

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

A.D.KAYUMOV

GRUNTLAR MEXANIKASI

(2-qism)

«5311800-Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi» ta’lim yo‘nalishi
talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

Toshkent 2020

UDK 624.121:624.131(075.8)

BBK 38.58ya73

K 33

Taqrizchilar:

Shaxidov A.F.- TAQI «ShQvaH» kaf. professori, t.f.d.

Zokirov M.M. - TDTU, «Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi» kafedrası dotsenti, geologiya-mineralogiya fanlari nomzodi.

Kayumov A.D. Gruntlar mexanikasi, 2-qism. –Toshkent: ToshDTU, 2020. 200 b.

Mazkur o'quv qo'llanma "5311800-Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi" ta'lim yo'nalishining 2018-2019 o'quv yili rejasiga kiritilgan "Gruntshunoslik va gruntlar mexanikasi" fanining 2-qismi bo'lgan "Gruntlar mexanikasi" darsligidir. 2017-2018 o'quv yili rejasiga asosan "Gruntshunoslik" va "Gruntlar mexanikasi" fanlari alohida bo'lgani uchun "Gruntshunoslik" darsligi 2018-yili alohida mustaqil nashrdan chiqarilgan.

"Gruntlar mexanikasi" o'quv qo'llanmasi bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, unda gruntlar mexanikasi bo'yicha asosiy ma'lumotlar keltirilgan. Gruntlarning mustahkamlik va deformatsiya tavsiflari to'g'risida fundamental tushunchalar yoritilgan. Inshootlar gruntli asosining ustuvorligi, tabiiy tog' yon bag'irlari va yo'l poyi yon qiyaligi bo'yicha geotexnik masalalarni yechish uslublari, shuningdek inshootlarning uzoq muddat cho'kishini bashoratlashda gilli gruntlarning reologik xossalarini hisobga olish usullari ko'rilgan.

O'quv qo'llanmadan qurilish sohasiga tegishli tashkilot xodimlari, oliy o'quv yurtlarining professor-o'qituvchilari, katta ilmiy xodim-izlanuvchilar, bakalavriat va magistratura talabalari, shuningdek ilmiy-tadqiqot institutlari olim va muhandislari qo'llanma sifatida foydalanishlari mumkin.

Mundarija

	Bet
Kirish	10
1 bob. Gruntshunoslik asoslari	12
1.1 Grunt xossalarini baholash jihatlari	12
1.2 Gruntlarning tarkibi va holatining ko‘rsatkichlari	18
2 bob. Inshoot asosi va grunt massivining kuchlanganlik holati	33
2.1. Gruntli yarimfazo va inshootning asosi	33
2.2. Fazoviy masala uchun to‘plangan kuch ta’sirida gruntli yarimfazoda kuchlanish	36
2.3. Tekislik masalasi uchun gruntli yarimfazoda kuchlanish	44
2.4. Xususiyl og‘irlik kuchidan hosil bo‘lgan kuchlanish	74
3 bob. Gruntlarning mustahkamlik ko‘rsatkichlari va ularni aniqlash usullari	77
3.1. Siljishga qarshilik qilishdagi gruntlarning mustahkamligi ko‘rsatkichi	77
3.2. Qoya tog‘ jinslarining surilishga qarshiligi	80
3.3. Sochiluvchan gruntlarning siljishga qarshilik qilishi	81
3.4. Gilli gruntlarning siljishga qarshilik qilishi	83
4 bob. Gruntli asosning yuk ko‘tarish qobiliyati	91
4.1. Normal kuchlanishni hisobga olmasdan gruntli asosning mustahkamligini baholash	91
4.2. Normal kuchlanishning ahamiyatini hisobga olib gruntli asosning mustahkamligini baholash	95
4.2.1. Sochiluvchan gruntlarning mustahkamlik va ustuvorlik sharti	95
4.2.2. Chetki xavfsiz va ruxsat berilgan yuklamalar	101
4.3. Gruntli asosdagi kritik yuklama	106
5 bob. Yon bag‘ir va qiyaliklarni baholash usullari	114
5.1. Aylanma silindrik sirt yuzasi bo‘yicha sirpanish usuli	114
5.2. Teng ustuvorlikka ega ko‘rinishli yon qiyalikni qurish	125
5.3. Gorizontal kuchlar usuli	131
6 bob. Tirkamali inshootlarning ustuvorligini baholash	134

6.1. Tirkamali inshootlar va ularning ishlatilishi	134
6.2. Tirkamali devorga gruntning bosimi	136
6.3. Tirkamali devorning turg'unlik darajasini baholash uchun hisobiy sxemalar	140
7 bob. Gruntlarning siqiluvchanligi va inshootlarning cho'kuvchanligini bashoratlash	143
7.1. Umumiy holatlar	143
7.2. Gruntlarning siqiluvchanlik tavsiflari	144
7.3. Inshootning cho'kish miqdorini bashoratlash	153
8 bob. Vaqt davomida cho'kish rivojlanishini bashoratlash	169
8.1. Gruntlarning vaqt davomidagi deformatsiyalanishi ko'rsatkichlari	169
8.2. Filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasidan tashqaridagi grunt holatining konsolidatsiya ifodasi	172
8.3. Vaqt davomida asosning cho'kish yo'lini bashoratlash	176
8.4. Reologik xossalarning ko'rsatkichlari	182
8.5. Inshootdan tushayotgan yuk ta'sirida konsolidatsiya jarayonidagi inshoot asosining turg'unligi va grunt mustahkamligi o'zgarishini bashoratlash	185
Glossariy	199
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	200

Оглавление

	Стр.
Введение	10
Глава 1. Основы грунтоведения	12
1.1 Принципы оценки свойств грунтов	12
1.2 Показатели состав и свойства грунтов	18
Глава 2. Напряженное состояние оснований сооружений в грунтовых массивов	33
2.1. Грунтовое полупространство и основание сооружения	33
2.2. Напряжения в грунтовом полупространстве от сосредоточенной силы для пространственной задачи	36
2.3. Напряжения в грунтовом полупространстве для плоской задачи ...	44
2.4. Напряжения от собственной силы тяжести	74
Глава 3. Прочностные характеристики грунтов и методы их определения	77
3.1. Сопротивляемость сдвигу как показатель прочности грунтов	77
3.2. Сопротивление сдвигу скальных грунтов	80
3.3. Сопротивляемость сдвигу сыпучих грунтов	81
3.4. Сопротивляемость сдвигу глинистых грунтов	83
Глава 4. Несущая способность грунтовых оснований	91
4.1. Оценка прочности грунтовых оснований без учета нормальных напряжений	91
4.2. Оценка прочности грунтовых оснований с учетом роли нормальных напряжений	95
4.2.1. Условия прочности и устойчивости сыпучих грунтов	95
4.2.2. Краевая безопасная и допустимая нагрузка	101
4.3. Критические нагрузки на грунтовые основания	106
Глава 5. Методы оценки устойчивости склонов и откосов	114
5.1. Метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения	114
5.2. Построения откоса равноустойчивого очертания	125
5.3. Метод горизонтальных сил	131
Раздел 6. Оценка устойчивости подпорного сооружения	134

6.1. Подпорные сооружения и их назначения	134
6.2. Давление грунта на подпорную стенку	136
6.3. Расчетные схемы для оценки степени устойчивости подпорных стен	140
Глава 7. Сжимаемость грунтов и прогноз осадок сооружений	143
7.1. Общие положения	143
7.2. Характеристики сжимаемости грунтов	144
7.3. Прогноз величины осадки сооружения	153
Глава 8. Прогноз развития осадок во времени	169
8.1. Показатели деформируемости грунта во времени	169
8.2. Консолидационные зависимости для случаев отступления грунта от теории фильтрационной консолидации	172
8.3. Прогноз хода осадки основания во времени	176
8.4. Показатели реологических свойств	182
8.5. Прогноз изменения прочности грунта и устойчивости основания сооружения в процессе консолидации под нагрузкой от сооружения	185
Глоссарий	199
Список литературы	200

Table of contents

	Str.
Introduction	10
Chapter 1. Bases groundconducting	12
1.1 Printsipi of an estimation of properties grounds	12
1.2 Indicators structure and properties grounds	18
Chapter 2. The Tension of the bases of constructions in the soil files	33
2.1. Soil semispace and the construction basis	33
2.2. 2.2. Pressure in soil semispace from the concentrated forces for a spatial problem	36
2.3. Pressure in soil semispace for a flat problem	44
2.4. Pressure from own gravity	74
Chapter 3. Prochnostnye characteristics grounds and their methods definitions	77
3.1. Resistibility to shift as a durability indicator grounds	77
3.3. Resistance to shift rocky grounds	80
3.4. Resistibility to shift loose grounds	81
3.5. Resistibility to shift clay grounds	83
Chapter 4. Bearing ability of the soil bases	91
4.1. An estimation of durability of the soil bases without the normal pressure	91
4.2. An estimation of durability of the soil bases taking into account a role normal pressure	95
4.2.1. Conditions of durability and stability loose grounds	95
4.2.2. Regional safe and a safe load	101
4.3. Critical loadings on the soil bases	106
Chapter 5. Methods of an estimation of stability of slopes and slopes	114
5.1. A method the round cylinder sliding surfaces	114
5.2. Slope constructions equally steady outlines	125
5.3. A method of horizontal forces	131
Section 6. An estimation of stability of a retaining construction	134
6.1. Retaining constructions and their appointments	134

6.2. Pressure of a ground upon a retaining wall	136
6.3. Settlement schemes for an estimation of degree of stability of the retaining walls	140
Chapter 7. Compressibility grunтов and the forecast a deposit of constructions	143
7.1. General provisions	143
7.2. Compressibility characteristics grounds	144
7.3. The forecast of size construction deposits	153
Chapter 8. The forecast of development a deposit in time	169
8.1. Indicators of deformability of a ground in time	169
8.2. Konsolidatsionnye dependences for cases of deviation of a ground from the theory of filtrational consolidation	172
8.3. The forecast of a course basis deposits in time	176
8.4. Indicators reologik properties	182
8.5. The forecast of change of durability of a ground and stability of the basis constructions in the course of consolidation under loading from a construction	185
Glossariy	199
The list of references	200

Kayumov A.D.

«GRUNTLAR MEXANIKASI» KURSI BO‘YICHA DARSLIK

Annotatsiya

Geotexnik bashoratlash ishlarida foydalanish uchun gruntlarning tarkibi va hossalari, grunt massivining kuchlanganlik holatlari, mustahkamlik, turg‘unlik va deformatsiyasi, shuningdek hisobiy sxemalar to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan. Har xil muhandis-geologik sharoitlarda inshootlarini loyihalash va qurishda alohida ahamiyat berishni talab qiluvchi asosiy muammolar, shuningdek, bu sharoitlarni hisobga olib konstruktiv-texnologik Yechimlarni loyihalash jihatlar yoritilgan.

O‘quv qo‘llanma «Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi» va unga yaqin mutahassisliklar bo‘yicha bakalavr va magistrLAR tayyorlashda foydalanish uchun mo‘ljallangan, undan ko‘rsatilgan yo‘nalishga to‘g‘ri keluvchi kollej talabalari ham foydalanishlari mumkin. U ma’lum bir doiradagi doktorantlar uchun qiziqish tug‘dirishi, shuningdek yo‘l, gidrotexnik va fuqaro qurilishida faoliyat ko‘rsatayotgan mutahassislar malakasini oshirishda ma’lum ahamiyatga ega.

Каюмов А.Д.

УЧЕБНИК ПО КУРСУ «МЕХАНИКА ГРУНТОВ»

Аннотация

Рассматриваются вопросы относящегося состава и свойства грунтов, напряженного состояния, прочности, устойчивости и деформации грунтовых массивов и расчетные схемы, применяемые при геотехнических прогнозах. Будут освещены основные проблемы, требующие внимание при проектировании и строительстве инженерных сооружений в различных инженерно-геологических условиях, а также принципы проектирования конструктивно-технологических решений, учитывающих эти условия.

На конкретных примерах поясняет, как пользоваться отдельными положениями современной механики грунтов. Даны задачи с подробными решениями.

Учебник предназначен для использования при подготовке бакалавров, магистров и инженеров по направлению “Гидрогеология и инженерная геология”. Оно может представить интерес для определенного круга аспирантов, соискателей и др.

Kayumov A.D.

THE TEXTBOOK AT THE RATE «MECHANICS GRUNTOV»

The summary

It is considered questions of concerning structure and property grunтов, a tension, durability, stability and deformation of soil files and the settlement schemes applied at geotechnical forecasts. The basic problems, demanding attention will be covered at designing and building engineering a construction in various engineering-geological conditions, and also prinsпы designing of the is constructive-technological decisions considering these conditions.

On concrete examples explains how to use separate positions of modern mechanics grunтов. Problems with detailed decisions are given.

The textbook is intended for use by preparation of bachelors, masters and engineers after a direction “Hydrogeology and engineering geology”. It can be of interest for a certain circle aspriantov, competitors, etc.

Kirish

Muhandislik inshootlarini loyihalashda inshootga salbiy ta'sir qiluvchi umumiy tabiiy sharoitni aniqlashtirish bilan bog'liq bo'lgan, shuningdek asos va yer inshootining yon qiyaliklarida umumiy turg'unlikni va birinchi galda gruntlarni deformatsiyasini son jihatdan baholashga yo'naltirilgan bir qancha masalalar yuzaga keladi. Har xil muhandis-geologik sharoitlarda bu masalalarni yechish asos va inshootlar tarkibidagi gruntlarning turg'unligi va mustahkamligining buzilish sharoitini, shuningdek unga qo'yilgan tashqi yuk ta'sirida gruntlar deformatsiyasini o'rganuvchi «Gruntlar mexanikasi» fanining kompetensiyasiga kiradi.

«Gruntlar mexanikasi» o'zining xulosalarida tog' jinslari va gruntlarning qurilish xossalarini yer inshootlari uchun material va binolar, ko'prik tayanchi va boshqalar uchun asos sifatida o'rganishdan olingan ma'lumotlarga asoslanadi.

Inshootlar joylashgan hududning tabiiy sharoiti, grunt va tog' jinslarining amaldagi xossalari ko'pincha ko'p holatli va murakkab bo'lgani uchun ularni birorta usullar bilan ta'riflash mumkin. Shuning uchun «Gruntlar mexanikasi»ning hisob apparati bazasida olingan xulosalarni ishlatishda hamma holatlarda ham amalda foydalanish uchun aniq amaldagi tabiiy sharoitga nisbatan to'g'irlashga harakat qilish kerak.

Mavjud masalalarni yechish uchun bir tomondan gruntlarning geologik shakllanish sharoitiga bog'liq bo'lgan fizik xossalari o'rganiladi, boshqa tomondan – «Mexanikaning yaxlit muhiti» matematik apparati qo'llanadi. Ammo jinsni butun deb biluvchi bu fandan farqli ravishda «Gruntlar mexanikasi» gruntlarni g'ovak dispers muhit deb, o'zining hajmini orqaga qaytmas darajada o'zgartiruvchi, ya'ni zichlashuvchi deb qaraydi.

Hozirgi zamon gruntlar mexanikasi o'zining rivojlanish bosqichida quyidagi asosiy qoidalarga asoslanganini ta'kidlash kerak:

1) bosim va grunt hajmining o'zgarishi, ya'ni uning g'ovakliklarining o'zgarishi orasidagi, shuningdek surilishdagi kuchlanish va shaklning o'zgarishi orasidagi bog'liqlik to'g'ri proporsional deb qabul qilinadi;

2) vaqt davomida gruntlarning zichlashishi (konsolidatsiyasi) grunt g'ovakliklari orasida suvlarning harakati natijasida yuz beradi, shu bilan birgalikda bu harakat filtratsiya qonuniga bo'ysunadi;

3) dispers muhit bo'lgan grunt, zarralar orasidagi bog'lanishdan tashqari ichki ishqalanishga ham ega bo'ladi; bu xossalar gruntlarning buzilishga qarshi tura olish qobiliyatini belgilaydi.

Keltirilgan birlamchi holatlar gruntlar mexanikasi rivojlanishida katta ahamiyatga ega bo'ldi, xususan gruntlarning chiziqli nazariyasi, filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasi, chegaraviy muvozanat nazariyasini yaratish imkonini berdi va bu nazariyalarning boy matematik apparati asosida keng muhandislik masalalari yechildi.

«Gruntlar mexanikasi» o'zining xulosalarida tog' jinslari va gruntlarning yer inshootlari uchun material va bino, ko'prik tayanchi va boshqalar uchun asos sifatida qurilish xossalarini o'rganish bo'yicha olingan ma'lumotlarga suyanadi. U

qurilish mexanikasining bir qismi bo'lib, elastik, plastik diskret muhit, chegaraviy muvozanat, reologiya kabi fundamental klassik nazariyaning elementlaridan foydalanadi. Gruntlar mexanikasining asoschisi 1925-yili o'zining fundamental asarini nashrdan chiqargan professor Karl Tersagi hisoblanadi. Hozirgi zamon gruntlar mexanikasining tarkibiga kiruvchi bir qancha masalalar K.Tersagiga qadar ham ko'rilgan va yechilgan, ammo, u birinchi bo'lib bu fanning maqsadi va vazifasini aniq qilib belgilab berdi. K.Tersagidan so'ng bu soha yo'nalishida o'nlab ko'zga ko'ringan mutaxassislar ishlashdi. Gruntlar mexanikasi fani bo'yicha o'zini maktabini yaratgan eng mashxur chet el olimlardan M.D.Braja, G.P.David, R.F.Craig; rus olimlaridan N.M.Gersevanov, N.A.Sitovich, V.A.Florin, N.N.Maslov, M.N.Goldshteyn, G.M.Shaxunyans, I.I.Kandaurov, V.D.Kazarnovskiy, E.M.Dobrov; o'zbek olimlaridan G'O.Mavlonov, T.R.Rashidov, T.SH.Shirinqulov, X.Z.Rasulov, K.P.Pulatov, K.S.Sultonov, Z.S.Sirojiddinov, K.S.Salyamova, A.Z.Xasanov, G'X.Xojmetov, A.D.Kayumov va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Ular gruntlar mexanikasining rivojlanishiga o'z hissalarini qo'shdilar va qo'shib kelmoqdalar.

Mazkur darslikni tayyorlashda muallif o'zining ustozlari Moskva avtomobil-yo'llari instituti (MAYI-TU) professorlari N.N.Maslov, V.D.Kazarnovskiy, E.M. Dobrov va dotsent M.F. Kotovlarni "Gruntlar mexanikasi"ga oid darslik, o'quv qo'llanmalari va internet materiallaridan foydalandi.

1 BOB. GRUNTSHUNOSLIK ASOSLARI

1.1. Grunt xossalarini baholash jihatlari

Muhandis-quruvchi gruntning birorta sifati va tarkibi bo'yicha inshoot asosida, yoki inshoot joylashadigan grunt qatlamida foydalanish haqida yechim qabul qilgan ekan, eng avvalo ushbu gruntning qurilish jarayonida (texnologik sikllar) hamda qurilgan inshootdan foydalanish jarayonida o'zini tutishi nuqtai nazaridan xossalari haqida ma'lumotlarga ega bo'lishi lozim.

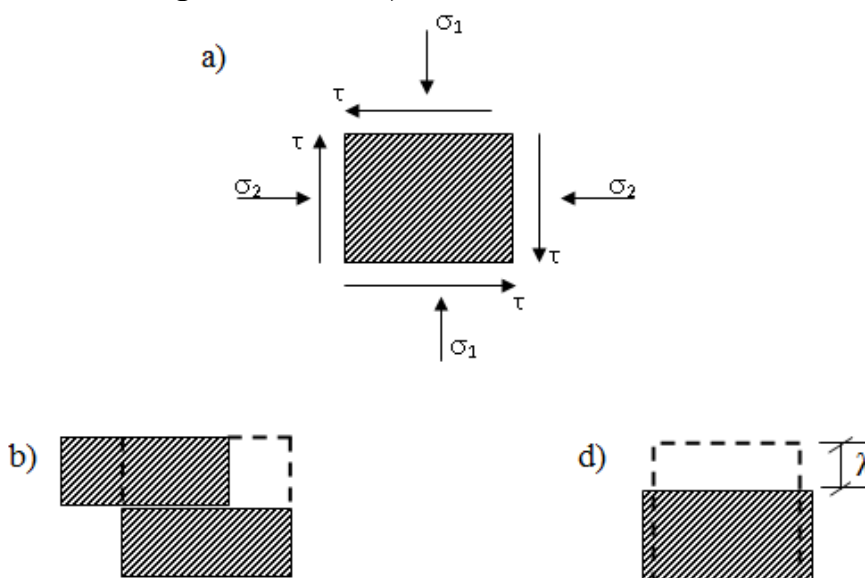
Tabiiy va texnogen qatlamlarda hamda inshootlarni qurishda gruntlarning ishlash sharoitlari haqidagi bor ma'lumotlar gruntlar mexanikasi va namlik-issiqlik tartibi nazariyasidagi ko'rsatmalar asosida ishlab chiqiladigan va foydalaniladigan hisobiy chizmalarda, mutaxassis kafedralarda quruvchilarni tayyorlash jarayonida o'qitiladigan tegishli kurslarda o'z ifodasini topadi.

Qurilish sohasida foydalaniladigan gruntlarning ishlash sharoitini ifodalovchi hisobiy chizmalarning mohiyati haqida hozir to'xtalmasdan, shu bilan bog'liq bo'lgan va faqatgina grunt xossalarini bilish lozimligi bilan bog'liq yuzaga keladigan vazifalar doirasini belgilab olamiz.

Birinchi vazifa - gruntning unga qo'yilgan yuklanganlik ta'siri ostidagi holatini baholash. Agar grunt elementiga qandaydir kuchlanish qo'yilsa (1.1-rasm), uning ta'siri ostida quyidagilar yuz beradi:

- elementning bir qismi boshqasiga nisbatan siljishi natijasida yaxlitligi yo'qolishi va buzilishi;

- element yaxlitligini yo'qotmasdan deformatsiyalanish (elastik, qoldiq, vaqt davomida hosil bo'ladigan va hokazo)



1.1-rasm. Qo'yilgan yuklama ta'siri ostidagi grunt elementi holatining variantlari:

a)-elementning boshlang'ich holati; b)-surilish ko'rinishdagi buzilish; v)-hajm va shakl o'zgarishi hisobiga hosil bo'ladigan deformatsiya; σ_1 , σ_2 - normal kuchlanishlar; τ - urinma kuchlanish

Berilgan yuklama ta'sirida gruntning holatini baholash uchun uning mustahkamlik xossalari haqida ma'lumotlarga ega bo'lish lozim.

Ikkinchi vazifa-gruntlarning suv-harorat va ob-havo-iqlim ta'siri ostidagi holatini baholash.

Bu holatlarda yozilishi kerak bo'lgan quyidagi xususiy vazifalar yuzaga keladi:

- grunt faqatgina shu omillar ta'siri ostida ko'pchish, muzlab ko'pchish, yoki o'ta cho'kish natijasida mustahkamligining kamayishini ko'rinishdagi deformatsiyaga uchraydimi;

- grunt o'ziga singib kirgan suvni tezda o'tkazib (qochirib) yuboradimi (drenaj xususiyati) yoki grunt qay darajada yer osti suvlari sathidan suvning yuqoriga yoki yon tomonga siljishiga yordam beradi (kapillyar xossalari hisobiga).

Foydalaniladigan barcha hisobiy sxemalarni umumlashtirib, shuni aytish mumkinki, grunt dan foydalanayotganda avvalambor, uning mexanik, suv-fizik va geokriologik xossalari haqida tasavvurga ega bo'lish lozim.

Gruntning mexanik xossalari qatoriga mustahkamlik, deformatsion va reologik xossalari kiradi.

Mustahkamlik xossalari deganda, gruntning hech qanday buzilishlariz va xech qanday so'nmaydigan deformatsiyalarsiz, shu jumladan, yuklamaning davomli ta'sirida ham birorta ko'rinishdagi kuchlanganlik holatining yuzaga kelishi tushuniladi.

Gruntning deformatsion xossalari deganda unga berilgan biror kuchlanganlik holatida so'nib boradigan xususiyatga ega bo'lgan katta yoki kichik deformatsiyaning yuz berishi tushuniladi. Bunda deformatsiyaning to'liq, elastik va qoldiq deformatsiyalar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Reologik xossalari deganda gruntning birorta doimiy kuchlanganlik holatida, vaqt davomida o'zining deformatsiyasini ko'p yoki kam miqdorda oshirishi tushuniladi.

Suv-fizik xossalari qatoriga gruntning suv bilan o'zaro ta'sirlanganda, yoki grunt da suyuq faza bo'lganda sodir bo'ladigan gruntning umumiy holatini ko'rsatadigan bir necha xossalari kiradi. Bunda suvning bevosita o'zi ta'sir qilganda sodir bo'ladigan deformatsiyalar (ko'pchish, hajm kichrayish), hamda tashqi yuklama ta'siri ostidagi gruntning mustahkamligi va deformatsiyaning suvning ta'siri ko'riladi (shu jumladan - yuklama ostidagi namlangan gruntning deformatsiyasi o'zgarishi, gruntning namligi o'zgarganida uning zichlanishi o'zgarishi va hokazo). Bunda gruntning muhim suv-fizik xossalari qatoriga uning suv o'tkazuvchanligi (drenaj xususiyati), kapillyar suvni o'tkazish xususiyati va hokazolar kiradi.

Geokriologik xossalari deganda gruntning unga manfiy harorat ta'sir qilishi natijasida, yoki muzlash-erish sikllari ta'siri ostida, shu jumladan bir vaqtda suvning kirib borishi natijasida o'zining struktura-mexanik xossalarining o'zgartirishi, yoki deformatsiyaning tushuniladi.

Gruntlarning strukturaviy bog'lanishi. Gruntni tashkil qiluvchi barcha strukturaviy elementlar (mineral zarralar yoki bo'laklar) har xil strukturaviy

bog‘lanishlar bilan o‘zaro bog‘langan. Bu bog‘lanishlar o‘zining energiyasi bo‘yicha alohida atomlarning kimyoviy bog‘lanishlarini ichki kristallik energiyasi bilan tenglashadigan mustahkam bog‘lanishlardan tortib, to juda bo‘sh bog‘lanishlargacha turli xil ko‘rinishda bo‘lishi mumkin. Strukturaviy bog‘lanishlar ko‘pincha gruntning muhandis-geologik xossalarini belgilaydi.

Kimyoviy o‘zaro ta’sir kuchlari, molekulyar kuchlar, molekulyar-ion (Van-der-Vals) kuchlari, magnit kuchlari kabi bog‘lanish kuchlari mavjud. Bu kuchlar ta’siri ostida har xil strukturaviy bog‘lanishlar hosil bo‘lib, natijada ma’lum strukturaga ega bo‘lgan gruntlar shakllanadi. Bog‘lanishlarning xarakteri mustahkamlikka, deformatsiyalanishga, harorat o‘zgarishiga nisbatan barqarorligiga, kimyoviy barqarorlikka, gruntning dinamik barqarorligiga, suvga nisbatan barqarorligiga, ya’ni muhandis uchun kerakli barcha xossalarga ta’sir etadi.

Gruntlarning turli-tumanligiga qaramay ularni qandaydir chegaralangan, o‘ziga xos umumiy xossalarga ega bo‘lgan sinflarga ajratish mumkin. Bunday taqsimlash amaliy maqsadlar uchun juda zarur bo‘lib, uni tasniflash deb ataladi. Tasniflash jihatlari o‘zini maqsadiga muvofiq turlicha bo‘lishi mumkin.

Muhandislik inshootlari (shu jumladan yo‘l va aerodromlar)ning muhandis-geologik qidiruvlarida, ularni loyihalash va qurishda amaldagi GOST bilan belgilanadigan gruntlarning umumiy muhandis-geologik tasniflanishidan foydalaniladi.

Bu tasniflanishga gruntning umumiy qurilish xossalarini shakllantiruvchi gruntlardagi bog‘lanish xarakteri (N.N. Maslov) bo‘yicha taqsimlanishi asos qilib olingan. Bu belgilar bo‘yicha amaldagi tasniflanishga asosan, gruntlar to‘rtta asosiy sinflarga ajratiladi (1.1-jadval).

1.1-jadval

Grunt sinfi	Bog‘lanishlar xarakteri
I. Tabiiy qoya gruntleri	Qattiq strukturaviy bog‘lanishlar (kristallashgan va sementlashgan)
II. Tabiiy dispers gruntlar	Suv-kolloid va mexanik-strukturaviy bog‘lanishlar
III. Tabiiy muzlagan gruntlar ¹⁾	Kriogen strukturaviy bog‘lanishlar
IV. Texnogen (qoyali dispers va muzlagan)	Inson faoliyati natijasida hosil bo‘lgan turli tavsifdagi bog‘lanishlar

¹⁾ Kriogen strukturaviy bog‘lanishlarga ega bo‘lmagan, manfiy haroratdagi gruntlar (tarkibida muz bo‘lmagan) tabiiy dispers gruntlar sinfiga kiradi.

Gruntlarni baholash va muhandislik inshooti qurilishida birorta ko‘rinishda undan foydalanilganda, uning tasniflanishga ko‘ra qaysi sinfga taalluqli ekanligini belgilashning o‘zi bilan kifoyalanib bo‘lmaydi. Loyihalashda foydalaniladigan tegishli hisobiy sxemalarga kiruvchi grunt xossalarining birorta ko‘rsatkichlarining miqdoriy qiymatlari kerak bo‘ladi.

Gruntning xossalari - pirovardida uning tarkibini, holati va strukturaviy xususiyatlarining funksiyasidir. Shunga ko‘ra gruntning bizni qiziqtiradigan

xossalarning miqdoriy qiymatlari haqidagi ma'lumotlarni olishning ikkita yo'li mavjud, ya'ni:

- izlanayotgan ko'rsatkichni olishga imkon beruvchi uslub bo'yicha to'g'ridan-to'g'ri sinovlar o'tkazish asosida;

- avval o'tkazilgan sinovlar natijalarini umumlashtiruvchi jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha izlanayotgan ko'rsatkichni bilvosita yo'l bilan olish va izlanayotgan ko'rsatkichlarni ancha sodda olinadigan tavsiflar bilan korrelyatsiyasini belgilash asosida.

Birinchi holatda gap birinchi sinfdagi ko'satkichlarni to'g'ridan-to'g'ri sinovlar o'tkazib olinishi haqida boradi.

Birinchi sinfdagi ko'rsatkichlarni to'g'ridan to'g'ri olish ba'zida ancha murakkab va davomli sinovlarni bajarishni talab etadi. Bunda ko'pincha strukturasi buzilmagan namunalardan foydalanib sinovlar o'tkazish talab etiladi.

Ikkinchi holatda - birinchi sinf ko'rsatkichlarini ikkinchi sinf ko'satkichlari bilan nomlanuvchi gruntning tarkibini va holatining ko'satkichlari asosida olinadi.

Gruntning tarkibi va holati ko'rsatkichlari (ikkinchi sinf ko'rsatkichlari) hisobiy formulalarga kirmaydi, lekin ularga asosan birinchi sinf ko'rsatkichlari haqida bilvosita baho berish mumkin. Ular gruntning xossalari va tarkibi orasidagi o'zaro bog'lanishlar, uning holati va strukturasi haqidagi avval olingan va umumlashtirilgan tegishli jadvalarga "kirish" imkonini beradi.

Ikkinchi holatda buzilgan strukturadagi grunt namunalari sinaladi. Bu esa ancha qulay va sinovlar uslubining o'zi ham anchayin sodda.

Ikkinchi yo'lni amalga oshirish uchun xususiy tasniflash mavjud bo'lib, u har bir sinf ichida gruntning genezisi, tarkibi va holati bo'yicha bir-biridan farq qiluvchi ancha tor guruhlar, guruhchalar, turlar, xili va ko'rinishlari bo'yicha ajratib beradi hamda birinchi sinf tavsiflarining hisobiy qiymatlari jadvali bilan yakunlanadi.

Xususiy tasniflash tarmoqlar bo'yicha bo'lingan bo'lishi mumkin (masalan, yo'l qurilishi maqsadida bo'sh gruntlarning tasniflanishi).

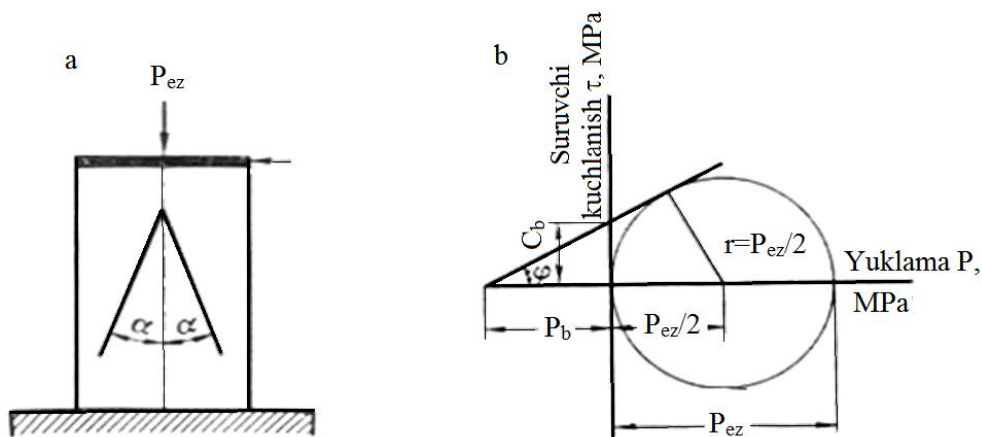
Strukturasi mustahkam bog'langan gruntlarning xossalari baholash. Strukturasi mustahkam bog'langan gruntlarning mexanik va suv-fizik xossalari avvalo ularning genezisi (magmatik, metamorfik, cho'kindi) va mineralogik tarkibining o'ziga xosligi bilan belgilanadi. Tarkibining bu tavsifi maxsus tahlillar asosida belgilanadi hamda ularning natijasida gruntning tog' jinsi nomlanishi ko'rinishdagi xili aniqlanadi.

Gruntning xilini aniqlash uchun qurilish xossalari haqida to'liq ma'lumot bermasa ham bo'ladi, chunki bu xossalarning miqdoriy tavsiflari juda katta qiymatlarda o'zgarishi mumkin. Shu munosabat bilan jadvaldagi ma'lumotlardan taxminiy xomcho't uchun foydalanish lozim.

Muhandislik maqsadlarida esa muayyan gruntni to'g'ridan-to'g'ri sinab, 1-tur tavsiflarni olish natijalaridan foydalaniladi.

Mustahkam bog'langan strukturali gruntlardan foydalanganda muhandis-quruvchini eng avvalo, bu bog'lanishlarning mustahkamligi va bu mustahkamlikni vaqt davomida suv-harorat omili ta'siri ostida saqlanishi qiziqtiradi.

Shu munosabat bilan mustahkam bog‘langan strukturali gruntlar uchun eng birinchi sinov bo‘lib namunalarni mustahkamlikka sinash hisoblanadi. Bunda qoya gruntining inshootda ishlash chizmasidan kelib chiqib, uning mustahkamligini odatda bir o‘qli siqish sinovlarining natijalari bo‘yicha baholanadi. Bu natijalar bo‘yicha siljishga mustahkamlikni ham taxminan baholash mumkin (1.2-rasm). Sinovni namunaning shakli va o‘lchamlari hamda yuklamaning tartibini me‘yorlovchi amaldagi GOSTlarga muvofiq olib boriladi.



1.2 rasm. Qoya gruntini bir o‘qli siqishga sinash chizmasi: a)-namunani siqishda yoriqlarning taralishi; b)-bir o‘qli kuchlanganlik holatida sinashda namunadagi kuchlanish doirasi

Bir o‘qli siqishga mustahkamlik qiymatlari bo‘yicha qoya gruntning turi (xili) aniqlanadi (1.2-jadval).

Suv ta‘siri ostida grunt mustahkamligining saqlanish darajasi yumshash koeffitsiyenti qiymati bo‘yicha (K_{w1}) baholanadi.

1.2-jadval

Gruntning turi	Bir o‘qli siqishda mustahkamlik chegarasi, R, MPa.
Juda mustahkam	>120
Mustahkam	120-50
O‘rtacha mustahkam	50-15
Kam mustahkam	15-5
Kamaygan mustahkam	5-3
Past mustahkam	3-1
Juda past mustahkam	<1

Izoh: $R \geq 5$ MPa dagi mustahkam bog‘langan strukturali gruntlarni qoyali, $R < 5$ MPa-yarimqoyali gruntlar deb ataladi.

Yumshash koeffitsiyenti - suvga to‘yingan holatdagi gruntning mustahkamligini uning quruq holatdagi mustahkamligiga nisbati orqali aniqlanadi. Bu koeffitsiyentni qiymatiga ko‘ra yumshamaydigan ($K_{w1} \geq 0,75$) va yumshaydigan ($K_{w1} < 0,75$) gruntlar o‘zaro farqlanadilar.

Suv ta‘sirida gruntning yumshash xususiyati (mustahkamligini yo‘qotish) bilan bir qatorda uning suvda erishi mumkinligini bilish juda muhim. Bu esa vaqt

mobaynida o'z holatini tutishini bashoratlash uchun zarur. Gruntning bu xossasi uning tarkibida suvda eruvchan tuzlarning miqdoriga ko'ra aniqlanadi (1.3-jadval).

1.3-jadval

Eruvchanlik bo'yicha gruntning turlari	Suvda eruvchan tuzlarning miqdori, g / l
Erimaydigan	< 0,01
Qiyin eriydigan	0,01-1,00
O'rtacha eriydigan	1,00-10,00
Yengil eriydigan	>10,00

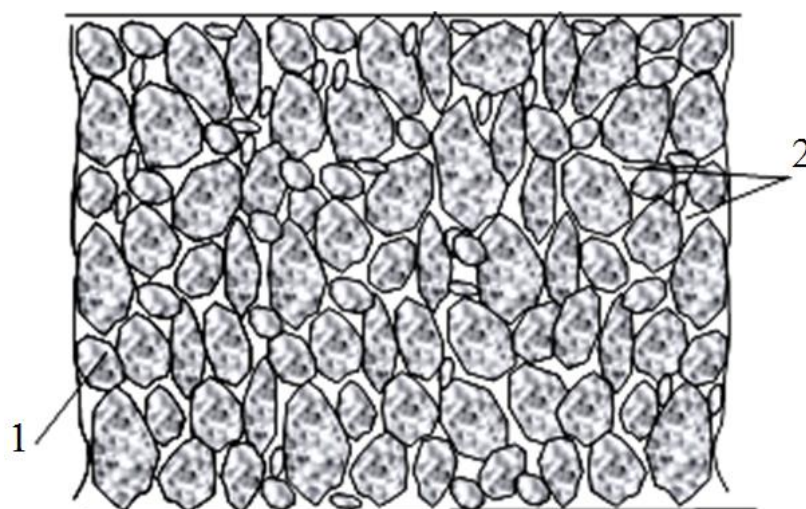
Amalda bashoratlashlar uchun yana qoyali gruntning muzlash-erish hamda namlanish-qurish tartiblari ta'siri ostida holatini baholash talab etilishi mumkin. Bu baholashlar sanab o'tilgan ta'sirlarni gruntga o'tkazishiga imkon beruvchi, laboratoriyadagi maxsus sinovlar asosida amalga oshiriladi.

Yuqorida sanalgan sinovlarning bir qismi amaldagi standartlarda aniq belgilab qo'yilgan, bir qismi esa maxsus dastur va uslublar bo'yicha bajariladigan qo'shimcha sinovlar tavsifiga ega.

Qoyali bo'lmagan (dispers) gruntlarning xossalarini baholash. Quruvchi-muhandis qoyali bo'lmagan (dispers) gruntlar bilan ishlaganda uning oldida ko'pgina muammolar paydo bo'ladi.

Dispers grunt tarkibida birorta darajada maydalangan qattiq zarrachalar, o'zida erigan moddalari bor turli ko'rinishdagi suv va havodan tashkil topgan dispers muhitdan iborat (1.3-rasm). Shunday qilib, dispers gruntlar ko'p fazali tizimlar bo'lib, bu tizimning o'zining xossalari undagi fazalar (qattiq, suyuq va gaz holatidagi) nisbati va o'zaro ta'siriga bog'liq.

Yarim dispers (har xil o'lchamdagi zarrachalar) va ko'p fazali muhit xossalari har bir fazaning xossalari, ularning nisbati va o'zaro ta'siriga bog'liq.



1.3-rasm. Dispers grunt chizmasi: 1-har xil o'lchamdagi zarrachali ko'rinishdagi gruntning skeleti; 2-suv va havo bilan to'lgan g'ovakliklar

1.2. Gruntlarning tarkibi va holatining ko'rsatkichlari

Umumiy qurilish amaliyotida gruntlar quyidagi tarkib va holat bilan tavsiflanadi.

Tarkibi:

- 1) granulometrik tarkibi;
- 2) solishtirma og'irligi;
- 3) plastikli: a) namlik tavsiflari – oquvchanlik holati (oquvchanlik chegarasi) va plastiklik chegarasi (jo'valanish chegarasi); b) plastiklik soni.

Holati:

- 1) gruntning namligi;
- 2) zichlik ko'rsatkichlari: a) g'ovaklik; b) g'ovaklik koeffitsiyent; v) grunt skeletining (qattiq faza) hajmiy og'irligi;
- 3) gilli tog' jinslarining konsistensiya ko'rsatkichlari.

Gruntning namligi W deb grunt g'ovakligidagi suvning og'irligini m_{suv} shu namuna skeletining og'irligiga m_d nisbatining foizlarda ifodalanishiga aytiladi, ya'ni:

$$W = \frac{m_{cvg}}{m_d} \cdot 100\% = \frac{m_w - m_d}{m_d} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

bu yerda m_w - nam gruntning og'irligi;

m_d – quruq gruntning og'irligi (grunt skeleti – qattiq zarraning og'irligi).

Ko'p hollarda namlik bir birlikda ifodalanadi.

Gruntning suv shimish koeffitsiyenti G (grunt namligining darajasi) grunt g'ovakligini suv bilan to'lish darajasini bildiruvchi ko'rsatkich va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$G = \frac{W}{W_o} = \frac{W\rho_s}{\varepsilon\Delta_{cvg}} = \frac{W\rho_s(1-n)}{n\Delta_{cvg}}, \quad (1.2)$$

bu yerda W – grunt namligi (bir birlikda);

W_o – gruntning to'liq suv shimgan holatdagi namligi (bir birlikda);

ρ_s – grunt zarrasining hajmiy og'irligi;

n – gruntning g'ovakligi (bir birlikda);

ε – gruntning g'ovaklik koeffitsiyent;

Δ_{suv} – suvning hajmiy og'irligi.

Agar $G=1$ bo'lsa gruntning hamma g'ovakligi suvga to'yingan bo'ladi.

1.1-misol. Namlik $W_1=6\%$ bo'lganda gruntning og'irligi 1,70 T ga teng. Namlik $W_2=25\%$ bo'lganda shu gruntning og'irligini aniqlang.

Yechim. Namlik $W=25\%$ bo'lganda gruntning og'irligini aniqlash uchun quruq gruntning og'irligini bilish kerak, uni quyidagi qoidadan aniqlaymiz.

1. Nam gruntning og'irligi m_w quruq grunt m_d va suvning og'irliklari m_{suv} ga teng, ya'ni

$$m_W = m_d + m_{suv}.$$

2. Ifoda (1.1)ga asosan suvning og'irligi quyidagiga teng:

$$m_{suv} = W m_d.$$

3. U holatda:

$$m_W = m_d + W m_d = m_d(1 + W).$$

4.

$$m_d = \frac{m_W}{1 + W} = \frac{1,70}{1 + 0,06} = 1,0 \text{ t.}$$

Demak namlik 25% bo'lganda grunt namligi:

$$m_{25} = 1,60(1 + 0,25) = 2,0 \text{ t.}$$

1.2-misol. Havoda quritilgan qumning og'irligi 3 T ga teng. Qumga 0,3 T suv quyildi va suv gruntning hamma hajmi bo'yicha bir tekis tarqalishi uchun yahshilab aralashtirildi. Qumning namligini aniqlash kerak

Yechim. Ifoda (1.1)ga asosan

$$W = \frac{m_{cy6}}{m_d} \cdot 100\% = \frac{0,3}{3,0} \cdot 100 = 10\%.$$

Gruntning solishtirma og'irligi γ_d gruntning qattiq zarrasining og'irligini uning *hajmiga nisbatini* ifodalaydi.

Gruntning solishtirma og'irligi gruntidagi zarralarning o'rtacha solishtirma og'irligiga, ya'ni uning mineral tarkibining funksiyasiga teng bo'ladi. Grunt tarkibidagi organik qo'shimchalar uning solishtirma og'irligini kamaytiradi.

Gruntning solishtirma og'irligining qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\gamma_d = \frac{m_d}{V_s} = \frac{\rho_d}{1 - n}, \quad (1.3)$$

bu yerda γ_d - gruntning solishtirma og'irligi;

m_d – grunt skeletining (qattiq faza) og'irligi;

V_s – grunt skeletining hajmi;

ρ_d – grunt skeletining hajmiy og'irligi;

n – gruntning g'ovakligi (bir birlikda).

1.3-misol. Suvga to'ldirilgan silindrga umumiy og'irligi $m_d = 280 \text{ g}$ bo'lgan bir nechta galka solindi. Bu holatda galka siqib chiqargan suvning hajmi 100 sm^3 ga teng. Galkadan iborat bo'lgan tog' jinsining solishtirma og'irligi γ_d ni aniqlash kerak.

Yechim. Ifoda (1.3)ga asosan

$$\gamma_d = \frac{m_d}{V_s} = \frac{280}{100} = 2,8 \text{ g/sm}^3 = 28 \text{ kn/m}^3.$$

1.4-misol. Grunt g'ovakligi $n = 3\%$, uning hajmiy og'irligi quruq holatda $\rho_s = 2,60 \text{ g/sm}^3$. Gruntning solishtirma og'irligini aniqlash kerak.

Yechim. Ifoda (1.3) ga asosan

$$\gamma_d = \frac{\rho_d}{1-n} = \frac{2,60}{1-0,03} = 2,69 \text{ g/sm}^3 = 26,9 \text{ kn/m}^3.$$

Gruntning hajmiy og'irligi ikkita ko'rsatkich bilan tavsiflanadi: birorta namlikdagi gruntning hajmiy og'irligi ρ_w va grunt skeletining hajmiy og'irligi ρ_s .

Gruntning hajmiy og'irligi ρ_w deb nam grunt massasini m_w uning hajmiga V_w nisbati tushuniladi

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w}, \quad (1.4)$$

bu yerda m_w – hajmi V_w bo'lgan (namligi W) grunt og'irligi.

Gruntning hajmiy og'irligi qiymati gruntning namligi va zichligiga bog'liq bo'ladi. Gruntning namligi va zichligi qancha katta bo'lsa, uning hajmiy ogirligi shuncha katta bo'ladi.

Grunnt skeletining hajmiy og'irligi ρ_d deb birlik hajmdagi gruntning qattiq fazasining (skelet) og'irligiga aytiladi, ya'ni birlik hajmdagi absolyut quruq gruntning og'irligi tushuniladi

$$\rho_d = \frac{m_d}{V_w} = \rho_s(1-n), \quad (1.5)$$

bu yerda ρ_d – grunt skeletining hajmiy og'irligi;

m_d – hajmi V_w bo'lgan absolyut quruq gruntning og'irligi;

ρ_s - gruntning solishtirma og'irligi;

n – g'ovaklik (birlik ulishida).

Skeletning hajmiy og'irligi qiymati gruntning zichligi va mineral tarkibiga bog'liq bo'ladi: zichlik va gruntning tarkibidagi zarraning solishtirma og'irligi qancha katta bo'lsa, shuncha gruntning hajmiy og'irligi katta bo'ladi.

Grunt suvlari sathidan pasta bo'lgan gruntning hajmiy og'irligi ρ_{suv} grunt siqib chiqargan suvning og'irlik qiymatiga kam bo'ladi va quyidagiga teng

$$\rho_{cyg} = (\rho_s - \Delta_{cyg})(1-n), \quad (1.6)$$

bu yerdagi belgilar (1.2) – (1.5) ifodalar kabidir;

Δ_{suv} – suvning hajmiy og‘irligi, odatda $\Delta_{suv} = 1 \text{ g/sm}^3 = 10 \text{ kn/m}^3$.

Gruntning hajmiy og‘irligi va grunt skeletining hajmiy og‘irligi orasida quyidagi bog‘liqlik mavjud:

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{1+W}, \quad (1.7)$$

bu yerda W – grunt namligi, birlik ulushida belgilanadi.

Hajmiy og‘irlik bo‘yicha misollar keyingi betlarda keltirilgan.

Gruntlar skeletining hajmiy og‘irligi γ_s bo‘yicha jinslarning zichligi to‘g‘risida xulosa qilish mumkin. Ammo u faqat uning zichligi bilan emas jins tuzilgan elementlarining solishtirma og‘irligi bilan ham aniqlanadi. Shuning uchun gruntlarning zichlik bo‘yicha holati ko‘pincha g‘ovakligi va g‘ovaklik koeffitsiyent bilan ham aniqlanadi.

Gruntlarning g‘ovakligi n deb berilgan hajmdagi grunt da mavjud bo‘lgan g‘ovaklik hajmini gruntning hamma hajmiga nisbatiga aytiladi va u foizda ifolanadi:

$$n = 1 - V_s = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}, \quad (1.8)$$

bu yerda V_s – qattiq zarralarning hajmi;

G‘ovaklik ko‘pincha birlik ulushida ifodalanadi.

G‘ovaklik koeffitsiyenti ε deb berilgan hajmdagi grunt da mavjud bo‘lgan g‘ovaklik hajmining usha hajmdagi grunt da mavjud bo‘lgan grunt skeletiga (qattiq faza) nisbatiga aytiladi:

$$\varepsilon = \frac{n}{V_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (1.9)$$

Govaklik n va g‘ovaklik koeffitsiyenti ε orasida quyidagi bog‘liqlik mavjud:

$$V_s = \frac{1}{1+\varepsilon}, \quad (1.10)$$

$$n = \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}. \quad (1.11)$$

$$\varepsilon = \frac{n}{1+n}. \quad (1.12)$$

Gruntlarning namligi va zichligi gruntlar holatining eng asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi. ShNKlarga asosan keltirilgan tavsiflar gruntga ruxsat berilgan (me'yoriy) yuklamani aniqlashda asosiy hisoblanadi. Qumli gruntlarning zichligi, undan tashqari, ularga dinamik ta'sirda xavflilik darajasining asosiysi hisoblanadi.

1.5-misol. Agar qirquvchi halqa bilan gilli gruntlarning hajmini aniqlashda quyidagi ma'lumotlar olingan bo'lsa, nam gruntning hajmiy og'irligi ρ_w , grunt skeletining hajmiy og'irligi ρ_d , g'ovaklik n , g'ovaklik koeffitsiyent ε va suv shimish koeffitsiyent G larni aniqlash kerak,:

qirquvchi halqaning hajmi $V_Q = 59 \text{ sm}^3$;

qirquvchi halqa hajmidagi nam gruntning og'irligi $m_w = 116,45 \text{ g}$;

absolyut quruq holatgacha quritilgan o'sha gruntning og'irligi $m_d = 102,11 \text{ g}$;

gruntning solishtirma og'irligi $\gamma_w = 2,80 \text{ g/sm}^3 = 28 \text{ kn/m}^3$.

Yechim. 1. Nam gruntning hajmiy og'irligi (1.4) ifoda bilan aniqlanadi:

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} = \frac{116,45}{59} = 1,97 \text{ g/sm}^3 = 19,7 \text{ kn/m}^3.$$

2. Grunt skeletining hajmiy og'irligi (1.5) ifoda bilan hisoblanadi

$$\rho_d = \frac{m_d}{V_w} = \frac{102,11}{59} = 1,73 \text{ g/sm}^3 = 17,3 \text{ kn/m}^3$$

Bunday natijani (1.7) ifoda bilan ham olish mumkin, ammo bu holatda gruntning namligini aniqlash kerak, u (1.1) ifodaga asosan teng:

$$W = \frac{m_w - m_d}{m_d} = \frac{116,45 - 102,11}{102,11} \cdot 100\% = 14,1\%.$$

Unda grunt skeletining hajmiy og'irligi ρ_d teng bo'ladi:

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{1+W} = \frac{1,97}{1+0,141} = 1,73 \text{ g/sm}^3 = 17,3 \text{ kn/m}^3.$$

3. Grunt g'ovakligi n (1.8) ifoda yordamida hisoblanadi:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} = \frac{2,80 - 1,73}{2,80} \cdot 100\% = 38,3\%$$

4. Grunt g'ovaklik koeffitsiyent ε (1.9) ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\varepsilon = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,80 - 1,73}{1,73} = 0,619$$

yoki (1.12) ifodaga asosan:

$$\varepsilon = \frac{n}{1+n} = \frac{0,383}{1-0,383} = 0,619.$$

5. Suv shimish koeffitsiyent (1.2) ifodadan hisoblanadi:

$$G = \frac{W\rho_s}{\varepsilon\Delta_{\text{cyg}}} = \frac{0,141 \cdot 2,80}{0,619 \cdot 1} = 0,64.$$

1.6-misol. 1 m³ quruq qumning og'irligi 1,6 T keladi. Uning og'irligining namligi 15% bo'lganda va to'liq suv shimganda aniqlang.

Yechim. Namlik 15% bo'lganda uning hajmiy og'irligi $\gamma_w=15\%$ ni (1.7) ifodadan aniqlaymiz:

$$\rho_w = 1,6(1+0,15) = 1,84 \text{ t/m}^3 = 18,4 \text{ kn/m}^3.$$

1-variant.

a) To'liq suv shimgandagi qumning namlik qiymati berilgan qum skeletining hajmiy og'irligida $\rho_d = 1,6 \text{ t/m}^3 = 16 \text{ kn/m}^3$ va solishtirma og'irligi $\gamma_w = 2,65 \text{ t/m}^3 = 26,5 \text{ kn/m}^3$ da aniqlanadi.

$$W_o = \frac{(\gamma_w - \rho_d)\Delta_{\text{cyg}}}{\gamma_w\gamma_d} = \frac{(2,65 - 1,60) \cdot 1}{2,65 \cdot 1,60} = 0,248 \text{ ёku } 24,8\%.$$

b) ifoda (1.7)dan to'liq suv shimgan 1 m³ qumning hajmiy og'irligi aniqlanadi

$$\gamma_w = \gamma_d(1+W_o) = 1,60(1+0,248) = 2 \text{ t/m}^3 = 20 \text{ kn/m}^3.$$

2-variant.

a) ifoda (1.9) bo'yicha qumning g'ovaklik koeffitsiyent ε aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,65 - 1,60}{1,60} = 0,657.$$

b) qumning to'liq suv shimgan holatida namligi (1.2-ifoda) aniqlanadi, ya'ni $G=1$ bo'lganda:

$$W_o = \frac{\varepsilon\Delta_{\text{cyg}}}{\gamma_w} = \frac{0,657}{2,65} = 0,248 \text{ ёku } 24,8 \%.$$

v) 1 m^3 qumning to'liq suv shimgan holatidagi suvning og'irligi m_{suv} aniqlanadi:

$$m_{c\gamma\epsilon} = \rho_d \cdot W_o = 1,60 \cdot 0,248 = 0,4 \text{ m}.$$

g) to'liq suv shimgan bir kub metr gruntning og'irligi aniqlanadi:

$$m_W = \rho_d + m_{suv} = 1,60 + 0,4 = 2 \text{ t}.$$

3-variant.

a) qumning g'ovaklik qiymati aniqlanadi (1.8-ifoda)

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} = \frac{2,60 - 1,60}{2,65} = 0,395 \text{ } \ddot{e}ku \text{ } 39,5 \text{ } \%$$

b) 1 m^3 gruntning to'liq suv shimgan holatidagi suvning og'irligi m_W aniqlanadi. 1 m^3 qum g'ovakligining hajmi V_Q :

$$V_{qum} = 1 \text{ m}^3 \cdot n = 1,0 \cdot 0,395 = 0,395 \text{ m}^3.$$

unda suvning hajmiy og'irligi $\Delta_{suv} = 1 \text{ t/m}^3 = 10 \text{ kn/m}^3$ bo'lganda 1 m^3 to'liq suv shimgan qumdagi suvning og'irligi m_W teng bo'ladi:

$$m_W = 0,395 \cdot 1 = 0,395 \text{ T} \approx 0,4 \text{ t}.$$

v) 1 m^3 qumning og'irligi to'liq suv shimgan holatida aniqlanadi:

$$m_W = 1,6 + 0,4 = 2,0 \text{ t}.$$

1.7-misol. Agar qumning solishtirma og'irligi $\gamma_W = 2,65 \text{ t/m}^3 = 26,5 \text{ kn/m}^3$ va g'ovaklik $n = 35\%$ bo'lsa, uning grunt suvlari sathidan pastda yotgan hajmiy og'irligini aniqlang.

Yechim. 1.6-misol shartidan farqli qum grunt suvidan pastda muallaq holatda bo'ladi va bunda skeletning hajmiy og'irligi γ_{suv} (1.6) ifodaga asosan:

$$\rho_{c\gamma\epsilon} = (\gamma_W - \Delta_{c\gamma\epsilon})(1 - n) = (2,65 - 1,00)(1 - 0,35) = 1,07 \text{ t/m}^3 = 10,7 \text{ kn/m}^3.$$

1.8-misol. Solishtirma og'irligi $\gamma_W = 2,65 \text{ t/m}^3 = 26,7 \text{ kn/m}^3$ va namligi $W = 16\%$ bo'lgan qumning karyerdagi hajmiy og'irligi $\rho_W = 2,0 \text{ t/m}^3 = 20 \text{ kn/m}^3$. Agar qum to'kilma holda yotganda g'ovakligi $n = 43\%$ bo'lsa, uni karyerda kovlangandagi bo'shoqlik koeffitsiyentni aniqlang.

Yechim. 1. Tabiiy holatda yotgan qum skeletining hajmiy og'irligi ρ_d ni (1.7) ifodaga asosan teng bo'ladi:

$$\rho_d = \frac{\rho_W}{1 + W} = \frac{2}{1 + 0,16} = 1,73 \text{ t/m}^3 = 17,3 \text{ kn/m}^3.$$

2. To'kilma holda yotgan grunt skeletining hajmiy og'irligi (1.5) ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\rho_d = \rho_s(1-n) = 2,65 \cdot (1-0,43) = 1,51 \text{ t/m}^3 = 15,1 \text{ kn/m}^3.$$

3. Qumning bo'shoqlik koeffitsiyent teng bo'ladi:

$$K = \frac{1,73}{1,51} = 1,14.$$

1.9-misol. Metall halqa ichiga to'liq suv shimgan gilli gruntning namunasi solingan. Grunt namunasining ustiga g'ovakli porshen orqali yuk qo'yilgan, natijada g'ovakli porshen orasidan suv yuqoriga siqib chiqarilib namuna zichlashgan. Agar yuk qo'yilayotgan yuza $F=40 \text{ sm}^2$, yuk qo'yilgungacha namunaning og'irligi $m_w=520 \text{ g}$, usha namunaning zichlashtirilgandan keyingi og'irligi $m_w=510 \text{ g}$, usha namunaning to'liq quritilgandan keyingi og'irligi $m_k=400 \text{ g}$ bo'lsa, namunaning tajribadan avvalgi va keyingi namligi va qo'yilgan yuk ta'siridagi namunaning cho'kish qiymati aniqlansin

Yechim. 1. Boshlang'ich namlik teng bo'ladi:

$$W_{\text{bosh}} = \frac{m_w - m_k}{m_k} \cdot 100\% = \frac{520 - 400}{400} \cdot 100\% = 30\%.$$

2. Oxirgi namlik teng bo'ladi (yuk bilan siqilgandan keyin):

$$W_{\text{oxir}} = \frac{m_w - m_k}{m_k} \cdot 100\% = \frac{510 - 400}{400} \cdot 100\% = 27,5\%.$$

3. Yuk ta'siri ostidagi grunt namunasining cho'kishini grunt namunasidan siqib chiqarilgan suvning hajmini namunaning ko'ndalang kesimiga bo'lish bo'yicha aniqlanadi.

Namunadan siqib chiqarilgan suvning hajmi:

$$V = \frac{m_{w1} - m_{k2}}{\Delta_{\text{suv}}} = \frac{520 - 510}{1} = 10 \text{ sm}^3.$$

bu yerda Δ_{suv} – suvning hajmiy og'irligi.

Grunt namunasiga qo'yilgan yuk ta'sirida hosil bo'lgan cho'kish miqdori teng:

$$\Delta h = \frac{V}{S} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ sm}^3 \text{ yoki } 2,5 \text{ mm}.$$

Agar misolning sharti bo'yicha gruntning oraliq namligini aniqlash kerak bo'lsa, unda uni grunt namunasining cho'kish qiymati bo'yicha aniqlash mumkin. Masalan, shtampning cho'kishi $h_t=1,5 \text{ mm}$ bo'lganda grunt namligi aniqlansin.

Bu holatda hisob ishlari quyidagicha olib boriladi.

1. Yuk ta'sirida qisqaradigan grunt namunasining hajmi teng bo'ladi:

$$\Delta V = S \cdot \Delta h = 40 \cdot 0,15 = 6 \text{ sm}^3.$$

Grunt namunasi to'liq suv shimgan holatida siqilgani uchun keltirilgan cho'kish qiymati ΔV zichlashtirish jarayonida suvning siqib chiqarilishi bilan yuz beradi. Demak, hajm $\Delta V = 6 \text{ sm}^3$ – gruntning zichlashtirilgandagi siqib chiqarilgan suvning hajmi, uning og'irligi teng bo'ladi:

$$\Delta m_w = \Delta V \cdot \Delta_{\text{cuv}} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ g},$$

bu tashkil qiladi:

$$\Delta W = \frac{\Delta m_w \cdot 100}{m_k} = \frac{6}{400} \cdot 100\% = 1,5\%.$$

3. Shtampning cho'kishi $h_t = 1,5 \text{ mm}$ bo'lganda grunt namligi teng bo'ladi:

$$W_t = W_{\text{bosh}} - \Delta W = 30 - 1,5 = 28,5\%.$$

Gruntlarning plastiklik ko'rsatkichlari bo'lib uning tavsifli namliklari: oquvchanlik chegarasi LL , jo'valanish chegarasi PL va plastiklik soni PI hisoblanadi.

Plastiklik soni – oquvchanlik va jo'valanish chegaralarining farqi bo'lib, son ko'rinishida ifodalanadi, ya'ni

$$PI = LL - PL. \quad (1.13)$$

ShNKlarga asosan plastiklik soni gruntlarning nomini aniqlashda foydalaniladi (1.4-jadval).

Tavsifli namliklar LL va PL jinsda qattiq strukturali bog'liqlik bo'lmaganda konsistensiya ko'rsatkichi V bo'yicha jinsning holatini aniqlash uchun xizmat qiladi:

$$B = \frac{W_{\text{mab}} - PL}{LL - PL}. \quad (1.14)$$

bu yerda W_{tab} -gruntning tabiiy namligi.

1.4-jadval. Gruntlarning yo'l tasnifi

Grunt nomi		Plastiklik soni	Gruntidagi qum zarralarining miqdori	
turi	turdosh		zarraning o'lchami bo'yicha	og'irligi bo'yicha, %
Gillar	Yog'li Changli	>27 17-27	me'yorlanmaydi	

	Qumli	17-27	2-0,05	> 40
Suglinoklar	Og'ir changli	12-17	2-0,05	< 40
	Og'ir	17-27	2-0,05	> 40
	O'rtacha va yengil changli	7-12	2-0,05	< 40
	Yengil	7-12	2-0,05	> 40
Supeslar	Og'ir changli	1-7	2-0,05	< 20
	Changli	1-7	2-0,05	20-50
	Og'ir	1-7	2-0,05	< 50
	Yengil	1-7	2-0,05	> 50
Qumlar	Changli	< 1	> 0,1	< 75
	Mayda	< 1	> 0,1	> 75
	O'rtacha	< 1	> 0,25	< 50
	Yirik	< 1	> 0,5	< 50
	Juda yirik	< 1	> 1,0	< 50

Izoh. 1. Grunt tarkibida 2 mm dan yirik zarralarning miqdori 20-50%ni tashkil qilsa gruntning nomiga silliqlangan zarralilarga graviyli va silliqlanmagan zarralilarga shebyonkali nomi qo'shiladi.

2. Gruntlarning umumiy qurilish tasnifi faqat plastiklik soni bilan beriladi.

Gilli gruntlarning konsistensiyasi bo'yicha bo'linishi 1.5-jadvalda keltirilgan.

1.5-jadval

Konsistensiyasi V bo'yicha gilli gruntlarning nomi	
Grunt nomi	Konsistensiya V
Supeslar	
Qattiq	< 0
Plastik	0-1
Oquvchan	> 1
Suglinok va gillar	
Qattiq	< 0
Yarim qattiq	0,00-0,25
Plastikka yaqin	0,25-0,50
Yumshoq plastik	0,50-0,75
Oquvchan plastik	0,75-1,00
Oquvchan	1,00

1.10-misol. Gruntning namligi jo'valanish chegarasida $PL=15\%$, oquvchanlik chegarasida - $LL=25\%$. Gruntning nomini aniqlang.

Yechim. Plastiklik soni PI (1.13) ifoda bo'yicha teng:

$$PI = LL - PL = 25 - 10 = 15.$$

1.1-jadvalga asosan grunt suglinok deb nomlanadi.

12-misol. Avvalgi misol sharti bilan suglinokning konsistensiyasini aniqlang, agar tabiiy namlik $W_{tab}=18\%$ bo'lsa.

Yechim. Konsistensiya ko'rsatkichi (1.14) ifodadan aniqlanadi:

$$B = \frac{W_{tab} - PL}{LL - PL} = \frac{18 - 15}{25 - 15} = 0,3.$$

1.2-jadvalga asosan suglinokni konsistensiyasi plastikka yaqin.

1.12-misol. Suglinokning namligi jo'valanish chegarasida 15%ga teng. Gruntning g'ovakligi oquvchanlik chegarasida nechaga tengligini aniqlash kerak, agar suglinokning solishtirma og'irligi $\gamma_w=2,70 \text{ g/sm}^3=27 \text{ kn/m}^3$, plastiklik chegarasi $PI=20$.

Yechim. 1. Suglinokning oquvchanlik chegarasidagi namligini (1.13) ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$LL = PI + PL = 25 + 10 = 35\%.$$

2. Suglinokning g'ovaklik koeffitsiyent oquvchanlik chegarasida (1.2) ifodaga asosan teng bo'ladi:

$$\varepsilon = W_o \gamma_w = 0,35 \cdot 2,70 = 0,945.$$

3. Gruntning g'ovakligi (1.10) ifodadan aniqlanadi:

$$n = \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} = \frac{0,945}{1 + 0,945} = 0,485 \text{ (ёku } 48,5 \%)$$

Gruntlarning granulometrik tarkibi. Grunt tarkibidagi har xil o'lchamdagi zarralarning miqdorini quruq gruntning umumiy og'irligiga nisbatini foizda ifodalangani granulometrik tarkib deb ataladi.

Gruntning har bir fraksiyasining foizdagi miqdorini quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$d = \frac{m_\phi}{m_K} \cdot 100\%, \quad (1.15)$$

bu yerda d – gruntidagi berilgan o'lchamdagi fraksiyaning foizdagi miqdori;

m_F – berilgan grunt fraksiyasining quruq gruntning umumiy miqdoridagi m_Q og'irligi.

1.13-misol. 200 g quruq qumli gruntни elakdan o'tkazilganda quyidagi 1.6-jadvalda keltirilgan qiymatlar olingan.

1.6-jadval

Fraksiyaning o'lchami, mm	10	10-4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
Fraksiyaning	10	15	20	30	50	60	10	5

og'irligi, g								
Zarralarning miqdori, %	5	7,5	10	15	25	30	5	2,5

Gruntning granulometrik tarkibini aniqlash kerak.

Yechim. (1.15) ifodadan gruntning har bir fraksiyasini foizdagi miqdorini aniqlaymiz:

$$\text{fraksiya} > 10 \text{ mm} - d = m_F/m_Q = 10/200 = 5\%;$$

$$\text{fraksiya } 10 - 4 \text{ mm} - d = 15/200 \cdot 100 = 7,5\%$$

va shu kabi gruntning qolgan fraksiyalari uchun bajariladi. Hisob ishlari 3-jadvalda keltirilgan.

1.14-misol. Grunt tabiiy sharoitda quyidagi granulometrik tarkibga ega (1.7-jadval).

1.7-jadval

Fraksiyaning o'lchami, mm	>10	10-4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Zarralarning miqdori, %	12	4	6	6	10	30	10	10	5	4	3
1 t grunt-dagi fraksiyaning og'irligi, kg	120	40	60	60	100	300	100	100	50	40	30
Elaklashdan keyingi zarra-larning miqdori >10 mm , %	-	4,5	6,8	6,8	11,4	34,1	11,4	11,4	5,7	4,5	3,4

Ko'rsatilgan grunt kayerdan kovlanib olinadi va qumli filtr sifatida ishlatiladi. Grunt elakdan o'tkazilib 10 mm dan katta fraksiyalar ajratib olindi.

Yirikligi 10 mm dan katta zarralarni ajratib olingandan so'ng grunt-da qanday yangi granulometrik tarkib hosil bo'ladi?

Yechim. 1. Bir tonna quruq gruntning har bir fraksiyasining og'irligi quyidagicha:

$$\text{fraksiya} > 10 \text{ mm}: 1000 \text{ kg} \cdot 12/100 = 120 \text{ kg};$$

$$\text{fraksiya } 10 - 4 \text{ mm}: 1000 \text{ kg} \cdot 4/100 = 40 \text{ kg}$$

shu kabi har bir fraksiya uchun aniqlanadi. Hamma hisob ishlarining ma'lumotlari 4-jadvalga kiritilgan.

2. Og'irligi 120 kg bo'lgan yirikligi 10 mm dan katta fraksiyalarni umumiy miqdordan chiqarib tashlansa quyidagi qoladi:

$$1000 - 120 = 880 \text{ kg}.$$

3. Yirikligi 10 mm dan katta fraksiyalardan tashqari qolgan har bir fraksiyaning foizdagi miqdori :

$$\text{fraksiya } 10 - 4 \text{ mm}: 40/880 \cdot 100 = 4,5\%;$$

$$\text{fraksiya } 10 - 2 \text{ mm}: 60/880 \cdot 100 = 6,8\%$$

shu kabi qolgan fraksiyalar uchun ham aniqlanadi.

Yangi granulometrik tarkibning hisob natijalari 4-jadvalga kiritilgan.

1.15-misol. 1.14-misol ma'lumotlaridan foydalanib karyerdagi har bir 1000 m^3 grunt-dagi 10 mm dan katta fraksiyalarning hajmini hisoblab chiqish kerak, agar gruntning

solishtirma og'irligi $\gamma_w=2,70 \text{ g/sm}^3$, karyerda tabiiy holatda yotgan gruntning g'ovakligi $n=35\%$ bo'lsa.

Kar'yerdagi gruntning hajmiy og'irligi namlik $W=10\%$ bo'lganda $\rho_w=2,10 \text{ t/m}^3$ ga teng.

Yechim. 1. Karyerdagi quruq gruntning hajmiy og'irligini (1.7) ifoda yordamida hisoblab aniqlanadi:

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{1+W} = \frac{2,10}{1+0,1} = 1,91 \text{ m/m}^3 = 19,1 \text{ kH/m}^3.$$

2. 1 m^3 gruntdagi 10 mm dan yirik quruq fraksiyaning og'irligi, ularning miqdori 12% bo'lganda teng bo'ladi:

$$P = 1,91 \cdot \frac{12}{100} = 0,23 \text{ m}.$$

3. 1000 m^3 gruntdagi 10 mm dan yirik fraksiyaning og'irligi teng:

$$Q = 0,23 \cdot 1000 = 230 \text{ t}.$$

4. 1 m^3 gruntdagi 10 mm dan yirik quruq fraksiyaning hajmiy og'irligi, ularning g'ovakligi $n=35\%$ bo'lganda (1.5) ifoda bilan aniqlanadi:

$$\rho_d = \gamma_w(1-n) = 2,7(1-0,35) = 1,76 \text{ m/m}^3 = 17,6 \text{ kH/m}^3.$$

5. Karyerdagi har bir 1000 m^3 gruntdagi 10 mm dan yirik elakdan o'tgan fraksiyaning hajmi:

$$V = \frac{Q}{\rho_d} = \frac{230}{1,76} = 131 \text{ m}^3.$$

1.16-misol. Granulometrik tarkibi 1.8-jadvalda keltirilgan ikkita grunt quyidagi og'irlik proporsiyasida aralashtirilgan:

$$\frac{\text{grunt 1}}{\text{grunt 2}} = \frac{1}{2}.$$

1.8-jadval

Zarralarning o'lchami, mm	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Zarralarning miqdori, %:								
1-grunt	1	3	5	8	10	20	11	42
2-grunt	5	27	30	25	13	-	-	-

Aralashmaning granulometrik tarkibini aniqlash kerak.

Yechim. Shartga asosan aralashma uchta og'irlik birligidan iborat bo'lishi kerak, ikkita og'irlik birligi 2-gruntdan va bittasi 1-gruntdan iborat. Masalan, 3 kg gruntda – 2 kg grunt №2 va 1 kg grunt №1. Bu 3 kg aralashmada fraksiyalar quyidagi tartibda bo'linadi: fraksiya 2 – 1 mm : $(1 \text{ kg} \times 0,01) + (2 \text{ kg} \cdot 0,05) = 0,11 \text{ kg}$;

fraksiya 1 – 0,5 mm: $(1 \text{ kg} \cdot 0,03) + (2 \text{ kg} \cdot 0,27) = 0,57 \text{ kg}$ va shu holatda har bir fraksiya uchun aniqlanadi.

Shu tartibda hisoblangan fraksiya og'irligining yig'indisi 1.9-jadvalda keltirilgan.

1.9-jadval

Zarralarning o'lchami, mm	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Zarralarning miqdori, kg:								
grunt №1	0,01	0,03	0,05	0,08	0,10	0,20	0,11	0,42
grunt №2	0,10	0,54	0,60	0,50	0,26	-	-	-
yig'indi, kg	0,11	0,57	0,65	0,58	0,36	0,20	0,11	0,42

Umumiy namuna og'irligi 3 kg bo'lganda aralashmaning granulometrik tarkibi quyidagicha:

fraksiya 2 – 1 mm: $0,11/3 \cdot 100 = 3,7\%$;

fraksiya 1 – 0,5 mm: $0,57/3 \cdot 100 = 19,0\%$

huddi shu kabi gruntning har bir fraksiyasi uchun aniqlanadi.

Aralashmaning granulometrik tarkibining hisobi ma'lumotlari 1.10-jadvalda keltirilgan.

1.10-jadval

Zarralarning o'lchami, mm	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Zarralarning miqdori, %:	3,7	19,0	21,7	19,3	12,0	6,7	3,6	14,0

1.17-misol. Joydan olingan grunt zarralarining 45% dan ko'pining o'lchami 0,1 mm. Optimal aralashma shartiga asosan o'lchami 0,1 mm katta fraksiyaning miqdori 30 % bo'lishi kerak. Yuqorida keltirilgan 0,1 mm o'lchamli zarralar miqdorining ko'pligi bo'yicha shart bajarilishi uchun tarkibida fraksiyasining o'lchami 0,1 mm dan katta zarralarning miqdori 12% bo'lgan karyerdan olib kelib qo'shiladigan gruntning miqdori qancha bo'lishi kerak.

Yechim. Agar joydagi grunt da berilgan fraksiyaning miqdori $a\%$, karyerdagi grunt da $b\%$, optimal grunt da o'sha fraksiya $d\%$ miqdorda bo'lishi uchun aralashma tarkibida bo'ladigan olib kelinadigan gruntning miqdori R foiz hisobida aralashmaning hamma og'irligi bo'yicha teng:

$$P = \frac{100(a-d)}{a-d} = \frac{100(45-30)}{45-12} = 45,5\%.$$

ya'ni amalda joydagi gruntning birlik og'irligiga karyerdan olib kelinadigan gruntning birlik og'irlikdagi miqdori qo'shilishi kerak.

1.18-misol. Grunt quyidagi granulometrik tarkibga (1.11-jadval) va plastiklik soni $PI=10$ ga ega.

Gruntning nomi aniqlansin.

1.11-jadval

Zarralarning o'lchami, mm	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Zarralarning miqdori, %:	3	5	5	16	9	22	27	13

Yechim. Grunt 1.4-jadvalga asosan yengil changli suglinok deb nomlanadi, chunki plastiklik soni $PI=10$ va o'lchami 2-0,05 mm bo'lgan zarralarning miqdori 40% dan kam.

1.19-misol. Qumli grunt quyidagi granulometrik tarkibga ega (1.12-jadval).

1.12-jadval

Zarraning o'lchami, mm	10-4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1
Zarralarning miqdori, %:	5	5	10	10	30	25	15

Gruntning nomi aniqlansin.

Yechim. 1.4-jadvalga asosan qum o'rtacha zarralidir, chunkiy fraksiyasining o'lchami 0,25 mm dan kattasi unda 50% dan ko'pini tashkil qiladi.

Xulosa. Gruntlardan inshootlar asosi sifatida foydalanishda uning qurilish va qurilgan inshootdan foydalanish davrida avvalambor ularni xossalari, strukturali bog'liqliklari va tasnifi to'g'risida ma'lumotlarga ega bo'lish va ularni bashoratlay olish kerak.

Nazorat savollari:

1. Qurilish maqsadida gruntlar to'g'risida qanday ma'lumotlarni bilish kerak?
2. Gruntlarning muhandis-geologik tasnifining umumiy jihatlari?
3. Qoya tog' gruntleri to'g'risida tushuncha ?
4. Dispers gruntlar to'g'risida tushuncha?
5. Strukturali mustahkam bog'langan va bog'lanmagan gruntlarning xossalari ?
6. Gruntlarning tasnifiy namligi nima ?
7. Gruntlarning pilastiklik soni nima ?
8. Gruntlarning holat ko'rsatkichlari ?
9. Gruntlarning zichligi to'g'risida tushunchalar ?
10. Gruntlarning granulometrik ko'rsatkichlari ?

Tayanch iboralar: Grunt, strukturali, tasnif, qoya tog' va dispers gruntlar, plastiklik soni, namlik, zichlik, granulometrik tarkib.

2 BOB. INSHOOT ASOSI VA GRUNT MASSIVINING KUCHLANGANLIK HOLATI

2.1. Gruntli yarim fazo va inshootning asosi

Gruntli qatlam, qalin qatlam holatda nurash qobig'ida rivojlangan bo'lib, odatda chegaralangan maydonga joylashgan yuklama ta'sirida bo'ladi. Shuning uchun massiv ichiga tashqi kuchni uzatishda uning tarqalishida hech qanday fizik chegara bilan chegaralanmagan gruntning katta qatlami ishtirok etadi deb faraz qilinadi. Bu massivni faqat yuqoridan muhandislik inshootiga tashqi yuk ta'sir qiluvchi gorizontall tekislik bilan chegaralangan cheksiz tarqalgan hajm deb faraz qilish mumkin. Bunday faraz qilish nurash qobig'ida yuzaga qo'yilgan yuklamaning tarqalish chuqurligidan farqli bo'lgan katta qalinlikdagi bo'shoq jinslar borligi bilan izohlanadi. Hamma fazoni ikki qismga bo'luvchi bitta tekislik bilan (bu holatda gorizontall) hajmning cheksiz tarqalishini geometrik tasavvur qilish «yarim fazo» atamasi bilan ataladi.

Yarim fazo yuzasiga beriladigan yuklama har xil shaklga ega bo'lishi mumkin. Amalda bunday o'zgarish yuklama (ayrim inshootlarning poydevori) bilan to'qnash kelinadi, ular rejada nisbatan kichik o'lchamga ega bo'ladi.

Inshoot tomonidan yuzaga keladigan yuklama, odatda, massiv yuzasiga qo'yilmasdan, poydevor tagining yotish chuqurligiga mos keluvchi qandaydir chuqurlikka qo'yiladi. Bu holatda gruntli massivni yarim fazo deb qarash mumkin. Uning yuzasi poydevor tagining sathi bilan mos keladi va inshoot poydevorining og'irligidan tushuvchi yuklama ta'sir qiluvchi inshoot atrofida bo'ladi. YArim fazoning qolgan yuzasi – gruntning og'irligi ta'sir qiluvchi poydevor ostining sathidan yuqorida yotuvchidan iborat.

Poydevordan tashqaridagi yarimfazo yuzasiga joylashgan yuklama, ayrim hollarda «prigruzka» deb ataladi.

Ammo inshootni qurishda faqat uning poydevori ostida bosim hosil bo'lmasdan boshqa joyda ham hosil bo'ladi. Inshootning og'irligidan hosil bo'luvchi bosim grunt massiviga uzatiladi va uni yuzasidan katta chuqurlikkacha tarqaladi. Inshootning og'irligi va yuklama ta'sirida inshoot qurilguncha bo'lgan undagi kuchlanish o'zgaradi. Bu o'zgarish grunt massivining lokal hududida yuz beradi. Bu hududning chegarasi bo'lib nuqtalarni geometrik o'rni hisoblanadi, unda kuchlanish o'zgarishi juda kichik bo'ladi va gruntning amaldagi siqilishi yuz bermaydi. Bu hududni inshoot asosi deb ataladi. Asos bo'lib, bu so'zning keng miqyosdagi mazmuni, grunt massivining shunday qismi hisoblanadiki unda quriladigan muhandislik inshootidan kuchlanish o'zgaradi. Asosga faqat inshoot ostidagi grunt massivining bir qismi taalluqli bo'lmasdan, uni cheti chegarasidagi, shuningdek yon qiyalik bo'lsa, ular ham kiradi.

Shunday qilib, inshootning *asosi* deb inshootdan bosimni qabul qiluvchi grunt massivining bir qismi tushuniladi, u inshootning yukini ko'taruvchi bo'lib, *poydevor* deb ataluvchi inshootning og'irligini gruntga berishga xizmat qiluvchidan farq qiladi.

