литературы по строительству, Л—М., 1964.
13. Сваи и свайные фундаменты, Справочное пособие. «Будывельник», 1977.
14. Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты «Стройиздат», М., 1974.
15. Денисов О. Г. Основания и фундаменты промышленных и гражданских зданий. «Высшая школа», М., 1968.
16. Руководство по производству и приёмка работ при устройстве оснований и фундаментов Изд-во. «Стройиздат», М., 1977.

МУНДАРИЖА

Сўз боши 3
Кириш 5
Асосий тушунчалар . . . .

I боб. Грунтларнинг ҳосил бўлиши, табиати ва хоссалари 12

1-§. Грунтларнинг ҳосил бўлиши 12
2-§. Грунт элементларининг таркиби 13
3-§. Грунтларнинг тузилиши ва структура боғланишлари . . . .
4-§. Грунтларнинг хоссалари 19

II боб. Грунтларнинг физик характеристикалари 27

1-§. Грунтларнинг асосий физик характеристикалари 27
2-§. Грунтларнинг ҳисоблаб топиладиган физик характеристикалари 29
3-§. Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги, фильтрация коэффициенти 36

III боб. Кучлар таъсирига грунтлар қаршилигининг асосий қонунияти . 39

1-§. Умумий тушунчалар 39
2-§. Грунтларнинг қаршилик босқичлари 44
3-§. Грунтларнинг сиқилиши. Компрессион текширишлар 46
4-§. Зичланиш (тиғизланиш) қонуни 50
5-§. Грунтларнинг деформация модулини дала шароитида аниқлаш . 55
6-§. Заминларнинг механик моделлари 57
7-§. Грунтларнинг силжишга қаршилиги. Мустаҳкамлик шарти . . 58
8-§. Грунтлар структура фазасининг деформацияланиши 69

IV боб. Иншоотлар заминидаги кучланишлар. Умумий қонунлар 71

1-§. Пойдевор заминида тарқалган кучланишлар 73
2-§. Бир жинсли бўлмаган замин 82
3-§. Грунтнинг ўз оғирлигидан ҳосил бўлган кучланишлар 83
4-§. Пойдеворнинг бевосита таг юзасида тарқалган кучланишлар 84
5-§. Пойдевор чеккалари остидаги пластик деформацияларни ҳисобга олган ҳолда пойдевор таг юзасидаги кучланишларни аниқлаш 92

V боб. Грунтларнинг юқори мувозанат ҳолати ҳақидаги назария ва унинг аҳамияти 94

1-§. Грунтларнинг мувозанат ҳолати тенгламалари 94
2-§. Грунтнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаш 98

VI боб. Грунт массивининг турғунлиги ва унинг тиргович деворларга нисбатан босими назарияси 106

1-§. Грунт массиви турғунлигининг бузилиш ҳоллари 106
2-§. В. В. Соколовский усулида қияликнинг турғунлигини аниқлаш 110
3-§. Айланма цилиндрик юза бўйлаб силжиш усули 114
4-§. Қияликнинг турғунлик шарти (проф. Н. Н. Маслов усули) . 117
5-§. Тиргович деворларга грунт босими назариясининг асосий қонунлари 119
6-§. Тиргович деворга нисбатан грунт босимини аниқлашнинг аналитик усули (Кулон назарияси) 121

VII боб. Замин грунтларининг деформациялари ва уларни ҳисоблаш усуллари 128

1-§. Замин грунтларининг деформациялари, табиати ва грунтнинг деформацияланишини белгиловчи факторлар 128
2-§. Пойдеворнинг тўла чўкиш қийматини топишдаги асосий қоидалар 130
3-§. Ёнга кенгайиш имконияти чекланган ҳолида сиқилган грунтнинг чўкишини аниқлаш 131
4-§. Заминнинг чўкишини кетма-кет жамлаш усулида аниқлаш . . 133
5-§. К. Е. Егоров усули бўйича пойдеворнинг чўкишини ҳисоблаш . 136
6-§. Бевосита чизиқли деформацияланувчи жисмлар назарияси асосида заминнинг чўкишини аниқлаш 138
7-§. Вақт ўтиши билан замин чўкишининг сўниши 142

VIII боб. Қурилиш майдонининг инженерлик-геологик ва гидрогеологик хусусиятлари ҳамда табиий заминларнинг айрим ҳолатлари . . . 145

1-§. Инженерлик геологик қидирув ҳажми ва қидирувдан кўзланган мақсад 145
2-§. Ўзига хос шароитли районларда инженерлик-геологик текшириш ишлари 149
3-§. Инженерлик-геологик қидирув ишларининг турлари 151

IX боб. Пойдевор лойиҳалашнинг асосий хусусиятлари 156

1-§. Умумий маълумотлар 156
2-§. Пойдеворни лойиҳалашда керак бўладиган материаллар 157
3-§. Пойдевор чуқурлигини танлаш 165
4-§. Пойдевор турлари 171

X боб. Табиий заминдаги саёз пойдеворларнинг тузилиши ва уларнинг ҳисоби 176

1-§. Умумий қоидалар 176
2-§. Марказий куч таъсирида бўлган қаттиқ пойдеворлар асос юзасининг ўлчамларини аниқлаш 177
3-§. Номарказий куч таъсирида бўлган қаттиқ пойдеворлар асоси-

