

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

**ISLUM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

A.D.KAYUMOV

**AVTOMOBIL YO‘LLARI POYIDAGI
LYOSSIMON GRUNTLARNING
MUSTAHKAMLIGI, TURG‘UNLIGI VA
UNI ZICHLASHTIRISH**

Monografiya

**Toshkent
“Universitet”
2022**

UO‘K: 625.814

KBK: 38.39

K 33

Kayumov A.D. Avtomobil yo‘llari poyidagi lyossimon gruntlarning mustahkamligi, turg‘unligi va uni zichlashtirish. Monografiya.

–T.: “Universitet”, 2022. 136 bet.

Monografiyada avtomobil yo‘llari poyidagi lyossimon gruntlarning ishlash mexanizmi tahlil qilinadi. Gruntlarning namlanish bilan bog‘liq bo‘lgan va bir vaqtda o‘zgaruvchan va doimiy yuklar ostida yuz beradigan deformatsiyalar ko‘rilgan. Yo‘l poyi gruntining zichligiga qo‘yiladigan talablar asoslangan, kutilayotgan deformatsiyani bashoratlash usullari berilgan va ularni kamaytirish uchun tadbirlar taklif qilingan. Mashinalar bilan gruntlarning zichlashtirish nazariyalarining asosi yoritilgan.

UO‘K: 625.814

KBK: 38.39

K 33

Mas‘ul muharrir:

Rasulov R.X. – ToshAQI “Gidrotexnik inshootlar, zamin va poydevorlar” kafedrası dotsenti, t.f.d.

Taqrizchilar:

Begimkulov D.K. – ToshDTU, “Gidrogeologiya, muhandislik geologiyasi va geofizika” kafedrası dotsenti, falsafa doktori, PhD

Komilov S.I. – ToshDTrU “Yo‘l qurilish mashinalari” kafedrası dotsenti, falsafa doktori, PhD

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti kengashining 31 mart 2022 yildagi 7-sonli majlisi qaroriga muvofiq chop etildi.

ISBN: 978-9943-8295-2-7

© “Universitet” nashriyoti

Mundarija

	Bet
Soʻz boshi	5
1 Yoʻl poyi lyossimon gruntlari va ularning ishlashiga taʻsir bob qiluvchi omillar	6
1.1 Lyossimon gruntlar toʻgʻrisida umumiy maʼlumotlar	6
1.2 Gruntlarning tabiati, ularni mustahkamligi va turgʻunligi	12
1.3 Ob-havo iqlim omillari	24
1.4 Yoʻl poyi gruntiga taʻsir qiluvchi yuk	25
1.5 Takrorlanuvchi yuk taʻsirida gruntlarning deformatsiyasi	28
1.6 Tez taʻsir qiluvchi va uruvchi yukli gruntlarda kuchlanish va deformatsiya	33
2 Yuk va ob-havo iqlim omillari taʻsirida lyossimon bob gruntlarning deformatsiyalanishi	34
2.1 Namlikning oshishiga bogʻliq boʻlgan deformatsiya	34
2.2 Zichlashgan lyossimon gruntlarning koʻpchishi	37
3 Lyossimon gruntlarning mustahkamligi va turgʻunligini bob oshirish	45
3.1 Gruntning zichligini uning tashqi kuchga qarshiligiga taʻsiri. Zichlashtirish kriteriyasi	45
3.2 Koʻtarma gruntlarining talab qilingan zichligi va ruxsat berilgan namligi	52
4 Lyossimon gruntlarni mashinalar bilan zichlashtirishning bob nazariy asoslari	63
4.1 Gruntlarni zichlashtirishning usullari va vositalari. Gruntga mashinalar ishchi organlarining taʻsir parametrlari	63
4.2 Gruntlarning mustahkamlik chegarasi	69
4.3 Gruntlarning zichlashishiga tutash bosimning taʻsiri	76
4.4 Zichlashtiriluvchi qatlamning qulay qalinligi, zich va mustahkam strukturaga erishish	77
4.5 Tabiiy holatdagi gruntlarni zichlashtirish xususiyatlari	86
5 Lyossimon gruntlarni zichlashtiruvchi mashinalar va bob texnologiyalar	89
5.1 Zichlashtirish vositalarini tanlash	89
5.2 Tekis yuzali va kulachokli katoklar bilan gruntlarni	

zichlashtirish	95
5.3 Pnevmoshinali katoklar bilan gruntlarni zichlashtirish	101
5.4 Tebratuvchi mashinalar bilan gruntlarni zichlashtirish	111
6 Lyossimon gruntlarning zichlanganlik darajasini nazorat bob qilish	117
6.1 Gruntlarning namligi va zichligini hajmiy-og'irlik usuli bilan nazorat qilish	117
6.2 Penetratsiya va statik zond bilan gruntlar zichligining nazorati	124
6.3 Gruntlarning surilishga qarshiligini aniqlashning aylantirib kesish usuli	131
Foydalangan adabiyotlar	133

SO‘Z BOSHI

Avtomobillarning tezligi va jadalligining ortishi yo‘l qurilishiga yuqori talablarni qo‘ymoqda. Xususan yo‘l qoplamasi yuzasining ravonligi katta ahamiyatga ega. Hozirgi kunda yo‘l qurilishi yo‘llarning mustahkamligi va uzoq muddat ta‘mirlanmasdan xizmat qilishiga qaratilgan yo‘nalishda rivojlanmoqda, bu yo‘l to‘shamasining qurilishi uchun qimmatbaho materiallarni qo‘llashga va qurish texnologiyasining murakkablashishiga olib kelmoqda. Ammo yo‘l poyi kerakli darajada mustahkam bo‘lmasa sarf etilgan vosita va mehnat samarasiz bo‘ladi. Bu holatda qurilish jarayonida yo‘l qoplamasiga berilgan ravonlik ham tez kamayadi. Shuning uchun hozirgi qurilishda inshootning poydevori bo‘lgan mustahkam va turg‘un bo‘lgan yo‘l poyiga alohida ahamiyat berilmoqda. Gruntlarni zichlashtirish – eng arzon, shu bilan birgalikda yo‘l poyining mustahkamligi va turg‘unligini oshiruvchi usuldir.

Avtomobil yo‘llarining ishchanligi juda ko‘p omillarga bog‘liq, shuning uchun uni ta‘minlash ko‘p qirrali va murakkab muammo hisoblanadi. Monografiyada har xil omillarning yo‘l poyining mustahkamligi va turg‘unligiga ta‘siri hamda ularni zichlashtirishga oid masalalar ko‘riladi. Shu bilan birgalikda yo‘l poyida gruntlarning ishlashi va mashinalar bilan zichlashtirishning nazariy asoslarini ko‘rishdan tashqari ko‘rilayotgan masalalarning amaliy tomoniga ham katta e‘tibor berilgan. Shuning uchun monografiyada gruntlarning mustahkamligi va turg‘unligini oshirish hamda ularni zichlashtirishga oid takliflar keltirilgan.

Monografiyani yozishda muallif ustozlari - professorlar N.Ya.Xarxuta va Yu.M.Vasilyevlarning yozgan adabiyotlari hamda o‘zining lyossimon gruntlarning hisobiy ko‘rsatkichlari va ularni zichlashtirish bo‘yicha olib borgan tadqiqotlarining natijalardan foydalangan.

1 BOB. YO‘L POYI LYOSSIMON GRUNTLARI VA ULARNING ISHLASHIGA TA‘SIR QILUVCHI OMILLAR

1.1 Lyossimon gruntlar to‘g‘risida umumiy ma‘lumotlar

Lyossimon gruntlarning guruhdoshiga tarkibida 50% dan ko‘p chang (0,05-0,005 mm o‘lchamli), yengil, o‘rtacha eriydigan tuzlar va karbonat kalsiy bo‘lgan changli-gilli gruntlar taalluqli bo‘ladilar. Lyossimon gruntning tarkibi – bir xil, tabiiy yotishda ko‘proq makrog‘ovakli, namligi kam bo‘lganda vertikal qiyalikni saqlash xususiyatiga ega bo‘ladi. Namlanganda namligi kam lyossimon grunt cho‘kadi, yyengil bo‘kadi va yuviladi, suvga to‘liq to‘yinganda oquvchan holatga o‘tadi. Ular lyoss va lyossimon gruntlarga bo‘linadilar. Birinchisi bu guruxdoshlarning namunaviy namoyondasi hisoblanadi. Ularning tarkibi nihoyatda bir xil, makrog‘ovak, odatda karbonatli, cho‘kuvchan bo‘ladi. Lyossimon gruntlar taxminan lyosslar va gillar orasidagi o‘rinni egallaydilar. Shuning uchun lyosslarga xos bo‘lgan xossalarning tavsifi lyossimonlarda yaqqol bilinmaydi: bu jinslar ko‘pincha cho‘kmaydigan bo‘ladilar [1].

Bu guruxdosh gruntlar yer yuzasida juda keng tarqalgan. Ular hamma qit‘alarda, xususan Yevropada, Osiyoda va Amerikada ko‘p uchraydilar. Yer sharida lyossimon gruntlar egallagan maydon 13 mln. km² ni tashkil qiladi. Ularning shimoliy tarqalish chegarasi Yevropada 60° sh.k., Osiyoda ular shimolroqdan o‘tadi, janubiy chegarasi 28° sh.k. yetadi. Tropik va subtropik hududlarda ular uchramaydi.

Yotish sharoiti bo‘yicha lyossimon jinslar hamma joyda qoplama holatida bo‘ladi. Lyosslar qatlam va ular yotgan jinslar orasida aniq chegara bo‘lishi mumkin yoki asta-sekin biridan ikkinchisiga o‘tiladi.

Lyossimon gruntlarning qalinligi bir necha santimetrdan o‘nlab va yuzlab metr bo‘lishi mumkin. MDHning shimoliy tumanlarida, lyossimon gruntlar tartibsiz joylashgan hududlarda ularning qalinligi odatda 5-10 m ni tashkil qiladi. Uzluksiz tarqalgan hududlarda (Ukrainaning janubi, Kavkaz shimoli) ular 30-50 m gacha va undan ko‘pga ortadi. O‘rta Osiyoda lyossimon jinslarning juda qalin qatlamlari (100-10 m) tog‘lar orasidagi botiqliklarda kuzatiladi.

Granulometrik tarkibi bo'yicha lyossimon jinslar changli qumlardan tortib lyossimon glinalargacha bo'lgan har xil gruntlardan iborat. Ammo ularning hamma turlari bo'yicha yuqori miqdordagi chang zarralari (odatda 50% dan ko'p) tavsifliydir. Lyosslar granulometrik tarkibi bo'yicha bir xil tarkibli bo'ladilar. Hamma tumanlarda ular yuqori miqdordagi (50% dan ko'p) nozikqumli va yirik changli zarralardan iborat. Zarralarining o'lchami 0,25 mm dan kattasi nihoyatda oz va uncha ko'p bo'lmagan miqdorda gilli fraksiyalar (16% ko'p emas) bo'ladi. Lyossimon gruntlar har xil granulometrik tarkibga egaligi bilan tavsiflanadi. Ular orasida lyossimon qumlar, supeslar, suglinoklar va gillar ham ajralib turadi.

Tabiiy sharoitda lyossimon jinslar agregatlashgan holatda bo'ladi. Bunga mikroagregat tahlil ya'ni, ko'rilayotgan jins tarkibida changli materiallarning bo'lishi guvohlik beradi. Mikroagregat tahlilda gilli zarralarning miqdori odatda 1-2% ni tashkil qiladi.

Lyossimon gruntlarning mineral tarkibi o'ziga xos. Bu guruhning hamma namoyondalari polimineral tuzilishga ega. Ularning tarkibiga ko'p miqdordagi minerallar kiradi, ularning asosiy qismi birlamchi klassik shaklga ega.

Lyossimon jinslarning yirik fraksiyasining tarkibiga (5 mkm dan katta zarralar) 50 dan ortiq har xil minerallar kiradi, ulardan 10-15 ta mineral jins hosil qiluvchi hisoblanadi, boshqalari aksessorlarga taalluqlidir. Bu minerallarning 99-99,8% yyengil fraksiyali (zichligi $2,75 \text{ g/sm}^3$) minerallarga kiradi. Minerallarning katta guruhi ichida nisbatan asosiysi kvarts va dala shpatidir; karbonatlar, slyudalar, gips va boshqa minerallar kam miqdorda uchraydi. Tog' oldi va tog' yonbag'rilardagi lyossimon gruntlar tarkibida kvarts va dala shpati taxminan teng miqdorda bo'ladilar, tekislikdagi kvarts dala shpatidan ustun turadi.

Lyossimon gruntlarning nozik zarrali fraksiyalarida gidroslyuda, kvarts, kalsit, montmorillonit va kaolinit asosiysi hisoblanadilar. Qolgan kolloid-dispers minerallar ikkilamchi qiymatga egalar va odatda oz miqdorda bo'ladilar. Kolloid-dispers minerallarning assotsiatsiyasida eng katta farqlanish bir tomondan tekislik lyossimon gruntlari, ikkinchi tomondan tog' oldi va tog' yon bagirlari orasida kuzatiladi. Masalan, tekisliklar atrofida lyossimon jinslarning gilli fraksiyalarida asosiy qism

gidroslyuda, montmorillonit va kaolinit, tog' oldi hududlarida – gidroslyuda va kvars keng tarqalgan.

Lyossimon gruntlar ichida mineralli moddalar bilan birgalikda *gumus* ham uchraydi. Ular tarkibi jihatidan gumuslashgan qatlamga va ko'miladigan tuproqqa mansubdir, ularning miqdori 1-2% ga yetadi. Ko'milgan tuproqlar orasida yotgan lyossimonlarda har doim gumus 1% dan kam bo'ladi. Yuqori gidrofillikka ega bo'lgan bunday birikmaning bo'lishi va ko'pchishga moyilligi lyossimon gruntlarda cho'kish hodisasining yuzaga kelishini qiyinlashtiradi.

Lyossimon gruntlarning muhim jihatidan bittasi ularning karbonatliligidir. MDHning shimoliy qismida karbonatlarning miqdori 0,1 dan 0% gacha o'zgaradi, shimoldan janubga (yuqori namlangan hududlardan quruq tumanlarga) tomon qonuniy oshib boradi. Karbonat kalsiyli ohakning ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) yig'ilgan miqdori G'arbiy Yevropada 0 dan 35% gacha o'zgaradi, ularning 10% ni MgCO_3 tashkil qiladi. O'rta Osiyo lyossilarida karbonatlar odatda 15-25% ni tashkil qiladi.

Lyossimon gruntlarda qiyin eriydigan karbonatlar bilan birgalikda boshqa suvda yyengil eriydigan birikmalar ham uchraydi. O'rtacha va yengil eriydigan tuzlardan eng ko'p tarqalgani gips va xlorli kalsiy hisoblanadi. Undan tashqari yengil eruvchi tuzlar sifatida Na_2SO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 , NaNO_3 va Na_2CO_3 uchraydi. Lyossli gruntlarda suvli tortmadagi quruq qoldig'i bilan tavsiflanadigan suvda eriydigan tuzlarning umumiy miqdori odatda 0,02 dan 2,6% ga o'zgaradi. O'rta Osiyoning bir qator tumanlarida lyossimon gruntlardagi yengil eriydigan tuzlarning miqdori 5% ga yetadi. Umuman olganda lyossimon gruntlarning sho'rlanishi quruq iqlimli tumanlardan dengiz tomonga qarab kamayib boradi.

Lyossimon gruntlarning *tabiiy namligi* keng doirada – 1 dan 40% gacha o'zgaradi. Ko'pincha ularning miqdori 5 dan 20-25% gacha tebranadi. Ularning qiymati joyning iqlim va gidrogeologik sharoitiga bog'liq bo'ladi. Quruq iqlimli tumanlarda yer osti suvlari chuqur bo'lganda (O'rta Osiyo, Ukrainaning janubi, Stavropol o'lkasi), lyossimon gruntlar, odatda, uncha katta bo'lmagan namlikka (3-15%) ega bo'ladi. Atmosfera yog'inlari ko'p bo'lgan tumanlarda va grunt suvlari yaqin bo'lganda (MDHning markaziy Yevropa qismida, Ukrainaning shimolida, G'arbiy

Sibirida) lyossimon gruntlarning namligi (16-35%) odatda plastiklikning quyi chegarasidan yuqori bo‘ladi.

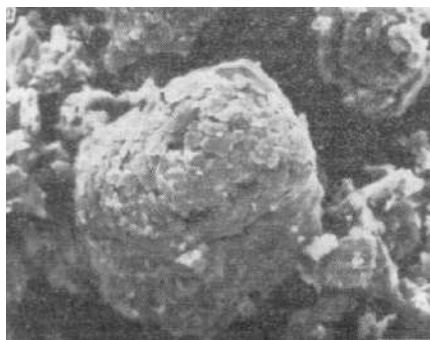
Lyossimon gruntlarning tabiiy namligi va ularning cho‘kuvchanligi orasida kerakli darajada bog‘liqlik bo‘ladi: odatda cho‘kuvchan lyossimon gruntlarda tabiiy namlik kam miqdorda (15-20%) uchraydi.

Lyossimon qatlamning *tuzilishi* bir qator xususiyati bilan tavsiflanadi. Bularga: 1) qatlamlarning bo‘lmasligi yoki ularning ko‘rinishi sezilmas darajada bo‘lishi; 2) ko‘milgan tuproqlarning va gumuslangan qatlamchalarning bo‘lishi (ko‘pincha cho‘l turidagi ko‘milgan tuproqlar, shuningdek dernovo-podzollik, lugovo-qoratuproqli va lugovo-botqoqlik uchraydi); 3) qalinligi bir necha santimetrdan metrgacha qum qatlami va graviy-galechnikning bo‘lishi (Kavkaz va O‘rta Osiyoning tog‘ oldi tumanlarida); 4) ayrim tumanlarda (Ukraina, Kuban va boshqalar) qalinligi 1 m gacha vulqon kullarining bo‘lishi; 5) organik yo‘l bilan hosil bo‘lgan makrog‘ovaklik va bo‘shliqlarning (kalamush, chuvalchang yo‘llari) bo‘lishi; 6) karbonat, gips, o‘lchami 2-3 mm dan 20 sm va ayrim hollarda undan katta bo‘lgan marganesli gorizontning rivojlanishi; 7) tabiiy rezervning yuqori qismida stolbali donalarning borligi.

Lyossimon gruntlar strukturasi muhim tavsiflaridan biri uning g‘ovakligidir, u umumiy holatda zarralarining va agregatlarining orasida bo‘ladi. Uning qiymati 30dan 50% gacha, ko‘pincha 45-55%ga o‘zgaradi. Bunday yuqori g‘ovaklik, lyoss gruntlarida boshqa sabablar bilan birgalikda ular namlanganda cho‘kuvchanlikning hosil bo‘lishiga olib keladi.

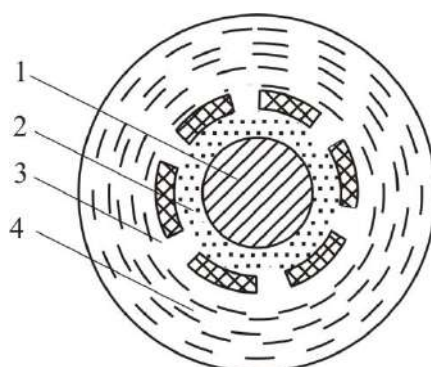
Lyossimon gruntlar uchun xos bo‘lgan struktura skeletli va skelet matrichli mikrotuzilishdir. N.N.Kamissarova (1977) tadqiqotlari natijasida, lyossimon jinslarning strukturali elementi murakkab tuzilishga ega va birlamchi mineral zarralaridan iborat bo‘lgan, “ko‘ylak” bilan qoplangan nozik dispers moddali ellips shaklidagi konsentrik globulyar agregat (1.1-rasm) bo‘lishi aniqlangan. Bunday agregatning yadrosi o‘lchami 0,05-0,01 mm bo‘lgan birlamchi kvarsning (kam holatlarda dala shpati) bloklaridan iborat bo‘ladi. U yupqa kalsitli “teshik” qobiq bilan o‘ralgan bo‘lib, uni ustida yuza murakkab tarkibli “ko‘ylak” joylashadi. Unda ko‘pincha gilli minerallar (gidroslyuda, montmorillonit, aralash qatlamli minerallar, ayrim

hollarda kaolinit va xlorit), temir oksidi, nozik dispersli kvars va kalsit (1.1-rasm) bo‘ladi [2].



1.1-rasm. Lyossimon suglinokning globulyar agregati

Lyossimon gruntlarning ayrim strukturali elementlarini orasidagi tutash joy gilli minerallarning yuza “ko‘ylagi” orqali amalga oshiriladi. Bog‘lanish asosan ionn-elektrostatik tabiatga ega bo‘ladi. Karbonat va boshqa tuzlar bilan bo‘ladigan tutash joylar kam (1.2-rasm.).



1.2-rasm. Globulyar agregatning tuzilish sxemasi – lyossimon gruntlarning asosiy strukturali elementi (N.N.Komissarova bo‘yicha):
1 - kvars; 2 - amorfli gel SiO_2 ; 3 – CaCO_3 ; 4 – gilli zarralar+ Fe_2O_3 +amorf SiO_2 + CaCO_3 +kvars

Bu bog‘lanishlar sababli globulyar agregatlar yirikroq strukturali, o‘lchami 0,1 mm dan katta birlikka o‘zaro birlashganlar. Agregatlar lyossimon gruntlarning turg‘un bo‘lmagan elementi hisoblanadi. Ular gruntga suv ta‘sir qilganda ayrim globulalarga yengil ajraladilar, bu cho‘kuvchanlik hodisasini keltirib chiqaradi.

Lyossimon gruntlarning xossalari. Lyossimon gruntlar qattiq zarralarining zichligi 2,54 dan 2,84 g/sm³ gacha o'zgaradi; ko'pincha u 2,60-2,75 g/sm³ ga teng bo'ladi. Uning o'rtacha qiymati 2,67 g/sm³. Bu ko'rsatkichning eng past qiymati gumuslashgan lyossimon jinslarga (2,54-2,60 g/sm³) xosdir.

Lyossimon gruntlarning zichligi 1,33 dan 2,03 g/sm³ gacha o'zgaradi. Uning namlikka bog'liq bo'lgan qiymati ma'lum miqdorda hududga bog'liq bo'ladi: quruq iqlimli tumanlarda zichlik gumidli tumanlarga nisbatan kichik qiymatga ega.

Lyossimon gruntlar skeletining zichligi 1,12 dan 1,79 g/sm³ gacha o'zgaradi; ko'pincha ular 1,40-1,60 g/sm³ ni tashkil qiladi. Uning qiymati ko'pchilik tumanlarda chuqurlik ortishi bilan oshadi. U cho'kuvchanlik bilan korrelyatsiyalashadi: lyossimon grunt skeletining zichligi 1,40 g/sm³ dan oshganda cho'kuvchanlikning kamayishi qonuniyati kuzatiladi.

Lyossimon gruntlar katta bo'lmagan plastiklik bilan tavsiflanadilar. Lyossning plastiklik soni odatda 4-10 atrofida o'zgaradi, lyossimon suglinoklarda – 7-8; uncha ko'p tarqalmagan lyossimon glinalarda plastiklik soni yuqori (25-30 gacha) bo'ladi.

Lyossimon gruntlarning eng tavsifli xossalardan biri ularda suvga mustahkamligining kamligidir. Bu ularning tez bo'kishi va ko'p yuvilishida ifodalanadi. Mana shu xossa lyossimon gruntlar tarqalgan hududlarda jarliklarning tarqalishiga sababchi bo'ladi.

Lyossimon gruntlarning suv o'tkazuvchanligi keng doirada o'zgaradi: filtratsiya koeffitsiyenti 0,001 dan 8,5 m/sut (odatda 0,1-0,5 m/sut) gacha tebranadi. Bu gruntlar uchun suv o'tkazuvchanlik anizotropiya xossasiga ega: filtratsiya koeffitsiyentining vertikal yo'nalish bo'yicha miqdori 1,5-15 marotaba (ayrim hollarda undan ortiq) gorizontallik yo'nalishga nisbatan ko'p. Bundan tashqari, lyossimon gruntlarning filtratsiya koeffitsiyentini vaqt davomida o'zgarishi (kamayishi) kuzatiladi, bu asosan ikkita sabab bilan tushuntiriladi: jinslarning gilli zarralarining ko'pchishi va kolmatatsiya hodisasi bilan.

Lyossimon gruntlarning siqilishi keng doirada o'zgaradi: siqilish koeffitsiyentining qiymati, yuk 1-2 kg/sm² (0,1-0,2MPa) oraliqda bo'lganda 0,5 dan 6,7 kg/sm² (0,67MPa) gacha o'zgaradi. U jinslarning namligi, shuningdek strukturali xususiyati bilan juda ham yaxshi

bog‘langan. Tabiiy namligi uncha katta bo‘lmagan lyoss va lyossimon gruntlarda siqilish uncha katta bo‘lmaydi: yuk ostida ularning cho‘kish miqdori ham uncha katta emas. Namlikni oshishi, jinsini suv bilan to‘yinishi ularning siqilishga qarshiligini juda tez kamaytiradi.

Lyossimon gruntlarning deformatsiya moduli 2-3 dan 500-550 kg/sm² (50-55 MPa) gacha o‘zgaradi. Eng katta deformatsiya moduli namligi 17-18% bo‘lgan jinslarga xosdir. Kuchli namlangan lyossimon gruntlarning deformatsiya moduli (namligi 20-25% dan yuqori), odatda, 150 kg/sm² (15 MPa) dan kichik bo‘ladi. Suvga to‘yingan jinslarniki 45-50 kg/sm² (4,5-5,0 MPa) dan kichik.

Cho‘kuvchanlik - lyossimon gruntlarga xos xossadir. Bu uni namlanganida o‘zining hajmini kamaytirish qobiliyati bilan izohlanadi, natijada yer yuzasining cho‘kishi ro‘y beradi va muhandislik inshootlari deformatsiyaga uchraydi. Lyossimon gruntlar nisbiy cho‘kuvchanlik koeffitsiyentining maksimal qiymati 2-4 m chuqurlikda 0,07-0,12 ga yetadi.

Lyossimon gruntlarning surilishga qarshiligi ularning fizik holati bilan aniqlanadi: quruq holatda uning qiymati katta, jinsni namlaganda u kuchli kamayadi. Lyossimon jinslarning ichki ishqalanish burchagining qiymati unga qo‘yilgan normal bosim va namlikka bog‘liq ravishda 5 dan 31° gacha, bog‘lanish kuchi – 0 dan 0,4-0,5 kg/sm² (0,1MPa) gacha o‘zgaradi. Lyossimon gruntlarning muhim tavsiflaridan biri ularning namlanganda surilishga qarshiligining birdan kamayishidir: ichki ishqalanish burchagi 4-8° ga va bog‘lanish kuchining qiymatini ham katta miqdorga kamayishi kuzatiladi.

1.2 Gruntlarning tabiati, ularning mustahkamligi va turg‘unligi

Gruntlarning tarkibi, inshootlar ostida ko‘p marotaba ta’sir qiluvchi yuk ta’sirida, shuningdek ob-havo va iqlim, harorat va namlikning o‘zgarishi ta’sirida vaqt davomida o‘zgarib boradi.

Avtomobil yo‘llari yo‘l poyi ko‘p holatda zarralarining yirikligi 2 mm dan katta bo‘lmagan mayda donali gruntlardan quriladi. Yirik donali gruntlar, zarralarining yirikligi 2 mm dan katta bo‘lgan va tog‘ jinslarining bo‘laklaridan tuzilgan, ko‘pincha tog‘li hududlarda uchraydi. Gruntlarning

fizik-mexanik xossalari, V.V.Oxotin [3] ko'rsatganidek, asosan grunt tarkibidagi gil zarralarining miqdori va xossasiga bog'liq bo'ladi. Kam miqdorda bo'lsa ham gil zarralarining fraksiyalari sezilarli darajada gruntlarning gidrofilligiga, mustahkamligiga, suv o'tkazuvchanligiga va ko'pchishiga sezilarli ta'sir qiladi. Gilli minerallarning yuqori faolligi faqat ularning katta solishtirma yuzasi bilan emas, shuningdek ularning ichki tuzilishi bilan ham tushintiriladi. Ichki tuzilishi va solishtirma yuzasi gil zarralarining mineralogik tarkibi bilan uzviy bog'liqdir.

Gilli minerallarni gidroslyudalar, kaolinit va montmorillonitlarga bo'lish qabul qilingan. Gruntlarda gil fraksiyalari odatda polimineralli hisoblanadi, shuning uchun unda qandaydir mineralning asosiy ekanligini qayd qilish mumkin, shuning uchun grunt umuman olganda qandaydir guruhga taalluqli hisoblanadi.

Eng ko'p tarqalgan mineral gidroslyuda hisoblanadi, ular gilli jinslar tarkibining 95% ini tashkil qiladilar. Taxminan 60% gilli jinslar gidroslyudalarga taalluqli hisoblanadilar. Tarqalishi bo'yicha montmorillonitli gruntlar ikkinchi o'rinda turadilar, kaolinitlilar – uchinchi o'rinda.

Gidroslyudalar murakkab minerallar hisoblanadilar, ularning solishtirma yuzasi taxminan 80 m²/g. Gidroslyudalar plastinkalarining qalinligi ko'ndalang o'lchamiga nisbatan taxminan 20 marotaba kichik va 0,05-0,5 mkm ni tashkil qiladi. Ular barqaror kristalli panjaraga va katta faollikdagi yuzaga ega [1]. Montmorillonitning asosiy xususiyati – kristalli panjaralari qatlami orasidagi bog'liqlikning bo'shligidir, shuning uchun ular harakatchandirlar. Suvning molekulasi va boshqa polyar suyuqliklar erkin ravishda montmorillonitning strukturali qatlamlari orasiga kirib boradi va shu bilan birgalikda ularning orasini 10 – 15 marotaba o'zgartiradi. Montmorillonit plastinkasi qalinligi 100-300, ayrim hollarda 1000 marotaba ko'ndalang o'lchamlariga nisbatan katta. Faol yuzasi 800 m²/g ga yetadi. Kaolinit plastinkasining qalinligi 10 marotaba uning ko'ndalang o'lchamidan kichik va 1 – 20 mkm ni tashkil qiladi. Solishtirma yuzasi nisbatan kichik va taxminan 10 m²/g ni tashkil qiladi.

“Gruntshunoslik” fanidan gruntlarning fizik-mexanik xossalari ularni gil fraksiyalarining mineralogik tarkibini ta'sir qilishi yaxshi tanish. Shu bilan birgalikda gruntning xossasiga granulometrik tarkibini ta'sirini

o'rganib, uning mineralogik tarkibini ta'sirini ham hisobga olish mumkin.

Zarralar yuzasida suvning adsorbsiyalangan qatlami hosil bo'ladi. Bu qatlam, mustahkam bog'langan suv deb nomlangan, anomal xossaga ega. Masalan, bu suvning zichligi $1,2 - 2,4 \text{ g/sm}^3$ atrofida, uning muzlash harorati, Bouyukosni aniqlashicha -78 C° teng bo'ladi. Undan tashqari, bu suv ko'p miqdorda qovushqoqlik, elastiklik va surilishga mustahkamlikka ega bo'ladi [2].

Mustahkam bog'langanning ustida bo'sh bog'langan suv joylashgan, u qattiq zarraning ustiga yaqin joyga kamroq kuch bilan ushlanib turadi. Bu suvning xossasi erkin holatdagi suvning xossasiga yaqin. Shu bilan birgalikda u erkin suvga nisbatan sekin harakatlanadi, uning tezligi haroratga bog'liq bo'ladi. Ko'pchilik tadqiqotchilar mustahkam bog'langan suvning qalinligi bir necha o'n marotaba molekulaning ko'ndalang o'lchamidan katta [1] deb taxmin qiladilar.

Gruntda bog'langan suvning miqdori uning mineral tarkibiga bog'liq bo'ladi. Montmorillonitda bog'langan suv mineral zarraning massasiga nisbatan boshqa gilli minerallarga nisbatan ko'p hisoblanadi. Bu montmorillonitning juda katta solishtirma yuzasi va uning kristall reshoytkasiga kirib borishi bilan izohlanadi. Amaliy maqsadlar uchun mustahkam, shuningdek bo'sh suvlar miqdorining yig'indisi namlikning tavsifiga nisbatan belgilanishi kerak. Plastiklik chegarasidan kam namlikda (jo'valanish) hamma suv bog'langan holatda, namlik ortishi bilan erkin suv hosil bo'ladi deb taxmin qilinadi. Bunday taxmin gruntlarning ko'pchishga va muzlashga turg'unligini sinashda bilvosita tasdig'ini topadi.

Tashqi kuchlar kabi, grunt komponentlari orasida rivojlanadigan kuchlar ta'siri ostida struktura hosil bo'ladi. *Gruntlarning strukturasi* deb uni tashkil qiluvchi elementlarining o'lchami, shakli, yuzasining tavsifi, jinsda ularning miqdoriy nisbati (ayrim zarralar, agregatlar, zanjirlar) va ularning bir-biriga nisbatan bog'liqliklari tushuniladi [1]. Gruntlarning bog'liqlik tabiati va ularning strukturasi hosil bo'lishi to'g'risida hozircha birorta yagona fikr mavjud emas. Shuning uchun bu masalaga bag'ishlangan bir nechta gipoteza rivojlantirilgan, ular yordamida bilimning ma'lum bir darajasida gruntning bir qator xossalarini tushuntirish mumkin. Bir qator gipotezalarni qo'llash mumkinligi to'g'risida shubhalar mavjud, bu ikkita qattiq yuzaning o'rtasiga

joylashgan yupqa suyuqlik ularning ajratuvchi ta'siri borligi aniqlangandan so'ng ma'lum bo'ldi.

P.A.Rebinderning maktabining kolloid-kimyoy gipotezasi asosida kolloid-dispers tizimning struktura hosil qiluvchi nazariyasi rivojlantirildi. Bu nazariyaga asosan dispers tizimda zarralar orasidagi bog'liqlikning tavsifi bo'yicha ikki xil turdagi: koagulyatsion va kondensatsion-kristallashgan struktura hosil bo'lishi mumkin. Gruntlarga nisbatan shunga o'xshash gipoteza V.Lemb [4] tomonidan ishlab chiqilgan.

Strukturaning tavsifiga ko'p miqdordagi omillar, shuningdek gruntlarning mineralogik va granulometrik tarkibi, namligi, yutilgan kationlarning tabiati va boshqalar ta'sir qiladi. Shuningdek gruntlarning hosil bo'lish sharoiti ham katta miqdorda ta'sir qiladi. Gruntlarning strukturasi iqlim va mexanik ta'sir natijasida o'zgaradi. Iqlim ta'sirida gruntlarga qo'shimcha namlik kiradi va haroratning o'zgarishi yuz beradi. Manfiy haroratda grunt tarkibidagi namlikning ko'p qismi muzlaydi, bu strukturaning o'zgarishiga olib keladi.