Tabiiy asoslar gruntlarning yotish sharoiti va shakllanishiga bog'liq holda bir xil bo'lmasdan har xil tuzilishga ega. Gruntlarning mexanik xossalari o'tgan geologik vaqt davomida uning shakllanishiga ta'sir qilgan yuklama bilan bog'liq bo'ladi. Tabiiy-geologik jarayonlarning vaqt davomida o'zgarishi natijasida ular o'zgarib boradilar. Shuning uchun har bir yirik fuqaro va transport inshootini loyihalashda tabiiy asosdagi gruntlarni maxsus o'rganish talab qilinadi. Shunday qilib, har xil genezisli, tarkibli va holatli grunt dan iborat inshoot asosi yarim fazoviy hududning bir qismi yoki chegaralangan qismi hisoblanadi. Gruntli qatlam kerakli darajada bir xil, yoki aksincha qatlamli va o'ta murakkab muhandis-geologik tuzilishga ega bo'lishi mumkin.

Gruntlarni o'rganishda qurilish maydonida yotgan grunt namunasini mexanik sinash katta ahamiyatga ega.

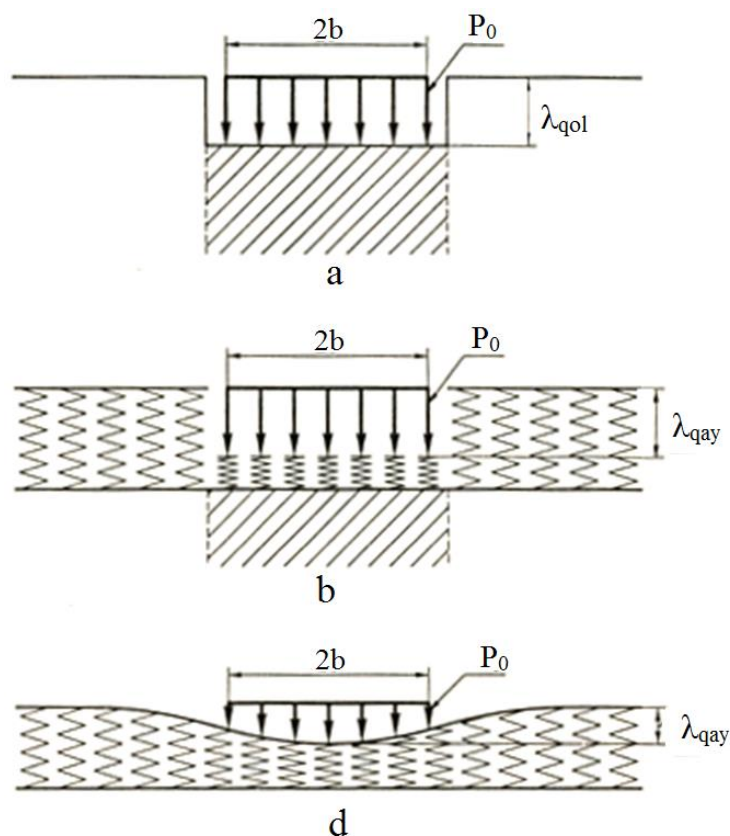
Hamma sun'iy asoslar (ko'tarma yoki yuvilgan hududlar) asos hisoblanmaydi, aksincha sifatiga, mustahkamligiga va o'lchamiga avvaldan qo'yilgan talabga mos ravishda qurilgan muhandislik inshooti hisoblanadi. Agar sun'iy ko'tarmada inshoot qurilgan bo'lsa, unda ko'tarma bu inshoot uchun sun'iy asos bo'lib xizmat qiladi.

Grunt massivida kuchlanishning o'zgarishi chuqurlik bo'yicha va inshootdan uzoqlashgan sari bir tekis bo'lmagan holda o'zgarib boradi, bir xil nuqtalarda ular katta, boshqasida – kam bo'ladi. Bu ham gruntning bir xil bo'lmagan deformatsiyasiga sabab bo'lishi mumkin. Agar birorta nuqtadagi kuchlanish grunt mustahkamligini tavsiflovchi kuchlanishdan katta bo'lsa, unda bu nuqtada asosning buzilishi ro'y beradi.

Gruntli massivning deformatsiyalashuvi to'g'risidagi tushuncha, uzluksiz bir xil yarim fazoviy sifatida juda qadimdan rivojlangan va tashqi kuch ta'sirida kuchlanish va deformatsiyaning tavsifini aks ettiruvchi bir necha chizma va gipotezalarga asoslangan.

Xususan 1798-yili N.I.Fuss tadqiqotlarida gruntli yo'llarda ot-aravali g'ildirak harakatida, iz hosil bo'lishida, faqat joylardagi yuklangan maydon ostidagi lokal deformatsiyani ko'radi. Bu holatda yarim fazo (asosni) deformatsiyasi faqat lokal tavsifga ega bo'lmasdan to'liq orqaga qaytmas bo'ladi, ya'ni qo'yilgan yuk P_0 olingandan so'ng gruntli asos avvalgi gorizontal holatga qaytmaydi, deformatsiya λ_{qol} ni saqlaydi, yuk qo'yilgan maydonda ko'rinadigan izini qoldiradi (2.1, *a* - rasm). Bunday chizma amaldagi bo'shoq, kam zichlashtirilgan to'kilmali grunt, qor massasiga yuk qo'yilganda hosil bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan tushuncha E.Vinkler tomonidan asosning to'liq elastik tiklanishi uning lokal tavsifi bilan birgalikda to'ldirilgan. Vinkler gruntli asos absolyut elastik yarim fazoviy bo'lishi mumkin deb faraz qilgan. Bunday model bo'lib hech nima bilan bog'lanmagan prujinaga o'xshash asos bo'lishi mumkin. Bundan ma'lumki unga yuk qo'yilganda siqilish deformatsiyasi λ_{qol} faqat yuk qo'yilgan maydon ostida bo'ladi (2.1, *b*-rasm).



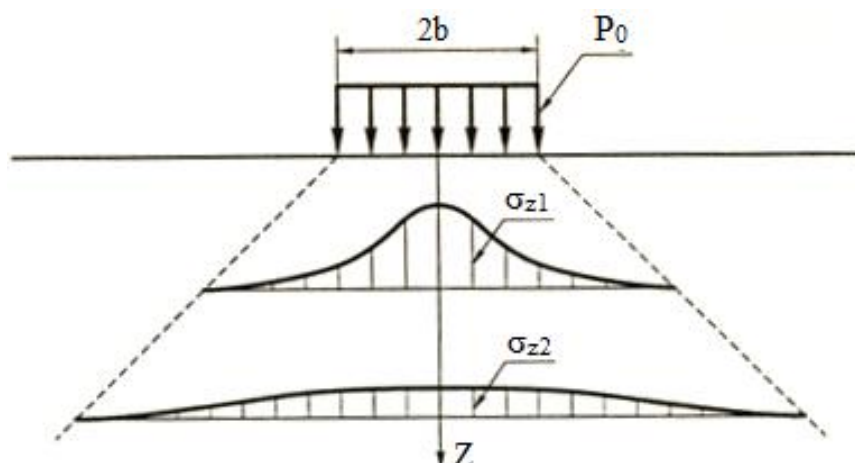
2.1-rasm. Har xil gipotezalar bo'yicha yarim fazoviy deformatsiya:
***a* – deformatsiya lokal va orqaga qaytmas (N.I.Fuss); *b* – deformatsiya lokal va to'liq orqaga qaytadi (E.Vinkler); *d* – deformatsiya lokal emas va orqaga qaytmas (M.M.Filonenko-Borodich)**

Vinkler modeli elastik asosdagi balkalarni, yo'l va aerodrom qoplamalarini hisoblashda foydalaniladi.

Keyinchalik Fuss-Vinkler modeli M.M.Filonenko-Borodich tomonidan (1940 y.) takomillashtirilgan. Uning modelida yuklama qo'yish maydonchasini va unngi atrofidagi yarim fazoviy hududni qamrab oladigan qo'shimcha membrana qo'yilgan. Membrana va asosning qattiqligiga bog'liq yarim fazo yuzasi bir tekis egilish shaklini oladi (2.1, *d* - rasm). Shunday qilib taklif qilingan model deformatsiyalanish tavsifi bo'yicha ko'p xolatlarida butun chiziqli-deformatsiyalanuvchi yarim fazoga aylanadi, bularga zarralari orasida bog'lanish kuchi bo'lgan bog'langan gruntlar taalluqli bo'ladi. Agar model membranasining qattiqligi nolga teng bo'lsa u birlamchi model Fuss-Vinkler modeligi aylanadi.

Avval G.I.Pokrovskiy (1923 y.), keyin I.I.Kandaurov (1959 y.) A.Fisherni (1928 y.) sochiluvchan gruntlar uchun taklif qilgan yarim fazoning deformatsiyalanuvchi hajmining chegaralangani, kuchlanish va deformatsiyani chuqurlik bo'yicha so'nishi to'g'risidagi taklifini rivojlantirdilar. Sochiluvchan zarrali muhitda bir xil chuqurlikda kuchlanishni rivojlanish tavsifi statik qonuniyatga bo'ysinadi degan xulosaga kelishgan. Bu holatda har xil gorizontlarda vertikal kuchlanish epyurasi "normal tarqalish" qonuni bilan ifodalanadi. Bunda vertikal kuchlanishning epyurasining eng bukilgan holati yuklangan maydonni

markaziga to'g'ri keladi, ammo gruntli asosning chuqurligi bo'yicha uzoqlashgan sari epyura tekislanib boradi (2.2-rasm).



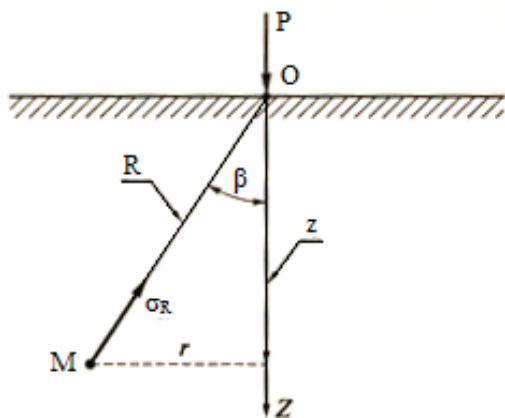
2.2-rasm. Zarrali muhit nazariyasiga asosan vertikal kuchlanishni chuqurlik bo'yicha tarqalishi (G.I.Pokrovskiy, I.I.Kandaurov)

1885-yili J.V.Bussineski birinchi bo'lib, gruntli yarim fazoni chiziqli-deformatsiyalanuvchi muhit sifatida qabul qilib, kuchlanish va deformatsiya Guk qonuniga bo'ysunadi deb, kuchlanganlik holatining matematik ifodasini bergan. Bunda U yarim fazodagi har qanday nuqtani kuch yo'nalishi bo'yicha surilishi bu nuqtadan yuklama qo'yilgan nuqttagacha bo'lgan masofaga teskari proporsional bo'ladi degan tahmindan kelib chiqqan. Keyinchalik O.K.Frelix (1934 y.) tomonidan bu masala keng miqyosda rivojlantirilgan.

Elastiklik va zarrali muhit nazariyasiga asosan olingan matematik apparat va hisobiy bog'liqliklar qulay va kam ish talab qiladi, shuning uchun ko'pchilik amaliy misollarni yechishda ko'proq ularga e'tibor beriladi. Masalalarni yechishda matematik tomonini soddalashtirish uchun yarim fazoni tashkil qiluvchi gruntli muhitlarni bir xil va izotrop deb olinishi muhim ahamiyatga egadir.

2.2. Fazoviy masala uchun to'plangan kuch bo'lganda gruntli yarim fazoda kuchlanish

Yaxlit og'irliksiz chiziqli-deformatsiyalanuvchi yarim fazoda (2.3-rasm), tashqi to'plangan kuch P tasirida bo'lgan, har qanday nuqtadagi $M(z, u, x)$ kuchlanish tarqalishi to'g'risidagi J.V.Bussineskining yechimi gruntli asoslarda kuchlanganlik holatining rivojlanishidagi asosiy nazariya hisoblanadi. Bunda yuzasiga qo'yilgan to'plangan P kuch ta'siridagi (2.3-rasm) gruntli yarim fazodagi ixtiyoriy M nuqtada qiymati $\cos\beta$ ga proporsional bo'lgan va bir yerga jamlangan kuch P dan masofaning kvadratiga R^2 teskari proporsional bo'lgan radial kuchlanish σ_R hosil bo'ladi degan asosiy tushuncha yotadi, yani



**2.3-rasm. Fazoviy masala holatida
to'plangan kuch bo'lganda
kuchlanishning tarqalishi**

$$\sigma_R = A \frac{\cos \beta}{R^2}, \quad (2.1)$$

bu yerda A – quyidagi muvozanat sharoitidan aniqlanadigan koeffitsient va u teng bo'ladi:

$$A = \frac{3P}{2\pi}. \quad (2.2)$$

(2.2) ifodani (2.1) ifodaga qo'ygandan so'ng hosil bo'ladi

$$\sigma_R = \frac{3P}{2\pi} \frac{\cos \beta}{R^2}. \quad (2.3)$$

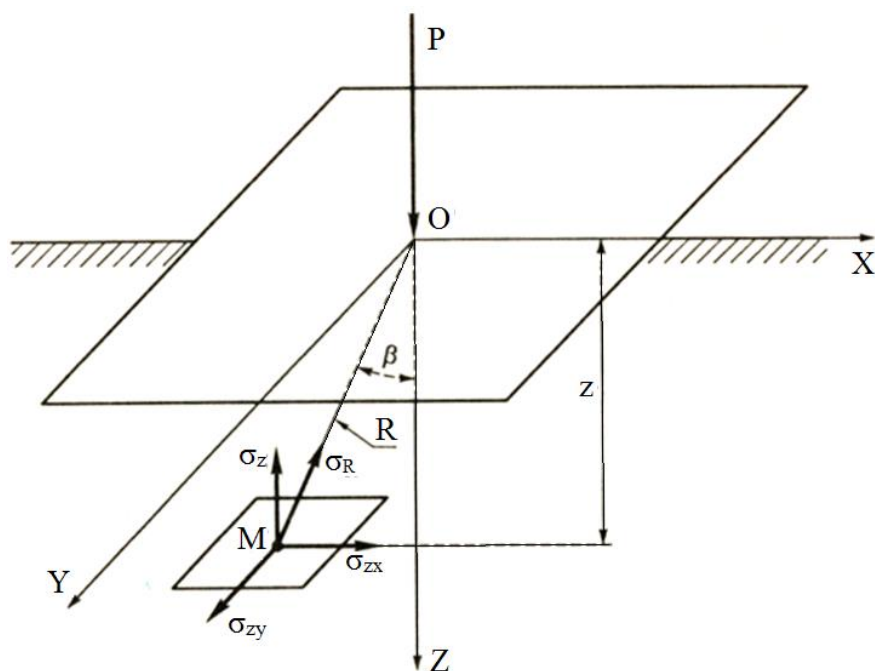
Keyin $M(z, u, x)$ nuqtadan σ_R ni avval XOU tekislik bilan chegaralangan yarim fazoga parallel bo'lgan maydonga, so'ng OZ , OX va OU o'qlariga parallel bo'lgan uchta yo'nalishga proyeksiyalab, quyidagi kuchlanishning tarkibiy qismlarini olamiz:

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \frac{z^3}{R^5}; \quad (2.4)$$

$$\tau_{zy} = \frac{3P}{2\pi} \frac{yz^2}{R^5}; \quad (2.5)$$

$$\tau_{zx} = \frac{3P}{2\pi} \frac{xz^2}{R^5}. \quad (2.6)$$

(2.4) ... (2.6) ifodalardan ma'lumki siquvchi σ_R va urinma τ_{zy} , τ_{zx} kuchlanishlar yarim fazoning elastik muhitiga bog'liq bo'lmasligiga alohida ahamiyat berish lozim. Ammo bu gorizontal tekislikka parallel bo'lgan yarim fazo bilan chegaralangan hisobiy maydon uchun to'g'ri bo'ladi (2.4-rasm). Boshqa, XOZ va YOZ tekisliklarga parallel bo'lgan maydonlar uchun, shuningdek gruntli asos bir xil bo'lmaganda kuchlanish komponentlarining hammasi Puasson koeffitsiyenti ν – elementning ko'ndalang va bo'ylama deformatsiyalarining nisbatiga bog'liq bo'ladi. Unda qo'shimcha ravishda quyidagiga ega bo'lamiz:



2.4-rasm. Chiziqli deformatsiyalanuvchi yarim fazoda to‘plangan kuch R dan hosil bo‘lgan radial kuchlanish

$$\sigma_y = \frac{3P}{2\pi} \left[\frac{y^2 z}{R^5} + \frac{1-2\nu}{3} \left(\frac{1}{R(R+z)} - \frac{(2R-z)y^2}{(R-z)^2 R^3} - \frac{z}{R^3} \right) \right]; \quad (2.7)$$

$$\sigma_x = \frac{3P}{2\pi} \left[\frac{x^2 z}{R^5} + \frac{1-2\nu}{3} \left(\frac{1}{R(R+z)} - \frac{(2R-z)x^2}{(R-z)^2 R^3} - \frac{z}{R^3} \right) \right]; \quad (2.8)$$

$$\tau_{xy} = \frac{3P}{2\pi} \left[\frac{xyz}{R^5} + \frac{1-2\nu}{3} \frac{(2R+z)xy}{(R+z)^2 R^3} \right]; \quad (2.9)$$

N.N.Ivanov (1926 y.) va O.K.Flerixning (1938 y.) tadqiqotlari natijasida (2.4) ifoda vertikal siquvchi kuchlanish uchun aniqlashtirilgan va uni quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\sigma_z = \frac{\lambda}{2} \frac{Pz^\lambda}{\pi R^{2+\lambda}}; \quad (2.10)$$

bu yerda λ –kuchlanishning konsentratsiya koeffitsiyent.

Fizik jihatdan kuchlanishning konsentratsiya koeffitsiyent λ deb gruntli muhitning tashqi to‘plangan vertikal P kuchdan hosil bo‘lgan vertikal kuchlanishni ma’lum bir jadallik bilan yoyish qobiliyati tushuniladi (2.4-rasm). Kuchlanishning konsentratsiya koeffitsiyent grunt turi va zarralar orasidagi bog‘liqlikka bog‘liq bo‘ladi. Mustahkam strukturali bog‘liqlikka ega bo‘lgan gruntlar, birinchi galda qoya tog‘ va gillarda kuchlanishning konsentratsiya koeffitsiyent $\lambda=3$ ga yaqin

bo‘ladi, ya’ni (2.4) ... (2.6) Bussinesko ifodalariga kiruvchi qiymatlarga va chiziqli deformatsiyalashuvchi jism nazariyasiga mos keladi. Sochiluvchan gruntlar uchun kuchlanishning konsentratsiya koeffitsiyent $\lambda=4 \dots 6$.

2.3-rasmdagi M nuqtaning o‘rni uning chuqurligi va OZ o‘qigacha bo‘lgan masofa bilan to‘liq aniqlanadi, shuning uchun (2.4) ifodani ko‘pincha quyidagi holatda yoziladi

$$\sigma_z = K \frac{P}{z^2}, \quad (2.11)$$

bu yerda

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

(2.11) ifoda bo‘yicha hisob ishlarini engillashtirish maqsadida 2.1-jadvalda K koeffitsiyentning qiymatlari r/z nisbatiga mos ravishda keltirilgan.

2.1-misol. Grunt massivining yuzasiga bir yerga jamlangan kuch $P=0,6$ MN qo‘yilgan. Faqat P kuchni ta’siridan hosil bo‘luvchi M nuqtadagi vertikal kuchlanishni grunt xususiy og‘irligini hisobga olmasdan aniqlash kerak. M nuqta yuzadan 1,5 m chuqurlikda va kuch ta’sir qiluvchi vertikal chiziqdan 0,9 m masofa chetda joylashgan.

Yechim. Berilgan: $z=1,5$ m; $r=0,9$ m; $r/z=0,9/1,5=0,6$. 2.1-jadvaldan $r/z=0,6$ nisbati bo‘yicha $K=0,221$ tengligini aniqlaymiz. Unda siquvchi kuchlanish M nuqtada $\sigma=0,221(0,6/1,5^2)=0,059$ MPa ga teng bo‘ladi.

Agar yarim fazo yuzasiga bir nechta bir yerga jamlangan kuch qo‘yilsa, z chuqurlikda joylashgan M hisobiy nuqtadagi σ_z kuchlanishni har bir alohida kuchlarning kuchlanishlari yig‘indisi sifatida aniqlanadi:

$$\sigma_z = K_1 \frac{P_1}{z^2} + K_2 \frac{P_2}{z^2} + K_3 \frac{P_3}{z^2} + \dots \quad (2.12)$$

Muhandislik amaliyotida gruntli asosga bosim inshoot og‘irligidan odatda nuqtada emas, maydon orqali, muhandislik inshootining turiga bog‘liq rejani ko‘rinishiga qarab belgilanadi.

Agar yuklama to‘g‘ri burchakli maydon orqali berilsa, unda hajmiy (fazoviy) masalada, odatda, uni uzunligi eniga nisbat uch martadan ko‘p bo‘lmasin deb qabul qilinadi. Gruntli asosda hosil bo‘lgan kuchlanishni yuklama qo‘yilayotgan maydonni hamma yuzasi bo‘yicha (2.4) ... (2.6) ifodalarni integrallash yo‘li bilan aniqlanadi. Ammo bir tekis tarqalgan yuklama bo‘lganida ham, kuchlanish va deformatsiya uchun olingan ifodalarni amaliyotda qo‘llash juda murakkab bo‘ladi. Buni maxsus 2.5 ... 2.7-rasmlarda keltirilgan grafik va jadvallar yordamida amalga oshirish osonroq kechadi. Ular yordamida kengligi $2b$ va uzunligi $2a$ bo‘lgan to‘g‘ri burchakli maydondagi gruntli asosga jadalligi P_0 bo‘lgan bir tekis tarqalgan yuklama berilgan sharoitda, normal vertikal σ_z , gorizontallar σ_x va σ_u kuchlanishlarni aniqlash mumkin. Bu grafiklar nisbiy koordinatalarda tuzilgan bo‘lib, quyidagi ifodalar yordamida kuchlanishlar σ_z , σ_x va σ_u larni aniqlash uchun

K koefitsiyentni qiymatlari

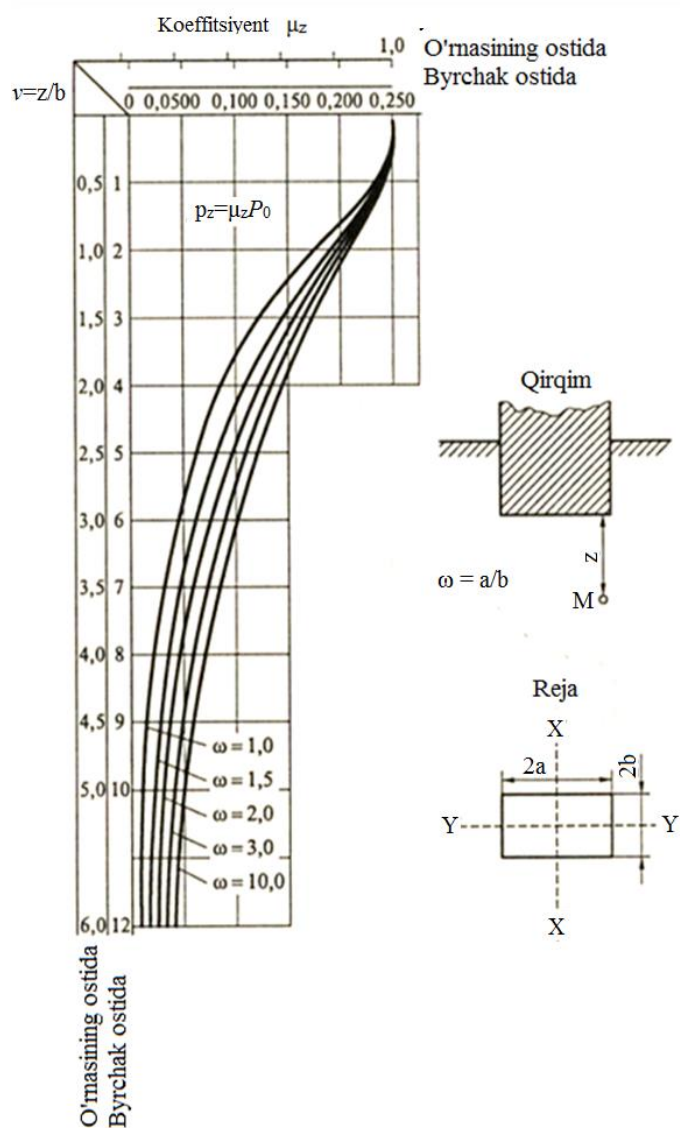
r/z	K	r/z	K	r/z	K	r/z	K
0,00	0,478	0,58	0,231	1,16	0,067	1,74	0,015
0,02	0,477	0,60	0,221	1,18	0,054	1,76	0,014
0,04	0,476	0,62	0,212	1,20	0,051	1,78	0,014
0,06	0,473	0,64	0,193	1,22	0,049	1,80	0,013
0,08	0,470	0,66	0,185	1,24	0,047	1,82	0,012
0,10	0,466	0,68	0,176	1,26	0,044	1,84	0,012
0,12	0,461	0,70	0,168	1,28	0,042	1,86	0,011
0,14	0,455	0,72	0,160	1,30	0,040	1,88	0,011
0,16	0,448	0,74	0,153	1,32	0,038	1,90	0,011
0,18	0,441	0,76	0,146	1,34	0,037	1,92	0,010
0,20	0,433	0,78	0,139	1,36	0,035	2,00	0,009
0,22	0,424	0,80	0,132	1,38	0,033	2,10	0,007
0,24	0,415	0,82	0,126	1,40	0,032	2,20	0,006
0,26	0,405	0,84	0,120	1,42	0,030	2,30	0,005
0,28	0,395	0,86	0,114	1,44	0,029	2,40	0,004
0,30	0,385	0,88	0,108	1,46	0,028	2,50	0,003
0,32	0,374	0,90	0,103	1,48	0,026	2,60	0,003
0,34	0,363	0,92	0,098	1,50	0,025	2,70	0,002
0,36	0,352	0,94	0,093	1,52	0,024	3,00	0,002
0,38	0,341	0,96	0,089	1,54	0,023	3,50	0,001
0,40	0,329	0,98	0,084	1,56	0,022	4,00	0,000
0,42	0,318	1,00	0,080	1,58	0,021		
0,44	0,307	1,02	0,076	1,60	0,020		
0,46	0,296	1,04	0,073	1,62	0,019		
0,48	0,284	1,06	0,069	1,64	0,018		
0,50	0,273	1,08	0,066	1,66	0,018		
0,52	0,263	1,10	0,063	1,68	0,017		
0,54	0,252	1,12	0,060	1,70	0,016		
0,56	0,241	1,14	0,241	1,72	0,015		

o'tuvchi koefitsiyent μ_z , v_x va ε_u larning qiymatlarini topish imkonini beradi:

$$\begin{aligned}\sigma_z &= \mu_z P_0; \\ \sigma_x &= v_z P_0; \\ \sigma_u &= \varepsilon_u P_0.\end{aligned}\quad (2.13)$$

Yuklangan maydonning markazi ostida σ_z , σ_x va σ_u kuchlanishlar uchun o'tuvchi μ_z , v_z va ε_u koefitsiyentlarni qiymatlarini 2.2 ... 2.4-jadvallar yordamida ham aniqlash mumkin.

Keltirilgan jadval va grafiklar Puasson koefitsiyentning $\nu=0,25$ ga teng qiymatiga mos keladi, bu faqat bo'sh gruntlardan tashqari boshqa gruntlar uchun ko'pchilik amaliy masalalarda talab qilingan aniqlikni beradi. Yuklangan to'g'ri burchakli uchastkaning burchak ostini qandaydir chuqurligidagi grunt asosdagi vertikal σ_z kuchlanish bu uchastkani o'rtasini yarim chuqurligida topilgan vertikal kuchlanishning choragiga teng bo'ladi.

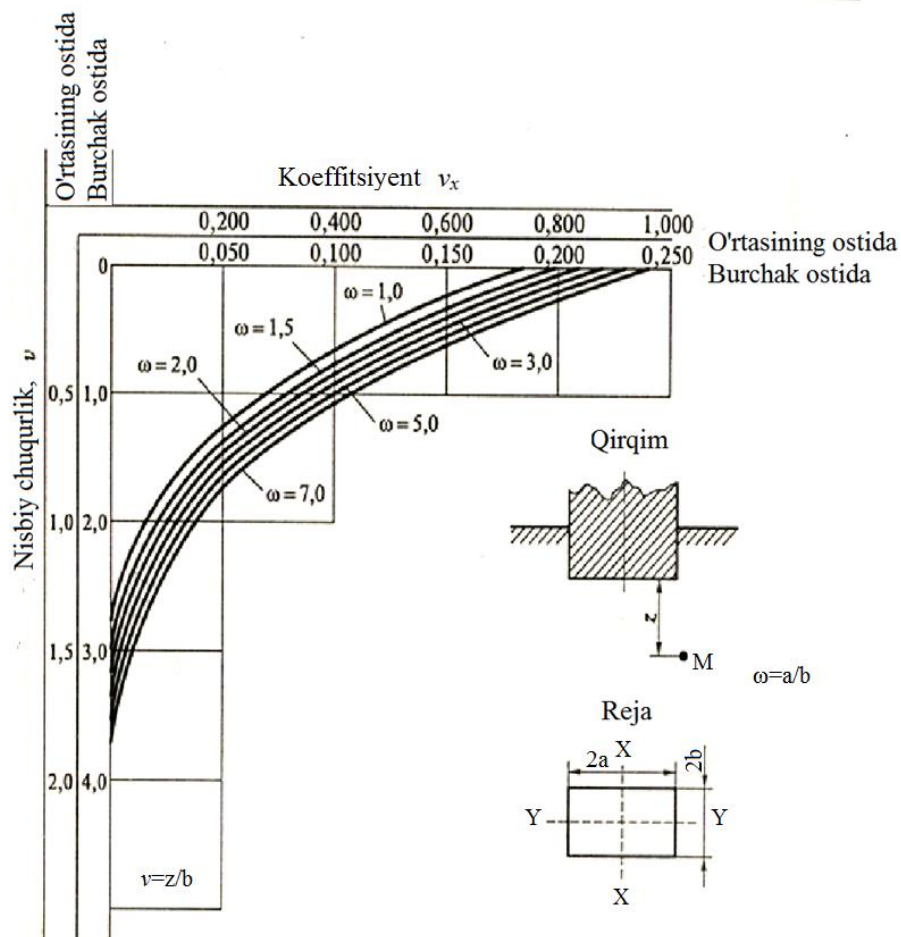


2.5-rasm. Vertikal normal kuchlanish $\sigma_z = \mu_z P_0$ ni aniqlash uchun grafik. Birttekis tarqalgan yuklama P_0 . Fazoviy masala

2.2-jadval

Maydon markazi ostidagi σ_z ni aniqlash uchun μ_z koeffitsiyent

v	ω								
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0...10
	μ_z								
0,5	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96
1,0	0,71	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,82	0,82	0,82
1,5	0,49	0,58	0,63	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67
2,0	0,34	0,43	0,48	0,52	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55
3,0	0,18	0,26	0,30	0,35	0,35	0,38	0,39	0,40	0,40
4,0	0,10	0,16	0,19	0,24	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30
5,0	0,07	0,11	0,13	0,16	0,20	0,21	0,23	0,23	0,24
7,0	0,04	0,06	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17
10,0	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11
15,0	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06

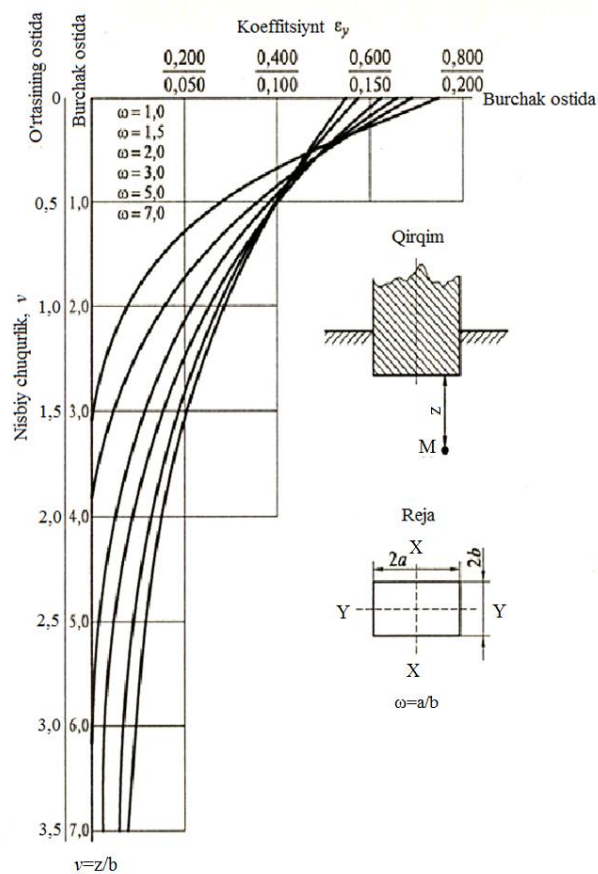


2.6-rasm. Gorizontaal normal $\sigma_x = v_x P_0$ kuchlanishni aniqlash uchun grafik. Bir tekis tarqalgan yuklama P_0 . Fazoviy masala. Puasson koeffitsiyent $\nu = 0,25$

2.3-jadval

Maydon markazi ostidagi σ_x ni aniqlash uchun v_x koeffitsiyenti

v	ω					
	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0
	v_x					
0,0	0,188	0,203	0,214	0,224	0,234	0,238
0,2	0,160	0,175	0,183	0,194	0,173	0,206
0,4	0,133	0,146	0,154	0,164	0,150	0,178
0,6	0,108	0,120	0,127	0,137	0,120	0,149
0,8	0,087	0,098	0,104	0,112	0,100	0,124
1,0	0,068	0,077	0,084	0,091	0,057	0,102
1,5	0,035	0,041	0,046	0,052	0,033	0,061
2,0	0,017	0,021	0,023	0,027	0,018	0,036
2,5	0,007	0,008	0,013	0,014	0,009	0,011
3,0	0,002	0,002	-	0,005	0,000	0,002
4,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



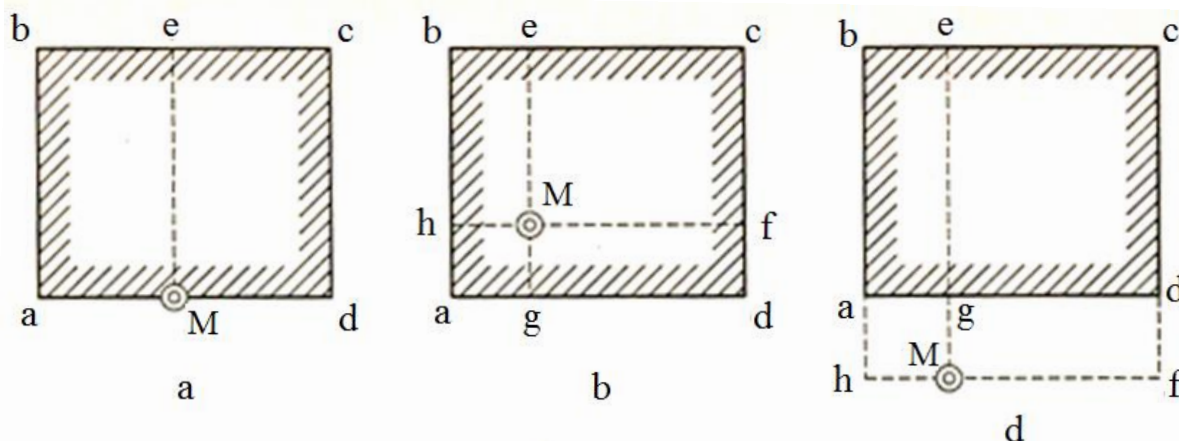
2.7-rasm. Ikkinchi gorizontal normal $\sigma_u = \varepsilon_u P_0$ kuchlanishni aniqlash uchun grafik. Bir tekis tarqalgan yuklama P_0 . Fazoviy masala. Puasson koeffitsiyent $\nu = 0,25$

2.4-jadval

Maydon markazi ostidagi ε_u ni aniqlash uchun σ_u koeffitsiyenti

v	ω					
	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0
	ε_u					
0,0	0,188	0,172	0,162	0,151	0,141	0,136
0,2	0,160	0,154	0,148	0,140	0,132	0,128
0,4	0,133	0,136	0,134	0,129	0,123	0,120
0,6	0,108	0,119	0,120	0,119	0,114	0,112
0,8	0,087	0,103	0,108	0,109	0,106	0,104
1,0	0,068	0,088	0,096	0,100	0,098	0,098
1,5	0,035	0,059	0,072	0,079	0,082	0,081
2,0	0,017	0,037	0,049	0,062	0,067	0,068
2,5	0,007	0,022	0,036	0,048	0,054	0,060
3,0	0,002	0,013	0,026	0,037	0,044	0,050
4,0	0,000	0,000	0,010	0,022	0,034	0,038
6,0	0,000	0,000	0,001	0,008	0,018	0,023
10,0	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,009

Undan tashqari, to'g'ri burchaklar uchun, asosning har qanday nuqtasidagi har qanday ixtiyoriy koordinatali σ_z kuchlanish, berilgan nuqtadan chiquvchi va u bilan umumiy burchakka ega bo'lgan burchaklar kuchlanishining yig'indisi sifatida aniqlanishi mumkin. Burchakli nuqtalar usuli yuklangan maydon qiyinchiliksiz bir qator to'g'ri burchaklarga bo'linganda (2.8, *a*, *b*-rasmlar) qo'llanilishi mumkin. Agar hisobiy nuqta *M* yuklama ta'sir qilayotgan maydon konturidan tashqarida yotsa (2.8, *v*-rasm), σ_z kuchlanish to'g'ri burchaklar *Mhbe* va *Mecf* bo'yicha yuklamalar ta'siridan hosil bo'lgan burchak kuchlanishining yig'indisi sifatida plus va to'g'ri burchaklar *Mhag* va *Mgdf* bo'yicha yuklama ta'siridagi burchak kuchlanishlari minus belgisi bilan aniqlanadi.



2.8-rasm. Burchakli nuqta usuli bo'yicha kuchlanishni aniqlashda to'g'ri burchakli maydonni bo'lish sxemasi

2.2-misol. Hajmiy misol sharoitida solishtirma yuklama $P_0=0,5$ MPa bo'lganda o'lchami 15x15 m bo'lgan maydonning burchaklari ostida yer yuzasidan 22,5 m chuqurlikdagi vertikal σ_z kuchlanishni qiymatini, aniqlash kerak.

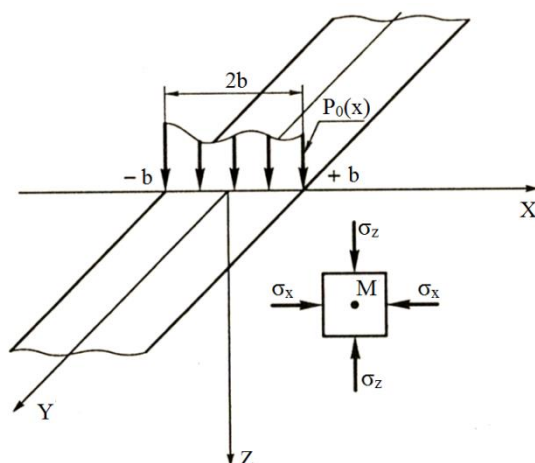
Yechim. Yuklama maydonining cho'ziqligini aniqlovchi koeffitsiyentni aniqlaymiz $\omega=2a/2b=15/15=1$. Nisbiy chuqurlikni aniqlaymiz $v=z/b=22,5/7,5=3,0$. Keyin 2.5-rasmdagi grafikdan, ichki shkalalardan foydalanib, $v=3,0$ va $\omega=1$ bo'lganda koeffitsiyent $\mu_z=0,12$ ni aniqlaymiz. (2.13) ifoda bo'yicha $\sigma_z=\mu_z \cdot P_0=0,12 \cdot 0,5=0,06$ MPa ni hisoblab topamiz.

μ_z koeffitsiyentni 2.2-jadval bo'yicha ham aniqlash mumkin. Buning uchun $v=3/2=1,5$ va $\omega=1$ bo'lganda avval maydon markazini ostida $\mu_z=0,49$ aniqlaymiz, keyin undan birdan to'rt choragini olib, burchak ostida $\mu_z=0,49/4=0,123$ kuchlanishni olamiz, ya'ni amalda avval olingan qiymatni topamiz.

2.3. Tekislik masalasi uchun gruntli yarimfazoda kuchlanish

Gruntlar mexanikasida kuchlanishning tarqalishini tekislik masalasi bilan tashqi yuklama *X* yoki *U* koordinata o'qlariga parallel bo'lgan cheksiz uzun yo'lakcha ko'rinishida yuklangan bo'lganda to'qnash kelinadi. Bunda yuklamaning tavsifi faqat yo'lakchanning kengligi bo'yicha *X* yoki *U* o'qlariga mos ravishda parallel bo'ladi. Bu holatda *Z* o'qi pastga yo'naltirilgan bo'ladi, *X* va *U*

o'qlari yarimfazoni yuqoridan chegaralovchi gorizontalkda joylashadi (2.9-rasm). Bu holatda grunt massivida tashqi kuchdan hosil bo'lgan kuchlanish XZ tekisligiga parallel va bu tekislikka perpendikulyarda yotuvchi nuqtadagi kuchlanishning vektorlari qiymati va yo'nalishi bo'yicha bir xil bo'ladi, ya'ni U koordinatga bog'liq bo'lmaydi. Rejada chiziqli muhandislik inshootlari, ya'ni avtomobil va temir yo'llari ko'tarmasi, yo'l to'shamasining gruntli asosi, tirgovich devorlar, binolarning lentali poydevorlari va boshqalar uchun tekislik masalasi gruntli asos uchun amaliy ahamiyatga ega.



2.9-rasm. Cheksiz uzun yo'lakcha bo'yicha (tekislik masalasi) yarim fazoning erkin yuk bilan yuklanishi

Tekislik masalasida $M(z, x)$ nuqtada gorizontalk va vertikal maydon bo'yicha ta'sir qiluvchi ikkita normal tarkibli σ_z va σ_x , bitta urinma τ_{zx} ni, ya'ni berilgan tashqi yuklama $P(x)$ da uchta noma'lum o'zgaruvchini aniqlash kerak bo'ladi. Uchta no'malumni aniqlash uchun ikkita muvozanat tenglamasi va Guk qonuniga asosan olingan kuchlanish va deformatsiya orasidagi bitta bog'lovchi tenglamadan foydalaniladi.

Muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + F_z &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + F_x &= 0,\end{aligned}\tag{2.14}$$

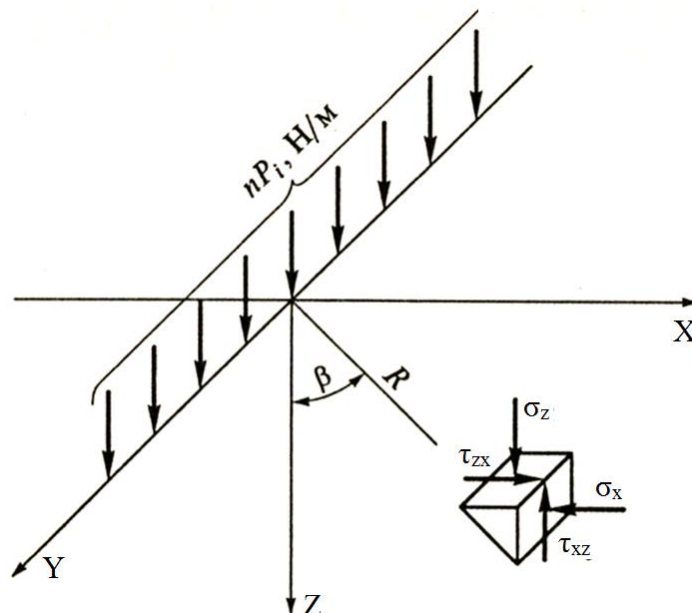
bu yerda F_z va F_x – mos ravishda hajmiy kuchlarning Z va X o'qlariga proyeksiyasi.

Agar hajmiy kuch faqat jinsni og'irligi bo'lsa, unda tenglamalarning birgalikda ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2}(\sigma_z + \sigma_x) + \frac{\partial^2}{\partial x^2}(\sigma_z + \sigma_x) = 0.\tag{2.15}$$

Yoʻlkaning kengligi boʻyicha tarqalgan tashqi vertikal kuchlanish $-b \leq x \leq b$ chegarasida $P=f(x)$ qonuni boʻyicha oʻzgaradi (2.9-rasm).

Erkin yoʻlakchali yuklama ostidagi gruntli asosning kuchlanganlik holatini baholashda, odatda chiziqli deformatsiyalanuvchi massivda unga bir yerga jamlangan pogonli uzun yuklama taʼsir qilganda kuchlanishning tarqalishi toʻgʻrisidagi Flaman (1892 y.) yechgan misolining natijasidan foydalaniladi (2.10-rasm). Bu Yechimga asosan asosning erkin nuqtasidagi kuchlanish teng boʻladi:



2.10-rasm. Toʻplangan pogonli uzun yuk bilan yarim fazoni yuklash (Flaman masalasi)

$$\sigma_z = \frac{2P_i \cos \beta}{\pi R}; \quad (2.16)$$

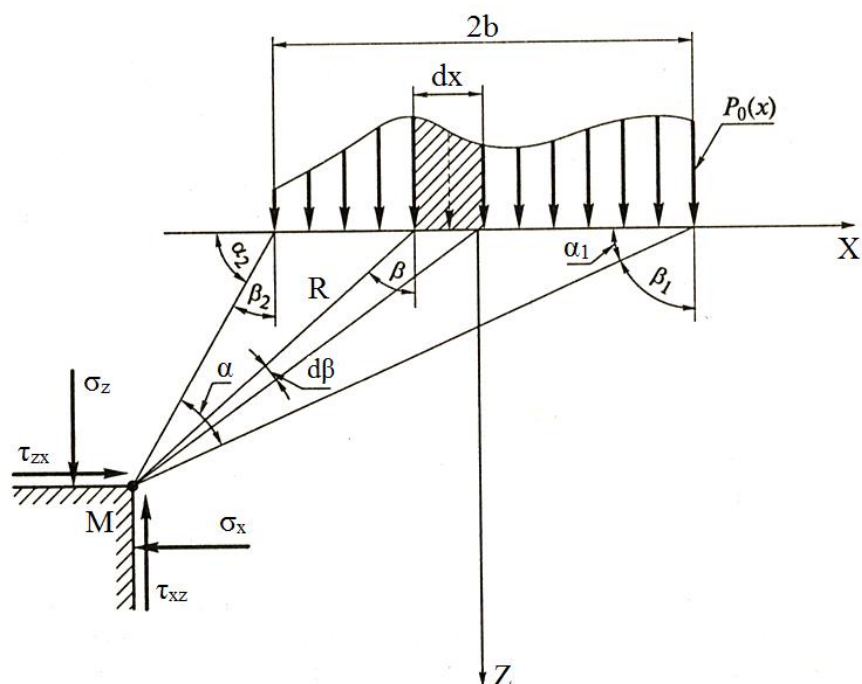
$$\sigma_x = \frac{2P_i \sin^2 \cos \beta}{\pi R}; \quad (2.17)$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \frac{2P_i \sin \cos^2 \beta}{\pi R}, \quad (2.18)$$

bu yerda P_i – bir birlik uzunlikka toʻgʻri keluvchi kuch, N/m.

Agar $2b$ kenglikdagi gruntning yuzasi jadalligi $P_0(x)$ boʻlgan erkin butun yoʻlakchali yuk bilan yuklangan boʻlsa va u gruntli asosni deformatsiyasi orqasidan egilsa, yaʼni u eguluvchan boʻlsa, $2b$ uchastkani cheksiz kichik elementiga toʻgʻri keluvchi yuk (2.11-rasm):

$$dP_0 = P_0(x)dx.$$



2.11-rasm. Erkin yaxlit yo‘lakchali yuk bilan yuklangan asosda kuchlanishni aniqlash chizmasi (tekislik masalasi)

Agar keyinchalik dP_0 yukni to‘plangan deb qabul qilinsa, uni Flaman (2.16)...(1.18) ifodalariga qo‘yib va ularni $\beta_1 \leq \beta \leq \beta_2$ burchaklarni o‘zgarish oralig‘ida integrallashgandan so‘ng uzluksiz yo‘lakchali yuk $P_0(x)$ ta’sirida hosil bo‘lgan massivning har qanday nuqtasidagi kuchlanishni aniqlash uchun hisobiy ifodalar quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\sigma_z = \frac{2}{\pi} \int_{\beta_1}^{\beta_2} P_0(x) \cos^2 \beta d\beta; \quad (2.19)$$

$$\sigma_x = \frac{2}{\pi} \int_{\beta_1}^{\beta_2} P_0(x) \sin^2 \beta d\beta; \quad (2.20)$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \frac{2}{\pi} \int_{\beta_1}^{\beta_2} P_0(x) \sin \beta \cos \beta d\beta. \quad (2.21)$$

$P_0(x) = \text{const}$ bo‘lganda, ya’ni grunt yuzasiga yo‘lakchali bir tekis yuklama P_0 qo‘yilsa, (2.19)...(2.21) ifodalarni integrallash sezilarli darajada soddalashadi va quyidagi bog‘liqliklar ko‘rinishiga olib keladi:

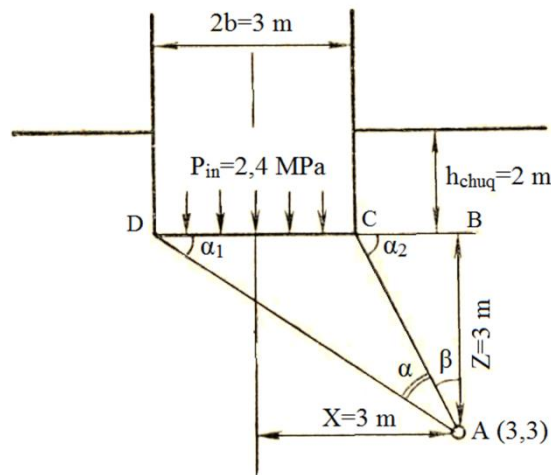
$$\sigma_z = \frac{P_0}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)]; \quad (2.22)$$

$$\sigma_x = \frac{P_0}{\pi} [\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)]; \quad (2.23)$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \frac{P_0}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] \quad (2.24)$$

2.3-misol. Yotish chuqurligi $h_{\text{chuq}}=2 \text{ m}$ bo'lgan lentali poydevor grunt asosiga bir tekis tarqalgan yuklama $P_{\text{in}}=2,4 \text{ kg/sm}^2 = 0,24 \text{ MPa}$ beradi. Poydevorning kengligi $2b=3 \text{ m}$.

Koordinatlari $z=3 \text{ m}$ va $x=3 \text{ m}$ bo'lgan A nuqtadagi vertikal σ_z va gorizontaal σ_x kuchlanishlarni aniqlash kerak (2.12-rasm).



2.12-rasm. 2.3-misolga hisobiy chizma

Yechim. Vertikal σ_z va gorizontaal σ_x kuchlanishlarning qiymatlarini analitik ifodalar (2.22) va (2.23) yoki 2.5 va 2,6-jadvallardan aniqlash mumkin.

Ifodalar (2.22), (2.23) ga asosan hisob ishlari quyidagi tartibda olib boriladi.

1. Koordinatalar $z=3 \text{ m}$ va $x=3 \text{ m}$ bo'yicha A nuqtaning o'rni aniqlanadi (2.12-rasm).

2. AVD va AVS to'g'ri burchakli uchburchaklardan ko'rish burchagi α ni qiymatlari aniqlanadi:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\alpha+\beta) &= BD/AB = 4,5/3 = 1,5; \quad \alpha+\beta = 56^\circ 30'; \\ \operatorname{tg}\beta &= BS/AB = 1,5/3 = 0,5; \quad \beta = 26^\circ 30'; \\ \alpha &= (\alpha+\beta) - \beta = 56^\circ 30' - 26^\circ 30' = 30^\circ. \end{aligned}$$

3. Burchak α_1 va α_2 larning qiymatlari aniqlanadi. 2.12-rasmdan ular burchaklar α va β larga qo'shimcha hisoblanadi va teng:

$$\alpha = 30^\circ; \quad \beta = 26^\circ 30'.$$

Demak:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 90^\circ - (\alpha+\beta) = 90^\circ - 56^\circ 30' = 33^\circ 30'; \\ \alpha_2 &= 90^\circ - \beta = 90^\circ - 26^\circ 30' = 63^\circ 30'. \end{aligned}$$

4. Inshootdan tushayotgan P_0 yukning hisobiy qiymati aniqlanadi:

$$P_0 = P_{\text{in}} - h_{\text{chuq}} \gamma_w = 2,4 - 2 \cdot 2 \cdot 0,1 = 2,0 \text{ kg/sm}^2 = 20 \text{ kn/m}^3.$$

bu yerda $0,1 - t/m^2$ o'lchamdan kg/sm^2 o'lchamga o'tuvchi koeffitsiyent.

5. (2.22), (2.23) ifodalar bo'yicha normal kuchlanish qiymatlari aniqlanadi:

2.5-jadval

Vertikal normal kuchlanish σ_z ni qiymatlari, vertikal bir tekis tarqalgan yuk P_0 ga nisbatan ulushlarda. Tekislikdagi masala

v	d											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
	μ_1											
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Aniqmas	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	0,998	0,987	0,985	0,966	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	0,012	0,005	0,004	0,001
1,0	0,822	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	0,666	0,661	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	0,395	0,395	0,389	0,379	0,354	0,334	0,273	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	0,241	0,239	0,237	0,231	0,215	0,188	0,140	0,094	0,065

Bir tekis tarqalgan vertikal P_0 yuklama bo'lganda σ_z kuchlanishni aniqlash uchun μ_z koeffitsiyent. Tekislik masalasi

v	d											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
	μ_z											
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	A-magan	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,1	0,972	0,872	0,871	0,864	0,835	0,774	0,468	0,123	0,042	0,015	0,009	0,006
0,2	0,754	0,750	0,742	0,736	0,685	0,593	0,437	0,190	0,079	0,030	0,016	0,016
0,3	0,643	0,643	0,618	0,615	0,564	0,482	0,405	0,238	0,117	0,047	0,027	0,015
0,5	0,450	0,448	0,440	0,462	0,399	0,356	0,348	0,286	0,171	0,074	0,041	0,026
0,7	0,314	0,309	0,305	0,301	0,286	0,276	0,291	0,284	0,200	0,096	0,054	0,034
1,0	0,134	0,186	0,191	0,199	0,178	0,195	0,225	0,224	0,211	0,122	0,074	0,049
1,5	0,080	0,081	0,081	0,087	0,097	0,114	0,143	0,180	0,185	0,145	0,097	0,068
2,0	0,042	0,042	0,043	0,045	0,055	0,067	0,089	0,123	0,145	0,135	0,103	0,077
3,0	0,016	0,013	0,013	0,017	0,021	0,028	0,040	0,063	0,084	0,102	0,097	0,083
4,0	0,006	0,006	0,006	0,007	0,010	0,013	0,021	0,033	0,049	0,071	0,078	0,075
5,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,011	0,020	0,030	0,048	0,062	0,053

$$\sigma_z = \frac{P_0}{\pi} [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] = \frac{2}{3,14} [0,52 - \sin 30^\circ \cos(33^\circ 30' + 63^\circ 30')] =$$

$$= \frac{2}{3,14} [0,52 - 0,50(-0,12)] = 0,37 \text{ kg/sm}^2 = 3,7 \text{ kn/m}^3.$$

$$\sigma_x = \frac{P_0}{\pi} [\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] =$$

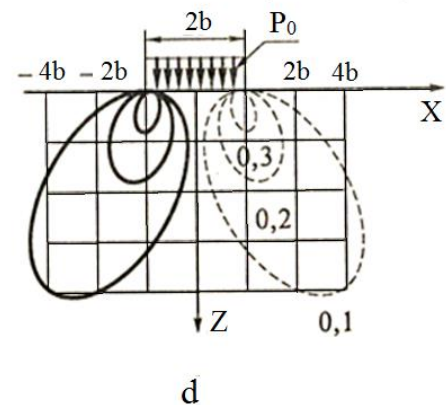
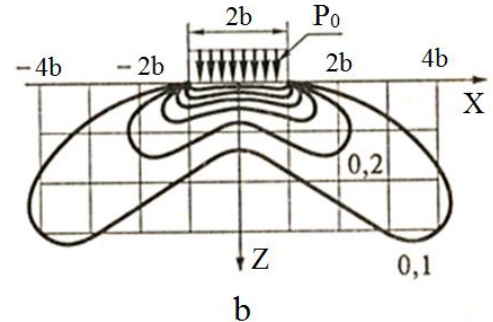
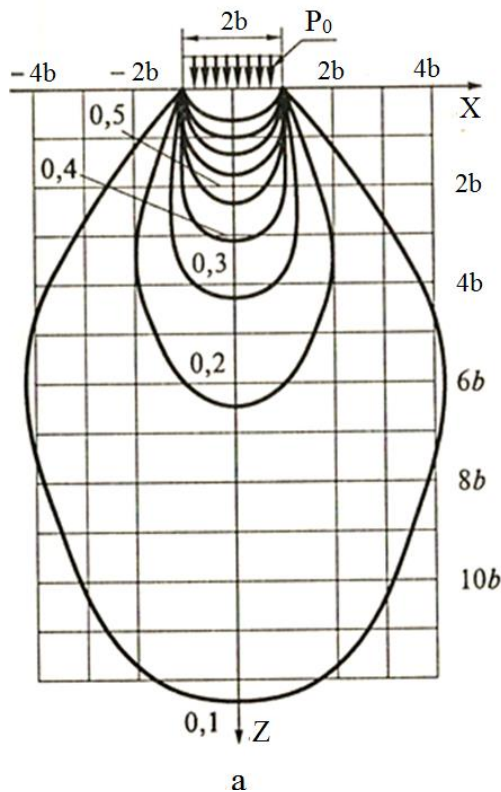
$$= \frac{2}{3,14} [0,52 + 0,50(-0,12)] = 0,29 \text{ kg/sm}^2 = 2,9 \text{ kn/m}^3.$$

Jadval yoki grafiklar orqali yechim quyidagi usulda olib boriladi:

a) nisbiy koordinatalar aniqlanadi:

$$v=z/b=3/1,5=2; d=x/b=3/1,5=2;$$

b) 2.5 va 2.6-jadvallardan yoki 2.13,a, v - rasmlardan o'tuvchi koeffitsiyentlar μ va v larning qiymatlari $v=2$ va $d=2$ uchun aniqlanadi:



2.13-rasm. Teng kuchlanishlar doirasi
a – vertikal σ_z ; b – gorizontal σ_x ; d – urinma τ_{xz}

$$\mu=0,185; v=0,145;$$

v) σ_z va σ_x larning qiymatlari aniqlanadi:

$$\sigma_z = \mu P_0 = 2 \cdot 0,185 = 0,37 \text{ kg/sm}^2 = 3,7 \text{ kn/m}^3;$$

$$\sigma_x = v P_0 = 2 \cdot 0,185 = 0,29 \text{ kg/sm}^2 = 2,9 \text{ kn/m}^3.$$

2.4-misol. Koordinatlari $z=2\text{ m}$, $x=1\text{ m}$ bo'lgan A nuqtada vertikal va gorizontal bir tekis tarqalgan p_0 yukni birgalikda ta'siridan normal vertikal kuchlanish p_z ni aniqlash kerak. Lentali poydevorning kengligi $2b=2\text{ m}$, $P_0=2\text{ kg/sm}^2=0,2\text{ MPa}$, $p_0=1\text{ kg/sm}^2=0,1\text{ MPa}$.

Yechim. 1. Nisbiy koordinatalar aniqlanadi:

$$v=z/b=2/1=2; d=x/b=1/1=1.$$

2. 2.5-jadvaldan o'tuvchi koeffitsient μ_1 ni qiymati $v=2$ va $d=1$ bo'lganda P_0 uchun aniqlanadi:

$$\mu_1=0,409.$$

3. (2.13) ifoda bo'yicha bir tekis tarqalgan vertikal yuklama P_0 dan σ_z ni qiymati aniqlanadi:

$$\sigma'_z=\mu_1 P_0=0,409 \cdot 2=0,82\text{ kg/sm}^2=0,082\text{ MPa}.$$

4. 2.7-jadvaldan o'tuvchi koeffitsiyent μ_2 ning qiymati $v=2$ va $d=1$ bo'lganda p_0 uchun aniqlanadi:

$$\mu_2=0,159.$$

5. Bir tekis tarqalgan gorizontal yuklama p_0 dan σ''_z ni qiymati aniqlanadi:

$$\sigma''_z=\mu_2 P_0=0,159 \cdot 1=0,16\text{ kg/sm}^2=0,016\text{ MPa}.$$

6. A nuqtadagi σ_z ni qiymati teng bo'ladi:

$$\sigma_z=\sigma'_z+\sigma''_z=0,82+0,16=0,98\text{ kg/sm}^2=0,098\text{ MPa}.$$

7-jadval

I. Vertikal bir tekis tarqalgan yuk P_0 . Urinma kuchlanishning qiymati τ_{zx}/P_0 .
II. Gorizontal bir tekis tarqalgan yuk p_0 . Vertikal normal kuchlanishning qiymati

$$\sigma_z/p_0$$

v	d						
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
	μ_1						
0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,318
0,1	0,0	0,001	0,003	0,005	0,011	0,030	0,316
0,2	0,0	0,005	0,009	0,016	0,038	0,092	0,314
0,3	0,0	0,009	0,022	0,034	0,072	0,150	0,312
0,5	0,0	0,020	0,042	0,066	0,127	0,209	0,300
0,7	0,0	0,027	0,057	0,088	0,154	0,222	0,284
1,0	0,0	0,031	0,064	0,096	0,159	0,210	0,255
1,5	0,0	0,027	0,054	0,087	0,127	0,167	0,203
2,0	0,0	0,020	0,040	0,060	0,096	0,126	0,159
3,0	0,0	0,011	0,023	0,031	0,055	0,080	0,098
4,0	0,0	0,007	0,014	0,020	0,034	0,047	0,064
5,0	0,0	0,005	0,009	0,014	0,023	0,031	0,043

2.5-misol. Kengligi $2b=4\text{ m}$ va chuqurligi $h_{\text{chuq}}=1,5\text{ m}$ bo'lgan lentali poydevor asosga $P_0=1\text{ kg/sm}^2=0,1\text{ MPa}$ yuklama beradi.

Poydevor ostidan $z=2\text{ m}$ chuqurlikda gorizontal bo'yicha va poydevor o'qida vertikal bo'yicha σ_z kuchlanish epyurasini qurish kerak.

Yechim. Gorizontal bo'yicha σ_z kuchlanish epyurasini qurish uchun poydevor ostidan $z=2\text{ m}$ chuqurlikdagi sathda yotuvchi nuqta uchun normal σ_z kuchlanish qiymatini aniqlaymiz, doimiy shartli ordinataga ega bo'lgan

$$v=z/b=2/2=1=\text{const.}$$

(2.13) ifoda bilan $x=0$ va $d=x/b=0$ bo'lganda poydevor o'qi bo'yicha nuqtalar uchun r_z qiymatini aniqlaymiz.

2.5-jadvalga asosan $v=1$ va $d=0$ bo'lganda μ koeffitsiyentning qiymati teng $\mu=0,82$. Unda:

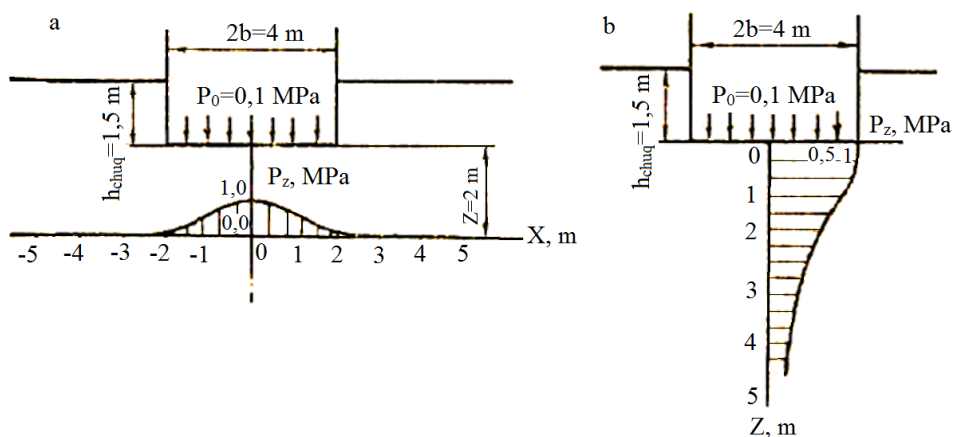
$$\sigma_z = \mu P_0 = 0,82 \cdot 1 = 0,82\text{ kg/sm}^2 = 0,082\text{ MPa}$$

shu kabi boshqa nuqtalar uchun aniqlanadi.

Shunday taxlitda hisoblangan σ_z ning qiymatlari 2.8-jadvalda keltirilgan, bu ma'lumotlarga asoslanib qurilgan kuchlanishning tarqalish epyurasi 2.14, *a*-rasmda keltirilgan.

2.8-jadval

$d=x/b$	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
μ	0,82	0,73	0,48	0,22	0,08	0,02	0,01	0,00
$\sigma_z = \mu p_0$, kg/sm^2	0,82	0,73	0,48	0,22	0,08	0,02	0,01	0,00



2.14-rasm. Vertikal normal kuchlanishning tarqalish epyurasi:
a – $z=2\text{ m}$ chuqurlikdagi sathda; *b* – poydevor o'qi bo'yicha

2. Vertikal bo'yicha poydevorning normal kuchlanishning tarqalish epyurasini qurish uchun nuqtalar uchun poydevor o'qi bo'yicha to'g'ri chiziqda yotgan σ_z ning qiymatlarini aniqlaymiz, doimiy ordinataga ega bo'lgan $x=0$ va $d=x/b=0$.

(2.13) ifodadan misol tariqasida poydevor tagidan $z=1$ m chuqurlikda joylashgan nuqta uchun normal kuchlanish qiymatini aniqlaymiz. Bu nuqtalar uchun shartli ordinatalar teng bo'ladi

$$v=z/b=1/2=0,5; d=0.$$

2.5-jadvalga asosan ko'rsatilgan koordinatlar uchun koeffitsiyent $\mu=0,96$. Unda bu nuqta uchun normal kuchlanish qiymati teng:

$$\sigma_z = \mu P_0 = 0,96 \cdot 1 = 0,96 \text{ kg/sm}^2 = 0,096 \text{ MPa}$$

shu kabi boshqa nuqtalar uchun aniqlanadi.

Shunday taxlitda hisoblangan σ_z ni qiymatlari 2.9-jadvalda keltirilgan, bu ma'lumotlarga asoslanib qurilgan kuchlanishni tarqalish epyurasi 2.14, b-rasmda keltirilgan.

2.9-jadval

$d=x/b$	0,0	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
μ	1,0	0,96	0,91	0,82	0,67	0,54	0,40	0,31	0,24
$\sigma_z = \mu P_0, \text{ kg/sm}^2$	1,00	0,96	0,91	0,82	0,67	0,54	0,40	0,31	0,24

Gruntli asosning har qanday nuqtasidagi kuchlanganlik holatining (olingan (2.22), (2.23) bog'liqliklardan tashqari) ta'sir yo'nalishi bo'yicha ikkita o'zaro perpendikulyar bosh (eng katta va eng kichik) normal σ_1 va σ_2 kuchlanishlar bilan to'liq ravishda ifodalash mumkin. Bosh kuchlanishlarni hisoblash uchun ifodalar quyidagi ko'rinishga (Michell, 1902-yil) ega:

$$\sigma_1 = \frac{P_0}{\pi} (\alpha + \sin \alpha); \quad (2.25)$$

$$\sigma_2 = \frac{P_0}{\pi} (\alpha - \sin \alpha); \quad (2.26)$$

Katta bosh kuchlanish σ_1 ni yo'nalishi ko'rish burchagi α , ya'ni yuklanish maydonchasi har qanday hisobiy nuqtadan (2.11-rasm) kuzatuvchiga ko'rinish turuvchi burchak bissektrisasi bilan mos keladi. Bosh σ_1 va σ_2 kuchlanishlarning normal σ_z va σ_x kuchlanishlar bilan o'zaro bog'liqligi quyidagi ifoda bilan amalga oshiriladi

$$\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_z + \sigma_x; \quad (2.27)$$

$$\sigma_1 \sigma_2 = \sigma_z \sigma_x - \tau_{zx}^2. \quad (2.28)$$

(2.27) va (2.28) ifodalar tekis kuchlanish maydonining invarianti hisoblanadi, ya'ni tanlangan koordinatlar sistemasiga bog'liq bo'lmaydigan nisbatdir.

Gruntli asosning kuchlanganlik holatini, o'zining yarim o'qida qurilgan kuchlanish kabi (2.15-rasm), kuchlanish ellipsi yordamida tasvirlash mumkin. Uning katta yarim o'qi o'zining yo'nalishi bo'yicha ko'rish burchagi α ning

bissektrisasi yo‘nalishiga mos keladi, ellipsning markazi kuchlanganlik holati ko‘rilayotgan erkin hisobiy nuqta $A(z, x)$ da joylashadi. Umuman kuchlanish ellipsi $A(z, x)$ dagi cheksiz ko‘p maydonlarda ta‘sir qiluvchi hamma to‘liq $\sigma_{to'liq}$ kuchlanishlar yig‘indisini aks ettiradi. Bunda quyidagi shartga rioya qilinadi:

$$\sigma_1 \geq \sigma_{to'liq} \geq \sigma_2. \quad (2.29)$$

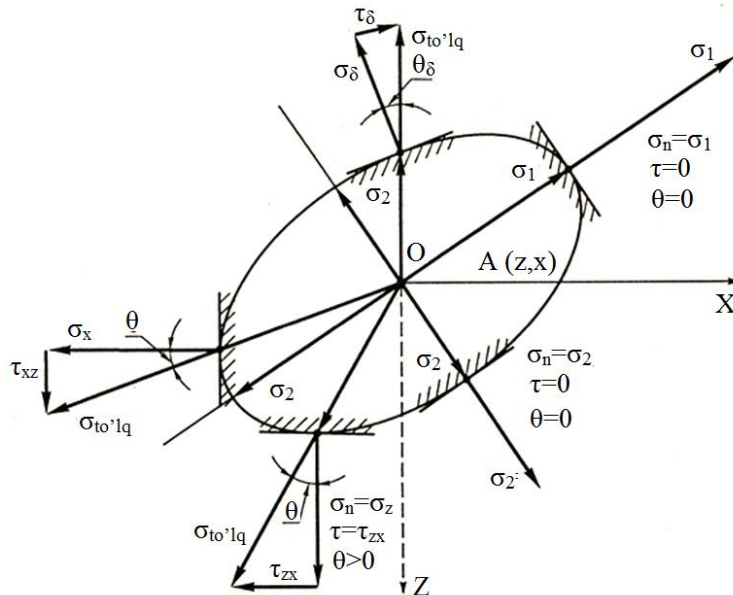
Agar hisobiy maydon bosh kuchlanishning ta‘sir yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘lsa, bu holda to‘liq $\sigma_{to'liq}$ kuchlanish mos ravishda σ_1 va σ_2 ga teng bo‘ladi. Hamma boshqa maydonlarda to‘liq $\sigma_{to'liq}$ kuchlanish vektori normaldan maydonga og‘ish burchagi Θ ma‘lum qiymaticha og‘adi (2.15-rasm).

Bu holatda to‘liq kuchlanish $\sigma_{to'liq}$ ikkita tuziluvchiga bo‘linishi mumkin: normal σ_δ va urinma τ_δ :

$$\sigma_\delta = \sigma_{to'liq} \cos \Theta; \quad (2.30)$$

$$\tau_\delta = \sigma_{to'liq} \sin \Theta. \quad (2.31)$$

Bir nechta nuqtalar uchun qurilgan ellips kuchlanishi gruntli asosning kuchlanganlik holati tavsifini sifatli (ellipsni orientatsiyasi) va sonli (ellipsni o‘lchami) ko‘rinishda, xususan bir tekis tarqalgan yuklama ostida (2.16-rasm), nuqtaning surilishida yuklama ta‘sir o‘qi va asosning chuqurligi bo‘yicha o‘zgarishini yaxshi ko‘rsatadi.



2.15-rasm. Kuchlanish ellipsi

2.6-misol. Yer yuzasing yo‘lakchaga o‘xshash bir tekis tarqalgan miqdori $P_0=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ yuk bilan yuklangan. Yo‘lakcha kengligi $2b=2 \text{ m}$. Koordinatlari $x=2 \text{ m}$, $z=4 \text{ m}$ bo‘lgan A nuqtadagi bosh kuchlanishlar σ_1 va σ_2 ning qiymati va yo‘nalishini aniqlash kerak.

The diagram shows a beam structure with a horizontal axis labeled $-X$ and $+X$. A distributed load $P_0 = 0,2 \text{ MPa}$ is applied over a width of $2b = 2 \text{ m}$ between points B and C_1 . The horizontal distance from B to C_1 is α_1 , and from C_1 to D is α_2 . The vertical distance from the horizontal axis to point A is $Z = 4 \text{ m}$. At point A , there are two point loads P_1 and P_2 . The angle between the vertical axis and the line connecting A to C_1 is α . The angle between the vertical axis and the line connecting A to D is β . The horizontal distance from the vertical axis to point A is $x = 2 \text{ m}$.

56

$$\arccos \alpha^\circ = \frac{3,14 \cdot 22^\circ 50^1}{180^\circ} = 0,399.$$

3. (2.25), (2.26) ifodalar bo'yicha bosh kuchlanishning qiymatini aniqlaymiz.

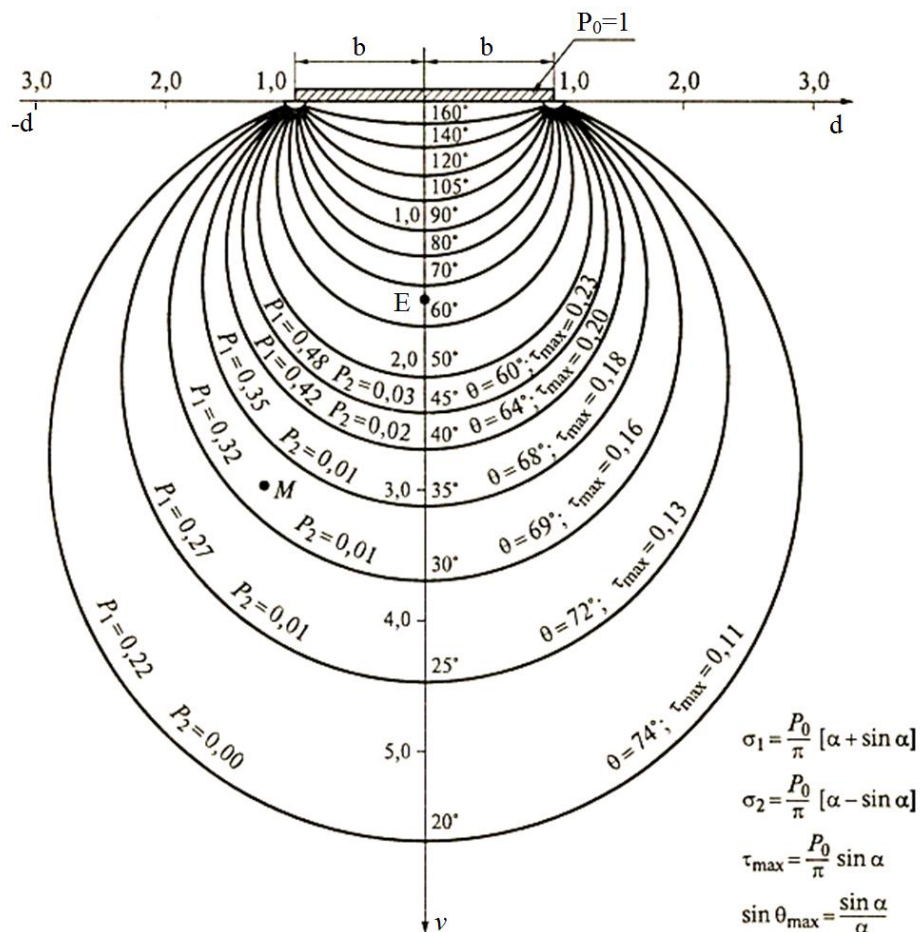
$$\sigma_1 = \frac{P_0}{\pi} (\alpha + \sin \alpha) = \frac{2}{3,14} (0,399 + 0,388) = 0,5 \text{ kN/cm}^2;$$

Bosh kuchlanishlarning bu qiymatlarini 2.18-rasm yoki 2.10-jadvaldan olish mumkin.

4. Birinchi holatlarda bosh kuchlanishlarni nisbiy koordinatlar v va d lar orqali aniqlash oson. Misol shartiga asosan $v=z/b=4/1=4$; $d=x/b=2/1=2$.

2.18-rasmdan koordinatlari $v=4$ va $d=2$ bo'lgan nuqtani topamiz. Bu nuqta ko'rish burchagi $\alpha=20^\circ$ va 25° bo'lgan teng kuchlanishlar aylanasi orasida yotadi.

Xuddi shu kabi interpolatsiya bo'yicha (2.13) ifodalardagi bosh kuchlanishlar σ_1 va σ_2 ni aniqlash uchun o'tuvchi koeffitsiyentlarni qiymatini aniqlaymiz: $\alpha_1=20^\circ$ bo'lganda $\mu_1=0,23$ va $v_1=0,00$; $\alpha_2=25^\circ$ bo'lganda $\mu_2=0,27$ va $v_2=0,01$.



2.18-rasm. Nisbiy koordinatalar sistemasida teng σ_1 , σ_2 kuchlanish va $\tau_{\max}$ doirasi va maksimal og'ish burchagi grafigi

Demak, $\alpha=23^\circ$ uchun μ va ν qiymatlari quyidagicha

$$\mu = \frac{0,27 - 0,23}{5^\circ} \cdot 3^\circ + 0,23 = 0,25;$$

$$\nu = \frac{0,01 - 0,00}{5^\circ} \cdot 3^\circ + 0,00 = 0,006.$$

(2.13) ifodalarga asosan olamiz $\sigma_1=0,25 \cdot 2=0,5 \text{ kg/sm}^2=0,05 \text{ MPa}$,
 $\sigma_2=0,006 \cdot 2=0,01 \text{ kg/sm}^2=0,001 \text{ MPa}$.

5. Ko‘rish burchagi α ni aniqlagandan so‘ng 2.18-rasm yoki 2.10-jadvaldan o‘tuvchi koeffitsiyentlar μ va ν larni qiymatlarini, (2.13) ifodalardan bosh yuklamalanish σ_1 va σ_2 larni qiymatlarini aniqlaymiz.

Yechish yo‘li bosh kuchlanishlarni 2.17-rasmdan aniqlagan kabi bo‘ladi.

6. Bosh kuchlanishlarning yo‘nalishi ko‘rish burchagi α bilan aniqlanadi: katta bosh kuchlanish σ_1 burchak α ni bissektressasi yo‘nalishi bo‘yicha, kichigi σ_2 – unga perpendikulyar, 2.17-rasm.

2.10-jadval

Tekislik masalasida bir tekis tarqalgan yuk p_0 uchun α ko‘rish burchagiga bog‘liq bo‘lgan bosh kuchlanishlar p_1 va p_2 , maksimal urinma kuchlanish $\tau_{\max}$ va eng katta og‘ish burchagi $\theta_{\max}$ qiymatlari

α°	$\mu=p_1/p_0$	$\nu=p_2/p_0$	$\varepsilon=\tau_{\max}/p_0$	$\theta_{\max}^\circ$
0	0,00	0,00	0,00	90
20	0,23	0,00	0,11	74
25	0,27	0,01	0,15	72
30	0,32	0,01	0,16	69
35	0,35	0,01	0,18	68
40	0,42	0,02	0,20	64
45	0,48	0,03	0,23	60
50	0,52	0,04	0,24	58
55	0,57	0,05	0,26	52
60	0,61	0,06	0,28	54
65	0,65	0,07	0,29	51
70	0,69	0,09	0,30	49
75	0,72	0,10	0,31	47
80	0,76	0,13	0,31	45
85	0,79	0,15	0,32	42
90	0,82	0,18	0,32	40
95	0,85	0,21	0,32	37
100	0,87	0,24	0,31	35
105	0,90	0,28	0,31	32
110	0,91	0,31	0,30	30
115	0,93	0,35	0,29	27
120	0,94	0,39	0,28	24

125	0,96	0,43	0,26	22
130	0,97	0,48	0,24	20
135	0,97	0,52	0,23	17
140	0,98	0,58	0,20	15
145	0,98	0,64	0,18	13
150	0,99	0,67	0,16	11
155	0,99	0,72	0,15	9
160	1,00	0,78	0,11	7

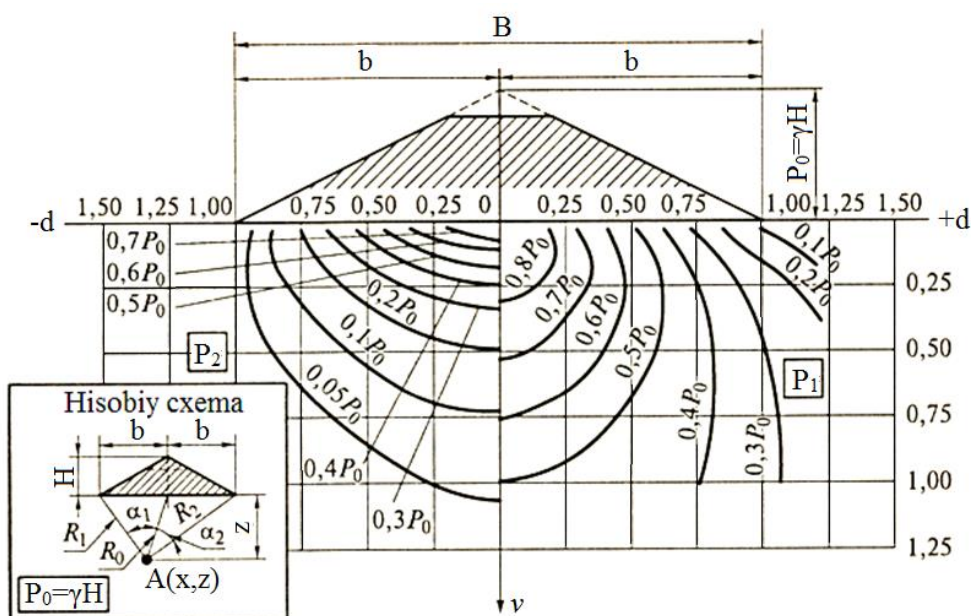
2.7-misol. Damba, asosining kengligi $2b=36\text{ m}$, tepasining kengligi 3 m va yon qiyaligi $1:1,5$, gruntining hajmiy og'irligi $\rho_w=2,0\text{ t/m}^3=20\text{ kn/m}^3$. Dampaning o'qi bo'yicha asosidan $13,5\text{ m}$ chuqurlikda yotgan A nuqtaning bosh kuchlanishini aniqlash kerak.

