

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY
TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIV TA'LIM TIZIMI KADRLARINI
QAYTA TAYYORLASH VA
ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH INSTITUTI**

**Toshkent arxitektura-qurilish
universiteti huzuridagi
tarmoq markazi**

**Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi
taraqqiyoti**

**MODULI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**

TOSHKENT-2025

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining tasdiqlangan o'quv reja va dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: TAQU, t.b .f.d, PhD dotsent A.U.Toshxo'jayev

Taqrizchi: TAQU, O'.I.Xusanxo'jayev gidrotexnika va geotexnika muhandisligi kafedrası professori

O'quv-uslubiy majmua TAQU Kengashining _____nashrga tavsiya qilingan.

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	3
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL	
III. TA’LIM METODLAR.....	13
IV. NAZARIY MATERIALLAR	18
V. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	78
VI. KEYSLAR BANKI	197
VII. GLOSSARIY	201
VIII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI	209

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Ushbu dastur O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi "Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagi "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida"gi PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-son, 2022-yil 28-yanvardagi "2022- 2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son, 2023-yil 25-yanvardagi "Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo'lga qo'yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida"gi PF-14-son Farmonlari, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 23-sentabrdagi "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi 797-son Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg'or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o'zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko'nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta'lim sohasi bo'yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo'yiladigan umumiy malaka talablari va o'quv rejalari asosida shakllantirilgan bo'lib, uning mazmuni yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi va jamiyatning ma'naviy asoslarini yoritib berish, oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari bo'yicha ta'lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish, pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish, ilmiy-innovatsion

faoliyat darajasini oshirish, pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish, ta'lim sifatini ta'minlashda baholash metodikalaridan samarali foydalanish, gidrotexnika qurilishi bo'yicha tegishli bilim, ko'nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo'naltirilgan.

Ishchi dasturning mazmuni tinglovchilarni "Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi taraqqiyoti" modulidagi nazariy metodologik muammolar, chet el tajribasi va uning mazmuni, tuzilishi, o'ziga xos xususiyatlari, ilg'or g'oyalar va maxsus fanlar doirasidagi bilimlar hamda dolzarb masalalarni yechishning zamonaviy usullari bilan tanishtirishdan iborat.

Modulning maqsadi va vazifalari

"Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi taraqqiyoti" modulining maqsadi: - pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malaka oshirish kursi tinglovchilarini arxitektura va qurilish sohasidagi gidrotexnika inshootlarini qurishda yangi texnologiyalarni joriy etish ga doir bilimlarini takomillashtirish, innovatsion texnologiyalarni o'zlashtirish, joriy etish, ta'lim amaliyotida qo'llash va yaratish bo'yicha ko'nikma va malakalarini ortirish.

"Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi taraqqiyoti" modulining vazifalari:

- pedagogik kadrlar tayyorgarligiga qo'yiladigan talablar, ta'lim va tarbiya haqidagi hujjatlar, gidrotexnika inshootlarini qurishda yangi texnologiyalarni joriy etish modulining dolzarb muammolari va zamonaviy konsepsiyalari, pedagogning shaxsiy va kasbiy axborot maydonini loyihalash, pedagog kadrlarning malakasini oshirish sifatini baholash ishlari, gidrotexnika inshootlarini qurishda yangi texnologiyalarni joriy etish sohasidagi innovatsiyalar va dolzarb muammolar mazmunini o'rganishga yo'naltirish;

- tinglovchilarda gidrotexnika inshootlarini qurishda va geotexnikaning taraqqiy etishida yangi texnologiyalarni joriy etishga doir proektiv, prognostik va kreativ kompetentlikni rivojlantirish;

- tinglovchilarda gidrotexnika inshootlarini qurishda va geotexnikaning taraqqiy etishida yangi texnologiyalarni joriy etishga doir olgan yangi bilimlarini o'z fanlarini o'qitishda o'rinli ishlata olish ko'nikmalarini hosil qilishdan iborat.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar

“Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi” kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- gidrotexnika va geotexnika qurilishi yo'nalishining dolzarb muammolari va ularni hal qilishning asosiy tendensiyalarini;
- gidrotexnika va geotexnika qurilishi yo'nalishida qo'llaniladigan zamonaviy qurilmalar va texnologiyalarni;
- gidrotexnika va geotexnika inshootlariga qo'yilgan zamonaviy talablarni;
- gidrotexnika va geotexnika qurilishi yo'nalishida mavjud muammolar tahlilini;
- gidrotexnika va geotexnika qurilishi yo'nalishida istiqbolli rivojlanish yo'nalishlarini;
- gidrotexnika inshootlari va gidrouzellar turlari hamda konstruksiyalari, kurish ularni ta'mirlash va rekonstruksiyasi zamonaviy usullari va sxemalari haqida **bilishi** kerak.

Tinglovchi:

- gidrotexnika va geotexnika inshootlarini hisoblash va loyihalash;
- gidrotexnika va geotexnika inshootlarini qurish;
- gidrotexnika va geotexnika inshootlarni qurishda innovatsion texnologiyalarni qo'llash;
- gidrotexnika va geotexnika inshootlarini qurishda yangi texnologiyalarni joriy etish variantlarini aniqlash **ko'nikmalariga** ega bo'lishi lozim

Tinglovchi:

zamonaviy gidrotexnika inshootlarini hisoblash va loyihalash;

- gidrotexnika va geotexnika inshootlarini qurish, ta'mirlash va rekonstruksiyasi loyihalarini bajarish **malakalariga** ega bo'lishi zarur.

Tinglovchi:

- zamonaviy gidrotexnika inshootlarini hisoblash va loyihalash;

-gidrotexnika va geotexnika inshootlarini qurish, ta'mirlash va rekonstruksiya loyihalarini bajarish;

- gidrotexnika va geotexnika inshootlarini qurish ishlarini tashkil etishda zamonaviy texnologiyalaridan foydalanish;

- gidrotexnika va geotexnika inshootlarini qurish ishlari bajarishda Respublikamiz hududlariga mos bo'lgan an'anaviy va ilg'or xorijiy tajribalarni qo'llash **kompetensiyalariga** ega bo'lishi lozim.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Gidrotexnika qurilishining rivojlanish tendensiyasi” modulini o'qitish jarayonida quyidagi innovatsion ta'lim shakllari va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalari yordamida interfaol mariuzalarni tashkil etish;

- virtual amaliy mashg'ulotlar jarayonida loyiha va keys texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi.

Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi

“Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi taraqqiyoti” moduli bo'yicha mashg'ulotlar o'quv rejasidagi “Loyihalash va qurilishda kompyuter texnologiyalarini qo'llash”, “Loyihalash va qurilishda tizimli tahlil”, “GES turbinasozlikdagi o'zgarishlar”, “Gidrotexnika va geotexnika inshootlarini mustahkamligi turgunligi va zilzilabardoshligi” va boshqa blok fanlari bilan uzviy bog'langan holda ularning ilmiy- nazariy, amaliy asoslarini ochib berishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Fan oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy tayyorgarligi darajasini rivojlantirish, ularning ilg'or pedagogik tajribalarni o'rganishlari hamda zamonaviy ilg'or talim texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha malaka va ko'nikmalarini takomillashtirishga qaratilganligi bilan ahamiyatlidir.

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar Gidrotexnika inshootlarini qurishda yangi texnologiyalarni joriy etish sohasidagi innovatsiyalarni o'zlashtirish, joriy

etish va amaliyotda qo'llashga doir proektiv, kreativ va texnologik kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat				
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi			
			Jami	Jumladan		
				Nazariy	Amaliy	Ko'chma
1	Yer osti inshootlarini barpo etishda suvga to'yingan lyoslarning zilzila ta'sirida quyqalanishi.	2	2	2		
2	Tebranish jarayonida lyos gruntlarning quyqalanish chegarasi.	2	2	2		
3	Zilzila ta'sirida quyqalanish qatlamining o'zgarish jarayonlari.	2	2	2		
4	Yirik bo'lakli gruntlarni eksperimental tadqiq qilishning mazmuni va metodikasi.	2	2	2		
5	Yirik bo'lakli gruntlarning granulometrik takribini modellash.	2	2	2		
6	Yer osti inshootlarini zilzilabardoshligini nazariy baholashda grunt yopishqoqlik koeffitsiyentining roli. Yer osti inshootlari va ularni	2	2	2		

	mustahkamligini ta'minlash shartlari.					
7	Grunt yotqizmasining talab qilingan zichligini aniqlash.	2	2		2	
8	Yirik bo'lakli gruntlarning mustahkamlik xarakteristikalarini tadqiq qilish.	2	2		2	
9	Yirik bo'lakli gruntlarning deformatsiyalanuvchanligini aniqlash.	2	2		2	
10	Gruntlarning granulometrik takribini modellashtirish.	2	2		2	
11	"Siljish ostonasi"ga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash.	2	2		2	
12	Yer osti inshootlarini barpo etishda gruntlarning reologik deformatiyasini aniqlash.	2	2		2	
13	Loyli gruntning reologik deformatiyasini baholash.	2	2		2	
14	Yer osti inshoot cho'kishini baholashda reologik jarayonlarni hisobi.	2	2		2	
15	Yer osti inshootlari va ularni mustahkamligini ta'minlash shartlari.	2	2		2	
16	Yer osti inshootlarini mustahkamligini oshirishda gruntlarning biki bog'lanish kuchi va ichki ishqalanish burchagini aniqlash.	2	2		2	
17	Yer osti inshootlarini mustahkamligini oshirishda gruntlarning biki bog'lanish kuchi va ichki ishqalanish burchagini aniqlash.	2	2		2	

18	Yer osti inshootlarini loyihalashni zamonaviy usullari va gruntlarni eksperimental tadqiq qilinishi bilan tanishish.	6	6			6
19	Yer osti inshootlari qurilishini zamonaviy usullari va texnologiyalari bilan tanishish va gruntlarning reologik deformatiyasiylanishini ekspremental jarayonlari bilan tanishish.	6	6			6
		46	46	12	22	12

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Yer osti inshootlarini barpo etishda suvga to'yingan lyoslarning zilzila ta'sirida quyqalanishi.

Suvga to'yingan lyoslarning dinamik turg'unligi buzilishiga oid nazariya asosida quyqalanishning dastlabki va uning vaqt davomida o'zgarish chegarasini aniqlashga oid ishlab chiqilgan nazariy usullar tahlili. Lyoslarning quyqalanish shartlari bilan tanishish. Tebranish jarayonida quyqalanish qatlamining o'zgarishi. Quyqalanishni dastlabki chegarasining o'zgarishiga olib keluvchi omillarni aniqlash.

2-mavzu: Tebranish jarayonida lyos gruntlarning quyqalanish chegarasi.

Suvga to'yingan lyoslarning dinamik turg'unligi buzilishiga oid nazariya asosida quyqalanishning dastlabki va uning vaqt davomida o'zgarish chegarasini aniqlashga oid ishlab chiqilgan nazariy usullar foydalanib quyqalanish chegarasining faol qatlamini aniqlash. Zilzila ta'sirida sodir bo'luvchi tegranning geologik va tektonik sharoitlarda zilzila to'lqinlarining yer qarida tarqalish oqibatida yuzaga keluvchi zo'riqlashlarni aniqlash.

3-mavzu: Zilzila ta'sirida quyqalanish qatlamining o'zgarish

Namlangan lyos zaminlarning syesmik turg'unligini baholash uchun zilzila

ta'sir vaqtiga nisbatan gruntning quyqalanish qatlam qalinligini aniqlash. Grunt qari bo'ylab harakatlanuvchi dinamik bosimning zarralarini muallaqlashtirishga qaratilgan ta'sirini o'rganish.

4-mavzu Yirik bo'lakli gruntlarni eksperimental tadqiq qilishning mazmuni va metodikasi.

Stendni eksperimental o'rnatish tavsifi. Yirik bo'lakli gruntning zichlanuvchanligini oldindan baholash normativ talablar ga muvofiq standart priborda standart zichlashtirish metodi bilan bajarish. Har bir material turi uchun tuzilishning chegaraviy zichliklari aniqlanadi. Yirik bo'lakli gruntlarning deformatsiyalanuvchanligini aniqlash.

5-mavzu: Yirik bo'lakli gruntlarning granulometrik takribini modellashtirish.

Modellashtirishning birinchi varianti. Modellashtirishning ikkinchi modeli. Modellashtirishning uchinchi modeli. Grunt yotqizmasining talab qilingan zichligini aniqlash. Yirik bo'lakli gruntlarning deformativ xossalarini tadqiq qilish.

6-mavzu: Yer osti inshootlarini zilzilabardoshligini nazariy baholashda grunt yopishqoqlik koeffitsiyentining roli. Yer osti inshootlari va ularni mustahkamligini ta'minlash shartlari.

Yumshoq bog'lanish kuchining vaqt davomida ortishi bilan birgalikda grunt zarralarini zichlashuv jarayoni o'rganish. gruntga oid yopishqoqlik koeffitsientini vaqt davomida o'zgarishini kuzatish.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Grunt yotqizmasining talab qilingan zichligini aniqlash.

Gruntlarning mustahkamlik zichligini aniqlash. Grunt bosimning siljishga nisbatan qarshilikka ta'sirini aniqlash

2-amaliy mashg'ulot: Yirik bo'lakli gruntlarning mustahkamlik xarakteristikalarini tadqiq qilish.

Yirik bo'lakli gruntlarning mustahkamligi va siljishga qarshiligini aniqlash.

Gruntlarning siqilishga mustahkamligini aniqlash. Yirik bo‘lakli gruntlarning ishqalanish burchagini aniqlash.

3-amaliy mashg‘ulot: Yirik bo‘lakli gruntlarning deformatsiyalanuvchanligini aniqlash.

Bog‘lanmagan gruntlarning deformatsion xossalarini aniqlash. Yirik bo‘lakli gruntning zichlanuvchanligini oldindan baholash. Bog‘langan gruntlarning deformatsion xossalarini aniqlash

4-amaliy mashg‘ulot: Gruntlarning granulometrik takribini modellashtirish.

Yirik chaqiq toshli gruntlarning granulometrik tarkibi va lyos gruntlarning granulometrik tarkibi modellashtirish, Granulometrik tarkibni aniqlash bo‘yicha qo‘llaniladigan metodikasi.

5-amaliy mashg‘ulot: “Siljish ostonasi”ga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash.

Loyli gruntning deformatsiyasini baholash, Urinma zo‘riqish ta’sirida gruntning deformatsiyasi tezligini va Siljish deformatsiyasining so‘nishini aniqlash

6-amaliy mashg‘ulot: Yer osti inshootlarini barpo etishda gruntlarning reologik deformatiyasini aniqlash.

Loyli gruntlarning zichlik-namlik holatini va yopishqoqlik koefitsientning grunt namligiga bog‘liqligi hamda yumshoq bog‘lanish kuchining namlikka bog‘liqligini aniqlash.

7- amaliy mashg‘ulot Loyli gruntning reologik deformatiyasini baholash.

Loyli gruntning reologik deformatsiyasini baholash, loyli gruntning reologik deformatsiyasini baholash yuzaga keluvchi chegaraviy holatlar hamda gruntlarning reologik deformatsiyasini cheklash.

8- amaliy mashg‘ulot: Yer osti inshoot cho‘kishini baholashda reologik jarayonlarni hisobi.

Mustahkamligini yo‘qotgan gruntning kuchli deformatsiyalanishi natijasida inshootni notekis cho‘kishini rivojlanishi va Deformatsiyalanish jarayonida grunt tarkibidagi biki bog‘lanish kuchini, inshoot cho‘kishini miqdoriy va notekislik jihatidan boshqarib bo‘lmaslik holatni yuzaga kelishi hisobi.

9-amaliy mashg'ulot: Yer osti inshootlari va ularni mustahkamligini ta'minlash shartlari.

Yer osti inshootlari mustahkamligini ta'minlash shartlari, yer osti inshootlari mustahkamligini ta'minlashda yirik bo'lakli jinslarning siljuvchanlik xarakteristikalarini aniqlash hamda inshootlari mustahkamligini ta'minlash yirik bo'lakli gruntning zichlanuvchanligini oldindan baholash.

10-amaliy mashg'ulot: Yer osti inshootlarini mustahkamligini oshirishda gruntlarning bokr bog'lanish kuchi va ichki ishqalanish burchagini aniqlash.

Yer osti inshootlarini mustahkamligini oshirishda gruntlarning bokr bog'lanish kuchini aniqlash, bokr bog'lanish kuchini aniqlashga doir "qayta siljish" usulini qo'llash.

11-amaliy mashg'ulot: Yer osti inshootlarini mustahkamligini oshirishda gruntlarning bokr bog'lanish kuchi va ichki ishqalanish burchagini aniqlash.

Urinma zo'riqish bilan gruntning ichki ishqalanish burchagi orasidagi bog'liqlikni, siljish ostonasi va ichki ishqalanish burchagi orasidagi bog'liqlikni hamda siljish ostonasi va g'ovaklik orasidagi bog'liqlikni aniqlash.

KO'CHMA MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1- ko'chma mashg'ulot: Yer osti inshootlarini loyihalashni zamonaviy usullari va gruntlarni eksperimental tadqiq qilinishi bilan tanishish.

Yer osti inshootlari zaminidagi o'ta namlangan lyossimon va qumli gruntlarning syesmik hodisalar jarayonida reologik xossalarining vaqt davomida o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillar inobatga olib zamonaviy loyihalar bilan tanishib chiqish;

Yer osti inshootlari gruntlari qatlamining chegarasining zilzila jarayonida grunt xossalarini o'zgarishini baxolash usullari bilan tanishish;

Yer osti inshootlari mustahkamligini ta'minlashga oid tadqiqotlar bilan tanishish;

2- ko'chma mashg'ulot: Yer osti inshootlari qurilishini zamonaviy usullari va texnologiyalari bilan tanishish va gruntlarning reologik deformatiyasiyalanishini ekspremental jarayonlari bilan tanishish.

O'tkazilgan tajribalar asosida gruntlarning siljuvchanlik xarakteristikalarini jarayoni bilan yaqindan tanishish;

Tajribalar asosida yirik bo'lakli gruntlarning granulometrik takribini modellashtirish usullari bilan tanishish;

Eksperimental tadqiqotlar dasturi va tajribalarni o'tkazish metodikasi tanishib chiqish;

O'QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:

-ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);

-davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha yechimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);

-bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

“SWOT-TAHLIL” METODI

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalami tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S - (strength)	• kuchli tomonlari
W - (weakness)	• zaif, kuchsiz tomonlari
O - (opportunity)	• imkoniyatlari
T - (threat)	• to‘siqlar

Namuna: Peyzaj uslubida ko‘kalamzorlashtirish.

S Tabiiy manzarani sun’iy tarzda yaratish yuqori mahorat talab etadi.

Daraxt va butalarni erkin usulda joylashtirish imkoniyati mavjud.

Shakl berish murakkab emas.

W Qat’iy qonuniyat yoki tartib mavjud emas.

O Kichik arxitektura shakllaridan keng foydalanish mumkin.

T Parvarishlash texnologiyalarini joylashtirish.

Xulosalash» (Rezyume, Veer) metodi

Metodning maqsadi: Bumetod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakterdagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi.

Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy vaseminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Namuna:

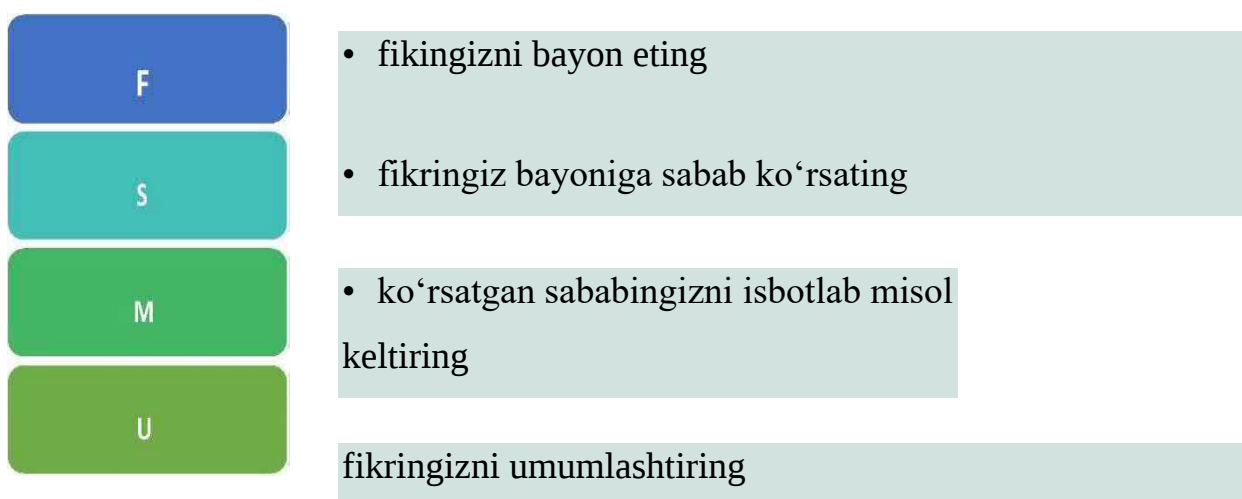
Ko‘kalamzorlashtirish uslublari					
Peyzaj		Regulyar		Aralash	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

“FSMU” METODI

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o‘zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma’ruza mashg‘ulotlarida, mustahkamlashda, o‘tilgan mavzuni so‘rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg‘ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo‘lgan yakuniy xulosa yoki g‘oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog‘ozlarni tarqatiladi:



-ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

Namuna.

Fikr: “Ko‘kalamzorlashtirishda daraxtlarni bir-biridan oziqlanish maydoniga nisbatan joylashtirish kerak”

Topshiriq: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

“ASSESSMENT” METODI

Metodning maqsadi: mazkur metod ta’lim oluvchi Maming bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o‘zlashtirish ko‘rsatkichi va amaliy ko‘nikmalarini tekshirishga yo‘naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta’lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo‘nalishlar (test, amaliy ko‘nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo‘yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment”lardan ma’ruza mashg‘ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o‘rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg‘ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o‘zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o‘z-o‘zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o‘qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o‘quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo‘shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Namuna. Har bir katakdagi to‘g‘ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin



Test

- Landshaft so‘zining ma’nosi?
- A. ko‘rinish
- V. Yer tuzilishi
- S. birlashma



Tushuncha tahlili

- Nyuans tushunchasini tahlil qiling



Qiyosiy tahlil

- Peyzaj va regulyar uslubini tahlil qiling?



Amaliy ko‘nikma

- Hiyobonni balansini hisoblang

“INSERT” METODI

Metodning maqsadi: Mazkur metod o‘quvchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o‘zlashtirilishini yengillashtirish maqsadida qo‘llaniladi, shuningdek, bu metod o‘quvchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o‘taydi.

Metodni amalga oshirish tartibi: o‘qituvchi mashg‘ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan input-matnni tarqatma yoki taqdimot ko‘rinishida tayyorlaydi;

- yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta’lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko‘rinishida namoyish etiladi;
- ta’lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o‘z shaxsiy qarashlarini maxsusbelgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

Belgilar	1-matn	2-matn	3-matn
“V” – tanish ma’lumot			
“?” – mazkur ma’lumotni tushunmadim, izoh kerak.			
“+” bu ma’lumot men uchun yangilik.			
“–” bu fikr yoki mazkur ma’lumotga qarshiman?			

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta’lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo‘lgan ma’lumotlar o‘qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to‘liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg‘ulot yakunlanadi.

Venn Diagrammasi metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o‘qitishni tashkil etish shakli bo‘lib, u ikkita o‘zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali

ko'rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ❖ ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko'rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o'ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- ❖ navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to'rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o'z tahlili bilan guruh a'zolarini tanishtiradilar;
- ❖ juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko'rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-MAVZU: YER OSTI INSHOOTLARINI BARPO ETISHDA SUVGA TO'YINGAN LYOSLARNING ZILZILA TA'SIRIDA QUYQALANISHI.

1.1.Umumiy ma'lumotlar

Ma'lumki, zilzila kuchini aniqlash uchun seysmik shkaladan foydalaniladi (GOST 6249 52). Ushbu shkalada zilzilaning inersiya ta'siri tebranishning eng yuqori tezlanishi (α_s) orqali ifodalanuvchi seysmik koeffitsient (k_s) yordamida shakllangan. Shu bilan bir qatorda ko'plab zilzilalar oqibatida kuzatilgan holatlar, ya'ni gruntli to'g'onlar, qiyaliklar, suv havzalari qirg'oqlari, yer osti inshootlari, tirgovich devor tirkab turgan gruntlarning zichlashuvi, katta - katta maydonlar va ularda barpo etilgan inshootlarning cho'kishi kabi holatlar nafaqat inersiya kuchini, balki tebranayotgan zamin tarkibidagi grunt xossalarini o'zgarishini ham nazarda tutishni taqazo etadi.

Mazkur masala yuzasidan suvga to'yingan lyoslarda barpo etiluvchi inshootlar alohida e'tibor talab etadi, chunki ushbu holatda lyoslar dinamik ta'sirga nisbatan o'ta chidamsiz bo'lib kichik miqdordagi tebranish ham ularni quyqalanishga olib kelishi kuzatilgan.

Me'yoriy xujjatlar (QMQ 2.01.03-96, QMQ 2.02.01-98) ko'rsatmasiga

asosan seysmik rayonlarda barpo etiluvchi inshootlarni zaminning yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha hisoblash talab etiladi. Ammo ushbu talabni, aksariyat hollarda, amaliy kuzatuvlarga mos kelmasligi ko'plab mutaxassislar tomonidan qayd etilgan. Masalan, zamin va poydevorlar dinamikasiga bag'ishlangan Xalqaro III – Konferensiya qarorlarida quyidagi misralarni o'qish mumkin (Toshkent, «Fan», nashriyoti, 1975): "...hisoblashning ushbu talabi ma'lum darajada xaqiqatga mos kelmaydi. Inshoot buzilishiga olib keluvchi poydevorning o'ta darajada cho'kishi holati ko'plab zilzilalar oqibatida kuzatiladi". Mutaxassislarning ushbu va shunga o'xshash fikrlari so'nggi yillarda ro'y bergan kuchli zilzilalar oqibatida o'z tasdig'ini topgan (Niiagata, 1964 y., Alyaska, 1987 y. va b.).

Bu esa, o'z navbatida, zilzila ta'sirida lyoss kabi bo'sh gruntlarning deformatsiyalanishi va uning chegara qamrovini tadqiqotlash masalasiga alohida yondoshishni talab etadi.

Ma'lumki, xarqanday inshootning zaminga nisbatan turg'unligini ta'minlash masalasi poydevor loyihalashda beqiyos darajada muhim o'rin tutadi. Bunda inshootning uzoq muddatli ishlash jarayoni uning zaminida yuzaga keladigan zo'riqishlar miqdoriga emas, balki zaminning deformatsiyasi, ya'ni cho'kishiga bog'liq bo'ladi. Inshootning cho'kishi deganda zamin gruntlarining ostga yo'nalgan siljishi tushuniladi. Shuning uchun inshoot cho'kishini bashoratlash tashqi ta'sir ostida zamin sirti (poydevor osti) ning cho'kishini aniqlashdan iborat.

Hozirgi zamon loyihalash talablariga ko'ra qoya gruntlardan tashqari gruntlarda barpo etiluvchi barcha inshootlar zamin cho'kishining yuqori miqdorini nazarda tutgan holda hisoblanishi shart.

Bu shart quyidagi tengsizliklarni bajarilishini talab etadi :

$$s_x \leq s_{yu} \quad (1.1)$$

$$\Delta s_x \leq \Delta s_{yu} \quad (1.2)$$

bunda s_x - poydevor zamini cho'kishining hisobiy miqdori;

Δs_x - qo'shni poydevorlar cho'kishlari orasidagi farq;

s_{yu} - mazkur poydevor cho'kishi uchun belgilangan yuqori miqdor;

Δs_{yu} - qo'shni poydevorlar uchun belgilangan yuqori cho'kish miqdori.

$s_{yu}, \Delta s_{yu}$ larning miqdori ko'plab inshootlar cho'kishlarini amaliy kuzatishlar asosida tuzilgan me'riy xujjatlarda keltirilgan.

Zamin cho'kishini hisoblashning asosiy shartlaridan biri faol qatlam chegarasini (zichlanuvchan qatlam qalinligini) aniqlashdan iborat. Faol qatlam deganda muvozanat holatda tashqi yuk ta'siridan zamin qa'ridagi gruntning deformatsiyalanuvchi qismi tushuniladi.

Shuni aytish lozimki, faol qatlam qalinligini belgilash hozirgi kunda taqribiy usullar yordamida bajariladi.

Masalan, QMQ.02.01-98 ko'rsatmalariga binoan poydevor tag yuzasidan boshlanuvchi ushbu qatlamning ostki chegarasi $\sigma_z \leq 0,2\sigma_t$ shartni qanoatlantiradigan sathga to'g'ri keladi, ya'ni, ushbu chuqurlikda inshoot og'irligidan yuzaga keluvchi bosim (σ_z) gruntning sof og'irligidan hosil bo'luvchi bosim σ_t ($\sigma_t = \gamma h$, bunda γ -grunt zichligi, h -faol qatlam qalinligi) ning taxminan 20% ni tashkil etishi talab etiladi. Keng yuzali poydevor ostidagi faol qatlam qalinligini esa $\sigma_z \leq 0,5\sigma_t$ shart bo'yicha belgilash tavsiya etiladi.

Faol qatlam qalinligini aniqlashga oid yuqorida keltirilgan ko'rsatmalar, ko'rinib turibdiki, taqribiy va shartli yondoshuvlar asosida tuzilgan. O'z-o'zidan ma'lumki inshoot cho'kishini aniqlashdagi asosiy omillardan bo'lmish faol qatlam qalinligini bunday yondoshuvlar asosida aniqlash ma'lum darajada xatoliklarga olib keladi.

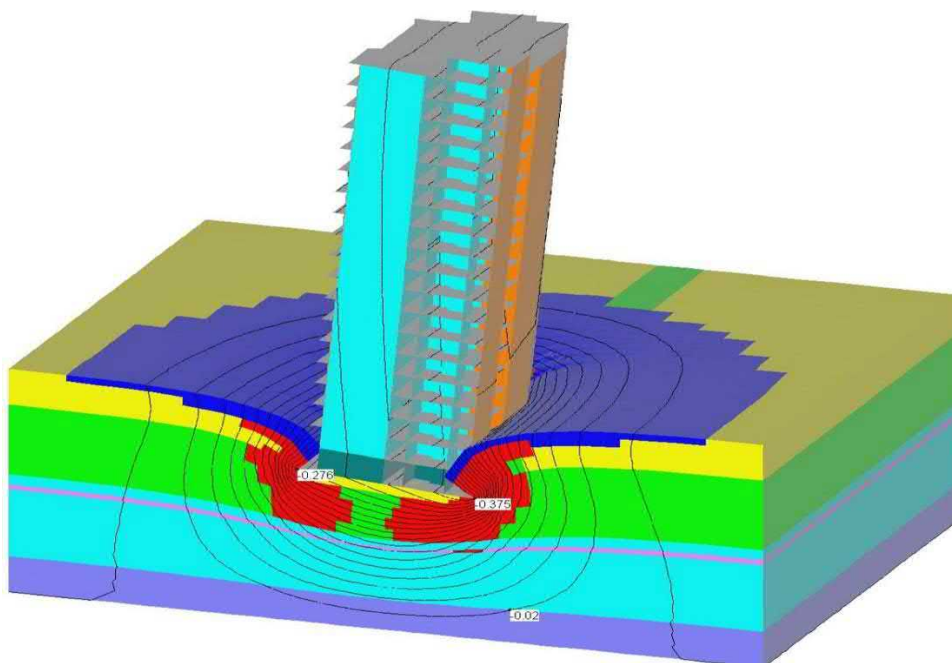
Mazkur masala yuzasidan o'tgan asrdayoq olimlar fikr bildirib, yuqoridan farqli o'laroq takliflar kiritganlar. Masalan N.A.Sitovich faol qatlam qalinligini grunt tuzilmasining mustahkamligi (r_{tm}) yordamida quyidagi shart asosida aniqlashni taklif etadi: $\sigma_z \leq r_{tm}$.

Shu bilan birga inshoot cho'kishining hisobiy miqdori amalda kuzatiladigan ko'rsatkichlardan sezilarli farqlanishi haqida ilmiy adabiyotlardan ko'plab misollar keltirish mumkin. Bu esa, o'z navbatida, faol qatlam chegarasini me'riy xujjatlar talabi asosida hisoblash ma'lum kamchiliklardan holi emasligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Undan tashqari, yuqorida aytilgandek, faol qatlam yuzaga kelishiga ta'sir etuvchi boshqa omillar ham borki, ular zamin va poydevor loyihalash ishlarida e'tiborga olinmaydi. Bunday omillar qatoriga seysmik ta'sir, boshlang'ich bosim gradientining roli, turli texnogen omillar va boshqalarni kiritish mumkin. Faol qatlamlarga nisbatan ularning ta'siri, ba'zi hollarda, inshoot og'irligidan yuzaga keluvchi qatlam qalinligidan birnecha marta yuqori bo'lishi mumkin.

Masalan, 1964 yilda Yaponiyaning Xonsyu orolida yuz bergan zilzila Niiagata shahrining butunlay vayron bo'lishiga olib keldi. Yapon mutaxassislarining ta'kidlashicha suvga to'yingan qumli va loyli gruntlarning zilzila jarayonida birnecha o'n metr chuqurlikkacha quyqalanishi ushbu vayronagarchilikka asosiy sabab bo'lgan. Umumiy talafoti 800 million dollar baholangan binolarning zilzila ta'siridagi notekis deformatsiyasi oqibatida turlicha egilib zamin qa'riga cho'kish holatlari kuzatilgan. Xuddi shunday voqea 1964 yilda AQShning Ankoridj shahrida va 1978 yili Kishinev shahrida gruntning o'ta cho'kishi oqibatida kuzatilgan.

Bunday holatlarni ilmiy adabiyotlarda ko'plab uchratish mumkin. Dinamik ta'sir ostida gruntning cho'kishi inshoot og'irligi ta'siridagi miqdordan birnecha o'n marta ko'p bo'lishi mumkinligi haqida mutaxassislar tomonidan e'tirof etilgan. Ayniqsa suvga to'yingan gruntlarningtebranish jarayonida quyqalanishi bilan bog'liq cho'kishlar seysmik rayonlarda ko'plab kuzatilgan. Yuqorida qayd qilingan holatlar namlangan zaminlarda barpo etiluvchi inshootlarning zilzila ta'sirida qo'shimcha cho'kishi bilan bog'liq omillarni tadqiqotlash, shuningdek, ushbu cho'kishlar yuzaga keladigan faol qatlam qalinligini aniq belgilash masalalari nihoyatda ahamiyatli ekanligini ko'rsatadi.



Shundan kelib chiqqan holda, respublikamiz tegrasida keng tarqalgan lyoss gruntlarning namlangan holatida tebranishi bilan bog‘liq quyqalanish jarayonining qamrovi bo‘lmish faol qatlamni o‘rganishni maqsad qilib qo‘ydik.



Unda mazkur qatlamning dastlabki chegarasini tebranish jarayonida o‘zgarishi mumkinligi haqidagi g‘oyani olg‘a surdik. Bu esa, tebranish jarayonida grunt qa’rida ro‘y beradigan holatlarni o‘rganish bilan bog‘liq murakkab tadqiqotlar o‘tkazishni taqazo etadi.

1.2. Lyosslarning quyqalanish shartlari

Ma'lumki, suvga to'yingan holatdagi qumlar va lyosslar dinamik ta'sir jarayonida quyqalanish xususiyatiga ega. Ushbu muammo yuzasidan o'tgan asrning 50 - yillaridan boshlab nazariy va amaliy izlanishlar olib borilgan. Erishilgan natijalarni amaliyotga tadbiqi o'sha davrda barpo etilgan yirik gidrotexnika inshootlari (Gorkov GES, Kaxov GES, Qayroqqum GES, Norak GES va h.) va ko'plab maishiy - madaniy inshootlarning dinamik ta'sirga nisbatan turg'unligini ta'minlashga xizmat qilgan.

Mazkur izlanishlarni qumli gruntlar ustida olib borishda rus olimlari: Florin V.A., Maslov N.N., Ivanov P.L., Stavnitser L.R., Eysler L.A. ,Krasnikov N.D., Shkitskiy YU.P. va b. xizmatlari katta.

Qumli gruntlarning dinamik turg'unligini tadqiqotlash ishlari xorijiy davlatlar olimlari tomonidan ham keng miqyosda olib borilgan: Seed H.B., Okamura M, Tamura K., Kokusho T., Nigbor R.L , Gergiannou Y.N., Melead H, Chambers R.W. va h. Ular tadqiqotlarining natijasi rus olimlarining hulosalariga yaqin keladi. Shu bilan birga ba'zi muammolar, masalan, dinamik ta'sirda qumlarning zichlanishi, bosim gradienti, dinamik bosimga nisbatan ta'sir etuvchi omillarni nazariy baholashda rus olimlari ma'lum darajada ustunlikka ega. Ammo, H.B.Seedning dinamik masalalarni echishda chegaraviy farqlar usulidan foydalanish yuzasidan olib borgan izlanishlari o'z davrida kata yutuq hisoblangan edi. O'tgan asrning so'nggi yillarida sochiluvchan gruntlarning quyqalanish xususiyatini tadqiqotlashga bag'ishlangan izlanishlar birmuncha rivojlanganligini kuzatish mumkin. Ushbu izlanishlarda "vibro stabilometr" turkumidagi zamonaviy tebranma uskunalardan foydalanganlar. Stavnitser L.R.ning tebranuvchi stabilometrda o'tkazgan tajribalari gruntning quyqalanish jarayonida tashqi yuk ta'sirining kamayishini ko'rsatdi. Bunday holat muallif tomonidan muhit zo'riqishining davriy o'zgarishi bilan izohlanadi. Xuddi shunday holat X.B Sid, Eysler larning tajribalarida ham kuzatilgan edi.



YUqorida qayd etilgan mualliflarning asarlaridan ularning izlanishlari asosan qumli gruntlar ustida olib borilganligini kuzatish mumkin. Shu bilan birga, qumlardan tubdan farqlanuvchi loysimon gruntlar turkumiga oid, o'ta bo'sh tuzilmali lyosslarning quyqalanish xususiyatlarini tadqiqotlash masalasi ushbu izlanishlarda chetda qolib kelgan.

Zilzila sodir bo'luvchi tegrallar geografiyasiga nazar tashlansa ushbu maskanlarda lyoss gruntlari keng tarqalganligini kuzatish mumkin.

Namlangan lyosslarning dinamik ta'sirda quyqalanishiga oid dastlabki tadqiqot ishlari B.P.Qurbonov, Rojdestvenskiy E.D. va Musaelyan A.A. larga tegishli. Ular tomonidan o'tkazilgan tajriba izlanishlari suvga to'yingan lyoss gruntlar tuzilmasini dinamik jihatdan nihoyatda noturg'un ekanligi, nisbatan katta kuchga ega bo'lmagan silkinish jarayonida lyosslar quyqalanishi mumkinligi va bunday holat grunt zichligi, g'ovakligi va dinamik kuchning miqdoriga bog'liqligini ko'rsatgan.

Namlangan lyosslar tuzilmasining dinamik ta'sir jarayonida buzilishi va quyqalanishi bilan bog'liq keng miqyosdagi izlanishlar prof. Rasulov H.Z. va uning shogirdlari tomonidan amalga oshirilgan va bu yo'nalishda sezilarli yutuqlarga erishilgan (Rasulov H.Z., Chastoedov YU.N., Xojmetov G.X. Rasulov R.X., Sodiqov A.X. va b).

Seysmik kuch ta'sirida namlangan lyosslar tuzilmasini buzilishga olib keluvchi fizikoviy - kimyoviy jarayonlar tabiatini chuqur o'rganish natijasida H.Z. Rasulov tomonidan "Namlangan lyosslarning dinamik turg'unligini buzilishi"ga oid nazariya yaratilgan. Ushbu nazariyani amaliyotga tadbqiq etish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazilgan. Shu bilan birga birnecha amaliy usullar: lyossimon gruntlarning seysmik mustahkamligini aniqlash, qurilish maydonining zilzilabardoshligini baholash, inshoot zaminini seysmik ta'sirga nisbatan hisoblash kabi usullar taklif etilgan.

Lyoss gruntlarda barpo etilgan inshootlarning zilzila ta'sirida shikastlanishi H.Z.Rasulovning fikricha tebranish jarayonda zamin qa'ridagi namlangan gruntlar tuzilmasini buzilishi, zarralarning zichlanishi, bu jarayonda grunt g'ovaklarida yuzaga kelgan dinamik bosim ta'sirida gruntning quyqalanishi oqibatida yuzaga keladi.

Hozirgi kunda prof. Rasulov H.Z. va shogirdlari tomonidan ushbu izlanishlar yangidan - yangi ta'sirlarni nazarda tutgan holda davom ettirilmoqda. Mazkur izlanishlar ham shular jumlasidandir.

Dinamik ta'sir jarayonida to'la namlangan lyoss gruntlar mustahkamligining buzilishi hamma vaqt ham yuzaga kelavermaydi, agar bunday holat yuzaga kelsa ham uning buzilish darajasi turlicha bo'lishi xozirgi kunda to'la isbotini topgan holatdir. Bunda dinamik ta'sirning miqdori bilan tebranayotgan gruntning zichlik - namlik holati asosiy omil bo'lib xizmat qiladi.

Namlangan lyosslar tuzilmasining buzilishi oqibatida yuzaga keluvchi jarayon, gruntni shu holatga keltiruvchi dinamik (seysmik) kuchning ma'lum (faol) qismi bilan bog'liq. Zilzilaga nisbatan ushbu ta'sir grunt tezlanishning eng yuqori miqdori bilan ifodalanadi (a_s).

Grunt tuzilmasini buzilishga olib keluvchi zilzilaning faol (hisobiy) qismini a_h orqali belgilab quyidagini yozishimiz mumkin:

$$a_h = a_s - a_m \quad (1.3)$$

bunda a_m — muvozanat tezlanishi.

Zilzila jarayonida grunt mustahkamligi (ishqalanish φ_w va bog'lanish

c_w kuchlari) ni engishga sarflanadigan seysmik tezlanishning qismi muvozanat tezlanishini ifodalaydi. Demak, muvozanat tezlanishining a_m miqdoridan kichik qiymatga ega bo'lgan harqanday tebranishlar jarayonida grunt o'z tuzilmasini saqlaydi. Bu esa, o'z navbatida, ta'sir etuvchi seysmik tezlanishlarning a_m dan kichik bo'lgan barcha qiymatlarida namlangan lyossning siljishga qarshiligi (mustahkamligi) s_{pw} quyidagicha ifodalashga imkon beradi:

$$s_{pw} = \sigma_{din} \operatorname{tg} \varphi_w + c_w, \quad (1.4)$$

bunda σ_{din} – tebranayotgan inshoot va grunt og'irliklaridan qatlam qarida vujudga keluvchi zo'riqishning tik tashkil etuvchisi;

$\operatorname{tg} \varphi_w$ – w namlikdagi gruntning ichki ishqalanish burchagi;

c_w – w namlikdagi gruntning yumshoq bog'lanish kuchi.

1.3 ifodadan muvozanat tezlanishining miqdori qancha yuqori bo'lsa zilzilaning grunt tuzilmasini buzishga sarflanuvchi faol qismi shuncha kichik bo'ladi degan hulosalar kelib chiqadi.

Muvozanat tezlanishi a_m grunt mustahkamligi bilan uzviy bog'lanishda ekanligini Rasulov H.Z.ning quyidagi ifodasi orqali kuzatish mumkin:

$$a_m = \frac{1,57g (\sigma_{din} \operatorname{tg} \varphi_w + c_w)}{\gamma_w H}, \quad (1.5)$$

bunda g – jismning erkin tushish tezlanishi;

γ_w – namlangan gruntning zichligi;

H – tebranayotgan qatlam qalinligi.



Namlangan lyosslarning zilzila jarayonida quyqalanish holati hozirgi kunda ko‘plab tadqiqotlarga asos qilib olingan “Namlangan lyosslarning dinamik turg‘unligini buzilishi nazariyasi” orqali o‘z aksini topadi. Ushbu nazariya quydagilar asosida tashkil topgan: “Namlangan lyosslarga ta’sir etuvchi seysmik kuchlar dastavval grunt zarralari aro bog‘lanish kuchlari (c_w) orqali qabul qilinadi. Tebranish jarayonida gorizontal yo‘nalishdagi seysmik kuchning ta’siri grunt tuzilmasining buzilishida muhim ro‘l o‘ynaydi. Qachonki, siljituvchi zo‘riqishning miqdori zarralararo bog‘lanish kuchlarini engib o‘tmas ekan grunt o‘z yahlitligini saqlagan holatda elastik jism shaklida tebranadi.

Zarralar aro bog‘lanish kuchlari deganda tashqi bosim miqdoridan qat’iy nazar sijishga qarshilik ko‘rsatuvchi grunt zarralari orasidagi bog‘liqliklar tushuniladi.

Tezlanish o‘lchamidagi seysmik ta’sir (a_s)ning miqdori grunt tuzilmasi mustahkamligiga bog‘liq bo‘lgan muvozanat tezlanishidan yuqori bo‘lgan holatdagina zarralararo bog‘lanish kuchlarini buzilishi kuzatiladi. Bunda grunt tuzilmasining buzilish darajasi hisobiy tezlanishni (a_h) miqdoriga va tebranishning davomiyligiga bog‘liq.

Zilzila jarayonida zamin qa’ri bo‘ylab tarqaluvchi bo‘ylama, ko‘ndalang va sayoz to‘lqinlar gruntnig qattiq, suyuq va gazsimon qismlarida siquvchi, cho‘zuvchi

va siljituvchi zo'riqishlar yuzaga keltiradi. Ushbu zo'riqishlar, ma'lum holatda, grunt qa'ri bo'ylab elastik deformasiya bilan bir qatorda qoldiqli deformasiya ham hosil qiladi.

Tebranish jarayonida quyqalanish qatlaminig o'zgarishi

Zilzila jarayonida zamin qa'rida yuzaga keluvchi quyqalanish qatlaminig chuqurligini aniqlash muammosi, yuqorida aytib o'tilgandek, nafaqat inshootning zilziladan cho'kishini, balki unga qarshi muhandislik tadbiri belgilashda nihoyatda katta ahamiyat kasb etadi. Inshootning dinamik turg'unligini baholashga oid ushbu masala, ayniqsa suvga to'yingan lyossli zaminlar uchun katta ahamiyatga ega.

Lyoss gruntlar quyqalanishiga oid izlanishlar natijasi, shuningdek, ushbu mavzuga oid tahlillarimiz va kuzatuvlarga asoslanib zilzila ta'sirida suvga to'yingan lyoss qa'ri bo'ylab yuzaga keluvchi dastlabki quyqalanish qatlaminig chegarasi doimiy bo'lmay, balki tebranish jarayonida o'zgarishi mumkinligi haqida qat'iy fikrga keldik. Ushbu jarayonni to'liq tadqiqotlashga yo'naltirilgan izlanishlarimizni ma'lum yo'nalishga solish maqsadida quyidagi *gipotezani* asos qilib oldik. Uning negzida izlanishlarimizga nazariy va amaliy jihatdan yondoshuv belgiladik. Quyida mazkur gipotezaning asoslari yoritiladi.

Suv o'tkazmaydigan sath ustida joylashgan N qalinlikdagi to'la namlangan bir jinsli lyoss qatlaminig tebranish holatini faraz qilamiz Grunt mustahkamligi bilan bog'liq muvozanat tezlanishi (a_m) chuqurlik bo'yicha gidrostatik holatda ortib boradi deb qabul qilamiz.

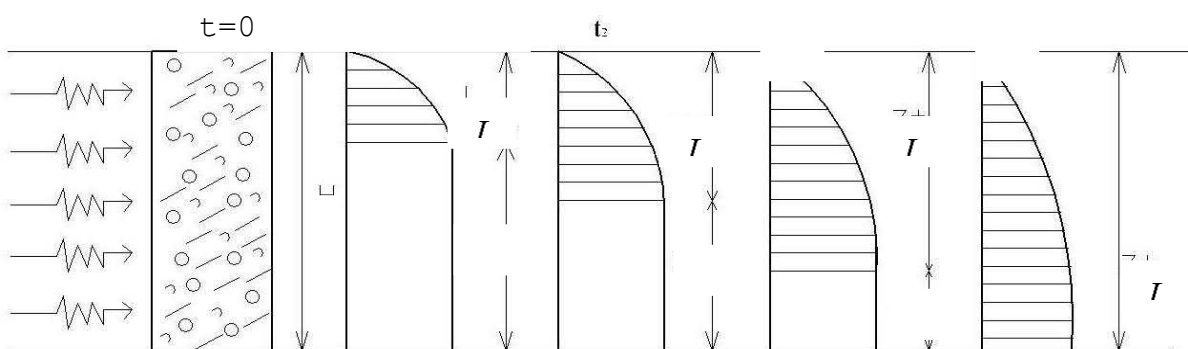
Agar gruntga ta'sir etayotgan zilzilaning miqdori qatlam balandligi bo'ylab o'zgarmas deb qaralsa, ma'lum t_1 vaqt davomida tebranayotgan grunt ni ikki qismga ajralishini, ya'ni faol qism $L_1 (a_s > a_m)$ va muvozanati saqlangan qism $M_1(a_s < a_m)$ larni kuzatish mumkin. Ushbu jarayonda faol qismdagi (L_1) grunt zarralari aro bog'lanish kuchlari susayib, zichlashuv jarayoni boshlanadi.

Bu esa grunt qa'rida murakkab jarayonlarni yuzaga keltiradi, ya'ni zichlanishi mumkin bo'lgan xajmga monand g'ovaklardagi suvlar grunt sirti tomon sizib chiqaboshlaydi va ma'lum miqdorda dinamik bosim h_z bilan shakllanuvchi muallaqlantiruvchi bosim hosil qiladi ($\gamma_w h_z$). Bu holat faol qatlam qa'ridagi

zarralarni muallaq holatga keltirib, qatlamning muvozanat qismini ma'lum darajada yuqoridagi qism og'irligidan holi qiladi. Bu esa, o'z navbatida, ostki qatlamga xos muvozanat tezlanishining miqdorini kamayishiga va uning ma'lum qismini quyqalanish domiga tortilishiga sabab bo'ladi.

Demak, dinamik jarayon muvozanat holatida tebranuvchi bo'lakning ma'lum qismini ham o'z domiga tortishi va quyqalanish qatlam qalinligini ortishiga olib keladi. Faol qatlam qalinligini ortishi esa sizib chiqishi lozim bo'lgan suv xajmini ko'payishi, zarralar aro bog'lanish kuchlarini kamayishi, gruntning muallaq holatini rivojlantirishi, ostki muvozanat qatlamni yuksizlantirishi oqibatida faol qatlamni yanada chuqurlashuviga olib keladi. Mazkur jarayonni to'xtashiga olib keluvchi yangi sharoit (zilzilaning so'nishi, uning qisqa vaqt davom etishi va h.) yuzaga kelgungacha ($t_2, t_3, \dots$) davom etadi, so'ng zarralar zichlashuvi oqibatida gruntning yangi tuzilmasi shakllanadi.

Ushbu gipotezaga asoslangan izlanishlarimizning asosiy maqsadi, ma'lum miqdorli tebranishlar jarayonida grunt qa'ri bo'ylab quyqalanuvchi (faol) qismning yuzaga kelishi va dinamik ta'sir davomida ushbu qatlam chegarasi o'zgarishini tadqiqotlashdan iborat. Bu, o'z navbatida, grunt qa'rida yuz beradigan gidrodinamik o'zgarishlar, zarralar aro bog'lanish kuchlari, grunt zichlanishi, dinamik bosim bilan bog'liq murakkab dinamik tadqiqotlar o'tkazishni talab etadi.



2.1 - rasm. Faol qatlam chegarasining o'zgarishiga oid chizma

Yuqorida aytganimizdek, qatlam qa'ri bo'ylab yuzaga keluvchi seysmik zo'riqish bilan gruntning mustahkamligi orasida ($a_c = a_m$) tenglik yuzaga kelgan sathdan yuqori qism quyqalanish holatida bo'ladi. Grunt qatlamining ushbu qismida, ya'ni faol qatlam qa'rida cho'kish holati yuzaga keladi.

Mazkur holatni keltirib chiqaruvchi asosiy sabablardan biri grunt qa'ri bo'ylab xarakatlanuvchi dinamik bosimning zarralarni muallaqlantirishga yo'naltirilgan ta'siridir.

Natijada zarralar aro yumshoq bog'lanish kuchining buzilishi hisobiga gruntning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishini (masalan, yumshoq holatdan oquvchan holatga) kuzatish mumkin. Lyossning ushbu holati tajribaning boshlang'ich vaqtida jadallashib ma'lum muddatgacha davom etadi, so'ng tebranish jarayonida zarralar o'z og'irligi ta'sirida zichlashuvi oqibatida teskari jarayon kuzatiladi. Bu esa, o'z navbatida, yumshoq bog'lanish kuchining ham asta - sekinlik bilan ortib borishini ta'minlaydi. Ushbu holatni tasvirlangan chizmadan kuzatish mumkin. Lyossimon gruntga xos yumshoq bog'lanish kuchining boshlang'ich miqdori $[c_w(b)]$ 2800 mm/s² ga teng bo'lib 1 min 20 s davom etgan tebranish jarayonida uning miqdori 4,5 marta kamaydi. Tebranishning davom etishi bilan bog'lanish kuchining kamayishi jadallik bilan so'nuvchan xarakterga ega bo'ldi.

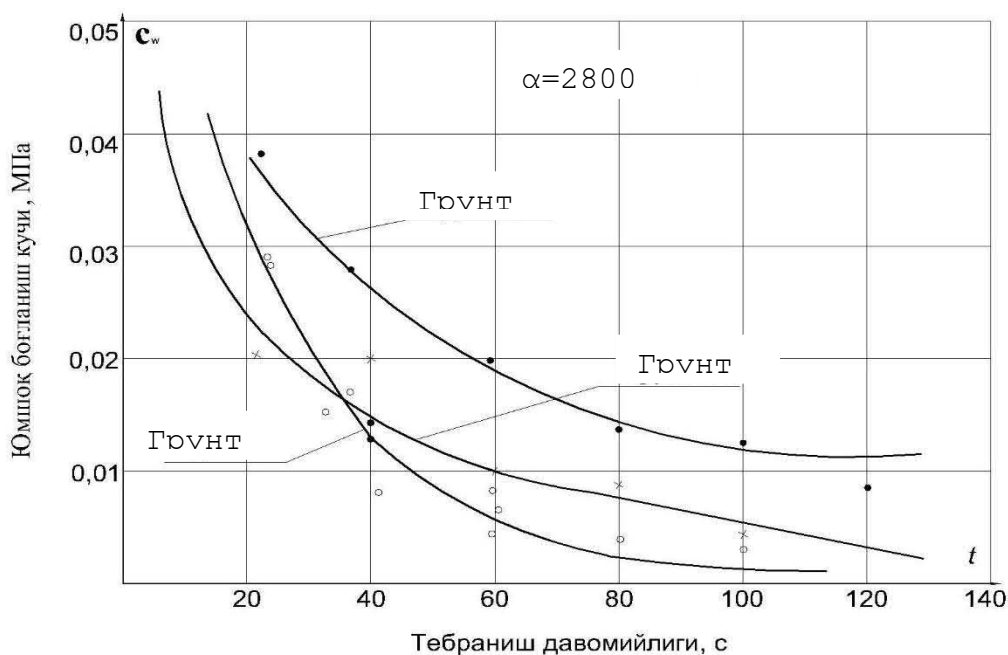
Ko'plab o'tkazilgan tajribalar natijasida yumshoq bog'lanish kuchining kamayishi asosan tebranishning boshlang'ich 20 - 30 sek davriga to'g'ri kelishi kuzatildi.

Shu bilan birga yumshoq bog'lanish kuchining susayishi ma'lum darajada grunt suvlarini xarakatlanuvchi gidrodinamik bosim miqdoriga ham bog'liq. 2.4 - rasmdagi chizmada dinamik bosim o'zgarishini aniqlashga oid tajribalardan birining natijasi tasvirlangan. Undan kuzatilishicha gruntning zichlashuvi natijasida uning g'ovaklaridan siqilib chiquvchi suvdagi bosim 0 dan ma'lum miqdorgacha ortib boradi. Taqqoslash natijalari ushbu muddatni bog'lanish kuchining kamayish vaqtiga mos kelishini tasdiqladi. O'tkazgan tajribalarimiz natijasiga asoslanib, suvga to'yingan lyoss gruntlar tebranishida quyidagi uzluksiz jarayon yuz berishini qayd qilish mumkin:

- grunt qa'rida yumshoq bog'lanish kuchining asta - sekinlik bilan kamayishi;
- bog'lanishi susaygan zarralar siljishi natijasida grunt g'ovaklarida dinamik bosim yuzaga kelishi;
- dinamik bosimning ta'sirida gruntning quyqalanishi.

Grunt qa'rida yuzaga keluvchi gidrodinamik bosim hisobiga uning mustahkamligini kamayishi, o'z navbatida, quyqalanish qatlami chuqurligini ortishiga olib keladi. Bunda asosiy masalalardan biri zilzilaning davomiyligini belgilashdir.

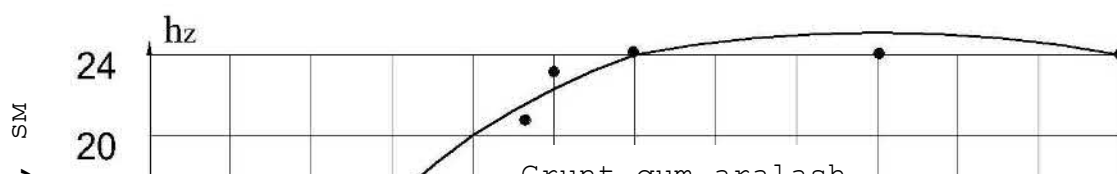
Faol qatlam qa'ridagi grunt quyqalanish holatida bo'ladi va ushbu holatning gruntga ta'siri, yuqorida qayd qilingandek, uning mustahkamligini kamaytiradi.



1.2 - rasm. Yumshoq bog'lanish kuchining tebranish jarayonida o'zgarishi

Agar gruntning mustahkamligi butunlay yo'qolsa (to'liq quyqalanish holati) u o'z sirtida xechqanday yuk ko'taraolmay qoladi, natijada xarqanday yuk ham uning qa'riga cho'kib ketishi mumkin.

Ma'lumki, namlangan lyosslarning quyqalanishi tebranish jarayonida gruntning siljishga qarshiligini $s_{\sigma,w}$ (yumshoq bog'lanish kuchi c_w va zo'riqishning tik ta'sir etuvchisi σ) susayishi, (ba'zi hollarda butunlay buzilishi) hisobiga yuzaga kelishi mutaxassislar o'tkazgan tajribalarida o'z isbotini topgan. Tebranish ta'sirida lyosning siljishga qarshiligini $s_{\sigma,w}$ susayishi, o'z navbatida, zichlanishga taraddudlanayotgan zarralarni muallaq holatga olib keluvchi dinamik bosim h_z hisobiga yuzaga keladi. Ushbu holat quyidagicha izohlanadi:



1.3-rasm. Qatlam qa'ridagi $z=24$ sm chuqurlikda dinamik bosim miqdorini o'zgarishi.

a) namlangan lyosslarning muvozanat sharoitidagi siljishga qarshiligi:

$$s_{muv} = [(p_z + \gamma_w z)] \operatorname{tg} \varphi_w + c_w \quad (a)$$

b) mazkur gruntning dinamik sharoitdagi siljishga qarshiligi:

$$s_{din} = [(p_z + \gamma_w z) - \gamma_c h_{z,t}] \operatorname{tg} \varphi_w + c_{w,t} \quad (b)$$

Grunt sirtida tashqi yuk bo'lmagan holat uchun:

$$s_{din} = (\gamma_w z - \gamma_c h_{z,t}) \operatorname{tg} \varphi_w + c_{w,t} \quad (2.20)$$

Ushbu ifodalardan ko'rinib turibdiki, suvga to'yingan lyossning tebranishi jarayonidagi siljishga qarshiligi zarralar aro yumshoq bog'lanish kuchining vaqt davomida o'zgarishiga va shu bilan bir vaqtda grunt g'ovaklarida harakatlanuvchi va zo'riqishning tik ta'sir etuvchisi miqdorini kamaytiruvchi dinamik bosimga bog'liq bo'lar ekan. Tebranayotgan grunt qa'rining istalgan z chuqurligida xarakatlanuvchi dinamik bosim quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$h_{z,t} = \frac{v_n}{k_f} \left(Hz - \frac{z^2}{2} \right) (e^{-\mu t} - e^{-\lambda t}), \quad (2.21)$$

bunda v_n - tebranish jarayonida gruntning zichlanish tezligini ifodalovchi dinamik zichlanish koeffitsienti $1/s$;

k_f - gruntning suv sizdirish koeffitsienti;

N - tebranayotgan grunt qalinligi;

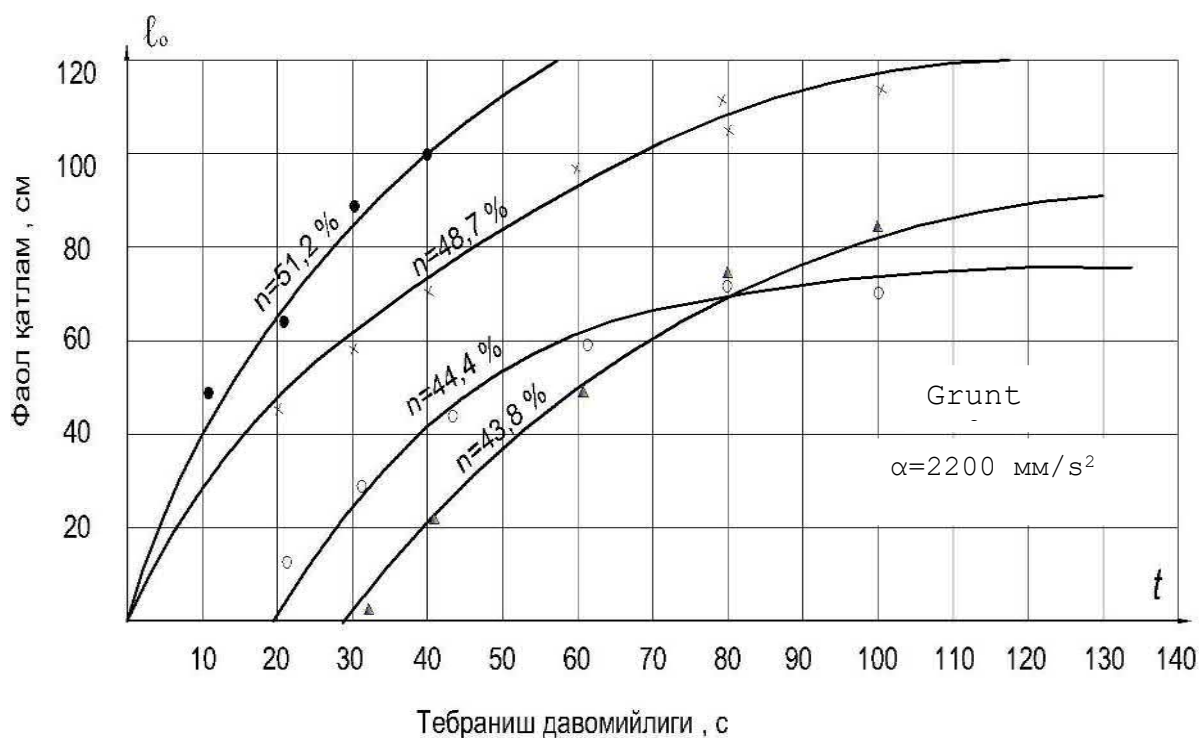
z – grunt qa’rida olingan chuqurlik;

μ, λ - tajriba orqali aniqlanadigan dinamik koeffitsientlar.

2.21 ifodaga e’tibor qaratilsa grunt zarralarini muallaq holatga keltirib, qatlamni quyqalanishga olib keluvchi dinamik bosim asosan dinamik zichlanish koeffitsientining ν_n miqdoriga bog’liq ekan. Haqiqatda ham grunt g’ovaklaridan sizilib chiquvchi suvning tezligi zarralarning zichlanish tezligiga bog’liq ekanligi ko‘plab tadqiqotchilar izlanishlarida o‘z aksini topgan. Demak zichlanish koeffitsienti qancha yuqori bo‘lsa g’ovakdan sizib chiquvchi suvning miqdori ham shuncha ortiq bo‘ladi. Bu esa, o‘z navbatida, qatlamning quyqalanishini oshirib, ostki qatlamlarning ma’lum darajada yuksizlanishiga, oqibatda quyqalanish qatlamini chuqurlashuviga olib keladi. Bu holat o‘z navbatida faol qatlamning tebranish jarayonida chuqurlashuvi ham grunt zarralarining zichlashuv tezligi bilan bog’liq ekanligini ko‘rsatadi.

Ushbu holat $l_t = f(t)$ bog’liqlikni o‘rganishga oid barcha tadqiqotlarimizda o‘z aksini topdi. 2.5-rasmda shunday tajribalardan birining natijasi keltirilgan. Unda, dinamik ta’sirda faol qatlamning vaqt davomida o‘zgarishi avvalo gruntning g’ovakligiga bog’liqligini kuzatish mumkin. G’ovakligi 51,2% dan ziyod bo‘lgan lyossda faol qatlamning o‘zgarish tezligi zich holatdagi gruntga nisbatan (48,7%) birmuncha tezlik bilan amalga oshadi. O‘z navbatida 44,4% g’ovaklikdagi gruntning tezligi esa 43,8% ga nisbatan tezroq amalga oshadi. Shu bilan birga dastlabki faol qatlam yuzaga kelishi ham gruntning zichligiga bog’liq ekanligini ham kuzatish mumkin. Grunt qancha zich holatda bo‘lsa, ya’ni uning siljishga qarshi ko‘rsatkichlarining (φ, c) miqdori qancha yuqori bo‘lsa unda yuzaga keluvchi faol qatlam qalinligi ham shuncha qisqa bo‘ladi.

Bu jarayonda faol qatlamning chuqurlashuv tezligi ham grunt g’ovakligiga bog’liq ekanligini kuzatish mumkin. Bu holat tajribaning boshlang‘ich qismida yaqqol namoyon bo‘ladi.



1.5-rasm. Gruntning turli zichlik holatida faol qatlamning chuqurlashuviga oid chizma

Shu bilan birga, faol qatlamning chuqurlashuvi qumli gruntlarga qarshi o'laroq lyosslarda egri chiziq holatida yuz berishi kuzatildi. Buning boisi grunt tarkibidagi yumshoq bog'lanish kuchlarining ta'siri bo'lsa kerak degan asosli tahminga kelish mumkin.

2-MAVZU: TEBRANISH JARAYONIDA LYOS GRUNTLARNING QUYQALANISH CHEGARASI.

Dinamik ta'sirda grunt qatlamining zo'riqishi

Mazkur masalaning yechimi zilzila sodir bo'luvchi tegranning geologik va tektonik sharoitlarning murakkablik darajasiga bog'liq.

Zilzila to'lqinlarining er qa'rida tarqalishi oqibatida yuzaga keluvchi zo'riqishlarni turli sharoitlarga (bir va turli jinsli fazo, yarimfazo, serqatlam muhit va b.) moslab o'rganishga bag'ishlangan izlanishlar ilmiy adabiyotda etarlicha mavjud.

Shu bilan birga gruntning seysmik zo'riqish holatini baholash muhandislik

amaliyotida o'ta murakkab muammolardan biri hisoblanadi. Muammoning murakkablik darajasi tegranning geologik va gidrogeologik xususiyatlarini o'ziga xosligi bilan birga, bo'lg'usi zilzilaning xarakteri va davomiyligi haqidagi ma'lumotlarni mavjud emasligidir. Ushbu ma'lumotlar, odatda, zilzila sodir bo'lgandan so'ng aniq bo'ladi.

Ma'lumki, seysmik rayonlashtirishga oid izlanishlardan u yoki bu maskanda sodir bo'luvchi zilzilaning balli (seysmik koeffisient), kam hollarda esa kutiladigan zilzilaning spektr tarkibi haqida ma'lumotlar bo'lishi mumkin. Shu bilan birga seysmotektonik izlanishlar yordamida zilzilaning tahminiy o'chog'ini bilish mumkin. Qachonki maydon bo'ylab garmonik tebranishga oid echimlar mavjud bo'lsagina, ushbu ma'lumlardan seysmik to'lqinlar tarqalish burchagi va zilzila o'chog'idagi siljishlar, deformatsiyalar va zo'riqishlarni tahminiy miqdorini aniqlash mumkin.

Tekis to'lqinlar bilan bir jinsli elastik holatdagi gruntdan tashkil topgan fazo orasidagi munosabatga oid masalaning echimi hozirgi vaqtda keng tarqalgan. Ushbu echimlardan nisbatan engil, kam qavatli inshootlar zamini qa'ridagi gruntlar zo'riqishini aniqlashda foydalanish mumkin. Ammo, bunda ham birnecha shartlar mavjud bo'lib ularga javob bergandagina ijobiy natijaga erishiladi. Ushbu shartlar qatoriga inshoot zamini tekis sirtga va qalin qatlamga ega bo'lishi, inshoot zilzila o'chog'idan uzoqda joylashuvi va hokazolarni kiritish mumkin.