Strukturaning mustahkamligi va turg'unligi ko'p jihatdan umuman olganda muhandislik inshootining mustahkamligi va turg'unligini belgilaydi. *Mustahkamlik* deb gruntlarning butunligini buzmasdan yukni ushlab turish qobiliyati tushuniladi, *turg'unligi* deb – tashqi ta'sir natijasida o'zining birlamchi holatini shunday o'zgartirish qobiliyati tushuniladiki, buning natijasida yuz beradigan deformatsiya berilgan inshoot uchun ruxsat berilganidan oshmasligi kerak.

Mexanik ta'sir, uning tavsifi va kuchi, shuningdek gruntning boshlang'ich holatga bog'liq ravishda strukturani har xil ko'rinishda o'zgartirishi mumkin. Agar yuk ma'lum bir chegaradan oshmasa, strukturadagi o'zgartishlar uning mustahkamligini oshiradi, agar bu chegaradan oshsa, umuman gruntning mustahkamligini kamaytiradi. Shuning uchun yo'l poyi qurishning texnologik jarayonlari shunday tashkil qilinishi kerakki, natijada faqat mustahkam emas, shu bilan birgalikda gruntlarning turg'unlik strukturasi erishilsin. Bu holatda mexanik ta'sirning ahamiyati favqulodda muhim, ammo strukturaning mustahkamligi va turg'unligi, shuningdek, gruntning tabiati va uni namligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun hamma turdagi gruntlar va ularning holati uchun kerakli mustahkamlik va turg'unlikni olib bo'lmaydi.

Tadqiqotlar, asosan ko'p yillik qurilish tajribasi qoniqarli mustahkamlik va turg'unlikka erishish mumkin bo'lmagan gruntlarning turini aniqlash imkonini berdi. Bunday gruntlardan avtomobil yo'llarini qurish taqiqlangan. Ularning nomlari ma'lum va deyarli hamma texnik normalarda keltiriladi.

Yo'l poyiga ishlatish ruxsat berilgan gruntlarning mustahkamligi va turg'unligi bir xil emas, shuning uchun ularni qo'llash differensiyalashgan bo'lishi kerak, ya'ni gruntning qandaydir turi yo'l poyining ma'lum bir qismida foydalanishga ruxsat beriladi, xususan ko'tarmalarda qurilish jarayonida hosil bo'lgan grunt strukturalari tabiiy va mexanik ta'sirlar natijasida strukturasini buzmaydiganlaridan foydalaniladi.

Ko'tarmalar ishlab chiqarishda tabiiy tuzilishi yer-transport mashinalari bilan buzilgan gruntlardan quriladi. Vaqt o'tishi bilan ayrim zarralar va agregatlar orasidagi bog'liqliklar tiklanadi, bunga ayrim zarralar va agregatlar orasidagi tutash joylaridagi suv-kolloid plyonkalarda kechadigan qarish va qayta kristallashuv sabab bo'ladi. Shu ko'rinishda gruntlarda mustahkamlanish yuz beradi.

Gruntlarning zarralari orasidagi bog'lanish kuchi ta'sir qiluvchi yukning davomiyligiga bog'liq bo'ladi. Bu bog'liqlik gruntlarning "qarish" jarayoni yuk ta'sirida yuzaga kelishini ko'rsatadi, shu bilan birgalikda mustahkamlik uzoq vaqt davomida hosil bo'lgan tabiiy holatnikidan ham katta bo'lishi mumkin.

Vaqt davomida yoki yuk ta'sirida kechadigan bunday mustahkamlanish natijasida grunt zarralari orasida juda qattiq bog'liqlik hosil bo'ladi. Gruntlarning deformatsiyasi bu bog'liqlik buzilganda yuz beradi. Shuning uchun yukning o'ziga xos "ostonasi" yuzaga keladi. Yukning qiymati uning qiymatidan kam bo'lsa, mustahkamlangan gruntning deformatsiyasi kuzatilmaydi. Bunday mustahkamlik bog'liqligi ikkilamchi bog'liqlik deb ataladi, strukturali bog'lanish yoki yukning birinchi momentida zarraga ta'sirida hosil bo'lgan bog'lanishdan farqli mustahkamlanish bog'lanishi deb ataladi.

Gruntlarni *bog'langan*, *bog'lanmagan*, *kam bog'langan*larga bo'lish mumkin. Gruntlarning fizik-mexanik xossalari, xususan ularning bog'liqligi tarkibidagi gil zarralarining miqdoriga bog'liq bo'ladi. Bog'langan gruntlarga tarkibida 12% dan ko'p gil zarralari bo'lgan

gruntlar, bog‘lanmaganlarga – ularning miqdori 3% va undan kamlari kiradi. Oraliqdagi gruntlarning guruhi, gil zarralarining miqdori 4 dan 11% gacha bo‘lganlarni kam bog‘langanlar deb atash mumkin. Bunday bo‘lish qulay, ammo shartli, chunki bu chegaralar orasida gruntning xossalari bir-biridan keskin farq qilmaydi. Ta’kidlash kerakki, O‘zbekiston hududida yo‘l poyini qurishda asosan bog‘langan, xususan lyossimon gruntlardan foydalaniladi [4].

Vaqt davomida strukturali bog‘lanishning kuchayishi bog‘langan gruntlar uchun tavsiflidir. Bir xil zichlikda strukturali bog‘liqlikning o‘zgarishi tabiiy yotgan gruntlar va ko‘tarma gruntlarning xossalari orasidagi farqlarga sabab bo‘ladi. Tabiiy holdagi gruntlar mustahkamroq bo‘ladi va bir xil yuk ostida kamroq deformatsiya beradi.

Bog‘langan gruntlar tabiiy holatda yotganda mineral zarralarining kattaroq va zichroq agregatlaridan iborat, shuning uchun bu agregatlar orasidagi g‘ovakliklar buzilgan strukturali gruntnikiga nisbatan yirikroq bo‘ladi. Bu grunt skeletining mustahkamligini oshiradi va umumiy suv sig‘imini orttiradi. Bir xil miqdordagi suv sig‘imida bunday tizimda bog‘langan suvning miqdori kamayadi, aksincha erkin suvning miqdori oshadi. Bunday strukturani mexanik buzishda bog‘langan va bog‘lanmagan suvlarning qayta taqsimlanishi yuz beradi, bu erkin suvning ortishiga olib keladi.

Namlik gruntlarning fizik-mexanik xossalariga alohida muhim ta’sir qiluvchi omillarga kiradi. Bog‘langan gruntlarning namligi asta-sekin ortishi bilan, avval monolitdan olingan vaqtida quruq va mustahkam, shuningdek mo‘rt bo‘lgan, pasta holatiga, ya’ni plastik holatga, keyin oquvchanlik holatiga olib keladi. Ma’lumki, gruntlarning namligi bo‘yicha plastik holati ikkita nuqta bilan chegaralangan – *plastiklik* va *oquvchanlik* chegaralari. Plastiklik chegarasi *jo‘valanish* chegarasi ham deb ataladi.

Avtomobillar harakatlanganida yo‘l poyi gruntiga tez ta’sir qiluvchi yuk beriladi. Xuddi shunday, lekin undan ham jadal yuk gruntlarni mashinalar bilan zichlashtirishda ta’sir qiladi. Bu holatda gruntlarning ma’lum bir turlari *tiksotrop o‘zgarishga* uchraydi. Agar gruntlarning namligi yuqori bo‘lsa, bu o‘zgarish juda sezilarli bo‘ladi. Tiksotrop o‘zgarishlarning mazmuni gruntlar silkitilganda quyqalashadi va suv ajralib chiqadi. Bunday quyqalanish vaqtida gruntning mustahkamligi

birdan kamayadi va uning deformatsiyalanish qobiliyati ortib ketadi. Tiksotrop o'zgarishlar orqaga qaytuvchi hisoblanadi, ya'ni mexanik ta'sir to'xtagandan so'ng gruntning mustahkamligi ortib boradi, tiksotrop mustahkamlashuv ro'y beradi. Bu jarayon oxirigacha davom etishi mumkin, ya'ni gruntlar uzoq vaqt tinch turganida birlamchi xossalarini tiklashi mumkin. Tiksotrop hodisasi gruntlarning xossalarini ma'lum miqdorda o'zgartirishi mumkin va shuning uchun yo'l poyini ko'rishda, shuningdek mashinalar bilan gruntlarni zichlashtirishda hisobga olinishi kerak.

Gruntlarning deformatsiyasi, boshqa materiallar singari, *qaytuvchi* va *qaytmas* bo'lishi mumkin. Qaytuvchi deformatsiya yukning ta'siri to'xtashi bilan yo'qoladi, aksincha qaytmas qoladi. Materiallar mexanikasida deformatsiyaning qaytuvchi qismi, odatda tovush tezligiga yaqin tezlikda ro'y beradigan, elastik deb atalish qabul qilingan. Gruntlar deformatsiyalanish jarayonida qaytuvchi deformatsiyaning bir qismi, ma'lum bir sharoitda, yuqori tezlikda kechadi. Qolgan deformatsiyalarning tezligi nisbatan sekin, natijada uning o'zgarishi mos ravishda kuchlanish jolatining o'zgarishidan orqada qoladi.

Agar bog'langan gruntning hamma suvlari bog'langan holatda bo'lgan hajmiga yuk qo'yilsa, unda uni faqat mineral zarralar, ya'ni grunt skeleti qabul qilmasdan suv ham qabul qiladi. Berilayotgan yukning qancha qismini suvning plyonkasi qabul qiladi yoki grunt skeleti qabul qiladi degan savol mavhum bo'lib qolmoqda. Shunga qaramasdan, yirik donali gruntlarda ng asosan skeleti qabul qiladi, mayda zarrali gruntlarda – grunt zarrasini atrofini o'rab olgan suv plyonkasi qabul qilishi aniqlangan.

Agar gruntni o'suvchi yuk bilan yuklansa avval zarralardan iborat agregatlarning o'zaro surilishi yuz beradi va keyin agregat ichidagi zarralar surila boshlaydi, chunki agregat ichidagi bog'lanish kuchi, odatda, ular orasidagi bog'lanish kuchidan katta bo'ladi [5]. Zarralar yoki agregatlarning o'zaro surilishi natijasida avval ularni o'rab turgan suv-kolloid plyonkalar o'zaro to'qnashadilar, ularning tutash joylarida deformatsiyalar yuz bera boshlaydi. Natijada tutash joylardagi plyonkalarning qalinligi kamayadi, ya'ni kuchlangan joylardan namni kuchlanish kam bo'lgan joylarga siqib chiqarilishi boshlanadi. Plyonkali suvning qovushqoqligi erkin suvga nisbatan yuqori, shuning uchun

migratsiyasi kishik tezlikda bo'ladi. Katta siqilishda va tutash joylarning miqdori ko'p bo'lganda kuchlanmagan joylardagi fizik-kimyoy kuchlari bilan ushlab turilgan plyonkalarining qalinligi chegaraviy o'lchamdan oshib ketadi, shuning uchun bu joylardagi suvning bir qismi erkin holatga o'tadi. Erkin suv kuchlangan hududdan qochishga harakat qiladi. Uning harakatining yo'nalishi gravitatsiya kuchi, kuchlanganlik holatning tavsifi va ko'rilayotgan grunt hajmi strukturasi bilan aniqlanadi. Erkin suvlar g'ovakliklar va qisqa kapillyarlar orqali o'tishda katta qarshiliklarga uchraydi. Shuning uchun bu suvda migratsiya katta tezlikda yuz bermaydi.

Zarralar yoki agregatlarning o'zaro yaqinlashishida havo siqib chiqariladi, ammo uning bir qismi bekiq g'ovakliklarda bo'lgani sababli chiqib ketolmaydi. Bu havoni "qisilgan" deb ataladi. Deformatsiyani ortib borishi bilan qisilgan havo siqiladi, bu grunt g'ovakligida bosimning ortishiga olib keladi. Qisilgan havo o'ziga xos amortizator sifatida bo'lib, gruntning deformatsiya tezligini kamaytiradi.

Jarayonlarning keyinchalik davom etishi natijasida faqat suv-kolloid plyonkalar deformatsiyalanib qolmasdan mineral zarralar ham deformatsiyalanadi. Ko'pchilik holatlarda bu deformatsiyalarni qaytar deb faraz qilsa bo'ladi. V.D.Lomtadzening fikricha, gilli gruntga 7000 kg/sm^2 (700 MPa) yuk berilganda ham uning granulometrik tarkibi o'zgarmaydi, bu zarralarning o'zini buzilmasligini bildiradi. Ammo bog'langan va bog'lanmagan gruntlarning qum zarrasi bunday katta kuch bo'lmasa ham, odatdagi yuk bo'lganda sinishi ma'lum. Dumaloq shakldagi katta miqdordagi qumli zarralari bo'lgan bog'lanmagan gruntlarga nisbatan, deformatsiya siqilish ko'rinishida bo'ladigan, zarralarining shakli cho'zinchoq plastinkali bo'lgan gilli gruntlarda deformatsiya ularning egilishi natijasida ro'y beradi, shuning uchun o'zining absolyut qiymati bo'yicha u sezilarli katta bo'ladi. Bu bilan bog'langan gruntlarning qaytar deformatsiyasi bog'lanmagan gruntlarnikiga nisbatan katta bo'lishini tushuntirish mumkin.

Qandaydir grunt hajmining deformatsiyasi ko'p miqdordagi ayrim zarralar, shuningdek agregatlarning o'zaro surilishidan iborat, shu bilan birgalikda bu surilish suv-kolloidli plyonkalarining deformatsiyasidan iboratdir. Ayrim zarra va agregatlar ixtiyoriy ravishda xaotik joylashgani

uchun plyonkalar surilishi, siqilishi va cho‘zilishi ham mumkin. Plyonkaning qovushqoqligi, zarra va agregatlarning o‘zaro bog‘liqligi, erkin suvning migratsiyasi va qisilgan havoning siqilishi deformatsiyani sekinlashtiradi, natijada uning rivojlanishi doimo kuchlanish holatining o‘shidan orqada qoladi.

Grunt-dagi yuk olingandan so‘ng zarra va agregatlarning surilishi teskari yo‘nalishda bo‘ladi. Bu surilishlarning yig‘indisi qaytuvchi deformatsiyani beradi. Shunday qilib, qaytuvchi deformatsiya zarralarning o‘zini elastikligi, shuningdek ularning suv-kolloid plyonkasi, qisilgan havoning siqilishida kengayishi va grunt zarralarining tutashgan joylaridagi suv-kolloidli plyonkaning birlamchi qalinligining qayta tiklanishga bo‘lgan harakati natijasida, ya‘ni tutash bosim bilan siqib chiqariladigan namlik bo‘lgan joylarda ro‘y beradi.

Bog‘lanmagan gruntlar deformatsiyalanganda qo‘shni zarralarning tutash joylarida rivojlanadigan ishqalanish katta ahamiyatga ega. Qo‘shni o‘zaro tutashgan zarralarning nisbiy surilishi suruvchi kuchlar bog‘lanish kuchidan katta bo‘lganda ro‘y beradi. Keyinchalik zarralarning o‘zaro surilishlari tashqi kuch va ishqalanish kuchlarining orasidagi nisbat bilan aniqlanadi. Bu holatda tashqi yukning o‘shishi ishqalanish kuchini oshiradi, bu deformatsiyaning uzlukli oqishiga sabab bo‘ladi.

Mustahkamlikni oshirish vahamda yuk va ob-havo-iqlim omillarining ta‘siriga qarshilik qilish uchun gruntlar qovushqoq materiallar bilan qayta ishlanadilar. Natijada grunt zarralari va agregatlari orasidagi strukturali bog‘liqlikning tavsifi o‘zgaradi. Gruntlarning fizik-mexanik xossalari barqarorlashadi va uzoq vaqt saqlanuvchi kerakli turg‘unlikka erishadi.

Oxirgi yillarda o‘tkazilgan tadqiqotlar, gruntlarni mustahkamlashdagi jarayonlar juda murakkab, har xildir. Ular gruntning xossasi va foydalaniladigan qovushqoq materialning turiga bog‘liq bo‘ladilar. Bu jarayonlarni fizik-kimyoy (ion almashinuvi, qovushqoq moddalarning adgeziyasi, zarralarning orqaga qaytmas koagulyatsiyasi va boshqalar) va kimyoy (qovushqoq minerallarning gidroliz va gidrotatsiyasi, suvda erimaydigan gil va birikmalarning hosil bo‘lishi, polimer moddalarning polimerlashuvi, qovushqoq moddalar va ularni mahsulotlarining grunt zarralari bilan o‘zaro ta‘siri va boshqalar) turlariga

bo‘lish mumkin. Bu jarayonlar va mexanik ta‘sir (maydalash, surish va zichlash) natijasida ma‘lum fizik-mexanik xossaga ega material shakllanadi.

Gruntlarni mustahkamlash uchun har xil tabiatli qovushqoq materiallar ishlatiladi. Bu qovushqoq materiallar neorganik (sement, ohak, kullar, shlaklar, gips, tuz) va organik (bitum, degt) kabilarga bo‘linadilar. Foydalaniladigan qovushqoq moddaning turiga bog‘liq gruntlarning fizik-mexanik xossalari ham har xil bo‘ladi.

Umumiy holatda mustahkamlangan gruntlarning ikkita asosiy strukturali guruxi – qattiq va egiluvchan strukturali bog‘lanishli bo‘ladi. Birinchisi, odatda gruntlarni noorganik moddalar bilan qayta ishlashda hosil bo‘ladi va yuqori mustahkamlikka, ammo past deformatsiyalanish qobiliyatiga, ko‘p holatlarda suv- va muzlashga kam turg‘unlikka ega. Buzilgandan so‘ng qattiq bog‘liqligi qayta tiklanmaydi. Organik moddalar bilan gruntlarni qayta ishlashda egiluvchan strukturali bog‘lanishdagi material shakllanadi. Bunday mustahkamlangan gruntlarga nisbatan kam mustahkamlik tavsifli bo‘ladi, ammo ular yuqori deformatsiyalanish, suv- va muzlashga turg‘un qobiliyatga ega bo‘ladilar. Buzilgandan so‘ng bu bog‘liqliklar qisman tiklanadi. Har xil materiallarning yaxshi tomonlaridan foydalanish uchun, oxirgi vaqtlarda, gruntlarni noorganik va organik moddalarning kompleksi bilan qayta ishlanmoqda.

Mustahkamlangan va mustahkamlanmagan gruntlarning turg‘unligi va tashqi kuchlarga qarshiligi uning zichligi va namligiga bog‘liq bo‘lgan holati bilan belgilanadi. Tabiiy gruntlar xilma-xil bo‘lgani uchun zichlikning absolyut qiymati gruntning holatini to‘liq aks ettirmaydi, chunki bir xil grunt uchun zichlikning absolyut qiymati uning zichlik holatiga to‘g‘ri keladi, boshqasi uchun to‘g‘ri kelmaydi. Shu fikrni grunt skeletining massasiga nisbatan belgilanadigan namlik uchun ham ta‘kidlash mumkin. Har xil gruntlarning holatini solishtirish uchun ularni nisbiy ko‘rsatkichlar bilan baholash lozim bo‘ladi.

Gruntlarni sinashda avtomobil yo‘llari va aerodromlarni ishlash sharoitiga nisbatan mahsus sinash usuli ishlab chiqilgan, uni standart zichlashtirgich deb ataladi [6]. Bunday sinash natijasida maksimal standart zichlik δ_{\max} va qulay namlik W_q aniqlanadi.

Gruntlarning zichligini nisbiy qiymat – maksimal standart zichlikka nisbatan belgilash kerak bo‘ladi. Unda *nisbiy zichlik* teng bo‘ladi:

$$\delta_1 = \frac{\delta}{\delta_{\max}} = K, \quad (1.1)$$

bu yerda δ – absolyut qiymatli grunt zichligi.

Gruntning nisbiy zichligini ko‘pincha zichlashtirish koeffitsiyenti K deb ham ataladi.

Xuddi shunday gruntning nisbiy namligini ham topish mumkin

$$W'_q = \frac{W}{W_q}, \quad (1.2)$$

bu yerda W , W_0 – gruntning namligi va qulay namligi, %.

Nisbiy namlik, odatda, plastiklik chegarasiga yaqin, har xil turdagi gruntlar uchun 2 – 3% ga farq qilishi mumkin.

Grunt buzilmasdan ushlab turuvchi maksimal yuk uning mustahkamlik chegarasini bildiradi. Mustahkamlik chegarasidan kichik yukda deformatsiyaning asosiy qismi grunt hajmining qisqarishi, ya'ni uning zarralari va agregatlarining yaqinlashishi hisobiga bo‘ladi, bu zichlikning va gruntning tashqi yukka qarshiligining oshishiga olib keladi, ya'ni u mustahkamlanadi. Shu bilan birgalikda deformatsiyaning bir qismi uning zarralari va agregatlarining bir-biriga nisbatan sirpanishi natijasida rivojlanadi, ya'ni grunt hajmining o‘zgarishiga olib kelmaydi. Mustahkamlik chegarasiga yaqin yoki undan katta yukda deformatsiyaning asosiy qismi plastik sirpanish natijasida hosil bo‘ladi, grunt hajmining o‘zgarishi ro‘y beradi. Bu plastik sirpanish shunchalik ko‘p bo‘ladiki, u gruntning buzilishiga olib keladi. Gruntning yarim fazosini buzilishi qandaydir chuqurlikda yoriqliklarning hosil bo‘lishi bilan boshlanadi, u keyinchalik grunt yuzasida hosil bo‘ladi.

Ko‘pchilik holatlarda yo‘l poyi gruntiga yukning ta’siri gruntli yarim fazoning qattiq shtamp bilan deformatsiyalanishi ko‘rinishida qabul qilinadi. Gruntli yarim fazo deb bir tomonidan tekislik bilan chegaralangan gruntning cheksiz katta massivi tushuniladi. Harakatlanuvchi transport vositalari, shuningdek zichlashtiruvchi mashinalar orqali gruntga ta’sir qiluvchi kuchni bunday hisobiy sxema bilan belgilash mumkin. Bu

monografiyada asosan yarim fazoli gruntlar mexanikasiga tegishli masalalar ko‘riladi va shuning uchun yarim fazoga, birinchi galda quyida keltiriladigan qonuniyatlar taalluqli deb ko‘riladi. Ammo ayrim hollarda bu qonuniyatlar umumiy tavsifga ega bo‘ladi, ya’ni grunt namunasining deformatsiyalashiga taalluqli bo‘lishi mumkin, bu kerakli joylarda ta’kidlab o‘tiladi. Yarim gruntli fazoning yukka qarshiligi ma’lum miqdorda *deformatsiya moduli* bilan ham tavsiflanishi mumkin, u quyidagi ifodadan aniqlanadi [7]

$$E_0 = \frac{\sigma d_{sh}}{\lambda}, \quad (1.3)$$

bu yerda σ – shtamp ostidagi o‘rtacha tutash kuchlanishi, umumiy yukning shtampni maydoniga nisbatiga teng; d_{sh} – shtamp diametri; λ – shtampning to‘liq deformatsiyasi (cho‘kishi).

Tenglamadan:

$$\sigma = \frac{\lambda}{d_{sh}} E_0 = \varepsilon E_0, \quad (1.4)$$

agar nisbiy deformatsiyaning o‘rniga $\varepsilon = \lambda/d_{sh}$ olinsa va faqat qaytadiganini hisobga olmasdan, deformatsiyaning qaytmaydiganini ham hisobga olinsa mazkur ifoda Guk qonuniga o‘xshash bo‘ladi.

(1.3) tenglama qattiq radiusi R bo‘lgan doirali shtamp orqali elastik yarim fazoga yuk berilgandagi masalalarni yechish orqali olingan elastiklik nazariyasi ifodalarini interpretatsiya qilish natijasida keltirib chiqarilgan.

Bu ifoda quyidagi ko‘rishga ega

$$\lambda = \frac{P(1 - \mu^2)}{2RE}, \quad (1.5)$$

bu yerda P – shtampga tushuvchi to‘liq yuk; E – shamp yuklangan muhitning elastiklik moduli; μ – bu muhitning Puasson koeffitsiyenti.

Ifodani qayta quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\lambda = \frac{\pi (1 - \mu^2)}{4 E} \sigma d_w, \quad (1.6)$$

Muhit tarkibidagi materialning elastiklik modulini aniqlashda, cho‘zilish va egilish bo‘lmaganda, uning yarim fazosining shtamp bilan

deformatsiyalanishini quyidagicha yozish mumkin:

$$\lambda = \alpha \frac{\sigma d_{uz}}{E_1}, \quad (1.7)$$

bu yerda E_1 – yarim fazoning elastiklik moduli; α – to‘g‘rilovchi koeffitsiyent.

(1.3) va (1.7) ifodalar o‘xshash. Bir xil muhit uchun $\alpha = 1$, unda bu ifodalar bir xil bo‘ladi.

Tajribalar yordamida gruntning deformatsiyasi shtampning diametriga bog‘liq emasligi ko‘rsatilgan [8]. Yu.M.Vasilyevning o‘tkazgan tajribalari shtamp diametrini 4 marotaba o‘zgartirilganda xatolik 14% dan oshmaganligini ko‘rsatadi. Bunday xatolik qoniqarli bo‘lib, elastiklik deformatsiyasi gruntarning tashqi yukka qarshiligini baholash uchun qulay tavsif hisoblanadi. Modul siklli yuk berilgan shtamp orqali deformatsiyalanadigan bog‘langan gruntlarda tutash kuchlanishning qiymatiga bog‘liq emas, bu gruntlarni baholashda qo‘shimcha qulayliklarni tug‘diradi. Kuchlanish va deformatsiyalar orasida chiziqli bog‘liqlik bo‘lmagan bog‘lanmagan gruntlarda, bir xil nisbiy deformatsiya bo‘lganda, yukka qarshilikni deformatsiya moduli bo‘yicha solishtiriladi.

1.3 Ob-havo iqlim omillari

Avtomobil yo‘llarining yo‘l poyi gruntiga yukdan tashqari namlanish-qurish va muzlash-erish jarayonlarini keltirib chiqaruvchi ob-havo iqlim omillari ham ta’sir qiladi. Bu jarayonlar davomida gruntning fizik-mexanik xossalari, shuningdek xususan ularning mustahkamligi va turg‘unligi o‘zgaradi.

O‘zbekiston sharoitida yo‘l poyini ishlash siklida gruntarning suvli tartibini to‘rtta asosiy davri borligini ko‘rish mumkin: 1) kuzda namning yig‘ilishi, 2) muzlash jarayonida namning yig‘ilishi, 3) erish davrining boshlanishida namning nisbatan barqaror miqdori va bu jarayonning oxirida uning kamayishi va 4) yozda gruntning qurishida namlik miqdorining kamayishi.

Yo‘l poyi grunti namni atmosfera yog‘inlari va yuza suvlaridan, shuningdek grunt suvlari sathidan kapillyarlar orqali ko‘taruluvchi namlardan olishi mumkin. Yo‘l poyi grunti namligining o‘zgarish jadalligi juda ko‘p omillarga bog‘liq, bularga tumanni ob-havo iqlim va gidrogeologik sharoiti, grunt turi, yo‘l poyi va to‘shamasining turi va boshqalar kiradi. Iqlim sharoiti yog‘uvchi yog‘in miqdori, qish mavsumining davomiyligi, havoning harorati va umuman gruntlarning muzlash chuqurligini belgilovchi minimal harorat, shuningdek uning ta‘sir vaqti, haroratning o‘zgarish tezligi va boshqalar bilan tasiflanadi. Bu hamma omillar yo‘l poyi suv-issiqlik tartibini belgilaydi va ularga gruntlarning mustahkamligi va turg‘unligi bog‘liq bo‘ladi. O‘zbekiston Respublikasining yo‘l-iqlim hududi ShNK 2.05.02-07 ga asosan to‘rtta mintaqaga bo‘linadi (1.1-jadval) [9].

1.4 Yo‘l poyi gruntiga ta‘sir qiluvchi yuk

Elementar hajmi ko‘rilayotgan gruntga ta‘sir qiluvchi, yuzasiga yaqin joylashgan yuklar doimiy va o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin. Doimiy sifatida grunt massasining yuqorisida joylashgan va yo‘l to‘shamasiga ta‘sir qiluvchini ko‘rsatish mumkin. Bu massaning gravitatsiya kuchlari gruntning elementar hajmida kuchlanish keltirib chiqaradi, uni joylashish chuqurligiga to‘g‘ri proporsional deb hisoblash mumkin. Bu kuchlanishni yo‘l to‘shamasi va grunt materialining zichligi hamda ko‘rilayotgan hajmning joylashish chuqurligi aniqlash mumkin.

O‘zgaruvchan yuk avtomobil harakati natijasida yuzaga keladi. Avtomobil g‘ildiragining harakatlanuvchi yo‘lakchasida joylashgan yo‘l qoplamasi yuzasining har bir nuqtasida tutash (kontakt) bosim hosil bo‘ladi, uning maksimal qiymati shinadagi havoning bosimi, g‘ildirakka tushuvchi yuk va shinaning turi bilan aniqlanadi. Yuk avtomobillarining harakatlanishida tutash bosimning absolyut qiymati taxminan $4-9 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,4-0,9 \text{ MPa}$), yengil avtomobillarning harakatlanishida – $2,5-5,0 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,25-0,5 \text{ MPa}$)ga teng. Tutash bosimning ta‘sir davomiyligi shinani yo‘l qoplamasi bilan tutash yuzasining uzunligiga va avtomobil harakatining

Yo‘l – iqlim mintaqalari

Yo‘l-iqlim mintaqalari	Yo‘l-iqlim mintaqasida geografik hududlarning taxminiy joylashishi va ularning qisqacha tavsiflari
I	Ustyurt, Shimoliy Qizilqum, Bukantog‘-Etimtog‘, Sultonuztog‘, Janubiy Qizilqum, Quljuqtog‘-Tomditog‘, Jingildi, Gazli hududlarini qamrab oladi. Quruq iqlimli va ko‘chuvchanligi turli darajali har xil shakldagi barxan qumlari keng tarqalgan cho‘lli va cho‘lli dasht geografik mintaqalarni o‘z ichiga oladi.
II	Qo‘ng‘irot, Taxtako‘pir, Beltol, Orolbo‘yi, To‘rtko‘l, Xorazm, Qorako‘l, Buxoro, Kogon hududlari, so‘ng Zarafshon daryosining o‘ng va chap qirg‘oqlari bo‘ylab Navoiy chegarasidan Olotgacha qamrab oladi. Kuchli va o‘ta sho‘rlangan tuproqlar tarqalgan geografik mintaqani o‘z ichiga oladi.
III	Chirchiq, Angren, Mirzacho‘l, Zomin, Forish, Chotqol, Qoradaryo, Sharqiy va Fapbiy Oloy, Turkiston, Nurota, Sangzor, Xatirchi, Samarqand, Quyi Qashqadaryo, Fuzop, Kitob, Shahrisabz, Surxondaryo hududlarini qamrab oladi. Yetarlicha namlanmagan geografik tekislik, tog‘ oldi va tog‘li mintaqalarni o‘z ichiga oladi.
IV	Qolgan hududlar: quruq iqlimli, sug‘orish va yuvish natijasida ma‘lum darajada namlangan tuproqli geografik mintaqalarni o‘z ichiga oladi.

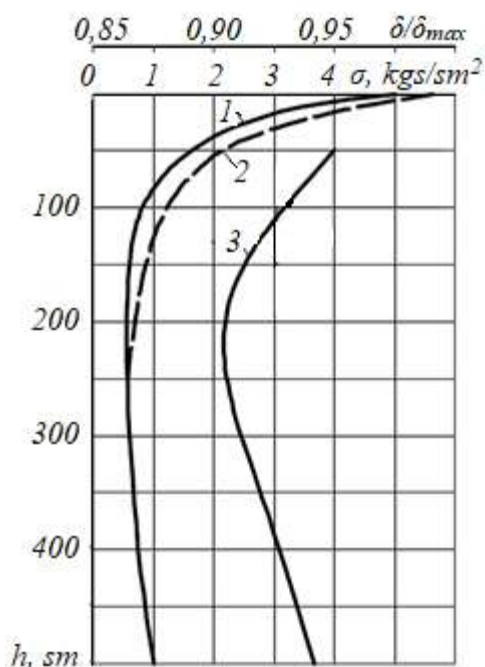
tezligiga teng. Yuk avtomobillari uchun u 0,01-0,04 s, yengil avtomobillar uchun – 0,005-0,01 s ga teng.

Tutash yuza ellips ko‘rinishida bo‘lgani uchun, yuklangan yo‘l qoplamasi epyurasi ham ellipsoid ko‘rinishida bo‘ladi, u yo‘l o‘qi bo‘yicha tez suriladi. Yuk avtomobillarining orqa o‘qiga ikkita g‘ildirak joylashganligi sababli, yuklanishning ellipsli epyurasi ikkita bo‘ladi. Tutash yuza bo‘yicha bosimning tarqalish epyurasi ko‘p omillar bilan aniqlanadi, ammo gruntning deformatsiyasi asosan bosimning maksimal qiymatiga bog‘liq bo‘ladi.

Shunday qilib, avtomobillar harakatlanishida yo‘l qoplamasi yuzasida qisqa vaqtli yuklama hosil bo‘ladi. Ta‘sir vaqti bo‘yicha u grunt yuzasiga qattiq jismni urilishida hosil bo‘lgan yukka o‘xshash bo‘ladi.

Yo‘l poyi gruntning mustahkamlik va deformatsiya qobiliyatlarini baholash uchun faqat yo‘l qoplamasi yuzasidagi yukning ko‘rsatkichini bilib qolmasdan grunt yuzasidagini ham bilish kerak. Yo‘l to‘shamasini tarqatuvchi qobiliyatga ega, ya‘ni uni nisbatan kichik tutash yuzasiga tushuvchi tashqi yuk yo‘l poyining kattaroq maydoniga beriladi, natijada bu maydondagi kuchlanish qoplama yuzasidagi tutash bosimdan kichikroq bo‘ladi. Grunt yuzasida hosil bo‘lgan kuchlanish yo‘l to‘shamasining qattiqligi va uning qalinligi ortishi bilan kamayadi. Ammo yukning ta‘sir vaqti ortadi.