Yechim. 1. A nuqtasining nisbiy koordinatlarini aniqlaymiz. Ko'rilayotgan nuqta damba o'qida bo'lgani uchun

$$x=0; d=x/b=0/18=0;$$

$$v=z/b=13,5/8=0,75.$$

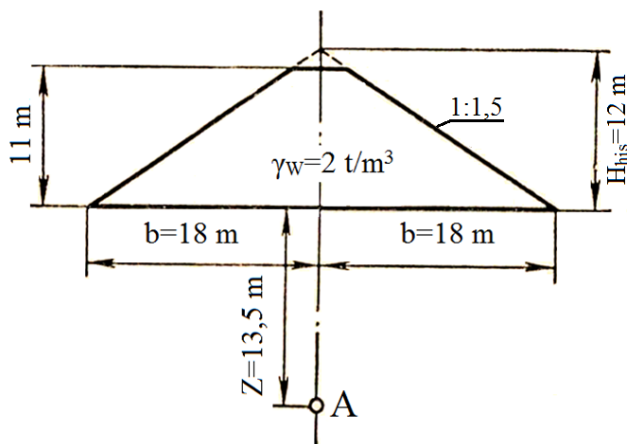
2. Ko'rsatilgan nisbiy koordinatlardan A nuqtadagi bosh kuchlanishlar qiymati 2.19-rasmdan aniqlanadi. $v=0,75$ va $d=0$ qiymatlarda bosh kuchlanishlar teng bo'ladi: $\sigma_1=0,6p_0$ va $\sigma_2=0,1p_0$ (p_0 -yer yuzasiga ko'tarma beradigan yuk).



2.19-rasm. Egri teng bosh normal σ_1 va σ_2 kuchlanishlarning uchburchakli yuklamaga bog'liqligi

3. Yuk P_0 ning qiymati aniqlanadi. Buning uchun dampaning konturini teng yonli uch burchakka keltirib olamiz, ya'ni uning balandligini qatnov qismidan oshiramiz (2.20-

rasm). Ko'tarma yon qiyaligi 1:1,5 va damba tepasining yarim kengligi 1,5 m bo'lganda dambaning shartli balandligi N (dambaning to'liq uchburchak shakliga kelishi uchun) teng bo'ladi:



2.20-rasm. 2.7-misolga hisobiy chizma

$$N = (36/2) : 1,5 = 12 \text{ m.}$$

Dambaning hisobiy solishtirma bosimi p_0 uning tagida quyidagiga teng bo'ladi:

$$p_0 = \rho_w N = 2 \cdot 12 = 24 \text{ t/m}^2 \text{ yoki } 2,4 \text{ kg/sm}^2 = 0,24 \text{ MPa.}$$

A nuqtadagi bosh kuchlanishlarning qiymati:

$$\sigma_1 = 0,6 \cdot 2,4 = 1,44 \text{ kg/sm}^2 = 0,144 \text{ MPa};$$

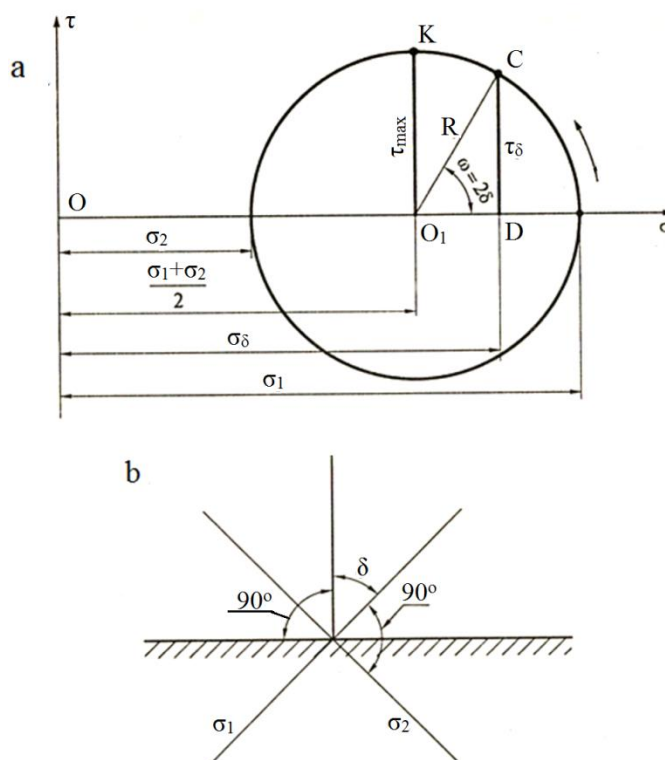
$$\sigma_2 = 0,1 \cdot 2,4 = 0,24 \text{ kg/sm}^2 = 0,024 \text{ MPa.}$$

$$OO_1 = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}. \quad (2.32)$$

Ammo shunga qaramasdan kuchlanish ellipsi yordamida normal va urinma kuchlanishlarni aniqlash murakkab va qiyin jarayon hisoblanadi. Odatda bu maqsad uchun Otto Mor taklif qilgan kuchlanish aylanasi foydalaniladi. Mor doirasi absissa o'qi sifatida normal σ kuchlanish, ordinata o'qi sifatida – urinma τ kuchlanish o'qidan iborat koordinatalar sistemasida (2.21,a-rasm) quriladi. Avval $O\sigma$ o'qiga erkin hisobiy nuqtalar $A(z, x)$ uchun aniqlangan bosh σ_1 va σ_2 kuchlanishlar qo'yiladi. Keyin $O\sigma$ o'qida Mor doirasining markazi O_1 ni quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

Keyin aniqlangan O_1 nuqtadan $R = (\sigma_1 - \sigma_2)/2$ radius bilan Mor kuchlanishining birlamchi doirasi o'tkaziladi. U hisobiy nuqtaga va inshootning gruntli asosi tekisligiga har xil ko'rinishda oriyentirlangan maydon uchun normal va urinma kuchlanishlarni sodda usulda aniqlash imkonini beradi. Bu maydonlar oriyentatsiyasi odatda δ burchak yordamida aniqlanadi. Burchak bizni

qiziqtirayotgan maydonga bo'lgan normal va bu nuqtadagi (2.21,b-rasm) katta bosh σ_1 kuchlanish yo'nalishi orasida bo'ladi.



2.21-rasm. Mor doirasi (a) va maydonning oriyentatsiya burchagi (b) yordamida erkin maydondagi normal va urinma kuchlanishni aniqlash

Qurilgan doirada ixtiyoriy S nuqtani olamiz va uni markaz O_1 bilan birlashtiramiz. Unda, burchak $\omega=2\delta$ amalda hisobiy nuqta $A(z, x)$ dagi maydonning oriyentatsiyasini aniqlaydi, S nuqtaning SD ordinatasi unga ta'sir qiluvchi urinma τ_δ kuchlanish qiymatini beradi, abstsissa OD – normal σ_δ kuchlanish qiymatini beradi. Ular mos ravishda aniqlanadi:

$$\tau_\delta = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\delta; \quad (2.33)$$

$$\sigma_\delta = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos 2\delta. \quad (2.34)$$

Burchak ω ni 90° gacha oshirilganda urinma kuchlanish τ_δ Mor doirasi radiusiga teng o'zining maksimal qiymatigacha oshadi, ya'ni quyidagicha bo'ladi:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\delta. \quad (2.35)$$

Maksimal urinma $\tau_{\max}$ kuchlanish ta'sir qilayotgan maydonning oriyentatsiyasi $\omega=2\delta$ burchak qiymatidan aniqlanadi. Shuning uchun hisobiy nuqta

$A(z, x)$ uchun eng katta urinma $\tau_{\max}$ kuchlanish bosh kuchlanishlar σ_1 va σ_2 ta'sir yo'nalishiga $\delta=45^\circ$ burchak ostida joylashgan maydonda ta'sir qiladi deb xulosa qilish mumkin.

Olingan ifoda (2.35)ga (2.25) va (2.26) ifodadagi bosh kuchlanishlar qiymatini qo'ysak hosil bo'ladi:

$$\tau_{\max} = \frac{P_0}{2} \sin \alpha. \quad (2.36)$$

2.8-misol. 2.6-misol shartiga asosan aniqlash kerak:

- 1) A nuqtadagi maksimal urinma kuchlanishning qiymati va yo'nalishi;
- 2) A nuqtadan o'tuvchi gorizontal va vertikal teekisliklardagi urinma yuklamalanish τ_{zx} va τ_{xz} lari qiymatlari.

Yechim. Aniqlanayotgan urinma kuchlanishlar qiymatlarini jadvaldan, grafikdan va analitik yo'l bilan aniqlash mumkin.

1. Jadval va grafiklardan $\tau_{\max}$ ning qiymati o'tuvchi koeffitsiyent ε ni hisobga olib aniqlanadi.

$\tau_{\max}$ ning qiymatini aniqlash uchun ε ning jadvaldagi qiymati ko'rish burchagi α ga bog'liq holda berilgan. Misolda ko'urish burchagi $\alpha=22^\circ 50'$ (2.6-misol yechimi va 2.17-rasmga qaralsin).

2.10-jadvalga asosan $\alpha=22^\circ 50'$ uchun o'tuvchi koeffitsiyentning qiymati $\varepsilon=0,13$ (interpolyatsiya bo'yicha). 2.18-rasmdan nuqtani shartli koordinatida $A:v=4$ va $d=2$ (2.6-misolga qaralsin) o'tuvchi koeffitsiyentning qiymati ε ham shunga teng.

Teng tarqalgan yuk $p_0=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ qiymatda maksimal urinma kuchlanishning qiymati quyidagiga teng

$$\tau_{\max}=0,13 \cdot 2=0,26 \text{ kg/sm}^2=0,026 \text{ MPa}.$$

$\tau_{\max}$ ni analitik hisoblashda (2.35) va (2.36) ifodalardan foydalanish mumkin.

Agar bosh kuchlanishlar $\sigma_1=0,5 \text{ kg/sm}^2=0,05 \text{ MPa}$ va $\sigma_2=0,01 \text{ kg/sm}^2=0,001 \text{ MPa}$ mavjud bo'lsa (2.6-misolni yechimiga qarasin) $\tau_{\max}$ ni (2.35) ifodadan aniqlash mumkin:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{0,5 - 0,01}{2} = 0,25 \text{ kg/sm}^2 = 0,025 \text{ MPa}$$

yoki (2.36) ifoda bo'yicha

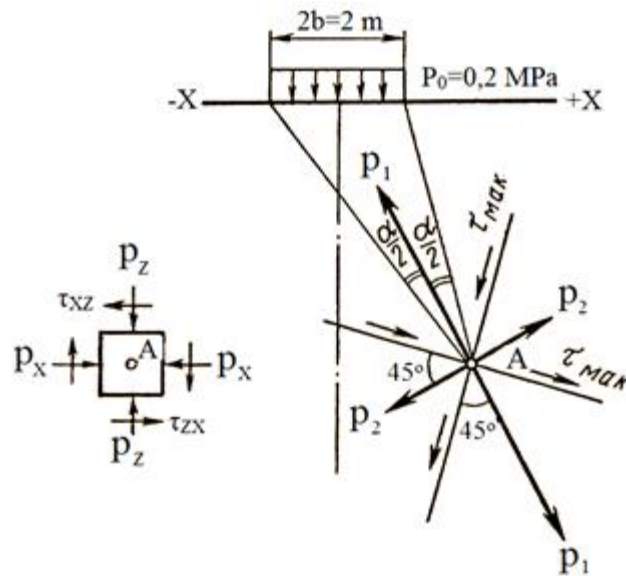
$$\tau_{\max} = \frac{2}{3,14} \cdot \sin 22^\circ 50' = 0,25 \text{ kg/sm}^2 = 0,025 \text{ MPa}.$$

Maksimal urinma yuklamalanish $\tau_{\max}$ bosh kuchlanishlarning ta'sirini yo'nalishiga $\delta=45^\circ$ burchak ostida bo'lgan maydoncha bo'yicha ta'sir qiladi (2.22-rasm).

2. Urinma kuchlanishlar τ_{zx} va τ_{xz} larni analitik hisoblari (2.24) ifoda bo'yicha olib boriladi.

$\alpha_1=53^\circ 10'$ va $\alpha_2=76^\circ$ bo'lganda (2.6-misol yechimiga va 2.17-rasmga qaralsin) τ_{zx} quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \frac{P_0}{\pi} \cdot \sin \alpha \sin(\alpha_1 + \alpha_2) = \frac{2}{3,14} \cdot 0,388 \cdot 0,632 = 0,16 \text{ kg/sm}^2 = 0,016 \text{ MPa}.$$



2.22-rasm. A nuqtadagi bosh kuchlanishlar p_1 va p_2 va $\tau_{\max}$ maksimal urinma kuchlanish ta'sir qiladigan maydonning yo'nalishlari

2.13,v-rasmdan nisbiy koordinatalar $v=4$ va $d=2$ bo'lganda urinma kuchlanish qiymati teng bo'ladi:

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \varepsilon P_0 = 0,1P_0 = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ kg/sm}^2 = 0,02 \text{ MPa}.$$

2.9-misol. Kengligi $2b=2 \text{ m}$ bo'lgan lentali poydevor ostida bir tekis tarqalgan yuk $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ mavjud. Epyuralar qurilsin:

- 1) poydevor ostidan 1 m chuqurlikda joylashgan, gorizont tekislikka ta'sir qiluvchi $\tau_{zx}=\tau_{xz}$ urinma kuchlanishni;
- 2) o'sha tekislikdagi grunt massividagi nuqtaga ta'sir qiluvchi maksimal urinma kuchlanishni;
- 3) poydevor o'qidan o'tuvchi vertikal bo'yicha $\tau_{\max}$ maksimal urinma kuchlanishni.

Yechim. Urinma kuchlanish grunt massividagi ko'rilayotgan nuqtaning holati bilan aniqlanadi. Agar nuqtaning holatini shartli koordinatalar v va d larda aniqlansa, unda kuchlanishning tarqalish epyurasi shakli bo'yicha tavsifi p_0 ning har qanday qiymati uchun doimiy bo'lib qoladi, faqat bu epyuraning koordinatlari o'zgaradi.

1. Yer yuzidan 1 m chuqurlikda joylashgan, gorizont tekislikda ta'sir qiluvchi $\tau_{xz}=\tau_{zx}$ urinma kuchlanishning epyurasini qurish uchun eng avvalambor nisbiy koordinatalar v va d lar aniqlanadi.

Koordinata $v=z/b=1/1=1$ doimiydir; faqat gorizont koordinatalarning qiymati $d=x/b$ o'zgaradi.

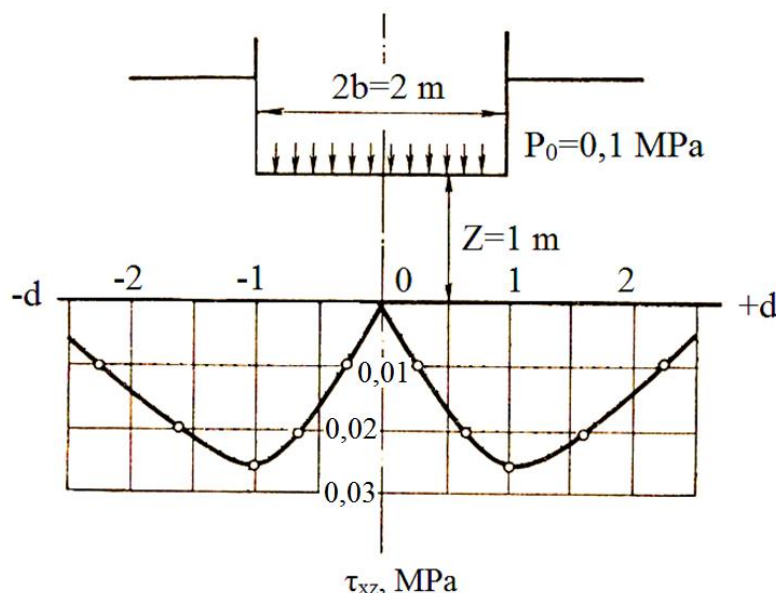
$v=1 \text{ m}$ sathda joylashgan nuqtalar uchun 2.7-jadvalidan yoki 2.13,d-rasmdan foydalanamiz.

Bu qiymatlar 2.11-jadvalda keltirilgan.

2.11 -jadval

$d=x/b$	0,0	0,3	0,7	1,0	1,6	2,25
$\tau_{zx}=\varepsilon P_0, MPa$	0	0,01	0,021	0,026	0,02	0,01

Bu ma'lumotlar asosida qurilgan τ_{zx} urinma kuchlanishning epyurasi 2.23-rasmda keltirilgan.

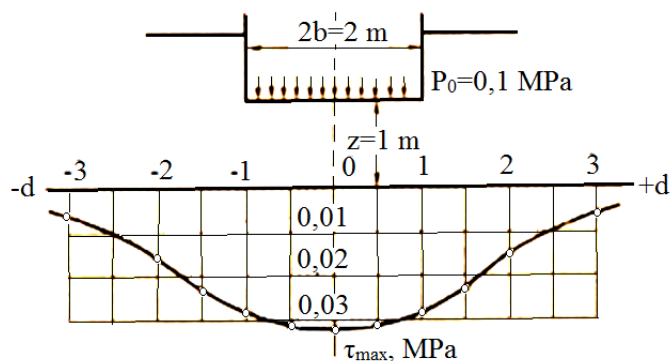
2.23-rasm. τ_{zx} urinma kuchlanishining epyurasi

2. $v=1$ sathida $\tau_{\max}$ kuchlanishning tarqalish epyurasini qurish uchun avvalambor ko'rish burchagi α ni $v=\text{const}=1$ bo'lganda har xil qiymatdagi $d=x/b$ uchun aniqlash kerak. 2.10-jadvaldan ko'rish burchagining qiymati bo'yicha (ko'rish burchagini hisoblash usuli 2.6-misolda keltirilgan) o'tuvchi koeffitsiyent ε va undan $\tau_{\max}$ ning qiymati aniqlanadi. Hisob ishlari natijasi 2.12-jadvalda keltirilgan.

2.12-jadval

$d=x/b$	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
α°	90	80	63	44	27	12
$\tau_{zx}=\varepsilon P_0, MPa$	0,032	0,031	0,029	0,023	0,015	0,006

Berilgan ma'lumotlarga asosan qurilgan $\tau_{\max}$ ning tarqalish epyurasi 2.24-rasmda keltirilgan.

2.24-rasm. $v=1$ sathida $\tau_{\max}$ maksimal urinma kuchlanish tarqalish epyurasi

3. Poydevorning simmetriya o'qi bo'yicha $\tau_{\max}$ ning epyurasini qurish uchun avvaalgidek ko'rish burchagi α ni aniqlash kerak. Ammo bu holatda

$$d = \text{const} = x/b = 0/b = 0, \text{ ammo } v = z/x$$

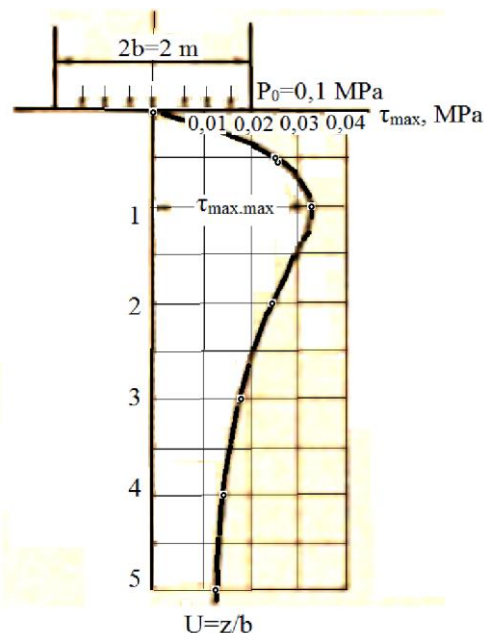
chuqurlik ortishi bilan ortadi.

2.10-jadvaldan o'tish koeffitsiyent ε ni aniqlaymiz va bu ma'lumotlardan $\tau_{\max}$ ning qiymati aniqlanadi (2.13-jadval).

2.13-jadval

$v = z/b$	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
α°	180	126	90	52	36	28	22
$\tau_{\max} = \varepsilon P_0, \text{ MPa}$	0,0	0,026	0,032	0,025	0,018	0,016	0,013

Poydevorning simmetriya o'qi bo'yicha $\tau_{\max}$ ing tarqalish epyurasi 2.25-rasmda keltirilgan.

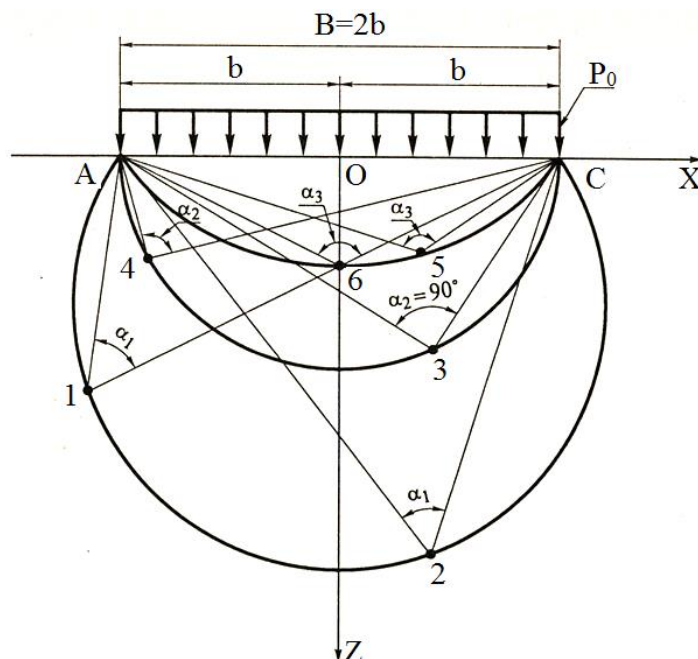


2.25-rasm. Yo'lakchasifat yukning simmetriya o'qi bo'yicha chuqurlikka bog'liq $\tau_{\max}$ maksimal urinma kuchlanishning tarqalish epyurasi

(2.25), (2.26) va (2.36) ifodalarning birgalikda tahlili P_0 yuklamaning bir xil qiymatida bosh kuchlanishlar faqat ko'rish burchagi α ga bog'liq bo'lishini ko'rsatadi. Bu holat kerakli darajada muhim, chunki gruntli asosda teng bosh σ_1 , σ_2 va maksimal urinma $\tau_{\max}$ kuchlanishlarning chizig'ini qurish imkonini beradi. 2.26-rasmda OZ o'qidagi markazdan yuklangan uchastkaning A va S chetidan o'tuvchi bir nechta doira o'tkazilgan. Bu doiralarda yotuvchi nuqtalar uchun mos keluvchi ko'rish burchagi α yozilgan burchak hisoblanadi, ammo har bir doiradagi mos ravishdagi nuqtalar uchun yozilgan burchaklar bitta xordaga tayangan bo'ladi, ya'ni ular o'zaro teng bo'ladi. Shuning uchun qurilgan doiralar *teng ko'rish burchagining* egrisi hisoblanadi, kengroq tushunchada - nuqtaning geometrik joyi burchagi $\alpha = \text{sonst}$, bosh $\sigma_1 = \text{const}$, $\sigma_2 = \text{const}$ kuchlanishlar va maksimal urinma $\tau_{\max} = \text{const}$ kuchlanish bo'ladi.

Amaldagi masala yechimiga nisbatan hisobiy nuqtadagi gruntning kuchlanganlik holati parametrlari 2.18-rasmda keltirilgan kuchlanish doirasi grafi

bo'yicha v va d nisbiy koordinatalar sistemasida yoki quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanishi mumkin:



2.26-rasm. Teng ko'rish burchaklari doirasi:

1 ... 6 – doirada yotgan nuqtalar

$$\sigma_1 = \mu_1 p_0; \quad (2.37)$$

$$\sigma_2 = \mu_2 p_0; \quad (2.38)$$

$$\tau_{\max} = \varepsilon p_0, \quad (2.39)$$

bu yerda koeffitsiyentlar μ_1 , μ_2 va ε 2.10-jadvaldan aniqlanadi.

2.10-misol. Tekislik masalasi sharoitida yuzasi kengligi 20 m bo'lgan uchastka jadalligi $P_0=0,2$ MPa bo'lgan bir tekis tarqalgan yuklama bilan yuklangan. Yuklangan uchastka chetining ($b=10$) ostida bo'lgan $z=15$ m chuqurlikdagi M nuqtada bosh kuchlanishini aniqlang.

Yechim. Nisbiy koordinatalar sistemasida M nuqta koordinatasini aniqlaymiz: $v=z/b=15/10=1,5$; $d=x/b=10/10=1$.

2. 2.18-rasmdagi grafik bo'yicha aniqlangan v va d qiymatlar uchun ko'rish burchagi α ni aniqlaymiz, u taxminan 54° ga teng.

3. 2.10-jadval bo'yicha μ_1 va μ_2 qiymatlarni interpolatsiya qilib yoki 2.16-rasmdagi grafik yordamida o'zaro yaqin burchaklar $\alpha=50^\circ$ va $\alpha=60^\circ$ orasida M nuqta uchun koeffitsiyentlar $\mu_1=0,56$ va $\mu_2=0,05$ qiymatlarni aniqlaymiz.

4. (2.37) va (2.38) ifodalardan foydalanib aniqlaymiz: $\sigma_1=0,2 \cdot 0,56=0,112$ MPa va $\sigma_2=0,2 \cdot 0,05=0,01$ MPa.

Kuchlanish doirasining grafigi (2.18-rasm) tahlili, xususan, cheksiz ko'p aylanalar ichida faqat bittasi o'z diametri kabi kengligi $2b$ bo'lgan yuklangan maydonga tayanishini ko'rsatadi. Bu xususiyat, berilgan holatda, bu aylanada mavjud bo'lgan hamma nuqtalarni ko'rish burchagi $\alpha=90^\circ$ ga tengligini bildiradi. Shuning uchun (2.38) ifoda bilan aniqlanadigan maksimal urinma $\tau_{\max}$

kuchlanishning qiymati qisman o'zgaradi va o'zining maksimal qiymatiga (maksimum maksimumum) ega bo'ladi:

$$\tau_{\max \max} = \frac{P_0}{2}. \quad (2.40)$$

Shunday qilib prinsipial xulosa chiqarish mumkin, ya'ni gruntli asosga nisbatan grunt mustahkamligining buzilishini bo'lishi mumkin bo'lgan eng xavflisi urinma $\tau_{\max \max}$ kuchlanish ta'sir qiladigan nuqta hisoblanadi. Alohida olingan hisobiy nuqta uchun eng xavflisi bo'lib $\tau_{\max}$ kuchlanish rivojlanadigan uning maydoni hisoblanadi.

σ_z vertikal, σ_x gorizontal va τ_{zx} urinma kuchlanishlarning teng qiymatlari rivojlanishi egrisi tavsifi 2.13-rasmda keltirilgan. Aniq muhandislik masalalarini yechishda, normal σ_z va σ_x kuchlanishlarni aniqlash bilan bog'liq bo'lgan, shuningdek 2.5, 2.6-jadvallar bo'yicha aniqlanadigan μ va ν koeffitsiyentlar qiymatlarini quyidagi ifodalardan aniqlash mumkin:

$$\sigma_z = \mu p_0; \quad (2.41)$$

$$\sigma_x = \nu p_0. \quad (2.42)$$

2.11-misol. Kengligi $2b=5$ m bo'lgan gruntli yarimfazoga jadalligi $P_0=0,4$ MPa bo'lgan bir tekis tarqalgan yuklama bilan yuklangan. Simmetriya o'qi bo'yicha $z=5$ m chuqurlikda vertikal va gorizontal kuchlanishlarni aniqlash kerak.

Yechim. 1. Hisobiy nuqtaning nisbiy koordinatlarini aniqlaymiz: $d=x/b=0/2,5=0$, $\nu=z/b=5/2,5=2$.

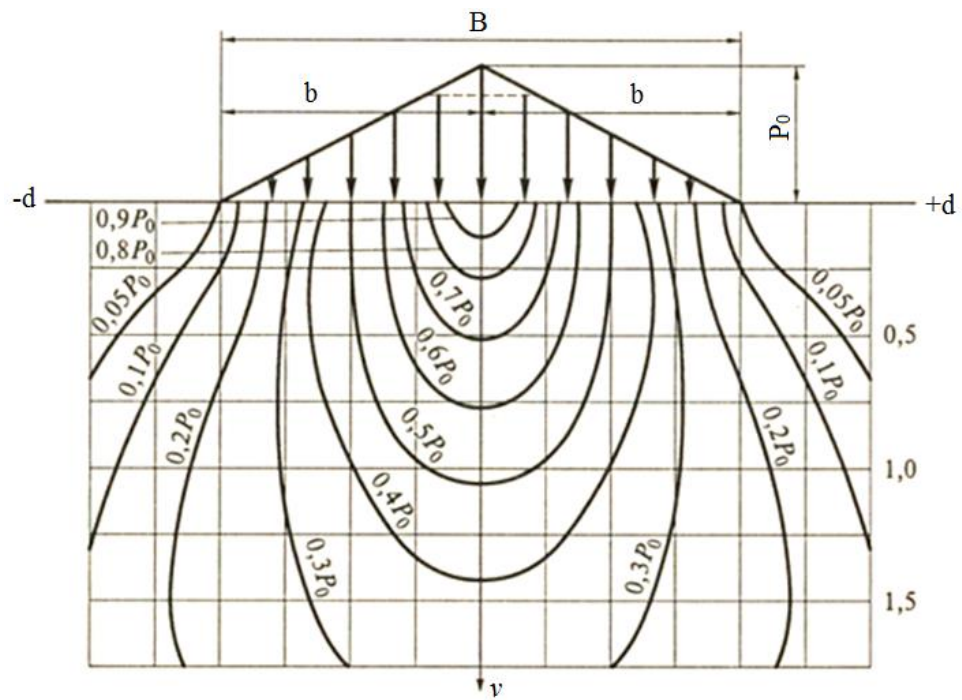
2. 2.6, 2.7-jadvallar bo'yicha mos ravishda koeffitsiyentlar qiymatlarini aniqlaymiz $\mu=0,54$; $\nu=0,04$.

3. (2.40), (2.41) ifodalar bo'yicha aniqlanishi kerak bo'lgan vertikal va gorizontal normal kuchlanishlarni aniqlaymiz: $\sigma_z=0,4 \cdot 0,54=0,22$ MPa, $\sigma_x=0,4 \cdot 0,04=0,016$ MPa.

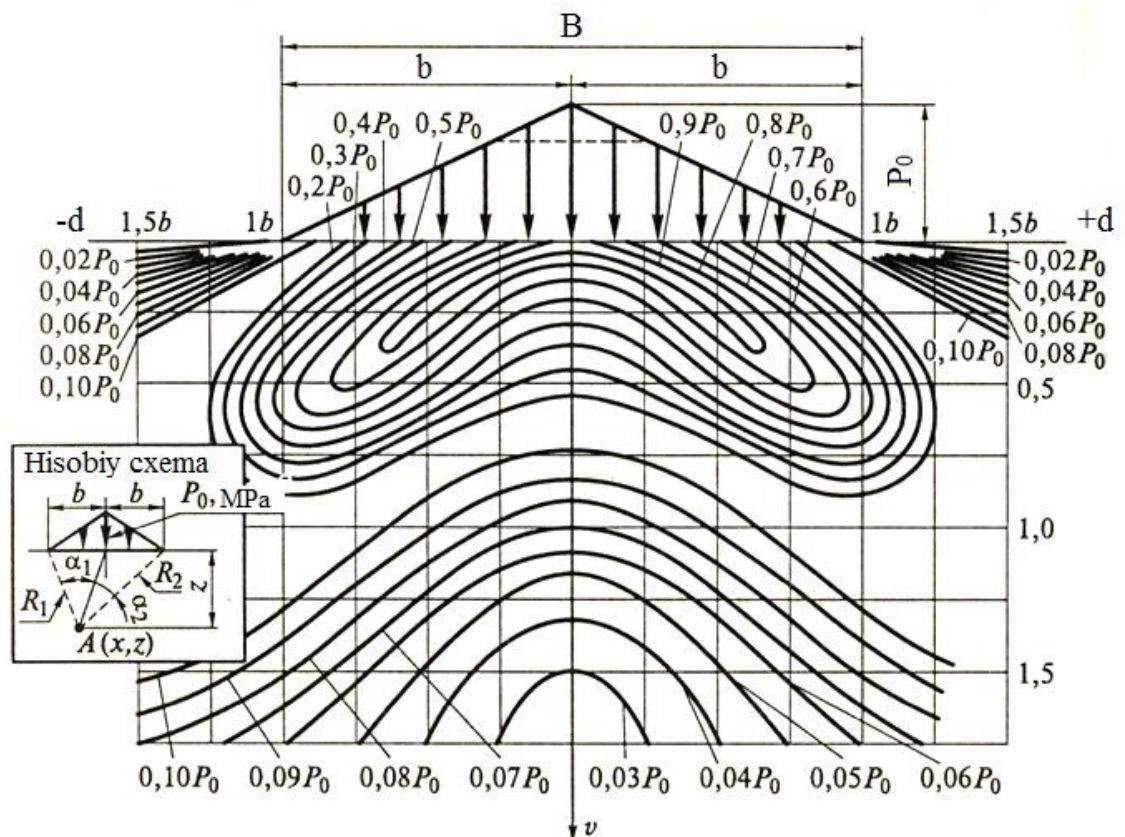
Yo'l ko'tarmalari turg'unligi va cho'kishini bashoratlashda gruntli qatlamga (yarimfazo) qo'yilgan yuklama bir tekis tarqalgan bo'lmasdan, ko'tarma balandligi va uning asosining kengligini o'zaro geometrik nisbatiga bog'liq ravishda uchburchak yoki trapetsiya qonuni bo'yicha qo'yilgan ko'rinishda ko'riladi. 2.27 ... 2.29-rasmlarda keltirilgan grafiklar yordamida nisbiy koordinatalar d va ν sistemasida bosh σ_1 , σ_2 , vertikal va gorizontal normal σ_z , σ_x kuchlanishlar, shuningdek maksimal urinma $\tau_{\max}$ kuchlanish aniqlanishi mumkin. Bu holatda yuklamaning hisobiy qiymati quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi

$$P_0 = \gamma_w N, \quad (2.43)$$

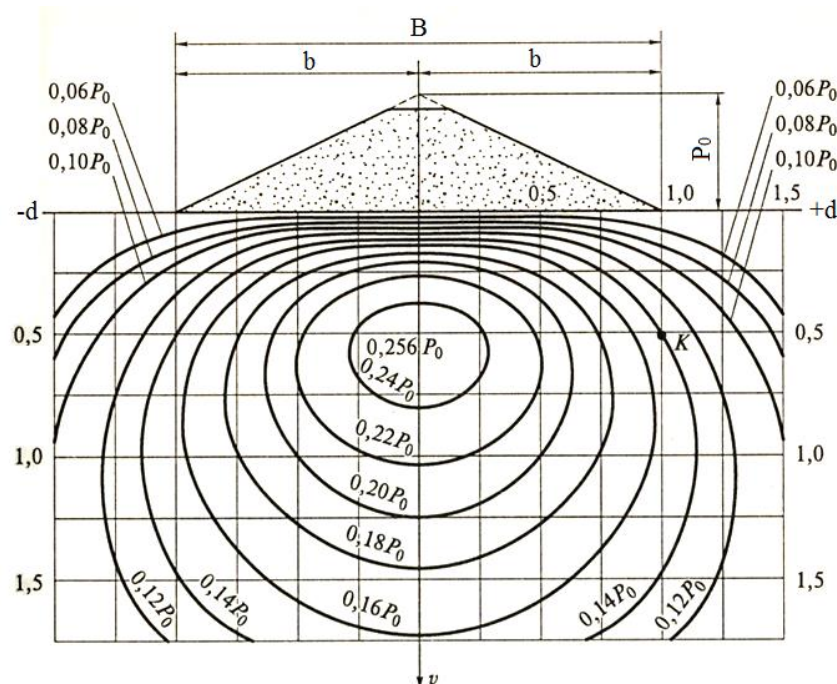
bu yerda γ_w – nam gruntning solishtirma og'irligi, kn/m^3 , $\gamma_w = 10\rho_w$ (ρ_w – nam gruntning zichligi, g/sm^3); N – uchburchak yuklamaning balandligi, m.



2.27-rasm. Teng vertikal normal σ_z kuchlanish egrisining uchburchakli yuklamaga bog‘liqligi

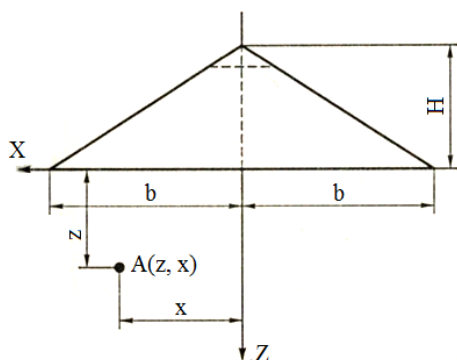


2.28-rasm. Teng gorizontaal normal σ_x kuchlanish egrisining uchburchakli yuklamaga bog‘liqligi



2.29-rasm. Teng maksimal urinma $\tau_{\max}$ kuchlanish egrisining unchburchakli yuklamaga bog'liqligi

2.12-misol. $x=7,5$ m va $z=6$ m (2.30-rasm) bo'lganda balandligi 8 m bo'lgan ko'tarma ostidagi $A(z, x)$ nuqtaning vertikal normal σ_z kuchlanishini aniqlash kerak. Ko'tarma asosining yarim kengligi $2b=24$ m. Ko'tarmaning nam gruntni zichligi $\rho_w=1,95$ g/sm³=1950 kg/m³.

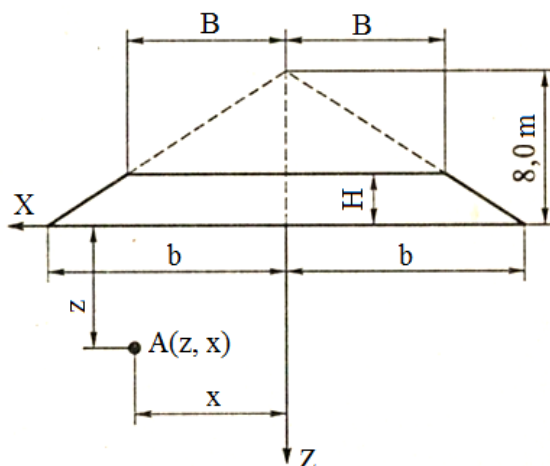


2.30-rasm. Baland ko'tarma sxemasi (2.5-misolga)

- Yechim.** 1. A nuqtaning nisbiy koordinatalarini aniqlaymiz: $v=z/b=6/12=0,5$; $d=x/b=7,5/12=0,63$.
2. Nam gruntning solishtirma og'irligini aniqlaymiz $\gamma_w=10\rho_w=19,5$ kN/m³.
3. Yuklamani aniqlaymiz $P_0=19,5 \cdot 8=156$ kN/m²=156 kPa=0,156 MPa.
4. Grafik (2.27-rasm) bo'yicha aniqlaymiz $\sigma_z=0,35 \cdot 0,156=0,055$ MPa.

Agar ko'tarmaning balandligini uning asosi kengligiga nisbati kam va yuklama trapetsiya ko'rinishida bo'lsa, gruntni asosdagi kuchlanishni ikkita uchburchakli yuklamaning kuchlanishlari farqining natijasi sifatida aniqlash mumkin. Buni aniq misol yechimi sifatida ko'ramiz.

2.13-misol. $x=7,5$ m va $z=6$ m (2.31-rasm) bo'lganda balandligi $N=3$ m bo'lgan ko'tarma ostidagi $A(z, x)$ nuqtaning vertikal normal σ_z kuchlanishini aniqlash kerak. Ko'tarmaning yuzasi kengligi $2b=15$ m. Ko'tarmaning nam grundi zichligi $\rho_w=1,95$ g/sm³=19,5 kn/m³.



2.31-rasm. Yo'l ko'tarmasi sxemasi (2.6-misolga)

Yechim. 1. Ko'tarma yon qiyaligining hosil qiluvchilarining o'zaro kesishuviga qadar uzaytiramiz. Bunda trapetsiya ko'rinishidagi yuklama parametrlari $N=8$ m va $2b=24$ m bo'lgan uchburchakli yuklamaga aylanadi. 1.5-misolda bu sharoit uchun $A(z, x)$ nuqtadagi kuchlanish $\sigma_z=0,055$ MPa ga tengligi aniqlangan.

2. O'sha tizim asosida o'sha $A(z, x)$ nuqtada σ_z kuchlanishni aniqlaymiz, ammo asosi $2b=15$ m bo'lgan uchburchakli yuklama ostida. Yuklama $P_0=19,5(8-3)=97,5$ kN/m²=97,5 kPa=0,0975 MPa. Unda A nuqtaning nisbiy koordinatalari: $v=z/b=6,0/7,5=0,8$; $d=x/b=7,5/7,5=1$. Grafik bo'yicha (2.27-rasm) topamiz $\sigma_z=-0,22 \cdot 0,0975 = -0,021$ MPa.

3. Ko'tarma ostidagi kuchlanish teng bo'ladi $\sigma_z=0,055-0,021=0,034$ MPa.

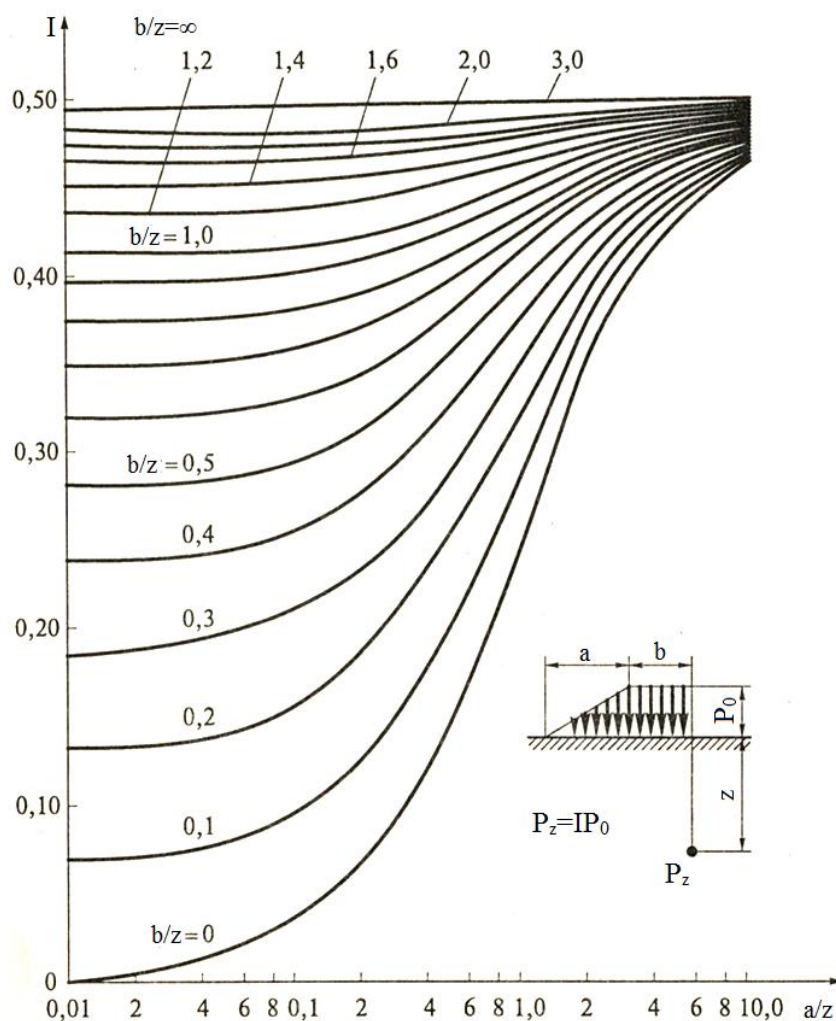
Ta'kidlash joizki, ko'tarma tagidagi grunt qatlamida vertikal normal σ_z kuchlanishni taxminan mashhur Osterberg (1957 yil) grafigi yordamida ham aniqlash mumkin. Bu holatda σ_z kuchlanish quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\sigma_z = IP_0, \quad (2.44)$$

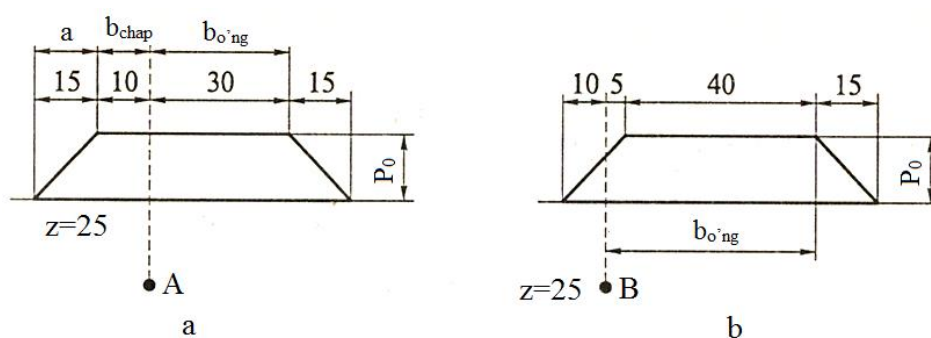
bu yerda I – nisbiy qiymatlar (a/z va b/z) funksiyasi (a, b – mos ravishda uchburchakli va to'g'riburchakli yuklama epyurasining uzunligi; z -hisobiy nuqtaning chuqurligi); $P_0 = \gamma_w N$.

I ni qiymati ko'rilayotgan nuqtadan o'tuvchi vertikal dan chap va o'ng tomonda yuklamaga mos keluvchi koeffitsiyentlarning algebraik yig'indisi sifatida taxminan Osterberg grafigidan (2.32-rasm) aniqlanadi. Osterberg grafigidan foydalanish metodikasini aniq misolda ko'ramiz.

2.14-misol. 2.33, a-rasmdagi chizmaga asosan ko'tarma asosidan $z=25$ m chuqurlikda yotuvchi A nuqta uchun P_0 go nisbatan birlikda vertikal σ_z kuchlanishning qiymatini aniqlash kerak. Ko'tarma yon qiyaligi asosi $a=15$ m.



2.32-rasm. Ko'tarma asosidagi vertikal σ_z kuchlanishni aniqlash uchun Osterberg grafigi



2.33-rasm. Osterberg grafigini ishlatishda hisobiy sxema (2.14 ... 2.16 - misollar)

Yechim. 1. $a/z=15/25=0,6$ nisbatni aniqlaymiz.

2. $I=I_{\text{chap}}+I_{\text{o'ng}}$, bu yerda I_{chap} va $I_{\text{o'ng}}$ – ko'tarmaning chap va o'ng tomonlari uchun mos ravishda koeffitsiyentlar, berilgan nuqtalardan ko'tarmaning chap va o'ng qoshigacha bo'lgan absissalar b_{chap} va $b_{\text{o'ng}}$ bilan aniqlanadi. Unda $b_{\text{chap}}/z=10/25=0,4$ va $b_{\text{o'ng}}/z=30/25=1,2$.

3. Osterberg grafigidan (2.32-rasm) aniqlaymiz $I_{\text{chap}}=0,33$, $I_{\text{o'ng}}=0,46$. Unda $I=I_{\text{chap}}+I_{\text{o'ng}}=0,33+0,46=0,79$. Natijada $\sigma_z=0,79P_0$.

2.15-misol. Masalaning sharti 1.7-misoldagidek, ammo σ_z kuchlanish aniqlanadigan V nuqta, ko'tarmaning yon qiyaligini tagida yotibdi (2.32, b- rasm). Bu holatda yechim soddalashadi, chunki $I=I_{o'ng}$.

Yechim. Nisbatni aniqlaymiz $a/z=15/25=0,6$; $b_{o'ng}=(40+5)/25=1,8$.

2. Osterberg grafigidan aniqlaymiz, ya'ni. $I=I_{o'ng}=0,48$, unda kuchlanish $\sigma_z=0,48P_0$.

Avvalgi natija bilan solishtirishdan hisobiy nuqtani chapga surish σ_z kuchlanishni kamaytirishga olib kelishi tabiiy va mantiqiyliigi ko'rinib turibdi.

2.16-misol. Osterberg grafigidan foydalanib 2.13-misol shartidan σ_z ni aniqlash kerak.

Yechim. $a/z=4,5/6=0,75$; $b_{O'NG}/z=15/6=2,5$ nisbatni aniqlaymiz.

2. Osterberg grafigidan aniqlaymiz $I=I_{o'ng}=0,49 \cdot 0,0585=0,029$ MPa. Avval olingan, ya'ni $\sigma_z=0,034$ MPa.

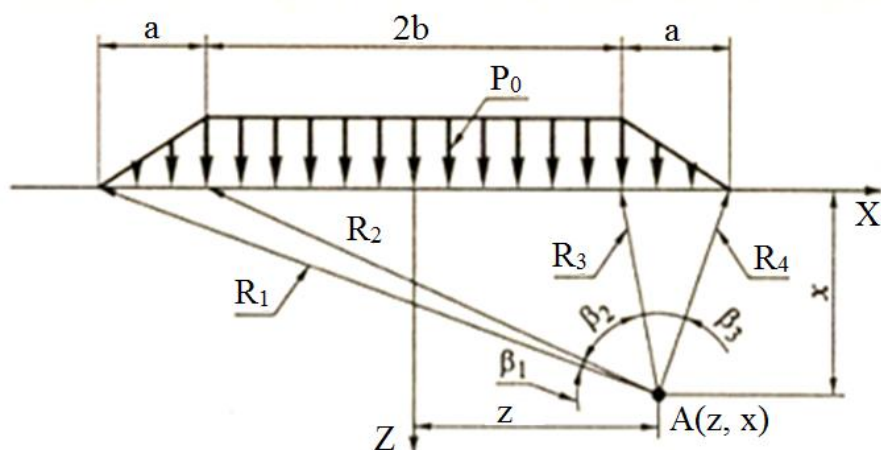
2.13 va 2.16 misollar yechimlarining natijasini o'zaro solishtirilsa olingan natijalar bir biridan kam farqlanishi ko'riladi. Ammo ular yo'l geotexnikasi bo'yicha amaldagi masalalarni yechish uchun ikkala chizmadan foydalanish mumkinligini ko'rsatadi. σ_z , σ_x va τ_{max} kuchlanishlarni hisoblash uchun aniq yechimlarni, yo'l ko'tarmasi chizmasiga nisbatan (2.34-rasm) quyidagi ifoda bilan olish mumkin:

$$\sigma_z = \frac{P_0}{\pi a} [a(\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) + b(\beta_1 + \beta_3) + x(\beta_1 - \beta_3)]; \quad (2.45)$$

$$\sigma_x = \frac{P_0}{\pi a} \left[a(\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) + b(\beta_1 + \beta_3) + x(\beta_1 - \beta_3) - 2z \ln \frac{R_1 R_4}{R_2 R_3} \right]; \quad (2.46)$$

$$\tau_{max} = \frac{zP_0}{\pi a} \sqrt{\ln^2 \frac{R_1 R_4}{R_2 R_3} + (\beta_1 + \beta_2)}. \quad (2.47)$$

Avval tekislik va fazoviy masalalar sharti uchun inshootning gruntli asosida normal va urinma kuchlanishlar rivojlanish tavsifi va qiymatini baholash ko'rilgan. Undagi olingan yechimlarda chiziqli deformatsiyalanuvchi gruntli yarim fazo yuzasiga yuklama gruntli asosning hamma deformatsiyasini takrorlovchi absolyut egiluvchan poydevor lentasi yoki plitasi orqali beriladi degan faraz asosida olingan. Bunda yuklangan gruntli asos yuzasining vertikal maksimal surilishi, tekislik masalasida, bir tekis tarqalgan yuklama P_0 bilan yuklangan, kengligi $2b$ bo'lgan maydonning simmetriya o'qi bo'yicha yuz beradi. Asosning yuklanishida yanada ham murakkab holat bo'lsa, shuningdek fazoviy masalalarda, maksimal vertikal deformatsiya yuklangan maydonning og'irlik markazi ostida joylashgan nuqtada ro'y beradi. Gruntli asosning bunday yuklanish chizmasi va deformatsiyaning rivojlanishi, xususan amalda to'liq yo'l ko'tarmasining konstruksiyasiga mos keladi.



2.34-rasm. Yo‘l ko‘tarmasi asosidagi σ_z , σ_x va $\tau_{\max}$ kuchlanishlarni analitik baholash uchun hisobiy sxema

Agar gruntli asosga yuklama absolyut qattiq plita (poydevor) orqali berilsa, uning hamma nuqtalari surilishi bir xil bo‘lgani uchun tutash kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi va asosga qo‘yilgan tashqi yuklama tavsifining o‘zgarishi yuz beradi. 2.35-rasmda tekislik sharti uchun olingan teng maksimal urinma $\tau_{\max}$ kuchlanishlar chizig‘ining grafigi keltirilgan, amma bu holatda yuklama gruntga qattiq poydevor plitasi orqali berilgan.

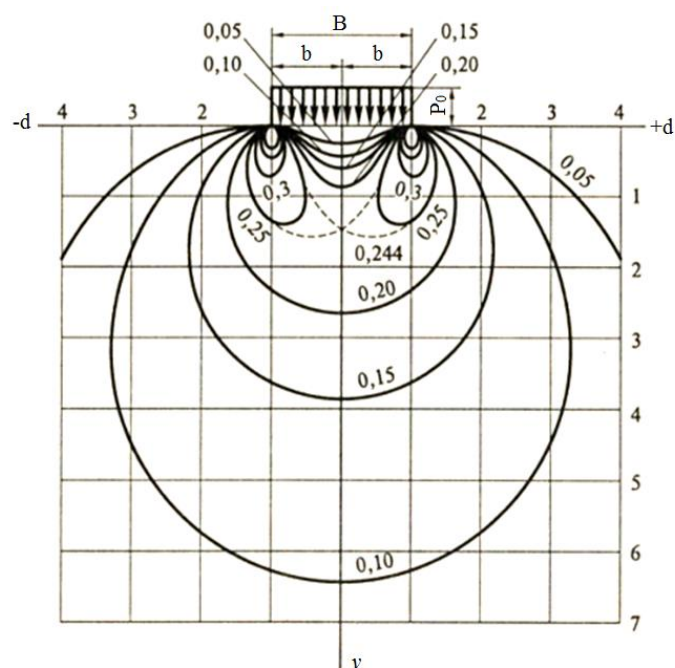
2.18 va 2.35-rasmlarda aks etgan teng $\tau_{\max}$ kuchlanishlarning chiziqli tavsiflarini solishtirish kuzatiladigan $\tau_{\max}$ kuchlanish konsentratsiyasi qattiq poydevor plitasining chetida chuqurlik ortishi bilan kerakli darajada tez kamayishini ko‘rsatadi.

Radiusi R bo‘lgan absolyut aylanali qattiq shtamp ostidagi tutash kuchlanishning nazariy qiymati $P_{0k}(r)$ ni, xususan, Bussineska ifodasi bilan aniqlash mumkin:

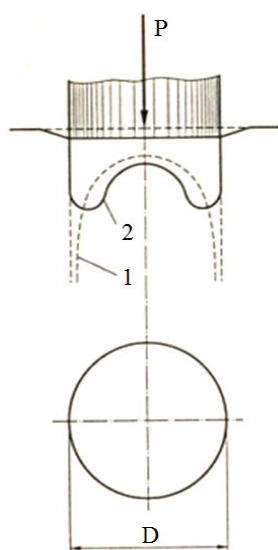
$$P_{0k}(r) = \frac{P}{2\sqrt{1 - (r/R)^2}}. \quad (2.48)$$

Bu ifoda bilan $r=0$ bo‘lganda (shtamp markazi bo‘yicha) $P_{0k}(r)=0,5P_0$, $r=R/2$ bo‘lganda $P_{0k}=0,58P_0$, agar $r=R$ bo‘lganda (shtamp chetining ostida) $P_{0k}=\infty$.

Ammo, real sharoitda, ayniqsa yetarli mustahkam bo‘lmagan gruntlarda, bunday chet tutash kuchlanish konsentratsiyasi amalda bo‘lmaydi, chunki bu yerda grunt chegaraviy mustahkamlik holatiga yetadi va oqish deformatsiyasi rivojlanadi. Shuning uchun shtamp ostidagi asosning chiziqli deformatsiyalanish bosqichida tutash kuchlanishning amaldagi epyurasi egarsimon tavsifga (2.36-rasm) ega bo‘ladi. Umuman poydevor osti bo‘yicha tutash bosimning tarqalish (egarsimon yoki parabolik) tavsifi gruntning zichlik-namligi bo‘yicha holatiga, gruntga tushayotgan solishtirma yuklama qiymatiga, poydevorning o‘lchami va chuqurligiga bog‘liq ravishda gruntli asosda chegaraviy holat (yoki plastik holati) tavsifi va rivojlanish darajasi bilan aniqlanadi.



2.35-rasm. Qattiq poydevor ostidagi teng maksimal urinma kuchlanish egrisining rivojlanish tavsifi



2.36-rasm. Qattiq doirali shtamp ostida tutash kuchlanishining nazariy epyurasini (1) amaldagi egarsimon (2) epyuraga o'tkazish

2.4. Xususiy og'irlik kuchidan hosil bo'lgan kuchlanish

Xususiy og'irlik kuchidan hosil bo'lgan kuchlanishni baholash, avvalambor, gruntli asosning mustahkamligi va deformatsiyasini va unda quriladigan inshootning cho'kishini aniqlash uchun katta amaliy ahamiyatga ega. Transport qurilishi sharoitida qo'llanishi bo'yicha kuchlanishning asosiy qismi, yo'l poyi tanasida hosil bo'lgan va ko'tarma va o'ymalarning turg'unligiga ta'sir qiluvchi transport yuklamasidan yuzaga keladigan kuchlanish emas, balki gruntning xususiy og'irlik kuchidan hosil bo'lganidir.

Gruntning gorizontal yuzasida gruntning xususiy og'irlik kuchidan hosil bo'lgan

kuchlanish chuqurlik ortishi bilan ortadi va quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$\sigma_{zg} = \int_0^z \gamma_z dz; \sigma_{xz} = \sigma_{yg} = \xi_0 \sigma_{zg}; \tau_{zx} = \tau_{yz} = \tau_{zy} = 0,$$

bu yerda ξ_0 – tinchlik holatidagi yon bosim koeffitsiyent.

Amaliy geotexnik masalalarni yechishda, matematik tomonini soddalashtirish maqsadida, ko'p hollarda $\xi_0 = 1,0$ deb olinadi. Bu gruntli qatlamda kuchlanish tarqalishining gidrostatik qonuniga mos keladi, ayniqsa u gilli gruntlar yotqiziqlaridan iborat bo'lsa. Geologik o'tmishda uzoq davom etgan diagenез jarayonida bu qatlamlar urinma kuchlanishning to'liq relaksatsiyasini yo'qotadi va ellips asta-sekin to'liq o'zgarib kuchlanish doirasi shakliga aylanadi deb o'ylash mumkin.

Ammo sochiluvchan qumli yoki yirik donali gruntlardan iborat bo'lgan gruntli asos uchun gidrostatik qonuniyatdan foydalanish mumkin bo'lmaydi. Bu holatda xususan Y.Yaki bog'liqligidan

$$\xi_0 = \frac{(1 - \sin \varphi) \left(1 + \frac{2}{3} \sin \varphi \right)}{1 + \sin \varphi} \quad (2.49)$$

yoki G.A.Spalvingni gilli gruntlar uchun taklif qilgan ifodasidan foydalanish taklif qilinadi

$$\xi_0 = \frac{1}{1 + 2 \operatorname{tg} \varphi}. \quad (2.50)$$

Quyidagi bog'liqlikdan foydalanib yon bosim koeffitsiyentni baholash

$$\xi_0 = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) \quad (2.51)$$

to'g'ri deb hisoblash mumkin emas, chunki bu kam ehtimollikka ega, sochiluvchan grunt chegaraviy kuchlanganlik holatida faqat xususiy og'irlik kuchi ta'sirida bo'ladi.

Qatlamlar bir xil bo'lsa vertikal σ_{zg} kuchlanish, odatda tabiiy yoki ayrim hollarda maishiy deb ataluvchi z chuqurlikda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\sigma_{zg} = \gamma_w z, \quad (2.52)$$

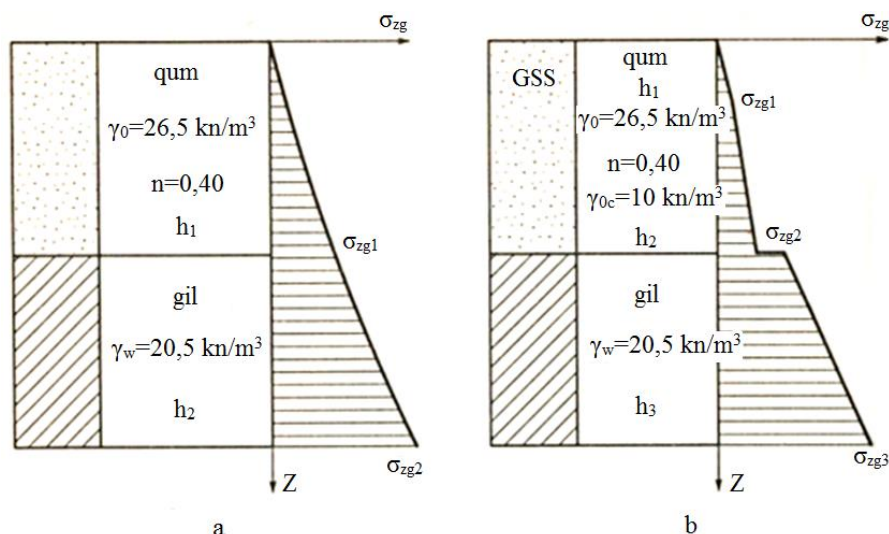
bu yerda γ_w – nam gruntning solishtirma og'irligi, $\gamma_w = g\rho_w$ (g – erkin tushish tezlanishi; ρ – nam gruntning zichligi).

Agar gruntli qatlam bir xil bo'lmasa va har xil qalinlikdagi qatlam gruntlaridan iborat bo'lsa, unda qatlamlar chegaralaridagi σ_{zg} kuchlanish (2.37-rasm) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_{wi} z_i. \quad (2.53)$$

Grunt suvlarining bo'lishi suv sathidan pastda yotuvchi suv o'tkazuvchi gruntlarning arximed samaradorligi bo'yicha yengillashishiga olib keladi. Suv o'tkazuvchi gruntlarga chaqilgan tosh, galka, graviy, qum, oquvchanlik ko'rsatkichi (konsistensiyasi) $I_L > 0,25$ bo'lgan supes va suglinoklar, shuningdek

gillarning $I_L > 0,50$ bo'lgani kiradi. Bu holatda ularning solishtirma og'irligi



2.37-rasm. Guntning xususiy og'irlik kuchidan qatlamga tushuvchi kuchlanish
a – grunt suvlari bo'lmaganda; b – grunt suvlari bo'lganda

$$\gamma_{SB} = \frac{\gamma_s - \gamma_B}{1 - n}, \quad (2.54)$$

bu yerda γ_s – grunt zarrasining solishtirma og'irligi, odatda ular ushbu qiymatlarga teng 26,5 ... 27,0 kN/m³; γ_v – suvning solishtirma og'irligi, 10 kN/m³; n – grunt g'ovakligi.

Ko'pchilik suv ostidagi gruntlarning solishtirma og'irligi suvning solishtirma og'irligiga yaqin bo'ladi.

Xulosa. Inshootlar asosida gruntlarning kuchlanganlik holatini ko'rishda tekislik va fazoviy masalalarni yechishga to'g'ri keladi. Bu holatda bosh va urinma, gorizonta va vertikal normal kuchlanishlar, kuchlanganlik ellipsi to'g'risida ma'lumotlarga ega bo'lish kerak.

Nazorat savollari:

1. Yarim fazo deformatsiyasining har xil gipotezalari to'g'risida tushunchalar ?
2. Gruntli asosda fazoviy masalalarida bir yerga yeg'ilgan kuch?
3. Gruntli asosda tekislik masalalarida kuchlanish tushunchasi ?
4. Kuchlanish ellipsi to'g'risida tushuncha ?
5. To'liq kuchlanishlar to'g'risida tushuncha ?
6. Og'irlik kuchidan tushuvchi kuchlanish ?
7. Osterberg grafigi to'g'risida tushuncha ?
8. Teng ko'rish burchaklari doirasi ?
9. Mor doirasi va maydonni oriyentatsiya burchagi ?
10. Gruntlarning kuchlanganligi to'g'risida tushunchalar ?

Tayanch iboralar: Yarim fazo, tekislik masalasi, kuchlanganlik, bir yerga to'plangan kuch, kuchlanish ellipsi, bosh va urinma kuchlanish, Osterberg grafigi .

3 BOB. GRUNTLARNING MUSTAHKAMLIK KO'RSATKICHLARI VA ULARNI ANIQLASH USULLARI

3.1. Siljishga qarshilik gruntlar mustahkamligining ko'rsatkichi

Grunt – bu murakkab fizik jism bo'lib, u umumiy holatda har xil yo'l bilan (magmatik, metamorfik yoki cho'kindi) hosil bo'lgan birlamchi tog' jinslari maydalanishining (nurashini) mahsuloti bo'lgan qattiq zarrachalar, shuningdek zarralar orasidagi g'ovaklikdagi ma'lum miqdordagi suv va havodan tuzilgan.

Gruntlarning granulometrik tarkibi ularni rasmiy ravishda xillarga (qum, supes, suglinok, gil) bo'lib qolmasdan muhim struktura-teksturali element bo'lgan va gruntlarning umumiy fizik-mexanik xossalarini aniqlashtiruvchi zarralar orasidagi bog'liqlik tavsifini aniqlash imkonini beradi.

Gruntning xili va zichlik-namlik holatiga bog'liq ravishda zarralar orasidagi bog'liqlik tavsifiga asosan qattiq sementlashgan bog'lanish, quruq zarralar orasidagi ishqalanish va sirpanish yoki suv-kolloid turining tabiati ta'sir qilishi mumkin. Bu bog'liqliklar buzilganda muhandislik inshootlaridagi (ko'tarma, to'g'on va boshqalar) grunt massivi yoki uning asosi bir butunligini yo'qotadi. Grunt massivining elementida bog'liqlikning buzilishini boshlanishiga olib keluvchi kuchlanish *mustahkamlik chegarasi* deb ataladi.

Gruntlarga nisbatan ichki ishqalanish burchagi va bog'lanish kuchining tabiati kerakli darajada murakkab tavsifga ega va birinchi galda gruntning xili, uning genezisi va zichlik-namlik bo'yicha holati bilan aniqlanadi. Bu parametrlar eng oddiy holatda qum, graviy va chaqilgan tosh kabi sochiluvchan gruntlar uchun aniqlanadi.

Avvalambor «siljishga qarshilik» va «siljishga qarshilik qilish» atamalaridan foydalanishning o'ziga xosligini aniqlashtirish kerak. «*Siljishga qarshilik*» atamasi suruvchi yuklamalar yig'indisining yoki qiymati ω ga teng maydon bo'yicha grunt elementining siljishida yuzaga keladigan suruvchi kuchni aniqlash uchun ishlatiladi. «*Siljishga qarshilik qilish*» atamasi grunt siljishida solishtirma mustahkamligini aniqlaydi. Bu ikkita tavsif quyidagi ifoda bilan bir-biriga bog'liq:

$$s=S/\omega, \quad (3.1)$$

bu yerda s – siljishga qarshilik qilish; S – maydon bo'yicha siljishga qarshilik yig'indisi; ω – siljish tekisligi maydoni.

Keyinchalik biz gruntlarning siljishga mustahkamligi deganda uning siljishga qarshilik qilishining qiymatini tushunamiz.

Ishqalanish kuchining yuklamaga bog'liqligini 1508-yili Leonardo da Vinchi yozib qoldirgan. Undan 200 yil o'tib Amont bu qonuniyatni quyidagi ko'rinishda ifodalagan:

$$S=fP, \quad (3.2)$$

bu yerda S - siljishga qarshilik kuchining yig'indisi; f – ishqalanish koeffitsiyent; P – siljish maydoni bo'yicha normal yuklama yig'indisi.

1785-yili Sh.Kulon bu bog'liqlikka siljishga qarshilik qiymatiga ta'sir qiluvchi zarralar orasidagi adgeziya bog'lanish kuchi S doimiyligini kiritdi. Bu holatda (3.2) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi

$$S=fP+S. \quad (3.3)$$

Bu ifodaga asosan yuklama nolga teng bo'lganda ham ishqalanish mavjud va S qiymatga ega bo'ladi.

Amonton-Kulon (3.2) va (3.3) bog'liqliklari, hozirgi vaqtgacha o'zining ahamiyatini yo'qotmagan, mexanika va muhandislik ishida hozirgi zamon ishqalanish to'g'risidagi tushunchani yaratishda asos bo'lib xizmat qildi.

Faqat siqilish sharoitida ishlovchi gruntga nisbatan, hozirgi vaqtda 1900 yili Otto Mor ilgari surgan siqishda chegaraviy muvozanat gipotezasidan (Mor gipotezasi) keng foydalaniladi. Bu gipoteza keyinchalik rivojlanishida birorta jismning buzilish vaqtida eng katta urinma kuchlanish gipotezasini o'zida aks ettiradi. Bu gipotezaga asosan jism birorta nuqtasida o'zining chegaraviy holatiga yetgan vaqtida bosh kuchlanishlarning nisbati shunday bo'ladiki, unda Kulonning siljishdagi mustahkamlik to'g'risi bu kuchlanishlarda qurilgan Mor doirasiga urinma bo'ladi. Bu holda birorta muhit, xususan grunt, faqat ichki ishqalanish burchagiga ega bo'ladi, ya'ni ideal sochiluvchan muhitga taalluqli bo'ladi, uning ixtiyoriy nuqtasida (3.1, a-rasm) chegaraviy kuchlanganlik holati quyidagiga mos keladi

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}, \quad (3.4)$$

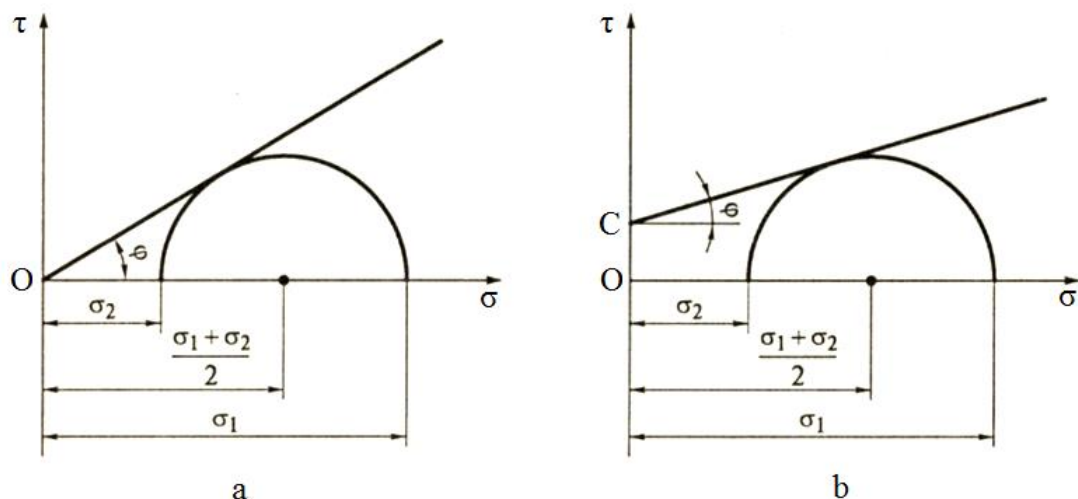
Agar muhit ichki ishqalanish burchagidan tashqari shuningdek bog'lanish kuchiga ham ega bo'lsa, unda uning chegaraviy holati (2.1, b-rasm) quyidagi shart bilan tavsiflanadi:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2C \operatorname{ctg} \varphi}. \quad (3.5)$$

(3.4) ifodadan nuqtada sochiluvchan muhitning mustahkamlik bo'yicha chegaraviy holati bosh normal kuchlanishlarning chegaraviy nisbati quyidagicha bo'lganda hosil bo'ladi:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \xi_a, \quad (3.6)$$

bu yerda ξ_a – sochiluvchan muhitning faol yon bosim koeffitsiyent.



3.1-rasm. Sochiluvchan muhitning siljishga qarshiligi:
a – ideal; b – amaliy (Kulon bog‘liqligi)

Demak, Morning mustahkamlik gipotezasini gruntlar uchun qo‘llash, muhandislik inshootlarida ularning ishlash sharoitiga va ichki zarralar orasidagi bog‘liqlik tavsifiga mos keluvchi, amalda chegaraviy muvozanat sharoitini keltirib chiqarishga olib keladi.

Qandaydir erkin maydondagi (tekislikdagi) gruntlar chegaraviy muvozanatining eng sodda ko‘rinishi bu maydonda ta’sir qilayotgan urinma τ kuchlanish qiymati uni siljishga qarshilik qiymati bilan aniqlanadigan gruntning mustahkamligiga teng bo‘lsin degan talabga olib kelishidir. Shuning uchun gruntlarga nisbatan bu nazariya Mor-Kulon mustahkamlik nazariyasi deb ataladi.

Bu nazariyaga asosan mustahkamlik sharti, uchinchi bosh σ_3 kuchlanish hisobga olinmasa (tekislik masalasi) yoki quyidagi shart $\sigma_2 = \sigma_3$ mavjud bo‘lsa (osesimmetrik masala), eng xavfli maydonda ko‘riladi.

Siljish mustahkamligiga bosh σ_3 kuchlanishning ta’siri katta bo‘lishini hisobga olib, kuchlanganlik holati xilini baholash va σ_3 ni hisobga olish kerakligini aniqlash uchun odatda Lode parametridan foydalaniladi, u quyidagiga teng

$$\mu_\sigma = \frac{(\sigma_3 - \sigma_1) + (\sigma_3 - \sigma_2)}{\sigma_1 - \sigma_2}. \quad (3.7)$$

Osesimmetrik masalada $\sigma_2 = \sigma_3$ bo‘lganda parametr $\mu_\sigma = -1$, agar $\sigma_3 = \sigma_1$ va $\sigma_2 < \sigma_3$ bo‘lganda $\mu_\sigma = +1$. Agar $\mu_\sigma = 0$ bo‘lsa, toza siljish deb ataluvchi yuzaga keladi, unda $\sigma_1 = -\sigma_2$; $\sigma_3 = 0$.

Mizes-Shleyxer-Botkin nazariyasidan foydalanish gruntlarning mustahkamlik ϕ va S tavsiflarini eksperimental aniqlash u real muhandislik konstruksiyasida kuchlanganlik holatida bo‘lganda deb taxmin qilinib amalga oshiriladi.

Ko‘pchilik qoniqarli holatda Mor-Kulon mustahkamlik sharti gruntning

amalda o'zini tutishi bilan muvofiqlashadi, shuning uchun bu mustahkamlik nazariyasi geotexnik nazariya va amaliyotda eng ko'p rivojlanishga ega bo'ldi.

3.2. Qoya tog' jinslarining surilishga qarshiligi

Qoya tog' jinslarining surilishga qarshiligi umumiy holatda strukturali bog'lanish S_S bilan aniqlanadi.

Ularda ichki ishqalanish burchagi juda kichik bo'lgani uchun amaliy vazifalarni yechishda ular hisobga olinmaydi. Qoya tog' jinslarining surilishga qarshiligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$S = S_S, \quad (3.8)$$

bu yerda S – surilishga qarshilik (bo'laklanish);

S_S – kristallarning o'zaro bog'lanishi natijasida yuzaga kelgan strukturali bog'lanish.

Tenglama (3.8) ga asosan qoya tog' jinslarining surilishga qarshiligi (bo'laklanishi) normal bosim R ning qiymatiga bog'liq emas.

Laboratoriya sharoitida qoya tog' jinslarining mustahkamligi press yordamida jins namunasini ezish yordamida aniqlanadi. Bu tajribalar yordamida jinslarning bo'laklanishga qarshiligi aniqlanadi:

$$S = S_S = p_{ez}/2, \quad (3.9)$$

bu yerda p_{ez} – jinslarni ezishda mustahkamlik chegarasi.

Agar tajriba hajmiy yuklama holatda olib borilayotgan (stabilometrda) bo'lsa, unda jinslarning bo'laklanishga qarshiligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$S = S_S = (p_1 - p_2)/2, \quad (3.10)$$

bu yerda p_1 – jinslarning ezishdagi mustahkamlik chegarasi, jins namunasini yondan siqishdagi p_2 bo'lganda.

Shu tariqa olingan jinsning bo'laklanishida olingan qiymatni jinsning o'zining monolitdagisiga nisbatan olinishi kerak. Qoya tog' jinsining undagi yoriqliklar bilan birgalikdagi surilishga qarshiligi bo'yicha qiymatlarini maxsus tajribalar yordamida, har bir xususiy holat uchun yoriqliklarni (yo'nalishi, yoriqlikning jadalligi, yoriqlikni to'ldiruvchining tarkibi va b.) hisobga olgan holatda bajarish yo'li bilan aniqlash kerak.

3.1-misol. Pressda bir o'qli yuklamali holatda ohaktoshning namunasi ezilgan. Bu holatda ohaktosh namunasining qarshiligi $p_{ez}=500 \text{ kg/sm}^2=50 \text{ MPa}$ ga teng.

Ohaktoshning bo'laklanishga qarshiligini aniqlash kerak.

Yechim. Ifoda (3.9) yordamida ohaktoshning bo'laklanishga qarshiligini aniqlaymiz:

$$p_{ez}/2=500/2=250 \text{ kg/sm}^2=25 \text{ MPa}.$$

3.2-misol. Bo‘r namunasini uch o‘qli yuklamali holatda ezishga sinov o‘tkazilgan. Bu holatda har taraflama yondan siqishda $p_2=20 \text{ kg/sm}^2=2 \text{ MPa}$ bo‘lganda bo‘r namunasi yuklama $p_1=100 \text{ kg/sm}^2=10 \text{ MPa}$ bo‘lganda bo‘laklangan.

Bo‘rning bo‘laklanishga qarshiligini aniqlash kerak.

Yechim. Uch o‘qli yuklamalanish holatida sinovda bo‘rning bo‘laklanishga qarshiligini (3.10) ifoda bilan aniqlanadi:

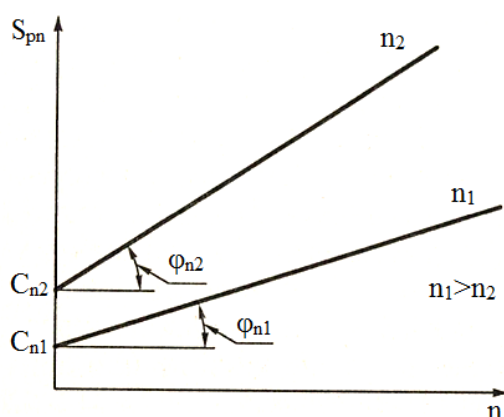
$$S = (p_1 - p_2)/2 = (100 - 20)/2 = 40 \text{ kg/sm}^2 = 4 \text{ MPa}.$$

3.3. Sochiluvchan gruntlarning siljishga qarshilik qilishi

Sochiluvchi gruntlarga nisbatan ularning siljishga qarshilik qilishini (3.2-rasm) mustahkamlikning ko‘rsatkichi sifatida quyidagi ifoda bilan aniqlanadi (N.N.Maslov, 1941-yil)

$$s_{pn} = p \operatorname{tg} \varphi_n + S_n, \quad (3.11)$$

bu yerda p – siljish maydoni bo‘yicha normal kuchlanish; φ_n – n g‘ovaklikdagi ichki ishqalanish burchagi; S_n – n g‘ovaklikdagi strukturali bog‘lanish.



3.2-rasm. Qumli gruntlarning zichligini hisobga olgan holda surilishga qarshilik qilishi

Eslatamiz, g‘ovaklik n - gruntni birlik hajmidagi g‘ovaklik hajmi, %.

S_{pn} , S_n va φ_n parametrlardagi p va n indeksleri N.N.Maslovning gruntlar mustahkamligiga bo‘lgan qarashlariga va u ishlab chiqqan zichlik-namlik nazariyasiga mos keluvchi alohida xususiyatlar hisoblanadi. Ular birdan fizik parametrlarga, gruntlar mustahkamligining uning zichligiga, siljishga qarshilik qilishini – zichlikka va normal kuchlanish qiymatiga bog‘liqlikni ko‘rsatish uchun foydalaniladi.