Yuqoridagi shartlar bajarilgan holatda tekis siljituvchi seysmik to'lqin tarqalishidan grunt qa'rida yuzaga keluvchi urinma (siljituvchi) zo'riqishini quyidagicha aniqlanadi:

$$u(x,t) = \xi(x-st) \quad (2.1)$$

bunda u - zarraning siljishi;

x —tebranayotgan grunt zarrasining koordinatasi;

s - mazkur grunt qatlami orqali o'tuvchi seysmik to'lqin tezligi;

t - vaqt;

ξ - seysmik to'lqin shaklining funksiyasi.

Agar tarqalayotgan to'lqinni sinusoidal shaklda deb qabul qilsak, yuqoridagi

ifodani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$u(x,t) = u_0 \sin \frac{2\pi}{cT}(x-st), \quad (2.2)$$

bunda u_0 - grunt zarrasining siljish amplitudasi;

T - grunt zarrasining tebranish davri.

2.2 ifodani quyidagi shaklda yozsak:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} = \varepsilon(x,t) = \xi(x-st), \quad (2.3)$$

bunda $\varepsilon(x,t)$ - gruntning nisbiy deformasiyasi.

Undan tashqari

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = v_s(x,t) = -\xi_s(x-st), \quad (2.4)$$

bunda $v_s(x,t)$ - grunt zarrasining siljish tezligi.

2.4 va 2.5 ifodalardan quyidagini hosil qilamiz:

$$\varepsilon(x,t) = -\frac{v_s(x,t)}{s}. \quad (2.5)$$

Ushbu ifodadan biz izlayotgan grunt zarralarini siljituvchi zo‘riqishni hosil qilamiz:

$$\tau_s(x,t) = -\frac{E_g}{s} v_s(x,t), \quad (2.6)$$

bunda E_g - gruntning elastiklik moduli;

v_k – ko‘ndalang seysmik to‘lqin tarqalish tezligi.

Agar zilzila to‘lqinlarini 2.3 ifodaga monand sinusoidal xarakterga ega deb qaralsa zarralarning siljish tezligi $v_s(x,t)$ ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$v_s(x,t) = \frac{T}{2\pi} a_c(x,t), \quad (2.7)$$

bunda $a(x,t)$ - grunt zarralari xarakatining tezlanishi (umumiy holda zilzila aksellerogrammasi).

2.7 ifodadagi

$$\frac{E_g}{s} = v_s \frac{\gamma_w}{g}, \quad (2.8)$$

ekanligini nazarda tutsak tebranayotgan grunt zarralarini siljituvchi zo‘riqishni aniqlashga oid quyidagi yakuniy ifodani hosil qilish mumkin:

$$\tau_s = \frac{\gamma_w}{2\pi g} T v_s a_c, \quad (2.9)$$

Ushbu ifodadan grunt qatlamining tebranishi oqibatida yuzaga keluvchi siljituvchi zo'riqishning miqdori zarralarning xarakat tezligi v_s va zilzila ta'sirida gruntning tezlanishiga a_c bog'liq ekanligini kuzatish mumkin.

Zilzila ta'sirida quyqalanish qatlami

Ma'lumki, lyoss gruntlari to'la namlangan holatda zilzila ta'siriga nisbatan noturg'un hisoblanadi. Bunday holat ularning tebranish jarayonida quyqalanishi, oqibatda kutilmagan qo'shimcha deformatsiya yuzaga kelishi bilan izohlanadi.

Namlangan lyoss zaminlarning seysmik turg'unligini baholash uchun zilzila ta'sir vaqtiga nisbatan gruntning quyqalanish qatlami qalinligini aniqlash muhim o'rin tutadi.

Seysmik kuch ta'siri ostida grunt qatlamining ma'lum chuqurligida $a_s = a_m$ shartning yuzaga kelishi tebranayotgan qatlamni ikki bo'lakka ajratishi haqida yuqorida so'z yuritgan edik. Unda gruntning quyqalanish holati yuzaga keladigan faol qatlam qalinligi (2.1) shartni bajarilishi bilan yuzaga keladi va bu qatlam qa'rida gruntning quyqalanish jarayoni boshlanadi.

Bundan kelib chiqqan holda faol qatlamning ostki chegarasi (2.1) shart asosida grunt qatlamining quyidagi tenglik yuzaga kelgan chuqurlikka to'g'ri keladi:

$$\frac{\gamma_w}{2\pi g} T v_s a_c = \sigma_{din} \operatorname{tg} \varphi_w + c_v, \quad (2.10)$$

bunda c_v – grunt zarralari aro umumiy bog'lanish kuchi

Ushbu muvozanat holatidan faol qatlamning dastlabki chegarasini aniqlash uchun uni bir oz tahlillaymiz. Ma'lumki, σ_{din} ko'rsatkich grunt qatlamining ma'lum chuqurligiga ta'sir etuvchi statik va dinamik kuchlar yig'indisidan hosil bo'luvchi zo'riqishlarni ifodalaydi. Umumiy holda ushbu ko'rsatkich grunt sirtiga qo'yilgan tashqi yukdan (σ_z) va gruntning sof og'irligidan ($\gamma_w z$) yuzaga keluvchi zo'riqishning dinamik holatini ifodalaydi, ya'ni:

$$\sigma_{din} = \sigma_{z,in} + \gamma_w z \quad (2.11)$$

Agar grunt qatlami sirtiga tashqi yuk ta'sir etmasa ($\sigma_{z,in} = 0$), u holda (2.11) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\gamma_w}{2\pi g} T v_s a_c = \gamma_w z \operatorname{tg} \varphi_w + c_v \quad (2.12)$$

Medvedev S.V.ning ta'kidlashicha zilzilaning tebranish davri T turli tegrallar uchun turlicha qiymatga ega bo'lib, maydonning grunt sharoitiga bog'liq bo'ladi [98]. Bir jinsli gruntlar uchun T ning qiymati qatlam qalinligi N va zarralarning tebranish tezligiga bog'liq bo'lishi muallif tomonidan o'tkazilgan ko'plab tajribalarda kuzatilgan, ya'ni:

$$T = \frac{4H}{v_s} \quad (2.13)$$

va

$$\frac{a_c}{g} = k_c \quad (2.14)$$

bunda k_c - seysmik koeffitsient.

(2.13) va (2.14) ifodalarni nazarda tutib (2.13) ni quyidagicha tasvirlash mumkin:

$$0,64 \gamma_w k_s H = \gamma_w z t g \varphi_w + c_v \quad (2.15)$$

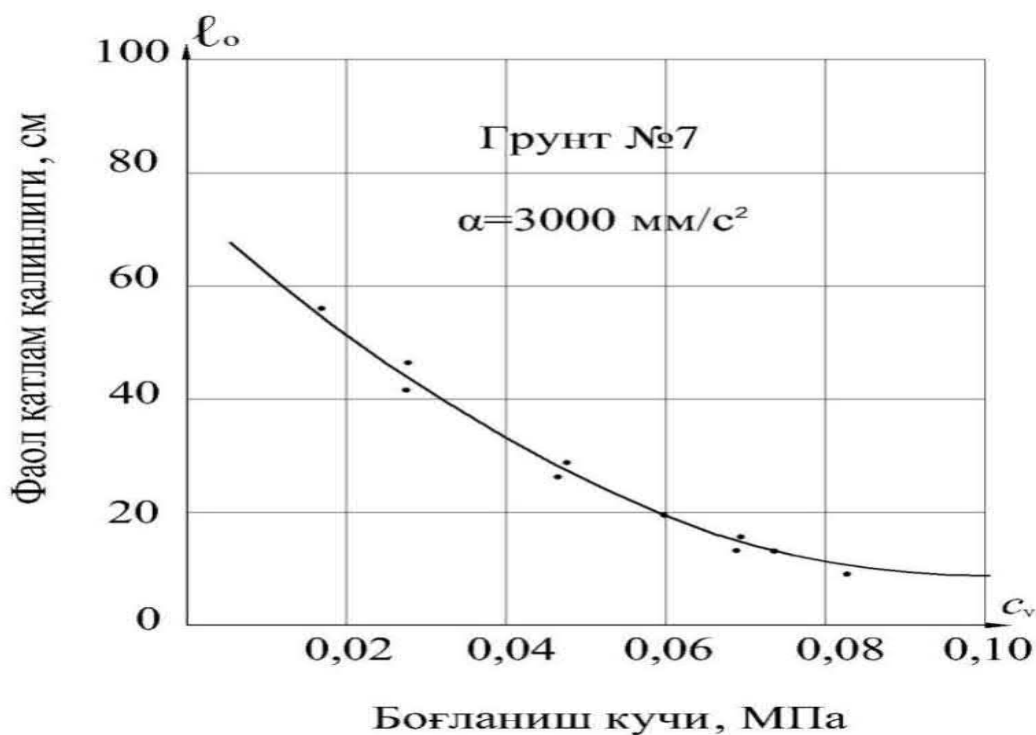
Ushbu tenglikdagi z bizning holatda faol qatlamning chuqurligini (l_0) ifodalaydi. Buni e'tiborga olsak:

$$l_0 = \frac{0,64 k_c \gamma_w H - c_v}{\gamma_w t g \varphi_w} \quad (2.16)$$

(2.17) ifoda har qanday xususiy hol uchun tebranishning boshlang'ich vaqtida ($t=0$) grunt qa'rida yuzaga keluvchi faol qatlamning dastlabki chuqurligini aniqlashga imkon beradi. Undan kuzatilishiga ko'ra, faol qatlam va uning qalinligi avvalo zilzila tezlanishi (a_s)ning miqdoriga bog'liq.

2.1- rasmda tajriba o'tkazilgan lyossimon gruntga xos $l_0 = f(s_v)$ chizma keltirilgan. Undan kuzatilishicha tebranayotgan grunt zarralari orasidagi umumiy bog'lanish kuchi (s_v) miqdorining xarqanday ortishi faol qatlam qalinligini l_0 qisqarishiga olib keladi. Bunday holatni (2.17) ifodadan ham kuzatish mumkin.

Demak, zilzila jarayonida zamin qa'rida yuzaga keluvchi quyqalanish qatlamini aniqlashda grunt zarralari aro bog'lanish kuchi o'ziga xos ahamiyatga ega ekan. Gruntning bog'lanish kuchi ortishi bilan uning mustahkamligi ko'payada.



2.1- рasm. Faol qatlamning dastlabki qalinligi bilan umumiy bog‘lanish kuchi orasidagi bog‘liqlik. Grunt-lyoss

Demak uning seysmik zo‘riqishga qarshiligi ham ortadi. Agar (2.17) ifodadagi umumiy bog‘lanish kuchini tashkil etuvchilarga ajratsak , ya’ni:

$$c_v = c_w + c_b, \quad (2.17)$$

bunda c_w - suv kolloid xususiyatiga ega bo‘lgan yumshoq bog‘lanish kuchi;

c_b - grunt zarralari aro biki bog‘lanish kuchi.

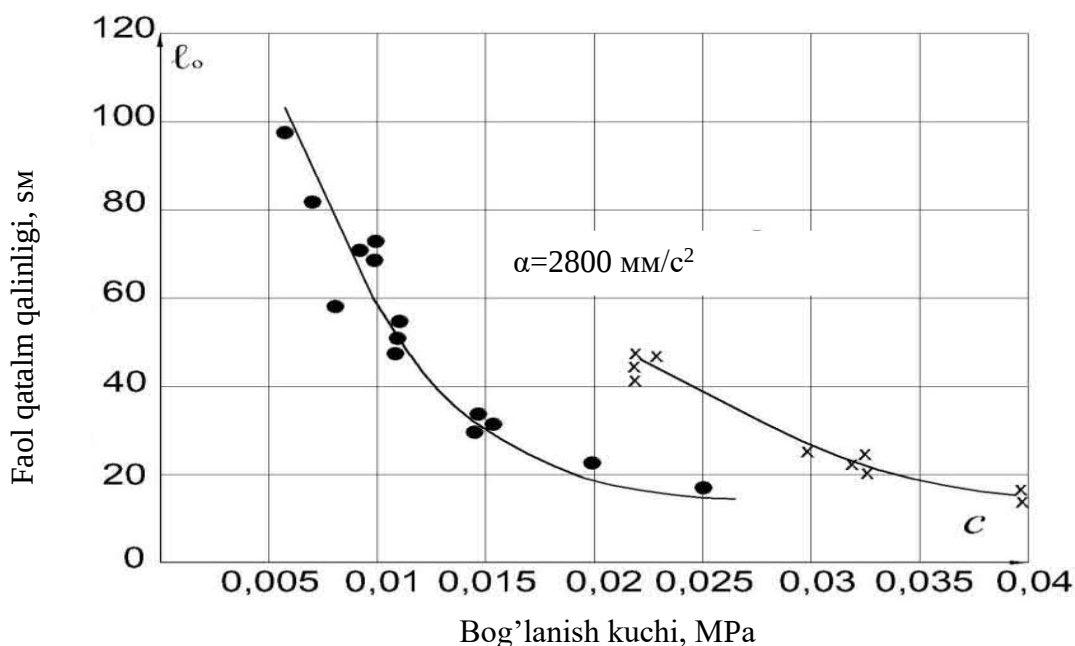
Zamin tarkibidagi gruntning holatiga qarab bog‘lanish kuchlari turlicha bo‘lishini kuzatish mumkin. Unda eng bo‘sh, to‘la namlangan lyosslarning seysmik zo‘riqishga nisbatan qarshiligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\tau^s = c_w \quad (2.18)$$

Bu esa mazkur gruntlarning quyqalanishga nisbatan moyilligini va ularda faol qatlam nisbatan chuqur bo‘lishini ko‘rsatadi.

Gruntning bunday holatida faolqatlam qalinligi faqat yumshoq bog‘lanish kuchiga bog‘liq bo‘lib (uning qiymati 0,1 – 5 MPa), inshoot og‘irligidan yuzaga keluvchi tik zo‘riqishning ta’siri bo‘lmaydi. (2.18) ifoda asosida to‘la namlangan yumshoq holatdagi lyoss gruntlarning dinamik noturg‘unligi haqida hulos qilish mumkin (2.1 rasm). Ushbu hulosaning haqiqatga yaqinligini ilmiy adabiyotlarda

keltirilgan suvgato‘yingan gruntlarda barpo etilgan inshootlarning zilzila oqibatidagi shikastlanishlari haqidagi misollar tasdiqlaydi.



2.2- rasm. Faol qatlamning dastlabki qalinligi va yumshoq bog‘lanish kuchlari orasidagi bog‘liqlik

Kam namlikdagi lyoss gruntlarida esa yuqoridagi holat birmuncha boshqacha kechadi. Ularning tarkibida ishqalanish va biki bog‘lanish kuchlarining mavjudligi xar qanday sharoitda ham faol qatlam chegarasini qisqartiradi.

Tajribalar ko‘rsatishiga ko‘ra ma’lum sharoitlarda 2.17 ifoda yordamida aniqlanadigan quyqalanishning boshlang‘ich chuqurligini grunt qa’ri bo‘ylab ortishini ham kuzatish mumkin.

3-MAVZU: ZILZILA TA’SIRIDA QUYALANISH QATLAMINING O’ZGARISH JARAYONLARI.

Dinamik zichlanish koeffitsientiga ν_n ta’sir etuvchi omillar

Yuqoridagi izohlardan shuni ta’kidlash lozimki dinamik zichlashuv koeffitsienti ν_n suvga to‘yingan lyosslarning asosiy dinamik ko‘rsatkichi hisoblanadi. Uning yuzaga kelishi bilan suvga to‘yingan gruntida nafaqat dastlabki quyqalanish qatlami (L_0), balki tebranish jarayonida ushbu qatlamning ortib borishi (L_t) ham kuzatiladi. Bu esa ushbu ko‘rsatkich haqida to‘liq ma’lumotga ega bo‘lishni taqazo etadi.

Turli grunt namunalari ustida o'tkazgan tajribalarimiz v_n ning miqdori ko'plab omillarga bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Ulardan asosiylari:

- gruntning donadorlik tarkibi, ayniqsa uning jinslilik holati;
- lyoss tarkibida loyli zarralarning miqdori;
- lyoss zarralari sirtining g'adir-budurligi;
- grunt zarralari orasidagi bog'lanish kuchi;
- gruntning dastlabki zichligi (g'ovakligi);
- tashqi ta'sir yukining miqdori;
- dinamik ta'sir tezlanishi;
- dinamik ta'sir ko'rsatkichlari (amplituda, chastota, davr)
- dinamik ta'sir davomiyligi va h.

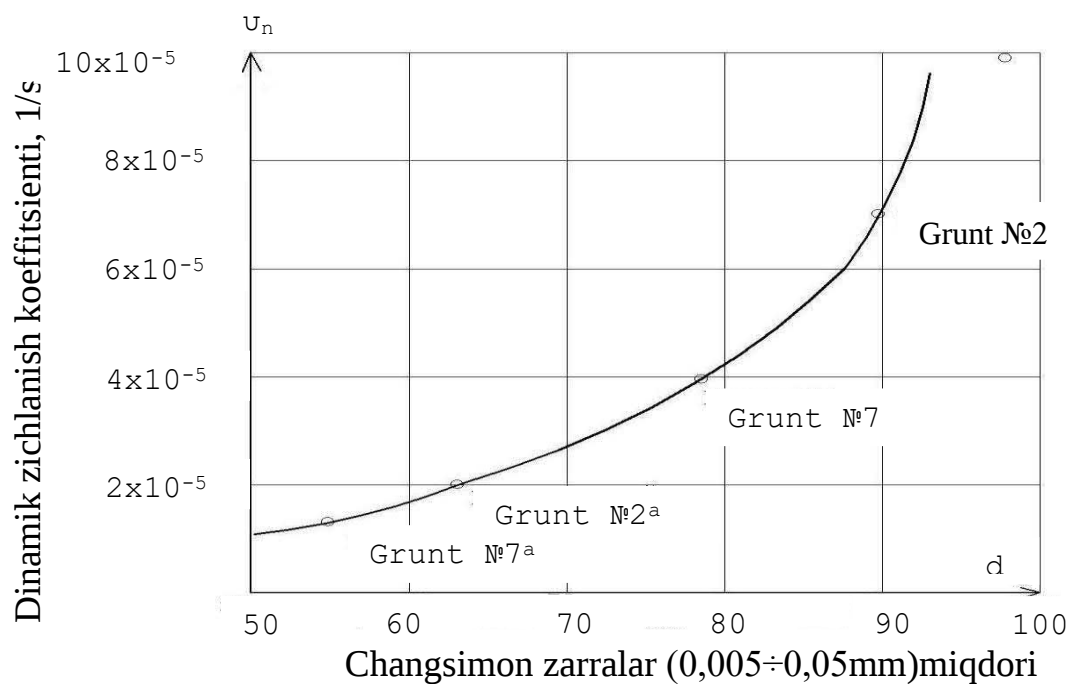
Quyida ushbu omillar ta'sirini o'rganishga oid tadqiqotlarimiz haqida to'xtalib o'tamiz.

Gruntning donadorlik tarkibi

Lyosslarning quyqalanishiga donadorlik tarkibining ta'sirini o'rganish maqsadida turli yiriklikdagi zarralardan tashkil topgan gruntlar tanlab olindi. Ulardan ikkitasi tabiiy holatdagi 2 va 7 raqamlar bilan belgilangan tabiiy tuzilmali gruntlar bo'lsa, qolgan ikkitasi ular asosida turli yiriklikdagi zarralar qo'shib tayyorlangan suniy tuzilmali gruntlardir. Mazkur gruntlar chizmalarda 2^a va 7^a raqamlari orqali belgilangan.

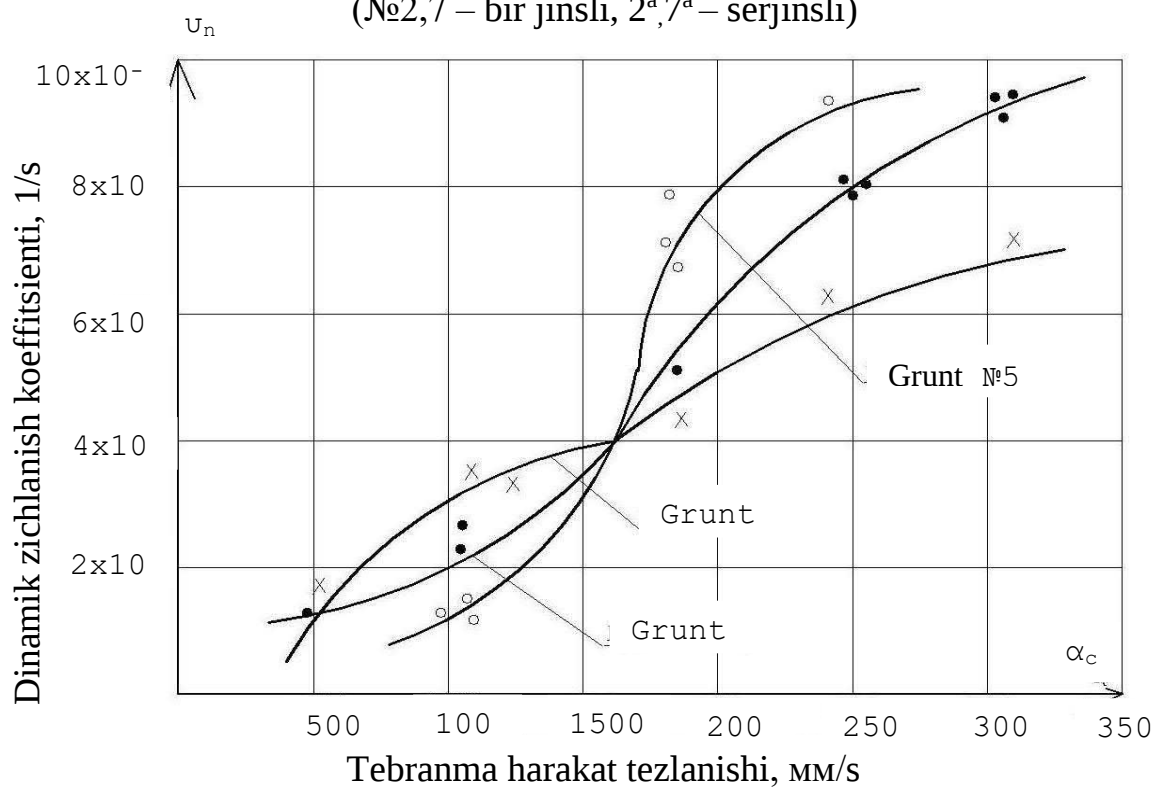
Shunga ahamiyat berish lozimki, tabiiy tuzilmali lyosslarning tarkibida changsimon zarralarning miqdori 76-88 % ni tashkil etadi. Qolgan qismi o'ta mayda qumlar va loysimon zarralardan iborat. Donadorlik tarkibi bo'yicha ushbu gruntlar bir jinsli hisoblanadi. Ulardan farqli o'laroq, sun'iy tayyorlangan gruntlar tarkibi turli zarralar aralashmasidan tashkil topib, masalan 7^a raqamli gruntda changsimon zarralar (31%), mayda zarrali qumlar (40%), o'rtacha zarrali qumlar (17%), yirik zarrali qumlar (14%), qolgan qismi esa loysimon zarralardan iborat. Donadorlik tarkibi bo'yicha sun'iy tayyorlangan gruntlar serjins hisoblanadi.

Grunt zichlanishida uning donadorlik tarkibini roli dastlabki tajribalarimizdanoq ko'zga tashlana bordi.



3.1-rasm. Dinamik zichlashuv koeffitsientining grunt donadorligiga bog‘liqligi.

(№2,7 – bir jinsli, 2^a,7^a – serjinsli)



3.2-rasm $u_n=f(\alpha)$ bog‘liqlik chizma

(Grunt №5-alyuviiy, №10-delyuviiy, №4-prolyuviiy).

Unda turli donadorlik tarkibga ega bo‘lgan gruntlar ustida o‘tkazgan tajribalarimizdan namuna keltirilgan. Chizmadan kuzatilishicha tabiiy tuzilmali bir

jinsli lyosslar (2,7) suniy tayyorlangan serjins ($2^a, 7^a$) gruntlarga nisbatan birmuncha ortiq zichlanishlik xususiyatini namoyon qildi. Undan tashqari birjinsli lyosslarning boshlang'ich g'ovaklik holati serjinslarga qaraganda birmuncha yuqori qiymatga ekanligini ham kuzatish mumkin. 4.1 turkumidagi chizmalarning tahlili lyosslarning dinamik hossalarni, ayniqsa ularning zichlanishlik xususiyatini o'rganishda har bir grunt alohida tadqiqotlanishi lozim degan hulosaga olib keladi. Bunda muqobillikka yo'l qo'yish maqsadga muvofiq emas.

Zarralar sirtining g'adir-budurligi

O'tgan asrning 50 yillarida prof. Maslov N.N. suvga to'yingan qumlarning dinamik xususiyatini o'rganish ustida izlanishlar olib borish jarayonida grunt zarralari sirtining g'adir - budirligi uning zichlanishida muhim o'rin tutadi degan hulosaga kelgan edi. Mazkur masalaga keyinchalik ham e'tibor qaratilgan. Ularning barchasi ham tajribalarda yuqoridagi holatni kuzatganlar.

Qumlarning bunday xususiyati lyosslarda qanday aks etishini o'rganish maqsadida birnecha tajribalar o'tkazdik. Buning uchun 4, 5 va 10 raqamli gruntlar tanlab olindi. Genezis jihatdan ushbu gruntlar allyuviiy (5), delyuviiy (10) va prolyuviiy (4) turkumiga mansub bo'lgani bois, ular zarralarining sirti turli g'adir - budirlikka ega. Ularning ichida eng silliq zarralari delyuviiy sharoitida hosil topgan 10 grunt bo'lib, eng notekisi allyuviiy sharoitda yuzaga kelgan 5 gruntdir.

Dinamik zichlanish koeffitsienti bilan grunt zarralarining sirti orasidagi bog'liqlik 3.2 rasmda tasvirlangan. Undan ma'lum dinamik ta'sir ostida lyossning zichlanishi va u bilan bog'liq bo'lgan dinamik zichlanish koeffitsientining miqdori zarra sirtining g'adir-budirligi oshgan sari kamayishi kuzatiladi. Shu bilan birga koeffitsient v_n silliq sirtli eol lyosslarida eng yuqori miqdorga ega bo'lib, qumli gruntlar ustida ilgari o'tkazilgan tajribalar natijasini lyosslarda qo'llash mumkinligini isbotlaydi.

Grunt tarkibida loyli zarralarning miqdori

Ma'lumki grunt tarkibida loyli zarralar qancha ko'p bo'lsa, unda yuzaga keluvchi bog'lanish kuchlarining miqdori shuncha ortadi. Bog'lanish kuchlarining mavjudligi esa grunt mustahkamligini oshiradi. Bu esa, o'z navbatida, gruntning

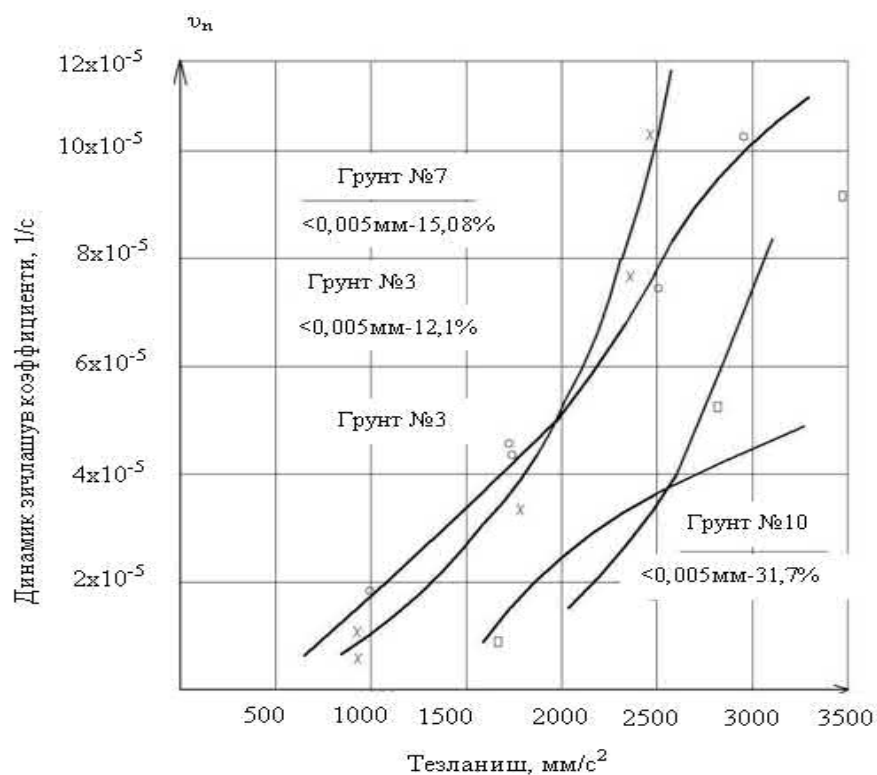
dinamik sharoitda zichlanishini kamaytiradi. Bundan grunt tarkibida loyli zarralarning mavjudligi dinamik zichlanish koeffitsientining v_n miqdorini kamaytiradi degan hulosaga kelish mumkin.

Tarkibida loysimon zarralar turli miqdorda bo'lgan lyosslar ustida o'tkazgan tajribalarimiz yuqoridagi hulosani to'raligicha tasdiqladi.

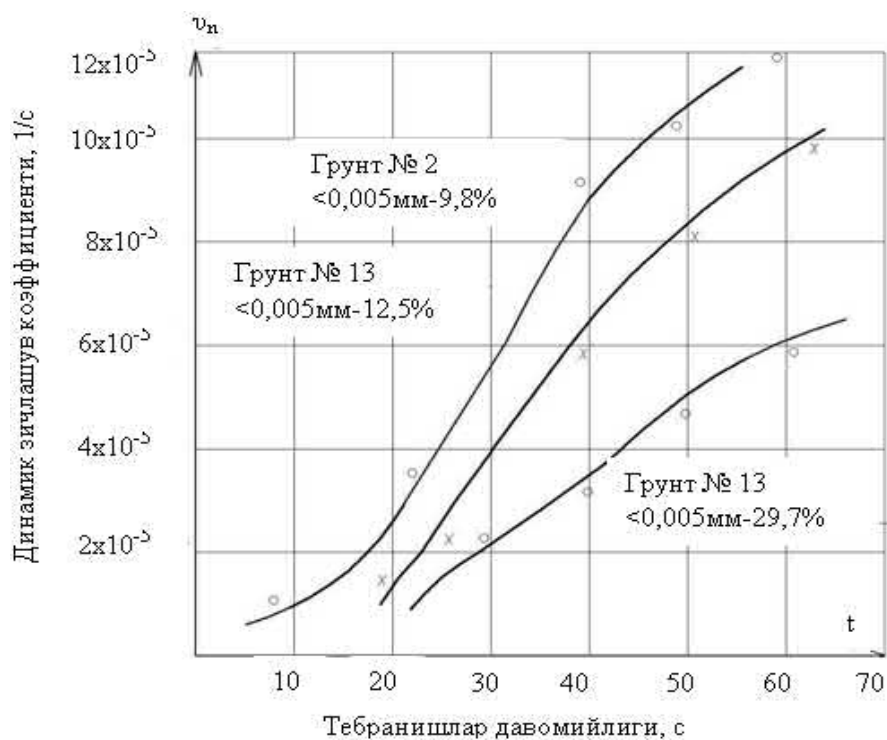
3.3 va 3.4 rasmlardagi chizmalarga murojaat qilamiz. Ulardan kuzatilishicha loyli zarralarning miqdori ortishi bilan dinamik zichlanish koeffitsienti sezilarli kamayadi. Masalan, 3.3 rasmda tasvirlangan $v_n = f(a_c)$ bog'lanishga e'tibor qaratsak, tarkibida loyli zarralarning miqdori 15,08% bo'lgan 7 raqamli gruntning zichlanish tezligi №1 (22,85%) va №10 (31,7%) gruntlarga nisbatan birmuncha ortiqqligini kuzatishimiz mumkin. Xuddi shunda holat 3.4 rasmda ham namoyon bo'ladi. Unda v_n ning miqdori loyli zarralarga bog'liq ravishda kamayishi yaqqol ko'rinadi. Qizig'i shundaki, loysimon zarralar v_n ning vaqt davomida o'zgarishiga ham ta'sirini ko'rsatadi.

Zarralar orasidagi bog'lanish kuchi

O'tgan asrning 70-yillarida H.Z. Rasulov tomonidan o'tkazilgan tajribalar natijasini tahlillash jarayonida bir xil zichlikka ega bo'lgan bog'lanishli gruntlarda dinamik zichlashuv koeffitsientining miqdori turlicha ekanligi aniqlangan edi.



3.3- rasm. Dinamik zichlashuv koeffitsientini grunt tarkibidagi loyli zarralar miqdoriga bog'liqligi.



3.4 - rasm. Dinamik zichlashuv koeffitsientining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Muallif bunday holatni zarralar aro bog'lanish kuchlarining tabiati bilan izohlagan edi. Masalan, quruq holatdagi lyosslarda dinamik zichlanish koeffitsienti v_n asosan bog'lanish kuchlarining mustahkamligi, grunt zichligi va dinamik ta'sir kuchi bilan bog'liq ekanligi aniqlangan (3.5 rasm). Namlangan holatdagi lyosslar uchun esa ushbu

bog‘liqlik birmuncha murakkab bo‘lib, unda grunt mustahkamligini ta‘minlovchi omillarning ta‘siri asosiy rol o‘ynaydi. Bunda v_n ning miqdori ushbu omillarning vaqt davomida buzilish darajasi bilan bog‘liqligi qayd etilgan.

Turli lyosslarning tebranish jarayonidagi holatini tahlillash natijasi ushbu bog‘liqlik suvga to‘yingan lyosslar uchun alohida ahamiyat kasb etishini ko‘rsatdi. Taklif etilgan gipotezaning negzida quyqalanish yuzaga kelishi uchun grunt mustahkamligi bilan seysmik zo‘riqish qarama qarshi qilib qo‘yilgan. Bunday holatda gruntning zichlanishi uning mustahkamligini kamayishi hisobiga ro‘y beradi. Tebranayotgan lyossning mustahkamligi esa zarralar aro bog‘lanish kuchlari bilan bog‘liq. Shundan kelib chiqib aytish mumkinki, agar tebranayotgan lyoss zarralari orasidagi bog‘lanish kuchi saqlanar ekan unda zichlanish jarayoni yuzaga kelmaydi. Qachonki ushbu kuchlar buzilishi bilan grunt ma‘lum tezlikda v_n zichlana boshlaydi.

Ushbu masala yuzasidan ko‘plab tajribalar o‘tkazdik. Ularda qo‘yilgan vazifadan biri tebranayotgan gruntning zichlashuv tezligi bilan zarralar aro bog‘lanish kuchlarining tabiati orasidagi bog‘liqlikni aniqlashga qaratildi.

Yuqoridagi ifodaga asosan gruntning zarralar aro bog‘lanish kuchlari ikki turli bo‘ladi. Ulardan biri gruntga qattqlik xususiyatini baxolovchi kristall holatdagi bikr bog‘lanish kuchlari s_s . Nisbatan mustahkam bo‘lgan ($>5\text{MPa}$) ushbu kuchlar buzilgach, qayta tiklanmas xususiyatga ega, ular asosan qoya gruntlarda namoyon bo‘ladi. N.N. Maslovning ta‘kidlashiga ko‘ra bikr bog‘lanish kuchlari grunt zarralari sirtida elektr tabiatli ion xususiyatga ega bo‘lgan bog‘lanishlarning mavjudligi oqibatida yuzaga keladi. Gruntlarda ushbu bog‘lanishlarning mavjudligi ularni qattiq jism shakliga monand qiladi. Bikr bog‘lanish kuchlari qoyadan boshqa gruntlarning zich va kam namlangan holatlarida ham u yoki bu ko‘rinishda uchrashi mumkin.

Ushbu kuchlar quruq holatdagi lyosslarda ham tuz kristallari sifatida kuzatiladi. Suv ta‘siriga chidamsiz kristall holatdagi birikmalardan tashkil topgan ushbu bog‘lanish kuchlari, ma‘lum darajada lyosslarga qattqlik xususiyatini bag‘ishlaydi. Shu sababli quruq holatdagi lyosslar tik nishabni bemalol saqlab turishlari mumkin.

Bikr bog‘lanish kuchlarining yana bir o‘ziga xususiyati ma‘lum dinamik ta‘sir ostida ular buzilgach, gruntning zichlanish jarayoni uzoq cho‘zilmaydi va tezda yakun topadi (3.6 rasm).

Grunt tarkibidagi ikkinchi bog‘lanish kuchlari yumshoq shaklda bo‘lib (c_w) barcha loysimon (lyoss ham shu toifaga kiradi) gruntlarning namlik holatiga mansubdir.

Yumshoq bog‘lanishlar biki bog‘lanishlardan farqli o‘laroq o‘z holiga qayta tiklanuvchan xususiyatga ega.

Dinamik ta’sir davomiyligi

Tebranish jarayonida dinamik zichlanish koeffitsientining o‘zgarishi zarralar aro bog‘lanish kuchlarining buzilish tezligiga bog‘liq ekanligi H.Z.Rasulov tomonidan bir necha marta qayd etilgan. Bog‘lanish kuchlari qancha tez buzilsa v_n ning miqdori ham shuncha oshib borishi holati bizning tajribalarimizda ham o‘z aksini topdi.

changsimon zarrali (80%) gruntlarga xos $v_n = f(t)$ bog‘lanish tasvirlangan. Undan kuzatilishicha ushbu bog‘lanish chiziqli shaklda namoyon bo‘ladi. Ammo grunt tarkibida turli o‘lchamlar miqdori ortishi bilan, ayniqsa loysimon zarralar ($<0,005$ mm) ko‘payishi bilan ushbu bog‘lanish birmuncha murakkab egri chiziq shaklida o‘zgarib boradi.

Grunt zichlanishining chuqurlik bo‘ylab o‘zgarishi

Ma’lumki, xarqanday grunt og‘irligining ta’siri chuqurlik bo‘ylab oshib boradi. Agar ma’lum qalinlikdagi qatlam bo‘ylab o‘zgarimas miqdorli dinamik kuch (zilzila) ta’sir etgan holatga nazar tashlasak, tebranish jarayonida gruntning quyqalanishi uning yuqori qismidan boshlanib ostga tomon so‘nishini tasavvur qilish mumkin.

Shu bilan birga yuqori qismdagi zarralarning quyqalanishi oqibatida yuzaga keladigan muallaq holat oski qismdagi zarralarni yuksizlantirishi haqida yuqorida so‘z yuritgan edik. Bu jarayonda gruntning zichlanish tezligi ma’lum vaqtgacha deyarli boshlang‘ich miqdorini saqlaydi deb faraz qilish mumkin. Ushbu tahminni o‘rganish maqsadida o‘tkazgan tajribalarimizdan namuna sifatida 4.19 rasm ilova qilinadi.

Mazkur chizmadan kuzatilishicha quyqalanish qatlami qa’ridagi gruntning zichlanish tezligini o‘zgarimas miqdor deb qabul qilinsa amaliy hisoblashlarda katta xatoga yo‘l qo‘yilmaydi deb qabul qilish mumkin.

Faol qatlam qalinligini o‘zgarishi

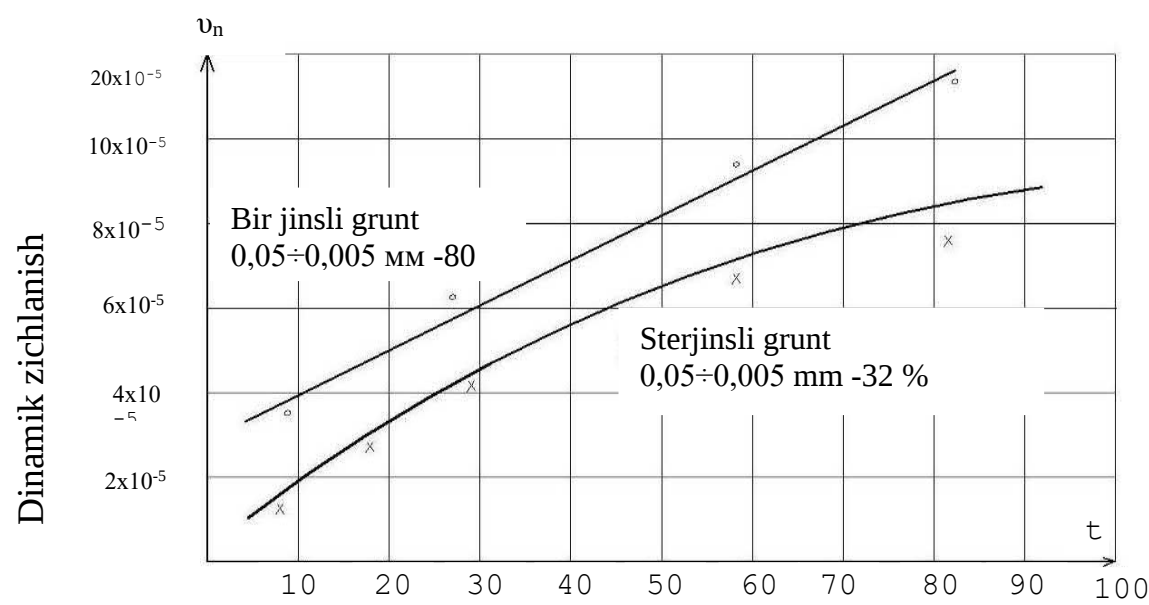
Dinamik zichlanish koeffitsientini o‘rganishga oid yuqorida aks etgan tajribalarimiz natijasidan ko‘rinib turibdiki, ushbu ko‘rsatkich o‘ta murakkab xususiyatga ega bo‘lib o‘ndan ortiq omillarni o‘zida jamlashtiradi.

Shuning uchun ham harqanday xususiy hol uchun dinamik zichlanish koeffitsienti v_n ning miqdorini tajriba yo‘li bilan aniqlash talab etiladi. Unga nisbatan ham hech qanday muqobil qo‘llash mumkin emas.

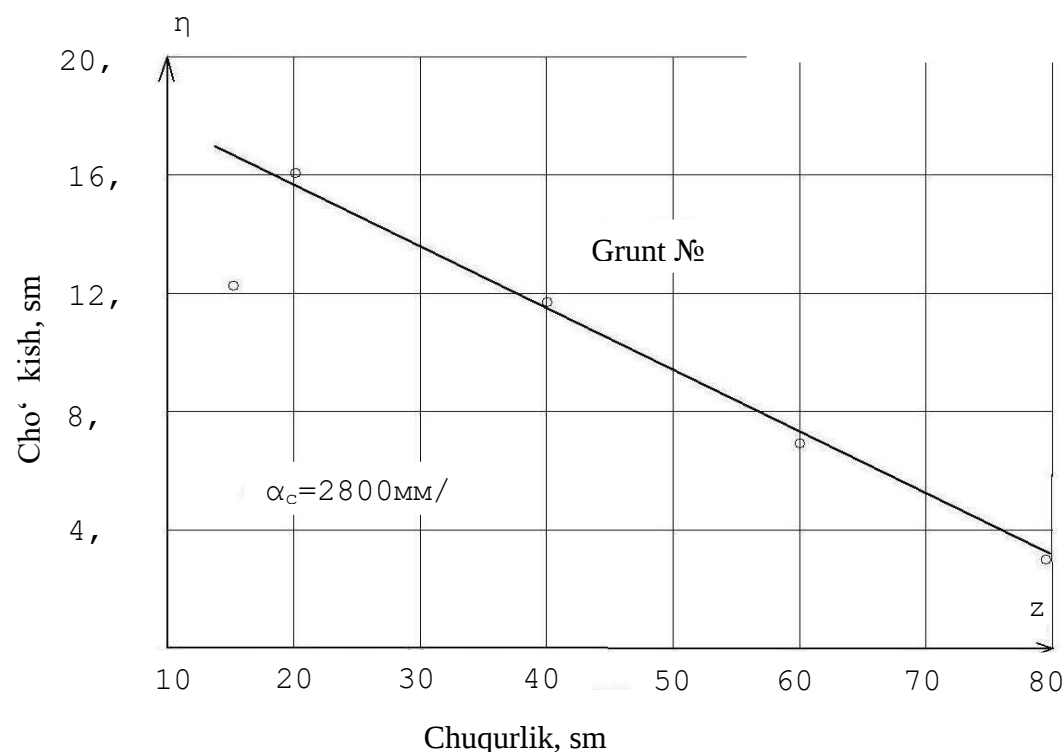
Namlangan lyoss gruntlari ustida o‘tkazgan ko‘plab turli - tuman tajribalarimizning tahlili faol qatlam chuqurlashuvini vaqt bo‘yicha chiziqli holatga yaqin

ekanligini ko‘rsatdi.

4.20 rasmga e‘tiborni qaratamiz. Unda bir hil zichlikdagi gruntlarga o‘zgarmas miqdorli tezlanish bilan ta’sir etganda faol qatlamning chuqurlashuv jarayoni ifodalangan. Grunt mustahkamligi turlicha bo‘lishiga qaramay qatlamlarning chuqurlashuvi o‘zaro monand ravishda kechadi. Ushbu bog‘liqlik ma’lum gruntning turli zichlik holatida ham namoyon bo‘lishini 4.21 rasmdan kuzatishimiz mumkin.



3.5 rasm. Dinimik zichlanish ko'effitsienti miqdorining tebranish jarayonida o'zgarishi.

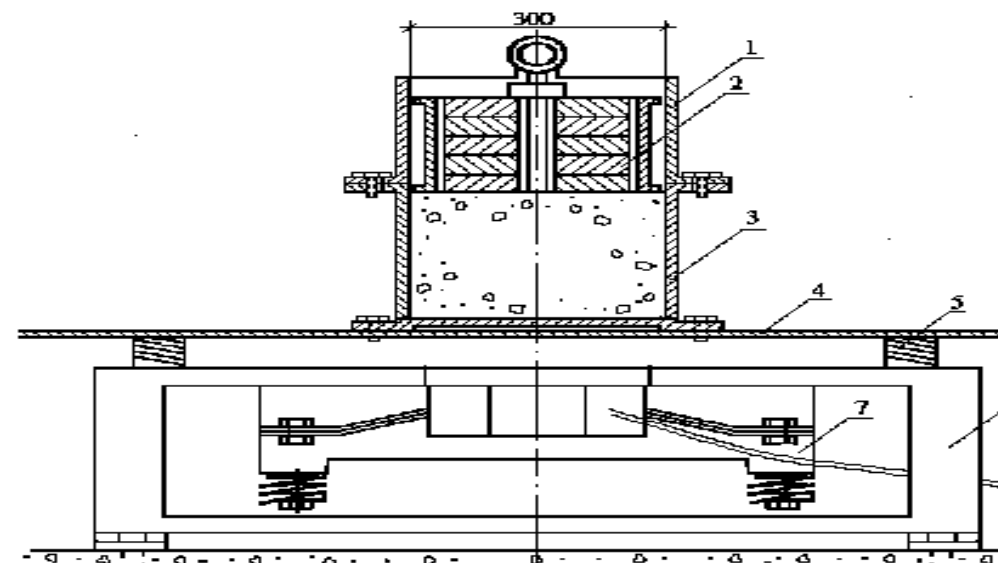


3.6- rasm. Tebranish jarayonida gruntning chuqurlik bo‘ylab cho‘kishi.

4-MAVZU: YIRIK BO‘LAKLI GRUNTLARNI EKSPERIMENTAL TADQIQ QILISHNING MAZMUNI VA METODIKASI. YIRIK BO‘LAKLI GRUNTLARNING DEFORMATSIYALANUVCHANLIGI (DEFORMATIVLIGI).

Yirik bo‘lakli gruntning zichlanuvchanligini oldindan baholash normativ talablar [OST-34-72-646-83]ga muvofiq standart priborda standart zichlashtirish metodi bilan bajariladi (4.1-rasm). Har bir material turi uchun tuzilishning chegaraviy zichliklari $\rho_d^{min}; \rho_d^{max}$) aniqlanadi.

Bunda alohida fraksiyalarning o‘lchamlari 700-1000 mm gacha yetadi. Bu o‘z navbatida eksperimentatorlarni yirik bo‘lakli gruntlarni laboratoriya sharoitlarida mexanik tadqiq qilishda naturaviy gruntning donali tarkiblarini modellashtirishga o‘tkazishga va modeli aralashmalarda eksperimental tadqiqotlarni bajarishga majbur etadi.



4.1-rasm. Gruntni titratib (vibratsion) zichlashtirish o‘rnatmasi:

1-yo‘naltiruvchi silindr; 2-yuklash; 3-konteyner; 4-metall plita; 5-prujina;
6-rama; 7-titratgich (vibrator)

Priborda sinalayotgan namunaning o‘lchami grunt aralashmasiga kiritilishi mumkin bo‘lgan maksimal fraksiyalar o‘lchamini aniqlaydi. Yirik bo‘lakli gruntlarni tadqiq qilishdan erishilgan tajribani umumlashtirish namuna diametrining maksimal fraksiyaga nisbati beshdan kichik $d_{pr} \geq 5d_{max}$ bo‘lmasligi kerak degan xulosaga kelish imkonini berdi. Standart ($d=300$ mm) pribor uchun fraksiyalarning maksimal o‘lchami 60 mm ga teng va undan oshmasligi zarur.

Modelli aralashmalarning donali tarkibini belgilashda ularda 5 mm yoki 10 mm dan kichik fraksiyalarning foizli nisbatini saqlash lozim. Shunday qilib, modeli aralashmaning donali tarkibini ifodalovchi grafikda ikki nuqta - mayda fraksiya va yirik (maksimal) fraksiya belgilangan.

Bunday holda fraksiyalarni 10 dan 60 mm gacha belgilashning ixtiyoriyligini rad etuvchi modellashtirish usulidan foydalanilgan.

Modellashtirish usuli shundan iboratki, bunda naturaviy gruntning donali tarkibidagi fraksiyalar diametri naturaviy gruntga mos tarzda modeli aralashma fraksiyalarigacha o'tkazish koeffitsienti " K_i " yordamida kamaytiriladi:

$$d^{\text{mod}} = \frac{d^{\text{nat}}}{K_i}, \quad (4.1)$$

bu yerda d^{mod} va d^{nat} – zarralar diametri bo'lib, ulardan kichik zarralar naturaviy gruntga " i " % miqdorda bo'ladi, shu vaqtning o'zida modeli aralashmada ham xuddi shunday miqdorda bo'ladi; K_i – o'tkazish koeffitsienti, 5 mm li fraksiyalar uchun " K_i " ning eng kichik qiymati 1,0 ga teng.

" K_i " ning eng katta qiymati 100 ga teng bo'lib, bu qiymat naturaviy gruntning eng yirik fraksiyalari diametrining modeli aralashmaning maksimal diamteriga nisbati bilan aniqlanadi. " K_i " ning oraliq qiymati quyidagi formulaga muvofiq interpolatsiyalash bilan olinadi:

$$K_i = \frac{(K_{100}-1)(i-i_5)}{100-i_5} + 1; \quad K_{100} = \frac{d^{\text{nat}}}{d^{\text{mod}}}, \quad (4.2)$$

bu yerda d^{nat} va d^{mod} – naturaviy grunt va modeli aralashmaning maksimal diametrlari; i – gruntdagi foizli miqdori.

Modelli aralashmalar har bir material turi uchun tuziladi va ular standart zichlashtirish o'rnatmasida sinaladi. Aralashma tarkibiga kiruvchi mayda zarrali gruntning namligi 5-6 % dan kam bo'lmasligi uchun ushbu aralashmani zichlashtirishdan oldin ho'llash lozim. Undan keyin aralashma titratish o'rnatmasi konteyneriga yuklanadi hamda grunt sirti va pribor ustki qismi orasidagi masofa o'lchash chizg'ichi yordamida beshta nuqtada o'lchanadi. O'lchash chizg'ichining plankasi 90° ga buriladi va yana grunt sirtining beshta nuqtasi o'lchanadi. 10 nuqtaning o'rtacha qiymati namuna sirtining pribor ustki qismiga nisbatan joylashish holatini aniqlaydi, grunt tubi va sirti joylashish holati orasidagi farq namuna balandligini aniqlab beradi.

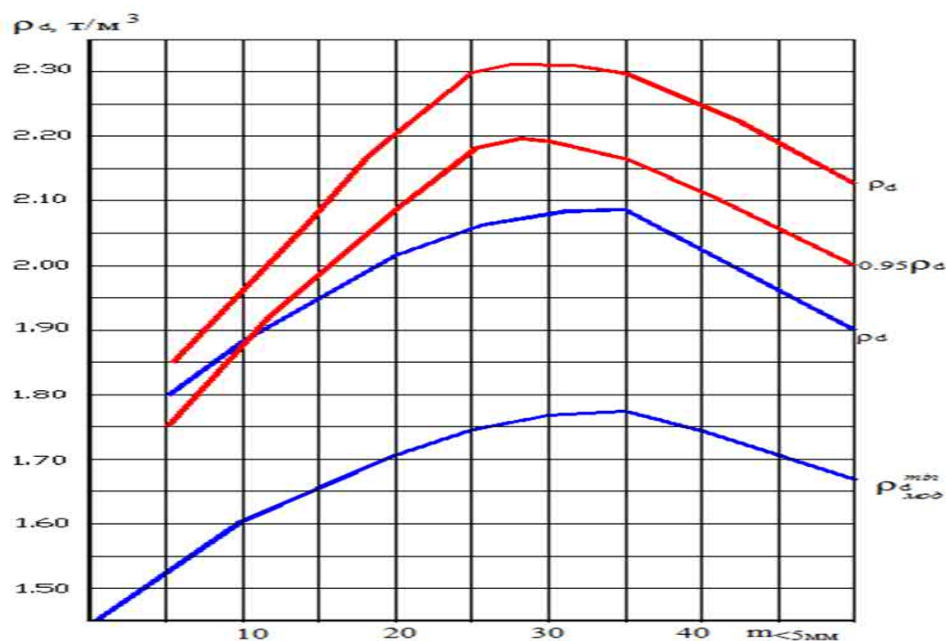
Konteyner diametri va balandligini bilgan holda hajm aniqlanadi. Diametri 300 mm

bo‘lgan konteyner uchun modeli aralashmaning vaznini

40-45 kg ga teng qilib olish mumkin. Bu vazn uchun modeli aralashma tarkibiga kiriuvchi barcha fraksiyalarning vaznlari hisoblab topiladi.

Namuna vaznini hajmga bo‘lib zichlik ρ_d^{min} ga ega bo‘lamiz. Namlik inobatga olinmaydi, chunki namuna havoli quruq holatda shakllantirilgan. Minimal zichlikka ega bo‘lgan grunt namunasiga qalinligi 10 mm bo‘lgan rezinali oraliq qistirma to‘shaladi, umumiy vazni 100 kg bo‘lgan metall disklardan tashkil topgan va teshikli sterjenli paketga yig‘ilgan yuk namunaga o‘rnatiladi.

Galechnik siqiluvchanligining nisbiy kattaligi yoki o‘rganib chiqilgan tajribalardan olingan cho‘kishning mumkin bo‘lgan (ehtimoliy) kattaligi aytarlik darajada katta emas. Maslan, $\rho_{sk}=2.00 \text{ t/m}^3$ va yuk 6,0 MPa bo‘lganda bu kattalik quruq holatdagi shag‘al-galechnik aralashmasi uchun silindrda o‘tkazilgan tajribalar bo‘yicha $i=1.7 \%$ ni tashkil etdi. Nam grunt da kattaroq (2.7 %) cho‘kish kuzatildi. $\rho_{sk}=1.66 \text{ t/m}^3$ ga ega bo‘lgan ancha kam zichlangan grunt uchun cho‘kish 2.5 martadan ko‘proqqa ortdi.



4.2-rasm. Fraksiyalari $d < 5 \text{ mm}$ bo‘lgan grunt takrkibidagi tuzilmalar zichliklarining bog‘liqlik grafigi

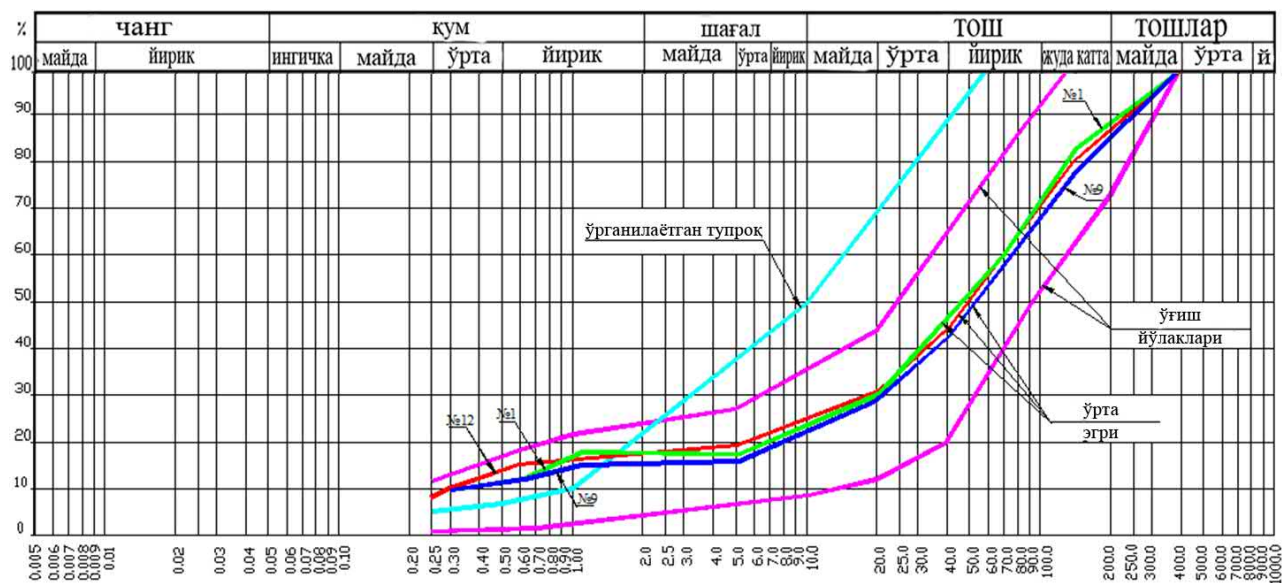
Yirik bo‘lakli gruntlarning deformatsiyanuvchanligi (deformativligi).

Ko‘p sonli naturaviy va maxsus tajribalar yirik bo‘lakli gruntlar deformatsiylanish mexanizmining murakkab ekanligini ko‘rsatmoqda. Yirik bo‘lakli gruntlar deformativlik xossalarini tadqiq qilish gruntlarning mustahkamlik xarakteristikalarini tadqiq qilishga qaraganda ancha murakkab hisoblanadi.

Yirik bo‘lakli gruntlar deformativ xarakteristikalarini tadqiq qilishda aniqlovchi parametrlar tizimi amalda mustahkamlikni tadqiq qilishdagi tizimning xuddi o‘zidir. Mustahkamlik masalalarida kuchlanish deviatori ancha katta ahamiyat kasb etsa, kompression stabilometrlarda o‘tkazilgan sinovlarda esa sharli tenzor ya’ni har tomonlama gidrostatik siqilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Baland tosh-gruntli to‘g‘onlarni loyihalash va qurish bilan bog‘liq holda yirik bo‘lakli gruntlarning fizik-mexanik xossalarini (to‘shamada bu materiallar katta yuklar va seysmik ta’sirlar ostida bo‘lgan sharoitlarda) har tomonlama tadqiq qilish keng rivojlandi. Tadqiqotlar «Gidroloyiha» va boshqa institutlarning laboratoriyalari va poligonlarida olib borildi. Shag‘al-galechnikli gruntning siljishga nisbatan qarshilik va deformatsiyalanuvchanligi to‘g‘onlarning profillari va ko‘ndalang kesimini aniqlovchi eng asosiy xarakteristikalaridan biri hisoblanadi. Yirik bo‘lakli jinslarning siljishiga nisbatan qarshilik ko‘rsatuvchanligi va deformatsiyalanuvchanligi laboratoriya va dala sharoitlarida gilli hamda qumli gruntlarni tadqiq qilishda qo‘llaniladigan metodlar va tamoyillar bilan aniqlanadi, faqat bunda priborlarning masshtabi kattalashtiriladi.

Nurek to‘g‘oni yon prizmasi shag‘al-galechnikli gruntining deformatsiyalanuvchanlik va siljuvchanlik xarakteristikalarini tadqiq qilish bo‘yicha tadqiqot ishlari granulometrik tarkib (1,8-rasm) bo‘yicha modellashirilgan karer materialida bir o‘qli siqish shart-sharoitlarida o‘tkazildi. Galechnikning asosiy massasi yirikligi 20 dan 300 mm gacha (55-80 %) bo‘lgan fraksiyalardan tashkil topgan. Petrografik tarkib bo‘yicha bu fraksiyalar qumtoshlar (40 %), ohaktoshlar (40 %) va granitoidlardan (20 %) iborat. Galechnikning o‘rtacha solishtirma vazni 2.74 g/sm^3 ni tashkil etadi. Galechnikda mayda zarralar, ya’ni $<5 \text{ mm}$ zarralar miqdori 7 do 28 % ni, o‘rtacha 18 % ni tashkil etadi. Galechnikda yirikli 2 dan 5 mm gacha bo‘lgan zarralar kam miqdorni (1-3 % ni) tashkil etadi. Tabiiy tuzilishdagi shag‘al-galechnikli grunt skeletining o‘rtacha hajmiy vazni $2,2 \text{ t/m}^3$ ga teng. Turli mutaxassislar tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlarida yirik bo‘lakli grunt modelida zarralarning mineralli tarkibi, nisbati va shakli saqlanganligi o‘rnatilgan, lekin zarralarning o‘lchami “n” marta kamaygan, ushbu grunt ham modelli gruntlar kabi deformatsiyalanuvchanlik va siljuvchanlik xarakteristikalariga ega.



4.3-rasm. № 1, 9, 12 karerlardan olingan galechniklarning oʻtacha granulometrik tarkibi va undan oʻrtacha ogʻishning ehtimoliy chegaralari

Siqiluvchanlik xarakteristikalari shagʻal-galechnikli aralashmalar va bir jinsli galechnik uchun turli: quruq, nam, suv va muzlagan shart-sharoitlarda aniqlandi. Siqiluvchanlikni aniqlash uchun ikkita usul qoʻllanildi. Birinchi usulda kompression xarakteristikalar namunani 207 mm diametrda ega boʻlgan poʻlat silindrda qamrab siqish yoʻli bilan aniqlangan boʻlsa, ikkinchi usulda esa namunaviy yuklar metodi boʻyicha material umumiy deformatsiya moduli aniqlandi, buning uchun material diametri 198 mm boʻlgan konsuda shatmp bilan qisildi. 1,6 - jadvalda deformatsiyalar oʻrtacha modullari boʻyicha tajribalardan olingan maʼlumotlar umumlashtirilgan.

4.1-jadval

Shagʻal-galechnik aralashmasining tajribalardan olingan umumiy deformatsiya Y_{e0} (MPa) modullarining jadvali

Yuk, MPa	Aniqlash usullari	Shagʻal-galechnik aralashmasi $\rho_{sk}=2.2 \text{ t/m}^3, n=19.7\%$		Bir jinsli galechnik 40-60 mm $\rho_{sk}=1.66$ $\text{t/m}^3, n=39\%$	
		Quruq holatda	Suvda	Quruq holatda	Suvda
1,0	silindrda	1570	1010	1680	1460
	konusda	590	470	1980	1880
3,0	silindrda	2660	2200	3440	2880

	konusda	1480	1040	2190	2170
6,0	silindrda	3560	3420	4040	3800
	konusda	2270	1940	3000	2690

4.1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, hamma hollarda konusdagi deformatsiya moduli silindrdagiga qraganda 1.5-2 marta kichik, shunga mos ravishda konusda o‘tkazilgan tajribalar asosida olingan deformatsiya modullari bo‘yicha cho‘kishni aniqlashda ham shu cho‘kish silindrda olingan modullar bo‘yicha aniqlangan cho‘kishdan shuncha marta katta bo‘ladi.

Galechnik siqiluvchanligining nisbiy kattaligi yoki o‘rganib chiqilgan tajribalardan olingan cho‘kishning mumkin bo‘lgan (ehtimoliy) kattaligi aytarlik darajada katta emas. Maslan, $\rho_{sk}=2.00 \text{ t/m}^3$ va yuk 6,0 MPa bo‘lganda bu kattalik quruq holatdagi shag‘al-galechnik aralashmasi uchun silindrda o‘tkazilgan tajribalar bo‘yicha $i=1.7 \%$ ni tashkil etdi. Nam grunt da kattaroq (2.7 %) cho‘kish kuzatildi. $\rho_{sk}=1.66 \text{ t/m}^3$ ga ega bo‘lgan ancha kam zichlangan grunt uchun cho‘kish 2.5 martadan ko‘proqqa ortdi.

Shu sababli bunday hol uchun to‘g‘on yon prizmalarining cho‘kishi kichik bo‘lishi va bu cho‘kish asosan to‘g‘on qurilishi davrida ro‘y berishi mumkin, bu davrda shag‘al-galechnikli aralashmani yotqizishda uni obdon zichlashtirish va ho‘llash zarur.

Suv omborlarini to‘ldirish shart-sharoitlari uchun eksperimental tadqiqotlarning natijalari va yon prizmalarning suv bilan birlamchi ho‘llanishi bo‘yicha qo‘shimcha cho‘kish bashorat qilindi, bu cho‘kish yuk 6,0 MPa bo‘lganda tajribalar bo‘yicha $\rho_{sk}=2.2 \text{ t/m}^3$ ga ega bo‘lgan quruq grunt uchun 0.42 % ni, nam grunt uchun esa ushbu cho‘kish 0.11 % ni tashkil etdi. $\rho_{sk}=2.0 \text{ t/m}^3$ gacha zichlangan grunt da qo‘shimcha cho‘kishlar mos ravishda 1.3 % va 0.26 % ni tashkil etdi. To‘shaladigan (sepiladigan) shag‘al-galesnikli grunt fraksiyalar bo‘yicha qatlamlangan va segregatsiyalangan holda grunt ko‘tarmasi g‘ovakligi va shu ko‘tarma skeleti hajmiy vaznining o‘zgarishi ko‘rsatilgan. Shunday qilib, karer bo‘yicha o‘rtacha granulometrik tarkibga ega bo‘lgan shag‘al-galechnik aralashmasi uchun chegaraviy zich holatda g‘ovaklik $n=17.0 \%$ ni va $\rho_{sk}=2.3 \text{ t/m}^3$ ni tashkil etgan bo‘lsa, bir jinsli galechnik uchun esa bu ko‘rsatkichlar mos ravishda $n=36.0 \%$ ni va $\rho_{sk}=1.70 \text{ t/m}^3$ ni tashkil etdi.

Shag'al-galechnik grunt umumiy deformatsiyasining turli shart-sharoitlarda o'tkazilgan tajribalarda olingan modullaridan to'g'on yon prizmalarining keltirilgan hisoblarida foydalanish mumkin.

Yirik bo'lakli jinslarning siljuvchanlik xarakteristikolari quyidagi usullar bilan aniqlanishi mumkin:

Yassi siljish priborlarida; uch o'q bo'yicha siqish priborlarida; grunt solingan ramka-shtamni xuddi shunday grunt sirti bo'yicha siljitish yordamida; ko'tarmaning tabiiy raxi (qiyaligi)ning burchagini aniqlash va shu burchakni ichki ishqalanish burchagiga tenglashtiri bilan.

Yirik bo'lakli jinslarning siljishga nisbatan qarshilik ko'rsatuvchanligini aniqlash tajribalari nisbatan katta bo'lmagan priborlarda o'tkazildi. Bunday maqsadlar uchun yetarlicha darajada mukammal ishlab chiqarilgan priborlar mavjud emas va tajribalarni o'tkazish metodikasining o'zi ham yetarli darajada qayta ishlanmagan. Yirik bo'lakli gruntning siljuvchanlik xarakteristikalarini aniqlash uchun yirik masshtabli yassi siljish priborlaridan foydalanish borasida yagona nuqtai nazar mavjud emas. Masalan, siljuvchan katta (oboymasining diametri 100 sm va balandligi 60 sm bo'lgan) priborda yirikligi

20 dan 200 mm gacha bo'lgan material bilan o'z tajribalarini o'tkazgan Fukuoka to'shamaning ichki ishqalanish burchagini aniqlash uchun yassi siljish priborini qo'llash mumkin emas degan xulosaga keldi.

O'tkazilgan tajribalarda galechnikning siljishga nisbatan qarshiligi siljishning juda yuqori koeffitsienti bilan tavsiflanishi aniqlandi va bu koeffitsient qanchalik katta bo'lsa, galechnikning yirikligi ham shunchalik katta bo'ladi. Maslan, Nurek to'g'onida zarralarining yirikligi 300 mm gacha bo'lgan tabiiy galechnikli quruq aralashma uchun 0,1; 0,5; 1,0 MPa yuklarda quyidagi siljish burchaklari $\varphi_1=64^\circ$; $\varphi_5=52^\circ$; $\varphi_{10}=52^\circ$ va ularga mos keluvchi $\operatorname{tg}\varphi_1=2.07$; $\operatorname{tg}\varphi_5=1.27$; $\operatorname{tg}\varphi_{10}=1.17$ siljish koeffitsientlari olindi.

Siljishning bu koeffitsientlari ishqalanish koeffitsienti $\operatorname{tg}\varphi$ va "birikish (tishlashish)" koeffitsientiga bo'linadi, ular siljishda toshning karetkalarda tishlashishini tavsiflaydi. Bunda ichki ishqalanish burchagi tishlashish doimiy va yukka bog'liq bo'lmagan kattalik ekanligidan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Bunday farazning to'g'riligi isbot talab etadi. Ma'lumki, siljishga nisbatan qarshilik grunt zarralarining grunt bo'ylab sirpanishining tegishli so'nmaydigan siljishi bilan chegaraviy kuchlanish

holati shart-sharoitlarida aniqlanadi.