1.3-rasmda harakatlanuvchi yuk va grunt massasi va yo‘l to‘shamasining yuqorisida joylashgan og‘irlik kuchidan hosil bo‘luvchi kuchlanishlarning miqdoriy yig‘indisi keltirilgan. Agar yo‘l to‘shamasining qalinligi 0,6 m ga teng deb qaralsa, grafikdan yo‘l poyi yu-



1.3-rasm. Yo‘l to‘shamasini nobikir bo‘lganda yo‘l poyining chuqurligi bo‘yicha kuchlanishning tarqalishi:

1-hisobiy yuk N-13 bo‘lganda; 2-avtomobil MAZ-205 bo‘lganda; 3-barqaror zichlikning egrisi

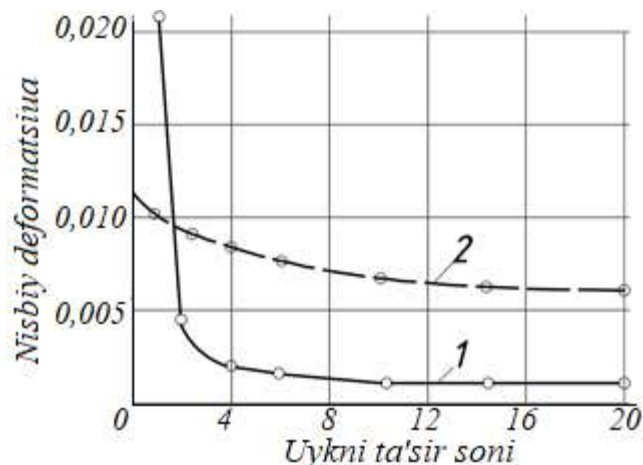
zasiga harakatlanuvchi yukdan (og'ir avtomobildan) hosil bo'lgan ta'sir qiluvchi hisobiy kuchlanish $1,5 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,1 \text{ MPa}$)ga teng olinsa bo'ladi.

Kuchlanish asosan yo'l konstruksiyasining yuqori qismiga tarqaladi, 1,0-1,5 m chuqurlikda ko'p miqdorda kamayib boradi. Agar yo'l to'shamasining qalinligini hisobga olinsa, harakatlanuvchi yuk asosan yo'l poyi gruntining 0,6-1,0 m qismiga ta'sir qiladi. Bu yuqorigi qatlam yo'l poyining faol qatlami deb ataladi, u qolgan qismlarga nisbatan og'ir sharoitlarda ishlaydi, shuning uchun uni qurishda yuqori talablar qo'yilishi kerak.

1.5 Takrorlanuvchi yuk ta'sirida gruntlarning deformatsiyasi

Qaytariluvchi siklli yuk bilan grunt yuklanganda tashqi va ichki kuchlar orasidagi barqaror muvozanat ularni ko'p marotaba qo'yish natijasida erishiladi. Takrorlanuvchi yuk ostida grunt faqat zichlanib qolmasdan, mustahkamlanadi, sikldan siklgacha asta sekin qaytuvchi, shuningdek deformatsiyaning qaytmas qismi ham kamayib boradi (1.4-rasm). Bog'lanmagan gruntlar uchun xuddi shunday ko'rinish bo'ladi. Deformatsiyaning kamayishi gruntning qovushqoq xossasini aks ettiradi. Qovushqoqligi kam bo'lgan materiallarda berilgan hamma yuklarda orqaga qaytmas deformatsiya tezlikda rivojlanadi, ya'ni birinchi yuk qo'yilishi natijasida. Bir vaqtning ichida bu yukka mos keluvchi mustahkamlik yuz beradi. Keyinchalik amalga oshiriladigan siklli yuklanishda deformatsiyaning faqat orqaga qaytadigan qismi rivojlanadi. Ideal qovushqoq tanalarda, Nyuton suyuqligi taalluqli bo'lgan, yuk qaytariluvchi bo'lganda orqaga qaytmas deformatsiya o'zgarmaydi, deformatsiyaning orqaga qaytuvchi qismi bo'lmaydi. Gruntlar oraliq holatni egallaydilar. Ularning qovushqoqligi gil zarralari ortishi bilan ortadi, shundan kelib chiqib, yuklanish sikli bo'yicha deformatsiyaning orqaga qaytmaydigan qismi asta-sekin yuz beradi.

Yukni ko'p marotaba qo'yish jarayonida deformatsiyalarning orqaga qaytuvchi va qaytmas qismlarining kamayishini oshuvchi deformatsiya moduli, elastikligi va plastikligi bilan baholash mumkin. Gruntning mustahkamligi yuz beradi, ya'ni uning tashqi yukka qarshiligi ortadi. Bun-



1.4-rasm. Qulay namlikdagi bog‘langan gruntning deformatsiyasini o‘zgarishi:

1-orqaga qaytmas; 2-orqaga qaytuvchi

day mustahkamlanish jarayonida, zichlikni sezilarli o‘zgarishi bo‘lmaydigan, elastiklik deformatsiyasi 1,5-2 marotaba, deformatsiya moduli 2-5 marotaba ortadi. Bir vaqtning o‘zida grunt mustahkamligining qisman ortishi yuz beradi. Avval zichlashtirilgan yarim fazoni, bog‘langan gruntlardan iborat, takrorlanuvchi yuk bilan mustahkamligining ortishi mustahkamlik chegarasini 10-20% ga oshishiga olib keladi. Bunday sharoitda Sid va Chen [4] tomonidan mustahkamlik chegarasining 35 va undan ortiq 60% gacha ortishi ta’kidlangan. Ammo bu aytilganlar mustahkamlovchi yukni katta miqdorda, bir necha marotaba, ayrim hollarda 100 ming marotaba qaytarilishiga taalluqli bo‘ladi.

Grunt strukturasi o‘zgarishi natijasida zarralarining agregatlari yiriklashadi, bu agregatlar orasidagi g‘ovakliklarning hajmi ortadi. Grunt skeletining mustahkamligi oshadi, ammo g‘ovaklik hajmining ortishi kuchlanishni bir joyga jamlanishga olib keladi, bu grunt da kuzatiladigan charchash hodisasiga sababchi bo‘ladi. Charchash hodisasi avtomobil yo‘llari yo‘l poyining gruntida bir necha o‘n yillardan so‘ng, ya’ni yuklanishning miqdori juda katta bo‘lgandan so‘ng yuzaga keladi. G‘ovaklik atrofida kuchlanishning bir joyga yig‘ilishi struktura mo‘rtligi bilan birga, takrorlanuvchi yukni ta’sirida charchab, buzilishga olib keladi. Buzilish mikroyoriqliklardan boshlanadi, avval kengayadi va gruntning hajmi bo‘yicha tarqaladi.

Takrorlanuvchi siklli yuklama ta'sirida gruntning deformatsiyalanishi natijasida orqaga qaytmas deformatsiya yig'iladi. Bunday yig'ilishning jadalligi gruntlarning zichlanishi va mustahkamlanishi bilan bog'liq, shuning uchun uning qonuniyatlari amaliy ahamiyatga ega.

Lyossimon gruntlarda o'tkazilgan ko'pchilik tajribalar ularga shtamp orqali takrorlanuvchi yuk doimiy tutash bosimi bilan va bir xil tezlikda qo'yilgan, ya'ni deformatsiyaning yig'indisi yukning qo'yilish sonini logarifmiga to'g'ri proporsional bo'ladi, yarim logarifm koordinatlarda bog'liqlik to'g'ri chiziqli ko'rinishida shakllanadi. SHuning uchun takrorlanuvchi yuklamada yig'iluvchi deformatsiya uning sudralish jarayonidagi yig'ilishiga o'xshash bo'ladi. N sikl yuk qo'yilishidan keyin qaytmas deformatsiya ε_s ni quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin

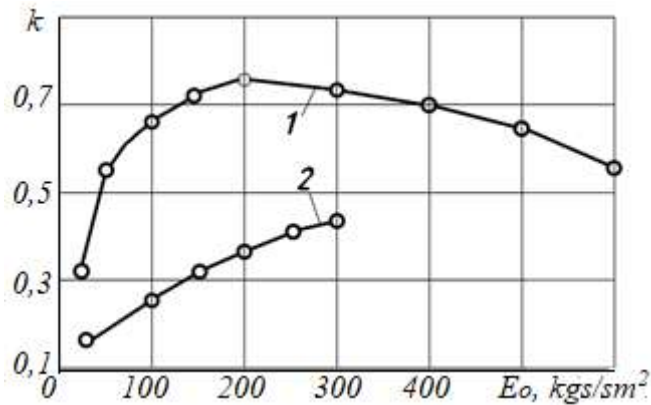
$$\varepsilon_c = \varepsilon_1(k \lg n + 1), \quad (1.8)$$

bu yerda ε_1 – birinchi yuklangandan keyingi qaytmas deformatsiya; k – qaytmas deformatsiya yig'ilish jadalligining koeffitsiyenti.

(1.8) ifodani $n > 1$ bo'lganda foydalanish mumkin. Bunday qonuniyat bir necha o'n marotaba yuk qo'yilgunicha bo'ladi, undan keyin to'g'ri bog'lanishning sinishi kuzatiladi. Qaytmas deformatsiya yig'ilish jadalligining koeffitsiyenti gruntning turi va holatiga bog'liq bo'ladi hamda kuchlanishning darajasiga bog'liq bo'lmaydi.

Tajribalar gruntning turiga qarab qaytmas deformatsiya yig'ilishining jadallik koeffitsiyenti 3-4 marotaba o'zgarishi mumkin, gruntning namligi va zichligiga bog'liq 2-2,5 marotaba. Bir xil grunt uchun bu koeffitsiyentni aniqlovchi omil bo'lib deformatsiya moduli xizmat qiladi. Shuning uchun bir xil modul bo'lganda gruntning koeffitsiyentlari uning zichligi va namligiga bog'liq bir xil bo'ladi.

1.5-rasmdan deformatsiya moduli oshishi bilan, ya'ni zichlik oshishi bilan qumlarning qaytmas deformatsiyasining yig'ilishi, jadallik koeffitsiyenti to'xtovsiz oshib borishi ko'rinib turibdi. Bog'langan gruntlar uchun bu koeffitsiyentning modulga bog'liqligi maksimumi bo'lgan egri bilan tavsiflanadi.



1.5-rasm. Qaytmas deformatsiyasi yig‘ilishining jadallik koefitsiyentini gruntning deformatsiya moduliga bog‘liqlik grafigi:
1-og‘ir suglinok; 2-qum

Deformatsiya modulini qiymatini ma’lum bir qiymatgacha o‘shishida ng o‘shishi, bog‘langan gruntlarning zichligi kabi, qovushqoqlikning oshishi bilan tushuntiriladi. Oxirgisi ayrim zarralar va grunt agregatlari orasidagi tutash joylarni miqdorining oshishiga bog‘liq. Odatda deformatsiya moduli maksimumga yetishi bo‘yicha mos ravishda 200-300 kgs/sm² ga teng bo‘ladi va bunda koefitsiyent kamaya boshlaydi. Modulning bu qiymati gruntning yuqori zichligiga mos bo‘ladi, bu holatda grunt monolit shakliga keladi, ya’ni xossasi bo‘yicha qattiq tanaga yaqinlashib boradi. Bu holatda grunt deformatsiyasi faqat zarralarning o‘zaro surilishi natijasida emas, shuningdek zarralarning o‘zini o‘lchami va shaklini o‘zgarishi natijasida ham rivojlanadi. Ya’ni kichik qaytarilish miqdorida bunday gruntlarning tashqi va ichki kuchlarini statik muvozanati tezroq erishiladi.

Takrorlanuvchi yuk bo‘lganda qaytmas deformatsiyaning yig‘ilishi sudralish jarayonidagi yig‘ilishga o‘xshash bo‘ladi. Shuningdek uni aniqlash uchun bir xil usuldan foydalanish mumkin. Eksperimental ishlar bilan uning qiymati yukni bir xil ta’sir vaqtida takrorlanuvchi yuk doimiy qo‘yib-olib turilganda, sudralishga nisbatan o‘rtacha 1,4 marotaba katta bo‘lishi aniqlangan. Bunday kattalik yuk 20-30 marotabagacha takroran qo‘yilganda bo‘lishi mumkin. Deformatsiyaning katta o‘shishi yuk olinganda gruntta zarralar va ularning agregatini orqaga qaytishi ularning o‘zaro tutashishini kamaytiradi, shuning uchun qaytadan yangi yuk qo‘yilganda qo‘shimcha deformatsiya hosil bo‘lishiga sharoit tug‘iladi.

Yuklash sonining ortishi bilan sudralishda va yukning qayta qo'yilishida deformatsiyalar orasidagi farq kamayadi.

Yuk takrorlanuvchi qaytariluvchi bo'lganda nisbiy deformatsiyaning yig'ilish qiymatini aniqlash uchun maksimal kuchlanish bir bo'lganda, quyidagi ifodadan foydalanish mumkin:

$$\varepsilon_n = 1,4\sigma \left[\frac{1}{\Pi} + \frac{1}{\eta_0\chi} \ln(1 + \chi t_{\text{so}}) \right], \quad (1.9)$$

bu yerda σ – kuchlanish; Π – qaytmas deformatsiyaning moduli; η_0 – sudralish jarayonining boshlanishida qovushqoq qarshilikning koeffitsiyenti; χ – qovushqoqlikning o'zgarish koeffitsiyenti; t_{so} – umumiy vaqtning ekvivalenti.

Ko'pincha takrorlanuvchi yuklama bo'lganida kuchlanish oshib boradi. Xususan, bu mashinalar bilan gruntlarni zichlashtirishda, gruntning yuzasidan transport vositalarini o'tishida va boshqalarda kuzatiladi. Bu holatlarda nisbiy deformatsiyaning yig'ilishini ikki qismdan iborat deb olish mumkin:

$$\varepsilon_p = \varepsilon_1 + \varepsilon_2, \quad (1.10)$$

bu yerda ε_1 – n siklli yuk qo'yilganida yig'ilgan nisbiy qaytmas deformatsiya, qaytarilish o'rtacha kuchlanishda $0,5(\sigma_1 + \sigma_n)$ deb taxmin qilinadi; σ_1 va σ_n – mos ravishda birinchi va keyingi qo'yilgan kuchlanishlar; ε_2 – oxirgi maksimal σ_n va o'rtacha kuchlanishlar orasidagi farq hisobiga rivojlanuvchi nisbiy qaytmas deformatsiya.

ε_1 ning qiymatini (1.9) tenglamadan aniqlash mumkin:

$$\varepsilon_1 = 0,7(\sigma_1 + \sigma_2) \left[\frac{1}{\Pi} + \frac{1}{\eta_0\chi} \ln(1 + \chi t_{\text{so}}) \right]. \quad (1.10)$$

ε_2 ning qiymatini quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$\varepsilon_2 = \left(\sigma_n - \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \right) \frac{1}{\Pi} = \frac{\sigma_n - \sigma_1}{2\Pi}, \quad (1.12)$$

Unda umumiy qaytmas deformatsiya

$$\varepsilon_n = \frac{\sigma_n - \sigma_1}{2\Pi} + 0,7(\sigma_1 + \sigma_2) \left[\frac{1}{\Pi} + \frac{1}{\eta_0 \chi} \ln(1 + \chi t_{so}) \right]. \quad (1.13)$$

1.6 Tez ta'sir qiluvchi va uruvchi yukli gruntlarda kuchlanish va deformatsiya

Transport vositasining o'tishida g'ildirak harakatining trayektoriyasida joylashgan nuqta yuzasidagi tutash bosimning ta'sir davomiyligi 0,005-0,04 s atrofida bo'ladi. Bu holatda kuchlanishni o'zgarish tezligi 150-700 kgs/(sm²·s). Qattiq shtampning grunt yuzasiga urilishida kuchlanganlik holatining davomiyligi gruntning holati va urilish ta'sirining jadalligiga bog'liq 0,01-0,12 s atrofida bo'ladi. Shunday qilib, avtomobil harakati natijasida hosil bo'lgan yukni vaqt ko'rsatkichi bo'yicha urilish yuki bilan taqqoslash mumkin.

Avtomobilning harakatlanishidan hosil bo'ladigan tez ta'sir qiluvchi yuk urilishdagidan farq qiladi. Avtomobil g'ildiragi to'xtovsiz yuza bilan tutashgan holda bo'ladi, shuning uchun tutash bosim avvaldan aniqlangan va nisbatan yengil topiladi. G'ildirakning harakati grunt yuzasi bo'ylab bo'ladi. Yuk urilishida grunt bilan tutashishi urilish vaqtida bo'ladi, tana boshlang'ich tezlikni oladi. Bu tezlik urilish jarayonida yo'q bo'ladi. Bunday urilishda hosil bo'lgan tutash bosim juda ko'p omillarga bog'liq va ularni maxsus usullar bilan aniqlash mumkin. Urilish yuki g'ildirakning harakatlanishida ham yuzaga kelishi mumkin, u qandaydir noroavonlikni bosib o'tganda yuzadan ajraladi va keyin unga uriladi.

Tez ta'sir qiluvchi va uruvchi kuchlar gruntta kuchlanish holati va unga bog'liq bo'lgan deformatsiya bilan aniqlanuvchi to'liq jarayonlarni hosil qiladi. Bunday turdagi yuk gruntta teiksotropiyaning kelib chiqishiga sabab bo'ladi, natijada mustahkamlik chegarasi va tashqi kuchga qarshiligi kamayadi.

Gruntta uruvchi yuk tez ta'sir qiluvchi yukka nisbatan murakkab jarayonlarni hosil qiladi. Uruvchi ta'sir gruntlarni zichlashtirishda foydalaniladigan uruvchi va tebratib uruvchi mashinalarga xos. Undan tashqari ular avtomobillar harakatida ham xosil bo'ladi.

2 BOB. YUK VA OB-HAVO IQLIM OMILLARI TA'SIRIDA LYOSSIMON GRUNTLARNING DEFORMATSIYALANISHI

2.1 Namlik oshishiga bog'liq bo'lgan deformatsiya

Yo'l poyi gruntning deformatsiyalanishini keltirib chiqaruvchi asosiy omil yukdir. Ob-havo iqlim omillari gruntning holatini yomin tomonga o'zgartirib, ya'ni ularni zichligi va asosan namligini, yuk ta'sirida gruntlarning qarshiligini kamaytiradi, va shuning uchun uning deformatsiyasi oshadi. Kichik yuk bo'lganda, ayniqsa amalda u bo'lmaganda ob-havo iqlim bilan bog'liq bo'lgan deformatsiya xavfli bo'lmaydi.

Yo'l poyi qurilib bo'lganidan so'ng har xil deformatsiyalarga uchraydi. Yuzaga kelish sabablari bo'yicha deformatsiyalarni quyidagi turlarga bo'lish mumkin. Gruntning doimiy namligida, yuqorida joylashgan grunt va yo'l to'shamasining massasi ta'sirida yuz beradigan ko'tarmaning cho'kishi *konsolidatsiya deformatsiyasi* deb ataladi. Yo'l poyining yuqori qismidan faol hududning chuqurligigacha konsolidatsiya deformatsiyasiga *avtomobildan tushuvchi o'zgaruvchan yuk ta'sirida hosil bo'lgan deformatsiya* qo'shiladi. Yuqoridan suv kirishi natijasida, ya'ni atmosfera yog'inlari hisobiga yoki pastdan grunt suvlari sathidan ko'tarilishi natijasida, *grunt namligining oshishiga bog'liq bo'lgan deformatsiya* qo'shiladi. Bu deformatsiyalar bitta yuk ta'siri ostida rivojlanadi va yuqorida keltirilgan ikkita deformatsiya turiga taalluqli deb qarash mumkin, ammo uni o'sishi boshqa qonuniyatga tegishli bo'ladi, shuning uchun alohida ko'riladi. Gruntlar muzlashida, ya'ni gruntning suyuq fazasini muzga aylanishida *muzlab ko'pchish deformatsiyasi* rivojlanadi, uning asosiy sababi grunt qatlamining quyi qismidan yuz muzlagan qatlama bo'lgan suvning migratsiyasidir. Bu deformatsiya grunt yuzasining ko'tarilishga, ya'ni uning bo'shashishiga olib keladi. Bahor oylarida gruntning *erishiga bog'liq deformatsiya* kuzatiladi. U gruntning erishi va gruntning muzlash davridagi pastdan yuqoriga chiquvchilar natijasida hosil bo'lgan qo'shimcha namlanishi natijasidir.

Bir xil sharoitda deformatsiyaning o'lchovi, gruntni ko'tarmaga yotqizilganda zichligi va namligi bilan tavsiflanadigan o'zining holatiga bog'liq bo'ladi.

Konsolidatsiya deformatsiyasi harakatlanuvchi avtomobildan tushuvchi yukni ta'sir doirasidan tashqarida joylashgan gruntlarga taalluqli bo'ladi, sudralish deformatsiyasini aks ettiradi. Uning vaqt davomida rivojlanishi logarifmik egri qonuniyatiga bo'ysinadi, ya'ni u asta-sekin so'nib boradi. Bu deformatsiya hajmi o'zgarishsiz ro'y beradi. Bu holatda faqat zichlik o'zgarib qolmasdan, gruntning strukturasi ham o'zgaradi, bu uning mustahkamligini o'zgarishiga olib keladi.

Konsolidatsiya natijasida grunt holatining o'zgarishi sezilarli bo'lmaydi va shuning uchun bu jarayon xavfli deformatsiyaga deyarli olib kelmaydi. Konsolidatsiya gruntning namlanishi boshlanadigan kuz davrigacha davom etadi, keyin boshqa jarayonlarning boshlanishi kuzatiladi. Konsolidatsiya gruntning nam kirmaydigan ko'tarmaning qismida uzoq vaqt davom etadi va asta-sekin kamayadi.

Odatda kuz vaqtida kuzatiladigan yo'l poyi gruntiga uzoq vaqt ta'sir qiladigan suv uning holatini o'zgarishga olib keladi va namligini oshiradi. Bu holatda zichlik ortishi va cho'kish hosil bo'lishi mumkin yoki kamayishi, ko'pchishi mumkin. Ikkala holatda ham turg'unlik qisman kamayadi.

Zichlashtirish gruntlarning namga qarshiligini oshiruvchi omil sifatida ko'pchilik tadqiqotchilar tomonidan ta'kidlab o'tilgan. Zichlik ortishi bilan suvga turg'unlik ortishi aniqlangan. Bog'langan gruntlar, $0,95\delta_{\max}$ dan katta zichlikkacha zichlashtirilgan, V.M.Bezrukning ta'kidlashicha, amalda suv o'tkazmaydigan bo'ladi va shuning uchun ular da kapillyarlar orqali suv ko'tarilmaydi yoki juda kam miqdorda ko'tariladi. Shu bilan birgalikda V.M.Bezruk va V.I.Birulya yuqori zichlikkacha zichlashtirilgan quruq grunt suv ta'sirida ko'pchiydi, ya'ni bo'shashadi deb ta'kidlaydilar. X.Porter tomonidan bunday ko'pchish jarayoni gruntning namligini oshish tezligiga bog'liq bo'lishi aniqlangan. Namlik sekin oshganda ko'pchish kam bo'ladi, tez ortganda jadal kechadi. Shuning uchun yo'l poyiga suvning yuqoridan yomg'ir yoqqanda kirishi grunt suvlaridan kapillyarlar orqali kirishidan xavfli hisoblanadi. Agar zichlashtirilgan grunt nam bo'lsa, tez kirgan suv uning buzilishiga aytarli ta'sir qilmaydi.

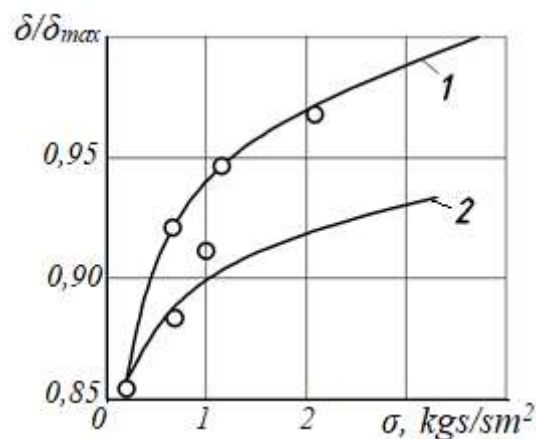
Yu.M.Vasilevning o'tkazgan tadqiqotlari gruntlarning namlanishi bilan bog'liq bo'lgan deformatsiya bo'yicha ma'lum qonuniyatlarni ochib

bergan [8]. Gruntga suv ta'sir qilganda o'zining birlamchi holatidan qat'i nazar suvga to'yinishga harakat qiladi, ya'ni qisilgan havoning miqdori nolga teng bo'lgan holatga kelishga harakat qiladi. Ammo grunt katta yuk bo'lganda ham bunday holatga erishmaydi, ya'ni unda amalda doimo qisilgan havo bo'ladi.

Gruntlarda namlikning oshishi uning ichki qarshiligini kamaytiradi, shu bilan birgalikda tarkibidagi zarra va agregatlarning o'zaro surilishini yengillashtiradi. Shuning uchun suv kirishida cho'kish ro'y beradi. Bu cho'kishlar yuqoridagi grunt massasi va yo'l to'shamasining konstruktiv qatlamlarining og'irlik kuchi ta'sirida rivojlanadigan yuk ta'sirida, yuqoridagi yo'l poyi qatlamlarida – harakatlanuvchi avtomobillardan hosil bo'ladigan yuk ta'sirida yuzaga keladi. Cho'kishlar juda tez yuzaga keladi. Ularning tezligi gruntidagi suvning harakat tezligiga teng bo'ladi, ya'ni gruntlarning filtrlash qobiliyatiga bog'liq bo'lgan namlanish tezligiga bog'liq bo'ladi, suvda bosim bo'lishiga olib keladi. Cho'kish jarayonining yuqori tezligi yo'l qoplamasining buzilishiga sabab bo'ladiganlarni noto'g'ri aniqlashga olib keladi. Masalan, grunt yetarli darajada zichlashtirilmagani uchun yuz beradigan buzilishlar ko'pincha boshqa sabablar bilan bo'lgan deb tushuntiriladi, chunki tadqiqot o'tkazilayotgan vaqtda cho'kish tugallanganda grunt zichligi oshadi va talab qilinganga yaqin bo'ladi.

Har xil gruntlar va ularning har xil holatida ko'p miqdorda o'tkazilgan tajribalar, boshlang'ich zichligiga bog'liq bo'lmasdan, y darajada zichlashtirilmagan gruntlar suvga to'yintirilganidan so'ng bir xil qiymatdagi zichlik va namlikka erishadilar. Bu holat gruntga ta'sir qiladigan yuk bilan aniqlanadigan uning kuchlanganligiga bog'liq bo'ladi. Shunga mos bo'lgan zichlik holati *barqarorlashgan zichlik*, namlik – *suvga to'yingan maksimal namlik* deb ataladi. "Maksimal" atamasi alohida ta'kidlanadi, chunki berilgan yuk ta'sirida gruntning suv shimishi natijasida namlik unda ortiq bo'la olmaydi. Ta'sir qiluvchi yuk qancha ko'p bo'lsa, shuncha bu qonuniyatga yuqori aniqlikda rioya qilinadi. Ammo katta yuk bo'lganida, kuchlanish 3 kgs/sm^2 dan ortiq bo'lganida, grunt va suvning o'zaro tutashishi to'xtovsiz bo'lganida, gruntning namligi oshib qolmasdan kamayishi ham mumkin, ya'ni konsolidatsiya jarayoni yuz berishi mumkin.

Barqarorlashgan zichlikkacha zichlashtirilgan gruntlar, ularga namlik ta'sir qilganda bu zichlikni o'zgartirmaydi, ya'ni bu holatda cho'kish va ko'pchish bo'lmaydi. Barqaror zichliklar gruntlarga yuqori darajada suvga turg'unlikni ta'minlagani natijasida ularning miqdoriy qiymatini aniqlash muhim hisoblanadi. Agar bu zichliklar nisbiy birlikda ifodalansa, ya'ni maksimal standart zichlikka nisbatan, unda ular amalda gruntning turiga bog'liq bo'lmaydi, ularga faqat ta'sir qiluvchi yukning ta'siri bo'ladi (2.1-rasm). Grafikdan gruntlarni suv shimishida cho'kish bo'lmasligi uchun ta'sir qiluvchi yuk qancha katta bo'lsa, ularning zichligi shuncha katta bo'lishi ko'rinib turibdi. Bog'langan va bog'lanmagan gruntlarning orasidagi barqarorlashgan zichliklarni farqi bog'lanmagan gruntlarda qattiq skeletning borligi bilan tushuntiriladi.



2.1-rasm. Barqarorlashgan zichlikning kuchlanishga bog'liqligi:
1-bog'langan gruntlar; 2-bog'lanmagan

A.D.Kayumovning o'tkazgan tajribalari natijasida, suv shimishdagi maksimal namlik yukka bog'liq bo'ladi, ayniqsa nisbatan yuk kam bo'lgan oraliqlarda uni oshishi bilan oshishi aniqlangan. Bu namlik shuningdek gruntning turiga, uni bog'liqligini kamayishi bilan kamayadi (2.1-jadval), bog'liq bo'ladi. 2.1-jadvalda birlik sifatida qulay namlik olingan.

2.2 Zichlashgan lyossimon gruntlarning ko'pchishi

Ko'pchish jarayoni suvni faqat yuqoridan ta'sir qilishi bilan bo'lmasdan, pastdan grunt suvlari sathidan ham bo'lishi mumkin. Gruntning hajmi bo'yicha namni surilishi gruntning mineral qismi va suv orasidagi

2.1-jadval

Grunt	Kuchlanish, kgs/sm ² (0,1MPa)				
	0,15	0,6	1,2	2,0	4,0
	Suvga to‘yinganda maksimal namlik W/W ₀				
Qum	-	-	3,0-3,4	-	3,0-3,1
Supes	-	-	1,30-1,55	1,25-1,55	1,10-1,40
Changli qum	-	1,50-1,75	1,45-1,55	-	1,30-1,45
Suglinok	1,65-1,85	1,30-1,40	1,200-1,25	1,05-1,20	1,01-1,15
Og‘ir suglinok va gil	-	-	1,10-1,25	1,05-1,20	0,97-1,13

fizik-kimyoviy kuchlarining o‘zaro ta‘siri orqali bo‘ladi. Bu kuchlar katta bo‘ladi, va shuning uchun ma‘lumki, suvning harakati og‘irlik kuchining ta‘siriga teskari, ya‘ni yuqoriga bo‘lishi mumkin. Suv molekulasini u gidrotatsiyalaydigan zarralarning yuzasi bo‘yicha bir xil tarqalishga harakat qiladi. Shuning uchun zarralar juda yaqin joylashgan joylarda ularning o‘zaro uzoqlashishi ro‘y beradi. Ko‘pchilik zarralarni o‘zaro uzoqlashtiruvchi bosim yo‘qolmagunicha, ya‘ni grunt zarrasining atrofidagi suvli plyonkaning qalinligi, ular ta‘sir qiluvchi yukni hisobga olish bilan birgalikda, o‘zaro fizik-kimyoviy kuchlari bilan ushlab tura olmagunicha bo‘lgan chegaragacha o‘smasa ro‘y beradi. Shuning uchun gruntning namligi suvga to‘yinishigacha qancha kam bo‘lsa, bu jarayonda gruntga shuncha ko‘p suv miqdori kiradi, va natijada, ma‘lum bir teng sharoitda katta ko‘pchilik miqdorini kutish mumkin [1]. Shuning uchun gruntning namligi hamma suv bog‘langan holatda bo‘lganidagi chegaradan katta bo‘lganida ko‘pchilik ro‘y bermaydi.

Tajriba yo‘li bilan gruntning boshlang‘ich holatini ko‘pchilikga ta‘siri aniqlangan. Natijada, yuk bo‘lmaganda, gruntning namligi plastiklik chegarasi W_j ga teng yoki undan katta bo‘lganda, ko‘pchilik amalda bo‘lmasligi aniqlangan. Ko‘pchilik namlikning kamayishi va grunt zichligining oshishi bilan oshadi, ya‘ni suvli plyonkaning qalinligiga ta‘sir qiluvchi va gruntidagi suv bilan to‘ladigan erkin hajmlar kabi omillar

bo'lganda. Namlikning kamayishi ko'pchishning oshishiga, zichlikning oshishiga nisbatan ko'proq bo'ladi.

Ko'pchish – bu vaqt davomida nisbatan sekin kechadigan jarayondir. Ko'pchishning tezligi gruntning cho'kish tezligi kabi suvga to'yinish tezligiga bog'liq bo'ladi. Ammo, odatda, suvga to'yinishi sekin kechadigan zich gruntlar ko'pchigani uchun ko'pchish tezligi cho'kish tezligidan kichik bo'ladi. Namligi ko'p bo'lgan gruntlarning ko'pchishi namligi kam bo'lganlarga nisbatan tez tugallanadi. Masalan, namligi $0,80W_q$ ga teng bo'lgan gruntlarda ko'pchish jarayoni, zichlik bir xil bo'lganda, namligi taxminan $0,95W_q$ ga teng bo'lganga qaraganda 5 marotaba tez tugallanadi. Ammo, quruq gruntning ko'pchish qiymati nam gruntga qaraganda 3 marotaba ko'p bo'lishini hisobga olish kerak.

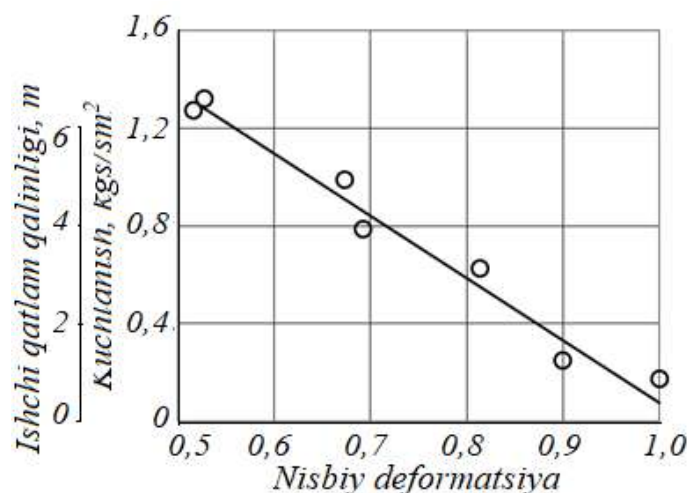
Gruntga ta'sir qiluvchi yuk ko'pchishni kamaytiradi, shuning uchun yuk ta'siri ostida bo'lgan yo'l poyidagi gruntlar, yuk ta'sir qilmaydiganga nisbatan kam ko'pchiydi.

Gruntlarning ko'pchishiga imkon bermaydigan kuchlanish qiziqish uyg'otadi. Bunday kuchlanishda tashqi yuk vertikal bosim komponentlarining integral qiymatlarini tenglashtiradi.