Sochiluvchan gruntlarda ichki ishqalanishning hosil bo‘lish samaradorligi faqat zarralarning o‘zaro siljishi bilan aniqlanmasdan, ularning aylanishi va tebranishiga ham bog‘liq bo‘ladi. Bunda sochiluvchan gruntlarning natijaviy ichki ishqalanish burchagi sezilarli darajada sochiluvchan jismlarning ayrim zarralarini qattiq yuzasi orasida hosil bo‘lgan quruq tashqi sirg‘alishdagi ishqalanish burchagidan farq qiladi.

Siljishda quruq sochiluvchan gruntlarning bog‘lanish kuchi zarralarning o‘zaro bir biri bilan ilashish kuchlari natijasidir. Ilashishning ta’siri sochiluvchan

gruntlar zichligi ortishi bilan ortadi (g'ovaklik n kamayadi). Sochiluvchan gruntlarning qisman namlanishi ulardagi g'ovaklikni to'ldiruvchi suvlarning yuza tortish kuchlari ta'sirida qo'shimcha bog'lanish kuchining paydo bo'lishiga olib keladi. Ammo namlanish gruntlar ichki ishqalanish burchagining o'zgarishiga ta'sir qilmaydi, chunki suv plenkasining qalinligi kamligi natijasida zarralarning tutash joylardagi qirralari bilan kesiladi va surilishda ishqalanish kuchining ta'siriga va to'liq hajmda tebranishga to'sqinlik qila olmaydi.

Sochiluvchan gruntlarda ilashishning qiymati juda keng chegarada o'zgaradi: 0 dan (bo'shoq holatida) 0,03 ... 0,05 MPa. Bir xil bo'lmagan sochiluvchan gruntlarda yirik fraksiyalar (qumli-graviyli-galkali gruntlar) bo'lganda odatda ilashish kerakli darajada katta va 0,1 ga, ayrim hollarda 0,2 MPa ga yetadi. Shuningdek ichki ishqalanish burchagi gruntidagi yirik fraksiya miqdorining ortishi, jins tuzilgan zarraning silliqilanishi kamayishi va uning zichligi ortishi bilan ortadi. Bu omillarga bog'liq holda ichki ishqalanish burchagi 24 dan 45° gacha va undan yuqoriga o'zgaradi. Qumlarda juda zich joylashuvdan bo'shoq joylashuvga o'tishda ichki ishqalanish burchagi 7 ... 12 va ayrim hollarda 15° gacha kamayadi.

Silliqlangan zarrali sochiluvchan gruntlarning hisobiy ichki ishqalanish burchagi qiymatining taxminiy miqdori (N.N.Maslov, 1941-yil) 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Sochiluvchan gruntlarning ichki ishqalanish burchagining hisobiy qiymatlari

Qumning turi	Ichki ishqalanish burchagi φ_n , °	
	Kam zichlikda	O'rtacha zichlikda
Nozik zarrali changli	26	28
Mayda zarrali	26	30
O'rtacha zarrali	28	32
Yirik zarrali	30	34
Graviy va galka bilan	32	36

O'rtacha sharoit uchun qumlarning ichki ishqalanish burchagini 30° ga teng olish mumkin.

3.3-misol. Ko'priikka olib keluvchidagi skeletning hajmiy og'irligi $\gamma_s=1,64 \text{ t/m}^3$ bo'lgan qum yuviladi. Qum ko'rsatilgan zichlikda bitta yuzali surilish asbobida surilishga sinalgan, natijada quyidagi ma'lumotlar olingan:

vertikal yuklama $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ bo'lganda surilishga qarshilik $S'_{pn}=0,8 \text{ kg/sm}^2=0,08 \text{ MPa}$;

vertikal yuklama $p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ bo'lganda surilishga qarshilik $S''_{pn}=1,5 \text{ kg/sm}^2=0,15 \text{ MPa}$;

vertikal yuklama $p_3=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa}$ bo'lganda surilishga qarshilik $S'''_{pn}=2,2 \text{ kg/sm}^2=0,22 \text{ MPa}$.

Qumning surilish ko'rsatkichlari: ichki ishqalanish burchagi φ_n va bog'lanish yuklamai S_n larni aniqlash kerak.

Yechim. Surish bo'yicha ma'lumotlar surilishga qarshilik S_{pn} ning normal yuklama p ga bog'liqlik grafigiga tushiriladi (3.2-rasmga qaralsin) va tajriba nuqtalari

to'g'ri chiziq bilan birlashtiriladi.

Bu to'g'ri chiziqning ordinata o'qi bilan kesishadigan bo'lagining bog'lanish yuklamasi ilashish S_n sifatida qabul qilinadi. Odatda uning qiymati grafikdan masshtab asosida olinadi. Misol sharti bo'yicha bog'lanish yuklamasi ilashishi teng bo'ladi

$$S_n = 0,1 \text{ kg/sm}^2 = 0,01 \text{ MPa}.$$

Ichki ishqalanish burchagi φ_n surilish to'g'risining yotish burchagi tangensi bo'yicha hisoblab aniqlanadi. Misol sharti bo'yicha tajriba nuqtalari surilish to'g'risida ideal yotgani uchun bu to'g'rining yotish burchagi tangensi teng bo'ladi:

$$\operatorname{tg} \varphi_n = \frac{s_{pn}^{11} - s_{pn}^1}{p_2 - p_1} = \frac{s_{pn}^{111} - s_{pn}^{11}}{p_3 - p_2} = \frac{1,5 - 0,8}{2 - 1} = \frac{2,2 - 1,5}{3 - 2} = 0,7.$$

Demak, $\varphi_n = 35^\circ$.

3.4-misol. Qumni stabilometrda bir xil zichlikda sinalganda quyidagi ma'lumotlar olingan:

yon bosim $p'_2 = 0,6 \text{ kg/sm}^2 = 0,06 \text{ MPa}$ bo'lganda namuna vertikal yuklama $p'_1 = 2,35 \text{ kg/sm}^2 = 0,0235 \text{ MPa}$ da maydalangan;

yon bosim $p''_2 = 0,85 \text{ kg/sm}^2 = 0,085 \text{ MPa}$ bo'lganda namuna vertikal yuklama $p''_1 = 3,10 \text{ kg/sm}^2 = 0,31 \text{ MPa}$ da maydalangan;

yon bosim $p'''_2 = 1,30 \text{ kg/sm}^2 = 0,13 \text{ MPa}$ bo'lganda namuna vertikal yuklama $p'''_1 = 4,30 \text{ kg/sm}^2 = 0,43 \text{ MPa}$ da maydalangan.

Qumning surilish o'lchamlarini aniqlash kerak.

Yechim. 1. Bosh kuchlanishlar farqiga $p_1 - p_2$ uchta Mor aylanasi chizamiz va aylanaga urinma o'tkazamiz (2(4)-rasm).

2. Bog'lanish yuklamasi ilashish S_n ni grafik masshtabini hisobga olib ordinata o'qini kesib o'tib Mor aylanasi urinma bo'lganini aniqlaymiz. Bu qiymat teng:

$$S_n = 0,2 \text{ kg/sm}^2 = 0,02 \text{ MPa}.$$

3. Mor aylanasi urinma bo'lganning og'ish burchagini aniqlaymiz. Buning uchun grafikdan har qanday ikkita ordinata S_{pn} belgilaymiz. Masalan, $p_1 = 2 \text{ kg/sm}^2 = 0,2 \text{ MPa}$ uchun $S_{pn} = 1,25 \text{ kg/sm}^2 = 0,125 \text{ MPa}$, $p_2 = 3 \text{ kg/sm}^2 = 0,3 \text{ MPa}$ uchun $S_{pn} = 1,80 \text{ kg/sm}^2 = 0,18 \text{ MPa}$.

Unda:

$$\operatorname{tg} \varphi_n = \frac{1,80 - 1,25}{3 - 2} = 0,55.$$

bundan $\varphi_n = 28^\circ 50'$.

3.4. Gilli gruntlarning siljishga qarshilik qilishi

Gilli gruntlarning siljishga qarshilik qilishi sochiluvchan gruntlarning siljishga qarshilik qilishiga nisbatan murakkabdir. Hozirgi vaqtda gilli gruntlarni

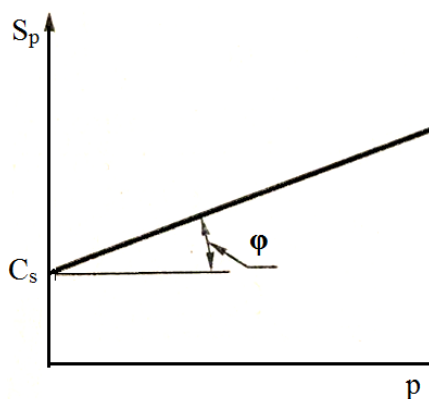
ngmustahkamligi N.N.Maslovning zichlik-namlik nazariyasi yoki K.Tersagini kuchlanish samaradorligi nazariyasi asosida aniqlanmoqda.

Zichlik-namlik nazariyasiga asosan gilli (bog‘langan) gruntlarning uchta asosiy xili mavjud: qattiq, skritoplastik va plastik.

Qattiq gillarga qadimgi, ko‘pincha yuqori mustahkamlik va zichlik bilan tavsiflanuvchi, yuklama ostida kengaymaydigan va tabiiyga yaqin holda qoladigan sementlashgan tub joy (to‘rtlamchi davrgacha) yotqiziqlar kiradi. Bu holatda namlik doimiy qiymatga ega bo‘ladi, gruntning bog‘lanish kuchi qiymati qattiq zarralar orasidagi sementlashgan tavsifli bog‘liqlikka ega mustahkamlik bilan aniqlanadi. Bunday gruntlarning siljishga qarshilik qilishi (3.3-rasm) quyidagi bog‘liqlik bilan aniqlanadi

$$s_p = p \operatorname{tg} \varphi + C_s, \quad (3.12)$$

bu yerda C_s – gruntning namlik-zichligiga bog‘liq bo‘lmagan strukturali bog‘lanishi.



3.3-rasm. Qattiq gillarning siljishga qarshiligi

Hozirgi holatda strukturali C_s bog‘liklikning bog‘lanish mustahkamligi gruntlarda sementatsiya jarayoni – kuydirish, kristallashuv va boshqalar bilan belgilanadi. Gruntning deformatsiyalanishida bu bog‘liqliklar aniq bilinuvchi mo‘rt va doimo orqaga qaytmas buzilish tavsifiga ega. C_s bog‘lanishi o‘ymalarni o‘yishda, yo‘l ko‘tarmasi va to‘g‘onlarni qurishda gruntlarni to‘kish va zichlashtirishda ular strukturasi sun‘iy buzilishiga juda bog‘liq.

Qattiq gilli gruntlarga ko‘pchilik to‘rtlamchi davrgacha bo‘lgan gilli jinslarni kiritish mumkin: mergelli va opokasimon gillar, argellitlar, alevrolitlar va boshqalar. Qattiq orqaga qaytmas bog‘liqlik, ya’ni strukturali C_s bog‘liqlik qattiq va yarim qattiq konsistensiyaga ega bo‘lgan to‘rtlamchi davr gillari uchun ham tavsiflidir.

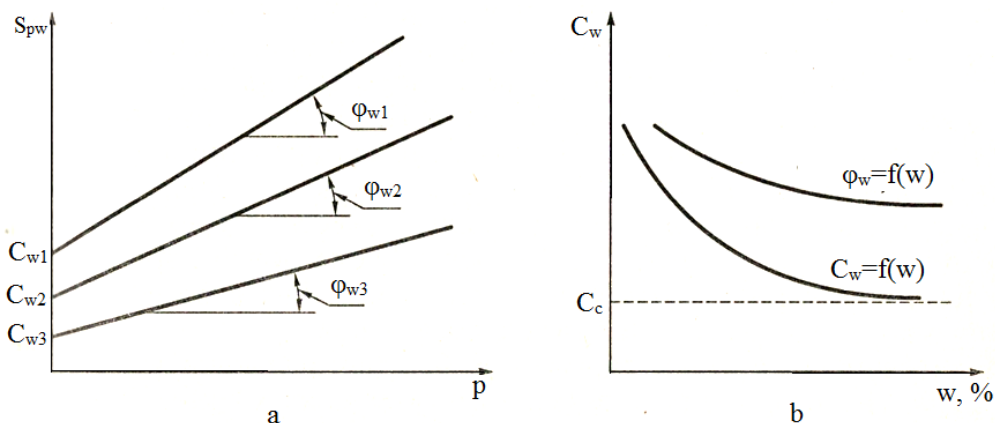
Skritoplastiklik gilli gruntlarning ichki strukturali bog‘liqligi juda murakkab tabiatga ega, ularning mustahkamligi gruntning zichlik-namlik holatining darajasi bilan aniqlanadi. Bu sharoitda siljishga qarshilik qilishning qiymati quyidagi bog‘liqlik bilan aniqlanadi

$$s_{pw} = p \operatorname{tg} \varphi_w + C_w, \quad (3.13)$$

bu yerda φ_w – w namlik bo‘lgandagi gruntning ichki ishqalanish burchagi; C_w - w

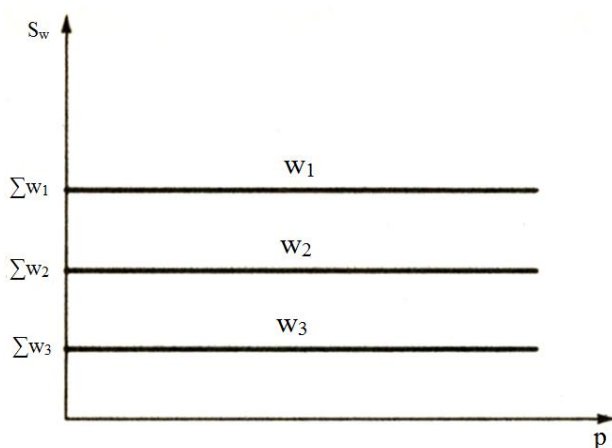
namlik bo'lgandagi umumiy strukturali bog'lanish qiymati.

(3.13) ifodaning grafik ko'rinishi yotiq to'g'ri chiziq bog'lamiga o'xshaydi (3.4, a-rasm), ularning har biri doimiy gruntning zichlik-namlik qiymatiga ega.



3.4-rasm. Skritoplastik gilli gruntlarning siljishga qarshilik qilishi (a) va umumiy strukturali bog'lanish va ichki ishqalanish burchagining namlikka bog'liqligi (b)

Abssissa o'qiga $s_{pw}=f(p)$ funksiyasining og'ish burchagini har xilligiga alohida ahamiyat berish kerak. Gruntning zichligi ortishi va uning w namligining kamayishi avvalambor gruntning ichki ishqalanish ϕ_w burchagining ortishiga olib keladi. ϕ_w burchakni o'zi zichlik-namlik nazariyasiga asosan haqiqiy gilli gruntlarning ichki ishqalanish burchagi hisoblanadi. Umumiy C_w strukturali bog'lanish kerakli darajada murakkab fizik tabiatga ega, bu holat umumiy bog'lanishning namlikka bog'liqlik grafigi ko'rilayotganda yaxshi bilinadi. Uning qiymati ordinata o'qini $s_w=f(p)$ to'g'ri bilan kesishda (3.4-rasm) hosil bo'lgan oraliq o'lchamiga bog'liq. $S_w=f(w)$ funksiyasining grafigi (3.5-rasm) aniq ajralib turuvchi gorizontali asimptotaga ega. Bu umumiy S_w strukturali bog'lanish tarkibida grunt namligining o'zgarishi deyarli ta'sir qilmaydigan qandaydir qismi borligidan guvohlik beradi.



3.5-rasm. Gilli grunt plastik turining siljishga qarshilik qilishi

Bu holat, ya'ni umumiy S_w strukturali bog'lanishning borligi gilli gruntlarda strukturali bog'liqlikning mustahkamligini ikkita turi borligi to'g'risida fikr yuritishga olib keladi. Uning bir qismi mo'rt sementlashgan buzilganda tiklanmaydigan va shuning uchun orqaga qaytmaydigan bog'liqlik alomatiga ega.

Bu bog‘liqlik qattiq S_s strukturali bog‘lanish mustahkamligi bilan ajralib turadi. Gilli gruntlarda umumiy S_w strukturali bog‘lanishning boshqa qismi suv-kolloid tabiatga ega bo‘lgan mustahkam bog‘liqlikka to‘g‘ri keladi.

Gilli gruntlarda bunday bog‘liqlikning borligi ularni namlanish darajasiga bog‘liq holda ko‘p marotaba qattiq holatdan oquvchanlik holatiga va aksincha qattiq holatga o‘tish imkonini beradi.

Gilli gruntlar tarkibidagi nozik zarralar va ularni o‘rab turuvchi, shuningdek g‘ovakliklarini to‘ldiruvchi hamma ko‘rinishdagi suvlar (plenkali mahkam bog‘langan, bo‘sh bog‘langan, gravitatsion va boshqalar) bilan birgalikda ularda alohida strukturali bog‘lanishni shakllantiradi. Bu alohida strukturali bog‘lanishning mustahkamligi strukturali mustahkamligini bir necha ulushidan, xususan Σ_w bog‘lanish-mustahkamligidan iborat. Unda umumiy S_w bog‘lanish kuchini quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$C_w = \Sigma_w + C_c. \quad (3.14)$$

Bu bog‘liqlikni hisobga olib (3.13) ifodani, skritoplastik turidagi gilli gruntarning siljishga qarshilik qilishini boshqacha yozish mumkin:

$$s_{pw} = \text{ptg}\varphi_w + \Sigma_w + C_c. \quad (3.15)$$

Suv-kolloid tabiatli strukturali bog‘liqlikning muhim ahamiyatidan birini ko‘rib o‘tamiz. Kerakli darajada uzoq davom etuvchi geologik vaqtda cho‘kindi tog‘ jinsi sifatida grunt yotqiziqlarining shakllanishida suv-kolloid qobiqlar diagenез (zichlashish) va epigenез (sementlashuv) jarayonida kolloid qarish jarayoniga uchraydi. Bu holatda zarraning yuzasidagi suvli qobiq yupqalashadi va gruntning namligi kamayadi. Grunt o‘zining plastikligini yo‘qotib qandaydir qattqlikni oladi. Kolloid qobiq qarishi natijasida o‘zining egiluvchanligini, gidrotatsiya va degidrotatsiyada to‘liq tiklanish qobiliyatini yo‘qotadi. Asta-sekin gilli gruntlarda ichki suv-kolloid bog‘liqlik qattqlashadi. Grunt Σ_w bog‘lanish ulushi mos ravishda kamayadi. Aksincha qattiq strukturali S_s bog‘lanishga to‘g‘ri keluvchi bog‘lanish ulushi ortadi. Bu holatda gilli gruntlar yuqori qattqlik va mustahkamlikka erishadi.

Plastik gilli gruntlar geologik yoshi bo‘yicha og‘ir suglinokli yosh yotqiziqlarga va yog‘li gillarga mansubdir. Bunday gruntlarda suv-kolloid qobiq rivojlanishi natijasida ulardagi mineral zarralar o‘zaro tutashmaydilar. Shuning uchun grunt skeletining zarralari orasidagi ishqalanish kuchi amalda nolga teng yoki unga yaqin, natijada ishqalanish koeffitsiyenti va burchagi nol qiymatga ega. Plastik gillarning siljishga qarshiligi normal kuchlanish qiymatiga bog‘liq emas. Yuqoridagilarni inobatga olib quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$s_w = \Sigma_w \quad (3.16)$$

(3.16) funksiyaning grafik ko‘rinishi, gruntning qandaydir w namligiga bog‘liq abssissa o‘qiga parallel bo‘lgan to‘g‘ri chiziqlardan iborat (2.5-rasm).

Geotexnik amaliyotida, odatda gruntlarni birorta mexanik usul bilan

kovlash, ularni transportirovka qilish, to'kish, tekislash va zichlashtirish talab qilinadi. Xususan bu avtomobil va temir yo'llarini, gidrotexnik inshootlarning gruntli to'g'onlarni qurishda kuzatiladi. Bu holatda gilli gruntlarda qattiq sementlashgan strukturali bog'liqligi orqaga qaytmas holida buziladi, natijada grunt mustahkamligining kamayishiga olib keladi, chunki $S_s=0$.

Buzilgan strukturali gruntlarga tegishli skritoplastik turdagi gilli gruntlarning siljishga qarshilik qilishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$s_{pw}=ptg\varphi_w + \Sigma_w. \quad (3.17)$$

Gilli gruntlarda qattiq strukturali bog'liqlikning buzilishi va siljishda ular mustahkamligining kamayishi uzoq va juda katta siljish deformatsiyasida yuz berishi mumkin, bu holatni tirgovich inshootlari asosida, tabiiy tog' yon bag'irlarining gruntli massivida va transport inshootlarining yo'l poyini yon bag'irlarida kuzatish mumkin. Shuning uchun gilli gruntlarda uzoq davom etuvchi mustahkamlik deb ataluvchi tushunchasi amaliy ahamiyatga ega.

Zichlik-namlik nazariyasi bo'yicha gruntlarning uzoq davom etuvchi siljish mustahkamligi odatda vaqt davomida uzoq davom etuvchi yoyiluvchanlik deformatsiyasi bilan birgalikda ko'riladi.

Agar bunday deformatsiyalar bo'lmasa gruntlarning uzoq davom etuvchi mustahkamligi uni tez siljishda aniqlanadigan mustahkamligidan hech ham farq qilmaydi. Bu holatda (3.12), (3.13) va (3.16) ifodalar bir vaqtda gilli gruntlarning uzoq davom etuvchi mustahkamligiga mos keladi.

Ammo grunt odatda qattiq strukturali bog'liqlikning asta-sekin buzilishiga olib keluvchi uzoq davom etuvchi yoyiluvchanlik deformatsiyasiga uchrasa, uning uzoq davom etuvchi mustahkamligi quyidagi bog'liqliklar bilan ifodalanadi:

qattiq gillarning uzoq davom etuvchi mustahkamligi –

$$s_p=ptg\varphi; \quad (3.18)$$

skritoplastik gillarning uzoq davom etuvchi mustahkamligi –

$$s_{pw}=ptg\varphi_w + \Sigma_w; \quad (3.19)$$

plastik gillarning uzoq davom etuvchi mustahkamligi –

$$s_w= \Sigma_w. \quad (3.20)$$

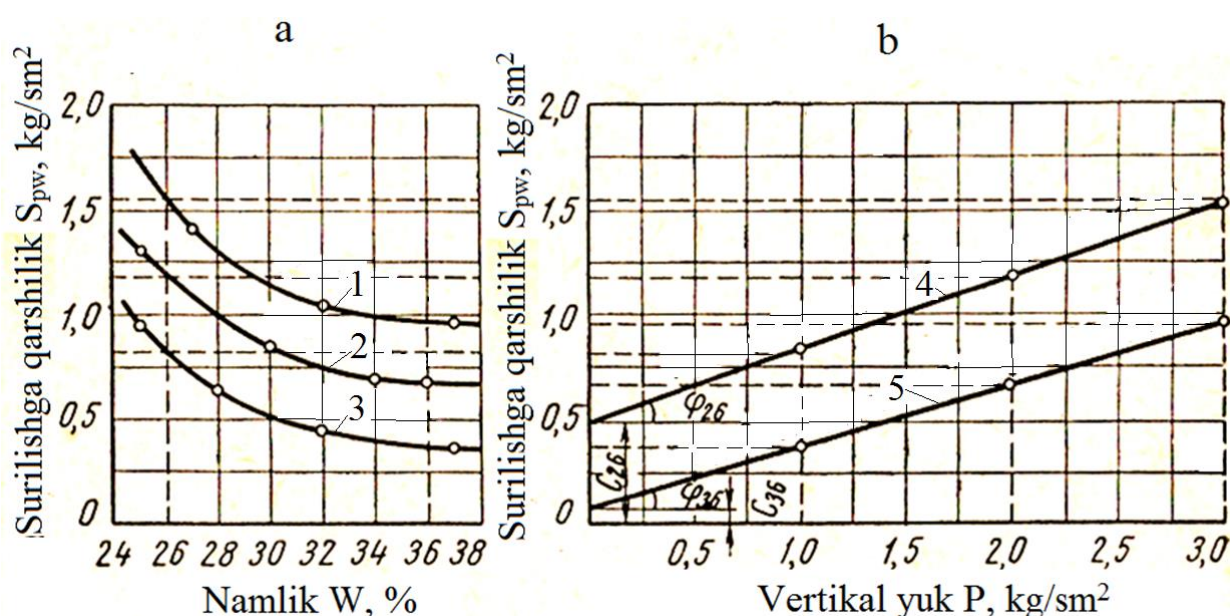
3.2-misol. Gilli gruntning surilishga qarshiligini tugallanmagan konsolidatsiya usuli bilan to'g'ri suruvchi asbobida aniqlangan.

Sinov natijasida quyidagi ma'lumotlar olingan (3.2-jadval).

Gilli gruntlar namligi $W_1=26\%$ va $W_2=36\%$ bo'lganda surilish parametrlarini qiymatlari φ_w va S_w ni aniqlang.

Yechim. 1. 9-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga asosan surilishga qarshilikning namlikka bog'liqlik grafigi (3.6, a-rasm) quriladi.

Normal yuk $p_1=1$ $kg/sm^2=0,1 MPa$	Surilishdan keyingi grunt namligi $W, \%$	25	28	32	37
	Gruntning surilishga qarshiligi $S_{pw}, kg/sm^2 (0,1MPa)$	0,95	0,65	0,45	0,35
Normal yuk $p_2=2$ $kg/sm^2=0,2 MPa$	Surilishdan keyingi grunt namligi $W, \%$	25	30	34	36
	Gruntning surilishga qarshiligi $S_{pw}, kg/sm^2 (0,1MPa)$	1,30	0,85	0,70	0,65
Normal yuk $p_3=3$ $kg/sm^2=0,3 MPa$	Surilishdan keyingi grunt namligi $W, \%$	25	27	32	37
	Gruntning surilishga qarshiligi $S_{pw}, kg/sm^2 (0,1MPa)$	1,75	1,40	1,05	0,95



1- $p=3 kg/sm^2$; 2- $p=2 kg/sm^2$; 3- $p=1 kg/sm^2$;

4- $W_1=26\%$; $\varphi_{26}=19^\circ 28'$; $C_{26}=0,5 kg/sm^2$;

5- $W_1=36\%$; $\varphi_{36}=16^\circ 42'$; $C_{36}=0,08 kg/sm^2$;

3.6-rasm. Gilli gruntlarning surilishga qarshiligining: *a*-namlikka va *b*-vertikal yukka bog‘liqlik grafigi

2. Absissa o‘qidagi nuqtalardan, namlikni mos ravishda 26% va 36% qiymatlarida surilishga qarshilikni namlikka bog‘liqligini egrisigachang perpendikulyar o‘tkaziladi. Perpendikulyarlarni ko‘rsatilgan egrilar bilan kesishgan nuqtasi berilgan gruntning berilgan yuklar 1, 2 yoki 3 $kg/sm^2=0,3 MPa$ va namlik 26% yoki 36% larda surilishga qarshiligini S_{pw} ko‘rsatadi.

3. S_{pw} ni aniqlangan qiymatidan surilishga qarshilikning yukka bog‘liqlik grafigi (13, b-rasm) chiziladi va surilishning φ_w va S_w lar parametrlari aniqlanadi.

Bunda S_{pw} va r orasidagi chegaraviy holat chiziqli tenglama (3.13) bilan aniqlanadi deb qabul qilinadi.

Ko‘rsatilgan tenglamaga grafik holatda ordinata o‘qini kesuvchi S_w ning bo‘lagi, absissaga φ_w burchagi ostida qiyalagan to‘g‘ri chiziq mos keladi.

Umumiy bog‘lanishning S_w ning qiymati chizmadan masshtab yordamida aniqlanadi, ichki ishqalanish burchagi – tangens bo‘yicha.

Misol shartiga asosan gilli gruntlarning namligi $W_1=26\%$ bo‘lganda $S_w=0,50 \text{ kg/sm}^2$, namlik $W_2=36\%$ bo‘lganda $S_w=0,08 \text{ kg/sm}^2=0,008 \text{ MPa}$.

Ichki ishqalanish burchaklar surilish to‘g‘risining har qanday ikkita nuqtasidan hisoblab aniqlash mumkin.

Namlik 26% bo‘lganda ichki ishqalanish burchagining qiymati φ ni grafikdan aniqlanadigan S_{pw} qiymati bo‘yicha aniqlash mumkin, masalan, yuk $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,01 \text{ MPa}$ va $p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ bo‘lganda:

$$S'_{pw}=0,85 \text{ kg/sm}^2=0,085 \text{ MPa}, S^{II}_{pw}=1,20 \text{ kg/sm}^2=0,12 \text{ MPa},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{26} = \frac{1,20 - 0,85}{2 - 1} = 0,35.$$

$$\varphi_{26} = 19^\circ 28'.$$

Gilli gruntlar uchun namlik 26% bo‘lganda ichki ishqalanish burchagining qiymati φ ni o‘sha normal yuklamalanishlar $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ va $p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ bo‘lganda aniqlaymiz:

$$S'_{pw}=0,35 \text{ kg/sm}^2=0,035 \text{ MPa}; S^{II}_{pw}=0,65 \text{ kg/sm}^2=0,065 \text{ MPa};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{36} = \frac{0,65 - 0,35}{2 - 1} = 0,03;$$

$$\varphi_{26} = 16^\circ 42'.$$

Xuddi shunday usul bilan namlikning $W=25\%$ dan $W=37\%$ gacha bo‘lgan har qanday qiymatida φ_w va S_w larni aniqlash mumkin.

3.3-misol. Gilli gruntlarda tugallanmagan konsolidatsiya usuli bilan surilish bo‘yicha tajriba o‘tkazilib ichki ishqalanish burchagi φ_w va umumiy bog‘lanish yuklamasi S_w larning quyidagi qiymatlari olingan (3.3-jadval).

3.3-jadval

Namlik $W, \%$	26,5	27,3	29,0	30,5	32,0
Ichki ishqalanish burchagi φ°	16	14	12	11,3	11
Umumiy bog‘lanish yuklamasi $S_w, \text{kg/sm}^2 (0,1 \text{ MPa})$	0,23	0,17	0,09	0,075	0,75

Aniqlash kerak: 1) namlik 28% da vertikal yuk $p=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ bo‘lganda gruntning surilishga qarshiligini;

2) gruntlarning strukturali bog‘lanishi S_s va bog‘lanishi $\sum_w$ larning qiymatini.

Yechim. 1. 3.3-jadvalda keltirilgan ma‘lumotlarga asosan φ_w va S_w larni namlikka bog‘liqlik grafigi quriladi.

2. Grafikdan φ_{28} va S_{28} larning qiymatlari olinadi. Keltirilgan misolda ular teng bo‘ladi: $\varphi_{28}=12^\circ$ va $S_{28}=0,13 \text{ kg/sm}^2=0,013 \text{ MPa}$.

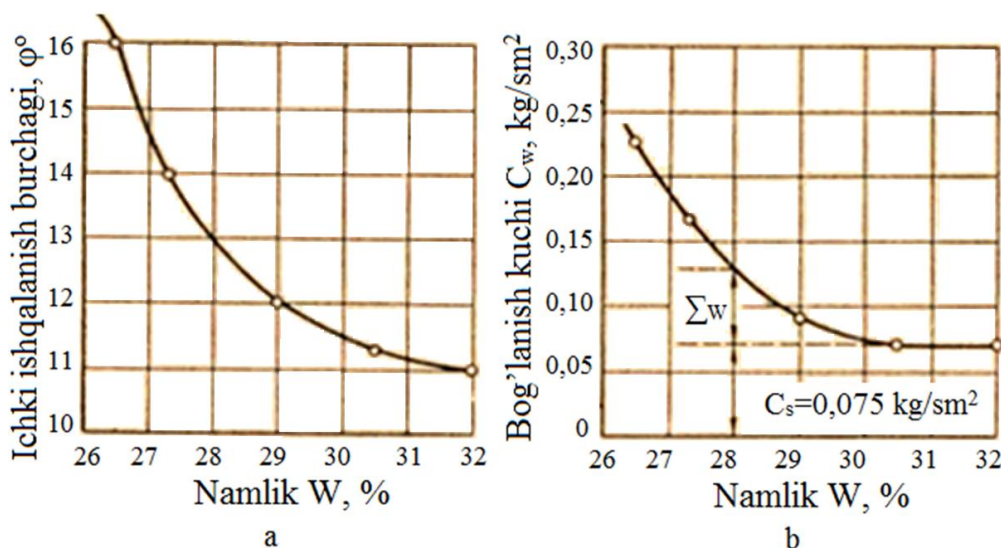
3. Aniqlangan qiymatlardan gilli gruntlarning surilishga qarshiligi $2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ yuk ostida namlik 28% bo‘lganda aniqlanadi:

$$S_{pW}=rtg\varphi_W+C_W=2tg12^{\circ}+0,13=2\cdot 0,21+0,13=0,54\text{ kg/sm}^2=0,054\text{ MPa}.$$

4. Umumiy bog‘lanish yuklamasini S_W ni bog‘lanish Σ_W va strukturali bog‘lanish S_S ga ajratish 3.7, *b*-rasmga asosan olib boriladi. Keltirilgan misol sharoitida u teng bo‘ladi:

$$S_S=0,075\text{ kg/sm}^2=0,0075\text{ MPa};$$

$$\Sigma_W=0,13-0,08=0,05\text{ kg/sm}^2=0,005\text{ MPa}.$$



3.7-rasm.

Namlikning *a*-ishqalanish burchagiga va *b*-bog‘lanish yuklamasiga bog‘liqlik grafigi

Xulosa. Gruntlar o‘ta murakkab fizik tana bo‘lib, ularning holati birlamchi tog‘ jinslarining kelib chiqishiga bog‘liq. Gruntlarning turiga, zichlik-namligiga bog‘liq ravishda har xil strukturali bog‘lanishlar shakllanadi, natijada ularning mustahkamligi ham har xil bo‘ladi..

Nazorat savollari:

1. Gruntlarning mustahkamlik ko‘rsatkichi deb nimaga aytiladi ?
2. Gruntlarning surilishga qarshilik tushunchasi ?
3. Sochiluvchan gruntlarning surilishga qarshiligi ?
4. Gilli gruntlarning surilishga qarshiligi ?
5. Laboratoriya sharoitida gruntlarning qarshiligi qanday aniqlanadi ?
6. Qoya tog‘ gruntlarining qarshiligi qanday aniqlanadi ?
7. Mustahkamlik chegarasi tushunchasi ?
8. Kulon va Mor qonunlari ?
9. Namlik-zichlik nazariyasi ?
10. Suv-kolloidli bog‘liqlik ?

Tayanch iboralar: Mustahkamlik, qarshilik, bog‘langan va bog‘lanmagan grunt, mustahkamlik chegarasi, bog‘lanish kuchi, ichki bog‘lanish burchagi, normal kuchlanish, surilishga qarshilik, strukturali bog‘lanish.

4 BOB. GRUNTLI ASOSNING YUK KO'TARISH QOBILIYATI

4.1. Normal kuchlanishni hisobga olmasdan gruntli asos mustahkamligini baholash

Muhandislik inshootining gruntli asosidagi normal va urinma kuchlanish qiymatlari va tavsifini, shuningdek turli gruntlarni ularning ta'siriga qarshi tura olish qobiliyatini bilish umuman asosning yuk ko'tara olish qobiliyati to'g'risidagi masalani yechishga imkon beradi.

Inshoot asosini yuk ko'tarish qobiliyatini eng sodda usulda baholash asos grundi mustahkamligi faqat bog'lanish Σ_w kuchi yoki qattiq S_s strukturali bog'lanishdan iborat bo'lganda bajariladi. Bunday gruntlarga avval ta'kidlanganidek plastik konsistensiyali gilli gruntlar ($\varphi_w=0$, $S_s=0$), qattiq gillar va qoya tog' gruntlari kiradi.

Asos gruntning ichki ishqalanish burchagi katta bo'lmaganda $\varphi_w>5^\circ$ inshoot asosining kuchlanganlik holatini hisobga olib gruntning yuk ko'tarish qobiliyatini baholash umumiy prinsipga asosan olib boriladi. Bunda asos gruntning siljishga S_{insh} qarshilik qilishini ta'sir qiluvchi urinma τ kuchlanishga nisbati bilan ifodalanuvchi ustuvorlikning zaxira K_{zax} koefitsiyent bilan aniqlanadi:

$$K_{zax} = \frac{S_{insh}}{\tau}. \quad (4.1)$$

Agar $K_{zax}>1$ bo'lsa, gruntning mustahkamligi ta'minlangan deb faraz qilinadi. $K_{zax}=1$ bo'lganda mustahkamlik bo'yicha gruntning holati chegaraviy bo'ladi. Nihoyat gruntning mustahkamligi buzilganda $K_{zax}<1$ bo'ladi.

Aniq muhandislik masalasi sharoitiga bog'liq holda ushbu prinsip hisobiy nuqtada, shuningdek umuman hamma gruntli asosning elementi sifatida mustahkamlik va ustuvorlikni baholash uchun ishlatilishi mumkin. Odatda mustahkamlikni baholash uchun mumkin bo'lgan uchta variantdan bittasi ko'riladi:

- hisobiy $A(z, x)$ nuqtada asos gruntning mustahkamligi;
- hisobiy $A(z, x)$ nuqtada berilgan maydon bo'yicha uning oriyentatsiya burchagi δ bilan asosi gruntning mustahkamligi;
- umuman inshootning gruntli asosi mustahkamligi.

Asosdagi erkin hisobiy $A(z, x)$ nuqtada asos gruntning mustahkamligini baholash. Bu holatda 2-bobda Mor diagrammasi (2.21, *a*-rasm) yordamida ko'rilgan nuqtada asosning kuchlanganlik holati elementi tahliliga murojaat qilish kerak. Har qanday berilgan nuqta orqali cheksiz ko'p maydon o'tkazish mumkin. Maydonlar ichida ta'sir qiluvchi urinma kuchlanish maksimal bo'lgan, ya'ni $\tau=\tau_{max}$, ikkita o'zaro ortogonal maydon mavjud. Bunda ularning bosh kuchlanishning ta'sir yo'nalishiga og'ish burchagi $\delta=45^\circ$. Bu sharoitda nuqtada gruntning mustahkamligi buzilishining bo'lishi ehtimolligi bu maydonlarda maksimal bo'ladi, shuning uchun K_{zax} ning qiymati (4.1) ifodaga mos ravishda quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{zax} = \frac{S_{insh}}{\tau_{max}}. \quad (4.2)$$

Berilgan birorta hisobiy $A(z, x)$ nuqtada τ_{max} ning bosh kuchlanishning qiymtiga bog'liqligini hisobga olib (2.35) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi

$$K_{zax} = \frac{2s_{in}}{\sigma_1 - \sigma_2}. \quad (4.3)$$

Yoki bir tekis tarqalgan yuklama R_0 uchun (2.36) ifodani hisobga olgan holda quyidagini olamiz

$$K_{zax} = \frac{\pi s_{in}}{P_0 \sin \alpha}, \quad (4.4)$$

bu yerda α – ko'rish burchagi.

Ta'kidlash kerakki, talab qilingan τ_{max} qiymatni grafiklar bo'yicha (2.18 yoki 2.29-rasmlar) asosga qo'yilgan har xil shakldagi tashqi R_0 yuklamaga nisbatan aniqlash mumkin.

4.1-misol. Gruntning asosdagi siljishga qarshilik qilishi $s_w=0,06$ MPa bo'lganda 2.1-misolning shartiga asosan $A(z, x)$ nuqtadagi gruntning mustahkamlik darajasini aniqlash kerak.

Yechim. 2.1-misolda keltirilgan $A(z, x)$ nuqtada vazifani yechish natijasida quyidagi bosh kuchlanishlar qiymatlari aniqlangan: $\sigma_1=0,112$ MPa, $\sigma_2=0,01$ MPa. (4.3) ifoda bo'yicha $K_{zax}=(2 \cdot 0,06)/(0,112-0,01)=1,18 > 1,0$, ya'ni hisobiy nuqtada mustahkamlik ta'minlangan.

Hisobiy $A(z, x)$ nuqtadagi berilgan maydon bo'yicha asos gruntning mustahkamligini baholash. Oldingi holatdan farqli ravishda bu variantda zaxira K_{zax} koeffitsiyentni aniqlashda aniq maydon bo'yicha dastlab qo'shimcha urinma kuchlanishning qiymatini aniqlash kerak. Bunday holat amaldagi masalalarda ko'pincha asosning muhandis-geologik tuzilishidan, uning bir xil emasligidan, qatlamlarning burchak ostida yotishida yoki mustahkamligi kam qatlamchalarni bo'lishidan kelib chiqadi.

$\omega=2\delta$ bo'lgan Mor diagrammasiga (2.21-rasm) murojaat qilamiz. Oriyentatsiya burchagi δ bo'lgan maydon bo'yicha nuqtada ta'sir qiluvchi urinma τ_δ kuchlanishning qiymati, (2.3) va (2.35) ifodalarni hisobga olib teng bo'ladi:

$$\tau_\delta = \tau_{max} \sin 2\delta. \quad (4.5)$$

Unda berilgan maydon bo'yicha grunt mustahkamligining zaxira koeffitsiyenti qiymati quyidagidan aniqlanadi:

$$K_{zax} = \frac{s_{in}}{\tau_{max} \sin 2\delta}. \quad (4.6)$$

Agar bir tekis tarqalgan yuklama P_0 mavjud bo'lsa, (4.6) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$K_{zax} = \frac{\pi S_{in}}{P_0 \sin \alpha \sin 2\delta}. \quad (4.7)$$

Umumiy holda inshootning gruntli asosi mustahkamligini baholash. Global va umumlashtirilgan pozitsiya bo'yicha umuman inshootning gruntli asosi mustahkamligini baholashda, amaldagi urinma kuchlanish nuqtai nazaridan ko'p miqdordagi hisobiy nuqtalar ichida shunday nuqtani tanlash kerakki, unda grunt eng noqulay sharoitda ishlasin. Bunday nuqtalar tarkibiga bo'lishi mumkin bo'lgan τ_{max} lar ichida eng maksimal urinma kuch, shuning uchun ularni $\tau_{max max}$ - maksimum maksimum deb ataluvchi, ta'sir qiluvchi nuqtalar taalluqli bo'ladi. Bu nuqtalarning geometrik o'rni (1 bobga qaralsin) o'zining diametridek yuklangan maydonga tiriluvchi aylana hisoblanadi. Bu holatda ko'rish burchagi 90° ga teng, $\sin \alpha = 1$ va:

$$\tau_{max max} = \frac{P_0}{\pi}. \quad (4.8)$$

Unda bu sharoitlar uchun ustuvorlikning zaxira koeffitsiyent umuman quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$K_{zax} = \frac{\pi S_{in}}{P_0}. \quad (4.9)$$

Bir xil gruntli yarimfazoga nisbatan (4.9) ifodani qo'llash, tashqi R_0 yuklamaning berilgan qiymatini asosga qo'yilganda, faqat K_{zax} ni qiymatini aniqlab qolmasdan, qattiq gillar uchun berilgan strukturali S_s bog'lanish yoki plastik gilli va bo'sh gruntlar uchun Σ_w bog'lanish qiymatlaridan kelib chiqib *xafsiz yuklama* ($P_0 = P_{havf}$) qiymatini ham baholash imkonini beradi.

Buning uchun (4.9) ifodada $K_{zax} = 1$ deb qabul qilinsa yetarli bo'ladi. Bu asos gruntining hech qanday nuqtasida buzilish bo'lmaydi degan shartga teng. Unda (4.9) ifodaga asosan quyidagi ifodani yozish mumkin

$$P_0 = P_{xavf} = \pi S_{in}. \quad (4.10)$$

Gruntlarni siljishga qarshilik qilishini hisobga olgan holda (4.10) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

qattiq gil va qoya tog' jinslari uchun:

$$P_{xavf} = \pi S_s; \quad (4.11)$$

plastik gillar va bo'sh gruntlar uchun:

$$P_{xavf} = \pi \Sigma_w. \quad (4.12)$$

Olingan ifodaga asosan xavfsiz yuklama P_{xavf} berilgan gruntning siljishga qarshilik qilishidan taxminan uch marotaba ko'p bo'ladi.

(4.11) va (4.12) ifodalar juda qattiq talablarga rioya qilib tuzilganini ta'kidlash kerak. Shuning uchun biz xavfsiz yuklama P_{xavf} deb yuqori zaxira bilan aniqlangan yuklamani tushunamiz, u berilgan inshoot uchun ruxsat berilgan qiymatdir. P_{xavf} ni aniqlash ko'p holatlar uchun foydali bo'ladi, chunki ma'lum bir sharoitda daslabki hisoblardan voz kechish mumkin bo'ladi.

Ko'p darajada yo'l ko'tarmasining asosini yuklanish tavsifiga mos keluvchi uchburchakli yuklamaga mos ravishda, bo'sh gruntlar uchun $P_{havfsiz}$ ni qiymati $\tau_{max,max}=0,256P_0$ qiymatni hisobga olib (2.29-rasm) quyidagiga teng bo'ladi

$$P_{xavf}=1/0,256\Sigma_w=3,9 \Sigma_w . \quad (4.13)$$

Grunt xilini hisobga olib umumiy ustuvorlikning zaxira koeffitsiyentni baholashga taalluqli quyidagilarga ega bo'lamiz:

qattiq gil va qoya tog' jinslari:

$$K_{zax} = \frac{\pi C_c}{P_0}; \quad (4.14)$$

plastikli gill va bo'sh gruntlar uchun:

$$K_{zax} = \frac{\pi \Sigma_w}{P_0}. \quad (4.15)$$

4.2-misol. Grunt yuzasiga inshootdan bir tekis tarqalgan yuklama 0,15 MPa ta'sir qiladi. Asosi siljishga qarshilik qilishi $\Sigma_w=0,07$ MPa dan katta bo'lmagan bo'sh grunt dan iborat. Umuman asos ustuvorligining darajasini baholash talab qilinadi.

Yechim. (4.15) ifodaga asosan: $K_{zax}=3,14 \cdot 0,07/0,15=1,47$ ega bo'lamiz.

Bu berilgan misolda zaxira koeffitsiyent $K_{zax}>1$, bu berilgan yuklamada ko'rilyotgan inshoot asosining mustahkamlik zaxirasi juda kattaligidan dalolat beradi. $K_{zax}<1$ bo'lganda asosni mustahkamligi uning hamma nuqtasida so'zsiz qoniqarli emas.

Agar muhandislik inshooti qandaydir qiymatga chuqurlashtirilgan h_{chuq} bo'lsa, unda asosning yuza sathiga qo'yilgan xavfsiz P_{havf} yuklamani baholashda (4.11) va (4.12) ifodalarda o'ng qismiga yana bir qo'shimchani $\gamma \cdot h_{chuq}$ qo'shish kerak. Bu qo'shiluvchi kotlovandan kovlab olingan tuproqning solishtirma og'irligi γ bo'lganda solishtirma og'irlik kuchining ta'sirini hisobga oladi.

4.3-misol. Loyihalanayotgan inshootning yer yuzasi sathida gruntga $P_{in}=0,15$ MPa yuklama berish imkonini baholash talab qilinadi. Asos zich plastik gildan iborat. Tabiiy holatdagi zichlik-namlikda gruntning bog'lanish kuchi $\Sigma_w=0,065$ MPa. Poydevorning chuqurlashish qiymati $h_{chuq}=1,5$ m, gruntning solishtirma og'irligi $\gamma_w=19$ kN/m³=0,019 MN/m³.

Yechim. $P_{in}=P_0+\gamma_w h_{chuq}$ tengligini hisobga olib poydevor osti sathida gruntli asosga inshoot og'irligidan tushuvchi kuch $P_0=P_{insh}-\gamma_w h_{chuq}=0,15-0,019 \cdot 1,5=0,122$ MPa. (3.12) ifodadan, ya'ni $P_{xavf}=3,14 \cdot 0,065=0,204$ MPa olamiz.

$P_{xavf} > P_0$ bo'lgani uchun R_{insh} ga so'zsiz ruxsat bersa bo'ladi va bu holat uchun hech qanday qo'shimcha hisob ishlari kerak emas.

Normal kuchlanish ta'sirini hisobga olmasdan gruntning mustahkamligini baholash uchun avval keltirilgan ifodalarni gruntning ichki ishqalanish burchagi φ_w kichik qiymatga ega va $0 < \varphi_w < (5 \dots 7^\circ)$ oralig'ida bo'lsa qandaydir qo'shimcha zaxira bilan muvaffaqiyatli qo'llash mumkin.

4.2. Normal kuchlanish ahamiyatini hisobga olib gruntli asosning mustahkamligini baholash

4.2.1. Sochiluvchan gruntlarning mustahkamlik va ustuvorlik sharti

Agar gruntli asosda mustahkamligi bog'lanish kuchidan tashqari, ichki ishqalanish burchagining omili bo'lgani uchun, ichki ishqalanish φ kuchi bilan aniqlanadigan gruntlar yotsa unda asosning yuk ko'tarish qobiliyatini baholash bir qator xususiyatga ega bo'ladi.

Bu holatda siljishga qarshilik qilish quyidagi bog'liqliklar bilan ifodalanadi: sochiluvchan (bog'lanmagan) gruntlar uchun –

$$s_{pw} = p \operatorname{tg} \varphi_n + C_n; \quad (4.16)$$

ckritoplastik gillar uchun –

$$s_{pw} = p \operatorname{tg} \varphi_n + C_w; \quad (4.17)$$

Avval ta'kidlanganidek, gruntli asosning ixtiyoriy nuqtasidagi kuchlanganlik holati Mor diagrammasi bilan tavsiflanadi, ammo (4.17) yoki (4.16) bog'liqliklarni, ya'ni gruntning mustahkamligini hisobga olib, faqat ikkita holat bo'lishi mumkin.

Birinchisida hisobiy nuqtada grunt chegaraviy holatda yotadi – $K_{zax} = 1$.

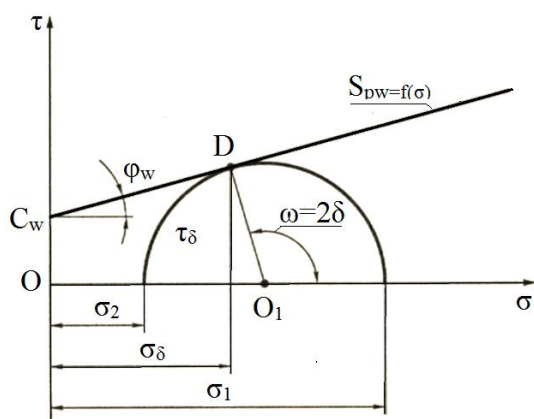
Bu holatga nisbatan (4.16) va (4.17) tengliklarga javob beruvchi Kulonning to'g'ri chegaraviy siljish mustahkamligi, Mor doirasiga (4.1-rasm) tegib o'tadi. Grunt chegaraviy holatiga yetuvchi maydonchani oriyentatsiyasi Mor doirasida burchak $\omega = 2\delta$ bilan aniqlanadi.

Ikkinchisida hisobiy nuqtada grunt chegaraviygacha bo'lgan holatda yotadi – $K_{zax} < 1$.

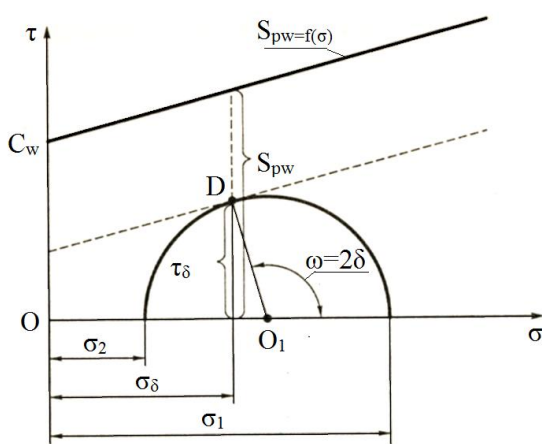
Bu holatga nisbatan gruntning siljishga mustahkamligini aks ettiruvchi Kulon to'g'ri chizig'i Mor doirasini (4.2-rasm) konturidan yuqorida o'tadi. Bunda amaliy nuqtaiy nazardan ikkita prinsipial masala muhim bo'ladi:

1) ixtiyoriy berilgan maydon bo'yicha gruntning ustuvorlik darajasini aniqlash;

2) berilgan hisobiy nuqtada ustuvorlikning minimal zaxirasini baholash.



4.1-rasm. Nuqtada gruntning chegaraviy holati – to‘g‘ri siljish mustahkamligi Mor doirasiga tegib turibdi



4.2-rasm. Hisobiy nuqtada gruntning chegaraviygacha bo‘lgan holati – to‘g‘ri siljish mustahkamligi Mor aylanasiga tegmasdan turibdi

Birinchi masalani ustuvorlikni baholashning umumiy prinsipidan foydalanish asosida yechish mumkin, ya'ni berilgan maydon bo'yicha mos ravishda ustuvorlikning zaxira koeffitsiyentni aniqlash yo'li bilan:

$$K_{zax} = s_{\delta} / \tau_{\delta}, \quad (4.18)$$

bu yerda s_{δ} – berilgan maydon bo'yicha gruntning siljishga qarshilik qilishi; τ_{δ} – mos ravishdagi urinma kuchlanishlar.

Ikkinchi masala K_{zax} qiymati minimal bo'lgan ma'lum maydonni aniqlashni talab qiladi. Buning uchun grafikdagi (4.2-rasm) grntlarning chegaraviy holatini to'g'ri parallellariga Mor doirasiga tegib o'tadigan og'ishgan burchakli to'g'ri o'tkazish kerak. Mor doirasidagi D tutash nuqtasi hisobiy nuqtada eng noqulay maydonning oriyentatsiyasini aniqlaydi va (4.18) ifoda bilan minimal K_{zax} qiymatini hisoblash imkonini beradi. Ammo s_{δ} normal va τ_{δ} urinma kuchlanishlarning mos qiymatlarida o'z navbatida bu holat uchun teng bo'ladi:

$$\tau_{\delta} = \tau_{\max} \cos \varphi; \quad s_{\delta} = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \tau_{\max} \sin \varphi \right) \tan \varphi = C, \quad (4.19)$$

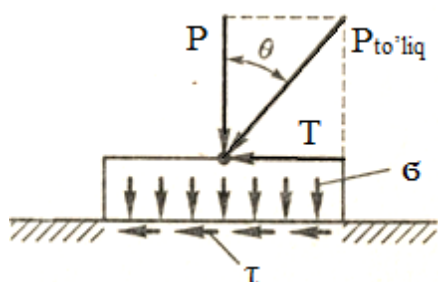
bu yerda s_{δ} – mos ravishda eng xavfli maydon bo'yicha grntlarning (gilli yoki sochiluvchan) siljishga qarshilik qilishi.

Shunday qilib, agar hisobiy nuqtadagi grunt asosining ustuvorlik darajasini baholash to'g'risida gap ketayotgan bo'lsa, unda asos gruntning xili, demak, uning siljishga qarshilik qilishini normal kuchlanishga bog'liqligi (yoki bog'liq emasligi) K_{zax} hisoblash uslubiga prinsipial ta'sir qilmaydi.

Ammo, bu umuman asos ustuvorligining darajasini baholashga taalluqli bo'lsa, unda gruntning siljish mustahkamligining normal kuchlanishga bog'liqligi (omil ichki ishqalanish burchagi) bu muammoga sezilarli o'zgartirish kiritadi.

Gruntlar mexanikasida umuman ishqalanishga ega bo'lgan gruntli asosning ustuvorligini baholash uchun, har xil yillarda P.A.Minayev (1914 y.), N.P.Puzirevskiy (1923 y.), N.M.Gersevanov (1931 y.) va O.K.Frel'x (1934 y.) taklif etgan usullar qo'llaniladi. Bu usullar asosida ideal sochiluvchan gruntlarning mustahkamlik parametrlari (ishqalanish burchagi φ) nisbatli tahlili yotibdi.

Bu usulning asosiy mazmunini qandaydir qobiq ichidagi sochiluvchan gruntli blokni ideal sochiluvchan gruntning gorizontaal yuzasida yotgan, ya'ni faqat ichki ishqalanish φ burchagiga ega va bog'lanish kuchi $S=0$ (4.3-rasm) bo'lgan grunt ustidagi siljishga chegaraviy muvozanat sharti tahlili misolida ko'rib o'tamiz. Faraz qilamiz, bu blokka vertikalga Θ burchak ostida yotgan qandaydir $P_{to'liq}$ kuch ta'sir qilsin. $P_{to'liq}$ kuchni ikki tarkibiy qismga bo'lamiz: vertikal P va gorizontaal T . Agar bu ikkala kuchni blokning F maydoniga bo'linsa, unda blokning tutash tekisligida – asosida qandaydir jadallikdagi normal σ va urinma τ kuchlanish olamiz.



4.3-rasm. Erkin blokning tekislik siljishida chegaraviy muvozanat shartining tahliliga oid sxema

Gorizontaal yuza bo'yicha blokni siljishga qarshilik qilishi, normal kuchlanish va grunt mustahkamligini hisobga olib:

$$s = (P_{to'liq}/F) \cos \Theta \operatorname{tg} \varphi = \sigma \operatorname{tg} \varphi. \quad (4.20)$$

Blokni suruvchi kuchlanish qiymati, o'z navbatida:

$$\tau = (P_{to'liq}/F) \sin \Theta. \quad (4.21)$$

Chegaraviy muvozanat holatida blok asosiga ta'sir qiluvchi ushlab turuvchi va suruvchi kuchlanishlar teng bo'lishi kerak, shuning uchun (4.20) va (4.21) ifodalarni hisobga olib quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$(P_{to'liq}/F) \cos \Theta \operatorname{tg} \varphi = (P_{to'liq}/F) \sin \Theta.$$

Mos ravishda o'xshash a'zolari qisqartirishlardan so'ng va berilgan tenglamaning chap va o'ng tomonlarini $\cos\Theta$ ga bo'lib quyidagi ifodani olamiz:

$$\operatorname{tg}\varphi = \sin\Theta / \cos\Theta = \operatorname{tg}\Theta \quad (4.22)$$

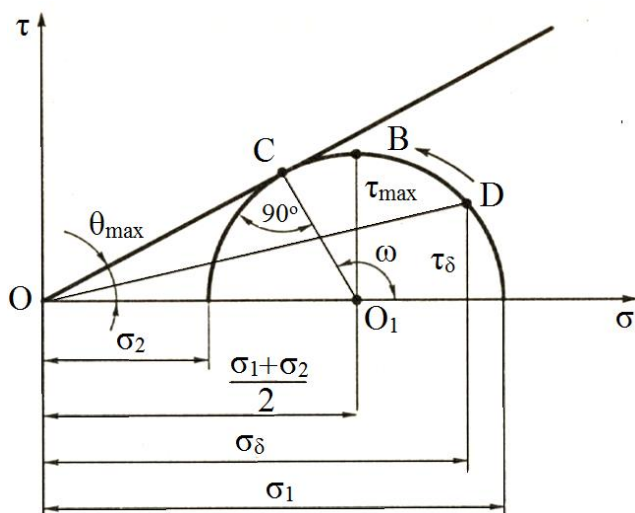
Ammo bu shart agar $\varphi=0$ bo'lsa bajariladi. Shunday qilib, maydon bo'yicha sochiluvchan gruntning siljishga mustahkamligi bo'yicha chegaraviy holati yuzaga keladi qachonki, to'liq kuchlanishning vertikal dan og'ish burchagi Θ (yoki maydon bo'yicha $P_{\text{to'liq}}$ ni yig'indisi) gruntning ichki ishqalanish φ burchagiga teng bo'lsa.

Bu xulosa prinsipial ahamiyatga ega, chunki inshoot asosining hisobiy nuqtasida grunt elementini mustahkamlik va ustuvorlik shartini boshqacha tafakkur qilish imkonini beradi. Haqiqatan, yangidan kuchlanish ellipsiga (2.15-rasm) ahamiyat berilsa, $A(z, x)$ nuqtada ω maydonning oriyentatsiyasiga bog'liq holda og'ish Θ burchagi 0 dan $\Theta_{\max}$ gacha qiymatlarni qabul qilishini ko'rish mumkin. Bu nuqtada qandaydir maydon bo'yicha grunt ustuvorlik darajasining ishqalanish φ burchagi va og'ish Θ burchagini solishtirish yo'li bilan aniqlash mumkin. Agar $\varphi > \Theta$ sharti mavjud bo'lsa, unda bu maydon bo'yicha grunt chegaraviygacha bo'lgan holatda bo'ladi, agar $\varphi < \Theta$ bo'lsa grunt chegaraviy-chegaraorti bo'yicha holatda bo'ladi.

Agar gruntning ustuvorlik darajasini aniq maydon bo'yicha emas, balki umuman $A(z, x)$ nuqtada aniqlash kerak bo'lsa, bu nuqtada ishqalanish φ burchagi qiymatini va bo'lishi mumkin bo'lgan og'ish Θ burchagining maksimal qiymatlarini o'zaro solishtirish yetarli bo'ladi.

Mor doirasida, ixtiyoriy $A(z, x)$ nuqtada bosh kuchlanishlarda qurilgan og'ish Θ burchagi koordinata boshi O va Mor doirasidagi (4.4-rasm) ixtiyoriy D nuqtani bog'lovchi nur orasidagi burchak hisoblanadi. Bu holda u quyidagiga teng bo'ladi

$$\theta = \arctg \frac{\tau_{\delta}}{\sigma_{\delta}}. \quad (4.23)$$



4.4-rasm. Mor doirasi yordamida hisobiy nuqtada maksimal og'ish $\Theta_{\max}$ burchagini aniqlash

Shu bilan birgalikda D nuqtasini soat strelkasiga qarshi chapga surganda, $A(z, x)$ nuqtadagi hisobiy maydonning aylanish shartiga mos keladi, Θ burchak asta-sekin oshib boradi. Og'ish Θ burchagi o'zining maksimal $\Theta_{\max}$ qiymatiga abssissa o'qi va Mor doirasini S nuqtasidagi (4.4-rasm) urinma orasida bo'lsa erishadi. Bu holatda OSO_1 burchak 90° ga teng va to'g'ri burchakli OSO_1 uchburchakdan SOO_1 burchakning sinusi katetning $O_1S=\tau_{\max}=(\sigma_1-\sigma_2)/2$ gipotenuzaga $OO_1=(\sigma_1+\sigma_2)/2$ nisbatiga teng

Bu yerdan

$$\sin \theta_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}. \quad (4.24)$$

Eng xavfli maydonning oriyentatsiyasi og'ish burchagi $\omega=2\delta=90^\circ+\Theta_{\max}$ bilan aniqlanadi. Bu yerdan quyidagini hosil qilamiz

$$\delta = \left(45^\circ + \frac{\theta_{\max}}{2} \right). \quad (4.25)$$

Sochiluvchan muhitning chegaraviy holatida $\varphi=\Theta_{\max}$, unda (4.25) ifoda quyidagi holatni oladi:

$$\delta_{\text{uez}} = \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right). \quad (4.26)$$

Bu yerdan, gruntning siljishi mumkin bo'lgan chegaraviy holati sharoitida maydon, (4.26) ifoda bilan aniqlanadigan o'zini normalni bilan katta bosh σ_1 kuchlanish yo'nalishi orasidagi δ_{cheg} burchakni hosil qiladi. Eslatib o'tamiz, qattiq jism uchun ($\varphi=0$) bu burchak $\delta_{\text{cheg}}=45^\circ$ va $\tau_{\max}$ ni ta'siriga javob beruvchi maydon oriyentatsiyasiga mos keladi.

Mos ravishda (2.25) va (2.26) ifodalardan olingan bosh σ_1 va σ_2 kuchlanishlarni (4.24) ifodagi qo'ysak, quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$\sin \theta_{\max} = \frac{\sin \alpha}{\alpha}. \quad (4.27)$$

Olingan ifoda bir tekis tarqalgan yuklama sharoitida qandaydir berilgan nuqta uchun eng katta og'ish burchagi $\Theta_{\max}$ faqat berilgan nuqtaga mos ravishda ko'rish burchagi α ga bog'liq bo'lishini ko'rsatadi. Bu yerdan bizga ma'lum bo'lgan kuchlanish doirasi (2.18-rasm) faqat teng bosh σ_1 va σ_2 kuchlanishlar va eng katta urinma $\tau_{\max}$ kuchlanish egrisi bo'lib qolmasdan bir vaqtning o'zida eng katta $\Theta_{\max}$ og'ishni teng burchagi bo'ladi deb xulosa qilish mumkin. $\Theta_{\max}$ ning qiymati ko'rish burchagi α ga bog'liq xolda 1.5-jadvalda keltirilgan.

Ta'kidlash kerakki, $\Theta_{\max}$ ning qiymatini aniqlovchi (4.24) va (4.27) ifodalar, asos kuchlanganlik holatining shakllanishiga grunt xususiy og'irlik kuchining bo'lgan ta'sirini hisobga olmasdan olingan. Hozirgi zamon gruntlar mexanikasida gruntning xususiy og'irlik kuchi ta'siri umuman kuchlanish tarqalishining gidrostatik qonuniga bo'ysunadi deb taxminan qabul qilinadi. Bunda bosh

kuchlanishlarni xususiy og'irlik σ_{1g} va σ_{2g} kuchlaridan bog'liqlik sharti ularni bir biriga tengligi va shu bilan birgalikda tabiiy yuklama γz ga ham teng:

$$\sigma_{1g} = \sigma_{2g} = \gamma z \quad (4.28)$$

bu yerda γ – gruntning solishtirma og'irligi.

Poydevor ostidan z chuqurlikda olingan $A(z, x)$ nuqtada kuchlanishning gidrostatik tarqalish qonuni hamma yo'nalish bo'yicha teng bo'lar ekan. Kuchlanish ellipsisining yig'indisi ko'proq to'la va kamroq cho'zilgan bo'ladi, bunda siljish burchagi $\Theta_{\max}$ kamayadi va berilgan nuqtada gruntning ustuvorligi riski bu nuqta qancha chuqur bo'lsa shuncha kamayishi ko'payadi.

Ta'kidlanganlarni hisobga olib (4.28) ifoda boshqacha ko'rinishni oladi:

$$\sin \theta_{\max} = \frac{(\sigma_1 + \sigma_{1g}) - (\sigma_2 + \sigma_{2g})}{(\sigma_1 + \sigma_{1g}) + (\sigma_2 + \sigma_{2g})}.$$

(4.28) ifodadan kuchlanishlarning qiymatlarini qayta qo'yib hosil qilamiz

$$\sin \theta_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2\gamma_z}. \quad (4.29)$$

(4.29) ifodadagi mahrajning (4.24) ifodaga nisbatan farqi chuqurlik z ortishi bilan oshib boradi, bu chuqurlik bo'yicha $\Theta_{\max}$ burchakning kamayishga va gruntli qatlam ustuvorligining mantiqiy oshishiga olib keladi.

Inshoot poydevorini chuqurlashtirish, ya'ni ularning ostini qandaydir, ayrim hollarda qatlamni yer yuzasidan katta chuqurlikkacha chuqurlashtirish, gruntli asosning yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha eng sodda va oddiy tadbirlardan biri hisoblanadi.

Inshootni chuqurlashtirilishini hisobga olish, oldin ko'rib o'tilgan qatlamning yuk ko'tarish qobiliyatini baholashda, grunt xususiy og'irligini hisobga olish masalasiga olib keladi. Bu holda hisobiy $A(z, x)$ nuqtada qalinligi h_{chuq} bo'lgan grunt hisobiga tabiiy yuklamaning bir qancha ortishi yuz beradi.

Unda (4.29) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi

$$\sin \theta_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2\gamma(z + h_{\text{chuq}})}. \quad (4.29)$$

Poydevorni chuqurlashtirishda tag'in bir muhim holatga e'tibor berish kerak bo'ladi. Agar gap poydevor-grunt tutashgan joyidagi inshootning og'irlik kuchidan tushuvchi bir tekis tarqalgan yuklama P_0 ni aniqlash to'g'risida ketayotgan bo'lsa, unda qandaydir chuqurlashtirishda bu bosim, gruntli qatlamni yengillashtiruvchi samaradorligini (Arximed qonuni bo'yicha) e'tiborga olib:

$$P_0 = P_{\text{in}} - \gamma h_{\text{chuq}}. \quad (4.31)$$

Agar poydevorning chuqurlashtirish qiymati quyidagicha, ya'ni kotlovandan kovlab olingan gruntning og'irlik kuchi γh_{chuq} inshootning og'irlik P_{in} kuchiga teng

bo'lsa, unda (4.31) ifodadan $P_0=0$ kelib chiqadi. Spunday qilib, inshoot og'irligidan gruntli qatlamda hosil bo'lgan kuchlanish, amaldagi gruntning xususiy og'irligidan hosil bo'lgan tabiiy kuchlanishga nisbatan, qo'shimcha kuchlanish hisoblanishini doimo esda tutish kerak. Ammo poydevor asosining chuqurligini qiymati qancha ko'p bo'lsa, inshoot og'irlik kuchidan hosil bo'lgan kuchlanishning qiymati o'zgarishi shuncha kam bo'ladi.

Hozirgi momentgacha hamma mulohazalar faqat ichki ishqalanish burchagiga ega bo'lgan ideal sochiluvchan gruntlarga nisbatan olib borildi. Amaldagi sochiluvchan gruntlar ichki ishqalanish burchagidan tashqari yana qandaydir strukturali S_s bog'lanishga ega. Umumiy strukturali S_w bog'lanishga gilli gruntlarning skritoplastik turi ham ega bo'ladi. Shunga bog'liq holda og'ish $\Theta_{\max}$ burchagidan gruntning ustuvorlik kriteriysi sifatida foydalanganda bu omilning ta'sirini qo'shimcha baholash kerak bo'ladi.

Gruntlar mexanikasida eng katta og'ish burchagi $\Theta_{\max}$ ni baholashda strukturali bog'lanishni hisobga olish uchun bir qancha sun'iy usullar qo'llaniladi. Ularning mazmuni gruntlarda strukturali S bog'lanishning berilgan ichki ishqalanish φ burchagida unga teng ichki ishqalanish kuchi bilan almashtirishdan iborat.

Bu shartni saqlagan holda, gruntning siljishga qarshilik qilishining ortishini, asosning har qanday hisobiy nuqtasida hamma maydonlar bo'yicha normal kuchlanishlar qiymatini ortirish hisobiga amalga oshirish mumkin.

Eng sodda usuli, $S=\gamma h_{st} \tan \varphi$ ifodasiga asosan gruntidagi bog'lanish kuchini ichki ishqalanish kuchi bilan teng miqdorda almashtirish shartidan kelib chiqib, gruntli qatlam yuzasiga balandligi h_{st} bo'lgan grunt stolbasini og'irligiga teng bo'lgan jadallikdagi bir tekis tarqalgan yuklamani qo'yish bilan erishiladi. Unda quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$h_{st}=S/ \gamma \tan \varphi. \quad (4.32)$$

Oxirgi jamlashda, maksimal og'ish burchagini aniqlash uchun (4.29) ifodaga (4.32) bog'liqlikni qo'ygandan so'ng u quyidagi natijaviy ko'rinishga keladi:

$$\sin \theta_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2\gamma(z + h_{\text{yuk}} + h_{cm})}. \quad (4.33)$$

Demak, grunda strukturali bog'lanishning bo'lishi inshoot asosining ustuvorligini oshirishga va unga qo'shimcha chuqurlashtirish ta'siri kabi o'xshashga olib keladi. Strukturali bog'lanish kuchining katta qiymati bo'lganda, masalan qoya tog' gruntlari uchun, ustuvorlikni uni chuqurlashtirmasdan gruntga yuqori yuk qo'yilganda ham ta'minlash mumkin.

4.2.2. Chetki xavfsiz va ruxsat berilgan yuklar

Gruntli asosga bir tekis tarqalgan yuk P_0 ta'sir qilganda bosh σ_1 va σ_2 kuchlanishlarni (2.25) va (2.26) ifodalar bilan aniqlash mumkin:

$$\sigma_1 = \frac{P_0}{\pi}(\alpha + \sin \alpha);$$

$$\sigma_1 = \frac{P_0}{\pi}(\alpha - \sin \alpha).$$

bu yerda α – har xil nuqtalar uchun ko‘rish burchagi.

(4.33) ifodaga bosh σ_1 va σ_2 kuchlanishlar qiymatini qo‘yib oldin keltirilgan ifodadan quyidagini olamiz

$$\sin \theta_{\max} = \frac{P_0 / \pi \sin \alpha}{P_0 / \pi \alpha + \gamma(z + h_{\text{y\kern-0.1em\scriptsize yk}} + h_{\text{cm}})}. \quad (4.34)$$

Bu bog‘liqlikdan z ning qiymatini uni α va $\theta_{\max}$ bilan belgilab, aniqlaymiz:

$$z = \frac{P_0}{\pi \gamma} \left(\frac{\sin \alpha}{\sin \theta_{\max}} - \alpha \right) - (h_{\text{y\kern-0.1em\scriptsize yk}} + h_{\text{cm}}). \quad (4.35)$$

Gruntlarning chegaraviy kuchlanganlik holati bo‘lganda hisobiy nuqtada $\varphi = \theta_{\max}$ shartiga rioya qilinadi. Unda (4.35) ifoda quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$z = \frac{P_0}{\pi \gamma} \left(\frac{\sin \alpha}{\sin \varphi} - \alpha \right) - (h_{\text{y\kern-0.1em\scriptsize yk}} + h_{\text{cm}}). \quad (4.36)$$

Olingan (4.36) ifoda, gruntning berilgan mustahkamlik parametrlarida, inshoot asosi tagiga chegaraviy holatdagi nuqtalarning kirish chuqurligini aniqlaydi.

Keyin chegaraviy holatdagi ($\varphi = \theta_{\max}$) nuqtaning eng chuqur $z = z_{\max}$ kirishini aniqlaymiz. Buning uchun (4.36) ifodani α bo‘yicha differensiallaymiz va natijani nolga tenglaymiz. Unda quyidagi ifodani olamiz

$$\frac{dz}{d\alpha} = \frac{P_0}{\pi \gamma} \left(\frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} - 1 \right) = 0.$$

Agar $\cos \alpha = \sin \varphi$ ga teng bo‘lsa natija nolga teng bo‘ladi, bu bo‘lishi mumkin, qachonki ko‘rish burchagi α teng bo‘lsa

$$\alpha = \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right). \quad (4.37)$$

Buni hisbga olib (4.36) ifoda qayta o‘zgaradi va quyidagi ko‘rinishni oladi

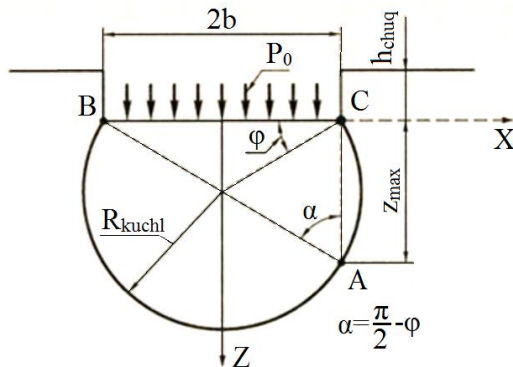
$$z_{\max} = \frac{P_0}{\pi \gamma} \left(\text{ctg} \varphi + \varphi - \left(\frac{\varphi}{2} \right) \right) - (h_{\text{y\kern-0.1em\scriptsize yk}} + h_{\text{cm}}). \quad (4.38)$$

Olingan (4.38) ifodadan muhim xulosa qilish mumkin, ya’ni P_0 yuklamaning har xil qiymatlariga javob beruvchi $z_{\max}$ nuqta (4.37) ifoda bilan aniqlanadigan yuklangan uchastkani ko‘rish burchagi ostida ko‘rinadigan doirada yotadi. Bu doira *yo‘naltiruvchi doira* deb ataladi, uning radiusi, yuklangan uchastka kengligini hisobga olib, $P_{\text{yo‘nal}} = b / \cos \varphi$ ga teng (4.5-rasm).

Yuklama P_0 ni oshirish inshoot asosining ostiga buzilish oblastining chuqurroq kirishiga olib keladi. (4.38) bog‘liqlikni P_0 ga nisbatan yechib, olamiz

$$P_0 = \frac{\pi \gamma (z_{\max} + h_{\text{yк}} + h_{\text{cm}})}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \pi / 2}. \quad (4.39)$$

Bu yerda P_0 – asos qatlamini $z_{\max}$ chuqurligigacha tushadigan buzilish oblastidagi yuklama.



4.5-rasm. Yo‘naltiruvchi doirani chizishga sxema va uning radiusini aniqlash

(4.39) ifoda o‘z navbatida P_0 yuklamaning shunday qiymatini topishning imkonini beradiki, unda asosda buzilish oblastining rivojlanishi umuman bo‘lmaydi, bu gruntli asosning absolyut ishonchligini va poydevor tagidan gruntning siqib chiqarilishi bilan bog‘liq inshootning deformatsiyasi bo‘lmashligini ta‘minlab beradi. Bu holatda umuman asosning hammasiga taalluqli berilgan yuklama to‘g‘risida uni xavfsiz yuklama kabi gapirish mumkin. Unda (4.39) ifodada $z_{\max}=0$ bo‘lganda quyidagiga erishamiz:

$$P_0 = P_{\text{xavf}} = \frac{\pi \gamma (h_{\text{yк}} + h_{\text{cm}})}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \pi / 2}. \quad (4.40)$$

Bog‘lanishning yo‘qligi bilan tavsiflanuvchi gruntlar ($S=0$) uchun (4.40) ifoda soddalashadi

$$P_0 = P_{\text{xavfuz}} = \frac{\pi \gamma h_{\text{yк}}}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \pi / 2}. \quad (4.41)$$

Huddi shunday ko‘rinishda u N.P.Puzirevskiy tomonidan taklif qlingan edi.

Ammo qurilish amaliyoti, inshoot asosida chegaraviy oblast holatining to‘liq bo‘lmashligi to‘g‘risidagi talab, ayniqsa keng rivojlangan poydevorlar uchun, juda talabchan chora ekanligini ko‘rsatadi. Inshoot asosida gruntning chegaraviy hudud holatini ma‘lum bir chegaralar bilan bo‘lishiga imkon berish, ayniqsa uning poydevori konturi tashqarisida mumkin ekan.

Bu holatda buzilish oblasti poydevorga nisbatan tashqi tomonidagi grunt hajmini qamrab oladi. Inshootning o‘zi ustuvor holatda bo‘lgan grunt massivida turadi. Bu holatda asosga qo‘yilgan yuklama R_0 ni ruxsat berilgan yuklama R_{rux} sifatida qabul qilsa bo‘ladi.

4.5-rasmda keltirilgan sxemaga qayta e‘tibor beramiz. Bu yerda poydevor konturi va doira yo‘naltiruvchisining kesishish nuqtasi A nuqta hisoblanadi. Ko‘rilayotgan AVS to‘g‘ri burchakli uchburchakdan chegaraviy holatli hududning rivojlanishini maksimal chuqurligiga teng qiymat $z_{\max}=2b \operatorname{tg} \varphi$ ga teng bo‘ladi. Bu qiymatni (4.39) ifodaga qo‘yib olamiz:

$$P_0 = P_{pyx} = \frac{\pi \gamma (2btg\varphi + h_{\gamma\kappa} + h_{cm})}{ctg\varphi + \varphi - \pi/2}. \quad (4.42)$$

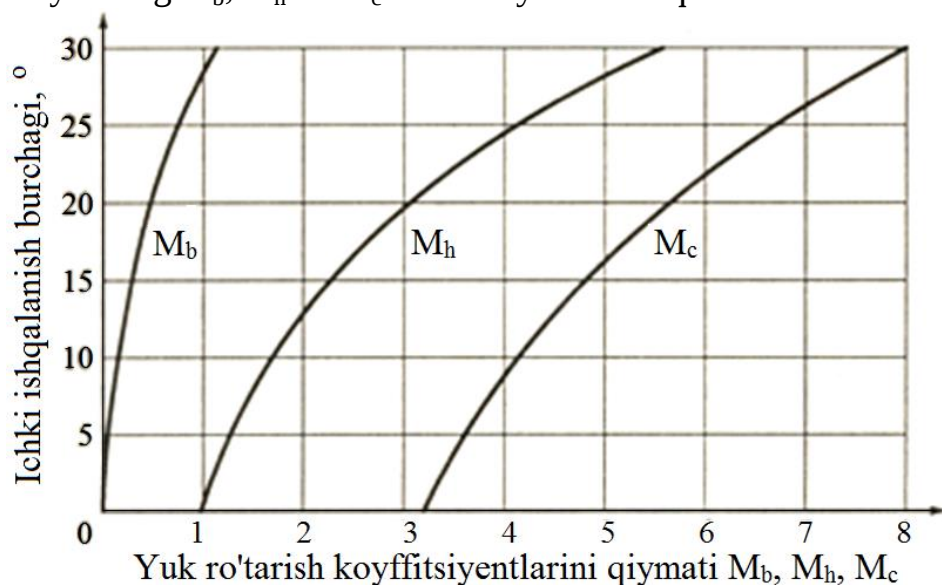
(4.42) ifoda, birinchi marotaba 1949 yili N.N.Maslov tomonidan olingan, N.P.Puzirevskiyning (4.40) ifodasidan farqli ravishda, ruxsat berilgan R_{rux} yuklamani boshqa omillardan tashqari poydevor kengligi $2b$ ga ham bog'liqligini ko'rsatadi. Shu bilan birgalikda yuklama bu parametrlarning o'sishi bilan bir vaqtda o'sadi, bu holat mantiqiy hisoblanadi, chunki chegaraviy holat hududining nisbiy maydoni, shundan kelib chiqib, ularning ahamiyati yuklangan maydonning o'lchami ortishi bilan kamayadi.