Yirik bo‘linuvchan jinslarning mustahkamlik xossalarini uch o‘q bo‘yicha sinash priborlarida tadqiq qilish mutaxassislarda hech shak-shubhasiz katta qiziqish o‘yg‘otadi, lekin bunda namunaning kuchlanganlik holatini, deformatsiya xarakterini va boshqa jihatlarni ham o‘rganish talab etiladi. Uch o‘q bo‘yicha siqishning bizga ma’lum bo‘lgan priborlari ishlash prinsipi bo‘yicha bir-biridan kam farq qiladi, ularni ikki turga bo‘lish mumkin. Birinchi turdagi priborlar shunday o‘ziga xos jihatga egaki, bu jihat ularning prinsipial konstruktiv sxemasi bilan bog‘liq bo‘lib, bunda o‘q yo‘nalishida namunaga ta’sir qiluvchi bosim yon tomondan ta’sir qiluvchi bosimdan kam bo‘lishi mumkin emas. Kompresslash vaqtida suv ichida yuzaga keladigan bosim gruntning yon tomonlarga bosimiga teng bo‘ladi. Agar ushbu turdagi pribor yon tomonlarga bosimni rostlaydigan (regulirovkalovchi) qurilma bilan jihozlansa, u holda yon tomonlarga bosim koeffitsientini aniqlash bilan kompression sinovlarni o‘tkazishda namuna buzilishi mumkin, shu bilan birgalikda gruntning mustahkamlik ko‘rsatkichlarini ham aniqlash imkoni tug‘iladi.

“Gidroloyiha”ning ilmiy-tadqiqot sektorida ishlab chiqilgan

S-1000 stabilometri zarralarining maksimal o‘lchami 200 mm gacha bo‘lgan yirik bo‘linuvchan gruntning o‘q yo‘nalishida 7,0 MPa gacha va yon tomonlarga yo‘nalishda esa 2,0 MPa gacha bo‘lgan yuklar ta’siri ostidagi mustahkamlik va deformativ ko‘rsatkichlarini aniqlash imkonini berdi. Ushbu stabilometrda gruntni sinash ko‘p mehnat talabdir. Grunti lozim bo‘lgan darajada zichlishtirish bilan bu stabilometrni yuklash hamda uni gruntndan bo‘shatish ko‘p mehnat va vaqt sarfini talab etadi. Xorijda Marshal priboridan keng ko‘lamda foydalanishadi, bu pribor yuqoridagi o‘lchamdagi namunani tadqiq qilish imkonini beradi. 1.7-jadvalda uch o‘q bo‘yicha siqishning boshqa priborlari bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan. Grunt solingan shtamp ramka yordamida gruntning xuddi shunday gruntndan hosil qilingan ko‘tarma bo‘yicha siljish (siljuvchanlik) xarakteristikalarini aniqlashda siljish ro‘y beradigan qismda deformatsiyalarning chegaralanishi bilan bog‘liq bo‘lgan kamchiliklar kuzatilmadi.

Yirik bo‘lakli gruntlarning deformatsiyalanuvchanligini aniqlash.

Bog‘lanmagan gruntlarning deformatsion xossalarini aniqlash bo‘yicha bizning tomonimizdan ishlab chiqilgan usul sinovlar jarayonida gruntning yon tomonlarga ishqalanishini inobatga olish va gruntning naturaviy sharoitlarda ishlashiga mos keluvchi grunt deformatsiyalarini olish imkonini beradi.

Bu usulda gruntning pribor devori bo'yicha ishqalanishini inobatga olish balandligi bo'yicha bir xil bo'lgan ikkita grunt namunalarini parallel ravishda sinash evaziga o'tkaziladi. Bitta namuna suriluvchan ustki shtampga va qattiq mahkamlangan tubga ega bo'lgan odometrda sinaladi. Bunda gruntndagi kuchlanish zarralarning bir-biri bilan ishqalanishi va ularning pribor devoriga ishqalanishi tufayli namuna balandligi bo'yicha to uning asosigacha uzluksiz ravishda kamayib boradi.

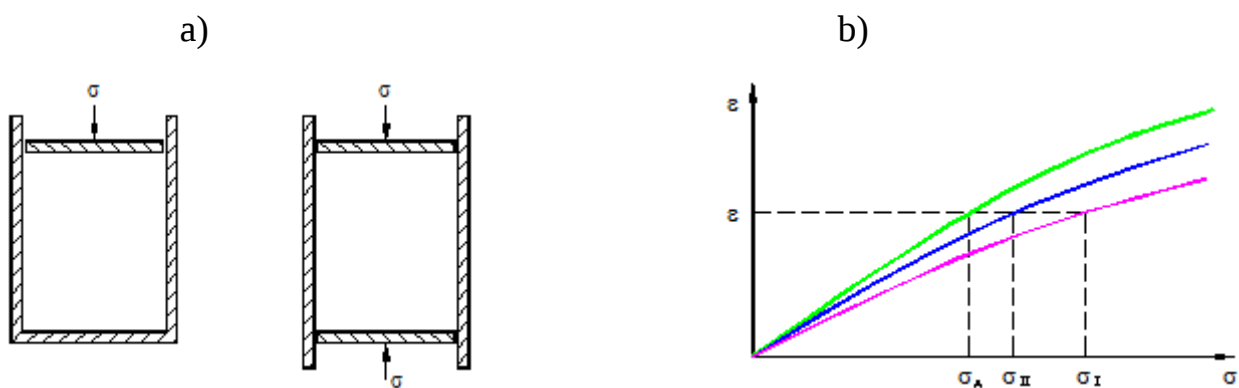
Ikkinchi namuna diametri birinchi priborning diametriga teng bo'lgan priborda sinovdan o'tkazildi, ushbu priborning nafaqat ustki shtampi, balki uning pastki shtampi ham surilish imkoniga ega va bosim namunaga ikkala shtamp orqali beriladi. Bunda namunaning ustki qismiga qo'yiladigan yukka teng bo'lgan kuchlanish berilsa, uning asosiga ham xuddi shunday kuchlanish beriladi va bu kuchlanishlar namunaning ikkala sirtidan uning o'rtasiga tomon kamayish qonuni bo'yicha kamayib boradi.

Gruntni diametri bir xil bo'lgan ikki priborda parallel ravishda sinash yon tomonlama ishqalanishni bartaraf etish va gruntning haqiqiy deformatsiyasini quyidagi bog'liqliklar bo'yicha hisoblash imkonini beradi:

$$i_d = i_2 + (i_2 - i_1) \frac{\frac{kh}{R} - (1 - ye^{-\frac{kh}{R}})}{0.5 - (1 - ye^{-\frac{kh}{R}})^2}, \quad (4.3)$$

bu yerda i_d - gruntning haqiqiy nisbiy deformatsiyasi; i_2 - namunaga ikki qo'zg'aluvchan shtamplar bilan yuk qo'yilganda ushbu namunaning nisbiy deformatsiyasi; i_1 - namunaga bitta qo'zg'aluvchan shtamplar bilan yuk qo'yilganda ushbu namunaning nisbiy deformatsiyasi; ye - natural logarifm asosi;

R – pribor radiusi; h - namunaning balandligi; k – ishqalanish koeffitsienti.



4.4-rasm. Yirik bo'lakli grntlarning namunalarning yon tomonlama sirtlar bo'yicha ishqalanishi bilan bog'liq bo'lgan deformatsiyalanishining masshtabli effektini aniqlash: a) tajribalar sxemasi; b) deformatsiyalanuvchanlik grafiklari: 1-I tajriba; 2-II tajriba; d-haqiqiy egri chiziq

Umumiy holda gruntning pribor devorlari bo‘ylab ishqalanishi “ τ ” grunt va pribor devori orasida yuzaga keladigan normal siquvchi kuchlanishlar “ σ ” bilan aniqlanadi:

$$\tau = f(\sigma), \quad (4.4)$$

umumiylikni o‘zgartirmasdan yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\tau = k\sigma, \quad (4.5)$$

bu yerda k - “ σ ” ning funksiyasi sifatida qaraladi.

Gruntning dx qalinlikdagi elementar qatlami muvozzantini ko‘rib chiqamiz, ustki sirtida bu qatlamga σ ga teng bo‘lgan siquvchi kuchlanish ta’sir qiladi. Bu qatlam muvozzantining tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\pi R^2 d\sigma = -2\pi Rk \cdot \sigma dx, \quad (4.6)$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_0 R}{2kh} (1 - ye^{-\frac{2kh}{R}}), \quad (4.7)$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_0 R}{kh} (1 - ye^{-\frac{kh}{R}}), \quad (4.8)$$

O‘tkazilgan sinovlardan olingan natijalarga asoslangan holda grunt siqiluvchanligi $\sigma \div i$ ning ikkita egri chizig‘iga ega bo‘lamiz. Ixtiyoriy nuqtada (joyda) bu egri chiziqlarni gorizontall chiziqlar bilan kesib, ikkala namunada ham deformatsiyalar o‘zaro teng bo‘lgan ushbu ikkala namunaga qo‘yilgan σ kuchlanishlarning ikkita qiymatini olamiz. ikkala namunada ham o‘rtacha siquvchi kuchlanishlar tengligining oqibatidir. Shunga muvofiq quyidagilarni yozish mumkin:

$$\frac{\sigma_1 R}{2kh} (1 - ye^{-\frac{2kh}{R}}) = \frac{\sigma_2 R}{kh} (1 - ye^{-\frac{kh}{R}}), \quad (4.9)$$

Ikkita suriluvchan shtampga ega bo‘lgan odometrda o‘rtacha kuchlanish (tenglamaning o‘ng qismi) bunda tajribaning bunday sxemasida namunadagi deformatsiya va kuchlanish uning o‘rtasiga nisbatan simmetrik bo‘lishini hisobga olgan holda hisoblab topilgan. Bu tenglamani yechib quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$k = -\frac{R}{h} \ln(2 \frac{\sigma_{(2)}}{\sigma_{(1)}} - 1), \quad (4.10)$$

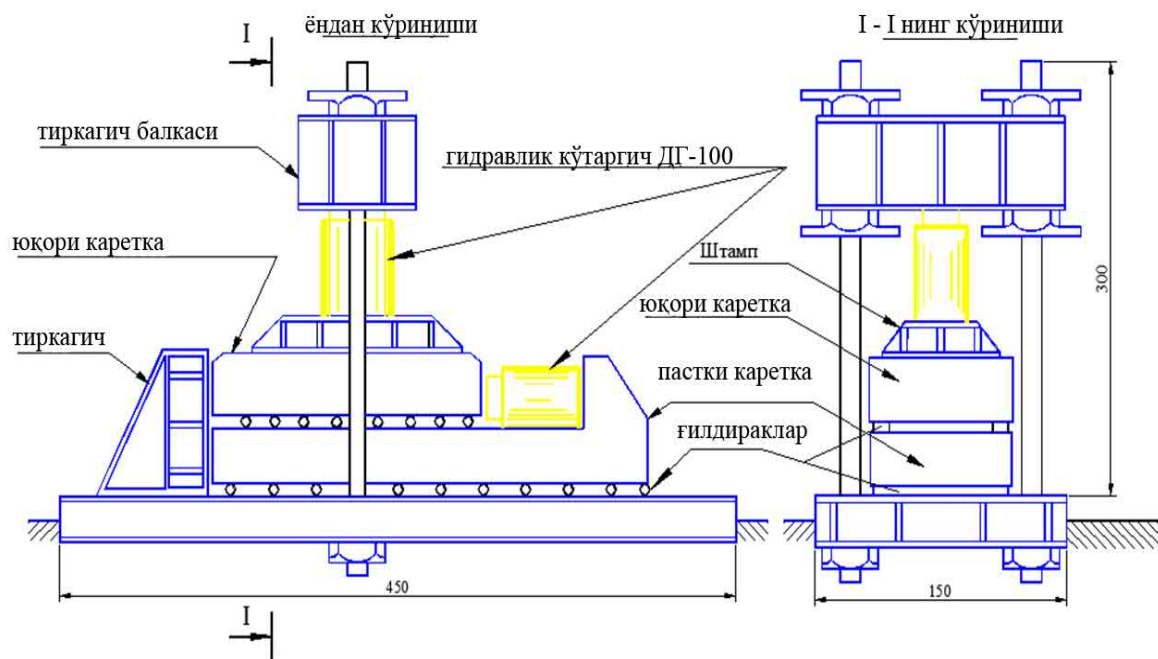
« k » ning ($\sigma_1 \div \sigma_n$) kuchlanishlar diapozoniga mos keluvchi aniq qiymatlarida aynan shu diapozon uchun har bir namuna bo‘yicha o‘rtacha kuchlanishlarni hisoblab aniqlash mumkin.

$$\sigma_{cp(1)} = \sigma_0 \frac{R}{2kh} (1 - ye^{-\frac{2kh}{R}}), \quad (4.11)$$

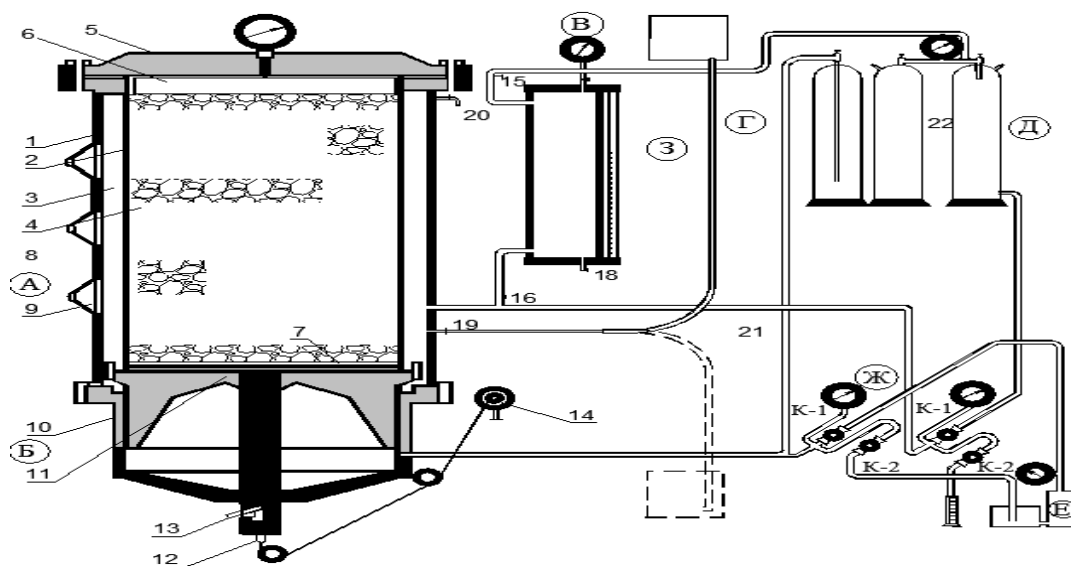
Shunday ekan, kuchlanishlarning katta bo‘lmagan o‘zgarishlarida

deformatsiyalarning shu o'zgarishlarga propotsional ekanligidan kelib chiqqan holda quyidagilarni yozish mumkin:

$$\begin{cases} \sigma_{sr(2)} - \sigma_{sr(1)} = k(i_2 - i_1) \\ \sigma_0 - \sigma_{cp(2)} = k(i_0 - i_2) \end{cases} \rightarrow \frac{\sigma_{sr(2)} - \sigma_{sr(1)}}{\sigma_0 - \sigma_{cp(2)}} = \frac{i_2 - i_1}{i_0 - i_2} \quad (4.12)$$



4.5-rasm. O'tkazilgan tajribalar asosida gruntlarning siljuvchanlik xarakteristikalarini jarayoni



4.5-rasm. Uch o'q bo'yicha siqish pribori PTS-300 ning sxemasi

A-stabilometr, B-ko'targich, V-Bak, G-Akkumlyator, D- Akkumlyator, Ye-Nasos, J-Pult, Z-Dozator. 1-stabilometr korpusi; 2-rezinali qobiq; 3-yon saqlash kamerasi; 4- ishchi kamera; 5-qopqoq; 6-gidravlik yostiq; 7-teshilgan shtamp; 8-deformatsiya o'lchagich; 9-illyuminator; 10-ko'targich qobig'i; 11-ko'targich porsheni; 12-porshen shtoki; 13-drenaj trubkasi; 14-burilish o'lchagichi; 15-20 kranlar; 21-egiluvchan shlang; 22-siqilgan xavo balloni; K-boshqaruv paneli kranlari.

Gruntning buzilishi Kulon-Mor mustahkamlik shartiga muvofiq siljish maydonchalari bo‘ylab kechadi, bu maydonchalar eng katta kuchlanish σ_i ning yo‘nalishi bo‘yicha quyidagi burchak ostida qiyalikka ega.

$$\theta = 45^\circ \pm \frac{\phi}{l_i}, \quad (4.13)$$

Ushbu siljish maydonchalarida quyidagi umumiy shart bajariladi:

$$\tau^* = f(\sigma_n), \quad (4.14)$$

bu yerda τ^* va σ_n - siljish maydonchasida buzuvchi kuchlanishlarning o‘rinma va normal komponentlari

Ichki ishqalanish burchagi ϕ quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlanadi:

$$tg\phi = \frac{\partial f(\sigma_n)}{\partial \sigma_n}, \quad (4.15)$$

τ^* va σ_n qiymatlar Mor chegaraviy aylanasiga o‘tkazilgan urinma yordamida asosiy kuchlanishlar σ_1^* va σ_3^* ning chegaraviy qiymatlari orqali quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_n &= S - t \cdot \sin \phi \\ \tau^* &= t \cdot \cos \phi \end{aligned} \right\}, \quad (4.16)$$

$$\text{bu yerda } t = \frac{\sigma_1^* - \sigma_3^*}{2}; \quad S = \frac{\sigma_1^* + \sigma_3^*}{2}$$

Asosiy kuchlanishlarda Kulon-Mor mustahkamlik sharti quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\tau = f(\sigma), \quad (4.17)$$

Ko‘pchilik hollarda gruntlarning siljishga nisbatan chegaraviy qarshiligi quyidagi chiziqli ifoda bilan tavsiflanadi:

$$\tau^* = C + \sigma_n \cdot tg\phi, \quad (4.18)$$

yoki asosiy kuchlanishlarda o‘z ifodasini topadi

$$\tau = H + \sigma \cdot tg\alpha, \quad (4.19)$$

bu yerda $H = C \cdot \cos \phi$; $tg\alpha = \sin \phi$

Tajribalardan topilgan $tg\alpha$ va s qiymatlar bo‘yicha quyidagilar aniqlanadi

$$tg\phi = \frac{tg\alpha}{\sqrt{1-tg^2\alpha}}; \quad C = \frac{H}{\sqrt{1-tg^2\alpha}}, \quad (4.20)$$

Gruntli materiallarning mustahkamlik xossalarini uch o‘q bo‘yicha siqish priborlarida o‘rganish tadqiqotlari umumiy holda (4.20) tipdagi bog‘liqni o‘rnatishga yo‘naltiriladi.

Chegaraviy shartning chiziqli ko‘rinishida grunt mustahkamligi ikkita parametr:

ichki ishqalanish burchagi va tishlashish (birikuvchanlik) S bilan tavsiflanadi. Eksperimentlarning natijalarini tajribalardan olingan σ_1^* va σ_n^* chegaraviy kuchlanishlarning qiymatlari bo'yicha "t-S" koordinatalarda qayta ishlash tavsiya etiladi.

5- MAVZU: YIRIK BO'LAKLI GRUNTLARNING GRANULOMETRIK TAKRIBINI MODELLASHTIRISH.

Modellashtirishning birinchi varianti. Yirik bo'lakli gruntlarni modellashtirishning «Gidroloyiha» AJda ishlab chiqilgan usuli.

Ko'plab tajribalar hamda olingan bog'liqliklarni o'rganish va tahlil qilish asosida yirik bo'lakli gruntlarning deformativ va mustahkamlik xarakteristikalarini aniqlash uchun modeli aralashmalarni tuzishning biz tomonimizdan takomillashtirilgan usuli ko'rib chiqilayotgan gruntlarning tarkibi va holatini ancha ob'ektiv tavsiflash imkonini beradi.

Yirik bo'lakli gruntlarni modellashtirish usulidan foydalanilganda 5 mm dan kichik fraksiyalarning foizli miqdori modeli va naturaviy grunt da bir xil bo'lishi kerak.

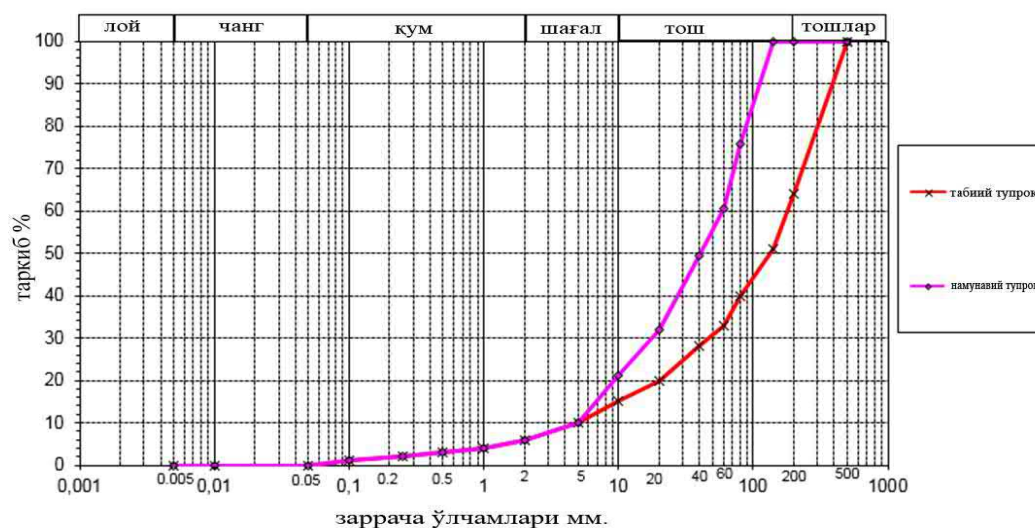
Maksimal fraksiya foydalaniladigan konteynerning minimal o'lchami bilan aniqlanadi. Shunday qilib, modeli aralashmaning donali tarkibini ifodalovchi grafikda ikki nuqta – mayda zarrali grunt miqdori va maksimal fraksiya belgilangan. Bunday holda fraksiyalarning

5 dan 60 mm gacha bo'lgan ixtiyoriy belgilanishini istisno etuvchi modellashtirish usulidan foydalaniladi. Naturaviy grunt da fraksiyalarni proporsional ravishda kamaytirish bilan grafikdagi oraliq nuqtalar olinadi, ular quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$R_{d_i}^m = \frac{R_{d_i} - P_{<5}}{P_i^n - R_{<5}} \cdot (100 - P_{<5}) + P_{<5}, \quad (2.21)$$

bu yerda $R_{d_i}^m$ - modeli aralashmadagi fraksiyalarning foizli miqdori; $P_{<5}$ - <5 mm fraksiyalarning foizli miqdori; P_i^n - naturaviy grunt dagi fraksiyalarning foizli miqdori (2.7-rasm).

Modellashtirishning bunday modeli keyingi navbatda ko'rib chiqiladigan metodlarga qaraganda ancha oddiy va ob'ektivdir.



5.1-rasm. Gruntlarni modellashtirish usuli («Gidroloyiha» AJ da ishlab chiqilgan).

5.1-jadval

Modelli gruntning granulometrik tarkibini hisoblash jadvali

Намунали тупроқ											
Табиий тупроқ		140	Намунали тупроқдаги фракцияларнинг максимал хажми (мм)		5	табиий тупроқ хажми ўзгармасдан кичик бўлган фракцияларнинг хажми					
фракция	фракция	55700		Намунанинг умумий вазни грамма							
вазни гр.	ўлчамл. мм.										
0	>500										
18800	500										
6550	200										
5550	140										
3550	80										
2500	60										
4250	40										
2500	20										
2500	10										
2000	5										
1500	2										
1500	1										
1500	0.5										
1500	0.25										
1500	0.1										
0	0.05										
0	0.01										
0	0.005										
55700											

Modellashtirishning ikkinchi modeli. Modellashtirishda shuni inobatga olish kerakki, bunda aralashmadagi oʻrtacha muallaq zarralarning diametri 20 mm

dan pasaymasligi kerak, chunki $d_{sr.vz.}$ kamayishi bilan alohida fraksiyalarning mustahkamligi ortadi. Modelli aralashmada shaklni hisobga oluvchi koeffitsientning ta'siri naturaviy donali tarkibga mos tushishi yoki 5 % dan katta bo'lmagan farqqa ega bo'lishi lozim.

$$K_f = \frac{S_{pov} \cdot d_{sr.vz.}}{V}, \quad (5.1)$$

bu yerda S_{pov} - zarralar sirtining yuzasi (mm^2); $d_{sr.vz.}$ - o'rtacha muallaq zarralarning diametri (mm); V - ob'em (mm^3).

Modellashtirishning uchinchi modeli.

Bu variant shundan iboratki, bunda gruntning modeli tarkibida naturaviy grunt tarkibi $d=100$ mm gacha saqlanadi, qolgan foizli miqdor esa bitta pog'onaga D_{max} dan kichik bo'lgan fraksiyalar bilan almashtiriladi.

Modellashtirishning bunday usuli ancha oddiy va hozirgi vaqtda ushbu usul ko'pchilik tadqiqotchilar tomonidan qabul qilinmoqda. Bu usulning ustun jihati bu modeli aralashmada naturaviy gruntning o'lchami bo'yicha minus D_{max} gacha yaqin bo'lgan fraksiyalari ishtirok etishidan iboratdir.

Ekspperimental tadqiqotlar dasturi va tajribalarni o'tkazish metodikasi

Qurilish amaliyotida, ayniqsa, amalda qo'llaniladigan yirik bo'lakli materiallarning donali tarkibi (massa bo'yicha turli yiriklikdagi fraksiyalarning butun namuna massasiga nisbatan foizlarda ifodalangan miqdori) muhim ahamiyat kasb etadi.

Bunda, agar alohida parchalarning yirikligi 500, 1000 mm va undan katta o'lchamga yetsa, u holda donali tarkibni an'anaviy (vaznli) metod bilan baholash o'ta mehnat talab jarayon hisoblanadi. Tog' rudasi sanoatida yirik bo'lakli materialning donali tarkibi, qoidaga ko'ra, bilvosita metodlar: nuqtali yoki chiziqli metodlar bilan aniqlanadi. Nuqtali metod o'lchash chizig'i bo'ylab joylashgan zarralarning nuqtalardagi miqdorini fraksiyalar bo'yicha qayd qilishni ko'zda tutadi.

Chiziqli metod qayd qilishni emas, balki to'g'ri chiziqli shnur bo'ylab o'lchagich harakatlanganda uchraydigan har bir fraksiya ustidan o'tuvchi to'g'ri chiziq proeksiyasining uzunligini fraksiyalar bo'yicha o'lchashni o'z ichiga kiritadi,

donali tarkib esa o'lgangan fraksiyalar uzunligi yig'indisining to'g'ri chiziqli uchastka uzunligiga nisbati sifatida hisoblash orqali aniqlanadi. Bu ikkala metod ham o'lgangan fraksiyalarning 800-1000 sonida vaznli metod bilan yaxshi o'xshashlikka ega bo'ladi. Vaznli va bilvosita metodlar orasidagi farq 2-4 % dan oshmaydi.

Gruntning hajmiy vazni namuna vaznini shurf hajmiga bo'lishdan olingan hol sifatida ya'ni quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$\rho_d^w = \frac{P}{V}, \quad (5.1)$$

bu yerda **P** - vazn, kg; **V** - hajm, lit; ρ_d^w - nam gruntning hajmiy vazni.

Toshli materialda namlik sezilarsiz darajada (5 mm dan kichik fraksiyalarning mavjud emasligi yoki ularning sezilarsiz 2-5 % miqdorda) ekanligini inobatga olgan holda zichlikni aniqlashda namlikni hisobga olmasa ham bo'ladi. Mayda (fr < 5 mm) zarrali grunt 5 % dan ko'p bo'lganda, uning namligini aniqlash zarur bo'ladi va hamma namunalarga tuzatish kiritiladi ya'ni materialdagi suv vazni namunaning umumiy vaznidan ayiriladi. Tanlangan materialning namligi shu materialdan 20 mm dan kichik bo'lgan fraksiyalarda 2 kg vaznda namuna olish va uni quritish shkafiga quritish yo'li bilan aniqlanadi. Namlik aniqlangandan keyin gruntning zichligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$W = \frac{P_{(20)} - W_{(20)}}{P_{(20)} - P_{(20)} - (1 + \frac{W_{(20)}}{100})}, \quad (5.2)$$

bu yerda **W** - butun namunaning namligi, %; $P_{(20)}$ - namunadagi 20 mm dan kichik bo'lgan fraksiyalarning vazni; $P_{(20)}$ - 20 mm dan katta fraksiyalarning vazni.

“Shurf-lunka”dan tanlab olingan namuna sochilmasidan taqdim etilayotgan namuna hajmiga mos keladigan maksimal fraksiya tanlanadi hamda shurf hajmiga va taqdim etilayotgan namunaning diametridan katta bo'lgan fraksiyalar hajmiga tuzatish kiritiladi.

$$\rho_d' = \frac{\rho_d \cdot V_{sh} - V_r \cdot \rho_d^s}{V_{sh} - V_r}, \quad (5.3)$$

bu yerda V_{sh} - shurf hajmi, litr; V_r - yirik fraksiyalar hajmi; P_r - yirik fraksiyalar vazni; ρ_d - jins parchasining zichligi $\rho_d = 2.65-2.68 \text{ t/m}^3$

Bu formulani quyidagi ko‘rinishga keltirish mumkin:

$$\rho_d = \frac{\rho_d - m_{kr} \cdot \rho_d^s}{m_{\zeta 5}}, \quad (5.4)$$

bu yerda $m_{kr}, m_{\zeta 5}$ - yirik va mayda fraksiyalarning hajmiy ulushlari.

Namunaning bejirimliligi o‘yib olingan chuqurchaning hajmi bilan aralashmalarning maksimal o‘lchamiga bog‘liq holda aniqlanadi va GOST 28514-90 bilan reglamentlashtiriladi. Yotqizilgan naturaviy materialning sifatini umumiy baholash karerda sochilgan gruntning ma‘lum bo‘lgan donali tarkibining umulashtirilgan egri chizig‘i bo‘yicha aniqlanadi. Karerdan to‘g‘onga jo‘natiladigan material har bir 10 ming m³ ga to‘g‘ri keladigan bitta namuna bilan nazorat qilinadi [29; 120 b, 30; 117 b]. Turg‘un donali tarkibda va yo‘lga qo‘yilgan texnologiyada gruntни har bir sepganda

20 тис.м³ hajm bilan sochish mumkin. Tirgak prizmalarga yotqizilgan materialning sifati quyidagi formula bilan baholanadi:

**6-MAVZU: YER OSTI INSHOOTLARINI ZILZILABARDOSHLIGINI
NAZARIY BAHOLASHDA GRUNT YOPISHQOQLIK
KOEFFITSIYENTINING ROLI. YER OSTI INSHOOTLARI VA ULARNI
MUSTAHKAMLIGINI TA‘MINLASH SHARTLARI.**

Yer osti inshootlari mustahkamligini ta‘minlash shartlari

Yer osti gidrotexnika inshootlari mustahkamligini ta‘minlash uchun ulami asosiy, Ikkinchi darajali va vaqtinchalik inshootlarga bo‘linadi. Asosiy inshootlarga suv inshootlari bo‘g‘inidan foydalanish davrida doimo suv sarfini o‘tkazadigan inshootlar kiradi. Ikkinchi darajaliga sarfni suv omborini bo‘shatish va h.k. bog‘liq ravishda vaqtivaqti bilan o‘tkazib yuboriladigan inshootlar kiradi. Vaqtinchalikka qurilish davrida yoki asosiy gidrotexnika inshootini ta‘mirlash davrida kerak bo‘ladigan inshootlar kiradi. Asosiy va ikkinchi darajali inshootlar to‘rtta sinfga ajratiladi.



Ulami sinfga ajratish inshootning xalq xo'jaligidagi ahamiyati, GES quvvati va avariya yuz berganda xalq xo'jaligiga keitiradigan zararli oqibatlariga ko'ra belgilanadi. Agar suv inshootlari barpo etilgandan so'n g qurilish tunnelining bir qismidan foydalanish davridagi sarfni o'tkazib yuborish uchun foydalanilsa, u holda yetarli asoslab berilganda ushbu tunnel sinfi oshirilishi mumkin. Inshoot sinfi inshootning mustahkamligi va turg'unligini hisoblashda zaxira koeffitsiyenti miqdorini va suv inshootidan o'tkazib yuboradigan sarf ta'minlanganlik foizini belgilashda kerak bo'ladi. Inshootning sinfiga ko'ra undagi loyiha-qidiruv va ilmiy tadqiqot ishlari hajmi ham aniqlanadi. Yuqoridagi misollarni tahlillash jarayonida o'z-o'zidan savol tug'iladi: zilzila sodir bo'luvchi tegralarda qiyalikni loyihalash va barpo etish masalasi ko'tarilsa dinamik ta'sir natijasida uning qa'ridagi gruntni quyqalanish holatini hisobga olish kerakmi?, yoki yo'qmi? Ko'plab olimlar tomonidan o'tkazilgan tajtibalar va kuzatuvlar natijasi lyoss grunt qatlamlarining turg'unligi hamma vaqt ham harqanday zilzila ta'sirida buzilvermasligini ko'rsatgan (11). Bu masalada tashqi kuchning, yani zilzila kuchuning miqdori bilan birga gruntning zichlik va namlik holati bilan bog'liq bo'lgan mustahkamlik ko'rsatkichlari muhim rol o'ynaydi.

Prof. Rasulovning ta'kidlashicha qumlar tuzilmasining buzilishi va ularning quyqa holatga o'tishi ta'sir etayotgan zilzila kuchining to'la miqdoriga emas, balki uning ma'lum qismi bilan ifodalanadi. Zilzila ta'sirining ushbu miqdordan qolgan qismi esa gruntning mustahkamligini yengishga sarflanadi.

Buni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$a_h = a_z - a_m \quad (6.1)$$

bunda a_h – zilzila kuchining hisobiy miqdori (tezlanish hisobida);

a_z – zilzilaning umumiy ta'siri;

a_m - muvozanat tezlanishi.

1.1 ifodaga ko'ra gruntning muvozanat tezlanishi a_m uning mustahkamligi bilan bog'liq ko'rsatkich bo'lib, harqanday tashqi ta'sir (shu hisobdan zilzila ham) ushbu miqdordan yuqori qiymatga ega bo'lgandagina gruntning tuzilmasi buzilib quyqalanish holati yuzaga kelishi mumkin. Aks holda grunt yahlit jism shaklida tebranadi.

Muvozanat tezlanishi haqidagi ko'rsatkich ilmga dastlab O.A.Savinov (10) tomonidan fanga kiritilgan bo'lib, keyinchalik D.D.Barkan (2), N.N.Maslov (7), H.Z.Rasulov (10) lar tomonidan turli dinamik masalalarni yoritishda foydalanilgan. Ushbu ko'rsatkichdan horijiy mamlakatlarda ham keng foydalaniladi.

Bog'lanishli gruntlar uchun muvozanat tezlanishini tajriba yordamida o'rganish jarayonida Yu.Ya Velli (7) grunt tarkibidagi bog'lanish kuchini yengish uchun zilzila ta'siri davomiyligini roli muhim ekanligini aniqladi. Shuning uchun mazkur gruntlarda quyqalanish holati to'satdan yuz bermay, balki ma'lum vaqt o'tkach asta-sekinlik bilan rivojlanishi mumkin.

Rasulov tomonidan o'tkazilgan tajribalarda ham ushbu holat tasdiqlangan. Misol tariqasida 1.1 rasmda qumlarning cho'kish holatini tebranish davomiyligi bilan bog'liqlik chizmasi tasvirlangan. Undan ko'rinib turibdiki grutnlar tarkibidagi bog'lanish kuchlari ham ularning tuzilmasini buzilishida katta ahamiyat kasb etadi.

Tebranma xarakat tezlanishi bilan grunt sirtiga qo'yilgan yuk orasidagi bog'liqlik 1.2 rasmda ko'rsatilgan. Shuningdek, muvozanat tezlanishi ham grunt sirtiga qo'yilgan yukning miqdoriga ham bog'liq ekanligini 1.3 - rasmdan kuzatish

mumkin. Demak, grunt sirtiga qo'yilgan harqanday tashqi yuk uning muvozanat tezlanishi qiymatini oshirar ekan.

Shuni takidlash lozimki muvozanat tezlanishi miqdorini tajriba yo'li bilan aniqlash birmuncha qiyinchiliklar bilan bog'liq. Avvalo tajriba o'tkazish uchun tebranma uskuna bo'lmoqligi, so'ng tebranish jarayonida grunt zichlanishini, unda hosil bo'luvchi dinamik bosimo'zgarishini yozib boruvchi electron qurilmalar, reperlar, ko'rsatkuchlarni kuchaytiruvchi asboblari kabi murakkab asboblari bo'lmoqligi zarur. Undan tashqari tajriba ishlarini o'tkazishga moslangan maxsus xodimlar bo'lmoqligi talab etiladi. Bunday holatlar nafaqar loyihalash, balki ko'plab ilmiy-izlanuv tashkilotlarida bo'lmaganligi bois H.Z.Rasulov tomonidan muvozanat tezlanishini aniqlashga oid nazariy ifoda taklif etilgan:

$$a_m = \frac{2\pi g(\sigma_{din} \cdot tg \varphi_w + c_w)}{\gamma_w \cdot T \cdot V_s}, \quad (6.2)$$

bunda g - jismning erkin tushish tezlanishi;

σ_{din} - tashqi yuk va gruntning sof og'irligidan yuzaga keluvchi zo'riqish;

φ_w - w namlikdagi gruntning ichki ishqalanish burchagi;

c_w - w namlikdagi gruntning yumshoq bog'lanish kuchi;

γ_w - w namlikdagi gruntning zichligi;

T - zilzilaning tebranish davri;

V_s - zilzilaning ko'ndalang to'lqini tezligi.

Ushbu ifodadan harqanday gruntga xos bo'lgan muvozanat tezlanishi uning mustahkamlik ko'rsatkichlariga bog'liq ekanligi ko'rinib turibdi. Har qanday holatda ham muvozanat tezlanishi gruntning mustahkamligi kamayishi bilan kamayadi.

Yer osti inshootlarini mustahkamligini oshirishda gruntlarning biki

bog'lanish kuchi va ichki ishqalanish burchagining roli

Reologik jarayonni o'rganishda loysimon gruntlarga xos bo'lgan umumiy bog'lanish kuchi c_v ni tashkil etuvchilarga, ya'ni qaytuvchan c_w (yumshoq bog'lanish kuchi) va qaytmas c_c (biki bog'lanish kuchi) qismlarini ajratish o'ta muhimdir. Eslatib o'tamiz:

$$s_{pw} = ptg\phi_w + c_v \quad (6.3)$$

va

$$c_v = c_w + c_c \quad (6.4)$$

Bog‘lanish kuchini ajratishdan maqsad, yuqorida aytganimizdek, grunt da siljish deformatsiyasini boshlanishi qaytmas xususiyatli bikr bog‘lanish kuchi c_c ni buzilishi bilan bog‘liqligi bois uning qiymatini baholashdan iborat:

$$c_c = c_v - c_w \quad (6.5)$$

Bikr bog‘lanish kuchining qiymatini aniqlashga oid ushbu usul murakkab emas. Agar grunt zarralari aro bog‘lanish kuchi tarkibida c_c bo‘lsa yuqoridagi ifodadan foydalanish quyidagicha amalga oshiriladi.

Tajriba o‘tkazishga tayyorlangan gruntning tuzilmasi buzilib sun’iy namuna tayyorlanadi. Namuna yuqorida bayon etilgan usullar yordamida tabiiy zichlik-namlik holatiga keltiriladi. Tuzilmasi buzilgan namuna bilan bir qatorda tabiiy tuzilmali namuna ham tayyorlanadi. So‘ngra ikki xil tuzilmali grunt namunalari bir o‘q bo‘ylab zo‘riqish holatida siqiladi. Natijalarni taqqoslab “tuzilma mustahkamligi” deb nomlanuvchi koeffitsient β quyidagicha hisoblanadi:

$$\beta = R_T/R_b \quad (6.6)$$

bunda: R_T - tabiiy tuzilmasi buzilmagan gruntning mustahkamligi; R_b - tabiiy tuzilmasi buzilgan gruntning mustahkamligi.

Agar $\beta = 1$ bo‘lsa grunt tarkibida bikr bog‘lanish kuchi bo‘lmaydi. Shu usul yordamida grunt tarkibida c_c ni bor-yo‘qligi aniqlanadi. Ammo yuqoridagi usul yordamida uning miqdori haqida taqribiy fikr yuritish mumkin. Gruntlar mexanikasidan ma’lumki bosh zo‘riqishlar p_1 va p_2 lar yordamida urinma zo‘riqishning yuqori qiymati τ_{max} quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau \frac{p_1 - p_2}{2} \quad max \quad (6.7)$$

agar bir o‘q bo‘ylab zo‘riqish holati yuz bersa $p_2 = 0$ bo‘ladi. U holda:

$$\tau \frac{p_1}{2} \quad max \quad (6.8)$$

Shu bilan birga zo‘riqishning eng yuqori qiymatida (namunani buzilish holatida) τc_{max} bo‘lishini e’tiborga olsak:

$$c_c = \frac{p_1}{2} \quad (6.9)$$

ekanligini payqash mumkin. Yana shuni ta'kidlash lozimki, p_1 zo'riqish ta'sir etayotgan bosimni ta'sir yuzasiga (F) nisbati orqali ifodalanishini nazarda tutsak, tajriba o'tkazilayotgan namunani ikki holati (buzilgan va saqlangan tuzilma) uchun quyidagilarni yozish mumkin:

$$p'_1 = \frac{R_T}{F} \quad (6.10)$$

$$p_1^2 = \frac{R_b}{F} \quad (6.11)$$

Tabiiy holatdagi grunt namunasida bog'lanish kuchini c_v , tuzilmasi buzilganinikini esa c_w ekanligini inobatga olsak:

$$c_v = \frac{p_1^1}{2} \quad (6.12)$$

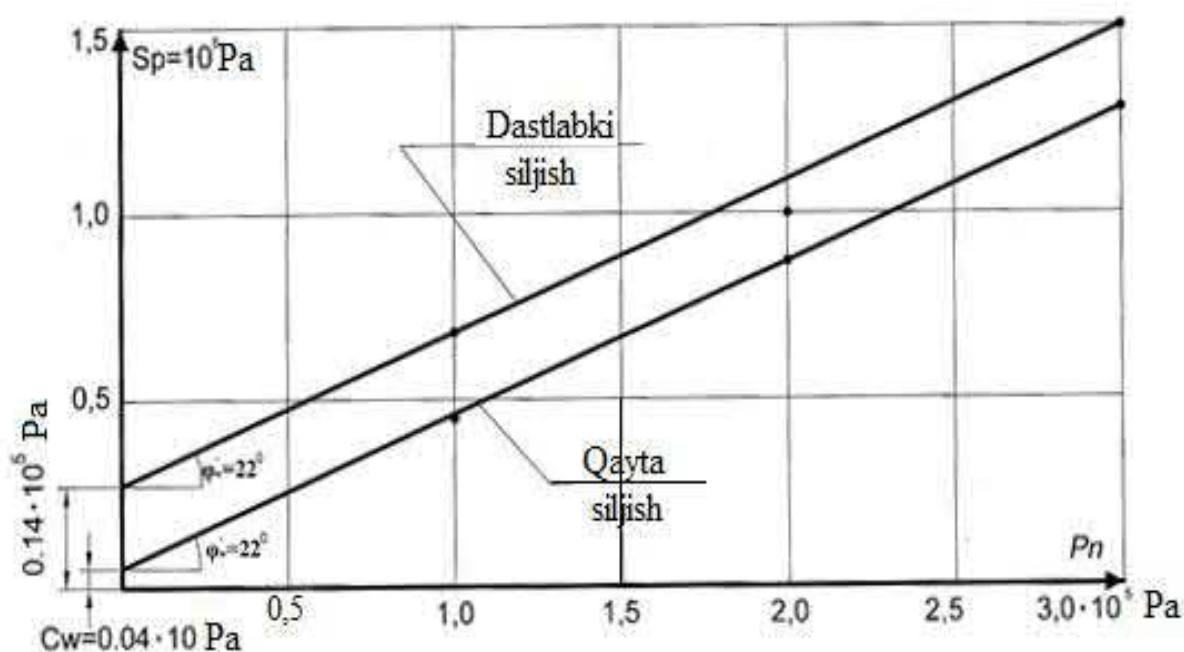
$$c_w = \frac{p_1^2}{2} \quad (6.13)$$

6.11 va 6.12 tengliklarni nazarda tutib c_c ni aniqlash ifodasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$c_c = \frac{1}{2F} (R_T - R_b) \quad (6.14)$$

Ushbu ifodadan tajriba o'tkazilayotgan namunalar mustahkamligi teng bo'lgan holatda, ya'ni $R_T = R_b$ grunt tarkibida biki bog'lanish kuchining miqdori nolga teng ekanligi kelib chiqadi.

Biki bog'lanish kuchi c_c ni "qayta siljitish" usuli deb nom olgan usul yordamida ham aniqlash mumkin. Unda ma'lum yuk ostida siljirilgan namuna siljituvchi yukdan navbatma-navbat bo'shatib boriladi. $\tau'_{kp} = S_{cv}$ va ohirida yana qaytadan siljitish amali bajariladi (6.2 rasm).



6.2-rasm. Birk bog‘lanish kuchini aniqlashga doir “qayta siljish” usulining natijasi (N.N.Maslovdan olindi).

Mazkur tajribaning zaminida dastlabki siljish jarayonida grunt tarkibidagi birk bog‘lanish kuchlari (c_c) butunlay buzilib, qayta siljish esa, asosan, yumshoq bog‘lanish kusi (c_w) va ichki ishqalanish burchagi hisobiga yuz beradi degan tahmin yotadi. Tajriba ko‘rsatkichlaridan foydalanib birk bog‘lanish kuchi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$c_c = s_{cv} - s_{cw} \quad (6.13)$$

Ilmiy izlanuvlar amaliyotida birk va yumshoq bog‘lanish kuchlarini ajratishga oid bir necha boshqa usullar ham taklif etilgan .

Yuqorida qayd etilganlardan ko‘rinib turibdiki “siljish ostonasi”ning qiymatini belgilashda birk bog‘lanish kuchining roli nihoyatda muhimdir.

Gruntning zarralar aro ichki ishqalanish kuchi ham “siljish ostonasi”ga sezilarli ahamiyat kasb etishi muqarraligini e‘tiborga olib bir necha tajribalar o‘tkazdik. Ushbu tajribalar ham, avvalgidek, Maslov-Lure uskunasi tuzilmasi buzilmagan namunalar ustida olib borildi.

Ushbu jarayonda grunt tuzilmasini buzilishga qaratilgan siljish deformatsiyasini turg‘un holatidan rivojlanish bosqichiga o‘tish chegarasi (siljish

ostonasi) biki bog‘lanish kuchi bilan bir qatorda ichki ishqalanish burchagining miqdoriga ham bog‘liq ekanligi aniq kuzatildi. Ichki ishqalanish kuchining miqdori qancha ko‘p bo‘lsa siljish deformatsiyasining rivojlanish bosqichi ro‘yobga chiqish uchun yuqori qiymati urinma zo‘riqish talab etiladi (2.3 jadval).

Urinma zo‘riqish bilan gruntning ichki ishqalanish burchagi orasidagi bog‘liqligi

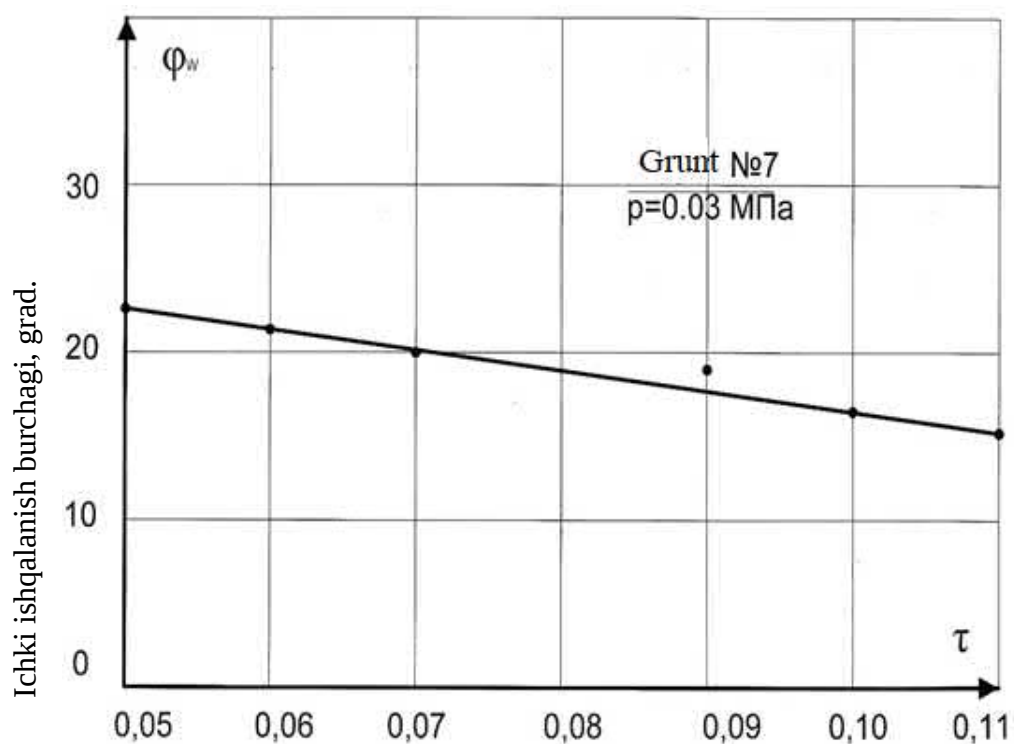
2.3 jadval

Urinma zo‘riqish, MPa	Ichki ishqalanish burchagi, grad	
	Dastlabki qiymati	Tajriba oxiridagi qiymati
0.050	22° 40’	22° 40’
0.060	22° 40’	21° 30’
0.070	22° 40’	19° 45’
0.080	22° 40’	19° 20’
0.090	22° 40’	19° 40’
0.100	22° 40’	18°

Yana shuni ta’kidlash lozimki siljituvchi (urinma) zo‘riqishning qiymati ortishi bilan ichki ishqalanish burchagi ham kamayib boradi (3.20 rasm). Ma’lum miqdorli urinma zo‘riqishning ta’sirida turg‘un holatdagi siljish deformatsiyaning rivojlangan turiga o‘tishi (siljish ostonasi) gruntning zichlik ko‘rsatkichiga bog‘liq. Grunt qancha zich bo‘lsa “siljish ostonasi”ning miqdori shuncha yuqori bo‘lishini tajribalarimiz natijasi ko‘rsatdi.

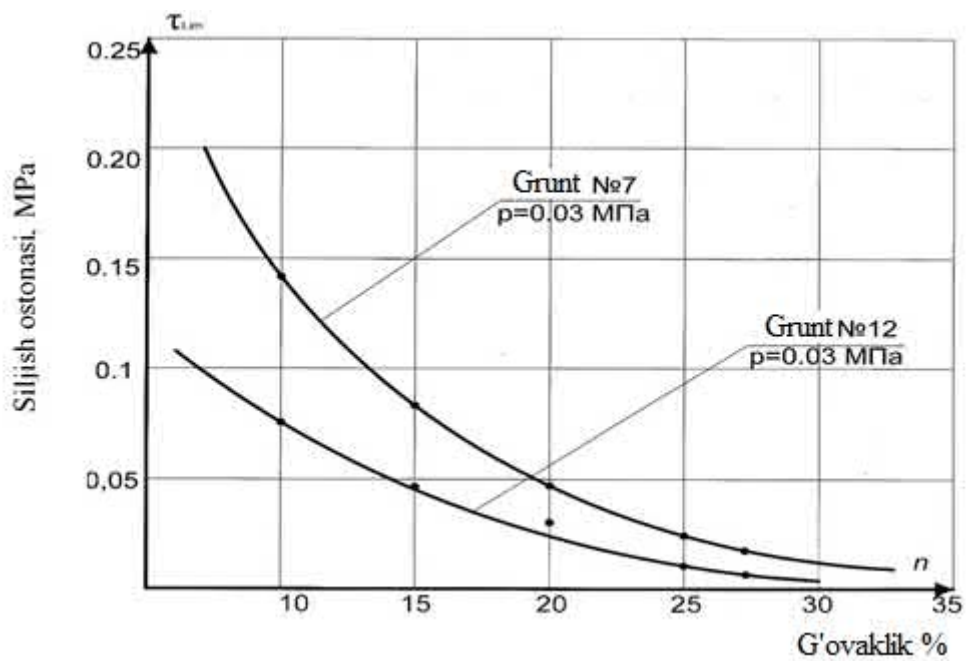
6.3- rasmga murojaat qilamiz. Unda 7-gruntning turli g‘ovaklik holatida olib borilgan tadqiqotlarimiz natijasi izohlangan. Tabiiyki, gruntning g‘ovakligi kamayib borishi jarayonida uning ichki ishqalanish burchagining miqdori ortib boradi. Shu bois siljish ostonasini nafaqat gruntning g‘ovakligiga, balki ichki ishqalanish burchagiga ham bog‘liq ekanligidan darak beradi. Unda kuzatilishiga ko‘ra grunt zarralari aro ichki bog‘lanish kuchining ortishi beto‘xtov siljish deformatsiya qiymatini bir necha miqdorga ortishiga sabab bo‘ladi. Ya’ni turg‘un holatda

siljiyotgan grunt rivojlanish

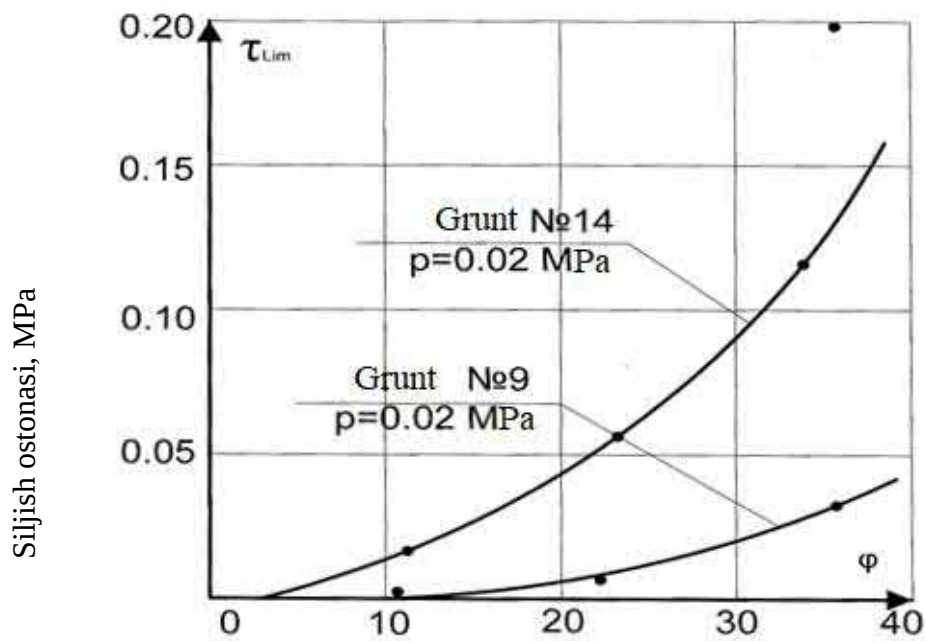


Urinma zo'riqish, MPa.

6.3-rasm. Siljish ta'sirida gruntning ichki ishqalanish burchagini o'zgarish grafigi



6.4-rasm. Siljish ostonasi va g'ovaklik orasidagi bog'liqlik grafigi.



Ichki ishqalanish burchagi, grad.
6.5-rasm. Siljish ostonasi va ichki ishqalanish bursagi orasidagi bog‘liqlik grafigi.

deformatsiyaga o‘tish o‘rniga so‘nish deformatsiyasini izchillik bilan davom ettiradi. Bu esa gruntning mustahkamligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatib, ma’lum sharoitda, beto‘xtov siljish deformatsiyasidan holi bo‘lishi mumkin.

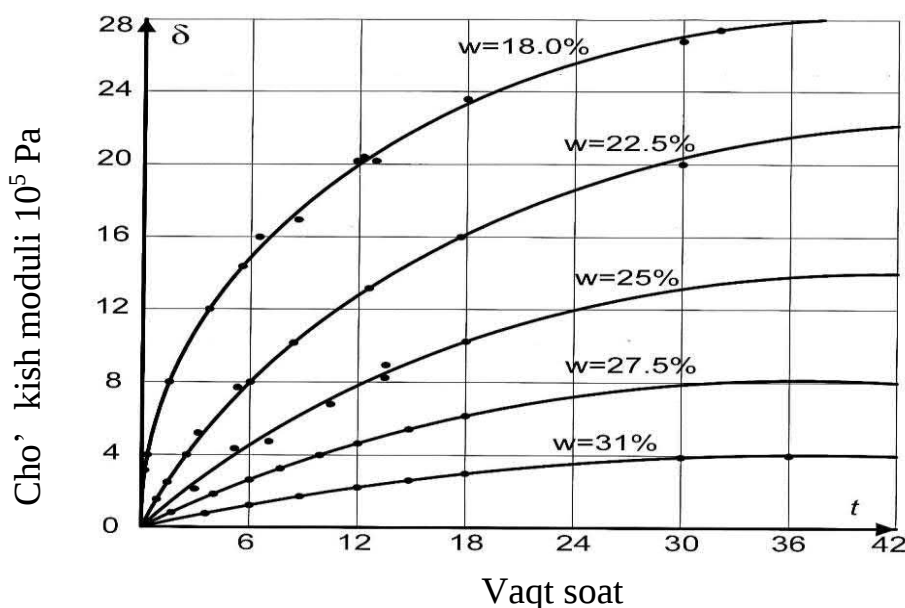
Yer osti inshootlarini zilzilabardoshligini nazariy baholashda grunt yopishqoqlik koeffitsiyentining roli

Yumshoq bog‘lanish kuchining vaqt davomida ortishi bilan birgalikda grunt zarralarini zichlashuv jarayoni ham jadallik bilan rivojlanishi o‘tkazgan tajribalarimizda ko‘plab kuzatildi. Bu esa ular orasidagi ichki ishqalanish burchagini ham ko‘payishi bilan bog‘liq.

Ushbu miqdorlarning vaqt davomida ortishi “siljish ostonasi” τ_{lim} ni ko‘payishi va grunt ni siljituvchi urinma zo‘riqishning faol qismi ($\Delta\tau$) ni kamayishiga olib keladi. Natija siljish deformatsiyasini so‘nishi bilan yakunlanadi.

Ushbu fikr antropogen gruntlarining reologik holatini tahlillash jarayonida yopishqoqlik xususiyatini vaqt bo‘ylab o‘zgarishini, ya’ni $\eta = f(t)$ bog‘liqlikka alohida ahamiyat berishni talab etadi. Ushbu maqsadni amalga oshirish gruntning

zichlik-namlik holatini o'zgartirmay saqlab qolgan sharoitda yopishqoqlikning vaqt davomida ortib boruvchi tajribalar o'tkazishni taqazo etadi. Bu esa o'zgarmas tashqi ta'sirlar ostida grunt qa'rida yangi tuzilma tashkil bo'lish jarayoni bilan bog'liq.



6.6-rasm. Tabiiy tuzilmasi buzilgan grunt na'munasining vaqt o'tishi bilan cho'kish davomiyligini so'nishiga bog'liqlik.

6.6 rasmda yuqoridagi sharoitlarni saqlash natijasida o'tkazilgan tajribalar asosida tuzilgan chizma tasvirlangan. Zichlik-namlik holati saqlangan gruntning siljish moduli tajribaning boshlang'ich davrida bir necha barobar ortishini namoyon etuvchi ushbu chizma fikrimizga dalil bo'laoladi. Tik ta'sir etuvchi va urinma zo'riqlashlarning miqdori 1,5-2 marta ko'payishiga qaramay gruntning yopishqoqlik xususiyatiga ularning deyarli ta'siri sezilmaydi.

Uzoq vaqt davomida gruntning yopishqoqlik xususiyatini o'zgarishini 6.6rasmdan kuzatish mumkin. Ushbu o'ta muhim ko'rsatkichni vaqt o'tishi bilan asta-sekinlik bilan ortib borishi diqqatni o'ziga tortadi

Ushbu holat loyli gruntning uzoq yillar davomida asta-sekinlik bilan davom etuvchi reologik siljish deformasiyasining mohiyatini ifodalaydi. Jarayonning rivojlanishida ta'sir etayotgan yukning (p_n) ahamiyati chegaralanganligini e'tirof etmoq lozim.

Yopishqoqlik koeffisientining so'nish jarayoni ma'lum sharoitlarda benihoya uzoq muddat davom etishi mumkinligi logarifm o'lchovda

tasvirlangan 6.7 chizmada yaqqol ko‘rinadi.

muddatli tajribalarimizda yaqqol ko‘zga tashlandi. Ushbu o‘zgarishni inshootning davomiy cho‘kishini 6.14 ifodaga monand quyidagi emperik bog‘lanish ko‘rinishda ifodalash mumkin [26]:

$$\eta_t = \eta_0 - (\eta_0 - \eta_b) \cdot e^{-\mu t} \quad (6.14)$$

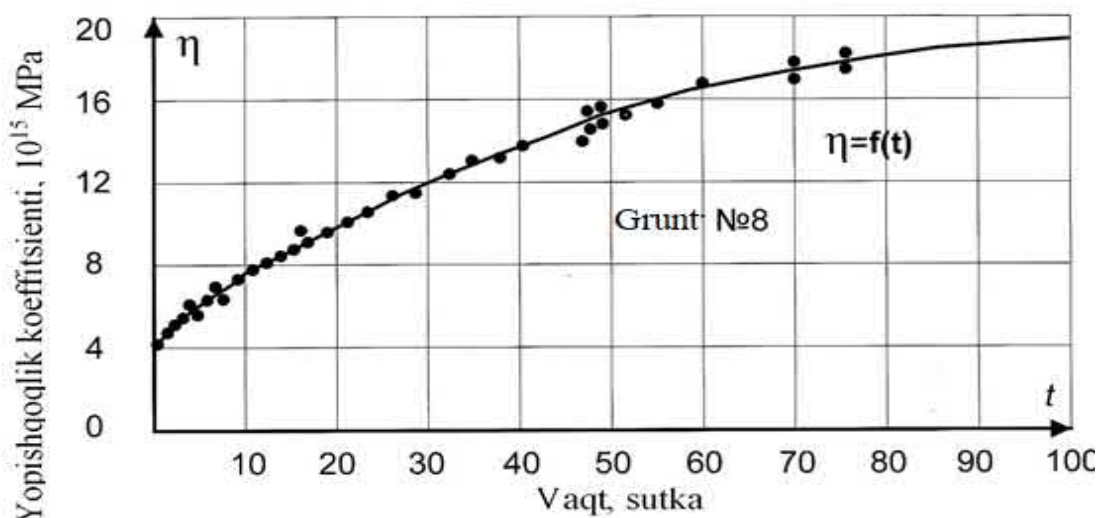
Gruntning yopishqoqlik xususiyatini vaqt bo‘yicha o‘zgarishi uzoq bunda: η_b, η_0, η_t - yopishqoqlikning boshlang‘ich, oxirgi va ma‘lum vaqtga oid qiymatlari; μ - gruntning yopishqoqlik xususiyatini ifodalovchi ko‘rsatkich (o‘lchov birligi $1/t$).

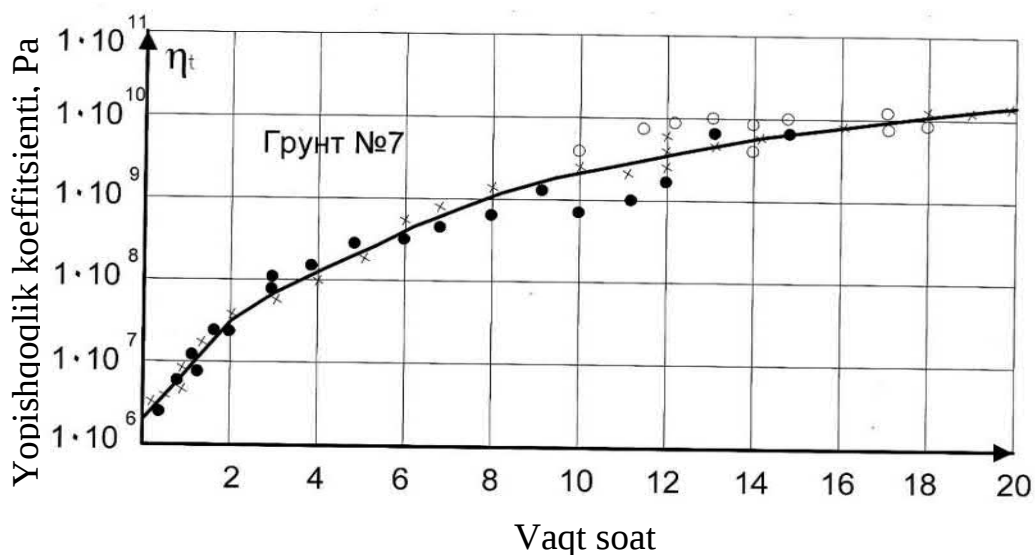
μ ko‘rsatkichning miqdori 3.15 ifodani logarifmlash orqali izlanadi:

$$\mu = \frac{1}{t} \ln \frac{\eta_0 - \eta_b}{\eta_0 - \eta_t} \quad (6.15)$$

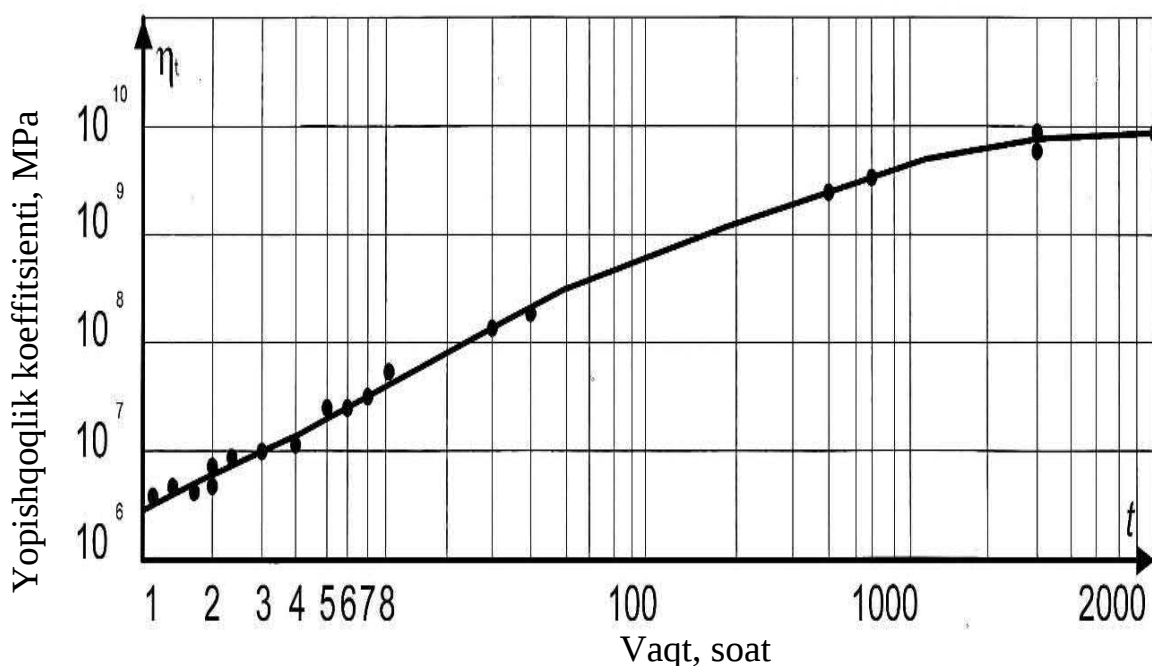
Ushbu ko‘rsatkichni 6.15 ifoda yordamida aniqlash uchun η_b, η_0, η_t larning qiymatlariga ega bo‘lmoq lozim. η_b va η_t lar yuqorida bayon etilgan usul yordamida qiyinchiliksiz aniqlanishi mumkin. Ammo η_0 ning miqdorini belgilash uzoq muddat talab etishi bois ko‘pincha tajriba oxiriga yetkazilmay qoladi. Bunday vaqtda aniqlangan miqdor yopishqoqlik kuchini oxirgi qiymatidan birmuncha farqlanadi.

Oddiy holatlar uchun η_0 ning miqdori $\eta = f(t)$ chizmasidan o‘rtaliq qiymatni aniqlash orqali amalga oshirish mumkin 6.7 rasm). Ammo bunday yondoshuv ham η_0 ning taqribiy qiymatini aniqlash bilan bog‘liq.





6.7-rasm. 7-raqamli gruntga oid yopishqoqlik koeffitsientini vaqt davomida o'zgarish chizmasi. $x - 2 \cdot 10^5$ Pa yuk ostida siljishi; $\bullet$ - $3 \cdot 10^5$ Pa yuk ostida; o – zoldir usulida o'tkazilgan tajribalar natijasi.