O'tkazilgan tajribalar 2.2-rasmda keltirilgan grafikni olish imkonini berdi. Tarkibida minerallari asosan gidroslyudalarga taalluqli bo'lgan va gil zarralari 26-30% bo'lgan gruntlarda sinov ishlari olib borildi. Gruntlar havo egallab turgan hajm 5% ga teng bo'lgan zichlikkacha zichlashtirildi. Grafikda kuchlanish bilan birgalikda grunt massasi va yo'l to'shamasi joylashgan faol qatlamning qalinligi keltirilgan. Hozirgi holatda faol qatlam sifatida shunday qatlamning qalinligi tushuniladiki, undagi kuchlanish gruntning ko'pchishiga yo'l bermaydigan kichik bo'lsin. Bu qatlamning chegarasidan pastda joylashgan grunt ko'pchimaydi. Grafikdan gruntni ko'pchishiga yo'l bermaydigan kuchlanish va unga mos keluvchi faol qatlam qalinligini gruntning namligiga bog'liqligini chiziqli deb qabul qilish ko'rinib turibdi.

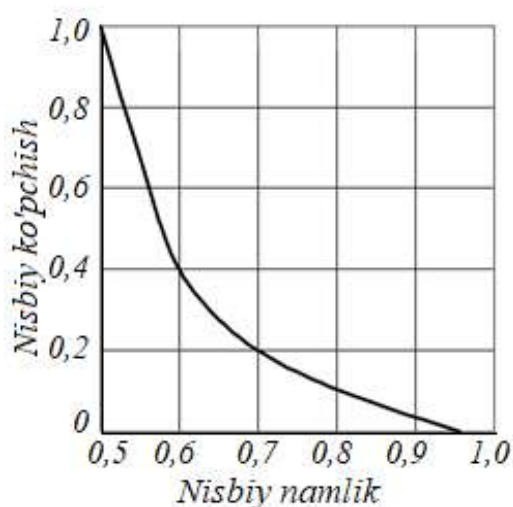
Agar ko'pchishni yuk olinganidagi kuchlanishga bog'liqligini nisbiy birlikda qurilsa, unda hamma gruntlar uchun u bitta egri bilan ifodalanishi mumkin (2.3-rasm). 2.3-rasmdagi egri har xil granulometrik va mineralogik tarkibli bog'langan, shuningdek bog'lanmagan gruntlarda ko'p marotaba o'tkazilgan tajribalar natijasida qurilgan. Ayrim xususiy

qiymatlarning o'rtachadan og'ishi, egri aniqlanadigan, 10-15% dan oshmagan, bu keltirilgan umumlashtirishni kerakli darajada ishonchliligini va bu egridan gruntni ko'pchish ehtimoli borligini hisoblashda hisobiy sifatida foydalanish mumkinligini bildiradi.



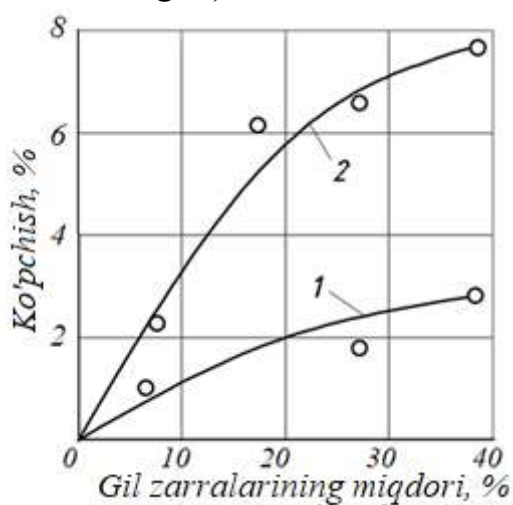
2.2-rasm. Gilli gruntlarda ko'pchishga yo'l bermaydigan kuchlanishni uni namligi va ishchi qatlam qalinligiga bog'liqlik grafigi

Bir xil gnezisli gruntning ko'pchishi uning tarkibidagi gil zarralariga bog'liq (2.4-rasm). Gruntlar hamma joyida havo egallab turgan hajm 5% ga teng bo'lgan zichlikkacha zichlashtirildi. Grafikdan gruntlarda gil zarralari miqdorining ortishi bilan nisbiy ko'pchish ortadi va shu bilan birgalikda kam namlikda jadalligi katta bo'ladi. Gruntlarda changli zarralarning miqdori keltirilgan bog'liqliklarga uncha ta'sir qilmaydi.



2.3-rasm. Ko'pchishning yukni olinishdagi kuchlanishga bog'liqligi

Ko'pchish va yuk olinishdagi kuchlanish – nisbiy birlikda (birlik uchun: erkin holatdagi suvga to'yingan gruntning ko'pchishi, ko'pchish bosimi to'liq muvozanatlashadigan)



2.4-rasm. Ko'pchishni grunt tarkibidagi gil zarralariga bog'liqlik grafigi:

1- $W/W_0=1$; 2- $W/W_0=0,75$. Ko'pchish namunaning umumiy balandligiga nisbatan foizda keltirilgan

Tajribalardan ma'lum b'lishicha gruntlarning mineralogik tarkibi ularning ko'pchishiga ta'sir qilishi aniqlangan, bunda bir xil granulometrik tarkibli va bir xil solishtirma yuzali gruntnlar solishtirilgan.

Ko'pchishga ko'proq montmorillonitli gruntnlar moyil bo'ladi, bu ularning gil fraksiyalaridagi kristall panjaralarining harakatchangligi bilan tushuntiriladi. O'rtacha taxmin qilish mumkin, ya'ni montmorillonitli gruntnlar kaolinitli va gidroslyudali grungta nisbatan ikki marotaba ko'p ko'pchiydi. Gidroslyudali va kaolinitli gruntnlarning ko'pchishida sezilarli farq aniqlanmagan, teng solishtirma yuzada bu gruntnlarning ko'pchishi teng bo'lgan.

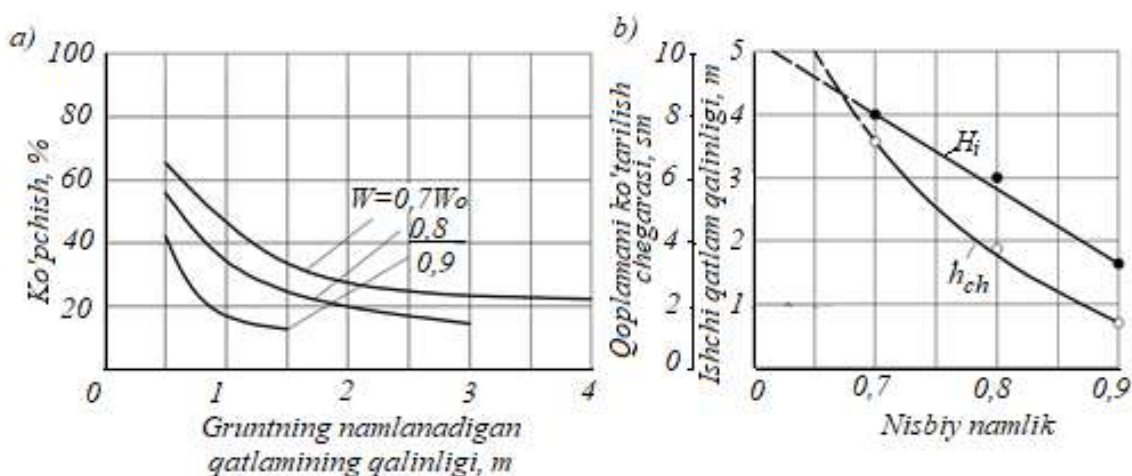
Olingan ma'lumotlar gruntnlarning ko'pchishi sababli yo'l to'shamasining ehtimolli ko'tarilishini bashoratlaydigan usul ishlab chiqish imkonini beradi. Bunday usulning asosi grunt namunasining ko'pchishini laboratoriya sharoitida aniqlashdir.

2.2 va 2.3-rasmlar asosida 2.5, a-rasmda ko'rsatilgan egrilarni olish mumkin. Bu egrilarni tuzishda grungning faol qatlamini umumiy qalinligi ayrim uchastkalariga bo'lingan va ular uchun ko'pchish qiymati

aniqlangan. Har bir egri bu xususiy qiymatlar yig'indisidan iborat. Egrilar namlikning uchta qiymati uchun chizilgan va ko'pchishning namlanishga uchragan grunt qatlamiga bog'liqligini tavsiflaydi. Ko'pchish yuklanmagan gruntga mos ravishda foizda keltirilgan. Bu qiymatlar laboratoriya tadqiqotlari natijasida aniqlanadi. Grafik yordamida ko'pchishni aniqlash uchun foydalanish mumkin yoki namlanishga uchraydigan gruntning har qanday qalinlikdagi yuzasini ko'tarilishini aniqlash mumkin. Yo'l to'shamasining qalinligi 0,5 m ga teng deb olingan. Grafikdagi egrilar hamma qatlamning qalinligi uchun grunt ko'pchishining yig'indisini aniqlashga imkon beradi. Bunda chuqurlik bo'yicha ko'pchishning nisbiy qiymatlarini farqi hisobga olinadi. Bu farq grunt massasi va yo'l to'shamasi yuqorisiga yuk qo'yilishi natijasida bo'ladi va u chuqurlikka bog'liq.

Yo'l qoplamasining deformatsiyasi ularni ko'tarilishining noravonligiga bog'liq bo'ladi, ammo u qaysidir ma'noda ko'tarilishning absolyut qiymatiga bog'liq. Shuning uchun amalda qo'llash uchun yo'l to'shamasining maksimal ko'tarilishini aniqlash kerak, bu har xil namlikdagi ko'pchishda yuz beradi.

Maksimal (chegaraviy) ko'tarilishning grunt namligiga bog'liqligi 2.5, b-rasmda keltirilgan. Bu grafik 2.5, a – rasmdagi egridan foydalanib chizilgan. Shuningdek to'g'ri $N_{y,t}$ ham tushirilgan, u faol qatlam qalinligining grunt namligining kamayishi bilan oshishini ko'rsatadi. Bu grafik bog'langan gruntlarga xos.



2.5-rasm. Gruntning ko'pchishini qatlam qalinligiga va yo'l qoplamasining chegaraviy ko'tarilishini grunt namligiga bog'liqligi

Shunday qilib, gruntning namligi plastiklik chegarasidan kam bo'lsa, ko'pchish jarayoni ro'y beradi, grunt shunday zichlangan bo'lishi kerakki, bu chegaragacha g'ovaklik oshmasdan namlikni oshishi bo'lmaydi, ya'ni qandaydir gruntni bo'shshishi bo'lishi kerak.

Gruntlarning kam namligida ularning yuqori zichligiga erishish juda qiyin. Bunday zichlikka uncha chuqur bo'lmaganda uzoq vaqt davomida avtomobil harakati ostida erishish mumkin. Shuning uchun ko'pchish deformatsiyaning uncha ko'p tarqalgan turi hisoblanadi. Deformatsiyaning ko'pchiligi gruntlarning cho'kish bilan bog'liq bo'ladi.

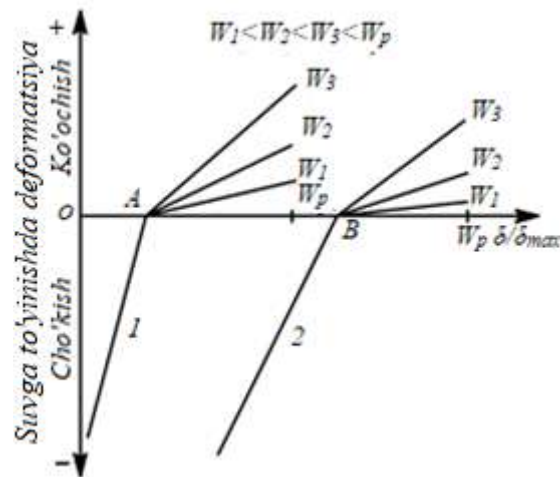
Shunday qilib, gruntning boshlang'ich holati unga suv ta'sir qilganda hosil bo'ladigan deformatsiyani belgilaydi. Bunda gruntning zichligi katta ahamiyatga ega, uning qiymatiga bog'liq holda cho'kish yoki ko'pchish ro'y beradi.

Ko'p marotaba o'tkazilgan tajribalar natijasida cho'kish kabi ko'pchish ham zichlikka chiziqli bog'liq bo'ladi (2.6-rasm). *A*, *B* va boshqa nuqtalar bilan aniqlanadigan gruntning zichligi ta'sir qiluvchi yukning har xil qiymatiga bog'liq bo'lgan barqaror zichlik hisoblanadi. Agar amaldagi grunt zichligi barqarordagidan kichik bo'lsa cho'kish ro'y beradi, uning qiymati zichlikka teskari proporsional va gruntning boshlang'ich namligiga, bu namlik suvga to'yinishning maksimal namligidan kichik bo'lgan sharoitda, bog'liq bo'lmaydi. Agar gruntlarning boshlang'ich namligi suvga to'yinishning maksimal namligidan ortiq bo'lsa, unda bu grafikdan aniqlanadigan oxirgi holatga ortiqcha suvni chiqarib yuborish bilan erishiladi va oxirida olinadigan cho'kish zichligi va namligi gruntning filtratsiya qobiliyati va yukning ta'sir davomiyligi bilan aniqlanadi.

Grafikda ko'pchishning namlikka bog'liqligi to'g'ri to'plam ko'rinishida ko'rsatilgan, uning har biri mos ravishda gruntning ma'lum bir namligini ifodalaydi. To'g'rilar bitta nuqtada kesishishadilar. Bu holat 2-3% aniqlikda amal qiladi.

Hozirgi kunda barqaror zichlik juda katta qiziqish uyg'otadi. Barqaror zichlikka ega bo'lgan gruntlar suvga to'yinishda deformatsiyaga uchramaydi, ya'ni bu holatda ularning cho'kishi va ko'pchishi bo'lmaydi. Gruntning zichligi o'zgarimasdan qolishi, ammo namligi birmuncha o'zgarishi mumkin. 2.6-rasmdan, gruntga odatdagi yuk ta'sir qilganda

barqaror zichlik nisbatan katta bo‘lmagan qiymatga ega bo‘ladi. Masalan, 1 m ga teng chuqurlikda avtomobilning harakatida kuchlanish $0,6-0,7 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,1\text{MPa}$) bo‘lsa unga mos ravishda barqaror zichlik $0,92 \delta_{\max}$ ga teng bo‘ladi. Bunday katta bo‘lmagan zichlik gruntlarning namlaganda to‘liq turg‘unligini ta’minlaydi.



2.6-rasm. Bog‘langan gruntlarning tavsifining, suv ta’sir qilganda, uning boshlang‘ich holati va yuk miqdoriga prinsipial bog‘liqligi:

1- σ_1 da; 2- σ_2 da ($\sigma_1 > \sigma_2$); W_p – plastiklik chegarasi

Suvga to‘yinish, odatda gruntlarning tashqi yukka qarshiligini kamaytiradi. Bu cho‘kishga olib keladi. Ko‘pchish natijasida ham shunday holatni kuzatish mumkin. Bu holatga suvga to‘yinish jarayonida $1,5-2,0 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,1\text{MPa}$) dan katta yuk ostida, avtomobil yo‘llari yo‘l poyiga tavsifli bo‘lgan gruntlar kirmaydi. Suvga to‘yinishdan avval yaxshilab zichlashtirilgan changli va lyossimon gruntlar (zichligi $(0,95-1,1) \delta_{\max}$ gacha) suvga to‘yinish natijasida hech qanday deformatsiyaga uchramaydi, shuningdek tashqi yukka qarshiligi kamayadi.

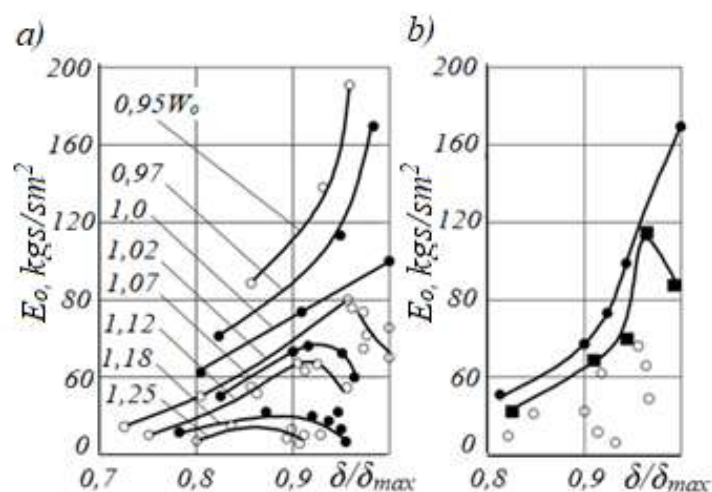
3 BOB. LYOSSIMON GRUNTLARNING MUSTAHKAMLIGI VA TURG‘UNLIGINI OSHIRISH

3.1. Gruntning zichligini uning tashqi kuchga qarshiligiga ta’siri. Zichlashtirish kriteriysi

Zichlashtirish gruntlarning mustahkamligi va turg‘unligini oshirish usuli sifatida qadimdan ishlatilib kelinadi. Ammo, qadimgi tarixiga qaramasdan gruntlarning darajasini baholash usuli va unga qo‘yiladigan talablar XX asrning o‘ttizinchi yillariga to‘g‘ri keladi.

Zichlashtirishda eng katta zichlikka erishish kerak degan qarashlar mavjud bo‘lgan.

Grunt zichligi va uning tashqi kuchga qarshiligini aniqlash uchun tajribalar o‘tkazilgan [7], unda gruntli yarim fazoning yuzasiga shtampni botirish orqali deformatsiya moduli aniqlangan. Yarim fazo namligi bir xil va har xil zichlikkacha zichlashgan gruntdan iborat bo‘lgan. Tajribalar har xil namlikdagi grunlarda o‘tkazilgan. Deformatsiya moduli zichlikning ma’lum bir qiymatigacha oshib borishi, undan keyingi zichlashtirish modulni kamaytirishga olib kelishi ma’lum bo‘lgan (3.1-rasm). Maksimal deformatsiya moduliga teng bo‘lgan zichlikning qiymati *kritik* deb atalgan. 40-rasmdan kritik zichlik namlik oshishi bilan oshishi kamayishi ko‘rinib turibdi. Deformatsiya modulini zichlikka bog‘liqligining ko‘rinishi gruntlarning zichlashish tavsifiga tasir qilishi aniqlangan.



3.1-rasm. Har xil namlikdagi gruntlarni deformatsiya modulining ularning zichligiga bog‘liqligi:

a – og‘ir changli suglinok; b – changli grunt

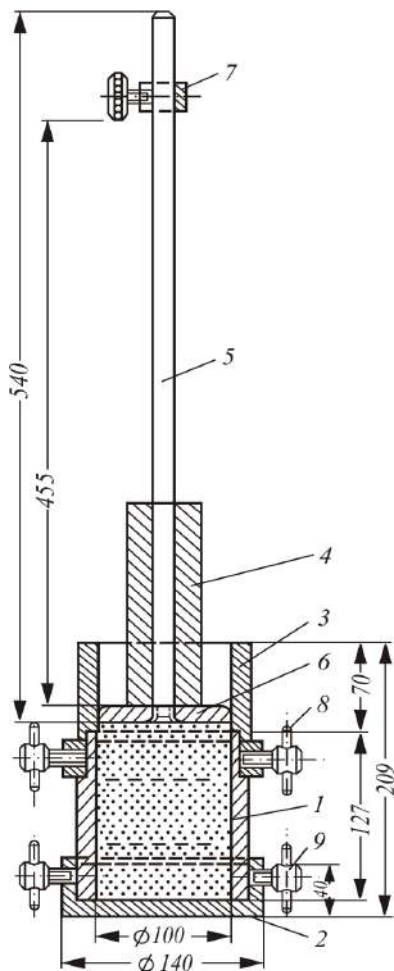
3.1-rasmdagi gruntlarni zichlashtirish natijasida olingan egri yuk bilan zarba berish (urish) yo‘li orqali olingan. Agar grunt sekin-asta yuk berish bilan zichlashtirilsa, masalan, press ostida, unda qulay va qulay namlikdan kichik namlikda zichlikning ortishi bilan modul oshadi, kritik qiymatiga yetib barqarorlashadi. Bu barqaror qiymatlar va unga mos gruntlarning kritik zichligi yukni zarba berish bilan aniqlangan modulga nisbatan bir necha barobar katta. Namligi qulay namlikdan yuqori bo‘lgan gruntlar uchun, sekin-asta ta’sir qiluvchi yuklar bo‘lganda, tavsifli egrilar maksimumga ega bo‘ladilar.

Gruntlar deformatsiyasi modulining kamayishi yoki barqarorlashuvini zarralar va ularning agregatlarini juda yaqinlashuvi bilan tushuntirish mumkin. Bunday yaqinlashuvda tutash joylarda suv-kolloid pilyonka siqiladi, ammo boshqa joyda qalinlashadi, bu bog‘langan suvning bir qismini erkin holatga o‘tishga olib keladi, natijada zarralarning nisbatan surilishi yengillashadi.

Mashinalar bilan gruntlarni zichlashtirishda yukning qo‘yilishi doimo dinamik tavsifga ega, zichlashtirish katoklar bilan olib borilsa ham. Shuning uchun doimo kritik zichlikning borligi bilan hisoblash kerak. Ammo, bu zichlikning qiymati katta bo‘lgani sababli ularga erishish qiyin bo‘ladi. Masalan, bog‘langan gruntlarda qulay namlikda kritik zichlik $(1-1,02)\delta_{\max}$ ga teng bo‘ladi. Namlik $0,9W_q$ bo‘lganida u $1,1\delta_{\max}$ ga yaqin. Shuning uchun amaldagi zichlashtiruvchi mexanizmlar bilan gruntlarni haddan tashqari zichlashtirib bo‘lmaydi.

Shunday qilib, gruntlarning kerakli darajada mustahkamlik va turg‘unligiga erishish uchun gruntlarning zichligi juda katta bo‘lmasligi, ammo shu bilan birgalikda yuk ostida cho‘kish va haddan tashqari muzlab ko‘pchish bo‘lmasligi uchun ular kichik ham bo‘lmasligi, ya’ni avtomobil yo‘llarining yo‘l poyi gruntining qiymati qandaydir qulay qiymatga ega bo‘lishi kerak.

Gruntlarning zichlashish darajasini baholash uchun AQSH va amalda hamma Yevropa davlatlarida Proktor usuli qabul qilingan. Unga o‘xshash yuqorida keltirilgan standart zichlashtirgich sobiq Sovet Ittifoqida N.N.Ivanov va M.Ya.Telegen tomonidan ishlab chiqilgan (3.2-rasm) [6] . Ikkala usulning mazmuni gruntning aniq namunasi o‘lchami va zichlashtirish usuli standartlashgan asbobda zichlashtirishdan iborat.

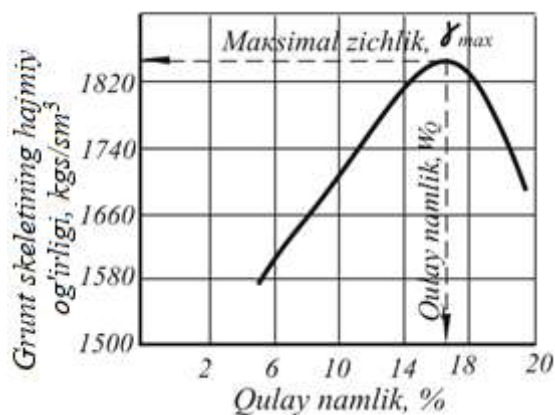


3.2-rasm. Gruntlarning standart zichligini aniqlovchi DORNII asbobi:

1-ochiluvchi silindr; 2-taglik; 3-qo'yiladigan silindr; 4-zichlovchi yuk;

5-sterjen; 6-shtamp; 7-chegaralovchi vint; 8, 9-vintlar

Natijada berilgan zichlashtirish jadalligida zichlikning eng katta qiymati bu zichlikka mos keluvchi namlikda, ya'ni qulay namlikda (3.3-rasm) aniqlanadi. Solishtirish uchun o'tkazilgan tadqiqotlar, standart asbobi va Proktor asbobining o'lchamlari har xil bo'lsa ham, ularda zichlashtirilgan gruntlarning natijasi amalda bir xil bo'lishini ko'rsatadi.



3.3-rasm. Lyossimon suglinokli gruntlar uchun hajmiy og'irlik-namlik egri chizig'i

Standart asbobida gruntlarni zichlashtirishning asosiy yaxshi tomoni avtomobil yo'llari yo'l poyida ishlatilishi mumkin bo'lgan aniq gruntni bevosita zichlashtirishdan iborat.

Shu bilan birgalikda standart va shunga o'xshash boshqa gruntlarni zichlashtirish bo'yicha usullarni ko'p yillik amaliyotda qo'llash, ularning quyida keltirilgan kamchiliklarini ko'rsatadi:

1. Bu usullar qumli gruntlarning kerakli zichligini aniqlash uchun doimiy to'liq yaroqli emas. Bu holatda maksimal zichlik yetarli emas va ishlab chiqarish sharoitida gruntlarni zichlashtirishda uning qiymatidan yuqori qiymatga yengil erishish mumkin, shuningdek aksicha, masalan, mayda barxan qumlari bo'lganda unga erishish katta kuch va ishlab chiqarishda ko'p mehnat talab qiladi. Standart zichlik, uning xususiy holatida, yirik donali gruntlarni zichlashtirishda foydalanib bo'lmaydi. Bu kamchilikni qisman gruntlarni qo'shimcha sinash va zichlik normasi, shuningdek standart zichlashtirish usuliga mos ravishda qo'shimchalar kiritib to'g'rilanadi.

2. Bir xil gruntlar uchun qayta standart zichlashtirish o'tkazilganda ayrim gruntlar uchun ma'lumotlarning farqi nisbiy birlikda 0,02-0,03 ga yetadi. Bu farq gruntlarga urish sonini ortishi bilan bo'shashishiga bog'liq bo'lishi kerak va tasodifiy xatolikka taalluqli bo'lishi mumkin. Tasodifiy xatolikning ta'sirini aniqlash sonini oshirish yo'li bilan kamaytirish mumkin. Shuning uchun standart zichlashtirishni bir xil gruntlar uchun 2 martadan ko'p o'tkazish kerak.

3. Standart zichlashtirish jarayonining uzoq davom etishi va ko'p mehnat talab qilishi tez dala nazoratini olib borishni qiyinlashtiradi, amalda erishiladigan gruntlarning zichligi talab qilinadigan zichlikka teng bo'lishi kerak. Dala nazoratini olib borishda asosiy qiyinchilik grunt namligini aniqlashdan iborat. Bu yetishmovchilikni kamaytirish grunt namligini tez aniqlash uchun asboblari ishlab chiqilgan. Bunday asboblari qatoriga N.P.Kovolyoev asbobini qo'shish mumkin. Unda gruntlarning buzilmagan strukturasi zichligi va namligini 0,5-0,6 m gacha chuqurlikdan olingan namunalarda aniqlash mumkin. Namuna olmasdan gruntni namligini tez aniqlash uchun neytronli nurlanadigan radioaktiv asboblardan foydalanish mumkin.

4. Standart zichlashtirish grunt holatini bir tomonlama aniqlash imkonini beradi, ya'ni erishilgan zichlikni. Gruntlarning yukka va iqlim omillariga qarshilik holatini baholay olmaydi. Grunt zichligi, uning mustahkamligi va turg'unligi orasidagi korrelyatsiya bog'liqligini aniqlash uchun juda katta tadqiqot ishlari olib borish kerak.

Shunday qilib, agar standart zichlashtirishni qo'llash bilan bog'liq bo'lgan yetishmovchiliklar bartaraf etilmagan bo'lsa, uni har xil qo'shimcha tadbirlar kiritib kamaytirish mumkin. Ammo bu yetishmovchiliklar tanqidlarning tug'ilishga olib keldi, natijada, ayniqsa chet ellarda bu usulni qandaydir boshqa usul bilan almashtirish yoki boshqa qo'shimcha sinovlar kiritish taklif qilindi. Usulni almashtirish tarafdorlari tomonidan juda ko'p yangi usullar taklif qilingan, ularni orasida e'tiborga loyig'i quyidagilardan iborat.

Masalan, Angliyada Proktor usulini gruntdagi havoning miqdorini nazorat qilish bilan almashtirish taklif qilingan, bu holatda ko'tarmaning yuqorigi va pastki qatlamlarida havoning miqdori mos ravishda 5 va 10% dan oshmasligi kerak. Gruntlarni zichlashtirishning shunga o'xshash usuli Yaponiyada qabul qilingan, unda gruntdagi havoning miqdori 10 dan 2% gacha bo'lishi kerak. Bu usullar gruntning namligi doimo plastiklik chegarasiga yaqin bo'lgan tumanlar uchun yaroqli.

Bulardan tashqari sobiq Chexoslovakiyada Proktor usulini gruntlarni kompressiyaga tekshirish bilan almashtirishni taklif qilishgan, ya'ni shunday yuk miqdorini aniqlash kerakki bu yukda (taxminan $1,5 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,15 \text{ MPa}$) teng va undan kichik) amalda deformatsiya – cho'kish bo'lmasin. Bu usul katta ko'tarmalar uchun yaroqsiz hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda gruntlarni standart asbobida yoki Proktor asbobida sinashni boshqa usul bilan almashtirish uchun maxsus usul ishlab chiqilmagan. Gruntlarning kerakli zichliging aniq gruntni bevosita sinash bilan belgilash mumkin. Bu standart zichlashtirish usulini, uni kamchiliklariga qaramasdan keng qo'llashga sabab bo'lmoqda. Ehtimol, keyinchalik standart zichlashtirish bir vaqtni o'zida mustahkamlikni ham aniqlovchi boshqa usul bilan almashtirilar. Ammo bunday o'zgartirish uzoq vaqt tadqiqot o'tkazishni talab qiladi. Har qanday yangi usul yashovchan bo'lmaydi, agar u aniq gruntning bevosita sinash natijalariga asoslanmagan bo'lsa.

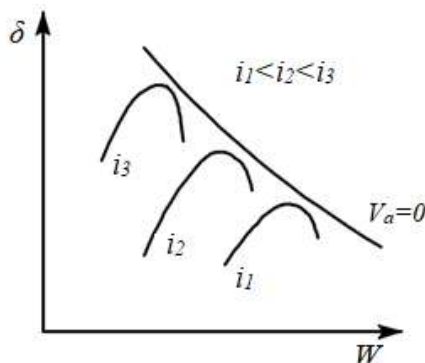
Dunyoning qurilish amaliyotida standart zichlashtirgich va gruntlarni Proktor asbobida zichlashtirishga o‘xshash bir nechta usullar ishlatiladi. Standart asbobning boshqalarga nisbatan sezilarli farqi urgich gruntning hamma yuzasini berkitib turgan shtampga uriladi, boshqa asboblarda urgich yuzaning bir qismiga uriladi va shuning uchun jarayon davomida u to‘xtovsiz suriladi. Zichlik normasi bu asboblarda olinadigan maksimal qiymatga nisbatan olinadi. 3.1-jadvalda har xil asboblarda gruntning zichlashtirish natijalari keltirilgan. Bu holatda standart zichlashtirish yo‘li bilan aniqlangan gruntlarning maksimal zichligi va qulay namligi bir birlik deb qabul qilingan. Jadvaldan standart asbobda aniqlangani natija Proktor asbobida gruntlarni sinalgandagi kabi bo‘ladi. Boshqa usullar gruntning yuqori zichligini beradi, shunga mos ravishda qulay namlik kichik bo‘ladi.

3.1-jadval

Zichlashtirish usuli	Zichlashtirish ko‘rsatkichlari							Zichlashtirish natijasi			
	Shakli		Urgich			Qalam soni	Qatlamdagi urilish soni	Bog‘langan grunt		Bog‘lanmagan grunt	
	Diametr, mm	Balandligi, mm	Massa, kg	Tushish balandligi, sm	Diametr, mm			Maksimal zichlik	Qulay namlik	Maksimal zichlik	Qulay namlik
Standart zichlashtirgich	100	127	2,5	30	100	3	25-40	1,0	1,0	1,0	1,0
Proktor usuli Takomillash-tirilgan	102	117	2,5	30,5	51	3	25	1,0	1,0	1,0	1,0
Proktor usuli Kaliforniya zichlashtirgich	102	117	4,0	45,8	51	5	25	1,05	0,85	1,04	0,95
Mexanizatsiya-lashgan zichlashtirgich	76	254-305	4,0	45,8	51	5	20	1,05	0,90	1,04	0,90
	102	153	2,2	45,8	51	3	25	1,03	0,95	1,01	0,95

Zichlashtirishning o‘xshash usullarini solishtirishda zichlashtiruvchi ta’sir qancha yuqori bo‘lsa, gruntning olinadigan zichligi shuncha yuqori

bo‘ladi, buni solishtirma urish impulsi i bilan tavsiflash kerak deb xulosa qilish mumkin. Shu bilan birgalikda qulay namlik zichlashtirish ta’siri ortishi bilan kamayadi (3.4-rasm). Asbobning ko‘rsatkichlarini o‘zgartirib, har gal zichlashtiruvchi ta’sirni oshirib, zichlashtirish usulining cheksiz miqdorini, shuningdek unga mos ravishda gruntlarning maksimal zichligi va qulay namligini olish mumkin.



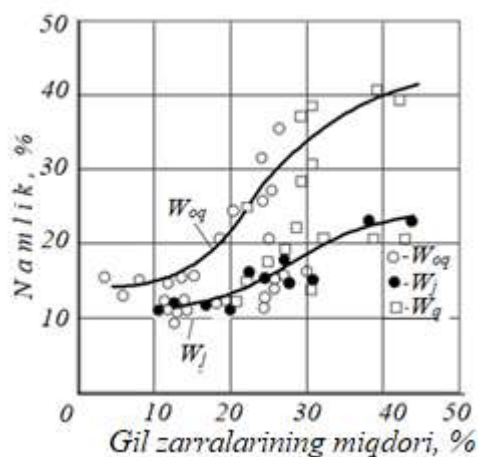
3.4-rasm. Har xil jadallikdagi yuk bilan zichlashtirishda lyossimon grunt zichligining o‘zgarishi

Zichlashtirish usullarining hamma variantlari ichida avtomobil yo‘llari yo‘l poyining kerakli mustahkamlik va turg‘unligini beradigan gruntning holatini aniqlashga imkon yaratadigani eng yaxshisi hisoblanadi. Plastiklik chegarasiga yaqin namlikka ega bo‘lgan gruntlar, qiymati qulay namlikka yaqin, suvga eng turg‘uni hisoblanadi, chunki ular ko‘pchimaydi va cho‘kish ehtimolini amalda yo‘qqa chiqaradigan zichlikni olishni ta’minlaydi. Qulay namlikdagi gruntlar minimal muzlab ko‘pchigani uchun erish jarayonida maksimal mustahkamlikka ega bo‘ladi. Demak, standart zichlashtirish bilan gruntlarning shunday namligi aniqlanadiki, unda eng katta mustahkamlik va turg‘unlikka erishiladi.