Takidlash joizki, qurilish amaliyoti inshoot asosini hisoblashda chegaraviy holatli oblastining ruxsat berilishi poydevor tagining ostida ularning rivojlanish darajasi bo'yicha bir qator chegaralashlardan kelib chiqishi kerakligini tasdiqlaydi. Agar N.N.Maslov ifodasida bu hudud poydevor konturi ichkarisiga kirmasligi kerak bo'lsa, amaldagi SHNK 2.02.01 talabiga asosan poydevor cheti ostida mustahkamlikning buzilish oblasti rivojlanish chuqurligi $0,5b$ dan katta bo'lmasligi kerak, ya'ni bu sharoitda (4.42) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi

$$P_0 = P_{pyx} = \frac{\pi \gamma (0,5b + h_{\gamma\kappa} + h_{cm})}{ctg\varphi + \varphi - \pi/2}. \quad (4.43)$$

(4.40)...(4.43) ifodalar bo'yicha olingan P_{havf} va P_{rux} qiymatlar xususiy og'irlik kuchidan tushuvchi tabiiy yuklama (maishiy) ta'sirini bu sathda hisobga olmasdan poydevor osti sathiga qo'yilgan yuklama P_0 ga taalluqlidir. Poydevorni chuqurlashtirish holatida bu yuklamani hisobga olganda avval eslatib o'tilgan (4.31) shartidan kelib chiqish kerak, ya'ni $P_{\text{in}} = P_0 + \gamma h_{\text{chuq}}$.

(4.42) ifodani amalda foydalanish qulay bo'lishi uchun 4.6-rasmda hisobiy grafik keltirilgan. Bu grafik o'zida quyidagi ifoda bilan aniqlanadigan bir qator yuk ko'tarish qobiliyatining M_b , M_h va M_c koeffitsiyentlarini qamrab oladi:



4.6-rasm. Asosning yuk ko'tarish qobiliyatining koeffitsiyentni aniqlash uchun Maslov grafigi

$$M_b = \frac{\pi \gamma \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \pi / 2}; \quad (4.44)$$

$$M_h = \frac{M_b}{\operatorname{tg} \varphi} + 1; \quad (4.45)$$

$$M_c = \frac{M_b}{\operatorname{tg}^2 \varphi}. \quad (4.46)$$

(4.44) ... (4.46) ifodalarni hisobga olib (4.42) ifoda quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$P_{\text{rux. insh}} = (M_b 2b + M_h h) \gamma + M_c C. \quad (4.47)$$

Keltirilgan ifoda kotlovan ichidan olingan gruntning og‘irlik kuchini hisobga oladi va bu omilni hisobga oluvchi qo‘shimchani talab qilmaydi. Grafikdan aniqlanadigan (4.6-rasm) koefitsiyentlar foydalaniladigan birlik sistemasiga bog‘liq bo‘lmaydi.

4.4-misol. Quyidagi ma’lumotlarni hisobga olib Maslov ifodasi bo‘yicha ruxsat berilgan yuklamani aniqlash kerak: inshoot osti kengligi $2b=12$ m; chuqurligi $h_{\text{chuq}}=2$ m; suv bosgan holatida gruntning solishtirma og‘irligi $\gamma_b=9,8$ kN/m³=0,0098 MN/M³; gruntning ichki ishqalanish burchagi $\varphi=22^\circ$; bog‘lanish kuchi $S=0,02$ MPa.

Yechim. 4.6-rasmdagi grafikdan koefitsiyentlarni aniqlaymiz: $M_b=1$; $M_h=3,5$; $M_c=6$. Aniqlangan qiymatlarni (4.47) ifodaga qo‘yib topamiz

$$P_{\text{rux. insh}} = (1,0 \cdot 12 + 3,5 \cdot 2) 0,0098 + 6,0 \cdot 0,02 = 0,186 + 0,12 = 0,3 \text{ MPa.}$$

Boshqa birlik sistemasida bo‘ladi

$$P_{\text{rux. insh}} = (1,0 \cdot 12 + 3,5 \cdot 2) 0,98 + 6,0 \cdot 0,2 = 8,6 + 12 = 20,6 \text{ t/m}^2 = 3,1 \text{ kg/sm}^2.$$

4.5-misol. Quyidagi ma’lumotlarga asosan gruntga qo‘yiladigan xavfsiz yuklamani aniqlang: poydevorning chuqurligi $h_{\text{chukur}}=3$ m, asosning grunti – ichki ishqalanish burchagi $\varphi_w=20^\circ$, umumiy bog‘lanish yuklamasi $s_w=1,0$ t/m² va hajmiy og‘irligi $\rho_w=1,95$ t/m³ bo‘lgan supes.

Yechim. N.P.Puzirevskiy taklif qilgan ifodaga asosan xavfsiz yuklama teng bo‘ladi

$$p_{\text{xavf}} = \frac{\pi \gamma_w \left(h_{\text{qyyp}} + \frac{c_w}{\gamma_w \operatorname{tg} \varphi_w} \right)}{\operatorname{ctg} \varphi_w + \varphi_w - \frac{\pi}{2}} + \gamma_w h_{\text{qyyp}} = \frac{3,14 \cdot 1,95 \left(3 + \frac{1}{1,95 \cdot 0,36} \right)}{2,75 + \left(\frac{20}{180} \cdot 3,14 \right) - \frac{3,14}{2}} + 1,95 \cdot 3 = 23,5 \text{ t/m}^2 = 0,235 \text{ MPa.}$$

4.6-misol. 4.5-misol sharti bo‘yicha gruntga qo‘yiladigan ruxsat berilgan yukni aniqlang, agar poydevor ostining kengligi $2b=4$ m bo‘lsa.

1. N.N.Maslov taklif qilgan ifodasi bo‘yicha gruntga qo‘yiladigan ruxsat berilgan yuklama teng bo‘ladi:

$$p_{pyx} = \frac{\pi \gamma_w \left(2 \text{btg} \varphi_w + h_{\text{qyryp}} + \frac{c_w}{\gamma_w \text{tg} \varphi_w} \right)}{\text{ctg} \varphi_w + \varphi_w - \frac{\pi}{2}} + \gamma_w h_{\text{qyryp}} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 1,95 \left(4 \cdot 0,36 + 3 + \frac{1}{1,95 \cdot 0,36} \right)}{2,75 + \left(\frac{20}{180} \cdot 3,14 \right) - \frac{3,14}{2}} + 3 \cdot 1,95 = 29,6 \text{ t/m}^2 = 0,296 \text{ MPa}.$$

Bu yechimni soddaroq usul bilan 4.6-rasm yoki (4.47) ifodadan aniqlash mumkin.

Ko'rsatilgan grafik bo'yicha $\varphi_w=20^\circ$ uchun M_b , M_h , M_C koeffitsiyentlarni aniqlaymiz:

$$M_b=0,75; M_h=3,1; M_C=5,7.$$

Unda

$$p_{\text{ruх}} = (M_b 2b + M_h h) \gamma_w + M_C s_w = (0,75 \cdot 2 \cdot 2 + 3,1 \cdot 3) 1,95 + 5,71 \cdot 1 =$$

$$= 29,7 \text{ t/m}^2 = 0,297 \text{ MPa}.$$

4.3. Gruntli asosdagi kritik yuklama

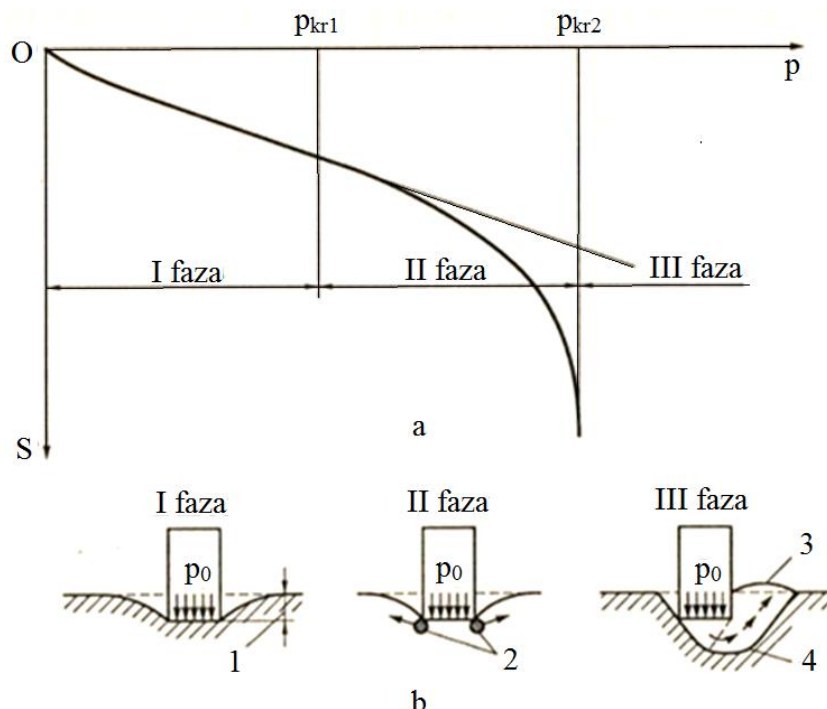
Avval keltirilgan tahlillar, inshoot tomonidan gruntli asosga berilgan bir tekis tarqalgan P_0 yuklamaga bog'liq ravishda inshoot asosida qandaydir lokal nuqta va chegaraviy holatli gruntning hududi (plastik hudud) to'liq bo'lmasligi mumkin yoki bu hududlarning qandaydir darajada rivojlanishi bo'lishi mumkinligiga guvoh bo'ladi. Oxirgi holat umuman inshootning cho'kish qiymatida va o'zini tutish tavsifida aks etib qolmasdan qo'ymaydi. Hozirgi vaqta yuklamaning qiymatiga bog'liq gruntli asosning asosiy uchta ishlash fazasiga ajratish qabul qilingan.

I faza asosning tashqi yuk bilan yukanishini shunday tavsiflaydiki, unda gruntli asosga asosiy ta'sirni normal σ_δ kuchlanish berib, urinma τ_δ kuchlanishning ahamiyati kam sezilarli bo'ladi. Bu holatda normal kuchlanish ta'sirida asos gruntlarining zichlashishini va inshootlarning cho'kishini vaqt davomida rivojlanishi yuz beradi, u aniq so'nuvchi tavsifga ega. Bunda umuman so'zsiz asosning mustahkamligi va ustuvorligi ta'minlangan bo'ladi. Bunday gruntli asosning holati, agar P_0 yuklama P_{havf} dan, ko'p holatlarda *boshlang'ich* yoki *birinchi*, *kritik yuklama* deb ataluvchidan katta bo'lmasa, saqlanadi deb hisoblanadi. Agar asosning bu fazada ishlashi, $P_0 < P_{\text{havf}}$ bo'lganda, cho'kish egrisining o'sishi (4.7-rasm) botiq tavsifga ega bo'lsa, unda bu asos gruntning zichlashish jarayoni borligiga guvoh bo'ladi. Bu gruntlarning surilish mustahkamligi, asosning yuk ko'tarish qobiliyati va P_{havf} ning oshishiga olib keladi. Shu bilan birgalikda P_{havf} va gruntli asosni I-fazada ishlash imkoniyati, eng yaxshi holat sifatida, P_0 ning oshish tezligiga bog'liq bo'ladi. Agar tashqi yuklama

R_0 ning tezligi ortishi gruntli asosning zichlashish jarayonidan sezilarli darajada tez bo'lsa xavfsiz qiymat yoki birinchi kritik yuklama P_{xavf} gruntning zichlik-namligi bo'yicha faqat boshlang'ich holati bilan to'liq aniqlanadi.

Fuqaro qurilish amaliyotida, inshootdan tushuvchi qo'shimcha (tabiiydan ortiq) yuklama kichik bo'lsa, cho'kishning P_0 yuklama qiymatiga bog'liqligi birinchi fazada (4.7, a-rasm) ko'pincha chiziqli deb qabul qilinadi (N.M.Gersevanov, 1930 y.), bu balkali va plitali poydevorlarning konstruksiyasi hisobini sezilarli soddalashtiradi.

Yuklamani xavfsiz P_{havf} yuklamadan keyinchalik oshishi bilan gruntli asos II fazaga o'tib ishlay boshlaydi, bunda inshoot cho'kishini o'sishi keyinchalik gruntlarni zichlashishi hisobiga, shuningdek grunt mustahkamligining lokal buzilishi va xususan poydevorni chetki hududida (4.7, b-rasm) uni ostidan siqib chiqarilishi yuz beradi. Shuning uchun gruntning asosda ishlash bo'yicha II faza grunt mustahkamligining buzilish fazasi yoki lokal siljish fazasi deb ataladi.



4.7-rasm. Gersevanov bo'yicha inshoot asosining grafigi (a) va deformatsiyasining (b) tasnifi:

1 – gruntning zichlashish hisobiga cho'kishi; 2 – lokal siljish hududi; 3 – asos gruntini siqib chiqarilishi; 4 – sirg'alish chizig'i

Bu yerda biz inshoot og'irlik kuchidan tushuvchi yukning o'sishida gruntning buzilishini boshlanayotgan va rivojlanayotgan sharoitida normal va urinma kuchlanishlar ta'sirini bir vaqtini o'zida yuzaga kelishiga duch kelamiz. Ammo bu hodisa, gruntlarning siljish deformatsiyasi bilan bog'liq, faqat chegaralangan oraliqda ruxsat beriladi.

Odatdagi inshootlarning asosidagi plastik hududni xavfsiz rivojlanish darajasiga ruxsat beradigan yuklama ruxsat berilgan P_{rux} yuklama hisoblanadi. U Maslovning (4.42) ifodasi yoki ShNK 2.02.01ning (4.43) ifodasi bilan aniqlanadi.

Unga asosan poydevor cheti ostida poydevorning to'liq kengligi $2b$ ga nisbatan 25% dan ko'p bo'lmagan chuqurlik bo'yicha mustahkamlikni buzilish oblasti rivojlanishiga ruxsat berilgan.

Keyinchalik yuklamaning oshishida grunt ishlashining bu fazasida inshootning cho'kishi qiymati bo'yicha katta bo'lishi mumkin, eng asosiysi inshootni loyihalashda uni bashoratlashga imkon bo'lmaydi, doimo deyarli notekis bo'ladi.

Asosda gilli gruntlarning sekin siljishini yuzaga kelishi natijasida ko'pincha bunday inshootning cho'kishi uzoq vaqt so'nmas tavsifga ega bo'ladi, bu inshootning umumiy ustuvorligini buzilishga olib kelishi mumkin.

Nihoyat, yuklamaning chegaraviy qiymatiga erishishda odatda asosning umumiy ustuvorligini tez va favqulodda to'liq buzilishi, gruntning siqib chiqarilishi yuz beradi. Asosning bu holatining yuz berishi gruntning ishlashini III fazasining boshlanishi to'g'risida guvohlik beradi, uni asosning umumiy ustuvorligining buzilish fazasi deb atasa bo'ladi. Bunga bog'liq holda bunday yuklamani ($P_0=P_{kr}$) *ikkinchi kritik* yoki *gruntlarni yuk ko'tarish qobiliyati* deb atash qabul qilingan.

Kritik yuklamani aniqlashda rus muhandisi G.E.Pauker ifodasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$P_{kr}=\gamma(h_{chuq}+h_{st})tg^4(45^\circ+\varphi/2). \quad (4.48)$$

Grunt da bog'lanish bo'lmaganda, ya'ni $h_{st}=0$ bo'lganda (4.48) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

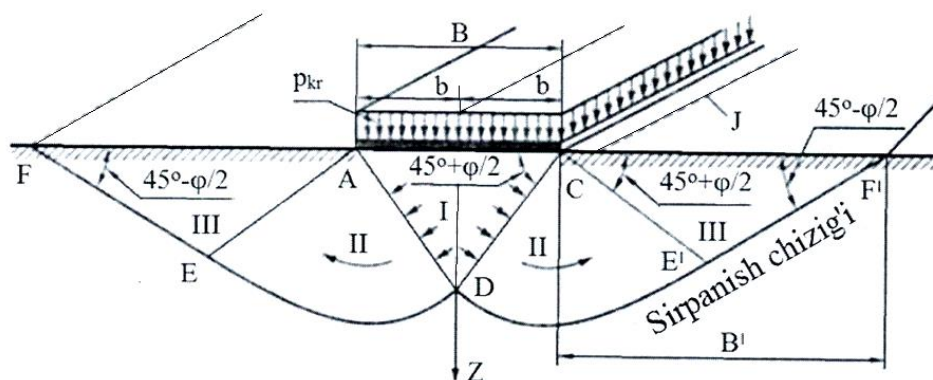
$$P_{kr}=\gamma h_{chuq}tg^4(45^\circ+\varphi/2). \quad (4.49)$$

1921-yili nemis olimi L.Prandtl tomonidan sochiluvchan gruntlardan iborat asosdagi kritik yuklamani aniqlash uchun sxema taklif qilingan. Bunda kritik yuklamadan katta yuklamada asos ustuvorligining buzilishi qattiq monolit tana sifatida gruntning butun bloklarini qandaydir surilish yuzasida surilishi va siqilib chiqishi natijasida hosil bo'ladi deb (4.8-rasm) taxmin qilingan. Tekislik masalasi sharoitida surilish yuzasi sxema tekisligida surilish chizig'i (traektoriyasi) yoki qattiq qoya tog' jinslari uchun sinish chizig'i sifatida proyeksiyalanadi.

Grunt qatlamida siqilib chiqish bo'lganda surilish chizig'i quyidagilarga mos keladi:

ichki ishqalanish burchagi $\varphi=0$ bo'lgan jinslar (monolit qoya tog' jinslari yoki yumshoq plastik gillar) uchun bosh yo'nalishga (ta'sir maydoni τ_{max}) 45° burchak ostida oriyentirlangan yo'nalishga;

ichki ishqalanish burchagi $\varphi>0$ bo'lgan jinslar (zarrali gruntlar, qattiq va skritoplastik gillar) uchun chegaraviy muvozanat maydoni bo'yicha, ya'ni bosh yo'nalishga (4.25) ifodaga asosan $\delta_{kr}=45^\circ+\varphi/2$ va $\delta''_{kr}=45^\circ+\varphi/2$ burchak ostida.



4.8-rasm. $\varphi > 0$ bo'lgan gruntlar uchun kritik R_{kr} yuklamani aniqlash uchun Prandtlning hisobiy sxemasi

Sirpanish chizig'ining qatlam yuzasiga F va F' nuqtalarda chiqishida yuklangan maydon chegarasidan tashqarida o'lchanadi:

$\varphi = 0$ bo'lgan jinslar uchun burchak $\beta = 45^\circ$ bilan;

$\varphi \neq 0$ bo'lgan jinslar uchun burchak $\beta = (45^\circ - \varphi/2)$ bilan.

Prandtl sxemasi bo'yicha (4.8-rasm) sirpanish chizig'i murakkab ko'rinishga ega va uchta simmetrik uchastkadan iborat:

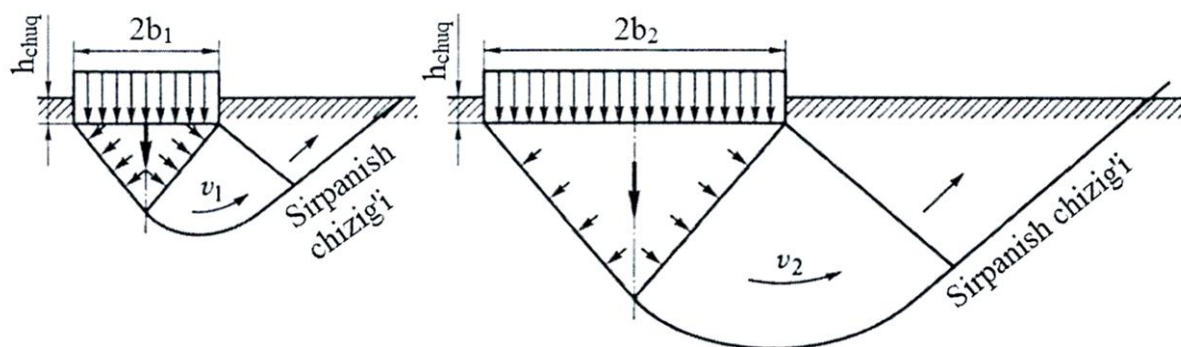
- 1) AD yoki DC – to'g'ri chiziqli;
- 2) DE yoki DE' – egri chiziqli (masalan, logarifmetik spiral bo'yicha);
- 3) EF yoki $E'F'$ – yana to'g'ri chiziqli.

Prandtl hisobiy chizmasiga asosan qisman yuklangan muhit yuzasida Z o'qiga nisbatan simmetrik bo'lgan uchta hudud hosil bo'ladi.

I hudud yuk ostida zichlagan grunt dan iborat qoziq ko'rinishga ega. Bu qoziq inshoot bilan jips bog'langan va u bilan qandaydir qattiq tana sifatida umumiy holatda vertikal bo'yicha pastga suriladi. Bu qoziq harakatlanish jarayonida unga yondashgan II hududdagi grunt massasiga ta'sir qiladi. Yuklamaning miqdori juda yuqori bo'lganda bu yerda grunt o'zining ustuvorligini yo'qotadi, plastik holatga (chegaradan tashqari hududda siljish fazasi) o'tadi va III hudud gruntiga bosim o'tkazadi. III hududda bu bosimning natijasida grunt butun massiv kabi sirpanish yuzasi bo'yicha yon va yuqoriga sirpananadi. Shunday yo'l bilan inshoot bilan chegaralangan hududda gruntning siqib chiqarilishi yuz beradi.

Nazariy jihatdan gruntning siqib chiqarilishi 4.8-rasmdagi sxemaga asosan bir yoki ikkala tomonga bo'ladi. Ammo amaliyotda yuklamaning bir tekis bo'lmasligi va gruntning har xilligi uchun asosning ustuvorligi buzilishi doimo bir tomonlama grunt siqib chiqarilishi bilan yuz beradi. Bu holatda yerli qoziqni bir tomonlama surilishi uning yonining bittasida yuz beradi, masalan AD chiziq bo'yicha. Bu sharoitda inshootni o'zi pastga surilishdan tashqari qandaydir aylanish va yonga sirpanishga uchraydi. Inshootning bunday deformatsiyasi uning asosini oxirgi deformatsiya hududida, ya'ni siqib chiqarish fazasida, juda tavsifli hisoblanadi. Shuni ta'kidlash joizki, inshootning deformatsiya jarayoni odatda kutilmaganda yuz beradi va qisqa vaqt davomida (ko'pincha bir necha minutda) kechadi.

Suriladigan va siqib chiqariladigan gruntning hajmi yuklangan uchastka kengligi va inshootning chuqurligi bilan aniqlanadi, u 4.9 va 4.10-rasmlardagi sxemalarda ko'rsatilgan va qo'shimcha tushuntirishga muhtoj emas.



4.9-rasm. $h_{\text{chuq}}=0$ bo'lganda yuklangan uchastka kengligining siqib chiqariladigan grunt massasi bilan bog'liqligi

Shunday qilib, inshoot asosining ustuvorligi darajasi va uning yuk ko'tarish qobiliyati oshadi:

- asos gruntning siljishga qarshilik qilishining oshishida (s , φ va S);
- inshoot kengligining oshishida ($2b$);
- inshoot chuqurligining oshishida (h_{chuq});
- grunt suvlari sathining pastda turishida (γ).

Bu hamma omillarning ularni o'zaro bog'liqligida matematik hisobga olish juda qiyinchiliklarni tug'diradi va shu vaqtgacha o'zining yechimini topmagan va surilish chizig'i o'rnini aniqlash real sharoitda juda qiyindir.

Faqat bog'lanishi bor bo'lgan asoslarga nisbatan kritik P_{kr} yuklama qiymati, gruntlarning xususiy og'irlik kuchini hisobga olmasdan teng bo'ladi

$$P_{\text{kr}} = (\pi + 2,5)S. \quad (4.50)$$

Gilli gruntlarning plastik turi uchun berilgan ifodada S bog'lanish o'rniga Σ_w bog'lanishni ishlatish kerak.

Kritik P_{kr} yuklamaning qiymati ma'lum ustuvorlikni zaxira K_{zax} koefitsiyent bo'yicha ruxsat berilgan P_{rux} yuklamani aniqlash imkonini beradi, ya'ni $P_{\text{rux}} = P_{\text{kr}}/K_{\text{zax}}$. Muhandislik inshootining takomillashganligiga va asosning holatiga bog'liq holda zaxira koefitsiyentning qiymati 1,25...1,5 atrofida qabul qilinadi. Agar inshoot juda muhim va murakkab asosli bo'lsa, $K_{\text{zax}} = 2...3$.

Chet elda kritik P_{kr} yuklamani aniqlash uchun ko'pincha K.Tersagi taklif qilgan ifoda ishlatiladi. Tersagi ifodasi poydevorning qattiqligini va uni osti bo'yicha ishqalanishni hisobga oladi. Bu ifodalarni ishlab chiqishda L.Prandtl taklif qilgan sxemasiga (4.8-rasm) asoslanilgan:

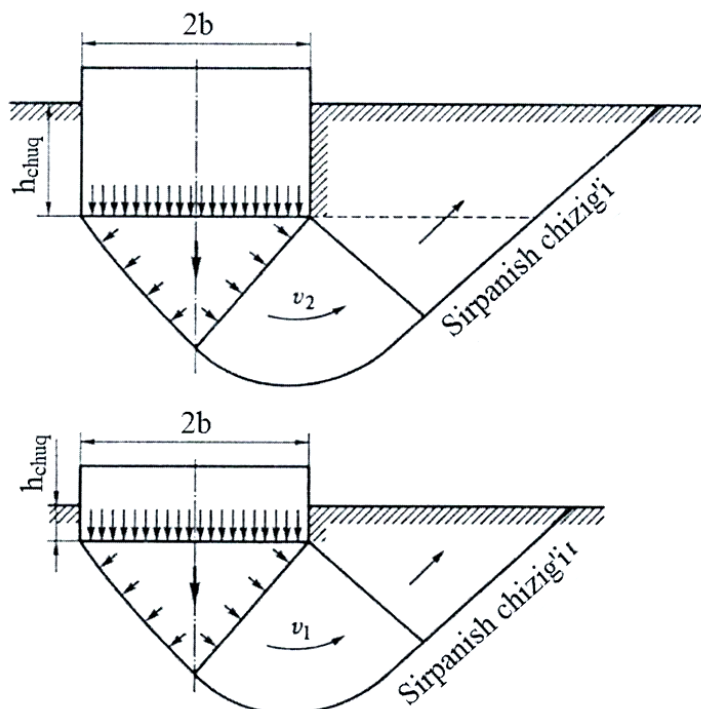
lentali poydevorlar uchun:

$$P_{\text{kr}} = \gamma b N_{\gamma} + \gamma h_{\text{chuq}} N_q + C N_c; \quad (4.51)$$

kvadratli poydevorlar uchun:

$$P_{\text{kr}} = \gamma b N_{\gamma} + \gamma h_{\text{chuq}} N_q + C N_c; \quad (4.52)$$

Hamma holatlarda ham kritik yuklama P_{kr} funksional ravishda ichki ishqalanish burchagi va jinsning solishtirma og'irligi orqali yuklangan uchastkaning kengligi ($2b$ yoki b) va inshootning chuqurligi (h_{chuq}) bilan bog'langan. Ifodada uchinchi ishtirokchi gruntning bog'lanish kuchini hisobga oladi.



4.10-rasm. $2b = \text{const}$ bo'lganda chuqurlikning o'zgarishi bilan asos gruntning siqib chiqariladigan massasining hajmining bog'liqligi

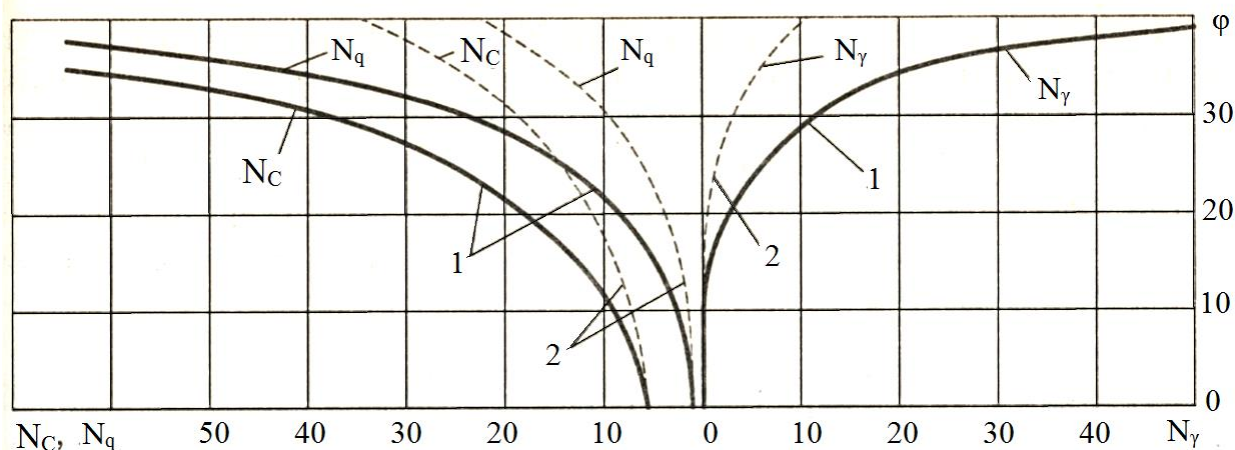
Zich gillar va bo'sh gruntlar uchun ikkala holatdagi poydevorli konstruksiyalar uchun ham N_γ , N_q va N_C koeffitsiyentlar 4.11-rasmda keltirilgan grafikdan foydalanib aniqlanadi. Buning uchun laboratoriyada aniqlanadigan ishqalanish burchagi φ to'g'risidagi ma'lumotlarga ega bo'lish kerak.

Tekislik masalasi sharoitida qumli asosda uncha katta bo'lmagan lentali poydevorlar uchun V.G.Berezansev tomonidan taxminiy yechim (4.1-jadval) olingan. U zichlashgan yadro teng qovirg'ali to'g'ri burchakli uchburchak ko'rinishiga ega, gipotenuzasi poydevorning $2b$ kengligi teng degan taxminga asoslanadi. Bu holatda:

$$P_{kr} = 2\gamma b N_\gamma + \gamma h_{chuq} N_q + C N_C. \quad (4.53)$$

Doirasimon poydevor, shuningdek yarim kengli doira radiusiga teng kvadratli poydevorlar uchun V.G.Berezansev yuqoridagiga o'xshash ifoda taklif qildi, ammo bu holatda koeffitsiyentlar boshqa qiymatga ega:

$$P_{kr} = \gamma b N_\gamma + \gamma h_{chuq} N_q + C N_C. \quad (4.54)$$



4.11-rasm. Tersagi ifodalaridagi yuk ko'tarish qobiliyati ko'effitsiyent N_γ , N_q , N_c larini aniqlash uchun grafik

4.1-jadval. (4.52) va (4.53) ifodalardagi Berezansev bo'yicha N_γ , N_q va N_c ko'effitsientlarni qiymatlari

$\varphi, ^\circ$	Poydevorlar uchun ko'effitsientlarni qiymatlari					
	lentali			kvadrat yoki doira		
	N_γ	N_q	N_c	N_γ	N_q	N_c
16	1,7	4,4	11,7	4,1	4,5	12,8
18	2,3	5,3	13,2	5,7	6,5	16,8
20	3,0	6,5	15,1	7,3	8,5	20,9
22	3,8	8,0	17,2	9,9	10,8	24,6
24	4,9	9,8	19,8	14,0	14,1	29,9
26	6,8	12,3	23,2	18,9	18,6	36,4
28	8,0	15,0	25,8	25,3	24,8	45,0
30	10,8	19,3	31,5	34,6	32,8	55,4
32	14,3	24,7	38,0	48,8	45,5	71,5
34	19,8	32,6	47,0	60,2	64,0	93,6
36	26,2	41,5	55,7	97,2	87,6	120,0
38	37,4	54,8	70,0	142,5	127,0	161,0
40	50,1	72,0	84,7	216,0	185,0	219,0
42	77,3	98,7	108,8	317,0	270,0	300,0
44	110,3	137,2	141,2	-	-	-
46	153,6	195,0	187,5	-	-	-

Qurilish amaliyotida bunga o'xshash masalalarni yechishda o'lchami $2a \times 2b$ bo'lgan kam uzunlikdagi poydevorlarni uning maydoniga radiusi $r = 2\sqrt{ab/\pi}$ bo'lgan maydonli doira bilan almashtiriladi.

Pauker, Tersagi, Berezansev ifodalarini qo'llash bo'yicha quyidagi misollar ko'riladi.

4.7-misol. Kengligi $2b=12,5$ m bo'lgan lentali poydevorning asosidagi ruxsat berilgan R_{rux} yuklamani aniqlash kerak. Poydevor 2 m ga chuqurlashtirilgan; grunt – grunt suvlari sathidan pastda lentali gil; solishtirma og'irligi $\gamma_{\text{eng}}=10,5$ kN/m³, ichki ishqalanish burchagi $\varphi=18^\circ$; $\text{tg}\varphi=0,32$; bog'lanish kuchi $S=12$ kPa.

Yechim. 1. Tersagi grafigidan (4.11-rasm) bo'sh gruntlar uchun egrilar bo'yicha koefitsiyentlarning qiymatlarini $N_\gamma=1$, $N_q=3,2$ va $N_C=11$ aniqlaymiz. (4.50) ifoda bo'yicha $P_{kr}=10,5 \cdot 6,25 \cdot 1,0 + 10,5 \cdot 2,0 \cdot 3,2 + 12 \cdot 11 = 65,63 + 67,2 + 132 = 264,83 \text{ kPa} = 0,265 \text{ MPa}$ olamiz. Agar bu ifoda uchun tavsifli $K_{zax}=2$ bo'lsa, $P_{rux}=0,133 \text{ MPa}$ hosil bo'ladi.

2. Birlamchi ma'lumotlarni hisobga olib (4.8) Pauker ifodasi bo'yicha avval aniqlaymiz $h_{st}=12/10,50 \cdot 0,32=3,58 \text{ m}$, keyin

$$P_{kr}=10,5 \cdot (2,0+3,58) \text{tg}^4(45^\circ+18^\circ/2) = 10,5 \cdot 5,58 \text{tg}^4 54 = 58,59(1,38)^4;$$

$P_{kr}=58,59 \cdot 3,64=213,3 \text{ kPa}=0,213 \text{ MPa}$. Agar $K_{zax}=1,5$ bo'lsa $P_{rux}=0,213/1,5=0,142 \text{ MPa}$ hosil bo'ladi.

3. Yechim uchun shuningdek Berezansevning (4.53) ifodasidan foydalanamiz. Yondan yuklama q ning qiymatini ifodadan aniqlaymiz $q=\gamma_{eng}h_{chuq}=10,5 \cdot 2,0=21,0 \text{ kPa}$.

4.1-jadvaldan N_γ , N_q va N_C koefitsiyentlarning qiymatlarini aniqlaymiz: $N_\gamma=2,3$, $N_q=5,3$ va $N_C=13,2$. (4.52) ifodaga aniqlangan koefitsiyentlarni va berilgan tavsiflarni qo'yib, hosil qilamiz $P_{kr}=2 \cdot 10,5 \cdot 6,25 \cdot 2,3 + 21,0 \cdot 5,3 + 12,0 \cdot 13,2 = 301,9 + 111,3 + 158,4 = 571,6 \text{ kPa} = 0,572 \text{ MPa}$. Agar $K_{zax}=1,5$ bo'lsa, $P_{rux}=0,572/1,5=0,38 \text{ MPa}$ hosil bo'ladi.

Hulosa qilib aytish mumkinki, yo'l ko'tarmalari asosini Puzirevskiy (4.41) va Maslov (4.42) ifodalariga o'xshash ustuvorlik masalalariga oid yechimlar hozirgi vaqtda ishlab chiqilmagan.

Xulosa. Muhandislik inshootining gruntli asosidagi normal va urinma kuchlanish qiymatlari va tavsifini, shuningdek turli gruntlarning ularni ta'siriga qarshi tura olish qobiliyatini bilish umuman asosning yuk ko'tara olish qobiliyati to'g'risidagi masalani yechishga imkon beradi.

Nazorat savollari:

1. Turg'unlik zaxirasining koefitsiyent tushunchasi.
2. Inshoot gruntli asosining mustahkamligini baholash.
3. Sochiluvchan gruntlarning mustahkamlik shartlari.
4. Gilli gruntlarning mustahkamlik shartlari.
5. Chegaraviyx va ruxsat berilgan yuklama.
6. Gruntli asosdagi kritik yuklama.
7. Gersevanov bo'yicha inshoot asosining deformatsiyasining tavsifi.
8. Sirg'alish chizig'i.
9. Lentali va kvadratli poydevorlarda kritik yuklamani aniqlash.
10. Lokal sirg'alish hududi.

Tayanch iboralar: Zaxira koefitsiyent, maksimal urinma kuchlanish, ko'rish burchagi, xavfsiz va ruxsat berilgan yuklama, sochiluvchan, plastik va yopiq plastik gruntlar, kritik yuklama, sirg'alish chizig'i.

5 BOB. YON BAG'IR VA QIYALIKLARNI BAHOLASH USULLARI

5.1. AYLANMA SILINDRIK SIRT BO'YICHA SIRPANISH USULI

Avtomobil va temir yo'llarini loyihalash va qurish amaliyotida ko'pincha balandligi va chuqurligi 12 m dan katta bo'lgan ko'tarma va o'ymalar yon qiyaligining ustuvorligini baholash to'g'risidagi masalalarni yechish kerak bo'ladi, chunki yo'l poyi konstruksiyasini kerakli darajada mustahkam bo'lmagan tabiiy yon bag'irlarda joylashishi natijasida buzilish xavfi bo'ladi. Odatda bu vazifa yon qiyalikning ruxsat etilgan miqdorini aniqlash bilan hal qilinadi, agar yer massasining yon qiyaligi ma'lum darajadan oshib ketsa, uning buzilish xavfi yuzaga keladi.

Yon qiyalikning buzilishi, boshqa har qanday gruntli massa shaklining buzilishi kabi, gruntlar mexanikasida qandaydir maydonda ta'sir qilayotgan urinma suruvchi kuchlanish gruntlarning siljishga qarshilik qilishidan katta bo'lishi bilan bog'lanadi. Urinma kuchlanishlar, 1 bobda ko'rsatilganidek, yon qiyalik qatlamida grunt elementiga gruntli qatlamni xususiy og'irlik kuchini, shuningdek yon qiyalikdagi qo'shimcha yuklama va qatlamdan filtrlanib o'tayotgan suvning bosimi ta'sirida yuzaga keladi. Gruntlarning siljishga qarshilik qilishi, har qanday boshqa holatlar kabi massivda ichki ishqalanish kuchi (ichki ishqqlalanish burchagi va normal kuchlanish omili) va bog'lanish kuchi bilan aniqlanadi. Grunt mustahkamligining buzilishi siljishga qarshilik qilishni urinma kuchlanishga nisbati minimal bo'lgan eng ko'p kuchlangan maydon bo'yicha yuz beradi. Natijada bu maydonlar yig'ilib qandaydir egri chiziqli sirpanish yuzasini hosil qilib, tekislik masalasi sharoitida qandaydir sirpanish chizig'i ko'rinishiga keladi.

Tog' yon bag'ri va qiyaliklar ustuvorligini baholash bo'yicha hisobiy usullar ikkita katta guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga bir xil tuzilishga ega bo'lgan grunt massivining ustuvorlik darajasini baholash imkonini beruvchi usullar kiradi. Bu massiv uchun ustuvorlik buzilishining eng tavsifli shakli kesilib va aylanib buzilishdir. Ikkinchi guruhga tog' yon bag'ri va qiyaligi qatlamida belgilangan sirpanish tekisligi (odatda geologik tuzilish) holatdagi hisoblash usullari kiradi.

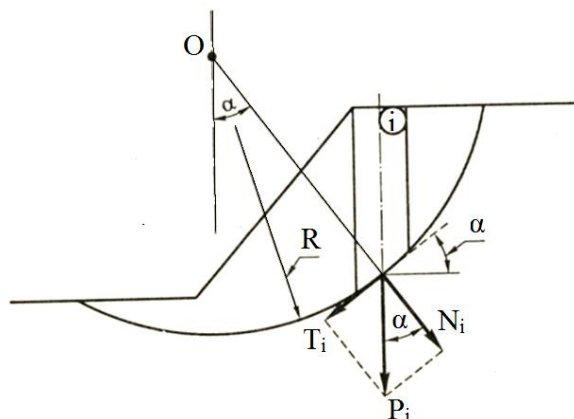
Bu usullar, ko'chki-surilish va sirpanish (Maslov tasnifi) kabi deformatsiya shaklli massivning ustuvorlik darajasini tahlil qilish imkonini beradi.

Birinchi guruh usullariga 1916-yil K.E.Petterson va 1916, 1919-yillari S.Gulten tomonidan birinchi marotaba taklif qilingan usullarini keltirish mumkin. Bu usullar asosida bir xil gruntli yon qiyaliklar ustuvorligining buzilishi silindr shaklidagi surilish yuzasi bo'ylab siljish-qirqilish natijasida yuz beradi deb faraz qilinadi. Bunday xulosa shved temir yo'llarida yuz bergan ko'chkili obyektlar tahlili natijasida olingan.

Keyinchalik aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilish (ATSSYU) usulini ishlab chiqish Fellenius (1927 y.) va K.Tersagi (1929 y.) ishlarida kuzatiladi.

Soddalashtirilgan ko'rinishda aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilish usuliga asosan bir xil gruntli yon qiyalikning ustuvorlik darajasini baholash, zaxira K_{zax} koefitsiyentning minimal qiymati bo'yicha olib boriladi. U erkin aylanish O

markazidan (5.1-rasm) o'tkazilgan aylanma (silindr) surilish yuzasidan yuqorida joylashgan gruntning birlik kengligiga teng blokini ushlab turuvchi M_{ush} momenlarni M_{ay} aylantiruvchi kuchga nisbati bilan aniqlanadi:



5.1-rasm. Aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilish usuli bo'yicha yon qiyalik turg'unligini baholashda hisobiy blok asosiga ta'sir qiluvchi kuch sxemasi

$$K_{zax} = M_{ush}/M_{ay}. \quad (5.1)$$

M_{ush} va M_{ay} momentlarning qiymatini aniqlash uchun ustuvorligi baholanayotgan massivning hammasi kengligi bir xil bloklarga bo'linadi. Keyin quyidagi ifoda bo'yicha har bir blok uchun xususiy og'irlik R_i kuchining tarkibiy normal N_i va tangensial T_i kuchlari aniqlanadi

$$N_i = R_i \cos \alpha_i; T_i = R_i \sin \alpha_i, \quad (5.2)$$

bu yerda α_i – sirpanish yuzasiga normal va har bir i -blok markazidan o'tuvchi vertikal orasidagi burchak.

Umuman grunt qandaydir ichki ishqalanish burchagi va bog'lanish kuchini qiymatiga ega bo'lsa deb, yon qiyalik ustuvorligining zaxira ko'effitsiyentni baholash uchun quyidagiga ega bo'lamiz:

$$K_{34X} = \frac{\sum (P_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i + C_i l_i)}{\sum P_i \sin \alpha_i}, \quad (5.3)$$

bu yerda R_i – hisobiy blokning og'irligi;

α_i - R_i kuch va normal tuzuvchi N_i yo'nalishlar orasidagi burchak

φ_i – ichki ishqalanish burchagi;

s_i – bog'lanish kuchi;

l_i – hisobiy blokning eni.

(5.3) ifodaning bunday yozilishi faqat bir xil gruntli yon qiyaliklarning ustuvorlik darajasini baholab qolmasdan gorizontallarnikini ham baholaydi, chunki massivning geologik tuzilishiga bog'liq gruntlarning mustahkamlik φ_i va C_i tavsiflari har xil bo'ladi.

Bundan tashqari, katta og'irshisiz (zaxira ko'effitsiyentning ortishi tomoniga

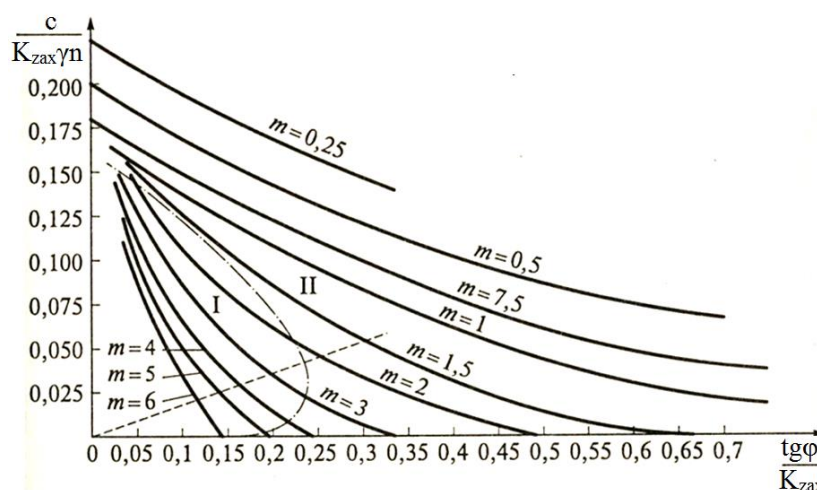
taxminan 10%), $\cos\alpha_i=1$ deb qabul qilinsa (5.3) ifodani soddaroq ko‘rinishda quyidagicha yozish mumkin:

$$K_{34X} = \frac{\sum P_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum P_i x_i} R, \quad (5.4)$$

bu yerda R – aylanma silindrik sirt dugasining radiusi;

x_i – blok og‘irlik markazining ta’sir chizig‘idan aylana markazigacha bo‘lgan yelka (5.1-rasm).

1937-yili D.Teylor tomonidan tog‘ yon bag‘ri va qiyaliklar ustuvorligining hisoblashni yengillashtirish maqsadida hisobiy jadvallar va grafiklar tuzilgan. Keyinchalik maydonlar usuli, ketma-ket yaqinlashtirish usuli, Goldshteyn jadvali, Chugaev va Lomize (5.2-rasm) grafiklari kabi hisob usullari yuzaga keldi. Oxirgi to‘rtinchi o‘n yillikda Yanbu grafigi (5.3-rasm) alohida o‘rin tutadi, chunki u birdan eng noqulay surilish yuzasini va minimal K_{zax} ni aniqlash imkonini beradi.



5.2-rasm. To‘g‘ri chiziqli ko‘rinishga ega yon qiyalikning ustuvorligini hisoblash uchun Lomize grafigi

Grunt suvining ta’sirini hisobga olish. Suv bosadigan qayirlardagi yo‘l ko‘tarmalari va suvli gorizontni kesib o‘tuvchi baland o‘ymalarning yon qiyaliklarini hisoblashda quyidagilarda yuzaga keladigan gruntning suv shimishini hisobga olish kerak:

-suvga shimilgan hudud atrofida gruntning bog‘lanish kuchining qiymati kamayadi, ammo qumli gruntlar uchun ichki ishqalanish burchagi o‘zgarmaydi;

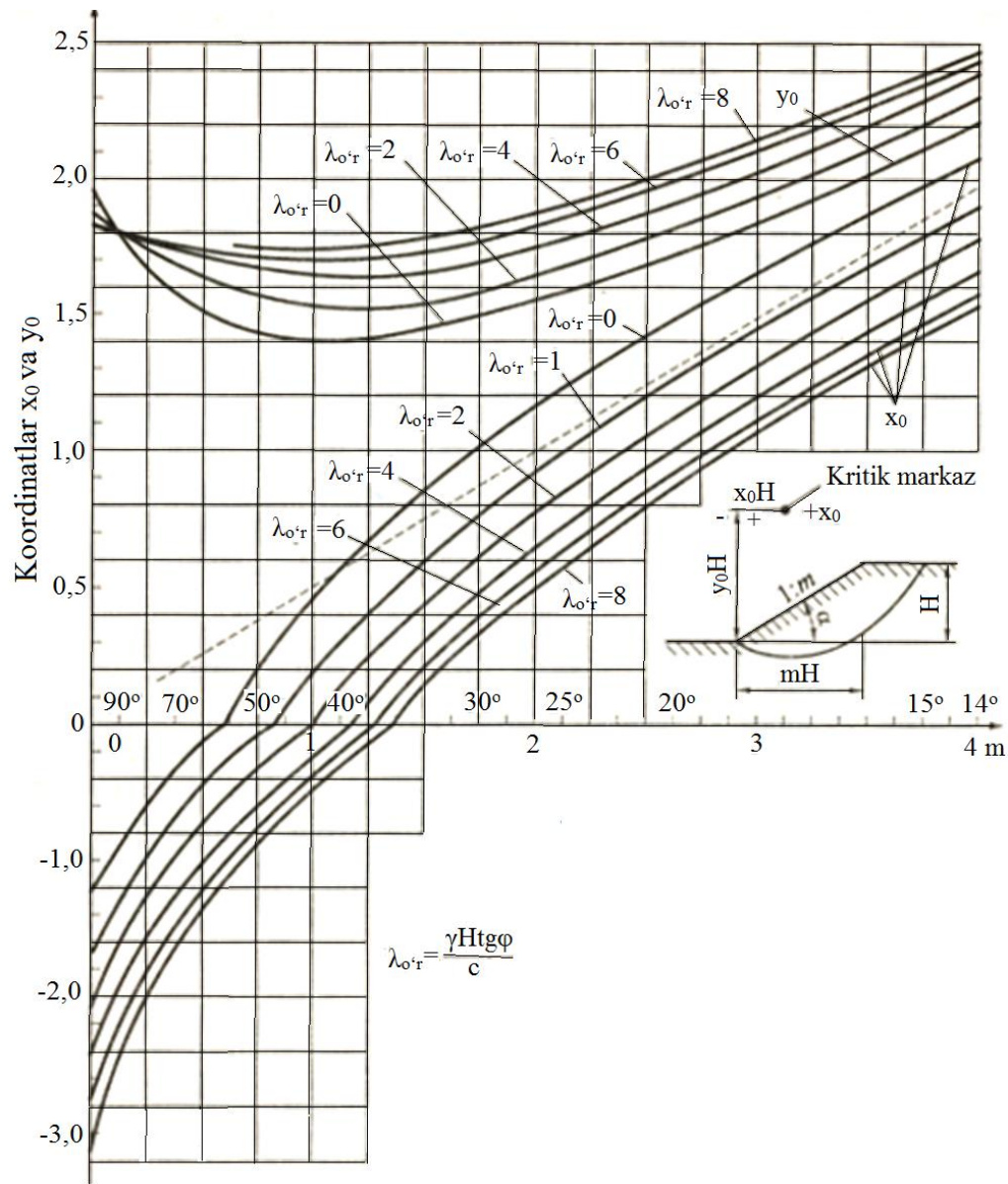
-ko‘tarmaning suv bosgan qismida grunt suvni yengillashtirish ta’siriga uchraydi;

-gruntli massivdan yon qiyalik yuzasiga suvning filtratsiyasi bo‘lganda gruntta filtratsiyali g‘ovaklik bosimi yuzaga keladi.

Grunt suvga tushirilganda, har qanday boshqa fizik jismga o‘xshab, Arximed qonuniga asosan uning engillashishi kuzatiladi. Bunda zarrali gruntning solishtirma og‘irligi, uni g‘ovaklariga erkin suvning kirishini hisobga olib, quyidagi bog‘liqlik bilan aniqlanadi

$$\gamma_{eng} = (\gamma_z - 1)(1 - n), \quad (5.4)$$

bu yerda γ_z – grunt zarrasining solishtirma og‘irligi; n – gruntning g‘ovakligi, birlik ulushida.



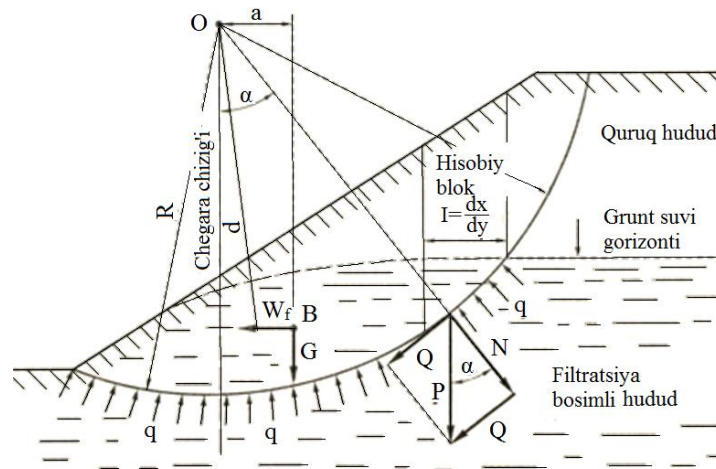
5.3-rasm. Eng xavfli aylanma silindrik sirt yuzasi bo‘yicha surilish koordinatasining markazi O ni aniqlash uchun Yanbu grafigi

Suvga cho‘ktirilgan gruntning solishtirma og‘irligi 10 kNm^3 ga yaqin va mos ravishda suv ustidagi to‘liq suv shimdirilgan gruntnikiga qaraganda ikki marotaba kam, $\gamma_w = 20 \text{ kN/m}^3$.

Suv osti holatidagi tog‘ yon bag‘ri va qiyaligining ustuvorlik darajasini baholash uchun egri depressiyasi va surilish yuzasi (5.4-rasm) orasidagi ko‘chki tanasining hajmidagi gruntli qatlamni hammasi gruntni solishtirma og‘irligi γ_{eng} dan kelib chiqib aniqlanadi.

Bu holatda tog‘ yon bag‘ri yoki qiyalikni to‘liq suvga cho‘kkan holatida gilli gruntlar uchun ATSSYU usulining prinsipial ifodasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$K_{3AX} = \frac{\sum P_{i\text{e}H2} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi + Cl}{\sum P_{i\text{e}H2} \sin \alpha_i}. \quad (5.5)$$



5.4-rasm. Aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilish usuli bo'yicha yon qiyalikning ustuvorligini hisoblashda filtratsiya bosimini hisobga olish sxemasi

Donali sochiluvchan gruntlar uchun $S=0$ bo'lganda

$$K_{3AX} = \frac{\sum P_{i\text{e}H2} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi}{\sum P_{i\text{e}H2} \sin \alpha_i}. \quad (5.7)$$

(5.7) ifodani mos ravishda qisqartirish va qayta ko'rish bilan quyidagini olamiz:

$$K_{3AX} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha_i}. \quad (5.8)$$

Bu yerdan, suvga cho'ktirish samarasi bunday yon qiyaliklarning ustuvorlik darajasiga ta'sir qilmasligi ma'lum bo'ladi.

Bog'lanish kuchi bo'lgan gruntlardan iborat tog' yon bag'ri yoki qiyaliklar o'zini boshqacha tutadi. Unda (5.6) ifodaga asosan gruntli qatlamni suv bilan yengillashtirilganda bog'lanish ahamiyati ortadi. Bunda tog' yon bag'ri va qiyaligining ustuvorlik zaxirasi ham ortadi. Bunday holat to'lqinning ta'siri bo'lmagan berk akvatoriyalardagi bo'sh gruntlarda kuzatiladi.

Filtratsiya kuchining ta'sirini hisobga olish. Grunt suvlarining filtratsiyali bosimi ta'siriga uchragan tog' yon bag'ri va qiyaliklar holati, hamma holatlarda ham yer osti suvlarining harakati bo'lganda, boshqacha bo'ladi. Agar erkin yer osti oqimi yuzasining qiyaligi bilan yuzaga kelgan gradiyent yoki bosimli suvlar uchun pyezometrik sathning chizig'i mavjud bo'lsa, unda u yerda grumdagi suv oqimiga qarshilik kuchini yengish uchun sarf bo'lish natijasida bosim kamayishi kuzatiladi. Bu qarshilik reaksiya ko'rinishida filtratsiyali bosimni yuzaga keltiradi.

Odatda suv osti oqimi vodiya qarab drenajlanadi, ya'ni u tog' bag'ining yon qiyaligi pasayish tomoniga oqadi (5.4-rasm). Bu holda tog' yon bag'ri tuzilgan qatlam ko'chki bosimi bilan bir tomonga yo'nalgan filtratsiyali bosimga uchraydi. Natijada filtratsiya bosimi ko'chki hodisasini rivojlanishiga sababchi bo'lgan omillardan biri bo'ladi.

Filtratsiya bosimini nazariy o'rganishlar (N.P.Puzirevskiy, 1923 y.), ko'chkili tahlil va ustuvorlikni hisoblashda, aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilishda filtratsiya bosimini hisobga olish kerakli darajada oddiy yo'l bilan amalga oshirish mumkinligini ko'rsatadi.

Aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilishda ko'chki tanasiga filtratsiya bosimining W_f momenti sirpanish egrisining markaziga nisbatan ajratilgan suvli tananing og'irlik kuchini G bu markazga nisbatan momentiga teng (5.4-rasm):

$$G_a - W_{fd} = 0, \quad (5.9)$$

bu yerda a va d – elkalar.

Bu holatda K_{zax} quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$K_{zax} = \frac{\sum (P_{eng} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + C_i l_i)}{\sum P_i \sin \alpha_i}, \quad (5.10)$$

bu yerda P_{eng} – suvda yengillashishini hisobga olib har bir hisobiy blokning og'irlik kuchi.

5.1-misol. Chuqurligi 8 m bo'lgan suv ombori loyihalanyapti va quyidagi tavsiflarga ega bo'lgan changli suglinokda quriladi: tabiiy namlik holatida – hajmiy og'irligi $\gamma_w = 1,90 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kn/m}^3$, ichki ishqalanish burchagi $\varphi_w = 17^\circ$, bog'lanish kuchi $s_w = 1,63 \text{ t/m}^2 = 0,163 \text{ MPa}$. Gruntning suvda yengillashgan qismining hajmiy og'irligi $\gamma_{suv} = 1,0 \text{ t/m}^3 = 10 \text{ kn/m}^3$.

Suv omborining balandligi $N = 10 \text{ m}$ va qiyaligi 1:1,5.

Aniqlash kerak: 1. Suv omborini suvga to'lgunicha qiyaligining turg'unlik koeffitsiyentni.

2. Suv omborining balandligi 8 m ga yetgunicha suvga to'lganidan keyingisi, ya'ni oddiy suv bosgan holatda.

3. Suv ombori ishga tushganidan so'ng 7 m chuqurlikkacha, ya'ni grunt suvlarining depressiya egrisi va filtratsiya bosimi bo'lganida.

Yechim. 1. *Basseynni suv bilan to'lgunicha sodda (5.4) ifoda bo'yicha qiyalikning turg'unligi hisobi.*

Ma'lum bir masshtabdagi qiyalik chizmasidan N.Yanbu grafigi bo'yicha (5.3-rasm) eng kichik zaxira koeffitsiyentli surilish egrisi markazi aniqlanadi.

Surilish egrisining markazini aniqlash uchun dastlab λ_{O-R} hisoblanadi

$$\lambda_{o'r} = \frac{\gamma_w H \tan \varphi_w}{c_w} = \frac{1,0 \cdot 10 \tan 17^\circ}{1,63} = 3$$

Aniqlangan $\lambda_{o'r}=3$ va qiyalik burchagi $\beta=33^\circ 47'$ (qiyalikning nisbati 1:1,5) qiymat bo'yicha Yanbu grafigidan x_0 va u_0 qiymatlarini aniqlaymiz:

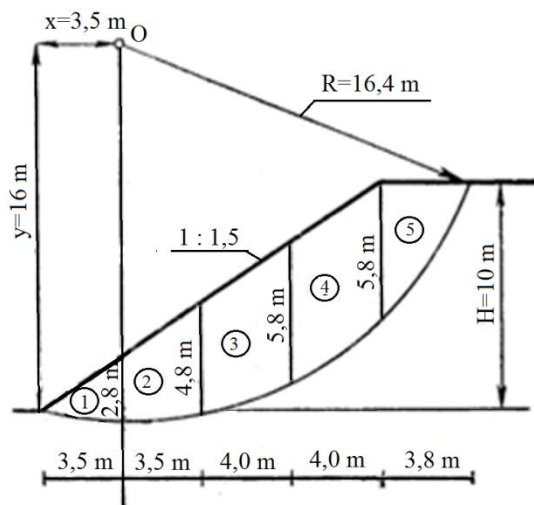
$$x_0=0,35 \text{ va } u_0=1,6.$$

Bu holatda aylana markazining koordinati O teng bo'ladi:

$$x=x_0 N=0,35 \cdot 10=3,5 \text{ m};$$

$$u=u_0 N=1,6 \cdot 10=16 \text{ m}.$$

Qiyalik asosidan yuqoriga 16 m va o'ngga 3,5 m qo'yib (5.5-rasm), aylanish markazi O nuqtaning o'rnini aniqlaymiz.



5.5-rasm. Aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilish usuli bilan suv bosmagan qiyaliklarning turg'unligini aniqlash sxemasi

Aniqlangan aylana markazidan qiyalikning asosi orqali siljish dugasining aylanasi o'tkazamiz. Grafikdan, masshtab bo'yicha, siljish egrisining radiusini aniqlaymiz:

$$R=16,4 \text{ m}.$$

5.5-rasmda keltirilganidek ko'chkining tanasini bloklarga bo'lamiz, grafikdan ularning kengligi va tomonlarining balandligini aniqlaymiz va (5.4) ifodaga kiruvchi hamma elementlarni hisoblab topamiz.

Masalan 1 blok uchun.

a) Blokning maydoni $\omega_1=(3,5 \cdot 2,8)/2=4,9 \text{ m}^2$;

hajmi $4,9^2 \cdot 1 \text{ m}=4,9 \text{ m}^3$.

b) Blok og'irligi $P_1=4,9 \text{ m}^3 \cdot 1,9 \text{ t/m}^3=9,3 \text{ t}$.

v) Blokning aylanish markazining nuqtasi O ga nisbatan blok og'irligining markazi yelkasi:

$$x=-3,5/3=-1,18.$$

g) Aylanish markazi O ga nisbatan blok og'irligining momenti:

$$x_1 P_1=-1,18 \cdot 9,3=-11 \text{ tm}.$$

Ko‘tariluvchi siljish egrisi uchun moment manfiy olinadi. Tushuvchi siljish egrisi uchun moment musbat olinadi. Misol sharoitida 2, 3, 4 va bloklarning og‘irlik momentlari – musbat.

Hisob ishlari 5.1-jadvalga kiritilgan.

5.1-jadval

Blok t/r	Blokning o‘rtacha balandligi, m	Blokning eni, m	Blokning hajmi, m^3	Blokning og‘irligi P_i , t	Yelka x_i , m	Moment $P_i \cdot x_i$, tm
1	1,4	3,5	4,9	9,3	-1,2	-11
2	3,8	3,5	12,3	23,4	1,8	42
3	5,3	4,0	21,2	40,2	5,5	220
4	5,8	4,0	23,0	44,0	9,5	418
5	2,9	3,8	11,0	20,9	12,8	268
$\sum P_i = 137,8$				$\sum P_i \cdot x_i = 959$		

Siljish qiyaligi uzunligi L ni aniqlaymiz:

$$a) \sin \beta_1 = 3,5/16,4 = 0,213; \beta_1 = 12^\circ 18';$$

$$b) \sin \beta_2 = 15,5/16,4 = 0,945; \beta_2 = 70^\circ 54'.$$

$$\beta_1 + \beta_2 = 83^\circ 12' \text{ yoki radianda } \arcsin 83^\circ 12' = 1,45.$$

L qiyaligi uzunligi:

$$L = 16,4 \cdot 1,45 = 23,8 \text{ m.}$$

(5.4) ifodaga asosan zaxira koeffitsiyent teng bo‘ladi

$$K_{34X} = \frac{tg \varphi_w \sum P_i + c_w L}{\sum P_i x_i} R = \frac{0,31 \cdot 137,8 + 1,63 \cdot 23,8}{959} \cdot 16,4 = 1,35.$$

Har qanday boshqa qiyalik siljish egrisining zaxira koeffitsiyent olingan qiymatdan katta bo‘ladi.

2. Qiyalik turg‘unligini suvga to‘lgunicha (5.3) ifodadan α burchakni hisobga olib hisoblash.

(5.4) ifoda bilan hisoblangan turg‘unlikning zaxira koeffitsiyenti aniqligini tekshirish uchun o‘sha aylanma silindirik sirt yuzasi bo‘yicha surilishni (5.3) ifoda bo‘yicha hisoblaymiz. Buning uchun, blok og‘irligiga to‘g‘ri keluvchi nuqta orqali o‘tgan siljish yuzasiga urinma yotgan burchakni, son jihatidan radius-vektor R vertikal bilan hosil bo‘lgan burchakka teng bo‘lgan α burchakni hisoblaymiz (5.5-rasm).

Masalan, 4 blok uchun burchak α_4 quyidagi tenglamaga asosan aniqlandi:

$$\sin \alpha_4 = 9,5/16,4 = 0,58;$$

$$\cos \alpha_4 = 13,35/16,4 = 0,81$$

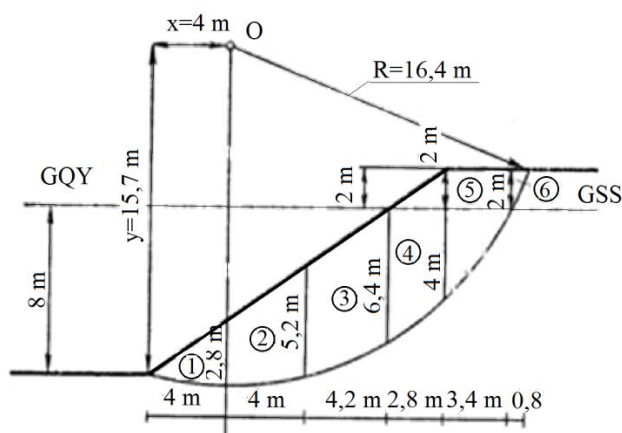
huddi shunday boshqa ajratilgan bloklar uchun ham hisoblanadi. Hamma hisobiy ma’lumotlar 5.2-jadvalga kiritilgan.

Blok t/r	Blokning og'irligi P_i, t	$\sin\alpha_i$	$\cos\alpha_i$	$P_i \sin\alpha_i, t$	$P_i \cos\alpha_i \operatorname{tg}\varphi, t$
1	9,3	-0,07	1,00	-0,65	2,88
2	23,4	0,11	0,99	2,58	7,20
3	40,2	0,34	0,94	13,70	11,70
4	44,0	0,58	0,81	25,60	11,02
5	20,9	0,78	0,63	16,30	4,09
			$\Sigma R_i=137,8$		36,89

$$K_{zax} = \frac{36,89 + 1,63 \cdot 23,8}{57,53} = 1,32.$$
$$\frac{1,45 - 1,32}{1,32} \cdot 100\% = 9,8\%.$$

Hisob ishlari 5.6-rasmda keltirilgan. Suv bosgan qiyalik sharoitida Yanbu grafigi bo'yicha aylana markazni aniqlash uchun gruntning suvda yengillashgan o'rtacha hajmiy og'irligini hisoblash kerak. Qiyalikning yuqori quruq qismining hajmiy og'irligi $\gamma_w=1,9 \text{ t/m}^3$, qiyalikni suv bosgan 8 m niki – $\gamma_{\text{suv}}=1,9 \text{ t/m}^3$. Unda

$$\gamma_{0,r}=(8 \cdot 1+2 \cdot 1,9) / 10=1,18 \text { t/m}^3.$$

$$\lambda_{o'r} = \frac{\gamma_w Htg\varphi_w}{c_w} = \frac{1,18 \cdot 10 \cdot 0,31}{1,63} = 2,2.$$


122

$\lambda_{o'r}=2,2$ va qiyalikning yotish burchagi $\beta=33^{\circ}47'$ uchun shartli koordinatlarni aniqlaymiz:

$$x_0=0,4 \text{ va } u_0=1,57.$$

Aylana markazining koordinati quyidagiga teng bo'ladi:

$$x=x_0N=0,4 \cdot 10=4 \text{ m}; u=u_0N=1,57 \cdot 10=15,7 \text{ m}.$$

Aniqlangan koordinatlardan aylana markazi o'rnini topamiz. Aylanma silindirik sirt yuzasi bo'yicha surilish yuzasini chizamiz, surilish sektorini bloklarga bo'lamiz va qiyalik turg'unligining zaxira koeffitsiyentni hisoblash uchun kerakdi ma'lumotlarni topamiz.

Hisob ma'lumotlari 5.3-jadvalga kiritilgan.

5.3-jadval

Blok t/r	Blokning o'rtacha balandligi $h_{o'r}, m$	Blokning eni, m	Blokning hajmi $V_i,$ m^3	$\gamma_w, t/m^3$	Blokning og'irligi P_i, t	Yelka x_i, m	Moment $P_i \cdot x_i, tm$
1	1,4	4,0	5,6	1,0	5,6	-1,3	-7,3
2	4,0	4,0	16,0	1,0	16,0	2,0	32,0
3	5,8	4,2	30,2	1,0	30,2	6,1	184,0
4	5,2	2,8	14,5	1,0	14,5	9,6	139,0
4	1,0	2,8	2,8	1,0	5,3	10,1	53,5
5	2,0	3,4	6,8	1,0	6,8	12,1	84,8
5	2,0	3,4	6,8	1,0	12,9	12,7	164,0
6	1,0	0,8	0,8	1,0	1,5	14,7	21,0
					92,8		671

Seysmik kuchning ta'sirini hisobga olish. Tog' yon bag'ri, qiyalik va tirgovich devorlarning turg'unligining kamayishida asosiy va hal qiluvchi ahamiyatni, yer qimirlashida hosil bo'ladigan seysmik kuchlar o'ynaydi. Bu kuchlar yuqorida keltirilgan ifodalarda hisobga olinmagan.

Seysmik ta'sirni qabul qilingan sxemaga qarab hisobga olish har xil usullar bilan amalga oshiriladi. Quyida seysmik kuchni hisobga olish uchun asosiy tushunchasi tushunarli bo'lgan sodda variant taklif qilingan.

ATSSYU usulini qo'llashda seysmik kuchni hisobga olish uchun suruvchi kuchlar birdan katta bo'lgan seysmik K_s koeffitsiyentga ko'paytiriladi. U quyidagi ifoda asosida belgilanadi:

$$K_s = 1 + \frac{\alpha_{\max}}{g}, \quad (5.11)$$

bu yerda $\alpha_{\max}$ – seysmik tezlanishning hisobiy qiymati; g – og'irlik kuchining tezlanishi.

Bu ifodadan hisoblangan K_s ning qiymati 5.4-jadvalda keltirilgan.

5.4-jadval

Hisobiy seysmik, ballarda	7	8	9
K_s	1,03	1,05	1,10

Hisobiy seysmik hududning seysmik qiymati γ va grunt sharoitining seysmik tavsifi m yig'indisidan iborat.

Hududning seysmik qiymati γ berilgan maydonning seysmik faolligini ko'p yillar kuzatish natijasida tuzilgan maxsus haritalardan aniqlanadi.

Grunt sharoitining seysmik tavsifi m jadvallarda berilgan qiymatlarga qarab qo'shimcha ballarda baholanadi. Misol sifatida 5.5-jadval keltirilgan.

5.5-jadval

No p/p	Grunt qatlamini turi	Seysmik tasnif m , ballarda
1.	Allyuvial yotqiziqlar (shebyonkalar va qumlar)	1 – 2
2.	Quruq gruntlar: gillar, mergellar va lyossimonlar	1 – 3
3.	Botqoqlik va suvga to'yingan gruntlar	3 – 4

Hisobiy seysmik ballarda yig'indi sifatida quyidagicha aniqlanadi

$$K_s = \gamma_o + m. \quad (5.12)$$

“Gorizontal kuch” sxemasi bo'yicha seysmikni suruvchi kuchni oshirish yo'li bilan emas, balki suruvchi koeffitsiyent ko'rinishida ifodalanuvchi ushab turuvchi kuchni kamaytirish bilan hisobga olinadi.

Seysmik kuchni hisobga olishda suruvchi koeffitsiyentni quyidagi ifodadan hisoblab aniqlanadi:

$$F_{ps} = tg(\varphi - \delta) + \frac{c}{p_s}, \quad (5.13)$$

bu yerda δ – “seysmik burchak” deb ataluvchi; p_s – seysmiklikni hisobga oluvchi normal kuchlanish.

Seysmik burchakning qiymati seysmik ta'sirning baliga bog'liq holda aniqlanadi (5.6-jadval).

5.6-jadval

Ballar	$\alpha_{max}, mm/sek^2$	δ°
7	101 – 250	2
8	251 – 500	3
9	501 – 1000	6
10	1001 – 2500	14
11	2501 – 5000	27
12	> 5000	> 27

Prof. E.M.Dobrov seysmik kuch hisobga olinganda zaxira koeffitsiyentning (4.9) ifodasiga asoslanib quyidagi ifoda ko‘rinishida aniqlashni taklif qiladi:

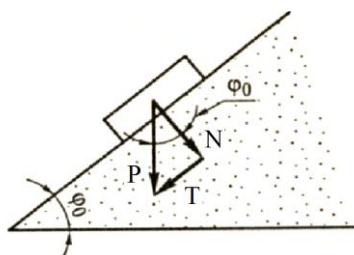
$$K_{zax} = \frac{\sum (P_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + C_i l_i)}{\sum P_i \sin \alpha_i R + S_{s.g} m + S_{s.v} n}, \quad (5.14)$$

bu yerda $S_{s.g}$ va $S_{s.v}$ – gorizont va vertikal inersiya kuchlari; m va n –

Ko‘p hollarda $K_{zax} < 1$ bo‘lgan qiymatlarda ko‘chki hosil bo‘ladi. Kerakli miqdorda ustuvorlik darajasi ta’minlanishi uchun $K_{zax} > 1$ bo‘lishi kerak.

5.2. Teng ustuvorlikka ega ko‘rinishli yon qiyalikni qurish

Kerakli darajada barqaror bo‘lgan tabiiy tog‘ yon bag‘irlari va qiyaliklarining ko‘rinishini kuzatish ularning tavsifi ko‘p jihatdan gruntning turiga va uni mustahkamlik tavsifiga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Bo‘shoq qumli yoki har qanday sochiluvchan grunt (5.7-rasm) uchun hosil bo‘ladigan tabiiy yon qiyalik to‘g‘ri chiziq bo‘lib, gorizontga $\alpha = \varphi$ burchak ostida og‘gan bo‘ladi.

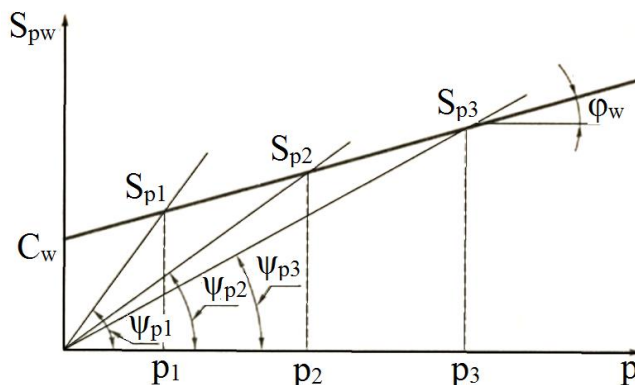


5.7-rasm. Sochiluvchan gruntni tabiiy qiyalik burchagi bo‘yicha ichki ishqalanish burchagini aniqlash sxemasi

Agar grunt sochiluvchan bo‘lmasdan bog‘langan bo‘lsa ishqalanish burchagi φ_w dan tashqari bog‘lanishga S_w ega bo‘lsa, unda odatda tabiiy yon bag‘ir yoki qiyalik aniq bilinuvchi, pastida kam qiyalikka ega asos va yuqorisi kerakli darajada tik, deyarli vertikal qiyalikka ega egri chiziqli ko‘rinishni oladi.

Bu holatni tahlil qilib ko‘ramiz. Buning uchun ishqalanish burchagi φ va S bog‘lanishga ega gruntni siljishga qarshilik qilish funksiyasining grafigini (5.8-rasm) tahlil qilamiz. Umuman bog‘langan gruntni siljishga qarshiligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$s_p = p \operatorname{tg} \varphi + C. \quad (5.15)$$



5.8-rasm. Siljish burchagining qiymatini aniqlash shartlari

Keyin, 5.8-rasmdagi grafikdan foydalanib, abssissa o'qiga normal kuchlanishning uchta qiymati p_1 , p_2 va p_3 ni qo'yamiz, bunda ordinata o'qi o'z navbatida siljishga qarshilik qilishni uchta s_{p1} , s_{p2} , va s_{p3} qiymatiga mos keladi. Koordinata boshining grafikdagi $s_p=f(p)$ funksiyasini nuqtasi bilan birlashtiramiz. Unda bu nurlar va abssissa o'qlari orasida uchta har xil: ψ_{p1} , ψ_{p2} va ψ_{p3} burchak hosil bo'ladi. Siljishda normal kuchlanish oshishi bilan burchak kamayadi. Bu burchakning *siljishga qarshilik burchagi* (N.N.Maslov, 1949 y.) deb nomlash va uni normal kuchlanish p ga bog'liqligini ta'kidlab ψ_p deb belgilash qabul qilingan. Uning qiymatini aniqlash uchun (5.15) tenglamaning chap va o'ng tomonini p ga bo'lamiz:

$$F_p = s/p = \operatorname{tg} \psi_p = \operatorname{tg} \varphi + C/p. \quad (5.16)$$

Bu yerdan quyidagi ifoda ma'lum bo'ladi:

$$\psi_p = \operatorname{arctg}(\operatorname{tg} \varphi + C/p) = \operatorname{arctg} F_p. \quad (5.17)$$

Olingan bog'liqlikka asosan siljishga qarshilik burchagi ψ_p ning qiymati normal kuchlanish ortishi bilan kamayadi va $p \rightarrow \infty$ bo'lganda ishqalanish φ burchagiga intiladi. Ideal sochiluvchan gruntlar uchun $S=0$ bo'lganda siljish burchagi $\psi_p = \varphi$.

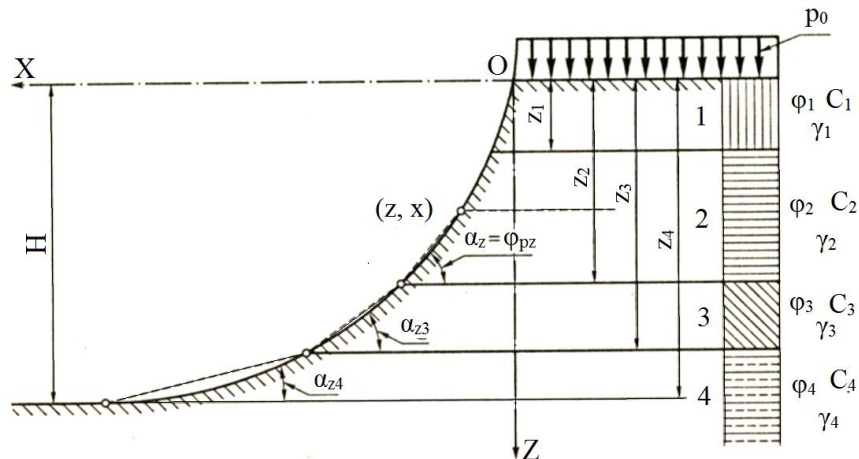
Shartli-sochiluvchan gruntlar uchun yon qiyalik tuzuvchisi shaklini qurish uchun analitik ifodani quyidagi shartdan olish mumkin:

$$\operatorname{tg} \alpha_z = \frac{dz}{dx} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{C}{\gamma z} \quad (5.18)$$

(5.18) ifodani integrirlashdan keyin, $z=0$ $x=0$ bo'lishini hisobga olib quyidagiga teng bo'ladi:

$$x = \frac{1}{\gamma \operatorname{tg}^2 \varphi} = [\gamma z \operatorname{tg} \varphi + C \ln C - C \ln(\gamma z \operatorname{tg} \varphi + C)]. \quad (5.19)$$

(5.19) ifodaga mos ravishda yon qiyalik tuzuvchisini, teng mustahkamlik shartidan topilgan, ZOX koordinatalar sistemasida (5.9-rasm) bajariladi.



5.9-rasm. Grafik usuli F_r bilan qatlamlarda teng mustahkamlikdagi yon qiyalikni qurish

Ko'pchilik hollarda, ayniqsa massiv qatlamli tuzilishga ega bo'lsa, teng mustahkamlikdagi yon qiyalikni grafik usullardan foydalanib Maslovning grafik usuli bilan qurish ko'proq qulaydir. Bunda, grafikni tuzishda dastlabki pozitsiya bo'lib z chuqurlikdagi yon qiyalik yuzasidagi har qanday nuqtada, mos ravishda o'sha chuqurlikda yon qiyalik burchagi α_z ga tengligi to'g'risidagi faraz hisoblanadi, ya'ni $\alpha_z = \psi_{pz}$.

Bu holatda ψ_{pz} ni aniqlash uchun asosiy tenglama bo'ladi:

$$\psi_{pz} = \arctg(\tg\varphi_i + C_i/\gamma_i z) = \arctg F_{pz}, \quad (5.20)$$

bu yerda φ_i va S_i – hisobiy chuqurlikda z_i yotuvchi grunt qatlami uchun tavsifli mos ravishda ichki ishqalanish burchagi va bog'lanish kuchi; γ_i – z_i -gorizontni yopuvchi qatlamlar uchun o'rtacha kabi, gruntning solishtirma og'irligi.

Qurish quyidagi tartibda olib boriladi. Yon qiyalik balandligi bo'yicha qatlamlar yuqorisidan $z_1, z_2, \dots, z_n$ chuqurlikda osti bilan bir nechta hisobiy qatlamlarga bo'linadi. Bu qatlamlar qalinligi kamaygan sari ularning aniqligi oshib boradi. Yon qiyalik qatlamlari har xil tog' jinslaridan tuzilgan bo'lsa, hisobiy qatlamga mos gorizontlardagi bu qatlamlarning tutash joylari o'zaro bir-biriga to'g'ri kelishi kerak.

Keyin bu har bir gorizont uchun (5.20) ifoda bo'yicha siljishga qarshilik burchagi ψ_{pz} ni qiymati aniqlanadi va mos ravishda aniqlangan siljishga qarshilik burchagini qiymatidan yon qiyalik burchagi α_z aniqlanadi.