6.8-rasm. $\eta_t - f(t)$ ko'rinishli bog'lanish. Grunt №15 (qum loy). $r_n=0.03$ MPa yuk ta'sirida o'tkazilagan uzoq muddatli (3oy) tajriba natijasi.

Yopishqoqlik koeffitsientini oxirgi qiymatini nisbatan aniqlik darajada quyidagicha hisoblash mumkin:

$$\eta_0 = a + v \ln t_0 \quad (6.16)$$

bunda: t_0 - inshootdan foydalanish muddati; a, v - $\eta_t = f(t)$ chizmasidan

aniqlanuvchi ko'rsatkichlar.

6.16 ifoda yordamida η_0 ning miqdorini izlashda a va v ning qiymatlarini oldindan bilish talab etiladi. Buning uchun quyidagi ikki noma'lum xadli ikki tenglamani echish lozim bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} \eta_1 &= a + v \ln t_1 \\ \eta_2 &= a + v \ln t_2 \end{aligned} \right\} \quad (6.17)$$

Bunda ham yuqoridagi yoritilgan usul yordamida η_1 va η_2 larning t_1 va t_2 vaqtga mos keluvchi miqdorlarini oldindan aniqlash kerak bo'ladi. Shunday yo'l bilan topilgan η_1 , η_2 , η_b, η_0, η_t larning qiymatlari beto'xtov siljish deformasiyasining tezligini aniqlashda 6.17 ifodadan foydalanishni taqazo etadi. Ko'plab kuzatuvlar va tajribalar natijasi 6.17 ifodani haqiqatga yaqin ekanligini tasdiqladi.

IV. AMALIY MASHG'ULOTLAR

1-AMALIY. GRUNT YOTQIZMASINING TALAB QILINGAN ZICHLIGINI ANIQLASH.

Grunt yotqizmasining talab qilingan zichligini aniqlash

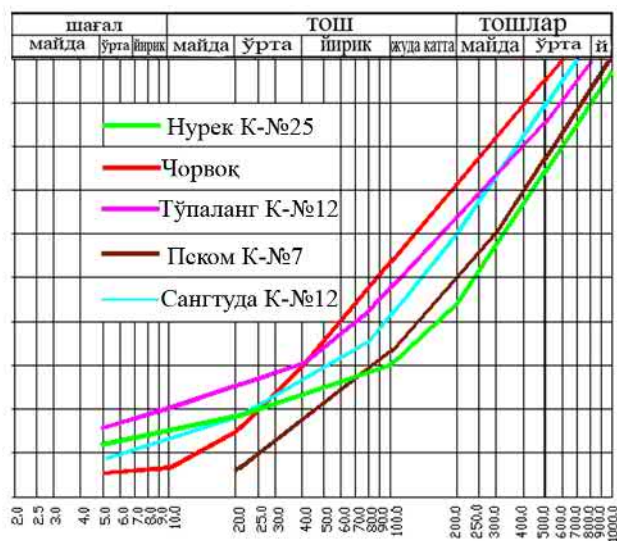
Eksperimental tadqiqotlar To‘polang to‘g‘onining yirik bo‘lakli materiali ustida olib borildi. Mahalliy materiallardan gidrotexnika inshootlari to‘g‘onlarning ko‘tarmalarini, dambalarini va h.k.larni sifatli qurishda gruntlarni sifatli yotqizish asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Umumiy holda tosh-gruntli to‘g‘onlar istalgan (ixtiyoriy) zonasidagi materialning sifati ularning mustahkamligi, deformatsiyalanuvchanligi va filtratsion xarakteristikalarini bilan aniqlanadi. Chorvoq GES qurilishida bu talablarni qoniqtirishda qurilishning yakuniy bosqichida tog‘ massasining donali tarkibini va yotqizma zichligini aniqlashga to‘g‘ri keldi. Masalaning bunday qo‘yilishi toshli materiallarning siljishga nisbatan mustahkamligini aniqlash bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar o‘tkazish zarurligini aniqlab berdi. Bu maqsadlarga erishish uchun yirik masshtabli siljuvchi pribor yaratildi, bu priborda toshli materialning siljuvchanlik xarakteristikalarini aniqlandi. Balandligi 200 m bo‘lgan Piskom tosh-grunt to‘g‘onidek yirik gidrotexnika inshootini tiklash qurilishni tashkil etish, uni tiklash texnologiyasi va nazorat qilish bilan bog‘liq bo‘lgan savol-masalalarning bir butun qatoriga ega bo‘lgan kompleksli muammo hisoblanadi. Bog‘lanmagan gruntlar tuzilishining chegaraviy zichliklarini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlarning natijalari va Hidroloyiha, Vedeneev nomidagi VNIIG, Kalinin nomidagi institutlarning ishlanmalarini umumlashtirish shunday gruntlarning donali tarkibning qandaydir litologik farq bilan o‘zgarish diapozoniga to‘liq bog‘liq ekanligini tasdiqlaydi.

Dissertatsiyada Piskom gidrouzelining karer №7 tog‘ massasining standart zichlashtirilishi donali tarkiblarning har xilligi hamda grunt tuzilishi chegaraviy zichliklarining ikkita metodika bo‘yicha olinganligi asosida ko‘rib chiqilgan. Ushbu ko‘rsatilgan ishlanmalar va eksperimental ma’lumotlar asosida materialni siljishga sinash va materialni inshootga yotqizishda uning talab etilgan boshlang‘ich zichligida shu gruntning deformatsion xossalarini aniqlash uchun material

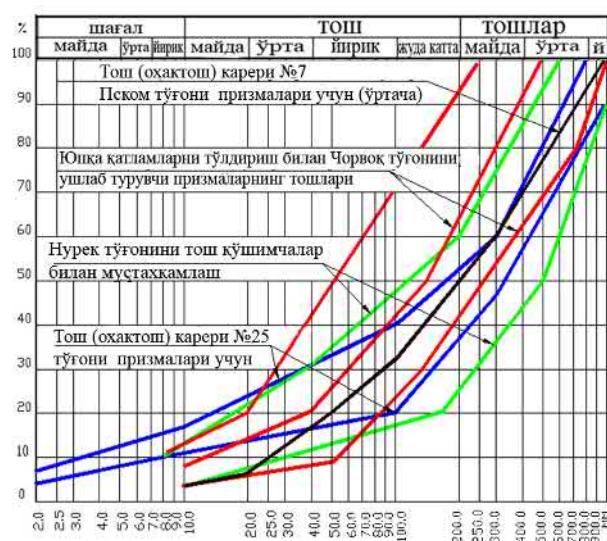
tuzilishining zichliklari bo'yicha asosiy ma'lumotlar olindi.

Loyihaga muvofiq Piskom gidrouzeli to'g'onining tirkak prizmalari tog' massasidan tiklanadi. Tirkak prizmalar uchun karer sifatida

№7 karerdan foydalanish ko'zda tutilgan, bu karer to'g'ondan 2.0-3.0 km uzoqlikda chap qirg'oqdagi ustki befda joylashgan. Bog'lanmagan gruntlar ular petrografik tarkiblarining o'xshashligiga qaramasdan, ulardagi aralashmalarning bir jinsli emasligining kattaligi, yirik fraksiyalar va mayda zarrali gruntlar miqdori bo'yicha bir-biridan farq qiladi, shuning uchun har bir konkret hol uchun material xarakterikalarini eksperimental aniqlash zaruriyati tug'iladi.

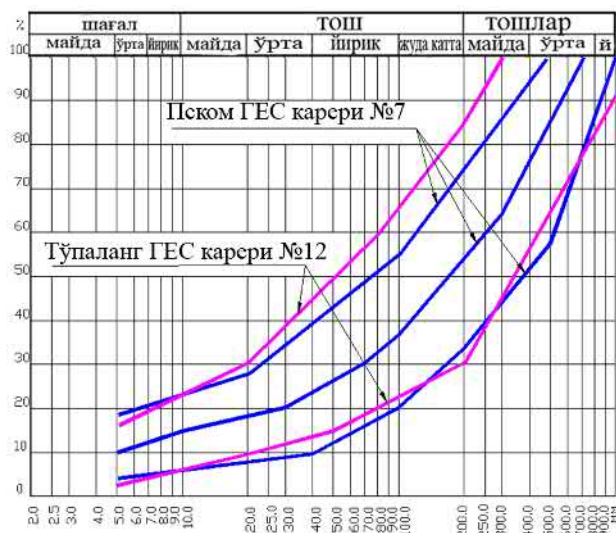


1.1-rasm. Toshning o'rtacha donali tarkiblari

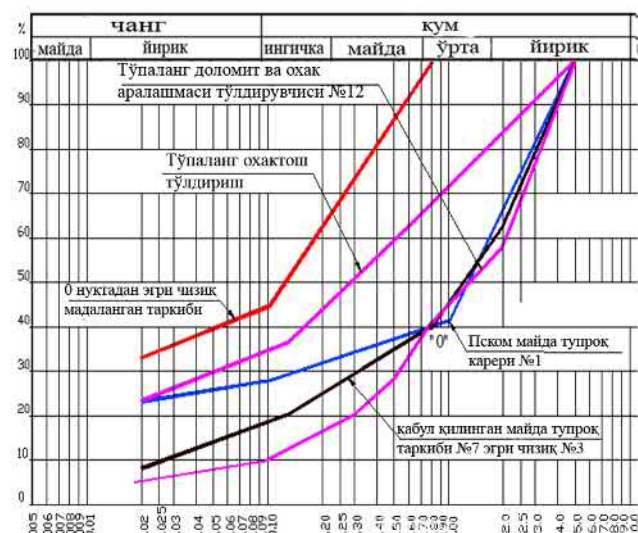


1.2-rasm. Tosh to'shamasi materiallarining egri chiziqlari

Juda baland to'g'onlarni mahalliy materiallardan qurish gruntlarga qurilish materiali sifatida oshirilgan talablar qo'yilishini oldinga suradi. Karerlardan olinadigan gruntlarning qurilish xossalaridan ancha to'liq foydalanish qurilish tannarxini pasaytirishning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Yuqori sifatli toshli materiallarga bo'lgan ehtiyojni qondirish mustahkam va shamol ta'sirida yemirilmagan gruntlarning kam miqdorda bo'lganligi yoki ushbu geologik hududda ularning chegaralangan zaxiralari mavjud ekanligi tufayli o'ta murakkab vazifalardan biri hisoblanadi.



1.3-rasm. Pskems va Sangtutins
GES lari toshining donali tarkiblari



1.4-rasm. Tosh to'ldiruvchisi mayda
fr.<5 mm zarrali gruntining analoglar
bo'yicha donali tarkiblari va qabul
qilingan donali tarkib

Bu tadqiqotlar kompleksida inshootdagi materialning boshlang'ich zichligini to'g'ri aniqlash eng muhim vazifa hisoblanadi, chunki inshootdagi materialning zichligi material va umuman inshootning boshqa fizik-mexanik xossalarini umumlashtiruvchi xarakteristikalaridan biridir. Tog' massasining uni talab etilgan zichlikkagacha zichlashtirishdagi zichligining qiymatlarini (chegaraviy yumshoq tuzilish - ρ_d^{min} va chegaraviy zich tuzilma ρ_d^{max} ni) aniqlash uchun material zichligining chegaraviy qiymatlarni bilish zarur, bu qiymatlar materialning mineralogik va donali tarkiblariga bog'liqdir.

bu yerda D_1 va D_2 –zarralarning mos ravishda minimal va maksimal diametrlari; R – grunt zarralarining D_1 dan D_2 gacha bo'lgan foizli miqdori;

R_i va d_i –donali tarkib egri chizig'ini n ta uchastkaga bo'lganda alohida interval (oraliq)lardagi zarralarning mos ravishda foizli miqdori va diametrlari; A – imperik koeffitsient, u tog' massasi uchun 1.86 ga teng qilib qabul qilinadi. №7 karer tog' massasi uchun tuzilishlarning chegaraviy zichliklarni hisoblash natijalari 3.1-jadvalda keltirilgan. Nisbiy zichlikdan yotqizmalarining yo'l qo'yiladigan zichliklari mezoni sifatida foydalaniladi.

$$I_d = \frac{\rho}{\rho_d^0(\rho_d^{max^{min}})}, \quad (1.1)$$

$\rho_d^0; \rho_d^{max^{min}}$ - tuzilishlarning chegaraviy zichliklari va talab etilgan zichlik.

Egri chigʻiqlar № 1, $K=2.01; \rho_d^{min} \text{ t/m}^3; \rho_d^{max} \text{ t/m}^3$.

1.1-jadval

R _i , %	25	35	45	55	65	75	85	95	P=70
D _i , mm	5	20	40	65	110	180	240	350	D ₁ =5; D ₂ =350

Egri chigʻiqlar №2, $K=2.2; \rho_d^{min} \text{ t/m}^3; \rho_d^{max} \text{ t/m}^3$.

R _i , %	18	28	38	48	58	68	78	88	98	P=80
D _i , mm	5	20	42	70	118	160	190	220	460	D ₁ =5; D ₂ =460

Egri chigʻiqlar №3, $K=1.76; \rho_d^{min} \text{ t/m}^3; \rho_d^{max} \text{ t/m}^3$.

R _i , %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	R=80
D _i , mm	5	30	70	125	160	250	320	430	580	D ₁ =5; D ₂ =580

Yirik boʻlakli gruntlar uchun zichlashtirishning oʻrtacha va minimal yoʻl qoʻyiladigan zichlik kattaliklari sifatidagi loyihaviy parametrlarini hisoblash qoʻyidagi formula boʻyicha bajarildi:

$$\rho_d^{rp} = \frac{\rho_d^{max} \cdot \rho_d^{min}}{\rho_d^{max^{min}}}, \quad (1.2)$$

Zamonaviy toʻgʻon qurish amaliyotida zichlashtirish nisbiy zichlik $I_d=0.7-0.8$ bilan normalashtiriladi va u taxminan 0,95 zichlik darajasiga teng, yaʼni

$$\frac{\rho_d^0}{\rho_d^{max}} \quad (1.2)$$

1.1-jadval natijalaridan foydalanib, №7 karer toshi uchun nisbiy zichlik va togʻ massasining 1.3-rasmda keltirilgan donali tarkibi olindi.

№7 karer toshining nisbiy zichligi

1.2-jadval

Donali tarkib	Nisbiy zichlik, t/m ³			
	$I_d=0.70$	$I_d=0.75$	$I_d=0.80$	$I_d=0.85$
№2 $m_{<5}=18$, Egri chiziqlarning yuqori qismi	1,87	1,90	1,94	1,97
№3 $m_{<5}=10$, Egri chiziqlarning o'rta qismi	1,85	1,88	1,91	1,94
№4 $m_{<5}=5$, Egri chiziqlarning pastki qismi	1,82	1,86	1,88	1,91

Tarkibning berilgan donali tarkibi diapozonida tosh yotqizmasining yo'l qo'yiladigan zichligi: 1,82-1,87 t/m³.

Tog' massasining zichlanganligini eng ishonchli baholash tog' massasi to'shalgan maxsus xaritalarda tajribaviy zichlab tekshirish ishlari asosida bajarilishi mumkin. Yirik bo'lakli grunt zichlanganligini oldindan baholash OST-34-72-646-83 ga muvofiq standart priborda standart zichlashtirish metodi bilan bajarilgan (2.1-rasm), materialning har bir turi uchun chegaraviy zichliklar ($\rho_d^{min}; \rho_d^{max}$) olingan.

Standart zichlashtirish natijalari 3.2, 3.3-jadvallarda va 3.7-rasmdagi grafikda keltirilgan, ushbu grafikda naturaviy gruntning maksimal zichliklari bo'yicha egri chiziqlar ko'rsatilgan, bu egri chiziqlar gruntlarni ikkita boshlang'ich aralashmalar: mayda (5 mm dan kichik) zarrali grunt va yirik (5 mm dan katta) fraksiyalardan shakllantirishning soddalashtirilgan sxemalari asosida olingan nazariy bog'liqliklar bo'yicha qurilgan. Hisobiy egri chiziqlarning chap tarmog'i tirgak prizma skeleti to'liq yirik fraksiyalardan shakllantirilgan holga mos keladi, mayda zarrali grunt esa ular orasidagi g'ovaklarga joylashadi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin:

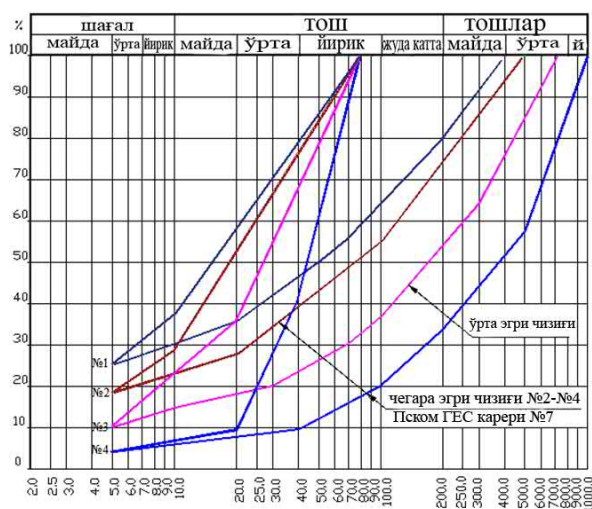
$$\rho_d^{cm} = \frac{\rho_d^{kp}}{1-m}, \quad (1.3)$$

bu yerda ρ_d^{cm} - mayda zarrali grunt miqdori "m" ga ega bo'lgan aralashmaning zichligi; ρ_d^{kp} - yirik zarralardan tashkil topgan skeletning maksimal zichligi; m – mayda zrrali gruntning birlik ulushlardagi miqdori.

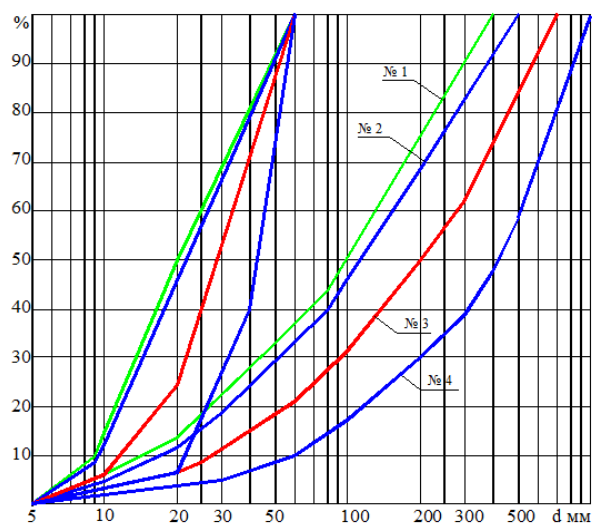
Grafikning o'ng tarmog'i gruntlar tarkiblarini ifodalaydi, unda skelet mayda zarrali grunt bilan shakllangan, yirik zarralar esa aralashmada «suzuvchi» zarralar ko'rinishida tasvirlangan va ular bir-biri bilan kontaktlashmaydi.

$$\rho_d^{CM} = \frac{\rho_{d<60} \cdot \Delta}{m_{<60}(\Delta - \rho_{d<60}) + \rho_{d<60}}, \quad (1.4)$$

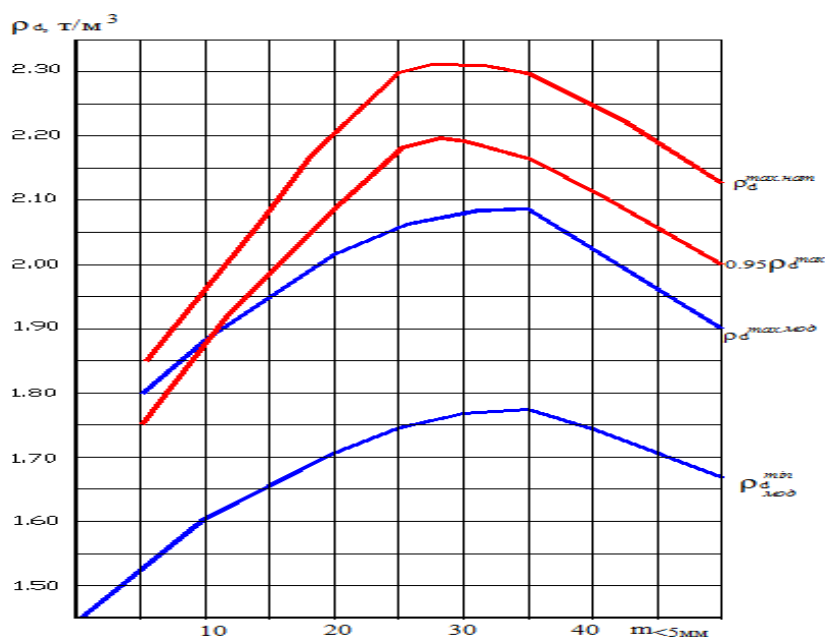
Bu yerda $\rho_{d<60}$ - modeli aralashmaning zichligi; Δ - alohida fraksiyalarning zichligi ($\Delta=2,65 \text{ t/m}^3$); $m_{<60}$ – naturaviy gruntdagi 60 mm dan kichik bo'lgan fraksiyalar miqdori



1.5-rasm. Pskom GES №7 kareri toshi donali tarkibining egri chizig'i va ularning modeli aralashmalari



1.6-rasm. Tosh skeleti qismining donali tarkiblari va ularning to'ldiruvchisiz modeli aralashmalari



1.7-rasmda ishonchli ehtimolikka ($\alpha=0,95$ ga) mos keluvchi nisbiy zichlik $I_d = 0.8$ ga teng talab etilgan zichlikni ifodalovchi chiziq ko'rsatilgan.

Tuzilishlar chegaraviy zichliklarining tosh donali tarkibidagi 5 mm dan kichik fraksiyalar miqdoriga bog'liqlik grafiklari; modeli aralashmalar-ning laboratoriya sharoitlarida zichlashtirilishi; naturaviy grunt

Tarkibi bo'yicha bir jinsli bo'lmagan gruntlar uchun zichlashtirish sifatining differensiallashgan mezoni (kriteriysi)ni qo'llash donali tarkib o'zgarishining qabul qilingan diapozonini tog' massasini yotqizishning donali tarkibga bog'liq holda talab etilgan zichliklarga ega bo'lgan va fizik-mexanik xarakteristikalar bo'yicha materialning bir jinsliligini ta'minlovchi zonalarga ajaratish imkonini beradi. Modelli aralashmalarni zichlashtirish natijalari va ular tuzilishining chegaraviy zichliklari hamda naturaviy gruntning maksimal zichliklari quyidagi jadvalda keltirilgan va ularni yotqizishning talab etilgan zichliklari $0,95\rho_d^{max}$ ga teng.

1.3-jadval

Aralashmalar ning nomer lari	5 mm dan kichik fraksiyalar miqdori, % da	20 mm dan katta fraksiyalar miqdori, % da	Modelli aralashmalarni ng zichliklari, t/m ³		Naturaviy grunt ρ_d^{max} , t/m ³	Talab etilgan zichliklar ρ_d^{tp} , t/m ³
			ρ_d^{mix}	ρ_d^{max}		
4	5	10	1,53	1,79	1,84	1,75
3	10	33	1,63	1,88	1,94	1,84
2	18	64	1,68	1,98	2,13	2,02
1	25	35	1,74	2,06	2,30	2,18

1.3-jadvalda keltirilgan natijalardan foydalanib, 5 dan 25 % miqdorgacha mayda

zarrali gruntga ega bo'lgan donali tarkiblar uchun №7 karer toshining nisbiy zichliklarini olamiz.

1.4-jadval

Eksperimental ma'lumotlar bo'yicha natijalar

Eksperimental ma'lumotlar bo'yicha	Mayda zarrali grunt miqdori, %	Nisbiy zichlik, t/m ³			
		$I_d=0,70$	$I_d=0,75$	$I_d=0,80$	$I_d=0,85$
	25	1,95	1,97	1,99	2,00
	18	1,88	1,90	1,91	1,93
	10	1,80	1,81	1,82	1,84
	5	1,71	1,72	1,73	1,75

1.5-jadval

5 dan 25 % miqdorgacha mayda zarrali gruntga ega bo'lgan donali tarkiblar uchun №7 karer toshining nisbiy zichliklarining jamlangan jadvali

Quyidagi mualliflar- ning formulalari bo'yicha	Aralashm a-larning nomerlari	Mayda zarrali grunt miqdori, %	Nisbiy zichlik, t/m ³			
			$I_d=0,70$	$I_d=0,75$	$I_d=0,80$	$I_d=0,85$
L.N.Rasskaz ov	1	25	1,89	1,92	1,95	1,99
	2	18	1,87	1,90	1,94	1,97
	3	10	1,85	1,88	1,91	1,94
	4	5	1,82	1,85	1,88	1,91
M.P.Pavchic	1	25	2,06	2,08	2,11	2,13
	2	18	2,01	2,03	2,06	2,09

h	3	10	1,97	1,99	2,02	2,05
	4	5	1,86	1,89	1,92	1,95
Eksperiment	1	25	1,95	1,97	1,99	2,00
	2	18	1,88	1,90	1,91	1,93
	3	10	1,80	1,81	1,82	1,84
	4	5	1,71	1,72	1,73	1,75

Jadval tahlili M.P. Pavchich formulalari bo'yicha hisoblab topilgan nisbiy zichlik naturaviy materialning haqiqiy zichligiga eng yaqin ekanligini ko'rsatdi. Fraksiyalari maksimal diametri 60 mm gacha bo'lgan modelli tarkiblar uchun eksperimental ma'lumotlar keltirilgan. Tog' massasidagi fraksiyalarning o'lchamini 600-800 mm gacha oshirish aralashmaning zichligini 0.1-0.015 ga oshiradi, eksperimental ma'lumotlar esa bu o'lchamlarni aralashmaning naturaviy tarkibiga yoki M.P. Pavchich formulalari bo'yicha olingan zichliklarga yaqin bo'lgan tarkibga yaqinlashtiradi.

2-AMALIY. YIRIK BO'LAKLI GRUNTLARNING MUSTAHKAMLIK XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH.

Mustaqil davlatlar hamdo'stligi va xorijda olib borilgan tadqiqotlarning natijalarini chop etishdan olingan ma'lumotlarga ko'ra yirik bo'lakli gruntlarning mustahkamlik xossalariga ta'sir qiluvchi omillarning grunt tuzilishining mustahkamligi, grunt zarralari (donalari)ning yirikligi, zarralarning shakli, normal kuchlanish kattaliklari o'rganilgan.

Yirik bo'lakli materiallar va qumlar mustahkamlik xossalarining tuzilma zichligiga bog'liqligi bir qator tadqiqotchilar tomonidan ta'kidlangan. Ularning barchasi berilgan grunt skeletining butun hajmiy vazni qanchalik katta bo'lsa, aksincha, shunga mos ravishda, uning g'ovakligi shuncha kam bo'ladi, ichki ishqalanish burchagi shunchalik yuqori bo'ladi degan tushunchaga kelishgan.

Shunga o'xshash bog'liqlik S.M.Atayya tomonidan Nurek ohaktoshini o'rganishda olingan natijalarda ham kuzatiladi. Sinovlar balandligi 500 mm va diametri 250 mm ga teng bo'lgan uch o'q yo'nalishida siqishga mo'ljallangan vakkumli priborda o'tkazildi. Namunaga o'q yo'nalishi bo'yicha berilgan bosim 7.5 kg/sm^2 dan oshmagan bo'lsa, yon tomonlama beriladigan bosim esa 0.9 kg/sm^2 dan oshmadi (1.6-jadval).

Jadvalda ko'rsatilgan natijalarni taqqoslab (solishtirib), quyidagilarga ega bo'lamiz: 5-10 mm li fraksiyalar uchun σ_1 ning 2.45 dan 6-6.3 kg/sm^2 gacha ko'tarilishida φ 2-2°30 ga kamayadi, 10-20 mm li fraksiyalar uchun bu kattalik 2-2 °30 ni tashkil etgan bo'lsa, 20-30 mm li fraksiyalar uchun u -4° ga teng bo'ldi. Shunday qilib, bir-biriga taqqoslaganda aytarlik darajada katta bo'lmagan normal bosimlarda ham ushbu bosimlarning ichki ishqalanish burchagiga ta'siri kuzatildi.

2.1-jadval

Bosimning siljishga nisbatan qarshilikka ta'siri

Material	Fraksiyalarining o'lchamlari, mm	Boshlang'ich zichlik, $\rho, \text{g/sm}^3$	n, %	Yon tomonlama bosim, $\sigma_3, \text{kg/sm}^2$	O'q yo'nalishida gi bosim, $\sigma_1, \text{kg/sm}^2$	Ichki ishqalanish burchagi, φ
Nurek ohaktoshi	5-10	1.50	45	0.37	2.45	51°20'
			45.5	0.36	2.7	50°30'
			45.5	0.6	4.5	50°
			45	0.6	4.6	50°30'
			46	0.9	6.0	48°
			45	0.9	6.3	48°40'
	10-20	1.50	45.5	0.3	2.4	51°30'
			45	0.3	2.44	51°15'

			45.5	0.6	4.6	50°30'
			45	0.6	4.5	50°
			46	0.9	5.8	47°
			46	0.9	6.2	48°30'
	20-30	1.50	45	0.3	2.75	53°
			45.5	0.6	5.0	51°30'
			45	0.9	6.4	49°
	30-55	1.77	35	0.5	4.1	52°
			35	0.9	7.5	52°

Ushbu materialning petrografik tarkibi qumtoshlar, ohaktoshlar

va tufporfirli jinslar bilan to'lgan gilli slaneslarning buzilishidan hosil bo'lgan mahsullardan tashkil topgan. Yirik bo'lakli gruntlarning mustahkamligi laboratoriya sharoitlarida 1000 mm gacha va undan katta bo'lgan namunalardan foydalangan holda yirik masshtabli priborlarda aniqlanadi. Yirik bo'lakli gruntlarning mustahkamligi kamdan-kam hollardagina bevosita naturaviy sharoitlarda aniqlanadi, chunki ularning metodikasi to'liq ishlab chiqilmagan.

Suglinkali yadro va №7 karer tog' massasidan bajarilgan tirgak prizmalar Piskom to'g'onining asosiy elementlari hisoblanadi. Dissertatsiyada toshli materialni to'g'on tanasiga yotqizish masalalari ko'rib chiqilgan va ushbu materialni to'shsh zichligi asoslab berilgan hamda tog' massasining mustahkamlik xarakteristikalarini taxminan aniqlangan. Qoya toshli jinslarni qazib olishda kovlanayotgan jinslarning mustahkamligiga, yoriqlari miqdoriga, asosiy massivdagi ancha zaif jinslarning qatlamlariga bog'liq holda turli nobirjinslilik ko'effitsientlariga ega bo'lgan tog' massasi olinadi. Piskom to'g'onining tirgak prizmalariga yotqizish uchun tog' massasining tavsiya etiladigan donali tarkiblari: donali tarkiblarning №1;2;3 va 4 egri chiziqlari bilan uchta zonaga bo'lingan.

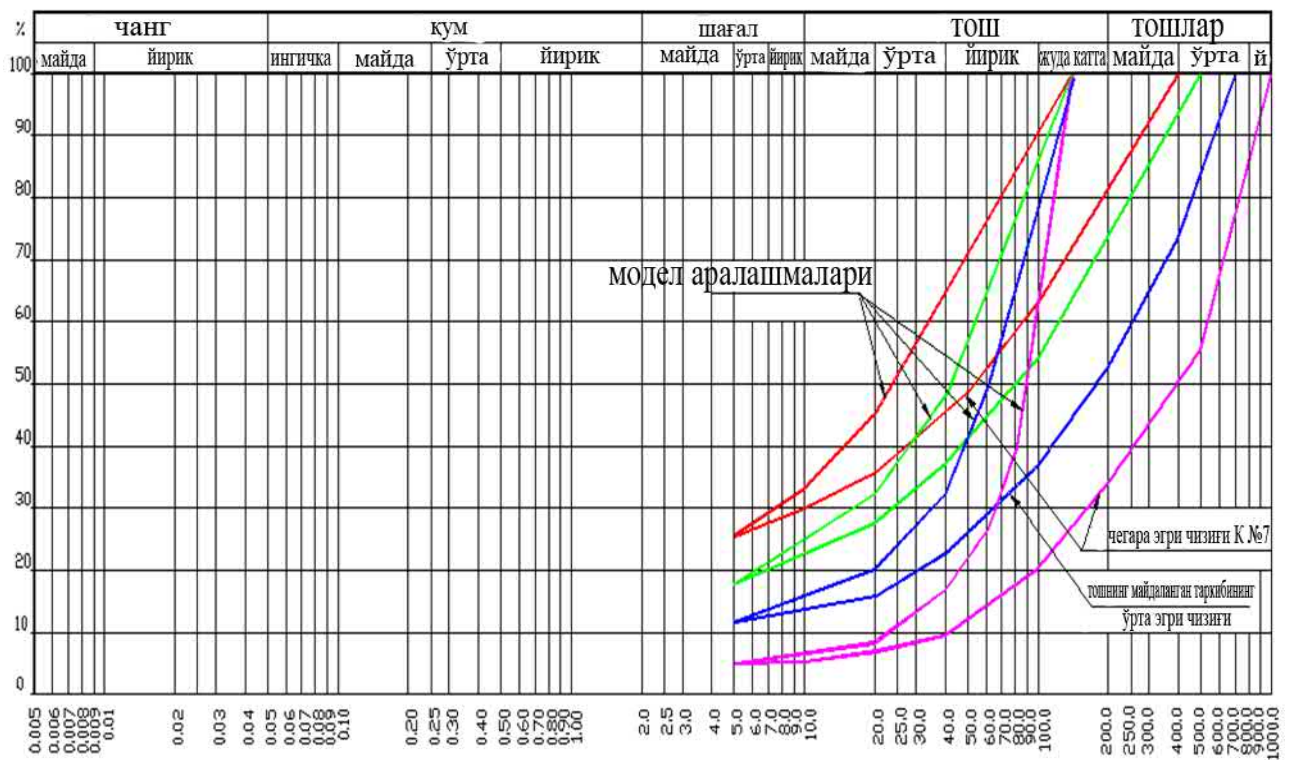
Bu tarkiblar aralashma tarkibidagi mayda (fr.<5mm) zarrali grunt, yirik fraksiyalar, nobirjinslilik ko'effitsientlarining kattaligi bo'yicha bir-biridan farq qiladi. Shuning uchun har bir konkrent holda loyihaga kiritiladigan hisobiy

xarakteristikalarini eksperimental o'rnatish zaruriyati yuzgaga keladi.

Olib borilgan ish vazifasiga (masalasiga) eng ehtimoliy donali tarkib uchun tog' massasining hisobiy xarakteristikalarini o'rnatish hamda 1-4 donali tarkiblar chegarasida siljish burchagining o'zgarishini baholash kiritilgan. BPI (burg'ulash-portlatish ishlari)ni olib borishda tog' massasining donali tarkibida mayda ($fr.<5mm$) zarrali grunt (ohaktoshlar)ning minimal $\sim 5\%$ miqdorini olish juda qiyin, shu sababli asosiy tarkib uchun 1-3 egri chiziqlar orasidagi diapozon qabul qilingan. №2 donali tarkibning egri chizig'i ushbu diapozon uchun o'rtacha donali tarkib hisoblanadi, bu tarkib uchun normativ talablarga muvofiq siljishlarning tegishli miqdori bo'yicha hisobiy xarakteristikalar aniqlangan.

1-4 donali tarkiblar uchun har bir qayd etilgan yukda va donali tarkibga mos keladigan zichlikda ikkitadan sinov o'tkazildi. Bunday sinovlar faqat mustahkamlikning taxminiy ko'rsatkichlarini berishi hamda mustahkamlik parametrlarini toshning tanlab olingan donali tarkiblari chegarasida baholash imkonini berishi mumkin. Tajribalar katta masshtabli priborlarda o'tkazildi, bunday priborlarni qo'llash priborning $5D_{max} \leq d_{min}$ shartini bajaruvchi 140 mm li fraksiyalarni o'z tarkibiga kiritgan material ustidan sinovlar o'tkazish imkonini berdi. Naturaviy materialda 500-900 mm li fraksiyalarning bo'lishi materialning modeli tarkibiga o'tishga majbur etadi. Tajribalar asosida olingan gruntning donali tarkiblari va ularning modeli aralashmalari 2.2-rasmda ko'rsatilgan.

Sinovlar o'tkazish uchun keltirilgan material modeli aralashmalarni tashkil etadigan fraksiyalarga ajratildi. Namunalarning turli siquvchi yuklar: 2; 0,4; 0,8; 1,2 MPa da siljishi yo'riqnomalarga muvofiq o'tkazildi.



2.1-rasm. Tosh donali tarkibining egri chiziqlari va ularning modeli aralashmalari (siljishga nisbatan sinovlar uchun)

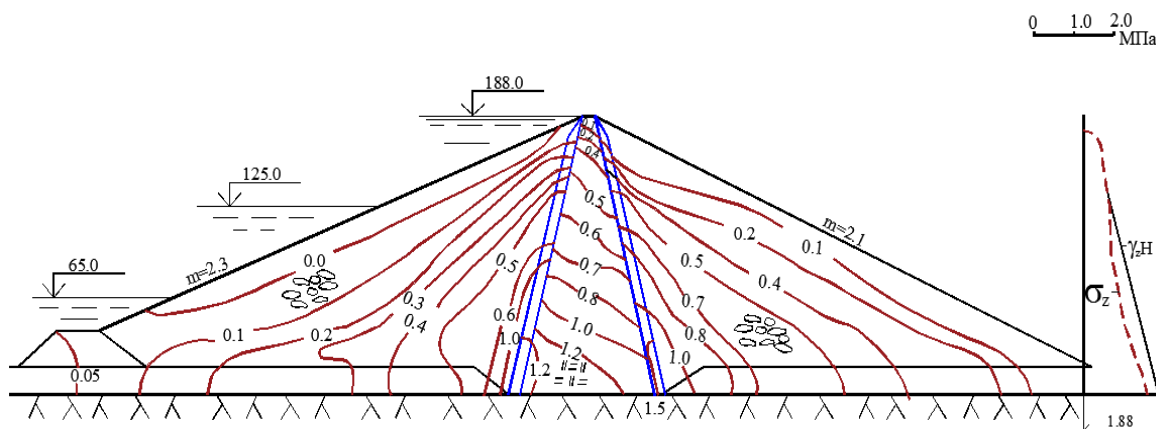
Ushbu sinovlarning natijalari ko'chishlarning 2.1 rasmda ko'rsatilgan grafiklarida keltirilgan. Siljishga nisbatan o'tkazilgan sinovlarning natijalari bo'yicha 2.2-jadval tuzildi, bu jadval bo'yicha siljish koeffitsientining vertikal yukka va zichlikka bog'liq bo'lgan grafiklari qurildi.

Bu grafiklarni gorizontaal to'g'ri chiziqlar bilan kesish orqali siljish burchagining tog' massasini yotqizish zichligiga va vertikal kuchlanishlarga bog'liqliklari aniqlandi. Grafiklardan tog' massasining yotqizilish zichligi bilan turli kuchlanishlarda materialning mustahkamlik xossalarini regulirovka qilish mumkinligi kelib chiqadi. Modelli aralashmalar ustidan sinovlarni o'tkazishda real grunt zichligining modeli aralashmalar fraksiyalarining yirikligini kamytirish hisobiga sezilarsiz kamayganligini ta'kidlash o'rinlidir, bunday kamayishni quyidagi formuladan foydalanib naturaviy va modeli aralashmaning donali tarkibi bo'yicha qayta tiklash mumkin:

$$\rho_d^{cm} = \frac{\rho_{d<140}\rho_d^s}{m_{<140}(\rho_d^s - \rho_{d<140}) + \rho_{d<140}}$$

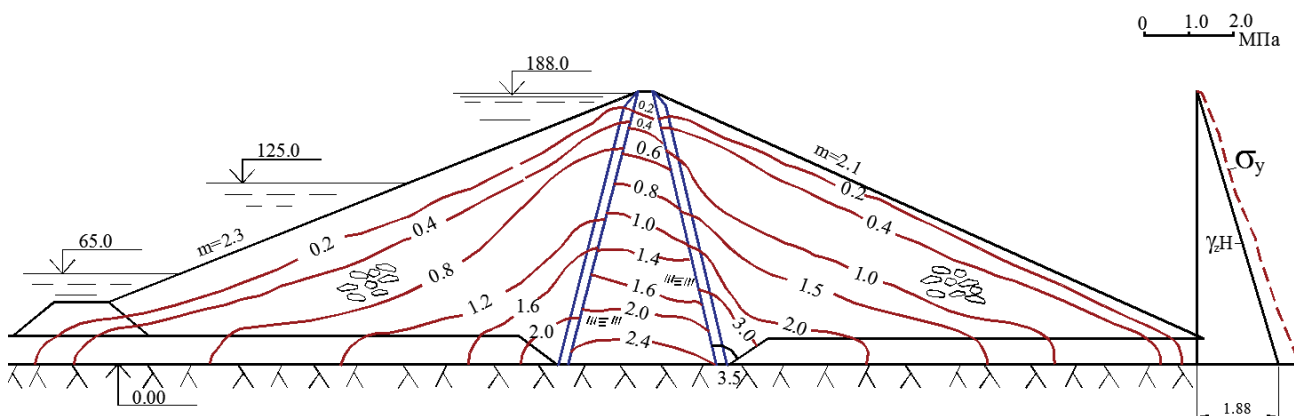
Bu yerda $\rho_{d<140}$ - modeli aralashmaning zichligi, t/m³; ρ_d^s - alohida

fraksiyalarning zichligi ($\rho_d^s=2,66 \text{ t/m}^3$); $m_{<140}$ – naturaviy gruntda 140 mm dan kichik bo‘lgan fraksiyalar miqdori.



2.2-rasm. σ_z kuchlanishlarning to‘g‘on tanasida taqsimlanishi (tarqalishi)

Kuchlanishlarning yadro o‘qi bo‘yicha taqsimlanishi



2.3-rasm. Kuchlanishlarning σ_u (MPa) to‘g‘on tanasida taqsimlanishi (tarqalishi)

Pastki prizmaning turg‘unligini tavsiflovchi eng xavfli sirt (yuza) ham o‘tish zonasidan o‘tadi, u asosni qamrab oladi va ushbu sirt bo‘ylab pastki K_3^{min} rax (otkos)ga chiqadi.

To‘polang gidrouzeli to‘g‘oni asosining jinslaridan gipsning suv ta‘sirida yuvilishi tufayli ajralib chiqish oqibatlarini baholash bo‘yicha hisoblash bajarilgan edi. Ushbu maqsadda to‘g‘on ko‘ndalang va bo‘ylama profilining kuchlangan-deformativ holatini hisoblash ishlari olib borildi. Hisoblashlar gipsning suv ta‘sirida ajralib chiqishini bashorat qilish (prognoz qilish) natijalarini hisobga olib chetli elementlar metodi bilan o‘tkazildi, bu hisoblash ishlarida bajarildi.

Ikkala holda ham faqat to‘g‘on tanasining xususiy vaznidan tushadigan yuklarni inobatga olgan holda to‘g‘on tanasini juda tez tiklash ko‘rib chiqilgan.

To'g'on tanasidagi gruntlarning qabul qilingan hisobiy xarakteristikalari 3.21-jadvalda keltirilgan.

2.2-jadval

Ko'ndalang profilni hisoblash natijalari

Grunt nomi	Grunt zichligi, t/m ³	Deformatsiya moduli, MPa	Puasson koeffitsienti
To'g'on tanasidagi suglinka	1,75	1,5	0,3
To'g'on tanasi tirkak prizmalarining toshi	2,2	7,0	0,25

To'g'on tanasidagi barcha deformatsiyalar siquvchi deformatsiyalar hisoblanadi. Xavfli cho'zuvchi deformatsiyalar to'g'on o'qi bo'yicha uning asosida yuzaga keladi, bu semzaveslar ishlashida buzilishlarga olib kelishi mumkin, lekin yadroning ishlashiga ta'sir qilmaydi. Vertikal normal kuchlanishlarning 2.2-rasmda ko'rsatilgan epyuralaridan ko'rinadiki, unda kuchlanishlar taqsimlanishida yadro va prizmalarining har xil siqiluvchanligi bilan bog'liq bo'lgan arkali effekt namoyon bo'ladi.

3-AMALIY. YIRIK BO'LAKLI GRUNTLARNING DEFORMATSIYALANUVCHANLIGINI ANIQLASH.

Bog'lanmagan gruntlar o'zlarining petrografik tarkibi bo'yicha o'xshashligiga qaramasdan, bir-biridan ulardagi aralashmalarning nobirjinslilik kattali: grunt tarkibida maksimal fraksiyalar va mayda zarrali grunt miqdori bo'yicha farq qiladi, shuning uchun har bir muayyan (konkret) holda xarakteristikalar: mustahkamlik, deformativlik va ularning zichlanuvchanligini eksperimental aniqlash zaruriyati tug'iladi.

Ilmiy-tadqiqot tashkilotlari tomonidan bajarilgan keng ko'lamli izlanishlar hamda yetarlicha katta hajmdagi va yaxshi qayta ishlangan parametrlarida to'g'onlarning tirkak prizmalariga toshli materiallar to'shalishi ustidan o'tkazilgan kuzatuvlar orqali yirik bo'lakli gruntlarning donali tarkibi nobirjinslilikning doimiy koeffitsientiga ega bo'lgan o'rtacha tarkib bilan yaxshi tavsiflanishi o'rnatildi

(aniqlandi).

Shunga o'xshash karerlarni qazish tajribasini inobatga olgan holda 5 mm dan kichik bo'lgan fraksiyalar miqdorini (5-18 %) ifodalovchi chegaraviy egri chiziqlar (№2 va 4 egri chiziqlar) va mayda zarrali gruntning oshirilgan miqdorini ifodalovchi ($m=25\%$) egri chiziq №1 tanlandi. Barcha bu 1, 2 va 4-egri chiziqlar №3 chiziqning modellari hisoblanadi.

Sinovlar diametri 400 mm bo'lgan odometrlarda yon tomonlama kengayish mavjud bo'lmagan holda 1-3 MPa yuklarda "Gidroloyiha" bo'limi tomonidan modelli aralashma gruntning yon tomonlama kengayishi bo'lmaganda tog' massasining siqiluvchanligini aniqlash uchun tadqiqotlar o'tkazish bo'yicha ishlab chiqilgan metodikaga muvofiq o'tkazildi.

Tosh donali tarkibining 1-4 chegaraviy egri chiziqlari 2.3-rasmda ko'rsatilgan. To'g'on tanasi uchun mo'ljallangan grunt tarkibi o'zgarishining keng diapozoni material fizik-mexanik xossalarining katta nobirjinsililigi bilan farq qiladi. Grunt nobirjinsililigining uning deformativ xossalariga ko'rsatadigan ta'sirini aniqlash uchun gruntning 4 ta tarkibi belgilandi va ushbu tarkiblar ustida sinovlar o'tkazildi. Masalaning bunday qo'yilishi donali tarkibga bog'lanishda deformatsiyalar va vertikal yuklar orasidagi bog'liqlikni o'rnatish (aniqlash) imkoni berdi.

Yukning (R , kg/sm^2) har bir pog'onasida g'ovaklikning tajribaviy koeffitsientlari quyidagi formula bo'yicha aniqlandi:

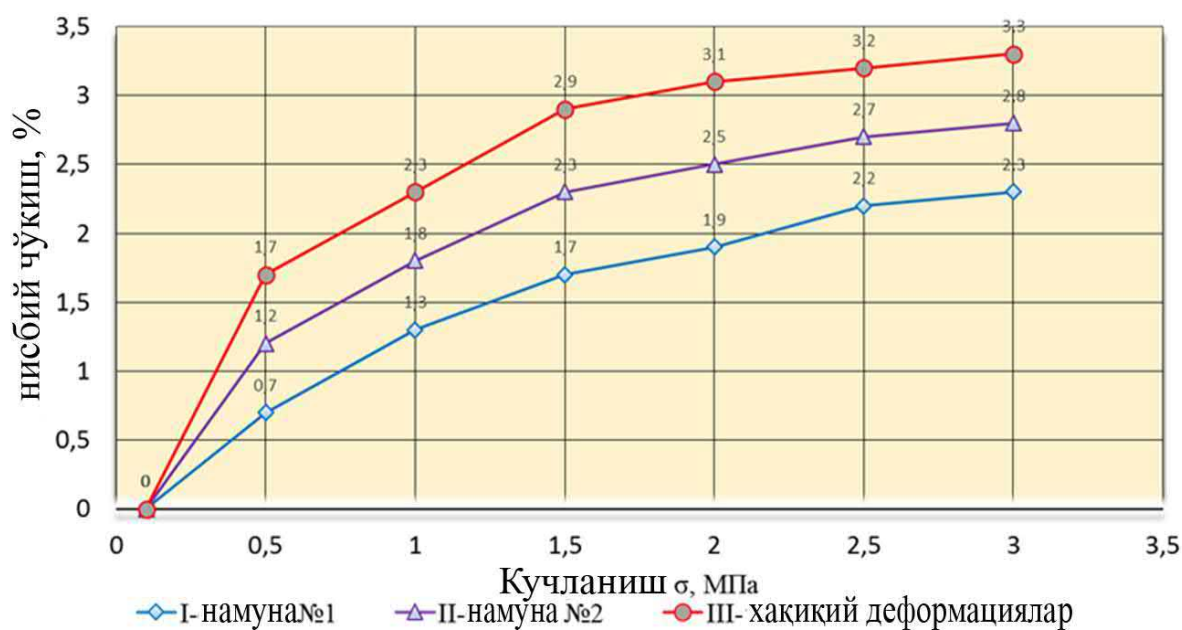
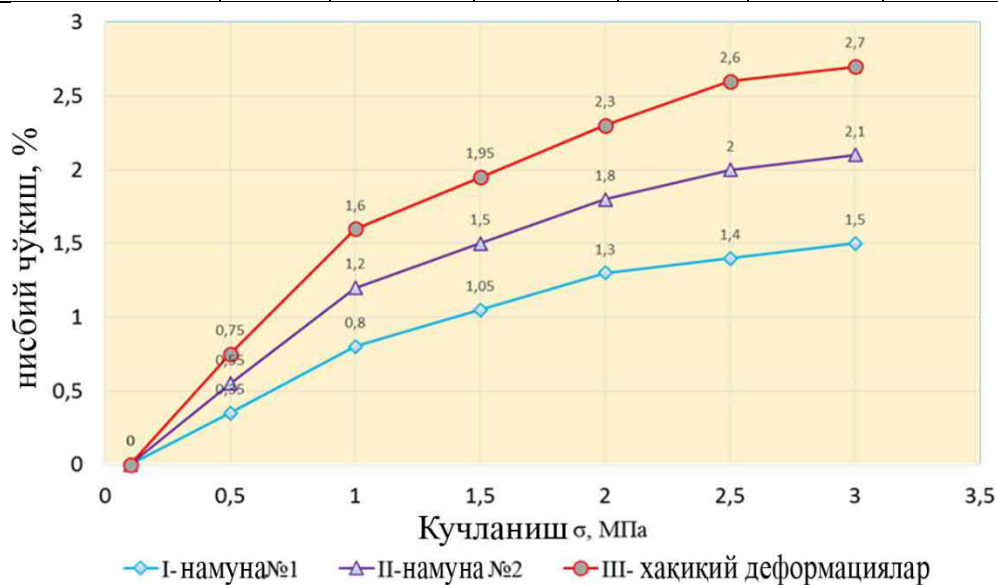
$$\varepsilon_p = \varepsilon_H - \frac{\Delta h}{h} (1 + \varepsilon_H), \quad (3.1)$$

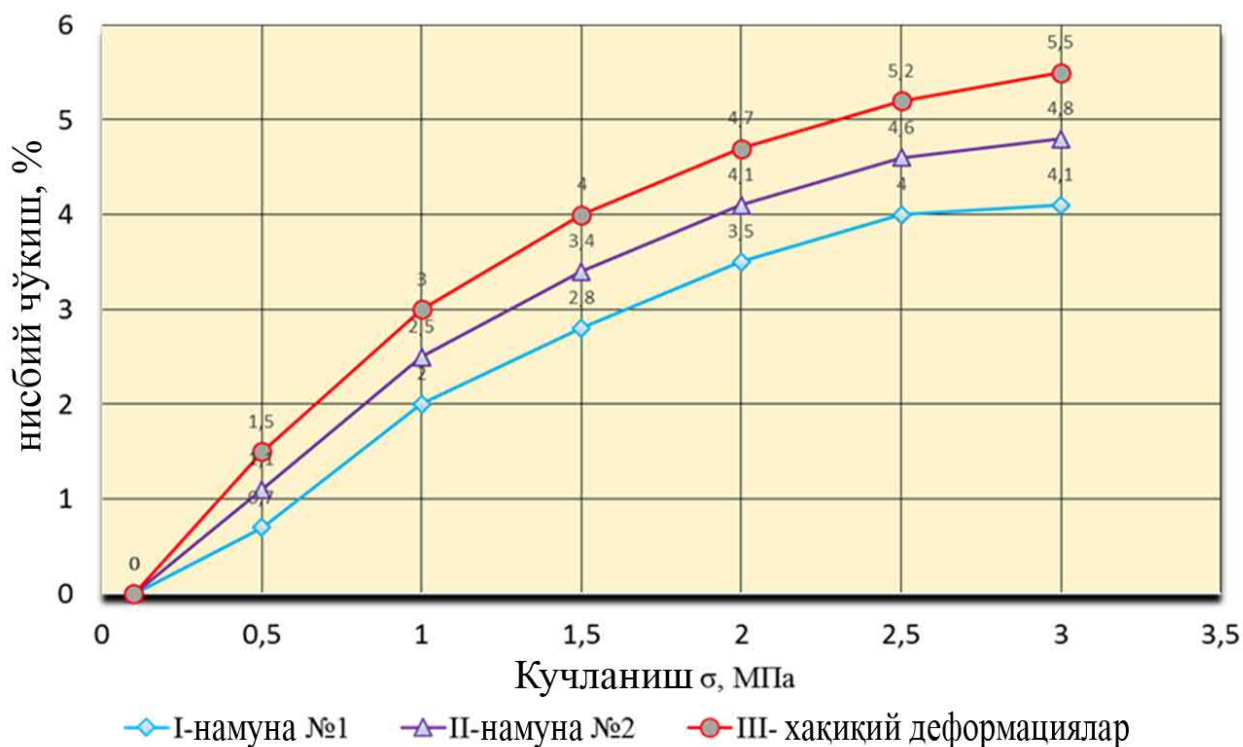
bu yerda ε_r – tegishli yuk "R" ga mos keluvchi g'ovaklik koeffitsienti; ε_n – g'ovaklikning boshlang'ich koeffitsienti; Δh – yuk ostida grunt zichlanganligi turg'unlashgandan keyin namuna balandligi o'zgarganligini bildiruvchi kattalik; h – namunaning dastlabki balandligi.

3.1-jadval

Boshlang'ich zichligidagi nisbiy cho'kishlar jadvali (№3 aralashma. Mayda zarrali grunt miqdori 10 %)

Boshlang'ich zichlik, 1,84 t/m ³	Vertikal yuk, MPa						
	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Nisbiy cho'kish, %	0	1,5	3,0	4,0	4,7	5,2	5,5





3.1-rasm. №7 karer toshining vertikal yuklardan nisbiy cho‘kishlari grafigi (№1, №2, №3 aralashmalar), I – sinovlarni bitta shtamp bilan o‘tkazganda; II - sinovlarni ikkita shtamp bilan o‘tkazganda; III – haqiqiy deformatsiyalar

1-3 aralashmalar uchun jamlangan jadval, naturaviy gruntning deformativ ko‘rsatkichlari 3.2-jadvalda keltirilgan (ilovaga qarang).

3.2-jadvalda keltirilgan natijalar bo‘yicha $\varepsilon = f(\sigma, m)$ ning bog‘liqlik grafiklari qurilgan. Giperbola tenglamasida uchta ishonchli nuqtalar bo‘yicha g‘ovaklik koeffitsientining approsimik qiymatlari:

$$\varepsilon = \frac{a}{p + b} + c$$

bu yerda a; b; c - noma'lum parametrlar

Bu parametrlarni aniqlash uch noma'lumli uchta tenglamalar tizimini yechish yo‘li bilan olib boriladi. Bu parametrlar quyidagiga teng:

$$b = \frac{P_3 \varepsilon_3 - P_2 \varepsilon_2 - \frac{P_3 - P_2}{P_2 - P_1} (P_2 \varepsilon_2 - P_1 \varepsilon_1)}{\varepsilon_2 - \varepsilon_3 - \frac{P_3 - P_2}{P_2 - P_1} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}$$

$$c = \frac{P_3 \varepsilon_2 - P_1 \varepsilon_2 - B(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{P_2 - P_1}; \quad a = (\varepsilon_1 - c)(P_1 - B)$$

bu yerda $R_1, R_2, R_3, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – tegishli yuklar va 1, 2, 3 – ishonchli tarzda tanlab olingan nuqtalarga mos keluvchi g‘ovaklik koefitsientlari. Giperbola tenglamasining hisobiy koefitsientlari 3.2-jadvalda keltirilgan.

3.2-JADVAL

Egri chiziqlar ning nomerlar i	Yuk, MPa g‘ovaklik			Tenglama koefitsientlari		
				a	v	s
№1 m=25%	$\frac{0,5}{0,180}$	$\frac{2,0}{0,160}$	$\frac{3,0}{0,144}$	3069	-1529.63	2.193
№2 m=18%	$\frac{0,5}{0,280}$	$\frac{2,0}{0,252}$	$\frac{3,0}{0,244}$	1.181	13.74	0.217
№3 m=10%	$\frac{0,5}{0,390}$	$\frac{2,0}{0,340}$	$\frac{3,0}{0,310}$	195.52	230	-0.442
№4 m=5%	$\frac{0,5}{0,462}$	$\frac{2,0}{0,391}$	$\frac{3,0}{0,350}$	13.5	157.6	0.379

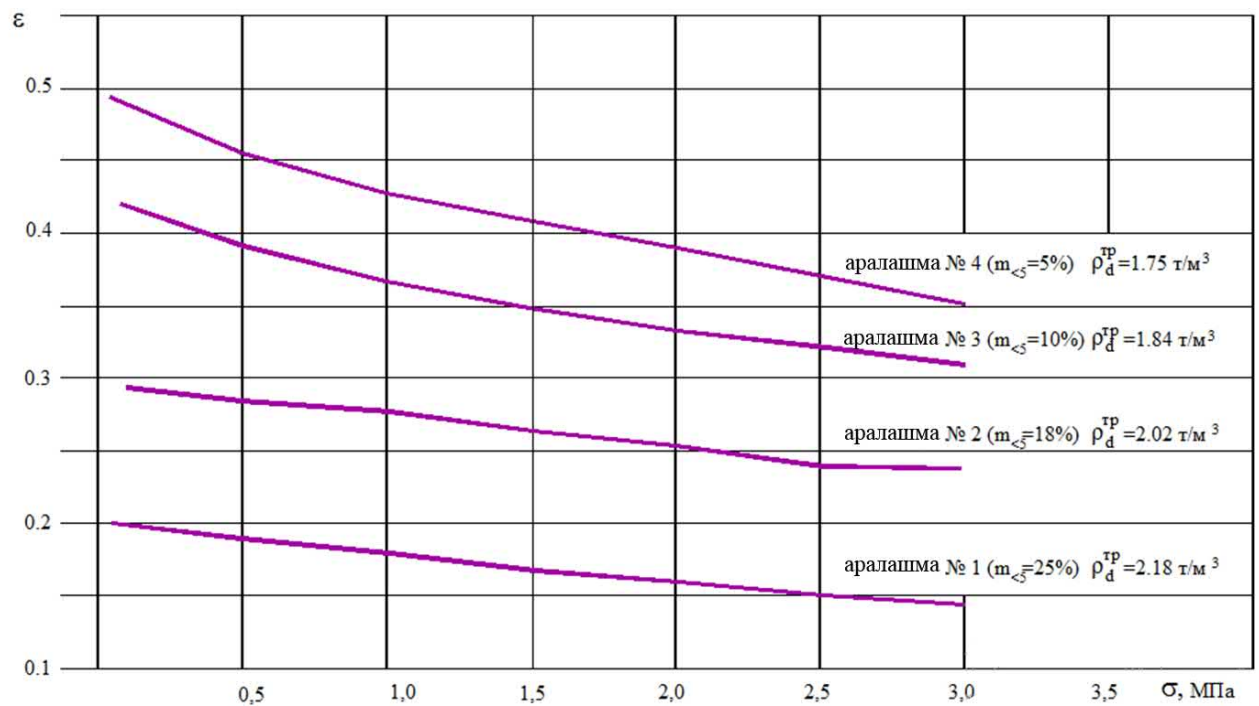
Giperbola tenglamasi va tegishli a; b; c koefitsientlardan foydalangan holda siqiluvchanlik koefitsienti a ni hisoblab topish mumkin

$$a = \frac{\varepsilon_n + \varepsilon_{n+1}}{P_{n+1} + P_n}, \quad (3.2)$$

bu yerda $\varepsilon_n; \varepsilon_{n+1}; P_n; P_{n+1}$ - kompression egri chiziqdagi to‘g‘ri chiziqli uchastkaning n va n+1 chetki nuqtalari uchun g‘ovaklik koefitsientining tegishli hisobiy qiymatlari va yuklarning kttaliklari.

Deformatsiya moduli (Ye, MPa) quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$E = \frac{P_{n+1} - P_n}{\varepsilon_n - \varepsilon_{n+1}}, \quad (3.3)$$



3.2-rasm. Toshni talab etilgan zichlikda ko'tarmaga sifatli to'shash (yotqizish)da $\varepsilon = f(\sigma, m)$ ning g'ovaklik koeffitsientining yukka va gruntning donali tarkibiga bog'liq holda o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari.

4-AMALIY. GRUNTLARNING GRANULOMETRIK TAKRIBINI MODELLASHTIRISH.

Modellashtirishning birinchi varianti. Yirik bo'lakli gruntlarni modellashtirishning «Gidroloyiha» AJda ishlab chiqilgan usuli.

Ko'plab tajribalar hamda olingan bog'liqliklarni o'rganish va tahlil qilish asosida yirik bo'lakli gruntlarning deformativ va mustahkamlik xarakteristikalarini aniqlash uchun modeli aralashmalarni tuzishning biz tomonimizdan takomillashtirilgan usuli ko'rib chiqilayotgan gruntlarning tarkibi va holatini ancha ob'ektiv tavsiflash imkonini beradi.

Yirik bo'lakli gruntlarni modellashtirish usulidan foydalanilganda 5 mm dan kichik fraksiyalarning foizli miqdori modeli va naturaviy grunt da bir xil bo'lishi kerak.

Maksimal fraksiya foydalaniladigan konteynerning minimal o'lchami bilan aniqlanadi. Shunday qilib, modeli aralashmaning donali tarkibini ifodalovchi grafikda ikki nuqta – mayda zarrali grunt miqdori va maksimal fraksiya belgilangan.

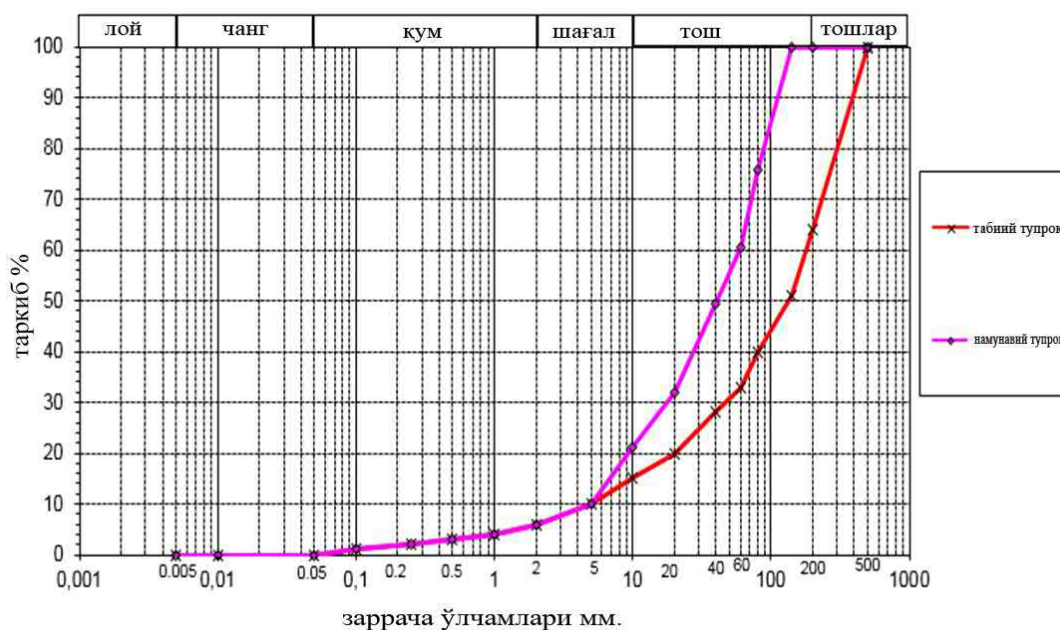
Bunday holda fraksiyalarning

5 dan 60 mm gacha bo'lgan ixtiyoriy belgilanishini istisno etuvchi modellash usulidan foydalaniladi. Naturaviy grunt da fraksiyalarni proporsional ravishda kamaytirish bilan grafikdagi oraliq nuqtalar olinadi, ular quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$P_{d_i}^M = \frac{P_{d_i} - P_{<5}}{P_i^H - P_{<5}} \cdot (100 - P_{<5}) + P_{<5}, \quad (4.1)$$

bu yerda $P_{d_i}^M$ - modeli aralashmadagi fraksiyalarning foizli miqdori; $P_{<5}$ - <5 mm fraksiyalarning foizli miqdori; P_i^H - naturaviy grunt da fraksiyalarning foizli miqdori (2.7-rasm).

Modellashtirishning bunday modeli keyingi navbatda ko'rib chiqiladigan metodlarga qaraganda ancha oddiy va ob'ektivdir.



4.1-rasm. Gruntlarni modellash usuli («Gidroloyiha» AJ da ishlab chiqilgan).

4.1-jadval

Modeli gruntning granulometrik tarkibini hisoblash jadvali

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Намунали тупрок										
2	Табиий тупрок			140	Намунали тупроқдаги фракцияларнинг максимал хажми (мм)	5	табиий тупроқ хажми ўзгармасдан кичик бўлган фракцияларнинг хажми				
3	фракция вазни гр.	фракция ўлчами мм.		55700	Намунали тупроқ хажми ўзгармасдан кичик бўлган фракцияларнинг хажми						
4	0	>500									
5	18800	500									
6	6550	200									
7	5550	140									
8	3550	80									
9	2500	60									
10	4250	40									
11	2500	20									
12	2500	10									
13	2000	5									
14	1500	2									
15	1500	1									
16	1500	0.5									
17	1500	0.25									
18	1500	0.1									
19	0	0.05									
20	0	0.01									
21	0	0.005									
22	55700										
23											
24											

Modellashtirishning ikkinchi modeli. Modellashtirishda shuni inobatga olish kerakki, bunda aralashmadagi oʻrtacha muallaq zarralarning diametri 20 mm dan pasaymasligi kerak, chunki $d_{sr.vz.}$ kamayishi bilan alohida fraksiyalarning mustahkamligi ortadi. Modelli aralashmada shaklni hisobga oluvchi koeffitsientning taʼsiri naturaviy donali tarkibga mos tushishi yoki 5 % dan katta boʻlmagan farqqa ega boʻlishi lozim.

$$K_{\phi} = \frac{S_{\text{пов}} \cdot d_{\text{ср.вз}}}{V}, \quad (4.2)$$

bu yerda $S_{\text{пов}}$ - zarralar sirtining yuzasi (mm^2); $d_{\text{sr.vz.}}$ - oʻrtacha muallaq zarralarning diametri (mm); V - obʻem (mm^3).

Modellashtirishning uchinchi modeli.

Bu variant shundan iboratki, bunda gruntning modeli tarkibida naturaviy grunt tarkibi $d=100$ mm gacha saqlanadi, qolgan foizli miqdor esa bitta pogʻonaga D_{max} dan kichik boʻlgan fraksiyalar bilan almashtiriladi.

Modellashtirishning bunday usuli ancha oddiy va hozirgi vaqtda ushbu usul koʻpchilik tadqiqotchilar tomonidan qabul qilinmoqda. Bu usulning ustun jihati bu

modelli aralashmada naturaviy gruntning o'lchami bo'yicha minus D_{max} gacha yaqin bo'lgan fraksiyalari ishtirok etishidan iboratdir.

Modellashtirishning to'rtinchi modeli.

Bu usulda modeli aralashmadagi mayda ($m < 5$) zarrali grunt miqdori naturaviy gruntniki qanday bo'lsa, xuddi shunday miqdorda saqlanadi, modeli aralashmaning maksimal fraksiyasi $5-d_{max}$ dan boshlab proporsional ravishda naturaviy gruntga almashtiriladi.

Naturaviy gruntning tarkiblarini o'tkazish koeffitsienti "K" yordamida modeli aralashmadagi fraksiyalar diametriga kamaytirish tavsiya etiladi:

$$d_{mod} = \frac{d_i^{nat}}{K_i},$$

bu yerda d_{mod} va d^{nat} – zarralarning o'lchamlari, naturaviy gruntga ulardan kichik zarralar i % miqdorda bo'lsa, modeli aralashmada ham shunday miqdorda bo'ladi.