Gruntlarni sinashda amaldagi zichlashtirish vositalariga nisbatan gruntlarning maksimal zichlikka erishishini ta’minlaydigan qulay bo‘lgan namlikni aniqlash kerak degan tushuncha mavjud. Yo‘l mashinasozligi gruntlarni zichlashtirish uchun katta unumdorlikka ega va kuchli mashinalarni ishlab chiqarish yo‘nalishi bo‘yicha rivojlanmoqda, bu gruntlar zichligining me‘yorini oshirishga imkon bermoqda. Shuning uchun gruntlarni zichlashtirish uchun mo‘ljallangan qulay namlik qiymati, bu mashinalarni rivojlangani sari, to‘xtovsiz kamayishi kerak.

Standart asbobida olingan qulay namlik plastiklik chegarasiga mos

boʻlgan namlikdan qisman farq qiladi (3.5-rasm). Bunday holat gruntlarning koʻpchilik turiga, ogʻir supesdan boshlab gillargacha mos keladi. Shuning uchun qulayga mos boʻlgan namlikda, amalda hamma suv bogʻlangan holatda boʻladi. Koʻpchilik tajribalar bilan oquvchanlik chegarasi va qulay namlik orasida doimiy nisbiy qiymat mavjud emas. Bu nisbat gruntning granulometrik tarkibiga, xususan, gruntlarda gil zarralarining oshib borishi bilan namlikning absolyut va nisbiy qiymatlari orasidagi farq ortib boradi [8]. Shuning uchun qulay namlikni plastiklik chegarasiga moʻljallab belgilanadi, oquvchanlik chegarasiga emas.



3.5-rasm. Gruntlarning oquvchanlik chegarasi W_{oq} , plastiklik chegarasi W_j va qulay W_q namligining ulardagi gil zarralariga bogʻliqligi

Hozirgi vaqtda qulay namlikni koʻpincha oquvchanlik chegarasiga doimiy oʻtuvchi koeffitsiyent kiritib aniqlanadi, bu xato qilishga olib keladi.

Shunday qilib, standart zichlashtirish usuli va Proktor asbobida shunday gruntlarning namligi aniqlanadiki, unda eng yaxshi turgʻunlik taʼminlanadi. Shuning uchun boshqa turdagi sinov usullariga, shuningdek keyingi vaqtlarda AQSHda keng tarqalgan Proktor usulining modifikatsiyasiga oʻtish maqsadga muvofiq emas.

3.2. Koʻtarma lyossimon gruntlarining talab qilingan zichligi va ruxsat berilgan namligi

Zichlik mustahkamlik va turgʻunlikka unga yuk va ob-havo iqlim

omillarini bir vaqtda tasir qilganida ta'sir qiladi. Muhandislik inshooti turiga, xususan yo'l qoplamasi qurilgan gruntga nisbatan zichlikning qandaydir minimal qiymati mavjud, u gruntning qoniqarli turg'unligini taminlaydi. Bu minimal qiymatlar iqlim sharoiti, joyning turi, ko'tarmada gruntni joylashish qatlami, ko'tarma quriladigan yilning vaqtiga, grunt namligiga bog'liq bo'ladi.

Ob-havo iqlim omillarini gruntning turg'unligini taminlovchi minimal zichlikka ta'siri bo'lgani uchun, yo'l-iqlim hududlarini bir-biridan farq qilish kerak. Yo'l ko'tarmasida aniq iqlim sharoiti uchun yuk va iqlim ta'sirida vaqt davomida ma'lum bir zichlik shakillanadi. Bu zichlikning qiymatini aniqlash uchun XX asrning 50-yillarida N.N.Ivanov, M.Ya.Telegin va N.V.Xlebnikovlar 10-20 yil davomida foydalanishda bo'lgan avtomobil yo'llarida, B.D.Xeystver temir yo'llarida gruntlarning zichligini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borishgan. Ular aniqlangan zichlikni "maishiy" zichlik deb atashgan (3.2-jadval). 3.2-jadvalda keltirilgan qiymatlar 20-70 aniqlangan qiymatning o'rtachasidir [4].

3.2-jadval

Namuna olingan joy	Gruntning maishiy zichligi, δ/δ_{\max}
Qatnov qismining tagidan	
chuqurlikda	0,92±0,01
40 sm gacha	0,89±0,02
41 sm dan 80 sm gacha	0,84±0,01
81 sm dan 120 sm gacha	
Yo'l yoni tagidan chuqurlikda	0,90±0,02
40 sm gacha	0,84±0,02
41 dan 80 sm gacha	0,82±0,02
81 sm dan 120 sm gacha	

Gruntlarning "maishiy" zichligini qatnov qismi tagidagisining qiymati yo'l chetidagisiga nisbatan o'rtacha 1,03 marotaba katta, bu undagi yuk ta'sirining kattaligi bilan tushuntiriladi. Umuman olganda yo'l cheti tagidagi gruntlar avtomobil harakatining ta'siriga uchramagandek bo'ladi. Ammo haqiqatda bunday yuklama avtomobillarning yo'l chetiga tasodifiy chiqib ketishi natijasida bo'lib qolmasdan, asosan yo'l to'shamasining yukni tarqatish qobiliyatiga bog'liq bo'ladi, natijada yo'l chetining tagida gruntning uncha chuqur bo'lmagan nuqtasi yuk ta'siri ostida bo'ladi. Shu

bilan qatnov qismi tagidagi va undan nariroqdagi gruntlarning “maishiy” zichligining o‘zaro farqlari tushuntiriladi.

Ko‘tarmaning faqat suv va kuch ta’sir qiladigan qismidagi gruntlar uchun minimal qiymat sifatida barqarorlashgan zichlikni qabul qilish mumkin. 1.3-rasmda chuqurlik bo‘yicha kuchlanishning tarqalish egrisi va unga mos ravishda gruntlarning barqarorlashgan zichligining egrisi ko‘rsatilgan. Unda suvning ta’siri bo‘lganda cho‘kish deformatsiyasi bo‘lmaydigan zichlikning minimal qiymatini aniqlash mumkin. 1.3-rasmdan ko‘tarmada suvning ta’siri bo‘ladigan joylarda grunt zichligi $0,92\delta_{\max}$ kam bo‘lmasligi kerak, bu qiymat mos ravishda 1,5-2 m ga to‘g‘ri keladi, bu yerda harakatlanuvchi avtomobilning ta’siri bo‘lmaydi, yuqorida joylashgan grunt massasidan tushuvchi yuk kichik bo‘ladi. Transport vositalari yukining ta’siri bo‘ladigan gruntlar $0,95\delta_{\max}$ ga yaqin zichlikka ega bo‘lishi kerak.

Muzlash va erish hududida joylashgan gruntlar suv va manfiy haroratning ta’siriga turg‘un bo‘lishi kerak. Ko‘tarmaning yuqori qatlami eng yuqori yuk ta’sirida bo‘ladi, ya’ni gruntlar juda og‘ir sharoitda ishlaydilar. Talab qilingan zichlikni belgilashda ularning kritik qiymatlarini hisobga olish kerak, bog‘langan gruntlar uchun qulay namlikda $(1-1,02)\delta_{\max}$ ga teng bo‘ladi. Bu qiymatlarni taklif qilinadigan zichlikning chegaraviy qiymati deb qabul qilish kerak. Avval yuqorigi chegarani oshirish maqsadga muvofiq emas, ammo unga erishish ham ehtimaldan xoli emasligi ta’kidlangan.

Takidlash kerakki, yuqorida keltirilgan har bir yo‘l - iqlim zonasi va barcha darajali yo‘llar uchun yo‘l to‘shamasining bevosita tagida yotuvchi yo‘l poyi yuqori qatlamining (qalinligi 0,4 m) zichlashtirish sifati va muqobilligiga alohida e’tibor berish kerak bo‘ladi, negaki u ishchi qatlam deb ataluvchi yo‘l poyining eng faol qatlami hisoblanadi. Bunday qatlam yo‘l tuzilmasida qoplama yuzasi $H_{Y.T}$ dan $H_{Y.T}+0,4$ gacha bo‘lgan chuqurlikda joylashgan. Bu yerda $H_{Y.T}$ – yo‘l to‘shamasining qalinligi, m.

Ishchi qatlam ShNK 2.05.02-07 2-ilovasining majburiy 4-6 jadvallariga asosan sementobeton va asfaltobeton qoplamalari yuzasidan 1,0 va 0,8 m chuqurlikkacha ko‘pchimaydigan va cho‘kmaydigan gruntlardan tashkil topgan bo‘lishi kerak. Ishchi qatlamning minimal zichlashtirish koeffitsiyenti 3.3-jadvalga asosan qabul qilinishi kerak.

Zichlashtirish koeffitsiyentining talabdagi minimal qiymatlari

Yo‘l-iqlim zonasi	Yo‘l toifasi	Talabdagi minimal zichlashtirish koeffitsiyenti
I	I-V	0,98
II, IV	I, II	1,03
	III	1,00
	IV, V	0,98
III	I, II	1,00
	III, IV, V	0,98

O‘zbekiston sharoitida avtomobitl yo‘llari lyossimon gruntlari ustida o‘tkazilgan tadqiqot ishlari qoplama yuzasidan $H_{Y,T}+0,4$ dan 1,5 m gacha bo‘lgan chuqurlikda yotuvchi, taxminan 0,4-0,6 m qalinlikda, namlik, muzlash va ortib boruvchi transport yuklarining birgalikdagi ta‘siriga uchraydigan grunt qatlamining talab qilinadigan minimal zichlashtirish koeffitsiyenti 3.4-jadvalda keltirilganga teng bo‘lishi kerak.

1,5 m gacha chuqurlikda yotuvchi qatlamning minimal zichlashtirish koeffitsiyentining qiymatlari

Yo‘l-iqlim zonasi	Yo‘l toifasi	Talab qilingan minimal zichlashtirish koeffitsiyenti
I	I, II, III, IV, V	0,96
II, IV	I, II	1,00
	III, IV, V	0,98
III	I, II	0,99
	III, IV, V	0,97

Kutarmaning qoplama yuzasidan 1,5 dan 6 m gacha chuqurlikdagi pastki qatlamida joylashgan gruntlar zichligiga joylarning namlanish tavsifiga qarab har xil talablar qo‘yiladi.

Avtomobil yo‘llari ko‘tarmasidagi gruntlarning umumlashtirilgan zichlik normalari 3.5-jadvalda keltirilgan.

3.5-jadvalda keltirilgan qiymatlarning tahlili quyidagi xulosalarni qilishga imkon beradi.

3.5-jadval

Avtomobil yo'llari ko'tarmasidagi lyossimon gruntlarning aniqlashtirilgan zichlik normalari

Yo'l poyi elementlari	Qatlamning qoplama yuzasidan chuqurligi, m	Yo'l to'shamasining turlari bo'yicha gruntning eng kichik zichlashtirish koeffitsiyenti								
		mukammal			yengillashtirilgan			o'tuvchi		
		yo'l-iqlim zonasi								
		I	II, IV	III	I	II, IV	III	I	II, IV	III
Ishchi qatlam	$H_{Y.T}+0,4$ gacha $(H_{Y.T}+0,4)\div 1,5$	0,98	1,03	1,00	0,98	1,00-1,03	1,00	0,98	0,98	0,98
		0,96	1,00	0,98	1,00	0,98-1,00	0,98	0,96	0,96	0,97
Ko'tarmaning suv bosmaydigan qismi	1,5 yuqori	0,97	0,98	0,96	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,96
Ko'tarmaning suv bosadigan qismi	1,5 yuqori	0,97	1,00-1,03	0,98	0,97	1,00	1,00	0,96	0,98	0,98
O'ymaning mavsu-miy muzlash sat-hidan pastdagi qismi	1,2 gacha	-	0,98	0,97	-	0,97	0,97	-	0,96	0,96

Izoh. $H_{Y.T}$ - yo'l to'shamasining qalinligi.

Barcha yo‘l-iqlim zonalarining suv bosmaydigan ko‘tarmalarida zichlashtirish koeffitsiyenti 0,96 (I – IV toifali yo‘llar), 0,94 (V toifali yo‘l) bo‘lishi kerak, minimal talab qilingan zichlashtirish koeffitsiyenti, gruntlardagi mavsumiy namlik kam bo‘lgani uchun birmuncha oshirilgan.

Suv bosadigan ko‘tarmalardagi gruntlar uchun (qoplama yuzasidan 1,5 – 6 m chuqurlikda) zichlashtirish koeffitsiyentining qiymati 3.5-jadvalda keltirilgan normalarga mos bo‘lishi kerak.

Ko‘tarmaning quyi qismida, 6 m dan katta chuqurlikdagi gruntning zichlash normalari amaldagi normalarga nisbatan o‘zgaradi va 0,96-1,03 tashkil qiladi.

Qulay namlikdan yuqori – W_q dan $1,3W_q$ (W_q – qulay namlik) namlikdagi bo‘lgan – bog‘langan gruntlardan ko‘tarma qurishda zichlashtirish koeffitsiyentini quyidagi minimal qiymatlargacha ko‘tarish tavsiya qilinadi:

0,96 – ko‘tarmaning yuqori qatlami (qoplama yuzasidan 1,5 m gacha chuqurlikda);

0,94 – ko‘tarmaning pastki qatlami (qoplama yuzasidan 1,5 m chuqurlikda va undan ortiq).

Yuqori namlikdagi bog‘langan gruntlardan ko‘tarma qurishda mukammal turdagi qoplamali yo‘l to‘shamasining ko‘tarma qurilishi tugallangandan so‘ng 1 – 2 yil o‘tkazib, cho‘kish alomatlari barqarorlashib, uning yuqori qismi 3.4-jadvalda keltirilgan normagacha zichlashgandan so‘ng qurish yoki bu qoplamani bosqichma-bosqich amalga oshirish maqsadga muvofiq.

O‘ta namlikdagi (namlik o‘rtacha $1,3W_q$ dan ko‘p bo‘lganda) bog‘langan gruntlardan ko‘tarmalarni qurishda minimal talab qilingan zichlashtirish koeffitsiyentini 0,94 ga teng qilib olish tavsiya qilinadi. Bunday sharoitda ko‘tarmaning turg‘unligi gruntlar namligining kamayishini ta‘minlovchi va konsolidatsiya jarayonini tezlashtiruvchi tadbirlar qo‘llab ta‘minlanadi. Mukammal turdagi qoplamalar deformatsiya konsolidatsiyasi to‘liq tugagandan so‘nggina quriladi.

Ko‘tarmalarni qish mavsumida bog‘langan gruntlardan qurishda, ularning pastki qatlamini (qoplama yuzasidan 1,5 m dan ortiq chuqurlikda) $K_z \geq 0,96$ (I i II darajali yo‘llar uchun) va $K_z \geq 0,94$ (boshqa toifali yo‘llar uchun)gacha zichlash tavsiya qilinadi, yuqori qatlamlarni (qoplama

yuzasidan 1,5 m dan kam chuqurlikda) I-II toifali yo'llarda faqat erigan gruntlardan quriladi va ularni zichlash 3.4-jadval normasiga asosan olib boriladi.

Agar ishlab chiqarishning o'ziga xosligi yoki ob-havo iqlim sharoitidan kelib chiqib, uni amalga oshirish yoki yo'l poyini sifatli qurish mumkin bo'lmasa, qish mavsumida balandligi 3 m gacha bo'lgan ko'tarmani qurishda zichlashtirish jarayonini, keraklixa asoslangandan so'ng, ma'lum vaqtga (bahor yoki yozga o'tkazish) ko'chirish mumkin. Bunday sharoitlarga quyidagilar kiradi: ish jarayonining og'irligi, masalan torfi olingan botqoqliklarda yo'l poyini qurishda; havo harorati minus 25 dan minus 30 °C va undan past bo'lganida gruntlarning tez muzlashi. Bunday hollarda qishda qurilayotgan ko'tarmaning butun balandligi bo'yicha talabdagi zichligini ta'minlaydigan zichlash vositalari loyihada ko'zda tutilishi kerak. Bog'lanmagan gruntlarni 1-1,5 m qatlamgacha zichlashtiruvchi og'ir tebranma katoklar, bog'langan va bog'lanmagan gruntlarni 2-3 m qalinlikda urib zichlovchi plitali ekskavatorlar shunday mashinalar jumlasiga kiradi.

Barcha yo'l inshootlarida, qurilish davrida ko'tarma qurishni tugallash va asos qurilishini boshlash orasida vaqtinchalik texnologik tanaffusga yo'l qo'yilganda, keyingisini qurish bo'yicha ish boshlashdan avval yo'l poyining yuqori qismini kerakli normagacha (3.5-jadval) qayta zichlashtirish tavsiya qilinadi.

Yuqorida gruntlarni namlik qulaydan kam bo'lganda qulay namlikdagi gruntlarda havo egallagan hajmgacha bo'lgan zichlikkacha gruntlarni zichlashtirish yo'li bilan mustahkamligi va turg'inligini oshirishning prinsipial imkoniyatlari ko'rsatildi. Bunday zichlikni quyidagi ifodadan foydalanib aniqlash mumkin:

$$\delta = \delta_o \frac{100 + \Delta W_o}{100 + \Delta W}, \quad (3.1)$$

bu yerda δ va δ_o – kamaytirilgan va qulay namlikdagi gruntlarning talab qilingan zichligi; Δ – gruntning solishtirma zichligi, g/sm³; W va W_o – gruntlarning namligi va qulay namligi, %.

Ifodada birga teng bo'lgan suvning zichligi ko'rsatilmagan, shuning uchun o'lchamida nomuvofiqlik mavjud. Gruntlarning talab qilingan

zichliklari δ va δ_0 absolyut (g/sm^3), shuningdek nisbiy birlikda ifodalanishi mumkin.

AQSHda zichlik normalari faqat gruntlarning turlari bo'yicha differensiyalanadi. Proktor asbobida gruntlarni zichlashtirishdan olingan zichlikni maksimal qiymatlarining natijalari bo'yicha gruntlar bo'linadilar. Gruntni maksimal zichligi qancha kam bo'lsa, shuncha talab qilingan zichlashtirish koeffitsiyentining qiymati katta bo'ladi. Maksimal zichlik 1,61 dan 1,65 g/sm^3 gacha o'zgarganda zichlashtirish koeffitsiyenti 0,98 dan 1,02 gacha oshadi. Avtomobil yo'llarining ko'tarmalarini va boshqa yer muhandislik inshootlarini, masalan to'g'onlarni qurishda, gruntlarni zichlashtirishga ketadigan sarflar chegaralanmaydi va zichlashtirish to'liq "rad etilgunicha" olib boriladi. Gruntlarda deformatsiya kuzatilishi to'xtamaguncha uni zichlashtirish davom ettiriladi. Gruntlarga ketgan sarf keyinchalik uni yuqori turg'unligi bilan qoplanadi deb taxmin qilinadi [4].

Germaniyada Proktor usuli bo'yicha gruntlarning zichlik me'yorlari quriladigan qoplamaning turi va gruntning xiliga bog'liq belgilanadi. Shuningdek qatlanni joylashish chuqurligi ham hisobga olinadi. Me'yorlar gruntga transport yuki ta'sirida kerakli darajada mustahkamlik va turg'unlik berish uchun ishlab chiqilgan. Ko'tarmaning yuqori qatlamini (0,2 m gacha) sementbeton qoplamaning tagidagi bog'langan va bog'lanmagan gruntlar uchun, zichlashtirish koeffitsiyentini 1,03 ga teng olish taklif qilingan.

Angliyada gruntlarning kerakli zichligi havo egallab turgan g'ovaklikning hajmiga qarab belgilanadi. Ko'tarmaning yuqori qatlami uchun bu hajm 5% dan, pastki qatlami uchun 10% dan oshib ketmasligi kerak. Oxirgi holati uchun zichlashtirish koeffitsiyenti 10% ga teng va undan kichik. Bunday zichlikning qiymati namligi ko'p bo'lgan hududlar uchun xos. Yaponiyada ham xuddi shunday, o'ta namlangan gruntlar bo'lgani uchun 0,90 olinadi.

Fransiyada ko'tarmalardagi gruntlarning talab qilingan zichligi yuqorigi 0,5 m qatlam uchun birga teng, qolgan qatlamlar uchun - 0,9. Bunda grunt Proktorning normal asbobida sinovdan o'tkaziladi.

Italiyada gruntlarni modernizatsiya qilingan Proktor asbobida sinaladi. Bu yerda zichlikning kerakli miqdori zichlashtirish koeffitsiyenti bilan aniqlanadi, u 0,95 ga teng, ya'ni gruntlarni odatdagi Proktor asbobida zichlashtirib olinganga teng.

Gruntlarni zichlashtirish uchun foydalanadigan har bir mashinalar uchun eng samarali zichlashtirish olinadigan o'zining namligi mavjud. Shu bilan birgalikda maksimal samaraga gruntda yuzaga keladigan kuchlanish uni mahkamlik chegarasiga yaqin bo'lsa erishiladi. Shu tahlil bilan gruntlarni zichlashtirish uchun mashina tanlanadi. Bu kuchlanishga mos keluvchi namlik maksimal zichlik olishni ta'minlaydi, uning qiymati qulaydan kichik bo'lib, o'rtacha $(0,85-0,9)W_q$ ga teng. Shuning uchun zichlashtirishni grunt namligi $(0,85-1)W_q$ ga teng bo'lganda olib borishga intiladi.

Namligi qulay namlikkdan kichik bo'lgan gruntlarni zichlashtirish uchun ularga qo'shimcha suv sepib namlantiriladi yoki og'ir mashinalar qo'llaniladi. O'ta nam bo'lgan gruntlarni zichlashtirish juda katta qiyinchiliklarni tug'diradi.

O'ta namlangan gruntlar deb namligi maksimal ruxsat berilgan qiymatdan yuqori bo'lganlar tushuniladi. *Maksimal ruxsat berilgan* deb zichlashtirishni talab qilingan qiymatigacha zichlashtirishni imkonini beradigan tushuniladi.

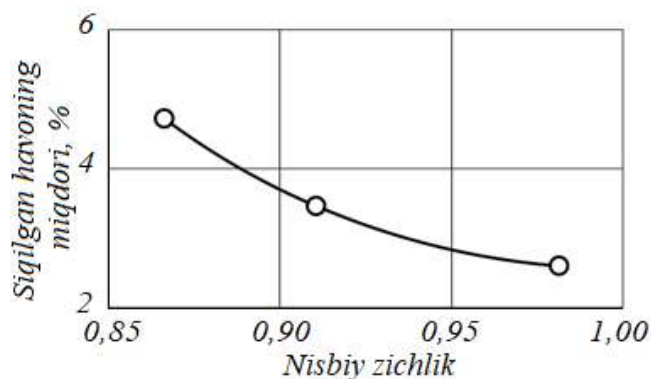
Mashinalar bilan zichlashtirishda gruntlarning zarralari va bu zarralarning agregatlari havoning chiqib ketishi natijasida yaqinlashadi. Suvning siqib chiqarilishi qumlarni tebranish bilan zichlashtirishda ro'y beradi, bu nisbatan kam uchraydi. Zichlashtirilgan grunlarda qisilgan havo bilan to'ldirilgan qandaydir hajm bo'ladi, uni ajratib chiqarish mumkin bo'lmaydi. Shuning uchun gruntlarning maksimal ruxsat berilgan namligi W_{max} , foizda, quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin

$$W_{max} = \frac{\Delta_1 \left[\frac{(1 - V_a) \Delta}{\delta_o} - 1 \right]}{\Delta} 100, \quad (3.2)$$

bu yerda Δ_1 – suvning zichligi ($\Delta_1 = 1 \text{ g/sm}^3$); Δ – gruntning mineral zar-

rasini zichligi; V_a – siqilgan havoning nisbiy hajmi; δ_o – gruntning talab qilingan zichlik me’yori, $\delta_o=K\delta_{max}$; K – zichlashtirish koeffitsiyenti; δ_{max} – maksimal standart zichlik.

Siqilgan havoning hajmini, yuk ta’sirida bo’lgan yo‘l poyini shakllanish davriga mos keladi, yuqori namlikdagi gruntlarda aniqlash kerak bo’ladi. Tabiiy sharoitda ko‘p marotaba o‘lchashlar changli va suglinkali gruntlarda ko‘p holatlarda siqilgan havo ko‘pincha 2-3% ga teng bo‘lishini ko‘rsatadi [8]. Bu hajmga 3.6-rasmda ko‘rsatilganidek, tadqiqotlar natijasida olingan, bog‘langan gruntlarning to‘qqiz xilida o‘tkazilgan, gil zarralari 16 dan 42% gacha bo‘lgan gruntning zichligi ta’sir qiladi. Grafikni qurishda 270 marotaba o‘lchash natijalari umumlashtirilgan. Grafikdan gruntning zichligini ortishi bilan siqilgan havoning miqdori kamayishi ko‘rinib turibdi, Avtomobil yo‘llari ko‘tarmasi gruntining zichligi $0,95\delta_{max}$ dan katta bo‘lganda, bu havoning hajmi 3% ni tashkil qiladi. Zichlashtirilgan bog‘lanmagan gruntlarda siqilgan havoning hajmi 6-9,5% ga etadi. Bu qiymatlar bilan (3.2) ifoda orqali gruntlarning ruxsat berilgan namligini aniqlashda foydalanish mumkin.



3.6-rasm. Siqilgan havo egallagan g‘ovaklik hajmining lyossimon gruntlarning zichligiga bog‘liqligi

Sobiq Ittifoqning yo‘l ilmiy tekshirish institutining Leningrad filialining gruntli laboratoriyasida 270 namunani sinash va (3.2) ifoda orqali har bir grunt turi uchun maksimal ruxsat berilgan namlik aniqlangan. Bu ishning natijalari 3.6-jadvalda keltirilgan. Namlikning ayrim qiymatlarining o‘rtacha qiymatdan og‘ishi ayrim gruntlar uchun 3-10% ni tashkil qiladi.

3.6-jadval

Grunt	Maksimal ruxsat berilgan namlik, qulay qiymatga nisbatan, zichlashtirish koeffitsiyentida	
	1-0,98	0,95
Yirik donali va mayda donali qum	2,0	2,5
Mayda va changli qum	1,4	1,6
Yengil supes, shuningdek changli	1,3	1,4
Og‘ir supes, yengil suglinok	1,2	1,3
Og‘ir suglinok, changli suglinok, gil	Namlik oshishiga ruxsat berilmaydi	1,2

Grunt namligining maksimal ruxsat berilgan qiymatga nisbatan oshishi uning zichlanmasligiga olib keladi, bunga ruxsat berilmaydi. Shuning uchun bo‘lishi mumkin bo‘lgan xatoliklar chiqarib tashlangan, jadvalda o‘rtacha qiymat berilmasdan, tasodifiy og‘ishning quyi chegarasiga mos keluvchi qiymatlar berilgan. Og‘ir suglinok va gillar uchun namlikning ruxsat berilgan ortishi $(0,05-0,07)W_q$ ga teng, bu uni aniqlashda kerak bo‘ladigan aniqlikka teng, shuning uchun bu gruntlarda talab qilingan zichlik $(1-0,98)\delta_{max}$ bo‘lganda qulay qiymatga nisbatan namlikning oshishiga ruxsat berilmaydi.

4 BOB. LYOSSIMON GRUNTLARNI MASHINALAR BILAN ZICHLASHTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI

4.1. Gruntlarni zichlashtirishning usullari va vositalari. Gruntga mashinalarni ishchi organlarining ta'sir parametrlari

Gruntlar o'zining tabiati bo'yicha xilma-xil va shuning uchun ularning fizik-mexanik xossalari ham har xil bo'ladi. Qurilish jarayonida ular har xil sharoitlarda zichlashtiriladilar – katta maydonlarda, yon qiyaliklarda, handaqlarda, kotlovanlarda va boshqalarda. Ko'pincha tabiiy asoslarni zichlashtirishga to'g'ri keladi, ularning xossalari ko'tarma gruntining xossalaridan farq qiladi. Ko'tarma gruntlari doimo qatlamlab zichlashtiriladi, qatlamning qalinligi faqat zichlashtirish uchun foydalaniladigan vositaning turiga bog'liq bo'lib qolmasdan, gruntni to'kadigan mashinalarga, shuningdek ishni tashkil qilishga ham bog'liq. Bularning hammasi gruntlarni zichlashtirish uchun mashinalarga har xil talablar qo'yadilar. Ko'pincha bu talablar qarama-qarshidir va shuning uchun yo'l qurilishida gruntlarni qandaydir bitta yoki ikkita, uchta mashina bilan zichlashtirib bo'lmaydi.

Hozirgi vaqtda gruntlarni zichlashtirish uchun mashinalar saroyi bir-birlari bilan faqat konstruksiyalari bilan emas, shuningdek ishlash jarayonlari bilan farq qiladigan har xil turdagi mashinalardan iborat. Shu bilan birgalikda bu mashinalarning ayrim turlari, bog'langan va bog'lanmagan gruntlarning zichlashtirilishiga nisbatan universalligi va konstruksiyasining soddaligi bilan bir vaqtda yuqori ish unumdorligiga ham ega, bu ishni nisbatan kam narx bilan olib borish imkonini beradi.

Bu mashinalar keng foydalaniladilar, va yer ishlarining asosiy hajmi ular bilan bajariladi. Ularga pnevmoshinali katoklar taalluqlidir.

Gruntlar quriladigan ko'tarmalarga avtomobil-samosvallar, grunt tashuvchi aravalar, skreperlar bilan tashiladi. Ko'tarmalar shuningdek greyder-elevatorlar bilan ham tashilishi mumkin. To'kilgan grunt qatlamini buldozer va avtogreyderlar bilan tekislanadi va rejalashtiriladi. Bu mashinalarning hammasi bilan gruntlar zichlashtiriladi. Ammo, bunday zichlashtirish, odatda, yetarli emas, ayniqsa ular notekis bo'ladi.

Kuzatishlar, pnevmoshinali skreperlar va grunt tashuvchi aravalar bilan ko'tarmalar qurishda, zichlashtiriladigan qatlam yuzasida ularning

harakatlari boshqarilsa va bir tekis zichlashtirish uchun sharoit yaratilgan xollarda ham gruntlarning zichligi yetarlicha bo'lmaydi va noravon bo'lishini ko'rsatadi. Ko'tarmaning har xil joylaridan olingan ko'p sonli namunalarda gruntning zichligi $(0,8-1,02)\delta_{\max}$ bo'lishini ko'rsatadi, taxminan 50% namunalarda gruntning zichligi $0,9 \delta_{\max}$ dan kam bo'lgan. Qalinligi 0,5 m gacha bo'lgan ko'tarmaning yuqori qatlamiga mos keluvchi maksimal zichlik ko'tarmaning o'qiga yaqin joyda bo'lgan va bunga mashinalarning bir joydan katta o'tish soni bilan erishilgan. Ko'tarmalar, yon rezervdan buldozer yordamida grunt olib quriladigan, qoniqarsiz zichlashtirishga ega bo'ladilar. Ularning zichligi, odatda, $(0,9-0,92)\delta_{\max}$ dan oshmaydi, ko'pchilik joylarda $0,8\delta_{\max}$ dan kam.

Shunday qilib, gruntlarni zichlashtirish uchun maxsus vositalar kerak bo'ladi. Shu bilan birgalikda yer-transport va transport mashinalari ishlashining oxirida gruntlardagi zichlik juda katta qiziqish uyg'otadi, chunki ular maxsus mashinalar bilan zichlashtirish boshlanadigan dastlabki zichlik hisoblanadi. Ko'p marotaba o'lchash natijasida olingan o'rtacha zichlikning qiymati 4.1-jadvalda keltirilgan.

4.1-jadval

Ko'tarma qurish uchun foydalaniladigan mashinalar	Lyossimon grunt	Gruntning nisbiy zichligi δ/δ_{\max}	Gruntlarning deformatsiya moduli, kgs/sm^2
Greyder-elevatorlar	Juda bo'shoq va bo'shoq	0,75-0,80	10-20
Buldozerlar	Zichlashtirilmagan	0,80-0,85	20-60
Avtomobil-samosvallar	Zichlashtirilmagan va deyarli zich	0,85-0,90	40-100
Skreperlar	Deyarli zich	0,90-0,92	100-120

Gruntlarni maxsus mashinalar bilan zichlashtirish boshlanadigan zichlik ish unumdorligiga ta'sir qiladi, bu mashinalarning o'tuvchanligini aniqlaydi, ko'pincha ularning imkoniyatini belgilaydi. Masalan, portlatib urgichlar va dizel urgish mashinalari bo'shoq gruntlarda ishlay olmaydi,

aksincha kulachokli katoklar grunt bo'shoq holda bo'lganida samarali ishlaydi.

Gruntlarni zichlashtirish uchun mashinalarning asosiy saroyi ko'tarma gruntlarida ishlash uchun mo'ljallangan. Ayrim turdagi mashinalar gruntlarni tabiiy asos sifatida zichlashtirish uchun foydalanilishi mumkin.

Gruntlarni zichlashtirish uchun foydalaniladigan mashinalar katoklar, uruvchi va tebratuvchi mashinalarga bo'linadilar. Katoklarning ishchi organi sifatida gruntning yuzasi bo'yicha yurib zichlashtiruvchi valetslar yoki pnevmatik shinali g'ildiraklar xizmat qiladi. Bu ishchi organlarning grunt bilan tutash joylarining yuzasida hosil bo'ladigan bosim mashinaning og'irligi hisobiga bo'ladi. Tutash bosim natijasida gruntlarda deformatsiyani yuzaga keltiradigan kuchlanish hosil bo'ladi. Zichlikning oshishi gruntlarning orqaga qaytmas qismi bilan belgilanadi. Valetslarning o'zi deformatsiyalanmaydi, ya'ni qattiq bo'ladi, faqat grunt deformatsiyalanadi. Pnevmoshinali g'ildiraklar faqat gruntni deformatsiyalab qolmasdan, grunt bilan tutash joyida o'zlari ham siqiladilar, ya'ni elastik bo'ladilar, bir xil teng sharoitda tutash yuzani oshiradi, undan tashqari bu yuzada bosim bir tekisroq tarqaladi.

Valetslar butun tekis silindrik yuzaga yoki kulachoklar – valetslarni yuzasida shaxmat tartibida joylashgan har xil shakldagi sterjnlarga ega bo'ladilar. Panjarali katoklarning valetslari panjaradan tayyorlanadi, bu butun tekis valetsga nisbatan grunt bilan tutash joylarda bosimni oshiradi.

Pnevmoshinali katoklarning g'ildiragi avtomobil yoki aviatsiyali turdagi shinalar bilan ta'minlanadi. Bu g'ildiraklar bitta yoki ikkita o'qda bir biridan minimal uzoqlikda joylashtiriladilar.