Yon qiyalikni qurish uning pastki $z=N$ nuqtasidan boshlanadi, bu yerda N – yon qiyalikning to'liq balandligi. Bu yerga berilgan gorizontga mos α_{z4} burchak belgilanadi va u keyingi gorizontni kesib o'tgunicha z_3 chuqurlikkacha davom ettiriladi. Kesishgan nuqtaga bu gorizontga mos keluvchi α_{z3} burchak belgilanadi. Shu tartibda qatlamlarning eng yuqori yuzasigacha davom ettiriladi. Aniqlangan nuqtalar tekis bo'lgan egri bilan tutashtiriladi.

Qurilgan yon qiyalik yuzasida $\alpha_z = \psi_{pz}$ shartining ta'minlanishi muhim moment hisoblanadi va umumiy ustuvorlikning zaxira koeffitsiyent $K_{zax}=1$ ga teng bo'lganda chegaraviy deb qabul qilinishi kerak emas.

5.2-misol. Balandligi 30 m bo'lgan qiyalikka ega tepalik o'yma bilan o'yiladi. Tepalik quyidagi gruntlardan iborat (5.10-rasm).

1-qatlam. Yer yuzasidan 10 m chuqurlikda hajmiy og'irligi $\rho_w=1,9 \text{ t/m}^3=19 \text{ kn/m}^3$, ichki ishqalanish burchagi $\varphi_w=20^\circ$ va umumiy bog'lanish kuchi $s_w=2,9 \text{ t/m}^2=0,29 \text{ MPa}$ bo'lgan suglinok yotibdi.

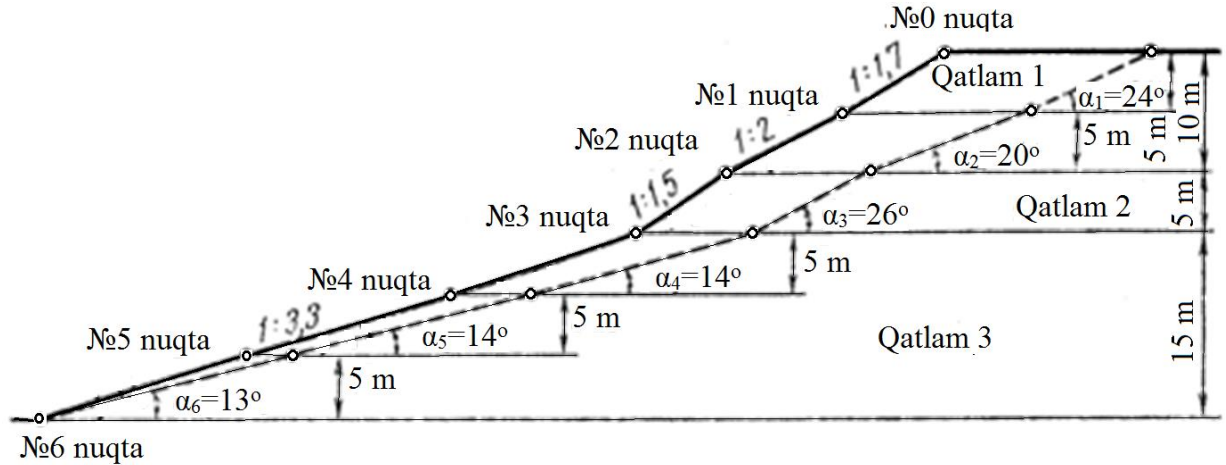
2-qatlam. Suglinok ostida qalinligi 5 m bo'lgan qum va supesdan iborat hajmiy og'irligi $\rho_w=2,1 \text{ t/m}^3$, $\varphi_w=25^\circ$ va $s_w=6 \text{ t/m}^2=0,6 \text{ MPa}$ bo'lgan suglinok yotibdi.

3-qatlam. 2 gorizontning suglinogi 15 m qalinlikdagi hajmiy og'irligi $\rho_w=2,0 \text{ t/m}^3$, $\varphi_w=15^\circ$ va $s_w=1,5 \text{ t/m}^2=0,15 \text{ MPa}$ bo'lgan gilni ustida yotibdi.

F_r usuli bo'yicha loyihalash kerak:

a) zaxira koeffitsiyent $K_{zax}=1$ bo'lganda ustuvor yon qiyalikni chizish kerak;

b) zaxira koeffitsiyent $K_{zax}=1,25$ bo'lganda ustuvor yon qiyalikni chizish kerak.



5.10-rasm. F_p teng mustahkam qiyalik usuli bo'yicha qurilgan qiyalikning shakli (uzluksiz chiziq $k_{zax}=1$, uzlukli chiziq $k_{zax}=1,25$)

Yechim. Qiyalikni quyidagi ifodaga asosan grafo-analitik usul bilan loyihalaymiz.

$$K_{3AX} = \frac{tg \psi_p}{tg \alpha}, \quad (5.21)$$

bu yerda α – ko'rilaytgan nuqtada qiyalikning gorizontga nisbatan nishablik burchagi (5.9-rasm);

ψ_p – grunt massividagi o'sha nuqtaning surilish burchagi.

Qiyalikni vertikal bo'yicha shartli qatlamlarga har birining qalinligi 5 m qilib bo'lamiz va shunday holatda bo'lingan qatlamning asosi uchun tabiiy yuklama va surilish burchagi ψ ni aniqlaymiz.

Yer yuzasidan 5 m narida joylashgan qiyalikdagi birinchi tuqta uchun hisoblash misolini keltiramiz.

1. Tabiiy yuklama p_{tab} hisoblanadi:

$$p_{tab} = z_1 \gamma_w = 5 \cdot 1,9 = 9,5 \text{ t/m}^2 = 0,95 \text{ MPa}.$$

2. Surilish burchagining ψ_1 tangensi va surilish burchagini ψ_1 o'zining qiymati aniqlanadi:

$$F_p = tg \psi_1 = tg \varphi_w + \frac{c_w}{p_{tab}} = tg 20^\circ + \frac{2,0}{9,5} = 0,57,$$

$$\psi_1 = 30^\circ \text{ (gradusgacha yiriklashtirilgan)}$$

3. $k_{zax}=1$ bo'lganda qiyalikni yotish burchagi α_1 teng bo'ladi $\psi_1 = \alpha_1 = 30^\circ$;

$k_{zax}=1,25$ bo'lganda:

$$\alpha_1 = \frac{\psi_1}{1,25} = \frac{30}{1,25} = 24^\circ$$

va shu kabi har bir keyingi nuqtalar uchun hisoblanadi.

Hisob natijalari 5.6-jadvalga tushiriladi.

Qiyalik chegaralarining qurish quyi nuqta 6 dan boshlanadi. 6 nuqtadan transportir yoki burchak tangensi $\alpha_6=16^\circ$ (yoki 13°) qiymati bo'yicha uni gorizont $z=25\text{ m}$ bilan kesishguncha davom ettiramiz. Keyin keyingi burchak α_5 ni qo'yamiz va shunga o'xshash.

5.6-jadval

Nuqtani t/r	z ,	$P_{ab}, t/m^2$ (0,1 MPa)	φ_w°	$tg\varphi_w$	$C_w, t/m^2$ (0,1MPa)	C_w/P_{tab}	$tg\psi$	ψ	α $k_{zax}=1$ bo'lganda	α $k_{zax}=1,25$ bo'lganda
1	5	9,5	20	0,36	2,0	0,21	0,57	30	30	24
2	10	19,0	20	0,36	2,0	0,11	0,47	25	25	20
3	15	29,0	25	0,46	6,0	0,20	0,66	33	33	26
4	20	39,5	15	0,27	1,5	0,04	0,31	17	17	14
5	25	49,5	15	0,27	1,5	0,03	0,30	17	17	14
6	30	59,5	15	0,27	1,5	0,02	0,29	16	16	13

Shunday qilib qurilgan qiyalik 5.10-ramda ko'rsatilgan.

5.3-misol. Balandligi 15 m bo'lgan qiyalik bir xil gili grunt dan iborat, u quyidagi tavsifga ega: hajmiy og'irligi $\rho_w=2,0\text{ t/m}^3=20\text{ kn/m}^3$, ichki ishqalanish burchagi $\varphi_w=15^\circ$, bog'lanish kuchi $s_w=4\text{ t/m}^2=0,04\text{ MPa}$.

Turg'un qiyalik chegarasini analitik usul bilan qiyalikdan tashqaridagi $P_0=3\text{ kg/sm}^2=0,3\text{ MPa}$ bir tekis tarqalgan yuklamani hisobga olgan holda va olmagan holda F_p usuli bilan qurilsin.

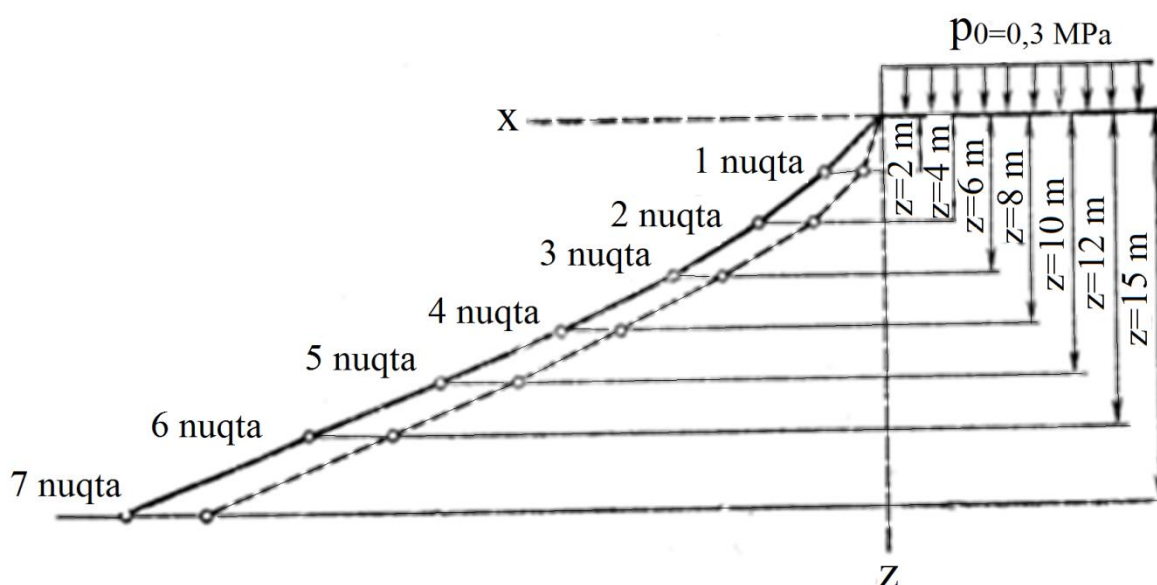
Yechim. 1. Qiyalik qoshidan tashqaridagi R_0 yuklama bo'lmaganida turg'un qiyalik chetlarini qurish (5.21) ifoda bilan quriladi. Agar $p_0=0$ bo'lsa, bu ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$x = \frac{1}{\rho_w tg^2 \varphi_w} [\rho_w z tg \varphi_w + c_w \ln c_w - c_w \ln (\rho_w z tg \varphi_w + c_w)]$$

To'rg'un qiyalikning x koordinatasini hisoblash uchun shartli ravishda qalinligi 2 m dan qilib qatlamlarga bo'lib chiqamiz va shu taxlitda har bir ajratilgan grunt qatlami asosi uchun x koordinatasini aniqlaymiz.

Masalan, birinchi qatlam ostonasida, $z=2$ bo'lganda (5.11-rasm) quyidagiga ega bo'lamiz:

$$x_1 = \frac{1}{2tg15^\circ} [2 \cdot 2tg15^\circ + 4 \cdot 4 - 4(2 \cdot 2tg15^\circ + 4)] = 0,7\text{ m}.$$



5.11-rasm. Analitik F_R usuli bilan hisoblangan turg'un qiyalikning chegarasi: uzluksiz chiziq bir tekis tarqalgan yuklamani $P_0=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa}$ hisobga olgan holda va uzlukli – yuklamani hisobga olmagan holda

Shu yo'l bilan har bir nuqta uchun x ning qiymatlarini hisoblaymiz, olingan qiymatlar 5.7-jadvalga kiritilgan.

2. Turg'un qiyalikning chegarasini analitik usul bilan qiyalikdan tashqaridagi $R_0=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa}$ bir tekis tarqalgan yuklamani hisobga olgan holda qurish (5.11-rasm) (5.19) ifoda bo'yicha olib boriladi. Koordinata x ni hisoblash tartibi masala yechimini 1 bandida keltirilgani uchun hisoblash ma'lumotlarini 5.8-jadvalda keltirish bilan chegaralanamiz.

5.7-jadval

Qatlam t/r	z, m	$\text{tg}\varphi_w$	$\frac{1}{\rho_w \text{tg}^2 \varphi_w}$	$\rho_w z \text{tg} \varphi_w$	$c_w \ln c_w$	$c_w \ln(\rho_w z x \text{tg} \varphi_w + c_w)$	x, m
1	2	0,27	7,15	1,08	5,52	6,5	0,7
2	4	0,27	7,15	2,16	5,52	7,3	2,7
3	6	0,27	7,15	3,24	5,52	7,9	6,1
4	8	0,27	7,15	4,32	5,52	8,5	9,6
5	10	0,27	7,15	5,40	5,52	8,9	14,5
6	12	0,27	7,15	6,48	5,52	9,3	19,3
7	15	0,27	7,15	8,10	5,52	9,9	26,8

5.8-jadval

Qatlam t/r	z, m	$\text{tg}\varphi_w$	$\frac{1}{\gamma_w \text{tg}^2 \varphi_w}$	$\gamma_w z \text{tg} \varphi_w$	$c_w \ln(p_0 \text{tg} \varphi_w + c_w)$	$c_w \ln \left[\frac{(p_0 + \gamma_w z)x}{x \text{tg} \varphi_w + c_w} \right]$	x, m
1	2	0,27	7,15	1,08	6,28	7,04	2,3
2	4	0,27	7,15	2,16	6,28	7,76	4,9
3	6	0,27	7,15	3,24	6,28	8,36	8,3
4	8	0,27	7,15	4,32	6,28	8,84	12,9
5	10	0,27	7,15	5,40	6,28	9,24	17,3
6	12	0,27	7,15	6,48	6,28	9,64	22,8
7	15	0,27	7,15	8,10	6,28	10,20	30,0

5.7 va 5.8-jadvallar yordamida qurilgan qiyalik 5.11-rasmda keltirilgan.

5.3. Gorizontal kuch usuli

Ko'chki–siljish yoki surilish shaklida deformatsiyalanadigan tog' yon bag'ri va qiyaliklarning ustuvorlik darajasini baholashda odatda Maslov-Bererning (1941y.) gorizontal kuch, Shaxunyans (1953 y.) va Chugayev (1964 y.) usullaridan foydalaniladi.

Surilish yuzasi, har bir xususiy holat uchun, aniq muhandis-geologik sharoitni, birinchi galda qatlamlanish tavsifi, qatlamlarning og'ishi, bo'sh qatlamning borligi va boshqalarning tahlili asosida aniqlashtiriladi. Bunda u har xil qiyalikdagi burchakli bitta tekislik yoki bir nechta tekisliklardan iborat, shuningdek aralash aylanma silindrik sirt yuzasi bo'yicha surilishli uchastkali bo'lishi mumkin. Surilish tekisligidan yuqorida yotgan ko'chkili grunt massivining hammasi, vertikal qirqimlar bilan bloklarga shunday bo'linadiki, unda ularni chegaralari surilish yuzasining singan joyiga mos kelsin va har bir blokning sirpanish yuzasida gruntlarni suruvchi tavsiflarining doimiy qiymatlari saqlansin. Keyin har bir blokning og'irlik kuchi P aniqlanadi. Agar grunt suvlari bo'lsa yengillashtirish samaradorligi hisobga olinadi.

Har bir blok atrofida aniqlanadigan ushlab turuvchi va faol bosimning kuchini gorizontal o'qqa (5.12-rasm) proyeksiyasi tushuriladi, bu hozirgi usulning tavsifli xususiyati xisoblanadi. Har bir blok atrofida bu kuchlarning hisobi analitik yoki grafik usul bilan bajariladi.

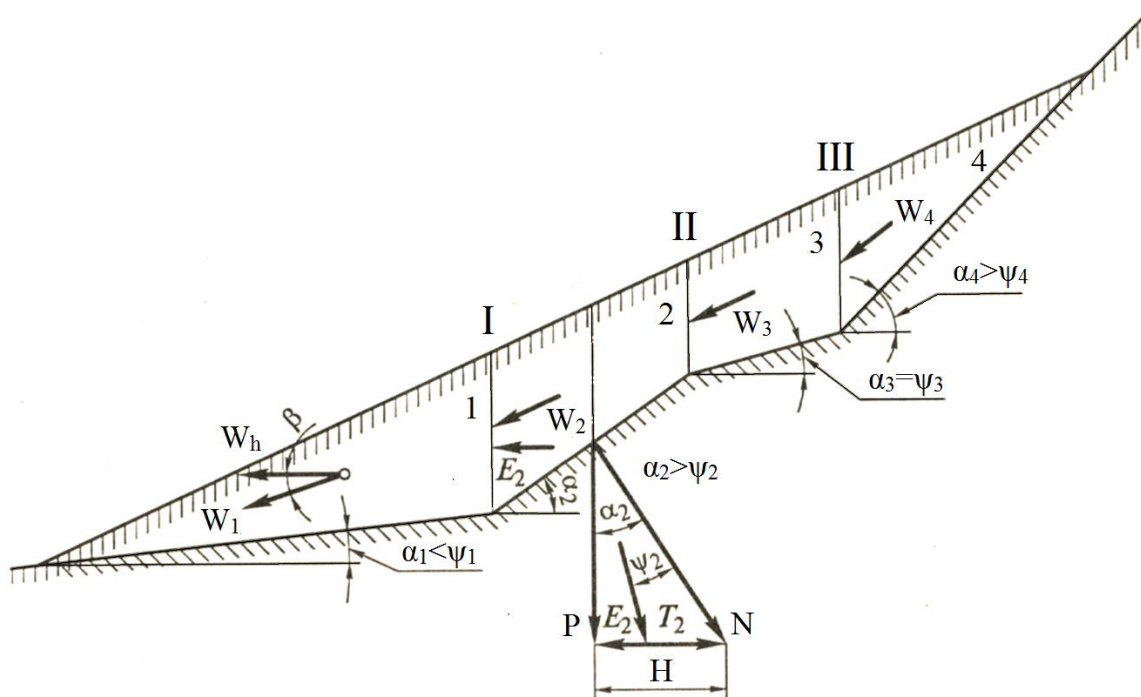
Maslov-Bererni gorizontal kuch usuliga asosan yon qiyaliklarning ustuvorlik darajasi quyidagi ifoda bilan aniqlanadigan zaxira koeffitsiyent bilan baholanadi:

$$K_{3AX} = \frac{\sum T_i}{\sum (\pm H_i)} \quad (5.21)$$

$$E_i = P_i \text{tg}(\alpha_i - \psi_{pi}); \quad (5.22)$$

bo'lganda

$$T_i = H_i - E_i = P_i [\text{tg} \alpha_i - \text{tg}(\alpha_i - \psi_{pi})] \quad (5.23)$$



5.12-rasm. Maslovning gorizonttal kuch usuli bo'yicha tabiiy tog' yon bag'irlari ustuvorligini hisoblashda hisobiy blok asosida kuchlarni joylashtirish jihatlar

Bu ifodalarda: T_i – gruntning ishqalanish va bog'lanish kuchi (sirpanish yuzasi bo'yicha) bilan qabul qilinadigan qarshilik (i-blokni devorga bosimi) qismi; N_i – gruntda ishqalanish va bog'lanish kuchi bo'lmaganda qarshilik (blok devoriga bosim); ψ_{pi} – normal kuchlanish bo'lganda berilgan blokning surilish yuzasidagi siljishga qarshilik burchagi; α_i – berilgan blok surilish yuzasining gorizontga nisbatan og'ish burchagi; P_i – i-blokning og'irlik kuchi; E_i – bosimning blok ostida yotuvchiga berilgan so'nmagan qismi (faol bosim).

(5.22) ifoda kerak bo'lganda ko'chkili massivda har bir ajratilgan blokning (4.8-rasm) ustuvorlik darajasini aniqlash imkonini beradi. Agar $\alpha_i = \psi_{pi}$ bo'lsa blokning teng holati bo'ladi. Agar $\alpha_i > \psi_{pi}$ bo'lsa, unda uning xususiy ustuvorligi ta'minlanmagan bo'ladi va surilish tekisligidan pastda yotgan blokni bosadi ($E > 0$). Oxiri, agar $\alpha_i < \psi_{pi}$ bo'lsa, hisobiy blok ustuvorlik zaxirasiga ega bo'ladi va tirkama devorga o'xshab yuqorida joylashgan blokdan bosimni qabul qiladi.

Ko'chkili qiyalik qatlamida grunt suvlarining filtratsiyali oqimi bo'lsa, unda qo'shimcha filtratsiya W_f bosimini hisobga olish kerak. Har bir ajratilgan blokda bu bosimning sonli qiymati:

$$W_f = \gamma_{suv} \omega_i I_i \quad (5.24)$$

bu yerda ω_i – depressiya egrisidan pastda yotuvchi tekislik chizmasida yotuvchi oqimning kesim yuzasi.

Filtratsiya kuchini W_f ta'sir chizig'ining yo'nalishini har bir blok atrofida berilgan blokni depressiya egrisiga parallel qabul qilish mumkin, u gorizont bilan qandaydir burchak β_{if} hosil qiladi.

Unda ko'chkili tana ustuvorligining zaxira koeffitsiyent $K_{zax.f}$, filtratsiya bosimini hisobga olgan holda (5.21) ifodaga mos ravishda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$K_{zax.f} = \frac{\sum T_i}{\sum (\pm H_i) + \sum W_i \cos \beta_{i\phi}}. \quad (5.25)$$

Gorizontal kuch usulidan farqli ravishda Shaxunyansning hisobiy usulida, ko'chki tanasidagi har bir ajratilgan blok asosida blokning xususiy og'irlik R_i kuchi ikkita tuzuvchi: N_i normal (sirpanish tekisligi) va T_i tangensiallarga ajratiladi. Undan keyin yon bag'irning ustuvorligining zaxira koeffitsiyent quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$K_{zax} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} [N_i \operatorname{tg} \varphi_i + C_i l_i + T_{iV}] \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^{i=m} T_{iC} \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}, \quad (5.26)$$

bu yerda T_{iU} va T_{iS} – og'irlik R_i kuchini mos ravishda ushlab turuvchi va siljituvchi tangensial tuzuvchilari.

Xulosa. Ko'tarma va o'ymalarning yon bog'ir qiyaliklarini baholash ustuvorligini zaxirasining minimal qiymati orqali aniqlanib, unda ushab turuvchi va suruvchi kuchlarning momentlarining o'zaro nisbatlarini aniqlashga qaratilgandir. Buning uchun yon qiyalikning holatiga bog'liq ravishda yuqorida keltirilgan usullardan foydalaniladi.

Nazorat savollari:

1. Turg'unlik zaxirasining koeffitsiyent tushunchasi ?
2. Aylana silindrli yuza siljish usuli ?
3. Ushlab turuvchi va aylantiruvchi kuchlarning momentlari to'g'risida tushunchalar ?
4. Yanbu grafigi to'g'risida tushuncha ?
5. Filtratsiya kuchini hisobga olish ?
6. Seysmik kuchni hisobga olish ?
7. Yon qiyalikning teng turg'unlikdagi shakli tushunchasi ?
8. Gorizontal kuch usuli ?
9. Bog'langan gruntlarning surilishga qarshiligi ?
10. Ushlab turuvchi va aylantiruvchi momentlar tushunchasi ?

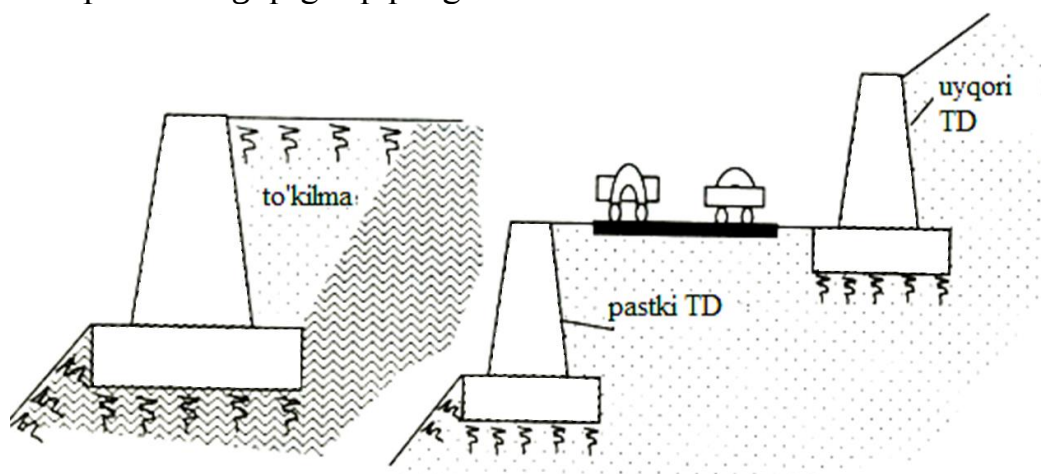
Tayanch iboralar: Aylana silindrli yuza siljishi, ushab turuvchi va aylantirib suruvchi momentlar, filtratsiya kuchi, seysmik kuch, teng turg'unlikdagi qiyalik, gorizontal kuch usuli.

6 BOB USHLAB TURUVCHI INSHOOTLARNING USTUVORLIGINI BAHOLASH

6.1. Tirgovich inshootlar va ularni maqsadi

Tirgovich inshootlar deganda o'zi bilan aloqada bo'lgan tabiiy yoki texnogen grunt massivining yondan bosimini qabul qiluvchi maxsus geotexnik qurilma yoki boshqa muhandislik qurilmasi tushuniladi.

Tirgovich inshootlarga yaqqol misol qilib har xil qurilma shaklida bo'lgan tirgovich devorlarni (6.1-rasm) keltirsa bo'ladi. Shuningdek, tirgovich devor sifatida ko'priklarning qirg'oq qozig'ini ko'rsatish ham mumkin.



6.1-rasm. Tirgovich devorning sxemasi

Ko'chki xavfi bor yon bag'irlarda tirgovich devor sifatida, ko'pincha qoziqli qurilmalardan foydalaniladi (6.2-rasm).

Yer osti o'tish yo'lining vertikal devorlari ham tirgovich devor sxemasiga ishlaydi.

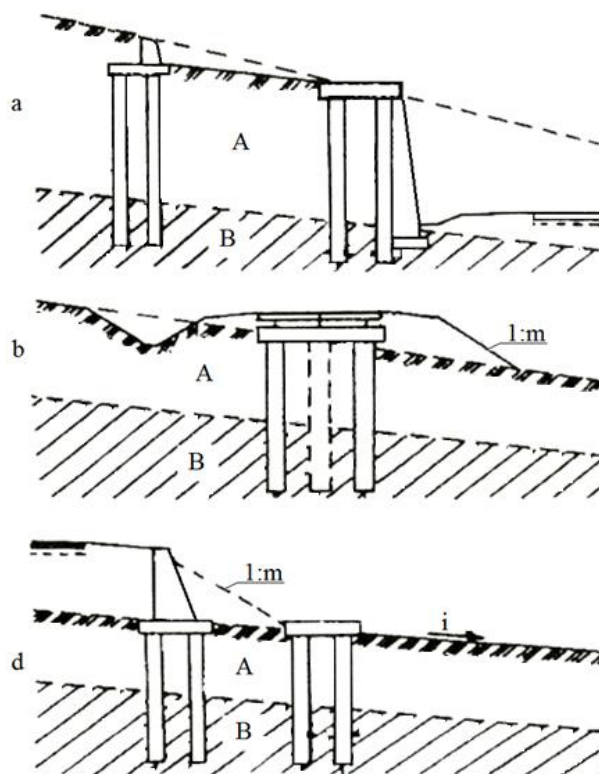
Oxirgi vaqtlarda armogrunтли geotexnik qurilma deb ataluvchilar keng qo'llanilmoqda. Ular ko'tarma shaklidagi massiv bo'lib har xil armaturalovchi elementlardan, ko'pincha geosetka va shunga o'xshashlardan iborat bo'ladi. Bunday qurilmalarni tor joylarda, nishabligi katta bo'lgan ko'tarmalarni qurish zarurati bo'lganda (6.3-rasm) ishlatish katta samara beradi.

Tirgovich inshootning har qanday variantida ham u turg'unligini o'zgartirmasdan devor ortidagi grunt massividan tushayotgan yon bosimni qabul qilishi kerak. Shuning uchun bu bosimni aniqlay olish lozim. Quyida biz tirgovich devorga grunt bosimi to'g'risidagi masala sifatida gravitatsion massivli tirgovich devor deb ataluvchi devor qurilmasining sodda shaklini ko'ramiz.

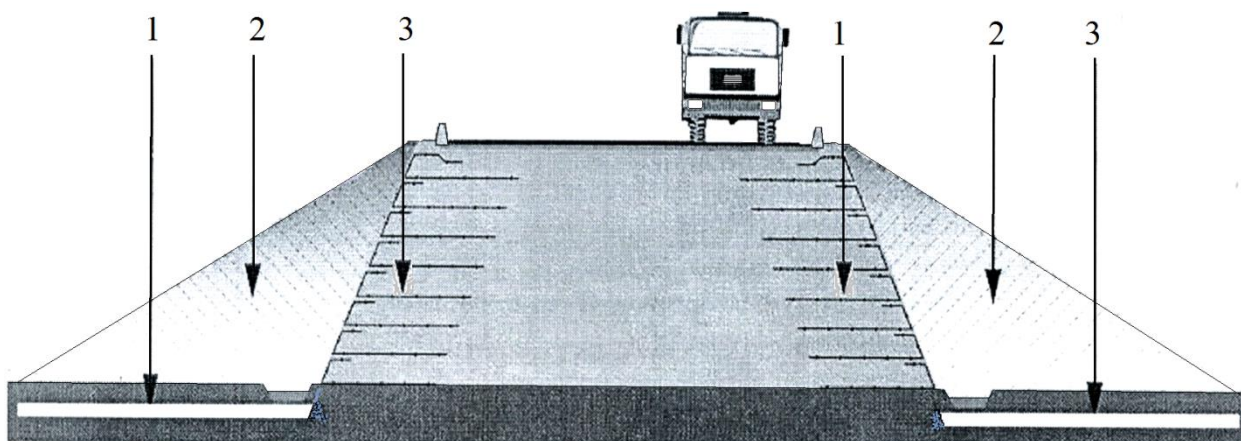
6.2. Tirgovich devorga gruntning bosimi

Tirgovich devorga ta'sir qiluvchi bosimlar E_a faol va E_p passiv bosimlarga farqlanadilar.

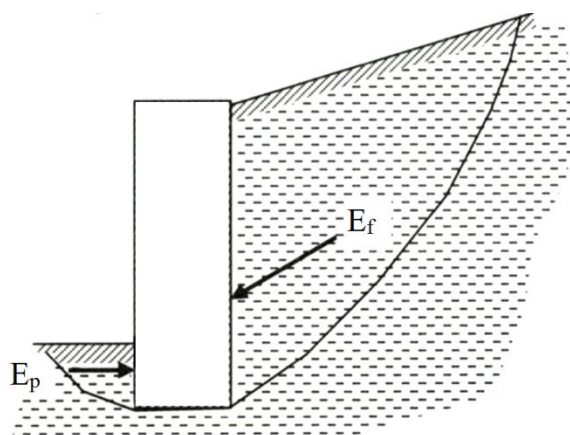
Gruntli massivdagi devorga ta'sir qiluvchi faol bosim hosil bo'ladi qachonki, massivning bosimi ostida devorning surilishi bosim yo'nalishida bo'lsa (6.4-rasm).



6.2-rasm. Ko'chkiga qarshi qoziqli konstruksiyaning sxemasi:
A – ko'chkili massiv; B – mustahkam qatlam; a - usti bo'yicha; b – o'qi bo'yicha; d – osti bo'yicha



6.3-rasm. Siqilgan sharoitda ko'tarma qurilishida armogrunтли konstruksiyaning qo'llanishi:
1 – saqlab qolingani maydon; 2- iqtisod qilingan grunt hajmi;
3 – geosintetik material



6.4-rasm. Tirgovich devorga ta'sir qiluvchi (E_f) faol va (E_p) passiv bosimlar

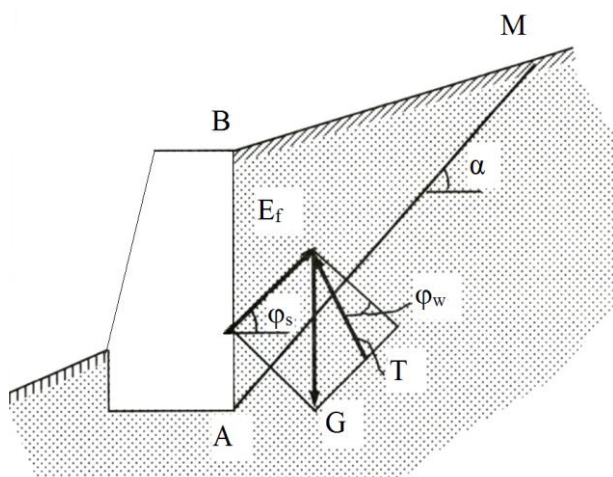
Passiv bosim devor massiv tomonga surilganda hosil bo'ladi. Bu holatda massiv tomonidan ta'sir qiluvchi bosim massivning reaksiya kuchi sifatida bo'ladi.

Faol va passiv bosimlarning qiymatlari har xil, ammo bir xil sharoitda passiv bosim faol bosimdan doimo katta bo'ladi.

E_a ning qiymatini aniqlash imkonini beruvchi dastlabki yechim 6.5-rasmda keltirilgan Kulon yechimidir. Bu yerda AVM prizmasi AM tekis yuzasida suriluvchi qattiq qoziq sifatida ko'riladi. Bunda grunt massivi faqat ishqalanishga ega (yani $s=0$) deb faraz qilinadi. AVM qoziqqa uchta kuch ta'sir qiladi: og'irlik kuchi G , sirpanish yuzasidagi ishqalanish kuchi T va qoziqqa devorning qarshilik kuchi, ya'ni E_a faol bosim qiymatini aniqlovchi qoziqning devorga o'zaro ta'sir kuchi.

Chegaraviy muvozanat sharoitida AM sirpanish yuzasida hosil bo'lgan ishqalanish kuchi T normalga, sirpanish yuzasiga ichki ishqalanish burchagi φ dek yo'nalgan.

G kuchi har doim vertikal yo'naltirilgan. Unda E_a kuch φ_s burchagi ostida devor yuzasining normaliga yo'naltirilgan, shu bilan birgalikda φ_s devorning vertikal yuzasidagi gruntning ishqalanish burchagi. G , φ va φ_s larning qiymatini bilib kuchli uchburchak qurish mumkin va grafik yo'li bilan E_a ning birlamchi qiymatini yengil aniqlash mumkin bo'ladi.



6.5-rasm. Kulon usuli bo'yicha aktiv bosimni hisoblash sxemasi

1860-yili analitik ko‘rinishda Renkin (6.6, a-rasm) taklif qilgan yechim keng qo‘llanilmoqda. Uni olish uchun quyidagi cheklanishlarga ruxsat beriladi:

-devor ortidagi gruntning kuchlanganlik holati devorning borligiga bog‘liq emas;

-devorning orqasidagi gruntning yuzasi gorizontaldir;

-gruntning devorga ishqalanishi nolga teng ($\varphi_s = 0$).

Agar devor bo‘yicha ishqalanish nolga teng bo‘lsa, unda devorga chegara bo‘lgan stvordagi kuchlanish ellipsi vertikal bo‘yicha (6.6-rasm) yo‘naltirilgan katta o‘qqa ega bo‘ladi.

Grunda bog‘lanish bo‘lmaganda, (4.24) ifodaga asosan:

$$\sin \theta_{\max} = \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}.$$

Oxirgi muvozanat sharoitida $\theta_{\max} = \varphi$ bo‘lgani uchun, oxiri quyidagini olamiz:

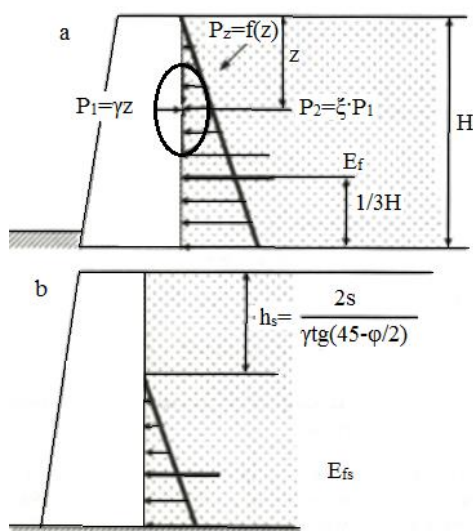
$$\sin \varphi = \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}. \quad (6.1)$$

Kuchlanish ellipsining ko‘rsatilgan holatida p_2 ko‘rilayotgan nuqtadagi gruntning yon bosimini aks ettiradi. Unda p_2/p_1 nisbati yon bosim koefitsiyent qiymati ξ ni aniqlaydi. Buni hisobga olgan holda, (6.1)dan quyidagini olamiz:

$$\sin \varphi = \frac{1 - \xi}{1 + \xi}. \quad (6.2)$$

Bu yerdan ξ ning qiymatini φ funksiyasi sifatida olib:

$$\xi = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}. \quad (6.3)$$



6.6-rasm. Renkin usuli bilan faol bosimni aniqlash chizmasi: a – $s=0$ bo‘lgan hol uchun; b – $s \neq 0$ bo‘lgan hol uchun

Keyinchalik, hozirgi holatda, hisobga olsak:

$$p_1 = \gamma \cdot z, \quad (6.4)$$

p_2 ning qiymatini olamiz:

$$p_2 = \xi \cdot \rho \cdot z = \rho \cdot tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}), \quad (6.5)$$

bu yerda z – to‘kilmani yuzasidan ko‘rilayotgan nuqttagacha bo‘lgan masofa (vertikal bo‘yicha); γ – gruntning solishtirma og‘irligi.

Bu yerdan p_2 ning z ga chiziqli bog‘liqligi (6.6-rasm) ko‘rinib turibdi.

r_2 ning qiymati maksimal qiymatga erishadigan gorizont, ko‘tarma asosi sathida bo‘lishi kerak, ya‘ni $z=H$ ga to‘g‘ri keladi. Unda maksimal yon bosim aniqlanadi:

$$r_{2max} = \rho \cdot Ntg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}). \quad (6.6)$$

Faol yon bosimning to‘liq kuchini aniqlash uchun p_2 ni 0 dan N (yani epyura yuzasini hisoblab topish kerak) gacha integrallash kerak bo‘ladi. Unda quyidagini olamiz:

$$E_a = \frac{\rho \cdot H^2}{2} tg^2(45^\circ - \varphi/2). \quad (6.7)$$

Agar grunt bog‘lanishga ega bo‘lsa, unda keltirilgan masala bo‘yicha $s \neq 0$ ni $s=0$ ning o‘rniga qo‘yiladi.

Unda quyidagi ifodani olamiz:

$$E_{as} = \frac{\rho \cdot H^2}{2} tg^2(45^\circ - \varphi/2) - 2s[Ntg(45^\circ - \varphi/2) - \frac{c}{\gamma}]. \quad (6.8)$$

6.1- misol. Tirgovich devorning poydevori balandligi $H=9$ m kengligi $2b=4$ m, uning chuqurligi $h_{chuq}=3$ b m. Devor hajmiy og‘irligi $\rho_w=1,90$ t/m³=19 kn/m³, ichki ishqalanish burchagi $\varphi=30^\circ$, bog‘lanish kuchi $S=0$ bo‘lgan qumli to‘kilmani ushab turibdi.

1. Devorga tushuvchi grunt faol bosimining epyurasini qurish, devorga tushuvchi gruntning to‘liq bosimini hisoblash va uning qo‘yiladigan nuqtasini aniqlash kerak.

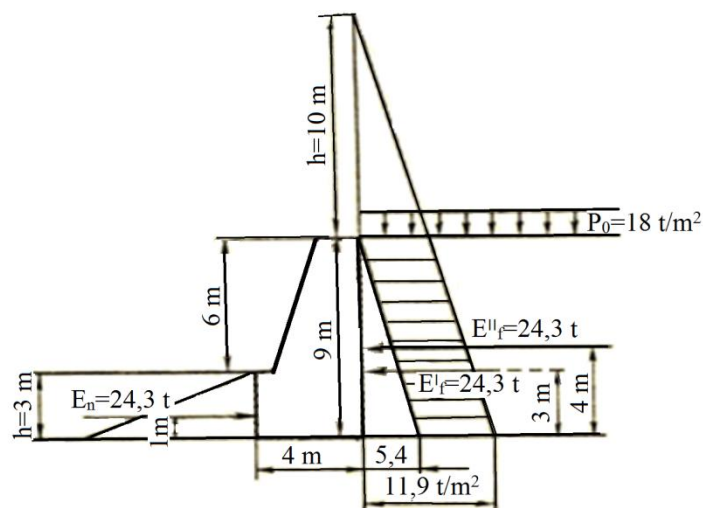
2. Huddi ushani o‘zi, ammo to‘kilma yuzasiga bir tekis tarqalgan yuklama $P_0=18$ t/m²=1,8 MPa qo‘yilganda (6.7-rasm).

3. Gruntning passiv bosimi epyurasini qurish, to‘liq passiv bosim E_p ni hisoblash va uning qo‘yilish nuqtasini aniqlash kerak.

Yechim. 1. To‘kilma yuzasiga qo‘yilgan yuklamani hisobga olmasdan faol bosim.

a) Devorga tushuvchi gruntning bosimi to‘g‘ri qonuniga bo‘ysungani sababli, devorga yer bosimini qurish uchun ikkita koordinata yetarli bo‘ladi: yuqorida va tirgovich devorning poydevori osti sathida.

To‘kilma yuzasida yuklama bo‘lmaganda yuqorigi koordinat nolga teng bo‘ladi. Poydevor osti sathida (6.6) ifodaga asosan to‘kilma bosimi teng:



6.7-rasm. Bog‘lanish kuchini hisobga olmagan holda tirgovich devorga tushuvchi grunt bosimini tarqalish epyurasi

$$p_a = \rho_w N \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) = 1,8 \cdot 9 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 5,4 \text{ t/m}^2 = 0,05 \text{ MPa}.$$

b) Devorning 1 m uzunligidagi to‘liq faol bosim (6.7) ifodaga asosan teng

$$E_a = \frac{\rho \cdot H^2}{2} \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) = \frac{1,8 \cdot 9^2}{2} \operatorname{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 24,3 \text{ t/m}.$$

v) Devorga poydevor ostidan E_a ning qo‘yiladigan nuqtasi :

$$e_1 = (1/3)H = (1/3) \cdot 9 = 3 \text{ m}.$$

Bu ma’lumotlarga asoslanib qurilgan grunt bosimining epyurasi 6.7-rasmda keltirilgan.

2. Gruntning faol bosimi to‘kilma yuzasiga qo‘yilgan bir tekis tarqalgan yuklama $p_0 = 2 \text{ kg/sm}^2$ hisobga olib.

a) Devordagi bosimning tarqalish epyurasini qurish uchun bir tekis tarqalgan yuklama jadalligini quyida keltirilgan ifodaga asosan to‘kilma gruntining fiktiv balandligi h ga almashtiramiz:

$$h = p_0 / \rho_w = 18 / 1,8 = 10 \text{ m}.$$

Poydevor osti sathidagi grunt bosimi qiymati $z = H$ bo‘lganda (6.6) ifodaga asosan:
 $P_a = \rho_w (H + h) \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) = 1,8(9 + 10) \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 11,9 \text{ t/m}^2 = 0,119 \text{ MPa}.$

b) 1 m uzunlikdagi devorga tushuvchi to‘liq faol bosimning qiymati 6.7-rasmga asosan

$$E_a'' = \frac{1}{2} \rho_w H (H + 2h) \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) = \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 9(9 + 2 \cdot 10) 0,33 = 77,6 \text{ t/m}.$$

v) Devorga poydevor ostidan E_a ning qo‘yilish nuqtasi:

$$e_2 = \frac{H}{3} \cdot \frac{H+3h}{H+2h} = \frac{9}{3} \cdot \frac{9+3 \cdot 10}{9+2 \cdot 10} = 4,0 \text{ m.}$$

3. Gruntning passiv bosimi.

a) Gruntning passiv bosimi poydevor yuzasida nolga teng; poydevor osti sathida faol bosimdek, ammo «+» ifoda bilan aniqlanadi:

$$P_p = \rho_w h_{\text{chuq}} \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2) = 1,8 \cdot 3 \cdot \text{tg}^2(45^\circ + 30^\circ/2) = 16,2 \text{ t/m}^2 = 0,16 \text{ MPa.}$$

1 m uzunlikdagi devorga tushuvchi to'liq passiv bosim teng:

$$E_n = \frac{1}{2} \rho_w H^2 \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2) = \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 3^2 \cdot 3 = 24,3 \text{ t/m}^2 = 0,243 \text{ MPa.}$$

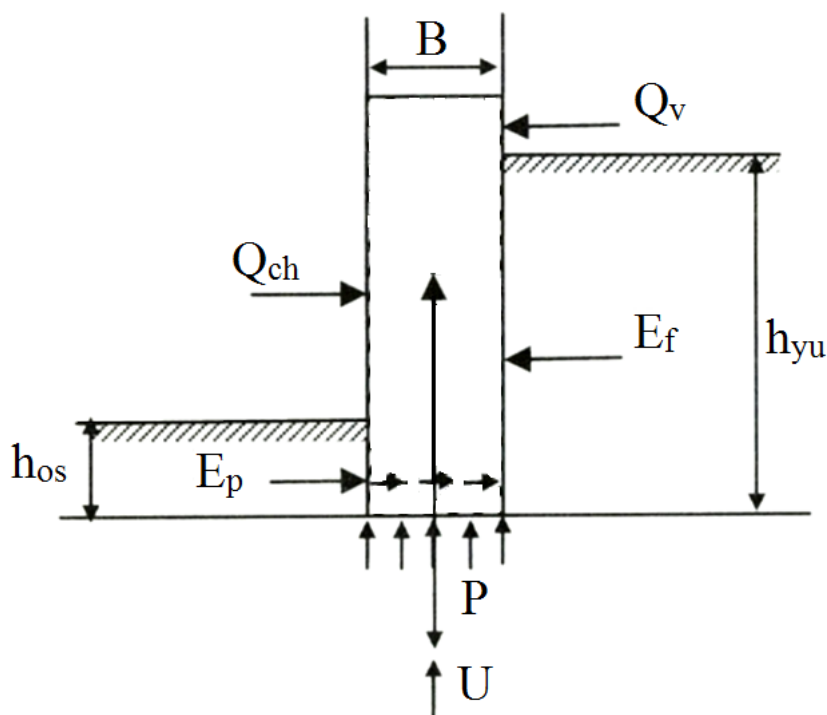
Hisoblangan bosim epyurasi 61-rasmda keltirilgan.

v) Poydevor ostidan passiv bosimning qo'yilish nuqtasi:

$$e_3 = (1/3)H = (1/3) \cdot h_{\text{chuq}} = (1/3) \cdot 3 = 1 \text{ m.}$$

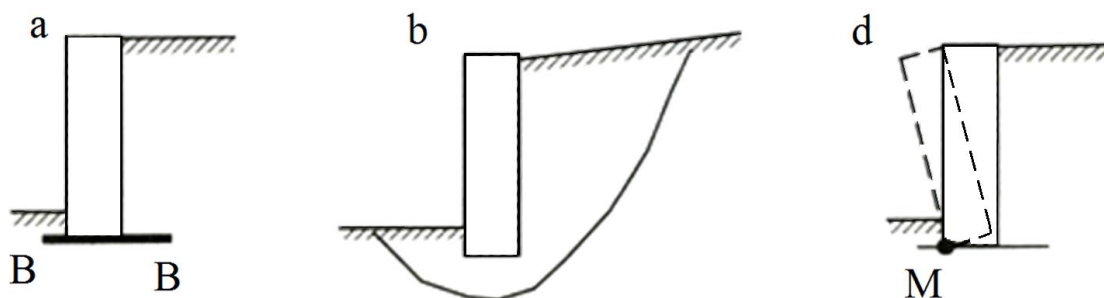
6.3. Tirgovich devorning turg'unlik darajasini baholash uchun hisobiy chizmalar

Oddiy tirgovich devorning turg'unligiga ta'sir qiluvchi kuchning sxemasi umumiy holda (devorning ikki tomonida hajm bo'lganda) 6.8-rasmda ko'rsatilgan.



6.8-rasm. Tirgovich devorning turg'unligiga ta'sir qiluvchi kuchning umumiy chizmasi: R – devorning xususiy og'irligidan tushayotgan kuch; U – devor tagiga ta'sir qiluvchi yerosti suvining kuchi; E_f – faol bosimning kuchi; E_p – passiv bosim; Q_{ch} – chap suv havzasidagi suvning harakat kuchi; Q_v – rezervuardan tushayotgan suvning harakat kuchi.

Umumiy holda tirgovich devorning turg'unligining asosiy uchta varianti (6.9-rasm) ko'riladi.



6.9-rasm. Tirgovich devor turg'unligining asosiy variantlari

1. Tekislikdagi surilish, inshoot asosining sathiga to'g'ri keluvchi BB tekislikda inshoot surilsa (6.9, a-rasm).

2. Chuqurlikdagi surilish, inshoot asosi tagida joylashgan yuzada inshoot surilsa (6.9, b-rasm). Sodda holatda bu yuza aylana silindr deb olinadi.

3. Ag'darilish, inshoot unga qo'yilgan kuch ta'sirida M nuqta atrofida ag'dariladi (6.9, d-rasm).

Tekislikda surilish chizmasi bo'yicha turg'unlik darajasi ushab turuvchi kuchning suruvchi kuchga nisbati va ag'darilishda – ushab turuvchi va suruvchi kuchlar momentlarining nisbatini aylanish markaziga nisbati bilan aniqlanadi.

Tekislikda surilish sxemasi uchun hisobiy ifodani olishni ko'ramiz. Qandaydir gidrotexnik inshootning devoriga, umumiy holda, quyidagi kuchlar ta'sir qiladi (6.8-rasm):

- xususiy og'irlik kuchi P ;
- yuqori tomondan faol bosimning kuchi E_a ;
- pastki tomondan passiv bosimning kuchi E_p ;
- hovuzdagi suvning bosim kuchi Q_n ;
- yuzada joylashgan rezervuardagi suv bosimining kuchi Q_v ;
- inshoot asosi tagidagi er osti suvlarining ta'sir kuchi U .

Ko'rsatilgan kuchlar (P dan tashqari) shartli ravishda suruvchiga tegishlidir (ulardan ayrimlari surilishga qarshilik qilishi mumkin, ammo ular suruvchi deb yechimni soddalashtirish uchun minus belgi bilan qabul qilinadi).

Ushab turuvchi kuchlarga faqat asos sathida rivojlanuvchi ishqalanish $[(P - U)tg\varphi_w + c_w B]$ kuchi va bog'lanish taalluqlidir. Turg'unlik koeffitsiyent quyidagi ifodadan hisoblab chiqariladi:

$$K_y = \frac{(P - U)tg\varphi_w + c_w B}{(Q_a - Q_n) + (E_{av} - E_{an})}, \quad (6.9)$$

bu yerda E_{av} – yuqori tomondan faol bosim; E_{an} – o'shani o'zi pastki tomondan.

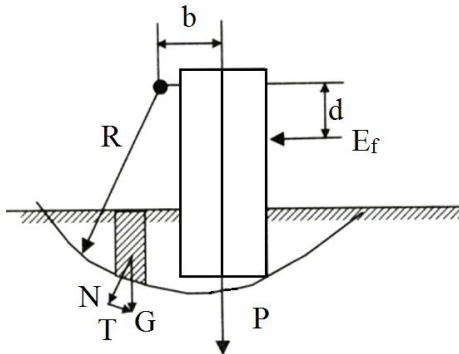
Oxirigisi shartli ravishda passiv bosim o'rniga qabul qilinadi va doimo faoldan katta bo'ladi.

6.10-rasmda R radiusli aylana silindr surilish yuzasiga ega bo'lgan chuqurlikdagi surilish chizmasi keltirilgan.

Turg'unlik koeffitsiyent quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_y = \frac{R \left[\sum_{i=1}^n (G_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_{wi} \cdot l_i) \right]}{P \cdot e + E_a \cdot d}, \quad (6.10)$$

bu yerda v va d – qabul qilingan sirpanish qiyaligining markazini koordinatlari; G_i – surilish bo‘lagi bo‘linadigan i – bo‘lakchalarning og‘irligi; α_i – i – bo‘lakchaning surilish yuzasi qiyalik burchagi; φ_i va c_i – i – bo‘lakcha (sirpanish yuzasida) atrofida gruntning ichki ishqalanish burchagi va bog‘lanish kuchi; E_f – surilish yo‘nalishidagi devorga gruntning faol bosimi.



6.10-rasm. Chuqurlikda suriluvchi tirgovich devorning turg‘unligini hisoblash sxemasi

Tirgovich devorni qurishda, odatda ularni tubi asosga chuqur qilib o‘rnatiladi. Shuning uchun devorning og‘irligini hisobiy qiymati R_n aniqlashda grunt va devorning og‘irligidan kotlovandan chiqarib tashlangan gruntning og‘irligi ayiriladi.

Amaliyotda, devorning turg‘unligini kafolatlash uchun keltirilgan ifodadagi turg‘unlik koeffitsiyent zaxira koeffitsiyentga, sharoitning murakkabligiga va inshootning muhimligiga qarab qabul qilinuvchi 1,25 dan 1,50 gacha bo‘lishi kerak deb hisoblanadi.

Xulosa. Tirgovich inshootlar amaliyotda, devorning turg‘unligini kafolatlash uchun keltirilgan ifodadagi turg‘unlik koeffitsiyent zaxira koeffitsiyentga, sharoitning murakkabligiga va inshootning muhimligiga qarab qabul qilinadi.

Nazorat savollari:

1. Tirgovich devorlar va ularning ahamiyati.
2. Tirgovich devorlarning chizmasi.
3. Tirgovich devorga tushuvchi bosim qiymati.
4. Aktiv va passiv bosimlar.
5. Tirgovich devorning turg‘unligini baholash uchun hisobiy chizmalar.
6. Ushlab turuvchi kuchlar.
7. Tirgovich devorning turg‘unligini hisoblashda seysmik ta’sirni xisobga olish.
8. Tirgovich devorning turg‘unligini hisoblashda Renkin usuli.
9. Faol bosimni hisoblashda Kulon usuli.
10. “Seysmik burchak” tushunchasi.

Tayanch iboralar: Tirgovich devor, faol va passiv bosim, Kulon usuli, Renkin usuli, seysmk kuch, seysmik burchak.

7 BOB. GRUNTLARNING SIQILUVCHANLIGI VA INSHOOTLARNING CHO‘KUVCHANLIGINI BASHORATLASH

7.1. Umumiy holatlar

Gruntlarning siqiluvchanligi gruntdagi g‘ovaklikni yuklama ostida o‘zining hajmini kamaytirish qobiliyati bilan aniqlanadi, bu jinslarda mineral zarralarning zich joylashuviga olib keladi. Bu jarayon o‘zaro surilishga – jinslar tashkil qilgan elementar zarralarning mikrosurilishi bilan amalga oshadi. Tabiiy hol, gruntни to‘liq suv shimishida, ya‘ni g‘ovaklikning suvga to‘liq to‘lishida, uni zichlashtirish g‘ovakliklaridagi qandaydir hajmdagi to‘ldiruvchi suvni siqib chiqarilishi bilan mumkin bo‘ladi. Boshqacha aytilganda bunday gruntlarning zichlashtirish jarayoni ular namligining kamayishiga olib keladi.

Gilli gruntlarning yuklama ostida zichlashishi odatda vaqt davomida yuz beradi, bu vaqt ichida grunt qancha qovushqoq bo‘lsa va qancha kam suv o‘tkazsa, ya‘ni ular qancha gilli va zich konsistensiyali bo‘lsa shuncha uzoq davom etadi. Shuning uchun eng ko‘p siqiluvchanlikka ichki siljishga qarshiligi kam bo‘lgan va bir vaqtni o‘zida kam zichlikka ega bo‘lganlar uchraydi. Ko‘p hollarda, jinslarning siqiluvchanligida ularda ichki qattiq strukturali bog‘liqlikni bo‘lishi hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Yuqori strukturali bog‘lanishli tavsifga ega bo‘lgan hamma tog‘ jinslari amalda siqilmaydigan bo‘ladilar. Bularga, masalan, qoya tog‘ jinslari va sementlashgan jinslar kiradi.

Gilli gruntlarni zichlashtirishda ular tuzilgan zarralarning yaqinlashishi kuzatiladi, bu molekulyar kuchlarning oshishiga, ya‘ni ichki bog‘liqlikning ortishiga olib keladi. Agar gilli gruntlar yuklama ostida zichlashsa, unda bu holat qoldiq - orqaga qaytmas deformatsiyaga, grunt qancha kam zich bo‘lsa shuncha ko‘p olib keladi. Boshqacha aytganda grunt yuklama ostida zichlashishi natijasida yuklama olingandan so‘ng birlamchi holatdagi zichligiga qaytib kelmaydi.

Sochiluvchan (bog‘lanmagan) gruntlarning zichlashtirish jarayoni jinslarning g‘ovakliklariga zarralarning chuqur va mustahkam kirib borishi bilan kechadi. Jinslarning zichligi bo‘yicha qandaydir kritik holatgacha kuch bilan zichlashtirishda, gruntning siqilish deformatsiyasida asosan orqaga qaytmaydigan qismi ko‘proq yuzaga keladi.

Inshootlarning cho‘kish jarayonida, ularning og‘irligi bilan gruntning zichlashishida, gruntlar mexanikasi o‘rganadigan deformatsiyaning orqaga qaytmas qismi muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.

Gruntlarning zichligi ortib borgan sari ularning keyinchalik zichlashishi kamayib boradi. Bu holat gruntlarning umumiy deformatsiyasida qoldiq deformatsiyaning nisbatan kamayishiga va uning elastik qismining ortishiga olib keladi. Bunda bo‘sh zichlashgan gruntlar uchun siqilishni chiziqli tavsifini yo‘qligi to‘g‘risida gapirish mumkin bo‘ladi.

Shuni ta’kidlash joizki, gilli jinslarning birlamchi zichligini yuqori bo‘lishligiga quyidagi asosiy sabablarni ko‘rsatish mumkin:

-dinamometomorfizm (dislotsirlangan qatlam va tog‘li hududlar uchun tavsifli);

-berilgan gorizontni yopuvchi jins massasini og‘irlik kuchidan hosil bo‘lgan yuqori siquvchi yuklama;

-qurish (iqlim sharoiti, grunt suvlari sathining past yotishi).

Grunt dan unga ta‘sir qiluvchi yuklamaning bir qismi olinganda jarayon orqaga qarab boradi: g‘ovakliklar kengayadi va jinslarga suvni kirishida uning namligi ortadi. Oxir oqibat grunt da “ko‘pchish” hosil bo‘ladi.

7.2. Gruntlarning siqiluvchan tavsiflari

Gruntning, unga qo‘yilgan yuklama ta‘sirida zichlashishdagi deformatsiyasini bashoratlash uchun bu deformatsiyani keltirib chiqaradigan kuchlanishdan tashqari gruntning siqilishini tavsiflovchi bir qancha ko‘rsatkichlarini bilish kerak. Gruntlarning siqilish o‘lchamini aniqlovchi ko‘rsatkichlar *kompresion tavsiflar* deb ataladi.

Gruntlarning siqilishini quyidagi ko‘rsatkichlar bilan tavsiflash mumkin:

-g‘ovaklik e koefitsiyentni bosim p ga bog‘liqligi: $e=f(p)$;

-siqlish yoki zichlashish koefitsiyent, m_0 ;

-gruntning umumiy deformatsiya moduli, E_p ;

-nisbiy deformatsiya qiymati yoki cho‘kish moduli, e_p .

G‘ovaklik koefitsiyenti e ni bosim p ga bog‘liqligi. Eng avvalo eslatib o‘tamiz, ya‘ni g‘ovaklik e koefitsiyent – bu qandaydir grunt hajmdagi g‘ovaklik hajmining undagi qattiq jism hajmiga nisbati. Shunday qilib, g‘ovaklik e koefitsiyent, ma‘lum bir p bosimga mos keluvchi, bu bosim ostida jismni siqishda erishilgan jinsning zichligi to‘g‘risida ma‘lumot beradi. G‘ovaklik koefitsiyent – o‘lchovsiz tavsif.

Yuklama ostida gruntning siqlishi o‘lchovi sifatida g‘ovaklik e koefitsiyentning p bosimga bog‘liqligi, ya‘ni $e=f(p)$ ko‘rinishida belgilashni K.Tersagi taklif qilgan.

Ko‘rilayotgan bog‘liqlik logarifmik funksiya ko‘rinishida bo‘ladi:

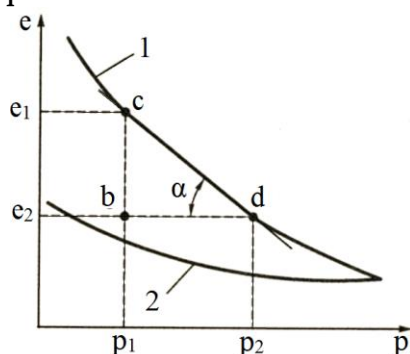
$$e=e_0-1/\ln(r+s), \quad (7.1)$$

bu yerda e – p bosimdagi g‘ovaklik koefitsiyent; e_0 – birlamchi zichlik holatidagi (boshlang‘ich) g‘ovaklik koefitsiyent; s – tajriba natijasida aniqlanadigan funksiya ko‘rsatkichi.

Ammo amoliyotda bu bog‘liqlik juda kam holatlarda ishlatiladi.

Odatda gruntlarning siqlish m_0 koefitsiyentni aniqlash uchun jadval ma‘lumotlaridan yoki tajribadan olingan *kompresiya egrisidan* foydalaniladi. Grafik ko‘rinishdagi kompresiya egrisining $e=f(p)$ bog‘liqlik ko‘rinishi 7.1-rasmda keltirilgan. Bu rasmda ikkita egri keltirilgan. 1-egri odatdagi kompresiya egrisiga mos keladi, gruntning siqlishini tavsiflaydi. 2-egri gruntning *yuklamani olish egrisini, kengayishi* deb ataladi. 2-egri jinslarning g‘ovaklik koefitsiyentni uning g‘ovaklikni kengayishi va grunt dan qisman yuklama olinganda qo‘shimcha

suv shimishi natijasida oshishini aks ettiradi. Bu egri kam, maxsus, holatlarda quriladi.



7.1-rasm. Siqilish (zichlashish) m_0 ko'effitsiyentni aniqlash uchun kompressiya egrisining to'g'rilangan uchastkasi: 1 – yuklanganlik chizig'i; 2 – yuk olingandagi chiziq

Qandaydir p bosimga bog'liq bo'lgan g'ovaklik ko'effitsiyentni aniqlash uchun grunt holatiga to'g'ri keluvchi ρ zichligi, uni zarrasining ρ_s zichligi va w namligi (bir birlikda) to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish kerak. Bu holatda e ko'effitsiyent quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$e = \frac{\rho_s(1+w) - \rho}{\rho}. \quad (7.2)$$

Hususiyl holatda grunt to'liq suvga to'yinganda (suv shimilish ko'effitsiyent $S_r=1$) bo'lganda g'ovaklik e ko'effitsiyentni aniqlash soddalashadi va quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin:

$$e = w \frac{\rho_s}{\rho_{\text{cyg}}}, \quad (7.3)$$

bu yerda ρ_s – grunt zarrasining zichligi; ρ_{suv} – suvning zichligi.

Siqilish (zichlashish) ko'effitsiyent m_0 . Bu ko'effitsiyent gruntning kompressiya tavsiflarini boshqacha belgilash shaklidir, uni o'z vaqtida N.M.Gersevanov taklif qilgan.

Gruntlarning zichlashishini siqilish m_0 ko'effitsiyent bilan belgilash $e=f(p)$ ko'rinishdagi kompressiya egrisini uni qandaydir uchastkasida to'g'rilashga asoslangan (7.1-rasm, 1-egri). Siqilish m_0 ko'effitsiyenti kompressiya egrisini uning berilgan nuqtasida gorizontga nisbatan berilgan r bosimda og'ish α burchagini ifodalaydi. Shunday qilib,

$$m_0 = \text{tg} \alpha. \quad (7.4)$$

To'g'ri burchakli sbd uchburchakdan (7.1-rasm) $\text{tg} \alpha$ ning qiymatini aniqlaymiz. Unda quyidagicha yozish mumkin:

$$\text{tg} \alpha = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}, \quad (7.5)$$

bu yerda p_1 va p_2 – mos ravishda birlamchi va keyingi bosimlar; e_1 va e_2 – bu yuklamalarga mos keluvchi g'ovaklik ko'effitsiyentlari.

(7.5) ifodadan siqilish (zichlashish) koeffitsiyentning birligi kuchlanishning teskari qiymatidir, ya'ni MPa^{-1} yoki m^2/MN .

(7.5) ifoda taxminiy ifoda bo'lib *zichlashish qonunini* (N.A.Sitovich, 1934 y.) ifodalaydi. Uning aniq ifodasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$de = -m_0 dp. \quad (7.6)$$

Bu qonuniyatga gruntlar mexanikasida qattiq jismlar mexanikasidagi Guk qonuniyatiga o'xshab katta ahamiyat beriladi.

G'ovaklik koeffitsiyent bu gruntdagi g'ovaklik hajmini uning qattiq zarralari (skelet) hajmiga nisbati deb qabul qilinib, zichlashish qonuniyatini quyidagi ko'rinishda ta'kidlash mumkin: *gruntning g'ovakligini nisbatan cheksiz kam o'zgarishi bosimning o'zgarishiga to'g'ri proporsional*.

Bu qonuniyatda g'ovaklik koeffitsiyentning o'zgarishi bosimning o'zgarishiga proporsionalligi to'g'risida gap ketishiga alohida e'tibor berish kerak. G'ovaklik koeffitsiyentning absolyut qiymati faqat tashqi bosimga bog'liq bo'lmasdan, berilgan gruntning shakllanish sharoiti va tarixiga ham bog'liq bo'ladi.

Bosim kam miqdorda o'zgarganda, har qanday gruntlar (qumli, gilli va boshqalar) uchun g'ovaklik koeffitsiyentni, amalda kerakli amaliy maqsadlar uchun aniqlikda, bosimga proporsional bo'ladi deb qabul qilish mumkin.

Kompressiya tavsifi sifatida zichlashtirish m_0 koeffitsiyentning asosiy yaxshi tomoni u yordamida gruntlarning siqilishini son sifatida yozish mumkinligidir. Masalan, agar bosim uchun $p_1 = 0,1$ MPa va $p_2 = 0,3$ MPa bo'lsa, kompressiya egrisining zichlashish chizig'idan quyidagi qiymatlar olingan $e_1 = 0,625$ va $e_2 = 0,570$, unda (7.5) ifodaga asosan $m_0 = (0,625 - 0,570) / (0,3 - 0,1) = 0,0055 \text{ MPa}^{-1}$.

Zichlashtirish m_0 koeffitsiyenti qiymatiga bog'liq gruntlarning siqilish darajasini taxminan quyidagicha tavsiflash mumkin:

Zichlashtirish koeffitsiyent m_0	Gruntlarning siqilishi
0,0001 dan kam.....	Amalda siqilmaydi
0,0001...0,0005	Bo'sh
0,0005...0,001	O'rtacha
0,001...0,01	Yuqori
0,01 dan katta	Kuchli

Gruntlarning siqilishini zichlashtirish koeffitsiyent m_0 bilan belgilash usuli o'zini so'zsiz yaxshi tomoni bo'lishi bilan birgalikda kamchiliklari ham bor. U kam e'tiborga ega va zichlashtirish m_0 koeffitsiyentni aniqlash uchun e ni aniqlash uchun kerak bo'ladigan jarayonlarni bajarish va (7.5) ifodadan foydalanish kerak bo'ladi. Cho'kishni hisoblashda m_0 koeffitsiyentni qo'llash ortiqcha murakkablikka olib keladi.

Gruntlarning siqilishini umumiy deformatsiya moduli orqali ifodalash. Tajribalar gruntlarning siqilishini umumiy deformatsiya E_p moduli bilan ham

ifodalash mumkinligini ko'rsatadi. Bu holatda E_p moduli elastiklik moduli nazariyasini (Guk qonuni) asosiy qonuniga asosan aniqlanadigan elastiklik E modulining analogi hisoblanadi:

$$E=p/\lambda, \quad (7.7)$$

bu yerda λ – nisbiy deformatsiya.

Gruntlarning siqiluvchanligini ifodalovchi deformatsiya E_p moduli bilan elastiklik moduli Yung E orasida sezilarli farq mavjud. Bu farq gruntlarning fizik jism sifatida o'ziga xos tabiatidan kelib chiqadi.

Avval gruntlarni zichlashtirishda qoldiq deformatsiyaning ahamiyati to'g'risida gapirib o'tildi. Bu holatda umumiy E_p modul deformatsiyasi E elastiklik moduliga nisbatan farqli ravishda gruntlar umumiy deformatsiyasining elastik va orqaga qaytmas qismini o'zida aks ettiradi. Bundan tashqari yuklama ostida gruntlarni zichlashtirish jarayonida ularning siqilish jadalligi doimiy bo'lmagan, zichlik ortgan sari bosqichma bosqich kamayib boradi. Bu o'zgaruvchan qiymatga, shuningdek E modulning o'zini p bosimga bog'liqligiga olib keladi, ya'ni E_p ko'rinishda yozilishiga olib keladi. Shunday qilib umumiy deformatsiya E_p moduli p bosim bilan qandaydir funksional bog'liqlikka $E_p=f(p)$ ega.

Bundan tashqari elastiklik E moduli hisoblashda doimiy va bosimga bog'liq bo'lmaydi ($p=\text{const}$) deb qabul qilinadi. E_r modulning ko'rsatilgan xususiyatlariga mos ravishda uni aniqlash uchun (7.7) ifoda qandaydir berilgan bosim p bo'lganda nisbiy deformatsiya λ orqali quyidagi ko'rinishni oladi:

$$E_p=p/\lambda_p, \quad (7.8)$$

bu yerda λ_p – grunt namunasining p bosim ostida zichlashtirilganidagi nisbiy deformatsiya.

Bu bog'liqlik p va λ_p orqali E_p ni aniqlash uchun sodda ko'rinishga kelishi mumkin.

7.1-misol. Balandligi $h=4$ sm bo'lgan grunt namunasi $p=0,075$ MPa ostida $\Delta h=0,2$ mm cho'kadi. Umumiy deformatsiya moduli E_p ni aniqlash kerak.

Yechim. Nisbiy deformatsiya: $\lambda_p=0,2:40=0,005$. (7.8) ifodadan foydalanib aniqlaymiz: $E_p=0,075:0,005=12,5$ MPa.

Hisob ishlarida umumiy deformatsiya E_p modulini mos ravishda (7.8) ifoda bilan yuklamaga bog'liq qandaydir funksional bog'liqlik ko'rinishida ishlatish hech qanday prinsipial qarshilikka uchramaydi. Shu bilan birgalikda ta'kidlash joizki, bir necha holatlarda, ayniqsa zichlashtiruvchi yuklamaning qiymatlar farqi kam bo'lganda, amaliyotdan kelib chiqib, gruntlarni birorta xili uchun umumiy deformatsiya E_r modulini doimiy deb qabul qilsa bo'ladi ($E_p=\text{const}$).

Cho'kish moduli, yoki siqilish, e_p . Bevosita nisbiy λ_p deformatsiya orqali gruntlar o'lchovi sifatida bog'liqlikning umumiy (7.8) ifodasi asos bo'lib xizmat qiladi (N.N.Maslov, 1941 y.). Bu holatda g'ovaklik koeffitsiyenti yoki deformatsiya E_p modulini aniqlash bilan bog'liq bo'lgan qandaydir hisob ishlarini olib borish kerak bo'lmaydi. p bosim bo'lganda λ_p ni aniqlash h balandlikdagi

namunani Δh absolyut siqilishini aniqlashga, keyinchalik sodda ifoda bilan λ_p ni aniqlashga olib keladi:

$$\lambda_p = \Delta h / h. \quad (7.9)$$

(7.9) ifodadan ma'lumki, nisbiy cho'kish λ_p o'lchovsiz qiymat hisoblanadi. Amaliyotda u o'zining absolyut qiymati foizda (%) yoki promilda (‰) foydalanishi mumkin.

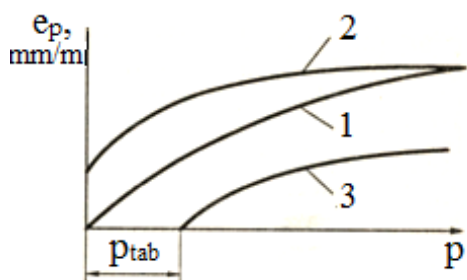
Belgilashning keyingi usuli juda qulay. N.N.Maslov bu tavsifni *cho'kish moduli* (yoki siqiluvchanlik) deb atashni va e_p bilan belgilashni taklif qildi. p indeksi λ_p ning berilgan qiymatida p bosimning ahamiyatini bildiradi. Bu sharoitda gruntlarning cho'kish moduli deformatsiya qiymatini *1 m balandlikdagi grunt ustunini unga qo'shimcha bosim p qo'yiganda millimetrdagi siqilishi* sifatida bildiradi. Unda (7.9) ifoda o'rniga quyidagiga ega bo'lamiz, mm/m,

$$e_p = 1000 \frac{\Delta h}{h} = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{ox}}{1 + \varepsilon_{bosh}} \cdot 1000. \quad (7.10)$$

Cho'kish e_p moduli ma'lum muhandislik mazmunga ega, juda tushunarli va hisoblashda foydalanish uchun juda sodda.

Masalan, $e_{0,3} = 15$ mm/m. Bu berilgan gruntning metrli qatlami unga $p = 0,3$ MPa yuklama qo'yilganda 15 mm cho'kadi degan. Bir o'lchamli misolda o'sha bosimda o'sha gruntning Δh cho'kishi $h = 3$ m qalinlikdagi qatlam uchun oddiy holatda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi $\Delta h = e_{0,3} h = 15 \cdot 3 = 45$ mm.

Kompressiya bog'liqligi $e_p = f(p)$ grafik shaklda 7.2-rasmda keltirilgan. 1-egri gruntga yuklama qo'yilgan bosqichiga va uni siqilishiga mos keladi, 2-egri yuk olinganiga.



7.2-rasm. Kompressiya egrilari: 1 – yuklama qo'yilgan; 2 – yuklama olingan; 3 – gruntdagi tabiiy r_{tab} kuchlanishni hisobga olib

$p = 0,3$ MPa bo'lganida cho'kish modulining qiymati bo'yicha gruntlarning siqilish darajasi quyidagicha tavsiflanishi mumkin:

Cho'kish moduli e_p , mm/m	Siqilish
1 dan kam.....	Amalda siqilmaydi
1...5	Bo'sh
5...20	O'rtacha
20...60	Yuqori
60 dan katta	Kuchli

7.2-misol. Gruntning zichligi $\rho_s=2700 \text{ kg/m}^3$; suvni zichligi $\rho_{\text{suv}}=1000 \text{ kg/m}^3$; bosim $p=0,3 \text{ MPa}$ bo'lganda namlik $w=25\%$, yoki $w=0,25$. Bu yuklamada g'ovaklik ko'effitsiyenti e ni (6.3) ifoda bilan aniqlanadi: $e=27:10 \cdot 0,25=0,67$.

$e=f(p)$ bog'liqlik bo'yicha gruntlarning siqilishini aniqlash uchun bir necha qo'shimcha laboratoriya va hisoblash ishlarini bajarish: grunt namligi, zichligi va zarrasi zichligini aniqlash kerak. Shuningdek p bosim ostida gruntning siqilishida g'ovaklik ko'effitsiyentning o'zini aniqlab qolmasdan, bu yuklamada g'ovaklik ko'effitsiyentning o'zgarishi ham aniqlanadi.

Bu usulning asosiy kamchiligi gruntlarning kompressiya tavsifi uchun hamma holatda ham jadvalli ma'lumotlar yoki grafik kerak bo'ladi va uni qandaydir son bilan ifodalab bo'lmazligidir.

7.3-misol. Daryo terrasasi yuzasiga nisbatan ko'priikka olib keluvchi ko'tarmaning cho'kishini hisoblash maqsadida kompressiyaga sinash uchun to'liq suvga to'yingan holatdagi allyuvial suglinokdan namuna olingan.

Ko'rsatilgan suglinokning sinov natijalari 7.1-jadvalda keltirilgan.

7.1-jadval

Yuk $p, \text{ kg/sm}^2$ (0,1 MPa)	Indikator ko'rsatkichi, mm	Indikator bo'yicha namunaning to'liq cho'kishi $\Delta h, \text{ mm}$
1	8,50	0,00
2	8,38	0,12
3	8,31	0,19
4	8,27	0,23
5	8,24	0,26
6	8,21	0,29
7	8,19	0,31
	8,18	0,32

$\varepsilon=f(p)$ ko'rinishidagi kompressiya egrisi chizilsin, agar namunani boshlang'ich balandligi $h_0=30 \text{ mm}$, suglinokning solishtirma og'irligi $\gamma_0=2,70 \text{ g/sm}^3=27 \text{ kn/m}^3$, suglinokning boshlang'ich namligi $W_B=25\%$ va uning hajmiy og'irligi ko'rsatilgan namlikda $\rho_w=2,01 \text{ g/sm}^3$.

Yechim. 1. (7.9) ifoda bo'yicha har bir qo'yilgan yuk ostida grunt namunasining nisbiy cho'kishi e ni aniqlaymiz:

$$\text{yuk } p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa bo'lganda } e_1 = \frac{\Delta h_1}{h_b} = \frac{0,12}{0,30} = 0,04;$$

$$\text{yuk } p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa bo'lganda } e_2 = \frac{\Delta h_2}{h_b} = \frac{0,19}{0,30} = 0,0063$$

va shu tartibda qolgan yuklar uchun aniqlanadi. Hisoblash ishlari 7.2-jadvalda keltirilgan.

2. G'ovaklik ko'effitsiyentining boshlang'ich qiymatini aniqlaymiz. Grunt to'liq suvga to'yingan holatda bo'lgani uchun, ya'ni

$$\varepsilon_0 = W_B \gamma_0 \Delta_{\text{suv}} = 0,25 \cdot 2,70 \cdot 1 = 0,675.$$

7.2-jadval

Solishtirma yuk p , kg/sm^2 (0,1 MPa)	Indikator bo'yicha to'liq cho'kish Δh , mm	Nisbiy cho'kish $e = \frac{\Delta h}{h_b}$	G'ovaklik koeffitsiyenti $\varepsilon_{ox} = \varepsilon_b - e(1 + \varepsilon_b)$
0	0,00	0,000	0,675
1	0,12	0,004	0,668
2	0,19	0,0063	0,667
3	0,23	0,0077	0,662
4	0,26	0,0087	0,660
5	0,29	0,0097	0,659
6	0,31	0,0103	0,658
7	0,32	0,0107	0,657

3. Yuk ostida zichlashtirilgan gruntning g'ovaklik koeffitsiyentini aniqlaymiz:

yuk $p_1 = 1 \text{ kg/sm}^2 = 0,1 \text{ MPa}$ bo'lganda

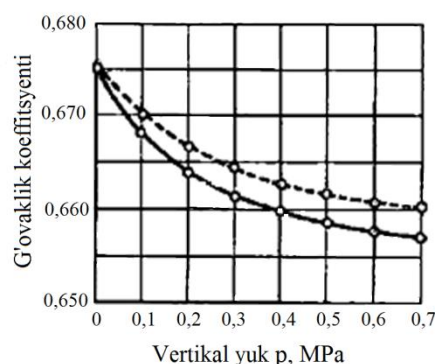
$$\varepsilon_1 = \varepsilon_b - e_1(1 + \varepsilon_b) = 0,675 - 0,004(1 + 0,675) = 0,668;$$

yuk $p_2 = 2 \text{ kg/sm}^2 = 0,2 \text{ MPa}$ bo'lganda

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_b - e_2(1 + \varepsilon_b) = 0,675 - 0,0063(1 + 0,675) = 0,664.$$

va shu tartibda qolgan yuklar uchun aniqlanadi. Hisoblash ishlari 7.2-jadvalda keltirilgan.

4. ε_{OX} ning olingan qiymatlari bo'yicha $\varepsilon = f(p)$ ko'rinishidagi kompressiya egrisi chiziladi, 7.3-rasm.



7.3-rasm. Indikator ko'rsatkichi (uzluksiz chiziq) va og'irlik bo'yicha hisoblangan (uzlikli) $\varepsilon = f(p)$ ko'rinishidagi kompressiya egri chizig'i

7.4-misol. 7.3-misol sharti asosida $e_p = f(r)$ ko'rinishdagi kompressiya egrisini qurish kerak bo'ladi.

Yechim. 1. 7.1-jadvalga asosan (7.10) ifoda bo'yicha cho'kish moduli e_p ni aniqlaymiz:

yuk $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ bo'lganda $e_p = \frac{0,12}{0,30} \cdot 1000 = 4 \text{ mm/m}$;

yuk $p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ bo'lganda $e_p = \frac{0,19}{0,30} \cdot 1000 = 63 \text{ mm/m}$

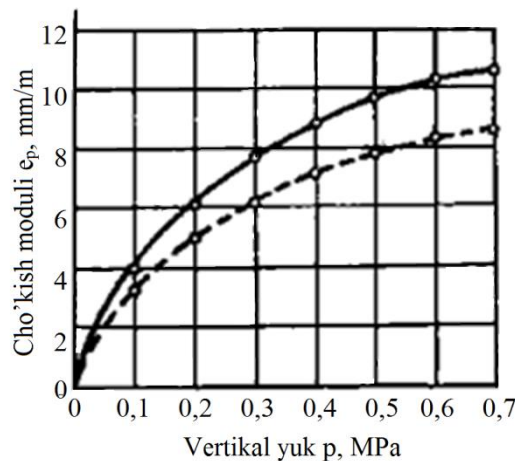
Shu asnoda har bir yuk uchun aniqlanadi.