K_i – o'tkazish koeffitsienti, "K" ning 5 mm uchun eng kichik qiymati 1.0 ga teng "K" ning eng katta qiymati 100 ga teng bo'lib, bu qiymat naturaviy gruntga eng yirik fraksiyalar diametrining modeli aralashma fraksiyalarining maksimal diametriga nisbati bilan aniqlanadi. "K" ning ixtiyoriy (istalgan) oraliq qiymati quyidagi formulaga muvofiq interpolatsiyalash bilan olinadi:

$$K = \frac{(K_{100}-1)(i-i_5)}{100-i_5} + 1; \quad K_{100} = \frac{d^{nat}}{d_{mod}},$$

bu yerda d_{nat} , d_{mod} – naturaviy va modeli gruntning maksimal diametrlari; i – gruntga d_i dan kichik bo'lgan fraksiyalarning foizli miqdori.

O.A. Paxomov metodi. Yirik bo'lakli gruntlarni sinovlardan o'tkazishda modellashtirishning bayon etilgan shartlari amalda qurilish gruntrlarida mayda zarrali va yirik zarrali grunlar miqdorini chegaralamasdan ushbu qurilish gruntrlari naturaviy tarkiblarining keng doirasini qamrab olish imkonini beradi. Naturaviy gruntlarni yoki ularning modeli aralashmalarini sinashda fraksiyalarning yo'l qo'yiladigan yirikligini laboratoriya o'rnatmalarining gabaritlariga hamda sinalayotgan materialning har xil donadorligiga bog'liq holda aniqlash tavsiya etiladi. Modellashtirish shartlarida bir nechta modeli aralashmalarni tuzish,

namunalarni bir xil loyihaviy nisbiy zichlikkacha zichlashtirish, laboratoriyaviy yoki ishlab chiqarish sinovini o'tkazish va olingan natijalardan naturaviy tarkibdagi yirik bo'lakli grunt xarakteristikalariga o'tish ko'zda tutiladi.

Berilgan modellashtirish metodining muhim farq qiluvchi belgisi bu muhim omillarni (petrografik va mineralogik tarkib, solishtirma vazn, mustahkamlik, zarralar shakli va o'lchami, sirt yuzalarning holati va h.k.larni) integralli hisoblashdan iboratdir.

Eksperimental tadqiqotlar dasturi va tajribalarni o'tkazish metodikasi

Qurilish amaliyotida, ayniqsa, amalda qo'llaniladigan yirik bo'lakli materiallarning donali tarkibi (massa bo'yicha turli yiriklikdagi fraksiyalarning butun namuna massasiga nisbatan foizlarda ifodalangan miqdori) muhim ahamiyat kasb etadi.

Bunda, agar alohida parchalarning yirikligi 500, 1000 mm va undan katta o'lchamga yetsa, u holda donali tarkibni an'anaviy (vaznli) metod bilan baholash o'ta mehnat talab jarayon hisoblanadi. Tog' rudasi sanoatida yirik bo'lakli materialning donali tarkibi, qoidaga ko'ra, bilvosita metodlar: nuqtali yoki chiziqli metodlar bilan aniqlanadi. Nuqtali metod o'lchash chizig'i bo'ylab joylashgan zarralarning nuqtalardagi miqdorini fraksiyalar bo'yicha qayd qilishni ko'zda tutadi.

Chiziqli metod qayd qilishni emas, balki to'g'ri chiziqli shnur bo'ylab o'lchagich harakatlenganda uchraydigan har bir fraksiya ustidan o'tuvchi to'g'ri chiziq proeksiyasining uzunligini fraksiyalar bo'yicha o'lchashni o'z ichiga kiritadi, donali tarkib esa o'lchangan fraksiyalar uzunligi yig'indisining to'g'ri chiziqli uchastka uzunligiga nisbati sifatida hisoblash orqali aniqlanadi. Bu ikkala metod ham o'lchangan fraksiyalarning 800-1000 sonida vaznli metod bilan yaxshi o'xshashlikka ega bo'ladi. Vaznli va bilvosita metodlar orasidagi farq 2-4 % dan oshmaydi.

Mazkur ishida toshli materiallar namunalarini tanlash va o'lchash natijalarini qayta ishlashning quyidagi metodikasidan foydalanildi. Qatlamlar sirtidan namunalar olish quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

- puxtalik bilan tekislangan 2 x 2 m li gorizontall maydoncha tayyorlanadi, uning chegarasi ichiga 1.1 x 1.1 m o'lchamli metall ramka o'rnatiladi va sinalayotgan qatlam chuqurligida "shurf-lunka" yoki zichlikni aniqlash gorizonti o'tkaziladi. Shurfdan tanlab olingan materialning vazni tarozida tortib aniqlaniladi va fraksiyalar bo'yicha elakdan o'tkazib sochiladi. Shurfning hajmi 0,6-0,8 m³ hajmli bakdan yuzasiga oldindan polietilen plyonka yoyilgan "shurf-lunka"ga suv quyish yordamida o'lchanadi. Bakdagi suv sathi bo'yicha yoki qo'shimcha suv quyish bilan "shurf-lunka" hajmi aniqlanadi.

Gruntning hajmiy vazni namuna vaznini shurf hajmiga bo'lishdan olingan hol sifatida ya'ni quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$\rho_d^w = \frac{P}{V}, \quad (4.3)$$

bu yerda **P** - vazn, kg; **V** - hajm, lit; ρ_d^w - nam gruntning hajmiy vazni.

Toshli materialda namlik sezilarsiz darajada (5 mm dan kichik fraksiyalarning mavjud emasligi yoki ularning sezilarsiz 2-5 % miqdorda) ekanligini inobatga olgan holda zichlikni aniqlashda namlikni hisobga olmasa ham bo'ladi. Mayda (fr < 5 mm) zarrali grunt 5 % dan ko'p bo'lganda, uning namligini aniqlash zarur bo'ladi va hamma namunalarga tuzatish kiritiladi ya'ni materialdagi suv vazni namunaning umumiy vaznidan ayiriladi. Tanlangan materialning namligi shu materialdan 20 mm dan kichik bo'lmagan fraksiyalarda 2 kg vaznda namuna olish va uni quritish shkafiga quritish yo'li bilan aniqlanadi. Namlik aniqlangandan keyin gruntning zichligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$W = \frac{P_{(20-W_{(20)}}}{P_{(20-P_{20})} - (1 + \frac{W_{(20)}}{100})}, \quad (4.4)$$

bu yerda **W** - butun namunaning namligi, %; $P_{(20)}$ - namunadagi 20 mm dan kichik bo'lgan fraksiyalarning vazni; P_{20} - 20 mm dan katta fraksiyalarning vazni.

"Shurf-lunka"dan tanlab olingan namuna sochilmasidan taqdim etilayotgan namuna hajmiga mos keladigan maksimal fraksiya tanlanadi hamda shurf hajmiga va taqdim etilayotgan namunaning diametridan katta bo'lgan fraksiyalar hajmiga tuzatish kiritiladi.

$$\rho_d' = \frac{\rho_d \cdot V_{\text{ш}} - V_p \cdot \rho_d^s}{V_{\text{ш}} - V_p}, \quad (4.5)$$

bu yerda $V_{\text{ш}}$ - shurf hajmi, litr; V_p - yirik fraksiyalar hajmi; P_p - yirik fraksiyalar vazni; ρ_d - jins parchasining zichligi $\rho_d = 2.65-2.68 \text{ t/m}^3$

Bu formulani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$\rho_d = \frac{\rho_d - m_{\text{кр}} \cdot \rho_d^s}{m_{\langle 5}}, \quad (4.6)$$

bu yerda $m_{\text{кр}}, m_{\langle 5}$ - yirik va mayda fraksiyalarning hajmiy ulushlari.

Namunaning bejirimliliği o'yib olingan chuqurchaning hajmi bilan aralashmalarning maksimal o'lchamiga bog'liq holda aniqlanadi va GOST 28514-90 bilan reglamentlashtiriladi. Yotqizilgan naturaviy materialning sifatini umumiy baholash karerda sochilgan gruntning ma'lum bo'lgan donali tarkibining umulashtirilgan egri chizig'i bo'yicha aniqlanadi. Karerdan to'g'onga jo'natiladigan material har bir 10 ming m^3 ga to'g'ri keladigan bitta namuna bilan nazorat qilinadi. Turg'un donali tarkibda va yo'lga qo'yilgan texnologiyada gruntни har bir sepganda 20 тыс.м^3 hajm bilan sochish mumkin. Tirgak prizmalarga yotqizilgan materialning sifati quyidagi formula bilan baholanadi:

$$\rho_d' = \frac{\rho_d \cdot \rho_d^s}{\rho_d^s m_{\langle 5} + \rho_d \cdot m_{\rangle 5}}, \quad (4.7)$$

bu yerda ρ_d - taqdim etiladigan namuna fraksiyalarini o'z ichiga kirituvchi material zichligi, t/m^3 ; $m_{\langle 5}$, % - taqdim etiladigan fraksiyalarni va undan kichik fraksiyalarni kiritgan holda birliklar ulushida fraksiyalarning foizli miqdori; $m_{\rangle 5}$ - taqdim etiladigan fraksiyalardan katta bo'lgan fraksiyalarning foizli miqdori; ρ_d^s - alohida fraksiyalarning hajmiy vazni.

Taqdim etiladigan namunaning hajmiy vaznini va undagi fraksiyalarning maksimal diametrini bilgan holda karer grunti donali tarkibining umumlashgan egri chizig'idan foydalanib, yotqizilgan material zichligini aniqlash mumkin.

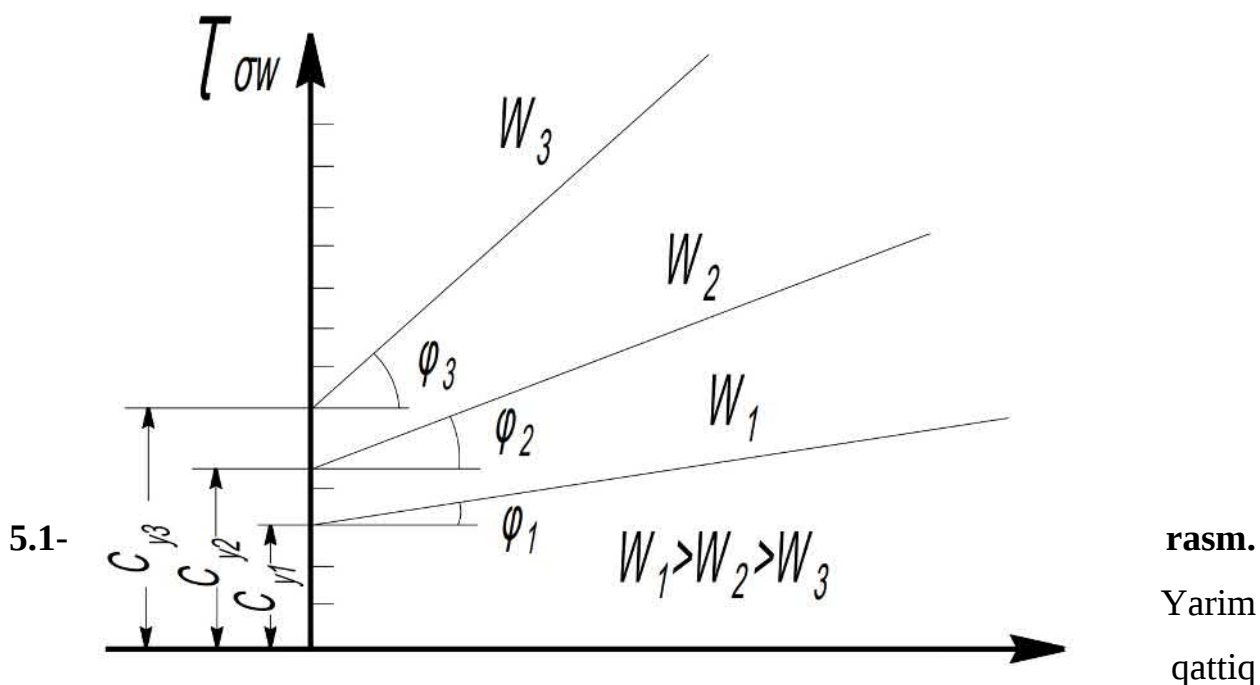
5-AMALIY. “SILJISH OSTONASI”GA TA’SIR ETUVCHI OMILLARNI ANIQLASH.

“Siljish ostonasi”ga ta’sir etuvchi omillar

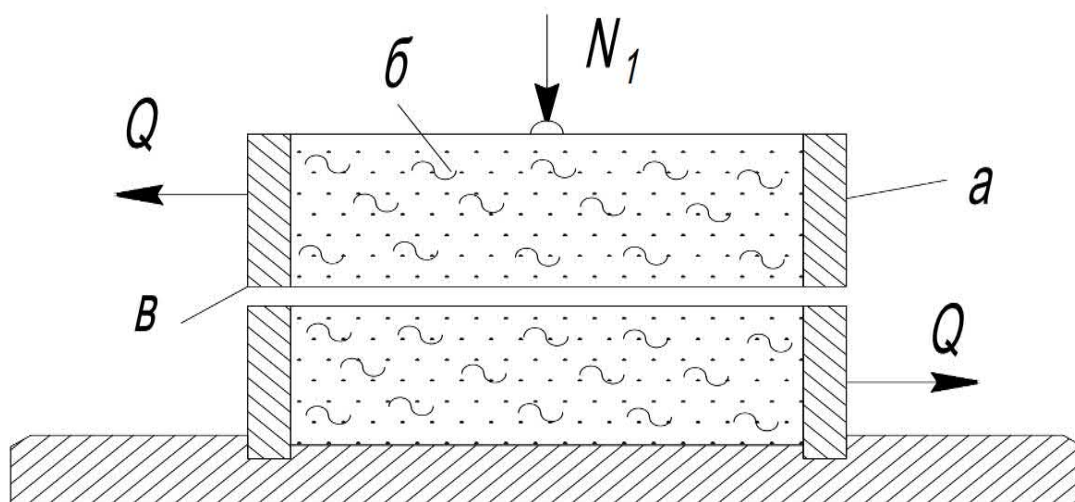
Izlanishlarimizning asosiy maqsadidan kelib chiqqan holda tajribalarimizni turli hossalarga ega bo’lgan tabiiy holatdagi lyoss gruntlarining reologik xususiyatini o’rganishga bag’ishladik.

Dastlabki tajribalarimiz urinma zo’riqish (τ) ta’sirida gruntning deformatsiyasi tezligining oshuvi jarayonini o’rganishdan iborat bo’ldi. Bunday kuzatuvlarimizning asosini yuqoridan ta’sir etuvchi o’zgarmas miqdorli tik (p) va yotiq yo’nalishdagi o’zgaruvchan (τ) zo’riqishlar ta’sirida bo’lgan antropogen grunt namunasining siljish deformatsiyasini uzoq vaqt davomida o’zgarishini aniqlash tashkil etdi.

Izlanuvlar natijasi siljish deformatsiyasi λ va uning o’sish tezligi v_0 ko’p hollarda τ qiymatning ortishi bilan rivojlanishi va ρ ning qiymati bilan kamayishini ko’rsatadi. (2.3 rasm).



lyossimon gruntlarning siljishiga qarshilik grafigi.

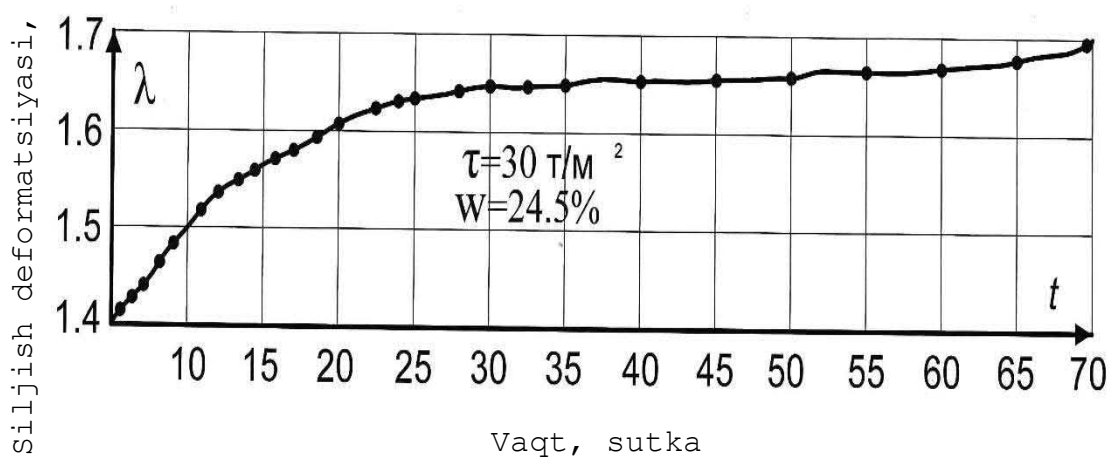


5.2-rasm. Lyossimon gruntlar namunasini siljishga qarshiligi N_1 Q -siquvchi va siljituvchi kuchlar

Shuningdek, bu tajribalardan kuzatilgan grunt balandligining ortishi bilan λ va v_0 lar qiymatlarning ham ko‘payishi e‘tiborni o‘ziga tortadi.

Hulosa yaratishga yetarli miqdorda o‘tkazilgan bunday tajribalar (har bir namuna ustida 3-5 kuzatuv) $\lambda + f(\lambda)$ va $v_0 = f(\lambda)$ bog‘lanishlarning chiziqli ko‘rinishga ega ekanligidan darak berdi.

Gruntga ta‘sir etuvchi tik bosim miqdorining uzoq vaqt davom etuvchi deformatsiyaga ta‘sirini 5.2 chizmadan kuzatish mumkin.

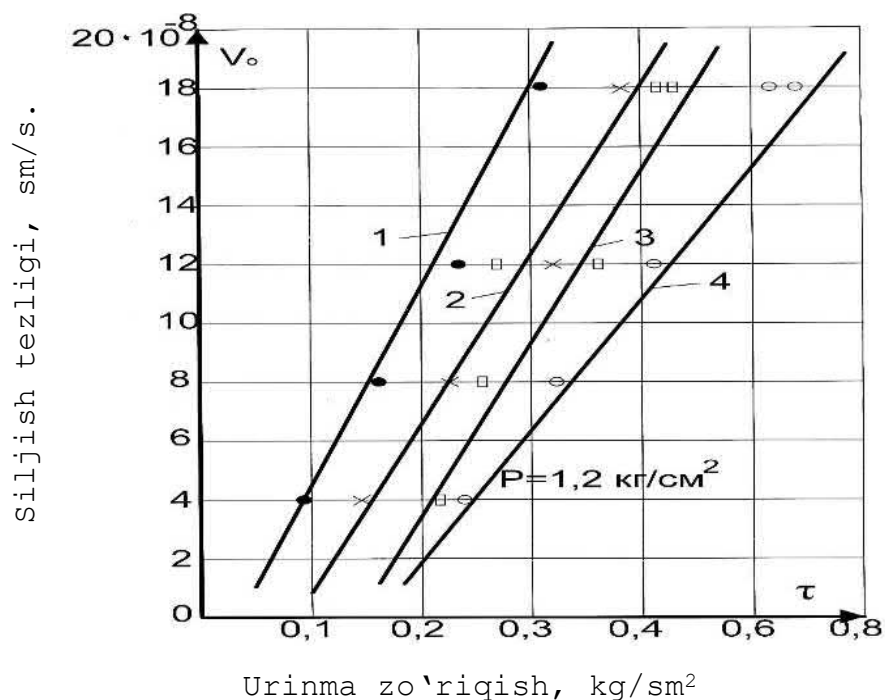


5.3-rasm. Gruntning uzoq vaqt davomida siljish deformatsiyasini ifodalovchi chizma. $R = 1.2 \text{ kg/sm}^2$; $\tau = \text{const.}$ grunt – qumli loy.

Shu bilan birga kuzatuvlarimiz lyosslarda ham, loyli gruntlarda bo‘lganidek, urinma zo‘riqish ma‘lum qiymatdan o‘tgach, (siljish ostonasi) uzoq muddat davom

etuvchi siljish deformatsiyasi rivojlanishini ko'rsatdi.

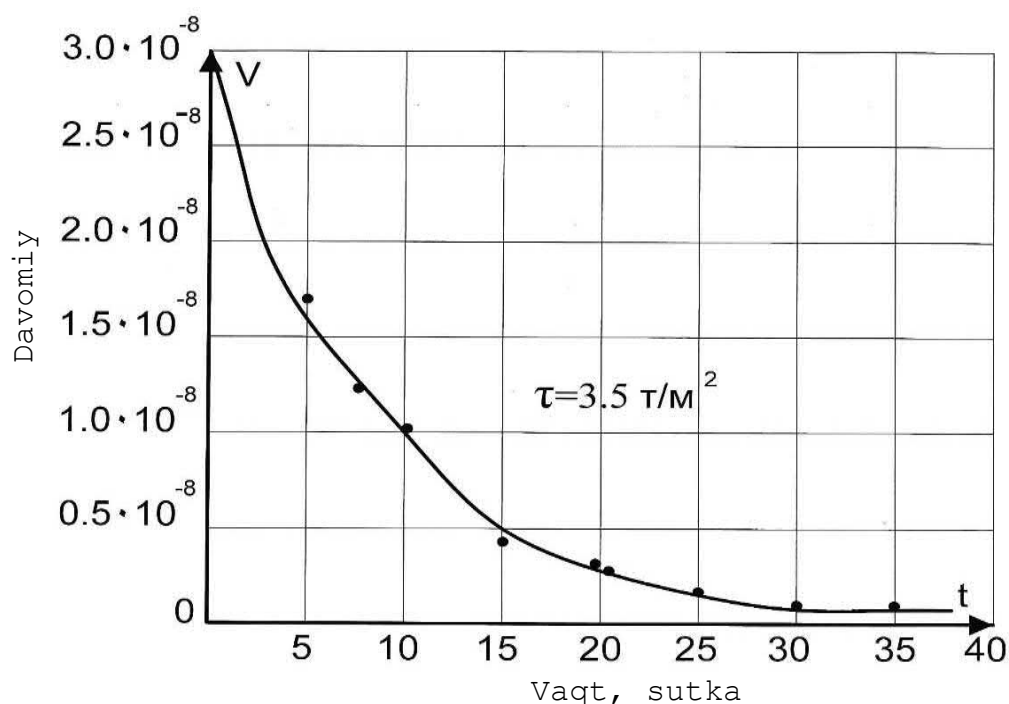
Qumli loyga xos uzoq muddat davom etuvchi deformatsiya urinma zo'riqishning miqdori $\tau < 0,3 \text{ t/m}^2$ dan ortgandagina ro'y berganligini ko'rsatadi (2.5 rasm). Undan kichik miqdorida esa so'nuvchan siljish deformatsiya kuzatiladi.



5.4-rasm. Less gruntiga oid siljish tezligining urinma zo'riqishga bog'liqligi. 1,2,3,4-gruntlar raqami. Kuzatuv davomiyligi sutkada.

Siljish deformatsiyasining bunday holati ushbu gruntida “siljish ostonasi” τ_{lim} mavjudligidan dalolat beradi. Shu bilan birga o'tkazilgan tajribalar gruntga τ_{lim} qiymatdan kichik miqdordagi urinma zo'riqish ta'sirida grunt deformatsiyasini vaqt bo'ylab so'nishini ko'rsatdi. Ammo bunday holat urinma zo'riqishning miqdori siljish ostonasi τ_{lim} ning qiymatidan ortishi bilan hamma vaqt siljish jarayonining rivojlanishiga olib keladi. Gruntning bu xususiyati hech qanday shubhasiz unda rivojlanayotgan uzoq muddatli reologik deformatsiya mohiyatini ifodalaydi.

Ko'plab o'tkazgan tajribalarimiz natijasi “siljish ostonasi”ning qiymati gruntning boshlang'ich zichlik-namlik holatiga, unga ta'sir etuvchi tik va urinma zo'riqishlar miqdoriga, bikr va yumshoq bog'lanish kuchlariga bog'liq ekanligini



5.5-rasm. Siljish deformatsiyasining soʻnishiga oid chizma. $\tau_{lim} = 4,0 \text{ t/m}^2$

koʻrsatdi. Shu bois τ_{lim} xar qanday xususiy hol uchun yuqoridagi omillarni nazarda tutib tajriba asosida aniqlanmogʻi lozim.

Ushbu bogʻlanishdan “siljish ostonasi” (τ_{lim} gruntga taʼsir etayotgan tik bosimning miqdoriga bogʻliqligi 5.5 rasmda yaqqol namoyon boʻladi.

5.1 jadval asosida tuzilgan ushbu chizma grunt zichligini ortishi va namligini kamayishi oqibatida “siljish ostonasi”ning qiymati oshib borishi haqida guvohlik beradi. Maʼlum tik bosim taʼsiridagi gruntning umumiy bogʻlanish kuchi zichlikning ortishi va namlikning kamayishiga bogʻliq. Shu bilan birga 1, 8, 13 va 15 grunt namunalari ustida oʻtkazgan tajribalar siljishga qarshilikning umumiy miqdori tajribadan oldin taʼsir ettirilgan yukning miqdoriga bogʻliq ekanligini ham koʻrsatdi.

Maʼlum sathda dinamik bosim miqdorini vaqt boʻylab oʻzgarishi

5.1- jadval

Grunt raqami	Dinamik bosim, sm								
	8	15	20	30	45	60	90	120	180
7	3,5	8	10	20	27,5	30	30	20	-
8	-	-	2	9	18	25	26	26	-

5	-	3	5,5	10	17	22,5	-	-	-
2	-	2,5	3	6,5	12	19	27	27	-
6	-	-	-	1,5	5	8	14	14	21

5.1 – jadvaldan shu hulosaga kelib chiqadiki, tajriba o‘tkazilgan gruntlarning hammasida $h = f(t)$ bog‘lanish ikki qismdan tashkil topadi: birinchisi - dinamik bosim miqdorini 0 dan yuqori qiymatigacha o‘tishi va ikkinchi qism – yuqori miqdordan asta-sekinlik bilan pasayish jarayoni. Bizning tahlillarimiz uchun ushbu jarayonning birinchi qismi ahamiyatlidir, chunki ushbu jarayon grunt tuzilmasini buzilishi bilan bog‘liq.

Bog‘lanishli gruntlarga xoz ushbu jarayonni nazariy jihatidan tahlillash natijasida H.Z.Rasulov bog‘lanishli gruntlar uchun dinamik bosim quymatini o‘zgarishiga oid quyidagi ifodani taklif etgan:

$$h(z,t) = \frac{v_n}{k_c} \left(Hz - \frac{z^2}{2} \right) (e^{-\mu t} - e^{-\lambda t}) \quad (5.1)$$

bunda μ, λ - tajriba yordamida aniqlanadigan gruntning hossalari va dinamik ta’sir ko‘rsatkichlarini nazarda tutuvchi koeffitsiyentlar.

Bu esa, o‘z navbatida, gruntning dastlabki zichlik-namlik holatini yuzaga keltiruvchi zo‘riqish “siljish ostonasi”ning miqdorini ortiruvchi asosiy omillardan biri degan hulosaga kelishni taqazo etadi.

Mazkur holatning tabiatini chuqurroq o‘rganish maqsadida ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazishga to‘g‘ri keldi. Tajribalarimiz antropogen turkumiga kiruvchi qumli loylar va loyli qumlar ustida, ularning tabiiy tuzilmasini saqlagan (ayrimlari tuzilmasi buzilgan) holatda o‘tkazildi. Gruntlarning turli darajadagi boshlang‘ich namligi quyidagi usul yordamida hosil qilindi.

Tajriba o‘tkazishga tayyorlangan grunt namunalari (bir vaqtni ichida 3-4 namuna) maxsus bug‘ xonada ma’lum muddatda saqlanadi. Saqlanishning davomiyligiga bog‘liq ravishda ularning namligi ortib bordi. Namligi oldindan belgilangan miqdorga yetgach grunt siljish uskunasiga ko‘chirildi. Grunt namunasida turli namlikni hosil qilishga oid ushbu usulni qo‘llab o‘tkazgan

tajribalarimiz natijasi 5.2 jadvalni tuzishga imkon yaratdi.

Grunt namunasini sun'iy ravishda namligini oshirish

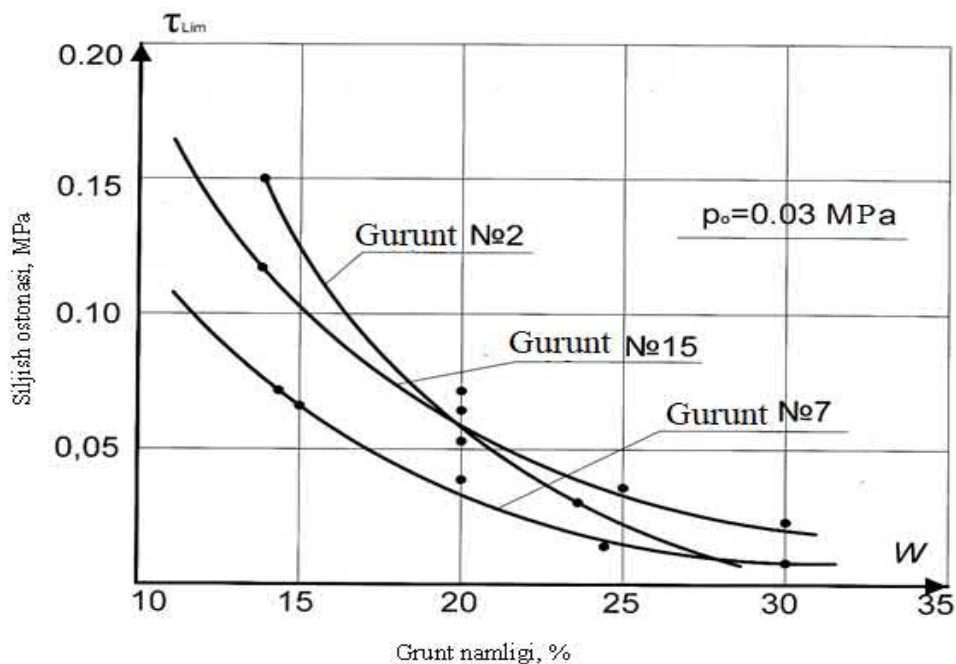
(grunt №14).

5.2 jadval

Tabiiy namlik, %	Sun'iy namlik, %							
	0.5 soat	1.0 soat	2.0 soat	3.0 soat	4.0 soat	5.0 soat	6.0 soat	7.0 soat
5	11	16.5	22.8	23.6	24.0	24.8	25.0	25.2
10	14.2	17.5	20.0	22.0	22.8	23.0	23.5	27.8
15	17.4	17.5	18.5	19.0	19.2	19.4	19.6	19.8
20	21.6	22.4	24.8	25.1	25.3	26.0	26.2	26.5

Tajribalarimizning asosiy maqsadlaridan biri ma'lum bir kichik miqdordan boshlab oshib boruvchi urinma zo'riqishning yuqori qiymatini ("siljish ostonasi") aniqlashdan iborat. Eslatib o'tamiz urinma zo'riqishning yuqori qiymati ("siljish ostonasi") deganda ma'lum zichlik-namlikka ega gruntning deformatsiyalanish jarayonida (2 bosqich) uning so'nishi to'xtab rivojlanishi boshlanish holati tushuniladi. Grunt namunasini namlik holatiga yuqorida izohlangan usul yordamida erishilgan bo'lsa, zichlik holatiga esa 0,02; 0,04; 0,06; 0,1; 0,15; 0,2; 0,3 MPa yuk ostida siqish jarayonida erishildi.

"Siljish ostonasi"ning grunt namligiga bog'liqligi 5.6 rasmda ifodalangan chizma orqali o'zini namoyon etadi. Ushbu chizma tabiiy tuzilmasi buzilgan 9-gruntning turlicha namlik holatida o'tkazilgan tajriba natijasidir. Ushbu turdagi barcha tajribalarimizda oldindan 0,03 MPa yuk ta'sirida siqilgan grunt asta-sekin oshib boruvchi urinma (siljituvchi) zo'riqish ta'siriga duchor qilingan. Ushbu izlanuvlarimizda namlikdan tashqari gruntning boshqa xossalarini o'zgarmas holatda saqlashga xarakat qilindi.



5.6-rasm. Siljish ostonasi va namlik orasidagi bog'lanish

“Siljish ostonasi”ning miqdori gruntning boshlang‘ich zichlik-namlik holatiga bog‘liq ekanligi haqidagi yuqoridagi fikrimiz ushbu tajribalar orqali yaqqol tasdiqlandi.

Shunday qilib, antropogen turkumiga kiruvchi gruntlar ustida olib borgan tadqiqotlarimizning natijasi “siljish ostonasi” qiymatini belgilashda gruntning zichlik-namlik holatini ijobiy ta’sirini nazarda tutishni taqazo etadi. Gruntning zichlik-namlik holati esa, o‘z navbatida, ta’sir etuvchi zo‘riqishning tik yo‘nalgan qiymatiga bog‘liq.

6-AMALIY. YER OSTI INSHOOTLARINI BARPO ETISHDA GRUNTLARNING REOLOGIK DEFORMATIYASINI ANIQLASH.

Gruntning zichlik – namlik holati. Gruntlarning zichlik holati ularning dinamik turg‘unligiga to‘g‘ridan – to‘g‘ri aloqador. Ma’lumki grunt qancha zich bo‘lsa uning mustahkamlik ko‘rsatkichlari (ichki ishqalanish burchagi, bog‘lanish kuchi) shuncha yuqori qiymatga ega bo‘ladi. Bunday holatda bunday grunt tuzilmasini buzish uchun, o‘z – o‘zidan ma’lumki, birmuncha yuqori miqdorli kuch talab etiladi.

Loyli gruntlardagi reologik jarayon aytib o‘tganimizdek, asosan ulardagi yopishqoqlik xususiyati orqali ro‘yobga chiqadi. Jismlardagi ushbu xususiyat

dastlab V.Veber (1835 y.) tomonidan o'rganilgan bo'lib, keyinchalik uning elastik, elastik-yumshoq va yumshoq shakllari kashf etilgan. Eng muhimi jismning yopishqoqlik holatini belgilovchi kuchlar ma'lum sabab bilan buzilgach, tezda qayta tiklanish qobiliyatiga ega bo'lishligidir.

Gruntlarning reologik deformatsiyalanish holatini baholashga oid fizikoviymexanik nazariyada ushbu ko'rsatkichni aniqlashga alohida ahamiyat beriladi.

Ko'plab tajribalarning shohidlik berishiga ko'ra loyli gruntlarga xos yopishqoqlik xususiyat avvalo gruntning holatini belgilovchi zichlik-namlik va unga ta'sir etayotgan yuklarning (tik va urinma) dovoliyligiga bog'liq. Shu bois bu ikki ko'rsatkich ($\eta_w = f(w)$ va $\eta_t = f(t)$) har qanday tadqiqot va hisobiy ishlarni olib borishda nazarda tutilmoqligi lozim.

Ma'lumki, tajriba ishlarini o'tkazishda gruntning namligini hisobga olish murakkablik tug'dirmaydi. Buning uchun gruntning boshlang'ich (w_6) va tajriba so'nggidagi (w_o) namligini aniqlash kifoya. Ammo, namlikning vaqt davomida o'zgarishini hisobga olish nisbatan murakkabdir.

Gruntning yopishqoqlik koeffitsienti (η) umumiy holat uchun quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\eta = \frac{\tau - \tau_{lim}}{v_0} \quad (6.1)$$

bunda: τ - urinma zo'riqish; τ_{lim} - siljish ostonasi; v_0 - siljish tezligi; h - deformatsiyalanuvchi qatlam qalinligi.

Buning uchun tik (o'zgarmas) va yotiq (o'zgaruvchan) yo'nalgan zo'riqishlar ta'sirida grunt deformatsiyasini o'rganish maqsadida tajriba o'tkaziladi. Natijalar tahlil etilgach, nisbatan doimiy bo'lgan siljish deformatsiyasining tezligi asosida (6.1) ifoda yordamida yopishqoqlik koeffitsienti aniqlanadi.

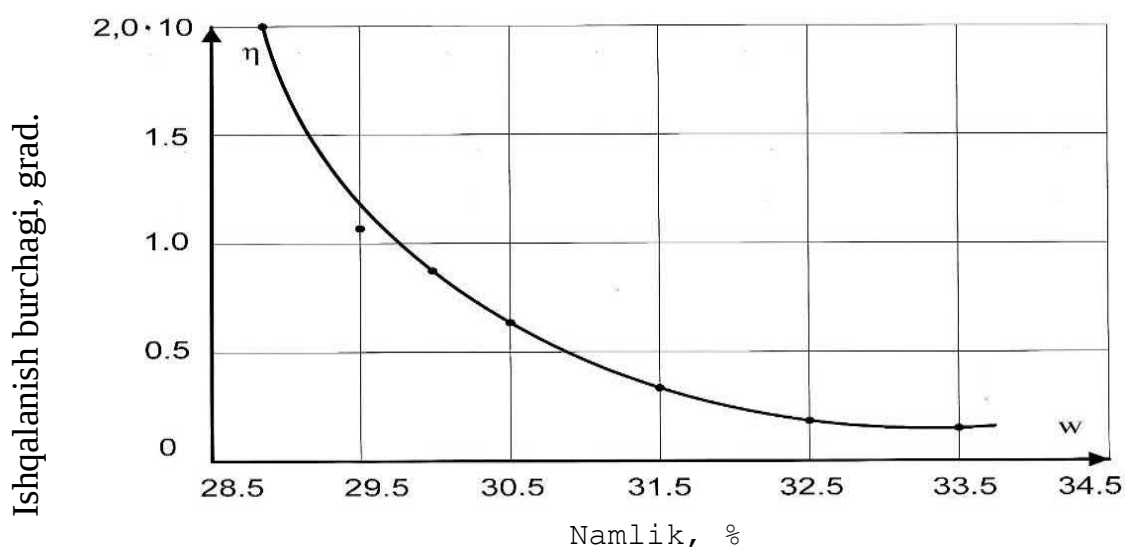
O'tkazilgan tajribalar natijasi gruntning yopishqoqlik xususiyati vaqt jarayonida doimiy miqdor bo'lmay, balki uning holatini belgilovchi yumshoq bog'lanish kuchi c_w bilan uzviy bog'lanishda ekanligini ko'rsatdi.

Ma'lumki gruntlarda yumshoq bog'lanish kuchi namlanish darajasiga qarab vaqt davomida ko'payish yoki kamayish tomoniga o'zgarib turadi. Aksariyat hollarda qo'shimcha namlanish yumshoq bog'lanish kuchi qiymatini kamayishiga

olib keladi, u esa o'z navbatida yopishqoqlik xususiyatining pasayishiga sabab bo'ladi. Bunday holatni 6.1- rasmda izohlangan chizmadan kuzatish mumkin.

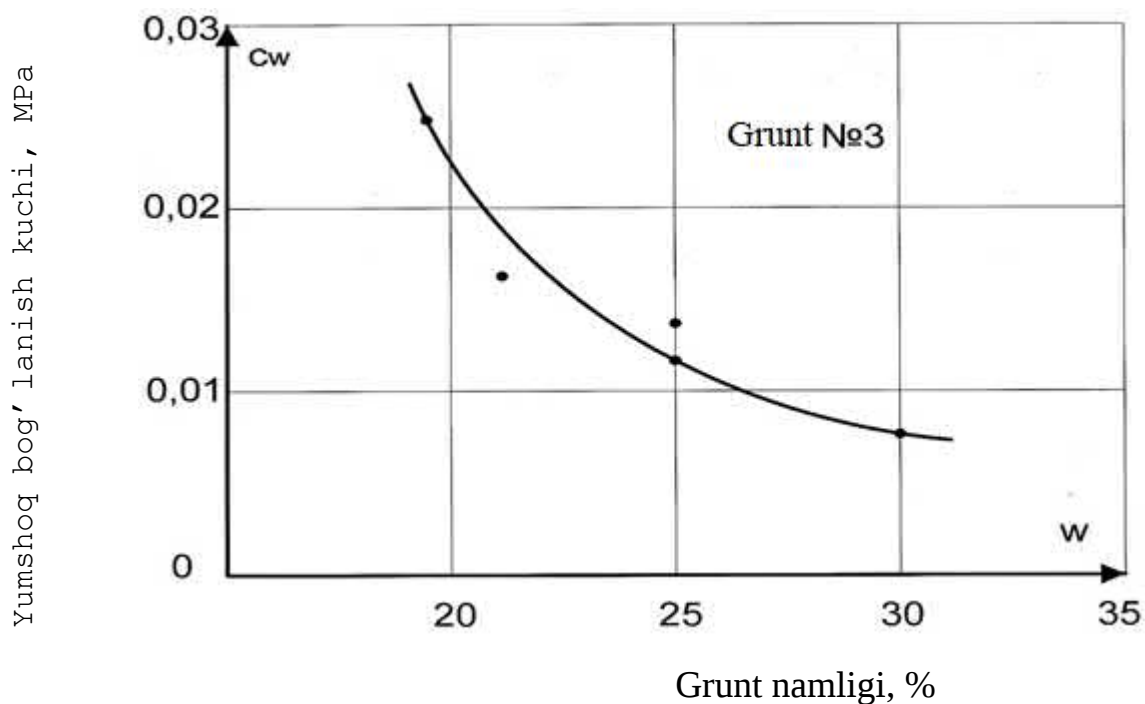
Mazkur chizmadan grunt namligining ortishi nafaqat unga xos bo'lgan yopishqoqlikning kamayishiga, balki uzoq davom etuvchi deformatsiya miqdorining ham o'sishiga olib keladi deb hulosasi yasash mumkin. Shu bois gruntning davomiy deformatsiyasini baholashda undagi namlikning o'zgarishini nazarda tutmoq ahamiyatlidir.

Inshootdan ta'sir etuvchi bosim ta'sirida zamin qa'ridagi gruntlarda yuz beruvchi zichlashuv natijasida grunt namligining kamayishi barcha hollarda ham yopishqoqlik koeffitsienti miqdorini ortishiga olib keladi. E'tiborni o'ziga qaratadigan mazkur holat alohida tajribalar yordamida o'rganishni taqazo etadi.



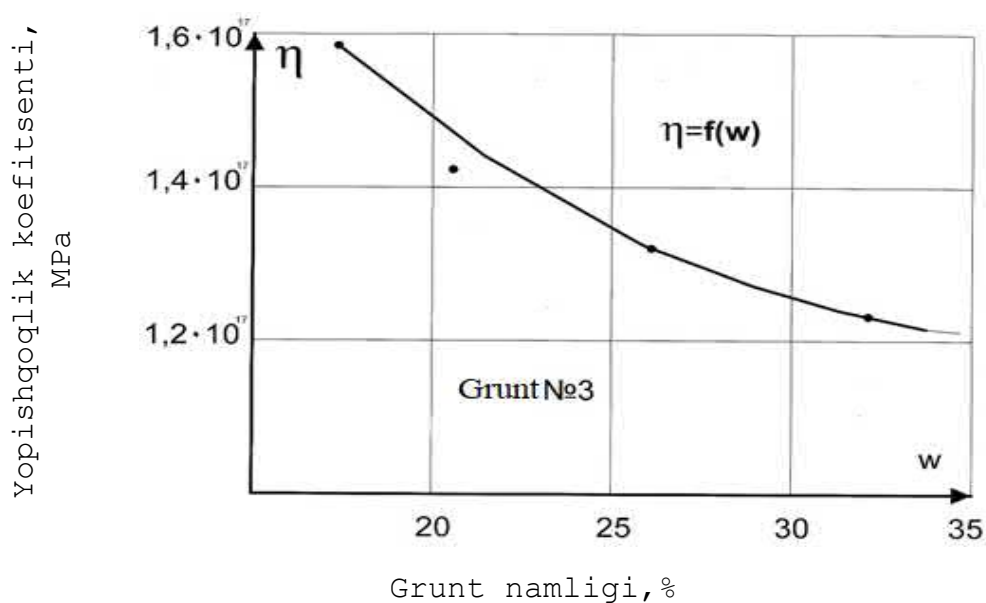
6.1-rasm. Yopishqoqlik koeffitsientning grunt namligiga bog'liqlik grafiği.

Ushbu maqsadni amalga oshirish uchun o'tkazilgan ko'plab tajribalarimiz gruntning yopishqoqlik holatini vaqt davomida o'zgarishini ko'rsatadi. Bu o'zgarish esa gruntning namligiga bog'liq bo'lgan yumshoq bog'lanish kuchining miqdori bilan belgilanadi. Shunday qilib gruntning yopishqoqlik xususiyati yumshoq bog'lanish kuchi (c_w) kabi uning namligiga bog'liq ravishda ko'payishi yoki kamayishi mumkin degan hulosaga kelish mumkin.

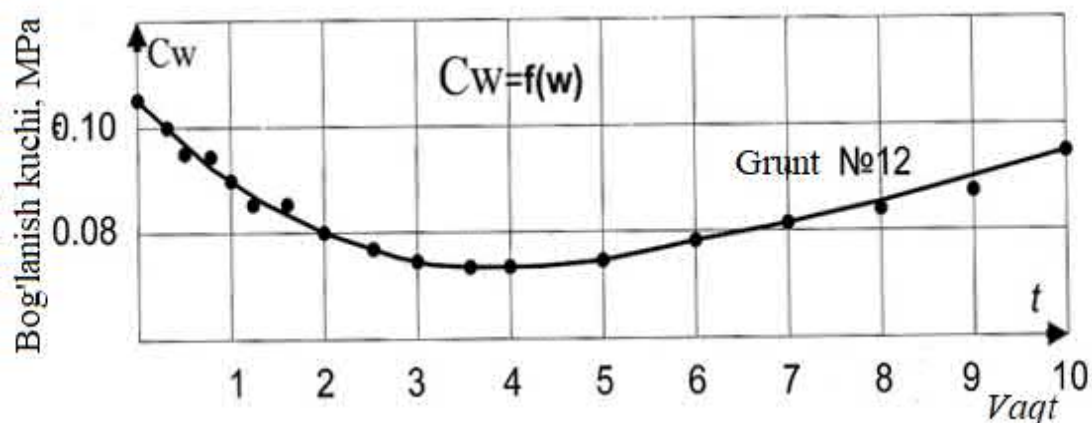


6.2-rasm. Lyoss gruntga xos bog'lanish kuchining (c_w) grunt namligiga bog'liqlik grafqi.

Loyli gruntning har qanday namlanish holati uning yumshoq bog'lanish kuchini kamaytiradi (6.2 rasm). Bu esa, o'z navbatida, uning yopishqoqlik xususiyatini susaytiradi (6.3 rasm). Shu bilan birga, ko'p hollarda inshoot og'irligi ta'sirida zamin gruntlarining zichlashuvi va grunt namligini kamayishi oqibatida yumshoq bog'lanish kuchini (c_w) ortishi kuzatilishi mumkin. Bu esa grunt yopishqoqligini ko'payishi bilan bog'liq (3.4 rasm).



6.3-rasm. Grunt namligini ortishi bilan yopishqoqlik koefitsentining o'zgarishi.



6.4-rasm. Bog'lanish kuchini vaqt davomida o'zgarish grafigi

Tajribaxona sharoitida o'tkazgan ko'plab izlanishlarimizning natijasi ma'lum yuk ta'sirida (inshoot og'irligi, gruntning sof og'irligi bosimi, gidrodinamik bosim va x.) gruntning namlanishi uning g'ovakligi kamayishi, ba'zi hollarda esa butunlay yo'qolishi holatiga yaqin kelishi mumkin ekanligini ko'rsatdi. Ushbu sharoitda g'ovaklik o'ta mustahkam bog'lanishli zarralar orasida saqlanib qolishi mumkin. Bu esa mazkur gruntlarning yirik g'ovakligi, asosan ularning namlik darajasiga bog'liq degan hulosaga kelishga imkon beradi.

Grunt g'ovaklarining suvga to'lish darajasi eng yuqori miqdorga etganda ham (namlik darajasi 0,8 dan yuqori) gruntning deformatsiyalanishi davom etishi kuzatildi. Shu bilan birga namlikning ortishi zarralar aro bog'lanish kuchini kamayishiga olib kelishi ham tasdiqlandi. Bunday holatda, albatta, gruntning zichligi ham ortib boradi.

6.1 jadvalda turli namlik holatida gruntning zichlanishi keltirilgan. Undan kuzatilishicha tadqiqotlangan grunt namlik darajasidan qat'iy nazar u yoki bu miqdorda zichlangan. Miqdoriy jihatdan zichlanish darajasi ko'p omillarga bog'liq. Ular ichida zarralar aro bog'lanish kuchi (c_w , c_c), grunt g'ovakligi va ta'sir yukning miqdori alohida muhim o'rin tutadi.

Shunday qilib gruntlarning deformatsiyalanishi ular qa'rida kechadigan o'ta murakkab jarayonlarning mahsuli bo'lib, uni alohida bir ko'rsatkich, masalan, yirik g'ovaklik, namlik va b. ko'rsatkichlar orqali ifodalab bo'lmaydi.

Gruntlarining zichlanish xususiyati

6.1 jadval

Grunt raqami	Yukning miqdori, MPa	Kuzatuv muddati, S	Grunt namligi, %	Boshlang'ich g'ovakligi, %	Kuzatuv oxiridagi g'ovakligi, %
4	0.03	360	13.0	48.9	47.2
4	0.03	360	18.7	48.2	46.9
4	0.03	360	23.5	43.6	42.4
17	0.03	480	18.7	46.4	43.8
17	0.03	480	22.5	42.0	41.0
17	0.03	480	27.0	48.5	45.7

Umuman olganda mazkur gruntlarning deformatiylanishi ularning noturg'un tuzilmasiga alaqador bo'lib, zarralarning o'zaro bo'sh bog'lanishlariga kelib taqaladi.

Bu o'rinda shuni ta'kidlab o'tishimiz joizki, G'.A.Mavlonovning ta'kidlashicha Markaziy Osiyo tegrasida uchraydigan lyoss va lyossimon gruntlar, asosan bir jinsli (tarkibida changsimon zarralar 70% gacha) tuzilmalardir .

Ma'lumki ushbu gruntlarning namlangan bo'sh holatida ular mustahkamligini ta'minlovchi omil – yumshoq bog'lanish kuchidir (c_w). Shuning uchun ham gruntning uzoq vaqt davom etuvchi deformatiyyasini asosan, yumshoq bog'lanish kuchi (c_w) belgilaydi. Ushbu kuchning vaqt davomida o'zgarishi tashqi yukning, yoki yuk o'zgarimas bo'lsa grunt qa'rida yuzaga keluvchi ichki va tashqi ta'sirlar ostida yuz berishi mumkin.

Tajribalarimizda namuna sirtiga o'rnatilgan zoldirning grunt bo'ylab cho'kishi orqali yumshoq bog'lanish kuchini (yoki yopishqoqlik xususiyatini) aniqlashga keng o'rin ajratilgan.

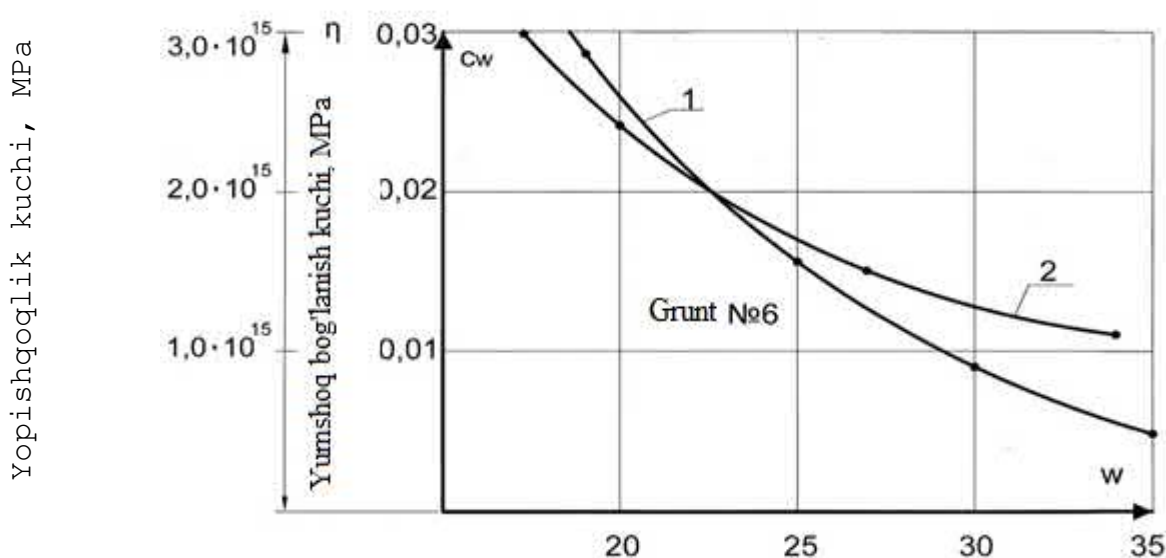
Qumli gruntlarning tebranma xarakat ta'sirida yopishqoqlik xususiyatini dastlab D.D.Barkan va P.L.Ivanov lar "zoldir" usulini qo'llab aniqlaganlar. Ular

o'tkazgan tajribalar natijasi qumli gruntning yopishqoqlik koeffitsienti zichlikning ortishi va zarralarning maydalashuvi bilan ko'payishini ko'rsatgan.

Loyli gruntlarning yopishqoqlik xususiyati esa N.N.Maslov , N.A.Iitovich va H.Z.Rasulov larning ta'kidlashicha, asosan, zichlik va namlik ko'rsatkichlariga bog'liq.

Bizning tajribalarimiz gruntlarning yopishqoqlik koeffitsienti vaqt davomida doimiy miqdorni saqlanmasligi va yumshoq bog'lanish kuchiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Shu bilan birga yumshoq bog'lanish kuchi grunt namligiga monand ravishda ko'payishi yoki kamayishi mumkin.

Gruntning qo'shimcha namlanishi hamma vaqt ham uning yumshoq bog'lanish va yopishqoqlik xususiyatlarini kamaytiradi.



kuchlarning namlikka bog'liqlik grafigi.

1- $c_w = f(w)$; 2- $\eta = f(w)$;

Ushbu holat 3.5 rasmdagi $c_w = f(w)$ va $\eta = f(w)$ bog'lanishlar ko'rinishida tasvirlangan. Undan grunt namligining har qanday miqdordagi ortishi yumshoq bog'lanish kuchi (c_w) ning (yopishqoqlik xususiyatining) kamayishiga sabab bo'lib, natijada grunt deformatsiyasining ko'payishiga olib kelishi kuzatiladi.

Agar grunt zarralari aro bog'lanish kuchi uning namligiga bog'liqligi haqida

soʻz yuritilsa, shu gruntga xos yopishqoqlik koeffitsientining miqdori ham unga bogʻliq boʻladi. Turli namlikdagi gruntlar ustida D.D.Barkan tomonidan oʻtkazilgan tajribalar grunt namligini 13 % ga ortishi uning tebranish jarayonidagi yopishqoqlik koeffitsientini qiymatini 200 dan ziyod ortishga olib kelishini koʻrsatgan. Namlikning ushbu qiymatdan ortishi holatida yopishqoqlik koeffitsientini sezilarli kamayishi kuzatilgan. Bu esa, oʻz navbatida, gruntning yopishqoqlik xususiyati uning yumshoq bogʻlanish kuchi miqdori bilan uzviy bogʻliq degan hulosani tasdiqlaydi.

Shunday qilib, qanday taʼsir ostida boʻlmasin grunt zarralari aro yumshoq bogʻlanish kuchining susayishi uning yopishqoqligini kamayishiga sabab boʻladi yoki aksincha holat yuz berishi mumkin.

Bogʻlanish kuchi (c_w) ni vaqt davomida kamayishi yoki koʻpayishi holatini “zoldir” usuli yordamida aniqlash uslubi amaliyot uchun etarli darajada aniqlik qiymatni koʻrsatishi mumkin. Shu bois antropogen gruntning reologik holatini ifodalovchi ikki koʻrsatkichlar (c_w, η) ni aniqlashda “zoldir” usuli birmuncha qoʻl keldi.

Yumshoq bogʻlanish (c_w) va yopishqoqlik (η) kuchlarini aniqlashda grunt namunasining turli holatlariga (zichlik, namlik, oquvchanlik, yumshoqlik, qattqlik chegaralari, taʼsir yukining miqdori, taʼsir davomiyligi va h.) mos zoldirning choʻkish chuqurligini belgilash tajribalarimizning mazmunini tashkil etdi.

“Zoldir” usuli yordamida yumshoq bogʻlanish kuchining ikki miqdori aniqlanadi (tajribagacha va tajriba oxirida). Bu ikki miqdor yordamida yumshoq bogʻlanish kuchining miqdori quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$c_w = 0,18 \frac{P_3}{\pi d_3 l_3} \quad (6.2)$$

bunda: P_3 - zoldirning ustidagi yuk bilan birgalikdagi ogʻirligi; d_3 - zoldirning diametri; l_3 - zoldirning choʻkish miqdori.

3.2 ifodadan foydalanishda zoldirning choʻkish miqdorining uning diametriga nisbati 0,1 dan oshmasligi zarur, yaʼni $l_3/d_3 \leq 0,1$.

3.2 jadvalda grunt namligini oʻzgarishi bilan yumshoq bogʻlanish kuchi

orasidagi bog‘liqlik keltirilgan. Shunday qilib, grunt namunasining namligiga bog‘liq holatda yumshoq bog‘lanish kuchining ikki qiymatini hosil qilish mumkin: birinchisi tabiiy namlikka mos keluvchi $c_{w(6)}$; ikkinchisi esa siljish deformatsiyasining turg‘un holatidan rivojlanish holatiga o‘tishga oid chegaraviy miqdor $c_{w(0)}$.

Ma’lumki zoldirning grunt qa’riga cho‘kishi va cho‘kish tezligi yumshoq bog‘lanish kuchi yoki yopishqoqlik kuchlarining susayishi evaziga yuz beradi.

Namlikning o‘zgarishi hamma vaqt ham gruntni bir holatdan (ya’ni yumshoq holatdan oquvchanlikka va h.) ikkinchi holatga o‘tishi bilan bog‘liq.

Yumshoq bog‘lanish kuchining namlikka bog‘liqligi

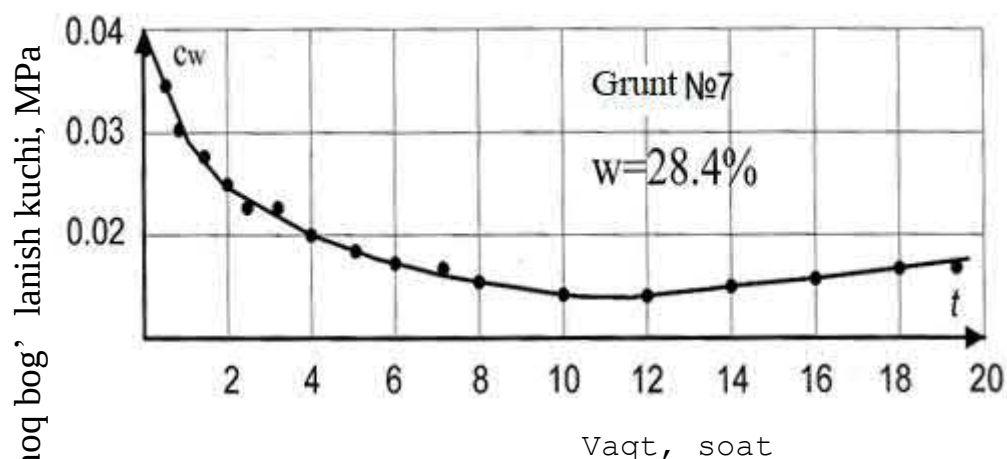
6.2. jadval

Grunt	Grunt namligi, %	Bog‘lanish kuchi, MPa	
		Boshlang‘ich miqdori	Chegaraviy miqdor
Grunt №3	21.0	0.020	0.00062
Grunt №3	18.6	0.0125	0.0058
Grunt №8	26.8	0.0046	0.00034
Grunt №8	30.2	0.0080	0.00046

Yumshoq bog‘lanish kuchining umumiy o‘zgarish holatini tahlillash maqsadida zoldirning grunt bo‘ylab xarakati kuzatiladi.

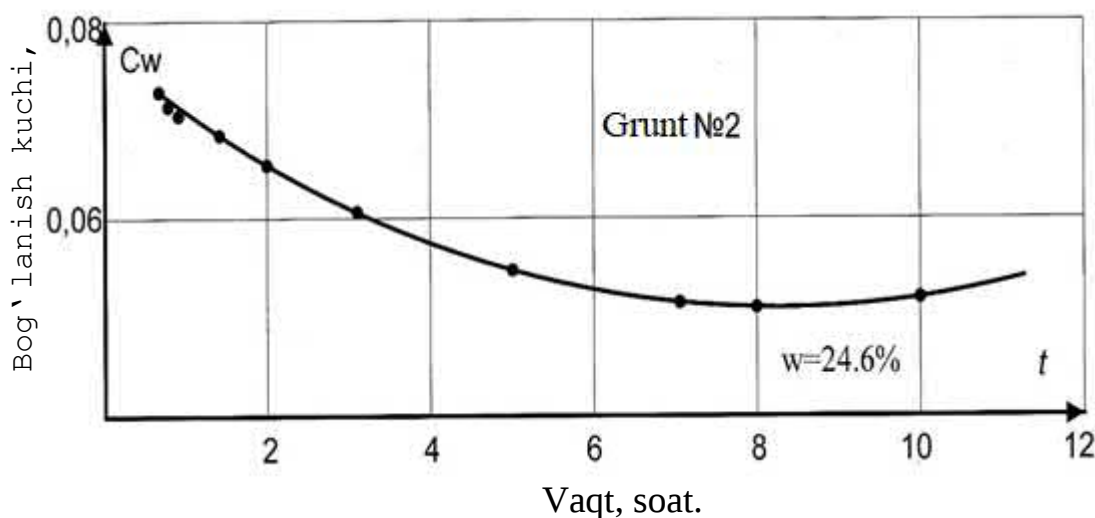
Natijada, vaqt o‘tishi bilan zarralar og‘irligi ta’sirida yangi zichlik-namlik holati yuzaga keladi. Bu esa, o‘z navbatida, bog‘lanish kuchining susayishi jarayoniga ta’sir etib, yana ma’lum vaqt o‘tgach teskari jarayonni, ya’ni grunt zichligini ortishi hisobiga (c_w) ni ko‘payishini kuzatish mumkin.

Namlikning o‘zgarishi hamma vaqt ham gruntni bir holatdan (ya’ni yumshoq holatdan oquvchanlikka va h.) ikkinchi holatga o‘tishi bilan bog‘liq.



6.6-rasm. 1- $c_w = f(t)$; bogliklikni ifodalovchi grafik.

Yuqorida aytilganlar 6.6va 6.7 rasmlarda izohlangan chizmalarda o'z aksini topgan.



6.7-rasm. Bog'lanish kuchini vaqt davomida o'zgarish grafigi.

6.7 rasmdan kuzatilishicha qumli loyga yaqin tuzilmali grunt namligini ortishi bilan yumshoq bog'lanish kuchini kamayishi 1,5÷2 soat ichida 2 baravardan ziyod miqdorni tashkil etadi. Tajriba boshlangach 10-12 soat o'tgandan so'ng (c_w) ning miqdorini asta-sekinlik bilan ortib borishi e'tiborni o'ziga tortadi. Ushbu holat namlanish jarayonida buzilgan zarralar aro bog'lanishlar qayta tiklanishini ifodalaydi.

Tajribalarimiz boshlanishida kuzatilgan bog'lanish kuchining jiddiy susayish

holati vaqt o'tishi bilan so'nish jarayonini boshidan kechirishga amin bo'ldik.

Namlangan antropogen gruntlarda tajriba boshida ro'y beradigan ($c_{w(6)}$) ning jiddiy kamayish holati quyidagi emperik ifoda yordamida aniq tasvirlanadi:

$$c_w(t) = c_{w(0)} + [c_{w(6)} - c_{w(0)}]e^{-\mu t} \quad (6.3)$$

bunda: $c_{w(6)}$, $c_{w(0)}$, $c_w(t)$ - yumshoq bog'lanish kuchining boshlang'ich, oxirgi va ma'lum vaqt (t) ga tegishli qiymatlari; μ - grunt xususiyatini ifodalovchi, tajriba yordamida aniqlanadigan ko'rsatkich. O'lchov birligi vaqtga teskari, ya'ni $1/t$.

Bajarilgan ko'plab tadqiqotlarimizni natijasi antropogen gruntlarini ma'lum yuk ostida qo'shimcha namlanishi oqibatida yuzaga keladigan grunt deformatsiyasi, asosan tajribaning boshlang'ich bosqichlarida jiddiy tus olib, so'ngra asta-sekinlik bilan susayishini ko'rsatdi.

Bu esa, o'z navbatida, grunt holatini o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan zichlik-namlik ko'rsatkichlari yordamida yaqqol namoyon bo'ladi. Davomiy yuk ta'sirida dastlabki jarayon o'rnini, yangisi, ya'ni (c_w) ning jadallik bilan ortishi egallaydi. Mazkur tajribalarimizda tashqi yukning miqdori 0,01; 0,02 va 0,03 (ba'zan 0,04) MPa, grunt namligi esa $21 \div 34\%$ oraliqda o'zgardi.

Grunt agar sof holatda bir jinsli bo'lsa (hechqanday aralashmasiz) uning namlik holati dinamik turg'unligiga ta'sir ko'rsatmaydi. Ammo gruntning tarkibida mayda zarrali, ayniqsa loyli zarralar aralashgan bo'lsa ularning miqdoriga bog'liq ravishda namlikning roli ortib boradi. Ya'ni qancha grunt namligi ko'p bo'lsa uning dinamik turg'unligi shuncha kam bo'ladi.

Tashqi omillar. Shuni ta'kidlash lozimki, grunt turiga qaramay, tashqi ta'sirning roli hamma vaqt ham muhimdir. Ko'plab o'tkazilgan tajribalar natijasi har qanday grunning qiyqalanishi dinamik kuchning miqdori bilan chiziqli bog'lanishdadir. Bunday bog'liqlikning ba'zilarini yuqorida keltirilgan chizmalarimizdan ham kuzatish mumkin.

Hisobiy tezlanishning (a_h) ning miqdori qancha katta bo'lsa gruntning dinamik turg'unligini ta'minlashga monand bo'lgan zichlik ham shuncha yuqori bo'lishi talab etiladi. Bunday talab, yuqorida aytib o'tganimizdek, $a_m > a_h$ shartning

bajarilishidan kelib chiqadi. Bunda tashqi tebranishning miqdorini ortishiga tebranish chastotasi yoki amplitudasini o'zgartirish orqali erishiladi.

Biz tomondan o'tkazilgan tajribalarda tebranishlar chastotasi va amplitudasi orasida ham o'zaro bog'lanish borligi kuzatildi.

Unda tebranish amplitudasini kamayishi yoki chastotaning ortishi gruntning dinamik turg'unligini pasayishga olib keldi.

Tabiiy zilzilalar sharoitida esa seysmik parametrlar (chastota, amplituda) tajribadan farqlanib bizga bog'liq bo'lmagan miqdorlardir. Shuning uchun bunday hollarda asosan zilzilaning davomiyligi grunt turg'unligini baholashda o'ta muhimdir.

Dinamik ta'sirning davomiyligi, ayniqsa bog'lanishli gruntlarda grunt deformasiyasini orttirishi kuzatilgan. Shu bilan birga doimiy o'zgarmas dinamik ta'sirda gruntning zichlashuvi ham turlicha bo'ladi.

Tabiiy tuzilmasi buzilgan grunt 2800 mm/c^2 tezlanish ta'sirida 45, 90, 180, 300 va 600 s. davomida tebratildi. Har tebranishdan so'ng 30 s. davomida tanaffus berildi. Navbatdagi tebranish jarayonida grunt deformasiyasi yangitdan davom etadi.

Tashqi yuk ta'siri. Bunda shuni ta'kidlash lozimki harqanday tashqi yuk grunt mustahkamligini oshirishda chiziqli ta'sir etadi va ma'lum sharoitlarda grunt zichligini o'rnini bosishi mumkin.

Tashqi yukning ta'siri gruntning zo'riqish holatini ortishi va uning mustahkamligini ko'payishi bilan bog'liq.

Yuqorida tahlillangan omillardan quyidagi hulosaga kelish mumkin.

Ichki omillardan – zarralar yirikligi, ularning bir jinsliligi, zarralar sirtining g'adir-budirligi, ular tarkibida begona qo'shimchalar bo'lmasligi, loyli zarralar mavjudligi, zarralar zichligining ortishi va mustahkamlik ko'rsatkichlarning ko'payishi yirik zarrali gruntning dinamik turg'unligini ta'minlaydi.

Tashqi omillardan esa gruntning dinamik turg'unligini oshirishda tashqi yukning miqdori va tebranish davomiyligi muhimdir.

7-AMALIY. LOYLI GRUNTNING REOLOGIK DEFORMATIYASINI BAHOLASH.

Inshoot loyihalashga doir hozirgi zamon talabiga ko'ra har qanday inshootning mustahkamligi va turg'unligini ta'minlashning asosiy sharti ularda yuz berishi mumkin bo'lgan deformatiyaning miqdori ruhsat etiluvchi miqdordan ortiq bo'lmasligidir. Bunday talabni amalga oshirishda ikki chegaraviy holat yuzaga chiqadi:

- 1) inshootning mustahkamlik va turg'unligini ta'minlash;
- 2) uning deformatiyasini cheklash.

Birinchi chegaraviy holat gorizontal bosim ta'siridagi barcha inshootlar uchun bajarilishi shart. So'nggi yillarda ushbu shartni bajarish inshootdan to'liq foydalanish davriga nisbatan talab etilmoqda.