Uruvchi mashinaning ishlashi ishchi organlarning urish ta'siriga asoslangan, ularning grunt yuzasi bilan tutashishi boshlanganda ma'lum bir miqdorda harakat yuzaga keladi. Urish jarayonida ishchi organning katta miqdordagi kinetik energiyasi boshqa ko'rinishdagi energiyaga aylanadi, bu tutash yuzada bosimning tez ortishiga va keyin tez tushishiga olib keladi. Katoklarga nisbatan uruvchi mashinalar katta tutash bosimni hosil qiladilar, ammo ularni ta'sir vaqtining davomiyligi juda kam bo'ladi. Tutash bosimning qiymati, undan kelib chiquvchi zichlashtirish samaradorligi faqat ishchi organning massasiga bog'liq bo'lib qolmasdan

urish vaqtidagi tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Shuning uchun katoklarga nisbatan uruvchi mashinalarning ishchi organlari ancha yengil bo'lishi mumkin.

Transport qurilishida gruntlarni zichlashtirish uchun faqat yuza tebratuvchi mashinalardan foydalaniladi. Tebratuvchi harakat qilib, bu mashinalar o'zining ostidagi grunt massasini tebranma harakat qilishga majbur qiladi. Odatda bu mashinalarning parametrlar shunlay tanlanadiki, unda tebranish jarayonida ular gruntdan ajralib chiqib, keyin unga uruvchi ta'sir qiladi. Tebranuvchi mashinalar uruvchi mashinalardan urish chastotasining yuqoriligi va uncha katta bo'lmagan impulsi bilan farq qiladi. Shuning uchun bu holatda gruntlarni tiksotropik o'zgarishga olib keladi. Tebranuvchi mashinalarning massasi uruvchi mashinalarnikiga nisbatan kam, ammo ularning tebranishini qamrovi uruvchi mashinalarning ishchi organlarini yuqoridan tushishiga nisbatan kam. Ammo, bunga qaramasdan, urish vaqtida urish chastotasining kattaligi uchun gruntda katta kuchlanish rivojlanadi, u ayrim holatlarda uruvchi mashinaning ishlashidan hosil bo'lgan kuchlanishga yaqinlashadi. Tebratuvchi mashinalar odatda tebratuvchi plita va katoklar shaklida bo'lib, o'ziyurar, pritsepli va pritsepsiz bo'ladi.

Hamma zichlashtiruvchi mashinalarning ishlashi grunt yuzasiga takrorlanuvchi siklli yuk qo'yishdan iborat. 4.2-jadvalda tajriba yo'li bilan olingan yuklarning parametrlari keltirilgan. Keltirilgan ma'lumotlar zichlashtirish jarayonining oxiriga mos keladi, ya'ni zichlik $0,95\delta_{\max}$ ga yaqin bo'lganda, namlik qulayga teng deb olinadi. Jadvaldan urib zichlash jarayonning katta tezligi va yuqori tutash bosimi bilan tavsiflanadi. Yuklarning parametrlari, tebratuvchi plita va katoklar ishlaganda, urib zichlashning parametrlariga yaqinlashadi, ammo tebratib urishdagi yuklarning yuqori chegarasi urib zichlashdagi yuklarning quyi chegarasiga teng. Shuning uchun urish chastotasi e'tiborga olinmasa, og'ir tebranma mashinalarning ta'siri yengil uruvchi mashinalarnikiga o'xshash bo'ladi. Tebratuvchi mashinalarning yuqori chastotali urishi ularning samaradorligini birmuncha oshiradi, ayniqsa bu tiksotrop o'zgarishga moyil bo'lgan gruntlarda bilinadi.

4.2-jadval

Zichlashtiruvchi mashinalar	Maksimal tutash bosim, kgs/sm ²	Yuzaga yaqin joydagi kuchlanish holatining o'zgarish tezligi, kgs/(m ² ·s)	Bitta siklda gruntning kuchlanganlik holatini umumiy davomiyligi, s
Tekis valetsli katoklar	7-12	25-300	0,04-0,25
Pnevmoshinali katoklar	6-10	5-60	0,10-0,40
Urib zichlashtirgich	5-20	100-8000	0,005-0,030
Tebranuvchi plitalar tebranishga mos tartibda ishlovchilar	0,3-0,9	10-90	0,01-0,30
Tebranuvchi plitalar, tebranib uruvchi tartibda ishlaydiganlar	0,5-5	45-500	0,008-0,012
Tebranuvchi katoklar	4-12	50-800	0,01-0,015

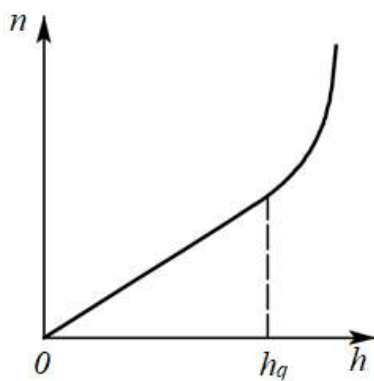
Gruntlarning deformatsiyasi yukning miqdoriga bog'liq holda keng o'zgaradi (4.2-jadval). Tutash bosimlar gruntning kuchlanganlik holatini yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Qandaydir chuqurlikda ajratilgan grunt hajmining deformatsiyasi faqat vertikal normal kuchlanishga bog'liq bo'lib qolmasdan, shuningdek gorizontal va suruvchi, ya'ni urinma kuchlanishga ham bog'liq bo'ladi. Ammo keyinchalik soddalashtirish uchun gruntlarning zichlashtirilishi faqat vertikal siquvchi kuch yordamida bo'ladi deb faraz qilinadi. Bunday farazdan hosil bo'lgan xatolik uncha ko'p emas, chunki har bir alohida o'tkazilgan tajribalarda siquvchi kuchlanish va rivojlanuvchi deformatsiya orasida korrelyatsiya bog'liqligi aniqlanadi.

Deformatsiyalarga shuningdek vaqt omili ham ta'sir qiladi, shuning uchun u yukning ta'sir vaqtiga va kuchlanganlik holatining o'zgarish tezligiga bog'liq bo'ladi. Ko'tarmalarni qurishda grunt qatlami gorizontal holatda yoyiladi, ammo suvning oqishi uchun ko'ndalang kesim beriladi. Ish unumdorligini oshirish va tekislashda sarfni kamaytirish uchun zichlashtiriladigan qatlamning qalinligini katta olinadi. Ammo

qalinligining chegaraviy qiymati zichlashtiruvchi mashinaning imkoniyati bilan muvofiqlashtirilishi kerak. Gruntlarning zichligi hajmi bo'yicha hamma nuqtalarda bir xil bo'lishi kerak. Aks holda joylardagi deformatsiyalar yuzaga keladi, bu ravonlikka, ayrim hollarda yo'l qoplamasining butunligiga ta'sir qiladi.

O'tish soni yoki yukning qo'yilish soni, qandaydir berilgan talab zichlikni qatlamning hamma qalinligi bo'yicha olishi uchun, bu qalinlikka bog'liq holatda olinadi (4.1-rasm). Grafikdan qalinlikning qandaydir qiymatigacha yukning kerakli qo'yilish sonining qalinlikka to'g'ri proporsionalligi ko'rinib turibdi. Keyinchalik qatlam qalinligining oshishi yukning kerakli qo'yilish sonini progressiv oshiradi va ma'lum bir qiymatdan oshganidan so'ng talab qilingan zichlikka amalda erishib bo'lmaydi.

Qatlam qalinligi, yukning qo'yilishini juda katta sonida bo'lsa ham erishiladigan gruntlarning zichligi, *qatlamning chegaraviy qalinligi* deb atalishi mumkin. Zichlashtirishga minimal sarf qilib mashinaning maksimal ish unumdorligiga erishish uchun qatlamning qalinligini shunday tanlash kerakki, u katta bo'lishi va shu bilan birgalikda uning qiymati 4.1-rasmda keltirilgan progressiv o'sish bo'lmagan uchastkada joylashgan nuqtaga mos bo'lishi kerak. Bunday qalinlikni *qatlamning qulay qalinligi* h_o deb ataladi va ko'pchilik holatlarda chegaraviyga nisbatan 80-90% ni tashkil qiladi.



4.1-rasm. Yukning kerakli qo'yilish soni n ni qatlamning qalinligi h ga bog'liqligi

Gruntlarni zichlashtiruvchi mashinalarni ularning zichlashtirish qobiliyati bilan baholanadi. U gruntning qulay namligida, qatlamning qulay qalinligida, shuningdek mashinalarning o'tish sonida erishiladigan

maksimal zichligi bilan aniqlanadi. Bunda gruntning talab qilingan zichligiga qulay qalinlikda hajmining hamma nuqtasida erishilishi kerak. Mashinalarning zichlashtirish qobiliyati hamma holatlarda ham solishtirilishi mumkin bo'lishi uchun, bu maqsadlarda zichlikning qandaydir ma'lum bir qiymati belgilanishi kerak. Mashinalarning parametrlarini to'g'ri tanlash uchun bu parametrga yengil erishish kerak, undan tashqari ko'pincha uchratiladigan gruntning talab qilingan zichligiga mos kelishi kerak. Bunday qiymat $0,95\delta_{\max}$ ga teng zichlik bo'ladi.

Shunday qilib, mashinalarni zichlashtirish qobiliyati uning hajmining hamma nuqtalarida talab qilingan zichlik $0,95\delta_{\max}$ dan kichik bo'lmagan grunt qatlaminig qulay qalinligi bilan tavsiflanadi. Mashinalarni zichlashtirish qobiliyatini tavsiflash uchun $0,95\delta_{\max}$ ga teng bo'lgan zichlik bilan belgilanadigan chegaraviy qatlam qalinligi ham qiziqish uyg'otadi.

4.2. Gruntlarning mustahkamlik chegarasi

Zichlashtirish vositalarini tanlashda gruntlarning fizik-mexanik xossalari hisobga olish avvalambor zichlashtiriladigan grunt bilan mashinalarning ishchi organini tutash yuzasida rivojlanadigan bosimga tegishlidir. Bosim katta bo'lganda gruntning butunligi buziladi, buning natijasida mashinaning ishchi organi gruntga chuqur botadi. Natijada grunt faqat zichlashib qolmasdan atrofga siqib chiqariladi. Tutash bosim kichik bo'lganda yuzaga keladigan hamma deformatsiya zichlashtirish deformatsiyasi sifatida rivojlanadi, u kichik bo'lgani uchun jarayonning samarasi kam bo'ladi.

Demak, tutash bosimni jarayonning normal kechishini ta'minlaydigan qandaydir ma'lum bir qiymati bo'lishi kerak, ya'ni gruntlarni zichlashtirish natijasida hamma deformatsiya ayrim zarralar va ularning agregatlari o'zaro yaqinlashishi natijasida rivojlanishi kerak, bu sharoitda deformatsiya maksimal bo'ladi.

Tutash bosimning bunday qiymatlari gruntlarning mustahkamlik chegarasiga teng bo'ladi.

Agar, tekis qattiq shtamp yordamida gruntni deformatsiyalab, unga berilayotgan yukni asta-sekin oshirilsa, ya'ni kichik tutash bosimda deformatsiya tutash yuza atrofidagi gruntning uncha katta bo'lmagan

hajmida yig'iladi. Tutash bosimning asta-sekin oshishi bilan deformatsiya grunt hajmining katta qismiga tarqala boshlaydi.

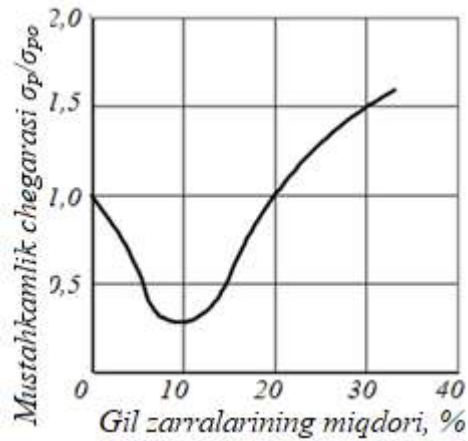
Nihoyat, bosimning oshishi davom ettirilsa ham, amalda deformatsiyalanadigan hududning ortishi to'xtaydi, ya'ni tutash yuzaning ko'ndalang o'lchamlari bilan aniqlanadigan bunday o'sishning potensial ehtimolligi tugallangan bo'ladi. Bu holatda ma'lum bir hududdagi grunt zichligi o'zaro teng bo'ladi. Bu hudud yuqori tomonidan tutash yuza bilan, grunt tomonidan – yarim sferik ko'rinishda bo'lgan yuza bilan chegaralangan. Bu hududda joylashgan gruntlar zichlashtirilgan yadro deb ataladi.

Yadro hosil bo'lishi zarralar va agregatlarning o'zaro yaqinlashuvi, ya'ni zichlashish natijasida ro'y beradi.

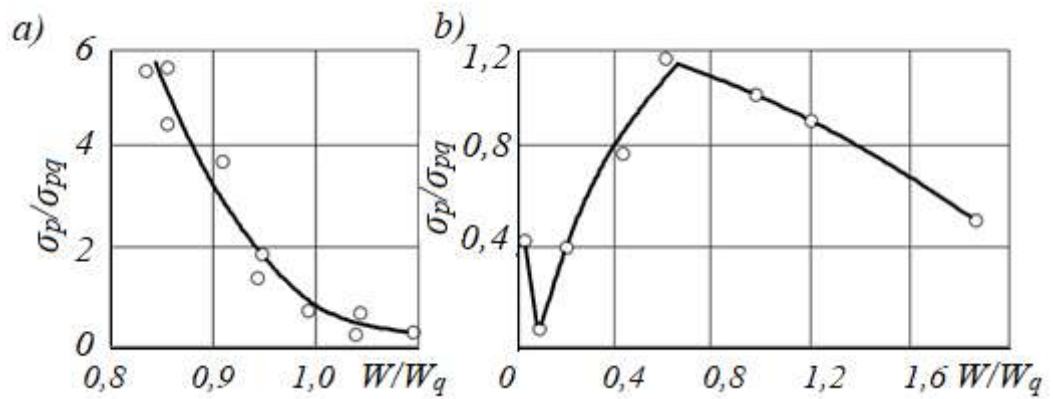
Yukni oshirgan sari shtamp zichlashgan yadro bilan pastga suriladi. Bu surilish zichlashgan yadroning yaqinidagi grunt hajmida rivojlanadigan plastik surilish natijasida yuz beradi. Bunday surilishda grunt yadroning ostidan atrofga suriladi, bu grunt massivini buzilishga olib keladi. Shuning uchun avval shtamp atrofida doira hosil bo'ladi, keyin radial yoriqliklar hosil bo'ladi, nihoyat grunt siqib chiqarilishi yuz beradi. Bog'lanmagan gruntlarda bunday surilishlar sakrab yuz beradi, ular orasida katta chuqurlikda deformatsiyaning yig'ilishi kuzatiladi, navbatdagi sakrashda shtamp qandaydir chuqurlikka tushadi.

Keltirilgan tahlillar deformatsiyaning ma'lum bir bosqichida deformatsiyaning rivojlanishi hajmning o'zgarishidan hajmning o'zgarmas shakliga o'tishini ko'rsatadi. Bu o'tishlar gruntli yarim fazoni yoki gruntli qatlam buzilishining boshlanganini ko'rsatadi. Bunday buzilish boshlanadigan tutash bosimni mustahkamlik chegarasi σ_r deb atasa bo'ladi. Mustahkamlikning chegarasi qaytmas deformatsiyaning tutash bosimga nisbatan rivojlanishining qonuniyatini o'zgarishi bo'yicha aniqlanadi.

Mustahkamlik chegarasi gruntning turiga, uni namligiga va zichligiga (4.2 - 4.4-rasmlar), mustahkamlashuv darajasi va yuklash parametrlariga bog'liq. Oxirgisiga kuchlanish holatini o'zgarish tezligi va tutash yuzasining ko'ndalang o'lchamlari, ya'ni mashinaning ishchi organlari kiradi.

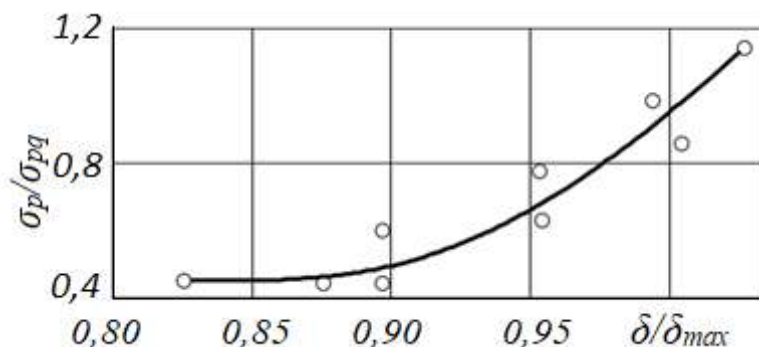


4.2-rasm. Bir xil nisbiy namlikdagi va zichlikda gruntlarning mustahkamlik chegarasini undagi gil zarralariga bog‘liqligi



4.3-rasm. Gruntlarning mustahkamlik chegarasining uning namligiga bog‘liqligi ($\delta = 0,95\delta_{max}$ bo‘lganda):

a – lyossimon grunt; *b* – qum



4.4-rasm. Qulay namlikdagi lyossimon gruntning mustahkamlik chegarasini uning zichligiga bog‘liqligi

4.2-4.4-rasmlarda keltirilgan mustahkamlik chegaralari nisbiy birlikda keltirilgan. Birlik sifatida mos ravishda qumning mustahkamlik chegarasi (4.2-rasm), gruntlarning qulay namligi (4.3-rasm) va maksimal standart zichlik (4.4-rasm) qabul qilingan. Mustahkamlik chegarasining gruntdagi gil zarralariga bog‘liqligi (4.2-rasm) gil zarralarining miqdori 10-12% bo‘lgan gruntga mos keluvchi gruntdagi minimumi bor bo‘lgan egri bilan tavsiflanadi. Bu gruntlar qulay aralashmaga taalluqli bo‘lib, maksimal zichlikka ega. Uncha katta bo‘lmagan mustahkamlik chegarasini bu yerda namlik va gil zarralari ko‘p miqdordagi qum zarralarining tutash joylarida jamlanishi bilan tushuntirish mumkin. Gil zarralari nisbatan kam miqdorda bo‘ladi va shuning uchun o‘ta namlangan bo‘lib, yog‘lovchi vazifasini bajaradi, bu yirikroq qum zarralarining o‘zaro surilishini yengillashtiradi. Gruntlarda gil zarralari miqdorining oshishi bilan ular kam miqdorda namlangan bo‘ladi va shuning uchun tashqi yukka qarshilik ortadi. Mustahkamlik chegarasiga gruntlarning gil zarralarining mineralogik tarkibini e‘tiborga olmasa ham bo‘ladi, faqat gruntlarda gil firaksiyalarini umumiy holda tavsiflovchi granulometrik tarkibni hisobga olish kerak.

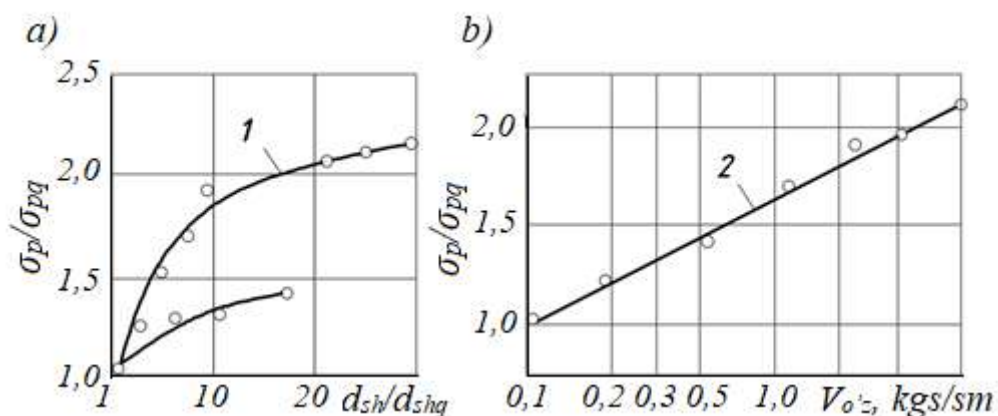
Namlikning kamayishi gruntlarning mustahkamlik chegarasining to‘xtovsiz ortib borishga olib keladi, u o‘sovchi egri bilan tavsiflanadi (18, a-rasm). Qumning mustahkamlik chegarasining namlikka bog‘liqlik egrisi maksimum va minimumga (4.3, b-rasm) ega. Maksimum qulay yoki unga yaqin bo‘lgan namlikka mos keladi, minimum – kam namlikka.

Gruntlarning mustahkamlik chegarasiga uning strukturasi ham ta’sir qiladi. Tarkibida 6-12% gil zarralari bo‘lgan bir xil namlikda va zichlikdagi kam bog‘langan gruntlar ustida o‘tkazilgan tajribalar, namunalarni tayyorlash sharoitiga qarab ularning mustahkamligi 3-4 marotaba farq qilishini ko‘rsatadi. Zichlashtirilishi sari gruntlarning mustahkamlik chegarasi o‘sib boradi (4.4-rasm). Masalan, maksimal standart zichlikda mustahkamlik chegarasi zichligi $(0,80-0,90)\delta_{\max}$ ga nisbatan taxminan 2-2,5 marotaba yuqori.

Takrorlanuvchi yuk bilan gruntlarn mustahkamlashda ularning mustahkamlik chegarasi uncha oshmaydi, qachonki bu yukning qo‘yilish soni 100-150 dan oshmasa va zichlik amalda o‘zgarmasa. Masalan, bog‘langan gruntning zichligi $0,95\delta_{\max}$ bo‘lganda, mustahkamlik

chegarasining oshishi faqat 35% namunada kuzatilgan, uning oshishi 10-12% ga teng bo'lgan. Ammo Sid va Chen tomonidan [4] mustahkamlovchi yukni bir necha ming marotaba qo'yilgandan so'ng mustahkamlik chegarasi 35 va undan ortiq 60% gacha ortgani aniqlangan. Shu bilan birga gruntning to'liq deformatsiyasi ma'lum bir chegaradan oshmaganda bunday mustahkamlanish saqlanadi. Aks holda mustahkamlanish samaradorligi bo'lmaydi. Shunday qilib, gruntlarni zichlashtirish jarayonida qo'yilgan yuk sonining kamligi uchun, bu omillarni gruntlarning mustahkamlik chegarasiga ta'sirini hisobga olmasa ham bo'ladi.

Gruntlarning mustahkamlik chegarasini yuklanish parametrlariga bog'liqligi 4.5-rasmda ko'rsatilgan. Birlik sifatida gruntlarni sinashda foydalanilgan eng kichik shtampning diametri va unga mos ravishda mustahkamlik chegarasi olingan. Shtampning diametri oshishi bilan gruntlarning mustahkamlik chegarasi oshadi, ammo diametr qancha katta bo'lsa, uni mustahkamlik chegarasiga ta'siri shuncha kichik bo'ladi.



4.5-rasm. Mustahkamlik chegarasining bog'liqligi:

a – shtamp diametriga; *b* – kuchlanish holatining o'zgarish tezligiga; 1 – bog'lanmagan grunt; 2 - bog'langan

4.5, *b* – rasmdagi grafikdan gruntlarning mustahkamlik chegarasiga kuchanganlik holatining o'zgarish tezligini ta'siri kattaligi ko'rinib turibdi. Shuning uchun mustahkamlik chegarasi urib zichlashda bosib zichlashdagiga qaraganda katta bo'ladi. Bu grafik avvaldasisiga o'hshash nisbiy birlikda qurilgan, birlik sifatida kuchlanganlik holatini o'zgarish

tezligi $0,1 \text{ kgs/sm}^2\cdot\text{s}$ ($0,1\text{MPa}\cdot\text{s}$) teng deb va unga mos ravishda mustahkamlik chegarasi olingan.

Har xil mashinalar bilan zichlashtirilgan gruntlarning mustahkamlik chegarasi 4.3-jadvalda keltirilgan. Bu qiymatlar namligi qulay va zichligi $0,95\delta_{\text{max}}$ bo'lgan grunlar uchun keltirilgan. Zichligi $1,0\delta_{\text{max}}$ teng bo'lganda mustahkamlikning chegarasi jadvalda keltirilganga nisbatan bog'langan grunlar uchun 1,6 marotaba, bog'lanmagan grunlar uchun 1,3 marotaba ko'p bo'ladi. Namligi qulaydan farq qiluvchi grunlar uchun mustahkamlikning chegarasini aniqlash uchun 4.3-jadvalda keltirilgan qiymatlarga to'g'irlovchi koeffitsiyentlar kiritiladi, bu koeffitsiyentlarni 4.3-rasmdan foydalanib aniqlash mumkin.

4.3-jadval

Grunt	Gruntlarning mustahkamlik chegarasi, kgs/sm^2 ($0,1\text{MPa}\cdot\text{s}$), zichlashtirishda			
	tekis valetli katok	pnevmo shinali katok	reshetkali katok	uruvchi mashina (uruvchi qismini diametri 70-150 sm)
Kam bog'langan (qumli, supesli changli)	3-6	3-4	3-6	3-7
O'rtacha bog'liqlikda (suglinokli)	6-10	4-6	6-8	7-12
Yuqori bog'liqlikda (og'ir suglinokli)	10-15	6-8	8-15	12-20
O'ta bog'liqlikda (gilli)	15-18	8-10	15-25	20-23

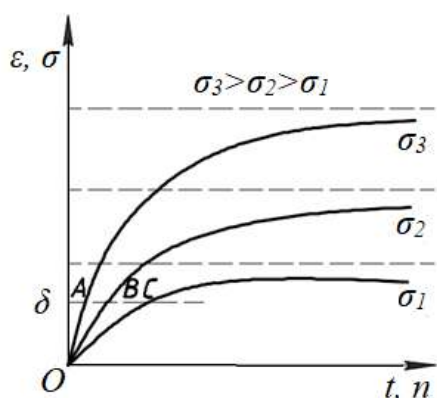
4.3. Gruntlarni zichlashishiga tutash bosimni ta'siri

Zichlashtirishda tutash bosim grunlarni mustahkamlik chegarasidan oshib ketmasligi kerak, aks holda grunt mashinalarni ishchi organlari ostidan siqib chiqariladi. Buning natijasida zichlashtirilayotgan qatlamning yuqori qismi bo'sh bo'lib qoladi.

Bularning qatoriga kulachokli va panjarali katoklar kirmaydi, ularda tutash bosim 1,5-2 marotaba mustahkamlik chegarasidan ortiq bo‘ladi.

Zichlashtirish samaradorligi kamayib qolmasligi uchun tutash bosim juda xam kam bo‘lmasligi kerak. Yaxshi samaradorlik tekis valetsli va pnevmo shinali katoklar, uruvchi mashinalarning ishchi organlari ostidagi tutash bosim chegaroviy qiymatga, ya’ni $(0,9-1)\sigma_r$ ga teng bo‘lganda olinadi, bu erda σ_r – mustahkamlik chegarasi.

Tutash bosimning qiymatidan kichik qiymatlar, ya’ni mashinaning juda katta o‘tish soni bo‘lganda ham gruntlarning talab qilingan zichligiga erishib bo‘lmaydigan, amaliyotda katta qiziqish uyg‘otadi. Har bir yuk uchun bu bog‘liqlik eksponensial egri bilan aks ettiriladi (4.6-rasm). Qandaydir zichlikka δ har xil bosim bilan erishish mumkin, ammo har xil vaqt davomida. Bosim ta’sirining davomiyligi yoki uning qo‘yilish soni bosim kamayishi bilan oshadi. Shunday qilib, kuchlanishdagi yetishmovchilikni qandaydir darajada yukning ta’sir vaqtini yoki uning qo‘yilish sonini oshirib yo‘qotish mumkin. Shu bilan birgalikda bosim va uning davomiylik ta’siri yukka bir xil ta’sir qilmaydi va shuning uchun bunday yo‘qotish chegaralangan. Har bir tutash bosimning qiymati o‘zining chegaraviy deformatsiyasiga ega, undan ko‘p bo‘lsa va juda uzoq vaqt ta’sir qilsa ham deformatsiya rivojlanmaydi. Shuning uchun har bir zichlikka tutash bosimning minimal qiymati to‘g‘ri keladi, undan kichik bo‘lsa bu zichlikka erishib bo‘lmaydi. Tajriba yo‘li bilan zichlikning har xil qiymatiga mos keluvchi tutash bosimning minimal qiymati aniqlangan:



4.6-rasm. Tutash bosim har xil $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ bo‘lganda gruntning deformatsiyasini ε yoki zichligini δ vaqtga t yoki yukning qo‘yilish soniga n bog‘liqligi

Gruntning talab qilingan zichligi,

δ_{\max} ga nisbatan	0,90	0,95	0,98	1
Maksimal bosim σ_r ga nisbatan ...	0,2-0,3	0,3-0,4	0,6-0,7	0,8-0,9

Keltirilgan talab qilinadigan zichlikka faol qatlam hududida erishiladi.

Shunday qilib, zichlashtirish vositasi talab qilingan zichlikka bog‘liq ravishda unda rivojlanadigan tutash bosimga qarab tanlanadi. Bunday tanlashda talab qilingan zichlik berilgan aniq ish sharoitida erishilgan bo‘lishi kerakligiga ishonish kerak.

Shuniyam ta’kidlash kerakki, bu yerda keltirilgan minimal bosim umuman olganda iqtisodiy samara bermaydi, chunki talab qilingan zichlikka erishish uchun juda katta vaqt talab qilinadi, shuning uchun ish unumdorligi shuncha kam bo‘ladi. Eng qulay holat, tutash bosim qulay qiymatga ega, ya’ni $(0,9-1)\sigma_r$ ga teng bo‘lganda bo‘ladi. Tutash bosimni juda kam holatlarda kamaytirish mumkin.

Tutash bosim gruntlarning zichlashtirish jarayonining jami vaqtida mustahkamlik chegarasiga yaqin bo‘lishi kerak. Mustahkamlik chegarasi zichlikka bog‘liq bo‘ladi, uning oshishi bilan oshadi (4.4-rasm). 4.3-jadvalda keltirilgan ma’lumotlar kerakli darajada zich bo‘lgan gruntlarga taalluqli bo‘lgani uchun zichlashtirish jarayoni tugallanadigan vositalarni tanlash uchun xizmat qiladi. Agar bu tutash bosimni zichlashtirish jarayonining boshida tanlansa, mashina o‘tishi natijasida grunt strukturasi doimiy buzilishi ro‘y beradi, talab qilingan zichlikka erishib bo‘lmaydi. Natijada bunday zichlashtirishda erishiladigan zichlik tutash bosim asta-sekin oshib borishida erishilgan zichlikka nisbatan kichik bo‘ladi. Ukatkada (aylantirib zichlashtirishda) tutash bosim gruntning mustahkamlik chegarasidan yuqori bo‘lganda, yoriqliklar hosil bo‘lishi bilan kuchli to‘lqinsimon yuza paydo bo‘ladi.

Shunday qilib, zichlashtirish jarayonida tutash bosimni asta-sekin oshirish kerak. Birinchi o‘tish bosimini gruntning boshlang‘ich holatiga mos kelgan mustahkamlik chegarasi bo‘yicha olish kerak. Tutash bosimni asta-sekin oshirish – zich va mustahkam strukturani ta’minlovchi zichlashtirishning asosiy qonunidir.

Mashinalarning ishlash jarayonida tutash bosim ma’lum bir miqdorda avtomat ravishda oshadi, bu asosan grunt qattiqligining oshishi bilan yuz beradi. Odatda u 1,5-2 marotabaga oshadi. Ammo gruntlarning mustahkamlik chegarasining o‘zgarishi bilan u 3-4 marotaba oshishi kerak. Shuning uchun gruntlar ikkita mashina bilan zichlashtiriladilar – yengil va og‘ir. Yengil mashinalar gruntlarni dastlabki zichlashtirish uchun xizmat qiladilar, og‘irlari – talab qilingan zichlikkacha zichlashtirish uchun.

Tadqiqotlar, bunday texnologiyada mashinalarning umumiy o'tish soni 20-25% ga kamayishini va zichlashtirish bo'yicha samaradorlik ishning umumiy qiymatini 30% ga teng bo'lishini ko'rsatadilar. Samaradorlik faqat o'tishning umumiy sonini kamaytirishdan iborat bo'lmay, uning ko'pchilik qismini yengil va shuningdek arzon mashina bilan o'tishdan iborat bo'ladi.

Yengil mashinaning oxirgi o'tishidagi tutash bosim og'ir mashinaning birinchi o'tishidagi tutash bosimga teng bo'lishi kerak. Shunday fikrlashdan mashinaning parametrlari tanlanadi.

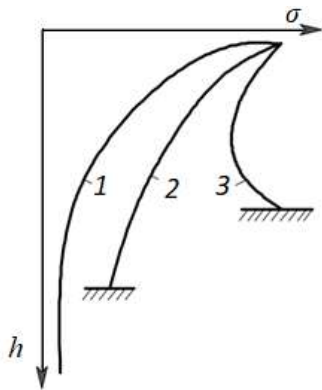
Agar gruntlar zichlashtiruvchi mashinalarning ishlashidan avval $0,9\delta_{\max}$ ga teng bo'lsa, ya'ni ko'tarmalarni skreper yoki tuproq tashuvchi aravalar bilan qurils, gruntlarni yengil vositalar bilan dastlabki zichlashtirishni olib bormasa ham bo'ladi,

4.4. Zichlashtiriluvchi qatlamning qulay qalinligi, zich va mustahkam strukturaga erishish

Gruntning zichlashtiriluvchi qatlamining qulay qalinligi mashinaning ta'siri yetib boradigan chuqurlikning chegarasiga bog'liq. Yukning ta'siri bo'ladigan chuqurlik chegarasi amalda $(3-3,5)d_{sh}$ atrofida bo'ladi. Ta'kidlash kerakki, gruntning zichlashtiriluvchi qatlamining qulay qalinligi yuk ta'sir qilayotgan chegaraviy chuqurlikdan kichik bo'lishi kerak, agar bunday bo'lmasa, kuchlanish kichik bo'lgani uchun zichlashtirilayotgan qatlamning quyi qismida talab qilingan zichlikka erishilmaydi.