Hisob ma'lumotlari 7.3-jadvalga kiritilgan, bu ma'lumotlarga asosan tuzilgan kompressiya egrisi 7.4-rasmda ko'rsatilgan.

7.3-jadval

$p, \text{ kg/sm}^2$ (0,1 MPa)	1	2	3	4	5	6	7
Cho'kish moduli, mm/m	4,0	6,3	7,7	8,7	9,7	10,3	10,7

7.3-jadvaldagi e_r ni qiymati indikator ko'rsatkichidan foydalanib hisoblangan. Agar cho'kish modulini grunt namunasining og'irligi bo'yicha hisoblansa, unda haqiqiy qiymat olinadi. Bu hisob ishlarining natijasi 7.4-rasmda keltirilgan.



7.4-rasm. $e_p=f(p)$ ko'rinishdagi kompressiya egrisi: uzluksiz chiziq – indikator ko'rsatkichi bo'yicha hisoblangan va uzlukli – og'irligi bo'yicha

7.5-misol. Gilli gruntlarning quyidagi kompression tavsiflari berilgan:

yuk $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ bo'lganda g'ovaklik koeffitsiyent $\varepsilon_1=0,675$;

yuk $p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ bo'lganda g'ovaklik koeffitsiyent $\varepsilon_2=0,662$;

yuk $p_3=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa}$ bo'lganda g'ovaklik koeffitsiyent $\varepsilon_1=0,613$;

yuk $p_4=4 \text{ kg/sm}^2=0,4 \text{ MPa}$ bo'lganda g'ovaklik koeffitsiyent $\varepsilon_2=0,608$.

G'ovaklik koeffitsiyentning boshlang'ich qiymati $\varepsilon_B=0,680$.

Berilgan ma'lumotlardan $e_p=f(p)$ ko'rinishdagi kompressiya egrisini qurish kerak.

Yechim. (7.10) ifodadan har bir yuk uchun cho'kish modulini aniqlaymiz.

Ifodga keltirilgan qiymatlarni qo'yib quyidagilarni olamiz:

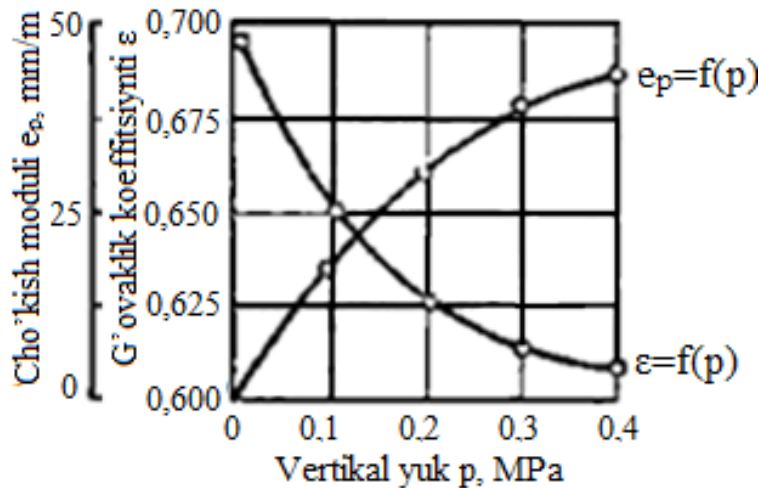
yuk $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ ostida cho'kish moduli $e_{p_1} = \frac{0,680-0,650}{1+0,680} \cdot 1000 = 18 \text{ mm/m}$;

yuk $p_2=2 \text{ kg/sm}^2=0,2 \text{ MPa}$ ostida choʻkish moduli $e_{p_2} = \frac{0,680 - 0,625}{1 + 0,680} \cdot 1000 = 33 \text{ mm/m}$;

yuk $p_3=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa}$ ostida choʻkish moduli $e_{p_3} = \frac{0,680 - 0,613}{1 + 0,680} \cdot 1000 = 40 \text{ mm/m}$;

yuk $p_4=4 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ ostida choʻkish moduli $e_{p_4} = \frac{0,680 - 0,608}{1 + 0,680} \cdot 1000 = 43 \text{ mm/m}$;

Hisoblab chiqilgan qiymatlar boʻyicha kompressiya egrisi 7.5-rasmda koʻrsatilgan.



7.5-rasm. $\varepsilon=f(p)$ va e_p koʻrinishdagi kompressiya egrisi

7.6-misol. Kompressiya deformatsiya moduli E_o ni aniqlash kerak, agar kompressiyaga sinashda yukni $p_1=1 \text{ kg/sm}^2=0,1 \text{ MPa}$ dan $p_2=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa}$ gacha oshirilganda gruntning gʻovaklik koeffitsiynti $\varepsilon_1=0,610$ dan $\varepsilon_2=0,595$ gacha kamaysa.

Yechim. 1. Gruntning zichlashish koeffitsiyntini aniqlaymiz.

Masalani sharti boʻyicha ε va p larni oʻrniga qoʻyib olamiz:

$$a = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{p_2 - p_1} = \frac{0,610 - 0,595}{3 - 1} = 0,008 \text{ cm}^2 / \text{kg}.$$

2. Kopressiya deformatsiya moduli E_o ni hisoblaymiz.

$\varepsilon_1=0,610$ va $a=0,008 \text{ sm}^2/\text{kg}$ boʻlsa:

$$E_o = \frac{1 + 0,610}{0,008} = 201 \text{ kg/sm}^2 = 20,1 \text{ MPa}.$$

7.3. Inshootning cho‘kish qiymatini bashoratlash

Inshootlarning cho‘kish qiymatini bashoratlash usulining bittasi *yig‘indilash usulidir*. Avval ta’kidlanganidek, inshootning og‘irlik kuchi ta’sirida grunt qatlam yuzasining cho‘kishi, shuningdek inshootning cho‘kishini o‘zi ham, amaliyot maqsadlarida asos qatlami tuzilgan ayrim hisobiy qatlamlarni yig‘indisi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\eta_{in} = \sum_0^D \eta_i. \quad (7.15)$$

Gruntlarning mexanik tavsifi sifatida uning cho‘kish moduli e_r ishlatilganida (7.15) ifoda umumiy holat uchun quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$\eta_{in} = \sum_0^D e_{pz} \eta_i, \quad (7.16)$$

bu yerda D – faol qatlam, ya’ni cho‘kish qiymatini aniqlashda aniqlanadigan **qatlamlar qalinligi**; h_i – hisobiy qatlamning qalinligi.

Shunday qilib, (7.16) ifodani hisobga olib, inshootning oxirgi cho‘kish η_{in} qiymatini aniqlash uchun quyidagi bog‘liqliklarni taklif etish mumkin:

uch o‘lchamli (fazoviy) masalalar uchun:

$$\eta'''_{uu} = \sum_0^D M h_i [e_{pz} - \nu(e_{px} - e_{py})] \quad (7.17)$$

ikki o‘lchamli (tekislik) masalalar uchun:

$$\eta''_{uu} = \sum_0^D M h_i (1 - \nu^2) \left[e_{pz} - \frac{\nu}{1 - \nu} e_{px} \right]; \quad (7.18)$$

bir o‘lchamli masalalar uchun:

$$\eta'_{uu} = \sum_0^D e_{px} h_i. \quad (7.19)$$

Bu ifodalarda e_{pz} , e_{px} va e_{py} – mos ravishda σ_z , σ_x va σ_y kuchlanishlar ta’sirida shakllangan nisbiy deformatsiya.

Halqada namunalarning yonga kengayishi bo‘lmaganda kompressiya sharoiti tajribasidan olingan e_{pz} , e_{px} va e_{py} qiymatlarini gruntning erkin deformatsiya sharoitiga o‘tishini ta’minlash uchun Puasson ν koeffitsiyenti bilan bog‘langan maxsus koeffitsiyenti M dan foydalaniladi:

$$M = \frac{1 - \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}. \quad (7.20)$$

Qo‘yilgan masalaga bog‘liq – fazoviy, tekislik yoki bir o‘lchamli – aniqlashtirilgan tahlilda mos ravishda (7.17), (7.18) yoki (7.19) ifodalardan foydalanish kerak. Ammo, bu ifodalarni tahlili cho‘kishni aniqlashda kerakli

aniqlikda sodda bo'lgan bir o'lchamli masalalar uchun olingan (7.19) ifodadan foydalanish yaxshi natija berishini ko'rsatadi.

Bu hisob ishlari natijasiga Puasson koeffitsiyentining qiymatini $\nu < 0,25 \dots 0,30$ ta'sirini nisbatan kichikligi bilan izohlanadi. Bu M koeffitsiyentini aniqlash uchun kerak bo'ladigan (7.20) ifodadan va inshootning cho'kish qiymatini aniqlash imkonini beradigan (7.17), (7.18) va (7.19) ifodalardan ham ko'rinib turibdi. Ta'kidlash joizki $M=0,15 \dots 0,25$ qiymatlar ko'p uchraydigan hollarni o'rtachasi hisoblanadi. (7.17) va (7.18) ifodalarga Puasson koeffitsiyenti $\nu=0$ qo'yilsa, bu ifodalar bir o'lchamli masala uchun yozilgan (7.19) ko'rinishini oladi, ya'ni

$$\eta'''_{uh} = \eta''_{uh} = \eta'_{uh}.$$

Eslatib o'tish kerakki, σ_x va σ_u gorizonta kuchlanishlar odatda vertikal normal σ_z kuchlanishdan kichik. Bundan tashqari, gruntlar qandaydir anizotropik bilan tavsiflanadi, shuning uchun ularni σ_x va σ_u gorizonta kuchlanishlar ta'siridagi deformatsiyasi ko'p holatlarda vertikal normal kuchlanish σ_z ta'sirida hosil bo'ladigan deformatsiyadan kam bo'ladi. Bularning hammasi ma'lum oddiy sharoitda inshootning cho'kishini bashoratlash uchun (7.19) ifodadan foydalanish imkonini beradi.

Qandaydir inshootning cho'kishiga yon inshootlarning og'irlik kuchining ta'sirini baholash uchun (7.17) va (7.18) ifodalardan foydalanish kerak.

(7.17)-(7.19) inshoot cho'kishini bashoratlashda qatlamlarni hisobiy qatlamlarga bo'lish usullari to'g'risida savol tug'iladi. Bu savolga javob berishda D yig'indi chegarasini aniqlashga oid yechimlarni ko'rish kerak bo'ladi. Bu chegara faol qatlam qalinligini belgilaydi. Faol qatlam qalinligi qiymati normal σ_z kuchlanishning nisbiy qiymatini tabiiy σ_{zg} yuklamaga solishtirishdan yoki inshootning kutilayotgan cho'kishidan kelib chiqib belgilanadi. Birinchi holatda faol D qatlamning chuqurligi sifatida $\pm 0,005$ MPa aniqlikda aniqlangan tabiiy σ_{zg} yuklamaning 0,2 qismiga teng normal σ_z kuchlanishning joylashgan qatlamdan yuqorisi olinadi, ya'ni poydevor ostidan $z=D$ chuqurlikda σ_z kuchlanish teng bo'lishi kerak:

$$\sigma_{zD} = 0,2 \sigma_{zg} \pm 0,005. \quad (7.21)$$

Gruntlarning siqilishi bir-biridan juda katta farq qilishi mumkin. Shuning uchun faol D hududning qalinligi qiymatini belgilashda η'_{uh} cho'kish qiymatini aniqlashda hatolik 5% dan oshmasligi kerak.

Ko'p hollarda faol D qatlamning hisobiy qalinligi to'g'risidagi masalada gruntda boshlang'ich I_{bosh} gradiyent borligidan kelib chiqiladi. Bu holatda D ni qalinligi kutilayotgandan kichik bo'lishi mumkin. Bunday sharoitni ko'pincha cho'kishning hisobiy qiymatlarini amaldagidan kattaligi bilan tushuntirish mumkin.

Qatlamlarni hisobiy qatlamga bo'lishda uni yuqorigi gorizonti va ostida kuchlanishni maksimal va minimal qiymatlari bir-biridan juda katta ($0,02 \dots 0,3$

MPa) farq qilmasligi kerak.

Avval ko'rib o'tilgan σ_z , σ_x va σ_u kuchlanishlarni qatlamni z chuqurligi bo'yicha o'zgarish epyurasidan bu hudud qatlamni yuzasidan $z=1,5 - 2$ ga teng bo'lishi kerak, bu yerda b – yuklangan uchastkaning yarmiga teng.

Yuklamani hisobiy qiymati σ_{zg} uning turi (inshootni maqsadi va o'lchami) va chuqurlashish qiymati bilan aniqlanadi. P_0 ning hisobiy qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P_0 = P_{in} - \gamma h_{chuq}, \quad (7.22)$$

bu yerda γ – inshootning chuqurlashtirilgan hududidagi grunt solishtirma og'irligi, suv bo'lganda uning engillashishi ham hisobga olinadi; γh_{chuq} – poydevor osti kotlovandan olingan gruntning og'irligi.

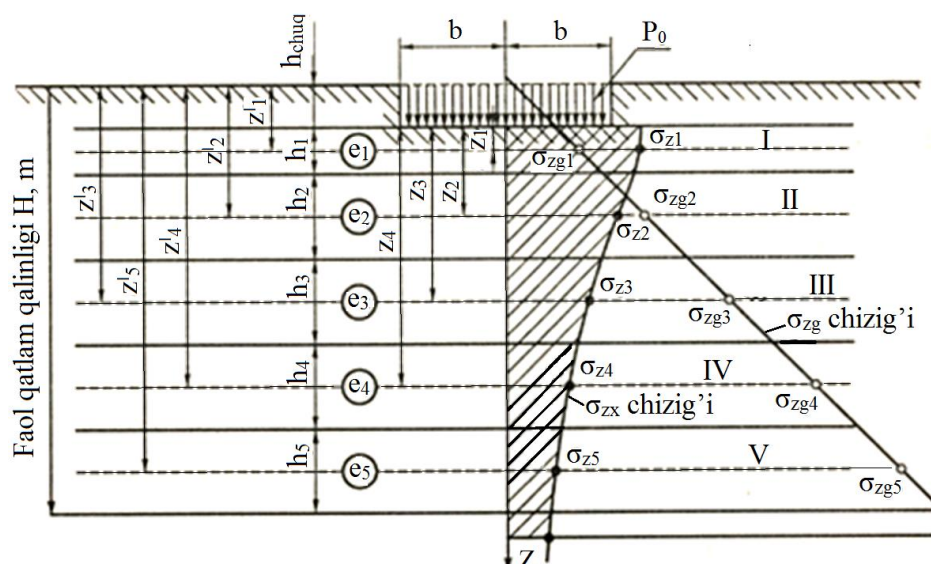
Bu yerdan, bir xil sharoitda inshootning cho'kishi η'_{uu} inshootning chuqurlashtirilishi bilan kamayadi deb xulosa qilish mumkin. Inshootni $h_{chuq} = P_{in}/\gamma$ ga chuqurlashtirganda yuklamaning hisobiy qiymati P_0 nolga teng bo'ladi. Bu holatda, agar muzlab ko'pchish bo'lmasa, inshoot hech qanday cho'kishga uchramaydi ($\eta'_{uu} = 0$).

Faol D qatlam qalinligini belgilangandan keyin, qalinligi h ga teng qatlamlarga bo'lingandan va hisobiy yuklamani belgilangandan so'ng inshootning cho'kishini bashoratlash bo'yicha bo'ladigan keyingi jarayonlar quyidagilardan iborat.

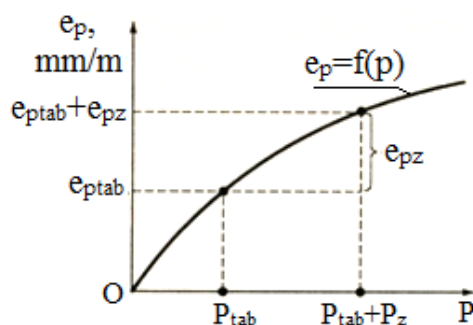
Avvalambor D faol qatlam bir xil va izotrop bo'lgan eng sodda variantni ko'ramiz.

7.6-rasmda qandaydir inshootning cho'kishini bashoratlash bo'yicha chizma, 7.7-rasmda birlamchi (oquvchanlik chegarasidan boshlab) kompressiya egrisining cho'kish e_p modulini p bosimga bog'liqlik ko'rinishida, p_{tab} hisobga olib berilgan, ya'ni $e_p = f(p)$. Faol D qatlamning hamma qalinligi bo'yicha bir xil va izotrop sharti gruntlarning bir xil fizik-mexanik xossalari kelib chiqadi. Gruntlarning e_p siqluvchanligini z chuqurlik bilan kamayish qonuniyatining o'zgarish bo'lishi gruntlarni ustida yotgan qatlamlarni, ya'ni tabiiy σ_{zg} yuklamaning og'irligi oshishi sababli hajmining oshishi bilan bog'liq. Qatlamning anizotropiligi gruntning hamma uchta Z , X va U o'qi bo'yicha bir xil siqilishidan guvohlik beradi. Bu bitta kompressiya egrisidan (6.7-rasm) foydalanib D qatlamida gruntning deformatsiyasini, σ_z va σ_x va σ_u kuchlanishlar ta'siriga mos ravishda cho'kish e_{pz} , e_{px} va e_{pu} modullarini aniqlash imkonini beradi. Bunda cho'kish bir o'qlida aniqlanadi deb taxmin qilinadi.

Hamma qatlamlar avvalambor yuqorida ko'rsatilgan usul bilan bir nechta hisobiy qatlamlarga bo'linadi. Bu qatlamlarning har birining h_i qalinligini aniqlaymiz. Har bir ko'rilayotgan hisobiy qatlamda σ_z kuchlanishni aniqlashda, shuningdek ularga mos keluvchi cho'kish e_{rz} moduli bo'yicha qilinadigan hisoblashni bajarish uchun o'rtacha chiziq o'tkazamiz. O'rtacha z_i chiziqning ordinatasini inshoot ostiga nisbatan aniqlaymiz.



7.6-rasm. Inshootning cho'kishini bashoratlash bo'yicha hisobiy sxema



7.7-rasm. Gruntidagi tabiiy kuchlanishni hisobga olib cho'kish modulining hisobiy qiymatini aniqlash

Keyin z_i chuqurlik uchun σ_z kuchlanish qiymatini aniqlaymiz. Hamma holatlarda ham σ_z kuchlanishni aniqlash hisobiy P_0 yuklamaga nisbatan (7.22) ifoda bo'yicha olib boriladi. 7.6-hisobiy chizmada bu aniqlangan kuchlanishlarning qiymati bo'yicha $\sigma_z = f(z)$ epyurasi chiziladi. Gruntning xususiy og'irligidan tushuvchi tabiiy σ_{zgi} yuklama chizig'ini grunt qatlamining yuzasidan boshlab chizamiz, bunda har bir qatlam uchun tabiiy (maishiy) yuklama quyidagiga teng deb hisobga olamiz:

$$\sigma_{zgi} = \gamma_{o'rt}(z_i + h_{chuq}), \quad (7.23)$$

bu yerda $\gamma_{o'rt}$ – berilgan grunt qatlamini qoplab turuvchi gorizontni o'rtacha solishtirma og'irligi, agar suv bo'lsa uning yengillashtiruvchi xususiyati ham hisobga olinadi.

(7.21) shartning bajarilishida jarayonlarni qulaylashtirish va soddalashtirish uchun, keyin $0,2 \sigma_{zg}$ qiya chizig'ini o'tkazamiz – bu chiziqning vertikal kuchlanish epyurasi $\sigma_z = f(z)$ bilan kesishgan nuqtasi faol hududning D qalinligini aniqlaydi.

Tabiiyki, inshoot qurilishidan avval har bir hisobiy qatlamlardagi grunt tabiiy σ_{zg} yuklama ta'siri ostida bo'ladi. Inshootni qurilishi jarayonida hosil bo'lgan σ_z kuchlanish hisobiga har bir qatlamda gruntning ishlash sharoiti, shuningdek fazoviy masala bo'lsa σ_x va σ_u hisobiga o'zgaradi. Bu qo'shimcha

kuchlanishlar ta'sirida grunt har bir qatlamda zichlashadi va cho'kadi:

$$\eta'_{uzi} = e_{pzi} h_i. \quad (7.24)$$

Ko'rilayotgan masala variantida bu ifodaga kiruvchi cho'kish modulining e_{rzi} qiymati ko'rilayotgan qatlam gruntga yangi hosil bo'lgan ta'sir qiluvchi σ_z kuchlanishga qo'shimcha σ_{pzi} qoplovchi qatlamni birgalikda ko'radi. SHuning uchun har bir h_i qatlam uchun faol hudud D oralig'ida birlamchi kompressiya egrisini (7.7-rasm) ishlatganda cho'kish modulining hisobiy qiymati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$e_{pzi} = e_{(pzi+zgi)} - e_{pzi}. \quad (7.25)$$

Hamma qatlamning umumiy cho'kishi umuman (7.19) ifodadan hamma xususiy cho'kishlarning yeg'indisi sifatida aniqlanadi:

$$\eta'_{uz} = \sum_0^D e_{pz} h_i \quad (7.26)$$

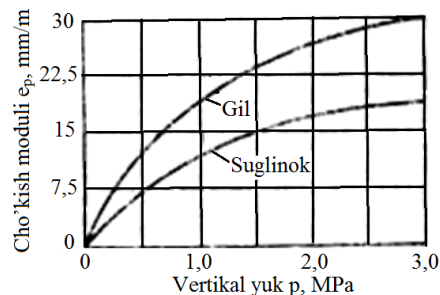
yoki (7.17) va (7.18) ifodalardan, agar hisoblash fazoviy yoki tekislik masalasida olib borilayotgan bo'lsa.

Shu bilan ko'rilayotgan sharoitda bo'lishi mumkin bo'lgan inshootning cho'kish qiymatini aniqlash yakunlanadi.

7.7-misol. Bir o'lchamli masala sharoitida qatlamlab jamlash usuli bilan quyidagi ma'lumotlar bo'yicha lentali poydevorning cho'kishini aniqlash kerak.

Lentali poydevor bo'yicha ma'lumotlar: poydevor kengligi $2b = 2 \text{ m}$; yotish chuqurligi $h_{chuq} = 2 \text{ m}$, gruntga tushayotgan yuklama $p_{in} = 3 \text{ kg/sm}^2$.

Inshoot grundi to'g'risida ma'lumotlar: yer yuzasidan 7 m chuqurlikkacha grunt suvidan yuqorisida hajmiy og'irligi $\rho'_w = 1,9 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kn/m}^3$ bo'lgan suglinok yotibdi, suglinokning g'ovakligi $n = 33\%$, solishtirma og'irligi $\gamma_o = 2,7$, suglinokni kompressiya tavsifi 7.8-rasmda keltirilgan.



7.8-rasm. Gruntlarning kompressiya tavsifi

7 m va undan pastda hajmiy og'irligi $\gamma'^1_w = 2 \text{ t/m}^3 = 20 \text{ kn/m}^3$ bo'lgan gil yotibdi, uning kompression egrisi 7.8-rasmda keltirilgan.

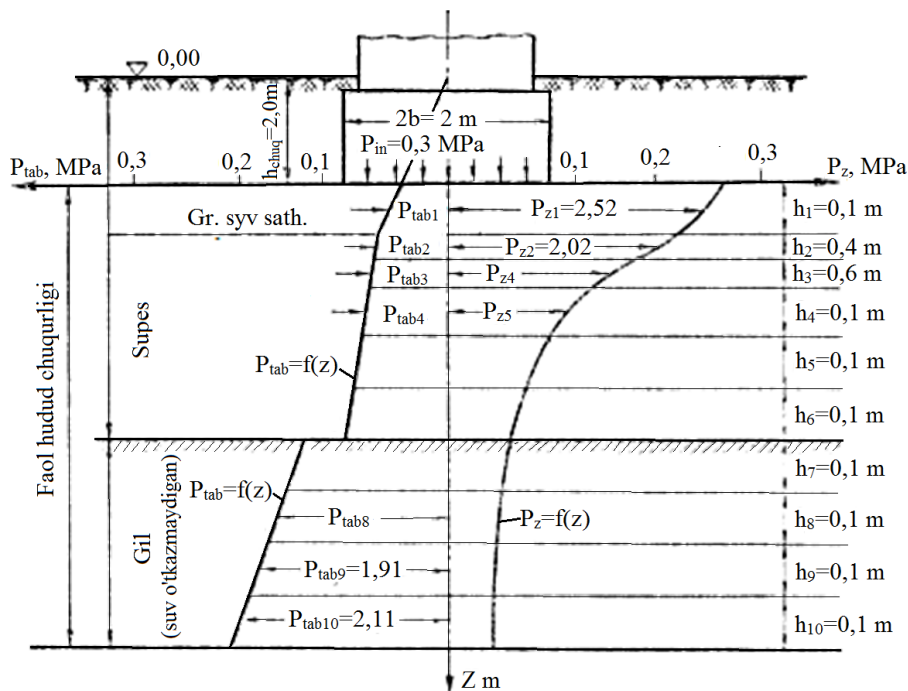
Grunt suvlarining sathi yer yuzasidan 3 m chuqurlikda joylashgan.

Yechim. I. Har bir hisobiy qatlam o'rtasi uchun lentali poydevorning o'qi bo'yicha vertikal normal kuchlanish p_z ni aniqlash.

1. Poydevorning chuqurlashtirilganini hisobga olib poydevorning hisobiy bosimini aniqlash:

$$p_0 = p_{in} - \rho'_w h_{chuq} = 3 - (1,9 \cdot 2) \cdot 0,1 = 2,62 \text{ kg/sm}^2 = 0,262 \text{ MPa}.$$

2. Poydevor ostidan pastdagi asos qatlamining hisobiy qatlamlarga grunt qatlamlari orasidagi chegarani hisobga olib bo'linadi (7.9-rasm).



7.9-rasm. Qatlamlab jamlash usuli bo'yicha inshootning cho'kishini aniqlash uchun hisobiy sxema

Qatlamlarning tabiiy chegarasi poydevor ostidan chuqurda yotgani uchun: 1 m (grunt suvlari sathi); 1 m dan 5 m gacha (grunt suvlari sathidan pastdagi suglinok suvda yengillashgan holatda) va 5 m dan i undan pastda – suv o'tkazmaydigan gil; asos qatlamini hisobiy qatlamlarga bo'lishni quyidagicha amalga oshiramiz:

a) grunt suvlari sathidan yuqoridagi $h_1 = 1 \text{ m}$ qalinlikdagi suglinok bitta hisobiy qatlam deb olinadi, shu bilan birgalikda qatlamning usti va ostidagi p_z ni farqi $0,5 \text{ kg/sm}^2 = 0,05 \text{ MPa}$ dan oshmaydi (birinchi hisobiy qatlam);

b) grunt suvlari sathidan pastdagi suglinokning suv o'tkazmaydigan qatlamgacha (grunt suvlari sathidan boshlab) qalinligi $h_2 = 0,4 \text{ m}$, $h_3 = 0,6 \text{ m}$, $h_4 = 1,0 \text{ m}$, $h_5 = 1,0 \text{ m}$ va $h_6 = 1,0 \text{ m}$ qalinlikda shunday bo'linadiki, unda qatlamlar orasidagi ostidagi p_z ni farqi $0,5 \text{ kg/sm}^2 = 0,05 \text{ MPa}$ dan oshmasin;

d) gillar qalinligi $1,0 \text{ m}$ dan qilib hisobiy qatlamga bo'linadi.

3. Poydevorning o'qi bo'yicha har bir hisobiy qatlamning o'rtasi uchun normal verikal kuchlanish p_z ni qiymati hisoblanadi:

a) poydevor ostidan pastdagi hisobiy qatlamning yotish chuqurligi z ni ordinatasi aniqlanadi.

Qalinligi $h_1 = 1 \text{ m}$ bo'lgan birinchi hisobiy qatlam (grunt suvlari sathidan yuqoridagi supes) uchun quyidagini olamiz:

$$z_1 = h_1/2 = 1/2 = 0,5 \text{ m.}$$

Qalinligi $h_2=1$ m bo'lgan ikkinchi hisobiy qatlam (grunt suvlari sathidan pastidagi supes) uchun aniqlanadi:

$$z_2 = h_1 + h_2/2 = 1 + 0,4/2 = 1,2 \text{ m}$$

shu kabi har bir keyingi qatlam uchun hisoblanadi. Hisoblashning natijasi 7.4-jadvalda keltirilgan;

7.4-jadval

Qatlam t/r	Qatlam qalinli- gi h_i , m	Yer yuzasidan qatlamni o'rtasini chuqurligi, m	Poydevor ostidan qatlam o'rtasining chuqurligi z, m	$d=x/b$	$v=z/b$	μ	$p_z = \mu p_0$, kg/sm^2 (0,1 MPa)
0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,000	2,62
1	1,0	2,5	0,5	0,0	0,5	0,960	2,52
2	0,4	3,2	1,2	0,0	1,2	0,770	2,02
3	0,6	3,7	1,7	0,0	1,7	0,582	1,53
4	1,0	4,5	2,5	0,0	2,5	0,469	1,23
5	1,0	5,5	3,5	0,0	3,5	0,352	0,92
6	1,0	6,5	4,5	0,0	4,5	0,274	0,72
7	1,0	7,5	5,5	0,0	5,5	0,250	0,66
8	1,0	8,5	6,5	0,0	6,5	0,190	0,50
9	1,0	9,5	7,5	0,0	7,5	0,180	0,47
10	1,0	10,5	8,5	0,0	8,5	0,168	0,44

b) $b=1$ m bo'lganda poydevor o'qi bo'yicha ($x=0$) har bir hisobiy qatlamni o'rtasi uchun nisbiy koordinatlar aniqlanadi:

1 qatlam uchun: $v_1 = z_1/b = 0,5/1 = 0,5$; $d = x_1/b = 0/1 = 0$;

2 qatlam uchun: $v_2 = z_2/b = 1,2/1 = 1,2$; $d = 0$

va shu kabi keyingi hisobiy qatlamlar uchun.

Nisbiy koordinatlarni hisoblash natijalari 7.4-jadvalga kiritilgan;

v) 2.5-jadvalidan vertikal normal kuchlanish p_z ni aniqlash uchun o'tuvchi koeffitsiyent μ ning qiymatini topamiz:

1-qatlamning o'rtasi uchun: ($v_1=0,5$, $d=0$) μ_1 ni qiymat $\mu_1=0,960$;

2-qatlamning o'rtasi uchun: ($v_1=0,5$, $d=0$) μ_2 ni qiymat $\mu_2=0,770$

va shu kabi keyingi hisobiy qatlamlar uchun.

μ ni hisoblash natijalari 7.4-jadvalga kiritilgan;

g) (2.13) ifoda bilan vertikal normal kuchlanish p_z ning qiymati aniqlanadi.

1-qatlamning o'rtasi uchun $p_0=2,62 \text{ kg/sm}^2=0,262 \text{ MPa}$ bo'lganda bo'ladi:

$$p_{z1} = \mu_1 p_0 = 0,960 \cdot 2,62 = 2,52 \text{ kg/sm}^2 = 0,252 \text{ MPa};$$

2-qatlamning o'rtasi uchun:

$$p_{z2} = \mu_2 p_0 = 0,77 \cdot 2,62 = 2,02 \text{ kg/sm}^2 = 0,202 \text{ MPa}$$

va shunday har bir keyingi qatlam uchun.

p_z ni hisoblash bo'yicha hamma ma'lumotlar 7.4-jadvalga kiritilgan.

Asos gruntlarni qatlam bo'yicha bo'lish va poydevor o'qi bo'yicha vertikal normal kuchlanishlarning tarqalish epyurasi 7.9-rasmda keltirilgan.

II. Har bir hisobiy qatlamning o'rtasi uchun tabiiy bosim qiymatini va faol hudud qalinligini aniqlash.

Tabiiy bosimning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

a) 1-qatlamni o'rtasi uchun:

$$p_{tab} = (h_{chuq} + z_1) \rho_w = (2 + 0,5) \cdot 1,9 = 4,75 \text{ t/m}^2 \text{ yoki } 0,48 \text{ kg/sm}^2 = 0,048 \text{ MPa};$$

b) 2-qatlam grunt suvining sathidan pastda joylashgan, shuning uchun supes yengillashgan holatda bo'ladi. Uning yengillashgan holatdagi hajmiy og'irligini (6) ifoda bilan aniqlanadi.

Berilgan $\gamma_0 = 2,70$ va $n = 33\%$ qiymatlarda hosil bo'ladi:

$$\gamma_{suv} = (\gamma_0 - \Delta_{suv})(1 - n) = (2,70 - 1)(1 - 0,33) = 1,1 \text{ t/m}^3 = 11 \text{ kn/m}^3.$$

2-qatlam o'rtasi uchun tabiiy bosimning qiymati quyidagi ko'rsatkichlardan iborat:
2-qatlam tagida tabiiy bosimning qiymati

$$p'_{tab} = (h_{chuq} + h_1) \rho_w = (2 + 1) \cdot 1,9 = 5,7 \text{ t/m}^2 = 0,57 \text{ MPa va}$$

$h_2 = 0,4 \text{ m}$ va $\rho_{suv} = 1,1 \text{ t/m}^3 = 11 \text{ kn/m}^3$ bo'lganda 2-qatlamning xususiy og'irligi yarmisi:

$$p''_{tab} = \frac{h_2}{2} \cdot \rho_w = \frac{0,4}{2} \cdot 1,1 = 0,22 \text{ t/m}^2 = 0,022 \text{ MPa}.$$

Unda 2-qatlamning o'rtasini sathida to'liq tabiiy bosim teng:

$$p_{tab} = p'_{tab} + p''_{tab} = 5,7 + 0,22 = 5,92 \text{ t/m}^2 \text{ yoki } 0,59 \text{ kg/sm}^2 = 0,059 \text{ MPa};$$

d) 3-qatlam ham grunt suvlari sathidan pastda yotadi. Uning o'rtasini sathida tabiiy bosim 2 qatlamni o'rtasidagi tabiiy bosim $p_{tab,2} = 0,59 \text{ kg/sm}^2$ va 2 va 3 qatlamlar o'rtasi orasidagi gruntning og'irligini suvda engillashtirilgani $p_{tab,2-3}$ dan iborat bo'lib quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$p_{tab_{2-3}} = \left(\frac{h_2}{2} + \frac{h_3}{2} \right) \gamma_{suv}.$$

$h_2 = 0,4 \text{ m}$ va $h_3 = 0,6 \text{ m}$ bo'lganida hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} p_{tab_3} &= p_{tab_2} + p_{tab_{2-3}} = p_{tab_2} \left(\frac{h_2}{2} + \frac{h_3}{2} \right) \gamma_{suv} = 0,59 + \left(\frac{0,4}{2} + \frac{0,6}{2} \right) 1,1 \cdot 0,1 = \\ &= 0,63 \text{ kg/cm}^2 = 0,063 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(0,1 koefitsiyenti o'lcham t/m^2 dan kg/sm^2 ga o'tuvchi koefitsientdir) va shu tartibda xar bir keyingi qatlam uchun (56-jadvalga qarang).

g) gilni suv o'tazmaydigan qatlam deb taxmin qilinadi va uni ustidagi tabiiy bosimni qiymatini aniqlaymiz.

U quyidagi ikkita qiymatdan iborat:

1) grunt suvidan yuqorida yotgan hajmiy og'irligi $\rho_w = 1,9 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan uch metrli grunt qatlamining tabiiy bosimi p'_{tab} teng:

$$p'_{tab} = H\rho_w = 3 \cdot 1,9 = 5,7 \text{ t/m}^2 = 0,57 \text{ MPa};$$

2) grunt suvlaridan pastdagi to'liq suvga to'yingan suglinok bosimi p'_{tab} .

Suglinokning skeleti hajmiy og'irligi ρ_d uning g'ovakligi $n=33\%$ va solishtirma og'irligi $\gamma_o = 2,65$ bo'lganda (1.5) ifoda bo'yicha teng bo'ladi:

$$\rho_d = \gamma_o(1-n) = 2,65(1-0,33) = 1,78 \text{ t/m}^3 = 17,8 \text{ MPa}.$$

Suglinokning namligini uni to'liq suvga to'yingandagi holatida (1.2) ifoda bilan aniqlanadi:

$$W_o = \frac{n}{\gamma_o(1-n)} = \frac{0,33}{2,65(1-0,33)} = 0,186.$$

Suv shimgan gruntning hajmiy og'irligi teng:

$$\rho_w = \rho_d(1+W_o) = 1,78(1+0,186) = 2,11 \text{ t/m}^3 = 21,1 \text{ MPa}.$$

Grunt suvlari sathidan pastdagi supesli qatlamning qalinligi $N=4 \text{ m}$ bo'lganda gil ustidagi suv shimgan supesni bosimi teng:

$$p''_{tab} = 4 \cdot 2,11 = 8,44 \text{ t/m}^2 = 0,844 \text{ MPa}.$$

Gil ustidagi to'liq tabiiy bosim teng:

$$p_{tab. 6-7} = p'_{tab} + p''_{tab} = 5,7 + 8,44 = 14,14 \text{ t/m}^2 \text{ yoki } 1,41 \text{ kg/sm}^2 = 0,141 \text{ MPa};$$

d) 7-qatlam o'rtasidagi sathda tabiiy bosim gil ustidagi bosim $p_{tab. 6-7}=1,41$ va gil qatlami qalinligini (gil ustidan 7-qatlam o'rtasigacha) yarim og'irligidan iborat. gil qatlamini qalinligi $h_7=1,0 \text{ m}$ va uning hajmiy og'irligi $\gamma_w=2 \text{ t/m}^3$ bo'lganda 7-qatlam o'rtasining sathida tabiiy bosim teng:

$$p_{tab_7} = p_{tab_{6-7}} + \frac{h_7}{2} \gamma_w = 1,41 + \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \right) \cdot 0,1 = 1,51 \text{ kg/sm}^2 = 0,151 \text{ MPa};$$

3) qalinligi $h_8=1 \text{ m}$ bo'lgan 8-qatlam uchun p_{tab} qiymatini hisoblaymiz:

$$p_{tab_8} = p_{tab_7} + \left(\frac{h_7}{2} + \frac{h_8}{2} \right) \gamma_w = 1,51 + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right) \cdot 2 \cdot 0,1 = 1,71 \text{ kg/sm}^2 = 0,171 \text{ MPa}.$$

9- va 10-qatlamlar o'rtasining sathi uchun tabiiy bosim huddi ushunday hisoblanadi (7.5-jadvalga) qaralsin

j) faol qatlamni quyi chegarasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi

$$0,2p_{tab} = p_z.$$

$p_{tab10}=2,11 \text{ kg/sm}^2$ va $p_{z10}=0,44 \text{ kg/sm}^2$ bo'lganda bu shart qanoatlanadi, yani:

$$0,2p_{tab10} = 0,2 \cdot 2,11 = 0,42 \text{ kg/sm}^2 = 0,042 \text{ MPa};$$

$$p_z = 0,44 \text{ kg/sm}^2 = 0,044 \text{ MPa}.$$

Shunday qilib 10-qatlam faol qatlamning quyi chegarasi hisoblanadi, undan pastini cho'kishi hisoblanmaydi.

Tabiiy yuklamaning qiymati 7.5-jadvalga kiritilgan, tabiiy yuklamaning tarqalish epyurasi 7.9-rasmda ko'rsatilgan.

7.5-jadval

Qatlam t/r	Qatlam qalinligi h_i , m	Qatlam o'rtasining yer yuzasidan yotish chuqurligi, m	Gruntning hajmiy og'irligi γ , t/m^3	Qatlam o'rtasini sathidagi tabiiy yuklama p_{tab} , kg/sm^2 (0,1 MPa)
1	1,0	2,5	1,90	0,48
2	0,4	3,2	1,10	0,59
3	0,6	3,7	1,10	0,63
4	1,0	4,5	1,10	0,72
5	1,0	5,5	1,10	0,83
6	1,0	6,5	1,10	0,94
6-7*	-	7,0	-	1,00
6-7**	-	7,0	-	1,41
7	1,0	7,5	2,0	1,51
8	1,0	8,5	2,0	1,71
9	1,0	9,5	2,0	1,91
10	1,0	10,5	2,0	2,11

Izoh: * 6-qatlam osti sathidagi tabiiy bosim.

**Gil ustidagi tabiiy yuklama.

III. Poydevor o'qi bo'yicha cho'kish modulining e_{pz} hisobiy qiymatini aniqlash.

Cho'kish moduli e_{pz} ning qiymatini qatlam o'rtasining sathidagi tabiiy yuklamaning p_{tab} qiymati va normal kuchlanish p_z ga bog'liq holda 7.7-rasmdan aniqlanadi.

1. 1-hisobiy qatlam (suglinok) uchun aniqlaymiz:

a) tabiiy yuklama $p_{tab.1}=0,48 \text{ kg/sm}^2$ ga mos keluvchi cho'kish moduli $e_{r.tab}$ ning qiymati:

$$e_{p.tab}=7 \text{ mm/m};$$

b) quyidagi yuklamaga mos keluvchi cho'kish moduli $e_{(r.tab1+p_{z1})}$ ning qiymati:

$$p_{tab1}+p_{z1}=0,48+2,52=3 \text{ kg/sm}^2=0,3 \text{ MPa};$$

$$e_{(p.tab1+p_{z1})}=18 \text{ mm/m};$$

d) normal vertikal kuchlanish p_{z1} ta'siridagi cho'kish moduli e_{pz} ning hisobiy qiymati teng bo'ladi:

$$e_{pz}=e_{(p.tab+p_{z1})}-e_{p.tab}=18-7=11 \text{ mm/m}$$

va shu kabi qolgan qatlamlarga hisoblanadi.

Hisobiy cho'kish modulining hisoblangan natijalari 7.6-jadvalda keltirilgan.

IV. Poydevor o'qi bo'yicha cho'kishning hisobi.

Bir o'lchamli masala sharoitida poydevor o'qi bo'yicha cho'kishni (7.26) ifoda bilan hisoblanadi..

Ko'rsatilgan ifodaga 7.6-jadvalda keltirilgan hisoblab topilgan e_{pz} va h_i ni qo'yib aniqlaymiz:

7.6-jadval

Qatlam t/r	Qatlam qalinligi, m	$p_{\text{tab}},$ mm/m	$e_{p.\text{tab}},$ mm/m	$p_{\text{tab}}+p_z,$ kg/sm ² (0,1 MPa)	$e_{p.\text{tab}+p_z},$ mm/m	$e_{p_z},$ mm/m
1	1,0	0,48	7,0	3,0	18,0	11,0
2	0,4	0,59	7,8	2,61	17,0	9,2
3	0,6	0,63	8,0	2,16	16,5	8,5
4	1,0	0,72	8,5	1,95	16,0	7,5
5	1,0	0,83	10,0	1,75	15,7	5,7
6	1,0	0,94	12,0	1,66	15,0	3,0
7	1,0	1,51	23,1	2,17	27,0	3,9
8	1,0	1,71	25,5	2,21	27,6	2,1
9	1,0	1,91	27,0	2,38	29,0	2,0
10	1,0	2,11	27,5	2,55	29,4	1,9

$$\eta_z^1 = \sum_0^D e_{p_z} h_i = 11 \cdot 1 + 9,2 \cdot 0,4 + 8,5 \cdot 0,6 + 7,5 \cdot 1,0 +$$

$$+ 5,7 \cdot 1,0 + 3,0 \cdot 1,0 + 2,1 \cdot 1,0 + 2,0 \cdot 1,0 + 1,9 \cdot 1,0 = 46 \text{ mm}$$

7.8-misol. 7.7-misolda keltirilgan ma'lumotlar bo'yicha deformatsiya moduli yordamida qatlamlab jamlash usuli bilan cho'kishni hisoblang, agar dala tadqiqotlarida suglinokni deformatsiya moduli $E=150 \text{ kg/sm}^2=15 \text{ MPa}$, gill uchun $E=160 \text{ kg/sm}^2$ bo'lsa.

Yechim. Har bir hisobiy qatlam o'rtasi uchun lentali poydevrning o'qi bo'yicha vertikal normal kuchlanish, tabiiy bosim qiymati va faol hudud qalinligini aniqlash 7.7-misoldagiga o'xshash. Hisob natijasi 7.7-jadvalda ko'rsatilgan.

7.7-jadval

Qatlam t/r	Qatlam qalinligi h_i, m	$p_z, \text{kg/sm}^2$ (0,1 MPa)	$E, \text{kg/sm}^2$ (0,1 MPa)	Cho'kish $S_i = p_i h_i \frac{0,8}{E}, \text{mm}$
1	1,0	2,52	150	13,4
2	0,4	2,02	150	4,3
3	0,6	1,53	150	4,9
4	1,0	1,23	150	6,6
5	1,0	0,92	150	4,9
6	1,0	0,72	150	3,8
7	1,0	0,66	160	3,3
8	1,0	0,50	160	2,5
9	1,0	0,47	160	1,4
10	1,0	0,44	160	2,2

To'liq cho'kish $S=13,4+4,3+4,9+6,6+4,9+3,8+3,3+2,5+1,4+2,2=48,8 \text{ mm}$.

7.9-misol. Ikki o'lchamli masala sharoitida lentali poydevorni o'qi bo'yicha cho'kishni 7.7-misol shartida keltirilgan kabi hisoblash kerak, yani gorizont normal kuch p_x ni hisobga olish lozim, agar poydevor ostidagi suglinok va gilni izotrop deb va Puasson koeffitsiyenti $\mu=0,35$ bo'lsa.

Yechim. Har bir hisobiy qatlam o'rtasi uchun lentali poydevor o'qi bo'yicha vertikal normal kuchlanishni aniqlash.

Hisob to'liq ravishda 7.7-misolda p_z ni hisoblash kabi bo'ladi. Hisob ma'lumotlari 7.8-jadvalda keltirilgan.

7.8-jadval

Qatlam t/r	h_i, m	$h_{chuqr} + z_i, m$	z_i, m	$v=z/b$	$d=x/b$	μ	$p_z=\mu p_0,$ kg/sm^2 (0,1 MPa)	v	$p_x=v p_0,$ kg/sm^2 (0,1 MPa)
0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,000	2,62	1,000	2,62
1	1,0	2,5	0,5	0,5	0,0	0,960	2,52	0,450	1,18
2	0,4	3,3	1,2	1,2	0,0	0,770	2,02	0,113	0,30
3	0,6	3,7	1,7	1,7	0,0	0,582	1,53	0,065	0,17
4	1,0	4,5	2,5	2,5	0,0	0,469	1,23	0,029	0,08
5	1,0	5,5	3,5	3,5	0,0	0,352	0,92	0,010	0,03
6	1,0	6,5	4,5	4,5	0,0	0,274	0,72	0,003	0,01
7	1,0	7,5	5,5	5,5	0,0	0,250	0,66	0,000	0,00
8	1,0	8,5	6,5	6,5	0,0	0,190	0,50	0,000	0,00
9	1,0	9,5	7,5	7,5	0,0	0,180	0,47	0,000	0,00
10	1,0	10,5	8,5	8,5	0,0	0,168	0,44	0,000	0,00

II. Har bir hisobiy qatlamni o'rtasi uchun gorizont normal kuchlanish p_x ni aniqlash. Har bir hisobiy qatlamni o'rtasi uchun gorizont normal kuchlanish p_x ning qiymatini aniqlash p_z ni aniqlash tartibi bo'yicha olib boriladi, farq faqat o'tuvchi koeffitsiyent v ni 7.9-jadvaldan topiladi.

7.9-jadval

Fazoviy masala. Vertikal birtekis tarqalgan yuklama. Foydevor burchagi ostida gorizont normal kuchlanish p_x/p_0 xar hil ω va $v=0,25$ bo'lganda

$v \backslash \omega$	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0
0,0	0,188	0,203	0,214	0,224	0,234	0,238
0,2	0,160	0,175	0,183	0,194	0,173	0,206
0,4	0,133	0,146	0,154	0,164	0,150	0,178
0,6	0,108	0,120	0,127	0,137	0,120	0,149
0,8	0,087	0,098	0,104	0,112	0,100	0,124
1,0	0,068	0,077	0,084	0,091	0,057	0,102
1,5	0,035	0,041	0,046	0,052	0,033	0,061
2,0	0,017	0,021	0,023	0,027	0,018	0,036
2,5	0,007	0,008	0,013	0,014	0,009	0,023
3,0	0,002	0,0025	0,008	0,005	0,000	0,011
4,0	-	-	-	-	-	0,002
6,0	-	-	-	-	-	-
10,0	-	-	-	-	-	-

Hisob ma'lumotlari 7.8-jadvalda keltirilgan.

III. Har bir hisobiy qatlam o'rtasi va faol qatlam chuqurligi uchun tabiiy bosimning qiymatini aniqlash. Tabiiy bosim p_{tab} ning hisobi va faol qatlam chuqurligini aniqlash 7.7-misolning yechimiga o'xshash. Bu holatda, yani ikki o'lchamli masala sharoitida faol qatlam chuqurligi vertikal normal kuchlanish p_z ning qiymati bo'yicha hisoblanadi.

Shunday qilib, bir o'lchamli masala kabi faol hudud chuqurligi 10-qatlam osti bilan chegaralanadi, ya'ni poydevor ostidan pastda 9 m da yoki er yuzasidan 11 m gacha.

IV. Har bir hisobiy qatlam o'rtasi uchun poydevor o'qi bo'yicha cho'kish moduli hisobiy qiymati e_{pz} va e_{px} ni aniqlash. Cho'kish modulining hisobiy qiymatlari e_{pz} va e_{px} ni qatlam o'rtasi sathidagi tabiiy yuklama va kuchlanishlar p_z va p_x larning qiymatlariga bog'liq kompressiya egrisidan (7.8-rasm qaralsin) topiladi.

Cho'kish modulini hisobiy qiymati e_{pz} ni 7.7-misol kabi hisoblanadi. Huddi shu kabi tartibda p_x kuchlanishga mos keluvchi e_{px} cho'kish modulining hisobiy qiymati hisoblanadi.

Masalan:

1-qatlam uchun aniqlaymiz:

a) tabiiy yuklama $p_{tab}=0,48 \text{ kg/sm}^2=0,048 \text{ MPa}$ ga mos keluvchi cho'kish modulini qiymati $e_{p.tab}$:

$$e_{p.tab}=7 \text{ mm/m};$$

b) yuklamalarga mos keluvchi cho'kish modulini qiymati

$$p_{tab.1}+r_{x.1}=0,48+1,18=1,66 \text{ kg/sm}^2;$$

$$e_{(p.tab+p.x)}=15,0 \text{ mm/m};$$

d) normal gorizontal kuchlanish $p_{x.1}$ ta'siridagi cho'kish modulining hisobiy qiymati $e_{r.x}$ teng:

$$e_{p.x}=e_{(p.tab+p.x)}-e_{p.tab}=15-7=8 \text{ mm/m}.$$

2-qatlam uchun topamiz:

a) tabiiy yuklama $p_{tab.2}=0,59 \text{ kg/sm}^2$ ga mos keluvchi cho'kish modulining qiymati $e_{r.tab}$:

$$e_{p.tab}=7,8 \text{ mm/m};$$

b) yuklamalarga mos keluvchi cho'kish modulining qiymati:

$$p_{tab.2}+p_{x.2}=0,59+0,30=0,89 \text{ kg/sm}^2=0,089 \text{ MPa};$$

$$e_{(p.tab+p.x)}=11,1 \text{ mm/m};$$

d) normal vertikal kuchlanish ta'siridagi cho'kish modulining hisobiy qiymati $e_{r.x}$ teng:

$$e_{p.x}=e_{(p.tab+p.x)}-e_{p.tab}=11,1-7,8=3,3 \text{ mm/m}.$$

Har bir keyingi qatlam uchun cho'kish modulining hisobiy qiymati xuddi shunday aniqlanadi.

e_{pz} va e_{px} lar hisobining natijasi 7.10-jadvalda keltirilgan.

V. Poydevor o'qi bo'yicha cho'kishni aniqlash. 1. Ikki o'lchamli masala sharoitida cho'kish hisobi (7.18) ifoda bo'yicha amalga oshiriladi:

$$\eta''_{III} = Mh_i(1-\nu^2) \cdot \left(e_{p_z} - \frac{\nu}{1-\nu} e_{p_x} \right).$$

7.10-jadval

Qat-	h_i ,	p_{tab} ,	$e_{p.tab}$,	$p_{tab}+p_z$,	$e_{(p.tab+p.z)}$,	$e_{p.z}$,	$p_{tab}+p_x$,	$e_{(p.tab+p.x)}$,	$e_{p.x}$,	η''_{in} ,
------	---------	-------------	---------------	-----------------	---------------------	-------------	-----------------	---------------------	-------------	-----------------

lam t/r	m	kg/sm ²	mm/m	kg/sm ²	mm/m	mm/m	kg/sm ²	mm/m	mm/m	mm
1	1	0,48	7,0	3,0	18,0	11,0	1,66	15,0	8,0	9,2
2	0,4	0,59	7,8	2,61	17,0	9,2	0,89	11,1	3,3	4,1
3	0,6	0,63	8,0	2,16	16,5	8,5	0,80	9,8	1,8	6,2
4	1,0	0,72	8,5	1,95	16,0	7,5	0,80	9,8	1,3	6,9
5	1,0	0,83	10,0	1,75	15,7	5,7	0,86	10,1	0,1	7,7
6	1,0	0,94	12,0	1,66	15,0	3,0	0,95	12,0	0,0	4,2
7	1,0	1,51	23,1	2,17	27,0	3,9	1,51	23,1	0,0	5,5
8	1,0	1,71	25,5	2,21	27,6	2,1	1,71	25,5	0,0	2,9
9	1,0	1,91	27,0	2,38	29,0	2,0	1,91	27,0	0,0	2,8
10	1,0	2,11	27,5	2,55	29,4	1,9	2,11	27,5	0,0	2,6

Bu ifodaga kiruvchi o'tuvchi koeffitsiyent M ni qiymati (7.20) ifoda bilan aniqlanadi va $v=0,35$ bo'lganda teng:

2. 7.10-jadvalda keltirilgan birlamchi qiymatlar va $v=0,35$ bilan (7.18) ifoda bo'yicha har bir hisobiy qatlam cho'kishini topamiz:

a) 1-qatlam uchun:

$$\eta'_{in} = 1,6 \cdot 1,0(1 - 0,35^2) \cdot \left(11,0 - \frac{0,35}{1 - 0,35} \cdot 8 \right) = 9,2 \text{ mm};$$

b) 2-qatlam uchun:

$$\eta''_{in} = 1,6 \cdot 0,4(1 - 0,35^2) \cdot \left(9,2 - \frac{0,35}{1 - 0,35} \cdot 3,3 \right) = 4,1 \text{ mm};$$

Har bir qatlam uchun cho'kishnig hisob ma'lumotlari 7.9-jadvalda keltirilgan.

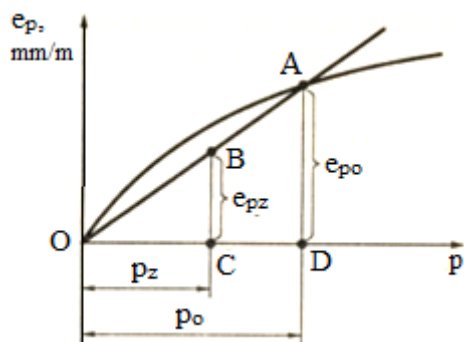
3. Ikki o'lchamli masala sharoitida poydevor o'qi bo'yicha to'liq cho'kish teng:

$$\eta''_{III} = \eta''_1 + \eta''_2 + \dots = 9,2 + 4,1 + 6,2 + 6,9 + 7,7 + 4,2 + \\ + 5,5 + 2,9 + 2,8 + 2,6 = 52 \text{ mm};$$

Bu yerda hajmiy masala kabi gorizont normal kuchlanishni hisobga olish bir o'lchamli masala sharoitida hisoblangan cho'kishga nisbatan cho'kishning ortishiga olib keladi.

Amaliyotda har xil siqiluvchan gruntlardan iborat qatlamli asoslar bo'lishi mumkin. Bu holatda har bir qatlamdan namuna olish kerak va ularning har birini kompressiyaga sinash lozim. Ammo to'liq kompressiya egrisini qurishga ehtiyoj yo'q. Faqat tabiiy σ_{zqi} yuklamadan har bir qatlam uchun inshootning og'irlik σ_z , σ_x va σ_u kuchidan hosil bo'lgan qo'shimcha yuklamaga o'tishga mos keluvchi cho'kish e_{pz} , e_{px} va e_{pu} modullarini aniqlasa ham yetarli bo'ladi. Bunday shartda misol uchun keltirilgan, tushuntirish talab qilmaydigan grafik (7.10-rasm) qulay bo'lishi mumkin. Faqat shuni ta'kidlaymizki, berilgan holatda cho'kish moduli e_{pz} har bir qatlamda σ_{zqi} dan $(\sigma_{zqi} + \sigma_z)$ gacha yuklamaning ortishiga olib keladi.

Keltirilgan nisbiy deformatsiya yoki cho'kish e_{pz} , e_{px} va e_{pu} moduli orqali inshootning bo'lajak cho'kishni bashoratlash usuli, tabiiyki, bu masalani yechishni hamma bo'lishi mumkin bo'lgan variantlarini ko'rib chiqib tomom qilmaydi.



7.10-rasm. Maslov bo'yicha
soddalashtirilgan kompressiya egrisi

Hususan, u umumiy deformatsiya moduli E_p asosida echilishi mumkin. Bu holatda oxirgi η'_{in} cho'kishni aniqlash uchun (qabul qilingan belgilarda) quyidagi ifodadan foydalaniladi, m:

$$\eta'_{in} = \sum_0^n \sigma_{zi} h_i \frac{\chi}{E_{pi}}, \quad (7.27)$$

bu yerda n – siqiluvchi qatlam bo'lingan qatlamlar soni; σ_{zi} – poydevor orqali beriladigan i -qatlamni yuqori va quyi chegarasida hosil bo'ladigan vertikal normal bosimning yarim yig'indisi, MPa; h_i – i -qatlamning qalinligi, m; E_{pi} – i -qatlamning deformatsiya modulim, MPa; χ – soddalashtirilgan hisobiy chizmani korrektirovka qiluvchi va hamma gruntlar uchun 0,8 qabul qilingan o'lchovsiz koeffitsiyent. χ koeffitsiyent (6.20) ifoda buyicha aniqlanadigan o'tuvchi koeffitsiyent M ni teskari qiymatini aks ettiradi.

(7.27) ifoda tarkibiga kiruvchi E_{pi} modul qiymatini dala sinov usuli bilan aniqlash (tajriba shtampi bilan yuklama) kompressiya tajribasiga mos keluvchi bir o'lchamli masala sharoitida kerak bo'ladi, berilgan holatda o'tuvchi χ koeffitsiyentidan foydalanish η'_{in} ni mos ravishda qiymatini kamaytirishga olib keladi.

(7.27) ifoda bir o'lchamli masala sharoitida inshootlar cho'kishini baholash va mos ravishda kuchlanganlik holatiga taalluqlidir. Bundan tashqari, (7.27) ifoda umumiy deformatsiya E_p modulining p yuklamaga bog'liqligini hisobga olmaydi va ayrim gruntlar uchun doimiy hisoblanadi. O'tuvchi ko'rsatkichlarni aniqlashda p dala tajriba sharoitidan hisobiyga o'tishda, odatda Puasson koeffitsiyentni gilli gruntlarni zichlik va namlik darajasiga bog'liqligini e'tiborga olmaydi.

Bu holatda (7.27) ifoda avval keltirilgan (7.17) va (7.18) ifodalarga nisbatan juda sodda va bir vaqtni o'zida (7.19) ga qaraganda murakkab.

Xulosa. Bir xil teng sharoitda inshootning cho'kish miqdori poydevorning chuqurligi kamayishi va yuklamaning ortishi bilan ortadi. Yuklangan uchastkadagi cho'kishning rivojlanish tasnifi poydevorning holatiga va kuchlanishning poydevor-gruntli asos orasida tarqalish turiga bog'liq bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Gruntning siqiluvchanligi nimaga bog'liq ?

2. Gruntning siqiluvchanlik tavsifi tushunchasi.
3. G'ovaklik koefitsiyentni bosimga bog'liqligi.
4. Kompressiya ko'rsatkichlari.
5. Zichlashish koefitsiyenti tushinchasi.
6. Cho'kish moduli tushunchasi ?
7. Gruntlarning siqiluvchanligini aniqlash usullari ?
8. Inshootning cho'kish qiymatini bashoratlash ?
9. Cho'kish modulini aniqlash ifodasi ?
10. Kompressiya asbobining tuzilishi ?

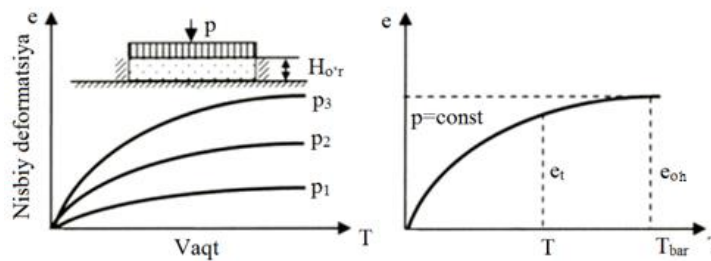
Tayanch iboralar: Siqiluvchanlik, g'ovaklik koefitsiyenti, zichlashish koefitsiyent, umumiy deformatsiya moduli, cho'kish moduli, kompressiya asbobi, Puasson koefitsiyenti.

8 BOB. VAQT DAVOMIDA DEFORMATSIYANING RIVOJLANISHINI BASHORATLASH

8.1. Gruntlarning vaqt davomidagi deformatsiyalanishi ko'rsatkichlari

Konsolidatsiya to'g'risida tushuncha. Dispers gruntga yuklama qo'yib, kuchlanganlik holatiga keltirilsa, unda g'ovakliklar hajmining kichrayishi bilan bog'liq bo'lgan zichlanish jarayoni sodir bo'ladi. Bu jarayon amalda hech qachon bir zunda kechmaydi, balki vaqt davomida yuz beradi (8.1-rasm).

Bu jarayonning davomiyligi g'ovakliklar nima bilan to'lganligiga bog'liq. G'ovakliklar havo bilan to'lgan holatda zichlanish bilan bog'liq bo'lgan deformatsiyalar yetarlicha tez sodir bo'ladi. Bu holatda har qanday holda ham jarayonning davomiyligi amaliy ahamiyatga ega emas. Zichlanish jarayoni g'ovakliklar to'la suv bilan to'lganda, ya'ni to'liq suvga to'yingan gruntunda ancha sekin sodir bo'ladi.



8.1-rasm Konsolidatsion bog'liqliklar:

T_{bar} – stabillashish vaqti, e_{oh} – deformatsiyaning ohirgi qiymati

Suvga to'yingan gruntning yuklama ostida vaqt davomida zichlanish jarayonini gruntlar mexanikasida konsolidatsiya jarayoni deb ataladi. Bu jarayonning mohiyati shundaki, tashqi yuklama qo'yilgach, ko'p yoki bir oz vaqt davomida gruntning skeleti va siqilayotgan g'ovakliklardan chiqib ketishi qiyin bo'lgan suv o'rtasida zurikishlar qayta taqsimlanishi ro'y beradi. Bu g'ovakliklarda suvning harakatiga sezilarli qarshilik kuchlari hosil bo'ladi va uning g'ovakliklar hosil qilgan murakkab kanallar tizimidan chiqib ketishi qiyinlashadi.

Klassik gruntlar mexanikasi to'liq suvga to'yingan konsolidatsiya jarayonini ko'rib chiqadi (o'rganadi). Bu yerda ichki jarayonlar mexanizmi quyidagi tartibda yoritiladi. Yuklamani gruntga qo'yilganda uni avvalo g'ovakliklardagi suv o'ziga qabul qiladi, shundan so'ng suv gruntndan siqilib chiqa boshlaydi. Suvning siqilib chiqishi va undagi bosimning kamayishi barobarida, yuklama asta-sekin grunt skeletiga uzatiladi. Konsolidatsiyaning so'ngida yuklama to'liqligicha skeletga uzatiladi, suvning bosimi esa nolga tenglashib qoladi. Bu jarayonning davomiyligi g'ovakliklardagi suvning siqilib chiqish tezligiga bog'liq. Uning tugaganlik darajasi *konsolidatsiya darajasi* deb ataladi va quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$U = \frac{e_t \cdot 100}{e_o} (\%) \quad (8.1)$$

bu yerda e_t – grunt namunasining t oniy vaqtdagi nisbiy zichlanish deformatsiyasi; e_o – xuddi shunday, deformatsiya tugashi vaqtidagi (stabillashgandagi).

Albatta, U qiymati noldan (yuklama qo'yilishi onida) konsolidatsiya tugashida 100% gacha o'zgarishi mumkin.

Masalan, $U = 40\%$ bo'lsa, bu zichlanish deformatsiyasi (konsolidatsiya) faqat 40% da tugaganligini, bundan so'ng uning miqdori yana 2,5 barobar ko'payishi mumkinligini bildiradi.

“Filtratsiya konsolidatsiya” nazariyasiga asosan konsolidatsiya jarayonlarini ifodalashda foydalaniladigan ifoda va ko'rsatkichlar. Yuqorida keltirilgan konsolidatsiya jarayonining oddiy mexanizmi sxemasi K. Tersagi tomonidan filtratsiya konsolidatsiyasining klassik nazariyasini ishlab chiqishda foydalanilgan.

Sodda holdagi filtratsiya konsolidatsiyasi jarayoni ifodalovchi bog'liqliklar (ifoda)ni keltirib chiqarishda uning muallifi qator faraz (tahmin) larni qabul qilgan:

-grunt siqilganda uning zarralari va siqilayotgan g'ovakliklaridagi suvning sizish yo'nalishlari bir tomonga yo'nalgan;

-grunt g'ovakliklarida suv bo'lmaganda, grunt skeletining deformatsiyasi o'z-o'zidan bir onda sodir bo'ladi;

-gruntning g'ovaklik koeffitsiyenti, unga qo'yiladigan yuklamaga to'g'ri proporsional ravishda kamayadi;

-konsolidatsiya jarayoniga ta'sir qiluvchi tavsiflar filtratsiya koeffitsiyenti va zichlanish koeffitsiyenti ta'sir qilayotgan bosimga bog'liq bo'lmay, konsolidatsiya jarayonida o'zgarmas bo'lib qoladi;

-grunt to'liq suvga to'yingan va grunt skeleti siqilmaydi.

Elementar holatda t ondagi namunaning o'rtacha konsolidatsiya darajasini ma'lum yaqinlik bilan hisoblashga imkon beradigan konsolidatsiyaning klassik nazariyasi ifodasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$U = 1 - \frac{8}{\pi^2} \cdot e^{\frac{-\pi^2 \cdot c_v \cdot t}{16h_f^2}}. \quad (8.2)$$

Bundan, konsolidatsiyaning berilgan darajasiga (U_{ber}) quyidagi ifoda bilan aniqlanuvchi, kerakli, vaqtda erishish mumkin:

$$t_{talab} = \frac{16 \cdot h_f^2 \cdot \ln \left[\frac{8}{\pi^2 (1 - U_{ber})} \right]}{\pi^2 \cdot c_v}, \quad (8.3)$$

bu yerda h_f - namunadan (qatlamdan) konsolidatsiya jarayonida siqib chiqarilgan suvning maksimal filtratsiya yo'li; c_v - konsolidatsiya koeffitsiyenti deb ataluvchi, gruntning vaqt bo'yicha tezroq, yoki sekinroq zichlanish xususiyatini tavsiflovchi ko'rsatkich.

Konsolidatsiya koeffitsiyentining qiymati s_v gruntning suv o'tkazuvchanligi va siqiluvchanligining ko'rsatkichlariga quyidagi bog'liqlik bilan bog'langan:

$$c_v = \frac{K_f (1 + \varepsilon_{or})}{a \cdot \Delta_c}, \quad (8.4)$$

bu yerda K_f – grunt namunasining filtratsiya ko'effitsiyenti; $\varepsilon_{o'r} - p$ yuklama ostida zichlanayotgan grunt namunasi zichlanish jarayonining boshida va oxiridagi o'rtacha g'ovaklik ko'effitsiyenti; a – siqiluvchanlik ko'effitsiyenti, sm^2/kg ; Δ_s – suvning solishtirma og'irligi.

Siqiluvchanlik ko'effitsiyenti a ning o'rniga cho'kish moduli e_p dan foydalanganda, hamda $p=0$ dan p gacha diapazonda kompression egri to'g'rilansa, K_U ni topish ifodasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$c_v = K_\phi \cdot p \left[\frac{1000}{e_p} - 0,5 \right] \quad (8.5)$$

Yuqorida keltirilgan (8.2) ifodaning o'ng qismidagi U uchun barcha doimiy qiymatlarni U konsolidatsiya darajasining biror K_U funksiyasi bilan birlashtirilsa, quyidagini olamiz:

$$t_u = \frac{K_u \cdot h_u^2}{c_v}, \quad (8.6)$$

bu yerda

$$K_u = \frac{16 \cdot \ln \left[\frac{8}{\pi^2 (1-U)} \right]}{\pi^2}, \quad (8.7)$$

bu yerda $t_u - h_f$ filtratsiya yo'li bilan namunaning hoxlagan berilgan konsolidatsiya U darajasiga etishish vaqti.

K_U ni (8.7) ifoda bo'yicha hisoblangan qiymatlari 8.1-jadvalda keltirilgan.

8.1-jadval

U	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,90	0,95	1,00
K_u	0,03	0,07	0,12	0,20	0,29	-0,4	0,57	0,69	0,85	1,13	∞

8.1-jadvaldan, nazariy jihatdan 100% konsolidatsiya darajasiga cheksiz vaqt davomida erishish mumkinligi ko'rinib turibdi. Suuning uchun amaliyotda, odatda 95% lik konsolidatsiya darajasini shartli ravishda to'liq deb hisoblab, shu qiymat bilan cheklanishadi. U holda shu konsolidatsiya darajasiga erishish vaqti quyidagini tashkil qiladi:

$$t_{95} = \frac{1,13 \cdot h_{o'r}^2}{c_v}. \quad (8.8)$$

Shunday qilib, klassik filtratsiya konsolidatsiya nazariyasi nuqtai nazaridan, gruntning tezroq yoki sekinroq konsolidatsiyalanish xossasini ko'rsatuvchi tavsif bo'lib (yoki vaqt davomida zichlanish hisobiga deformatsiyaga uchrashi), konsolidatsiya ko'effitsiyenti xizmat qiladi. U gruntning filtratsiya ko'effitsiyentiga to'g'ri proporsional.

Filtratsiya konsolidatsiya nazariyasidan kelib chiqqan amaldagi muhim ifoda sifatida quyidagini keltirish mumkin:

$$\frac{T_u}{t_u} = \left(\frac{H_f}{h_f} \right)^2, \quad (8.9)$$

bu yerda: T_U – maksimal filtratsiya H_f yo‘li bilan berilgan yuklama ostida, berilgan qatlamning U darajasigacha konsolidatsiya vaqti; h_f – xuddi shu kabi, maksimal filtratsiya yo‘li qatlamda $h_f < H_f$ bilan.

Keltirilgan ifodalardan amalda foydalanib, konsolidatsiya tezligi tavsiflarini olish quyidagicha tartibga ega.

Agar klassik ifoda ko‘rilsa, unga faqat bitta parametr – konsolidatsiya koeffitsiyenti kiritiladi. Uni (8.4) ifodaga asosan, kerakli parametrlarni joyiga qo‘yib aniqlasa bo‘ladi. Bu holatda konsolidatsiya uchun sinovlar o‘tkazilmaydi.

Biroq, konsolidatsiya uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri sinovlar o‘tkazib olinadigan ma’lumotlar ancha ishonchli bo‘lishi mumkin. Bu holatda biron konsolidatsiya darajasiga, masalani 50, 80, 95% ga yetish uchun ketgan vaqt aniqlanadi; so‘ngra jadval bo‘yicha K_U ning qiymati topiladi, shundan so‘ng (8.7) ifodadan foydalanib s_v qiymati aniqlanadi. Sinov texnikasi shundan iboratki, berilgan yuklama bilan namunaga ta’sir etiladi va har xil cho‘kishlar hosil bo‘lishidagi vaqt qayd qilib boriladi, shu jumladan, shartli ravishda oxirgi deb qabul qilinadigan so‘nggi cho‘kishni ham:

$$U = \frac{S_t}{S_{ox}}, \quad (8.10)$$

bu yerda S_t – t vaqtdagi cho‘kish; S_{ox} – oxirgi cho‘kish.

So‘ngra, 8.1 jadvaldan foydalanib, K_U ni aniqlanadi va (8.7) formula bo‘yicha s_v qiymati olinadi.

Odatda, s_v qiymatini hisoblash uchun 50% yoki 80% lik konsolidatsiya darajasidan foydalaniladi.

8.2. Filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasidan tashqaridagi grunt holatining konsolidatsiya ifodasi

Filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasining sodda chizmasi uchun ifodalarni chiqarishda juda ko‘p taxminlar qilingan, ularni ifodaga kiritish qator hollarda natijalarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ko‘p tadqiqotchilar bu sodda yechimlarni aniqlashtiruvchi va nazariyani rivojlantiruvchi o‘zlarining yechimlarini taklif etganlar. Xususan, to‘liq suvga to‘yinmagan, chiziqli bo‘lmagan deformatsiyalanadigan gruntlar uchun hamda skeletli darhol deformatsiyalanmaydigan holatlar uchun tekislik va fazoviy masalalar yechimlari taklif etilgan. MDH olimlaridan N.M.Gersevanov, D.E.Polshin, V.A.Florin, S.A.Roza, Z.G.Ter-Martisyan, Yu.K.Zaretskiy va boshqalar konsolidatsiya nazariyasini rivojlantirishga katta xissa qo‘shdilar. Prof. N.N. Maslov tomonidan klassik taxminlardan tashqaridagi gruntlarning konsolidatsiya qonuniyatlarini ifodalovchi amaliy jihatdan muhim yo‘nalish taklif etildi. U konsolidatsiya nazariyasidan kelib chiquvchi ifodadagi daraja ko‘rsatkichini grunt xossalriga bog‘liq bo‘lgan n o‘zgaruvchi bilan almashtirishni taklif etdi. Shunga ko‘ra:

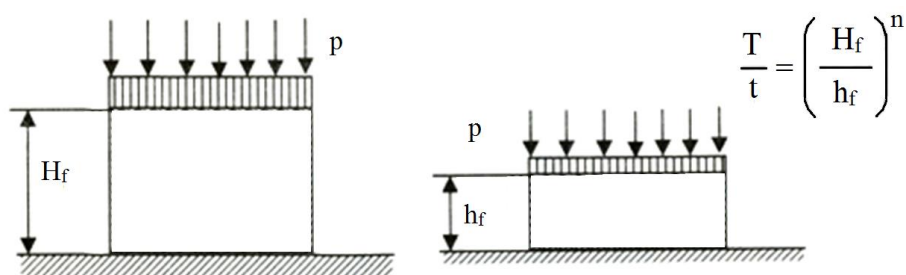
$$\frac{T}{t} = \left(\frac{H_f}{h_f} \right)^n, \quad (8.11)$$

bu yerda T - maksimal filtratsiya N_f yo'liga teng bo'lgan qatlamning berilgan konsolidatsiya darajasiga yetish uchun ketgan vaqti; t – maksimal filtratsiya h_f yo'liga teng bo'lgan qatlamning xuddi shu berilgan konsolidatsiya darajasiga yetish uchun ketgan vaqti; n - 0 dan 2 gacha o'zgarishi mumkin bo'lgan daraja ko'rsatkichi. Bu ko'rsatkich gruntning muhim konsolidatsiya tavsiflaridan biri sanaladi. Ikkinchi tavsif t vaqt ko'rinishida, bevosita sinovdan olinadi.

$n=2$ bo'lganda grunt to'liqligicha filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasiga bo'ysunadi.

$n=0$ bo'lganda grunt umuman bu nazariyaga bo'ysunmaydi, ya'ni uning konsolidatsiya tezligi filtratsiya yo'liga bog'liq bo'lmaydi.

Bu ifodaga asoslanib konsolidatsiyani aniqlash uslubi quyidagidan iborat: hisobiy yuklama ostida 2 ta parallel namunalar sinaladi. Namunalarni yoki balandliklari har xil, yoki suvni siqib chiqarish sharoiti har xil bo'lishi kerak (8.7-rasm). Bunda filtratsiya yo'li har xil bo'lgan namunalarning bir xil nisbiy deformatsiyaga uchrashi (yoki, xuddi shu kabi, bir xil konsolidatsiya darajasigacha) uchun ketgan vaqt qayd qilinadi. n daraja ko'rsatkichi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:



8.7-rasm. N.N. Maslov taklif qilgan model

$$n = \lg \frac{T}{t} : \lg \frac{H_f}{h_f}, \quad (8.12)$$

bu yerda T – filtratsiya yo'li H_f bo'lgan namunaning berilgan konsolidatsiya darajasiga yetguncha ketgan vaqt; t – xuddi shunday, faqat filtratsiya yo'li h_f bo'lganda.

N.N.Maslov ma'lumotlariga ko'ra, gilli gruntlar uchun $n=1,5$ bo'lishi kuzatiladi.

Natijalarni amalda qo'llash shundan iboratki, xohlagan ma'lum filtratsiya yo'li bilan olingan konsolidatsiya egrisi quyidagi ifoda yordamida boshqa filtratsiya yo'li uzunligi uchun qayta tuzilishi mumkin:

$$T_u = t_u \left(\frac{H}{h} \right)^n, \quad (8.13)$$

bu yerda t_u – filtratsiya yo‘liga ega namunaning U konsolidatsiya darajasiga yetish uchun ketgan vaqt; T_u – xuddi shunday, H filtratsiya yo‘liga ega real qatlam uchun.

Ushbu uslub qat’iy nazariy asosga ega bo‘lmay, ko‘proq mantiqiy mulohazalarga asoslangan. Bu uslubni yanada tadqiq etish natijalari shuni ko‘rsatadiki, daraja ko‘rsatkichi n grunt turiga, uning holatiga va konsolidatsiya darajasiga bog‘liq holda o‘zgaradi.

Shu munosabat bilan, qator tadqiqotchilar jarayonni yanada qat’iy o‘zgartish asosida N.N.Maslov uslubini rivojlantirishga harakat qilishgan.

Xususan, E.M.Dobrov va V.D.Kazarnovskiylar konsolidatsiyaning asosiy tenglamasini quyidagi shaklda qabul qilishni taklif etishgan:

$$T_u = a_u + b_u H_f^2 \quad (8.14)$$

bu yerda T_u – N filtratsiya yo‘li bilan qatlamning konsolidatsiya U darajasiga yetishigacha ketgan vaqt; a_u va b_u – gruntning konsolidatsion tavsiflari; a_u – faqat qayishqoqlik xossalarini ifodalaydi; b_u –qayishqoqlik va filtratsion xossalarini ifodalaydi.

Bu tavsiflar har xil filtratsiya yo‘liga ega (H_{f1} va H_{f2}) ikkita namunani sinab aniqlanadigan ikkita tenglamadan topiladi:

$$T_{u1} = a_u + b_u H_{f1}^2;$$

$$T_{u2} = a_u + b_u H_{f2}^2.$$

T_{u1} va T_{u2} larni aniqlab, hamda N_{u1} va H_{u2} larni bilgan holda, a_u va b_u larni quyidagi ifodalar bo‘yicha hisoblaymiz:

$$b_u = \frac{T_{u1} - T_{u2}}{H_{f1}^2 - H_{f2}^2},$$

$$a_u = T_{u1} - b_u H_{f1}^2 = T_{u1} - \frac{T_{u1} - T_{u2}}{H_{f1}^2 - H_{f2}^2} H_{f1}^2.$$

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, a_u va b_u ko‘rsatkichlarining real qiymatlarida namunalardan real qatlamga o‘tishda (8.14) ifodadagi a_u qiymatini hisobga olmaslik mumkin.

U holda (2.50) ifoda o‘rniga quyidagini qabul qilish mumkin:

$$T_u = b_u \cdot H_f^2. \quad (8.15)$$

E.K. Kuzaxmetova tomonidan olib borilgan izlanishlar, konsolidatsion bog‘lanishni yanada kengroq diapazonda ifodalash uchun ikki hadli ifodalardagi daraja ko‘rsatkichini 2 emas, balki konsolidatsiya egrisini har xil bo‘laklarida har xil qiymatga ega bo‘lgan n ni qabul qilish lozim ekanligini ko‘rsatadi. Konsolidatsiya vaqtini aniqlash uchun umumiy ifoda bu holda quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$T_u = a_u + b_u \cdot H_f^n. \quad (8.16)$$

(8.3) ifodadan farqli o'laroq, (8.14) va (8.16) ifodalar ikki bosqichdan iborat konsolidatsiya jarayonini ifodalaydi: vaqt bo'yicha zichlanishni sekinlatuvchi asosiy omil g'ovakliklardagi suvni siqib chiqarilishiga qarshilik qilishi bo'lib hisoblanuvchi birlamchi konsolidatsiya (filtratsiya konsolidatsiyasi bosqichi) va skeletning qayishqoqlik qarshiligi asosiy to'xtatuvchi rolni o'ynaydigan (juda sekin surilish) ikkilamchi konsolidatsiya.

a_U ko'rsatkichini hisobga olmaslik imkoniyatidan foydalanib, (8.16) ifodani quyidagicha almashtirish mumkin:

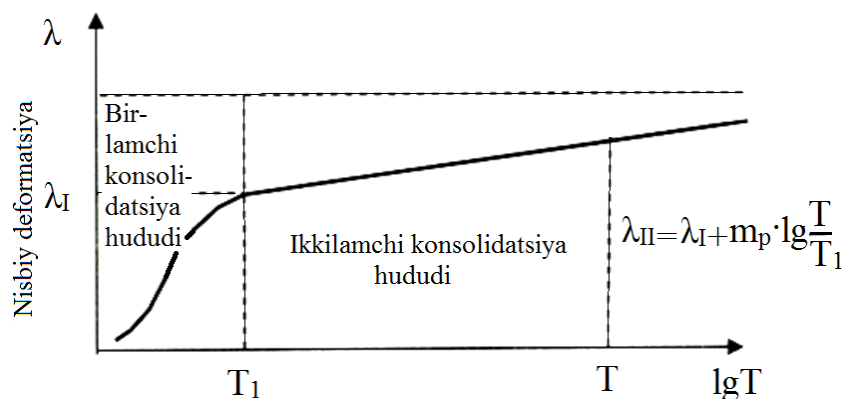
$$T_u = b_u H_f^n. \quad (8.17)$$

Bu yerda n konsolidatsiya egrisining har xil bo'laklarida o'zgaruvchan qiymatlarda bo'ladi.