Ikkinchi chegaraviy holatni bajarishga ya'ni inshoot deformatiyasini (cho'kishini) ruhsat etiladigan miqdordan kam holatda ushlab turishga hamma vaqt ham erishib bo'lmaydi. Buning ko'plab sabablari bo'lib, ular orasida bizning mavzuimiz: reologik jarayonda zamin gruntning mustahkamligi asta-sekinlik bilan kamayib borish holati o'ta muhim o'rin tutadi.

Gruntning reologik deformatiyasini yoritishda hozirgi zamon gruntlar mexanikasining "sizish jarayonida zichlashuv" nazariyasini qo'llash qo'pol xatoliklarga olib kelishi mumkin. Chunki ushbu nazariya asosida grunt g'ovakligining har qanday xajmiy o'zgarish undan sizib chiqayotgan suvning xajmiga teng degan faraz yotadi. Reologik jarayonda esa, yuqorida aytib o'tganimizdek, ushbu nisbatni bajarilishi tugul deformatiyaning mohiyati ham butunlay o'zgacha ro'y beradi.

Shularni nazarda tutgan holda inshoot zaminining reologik deformatiyasini aniqlash uchun yangicha amaliy yondoshuv etiladi. O'z-o'zidan ma'lumki, bunday yondoshuv asosida ishlab chiqilgan usul gruntlarni reologik holatini belgilovchi yopishqoqlik xususiyatini va uning vaqt bo'ylab o'zgarish jarayonini baholash asosida yaratilmog'i lozim.

Quyida bayon etiladigan yumshoq holatdagi gruntlarni uzoq vaqt davomida cho‘kish deformatsiyasini aniqlash usuli, fikrimizcha, yuqoridagi talablarga javob beradi.

8-AMALIY. YER OSTI INSHOOT CHO‘KISHINI BAHOLASHDA REOLOGIK JARAYONLARNI HISOB.

Hozirgi vaqtda amliyotda qo‘llanilib kelayotgan inshoot cho‘kishi davomiyligini baholashga oid usullar gruntning deformatsiyasi, tik zo‘riqishlar (p_z, p_x) ta‘sirida yuzaga keladi degan faraz asosida tuzilgan.

Shu bilan birga, tik zo‘riqishlardan tashqari urinma zo‘riqish ta‘siridan yuzaga keluvchi siljishlar esa ko‘p hollarda e‘tibordan tushirib qoldirilgan. Ma‘lumki urinma zo‘riqishlar ta‘sir etayotgan yukning yo‘nalishidan qat‘iy nazar vujudga keladi.

Ta‘sir yukining tik yo‘nalgan zo‘riqishidan hosil bo‘luvchi deformatsiya hamma vaqt ham so‘nuvchan xarakterga ega bo‘ladi.

Urinma zo‘riqish ta‘sirida yuzaga keluvchi deformatsiya esa, gruntning mustahkamlik ko‘rsatkichlarini vaqt davomida susayishi bilan bog‘liq bo‘lgani bois davomiy siljish holatini o‘zida namoyon qilib, natijasi xalokatli yakun topishi mumkin.

Inshoot zaminida reologik holatni rivojlanishi quyidagilarga olib kelishi mumkin:

a) mustahkamligini yo‘qotgan gruntning kuchli deformatsiyalanishi natijasida inshootni notekis cho‘kishini rivojlanishi;

b) deformatsiyalanish jarayonida grunt tarkibidagi biki bog‘lanish kuchi (c_c) ni buzilishi oqibatida grunt mustahkamligini qo‘shimcha kamayishi;

v) inshoot cho‘kishini miqdoriy va notekislik jihatidan boshqarib bo‘lmalik holatni yuzaga kelishi .

Yuqorida aytilganlarni nazarda tutib inshootning davomiy deformatsiyasini baholashga oid quyidagi reologik tahlillash uslubini tavsiya etamiz.

1. Inshoot (to‘g‘on yadrosi) tarkibida davomiy siljish deformatsiyaga olib keluvchi qatlamlar bo‘lishiga yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi. Agar shunday qatlamlarga ruxsat

etiladigan bo'lsa, u holda inshootning turi, maqsadi, vazifasi, qurilmasi va h. nazarda tutib maxsus chora tadbirlar belgilanmoqligi lozim.

2. Inshootning reologik holati grunt mustahkamligini ifodalovchi quyidagi umumiy ko'rsatkichlar yordamida baholanadi:

$$s_{pw} = p_n \operatorname{tg} \phi_w + c_w + c_c \quad (8.1)$$

bunda: ϕ_w - gruntning zichlik-namlilik holatiga bog'liq ichki ishqalanish burchagi; c_w - qaytuvchan xarakterga ega yumshoq bog'lanish kuchi; c_c - qaytmas xarakterli bikr bog'lanish kuchi.

3. Loyli gruntlarda yuz berishi mumkin bo'lgan davomiy deformatsiya quyidagi chegaraviy miqdorlar yordamida shakllanadi:

$$p_n \operatorname{tg} \phi_w + c_w + c_c > \tau n_{wc_{max}} \quad (8.2)$$

4. Quyidagi shart bajarilgandagina grunt qa'rida reologik siljish deformatsiyasi vujudga kelishi mumkin, ya'ni:

$$\tau_{lim_{max}} \quad (8.3)$$

bunda:

$$\tau n_{wc_{lim}} \quad (8.4)$$

5. Grunt qa'ridagi istalgan z va x koordinatali (tekislikdagi masala) nuqtada yuz berishi mumkin bo'lgan reologik holat, shu nuqtaga xos davomiy siljish koeffitsienti $k_{d.c}$ yordamida ifodalanadi:

$$k_{d.c} = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{max}} \quad (8.5)$$

6. 3.8 ifodadagi $k_{d.c}$ va τ_{lim} larning qiymatlarini aniqlash uchun z va x koordinatali nuqtaga (kichik maydonchaga) ta'sir etuvchi tik p_n va urinma τ_{max} zo'riqlarini bilish lozim bo'ladi, ya'ni:

$$k_{d.c} = \frac{p_n(\delta) \cdot \operatorname{tg} \phi_w + c_c}{\tau(\delta)} \quad (8.6)$$

bunda: δ - gruntning siljishga nisbatan eng xavfli vaziyatiga mos keluvchi maydonchaga tik yo'nalgan va zo'riqlarning bosh yo'nalishini ifodalovchi chiziqlar orasidagi burchak.

7. $p_n(\delta)$ va $\tau(\delta)$ larning miqdori bosh zo'riqlar yordamida quyidagicha

aniqlanishi mumkin [86]:

$$p_n(\delta) = \frac{p_1+p_2}{2} + \frac{p_1-p_2}{2} \cos 2\delta \quad (8.7)$$

$$\tau(\delta) = \frac{p_1-p_2}{2} \sin 2\delta \quad (8.8)$$

Gruntning mustahkamlik shartiga ko'ra $p_n(\delta)$ va $\tau(\delta)$ larning eng noqulay nisbati chetlanish burchagi bilan ichki ishqalanish burchaklarini teng kelishidir, ya'ni:

$$Q_{max} \quad (8.9)$$

8.9 tenglik

$$\delta = 45^\circ + \frac{\phi_w}{2} \quad (8.10)$$

bo'lganda yuzaga keladi.

8. $p_n(\delta)$ va $\tau(\delta)$ larni (8.15)ga va (3.18)dan, hamda δ ni (8.10) dan (8.9)ga qo'ysak:

$$k_{d,c} = \frac{[(p_1+p_2)+(p_1-p_2) \cos 2(45^\circ + \frac{\phi_w}{2})] \operatorname{tg} \phi_w + 2c_c}{(p_1-p_2) \sin 2(45^\circ + \frac{\phi_w}{2})} \quad (8.11)$$

Ushbu ifodadagi bosh zo'riqlar p_1 va p_2 larning tahlillanayotgan (m) nuqtadagi qiymati p_0 yukning miqdoridan tashqari, gruntning zichligi γ_w , poydevor chuqurligi H , "m" nuqtaning chuqurligi z , zarralar aro bog'lanish kuchi c_v (alohida c_w va c_c) va b.ga bog'liq.

9. Gruntlar mexanikasining hisobiy ishlarini bajarishda zarralar aro bog'lanish kuchi c_v , odatda, "faraziy chuqurlik" h_c yordamida quyidagicha ifodalanadi:

$$h_c = \frac{c_c}{\gamma_w \cdot \operatorname{tg} \phi_w} \quad (8.12)$$

bunda $c_c = c_v - c_w$.

Yuqoridagilarni nazarda tutib quyidagini yozishimiz mumkin:

$$p_1(x) = p_1 + \gamma_w(z + H + h_c) \quad (8.13)$$

$$p_2(x) = p_2 + \gamma_w(z + H + h_c) \quad (8.14)$$

bunda $p_1(x)$ va $p_2(x)$ - "m" nuqtaga ta'sir etayotgan p_0 yukdan yuzaga keluvchi bosh zo'riqlar (p_1 va p_2)ning hisobiy qiymatlari.

10. 8.13 va 8.14 larni (8.11)ga qo'yib, davomiy siljish koeffitsienti $k_{d,c}$ ning

umumiy ko‘rinishini hosil qilamiz:

$$k_{\text{d.c}} = \frac{[(p_1 + p_2) + 2\gamma_w(z + H + h_c) + (p_1 - p_2) \cos 2(45^\circ + \frac{\phi_w}{2})] \tan \phi_w + 2c_c}{(p_1 - p_2) \sin 2(45^\circ + \frac{\phi_w}{2})} \quad (8.15)$$

Inshoot qa’rida bir necha teng miqdorli nuqtalarni birlashtiruvchi $k_{\text{d.c}}$ chiziq chizishimiz mumkin. Ular ichida $k_{\text{d.c}} = 1$ bo‘lgan chizma ahamiyatlidir. Ushbu chiziq chegarasining ichida joylashgan gruntlarda $k_{\text{d.c}} < 1$ bo‘lganligi uchun ularda davomiy siljish deformatsiyasi rivojlanishi mumkin. Shu bois zamin qa’ridagi bunday qatlamlarning mohiyati, miqdori va rivojlanishiga qarab inshoot turg’unligi haqida fikr yuritish mumkin.

11. Masalani ushbu holatdagi echimini izlashda xar bir xususiy hol uchun ta’sir yukidan yuzaga keluvchi bosh zo‘riqishlar p_1 va p_2 ni oldindan bilish zarurati tug‘iladi.

Tekis ta’sir etuvchi yuklar og‘irligidan p_0 yuzaga keluvchi p_1 va p_2 ni aniqlashga oid quyidagi ifodalar mavjud:

$$p_1 = \frac{p_0}{\pi} (\alpha + \sin \alpha) \quad (8.16)$$

$$p_2 = \frac{p_0}{\pi} (\alpha - \sin \alpha) \quad (8.17)$$

bunda: α - grunt qa’ridagi istalgan i nuqtaning ko‘rinish burchagi.

p_1 va p_2 ni hisoblashni osonlashtirish maqsadida “zo‘riqishlar aylanasi” 8.1 jadvalda tavsiya etilgan.

Ushbu jadvaldan bosh zo‘riqishlar p_1 va p_2 , hamda urinma zo‘riqishning yuqori qiymati (τ_{max} p_0 birligida ko‘rinish burchagi yordamida aniqlanadi. Ularning qiymatini nisbiy koordinatalar: $a_i = \frac{x_i}{B}$ va $b_i = \frac{z_i}{B}$ (bunda B - ta’sir etuvchi yukning yarim kengligi) orqali ham aniqlash mumkin.

Bosh p_1 , p_2 va urinma τ_{max} zo‘riqishlarning miqdorlari. Tekis tarqalgan p_0 yuk. Qiymatlar ko‘rinish burchagi α_i funkuiyasi sifatida p_0 birligida ifodalangan

8.1 jadval

$\alpha,$ grad	p_1/p_0	p_2/p_0	$\tau_{0\text{max}}$	$\alpha,$ grad	p_1/p_0	p_2/p_0	$\tau_{0\text{max}}$
-------------------	-----------	-----------	----------------------	-------------------	-----------	-----------	----------------------

0	0.00	0.00	0.00	90	0.82	0.18	0.32
20	0.23	0.00	0.11	95	0.85	0.21	0.32
25	0.27	0.01	0.13	100	0.87	0.24	0.31
30	0.32	0.01	0.16	105	0.90	0.28	0.31
35	0.35	0.01	0.18	110	0.91	0.31	0.30
40	0.42	0.02	0.20	115	0.93	0.35	0.29
45	0.48	0.03	0.23	120	0.94	0.39	0.28
50	0.52	0.04	0.24	125	0.96	0.43	0.26
55	0.57	0.05	0.26	130	0.97	0.48	0.24
60	0.61	0.06	0.28	135	0.97	0.52	0.23
65	0.65	0.07	0.29	140	0.98	0.58	0.20
70	0.69	0.09	0.30	145	0.98	0.64	0.18
75	0.72	0.10	0.31	150	0.99	0.67	0.16
80	0.76	0.13	0.31	155	0.99	0.72	0.13
85	0.79	0.15	0.32	160	1.00	0.78	0.11

9-AMALIY. YER OSTI INSHOOTLARI VA ULARNI MUSTAHKAMLIGINI TA'MINLASH SHARTLARI.

Yer osti gidrotexnika inshootlari mustahkamligini ta'minlash uchun ulami asosiy, Ikkinchi darajali va vaqtinchalik inshootlarga bo'linadi. Asosiy inshootlarga suv inshootlari bo'g'inidan foydalanish davrida doimo suv sarfini o'tkazadigan inshootlar kiradi. Ikkinchi darajaliga sarfni suv omborini bo'shatish va h.k. bog'liq ravishda vaqtivaqti bilan o'tkazib yuboriladigan inshootlar kiradi. Vaqtinchalikka qurilish davrida yoki asosiy gidrotexnika inshootini ta'mirlash davrida kerak bo'ladigan inshootlar kiradi. Asosiy va ikkinchi darajali inshootlar to'rtta sinfga ajratiladi. Ularni sinfga ajratish inshootning xalq xo'jaligidagi ahamiyati, GES quvvati va avariya yuz berganda xalq xo'jaligiga keitiradigan zararli oqibatlariga ko'ra belgilanadi. O'rnatilgan quvvati 1,5 mln kVt va undan yuqori bo'lgan gidroelektrostansiyalar va gidroakkumulatsiyalovchi elektrostansiyalar I sinfga kiritiladi; II,III, IV sinfga quvvati 1,5 mln kVt dan kichik bo'lgan elektr stansiyalar

kiritiladi. Agar inshootlar majmuasini asosan I sinfga kiritilishi mumkin bo'lsa (masalan, quvvati 620.5 ming kVt bo'lgan Chorvoq GESi), u holda ushbu majmuadagi doimiy va vaqtinchalik alohida inshootlar har xil sinfga ega bo'ladi.

Birinchi sinfli yirik yer osti GESida asosiy (domiy) inshootlar - suv qabul qilgich, suv keltiruvchi tunnellar, turbinaga suv keltiruvchi quvur, mashina zali, kuchaytiruvchi transformator binosi I sinfga kiritiladi. Suv olib ketuvchi tunnellar, kabel o'tkazish tunnellari, yer osti inshootini shamollatish shaxtalari va boshqa bir qator inshootlar II sinfga kiritilishi mumkin. Qurilish va yordamchi tunnel kabi Ikkinchi darajali (vaqtinchalik) inshootlar IV sinfga kiritiladi. Masalan, quvvati 1,3 mln kVt bo'lgan Inguriya GESi amaldagi darajasi bo'yicha II sinfga kiradi, lekin undagi inshootlarni yirikligini (balandligi 260m bo'lgan arkasimon to'g'on, uzunligi 15km bo'lgan derivatsiya tunneli va b.) GESni energetikadagi alohida o'rni hisobga olib GESni I sinfga kiritish kerak.

Qurilish davridagi sarfni o'tkazib yuboruvchi tunnellar IV sinfga kiradi. Agar suv inshootlari barpo etilgandan so'ng qurilish tunnelining bir qismidan foydalanish davridagi sarfni o'tkazib yuborish uchun foydalanilsa, u holda yetarli asoslab berilganda ushbu tunnel sinfi oshirilishi mumkin. Inshoot sinfi inshootning mustahkamligi va turg'unligini hisoblashda zaxira koeffitsiyenti miqdorini va suv inshootidan o'tkazib yuboradigan sarf ta'minlanganlik foizini belgilashda kerak bo'ladi. Inshootning sinfiga ko'ra undagi loyiha-qidiruv va ilmiy tadqiqot ishlari hajmi ham aniqlanadi.

Gidrotexnika tunnellari gidravlik ishlash sharoitiga ko'ra bosimli va bosimsiz bo'lishi mumkin. Bosimli tunnel ko'ndalang kesimi butunlay suvga to'lgan va undagi suv bosimi atmosfera bosimidan yuqori bo'ladi. Bosimsiz tunnel kesimi to'la suvga to'lmagan holda ishlaydi va uni erkin yuzasidagi bosim atmosfera bosimiga teng.

Tunnel bosh inshooti yoki chiqish portalida suv sathini o'zgarishi kichik bo'lgan hollarda bosimsiz tunnel qo'llaniladi. Bosimli tunnel ko'ndalang kesim shakli tunnel o'tish yo'li injenerlik-geologik sharoitiga va uni qazish ishlarini bajarish usuliga bog'liq. Asosan bosimsiz tunnelning to'rt xil shakli qo'llaniladi.

I to'g'ri burchakli qiya gumbazli kam tog' bosimli mustahkam qoya jinslardan o'tuvchi tunnel uchun mustahkamlik ko'effitsiyenti M.Protod'yakonov bo'yicha $f_{pr} > 8$ bo'lganda;

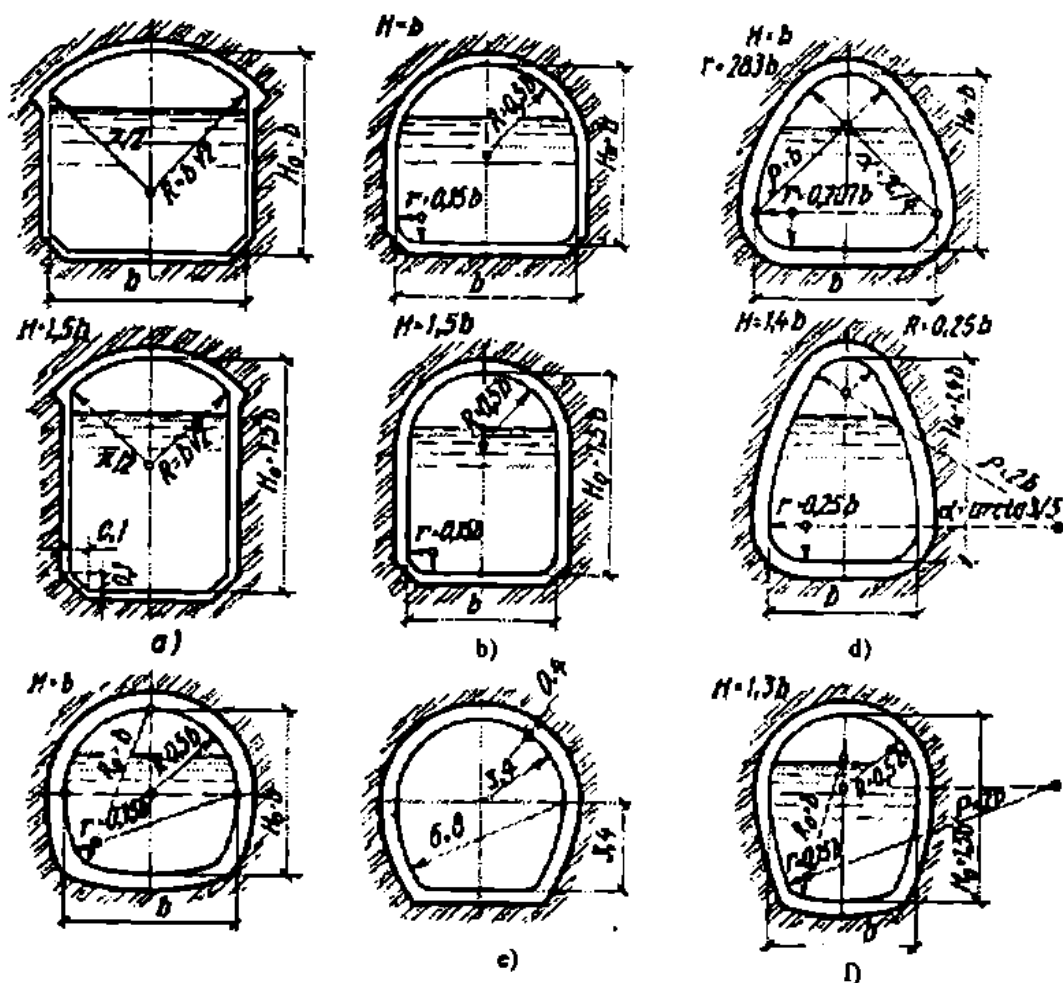
II tog'orasimon yarim doira shaklidagi gumbazli uncha katta bo'lmagan tog' bosimida va yon tog' bosimi bo'lmaganda, bunday shakldagi tunnel uchun qoya jins mustahkamlik ko'effitsiyenti $8 > f_{pr} > 4$ oralig'ida bo'ladi.

III quticha shaklidagi kengaytirilgan tubli gumbaz radiusi kichik va egri chiziqli devorli, bunday shakldagi tunnel katta vertikal va uncha katta bo'lmagan yon tog' bosimida mustahkamlik ko'effitsiyenti $4 > f_{pr} > 2$ bo'lgan hollarda qo'llaniladi;

IV taqasimon vertikal va gorizontal tog' bosimi miqdori katta bo'lganda hamda jins bosimi pastdan bo'lganda, tunnelni bunday shakldagi kesimi mustahkamlik ko'effitsiyenti $f_{pr} < 2$ bo'lgan kuchsiz j inslarda qo'llaniladi.

Tunnelni III va IV shakldagi kesimi bitta markazdan quriladi. Tunnelni barcha to'rtta shakldagi ko'ndalang kesimi uchun tunnel balandligi, uni kengligi B ga nisbati ko'pincha $H=(1,0-1,5)v$ oralig'ida yotadi. Yetarli texnik-iqtisodiy asoslanganda bosimli tunnelni ushbu shakldagi kesimlariga o'zgartirish kiritish mumkin.

Tunnelni III va IV shakli qurilish ishlarini bajarish uchun noqulay, sarf-xarajatlarni ortishiga olib keladi va shuning uchun nisbatan kam qo'llaniladi. Yer osti suvlari bosimi yuqori bo'lgan va uni miqdorini drenajlar yordamida ham kamaytirish murnkin bo'lmagan holat bilan xarakterlanadigan murakkab injenerlik-geologik sharoitda yoki tunnel vertikal o'qiga ta'sir qilayotgan tog' bosimi sirnmetrik bo'lmaganda bosimsiz tunnelning aylana shaklidagi kesimidan foydalanish murnkin.



Gruntidan barpo etiladigan inshootlar, xususan yer osti inshootlarning turli ta'sirlar natijasida buzilish holatlari qurilish amaliyotida tez-tez uchrab turadi. Ular haqida adabiyotlarda batafsil yoritilgan va keraklicha tahlil qilingan (2,3,5,7,10). Masala mohiyatini to'laroq tasavvur etish uchun biz ham chop etilgan adabiyotlardan foydalanib ba'zi ahamiyatli misollarga to'xtalib o'tishni lozim topdik.



Prof. Maslov N.N. ning yozishicha , 1941 yilda hozirgi Volgograd (Rossiya) shahri yaqinidagi qiyalikda nihoyatda katta xajmga ega bo'lgan ko'chki yuzaga kelgan. Uning eni 400-500 metr va kengligi 250 metr bo'lib ko'chish jarayonida katta talafotlarga olib kelgan.

Volga daryosining o'zani bo'lgan qiyalikda yuz bergan mazkur ko'chkining yuzaga kelishiga uning tarkibidagi gruntning quyqalanishi sabab bo'lgan. Ja'mi 3-4 minut ichida qiyalikning qirg'oq tomoni tahminan 7,0 metr cho'kib suv yo'llarini to'sib qo'ygan. Siljish ro'y bergan qatlam orasida yuzaga kelgan yoriqlardan suv favvora shaklida otilib chiqqan holatlar ham kuzatilgan.

Shunga o'xshash o'xshash holat Gollandiyada ham birnecha marta yuz berganligi haqida ham ilmiy adabiyotlardan o'qish mumkin (7). Ular ichida eng katta ko'chki yuz bergan maydonning xajmi $2,6 \text{ mln m}^3$ bo'lib, siljigan gruntning xajmi esa 25 mln m^3 ni tashkil etgan.

Ko'chki yuz bergan qiyalik qa'ridagi grunt asosan mayda zarrali bo'lib 0,1-0,25 mm. lik zarralar gruntning umumiy xajmini 90% ni tashkil etgan. Inshoot tarkibidagi gruntning g'ovakligi esa 47,5 – 48,8 % atrofida bo'lgan.

AQSH ning Tennisi shtatida yuz bergan zilzila oqibatida quyqa holatga kelgan gruntning oqishi natijasida qiyalik ustidagi ko'mir ajratish korxonasini o'zi bilan

birga oqizib ketgan. Bunda maydonning umumiy cho'kishi 25 m. ni tashkil qilib, ko'chkining surilishi Tennisi daryosi tomonga qarab 15 m. ta tashkil qilgan.

Huddi shu zilzila bilan bog'liq mazkur shtatda yuz bergan boshqa ko'chki ham etiborga loyiq. Ochiq holatda ko'mir qazish handag'ining balandligi 60 m. eddi. Handaqlarning uzunligi 2 km, eni esa 1 km. bo'lgan. To'satdan yuz bergan ko'chki natijasida quyqa holatidagi grunt handaqlarning 700-800 m. uzunlikdagi qismini 20 m. qalinlik bilan to'ldirgan.

Handaq ichidagi gruntning joylashuv burchagini o'lchab ko'rilganda 1:1,75 nisbar bilan joylashgani ma'lum bo'ldi.



O'z – o'zidan ma'lumki, agar sochiluvchan grunt suniy ravishda to'kilsa tabiiy holatidan farqli o'laroq, uning zarralari aro bog'lanish kuchi bo'lmasligi sababidan dinamik tebranishga nisbatan turg'unligi yanada kamroq bo'ladi. Bu esa to'kma holatdagi inshootlarda (to'g'onlar, yol ko'tarmalari va b.) dinamik kuch ta'sirida buzilishlar ko'proq bo'lishini ko'rsatadi.

Bunga misol tariqasida Gollandiyada bo'lib o'tgan hodisani keltirish mumkin. Poyezd katta tezlik bilan xarakatlanishi natijasida temir yo'l ostidagi ko'tarma

tarkibidagi lyoss gruntlar to'satdan quyqa holatga o'tishi natijasida xarakatdagi poyezd yarim beligacha grunt ichiga chokib ketgan. Yo'l ost ko'tarmasining tarkibida 0,01 – 0,1 mm. zarralar 70% ni , grunt g'ovakligi esa 41% ni tashkil etgan edi.

AQSH dagi Fot-Pek nomi bilan ataluvchi to'g'onning halokati o'z vaqtida katta shov-shuvga sabab bo'lgan. Halikatning dastlabki sababi to'g'onning yuqori qiyaligi zaminidagi loyli slaneslarning siljishga qarshiligi yetarli bo'lishiga qaramay uning tarkibidagi bo'sh qatlamli qumlarning quyqalanishi bilan bog'liq bo'lgan. Natijada inshootning yuqori byefi oqib ketgan . Grunt siljishi 400 m. oraliqdagi masofani qoplab olgan.



Misli ko'rilmagan siljish holati kuchli zilzila natijasida Yangi Zellandiyada balandligi 180 m. qirg'oqda yuz berganligi haqida habar qilingan. Qirg'oqni tashkil etgan tosh-shag'al-quv-loy aralashmasi tahminan 700 m. masofaga surilib borgan. Kuzatuvchilarning shohidlik berishiga ko'ra tezlik bilan siljiyotgan quyqanini oqish shovqining balandlikdan shiddat bilan oqayotgan suvga taqqoslash mumkin.

K.Tersagi Gollandiyada yuz bergan yirik ko'chki haqida ma'lumot berib 15° qiyalikda joylashgan gruntning umumiy ko'chish xajmi 2mln m³ tashkil qilgan.

Grunt quyqasi dengiz qirg'ogidan 180 m. masofaga oqib borgan. Muallifning ta'kidlashiga ko'ra qirg'oqning bunday darajada quyqalanishiga olib kelgan sabab dengizdagi kuchli to'lqin xarakatidan yuzaga kelgan dinamik ta'sirdir. Ko'chki grunt suv ostida 5° qiyalik ostida joylashgan.

Norvegiyadagi dengiz qirg'og'ida yuz bergan qiyalik surilish hodisasi ham etiborga loyiqdir. Voqea sodir bo'lmasdan burun dengiz nihoyatda sokin edi. To'satdan yuzaga kelgan 1,5 m balandlikdagi kuchli to'lqin qirg'oqqa kelib urilishi oqibatida qirg'oqda ishlab turgan gruntни qayta ishlash mashinasi taxminan 300 m. masofaga uloqtirib yuborilgan. Jami bo'lib 14 minut davom etgan to'lqin xarakati natijasida yuz bergan qirg'oqdagi ko'chki o'z qa'riga 1 km. atrof masofadagi barcha narsalarni (shu jumladan bino va inshootlarni ham) o'z qa'riga tortib ketgan. Harakatga kelgan gruntning umumiy xajmi 300 ming m^3 atrofida bo'lgan. Quyqalangan gruntning xarakat tezligi esa 13-16 km/soatni tashkil qilgan.

Verniy (Olma-Ota) shahri. O'tgan asrning boshida ro'y bergan kuchli zilzila (9 ball) nafaqar Verniy shahrini, balki unga tutash bo'lgan ko'plab aholi yashash joylarini ham butunlay vayron bo'lishiga sabab bo'lgan. Mazkur zilzila oqibatlarini mashhur rus olimo I.V.Mushketov o'rganib, tahlillab chiqqan.

10-AMALIY. YER OSTI INSHOOTLARINI MUSTAHKAMLIGINI OSHIRISHDA GRUNTLARNING BIKR BOG'LANISH KUCHI VA ICHKI ISHQALANISH BURCHAGINI ANIQLASH.

Reologik jarayonni o'rganishda loysimon gruntlarga xos bo'lgan umumiy bog'lanish kuchi c_v ni tashkil etuvchilarga, ya'ni qaytuvchan c_w (yumshoq bog'lanish kuchi) va qaytmas c_c (bikr bog'lanish kuchi) qismlarini ajratish o'ta muhimdir. Eslatib o'tamiz:

$$s_{pw} = ptg\phi_w + c_v \quad (10.1)$$

va

$$c_v = c_w + c_c \quad (10.2)$$

Bog'lanish kuchini ajratishdan maqsad, yuqorida aytganimizdek, gruntда siljish deformatsiyasini boshlanishi qaytmas xususiyatli bikr bog'lanish kuchi c_c ni

buzilishi bilan bog'liqligi bois uning qiymatini baholashdan iborat:

$$c_c = c_v - c_w \quad (10.3)$$

Bikr bog'lanish kuchining qiymatini aniqlashga oid ushbu usul murakkab emas. Agar grunt zarralari aro bog'lanish kuchi tarkibida c_c bo'lsa yuqoridagi ifodadan foydalanish quyidagicha amalga oshiriladi.

Tajriba o'tkazishga tayyorlangan gruntning tuzilmasi buzilib sun'iy namuna tayyorlanadi. Namuna yuqorida bayon etilgan usullar yordamida tabiiy zichlik-namlilik holatiga keltiriladi. Tuzilmasi buzilgan namuna bilan bir qatorda tabiiy tuzilmali namuna ham tayyorlanadi. So'ngra ikki xil tuzilmali grunt namunalari bir o'q bo'ylab zo'riqish holatida siqiladi. Natijalarni taqqoslab "tuzilma mustahkamligi" deb nomlanuvchi koeffitsient β quyidagicha hisoblanadi:

$$\beta = R_T/R_6 \quad (10.4)$$

bunda: R_T - tabiiy tuzilmasi buzilmagan gruntning mustahkamligi; R_6 - tabiiy tuzilmasi buzilgan gruntning mustahkamligi.

Agar $\beta = 1$ bo'lsa grunt tarkibida bikr bog'lanish kuchi bo'lmaydi. Shu usul yordamida grunt tarkibida c_c ni bor-yo'qligi aniqlanadi. Ammo yuqoridagi usul yordamida uning miqdori haqida taqribiy fikr yuritish mumkin. Gruntlar mexanikasidan ma'lumki bosh zo'riqishlar p_1 va p_2 lar yordamida urinma zo'riqishning yuqori qiymati τ_{max} quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau \frac{p_1 - p_2}{2} \quad \tau_{max} \quad (10.5)$$

agar bir o'q bo'ylab zo'riqish holati yuz bersa $p_2 = 0$ bo'ladi. U holda:

$$\tau \frac{p_1}{2} \quad \tau_{max} \quad (10.6)$$

Shu bilan birga zo'riqishning eng yuqori qiymatida (namunani buzilish holatida) τc_{max} bo'lishini e'tiborga olsak:

$$c_c = \frac{p_1}{2} \quad (10.7)$$

ekanligini payqash mumkin. Yana shuni ta'kidlash lozimki, p_1 zo'riqish ta'sir etayotgan bosimni ta'sir yuzasiga (F) nisbati orqali ifodalanishini nazarda tutsak, tajriba o'tkazilayotgan namunani ikki holati (buzilgan va saqlangan tuzilma) uchun quyidagilarni yozish mumkin:

$$p'_1 = \frac{R_T}{F} \quad (10.8)$$

$$p_1^2 = \frac{R_6}{F} \quad (10.9)$$

Tabiiy holatdagi grunt namunasida bog‘lanish kuchini c_v , tuzilmasi buzilganinikini esa c_w ekanligini inobatga olsak:

$$c_v = \frac{p_1^1}{2} \quad (10.10)$$

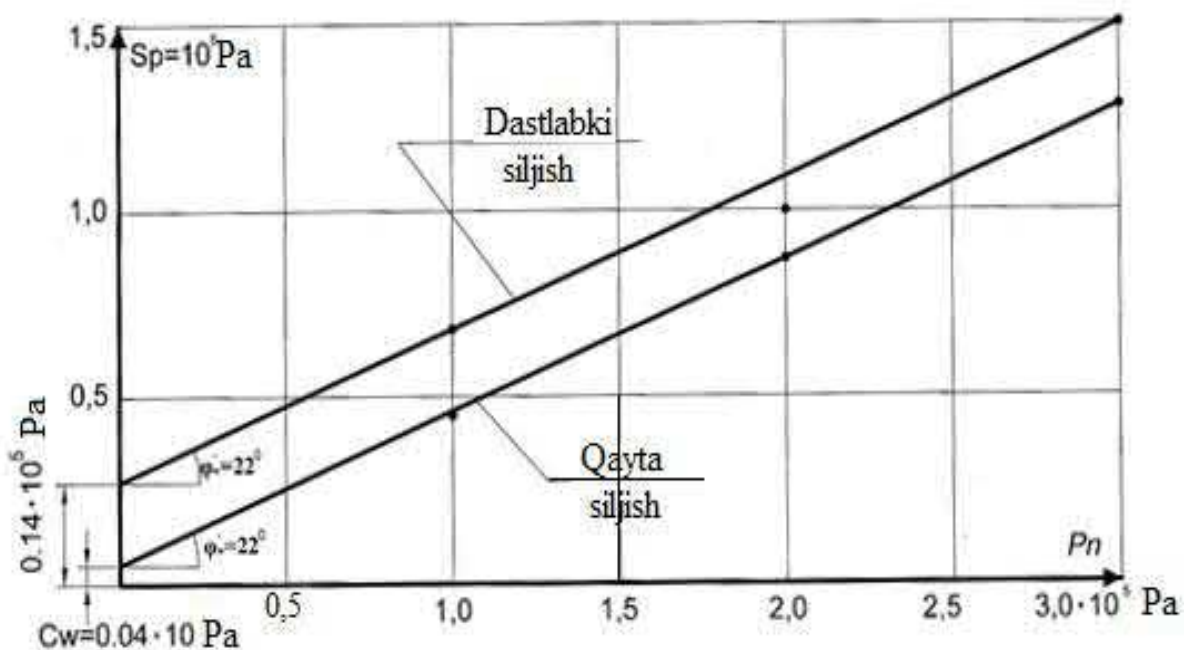
$$c_w = \frac{p_1^2}{2} \quad (10.11)$$

10.10 va 10.11 tengliklarni nazarda tutib c_c ni aniqlash ifodasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$c_c = \frac{1}{2F} (R_T - R_6) \quad (10.11)$$

Ushbu ifodadan tajriba o‘tkazilayotgan namunalar mustahkamligi teng bo‘lgan holatda, ya’ni $R_T = R_6$ grunt tarkibida bkr bog‘lanish kuchining miqdori nolga teng ekanligi kelib chiqadi.

Bkr bog‘lanish kuchi c_c ni “qayta siljitish” usuli deb nom olgan usul yordamida ham aniqlash mumkin. Unda ma’lum yuk ostida siljirilgan namuna siljituvchi yukdan navbatma-navbat bo‘shatib boriladi. $\tau'_{kp} = S_{cv}$ va ohirida yana qaytadan siljitish amali bajariladi (10.1 rasm).



10.1-rasm. Bikt bogʻlanish kuchini aniqlashga doir
“qayta siljish” usulining natijasi (N.N.Maslovdan
olindi).

Mazkur tajribaning zaminida dastlabki siljish jarayonida grunt tarkibidagi bikt bogʻlanish kuchlari (c_c) butunlay buzilib, qayta siljish esa, asosan, yumshoq bogʻlanish kusi (c_w) va ichki ishqalanish burchagi hisobiga yuz beradi degan tahmin yotadi. Tajriba koʻrsatkichlaridan foydalanib bikt bogʻlanish kuchi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$c_c = s_{cv} - s_{cw} \quad (10.12)$$

Ilmiy izlanuvlar amaliyotida bikt va yumshoq bogʻlanish kuchlarini ajratishga oid bir necha boshqa usullar ham taklif etilgan .

Yuqorida qayd etilganlardan koʻrinib turibdiki “siljish ostonasi”ning qiymatini belgilashda bikt bogʻlanish kuchining roli nihoyatda muhimdir.

Gruntning zarralar aro ichki ishqalanish kuchi ham “siljish ostonasi”ga sezilarli ahamiyat kasb etishi muqarraligini eʼtiborga olib bir necha tajribalar oʻtkazdik. Ushbu tajribalar ham, avvalgidek, Maslov-Lure uskunasi tuzilmasi buzilmagan namunalar ustida olib borildi.

11-AMALIY. YER OSTI INSHOOTLARINI MUSTAHKAMLIGINI OSHIRISHDA GRUNTLARNING BIKR BOGʻLANISH KUCHI VA ICHKI ISHQALANISH BURCHAGINI ANIQLASH.

Ushbu jarayonda grunt tuzilmasini buzilishga qaratilgan siljish deformatsiyasini turgʻun holatidan rivojlanish bosqichiga oʻtish chegarasi (siljish ostonasi) bikt bogʻlanish kuchi bilan bir qatorda ichki ishqalanish burchagining miqdoriga ham bogʻliq ekanligi aniq kuzatildi. Ichki ishqalanish kuchining miqdori qancha koʻp boʻlsa siljish deformatsiyasining rivojlanish bosqichi roʻyobga chiqish uchun yuqori qiymati urinma zoʻriqish talab etiladi (11.1 jadval).

**Urinma zoʻriqish bilan gruntning ichki ishqalanish burchagi orasidagi
bogʻliqligi**

11.1 jadval

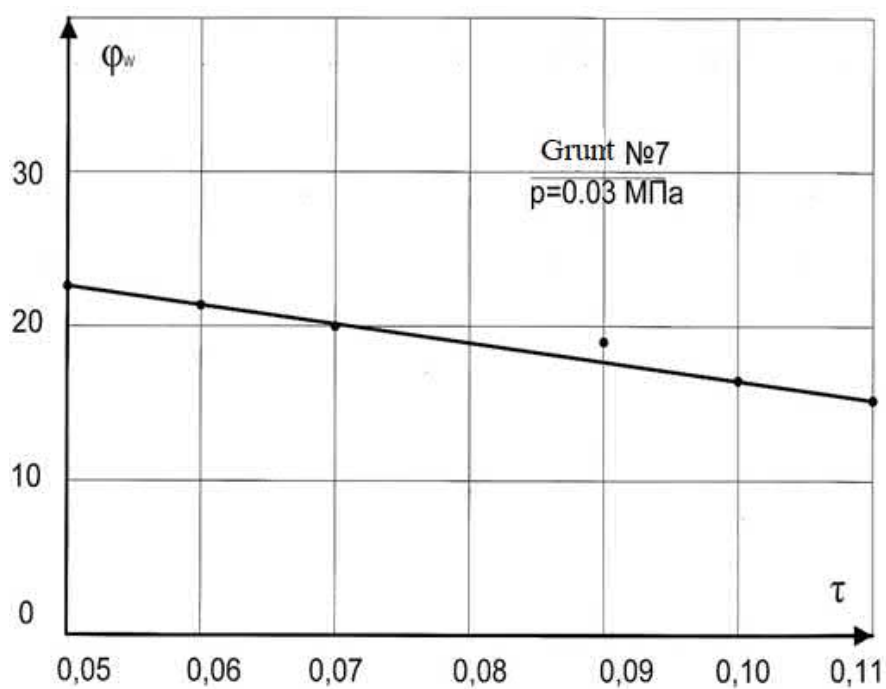
Urinma zoʻriqish, MPa	Ichki ishqalanish burchagi, grad
-----------------------	----------------------------------

	Dastlabki qiymati	Tajriba oxiridagi qiymati
0.050	22° 40'	22° 40'
0.060	22° 40'	21° 30'
0.070	22° 40'	19° 45'
0.080	22° 40'	19° 20'
0.090	22° 40'	19° 40'
0.100	22° 40'	18°

Yana shuni ta’kidlash lozimki siljituvchi (urinma) zo‘riqishning qiymati ortishi bilan ichki ishqalanish burchagi ham kamayib boradi (11.1 rasm). Ma’lum miqdorli urinma zo‘riqishning ta’sirida turg‘un holatdagi siljish deformatsiyaning rivojlangan turiga o‘tishi (siljish ostonasi) gruntning zichlik ko‘rsatkichiga bog‘liq. Grunt qancha zich bo‘lsa “siljish ostonasi”ning miqdori shuncha yuqori bo‘lishini tajribalarimiz natijasi ko‘rsatdi.

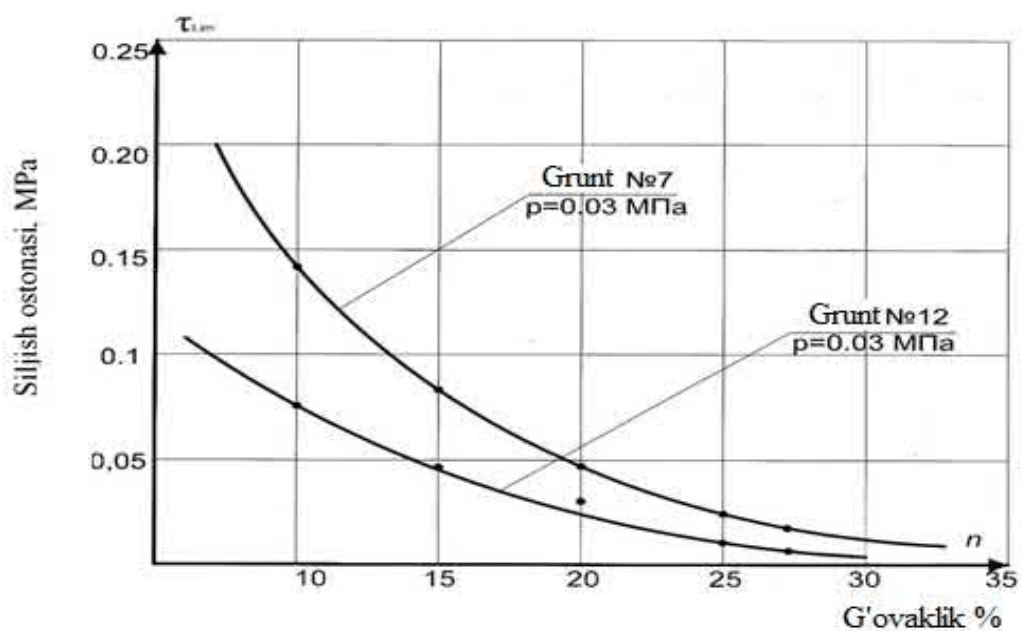
10.2- rasmga murojaat qilamiz. Unda 7-gruntning turli g‘ovaklik holatida olib borilgan tadqiqotlarimiz natijasi izohlangan. Tabiiyki, gruntning g‘ovakligi kamayib borishi jarayonida uning ichki ishqalanish burchagining miqdori ortib boradi. Shu bois siljish ostonasini nafaqat gruntning g‘ovakligiga, balki ichki ishqalanish burchagiga ham bog‘liq ekanligidan darak beradi. Unda kuzatilishiga ko‘ra grunt zarralari aro ichki bog‘lanish kuchining ortishi beto‘xtov siljish deformatsiya qiymatini bir necha miqdorga ortishiga sabab bo‘ladi. Ya’ni turg‘un holatda siljiyotgan grunt rivojlanish

Ichki ishqalanish burchagi, grad.

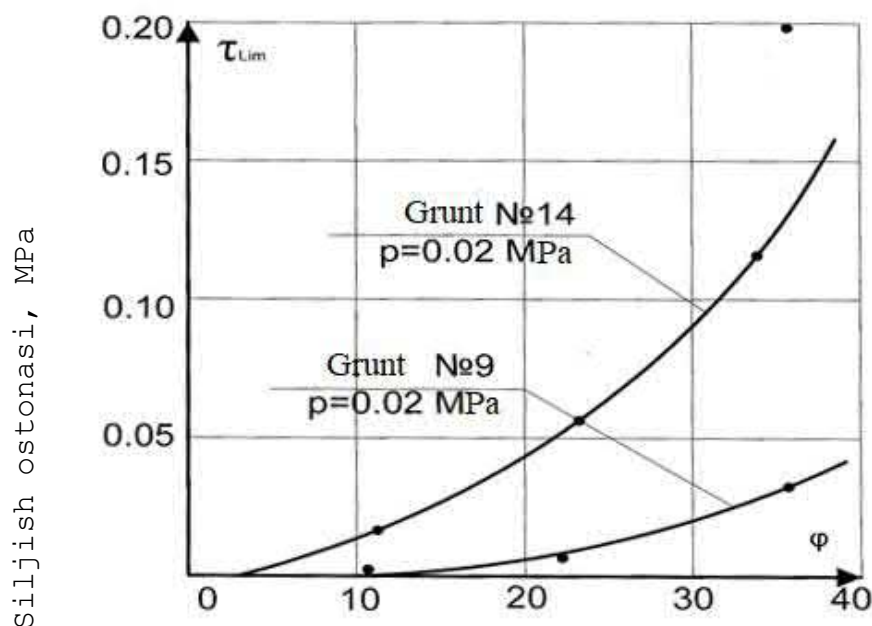


Urinma zo'riqish, MPa.

11.1-rasm. Siljish ta'sirida gruntning ichki ishqalanish burchagini o'zgarish grafigi



11.2-rasm. Siljish ostonasi va g'ovaklik orasidagi bog'liqlik grafigi.



Ichki ishqalanish burchagi, grad.
11.3-rasm. Siljish ostonasi va ichki ishqalanish bursagi orasidagi bog‘liqlik grafigi.

deformatsiyaga o‘tish o‘rniga so‘nish deformatsiyasini izchillik bilan davom ettiradi. Bu esa gruntning mustahkamligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatib, ma’lum sharoitda, beto‘xtov siljish deformatsiyasidan holi bo‘lishi mumkin.

KO‘CHMA

1-KO‘CHMA MASHG‘ULOT. YER OSTI INSHOOTLARINI LOYIHALASHNI ZAMONAVIY USULLARI VA GRUNTLARNI EKSPERIMENTAL TADQIQ QILINISHI BILAN TANISHISH.

1.1. Yer osti gidrotexnika inshootlarini barpo etishda gruntning g‘ovak bosimi va mustahkamlik ko‘rsatkichlari.

Konsolidasiyaning sizish nazariyasiga asosan (4) gruntning zichlashuvi jarayonida ta’sir etayotgan tashqi yuk (p) bir vaqtning o‘zida grunt zarralari (p_z) va qisman suvga (p_s) uzatiladi. Shu bois istalgan vaqtda quyidagi tenglik sharti bajariladi:

$$p = p_z + p_s \quad (1.1)$$

bunda p - gruntga ta'sir etayotgan umumiy bosim miqdori; p_z - grunt zarralari qabul qilib oladigan (effektiv) bosim; p_s - suv qabul qilib oladigan (neytral) bosim.

Grunt g'ovaklaridan suvning siqib chiqishi natijasida neytral bosimning miqdori asts-sekin kamayib boradi, zarralardagi effektiv bosim esa ko'payib boradi va zichlanishning so'ngida undagi bosimning miqdori tashqi yukdan yuzaga keluvchi bosimga teng bo'ladi, yani: $p_s = p$. Effektiv va neytral bosimlarning o'xgarish tezligi gruntning suv sizdirish qobiliyatiga bog'liq. Grunt qa'ridagi effektiv va neytral bosimlarning miqdoriga qarab uning istalgan vaqtdagi deformasiyasi va mustahkamlik holatini aniqlash mumkin.

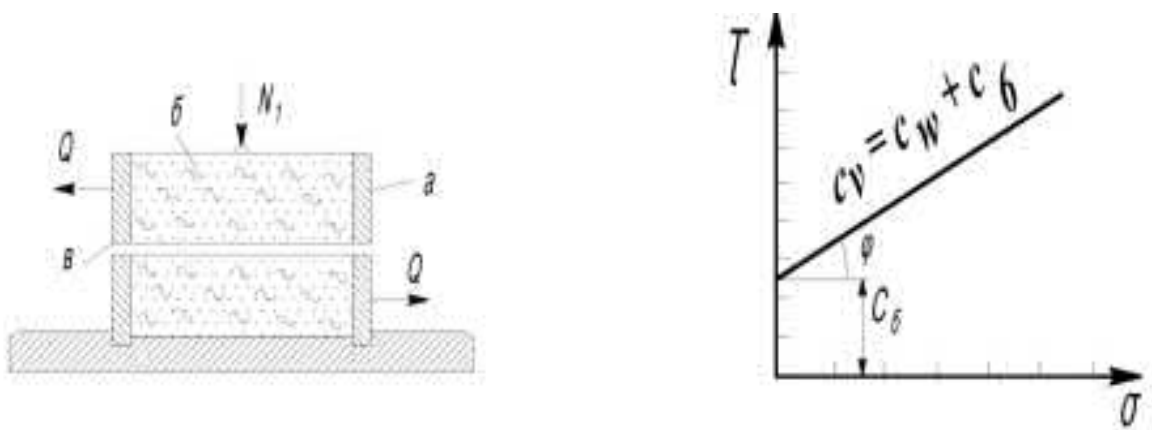
Gruntning g'ovak bosimini hisoblashda asosiy ko'rsatkich bo'lib g'ovak bosimining yuqorin miqdorini gruntga ta'sir etuvchi umumiy bosimga nisbatini ifodalovchi g'ovak bosim koeffitsiyenti k xizmat qiladi:

$$k = p_{s(\max)} / p \quad (1.2)$$

Gruntning g'ovak bosimi odometr yoki stabilometrlarda tajriba o'tkazish jarayonida maxsus asboblardan foydalanib (mas. Nichiporovich-Migina asbobi) aniqlanishi mumkin. Unda tabiiy tuzilmasu buzilgan loyli gruntga oid koeffitsient k ning quruq grunt zichligiga nisbati ko'rsatilgan.

Gruntning mustahkamlik ko'rsatkichlari uning siljishga qarshiligigrunt tuzilmasini buzilishga olib keluvchi zo'riqishning yuqori miqdori bilan aniqlanadi. Gruntning siljishga qarshiligini ifodalovchi parametrlar turli mustahkamlik nazariyalari yordamida aniqlanishi mumkin. Ammo amaliyitda keng tarqalgani – Moor nazariyasidan foydalanishdir.

Tajribaxonalarda ushbu ko'rsatkichlar gruntni siljishga qarshi sinash yoki uch o'q ostida siqilishni ifodalovchi stabilometrlar yordamida aniqlanadi.



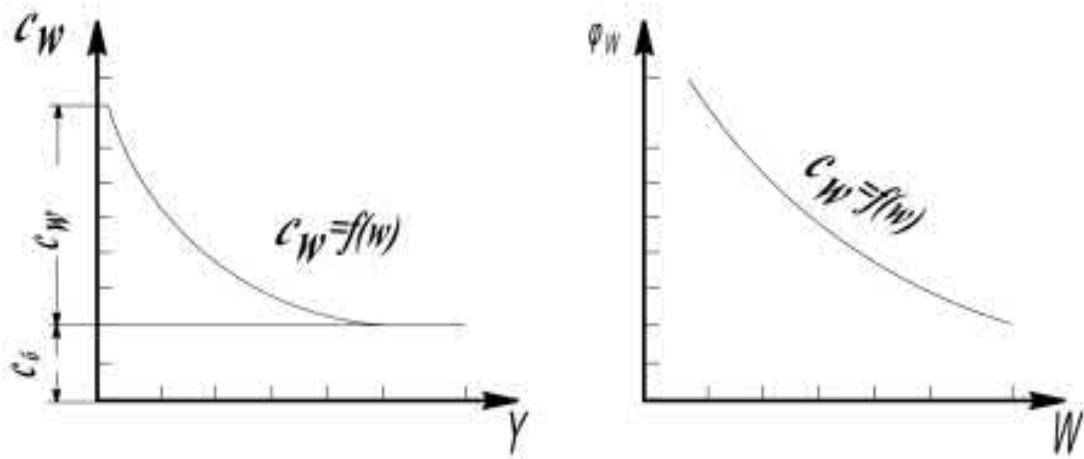
1.1 rasmda siljish diagrammasi keltirilgan.

Unda siljish yuzasiga tik yo'nalgan zo'riqish (σ_t) va shu tekislikda xarakatlanuvchi siljituvchi zo'riqishlar orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Gruntlarning siljishga qarshiligi (S_{pw}) siljish tekisligiga tik yo'nalgan zo'riqishning miqdori ortishi bilan ko'payadi va siljish koeffitsiyenti deb nomlanuvchi miqdor yordamida ifodalanadi:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\tau}{\sigma_t} \quad (1.3)$$

bunda ψ - siljish burchagi; τ - σ_t tik zo'riqishga mos keluvchi siljitish koeffitsiyenti.



1.2 rasm. Siljish yuzasiga tik yo'nalgan zo'riqishning kichik oraliqda o'zgarishi chiziqli grafigi

Siljish yuzasiga tik yo'nalgan zo'riqishning kichik oraliqda o'zgarishi chiziqli qonuniyatga bo'ysinib Kulon nazariysi bilan ifodalanishi mumkin:

$$\tau = \sigma_t \operatorname{tg} \varphi + c \quad (1.4)$$

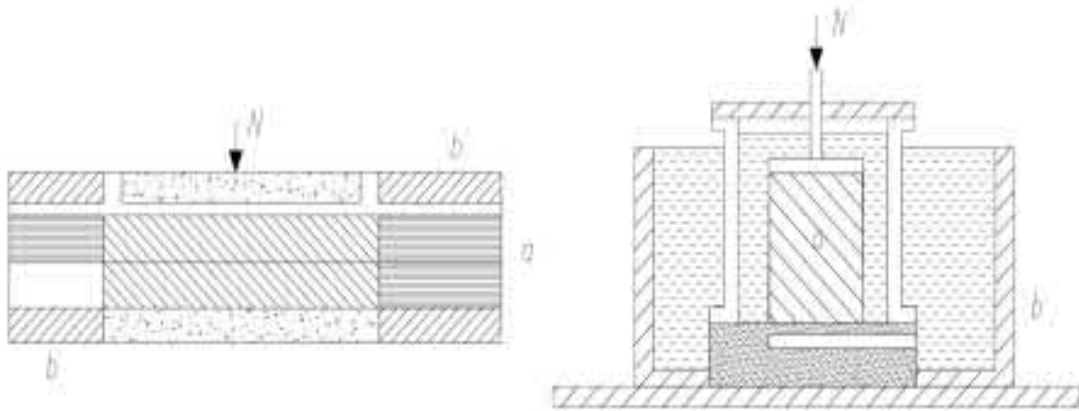
bunda φ - ichki ishqalanish burchagi; c - bog'lanish kuchi.

Sochiluvchan (qum, tosh, shag'al) gruntlar uchun bog'lanish kuchining qiymati ahamiyatli bo'lmaydi, shu bois (1.10) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\tau = \sigma_t \operatorname{tg} \varphi \quad (1.5)$$

Dispers gruntlarga oid ichki ishqalanish burchagi va bog'lanish kuchining meyoriy qiymatlari tegishli darsliklarning jadvallaridada keltirilgan.

Yirik zarrali gruntning ichki ishqalanish burchagi bilan zo'riqish orasidagi bog'liqlikni logarifm mashtabida ifodalangan egri chiziq shaklida tasvirlash birmuncha qulaylikka ega, chunki ushbu holda zo'riqishning bir miqdoriga oid turli ishqalanish burchaklarni taqqoslash imkoniyati tug'iladi.



1.3 rasm. Turli yirik zarrali gruntlar ustida olib borilgan tadqiqotlarning natijasi keltirilgan.

Unda gruntlarning nisbiy zichligi 0,9 ga teng. Ma'lum φ, σ larning miqdoriga mos keluvchi muvozanat holatiga oid σ_1, σ_2 zo'riqishlarni aniqlash imkoni bo'ladi.

Gruntning o'sidan suv o'tkazish qobiliyati uning suv sizdirishi deb nomlanadi. Gruntli to'g'onlarda suvning xarakati yuqori va pastki byeflar orasidagi bosimlar farqidan kelib chiqadi. To'g'on tarkibidagi gruntning turi va gidravlik gradiyentga qarab turlicha sizish holati yuz berishi mumkin.

Loyli va qumli gruntlarda suvning xarakati Darsi qonuniga bo'ysinuvchi to'g'ri chiziqli laminar xarakat tizimi tarzida ro'y beradi:

$$v = k_s I \quad (1.6)$$

bunda v - sizish sarfini oqim xarakatiga tik yo'nalgan maydon birligiga nisbatini ifodalovchi sizish tezligi; k_s - sizish koeffitsiyenti; I - sizish masofasida bosim o'zgarishini ifodalovchi gidravlik gradiyent.

Sizish koeffitsiyenti gruntning suv o'tkasish xususiyatini ifodalovchi asosiy ko'rsatkich bo'lib, miqdori 1 ga teng bo'lgan gradiyent ta'siridagi sizish tezligini ifodalaydi.

Yirik zarrali gruntlarda, ko'pincha, suvning xarakati turbulent yoki laminar xarakat bilan turbulent xarakat chegarasida ro'y beradi. Bunday holatlarda sizish tezligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$v = k_s I^{1/m} \quad (1.7)$$

Sizish koeffitsiyenti dala va laboratoriya sharoitlarida tajriba yordamida aniqlanadi. Ba'zi holatlarda esa gruntning donadorlik tarkibi va g'ovaklik ko'rsatkichlari bo'yicha emperik ifodalar yordamida hisoblanishi mumkin (6,7). Ammo eng ishonchlisi tog'on tanasida, uning zamini, hamda qirg'oqlarda qazilgan shurflarga suv to'ldirish, quduqdan suv so'rib chiqarish, yoki quduqqa suv yuborish usullarini qo'llab dala sharoitida sizish koeffitsiyentini aniqlash usulidir.

Turli gruntlarga xos sizish koeffitsiyentining taqribiy miqdorlari quyidagicha (sm/c): loy -10^{-7} - 10^{-8} ; qumli loy -10^{-7} - 10^{-5} ; loyli qum -10^{-4} - 10^{-3} ; mayda qum, balchiqsimon gruntlar -10^{-3} - 10^{-2} ; o'rtacha yiriklikdagi qum -10^{-2} ; yirik qum, tosh -10^{-2} - 10^{-1} ; tosh va shag'allar -10^{-1} -10.

YER OSTI GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINI MUSTAHKAMLASHGA DOIR TADQIQOTLAR

2.1. Tadqiqot ob'ektining tasnifi

Piskom – Toshkent viloyatidagi daryo. Chirchiq daryosining o'ng bosh irmog'i. Maydontol tizmasining shimoliy yon bag'ridan oqib tushadigan Maydontol va Piskom tizmasining shimoli-g'arbiy yon bag'ridan oqib tushadigan Oygaying soylarining qo'shilishidan hosil bo'lib, shimoli-sharqdan janubi-g'arb tomon oqadi

va Chorvoq soyligiga kelganda Chatqol daryosi bilan qo‘shilib, Chirchiq daryosini hosil qiladi. Uzunligi 70 km, havzasining maydoni 2540 km². Piskom avval chuqur tog‘ vodiysida toshlar orasidan, so‘ngra terrasali keng vodiya oqadi. Daryo havzasi ancha baland (o‘rtacha balandligi 2645 m) bo‘lib, unda umumiy maydoni 130 km²ga yaqin 140 dan ortiq kichik muzlik bor. Piskom qor-muzlik suvidan to‘yinadi. O‘rtacha ko‘p yillik suv sarfi 82 m³/sek. Yillik oqimning 47% mart – iyun, 38% iyul— sentabr, qolgan 15% esa oktabr–fevral oylarida oqib o‘tadi. Suvi martdan ko‘paya boshlaydi, iyun—iyulda eng ko‘p, yanvar-fevralda esa eng kam bo‘ladi. Eng ko‘p suv sarfi 700 m³/sek va undan ortiq, eng kam suv sarfi 10 m³/sek. gacha. Piskom ancha loyqa daryo (har 1 m³ suvida o‘rtacha hisobda 200 g loyqa bo‘ladi). Piskomga 40 dan ortiq soy va jilg‘alar kelib qo‘shiladi. Ulardan eng yiriklari: Ixnachsoy, Qoraqizsoy, Teparsoy, Aksarsoy va Novalisoy.

Bugungi kungacha loyihalashtirilgan GESlarning eng yirigi Piskom GESi hisoblanib yillik quvvati 400 MVt ga teng, u dengiz sathidan 1045 m CHorvoq GESidan 45km balandlikda barpo etilmoqda. Suv omborining umumiy maydoni 900 gektar bo‘lib, 511,2 mln m³ sig‘imga ega. Uning quyi qismi eni 1350m, balandligi 195m, eng yuqori qismining eni 10m. Piskom GESi 4 ta katta agregatga mo‘ljallangan bo‘lib, xar birining quvvati 100 MVt ga teng.



2.1 –rasm. Pskom GESining geografik joylashish sxemasi.

Pskom GESining qurilish va ekspluatatsiya suv tashlagichi pskom daryosi etagining o'ng qirg'og'ida joylashgan qariyb 2000 m uzunlikka ega. Pskom GESining qurilish va ekspluatatsiya suv tashlagichi 2021 yilning 25 noyabrda "O'ZBEKGIDROENERGO" va "OAJ" Hidroproekt tashkilotlari tomonidan tashkil qilingan tadbirida daryo o'zani bo'g'ini to'silib inshoot o'z ish faoliyatini boshladi. Ushbu inshootdan o'tadigan suvning energiyasini susaytirish uchun chora tadbirlar ishlab chiqilib bir qancha tadqiqotlar olib borildi.

2.2 Laboratoriya tadqiqotlari tahlili.

Daraning o'ng tomonida uzunligi 1288 m bo'lgan yer osti suv tashlama inshooti qurilgan. To'g'on yadrosi hududiga etarli darajada kirib borishini va suvni qarshiliklarsiz qabul qilishini ta'minlash hamda yer osti suv tashlash tunnelini mustahkamligini ta'minlash maqsadida tunnel uzunligi bo'ylab uchta burilish mavjud. Burilish radiusi 60 m, burilish burchaklari 44° , 34° va 35° .

Yer osti suv tashlash tunneli yo'nalishi bo'ylab quyidagi inshootlar loyihalashtirilgan:

- suvolishinshooti;
- tunnel qismi;
- 2-darajali yerosti energosuv tashlama yo'l tutashish yoki birlashtirish uzeli;
- GES ta'minot liniyasining ulanish uzeli (A1 va A2 agregatlariga);
- zatvorniboshqarish xonasiga bo'lgan zatvor kamerasi;
- terminal tuzilishi (so'nggi inshoot);
- yondashuvishlari P-2, P-3.

Past balandliklarda joylashgan suv olish inshooti daryodan suvni 1-darajali qurilish va ekspluatatsion suv tashlamaga olish uchun xizmat qiladi, bu esa qurilayotgan inshootlarni chetlab o'tib, suv oqimini daryoga qaytaradi. Suv tashlama tunneli bo'ylab qazib olish ishlarini xavfsiz olib borish sharti bilan suv olish

chegarasi 990,0 m bo'lgan. Maksimal kuzatilgan oqim sarfi 392 m³/s bo'lsa, bu hududdagi suv belgisi 987,74 m ni tashkil qiladi.



2.2 – rasm. Pskom suv omborida qurilayotgan tunnellar.

Suv olish joyi ikki qatorli yoriqlar bilan jihozlangan. Yoriqlarning birinchi qatori suv olishning kirish qismini loyqalash boshlangan davrda oqim sarfini 990,0 dan 1010,0 m balandlikka o'tkazish uchun mo'ljallangan va ushbu truba esa temir-beton shandorlar bilan qoplangan. Ikkinchi truba o'lchami 6,0 × 6,0 m bo'lgan favqulodda zatvorni joylashtirish uchun ko'zda tutilgan. 1-darajali qurilish va ekspluatatsion suv tashlamadan 2-darajali energosuvtashlamaga oqim sarflarni o'tkazishda zatvor faqat bir marta ishlatiladi. Oqim sarfini almashtirishda suv olish joyiga o'rnatilgan favqulodda zatvor 75 m dan (1065-990) oshmaydigan balandlikda ishlaydi. Uning qoplamasi ostida 545 m uzunlikdagi tunnelning boshlang'ich qismi tugatilib, 2-darajali energosuvtashlama yo'li ulanadi[33,39,41].

2-darajali energosuvtashlama yo'li bilan tutashish uzeli - bu energosuvtashlama yo'lining metall quvur liniyasi tirsagining 1-darajali qurilish va

ekspluatatsion suv tashlamaning metall quvurining to'g'ri qismiga tutashuvi. Tunnellar gorizonta tekislikda uzunligi 20 m (oqim yo'lining balandligi 989,0 m) bo'lgan 1-darajali qurilish va ekspluatatsion suv tashlamaning gorizonta qismida ulangan. Ulanishning tuzilishi birlashtirilgan bo'lib, u diametri 6,5 m bo'lgan dumaloq metall qoplama va mustahkamlash orqali 0,8 m qalinlikdagi beton qoplama bilan tavsiflanadi. Ushbu temir-beton qoplama B25 sinfidagi beton va AIII toifali armaturalardan tayyorlanadi.

GES ta'minot liniyasini A1 va A2 agregatlariga ulanish uzeli metall qoplama bilan bajarilgan ulanish blokining trubina og'zi bilan bosim boshi energosuvtashlama yo'lining tutashini ifodalaydi.



2.3 – rasm tunnelga o'rnatiladigan temir quvurlar

Metall trubining strukturaviy ravishda diametri 6,5 m bo'lgan uchta yarim silindrsimon sirtidan iborat bo'lib, burchak ostida ajratilgan va tekis qo'shimchalari

bilan bir-biriga bog'langan.

Vertikal yassi axlatni ushlab turuvchi panjara energosuvtashlama yo'lining ishlab chiqaruvchi qoplamasiga nisbatan uning boshlang'ich qismidagi truba og'ziga o'rnatilgan. Panjara qismidagi suvning o'rtacha tezligi 1,0 m/s ga etishi mumkin. Panjara tayoqchalari gorizontal ravishda joylashtirilgan, panjaralar orasidagi bo'shliq 100 mm. GES agregatlari yopilganda, tarmoq chiqindi oqimi bilan yuvish yo'li orqali tozalanadi.



2.4 – rasm Temir quvurlarni payvandlash ishlari

GES ta'minot liniyasining ulanishi 23 m uzunlikdagi energosuvtashlama yo'lining gorizontal qismida gorizontal tekislikda amalga oshiriladi (oqim qismining balandligi 983,0 m). Ulanish nuqtasining qoplamasi birlashtirilgan: metall qoplama, armatura bilan mustahkamlangan va B25 beton bilan betonlangan.

Ulanish nuqtasining butun uzunligi bo'ylab metall konstruksiyalarni o'rnatish uchun chuqurligi 7,0 m bo'lgan joy ajratiladi, u uzeldagi barcha qurilish-montaj

ishlari tugagandan so'ng yopiladi va B15 beton bilan to'ldiriladi.

Zatvorlar kamerasi suv oqimining quyi oqimida (pastki b'yefida) ochiq maydonda joylashgan bo'lib, suv o'tkazuvchanligini tartibga solish va gidroelektrostansiyadagi oqim tezligini o'zgartirish uchun mo'ljallangan. Kamerada asosiy va favqulodda zatvorlar mavjud. Ushbu tartibga solish optimal gidravlik rejimni va ish paytida suv omborini FSSga (1060,0 m balandlikgacha) to'liq tushirish imkoniyatini ta'minlaydi.