нинг юзини аниқлаш 178
4- §. Катта қийматли горизонтал куч таъсирида бўлган пойдеворларни ҳисоблаш 179
5- §. Ертўла деворининг пойдеворини ҳисоблаш 180
6- §. Бир қаторга тизилган алоҳида жойлашган пойдеворларни ҳисоблаш 181
7- §. Пойдеворларнинг улар заминининг энг юқори кучланиш деформацияси бўйича ҳисоблаш 184
8- §. Пойдеворларни заминнинг юк кўтариш қобилияти бўйича ҳисоблаш 186
XI боб Замин грунтларини сунъий қотириш усуллари 186
1- §. Умумий маълумотлар 186
2- §. Бўш грунтларни мустаҳкам грунт билан алмаштириш 188
3- §. Бўш грунтларни механик йўл билан шиббалаш 189
4- §. Бўш грунтларни физик-химиявий усуллар билан қотириш . . 191
XII боб. Устун қозиқли пойдеворлар 196
1- §. Умумий маълумот 196
2- §. Устун қозиқларнинг турлари 197
3- §. Устун қозиқларнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаш . . . 206
4- §. Устун қозиқли пойдеворлар ва уларнинг заминларини ҳисоблаш ҳамда лойиҳалаш 211
XIII боб. Чуқур жойлаштириладиган пойдеворлар 221
1- §. Умумий маълумотлар 221
2- §. Ўз оғирлиги таъсирида пастлашувчи қудуқлар 222
3- §. Кессон пойдеворлар 225
4- §. Йиғма темир-бетон қобиқлар 227
XIV боб. Чўкувчи лёссимон грунтли заминларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш 227
1- §. Умумий маълумотлар 227
2- §. Лёссимон грунтларнинг ўта чўкувчанлигини билдирувчи миқдорий кўрсаткичлар (бошланғич параметрлар) 229
3- §. Ўта чўкишни аниқлашнинг инженерлик усули 232
4- §. Кутилган ўта чўкиш қийматини СНиП II - 15- 74 бўйича ҳисоблаш 236
5- §. Лёссимон грунтлар қатлами чуқурлигига қараб ўта чўкиш хоссаларининг ўзгариш қонуни 237
6- §. Бир жинсли, нисбатан бир қатламли лёсс грунтларининг ўта чўкишини аниқлаш 238
7- §. Нисбатан бир қатламли, бир жинсли лёссимон грунтларининг чўкиш қийматини топиш 241
8- §. Литологик кўш қатламли лёссимон грунтларнинг ўта чўкиш қийматини аниқлаш 244
9- § Бино ва иншоот пойдеворлари томонларининг нисбати эътиборга олинганда лёсс заминнинг қўшимча чўкишини ҳисоблаш . . . 249
10- §. Табиий ва қўшимча босимлар таъсиридан иншоот лёсс заминининг ўта чўкишини ҳисоблаш учун эквивалент қатлам усули 263
11- §. Чўкувчи лёссимон грунтлардаги пойдеворлар 270

XV боб. Зилзила содир бўладиган районларда заминларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш 274
1- §. Умумий маълумотлар 274
2- §. Қурилиш майдонининг зилзила бардошлиги 276
3- §. «Зилзилага чидамли заминлар» усули 280
4-§. Зилзила таъсирида грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларининг ўзгариши 281
5- §. Тўла намланган грунтларнинг зилзила таъсирида суюқ ҳолатга ўтиши 285
6- §. Зилзила таъсирида грунт мустаҳкамлик кўрсаткичларининг камайишини назарда тутган ҳолда заминнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаш 289
7- §. Заминларнинг зилзилага нисбатан мустаҳкамлигини оширишга қаратилган тадбирлар 293
Адабиёт 295

На узбекском языке

ХАЯТ ЗАИРОВИЧ РАСУЛОВ
ИБРАХИМ АДИЛОВИЧ АДИЛОВ

МЕХАНИКА ГРУНТОВ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Учебник для строительных специальностей ВУЗов

Ташкент — «Ўқитувчи» — 1986

Махсус муҳаррир *З. Х. Едгоров*
Нашриёт муҳаррири *А. Аҳмедов*
Бадиий муҳаррир *Ф. Неккадамбоев*
Техн. муҳаррир *Г. Скиба*
Корректор М. *Абдуллаева*

ИБ № 3276

Теришга берилди 15.11. 84. Босишга рухсат этилди 20.02.86. Р02025. Формат 60×90/16. Тип. қоғози № 2 кегли 10 шпонсиз. Гарнитура литературная. Юқори босма усулида босилди. Шартли б.л. 19,0. Шартли кр-отт 19,0. Нашр. л. 18,82. Тиражи 3000. Заказ № 2741. Баҳоси 95 т.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси, 30 Шартнома № 11—29—84.

Ўзбекистон ССР нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитети Тошкент «Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасининг Бош корхонаси Тошкент, Навоий кўчаси, 30, 1986.

Головное предприятие ТППО «Матбуот» Государственного комитета Уз ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ташкент, ул. Навои, 30

Расулов, Ҳ. З., Одилов, И. О.
Грунтлар механикаси, замин ва пойдевор-лар: Олий ўқув юрт. қурилиш ихтисослиги студ. учун дарслик.— Т.: Ўқитувчи, 1986.— 304 б., расм.

I. Автордош

Расулов, Х. З., Адылов, И. А. Механика грунтов, основания и фундаменты.

38.58я73

№ 985—85
Навоий номли ЎзССР
Давлат кутубхонаси.
Тираж 2300
Карт. тиражи 4600