Gruntlar doimo qatlamlashtirib zichlanadi. Shuning uchun har bir zichlanadigan qatlamning ostida avval zichlangan qattiq grunt bo'ladi. Qatlam va asos gruntining qattiqligining farqi gruntning zichlashtirish boshida katta bo'ladi, chunki u bo'sh bo'ladi. Asosning qattiqroq qatlami yukning ta'siri yetib boradigan chuqurlik chegarasidan kamroq chuqurlikda bo'ladi. Shuning uchun u gruntning kuchlanishning tarqalishi va grunt qatlamining deformatsiyasiga sezilarli ta'sir qiladi. Qattiq asos tarqaluvchi yuk bo'yicha siquvchi kuchni bir yerga yig'adi, shuningdek kuchlanishning chuqurlik bo'yicha kamayishi, ya'ni uning tenglashishiga olib keladi. Kuchlanishning tenglashishi grunt hajmining ayrim nuqtalarida rivojlanadigan plastik surilish ta'sirida ham bo'ladi. Tenglashish, ya'ni kuchlanishning chuqurlik bo'yicha kamayishi gruntning qandaydir

zichligining o'rtasida, surilishning absolyut qiymati va soni ko'p bo'lganda yuz beradi, ammo shu bilan birgalikda ular grunt hajmi bo'yicha bir tekis tarqalgan, bo'sh gruntlardagidek qatlamning yuqorisiga yig'ilmagan. Qatlamning qalinligi bo'yicha kuchlanishning tarqalish egrisi tenglashgani uchun Bussineskoning klassik egrisidan ko'p miqdorda farq qiladi (4.8-rasm).



4.8-rasm. Kuchlanish σ ning chuqurlik h bo'yicha tarqalishi:

1 – qattiq asos bo'lmaganda; 2 – qattiq asos nisbatan katta bo'lgan chuqurlikda joylashganda; 3 – gruntli asos yuzaga yaqin joylashganda

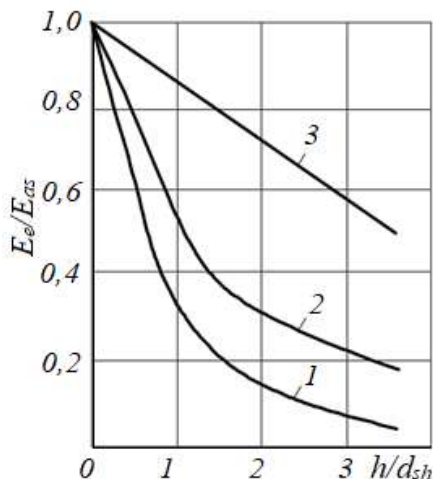
Gruntli asos yaqin joylashganda (4.8-rasm, 3 egri) kuchlanishlar shunchalik tenglashadilarki, ular asosda amalda grunt yuzasiga ta'sir qiluvchi bosimga teng bo'ladilar. Bu holatda kuchlanishning minimal qiymati qatlamni o'rtasiga to'g'ri keladi, shu bilan birgalikda grunt yuzasidagi kuchlanish va bosimning o'zaro farqi juda kam bo'ladi.

Mustahkamroq asosning bo'lishi qatlam-asos tizimining qattiqligini oshiradi. Shuning uchun natijada olinadigan deformatsiyaning hisoblash asosi, har ehtimolga qarshi mashinaning birinchi o'tish sonida, qatlam va asos qattiqligining farqi katta bo'lganda ekvivalent deformatsiya moduli E_e ning oraliq qiymatini ya'ni $E_{as} > E_e > E_{gr}$, olish mumkin, E_{as} – asosning deformatsiya moduli; E_{gr} – zichlashtirilayotgan qatlam gruntining deformatsiya moduli.

Ekvivalent modulning qiymatini zichlashtiriladigan qatlamning qalinligiga bog'liq aniqlanadi. Qalinlik qancha kam bo'lsa, uning qiymati asosning deformatsiya moduliga shuncha yaqin bo'ladi (4.9-rasm). Grafik tajriba yordamida olingan, shuning uchun uni amaliy hisoblarda ishlatish mumkin.

Shunday qilib, bir tomondan qattiq asos chuqurlik bo'yicha kuchlanishni tenglashtiradi, bu uning yaxshi tomonini ko'rsatadi, boshqa tomondan hamma tizimning qattiqligini oshishi sababli, u deformatsiyaning kamayishiga olib keladi, bu asosning manfiy tomonini

ko'rsatadi. Bu kamayishning oldini olish uchun tutash bosimni oshirish kerak. Buni bajarish mumkin, chunki qattiq asos faqat tizimning qattiqligini oshirib qolmasdan, uning mustahkamlik chegarasini ham oshiradi. Mustahkamlik chegarasining oshish qonuniyati 4.9-rasmda ko'rsatilgan kabidir. Shunga bog'liq holda 4.3-jadvalda keltirilgan mustahkamlik chegarasi qattiq asosning ta'sirini hisobga oladi va qulay qalinlikda quriladigan qulay namlikdagi gruntlarga taalluqli bo'ladi.



4.9-rasm. Ekvivalent E_e ng qulay namlikdagi zichlashtirilayotgan bog'langan gruntning nisbiy qulay qalinligiga bog'liqligi:

1 – juda bo'sh grunt; 2 – bo'sh grunt; 3 – deyarli zich grunt

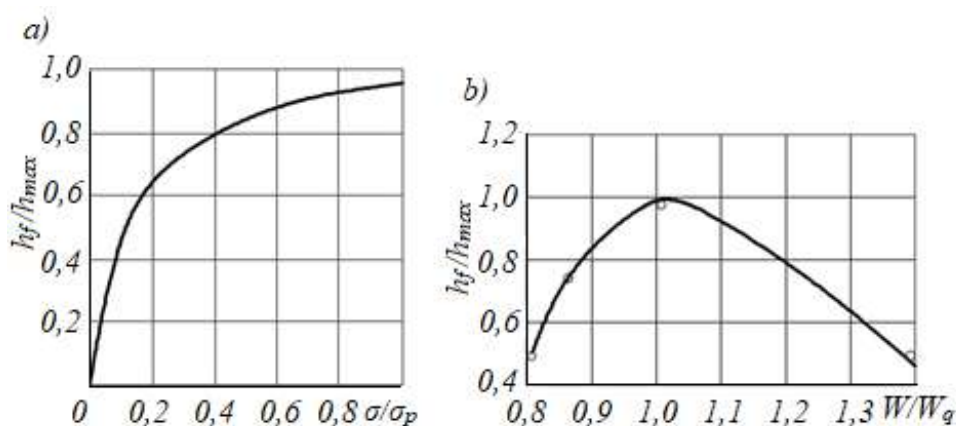
Agar qattiq asos bo'lmasa, ya'ni gruntning yarimfazosi deformatsiyalashsa, bir tekis zichlashgan hudud bo'ladi. Ammo bu holda uning chuqurligi 10-20% kam bo'ladi. Gruntli yarimfazoda bir tekis zichlashgan hududning bo'lishi yukning qayta qo'yilish sonining oshishi bilan va gruntning kuchlanganlik holatining ortishi bilan izohlanadi. Bu oshish jarayoni yukning qiymatiga mos keluvchi gruntning qandaydir ma'lum holatiga yetishigacha bo'ladi. Ko'rilayotgan gruntning hajmi qancha chuqur bo'lsa, bu oshish jarayoni yukning qo'yilish sonining shuncha ko'p miqdori bilan to'xtatiladi. Shuning uchun yarimfazoda kuchlanishning o'ziga xos tenglashishi ro'y beradi, ammo u avval ko'rilgan qattiq asosda qatlamning shakllanishidan farq qiladi, unda bir xil kuchlanish bir vaqtda emas, har xil yuklanishda shakllanadi.

Tajribalar gruntning qandaydir hajmini ma'lum bir hajmgacha oshiradigan kuchlanishlar bu hajmning joylashish chuqurligining oshishi bilan kamayishini ko'rsatadi. Shuning uchun yuzaga yaqin joyda gruntlarning bir xil zichligi qandaydir chuqurlikka nisbatan katta kuchlanishda erishiladi. Bu chuqurlik bo'ylab gruntning kuchlanganlik holatining kamayishida bir xil zichlangan hududni yaratish imkonini beradi.

Shunday qilib, chegaraviy hududdan tashqari, yukning ta'siri tarqaladigan shunday hududni ajratish mumkinki, unda gruntlarni zichlashtirishda deformatsiya bir tekis tarqaladi. Bu hudud *faol* deb ataladi, uning chuqurligi – *faol hudud chuqurligi* deb ataladi.

Berilgan grunda faol hududning chuqurligi shtampning diametriga bog'liq bo'ladi, ya'ni mashina ishchi organining grunt bilan tutashish yuzasiga, kuchlanish holatining o'zgarish tezligiga va tutash bosim qiymatiga (4.10-rasm). Shtampning diametri asosiy omil hisoblanadi, u maksimal chuqurlikni belgilaydi. Mustahkamlik chegarasiga yaqin tutash bosimda, kuchlanganlik holatining o'zgarish tezligi nisbatan kichik bo'lsa ham, gruntlarni zichlashtirilishining bir xilligiga erishiladi. Yuklanish tezligi shunday bo'lishi kerakki, yukning ta'sir vaqtida kuchlanish to'lqini faqat bu chuqurlikka yetib qolmasdan kuchlanganlik holatining yuqori darajasini hosil qilsin. Eng yaxshi sharoit bu faol qatlamning chuqurligi $2d_{sh}$ bo'lganda bo'ladi.

Gruntning mustahkamlik chegarasining qiymati oshishi bilan faol qatlamning o'lchamlari oshmaydi, lekin pastga tomon suriladi. Hududning tutash bosimi 4.10, *a* – rasmda ko'rsatilganidek, kamayadi. Bu kamayish tutash bosim mustahkamlik chegarasidan 50% dan ko'p marotaba kamaysa yaxshi seziladi. Shu bilan birgalikda grunt deformatsiyasining kamayishi hisobiga tutash bosimning har qanday kamayishi yukning ko'p marotaba yuklanishini talab qiladi, ya'ni ish unumdorligini kamaytiradi.



4.10-rasm. Faol qatlam chuqurligi h_f ni *a* – tutash bosim qiymati; *b* – gruntning nisbiy namligiga bog'liqligi. h_{max} – gruntlarning mustahkamlik chegarasi σ_r ga mos keluvchi faol qatlamning chuqurligi; W_q – uning qulay namligi

Bir xil sharoitda faol qatlamning chuqurligi bog‘langan gruntlarda bog‘lanmaganlarga nisbatan 20-25% ga kam bo‘ladi. Agar tutash bosim gruntlarning mustahkamlik chegarasiga teng bo‘lsa, uning namligi faol chuqurlikka ta’sir qilmaydi. Agar tutash bosim doimiy bo‘lsa va grunt qulay namlikda bo‘lsa, bu namlikning kamayishi bilan faol qatlam kamayadi (4.10, b - rasm), bu mustahkamlikning chegarasi natijasida bo‘ladi, tanlangan tutash bosim yetarli bo‘lmaydi. Agar namlik yuqori bo‘lsa, mustahkamlik chegarasining birdan kamaygani uchun tanlangan bosim juda katta bo‘ladi, bu gruntlarning jadal plastik oqishiga olib keladi, deformatsiyaning tarqalish mexanizmi buziladi va oxiri faol hududning chuqurligi kamayadi. Shuning uchun faol qatlam chuqurligining gruntning namligiga bog‘liqligi maksimumi bor egri bilan tavsiflanadi.

Tanlangan tutash bosimga bog‘liq ravishda maksimum har xil namlik ka mos kelishi mumkin va xususiy holatda (4.10, b-rasm) u qulay namlikka mos kelishi mumkin.

Faol qatlamning chuqurligi h_o ni quyidagi ifoda bilan hisoblash mumkin:

$$h_o = \alpha B_{\min} \frac{W}{W_o} \left(1 - e^{-\beta \frac{\sigma}{\sigma_p}} \right), \quad (4.4)$$

bu yerda B_{\min} – mashinani ishchi organi bilan zichlashtirilayotgan grunt bilan tutash yuzasining minimal ko‘ndalang o‘lchami; σ_o va σ_p – mos ravishda tutash bosim va qulay namlikka to‘g‘ri keluvchi mustahkamlik chegarasi; e – natural logarifmning asosi; α va β – o‘lchovsiz doimiylar.

α koeffitsiyenti kuchlanganlik holatining o‘zgarish tezligiga bog‘liq; g‘ildiratib zichlashtirilganda $\alpha \approx 1,7-2,0$, urib zichlaganda $\alpha \approx 1,1$. β ko‘rsatkich darajasi gruntning turiga va bog‘langan gruntlar uchun 3,7 ga teng olinadi.

(4.4) ifoda $\sigma \leq \sigma_p$ va $W \leq W_q$ bo‘lganda amaliy hisoblar uchun xizmat qiladi. Agar gruntning namligi qulaydan kam bo‘lsa va mustahkamlik chegarasi σ_p bu kam namlikka to‘g‘ri kelsa, unda $W/W_q = 1$ deb taxmin qilinadi.

Zichlashtiriladigan qatlamning qalinligini tana zich bo‘lganda o‘lchanadi, ya’ni uning zichligi talab qilinganga teng bo‘lgan holatda. Gruntning zichlashgan qatlamining qulay qalinligi, ya’ni mexanik ishning

eng kichik qiymatida talab qilingan zichlik erishiladigan va mashinaning unumdorligi maksimal bo'lgan qalinlik, faol qatlamning chuqurligi bilan aniqlanadi.

Tadqiqotlar, shuningdek tekis g'ildirakli va pnevmoshinali katoklar, urib zichlovchi mashinalardan foydalanishning amaliyoti, agar talab qilingan zichlik $0,95\delta_{\max}$ teng bo'lsa, qulay qalinlik faol hududning chuqurligiga teng bo'lishini ko'rsatadi. Bunday zichlikka nisbatan yengil erishiladi va mashinaning uncha ko'p bo'lmagan o'tish sonini talab qiladi. Bu holatda zichlashgan qatlam qalinligining kamayishi ish unumdorligini kamaytiradi va ortiqcha ish qilishni talab qiladi, bu ayniqsa birinchi o'tish sonida qattiqroq asos bo'lishini talab qiladi. Qatlam qalinligi qancha kam bo'lsa, shuncha modul ekvivalentligi asos moduliga yaqinlashib keladi, yukni qo'yilish natijasida rivojlanadigan deformatsiya kam bo'ladi. Odatda, qattiq asosning borligi bilan bog'liq bo'lgan yo'qotish, yukning qo'yilish sonining kamayishini muvozanatga keltiradi.

Bog'langan gruntlarning δ_{\max} ga teng bo'lgan zichligini odatdagi mashinalar bilan faqat gruntlarning qulay namligida faol hudud chuqurligiga teng qatlam qalinligida erishish mumkin. Odatdagi mashinalar deb maksimal tutash bosimi zichlashtirish jarayonining oxirida gruntlarning mustahkamlik chegarasidan oshmaydigani tushuniladi. Bu holatda chegaraviy deb qulay namlikka mos keluvchi va qatlam qalinligi faol qatlam chuqurligiga yoki undan chuqurroq bo'lgani tushuniladi. Bu sharoitda gruntlarning yuqori zichligiga faqat o'tish sonini oshirib erishiladi. Ko'pchilik tajribalar δ_{\max} ga teng bo'lgan nisbiy zichlikka erishish uchun $0,95\delta_{\max}$ ga nisbatan 3 marotaba ko'p o'tish kerak. Shunday qilib, mashinaning ish unumdorligi 3 marta kamayadi.

Gruntlarning yuqori zichlikka zichlashtirilayotgan qatlam qalinligini 3 marotaba kamaytirib erishish mumkin. Bu holatda gruntlarning zarralari va ularning agregatlarini yonga tomon surilishi kamayadi, ya'ni vertikal surilish ko'proq bo'ladi, bu gruntlarning yuqori zichligini olishga imkon beradi. Ammo, qattiq asosning yaqin joylashgani uchun tizimning ekvivalent moduli oshadi, natijada qatlam qalinligiga nisbatan olingan gruntlarning nisbiy deformatsiyasi oshadi, kamayishga proporsional bo'lmagan holda oshadi, undan orqada qoladi. Shu bilan birgalikda, qatlam qalinligini kamayishida qattiq asosning ta'sirini oshishi gruntlarning

chegaraviy mustahkamligining to'xtovsiz oshishiga sababchi bo'ladi, bu og'ir katoklardan foydalanish imkonini beradi.

Nazariy va tajribalar yo'li bilan $(0,98-1)\delta_{\max}$ ga erishish uchun zichlashtirilayotgan qatlam qalinligini 1,5-2 marotaba faol hudud qalinligidan kamaytirish kerakligi aniqlangan. Berilgan holatda bunday qalinlik *qulay* bo'ladi. Berilgan sharoitda, kerakli o'tish sonini 20-30% ga kamaytirish mumkin bo'ladi faol hudud chuqurligiga teng qatlam qalinligida erishishga nisbatan. Zichlashtirilayotgan qatlamning qalanligini kamaytirish o'tish sonini ko'patirishga nisbatan foydali, chunki talab qilingan zichlik $0,95\delta_{\max}$ gacha mashinaning ish unumdorligi 3 marotaba emas, 1,5 marotaba kamayadi. Ammo, qatlam qalinligi kam bo'lganda bu usuldan foydalanib bo'lmaydi, masalan gruntlarni tekis qattiq valetsli katok bilan zichlashtirganda. Bu holatda, asosiy usul zichlashtirishning yuqori darajasini olish uchun o'tish sonini oshirish bo'ladi.

Agar gruntning namligi qulaydan kam bo'lsa, zichlashtirilayotgan qatlamning qalinligini (4.4) ifodaga asosan kamaytirish mumkin. Ammo, bunga zichlashtirish uchun yuqori tutash bosimli mashinadan foydalanilsa, yo'l qo'ymasa ham bo'ladi. Bu mashinalarga og'ir kulachokli va panjarali katoklar kiradi. Bu mashinalar bilan maksimal zichlashtirish qiymati $(1,1-1,12)\delta_{\max}$ gacha og'ir suglinoklar, shuningdek changli, va $(1,3-1,06)\delta_{\max}$ gacha bog'lanmagan va kam bog'langan gruntlarda erishsa bo'ladi. Bunday yuqori va bir-biriga yaqin gruntning zichligini namlik $W=(0,8-0,85)W_q$ va tutash bosim gruntning mustahkamlik chegarasiga yaqin bo'lganda, ya'ni bu namliklarda gruntning mustahkamlik chegarasi qulay namlikka nisbatan 5-7 marotaba oshib ketadi.

Gruntlarning yuqori zichligini olish uchun birinchi o'tish sonlari yengil kulachokli katoklar bilan, keyin ularni og'ir katoklar bilan almashtirib o'tish kerak. Yuqori zichlikkacha gruntlarni zichlashtirishni oxirgisini og'ir katoklar bilan bajariladi.

Zichlashtirish jarayonida ish unimdorligini saqlab qolish va yuqori sifatga erishish uchun gruntlar sun'iy namlanadi. Buning uchun suv sepuvchi mashinalar bilan yoyilgan qatlam ustiga suv sepiladi. Sepiladigan suvning taxminiy miqdori gruntlarning qulay va amaldagi namliklarining orasidagi farqlari va suvni bo'g'lanishda yo'qotilishini hisobga olib hisoblanadi. Keyin yo'l frezasi yoki diskli borona bilan aralashtiriladi. Suv

quyilishi va uni aralashtirishda vaqt bo'yicha uzilish qilinadi, bu gruntning aralashtirishni yengillashtiradi, chunki bu vaqtda grunt chuqurligi bo'yicha suvni shimishga ulguradi. Gruntning bunday namlash texnologiyasi ko'p mehnatni talab qiladi, ayniqsa qiyin aralashtiriladigan bog'langan grunt bo'lsa. Shuningdek gruntning bir tekis namlanishiga erishish ham qiyin bo'ladi. Bu ishlarning bahosi, ayniqsa suv tashish masofasi uzoq bo'lsa, yuqori bo'ladi, ammo bu holatda ham qilingan sarflar, odatda, yo'l to'shamasining xizmat muddatini oshirish va yo'lning foydalanish sifatlarini yaxshilanishi bilan o'zini oqlaydi.

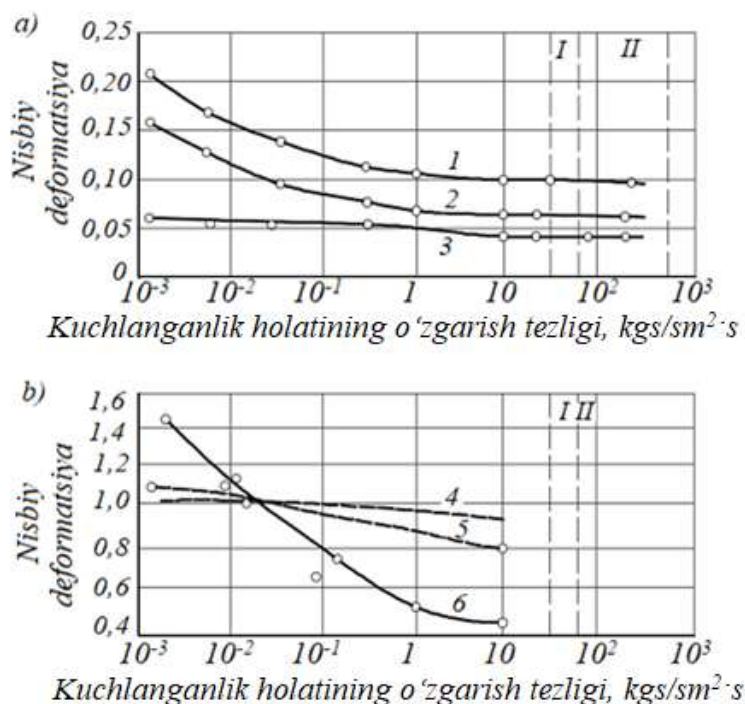
Gruntlarning namligini oshirishning eng yaxshi usuli gruntli karyerlarda bo'ladi, yuzasi ma'lum vaqtgacha suvga bostirib qo'yiladi. Bunday suvga bostirishning vaqti va muddatini grunt turiga va namlanish chuqurligiga bog'liq tanlanadi. Ko'pincha suvga bostirish karyerni ishlashidan bir yil avval 5-6 oy va undan ortiq muddatda amalga oshiriladi. Gruntning qazib olishdan bir necha oy avval suvni chiqarib tashlanadi. Bu usul lyossimon gruntlarda juda yaxshi samara beradi. Bu gruntlar suv bostirish natijasida boshqa gruntlarga nisbatan, yaxshi filtatsiya qobiliyati tufayli, namlikni bir tekis tarqatadi. Ammo bunday usulni mos ravishda joyning relyefi bo'lganda va suv manbasiga yaqin joylashganda qo'llasa bo'ladi.

Ish unumdorligi mashinaning harakat tezligiga to'g'ri proporsional. Shuning uchun bu tezlikni oshirish qulay hisoblanadi. Ammo, tadqiqotlar bog'langan gruntlarni zichlashtirishda katoklarning harakat tezligini oshirish natijasida olinadigan grunt strukturasi, grunt zichligi bir xil bo'lib qolsa ham yomonlashishini [8] ko'rsatadi. Tezlikning oshishi, grunt hali bo'sh bo'lgan holatida, birinchi o'tish sonida zichlikni birmunchaga kamaytiradi. Keyinchalik o'tish sonlarida zichliklar orasidagi farq yo'qoladi. Olinadigan zichlikka tezlikning uncha katta bo'lmagan ta'siri, gruntlarni zichlashtirish bo'yicha mashinalarning ishlashi uchun (4.11-rasm) tavsifli bo'lgan kuchlanganlik holatining o'zgarish oraliq'ida, bu tezliklarning ta'siri juda kam bo'ladi.

Bir xil zichlikka erishilganiga qaramasdan, katoklarning katta tezligida gruntlarning kam mustahkam strukturasi hosil bo'ladi, u tashqi yuk ta'sirida deformatsiyalanishga kam qarshilik qiladi. Masalan, tezlikni 1,5 dan 8 km/soatgacha oshishida, gruntning bir xil zichligida deformatsiya

moduli 20 – 30% ga kamayadi. Ko‘pincha bunday kamayish tortish kuchining oshishi bilan tushuntiriladi, ya’ni grunt yuzasida gorizontall kuchlanishni, bu grunt zarrasini vertikal siquvchi kuchlanish bilan “yanchilish” samarasining bo‘shashiga olib keladi.

Tadqiqotlar natijasida zichlashtirishning tezlik tartibi ishlab chiqilgan, u mashinaning ish unumdorligini tashqi kuch ta’siriga qarshiligini kamaytirmasdan oshirish imkonini beradi. Bu tartibga asosan katoklarning harakat tezligini almashtirish mumkin. Birinchi va ikkita oxirgi o‘tishlar kichik tezlikda amalga oshirilishi kerak, oraliqlari – katta tezlikda. Tezlikning absolyut qiymatlari foydalaniladigan tyagachning turiga bog‘liq bo‘ladi. Tezlikning yuqori chegarasi 12-15 km/soat bo‘ladi, ulardan yuqorisida zichlashtirilayotgan yuzada ko‘p miqdorda to‘lqinlar hosil bo‘ladi.



4.11-rasm. Sikilli yuk bo‘lganda gruntning deformatsiyasini λ/d_{sh} kuchlanganlik holatining o‘zgarish tezligiga bog‘liqlik grafigi:

I – katoklarning ishlash hududi; *II* – urib zichlovchi mashinalarning ishlash hududi; 1, 4-6 – to‘liq deformatsiya; 2 – deformatsiyaning orqaga qaytmas qismi; 3 – deformatsiyaning orqaga qaytuvchi qismi; uzliksiz chiziqlar – suglinokli grunt; punktrli – qumli grunt

Birinchi o'tishda 3 km/soatdan kam tezlik bo'ladi, bu bir tekis ravonlikdagi yuza hosil qiladi. Keyin bu ravonlik zichlashtirish jarayonining hamma davomida saqlanib qoladi. Ikkita oxirgi o'tish, bunday sekin tezlikda, gruntning mustahkam strukturasi olish imkonini beradi. Bunday zichlashtirish tartibida ish unumdorligi taxminan 2 marta oshadi, bu ishning narxini 30% ga kamaytiradi, ayrim hollarda 50% ga. Gruntlarning talab qilingan zichligi o'sha o'tish sonida erishiladi, yuzasi zichlashtirishda harakat tezligi faqat sekinroq bo'lganga nisbatan ravonroq bo'ladi. Ratsional tezlik tartibi gruntni ikkita katok bilan zichlashtirish holatida ham bo'ladi, ya'ni yengil katok bilan dastlabki zichlashtirish olib borilsa. Bu yerda kam harakat tezligida katokning birinchi o'tishi, shuningdek oxirgi ikkita o'tishda og'ir katok bilan bo'ladi.

Xulosa sifatida, mashinalarning maksimal ish unumdorligi, zichlashtirilayotgan qatlamni qulay qalinligida, hamma zichlashtirish jarayonida tutash bosim gruntlarning mustahkamlik chegarasiga yaqinlashishini ta'kidlash joiz bo'ladi. Bunga dastlabki zichlashtirish, shuningdek gruntlarni zichlashtirishni ratsional tezligining tartibi bilan erishiladi.

4.5. Tabiiy holatdagi gruntlarning zichlashtirish xususiyatlari

Talab qilingandan kichik zichlikdagi o'yma va tabiiy asos gruntlarini zichlashtirish kerak bo'ladi. Kerakli zichlashtirish chuqurligi yo'l to'shamasining qalinligi va muzlash chuqurligiga bog'liq bo'ladi, katta bo'lmagan ko'tarmalarning tabiiy asoslari uchun bu ko'tarmaning balandligi bilan aniqlanadi. Odatda bunday chuqurlik 30-40 sm ni tashkil qiladi, sharoiti yomon joylarda 60-80 sm ga yetishi mumkin. Chunki tabiiy uzilgan gruntlar, odatda, tashqi kuchga yaqinda zichlashtirilgan gruntlarga nisbatan birmuncha katta qarshilik qiladi, agar ularni zichligi va namligi bir xil bo'lsa ham, bu ularni zichlashtirishda bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Agar zichlashtirish chuqurligi 25-30 sm dan oshmasa, tabiiy tuzilgan gruntlarni katoklar bilan zichlashtirish mumkin. Bu maqsadda eng yaxshisi pnevmoshinali, shuningdek panjarali katoklardan foydalanish mumkin. Qovurg'ali katoklar yaroqsiz hisoblanadi, og'ir

turdagi tekis valetsli, shuningdek o'ziyurar 60-70 kgs/sm va undan katta chizikli bosimli katoklardan faqat zichlashtirish chuqurligi 15-20 sm bo'lganda foydalanish mumkin. Pnevmo shinali katoklarda g'ildirakka tushuvchi yuk 8 ts, ulardagi havoning bosimi $4-5 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,4-0,5 \text{ MPa}$)dan kam bo'lmasligi kerak. Panjarali katoklarning massasi 25 t dan kam bo'lmasligi kerak.

Zichlashtirish uchastkaning yuzasida ketma-ket o'tish bilan bajariladi. Ammo ko'tarmadagi gruntlarga nisbatan farqli ravishda bir erdan o'tish soni 1,5-2 marotabaga oshadi, shu bilan birgalikda katokning ish unumdorligi kamayadi. Tajriba ishlari va ishlab chiqarish sharoitida olib borilgan kuzatishlar zichlashtirish natijasida zichlik $0,95\delta_{\max}$ ga yetishi aniqlangan. Maksimal standart zichlikka teng zichlikni faqat qulay namlik bo'lganda olish mumkin, ya'ni har doim emas.

Asosning tabiiy gruntini urib zichlashtiruvchi mashinalar bilan zichlashtirish mumkin, unda bog'lanmagan gruntlarda impuls $0,1 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,01 \text{ MPa}$) va bog'langan gruntlarda $0,15-0,2 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,015-0,02 \text{ MPa}$) kam bo'lmasligi kerak. O'zi yurar uruvchi mashina D-471 yoki massasi 500 kg bo'lgan portlatib uruvchi mashinalardan foydalanib chuqurlik 40 sm gacha $(0,98-1)\delta_{\max}$ ga erishish mumkin. Massasi 1,52 t o'lchami rejada 0,8-1,2 m bo'lgan uruvchi plitalarni ekskavatorida ishlatib, 1,5-2 m balandlikdan tashlab bunday zichlikni 0,5 m chuqurlikkacha olish mumkin, bog'lanmagan gruntlarning qulay namligida 0,6 m gacha. Bir joyga urish soni, to'kma gruntlarni zichlashtirishga nisbatan, katoklar kabi 1,5-2 martaga oshirilishi kerak.

Tabiiy asoslarni zichlashtirishda, ko'tarma gruntlarinikidek, ishchi organning grunt yuzasi bilan tutash joyidagi bosim mustahkamlik chegarasidan oshib ketmasligi kerak. Chunki tabiiy tuztigan gruntlarning mustahkamlik chegarasi ko'tarmanikiga nisbatan katta bo'ladi, zichlashtiruvchi vositalarni tanlashda 4.5-jadvalda keltirilgan mustahkamlik chegaralariga bog'langan gruntlar uchun 1,3-1,5 va lyossimon suglinoklar uchun 2-2,3 tuzatuvchi koeffitsiyent kiritiladi. Bog'lanmagan gruntlarda tuzatuvchi koeffitsiyent kiritilmaydi.

Ko'tarma gruntlariga nisbatan tabiiy asosni zichlashtirishda qattiq asos bo'lmaydi, bu kuchlanishni chuqurlik bo'yicha kamaytiradi. Shuning uchun zichlikni bir tekis tarqalishi yukni qayta qo'yish jarayoni natijasida

4.5-jadval

Grunt	Holatining tavsifi		Qulay namlikdagi gruntlarning hisobiy parametrlari		
	δ/δ_{max}	E_{gr} , kgs/sm ² (0,1MPa)	E_e , kgs/sm ² (0,1MPa)	P_e , kgs/sm ² (0,1MPa)	$K_{n.d}$
O'ta bo'sh	0,60-0,70	5-10	30	35	0,20
Juda bo'sh	0,71-0,75	10-20	50	65	0,30
Bo'sh	0,76-0,85	20-40	65	85	0,40
Zichlanmagan	0,86-0,90	40-80	85	140	0,55
Deyarli zich	0,91-0,94	80-100	120	240	0,70

bo'ladi, bir muncha kam chuqurlikda bo'ladi gruntni qatlamlab zichlashtirishga nisbatan. Zichlashtirish chuqurligining kamayishini gruntni tashqi kuchga qarshiligining kattaligi bilan tushuntirish mumkin. Talab qilingan zichlikka erishish mumkin bo'lgan o'rtacha chuqurlik (4.1) ifoda bilan aniqlanadigan faol hudud chuqurligidan 20-25% ga kam bo'ladi.

Shunday qilib, tabiiy asos gruntini zichlashtirish katta qiyinchilik bilan bo'ladi, ko'pincha bu jarayon kam samarali bo'ladi. Ayniqsa ukatkada samaradorlik kam bo'ladi, usiz ham zichlashtirish chuqurligi kam bo'ladi. Shuning uchun tabiiy gruntli asosni urib zichlovchi mashinalar bilan zichlash maqsadga muvofiq bo'ladi, xususan, katta zichlashtirish chuqurligini ta'minlovchi ekskavatorga biriktirilgan plitalar bilan. Ammo bunday mashinalardan foydalanish qimmatga tushadi. Shuning uchun AQSHda tabiiy gruntli asosni yaxshilash uchun gruntni skreper yoki buldozer bilan o'zgartirib, qayta qatlamlab joylashtirib, har bir qatlamni alohida zichlashtirish usuli qo'llaniladi. Bu zichlashtirish usulida gruntlar ko'tarmadagidek zichlashtiriladi, bunda bu jarayon ancha yengil ko'chadi. Shu bilan birgalikda gruntlarning muzlashga mustahkamligi ortadi. Bu usulni amalga oshirish sodda bo'lib, gruntlarni zichlashtirish uchun og'ir mashinalarni talab qilmaydi va hamma ish odatdagi vositalar bilan bajariladi. Ammo undan foydalanish tabiiy asosni ekskavatoridagi plitalar bilan zichlashtirishga nisbatan qimmatga tushadi.

5 BOB. LYOSSIMON GRUNTALRNI ZICHLASHTIRUVCHI MASHINALAR VA TEXNOLOGIYALAR

5.1. Zichlashtirish vositalarini tanlash

Zichlashtirish vositasini ishning aniq sharoitiga asosan tanlanadi, birinchi navbatda gruntlarning fizik-mexanik xossalari va obyektning tavsifi hisobga olinadi. Qulay variantni tanlash uchun asosiy kriteriy bo‘lib, gruntning birlik hajmini talab qilingan zichlikkacha zichlashtirishdagi kerakli ish unumdorligining ehtimolligi xizmat qiladi.

Zichlashtirish vositasini tanlashda gruntning turi va uning namligi hisobga olinadi, shuningdek gruntning deformatsiyaga qarshilik qiluvchi parametrlarini, ya’ni mustahkamlik chegarasi va deformatsiya modulini ham bilish kerak. Bu parametrlarning qiymatlarini zichlashtirish oxirgisiga alohida berish kerak, chunki jarayon oxirida gruntlarning mustahkam va zich strukturasi shakllanadi.