Ostonasi 982,0 m bo'lgan ikki oraliqli quti shaklidagi kamera B25 toifadagi temir-betondan qalinligi 3,0 ... 2,5 m bo'lgan devorlardan yasalgan. Kengligi 3 m bo'lgan oraliqlar qalinligi 2,5 m bo'lgan devor bilan ajratilgan. Kameraning oqim o'tish joyi metall bilan qoplangan.



2.5 – rasm. Temirbeton bilan mustaxkamlangan tunnel kirish qismi.

Asosiy zatvorlar (2 dona) – segmentga oid 3,6 m oraliqli, 4,5 m balandlikdagi teshiklarni qoplaydi, zatvorlar kamerasining manevrligini, qulayligini va

ishonchliligini ta'minlaydi. Favqulodda-ta'mirlash zatvorlari (2 dona) yassi g'ildirakli -oraliq 3,0 m, balandligi 6,0 m. Zatvorlar gidravlik uzatmalar tomonidan boshqariladi, ular 995,50 m balandlikda zatvorlarni boshqarish xonasida joylashgan.

Zatvorlar kamerasining tepasida quyi oqimda reja asosida o'lchamlari $45 \times 15,5$ m va balandligi 16,0 m bo'lgan zatvorlarni boshqarish xonasi mavjud. Xona yuk ko'tarish quvvati 63,16 tonna bo'lgan ko'priksimon kran bilan jihozlangan.

2.3.Eksperiment o'rnatish va tadqiqotlar olib borish

Chuqur joylashgan yer osti gidrotexnika tunneli Pskem daryosining chap qirg'og'ida joylashgan bo'lib, suv omborlari sathida 1070,0 m dan 1168,0 m (MDS) gacha bo'lgan qurilish va ekspluatatsiya davrlarida pastki byefga tushirish uchun mo'ljallangan yer osti gidrotexnika inshooti hisoblanadi.

Cuqurda joylashgan yer osti gidrotexnika tunneli quyidagi inshootlardan iborat:

- suv olish inshooti;
- gorizontaal bosimli tunnel;
- operativ kirishga ega darvoza kameralari;
- erkin oqimli tunnel;
- chiqish kanali bilan uch bosqichli tomchi shaklida birlashtiruvchi struktura.

1166,0 m NDSda chuqur joylashgan yer osti gidrotexnika inshooti suv oqimining maksimal o'tkazuvchanligi $410 \text{ m}^3/\text{s}$ ni tashkil qiladi.

Balandlikda (1070,0 m) joylashgan suv olish inshooti suv omboridan suvni chuqur suv o'tkazgichga chiqarish uchun xizmat qiladi. Quti tipidagi yer osti suv olish inshooti devor qalinligi 2,0 m bo'lgan temir-beton klassidan qilingan, ostona balandligi 1070,0 m ni tashkil qiladi. Strukturaning balandligi 10,0 m, oqim qismining o'lchamlari $6,0 \times 6,0$ m ni tashkil qiladi, ish paytida suv olish tizimi suv ostida ishlaydi. Suvga chidamliligi va sovuqqa chidamliligi bo'yicha beton uchun maxsus talablar yo'q.

Suv olish inshootining asosi tsement va 6,0 m uzunlikdagi ankerlar bilan mustahkamlangan. inshoot maydonining yonbag'irlarida ish paytida sirg'alib

ketmasligi uchun langar bilan zarbali beton bilan mustahkamlangan.



2.6 – rasm. Tunnel kirish qismi.

Suv olish joyi 6,0x6,0 m o'lchamdagi ta'mirlash eshigini joylashtirish uchun bir qator oluklar bilan jihozlangan bo'lib, darvoza suv ombori sathi tushirilganda yoki u bo'shatilganda ishlatiladi. Ushbu darvoza qopqog'i ostida to'kishning qurilish qismida tekshirish va kerak bo'lganda ta'mirlash ishlarini bajarish mumkin.

650 m uzunlikdagi suv o'tkazgichning (bosim) tunnel qismi doimiy 0,002 qiyalik bilan loyihalashtirilgan. Rejada tunnel bitta 90 ° burilish bilan yo'naltirilgan, burilish

radiusi 110,0 m.

Yo'nalish bo'ylab ikkita gorizontal qo'shimchalar mavjud bo'lib, ular ustiga tuzilmalar o'rnatilgan:

– halokatli suv oqimi bilan tutashuv $L=34$ m;

– yopilish kamerasi $L=37$ m.

Tunnel qismining uzunligi bo'ylab bitta standart uchastka mavjud.

Yarim doira shaklidagi tonozli, vertikal devorlari va cho'qqilari ($1,5 \times 1,5$ m) bo'lgan olukli tunnelning ko'ndalang kesimi aniq o'lchamlarga ega $b \times h = 6,5 \times 6,25$ m, qalinligi 0,65 m bo'lgan qoplama temir-beton sinfidan qilingan B25.

Asosiy tosh bilan qattiq aloqani ta'minlash uchun loyiha plomba tsementini o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, loyiha qazish jarayonida buzilgan tuproqning deformatsiya xususiyatlarini tiklash uchun sementatsiyani mustahkamlashni nazarda tutadi.

Favqulotda yer osti suv tashlash tunneli - bu halokatli suv oqimining metall quvur liniyasini tirsagi chuqurda joylashgan yer osti tunneli metall quvurining to'g'ri qismiga tayanadi. Ulanish burchagi 90° , burilish radiusi 30 m. Tunnellarning ulanishi 34 m uzunlikdagi gorizontal uchastkada vertikal tekislikda amalga oshiriladi, shuning uchun tirsak (chuqur to'kilgan tunnel bilan konjugatsiya) 1069,0 m. estrodiol qoplamada (temir-beton bilan birgalikda metall) tayyorlanadi.

Darvoza kamerasi er osti qazishmasida to'g'onning yuqori dumida joylashgan bo'lib, suv oqimi tezligini tartibga solish, shuningdek, suv to'kishning dastlabki qismida barqaror bosim rejimini va barqaror erkin oqim rejimini yaratish uchun mo'ljallangan. tunnel chuqur suv oqimining oxirgi qismi.

Ostona balandligi 1069,0 m bo'lgan kamera devorlarining qalinligi 3,0...2,5 m, kengligi 5,5 m va balandligi 4,5 m bo'lgan temir-beton sinfi B25dan yasalgan bir oraliqli quti shaklidagi kamera bilan jihozlangan ikki qatorli eshiklar: favqulodda va ta'mirlash va asosiy. Valflar germetik qopqoqlar bilan jihozlangan, kamera 15 m uzunlikdagi o'tish qismlarini ishlatib, o'tish qismlari metall bilan qoplangan.

Darvozalar boshqaruv xonasida 1080,0 m balandlikda joylashgan gidravlik haydovchilar tomonidan boshqariladi.

Zatvor kamerasing tepasida plan o'lchamlari $20 \times 14,5$ m va balandligi 16,0 m bo'lgan zatvorni boshqarish xonasi mavjud. Vanalar, gidravlik haydovchilar va boshqalarga texnik xizmat ko'rsatish mexanik uskunalar yuk ko'tarish quvvati 63/16 tonna bo'lgan yuk ko'taruvchi kran tomonidan amalga oshiriladi.



2.8– rasm. Tunnel haqida ma'lumotlarni o'rganish jarayoni

Kamera qoplamasi materiali B25 sinfidagi betondir. Xonaning tonozli qismi 8,0 m radiusda, qulfd qalinligi 0,7 m va to'piqlarda - 1,5 m, kran nurlari ostidagi devorlarning qalinligi 0,4 m, ankraj bilan 2,5 ga teng. m chuqurlikda, kran nurlaridan yuqorida, devorlarning qalinligi 1,0 m deb hisoblanadi. Binoga kirish uchun uzunligi 265 m bo'lgan to'g'onning quyi oqimida 1090,0 m balandlikda joylashgan tunnel 30 m radiusli bir burilish bilan yotqizilgan. tunnelning kesma shakli o'lchamlari $b \times h = 5,8 \times 5,2$ m bo'lgan olukli shaklga ega bo'lib, tunnelning o'lchamlari uskunalarini vana moslamasiga tashish shartlari asosida tanlanadi. 0,4 m qalinlikdagi qoplama B25 sinfidagi temir-betondan tayyorlangan.

YER OSTI GIDROTEXNIKA INSHOOTNING MUSTAHKAMLIGINI OSHIRISH USULLARI

3.1. Yer ostigidrotexnika inshootlarini hisoblashning nazariy asoslari

Bugungi kunga qadar har xil turdagi konstruksiyalarni hisoblash uchun ko'plab usullar ishlab chiqilgan bo'lib, ularning aksariyati amaliy qo'llanilishini topdi. Hisoblar amaliyotida kompyuterlarning tarqalishi ularning ba'zilarining keng qo'llanilishiga olib keldi, ilgari hisoblashning murakkabligi sababli mavjud bo'lmagan.



3.1 – rasm. Tadqiqotlar olib borish jarayoni.

Soddalashtirilgan va taxminiylangan boshqa ko'plab usullarni amaliyotdan chiqarib tashlanib, ulardan foydalanish faqat oqlangan yanada rivojlangan usullardan foydalanishning yo'qligi yoki mumkin emasligi bilan asoslangan. Er osti inshootlarini qurish uchun maydonlarning o'ta xilma-xil va murakkab muhandislik-geologik sharoitlari, konstruktiv va texnologik farqlari yer osti gidrotexnika

inshootlarini konstruktsiyalarni loyihalash va hisoblashda yagona yondashuvni ishlab chiqishni qiyinlashtirmoqda.

Barcha qo'llaniladigan hisoblash usullarining asosini qattiq deformatsiyalanadigan jismning mexanikasi (elastiklik, egiluvchanlik va sudralish nazariyasi) yoki qurilish mexanikasi apparati tashkil etadi. tog massivini yopiq inshootining va konstruktsiyasining o'zaro ta'sir tabiati bo'yicha hisoblash usullarini uch guruhga bo'lish mumkin: a) o'zaro ta'sir hisobga olinmaydi, konstruktsiya berilgan yuklarga hisoblab chiqiladi; b) toshdan tushadigan yuk faol va passiv (tiklanish) ga bo'linadi, tosh bosimi ma'lum deb hisoblanadi va tiklanish yukning ta'siri shemasiga, konstruktsiyaning va jinslarning deformatsiya xususiyatlari bog'liqligiga qarab hisoblash yo'li bilan aniqlanadi; c) tosh bosimidan qoplama ustidagi yuk berilmaydi, lekin qoplama va tosh massasi o'zaro aloqasi masalasini hal qilish natijasida aniqlanadi[18,26,33,38].

Birinchi va, asosan, ikkinchi guruhning usullari qurilish mexanika apparatlariga asoslangan, uchinchi guruh hisoblash usullarida qattiq deformatsiyalanadigan t'ana mexanikasining klassik yoki sonli echimlaridan foydalaniladi.

Er osti gidrotexnika tunnellarini qazishgan so'ng darhol o'rnatilgan vaqtinchalik qo'llab-quvvatlash tunnel qazish, qurilish-montaj ishlarining xavfsizligini, shuningdek, doimiy qoplama o'rnatilgunga qadar tunnelning barqarorligini ta'minlash kerak. Vaqtinchalik qo'llab-quvvatlash tog' jinslarining zichligi, ularning kesish kuchi va deformatsiya xususiyatlari, namuna va massivdagi mustahkamlik koeffitsientlari, massivning yorilishi, er osti suvlarining sizib chiqishi, shishib ketish ehtimoli to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan muhandislik-geologik tadqiqotlar natijalari asosida ishlab chiqilgan.

Pskem gidroelektrostantsiyasining er osti gidrotexnika inshootlarida ikki turdagi vaqtinchalik tayanch qo'llaniladi: beton bilan qoplangan metall ramka-ark tayanchi va panjara ustida beton bilan anker tayanchi.

Metall ramka-ark tayanchi



3.1 – rasm. Tunnel ichida olib borilayotgan ishlar jarayoni.

Metall ramka-ark tayanchi tunnellingning boshlang'ich qismlarida, tunnel birlashma nuqtalarida, shuningdek, suv miqdori yoki ko'payishi bilan ajralib turadigan joylarda ishlatilgan. Ushbu yordam rulonli profillardan yasalgan ramkalar va kamarlardan iborat. Ishlarning kamarida tayanch doimiy astarning konturini o'rab turgan ko'pburchak konturga ega. Arkning qadami, ish sharoitlariga qarab, 0,8 m dan 1,2 m gacha olinadi.

Arklar toshga va qazishning bo'ylama yo'nalishi bo'yicha langarlangan. Barcha vaqtinchalik qo'llab-quvvatlash kamarlari kuchlanish va bo'shliq elementlari yordamida ramkaga qattiq bog'langan. Arkning mustahkamlanishi tayanch shaklining geometrik o'zgarmasligini ta'minlaydi.

Tokchalarning qattiqligini oshirish va suv oqimini kamaytirish uchun ramkalar va kamarlar to'r qoliplari yordamida B25 beton bilan o'ralgan.

Qazish paytida er osti inshootining ochilish o'lchamlariga qarab, quyidagi kamar va ramkalar qo'llaniladi:

- magistral tunnellarda (energiya drenaji va ta'minoti) 1,2 m balandlikdagi 22-sonli I-nurdan kamarlar ta'minlanadi;
- asosiy ishlarning birlashma joylarida 0,8 m balandlikdagi 20-sonli trubadan yasalgan qo'shaloq ramkalar va arklar loyihalashtirildi;
- yordamchi ishlarda (yondashuvda) 1,0 m balandlikdagi 16-sonli I-nurdan kamarlardan foydalanilgan.

Pskem gidroelektr majmuasining er osti gidrotexnika inshootlari joylashgan jinslar o'rta va qattiq yorilish bilan tavsiflanadi. Bunday sharoitda mustahkamlovchi langar tayanchi ishlatilgan, ya'ni mustahkamlovchi to'r ustida yasalgan beton bilan tog' jinslarining birikmasi.

Amaldagi ankraj turi temir-betondir. Bu tsement ohak bilan monolitik, davriy profilni mustahkamlashdan yasalgan langar.

Beton B24 sinfida 1 kunlik quvvati 0,7-1,0 MPa bo'lgan davrda qo'llaniladi. Shotcrete langarlarga osilgan va qazish yuzasiga bosilgan metall to'r ustida ishlab chiqariladi.

Er osti gidrotexnika inshootlarining o'lchamlari va qazish paytida tog' jinslarining xususiyatlariga ko'ra, quyidagi arnaturalar qo'llaniladi:

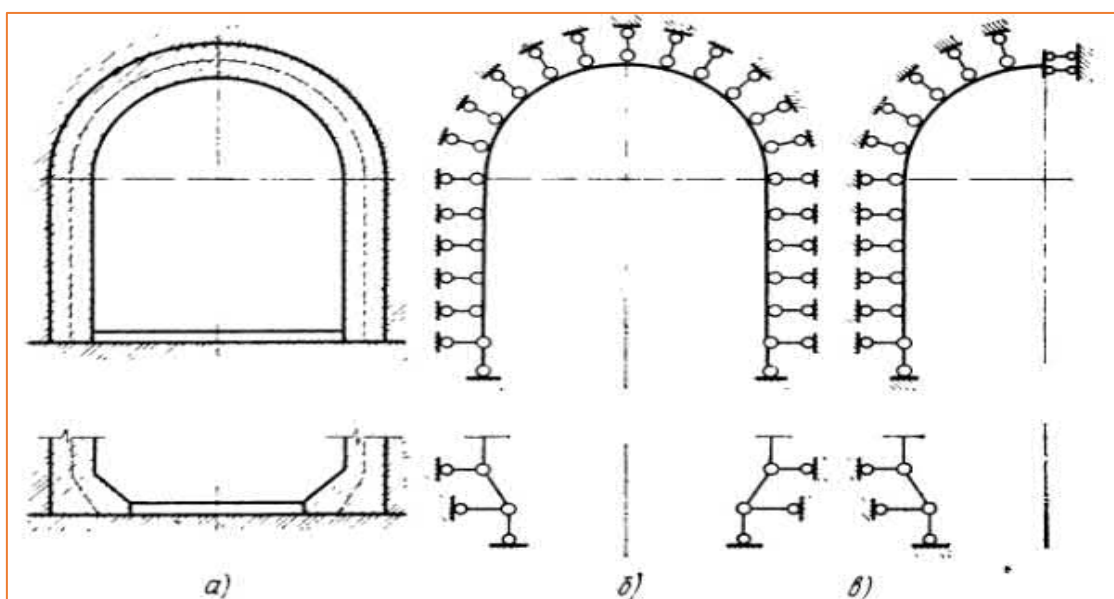
- magistral tunnellarda (energiya drenaji va ta'minoti) Ø22AIII L=3,0 m temir-beton ankerlar, 1,5×1,5 m pog'onali va 15×15 sm o'lchamdagi katakchali Ø6AIII mustahkamlovchi to'rda qalinligi 10 sm bo'lgan zarba beton;
- yaqinlashish ishlarida (P-1...P-5) Ø20AIII L=2,0 m, pog'onali 1,5×1,5 m va qalinligi 10 sm bo'lgan beton langar Ø6AIII shaglari 15×15 sm bo'lgan mustahkamlovchi to'rga o'rnatildi.

3.2. Yer ostigidrotexnika inshootlarini mustahkamligini oshirishni hisoblash usullari.

Monolit qoplamani hisoblash usullarini yanada takomillashtirish - G.G.Zurabov va O.E.Bugaevaning tunnelling taqa va tog'ora shaklidagi tunnel qoplamalari uchun qo'llanilishi bo'ldi. Ushbu hisoblashda tuproqning qaytarishi, deformatsiyada massiv tomon siljish oladigan qoplama konturining o'sha qismida hisobga olinadi. Bunda istalgan nuqtadagi qaytarish kattaligi ushbu nuqtaning b siljishiga mutanosib olinadi (**Vinkler gipotezasi**). Qaytarilish kuchlarining yo'nalishi qoplama yuzasiga normal deb qabul qilinadi. Qaytarilish kuchlarning butun ta'sir muhitida ishqalanish kuchlari hisobga olinadi

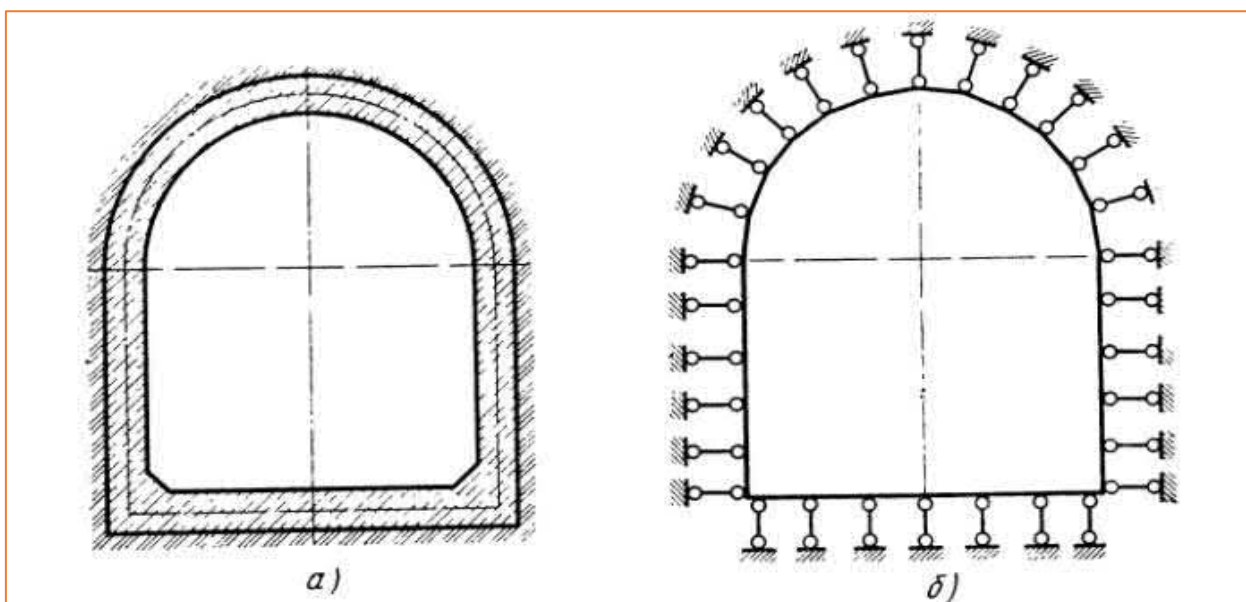
$$T = p * K_{ox}, \quad (3.1)$$

bu erda p - qoplamaning yon yuzasi va tuproq o'rasidagi ishqalanish koeffitsienti; ishqalanish kuchlari qoplama yuzasiga tegishlicha qabul qilinadi.



3.2 – rasm. Ochiq qoplamalar sxemalari: a - konstruktiv; b, c – hisoblangan.

Ixtiyoriy shakldagi qoplamani hisoblash, qoida tariqasida (me'yoriy hujjatlar tavsiyalariga muvofiq) qurilish mexanikasi usullari va standart kompyuter dasturlari yordamida amalga oshiriladi. Loyihalash sxemasini tuzishda astarning egri chiziqli o'qi singan chiziq bilan, toshning qarshiligi esa astar o'qi bo'ylab va uning singan joylarida joylashgan individual elastik tayanchlarning reaksiyalari bilan almashtiriladi.



3.3- rasm. Yopiq astar sxemalari: a - konstruktiv; b – hisoblangan.

Ichki bosimni o'z ichiga olgan yuklarning kombinatsiyasi uchun cheklov holatlarining birinchi guruhiga muvofiq bosim tunnellarini hisoblashda mustahkamlovchi qismning qattiqligi hisobga olinadi. Yoriqqa chidamli qoplamaning ikkinchi darajali chegaraviy holatini hisoblashda beton kesimining qattiqligi $E_K = 0,7E_B$ bilan kiritiladi, bunda E_B beton elastiklikning loyihalashtirish moduli hisoblanadi. Yorilishga chidamli bo'lmagan astarlarda yoriqlar ochilish kattaligini aniqlash bo'yicha harakatlarni hisoblash mustahkamlovchi qismning qattiqligi bilan amalga oshiriladi[31,37,44].

Atrof-muhit o'ziga xos toshga qarshilik koeffitsienti K_0 yoki tog 'jinslari deformatsiyasining moduli E_q va Puassonning koeffitsienti ν bilan xarakterlanadi, bu toshni sementlashda ushbu xususiyatlarning ko'payishini hisobga oladi.

Tunnel qoplamasini hisoblash vaqtincha qoplamaning yuk ko'tarish qobiliyatini hisobga olgan holda uchastkani ochish, vaqtincha astar o'rnatish va asosiy konstruktsiyani o'rnatish ketma-ketligini hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerak. Amaldagi yuklarning va ko'rib chiqilayotgan holatlarning har biri uchun harakatlarning dizayn kombinatsiyalari avval ko'rsatilgan talablarga muvofiq tayinlangan. Dizayn sxemasi ishlatilgan kompyuter dasturining ko'rsatmalariga muvofiq tanlanadi.

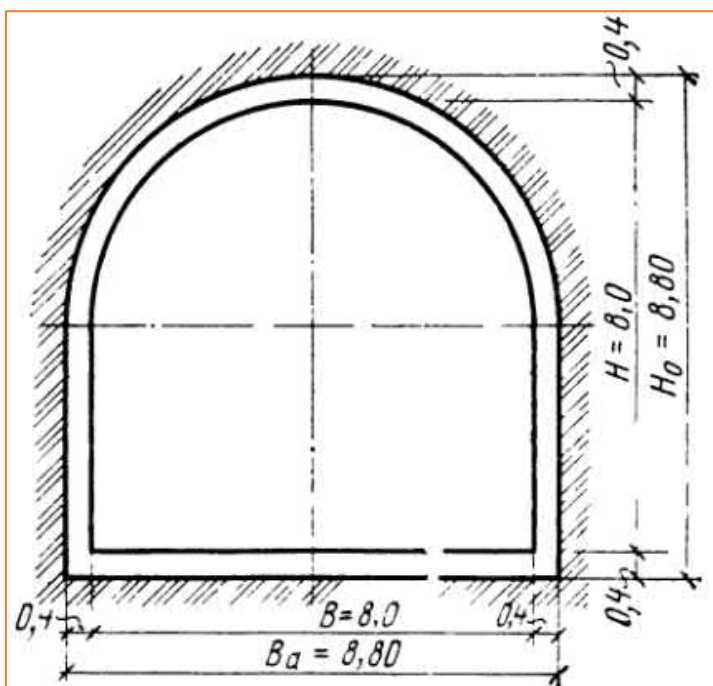
S. Ya. Juk nomidagi "Gidroproekt" institutida ishlab chiqilgan va Metrogiprotrans usuli asosida dasturni qo'llash misolida hisob-kitoblar ketma-ketligini ko'rib chiqamiz.



3.4- rasm. Tunnel ichida tadqiqot jarayonlari

II darajali bosimsiz gidravlik tunnel $f_{cr} = 1,5$ bo'lgan tog' junslar uchun mo'ljallangan. Ishlash davriga to'g'ri keladigan hisob-kitoblarda junslarning qattiqligi koeffitsientining massivni suv bosishi sababli $f_{cr} = 1,0$ ga pasayishini hisobga olish nazarda tutilgan.

Tunnelning o'lchamlari $B = H = 8,0$ m bo'lgan togora shaklidagi qismi (3.4-rasm) geotexnika sharoitlari va ish talablariga muvofiq, ish oqimining sxemasini hisobga olgan holda tanlangan. Bo'limning ochilishi ikki pog'onada amalga oshiriladi, birinchi navbatda balandligi $H = 5,0$ m bo'lgan yuqori qism metall kamar tayanchining o'rnatilishi bilan o'tadi. Pastki qirrasi handakni va devorlarni bir vaqtning o'zida betonlashtiradigan qismlarda ishlab chiqilgan. Hisoblash $E_k = 0,7E_b = 16,080$ MPa ni tashkil qiladi. Qoplamaning qalinligi oldindan $h_q = 0,4$ m ga teng deb belgilanadi.



3.5 – rasm. Bosimsiz tunneling kondalang kesmasi.

Hisoblash ishlariga quyidagilar kiradi: a) metal kamar tayanchini hisoblash; b) kamar tayanch bilan birgalikda ishlaydigan beton tokcha; c) qurilish, ekspluatatsiya va ta'mirlash davrlarining yuklari uchun astarning barcha tuzilishi.

Keling, ushbu holatlarni batafsil ko'rib chiqaylik. *Arkali quvvatlashni hisoblash.* Oraligi 0,4 m bo'lgan 30-sonli qoshtavrli tayanch oldindan qabul qilinadi. B vertikal tosh bosimi B_0 - 8,8 m, $H_0 = 5,0$ m va tayanchni o'rnatish oraligi $b = 0,4$ m bo'lgan yuk quyidagi formulalari bilan aniqlanadi (jins uchun $\varphi^k = 45^\circ$, $K_0 = 750$ N/sm³, $\rho = 0,0018$ kg/sm³) olamiz:

$$L = B_0 + 2H_0 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi^k}{2} \right) = 8,8 + 2 \cdot 5 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{45^\circ}{2} \right) = 12,9 \text{ m};$$

$$h = \frac{L}{2 \cdot f_{kr}} = \frac{12,9}{2 \cdot 15} = 4,3 \text{ m}; \quad g_{qzn} = \beta \cdot \rho \cdot g \cdot h = 0,0775 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

Bitta qo'llab-quvvatlash arkaga yuklanish

$$g_{qzn_{kr}} = g_{qzn} \cdot b = 0,0775 \cdot 0,4 = 0,031 \frac{\text{MN}}{\text{m}}$$

Arkalar orasidagi tortishish og'irligini ($\delta = 5 \text{ sm}$) va tayanchning o'z og'irligini hisobga olgan holda, olamiz

$$g_{qzn_{kr}} = 0,032 \frac{MN}{m}$$



3.6- rasm. Tunnel ichida tadqiqot jarayonlari

Qo'llab-quvvatlashni hisoblashda jinsni qaytarish koeffitsienti

$$K^{kr} = \frac{K_0 \beta \cdot \varepsilon \cdot 100}{0,5 \cdot B_0} \cdot 1000 = 6810 \frac{t \cdot s}{m^3} = 68,1 \frac{N}{sm^3}$$

Bu yerda $\beta = 1$ – tayanch va jins orasida giplomba deformatsiyasini hisobga oladigan koeffitsient; $\varepsilon = b/1m = 0.4$ – bu tayanch va tosh orasida gialoqakengligini hisobga oladigan koeffitsient.

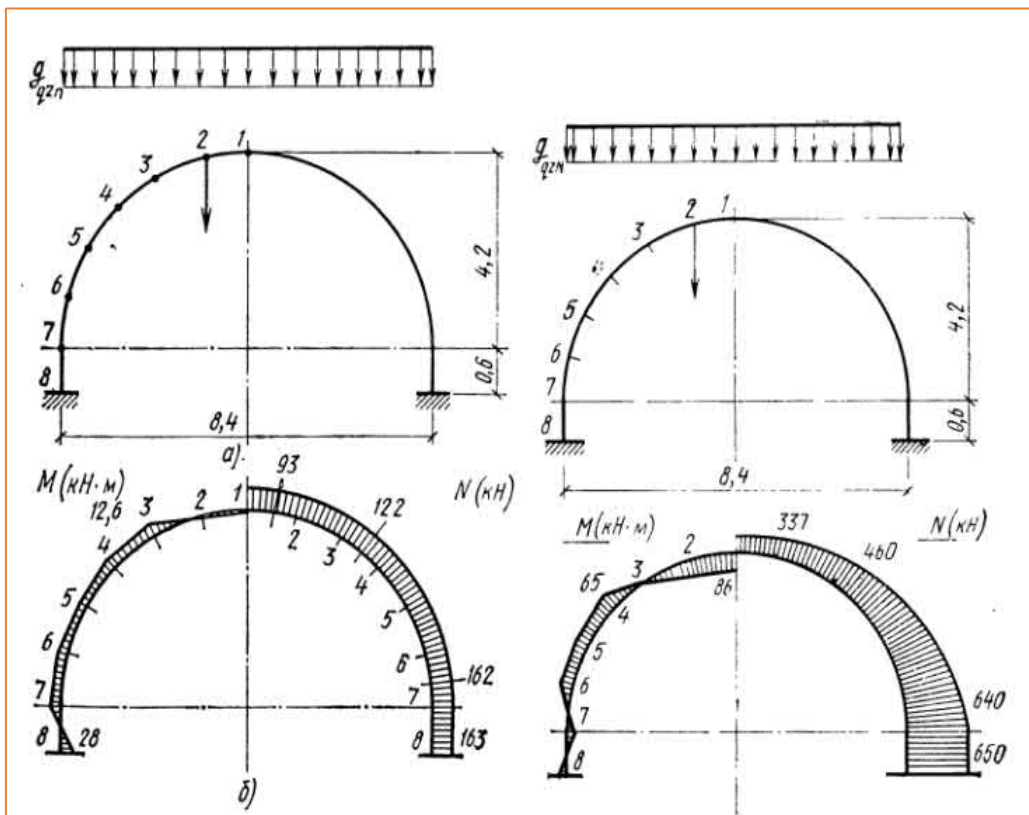
Tayanch ostidagi (tovon) jinsning qaytarish koeffitsienti (XI.28) formula bilan aniqlanadi:

$$K_{op} = \frac{K_0 \cdot 100}{1,34(1 - \nu_p) \cdot b} = 3100 \frac{N}{sm^3}$$

temir-beton qoplama osti astarini hisobga olgan holda

$$K_{on} = 3100 \cdot 0,4 = 1250 \text{ N/sm}^3.$$

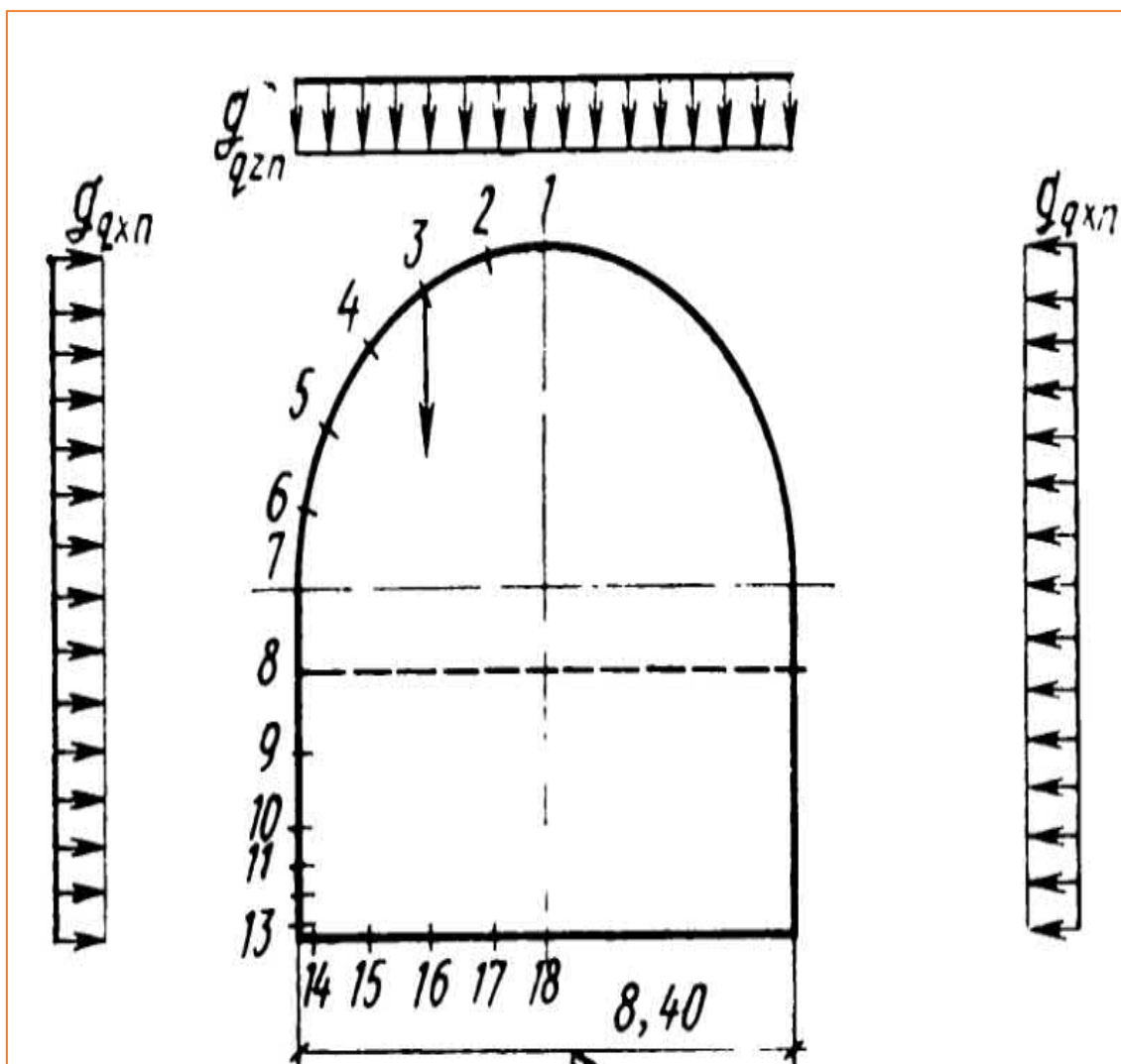
Hisobiy sxemasini tuzishda biz strukturaning simmetriyasini va yukini hisobga olamiz va kesimning yarmini ko'rib chiqamiz. Hisoblangan nuqtalar soni $n = 8$ ga teng (3.7-rasm, a).



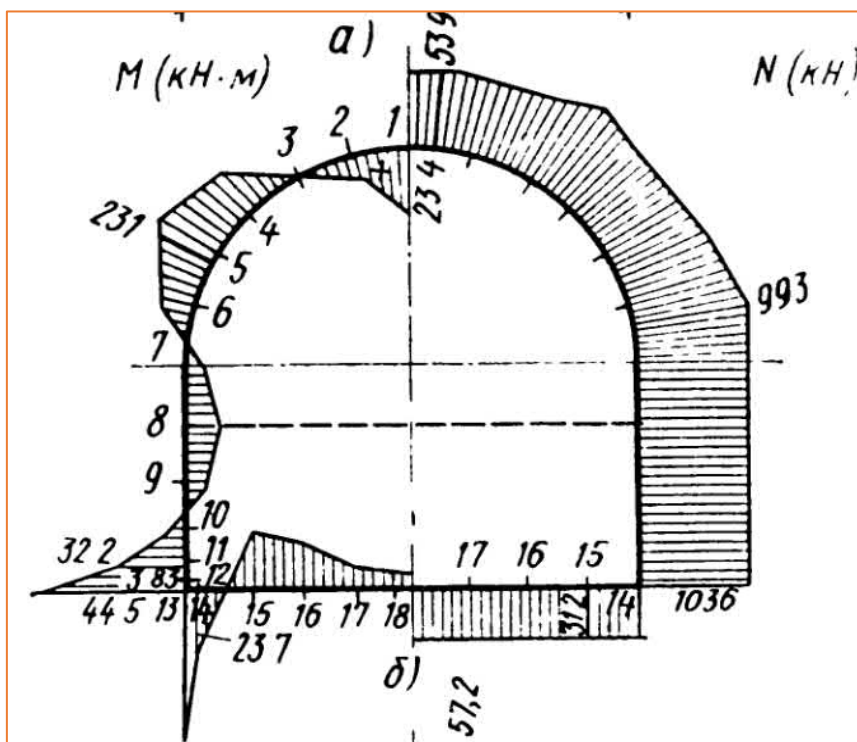
3.7- rasm. Vaqtinchalik mahkamlovchining hisobiysxemasi (a), momentlar va normal kuchlar diagrammasi (b) va Arkani hisoblash sxemasi va hisoblash natijalari.

Kompyuterni hisoblash natijasi - momentlar va normal kuchlar 3.7, b. - rasmda ko'rsatilgan. 1- kesimda eng katta moment $M = 15 \text{ kN} \cdot \text{m}$, normal kuch $N = -93 \text{ kN}$, qo'llab-quvvatlash elementining kesim yuzasi $F = 11,7 \text{ sm}^2$, $W = 472 \text{ sm}^3$. Tashqi tolalardagi kuchlanishlar $\sigma_1 = 11,7 \text{ MPa}$, ichki tolalar $\sigma_2 = -51,7 \text{ MPa}$, bu metallning

dizayn qarshiligidan sezilarli darajada past, shuning uchun ramkalar orasidagi masofani oshirish mumkin. Barqarorlik uchun qo'llab-quvvatlovchi elementlarni hisoblash QMQ 11-23-81 "Po'lat konstruksiyalar" bobiga muvofiq amalga oshiriladi. Eksantrik siqilgan elementlarning barqarorligi faqat moment harakati tekisligida tekshiriladi, chunki tunnel bo'ylab langar borligi moment harakati tekisligidan eksantrik siqilgan kamarning barqarorligini ta'minlaydi.



3.8 a-rasm. Bosimsiz tunnelini qoplamasining hisobiy sxemasi (a).



3.8 b-rasm Bosimsiz tunnel qoplamasini hisobiy sxemasi va hisoblash natijalari
(b) – operatsion holat.

Ikkinchi bosqichda arkani hisoblash amalga oshiriladi. Hisobiy sxema 3.8, *a* rasmda ko'rsatilgan. Hisobiy yuklari astarning o'z og'irligi ta'siridan iborat bo'lib, dastur tomonidan berilgan $h_{06} = 0,4 \text{ m}$, $\rho_{06} = 0,0025 \text{ kg/sm}^3$, yuk uchun xavfsizlik koeffitsienti $\gamma_f = 1,2$ va vertikal jins bosimiga binoan hisobga olinadi.

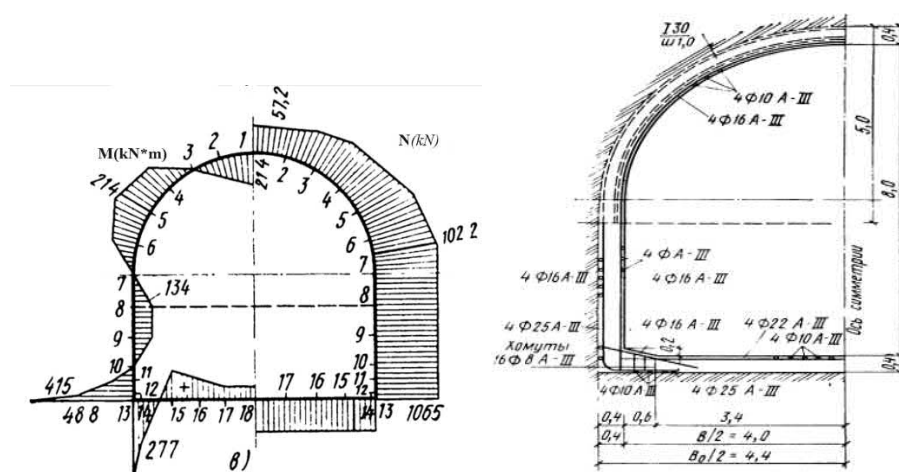
Vertikal tog 'bosimining qiymati vaqtinchalik tayanchni hisoblashda bir xil, ya'ni $g_{qzn} - 0,0775 \text{ MN/m}^2$, $\gamma_f = 1,5$ ga teng. Arkaning yuzasi bo'ylab toshga qarshilik koeffitsienti $K = K_0 \cdot 100 \cdot 1000 / r_H = 75 \cdot 100 \cdot 1000 / 446 = 171,0 \text{ N/sm}^3$, tovonda $K_{\Pi} = 2330 \text{ N/sm}^3$. Hisoblash natijalari XIII.8, *b* rasmda ko'rsatilgan. Ushbu bosqichda biz bo'limlarni hisoblamaymiz, chunki uchinchi bosqichda yopiq qoplamada kuchlar ko'proq bo'ladi.

$$L = B_0 + 2H_0 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi^k}{2} \right) = 16,05 \text{ m};$$

$$h = \frac{L}{2 \cdot f_{kr}} = 8,03 \text{ m}; \quad g_{qzn} = \beta \cdot \rho \cdot g \cdot h = 0,145 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}; \quad \gamma_f = 1,5$$

Uchinchi bosqichda yopiq qoplamani hisoblash amalga oshiriladi.

Astarning o'z og'irligi dasturiy jihatdan hisobga olinadi. Vertikal tosh bosimi taniqli formulalar yordamida hisoblanadi



3.9 - rasm Bosimsiz tunnel qoplamasini hisobiy sxemasi va hisoblash natijalari
(b) – qurilish holat va qoplamani armaturalash sxemasi.

Tunnel qoplamasini hisoblash vaqtincha qoplamaning yuk ko'tarish qobiliyatini hisobga olgan holda uchastkani ochish, vaqtincha astar o'rnatish va asosiy konstruktsiyani o'rnatish ketma-ketligini hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerak.

1. Dastlabki ma'lumotlar

Tunnel diametri, 6500 mm

Konstriksiya diametri, 5080 mm

Metall qalinligi, 30 mm

Qurilish kapitali I sinf

Diafragmalar soni 5

Hududning seysmikligi, 9 ball Loyihaviy yuklar:

P1 - Qobiqdagi yuk 30 mm bosim tomonida, 1,86 MPa

P2 - bosim tomonidagi diafragmadagi yuk, 2,65 MPa

P3 - Diafragmaga bosim bo'lmagan tomondan yuk, 1,3 MPa

P4 - Qobiqdagi yuk bosimsiz tomondan 30 mm, 1,58 MPa

2. Inshootning dizayn tavsifi

Diafragma pskom GESini yer osti gidrotaxnika inshootining oxirgi qismida oqim energiyasini susaytirish, shuningdek, uning o'tkazuvchanligini kamaytirish uchun mo'ljallangan. VNIIG nomidagi Texnik hisobotining tavsiyalariga muvofiq tunnel uzunligi bo'ylab 5 dona miqdoridagi diafragmalar o'rnatiladi. B.E.Vedeneeva "Pskem gidroelektrostantsiyasini qurish va ekspluatatsiya qilish uchun tunnelning oxirgi qismini qo'shimcha gidravlik tadqiqotlar."

$R = R_u$ - qabul qilingan materialning dizayn qarshiligi [L.3] tosh qarshiligini hisobga olmasdan ichki bosimni hisoblashda

γ_n - strukturaning javobgarligi uchun ishonchlilik koeffitsienti [L.4] (I sinf)

Statik quvvatni hisoblashda metall qoplama elementlari materialining ruxsat etilgan kuchlanish qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

Jadval 1. Ruxsat etilgan kuchlanishlar

Вид напряжения	Сочетание нагрузок	Марка стали	Толщина листа, мм	R_y , МПа	Коэффициенты		Допускаемые напряжения $[\sigma]_{\text{доп.}}$ МПа
					γ_c	γ_n	
Приведенные напряжения в оболочке	Основное	265- 09Г2С	30	265	0,75	1,25	159
	Особое				0,9		190,8

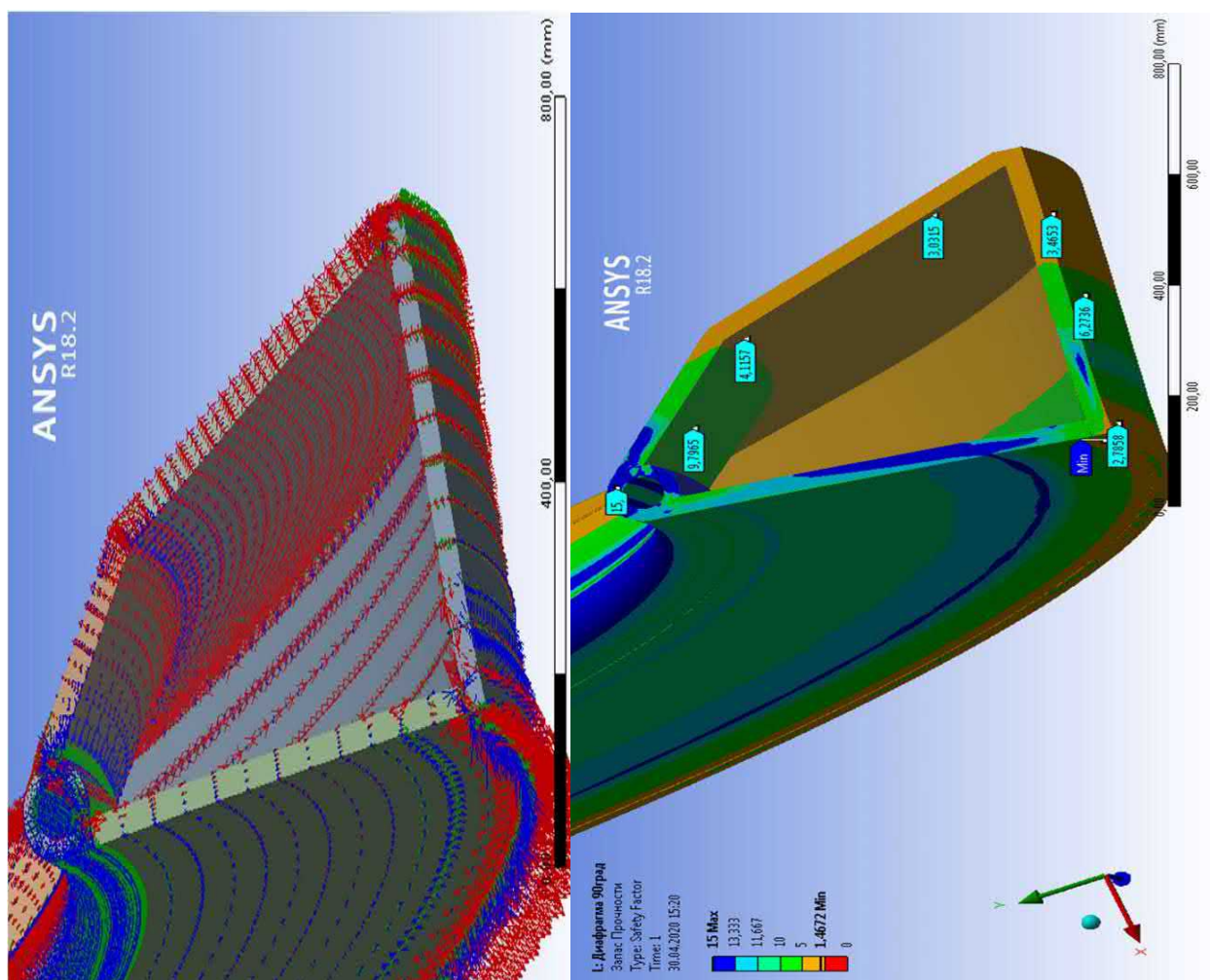
4. Hisoblash usuli

Hisoblash ANSYS dasturiy ta'minot to'plami yordamida amalga oshirildi, u "cheklangan elementlar usuli", ommaviy mexanik formulalar va ANSYSda ishlab chiqilgan maxsus formulalar asosida qattiq yoki yupqa devorli modellarni hisoblaydi.

Hisoblashning maqsadi metall konstruktsiyaning eng yuqori yuklangan joylarini aniqlashdir[38,39,41,42,43,44,45,46].

Cheklangan elementlar usuli ob'ektni chekli elementlarga bo'lish, keyin ularning har biriga kuch qo'llash va o'zgartirilgan xususiyatlarni ularga qo'shni elementlarga o'tkazishga asoslangan. Hisoblash differentsial va integral tenglamalar yordamida amalga oshiriladi.

Dastur kuchlanishlarni kuch qo'llash joyidan mahkamlash elementlariga o'tkazadi. Natijada, har bir chekli elementning kuchlanish holati tasviri paydo bo'ladi, u berilgan kuchlanish oralig'ida ranglar palitrasiga muvofiq mos rangga bo'yalgan - modelning eng past yuklangan qismida ko'kdan yuqori yuklangan qismida qizil ranggacha. Hisoblash natijalaridan olingan taqsimot modeli uning istalgan bo'limida model elementlarining kuchlanish-deformatsiya holatining to'liq tasavvurini beradi.



3.11-rasm. Diafragma Ansys programmasidan olingan foto

Ansys geometrik shaklni, strukturaning haqiqiy ish sharoitlarini, tashqi yuklarning fazoviy joylashishini, chegara sharoitlarini, shuningdek ishlatiladigan materialning fizik xususiyatlarini to'liq hisobga oladi[38,39,41,42,43,44,45,46].

Olingan rasmning aniqligi uchun Ansys sozlamalari plastik deformatsiyani hisobga olish qobiliyatini o'z ichiga oladi. Ushbu parametr tanlanganda, Ansys hal qiluvchi har bir bosqichda qisman yukni qo'llagan holda egri chiziqni bo'lish orqali hosil qilingan har bir bo'lim (3.11-rasm) uchun Hooke qonuni hisob-kitoblarini amalga oshiradi.

2-KO'CHMA MASHG'ULOT. YER OSTI INSHOOTLARI QURILISHINI ZAMONAVIY USULLARI VA TEXNOLOGIYALARI BILAN TANISHISH VA GRUNTLARNING REOLOGIK DEFORMATIYASIYALANISHINI EKSPREMENTAL JARAYONLARI BILAN TANISHISH.

Namlangan lyosslarda barpo etiluvchi xarqanday inshootning zilzila ta'sirida turg'unligini ta'minlash uchun uning zaminida konstruktiv yoki himoya choralarini qo'llash talab etiladi. Bunday hollarda inshoot zamini bo'ylab mazkur sharoitda yuzaga keluvchi faol qatlamning dastlabki va zilzila davomiyligiga mos keluvchi chuqurligini aniqlash masalasi muhim o'rin tutadi.

Ushbu masalani tadqiqotlash maqsadida namlangan turli lyosslar ustida olib boriladigan tajriba izlanishlarimizda quyidagi masalalarni tadqiqotlashni vazifa qilib qo'ydik:

- dastlabki faol qatlam yuzaga kelish sharoiti va unga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash;

- dastlabki faol qatlam chegarasini chuqurlashuv jarayoniga ta'sir ko'rsatuvchi omillarni tadqiqotlash;

Quyida tadqiqotlash uchun tanlangan gruntlar, tajriba uskunasi, o'lchov asboblari, tajriba uslublari va tajribalar natijasini tahlillashga oid statik haqida so'z yuritiladi.

Gruntlar tasnifi, tajriba uskunasi, tadqiqot uslubi va natijalarni statik tahlillash

Izlanishlarimiz maqsadiga muvofiq faol qatlam qalinligi va uning vaqt davomida o'zgarishini aniqlashga oid tajribalarni taklif etilgan gipoteza asosida rejalashtirish jarayonida turli tarkibli va tuzilmali lyosslardan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi. Undan tashqari tajriba ishlarini olib borish uchun seysmik tebranishni yuzaga keltiruvchi maxsus uskuna qo'llash izlanuvlarimiz asosini tashkil etdi.

Mazkur sharoitni amalga oshirish uchun avvalo turli zilzilalarning amplituda, chastota va davomiyligi haqidagi ma'lumotlar bilan tanishish maqsadida ilmiy adabiyotlarga murojaat qildik.

Ma'lumki, yer yuzida sodir bo'lgan zilzilalarning birontasi na kuch, va na ko'rsatkichlari (amplituda, chastota, davr, davomiylik) bo'yicha bir - birini takrorlagan emas. Buning boisi har bir zilzilaning yuzaga kelishida behisob omillarning ta'siri bilan bir qatorda tebranuvchi grunt qatlamining ham turli - tumanligidir. Shuning uchun biron zilzila haqida so'z yuritilganda uning oqibati nazarda tutiladi. Ammo bu ham taqribiy va nisbiy mulohazalardan iborat.

O'tgan asrda yuz bergan kuchli zilzilalarning yozuvi (akselerogrammalari) ustida zilzilashunos olimlar tomonidan tahlil ishlari olib borilgan [98, 99]. Masalan, S.V.Medvedev o'ziga xos xususiy shakl va ko'rinishga ega bo'lgan turli zilzilalarda quyidagi umumiy holatlarni aniqlagan:

- zilzilaning tebranish jarayoni o'zgaruvchan amplituda va chastota (davr) ga ega bo'lgan nodavriy xarakatdir.

- zilzila boshlanishida gruntning xarakati asosan bo'ylama seysmik to'lqinlar ta'sirida bo'lganligi bois tebranish amplitudasi va davri nisbatan kichik qiymatga (1-3 s) ega bo'ladi.

- akserogrammaning o'rta qismida zilzilaning ko'ndalang va sirtqi to'lqinlar ta'siri kuchli bo'lganligi sababli amplituda va tezlanishning miqdori eng yuqori qiymatga ega bo'ladi. Bu qismda tebranishning davri boshlang'ich miqdordan bir oz kattaroq bo'ladi. Boshlang'ich qismdan o'rta qismga o'tish jarayonini akserogrammadan ajratish mumkin.

- zilzilaning ohiri yakunlanish qismi tebranish davrining cho'ziqligi bilan ajralib turadi. Bu qismda amplitudaning miqdori asta - sekin pasayib boradi. Shunisi xarakterliki akselogrammaning o'rta va oxirgi qismlarini bir biridan ajratish mushkul.

- tebranish vaqtining davomiyligi zilzila balliga va uning markaziga bog'liq ravishda ortib boradi. Ko'plab akselerogrammalarning tahlili zilzila davomiyligini 10 - 40 s. oralig'ida ekanligini ko'rsatgan.

- zilzila jarayonida amplitudaning chetlashuv darajasi yuqori miqdorni (100 dan ziyod) tashkil etadi.

-zilzila tezlanishining tik yo‘nalgan tashkil etuvchisining amplitudasi gorizontal tashkil etuvchisidan hamma vaqt 60 - 70 % ga kam bo‘ladi.

Yuqorida bayon etilganlardan kelib chiqqan holda alohida zilzila kuchi (ball)ga nisbatan uning tezlanishi va davrini bir miqdor bilan ifodalab bo‘lmasligi bois, ularni ma’lum oraliqda ifodalash qabul qilingan.

2.1 - jadvalda ana shunday oraliqqa jamlangan zilzila ko‘rsatkichlari haqida ma’lumot berilgan. Ushbu ko‘rsatkichlar S.V.Medvedev jadvaliga asosan muallif tomonidan qayta ishlangan.

Bino va inshootlar loyihalash amaliyotida Davlat Standarti tomonidan belgilangan zilzila kuchining miqdoridan foydalanadi. 3.2 jadvalda keltirilgan ushbu miqdor tebranish davrining 0,1 - 0,5 s. qiymatiga mos keladi.

Yuqoridagi zilzilaga oid ma’lumotlardan shu narsa ayon bo‘ladiki, harqanday holatda ham seysmik ta’sirning tabiati o‘ta murakkab bo‘lganligi uchun, ushbu jarayonni modellashtirish texnik imkoniyatdan chetda. Shuning uchun amaliy tajriba ishlarini bajarishda zilzila jarayonini soddalashtirib oddiy sinusoida yoki kosinoida shaklidagi tebranish holatiga keltirish qabul qilingan [43,95,98].

Unda tebranishning ko‘rsatkichlari (amplituda, chastota, davr) zilzila akselerogrammasining yuqori miqdoriga teng etib olinadi. Zilzila ta’sirini bunday soddalashtirish, istalgan vaqtda bir hil sharoitdagi tebranishlar tashkil etib gruntning holatini sifat va miqdor jihatdan xar tomonlama o‘rganishga imkon yaratadi.





2.1 - jadval

8 ballik zilzilalarning ko'rsatkichlari

Epitsentr masofasi,	Amplituda,	Tebranish	Chastota,	Tezlanish
---------------------	------------	-----------	-----------	-----------

km	S	davri,s	Gs	
56	1,37- 22,7	0,25-1,47	0,68-4,3	0,09-0,15
29	1,17-20,0	0,21-1,35	0,74-1,35	0,045-0,130
12	0,585-25,4	0,14-1,07	0,94-7,1	0,08-0,314
16	0,315-4,2	0,13-0,33	3,0-7,7	0,076-0,172
18	0,26-8,9	0,1-0,41	1,0-5,9	0,107-0,321
22	0,91-3,8	0,22-0,32	3,1-4,5	0,075-0,191
18	2,2-18,8	0,24-0,96	1,04-4,2	0,067-0,186
7	0,39-8,8	0,14-0,4	2,5-7,1	0,079-0,225

2.2 - jadval

Zilzila jarayonida gruntning tezlanishi

Ball	Tezlanish (erkin tushish tezlanishi g birligida)
6	$0,025 < a_c \leq 0,05$
7	$0,05 < a_c \leq 0,1$
8	$0,1 < a_c \leq 0,2$
9	$0,2 < a_c \leq 0,4$

Yuqoridagi mulohazalar asosida turli lyosslar qa'rida yuzaga keluvchi dastlabki faol qatlam va uning chuqurligini vaqt davomida o'zgarishiga oid tajriba-tadqiqot izlanishlarini olib borishda H.Z.Rasulov tomonidan barpo etilgan (1982 y.) gorizontal tebranma uskunadan foydalanishni lozim deb topdik. Ushbu uskunaning o'ziga xos tomoni uning yordamida tadqiqotlanayotgan grunt namunasiga keng oraliqda tebranma xarakat ta'sir ettirish mumkin. Shu bilan birga ma'lum tebranishni turli gruntlarda va turli holatlarda o'zgartirmay saqlash, yoki uni uskuna imkonidan kelib chiqqan holda istagancha o'zgartirish mumkin. Ayniqsa, 3.2 jadvaldagi seysmik ta'sir miqdori ushbu uskunada to'liq o'z ifodasini topadi.

Izlanishlarimiz turli lyoss gruntlar (17 hil) namunasi ustida olib borildi.

Gruntlar tasnifi. Asosiy tajribalar tabiiy tuzilmasi buzilgan, ayrimlari esa tabiiy tuzilmasi saqlangan grunt namunalari ustida olib borildi. Genezis jihatdan turli bo'lgan ushbu gruntlarning fizik - mexanik ko'rsatkichlari 3.3 - jadvalda keltirilgan. Tajribada foydalanilgan gruntlar turli tarkibga ega bo'lgan changsimon qumli loylar, loyli qumlar va loylarni tashkil etadi. Tabiiy sharoitda ular yirik g'ovakli, kam zichlangan holatda yirik qatlamlar tashkil etgan. Genetik jihatdan ushbu gruntlar prolyuviiy, delyuviiy va allyuviiy yotqiziqlari sifatida shakllangan.

Ularning mustahkamlik ko'rsatkichlari quyidagi oraliqda: ichki ishqalanish burchagi $23^0 - 30^0$, umumiy bog'lanish kuchi esa 0 dan $0,40 \cdot 10^5$ Pa o'zgaradi.

Tadqiqotga jalb qilingan gruntlar ko'rsatkichlarining sezilarli farqlanishi, ayniqsa, ular zarralarining zichligi, g'ovakligi, ishqalanish va bog'lanish kuchlarining turliligi olingan natijalarni keng ko'lamda tadbiqini ta'minlaydi.

Gorizontal tebranuvchi uskuna va o'lchov asboblari. Turli miqdorli dinamik ta'sir ostida suvga to'yingan lyoss qa'rida faol qatlam yuzaga kelishi va tebranish jarayonida uning chegarasini o'zgarishiga ta'sir ko'rsatuvchi omillarni tajribada tadqiqotlash izlanishlarimizning muhim qismi hisoblanadi. Shuningdek, quyqalanish jarayonining asosiy ko'rsatkichi bo'lmish dinamik zichlanish koeffitsienti ν_n ni va yning miqdoriga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish masalasiga ham ushbu izlanishlarda e'tibor qaratildi.

Tajriba izlanishlarimizda foydalanilgan tebranma uskunaning o'ziga xos xususiyatlaridan biri tebranish xarakterini ko'rsatkichlari (chastota, amplituda) dan birini doimiy saqlab ikkinchisini o'zgarishi oqibatida kerakli tezlanishga erishishni ta'minlashdir. Uskuna yordamida chastotani 1-10 Gs va amplitudani esa 0,1 -12 mm oraliqdagi keng diapazonda o'zgartirish mumkin.

Izlanuvlarimiz maqsadidan kelib chiqqan holda tajriba ishlarini 2 - 8 Gs chastota va 0,1 - 6 mm oraliqda o'zgaruvchi amplitudalar yordamida 0,005 g dan 0,8g (6 - 9 ball) gacha kuch bilan ta'sir etuvchi tezlanishlar yuzaga keltirildi. Gorizontal tebranuvchi uskunaning umumiy ko'rinishi 2.1 - rasmda tasvirlangan.

Ushbu uskuna quyidagi qismlardan tashkil topgan: tebranuvchi plita,

ekssentrik o'qli krivoship - shatun qurilma, o'zgarmas tokli elektrdvigatel, gruntlarni yonga kengayishi cheklangan (kompressiya) sharoitida tadqiqotlashga mo'ljallangan turli o'lcham va shakldagi maxsus idishlar va grunt namunasini tashqi yuk bilan ta'minlovchi maxsus qurilma va b.

Turli o'lcham va shaklga ega bo'lgan tadqiqot idishlarini o'rnatish uchun tebranuvchi plitaning yuqori qismiga maxsus teshiklar nazarda tutilgan. Tebranuvchi plita uskunaning romiga sharnirli boltlar yordamida o'rnatilib, elektr dvigatel bilan krivoship - shatun mexanizmi orqali ulangan. Bunday holat tebranuvchi plitani gorizontal yo'nalishda garmonik xarakatlanishiga imkon yaratadi.

O'zgarmas tokli elektr dvigateli 220 volt kuchlanishli tarmoqqa ulanish bilan ishlay boshlaydi. Uning ishlash holati quyidagi qismlar ketma - ketligi orqali yuzaga keladi: elektr ta'minoti- to'g'rilagich- laboratoriya avtotransformatori - elektr dvigateli. Dvigatelning quvvati 1 kv. Elektr dvigatelning tekis aylanishi uning zanjiridagi kuchlanishni o'zgartirish orqali yuzaga keladi. Mazkur ishni laboratoriya avtotransformatori bajaradi.

Tajriba o'tkazish uchun mo'ljallangan rezervuarning yuqori qismida maxsus teshik bo'lib, u ortiqcha suvni chiqarib yuborishga mo'ljallangan. Shuningdek, uning ostida ham diametri 16 sm teshik mavjud bo'lib, u orqali tajriba oxirida suvga aralashgan grunt chiqarib olinadi (2.2 rasm).

2.3 jadval

Tajriba o'tkazilgan gruntlarning fizikoviy-mexanik ko'rsatkichlari

Grunt raqami	Grunt zarralari zichligi, 10^4 kN/m ³	Grunt zichligi, 10^4 kN/m ³	G'ovaklik, %	G'ovaklik koef. ε	Tabiiy namlik, %	Namlik holatlari. %		Ichki ishqalanish burchagi, φ grad	Umumiy bog'lanish kuchi, s_v 10^5	Gruntning donadorlik tarkibi		
						w_o	w_q			>0,05	0,05- 0,005	<0,005
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
1	2,65	1,68	46,4	0,866	18	33,2	22,5	28	0,762	8,15	69,0	22,85
2	2,68	1,46	51,9	1,078	16,2	26,9	19,0	25	0,102	10,2	88,0	9,8
3	2,70	1,64	34,4	0,821	16,5	25,6	14,7	26	0,042	16,0	71,9	12,1
4	2,70	1,58	53,7	0,864	12,7	27,6	19,0	23	0,179	12,18	56,7	31,12
5	2,69	1,61	49,8	0,963	14,0	27,2	19,9	19	0,67	29,25	67,7	3,05
6	2,70	1,57	55,6	1,232	26,5	27,8	18,2	20	0,10	15,35	70,65	14,0

7	2,68	1,74	44,4	0,799	8,0	26,2	18,4	18	1,04	8,56	76,36	15,08
8	2,66	1,84	47,5	0,810	29,2	26,9	19,2	26	0,075	14,1	82,7	3,2
9	2,70	1,21	55,2	0,98	15,4	28,6	14,0	23	0,224	1,1	80,9	10,0
10	2,69	1,73	46,5	0,868	24,0	49,8	28,4	18	0,987	8,5	59,8	31,7

Grunt namunasini tashqi yuk ostida sinash uchun rezervuar o‘rniga kichik idishdan foydalanildi (2.3 rasm). Unda namunani yuklash maqsadida maxsus tuzilmadan foydalanildi. U yo‘g‘on sim (1), ulagich (2), gorizontal tutqich (3), ikki tomonlama tik mahkamlagichlar (4), serteshik shtamp (5) lardan tashkil topgan. Grunt sirtiga qo‘yiladigan yuk maxsus yuklagich (6) orqali amalga oshiriladi. Gruntning deformatsiyasi indikatorlar yordamida o‘lchanadi. Uskuna tebranishi jarayonida yuzaga keluvchi inersiya ta‘sirini so‘ndirish maqsadida yuklagich tuzilmasi yo‘g‘on prujina (7) yordamida maxsus trossga (8) ilingan. Tashqi yukning miqdori dinamometr (9) yordamida o‘lchandi.

Tajriba jarayonida quyidagi ko‘rsatkichlar o‘lchab borildi:

- a) dinamik ta‘sirning kuchi;
- b) grunt namunasining boshlang‘ich, tajriba jarayonidagi va tajriba so‘nggidagi balandligi;
- v) turli chuqurliklarga o‘rnatilgan reperlarning xarakat tezligi;
- g) grunt g‘ovakligining chuqurlik va vaqt bo‘ylab o‘zgarishi;



2.3- rasm. Gorizontal xarakatlanuvchi tebranma uskunaning umumiy ko‘rinishi



2.4- rasm. Rezervuar va pezometrlar

Tadqiqot uslubi. *Dinamik ta'sir miqdorini o'lchash.* Tajribalarda dinamik ta'sir (tebranish) ning miqdori sifatida QMQ 2.01.03-96 [95] ko'rsatmasiga muvofiq zilzilalarning eng yuqori qiymatli tezlanishdan foydalandik.

Yuqorida aytib o'tganimizdek tebranma uskunani elektrdivigatel yordamida gorizonta tebranishi chastota yoki amplitudaning o'zgarishi hisobiga amalga oshirildi.

Tebranma xarakatni o'lchagich asboblarini tanlashda uning tashkil etuvchilarini (chastota, amplituda, tebranish davri va h.) yetarlicha aniq va bexato hisoblashga alohida e'tibor berish talab etiladi. Bunda grunt siljishini o'lchashga oid S.V.Medvedev [98] taklif etgan quyidagi ko'rsatmadan foydalandik:

$$T_1 > T; T_1 > T_2; D_2 > D_1; D_1 < 1, (3.1)$$

bunda T – o'lchanayotgan tebranma xarakatning davri;

T_1 - datchik mayatnigining xususiy tebranish davri;

T_2 - galvanometr romining xususiy tebranish davri;

D_1 - datchik so'nishining doimiyliigi;

D_2 - galvanometr so'nishining doimiyliigi.

Shu maqsadni ko'zlab tajribalarimizda tebranma haraktni o'lchagich K-001 to'plami va ossillograf N – 700 dan foydalanildi.

Ushbu asbob tebranma xarakatni quyidagi oraliqda o'lchashga imkon yaratadi: tebranish davri 0,005-0,5s., chastota 2 - 200 Gs, amplitudasi esa -1,0 dan +1,0 gacha oraliqda. Ular yordamida tebranishlar tezlanishini 0,8 g miqdorgacha o'zgartirish mumkin bo'ldi. Tebranish amplitudasi esa -1,0 dan +1,0 gacha oraliqda, tebranishlar tezlanishini esa 0,8 g miqdorgacha o'zgartirish imkoniyati yaratildi. Boshqaruvchi ko'paytirgich tebranma xarakat yozuvini 30; 80; 200 va 500 marta orttirib ossillografda qayd etish imkonini berdi (3.5- rasm).