Amaliyotda, konsolidatsiyani bashoratlashda, ko'pincha birlamchi (filtratsiya) konsolidatsiyali va ikkilamchi konsolidatsiyali uchastkalarga ajratiladi, shunda ikkinchi konsolidatsiyali uchastka quyidagi bog'liqlik bilan ifodalanadi (8.3-rasm):

$$\lambda_{II} = \lambda_I + m_p \lg \frac{T}{T_1}, \quad (8.18)$$

bu yerda λ_{II} – birlamchi (filtratsiya) konsolidatsiya uchastkasidan tashqaridagi nisbiy siqilish deformatsiyasi; λ_I – birlamchi va ikkilamchi konsolidatsiya chegarasidagi nisbiy siqilish deformatsiyasining maksimal qiymati; T_1 - birlamchi konsolidatsiyaning tugash vaqti; T - ikkilamchi konsolidatsiya uchastkasidagi joriy vaqt momenti; m_p - berilgan gruntning xossalari uchun qo'yilgan yuklama p qiymatiga bog'liq bo'lgan, ikkilamchi konsolidatsiya jadalligini ifodalovchi koeffitsiyent.



8.3-rasm. Konsolidatsiya egrisida birlamchi (λ_I) va ikkilamchi (λ_{II}) konsolidatsiya bo'laklarining ajratilishi

8.3. Vaqt davomida asosning cho'kish yo'lini bashoratlash

Masalaning ahamiyati. Cho'kish davomiyligining tabiati. Cho'kish jarayoni aniq sharoitga qarab (siqilayotgan qatlam gruntning xossasi, grunt qatlamining qalinligi, poydevorli inshootning rejadagi o'lchami va shakli, asosga tushayotgan yuklamaning qiymati) tez yoki sekin jadallik bilan kechishi mumkin.

Agar cho‘kish juda tez kechsa, ayniqsa, agar u qurilish davrida tugallansa, u odatda quruvchini kam qiziqtiradi. Lekin uni inshootning tizilmasini tanlashda va qurilish texnologiyasini belgilashda va ish hajmini aniqlashda oxirgi qiymatini bilish kerak bo‘ladi. Ammo, inshoot foydalanishga topshirilgandan keyin ham cho‘kish uzoq vaqt davom etsa va ma’lum vaqt davomida amalda tugallansa (stabillashganda) ham cho‘kish jadalligini hisobga olish kerak bo‘ladi.

Cho‘kishning davomiyligi tabiati gruntning ko‘p qavatlilikiga va cho‘kishni fazalarga ajratilish qobiliyatini belgilovchi siqilayotgan qatlamning struktura-tekstura xususiyatiga bog‘liq bo‘ladi.

Eslatamiz, amalda cho‘kishning vaqt davomida kechishini bashoratlash to‘g‘risidagi savol ko‘rilayotganda shakl o‘zgaruvchi deformatsiyaga (zichlashish) bog‘liq cho‘kish tushuniladi. Tashqi kuchni qo‘yish bilan g‘ovakliklardagi suyuqlik va gaz holdagi fazaning siqilish jarayoni boshlanadi. Bu jarayon tez bo‘lmasdan vaqt davomida bo‘ladi, shuning uchun cho‘kish asta-sekin kechadi. Agar grunt g‘ovakligida erkin suv bo‘lmasa ham, baribir, zichlashish vaqt davomida ro‘y beradi. Bu holatdagi jarayonning tabiati havo va plyonkali suvni siqib chiqarish va skeletning juda sekin surilish xususiyatiga bog‘liq. Gruntlarning zichlashish (konsolidatsiya) jarayonida ikki bosqichni kuzatish mumkin: filtratsiya (birlamchi) konsolidatsiya bosqichi va ikkilamchi konsolidatsiya bosqichi. Birinchi bosqichda zichlashishni ushab turuvchi omil erkin suvning filtratsiyasiga qarshilikning borligi bilan belgilanadi. Ikkinchi bosqichda zichlashishning tezligi plyonkali suvning oquvchanlik xususiyatiga bog‘liq bo‘ladi.

Konsolidatsiya davomiyligining amaldagi hisobini, odatda, birinchi bosqich bilan bog‘lanadi, chunki odatda cho‘kish ikkinchi bosqichda 5-10% dan oshmaydi. Shuni ta’kidlash kerakki, bu hamma gruntlar uchun to‘g‘ri emas, shunga qaramasdan amalda faqat birinchi bosqich ko‘riladi, buning uchun kerakli nazariy apparatlar ishlab chiqilgan.

Filtratsiyaning konsolidatsiya bosqichida bashoratlash. Kuchlanish va deformatsiya bo‘yicha sodda bir o‘lchovli sharoitda, qatlamning cho‘kishi S_Q , kuchlanish chuqurlik bo‘yicha o‘zgarmas T vaqtda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$S_T = S_{ox} \cdot U_{vaqt}^{o'r}, \quad (8.19)$$

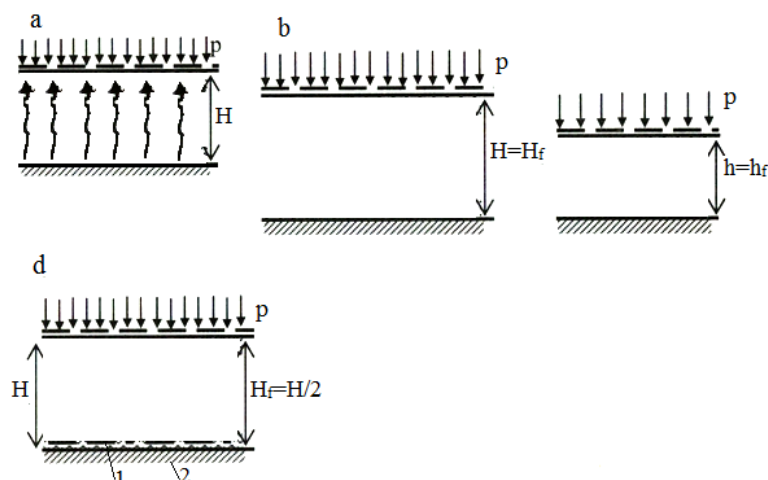
bu yerda S_{ox} – oxirgi cho‘kish (T_{stab} stabilizatsiyaga to‘g‘ri keluvchi); $U_{vaqt}^{o'r}$ – qatlamdagi o‘rtacha vaqt koeffitsiyenti deb ataluvchi yoki *konsolidatsiya koeffitsiyenti*.

$U_{vaqt}^{o'r}$ ni qiymati filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasidan aniqlanadi va nazariy jihatdan 0 dan 1 gacha o‘zgaradi ($T=0$ bo‘lganda $U_{vaqt}^{o'r}=0$, $T=T_{stab}$ bo‘lganda $U_{vaqt}^{o'r}=1$).

Berilgan vaqt T dagi cho‘kishning oxirgi cho‘kishga nisbati konsolidatsiya darajasini belgilaydi.

Eslatib o‘tamiz $U_{vaqt}^{o'r}$ ni aniqlanadigan filtratsiya koeffitsiyentining klassik nazariyasi sodda holda avvalgi bandlarda berilgan va quyidagilarga olib keladi:

- ustida drenajli qatlam bo'lgan rejada uzunligi chegaralanmagan siqiluvchi qatlam ko'riladi (8.4, a-rasm);
- siqiladigan qatlamning g'ovakliklari suvga to'lgan;



8.4-rasm. Filtratsiya konsolidatsiyasi bosqichida vaqt davomida cho'kishni bashoratlovchi sxema: a-asosiy hisobiy sxema; b-har xil qalinlikdagi (H va h) bir taraflama drenajlaganda filtratsiyaning hisobiy yo'lini (H_f va h_f); d-ikki taraflama drenajlaganda filtratsiyaning hisobiy yo'lini aniqlash sxemasi
1–drenajli qatlam; 2–suv o'tkazmaydigan qatlam

- suv va zarrachalar siqilmaydi deb qaraladi;
- grunt skeleti tashqi kuch qo'yilganda juda tez (g'ovakliklarda suv bo'lmaganda grunt juda tez zichlashadi) deformatsiyalashadi (zichlashadi);
- gruntning g'ovaklik koeffitsiyenti unga ta'sir qilayotgan kuchning o'zgarishi bilan chiziqli o'zgaradi.

Nazariyaning asosiy qoidasi, jarayonning hamma bosqichida qo'yilgan tashqi yukning grunt skeleti va g'ovaklikdan bir zumda chiqib keta olmaydigan suv o'ziga oladi deb farz qiladi. Shunga asosan quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$p = p_{sk} + u, \quad (8.20)$$

bu yerda p – tashqi yuklama; p_{sk} – skelet o'ziga oladigan yukning bir qismi; u – tashqi yukning berilgan T vaqt ichida g'ovaklik suvi o'ziga oladigan bir qismini ifodalovchi g'ovaklik bosimi (yani g'ovak suvdagi bosim).

$T = 0$ bo'lganda (yani yuk qo'yilgan vaqtda) uning hammasini suv o'ziga oladi, shuning uchun $p_{sk} = 0$ va $u = p$. Jarayonning oxirida (nazariy jihatdan $T = \infty$ bo'lganda), $p_{sk} = p$ va $u = 0$.

Shuning bilan birgalikda berilgan tashqi r yukda g'ovaklik bosimi vaqt va ko'rilayotgan Z gorizontdan drenajlashayotgan yuzagacha bo'lgan masofaning (ya'ni filtratsiya yo'li) funksiyasi bo'ladi

$$u = f(Z, T). \quad (8.21)$$

Siqib chiqariluvchi suv filtratsiya bilan gruntlarning siqilish jarayonida vaqt koeffitsiyenti $U_{vaqt}^{o'r}$ ni belgilovchi ifoda ko'rsatilgan faraz asosida olingan. Natijada

konsolidatsiya koeffitsiyenti deb ataluvchi s_v o'zgarmas koeffitsient bilan bir xil chiziqli tenglama olinadi:

$$C_v = \frac{K_f(1 + \varepsilon_{o'r})}{\alpha \cdot \gamma_g}, \quad (8.22)$$

bu yerda K_f – filtratsiya koeffitsiyenti; α – gruntning siqilish koeffitsiyenti; γ_g – suvning solishtirma og'irligi; $\varepsilon_{o'r}$ – gruntning o'rtacha g'ovakligi (zichlashtirayotgan yuk doirasida).

Bunday tenglamalar issiqlik fizika va gidrodinamika masalasini yechishda kerakli darajada o'rganilgan. Ularni Fure qatori yordamida yechiladi. Agar qatorning birinchi hadi bilan chegaralansa, unda siqiladigan qatlamning konsolidatsiyasining o'rtacha darajasini T vaqtda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$U_{vaqt}^{o'r} = 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-N} \quad (8.23)$$

bu yerda

$$N = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{C_v}{H_f^2} T, \quad (8.24)$$

bu yerda H_f – konsolidatsiyalanayotgan qatlamdan siqib chiqarilayotgan suv filtratsiyasining maksimal yo'li (8.4-rasm).

Biz ko'rayotgan masalada, bir tarafdin suv o'tkazmaydigan qatlam, boshqa tarafdin - drenajli gorizont, $H_f = H$. Agar ikkala tomonda drenajli qatlam bo'lsa (8.4, b-rasm), unda $H_f = H/2$.

Filtratsiya konsolidatsiya nazariyasidan bir qancha amaliy xulosalar. Avval ta'kidlanganidek, qatlamning T vaqtdagi cho'kishi (8.19) ifoda bilan ifodalanadi:

$$S_T = S_{ox} \cdot U_{vaqt}^{o'r}$$

Bu ifodaga (8.23) ifodadan $U_{vaqt}^{o'r}$ ni qiymatining (8.24) ifodadan N ni hisobga olib qo'ysak va olingan tenglamani T ga nisbatan yechsak, quyidagi bog'liqlikni olamiz:

$$T_u = \frac{K_u \cdot H_f^2}{C_v}. \quad (8.25)$$

Bu yerda T_u berilgan konsolidatsiya darajasiga $U_{o'r}$ yetishish vaqti.

Yoki, berilgan sharoit uchun o'zgarmas qiyma $\frac{C_v}{H_f^2}$ ni ξ bilan ifodalasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$T_u = \frac{K_u}{\xi}. \quad (8.26)$$

ξ qiymati keltirilgan konsolidatsiya koeffitsiyenti deb ataladi.

Bu ifodalarda K_u ning qiymati konsolidatsiya darajasining $U_{vaqt}^{o'r}$ o'rtacha bog'liqlik bilan ifodalovchi nazariy funksiyasidir

$$T_u = \frac{4}{\pi^2} \ln \frac{8}{\pi^2 (1 - U_{vaqt}^{o'r})}. \quad (8.27)$$

Bu funksiyaning qiymati berilgan konsolidatsiya darajasining o'rtacha $U_{vaqt}^{o'r}$ qiymati uchun (8.27) ifodadan yengil hisoblab chiqariladi va boshqa odatda foydalaniladigan $U_{vaqt}^{o'r}$ ning qiymatlari 8.1-jadvalda keltirilgan.

Nazariy to'liq konsolidatsiya uchun ($U_{vaqt}^{o'r} = 1,00$) $K_u = \infty$ bo'lishiga e'tibor berish kerak.

Shunga bog'liq holda amaliy hisoblarda odatda klassik filtratsiya konsolidatsiyasini yechish uchun foydalanishda amalda to'liq konsolidatsiya $U_{vaqt}^{o'r} = 1,13$ (95% konsolidatsiya) qabul qilinadi. Unda amaldagi konsolidatsiyaning tugallanish vaqtini quyidagi ifoda bilan hisoblab chiqarish mumkin:

$$T_{barq} = T_{0,95} = \frac{1,13 \cdot K_{\phi}^2}{C_v} \quad (8.28)$$

yoki

$$T_{barq} = \frac{1,13}{\xi}. \quad (8.29)$$

Agar bir xil grunt dan ikki xil qalinlikdagi (H va h (8.4, b-rasm)) qatlam olinsa va bir xil sharoitda drenajlangan bo'lsa, unda quyidagini yozish mumkin:

-qalinligi N qatlam uchun:

$$T_u = \frac{K_u \cdot H_f^2}{C_v}; \quad (8.30)$$

-qalinligi h qatlam uchun:

$$t_u = \frac{K_u \cdot h_f^2}{C_v}. \quad (8.31)$$

bu yerda T_u va t_u — N va h qatlamlar uchun berilgan konsolidatsiya darajasiga yetishish vaqti.

(8.30) ni (8.31) ga bo'lsak klassik filtratsiya konsolidatsiyasidan amaliy muhim xulosa chiqariladi:

$$\frac{T_u}{t_u} = \left(\frac{H_f}{h_f} \right)^2. \quad (8.32)$$

Bu xulosani so'zda ifodalasa quyidagicha tushuniladi: bir xil sharoitda har xil qalinlikdagi qatlamlarning berilgan konsolidatsiya darajasiga yetishish vaqtining nisbati konsolidatsiya jarayonida bu qatlamdan siqib chiqarilayotgan suvning filtratsiya yo'li nisbatining kvadratiga teng bo'ladi.

Shu bilan bir vaqtda (8.30) va (8.31) ifodalar berilgan filtratsiya yo'liga ega bo'lgan qatlamning berilgan konsolidatsiya darajasiga yetishish vaqti filtratsiya yo'lining kvadratiga proporsional bo'ladi.

Bu xulosadan asosning choʻkishini tezlashtiruvchi amaliy tadbir asoslanadi, yaʼni u yoki boshqa usul bilan filtratsiya yoʻli qisqartiriladi. Haqiqatan ham, masalan filtratsiya yoʻlini ikki marta qisqartirib, konsolidatsiya vaqtini toʻrt marotaba kamaytirish mumkin va boshqalar.

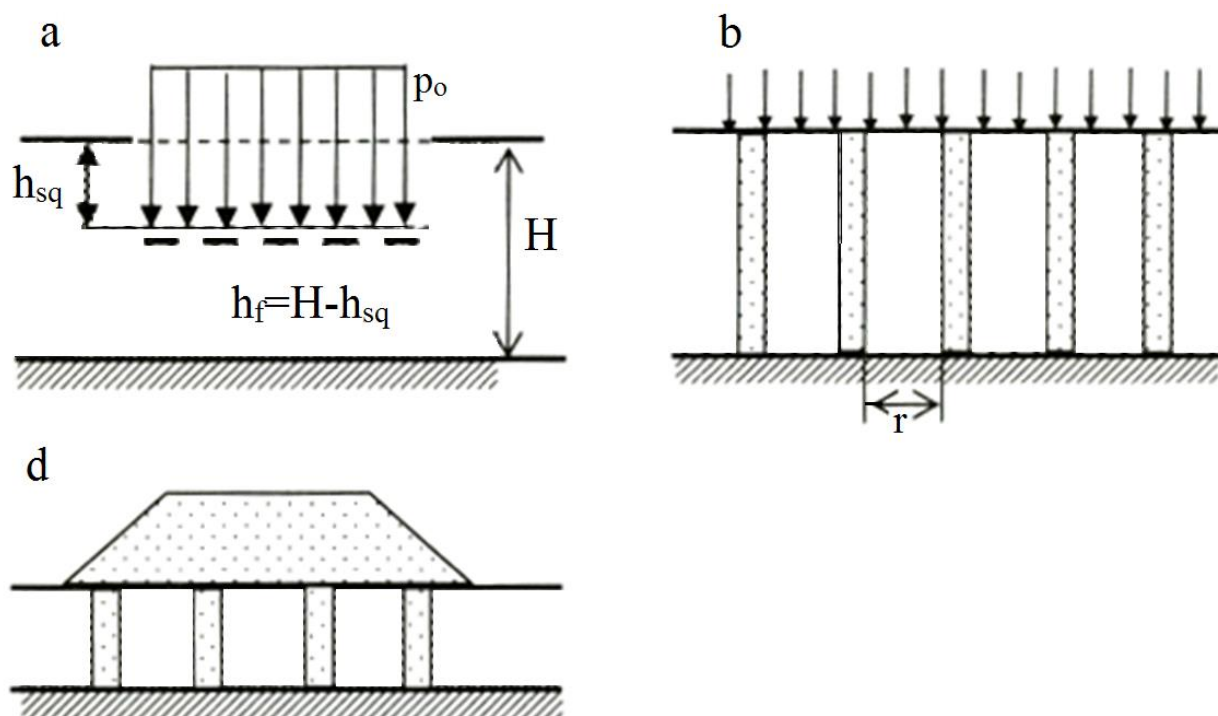
Amalda choʻkishni tezlashtirish yoʻli ikki usul bilan olib boriladi (8.5-rasm): siqilayotgan qatlamni qisman olish bilan (botqoqlikda yoʻl qurilishida bu tadbir “qisman torfni chiqarish” deb ataladi) (8.5, a-rasm) yoki drenajlovchi material toʻldirilgan qatlamdan suvni oluvchi va oqizib olib ketuvchi quduq (8.5, b-rasm) yoki transheya (8.5, v-rasm) qazish bilan.

Vertikal drenajlar qurilganda suvning filtratsiya yoʻli drenajlar orasidagi masofani boshqarish bilan amalga oshiriladi. Konsolidatsiyani tezlashtirishning taxmini samaradorligi quyidagi bogʻliqlikni solishtirib baholanadi:

$$T_{ox}^{or} = \frac{1,13 \cdot r^2}{4C_v}; \quad (8.33)$$

$$T_{ox} = \frac{1,13 \cdot H^2}{C_v}. \quad (8.34)$$

bu yerda $T_{ox}^{or} - r$ masofa bilan drenajlar qurilganda konsolidatsiyaning tugallanish vaqti (8.5, b-rasm); T_{ox} – bir taraflama drenajlaganda N qalinlikdagi qatlamni konsolidatsiyasining tugash vaqti.



8.5-rasm. Qatlamlar konsolidatsiyasida chiqayotgan suvning filtratsiya yoʻlini kamaytirishning amaldagi variantlari:

a – siqilayotgan qatlamni qisman olish; b – vertikal drenaj qurish; d – drenaj kesimini qurish

(8.33) va (8.34) dan vertikal drenajlar qurilishida konsolidatsiyani tezlash samaradorligini taxminan baholash uchun quyidagi ifodadan foydalanadi:

$$\frac{T_{ox}^{\partial r}}{T_{ox}} = \frac{r^2}{4H^2} \quad (8.35)$$

Yo‘l qurilishida qurish uchun maxsus uskuna talab qilinadigan vertikal drenajlar, ayrim hollarda qum bilan to‘ldirilgan vertikal drenaj kesimi bilan almashtiriladi. Kesimlar odatdagi texnika (eksavator va b.) bilan quriladi.

Boshqa yechimlar. Filtratsiya konsolidatsiya nazaryasining yechimini olishda ko‘plab tuzatishlar kiritiladi, ularning ko‘pi amaldagi gruntning xossalariga to‘g‘ri kelmaydi, ayniqsa gilli va umuman bog‘langan gruntlar uchun o‘rinlidir.

Shuning uchun filtratsiya konsolidatsiyasining nazariyasi ko‘pincha amaldagi jarayonlardan farq qiladi va taxminiy, nisbatan, baholash uchun foydalanish mumkin bo‘ladi. Nazariy sxemaga qo‘shimcha grunt xossasi ko‘rsatkichining darajasi o‘rnini qoplash uchun kiritish yechimning o‘zini amalda foydalanishni sezilarli murakkablashtiradi. Nazariyada gruntning xossasini adekvatli ko‘rsatishga harakat qilish bilan birgalikda, amalda foydalanish uchun yarimempirik tasnifga ega usullar taklif qilingan.

Prof. N.N.Maslov tomonidan birinchi bo‘lib skeletning qovushqoqligini konsolidatsiya jarayoniga ta‘sirini hisobga oluvchi usul taklif qilindi. Asosiy bog‘liqlik sifatida, u filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasining o‘zgargan ko‘rinishini taklif qildi:

$$\frac{T_u}{t_u} = \left(\frac{H_f}{h_f} \right)^n \quad (8.36)$$

bu yerda n – grunt xossasiga bog‘liq bo‘lgan va 0 dan 2 gacha o‘zgaradigan daraja ko‘rsatkichi.

$n=2$ bo‘lganda grunt filtratsiya konsolidatsiyasining nazariyasiga to‘liq bo‘ysunadi. $n=0$ bo‘lganda konsolidatsiya jarayoni suvning filtratsiyasiga bog‘liq bo‘lmaydi va faqat skeletning qovushqoqligi bilan aniqlanadi.

(8.26) ifoda konsolidatsiya vaqti filtratsiya yo‘liga bog‘liqligi quyidagicha bo‘lishini ko‘rsatadi:

$$T_u = A \cdot N_f^n \quad (8.37)$$

bu yerda A – proporsionallik koeffitsiyenti.

Daraja ko‘rsatkichi n suvning filtratsiya yo‘li har xil bo‘lgan ikkita parallel namunani sinash natijasida aniqlanadi.

Gilli gruntlarda konsolidatsiyani hisoblashni soddalashtirish uchun N.N.Maslov tomonidan o‘rtacha $n = 1,5$ qabul qilish taklif qilingan.

Keyingi tadqiqotlar daraja ko‘rsatkichi n grunt xossasiga bog‘liq bo‘lib, grunt konsolidatsiyasi davomida o‘zgarishini ko‘rsatadi.

Tadqiqotlar asosida E.M.Dobrov va V.D.Kazarnovskiylar quyidagi ifodadan foydalanishni taklif qildilar:

$$T_{\lambda} = a_{\lambda t} + v_{\lambda t} \cdot N_f^2 \quad (8.38)$$

bu yerda $a_{\lambda t}$ va $v_{\lambda t}$ – har xil balandlikka ega bo‘lgan parallel namunalar konsolidatsiyasini tajriba yo‘l bilan aniqlanadigan ko‘rsatkichlar; λ – konsolidatsiya darajasini bildiradigan namunaning nisbiy deformatsiyasi.

Tajriba tadqiqot natijalarini E.K.Kuzaxmetova umumlashtirib, konsolidatsiya egrisining har xil bo‘lagida n ning o‘zgaruvchan qiymatini qo‘yib (8.37) ifodadan foydalanishni taklif qildi.

8.4. Reologik xossalarning ko‘rsatkichlari

Materiallarning vaqt davomida deformatsiyalanishining rivojlanish jarayonlarini o‘rganuvchi fan *reologiya* deb ataladi. Grunt reologik xossaga ega. SHu bilan birgalikda bu xossalar ikki jihatdan qaraladi:

- gruntni zichlashtirgandagi reologik xossalar;
- siljishdagi reologik xossalar.

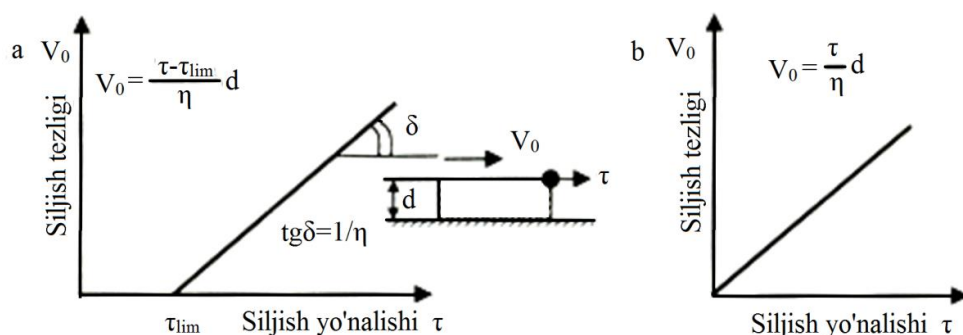
Zichlashtirgandagi reologik xossalari konsolidatsiya egrisining ikkilamchi konsolidatsiya uchastkasidagi ko‘rsatkichlar bilan ifodalanadi (yuqoriga qara). Bu uchastkada deformatsiya davomiyligi g‘ovakliklardagi siqib chiqarilayotgan suvning qarshiligi bilan bog‘liq bo‘lmay, grunt skeletining o‘zini reologik xossalari bilan bog‘lab tushuntiriladi. Bu konsolidatsiya uchastkasida doimiy yuklama ostida zichlanish deformatsiyasining vaqt bo‘yicha rivojlanish jarayoni konsolidatsiyada juda sekin surilish (zichlanish) deb ataladi.

Konsolidatsiyadagi reologik xossalar bilan bir qatorda gruntlar siljishda ham reologik xossalarga ega bo‘lishi mumkin. Bu xossalarni bilish muhim ahamiyatga ega, chunki siljishdagi juda sekin surilish zichlashtirishdagi juda sekin surilishdan farqli o‘laroq, so‘nmaydigan xususiyatga ega bo‘lib, mustahkamlikning buzilishiga olib kelishi mumkin (“davomli mustahkamlik” deb ataluvchi). Bu esa halokatli oqibatlariga olib keladi.

MDH olimlaridan N.N.Maslov, S.S.Vyalov, YU.K.Zaretskiy, V.A. Florin, Z.G.Ter-Martirosyan, E.M.Dobrov, o‘zbek olimlaridan H.Z.Rasulov, T.Sh.Shirinqulov va boshqalar gruntlarning reologiyasi nazariyasi ustida ish olib borganlar.

Gruntlarning siljish reologik xossalarini ifodalash uchun yetarlicha keng foydalaniladigan asosiy modellar quyidagilar (8.6 rasm):

- Bingam-Shvedov modeli;
- Nyuton modeli.



8.6-rasm. Bingam-Shvedov (a) va Nyuton (b) modellari uchun reologik bog‘lanishlar

Bingam-Shvedov modelidan foydalanilganda siljishda juda sekin surilish jarayonini aks ettiruvchi tenglama quyidagi ko‘rinishga ega (8.6, a-rasm):

$$V_o = \frac{\tau - \tau_{lim}}{\eta} \cdot d, \quad (8.39)$$

bu yerda V_o – d qalinlikka ega qatlam yuzasining τ urinma kuchlanish ta’sirida surilish tezligi; τ_{lim} –urinma kuchlanish qiymati, urinma kuchlanish bu qiymatga yetganda “siljish ostonasi” deb ataluvchi juda sekin surilish jarayoni boshlanadi; η – gruntning barcha teng sharoitlarda tezroq yoki sekinroq siljish deformatsiyasini juda sekin surilish xossasini ifodalovchi gruntning qayishqoqlik koeffitsiyenti.

Nyuton modeli (8.6, b- rasm) shunisi bilan ajralib turadiki, unga mos keladigan grunt τ ning eng kichik qiymatlarida, ya’ni amalda $\tau_{lim}=0$ bo‘lgan sharoitda eng sekin surilish boshlanadi.

Qovushqoqlik koeffitsiyenti, odatda puazilarda o‘lchanadi. Gruntlarning koeffitsiyentlari qiymatlarini boshqa materiallar bilan solishtirganda, ularning tartibi 8.2-jadvalda keltirilgan.

Shunday qilib, Bingam-Shvedov modelidan foydalanganda, gruntlarning reologik xossalarining ko‘rsatkichlari qilib quyidagi ikkita tavsifni keltirish mumkin:

- qovushqoqlik koeffitsiyenti η ;
- eng sekin surilish ostonasi τ_{lim} .

8.2-jadval

T/R	Material	Bog‘lanish koeffitsiyenti η , puazi
1	Simob	0,016
2	Kastor moyi	10,0
3	Plastik konsistensiyadagi gilli grunt	10^{11} - 10^{10}
4	Qattiq konsistensiyadagi gilli grunt	10^{15} - 10^{16}
5	Torfli grunt	10^4 - 10^5

Ularni aniqlash uchun turli, shu jumladan, prof. N.N.Maslov (Z.M.Karaulova) maktabining mutaxassislari tomonidan ishlab chiqilgan uslublar mavjud.

τ_{lim} ni aniqlash bo'yicha ham turli uslublar bor (E.M.Dobrov va A.L.Aksenov tomonidan ishlab chiqilgan uslub). Shuning bilan birga, amaliyotda eng sekin surilishga to'g'ridan-to'g'ri sinovlar o'tkazishni talab qilmaydigan N.N.Maslovning uslubidan keng foydalaniladi. Ushbu uslubga ko'ra yoyiluvchanlik ostonasi uch hadli bog'liqlikdan (N.N.Maslov) foydalanib olingan siljishga qarshilik qilish ko'rsatkichlari orqali aniqlanadi:

$$S_{pw} = ptg\varphi_w + \sum_w + c_c.$$

bu yerda φ_w - W namlikka bog'liq ichki ishqalanish burchagi; $\sum_w$ - suv-kolloid strukturaviy bog'lanishni ta'minlaydigan bog'lanish kuchining tiklanuvchi qismi; c_c - qattiq bog'lanishlarni ta'minlaydigan bog'lanish kuchining tiklanmaydigan qismi; r – siljish yuzasidagi normal kuchlanishlar.

Keltirilgan taxminlarga muvofiq eng sekin surilish ostonasi ishqalanish kuchining qiymati va bog'lanish kuchining tiklanmaydigan qismi bilan aniqlanadi.

$$\tau_{lim} = ptg\varphi_w + c_c. \quad (8.40)$$

$c_c \rightarrow 0$ yoki $\varphi_w \rightarrow 0$ bo'lgan yog'li yoki yuqori namlikdagi gilli gruntlar Nyuton modeliga javob beradi. Ularda eng sekin surilish ostonasi $\tau_{lim}=0$ bo'lib, ularning mustahkamligi faqat $\sum_w$ bog'langanlik bilan aniqlanadi:

$$S_{pw} = \sum_w.$$

8.5. Inshootdan tushayotgan yuk ta'sirida konsolidatsiya jarayonida inshoot asosining turg'unligi va grunt mustahkamligining o'zgarishini bashoratlash

Grunt mustahkamligini uning konsolidatsiyasida o'zgarishi jarayonlarini o'rganish variantlari. Asos gruntning konsolidatsiyasi bilan vaqt davomida asosning cho'kishi rivojlanishidan tashqari har xil gorizontlarda asos gruntning mustahkamligini vaqt davomida va umuman asos turg'unligining o'zgarishi bog'liq bo'ladi.

Berilgan gorizontda grunt mustahkamligining o'zgarishini ifodalash uchun inshoot asosida ikkita asosiy fikr mavjud:

1. G'ovaklik bosimi nazariyasidan foydalanish.
2. "Zichlik-namlik" nazariyasidan foydalanish.

Birinchi usulda konsolidatsiya jarayonida gruntlarning surilishga qarshiligi g'ovakdagi suvning siqib chiqarilishi va bosimning o'zgarishi bilan tushuntiriladi.

Bu holda gruntning ma'lum bir maydonida mustahkamligining (surilishga qarshiligi) o'zgarishi quyidagi ifoda bilan ifodalanadi;

$$s_{pu} = (\sigma - u_T)tg\varphi' + c', \quad (8.41)$$

bu yerda σ – ko‘rilayotgan maydondagi normal kuchlanish; φ' i c' – ichki ishqalanish burchagi va bog‘lanishga “o‘xshash”; $u_T - T$ vaqtdagi g‘ovaklik bosimi.

Surilish ko‘rsatkichlari φ' va c' konsolidatsiya jarayonida o‘zgarmaydigan o‘zgarmas qiymat sifatida ko‘riladi: u gruntning to‘liq konsolidatsiyasida berilgan normal yuk r ostida surilishga qarshilik qilish bo‘yicha aniqlanadi.

Bu yerda surilishga qarshilik qilish bog‘liqligini belgilovchi ko‘rsatkich faqat g‘ovaklik bosimi u_T bo‘ladi. Oxirgi konsolidatsiya jarayonida $T=0$ da p dan $T=T_{ox}$ da 0 gacha o‘zgaradi.

Ikkinchi usulda gruntlarning surilishga qarshilik qilishi konsolidatsiya vaqti davomida o‘zgaradi, chunki suv siqib chiqarilish jarayonida gruntning zichligi-namligi o‘zgaradi. Bu bog‘liqlik quyidagi ifoda bilan ifodalanadi:

$$s_{pw.oq} = ptg\varphi_{w.oq} + c_{w.oq}, \quad (8.42)$$

bu yerda $\varphi_{w.oq}$ va $c_{w.oq}$ – T vaqtdagi va shu vaqtga to‘g‘ri keluvchi W_{oq} namlikka bog‘liq bo‘lgan ichki ishqalanish burchagi va bog‘lanish kuchi.

Bu holda normal p yuk ostida gruntning to‘liq konsolidatsiya sharoitiga to‘g‘ri keluvchi gruntning namligi qandaydir birlamchi qiymat W_{bosh} dan W_{ox} gacha o‘zgarishi mumkin.

G‘ovaklik bosimi konsolidatsiya jarayonida qandaydir boshlang‘ich qiymat (klassik filtratsiya konsolidatsiyasi nazariyasida foydalaniladigan p ga teng bo‘lgan)dan to‘liq konsolidatsiya nolgacha kamayadi. $T=0$ bo‘lgan boshlang‘ich vaqtda:

$$s_p = c', \quad (8.43)$$

$T=T_{stab}$ bo‘lgan oxirgi vaqtda:

$$s_p = p \, tg\varphi' + c', \quad (8.44)$$

Agar namlik-zichlik nazariyasiga asoslanadigan bo‘linsa, unda boshlang‘ich vaqtda grunt boshlang‘ich namligiga teng bo‘lgan, berilgan yuk ostida to‘liq konsolidatsiya sharoitiga javob beruvchi, namlikka (ya’ni yuk qo‘yilguncha bo‘lgan namlik $W = W_{bosh}$, oxirgi vaqtda oxirgi namlik $W=W_{ox}$) ega bo‘ladi. Unda quyidagilarga ega bo‘lamiz:

$$T=0 \text{ da} \quad s_{pw} = ptg\varphi_{W_{bosh}} + c_{W_{bosh}},$$

$$T=T_{stab} \text{ da} \quad s_{pw} = ptg\varphi_{W_{ox}} + c_{W_{ox}}.$$

Albatta, surilishga qarshilik oxirgi holatda g‘ovaklik bosimi nazariyasidan va zichlik-namlik nazariyalari bo‘yicha boshlang‘ichga nisbatan katta bo‘ladi, faqat birinchi nazariya bo‘yicha g‘ovaklik bosimining kamayishi hisobiga, ikkinchisida gruntning zichlik-namligining kamayishi hisobiga, ya’ni $s_{T_{bosh}} < s_T < s_{T_{ox}}$ bo‘lishi tushunarli.

Shunday usul bilan asosning umumiy yuk ko'tarish qobiliyatini (turg'unligi) belgilovchi umumiy holdagi, avval aytib o'tilgan p_{xovf} , p_{rux} va p_{kr} larni aniqlash mumkin.

G'ovaklik bosimi nazariyasi bo'yicha asosning mustahkamligi va turg'unligining konsolidatsiya jarayonida o'zgarishini bashoratlash uchun g'ovaklik bosimi qiymatini vaqtga bog'liqlik ifodasiga ega bo'lish kerak:

$$u_T = f(T). \quad (8.45)$$

Shuningdek zichlik-namlik nazariyasidan bashoratlash uchun gruntning zichlik-namlik konsolidatsiya vaqtiga bog'liqligini bilish lozim

$$W = f(T). \quad (8.46)$$

Konsolidatsiya jarayonida gruntlarning mustahkamligi va g'ovaklik bosimining o'zgarishini bashoratlash. Bunday bashoratlash uchun filtratsiya konsolidatsiyasining nazariy yechimlari ishlab chiqilgan, u to'g'risida avval tushunchalar keltirilgan.

Bu yechimlarda g'ovaklik bosimining o'zgarishi konsolidatsiya darajasining o'zgarishi bilan bog'liq. Berilgan holatda asosning yuk ko'tarish qobiliyatining vaqt davomida o'zgarishini baholashda eng sodda variantda quyidagini hisobga olish kerak, ya'ni gruntlarning har xil gorizontida bir xil vaqtda konsolidatsiya darajasi, shuningdek g'ovaklik bosimi har xil bo'ladi. Bir xil siqiladigan qatlam uchun, chuqurlik bo'yicha siquvchi kuchlanish o'zgarmas bo'lganda, filtratsiya konsolidatsiya nazariyasi quyidagi yechimni beradi:

$$U_{zt} = 1 - \frac{4}{\pi} \cdot e^{-\frac{\pi^2 c_v \cdot T}{4H^2}} \cdot \left(\sin \frac{\pi z}{2H} \right), \quad (8.47)$$

bu yerda U_{zt} - z gorizontdagi konsolidatsiya darajasi; s_v –konsolidatsiya koeffitsiyenti; T - vaqt; H - qatlamdan siqib chiqarilayotgan suvning maksimal yo'li.

Nazariyaga asosan konsolidatsiya darajasi U_T g'ovaklik bosimi u_T bilan bog'langan:

$$U_T = 1 - \frac{u_T}{p} \quad (8.48)$$

Bu yerdan T vaqtda g'ovaklik bosimi u_T ni quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$u_T = (1 - U_T) p. \quad (8.49)$$

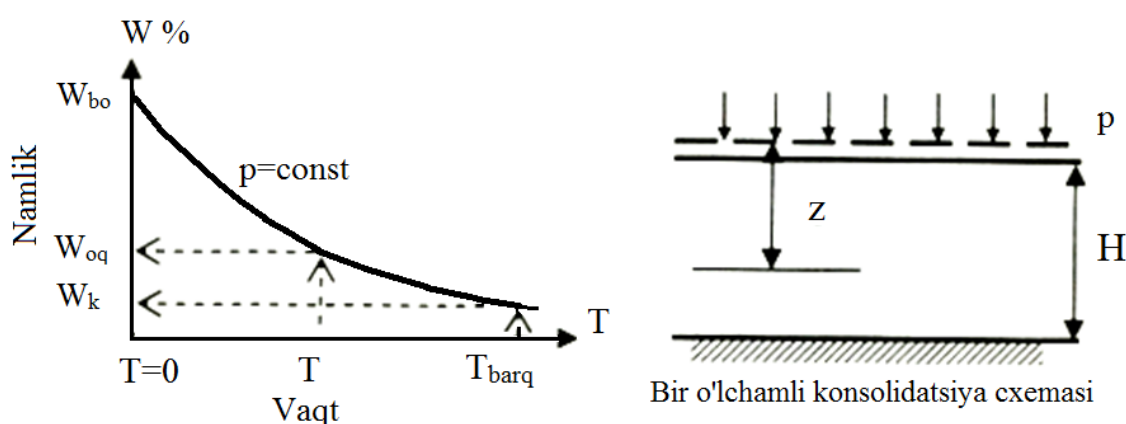
Yoki (8.47) ni hisobga olsak, z gorizontda g'ovaklik bosimi taxminan quyidagicha bo'ladi:

$$U_{zt} = \frac{4}{\pi} \cdot e^{-\frac{\pi^2 c_v \cdot T}{4H^2}} \cdot \left(\sin \frac{\pi z}{2H} \right) p. \quad (8.50)$$

(8.5) ni (8.41) ga qo'yib H qalinlikdagi bir xil qatlamli gorizontda bir tomonga drenajlangan surilishga qarshilik qilish qiymatini olish uchun taxminiy ifoda olamiz. Bunda u bir o'lchamli yechimda drenajli yuzadan z masofada turadi:

$$s_{PT} = \left(1 - \frac{4}{\pi} \cdot e^{-\frac{\pi^2 c_v T}{4H^2}} \cdot \sin \frac{\pi z}{2H} \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi' + c'. \quad (8.51)$$

Konsolidatsiya jarayonida grunt mustahkamligining “zichlik-namlik” nazariyasiga asosan o'zgarishini bashoratlash. Zichlik-namlik nazariyasiga asosan mustahkamlikni bashoratlash uchun, avval aytilganidek, $W_T = f(T)$ bog'liqlikka ega bo'lishi kerak. Bunday bog'liqlikni tajribadan (8.7-rasm) laboratoriya sharoitida namunalarni sinab olish mumkin.



8.7-rasm. Suv shimgan gruntning konsolidatsiya jarayonida namligining kamayishi

Ammo undan foydalanishning murakkabligi shundan iboratki, odatdagi konsolidatsiya sinovida namuna uchun namlikning o'rtacha qiymati olinadi. Shuning uchun sinov natijalarini amaldagi qatlamga o'tkazish uchun qatlam bo'yicha namlikning o'rtacha qiymatidan foydalanish kerak yoki katta balandlikdagi namunada tajriba o'tkazish lozim bo'ladi. Oxirgi holat uchun konsolidatsiya darajasini (shuningdek namlik bo'yicha ham) namunaning balandlik bo'yicha har xil gorizontlarida hisobga olish mumkin bo'ladi. Bundan tashqari, namunada olingan (t) vaqtdan qatlam uchun (T) vaqtga o'tish imkoni bo'lishi darkor.

Namunalarning odatdagi konsolidatsiya sinovida namlikka qarab o'zgarishi bo'lganda konsolidatsiya darajasi U_t vaqt t da quyidagi bog'liqlik bilan ifodalanadi

$$U_{pt}^{or} = \frac{W_b - W_t}{W_b - W_{ox}}, \quad (8.52)$$

bu yerda W_b – boshlang'ich namlik; W_{ox} – oxirgi namlik; W_t – t vaqtdagi namunaning namligi.

Konsolidatsiya bog‘liqligidan W_t ning qiymatini har xil vaqt uchun belgilab va namlikning bu qiymati uchun tajriba egri chizig‘idan “zichlik-namlik” usuli bilan olingan φ_w va s_w ni olib, (8.42) ifodadan shu vaqt uchun qatlamning surilishga qarshilik qilish qiymatini hisoblash mumkin.

Shu bilan birgalikda taxminiy bashoratlash uchun quyidagi usuldan foydalanish mumkin. Qatlamning har xil gorizontlarida konsolidatsiya darajasi namunaning konsolidatsiya qiymatidan bashoratlanadi va umuman (8.23) ifodadan aniqlanadigan qatlamning o‘rtacha konsolidatsiya darajasi $U_{vaqt}^{o'r}$ kabi qabul qilinadi.

z gorizontda o‘rtacha konsolidatsiya darajasidan konsolidatsiya darajasiga o‘tish filtratsiya nazariyasidan (qatorlar nazariyasi bo‘yicha olingan birinchi haddan foydalanib) kelib chiquvchi bog‘liqlikdan amalga oshirish mumkin:

$$U_z = 1 - \frac{\pi}{2} \cdot (1 - U_{vaqt}^{o'r}) \cdot \sin \frac{\pi z}{2H}, \quad (8.53)$$

bu yerda $U_{vaqt}^{o'r}$ - (8.23) ifodadan olinadigan namunaning o‘rtacha konsolidatsiya darajasi; U_z - z gorizontdagi konsolidatsiya darajasi.

Albatta eng noqulay gorizont suv o‘tkazmaydigan qatlam chegarasida yuz beradi, yani $z=N$ da. Bu gorizontda konsolidatsiya darajasi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$U_H = 1 - \frac{\pi}{2} \cdot (1 - U_{vaqt}^{o'r}), \quad (8.54)$$

(8.53) ifodaga asosan Z gorizontda konsolidatsiya darajasini bu gorizontdagi namlik orqali ifodalash mumkin:

$$U_z = \frac{W_b - W_{zT}}{W_b - W_{Zox}}, \quad (8.55)$$

bu yerda W_b - hamma gorizontlar uchun bir xil bo‘lgan boshlang‘ich namlik; W_{Zox} - z gorizontdagi oxirgi namlik; W_{zT} - z gorizontdagi T vaqtdagi namlik.

Bu yerdan:

$$W_{zT} = W_b - (W_b - W_{Zox})U_z. \quad (8.56)$$

Namuna uchun (8.53) ni hisobga olib oxirgisi quyidagicha bo‘ladi:

$$W_{zT} = W_b (W_b - W_{Zox}) \left[1 - \frac{\pi}{2} \cdot \sin \frac{\pi z}{2H} \cdot \frac{W_t - W_{ox}}{W_b - W_{ox}} \right], \quad (8.57)$$

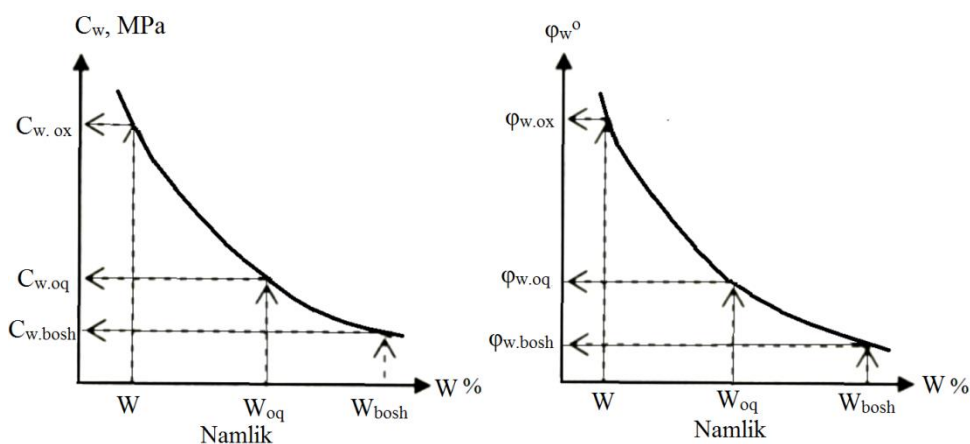
bu yerda W_b - namunaning boshlang‘ich namligi; W_{ox} - kompressiya sinov qiymatidan aniqlanadigan oxirgi namlik ($t=t_{stab}$ bo‘lganda); W_{Zox} - Z gorizontdagi oxirgi namlik; W_T - namunaning konsolidatsiya jarayonidagi T vaqtdagi gorizontning namligi.

T vaqtda z gorizontda gruntning namligini bila turib, bu gorizont uchun “zichlik-namlik” usulidan tajribadan olingan (8.8-rasm)dagi grafikdan φ_w va s_w larni aniqlash mumkin, undan so‘ng bu gorizont uchun s_{pw} , p_{xovf} , p_{rux} va p_{kr} hisoblash mumkin. p_{xovf} , p_{rux} va p_{kr} larning qiymatlarini hamma qatlam uchun, umuman maksimal namlikdagi gorizontdan aniqlash mumkin. Bu gorizont sodda holat uchun drenajdan eng ko‘p uzoqlashgan, ya’ni suv o‘tkazmaydigan qatlamga yaqin bo‘ladi.

Konsolidatsiyani bashoratlash uchun namunadan amaldagi qatlamga o‘tishda, namunaning berilgan darajada konsolidatsiya vaqtini kerakli miqdorda hisoblash kerak bo‘ladi, filtratsiya yo‘li h dagi konsolidatsiya vaqtini o‘sha sharoitdagi amaldagi qatlamning N_a drenajlashga nisbati olinadi.

Shunday qilib, konsolidatsiya jarayonida “zichlik-namlik” usulidan foydalanib gruntning mustahkamligini aniqlashning umumiy tartibi quyidagidan iborat:

1. Hisobiy bosim ostida namunaning konsolidatsiya sinovi natijasida $W_T = f(T)$ shaklda ifodalanadigan konsolidatsiya egri chizig‘i olinadi;
2. Oxirgisi deb qabul qilingan (oxirgi cho‘kishga nisbatan 95%) konsolidatsiya darajasi beriladi va W_{ox} qiymat aniqlanadi;
3. Berilgan T vaqt uchun konsolidatsiya egri chizig‘idan o‘rtacha chuqurlikda W_T aniqlanadi;
4. Taxminan $W_{Zox}=W_{ox}$ deb qabul qilinib va (8.57) ifodadan foydalanib z gorizontdagi namlik hisoblab chiqariladi:



8.8-rasm. Konsolidatsiya vaqtida namlikning o‘zgarishi bilan φ_w va s_w larning o‘zgarishi. W_T – gruntning T vaqtdagi zichlik-namligi

$$W_{ZT} = W_{bosh} + \frac{\pi}{2} \cdot \sin \frac{\pi Z}{2H} (W_{oquv} - W_{ox}), \quad (8.58)$$

Namunaning konsolidatsiya vaqtidan amaldagi qatlamning o‘sha darajadagi konsolidatsiya vaqtiga o‘tish uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$T_{qat} = t \left(\frac{H_{qat}}{h} \right)^n \quad (8.59)$$

bu yerda T_{qat} – berilgan konsolidatsiya darajasida filtratsiya yo‘li H_{qat} bo‘lganda yetishgan vaqt; t –filtratsiya yo‘li h bo‘lgan namunaning o‘sha konsolidatsiya darajasidagi vaqti; n –daraja ko‘rsatkichi.

n ning qiymati 0,0 – 2,0 orasida o‘zgaradi, ammo ko‘p holatlarda $n=1,5$ olinadi.

$$n = \lg \frac{t_1}{t_2} : \lg \frac{h_1}{h_2}, \quad (8.60)$$

bu yerda t_1 – balandligi h_1 bo‘lgan grunt namunasining to‘liq konsolidatsiya vaqti;
 t_2 – balandligi h_2 bo‘lgan grunt namunasining to‘liq konsolidatsiya vaqti, shu bilan birgalikda $h_1 > h_2$.

8.1-misol. Gilli grunt laboratoriya sharoitida p yuk ostida to‘liq konsolidatsiya bo‘lganicha zichlashtirildi. Bunda balandligi 5 sm bo‘lgan birinchi namunaning to‘liq konsolidatsiya vaqti $t_1=44$ soat 10 minut, ikkinchisiniki 3 sm – $t_2=16$ soat.

Konsolidatsiya ko‘rsatkichi n ni aniqlash kerak.

Yechim. Hisob ishlari (8.60) ifoda bilan olib boriladi

$$n = \lg \frac{t_1}{t_2} : \lg \frac{h_1}{h_2} = \frac{0,44}{0,22} = 2.$$

8.2-misol. Qalinligi $H=2,1$ m bo‘lgan suvga to‘yingan gilli gruntning qatlami R yuklama bilan siqilmoqda. Bunda siqib chiqarilayotgan suv ikki tomondan: qatlamning ostidan va yonidan chiqish imkoniga ega.

Laboratoriyada o‘sha grunt konsolidatsiyaga sinalgan. Shu holatda R yuk ta’sirida suvning ikkita tomondan chiqib ketish sharoitida (namunaning ikkala yuza tomoni orqali) balandligi $h=3$ cm bo‘lgan grunt namunasining konsolidatsiya vaqti $t=6$ soatga teng bo‘ldi.

R yuklama ostidagi qalinligi 2 m bo‘lgan gilli gruntning to‘liq konsolidatsiya vaqti konsolidatsiya ko‘rsatkichi $n=1,5$ bo‘lganda aniqlansin.

Yechim. To‘liq konsolidatsiyaning vaqti (8.59) ifoda bilan aniqlanadi:

$$T = t \left(\frac{H}{h} \right)^{1,5} = 0,25 \sqrt{\left(\frac{210}{3} \right)^3} = 156 \text{ syt.}$$

8.3-misol. Suvga to‘yingan suglinokning qalinligi $H=1,5$ m va suvli qum bilan qoplangan.

$P=2 \text{ kg/sm}^2$ ko‘rsatilgan suglinokli qatlamni to‘liq barqarorlashgan vaqti va namligining vaqt davomida o‘zgarishini aniqlash kerak, agar o‘sha tabiiy namligi

$W_{\text{tab}}=26\%$, balandligi $2h=3 \text{ sm}$ bo'lgan suglinokli namunani laboratoriya sharoitida $p=2 \text{ kg/sm}^2$ siqilganda to'liq konsolidatsiya vaqti $T_{\text{bar}}=6$ soat va oxirgi namligi $W_{\text{ox}}=21\%$ bo'lsa.

Yechim. 1. Laboratoriya sinov natijalari ma'lumotlari asosida (8.29) ifoda bilan umumlashtirilgan konsolidatsiya koeffitsiyent ξ_K aniqlanadi:

$$\xi_K = \frac{1,13}{T_{\text{bar}}} = \frac{1,13}{6} = 0,188 \frac{1}{\text{soat}}.$$

2. $\xi_K=0,188$ bo'lganda konsolidatsiya koeffitsiyent S_K aniqlanadi:

$$C_K = \xi_K h^2 = 0,188 \left(\frac{3}{2} \right)^2 = 0,42 \text{ cm}^2 / \text{soat}.$$

Bu yerda namunani hisobiy balandligi uni umumiy balandligini yarmisi olinadi, chunki kompressiyaga o'tkazilgan tadqiqotlar odatda grunt namunasining ikkita tomonidan suv qochishda o'tkaziladi.

3. Umumlashtirilgan konsolidatsiya koeffitsiyenti ξ_K , qalinligi $N=150 \text{ sm}$ bo'lgan suglinokli qatlam uchun, ikkita tomonidan siqilgan suv chiqib ketish sharoitida aniqlanadi

$$\xi_K = \frac{C_K}{\left(\frac{H}{2} \right)^2} = \frac{0,42}{75^2} = 0,0000751 / \text{soat} \text{ yoki } 0,661 / \text{yil}.$$

4. (8.29) ifoda bilan suglinokli qatlamning to'liq konsolidatsiya vaqti aniqlanadi:

$$T_{\text{bar}} = \frac{1,13}{\xi_K} = \frac{1,13}{0,66} = 1,7 \text{ yil}.$$

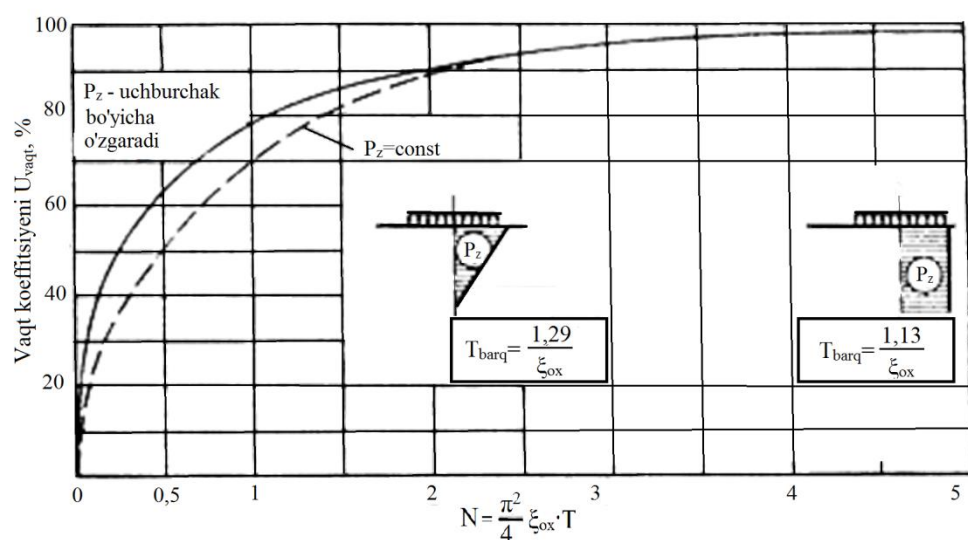
5. Hamma vaqt uchun – yuk qo'yilishini boshidan to suglinokli qatlamning to'liq konsolidatsiya bo'lgunicha (1,7 yil) namlikning qiymati hisoblanadi, bu holatda 1,5 m qalinlikdagi suglinokli qatlamga qo'yiladiga normal yuklama doimiy deb qabul qilinadi.

Misol uchun namlikning qandaydir oraliq qiymati hisobi keltiriladi, masalan yuklama qo'yilgandan boshlab 0,25 yillik davr uchun:

a) (8.24) ifoda yordamida son qiymati quyidagicha aniqlanadi

$$N = \frac{\pi^2}{4} \xi_K T = \frac{3,14^2}{4} \cdot 0,66 \cdot 0,25 = 0,40;$$

b) 8.9-rasmdan $N=0,40$ bo'lganda U_{vaqt} vaqt koeffitsiyentining qiymatini topamiz.



8.9-grafik. Gruntning yuklama ostida uzoq vaqt zichlashishi ifodasidagi vaqt koeffitsiyenti $U_{\text{vaqt}}(\tau_{\text{vaqt}})$ ning qiymati

v) (8.56) ifodadan yuklama qo'yilganidan boshlab 0,25 yillik davr uchun gruntlarning namligi aniqlanadi

$$W_t = W_{\text{bosh}} - U_{\text{vaqt}}(W_{\text{bosh}} - W_{\text{ox}}) = 26 - 0,45(26 - 21) = 23,7\%.$$

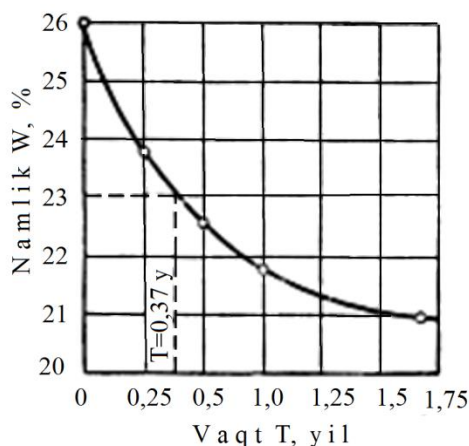
Keltirilgan misolga o'xshash konsolidatsiya davrining hammasi uchun namlik hisoblanadi.

Ularning natijasi 8.3-jadvalga kiritilgan.

8.3-jadval

Vaqt T , yil	0,0	0,25	0,50	1,0	1,7
$N = \frac{\pi^2}{4} \xi_k T$	0,0	0,40	0,82	1,63	2,8
U_{vak}	0,0	0,45	0,68	0,83	1,0
$W_t = W_{\text{bosh}} - U_{\text{vaqt}}(W_{\text{bosh}} - W_{\text{ox}})$	26,0	23,7	22,60	21,8	21,0

8.3-jadval ma'lumotlaridan namlikning vaqt davomida o'zgarish grafigi quriladi (8.10-rasm).



8.10-rasm. Suglinokning vaqt davomida namligi o'zgarishi

8.4-misol. Quyidagi birlamchi ma'lumotli inshootni to'liq cho'kish vaqtini T_{bar} aniqlash.

Inshoot asosida qum yotadi, ma'lum bir chuqurlikkacha yumshoq plastik to'liq suv shimgan qalinligi $2H=2,4 \text{ m}$ bo'lgan suglinok bilan qatlamlashgan. Suglinokning tabiiy namligi $W=25\%$, uning solishtirma og'irligi $\gamma_o=2,70$, filtratsiya koeffitsiyent $k_f=4 \cdot 10^{-9} \text{ sm/sek}$. Suglinokli qatlam o'rta sathida vertikal normal kuchlanish $p_z=1,20 \text{ kg/sm}^2=0,12 \text{ MPa}$, tabiiy bosim $p_{\text{tab}}=1,1 \text{ kg/sm}^2=0,11 \text{ MPa}$, $p_z=1,20 \text{ kg/sm}^2=0,12 \text{ MPa}$ kuchlanishga mos keladigan cho'kish moduli $e_{pz}=12 \text{ mm/m}$.

Yechim. Qumning cho'kishi qurilish davomida tugallangani uchun, keyinchalik (qurilishdan keyingi) inshootning cho'kishi qalinligi $2H=2,4 \text{ m}$ bo'lgan suglinokli qatlamning filtratsiyali zichlashtirishi natijasida yuz beradi.

Bu holatda inshootning to'liq cho'kish hisobi suglinokli qatlamning $p_z=1,20 \text{ kg/sm}^2=0,12 \text{ MPa}$ yuklama ostida to'liq konsolidatsiya vaqtini aniqlashdan iborat.

Hisoblash tartibi quyidagilardan iborat:

1. Umumlashgan konsolidatsiya koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\xi_K = C_K \frac{1}{H^2} = \frac{k_f (1 + \varepsilon_{o'r})}{a \Delta_{\text{suv}}} \cdot \frac{1}{H^2};$$

a) suglinokning boshlang'ich g'ovaklik koeffitsiyenti (1.2) ifodadan aniqlanadi.

Suglinokning to'liq suv shimishida $W_o=0,25$ (bir birlikda) va solishtirma og'irligi $\gamma_o=2,70$ bo'lganda olamiz:

$$\varepsilon_{\text{bosh}} = W_o \gamma_o = 0,25 \cdot 2,70 = 0,675;$$

b) g'ovaklik koeffitsiyentining oxirgi qiymati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\varepsilon_{\text{oxir}} = \varepsilon_{\text{bosh}} - \frac{e_p (1 + \varepsilon_{\text{bosh}})}{1000}.$$

Berilgan $e_{pz}=12 \text{ mm/m}$ qiymatda olamiz:

$$\varepsilon_{\text{ox}} = 0,675 - \frac{12(1 + 0,675)}{1000} = 0,655;$$

v) suglinokning zichlashtirish koeffitsiyenti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$a = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{p_2 - p_1}.$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{\text{bosh}} = 0,675, \varepsilon_2 = \varepsilon_{\text{ox}} = 0,655, p_2 - p_1 = (p_{\text{tab}} - p_z) - p_{\text{tab}} = p_z = 1,20 \text{ kg/sm}^2 = 0,12 \text{ MPa}.$$

$$a = \frac{0,675 - 0,655}{1,20} = 0,0166 \text{ sm}^2 / \text{kg};$$

g) $\varepsilon_{o'r}$ ni qiymati xisoblanadi:

$$\varepsilon_{o'r} = \frac{\varepsilon_{\text{bosh}} - \varepsilon_{\text{oxir}}}{2} = \frac{0,675 + 0,655}{2} = 0,665;$$

d) olingan qiymatlar $a=0,0166 \text{ sm}^2/\text{kg}$, $\varepsilon_{o'r}=0,665$, $k_f=4 \cdot 10^{-9} \text{ sm/sek}$, $\Delta_{\text{suv}}=0,001 \text{ kg/sm}^3=1000 \text{ kg/m}^3$ va $H_p=2H/2=2,4/2=1,2 \text{ m}$ (suglinoklan suvni oqishini ikala tomonga bo'lishi ta'minlangani uchun) umumlashgan konsolidatsiya koeffitsiyent teng:

$$\xi_K = \frac{k_f (1 + \varepsilon_{or})}{a \Delta_{suv} H^2} = \frac{4,10^{-9} (1 + 0,665)}{0,0166 \cdot 0,001 \cdot 120^2} = 3,34 \cdot 10^{-8} \frac{1}{sek}.$$

Bu qiymatlarni yillarga aylantirib, hosil qilamiz;

$$\xi_{oxr} = 3,34 \cdot 86400 \cdot 365 \cdot 10^{-8} = 1,053 \text{ 1/yil}.$$

2. To'liq cho'kish vaqti odatda konsolidatsiya 95% bo'lganda hisoblanadi.

p_z chuqurlik bo'yicha, bunda bir tekis tarqalgan deb qabul qilinsa (suglinokli qatlamning qalinligi bo'yicha) to'liq cho'kish vaqti (8.29) ifodadan aniqlanadi:

$$T_{stab} = \frac{1,13}{\xi_{oxr}}.$$

$\xi_{ox} = 1,053$ 1/yil hisobiy qiymatda va suglinokli qatlamdan ikkala tomonga suv chiqib ketsa hosil qilamiz:

$$T_{stab} = \frac{1,13}{1,053} = 1,13 \text{ yil}.$$

Solishtirish uchun suglinokli qatlamning to'liq barqarorlashish vaqtini hisoblaymiz, bunda suglinokli qatlam zich suv o'tkazmaydigan qatlam ustida yotadi deb taxmin qilinadi. Bu holatda suglinokni zichlashtirishda suvning filtratsiyasi faqat bita yo'nalish bo'yicha – yuqoriga harakatlanadi. Unda umumlashtirilgan konsolidatsiya koeffitsiyenti quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$\xi_K = \frac{k_f (1 + \varepsilon_{or})}{a \Delta_{suv} (2H)^2} = \frac{4,10^{-9} (1 + 0,665)}{0,0166 \cdot 0,001 \cdot 240^2} = 6,95 \cdot 10^{-9} \frac{1}{sek},$$

yoki yilga o'tkazilsa :

$$\xi_K = 6,95 \cdot 10^{-9} \cdot 86400 \cdot 365 = 0,22 \frac{1}{yil}.$$

To'liq barqarorlashuv vaqti:

$$T_{stab} = \frac{1,13}{0,22} = 5,2 \text{ yil}.$$

Berilgan misolda, bir tomonlama filtratsiya bo'lganda barqarorlashuv vaqti ikki yoqlama filtratsiya zichlashishga nisbatan deyarli 5 marta ortadi.

8.5-misol. Qalin qatlamli suglinokda qurilgan kengligi $2b=2$ m bo'lgan lentali poydevorning to'liq cho'kish vaqtini aniqlang.

Yer yuzasidan poydevorning chuqurligi $h_{chuq}=2$ m poydevor osti sathidagi gruntga tushayotgan solishtirma bosim:

$$p_{in}=2,5 \text{ kg/sm}^2=0,25 \text{ MPa}.$$

Poydevor asosidan pastdagi suglinok to'liq suv shimgan. Uning tabiiy namligi $W=32\%$, solishtirma og'irligi $\gamma_o=2,70$, poydevor ostidan yuqorida hajmiy og'irlik $\rho_o=2,0$

$t/m^3=20 \text{ kn/m}^3$, filtratsiya koeffitsiyentining o'rtacha qiymati $k_f=2,10^{-8} \text{ sm/sek}$ (0,63 sm/yil), yuklamani $0,4 \text{ kg/sm}^2=0,04 \text{ MPa}$ dan $2,5 \text{ kg/sm}^2=0,25 \text{ MPa}$ gacha oshirganda cho'kish moduli $e_{pz}=20 \text{ mm/m}$.

Yechim. Berilgan masalani umumiy yechish yo'li 8.4-misolni yechish yo'li bilan deyarli bir xil, faqat kuchlanish va unga bog'liq bo'lgan tavsiflar poydevor osti sathidan olinadi, ammo barqarorlashish vaqti poydevor o'qi bo'yicha (8.29) ifoda bo'yicha zichlashtiruvchi bosim r_z ning uchburchakli (ekvivalent) epyurasidan aniqlanadi.

Hisoblash tartibi quyidagicha:

1. Zichlashtirish koeffitsiyentini qiymati aniqlanadi:

a) g'ovaklik koeffitsiyentining boshlang'ich qiymati ε_{bosh} ni boshlang'ich namlik $W_{bosh}=W_o=32\%$ va solishtirma og'irlik $\gamma_o=2,70$ bo'lganda hisoblaymiz:

$$\varepsilon_{bosh}=W_o\gamma_o=0,32\cdot 2,70=0,865;$$

b) $\varepsilon_{bosh}=0,865$ va cho'kish moduli $e_{pz}=20 \text{ mm/m}$ bo'lganda g'ovaklik koeffitsiyentining oxirgi qiymatini hisoblaymiz:

$$\varepsilon_{ox} = \varepsilon_{bosh} - \frac{e_p (1 + \varepsilon_{bosh})}{1000} = 0,865 - \frac{20(1 + 0,865)}{1000} = 0,831;$$

v) $\rho_W=2 \text{ t/m}^3=20 \text{ kg/m}^3$ va $h_{chuq}=2 \text{ m}$ bo'lganda poydevor osti sathida tabiiy bosim r_{TAB} ni aniqlaymiz:

$$p_{tab}=h_{chuq}\cdot\rho_W=2\cdot 2=4 \text{ t/sm}^2 \text{ yoki } 0,4 \text{ kg/sm}^2=0,04 \text{ MPa};$$

g) $\varepsilon_1=\varepsilon_{bosh}=0,865$ bo'lganda zichlashtirish koeffitsiyentini qiymatini aniqlaymiz
 $\varepsilon_2=\varepsilon_{ox}=0,831$, $p_1=p_{tab}=0,4 \text{ kg/sm}^2$, $p_2=p_{tab}+p_o=2,5 \text{ kg/sm}^2=0,25 \text{ MPa}$.

$$a = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{p_2 - p_1} = \frac{0,865 - 0,831}{2,5 - 0,4} = 0,016 \text{ sm}^2 / \text{kg}.$$

2. Qiymatini aniqlaymiz

$$\varepsilon_{o'r} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} = \frac{0,865 + 0,831}{2} = 0,848.$$

3. $a=0,016 \text{ sm}^2/\text{kg}$, $\varepsilon_{o'r}=0,848$, $k_f=0,63 \text{ sm/yil}$ bo'lganda konsolidatsiya koeffitsiyentini qiymatini aniqlaymiz.

Faol qatlamni qalinligi $7,2 \text{ m}$ ga teng.

Endi umumlashgan konsolidatsiya koeffitsiyenti ζ_{ox} ni aniqlaymiz. Uni qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$\zeta_K = \frac{k_f (1 + \varepsilon_{o'r})}{a \Delta_{suv} (2H)^2} = \frac{0,63(1 + 0,848)}{0,0166 \cdot 0,001 \cdot 720^2} = 0,141 \frac{1}{\text{yil}},$$

Choʻkishning toʻliq barqarorlashuv vaqtini hisoblaymiz:

$$T_{bar} = \frac{1,29}{\xi_{ox}} = \frac{1,29}{0,141} = 9 \text{ yil.}$$

8.6-misol. 8.4-misol shartidan foydalanib qatlamdan suvning ikki tomonga siqib chiqishi sharoitida suglinokning inshoot ogʻirligidan zichlashishi natijasida poydevorning vaqt davomida choʻkish grafigini tuzish kerak.

Yechim. (7.19) ifoda boʻyicha qalinligi $2H=2,4$ m boʻlgan suglinokning zichlashishida toʻliq choʻkish qiymatini aniqlaymiz:

$$\eta_{cho'}^1 = e_{pz} h_i.$$

Misol sharti boʻyicha choʻkish moduli $e_{tz}=12 \text{ mm/m}$ va $h_i=2H=2,4 \text{ m}$, unda

$$\eta_{cho'}^1 = 12 \cdot 2,4 = 28,8 \text{ mm.}$$

2. Konsolidatsiya koeffitsiyenti ξ_{oxir} ni aniqlaymiz. Uni aniqlash 115-misolning 1 bandidagi shartiga toʻliq ravishda mos keladi:

$$\xi_K = 1,053 \frac{1}{yil}.$$

3. Suglinokli qatlamning toʻliq konsolidatsiyasi 95% yuz beradigan vaqtni aniqlaymiz. Bu vaqt sifatida, maʼlumki, toʻliq barqarorlashuv vaqti T_{bar} qabul qilinadi.

T_{bar} hisobi 8.4-misolning 2 bandidagi shartga toʻliq mos keladi.

$$T_{bar} = 1,13 \text{ yil.}$$

4. Konsolidatsiya koeffitsiyenti $\xi_{ox}=1,053$ (1/yil) va toʻliq barqarorlashuv vaqtini 0 dan 1,13 yilgacha boʻlganida har xil vaqt muddati T_i ni berib vaqt koeffitsiyenti U_{vaq} ni aniqlaymiz.

Bunda N soni (8.24) ifoda bilan aniqlanadi:

$$N = \frac{\pi^2}{4} \cdot \xi_{ox} T.$$

Vaqt $T_1=10$ sut uchun teng boʻladi:

$$N_1 = \frac{\pi^2}{4} \cdot 1,053 \cdot \frac{10}{365} = 0,071.$$

8.9-rasmdan vaqt koeffitsiyentni qiymatini aniqlaymiz.

Bir tekis tarqalgan kuchlanish uchun $N=0,071$ boʻlganda U_{vaq}^1 teng boʻladi:

$$U'_{vaq} = 0,18.$$

Vaqt $T_2=20$ sut uchun teng boʻladi:

$$N_2 = \frac{\pi^2}{4} \cdot 1,053 \cdot \frac{20}{365} = 0,142.$$

Ko'rsatilgan grafik va jadvaldan U''_{vaq} qiymatini aniqlaymiz:

$$U''_{\text{vaq}} = 0,27$$

shu taxlitda har bir berilgan vaqt muddati qiymati aniqlanadi.

Vaqt koeffitsiyent U_{vaq} ni hisoblash ma'lumotlari 8.6-jadvalda keltirilgan.

8.6-jadval

$T, \text{ sut}$	N	U_{vaqt}	$\eta^1_t, \text{ mm}$	$T, \text{ sut}$	N	U_{vaqt}	$\eta^1_t, \text{ mm}$
0	0,000	0,00	0,0	200	1,42	0,80	23,0
10	0,071	0,18	5,2	240	1,70	0,85	24,4
20	0,142	0,27	7,8	280	2,00	0,90	26,0
40	0,284	0,37	10,7	320	2,27	0,91	26,2
60	0,426	0,48	13,9	400	2,84	0,95	27,4
80	0,568	0,56	16,2	-	-	-	-
100	0,710	0,60	17,3	-	-	-	-
150	0,994	0,70	20,2	-	-	-	-

5. Berilgan vaqt muddatiga cho'kish η^1_t ni quyidagi ifodadan hisoblaymiz:

$$\eta^1_t = \eta^1_{\text{ox}} U_{\text{vaqt}}.$$

Cho'kishning oxirgi qiymatida $\eta'_{\text{ox}} = 28,8 \text{ mm}$ va 8.6-jadvaldan olingan U_{vaqt} da har bir vaqt T muddatida quyidagiga ega bo'lamiz:

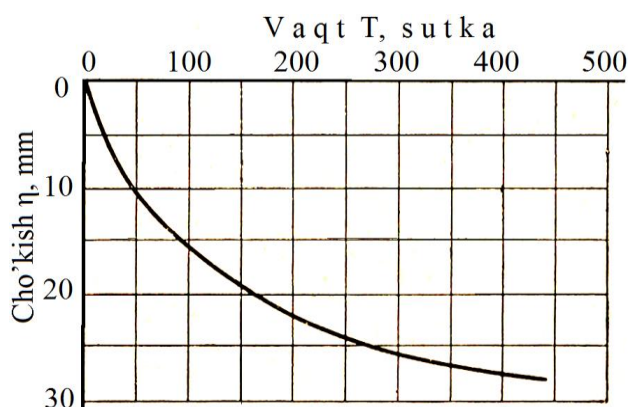
$U_{\text{vaqt}} = 0,18$ bo'lganda $T_1 = 10 \text{ sut}$ uchun:

$$\eta'_1 = 28,8 \cdot 0,18 = 5,2 \text{ mm};$$

$U_{\text{vaqt}} = 0,27$ bo'lganda $T_1 = 10 \text{ sut}$ uchun:

$$\eta'_1 = 28,8 \cdot 0,27 = 7,8 \text{ mm}$$

shu kabi har bir berilgan vaqtning muddatini qiymati aniqlanadi.



8.11-rasm. Vaqt davomida cho'kish yo'lining egrisi

Hisob ma'lumotlari 8.6-jadvalda keltirilgan.

8.6-jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha 8.11-rasmda vaqt davomida cho'kish egrisi ko'rsatilgan.

Xulosa. Cho'kish shaklidagi deformatsiya jarayoni aniq sharoitga (siqilayotgan qatlam gruntning xossasi, uning qalinligi, deformatsiyalanish sharoiti, poydevorning o'lchamlari, yuklamaning miqdori) bog'liq holda har xil jadallikda kechadi. Bu jadallik gruntning ko'p fazali holatiga va struktura-teksturasining xususiyatiga bog'liq bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Konsolidatsiya to'g'risida tushuncha ?
2. Filtratsiyali konsolidatsiya tushunchasi ?
3. Konsolidatsiya koeffitsiyenti ?
4. Konsolidatsiya to'g'risida N.N.Maslov nazariyasi ?
5. G'ovaklik bosimi tushunchasi ?
6. Vaqt davomida cho'kishni bashoratlash chizmasi ?
7. Suv filtratsiyasining maksimal yo'li ?
8. "Zichlik-namlik" nazariyasi yordamida konsolidatsiya jarayonida gruntlarning mustahkamligini bashoratlash ?
9. G'ovaklik bosimining vaqt davomida o'zgarishi ?
10. Filtratsiya yo'li tushunchasi ?

Tayanch iboralar: Konsolidatsiya, stabillashuv vaqti, konsolidatsiya darajasi va koeffitsiyenti, reologiya, oxirgi cho'kish, filtratsiya koeffitsiyenti, nisbiy deformatsiya.

GLOSSARIY

ATSSYU – aylana silindrli siljish yuzasi.

Diskret muhit modeli – unda monolit butun muhit ko‘rilmasdan, ayrim alohida agregatlardan iborat muhit ko‘riladi.

Zahira koefitsiyenti – ushab turuvchi kuchlar momentining suruvchi kuchlar momentiga nisbati.

Inshoot asosi – inshoot og‘irligidan tushuvchi bosimni qabul qilib gruntga beruvchi grunt massivining bir qismi.

Kapillyar suvlar – grunt bo‘shliqlarini egallab turgan va minsklardan tashkil topgan yuza bilan cheklangan suvlar.

Konsolidatsiya – gruntlarning vaqt davomida suvining siqib chiqarilib zichlashish jarayoni.

Kompression tasnif – gruntlarning siqilish darajasini aniqlovchi ko‘rsatkich.

Kuchlanish – berilgan yuklamaning maydonga nisbati.

Ko‘rish burchagi – har qanday hisobiy nuqtadan kuzatuvchiga yuklanish maydoni ko‘rinib turadigan burchak.

Konsolidatsiya jarayoni – vaqt davomida suvga to‘yingan gruntning zichlashish jarayoni.

Konsolidatsiya darajasi – konsolidatsiya jarayonining tugallanish darajasi.

Konsolidatsiya koefitsiyenti – gruntlarning vaqt davomida tez yoki sekin zichlashish qobiliyati.

Mustahkamlik chegarasi – grunt massivining elementida bog‘liqliklarning buzilish vaqtida yuzaga keladigan kuchlanish.

Reologiya – materiallarda deformatsiyaning rivojlanish jarayonini o‘rganuvchi fan.

Tirgovich devor – texnogen gruntli massivdan yon bosimni qabil qiluvchi maxsus geotexnik tizimli inshoot.

Xavfsiz yuklama – faqat chetki nuqtalarda chegaraviy muvozanat yuzaga keladigan tashqi yuklama.

Ruhsat berilgan yuklama – qandaydir buzilish xududi mavjud bo‘lgan yuklama.

Cho‘kish moduli – balandligi 1 m bo‘lgan grunt stolbasining bosim ostida siqilib deformatsiyanishini mm larda ifodalovchi ko‘rsatkich.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. -470 p.
2. David George Price. Engineering Geology principles and practice. 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. -450 p.
3. Craig R.F. Craig's soil mechanics. London and New York, 2010. -446 p.
4. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов. (Краткий курс). –М.: 2007. -284 с.
5. Трофимов В.Т. и др. Грунтоведение. –М.: Изд-во МГУ, 2005. -1024 с.
6. Qayumov A.D. Geologiya va gruntshunoslik. -Toshkent: 2006. -169 b.
7. Kayumov A.D. Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. -Toshkent: 2012. -160 b.
8. Rasulov H.Z. Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar. –Toshkent: Tafakkur, 2010. -272 b.
10. Добров Э.М. Механика грунтов. –М.: Академия, 2008. -272 с.
11. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. Учебник для вузов. –М.: Высшая школа, 1982. -511 с.
12. Котов М.Ф. Механика грунтов в примерах. –М.: Высшая школа, 1968. -280 с.
13. Internet materialлари.