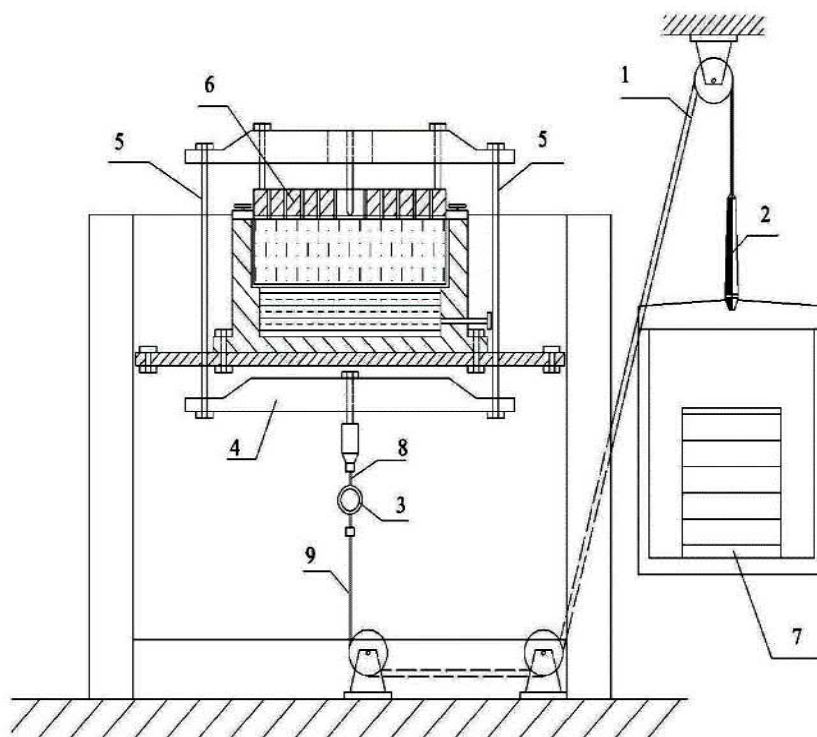
Tadqiqot o'tkazishga oid barcha asbob va uskunalar tajribalardan oldin maxsus tekshiruvdan o'tkazildi. Natijada tebranma datchik K - 001 quyidagi oraliqda ishonchli yozuvni amalga oshirishi mumkinligi aniqlandi: amplituda bo'yicha 0,002 - 0,1 mm, tebranish davri bo'yicha esa 0,005 - 0,5 s.

Ushbu datchik tebranuvchan maydonning oldi tomonida rezervuar (idish)ning o'qiga mos ravishda o'rnatilgan.

Tebranishni qayd qilish tajriba boshlanishidan 2 min oraliqda uzluksiz, so'ng esa xar minutda 10-15 s. davomida olib borildi. Deyarli barcha tajribalarimiz uskunaning garmonik tebranishi sharoitida o'tkazildi.

Grunt balandligini o'lchash. Tajriba jarayonida grunt namunasi balandligining o'zgarishi rezervuar sirtiga yopishtirilgan millimetr o'lchovli shkala orqali kuzatildi.

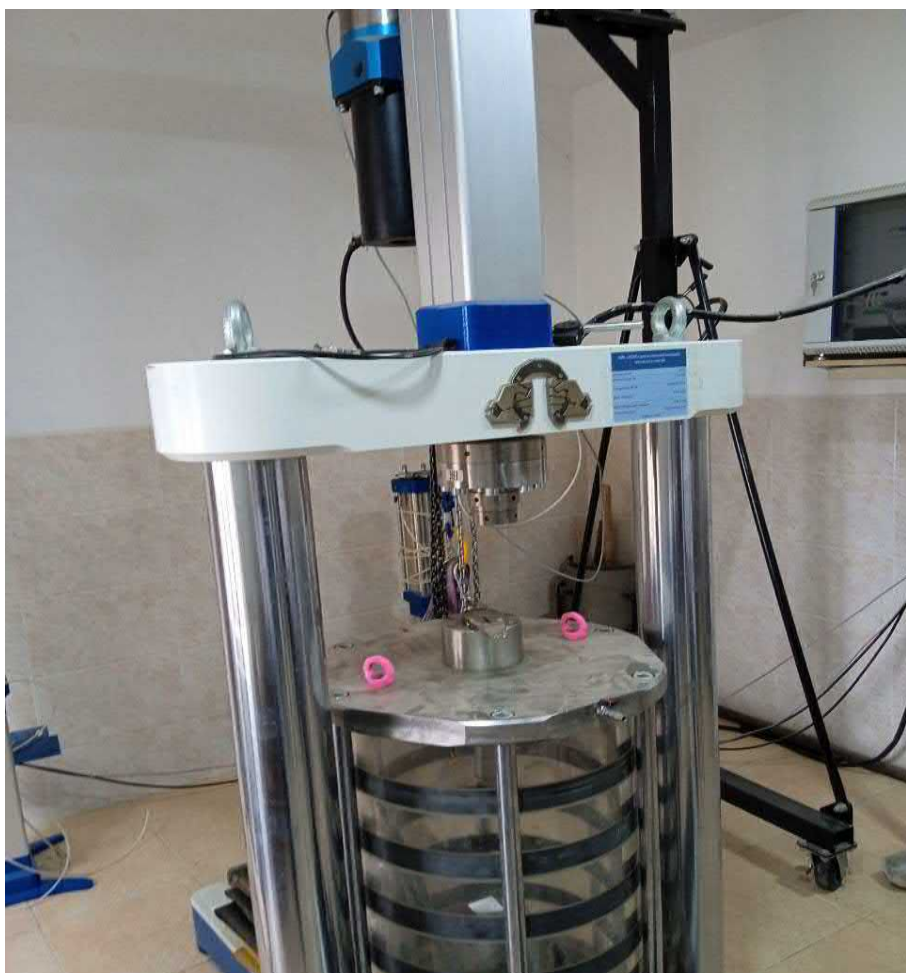
Tebranish jarayonida grunt zichligi o'zgarishini o'lchash. Ma'lum dinamik ta'sirdagi tebranish jarayonida gruntning deformatsiyasi turli chuqurliklarga o'rnatilgan maxsus reperlar yordamida o'lchab borildi. Rezervuarga grunt joylashtirish jarayonida uning balandligi bo'ylab 3-4 sathda reperlar joylashtirildi. Reper yumaloq shakldagi yupqa serteshik plastinkadan tashkil topib, uning markaziga turli uzunlikdagi alyumin sterjen (o'zak) o'rnatilgan (3.4-rasm). Sterjen uchining o'rtasida chuqurcha bo'lib unga indikatorni oyoqchasi o'rnatiladi.



2.5-rasm. Grunt namunasini yuklash chizmasi.

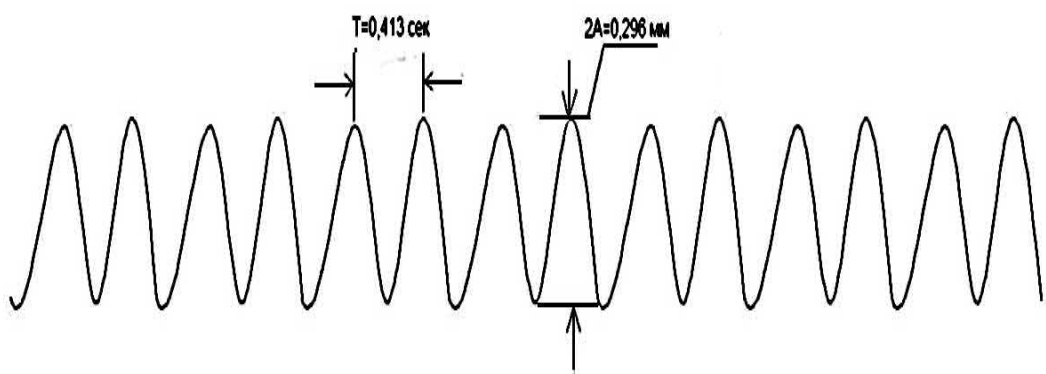


2.6 - rasm. Reperlar



Tebranish jarayonida reperning tik holatini saqlash maqsadida ular rezervuarning ustki qismiga oʻrnatilgan romning teshiklari orqali oʻtkazildi.

Dinamik zichlashuv koeffitsientini v_n aniqlash. Izlanishlarimiz negzini tashkil etuvchi ushbu koeffitsient namlangan lyossning xar bir alohida holati uchun maʼlum tebranma xarakat (tezlanish a_s , amplituda A , chastota f) taʼsirida gruntning zichlanish tezligini ifodalaydi.



2.7 rasm. Uskunaning tebranish harakati yozuvi

Ushbu koeffitsient gruntning dinamik xususiyati bilan bogʻliqligi bois, uni xar bir alohida holat uchun oldindan belgilangan taʼsir (a_s , A , f) ostida aniqlash talab

etiladi. v_n ning miqdorini aniqlash uchun tajribalarimizda prof. N.N.Maslov taklif etgan quyidagi uslubdan foydalandik.

Tajriba o'tkazishga tanlangan lyoss namunasi tuzilmasi buzilgan holda rezervuarga to'ldiriladi. Bunda gruntning imkon boricha g'ovak holatda bo'lishiga ahamiyat berish zarur. Grunt to'ldirish jarayonida rezervuar balandligi bo'ylab ma'lum sathlarda reper o'rnatib boriladi. Rezervuar grunt bilan to'ldirib bo'lingach, unga ost tomonidan (yoki ustidan) asta - sekinlik bilan suv yuboriladi. Gruntning to'la namlanganligiga ishonch hosil qilingach, uning dastlabki g'ovakligi (n_0) aniqlanadi.

So'ng uskuna oldindan belgilangan tezlanish ostida tebratiladi. Mazkur jarayon reperlar ustiga o'rnatilgan indikatorlar orqali uzluksiz kuzatib boriladi. Indikatorlar strelkasining ko'rsatishi bo'yicha vaqt davomida grunt g'ovakligining o'zgarishi (n_t) aniqlab boriladi.

Berilgan dinamik ta'sir ostida gruntning zichlashuvi yakunlangach, unga, yangi, avvalgidan kuchliroq tebranish ta'sir ettiriladi. Bunda gruntning dastlabki (n_0) g'ovakligi sifatida uning avvalgi tebranish jarayonida erishgan zichligi qabul qilinadi. Tajriba shu yo'sinda birnecha marta qaytariladi. Tabiiyki, xar safargi tajribadagi gruntning dastlabki g'ovakligi oldingiga nisbatan kam bo'lib uning yangi ta'sir ostida zichlashuvi birmuncha kam miqdorni tashkil etadi, chunki xar safargi tebranish jarayonida gruntning zichlik darajasi ortib borgan bo'ladi.

Indikatorning ko'rsatishi bo'yicha istagan vaqt orasida tebranayotgan gruntning zichlashuv tezligi, ya'ni dinamik zichlashuv koeffitsientini oddiy yo'l bilan hisoblash mumkin:

$$v_n = \frac{\Delta n}{\Delta t}, \quad (3.2)$$

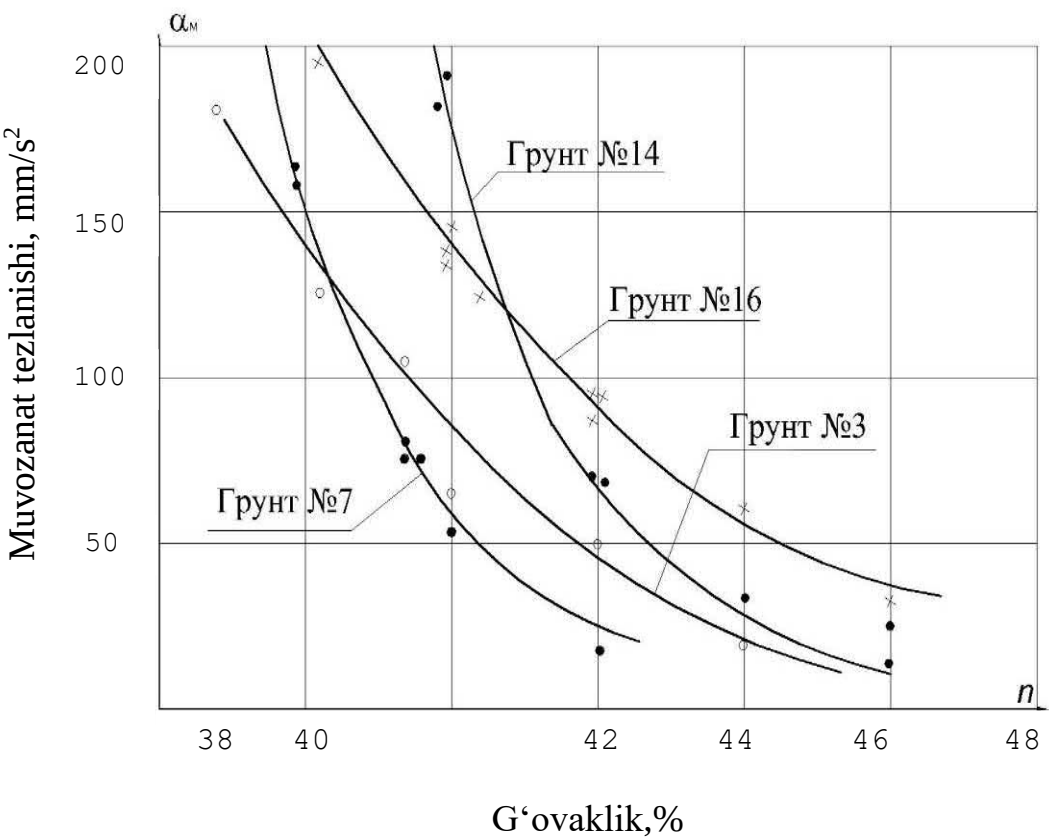
bunda Δn – grunt namunasining kichik vaqt Δt oralig'ida zichlashuvi.

Tadqiqot natijalarini statik usul yordamida tahlillash uchun tajribalarda qatnashuvchi qo'plab funtsional bog'lanishlarni statik nuqtai nazardan tahlillash maqsadida korrelyatsion usulidan foydalanildi⁴. Ushbu usul o'zining qulayligi va aniqligi bois maqsadimizni yoritishda qo'l keldi.

Grunt zichligini kamayishi, ya'ni uning g'ovakligini ortishi bilan muvozanat tezlanishi (a_m) kamayadi. Grunt g'ovakligi 48 - 50% miqdorga yetganda muvozanat tezlanishi juda kichik qiymatni tashkil etganligi bois o'ta kuchsiz zilzila ($a_s = 200 - 300 \text{ mm/s}^2$) ta'siri ham gruntning quyqalanish holatiga olib kelishi mumkin. Bundan

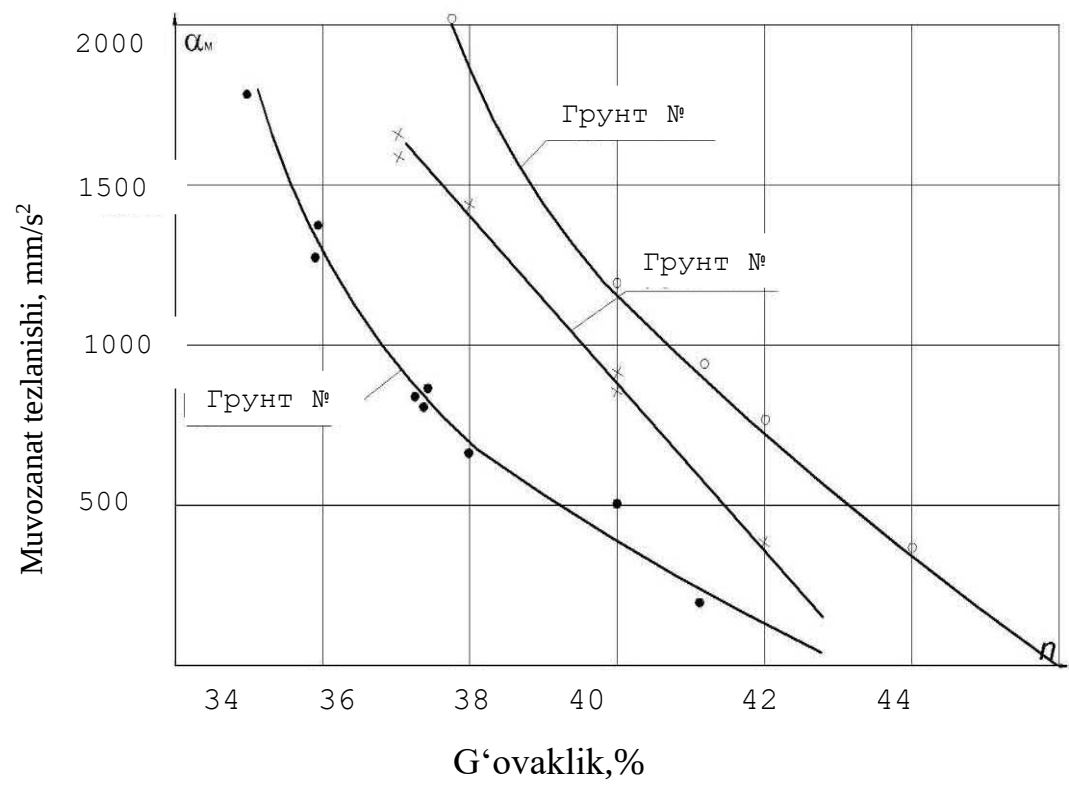
kelib chiqib suvga to‘yingan lyosslarning eng g‘ovak holatiga yaqin barcha holatlarida ular dinamik nuqtai nazardan noturg‘un hisoblanadilar.

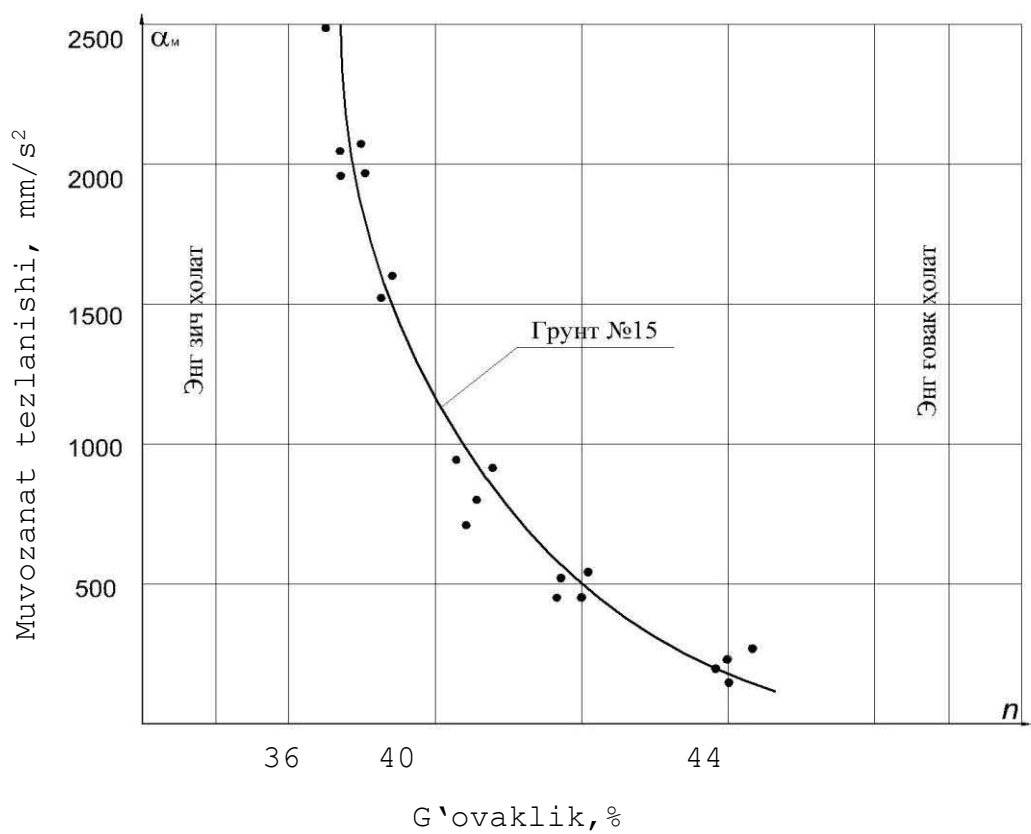
Turli lyosslarga har hil dinamik ta’sir ettirib o‘tkazgan tajribalarimiz muvozanat tezlanishini a_m gruntning zichligi bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘lanishda ekanligini ko‘rsatdi. Ushbu holat 2.7 - 2.9 rasmlarda tasvirlangan $a_m = f(n)$ chizmalarda o‘z aksini topgan.



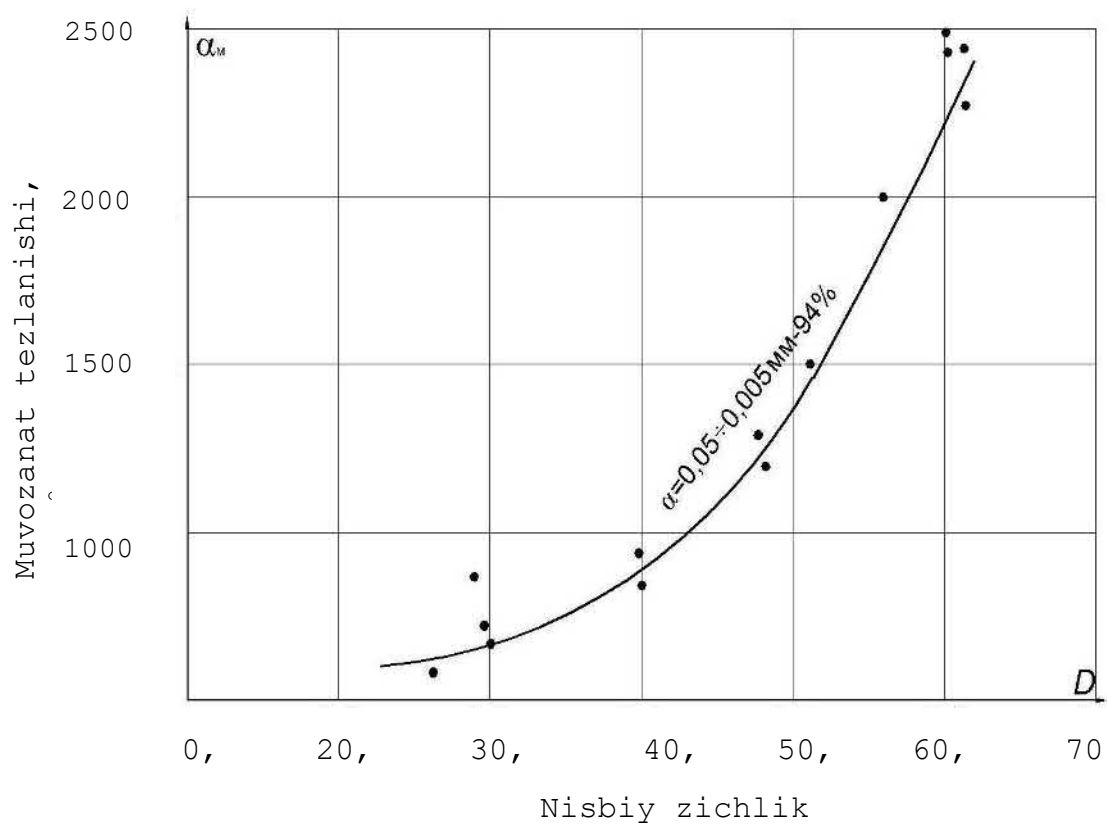
2.8 - rasm. Muvozanat tezlanishi bilan grunt g‘ovakligi o‘rtasidagi bog‘liqlik.







2.9- rasm. Muvozanat tezlanishi bilan grunt



2.10 - rasm. Sof lyosslarga xos muvozanat tezlanishini gruntning nisbiy zichligiga bog'liqligi.

2.7 rasmdagi chizmada tadqiqot o'tkazilgan № 3,7,14 va 16 raqamli gruntlarga oid $a_m = f(n)$ bog'lanish o'z aksini topgan. Unda gruntlarning g'ovakligi ularning o'rtacha zichlik miqdorni ifodalaydi. Bu jihatdan 2.8 va 2.9 rasmlarda keltirigan chizmalar e'tiborni tortadi. Tabiiy (№15) va suniy (№ 2,10,12) tuzilmali lyosslarga xos $a_m = f(n)$ bog'liqlikni bu jabhada umumiy deb hisoblash mumkin.

Turli lyosslarning bir hil miqdordagi zichlik holatini ifodalovchi 2.8 chizma ushbu bog'lanishni yanada yorqin namoyon etadi. Ushbu chizmalardan muvozanat tezlanishi nafaqat gruntning zichlik holati, balki uning dinamik ta'sir ostida zichlanish qobiliyatiga ham bog'liq ekanligini kuzatishimiz mumkin.

Gruntning mustahkamlik ko'rsatkichlari (φ , s). Gruntning zichlik holati ma'lum darajada uning mustahkamligini ham ifodalaydi.

Shu bilan birga grunt mustahkamligini belgilovchi ko'rsatkichlar (ichki ishqalanish burchagi φ va bog'lanish kuchi s) ning muvozanat tezlanishiga ta'siri o'ta muhim ekanligi maxsus o'tkazgan tajribalarimizda namoyon bo'ldi. Masalan, 2.10 rasmdagi chizmada turli zichlikda suniy tayyorlangan sof lyosslarga ($d = 0,05-0,005\text{mm} - 94\%$) oid muvozanat tezlanishini gruntning nisbiy zichligiga bog'liqlik chizmasi tasvirlangan. Mazkur tajribalar kichik tajriba idishga joylangan turli zichlikdagi gruntни tebratish yordamida olib borildi. Ma'lum tezlanishda erishilgan zichlik ko'rsatkichi keyingi tajriba uchun boshlang'ich miqdor bo'lib hizmat qildi. O'z - o'zidan ma'lumki ushbu zichlikdagi gruntни quyqalanish holatiga keltirish uchun oldingiga nisbatan kuchliroq dinamik ta'sir lozim bo'ladi. Ushbu turdagi tajribalar 4000 - 4500 mm/c² (10 ballik zilzila kuchi) miqdordagi tezlanish ta'sirigacha davom ettirildi. Xar safar yangi tajriba boshlanishidan oldin idishdagi gruntdan maxsus xalqa yordamida namuna olinib siljishga qarshi sinov o'tkazildi va mustahkamlik ko'rsatkichlari aniqlandi.

Ushbu tadqiqotlarimizning natijalari 2.11-2.13 rasmlardagi chizmalarda tasvirlangan.

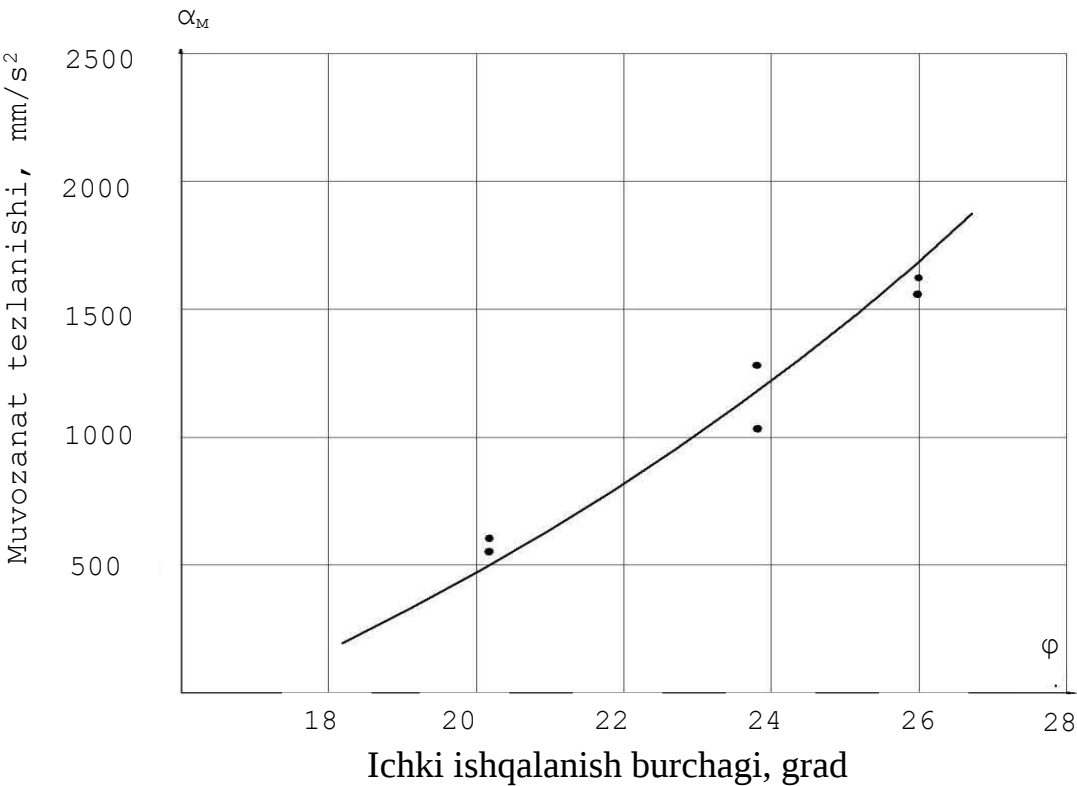
2.11 rasmga murojaat qilamiz. Undan kuzatilishicha gruntning ichki ishqalanish burchagi miqdorini xarqanday ortishi muvozanat tezlanishini jadallik bilan yuqori qiymatga ko'taradi. Masalan, tajriba o'tkazilgan gruntga oid a_m ning jadallik bilan o'sishi ichki ishqalanish burchagining 24⁰ qiymatidan boshlab kuzatiladi.

Grunt tarkibidagi loysimon zarralarning miqdori ortishi bilan a_m ning qiymati

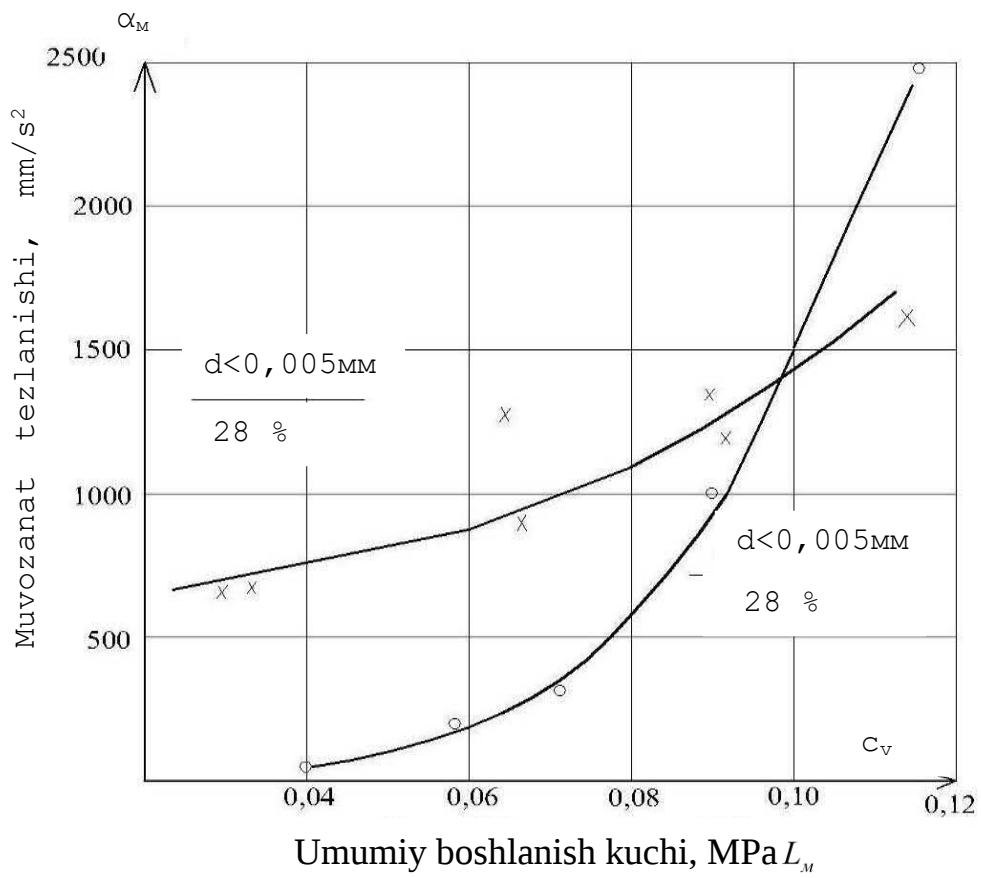
ham ko‘payishini 2.12 rasmdagi chizmadan kuzatish mumkin. Ma’lumki, grunt zarralari aro bog‘lanish kuchlarini uning mustahkamligiga ta’siri N.N.Maslov va H.Z.Rasulovlar tomonidan taklif etilgan ifodalarda o‘z aksini topgan. Yuqorida izohlangan tajribalarimizda ichki ishqalanish burchagi bilan birga bog‘lanish kuchining miqdori ham aniqlab borildi.

Shuni aytish lozimki tajriba o‘tkazilgan lyosslar to‘la namlanganligi va tabiiy tuzilmasi buzilganligi bois, zarralar aro bog‘lanish yumshoq holatda deb qaraldi. Buni s_w ning miqdori nisbatan kichikligidan ham kuzatish mumkin.

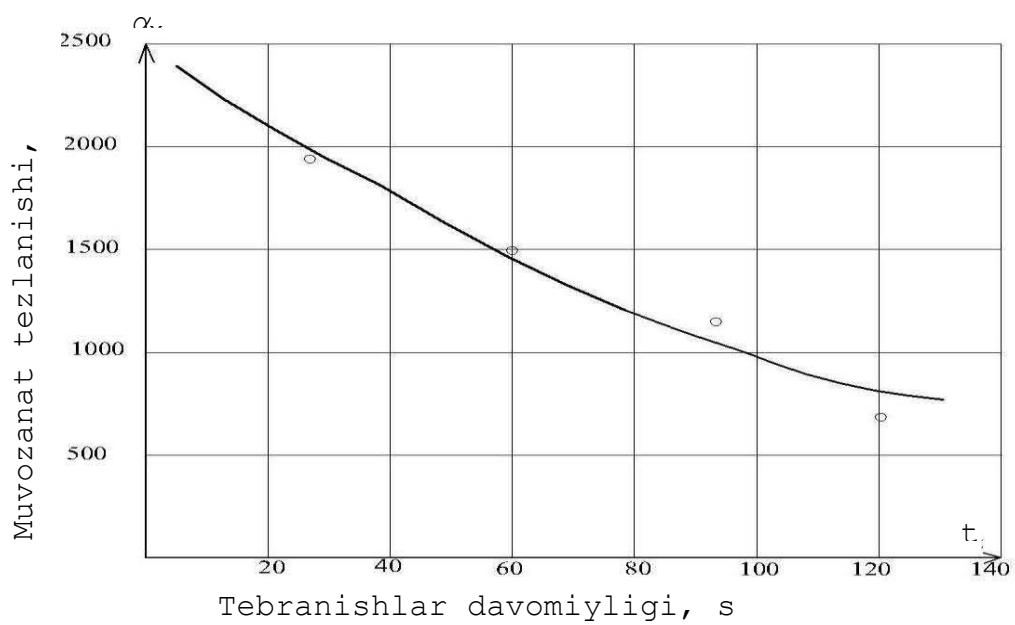
2.12 va 2.13 rasmlarda tasvirlangan chizmalarga nazar tashlash bilanoq $a_m = f(c_w)$ bog‘liqlikni o‘ta muhim ahamiyatini sezish mumkin. Taklif etilgan gipotezaning mohiyatidan kelib chiqqan holda grunt tarkibidagi bog‘lanish kuchi tebranish jarayonida uning turg‘unligini belgilovchi asosiy ko‘rsatkich hisoblanadi. Zarralar turg‘unligini buzilishi avvalo bog‘lanish kuchi miqdorining kamayishi bilan bog‘liqligi va bu o‘rinda s_w ning buzilishi to‘satdan yuz bermay, balki vaqt davomida yuzaga kelishini ham kuzatish mumkin. Bunday holatda, agar zilzila ta’siri uzoq davom etmagan hollatlardagi (2-3 s) silkinish bog‘lanish kuchini buzilishga olib kelmasligi va grunt o‘z turg‘unligini saqlashi mumkin.

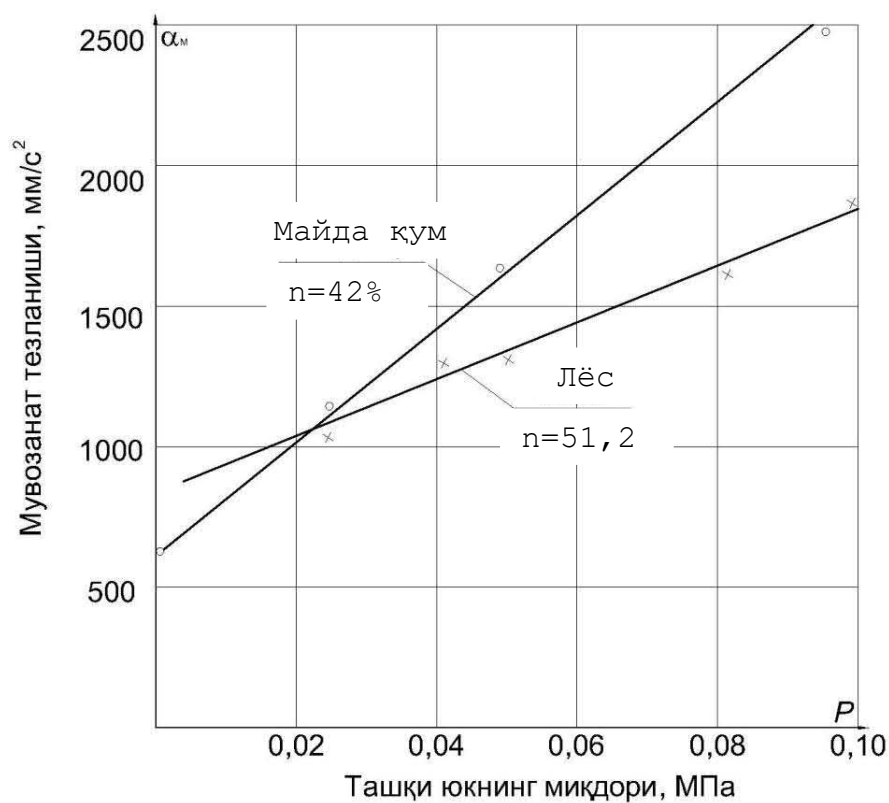


2.11- rasm. Muvozanat tezlanishini ichki ishqalanish burchagiga bog‘liqlik chizmasi.



2.12- rasm. Muvozanat tezlanishi bilan bog‘lanish kuchi orasidagi bog‘liklik chizmasi.





2.14- rasm. Muvozanat tezlanishining tashqi yuk miqdoriga bogʻliqlik chizmasi (X.Rasulovdan olindi)



Tashqi yukning miqdori. Muvozanat tezlanishi bilan tashqi yukning miqdori orasidagi bogʻliqlikni tadqiqotlash koʻplab mutaxassislarning eʼtiborida boʻlib kelgan P.L.Ivanov, N.N.Maslov, H.Z.Rasulov L.A.Eysler, H.B.Sid, Yu.P.Shkiskiy va boshqalar.

Mazkur chiziqli bog‘liqlik haqida ularning fikri o‘zaro yaqin bo‘lib, quyidagi emperik ko‘rinishida ifodalanadi:

$$a_m = a_m^0 + a p_0, \quad (2.1)$$

bunda a_m^0 - tashqi yukdan holi bo‘lgan holatdagi muvozanat tezlanishi;

p_0 - tashqi yuk ta’siridan yuzaga keluvchi bosim;

a - gruntning mustahkamligiga bog‘liq koeffitsient.

Muvozanat tezlanishi a_m ning tashki yuk miqdoriga bog‘liqligi haqidagi chizma 2.14 rasmda tasvirlangan.

N.N.Maslov tomonidan qumlar ustida olib borilgan tajriba izlanishlari suvga to‘yingan qumlar sirtidagi quruq holatdagi gruntning og‘irligi ham tashqi yuk kabi ta’sir o‘tkazadi. Yirik zarrali gruntlar ham o‘z ostidagi suvga to‘yingan qumlarga tashqi yuk kabi ta’sir o‘tkazishini

P.L.Ivanov o‘z tajribalarida kuzatgan. A.A.Musaelyan namlangan lyosslar ustida tajribalar o‘tkazish jarayonida grunt mustahkamligiga nisbatan tashqi yukning alohida ahamiyati borligini e’tirof etgan.

Loysimon zarralar aralashgan qumlar ustida stabilometr asbobi yordamida H.B.Sid tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlar tashqi yukning miqdori ortishi bilan gruntning dinamik mustahkamligi ko‘payishini ko‘rsatdi. Shu bilan birga tebranish davomiyligi uzayishi bilan tashqi yukning ijobiy ta’siri kamayishini ham kuzatgan.

Ushbu masala yuzasidan H.Z.Rasulovning izlanishlari o‘ziga xosligi bilan ajralib turadi. Yuqoridagi olimlar fikrini tasdiqlagan holda inshootning chuqurligini ortishi ham a_m ning qiymatiga ta’sir etishini tasdiqlagan va bu holatni quyidagi ifoda yordamida tasvirlagan:

$$a_m^p(z) = a_m^p(z_1) \left[\frac{\sigma_c}{\gamma_w(z - h_{ch})} + 1 \right] + a(a_c + \gamma_w z), \quad (2.2)$$

bunda $a_m^p(z)$ -r yuk ta’siri ostida z chuqurlikda joylashgan sathga oid muvozanat tezlanishi;

$a_m^p(z_1)$ -r yuk ostidagi grunt sirtiga oid muvozanat tezlanishi;

σ_c – tashqi yukning z chuqurlikdagi inersiya bosimi;

γ_w - gruntning zichligi;

h_{ch} - poydevor chuqurligi;

a - 3.1 ifodada izohlangan koeffitsient.

Tebranuvchan qatlam qalinligi (N). (1.5) ifodaga murojaat qilamiz. Undan kuzatilishiga ko‘ra tebranish ta’siriga uchragan xarqanday grunt qatlamining ortishi muvozanat tezlanishini kamaytiradi.

Ushbu holat jismga ta’sir etuvchi inersiya kuchi uning massasiga to‘g‘ri proporsionalligini qayd etuvchi dinamikaning qonuniga mos keladi.

Xaqiqatdan ham grunt xajmining ortishi uni tebratishga oid ortiqcha inersiya kuchini talab etadi. Bu masala yuzasidan o‘tgan asrning boshlarida mashhur seysmolog olim B.Gutenberg ham quyidagilarni ta’kidlagan edi: ”Inshoot zaminida qalin qatlamli allyuvial gruntlarning bo‘lishi, zilzila ta’sirida ularning buzilish havfini oshiradi”¹

Zilzila kuchini ortishi grunt qatlami qalinligiga bog‘liqligi hozirgi vaqtda seysmik rayonlashtirish va mikrorayonlashtirishga oid haritalar tuzishda keng qo‘llaniladi .

Qumlar qalinligini muvozanat tezlanishiga ta’sirini o‘rganishga oid tadqiqotlar H.Z.Rasulov tomonidan bajarilgan. Izlanishlar natijasida muallif muvozanat tezlanishini quyqalanish holatidagi qumlar qa’rida xarakatlanuvchi dinamik bosim h_z ga teskari proporsional ekanligini aniqlaydi. Grunt qatlamining ortishi, o‘z navbatida faol qatlamni chuqurlashtiradi. Bunday holat gruntning chuqur sathlarida ham sathlarida ham a_m ning qiymati kamayishi bilan bog‘liq degan hulosaga olib keladi.

KEYSLAR BANKI

“KEYS № 1”

Topshiriq. Yangi ishga kelgan muxandis temir-betondan iborat bo‘lgan dambalarni filtratsiya hisoblarini bajarishda ko‘plab xatoga yo‘l qo‘ydi, unda zaminni suv o‘tkazuvchanligini hisobga olmadi, buning natijasida filtratsiya sarfi uni haqiqiy hisobiy sarfidan bir necha barobar oshirib yuborildi, filtratsiya sarfi miqdori va gradientini noto‘g‘ri aniqlandi. Bu esa drenaj qurilmalarini o‘lchamlarini noto‘g‘ri tanlashga va to‘g‘on qirg‘oqlar bilan tutashgan joydagi filtratsiya miqdorini ortishi hisobiga uni hajmini ko‘payishiga olib keldi. Natijada davlatga katta miqdorda zarar keltirdi.

Savollar:

1. Filtratsiya hisoblarini vazifasiga nimalar kiradi?
2. Drenaj qurilmasi o'ldamlari nimalarga bog'liq?
3. Nima uchun zaminni suv o'tkazuvchanligi hisobga olinadi?
4. Qanday hollarda zamin suv o'tkazuvchanligini hisobga olmaslik mumkin?
5. Ushbu xolatlarni bartaraf etish uchun nima qilish kerak?

“KEYS № 2”

Temir-beton to'g'onni loyihalaganda drenaj qurilmasi suv sarflari galeriya orqali olib chiqib ketiladi. Uni qurib bitkazilganda ushbu drenaj orqali betonda xolatlari kuzatildi va ma'lum bir vaqtdan so'ng drenajni ish faoliyati buzildi. Buning natijasida filtratsiya suvlarini to'g'onning ma'lum bir balandligidan sizib chiqish xolatlari yuz berdi. Shundan so'ng zudlik bilan chora tadbirlar ishlab chiqildi va drenajni ish faoliyati qayta tiklandi.

Savollar:

1. Drenaj prizmadan qanday holatda foydalaniladi?
2. Nima uchun drenaj orqali yemirilish yuz berdi?
3. Kvitatsiya xodisasi yuz bermasligi uchun nima qilish kerak?
4. Nima uchun ma'lum bir vaqtdan so'ng drenaj ish faoliyati buzildi?
5. Agar ushbu suv sizishni oldi olinmasa nima yuz berishi mumkin?
6. To'g'onda drenaj qurilmalari qanday vazifani bajaradi?
7. To'g'ondagi drenaj qurilmalarini yana qanday turlarini bilasiz?

“KEYS № 3”

Yangi qurilayotgan beton to'g'onni loyihalashda to'g'on tanasida va tubida filtratsiyaga qarshi qurilmalar ko'zda tutildi. Lekin shunga qaramasdan ma'lum bir vaqt oralig'ida ushbu to'g'on atrofidagi yer osti suvlarini sathi ko'tarilganilganda , zamindan sizib o'tgan suvlar natijasida to'g'onda cho'kish sodir bo'ldi. Ushbu kamchiliklar bartarab etilgunga qadar ushbu to'g'ondan foydalanish foydalanish taqiqlab qo'yildi.

Savollar:

1. Nima uchun to'g'on tanasi va zaminida filtratsiyaga qarshi qurilmalar ko'zda

- tutilganiga qaramasdan zamindan nima uchun filtratsiya yuqori darajada sizib o'tdi?
2. Ushbu temir-beton to'g'onni loyihalashda loyihachi qanday xatoga yo'l qo'ydi?
 3. Ushbu kamchilikni bartaraf etish uchun qanday ishlarni amalga oshirish kerak bo'ladi?
 4. Betonli va temir-beton to'g'onlarni filtratsiyaga qashi qurilmalarini qanday turlarini bilasiz?

“KEYS № 4”

Topshiriq: Loyihalash sohasidagi mavjud muammolarni bartaraf etishda qanday ishlarni amalga oshirish kerak deb o'ylaysiz?

1-jadval

Muammolar	Yechim	Natija

“KEYS №5”

Mavzu: Modul maqsadi va vazifalari. Gruntlarni dala sharoitida tadqiq qilish va nazariy asoslash.

Berilgan case study maqsadi: « Gruntli to'g'onlar va ularning mustahkamligini taminlash » ga umumiy tavsif beradi. Tinglovchilarga baho berish mezonlari tushuntiriladi, guruhchalar tashkil qiladi, keys stadining individual bosqichida bajarish uchun mavzu beriladi. Tinglovchilarga keys daftarchalari tarqatadiladi. Mavjud adabiyot bilan tanishtiriladi.

Kutilayotgan natijalar: Tinglovchilar ushbu mavzuni o'rganish jarayoni orqali « Gruntli to'g'onlar va ularning mustahkamligini taminlash » modulining asosiy vazifalari, yutuqlari, boshqa modullar bilan bog'lanish darajalari, jamiyatdagi ahamiyati hamda bugungi O'zbekistandagi taraqqiyot darajalari haqida tushunchalarga ega bo'ladilar.

Sase studyni muvaffaqiyatli bajarish uchun Tinglovchi quyidagi bilimlarga ega bo'lishi lozim:

Tinglovchi bilishi kerak: Modul maqsadi va vazifalarini. Gruntli to'g'onlar va ularning mustahkamligini taminlash

Tinglovchi amalga oshirishi kerak: mavzuni mustaqil o'rganadi, muammoning mohiyatini aniqlashtiradi; g'oyalarni ilgari suradi, mustaqil qaror qabul qilishni o'rganadi, o'z nuqtai nazariga ega bo'lib, mantiqiy xulosa chiqaradi, ma'lumotlarni taqqoslaydi, tanqidiy xulosa chiqaradi, tahlil qiladi va umumlashtiradi.

Sase study-ning obekti: Gruntli to'g'onlar va ularning mustahkamligini taminlashga doir misollar.

Sase study-da ishlatilgan ma'lumotlar manbai: « Gruntli to'g'onlar va ularning mustahkamligini taminlash » moduli bo'yicha adabiyotlar. Sase study-ning tipologik xususiyatlarga ko'ra xarakteristikasi: Sase study kabinetli toifaga kirib syujetsiz hisoblanadi, sase study ma'lumotlarni taqdim qilishga, ularni hal etishga, hamda tahlil qilishga qaratilgan.

GLOSSARI

GRUNT – ba’zi inshootlar uchun zamin, xom ashyo sifatida foydalaniladigan tog’ jinsi.

POYDEVOR – inshootdan tushayotgan yukni zaminga teng taqsimlab beradigan qurilma, shag’al va sement qorishmasidan hosil bo’ladi.

DISPERS – yunoncha so’z bo’lib, *maydalangan, ezg’ilangan* degan ma’noni bildiradi.

QOYA GRUNTLAR – yopishqoq, jipslashgan yaxlit holatdagi magmatik, metamorfik tog’ jinslari.

YARIM QOYA GRUNTLAR – ohaktosh va suvda maydalanadigan yoki eriydigan jinslar, changli ohaktosh bo’r tosh tuzi.

YIRIK TOSH – 10-100 mm o’lchamdan yirik bo’lgan usti silliq yoki tekis toshlar.

QUMLI GRUNTLAR – 0,05-2,0 mm atrofida bo’ladigan ko’pincha yumaloq yoki g’adir-budur.

GIGROSKOPIK SUV – grunt zarrachalari sirtiga o’ralgan suv qobig’i.

GRUNTNING ZICHLIGI – grunt tarkibidagi massaning zichligiga nisbati.

GRUNT NAMLIGI – grunt suvi massasining shu grunt zarralarining massasiga bo’lgan nisbati.

GRUNTNING G’OVAKLIGI – uning tarkibidagi g’ovaklarni zarralar nisbatiga aytiladi.

OQISH CHEGARASI – namlikni bir oz oshishi bilan gruntning oquvchanlik holatiga o’tishga tushuniladi.

QOTISH CHEGARASI – bunda namlikning bir oz kamayishi gruntning qattiq holatga olib kelishin ifodalaydi.

TA’SIR BOSIMI – bu vaqtda batamom grunt zarralariga o’tgan bo’ladi va mazkur bosim *ta’sir bosimi* deb yuritiladi.

SIZISH BOSIMI – grunt zarrachalari orasidagi suvning haraktlanishi natijasida hosil bo’ladigan bosimga tushuniladi.

GRUNTNING QUYQALANISHI – suvga to’yingan gruntlarning kuch ta’sirida o’zgarishi oqibatida yuz beradigan holat.

SIQIB CHIQARILGAN GRUNT – Yuk ta'sirida grunt harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan jarayon.

YARIM FAZO – zamin zo'riqishi holatida gruntlarda uzluksiz tarqaluvchi elastik jism jarayoni.

FAZOVIY MASALA – tik ta'sir etadigan zo'riqishlar natijasida uch o'q bo'ylab tarqaladigan masala.

ZAMIN YUZASINING ZO'RIQISHI – poydevordan ta'sir ko'rsatuvchi miqdor, poydevorlar hisobida az qoyuvchi masala.

OG'ISH BURCHAGI – zo'riqishlardan hosil bo'luvchi nurlar orasidagi burchakka aytiladi.

MAYDON, MOMENT – aylanma silindir yuza bo'ylab siljish usulini aniqlashda qo'llaniladigan usul.

TUGAL CHO'KISH – gruntning butunlay zichlashuviga mos keluvchi cho'kish qiymati.

SIQILUVCHAN QATLAM – tashqi yuk ta'sirida grunt zo'riqishi natijasida qiymatlarni 20%ni tashkil etuvchi chuqurlik.

MONAND – gruntlar qatlamida bo'ladigan jarayonni bir-biriga o'xshashligi, bir xilligi, yaqinligi.

SIZISH JARAYONI – gruntlar tarkibidagi suvlarni harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan jarayon.

SHURF – to'g'ri to'rtburchak shaklidagi chuqurlik (3-5m).

ZOVUR – shurfga o'xshagan lekin undan chuqurroq va yirikroq bo'ladi.

YER OSTI YO'LAGI – bir tomoni ochiq bo'lib, yotiq holatda qaziladi.

QURILISH PASPORTI – bir turdagi loyihalarni bir-biri bilan bog'lash uchun hizmat qiladigan hujjat.

YAXLIT HOLDAGI OG'IR POYDEVORLAR – ko'prik ustunlari, suv omborlarida ishlatiladi.

ALOHIDA TURUVCHI POYDEVORLAR – elektr simlarini ko'tarib turuvchi ustunlar

JO'YAKSIMON POYDEVORLAR – yuk ko'taruvchi devorlar ostida ishlatiladi.

JO'YAKSIMON CHORRAHA POYDEVORLAR – alohida turuvchi

ustunlar osti poydevorlar

BIKR POYDEVORLAR – hom ashyosi siqiladigan poydevorlarga aytiladi.

ROSTVERK – panjara degan ma’noni bildiradi.

KAMUFLET QOZIQLI – tag qismi kengaygan qoziqlardir.

BIKR POYDEVOR – xom ashyosi faqat siqilishga ishlaydigan poydevor, egiluvchan

QOZIQLI POYDEVORLAR – yukni mustaxkam gruntga etkazib beruvchi qurilma

ROSTVERK – nemischa so’z bo’lib panjara ma’nosini bildiradi

OSMA GURZILAR – choyandan quyilib, vazni 400-1000kg gacha

XAVO YORDAMIDA ISHLOVCHI GURZILAR – bir xarakatida 6-8 atm bosimli xavo sarflanadi

KESSON – bunda siqilgan xavo ta’sirida pastlashuvchi maxsus usti berk quduqlar

YENGIL G’ALTAKLAR – gruntlarni zichlashda ishlatiladigan qurilma 0,5-1 tonna

MUVOZANAT TEZLANISHI – bu shunday zilzila tezlanishiki unda tebranayotgan grunt o’z mustaxkamligini saqlaydi

TEBRANISHNING DEKREMENTI – grunt satxida zilzila xarakatini so’nishi

VERANDA, TERRASA, NAVES - ayvon

MERA, KRITERIY, FORMA, ShABLON - andaza

ARKA - ark

OSNOVA - asos

ZDANIE, POMESHENIE, POSTROYKA - bino

STROITEL - binokor

STROITELSTVO - binokorlik

ZAKROM - bordon

NAVES, KRO`TIY KORIDOR - bostirma

KOMNATA, OTDELENIE - bo'lma

KUPOL, SVOD - gumbaz

VOROTA - darvoza

PEREDNYA, PRIXOJAYA- daqliz
PODOKONNIK - dereza rafi
STOLYAR, PLOTNIK - duradgor
DEREVO, LES - yoqoch
DREVESINA - yoqochlik
DEREVOOBDELOCHNIK - yoqochsoz
SHLIFOVAT - jilolamoq
TACHKA - zambilqaltak
OSNOVANIE - zamin
ZADVIJKA - zulfin
ZAXVAT, KRYUCHOK - ilmoq
STROENIE, ZDANIE, POSTROYKA - imorat
SOORUJENIE, STROENIE - inshoot
DOLOTA - iskana
PRESS, TISKI - iskanja
TROTUAR, DOROJKA - yo'lka
PRIPAYKA - kavsharlash
KOROBKA - kesaki
SECHENIE - kesim
REZETS - keskich
IZRAZETS, KAFEL, MOZAIKA – koshin, kafel
PIGMENT - kukunbo'yoq
POD'YOMNIK - ko'targich
GLINA - loy
SUPES - loyli qum
ZADVIJKA, HEKOLDA - lo'kidon
KAPITAL - mablaq
MESNOST, OKRESTNOST - mavze
DEKORATIVNO`Y - manzarali
MRAMIR - marmar
ALTOR - meqrob
ZODCHESIVO - me'morlik

ARXITEKTURA - me'morchilik
MINARET, BASHNYA, VO`SHKA - minora
ZONA, POYAS, OBLAST - mintaqa
VEHESTVO - modda
MASLO, SMAZKA, MAZ - moy
VINT, BOLT - murvat
PROPORTSIONALNOST, SORAZMENOST - mutanosiblik
SPETSIALIST - mutaxassis
INJENER - muqandis
SREDA, ATMOSFERA - muqit
VOYLOK - namat
PRISTAVNAYA LESTNITSA - narvon
TRANSPORT – naqliyot
UZORCHATO`Y, RASPISNOY – naqshdor
JIVOPISETS, REZChIK PO DEREVU, MASTER- naqqosh
OSNOVA, BAZA, YADRO – negiz
UGLON, NAKLON, SKAT – nishab
PRIZNAK, ZNAK, METKA – nishon
BLAGOSTROENNO`Y, ZASYOLENNO`Y, LYUDNO`Y – obod
BLAGOUSTROYSTVO – obodonchilik
VODOSBROS – obpartov
ZASTEKLYONNO`Y – oynaband
STEKOLHIK – oynachi
FASAD – old
OLIFA – olif moy
VISYACHIIY, PODVESNOY – osma
VISYACHIIY SVAY – osma qoziq
NEBOSKRYOB – osmono'par bino
SBROSNAYA VODA – oqova
IZVEST – oxak
IZVESTNYAK – oxaktosh
PEREGORODKA – pardevor, pardadevor

PARAPET – pardevor ustki qismi
OTDELKA, POLIROVKA – pardoz
SVERLO, BURAV – parma
GLINOBITNO`Y – paxsa
TERRASA, VERANDA, PORTIK – peshayvon
PORTAL – peshtoq
LESTNITSA, KRO`LTSO – pillapoya
RO`CHAG – pishang
PROTIVOVES, BALANSIR – posangi
PODRYADCHK – pudratchik
ARKA, PORTAL – ravoq
RUBANOK – randa
STROGAT, FUGOVAT – randalamoq
PRAVILO – rejacho`p
VERANDA – voron
RAMA – rom
UROVEN – satx
PLOHADKA – saqn
KARKAS – sanch
POVERXNOST – sirt
LYOSS – soqtuproq
SHTUKATURIT – suvamoq
STROENIE, STRUKTURA – tarkib
SET, OTRASL – tarmoq
JYOLOB, VODOSTOCHNAYA TRUBA, AKVEDUK – tarnov
PLAN, PROEKT, CHERTYOJ – tarq
NISHA – taxmon
DOSKA, TESINA, LIST, PLITA – taxta
OPORA – tayanch
MELNITSA – tegirmon
JELEZOBETON – temirtosh
**CHETO`REXGRANNIK** – to`rtyoqlik

PLOTINA – to'qon
STOL, KOLONNA – ustun
SVAISTOYKI – ustunqoziqlar
NADSTROYKA – ustqurma
TRENOJNIK, TRENOGA – uchoyoq
NASO`P – uyum
ZAKROM, BUNKER – xampa
TRANSHEYA, YAMA – xandaq
BALKA, MATITSA – xara
VALUN, KAMENNAYA GLO`BA – xarsang tosh
BREVNO – xoda
PRUTOK – chiviq
SLESAR – chilangar
SHNUR – chilvir
SHOV – chok
SHOVNAYA SVARKA – chokli payvand
RAMA, CHETO`REXUGOLNAYA RAMA – chorcho'p
KIRKA, KAYLA – cho'kich
VATERPAS, UROVEN – shayton
STEKLO, STEKOLNO`Y – shisha
OTVES – shovun
NAPILNIK, PODPILOK – egov
POVERXNOST, PLOHAD – yuza
GRUZ – yuk
ARMATURA, SERDTAEVINA, YADRO – o'zak
YAMA – o'za
VITOK – o'ram
PLETYONKA – o'rim
PROXOD – o'tish yo'li
TOPKA – o'txona
ETAJ, YARUS – qavat
BITUM, DYOGOT – qatron

REBRO – qirra

RAZREZ – qirqim

SVAYA – qoziq

OPALUBKA, FORMA – qolip

OBLITSOVKA, OBSHIVKA – qoplama

SMES, RASTVOR – qorishma

SMESITE – qorishtirma

ZABIVKA – qoqish

KUPOL – qubba

LITOI – quyma

VILET(sterelo` krana) – quloch

ZAMOK – qulf

PESOK, PESCHANO`Y – qum

SUGLINOK – qumli loy

PESCHANIK – qumtosh

BRUSOK – qumqayroq

DIAMETR – qutr

KATOK – g’altak mashina

KAMENSHIK – g’isht teruvchi

KIRPICHNO`Y, KAMENNO`Y – qishtin

PORISTO`Y KIRPICH – g’ovak g’isht

LESA – havoza

REMESLO – hunar

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev.Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. T., O‘zbekiston 2017.
2. Mirziyoyev.Sh. M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilanbirga quramiz. T., O‘zbekiston 2017.
3. Абелев М.Ю., Ильичев В.А., Ухов С.В. и др. Строительство зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях. — М.:, 1986.
4. Айталиев Ш.М., Исаханов Е.А., Телтаев Б.Б., Достанова С.Х. Исследование напряженно-деформированного состояния дорожной насыпи с учетом ползучести грунта. Труды 1-го Центрально-Азиатского геотехнического симпозиума. — Астана, 2000.
5. Будин А.Я. Учет реологических свойств грунтов при расчетах портовых сооружений. –В кн.; Труды II симпозиума по реологии грунтов. Ереван, 1976.
6. Namunaviy texnologik karta 01.01.2017 yildagi amaldagi normativ hujjatlar yordamida tuzilgan.
7. Seed H.B., HarderL.F. SPT based analysis of cyclic porepressure generationand undrained residual strength. //Proceedings of the B.Seedmemorial Symposium.1990,Vol.2,P.351-376.
8. Kokusho T.,TanakaY. Dynamic properties of gravel lay ersinvestigated byin situ freezing sampling. //Proceedings of the ASCES pecialty Conference on Ground Failuresunder Seismic Conditions.–Atlanta, 1994.pp.121-140.
9. TanakaY.,KudoY.,YoshidaY.Astudy on the mechanical properties of sandy gravel-dynamic properties of reconstituted sample.//Central Research Institute of Electric Power Industry,1987, Report U87019.
10. Ишихара К. Поведение грунтов при землетрясениях (Превод с английского по лицензии издательства «Oxford University Press» под ред. Проф.Фадеева). - Санкт-Петербург, 2006.–383с.
11. Hamada M, Wakamatsu K. Astudy on ground displacement cause by soil liquefaction. //J.“Geotechnical Engineering”.Proc.JSCI,№596,III-43,1998.–P.189-208 (inJapanese)
- 12.Yasuda S. Introduction of the course, Liquefaction-induced flow of ground and its effect to structures.//J.“Tsuchi-to-Kiso”(Vol.47),№5,2000.–P.53-54.

13. Н.Н.Маслов Условия устойчивости водонасыщенных песков. М.Изд-во Энергия, 1961. – 328 с.
14. Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений.- М.:“Высшая школа”,1985.-352с.
15. Расулов Х.З. Сейсмостойкость грунтовых оснований.–Ташкент:Изд-во«Узбекистан»,1984.-192с.
16. Ставницер Л.Р. Об опасности разжижении водонасыщенных грунтов при динамических воздействиях. //Материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень, 2007. – С.77-78.
17. Эйслер Л.А., Альберт И.У., Смирнов Ю.Г., Гладких С.Н. Экспериментальные установки для определения динамических, прочностных и деформационных характеристик мелкозернистых грунтов в условиях сдвига и трехосного напряженного состояния //С.Перербург: Известия ВНИИГим.Б.Е.Веденеева (Т.235),1999.-С.57-65.
18. Красников Н.Д. Сейсмостойкость гидротехнических сооружений из грунтовых материалов. –М.: Энергоиздат, 1981. -230 с.
19. Добров Э.М., Шкицкий Ю.П. и др. Методы повышения несущей способности грунтов.Учебное пособие.–М.:Изд-во Академия,2014.-208с.
20. Мусаэлян А.А. Состояние и перспективы развития фундаментостроения в Таджикистане.–Душанбе:ТаджикНИИНТИ,1986.-40с.
21. РашидовТ.Р. Перспектива развития проблем сейсמודинамики подземных сооружений. //Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари. Республика илмий-амалий анжуман материаллари.- Тошкент:ТАҚИ,2018,16-17апрел.–С.20-27.
22. Абдуллабеков К.Н. Глобальные, региональные и локальные особенности проявления сейсмической активизации. //Сборник «Проблемы сейсмологии в Узбекистане» №3. –Ташкент, 2006. –С.5-11.
23. Хожметов Г.Х., Расулов Р.Х. Сеймопросадочная деформация увлажненных лессовых грунтов. //Ж.“Строительство и архитектура Узбекистана”.– Ташкент:2008.-№4.С31-33.
24. Расулов Х.З. Прикладной метод сейсмоустойчивого основания. //Материалы Конференции «Научные и прикладные основы решения актуальных проблем

- сейсмологии».-Ташкент,2006.–С.202-204.25. ХасановА.З., ХасановЗ.А. Основания и фундаменты на лессовых просадочных грунтах. - Ташкент: Изд-во «Узбекистан», 2006.–158с.
26. Садыков А.Х. Экспериментальные исследования факторов, влияющих на критическое ускорение лессовых грунтов склона. //Ж.:Проблемы архитектуры и строительства.–Самарканд: СамГАСИ,2010,№1,С.37-39.
27. Шерматов М.Ш., СапаровА.С., ХусамиддиновА.С. К вопросу о методике изучения просадочных свойств лессовых пород Узбекистана. //Труды и тезисы Республиканской научно-практической конференции.- Ташкент: Институт Сейсмологии АН Узбекистана,2015. С.20-23.
28. Джураев А. Влияние просадочности лессовых грунтов территории г.Ташкента на сейсмический эффект при Ташкентском землетрясении 1966г. //Материалы конференции «Научные и прикладные основы решения актуальных проблем сейсмологии».–Ташкент:2006.–С.282-285.
29. Султанов К.С., Салямова К. Д. Напряженно-деформируемое состояние грунтовых гидротехнических сооружений с учетом нелинейных моделей грунта и нестационарности сейсмического воздействия.//Материалы Международной научно-технической конференции «Современные проблемы механики»–Ташкент:ИМССИААНУзб.,2009.–С.498-503.
30. Мажидов И.У., Расулов Р.Х. Изменение сеймопросадочной деформации лессов по глубине толщи в свете полевых исследований //Ж. «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари».–Самарканд:Изд-во СамГАСИ, 2016.№2С.22-25.
31. Туйчиева М.А., Джураев А. Проблемы сейсмостойкого строительства для индивидуальных застройщиков на территории Узбекистана. //Труды и тезисы Республиканской научно-практической Конференции.–Ташкент: ИнститутСейсмологииАНУз.,2015.–С.39-41.
32. Частоедов Ю.Н. и др. Роль районирования вновь осваиваемых территорий для массового строительства. //Материалы Межд.Научн.-техн. Конференции «Геотехнические и эксплуатационные проблемы нефтегазовой отрасли».–Тюмень,27-29марта2007г.–С.78-83.
33. РасуловХ.З. Критическое ускорение колебания грунта //Труды II-й Международной научно-практической конференции «Проблемы механики и

строительства транспортных сооружений». - Алматы: Изд-во «КазАТК», 2015. - С. 136-140.

34. Рузиев А.Р. После взрывная консолидация водонасыщенной лессовой толщи нарушенной структуры //Труды III-го Центрально-Азиатского Международного геотехнического Симпозиума «Геотехнические проблемы строительства на просадочных грунтах в сейсмических районах».-Душанбе, 2005.–С.204-208.

35. Rasulov R.Kh. Seismic subsidence deformation of moisturized loess //J.“European Science Review”, March-April,1016.–P.290-292.

36. СП 102.13330.2012. Туннели гидротехнические. Актуализированная редакция СНиП 2.06.09-84

37. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.

38. СП16.13330-2017 «Стальные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-23-81*» (с Поправкой, с Изменением №1).

39. СТО 17330282.27.140.002-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования»

40. Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический. М., Стройиздат,1960.

41. Чертеж 23ПС 226897ВО.

42. Стандарт ОАО «Трест Гидромонтаж» СТП 00117794-2-11-95.

Механическое оборудование и специальные стальные конструкции гидротехнических сооружений. Система управления качеством. Основные положения проектирования.

43. Встроенная информационная база данных Ansys Help.

44.<http://www.glossary.rug/cgi-bin/glsch2.cgi?Rcukuxhwux:#41771730>.

45. <http://www.uzvod.uzorganization.html>.

46. <http://www.vniig.ru>

47. <http://www.gidrostoi.ru>.