Ish obyekti asosan uning o‘lchamlari va qatlamning qalinligi bilan tavsiflanadi. Gruntning eng ko‘p hajmi katta uzunlikdagi yo‘l poyini qurish bilan bog‘liq chiziqli ishlarda zichlashtiriladi. Bunday ishlarda qamrab olish masofasini tanlashga chegara bo‘lmaydi. Zichlashtirilayotgan qatlamning qalinligi avval berilmagan bo‘ladi va qo‘llaniladigan zichlashtirish vositasiga mos ravishda tanlanadi. Bu qoidadan chetga chiqish yo‘l poyini kengaytirish bo‘yicha chiziqli ishlarni bajarishda bo‘ladi, ayniqsa kengaytirish yon rezervdan buldozer bilan bajarilganda. Bu yerda qatlamning qalinligi, odatda, odatdagi qiymatdan ortiq bo‘ladi va faqat zichlashtirish uchun kerakli mashinani turi bilan aniqlanib qolmasdan, ishni tashkil qilishga ham bog‘liq bo‘ladi. Zichlashtiruvchi yo‘lakchani kengligi ham chegaralangan.

Chiziqli bilan birgalikda, “tor” joylarda ham gruntni zichlashtirish bilan bog‘liq ishlar bo‘ladi. Bunday ishlarga qayta to‘kishdagi handaqlar, quvur va boshqa sun’iy inshootlar va boshqalardagi gruntlarni zichlashtirish kiradi. Bog‘langan va bog‘lanmagan gruntlarni yozda va qishda ham zichlashtirishda foydalaniladigan mashinalarni to‘liq universal deb atash mumkin.

Gruntlarni zichlashtiruvchi mashinalar yer yoki yer-mashinalari bo‘lgan mexanizatsiyalashgan otryad yoki kolonnalarning tarkibiga kiradi.

Shuning uchun gruntlarni zichlashtiruvchi mashinalarning ish unumdorligi otryad yoki mexanizatsiyalashgan kolonnaning ish unumdorligiga teng bo'lishi kerak. 5.1-jadvalda gruntlarni zichlashtiruvchi mashinalarning texnik-foydalanish ko'rsatkichlari va ularni qo'llash bo'yicha amaliy takliflar keltirilgan.

5.1-jadval

Mashinaning turi	Gruntning zichlashtirilishi	Qish vaqtida ishlatilishi	“Tor” joyda ishlatilishi	Qatlamning qulay qalinligi, sm
Aravali va yarim aravali pnevmoshinali katoklar	Bog'langan va bog'lanmagan, chiziqli ishlar, yoz va qish vaqtlarida	Mumkin	Mumkin emas	30-40
Pnevmoshinali o'zi yurar katok	Gruntli asoslar	Mumkin	Mumkin emas	30-40
Qovurg'ali aravali va yarim aravali katoklar	Bo'sh bog'langan chiziqli ishlarda	Mumkin emas	Mumkin emas	15-25
Panjarali aravali katoklar	Bo'sh bog'langan va bog'lanmagan, qish vaqtlarida	Maqsadga muvofiq	Mumkin emas	25-35
Ekskavatoridagi urib zichlovchi plitalar	Bog'langan va bog'lanmagan “tor” joylarda va tabiiy gruntli asosda	Mumkin	Mumkin	60-120
Aravali tebratuvchi katoklar	Bog'lanmagan chiziqli ishlarda	Maqsadga muvofiq emas	Mumkin emas	30-40

Pnevmoshinali katoklar (5,1-rasm) bog‘langan va bog‘lanmagan gruntlarni zichlashtirish imkonini beradi va qishda ham ishlaydi. Katoklarni yaxshi sifatilariga, xususan, aravalisini, tuzilishini va undan foydalanish sharoitining soddaligi, shuningdek yuqori ishonchliligi va uzoq vaqt foydalanish mumkinligi kiradi. Shu bilan birgalikda katoklar bilan nisbatan kam qalinlikdagi gruntlarni zichlashtirish mumkin. Ular asosan chiziqli obyektlarda, keng frontni ta‘minlashda ishlatilsa rentabelli bo‘ladilar. Masalan, yuqori iqtisodiy samaraga qamrab olish masofasi 100 m dan oshiq va zichlashtirilayotgan yo‘lakchanning kengligi 10-12 m dan keng bo‘lsa erishiladi. Pnevmoshinali katoklarning o‘ziyurar variantlari konstruksiyasi bo‘yicha murakkab hisoblanadilar, kam o‘tuvchan va bir ish birligining bahosi yuqori.



5.1-rasm. Pnevmog‘ildirakli katok

Aravali va yarim aravali qovurg‘ali katoklar (5.2-rasm) valetsini yuzasida qovurg‘aga ega bo‘lib, birinchi o‘tish sonida, grunt bo‘sh bo‘lganida, unga to‘liq botadi, buning natijasida katokning valetsi ham yuza bilan tutashadi. Gruntga qovurg‘aning chuqur botishi gruntning mustahkamlik chegarasidan katta bo‘lgan tutash bosim ta‘sirida bo‘ladi. Bunday botishda har bir qovurg‘aning ostida zichlashgan yadro hosil bo‘ladi, u bilan birga pastga zich amalda deformatsiyalanmaydigan asosga, avval zichlashgan qatlam yuzasiga, surilib boradi. Valetsning yuzasida ko‘p sonli qovurg‘a bo‘lgani uchun birinchi o‘tishdan so‘ng miqdorda yadro qoladi, u bir biriga yaqin bo‘lgan shaxmat tartibida bo‘ladi. Yadro orasida joylashgan grunt hajmi, grunt zarralarining agregatini qovurg‘a

tagidan atrofga plastik oqishi natijasida zichlashadi. Keyingi o'tish sonida, rejada qovurg'aning grunt bilan tutashgan joyi tasodifiy bo'lib, avval zichlashgan grunt yadrolari orasida joylashgan gruntning zichlashishi ro'y beradi. Bu qovurg'aning gruntga botishini kamaytiradi. Ammo yuqori tutash bosim bo'lgani sababli, zichlashtirishning oxirida, grunt zich bo'lganida ham qovurg'a qandaydir chuqurlikka botadi, qandaydir chuqurlikda grunt bo'sh bo'ladi. Qatlamning bu bo'sh qismi keyingi yangi qatlam grunti ostida qolib zichlashadi.



5.2-rasm. Tebratuvchi qovurg'ali katok

Shunday qilib, qovurg'ali katoklar bilan gruntlarni zichlashtirish yuqoridan pastga bo'lmasdan, boshqa mashinalar kabi, aksincha pastdan yuqoriga bo'ladi. Shuning uchun birinchi o'tishda qovurg'aning gruntga botishi – gruntlarning yag'shi zichlashishining majburiy shartidir. Bu holat mazkur katoklarning faqat bo'sh bog'langan gruntlarda ishlashida samara beradi. Bog'lanmagan va kam bog'langan gruntlarda yuqori tutash bosim bo'lgani sababli grunt zarrasining jadal surilishi ro'y beradi va ularning guruhi atrofga va yuqoriga suriladi, zichlashgan yadro hosil bo'lishining oldini oladi va to'xtovsiz shakllangan grunt strukturasi buzadi.

Urib zichlovchi mashinalar boshqa usullarga nisbatan gruntning katta qalinligini zichlashtiradi. Ular bog'langan gruntlarni yoz va qish oylarida ham zichlashtirishga yaroqlidir. Ammo ularning ishlashi katoklarga nisbatan qimmat turadi.

Tebratib zichlovchi mashinalar bog'lanmagan gruntlarni zichlashtirishda katta foyda beradi.

5.2-jadvalda O‘zbekistonda gruntlarni zichlashtirish uchun foydalaniladigan keng tarqalgan katoklarning texnik tavsiflari keltirilgan.

5.2-jadval

O‘zbekistonda gruntlarni zichlashtirish uchun foydalaniladigan katoklarning texnik tavsiflari

Modeli	Og‘ir- ligi, t	Zichlash -tirila- digan yo‘lak- chaning kengligi, m	Gruntlarni zichlashtirishdag i harakat tezligi, km/h		Gruntlarni zichlashtirish chuqurligi (zich holatda), m		
			gilli va qumli	yirik donali	gilli	qumli	yirik donali
1	2	3	4	5	6	7	8
DU-65	12,0	1,7	4,0	8,0	0,25	0,30	0,25
DU-85	13,0	2,0	3,5	6,5	0,20	0,30	0,25
DU-84	15 ... 16	2,0	3,5	6,5	0,25	0,30	0,25
DU-47 B-1	6,0	1,4	-	3,7	-	-	0,20
DU-63-1	8,5	1,7	-	11,0 gacha	-	-	0,20
DU-49A	11 ... 18	1,29	-	3,5	-	-	0,18
BOMAG BW 144 AD-2	7,0; 7,5	1,5	-	11,0 gacha	-	-	0,25
BOMAG BW 16R	8,0	1,98	8,0 gacha	12,0 gacha	0,15	0,20	0,20
BOMAG BW 164 AS-2	9,2	1,68	8,0 gacha	12,0 gacha	0,15	0,20	0,25
BOMAG BW 184 AS-2	11,3	1,5	-	11,0 gacha	-	-	0,20
HAMM HD 110K	8,2; 9,3	1,68	10,0 gacha	14,6 gacha	0,25	0,30	0,25
HAMM GRW 10	8,8	1,74	14,0 gacha	20,0 gacha	0,20	0,25	0,20
HAMM GRW 15	11,5	1,74	14,0 gacha	20,0 gacha	0,25	0,30	0,25

Zichlashtirish koeffitsiyenti $K_z=1,03$ bo'lishi uchun $K_z=1$ ga mos keluvchi bosim 1,5-1,7 marotaba ortishi, ya'ni mashinalar, xususan, statik turdagilari 1,5 marotaba og'ir bo'lishi kerak.

Masalan, eng keng tarqalgan 25 t og'irlikdagi pnevmog'ildirakli katoklarning tutash bosimi (unga mos shinadagi havoning bosimi) 0,6-0,8 MPa bo'lganda bog'langan gruntlarni $K_z=0,98\div 1,00$ gacha zichlashtira oladi. Zichlashni $K_z=1,03$ ga yetkazish uchun esa, ayni shu 25 t katokning kontakt bosimini 1-1,2 MPa gacha oshirish va ayni paytda katok vaznini 35-40 t ga yetkazish lozim bo'ladi. Agar ular tuzilmasining katta kuchlanishga moslanmaganiga e'tibor berilsa va havoning eng katta bosimi 1-1,2 MPa ga mo'ljallangan shinaning o'zi yo'qligi hisobga olinsa, yuqorida keltirilgan qiymatlarni amaldagi katoklar yordamida har doim ham amalga oshirib bo'lmaydi,

Kulachokli katoklarning kontakt bosimini nisbatan oshirish yengildir, lekin ular me'yordan kam namlikdagi gruntlarni zichlashtirishda kam samara beradi. Shuning uchun gruntlarni yuqori qiymatli zichlikkacha zichlashtirishda ulardan foydalanish talab etilmaydi.

Tebranma katoklardan foydalanilganda, ularning vaznini oshirish va valetsning tebranma urish tartibini kuchaytirish gruntlarning zichlashtirish sifatini oshiradi, ya'ni $K_z\geq 1$ bo'lishi uchun faqat vazni 10-12 t li og'ir katoklar yaroqli hisoblanadi.

Mashinalar ishchi qismining kontakt bosimini oshirishdan tashqari, zichlashtirishning $K_z=1,00\div 1,03$ qiymatlariga erishishning boshqacha texnologik usullari ham mavjud.

Bunday usullarga quyidagilar kiradi: zichlashtiriladigan grunt qalinligini kamaytirish, mashinalarning bir izdan o'tish sonini (urilish) oshirish va mashina harakat tezligini kamaytirish.

Eng katta samara - gruntlarning zichlashtirish sifatini oshirishga olib keluvchi hamma usullar bir vaqtda yoki birgalikda ishlatilganda kuzatiladi.

Zichlashtirilayotgan grunt qalinligini kamaytirish - mashinalar ishchi qismining kontakt bosimini oshirishdan keyin turuvchi eng samarali usuldir. Uni, zichlashtiriladigan qatlamning qalinligi juda kam bo'lgan (20-25 sm) hollardan tashqari, har doim amalga oshirish mumkin.

Anchagina yupqaroq qatlamni $K_z=1,0$ gacha zichlashtirishda gruntning erishadigan zichligiga biki asosning ta'siri kuchayadi va mashina ishchi

qismining ta'sir soniga bog'liq ravishda zichlikning jadal oshishiga olib keladi.

Yukning qo'yilish soniga (katokning o'tishi yoki zichlovchi plitaning urilish soni) bog'liq ravishda zichlikni yoki zichlashtirilayotgan grunt deformatsiyasining oshishi eksponensial qonuniyatga asosan yuz beradi.

Gruntlarning kerakli zichligini ta'minlashda grunt zichlashtiruvchi mashinalarning tutash bosimi qancha kam bo'lsa, shuncha ko'p vaqt yoki katta miqdordagi qo'yilish soni (o'tish, urilish sonlari) talab etiladi, ya'ni yetishmayotgan tutash bosimni mashinalarning o'tish (urilish) sonini oshirish bilan to'ldirish mumkin.

Ammo har bir kontakt bosimining o'ziga xos zichlik chegarasi bo'ladi va u talab qilingan qiymatdan kichik bo'lishi mumkin. Boshqa tomondan unga erishish uchun zichlashtiruvchi yukning juda ko'p qo'yilish soni (o'tish yoki urilish) talab qilinishi mumkin, bu esa iqtisodiy tomondan o'zini oqlamaydi.

Zichlikning yakuniy qiymatiga ma'lum miqdorda gruntlarning kuchlanganlik holatini belgilovchi mashinaning harakat tezligi ta'sir qiladi.

Bu ta'sir boshqa ko'rilgan omillarga qaraganda sezilarli bo'lmasa ham, uni hisobga olmaslik mumkin emas.

Zichlikning yuqori ko'rsatkichlariga erishish uchun zichlashtirish 2,5-3 km/soat dan oshmaydigan tezlikda olib borilishi kerak. Tebranma katoklardan foydalanilganda ularning harakat tezligi 1,5-2 km/soat bo'lishi kerak.

Gruntlarning yuqori zichlik normalariga erishishida keltirilgan usullar tavsiya qilinadi. Ular, yo'l poyini qurish bo'yicha asosiy ishlar boshlanguncha, qurilish maydonchasida bajariladigan dastlabki zichlashtirish natijalari asosida tekshiriladi va aniqlashtiriladi.

5.2 Tekis yuzali va kulachokli katoklar bilan gruntlarni zichlashtirish

Tekis yuzali valetsli katoklar eng qadimgi zichlashtirish vositalariga kiradi (5.3-rasm). Ko'tarma gruntlarini qatlamlab zichlashtirish uchun asosan aravali katoklardan foydalaniladi. O'zi yurar katoklarning bo'sh grunt ustidan harakatlanishi amalda qiyin bo'ladi, shuning uchun ular gruntli asos yuzasining yo'l to'shamasini qurishdan oldin zichlashtirishda

ishlatiladilar. Hozirgi vaqtda bu katoklar qovurgʻali katoklar bilan birgalikda ishlatiladilar.



5.3-rasm. Tekis yuzali tebratuvchi katok

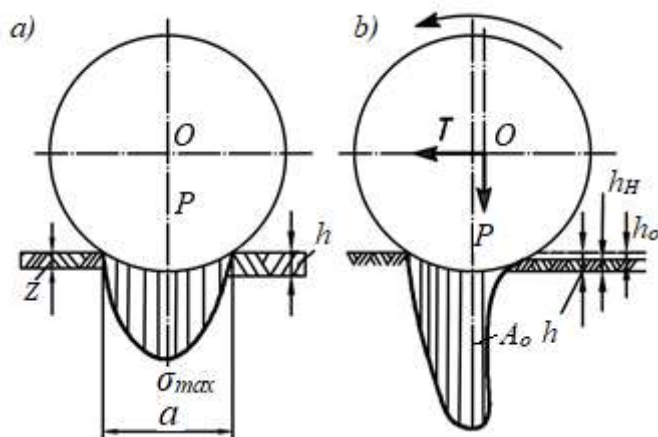
Katoklarni berilgan aniq sharoit boʻyicha toʻgʻri tanlash uchun uni grunt bilan birgalikdagi yuzasida rivojlanadigan bosimni aniqlash, shuningdek zichlashtiriladigan qatlamning qulay qalinligini topish kerak boʻladi.

Buni faqat katok va gruntning oʻzaro taʼsirini tahlil qilib bilish mumkin.

Deformatsiyalanmaydigan, yaʼni absolyut qattiq gʻildirakning grunt bilan oʻzaro taʼsirini tadqiq qilish XIX asrning boshlarida boshlangan. Ammo hozirgi kungacha bu masala kerakli darajada oʻrganilmagan va taklif qilingan hisobiy ifodalar faqat tajriba maʼlumotlari emas, shu bilan birgalikda har xil gipotezalarga asoslangan.

Gʻildirak harakatsiz boʻlganda, tutash bosimning tarqalish epyurasi gʻildirakning vertikal oʻqiga nisbatan simmetrik boʻladi (5.4-rasm) va shuning uchun maksimal bosim σ_{\max} bu oʻqqa mos keladi. Gʻildirak harakatlanayotganda, vertikal yuk P dan tashqari unga tortuvchi kuch T ham taʼsir qiladi. Bu kuch taʼsirida bosim vertikal oʻqdan gʻildirak harakati yoʻnalishi tomoniga Δa qiymatga suriladi. Gruntlar qovushqoq xossaga ega boʻlgani uchun deformatsiyaning oʻzgarishi mos ravishdagi kuchlanishning oʻzgarishidan orqaga qoladi va botish hodisasi yuz beradi, kuchlanish oʻzining maksimum qiymatiga yetganidan soʻng pasayadi, deformatsiya maʼlum bir vaqt davom etadi. Bu tajriba bilan yaxshi tekshirilgan holat toʻliq asosli ravishda gʻildirakning vertikal oʻqi orqasida joylashgan tutash yuzasi uncha chuqur botmagan va shuning uchun yuk tutash yuzasining

oldingi yarmida (gruntga botirilgan g'ildirak atrofini yarim dugasi bilan aniqlanadigan) tarqaladi deb taxminan hisoblash mumkin deb taxmin qilish imkonini beradi. Shunday qilib harakatlanuvchi g'ildirak ostidagi bosim epyurasi asimmetrik.



5.4-rasm. Qattiq g'ildirak ostida bosimning tarqalishi:

a – harakatsiz; *b* – harakatda bo'lgan

To'liq izning chuqurligi h ni orqaga qaytadigan h_o va qaytmas h_n qismlarga bo'lish mumkin.

Harakatsiz g'ildiraklar uchun muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin

$$P = 2B \int_0^h \sigma(z) dz, \quad (5.1)$$

bu yerda B – g'ildirak kengligi.

Tenglamaning o'ng tomoni grunt reaksiyasining yig'indisi. Agar tutash bosim σ ni ko'rilayotgan har qanday A nuqtaning joylashish chuqurligi z ga bog'liqligini bilsak, ya'ni tutash bosimning tutash yuza bo'yicha tarqalish qonuniyati ma'lum bo'lsa, unda bu tenglamani yechish mumkin bo'ladi. Ammo bunday qonuniyat to'g'risida fikr yurgizish bo'yicha ishonarli tajriba ma'lumotlari yo'q. Shuning uchun bunday masalaning qo'yilishida tutash masalasini yechishda har xil ruxsat berishlarga yo'l qo'yiladi, ular ichida eng ko'p tarqalgani quyidagicha bo'ladi:

$$\sigma = Cz^v, \quad (5.2)$$

bu yerda C va ν – mos ravishda gruntning turi va holatiga bog‘liq bo‘lgan proporsionallik koeffitsiyenti va daraja ko‘rsatkichi,.

Eng soddasi $\nu = 1$ bo‘lganda bo‘ladi, unda C ning o‘lchami kgs/sm^2 (MPa) bo‘ladi va g‘ildirak yuzasida joylashgan nuqtani 1 sm chuqurlikka botirish uchun kerak bo‘ladigan tutash bosimni aks ettiradi. Shunday qilib, bu holatda, koeffitsiyent aniq fizik mazmunga ega bo‘ladi. Ammo bunday taxmin yordamida ishlab chiqilgan nazariyadan olinadigan xulosalar tajribalar bilan tasdiqlanmaydi va shuning uchun taxmin qilinadi ya’ni daraja ko‘rsatkichini grunt namligiga bog‘lagan holda $0 < \nu < 1$ teng bo‘ladi, xususan qulay namlikda $\nu = 0,5$ deb olinadi [8]. Ammo $\nu \neq 1$ bo‘lsa, unda C koeffitsiyenti fizik mazmunga ega bo‘lmaydi.

(5.2) taxmin asosida (5.1) tenglamaning echimi quyidagi ifodani olish imkonini beradi:

$$q = C \left(1 - \frac{\nu}{3} \right) h^{\nu} \sqrt{2Rh}, \quad (5.3)$$

bu yerdan

$$h = K_1 \sqrt[\nu+0,5]{\frac{q}{CR^{0,5} \left(1 - \frac{\nu}{3} \right)}}, \quad (5.4)$$

bu yerda $q=P/B$ – chiziqli bosim; P – g‘ildirakka tushuvchi bosim; B – g‘ildirakning eni; K_1 – o‘lchamsiz koeffitsiyent.

Agar $\nu = 0,5$ deb taxmin qilinsa, unda (5.4) ifodadan g‘ildirakning gruntga botish chuqurligi unga ta’sir qilayotgan yukka to‘g‘ri proporsional bo‘ladi, bu tajriba ma’lumotlari bilan yaxshi isbotlanadi. $z = h$ va (5.4) ifodadan h ni aniqlab, maksimal tutash bosimni (5.2) ifodadan foydalanib hisoblab topish mumkin. Shunga qaramasdan, bu usul tajriba bilan qoniqarli o‘hxshashni bersa ham, undan foydalanish qiyin, chunki gruntlarning C va ν lari bir qator noaniqlikka ega. Shuning uchun gruntlarni zichlashtirishda tutash bosimni Gers-Belyayev nazariyasi asosida aniqlash qulay bo‘ladi.

Gers tomonidan ikkita egri chiziqli elastik tanani bosish masalasi ko‘rilgan. N.M.Belyayev Gers nazariyasini rels yuzasida g‘ildirakning yurishida hosil bo‘ladigan tutash bosimni hisoblashda ishlatgan. Silindrni

(g'ildirakni) tekislikka botirishda yuzaga keladigan maksimal tutash bosim σ_{\max} ni hisoblash uchun quyidagi ifodani olgan

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{q}{\pi^2 R(\vartheta_1 + \vartheta_2)}}, \quad (5.5)$$

bu yerda q – chiziqli bosim, kgs/sm, $q = P/B$; P – g'ildirakka tushuvchi umumiy yuk; B – g'ildirakning eni; R – g'ildirak radiusi, sm; ϑ_1 va ϑ_2 – g'ildirak va tekislikning elastiklik koeffitsiyenti, sm^2/kgs .

Umumiy holda elastiklik koeffitsiyenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\vartheta = \frac{1 - \mu^2}{\pi E}, \quad (5.6)$$

bu yerda μ – Puasson koeffitsiyenti; E – Yung moduli.

(5.6) ifodani qattiq g'ildirakni grunt yuzasiga botirish holatiga o'xshatish mumkin. Bu holatda g'ildirak qattiqligini gruntning qattiqligiga nisbatan cheksiz katta deb qarash mumkin va shuning uchun $\vartheta_1=0$. Unda (5.5) ifodadan quyidagini olish mumkin

$$\sigma_{\max} = K_2 \sqrt{\frac{qE}{R}}. \quad (5.7)$$

Shunga o'xshash ifodani tajriba yordamida ham olish mumkin. Avval eslatib o'tilganidek, g'ildirakning gruntga botirilishi unga berilayotgan yukka to'g'ri proporsional. Bunday qonuniyat tajriba bilan yaxshi tekshirilgan. U faqat g'ildirakli uchun bo'lmasdan sferik shtampga ham o'rinlidir. G'ildirak bo'lgan hol uchun quyidagi tenglik mos keladi:

$$h = \psi q. \quad (5.8)$$

Agar siqilish xordasini hisobga olinsa

$$a \approx 2\sqrt{2Rh} \quad (5.9)$$

chiziqli bosimni o'rtacha tutash bosim $\sigma_{o'r}$ bilan ifodalasa bo'ladi

$$q = \sigma_{o'r} a \quad (5.10)$$

unda quyidagini olish mumkin

$$\sigma_{o'r} = 0,35 \sqrt{\frac{q}{R\psi}}. \quad (5.11)$$

Maksimal tutash bosimni quyidagidan aniqlash mumkin:

$$\sigma_{\max} = 0,35\beta \sqrt{\frac{q}{R\psi}}. \quad (5.12)$$

bu yerda β – o‘rtacha tutash bosimdan maksimalga o‘tuvchi koeffitsiyent, u g‘ildirak ostidagi bosimning tarqalish epyurasini tavsifiga bog‘liq.

(5.12) ifoda (5.7) ifodaga o‘xshash bo‘lib, Gers-Belyayev nazariyasi asosida olingan.

Egri chiziqli shtamlarning gruntga bostirish tajribalari (5.7) ifoda asosida harakatlanuvchi qattiq g‘ildirak yoki katokning valetsi ostida rivojlanuvchi maksimal bosim σ_{\max} ni hisoblash imkonini berdi. Yung moduli E ni orqaga qaytadigan va qaytmaydigan deformatsiyalarni hisobga oluvchi deformatsiya moduli E_o ga almashtirilganidan so‘ng, (5.7) ifoda quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{qE_o}{R}}. \quad (5.13)$$

Gruntga botirilgan katok valetsinini atrofini siqilgan xordasining qiymati, (5.10) va (5.13) ifodalar asosida quyidagi ko‘rinishda aniqlanishi mumkin:

$$a = \beta \sqrt{\frac{qR}{E_o}}. \quad (5.14)$$

$\beta = 4$ bo‘lganda tajriba bilan qoniqarli o‘xshashlikni oladi.

Maksimal tutash bosimi mustahkamlik chegarasidan oshib ketmasligi kerak, shuning uchun quyidagi tenglikka rioya qilish kerak

$$\sqrt{\frac{qE_o}{R}} < \sigma_p. \quad (5.15)$$

Hisoblashda qulay namlikdagi bog‘langan gruntlarni zichlashtirishni oxirida modul $E_o=150-200 \text{ kgs/sm}^2$ (15-20 MPa), bog‘lanmagan gruntlarda $E_o=100-150 \text{ kgs/sm}^2$ (10-15 MPa) teng deb taxmin qilish mumkin. Agar $\sigma_{\max}=(0,8-0,9)\sigma_r$ bo‘lsa eng yaxshi samaradorlikka erishiladi.

Zichlashtirishda faol hududning chuqurligi shtampning ikkita diametriga teng yoki katokning grunt bilan tutash yuzasini ko‘ndalang o‘lchamining ikkiga ko‘paytirilganiga teng. Valetslar enining kattaligi uchun xordaning uzunligi valets atrofining bir qismini gruntga botirishda doimo minimal uzunlikka ega bo‘ladi. Shuning uchun faol hududning

chuqurligini aniqlash uchun (5.14) ifodadan foydalanish mumkin. Bu ifodalarga yuqorida keltirilgan deformatsiya modullarining son qiymatlarini qo'yib, faol hudud chuqurligini aniqlash uchun quyidagi ifodani olish mumkin:

bog'langan gruntlar uchun

$$h_o = 0,3 \frac{W}{W_o} \sqrt{qR}, \quad (5.16)$$

bog'lanmagan gruntlar uchun

$$h_o = 0,4 \frac{W}{W_o} \sqrt{qR}. \quad (5.17)$$

Ifodalardan, faol hudud chuqurligi, demak zichlashtirilayotgan qatlamning qulay qalinligi teng ma'noda chiziqli bosim va katok valetsining diametriga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun katta diametrli valetli katoklar samarali bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan, bog'liqliklar aniq bir sharoit uchun, katokning turini to'g'ri tanlash va uning tartibini belgilash imkonini beradi. Buning uchun 4.3-jadvaldan gruntlarning mustahkamlik chegarasi aniqlanadi va (5.15) ifodadan foydalanib amaldagi aniq katokni qo'llash imkoniyati aniqlanadi.

5.3. Pnevmoshinali katoklar bilan gruntlarni zichlashtirish

Pnevmoshinali katoklar zichlashtirishning universal vositasi bo'lib, yo'l qurilishida juda keng tarqalgan. Gruntlarni zichlashtirish uchun aravali va yarim aravali katoklar ishlatiladi. Hozirgi vaqtda hamma katoklarning g'ildiragiga tushuvchi yuk va shinadagi bosimni boshqarish imkoni mavjud. G'ildirakka tushuvchi yukni balansirovka qilib 2-3 marotaba o'zgartirish mumkin, bu bir xil modeldagi katoklarni har xil gruntlarni zichlashtirish uchun ishlatish imkonini beradi, shuningdek gruntlarni dastlabki va oxirgi zichlashtirishni.

Katok massasining oshishi zichlashtiriladigan qatlamning qalinligini oshirishga imkon beradi, ammo shinadagi havoning bosimi teng bo'lganda, natijada erishiladigan gruntlarning zichligi bir-biridan uncha farq qilmaydi.

Zichlashtirish samaradorligi shinaning grunt bilan tutash yuzasining o'lchamiga, demak zichlashtiriladigan gruntning qulay qatlamiga va bu tutash yuzada rivojlanadigan bosimga bog'liq bo'ladi. Tutash yuzaning o'lchamlari va maksimal tutash bosimning o'lchamlari juda ko'p omillarga bog'liq, ularning ichida asosiylari: gruntning tashqi yukka qarshiligi, shinaning o'lchami va turi, undagi havoning bosimi va g'ildirakka tushuvchi yuk. Katokning birinchi o'tishida, grunt bo'sh bo'lganida, asosan gruntni o'zi deformatsiyalanadi. Pnevmoshinaning deformatsiyasi juda kam, va shuning uchun uni qattiq g'ildirak sifatida ko'rish mumkin. Zichlashtirish organ sari grunt kamroq zichlashadi va shuning natijasida pnevmog'ildirak ham deformatsiyalanib boradi. Zichlashtirish jarayonining oxirida, grunt juda zich bo'lganida, pnevmog'ildirakning deformatsiyasini majburiy ravishda hisobga olish kerak. Bo'sh gruntlarda tutash bosimni (5.13) ifodadan foydalanib aniqlash mumkin. Pnevmoshinaning qattiq yuz bilan tutash shakli ellipsga o'xshash bo'ladi. Shinaning zich grunt bilan tutash yuzasini ellips ko'rinishida deb qarash mumkin. Tutash yuzaning ellipsining o'qlarini nisbating shinani konstruksiyasi, uning geometrik o'lchamlari, shuningdek undagi havoning bosimi va g'ildirakdagi yuk bilan belgilanadi. Agar shinada havoning bosimi bir xil bo'lsa, unga ta'sir qiluvchi yukni asta-sekin oshirib borilsa, unda ko'ndalang yo'nalishda shinaning deformatsiyasi yaxshi ko'rinarli bo'ladi. Shning uchun bir xil shinalarning tutash yuzasining o'qlari orasidagi nisbat har xil bo'ladi, bir xil tutash yuzani g'ildirakdagi yuk va shinadagi havoning bosimini har xil nisbatidan olish mumkin.

Avvalambor har xil omillarni g'ildirakka tushuvchi umumiy yuk P ni tutash yuzaga nisbati bilan aniqlanuvchi *o'rtacha tutash bosimga* ta'sirini ko'rish kerak bo'ladi. G'ildirakka, uning o'qi va g'ildirak diski orqali ta'sir qiluvchi yuk shinaning elastik qobig'iga va u orqali – tutash yuzaga beriladi. Shinaning elastik qobig'i katta ahamiyatga ega, yoki, kuchli ta'sir ko'rilyotganda uni qobiqning elastikligi deb ataladi. Qobiqning qattiqligi oshishi bilan tashqi yukni berish mexanizmi takomillashtiriladi, natijada o'rtacha tutash bosim oshadi. Qobiqning qattiqligi shinaning konstruksiyasiga va undagi havo bosimiga bog'liq bo'ladi. Shuningdek, tutash bosim ham g'ildirakka tushuvchi yukni oshishi bilan oshadi.

Tutash yuzada rivojlanadigan o'rtacha, shuningdek maksimal bosimni, eng yaxshisi shinadagi havoning bosimi bilan solishtirish kerak, ya'ni xususiy holatda, ularning absolyut qiymatini shinadagi havo bosimiga bo'lib, aniqlanuvchi *nisbiy tutash bosimini* aniqlash. Tajriba yo'li bilan, g'ildirakka tushuvchi yukning oshishi o'rtacha tutash bosim, absolyut va nisbiy birliklar sifatida ifodalangan, monoton ravishda oshishi aniqlangan. Bu holatda yukka bog'liq holda o'rtacha tutash bosim shinadagi havo bosimiga nisbatan kam yoki ko'p bo'lishi mumkin. Ular bu bosimga xususiy holatda teng bo'ladi. Bunga qobiqning elastikligi ta'sir qiladi. Bunday qonuniyat har xil tur o'lchamdagi shinalarga aniqlashtirilgan.

O'rtacha tutash bosimning absolyut qiymati shinadagi havoning bosimi p_w ning oshishi bilan ortadi, ammo ularning nisbiy qiymati kamayadi, bu havo bosimining oshishi samaradorlikning asta-sekin kamayishiga olib kelishini ko'rsatadi, shuningdek shinaning o'zining qattiqligini ta'siri borligini tushuntiradi.

Tutash bosimga ikkita omil – havo bosimi va g'ildirakka tushuvchi yukning katta miqdordagi ta'siri – bu omillarning bittasini kamchiligini ikkinchisiga to'ldirish imkonini beradi. Shunday qilib, qandaydir birorta g'ildirakda o'rtacha tutash bosimni har xil yuk va shinadagi havoning bosimini boshqarish bilan olish mumkin. Masalan, 370-508 shina asosida qurilgan g'ildirak uchun 4 kgs/sm^2 ($0,4\text{MPa}$)ga teng bo'lgan o'rtacha tutash bosimni havo bosimi 5 kgs/sm^2 ($0,5\text{MPa}$) va g'ildirakka tushuvchi ruxsat berilgan yukka teng yuk bilan olish mumkin, boshqa holatda ruxsat berilgan yukning yarmiga teng bo'lgan, ammo havo bosimini $6,5 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,65\text{MPa}$)gacha oshirib olish mumkin.

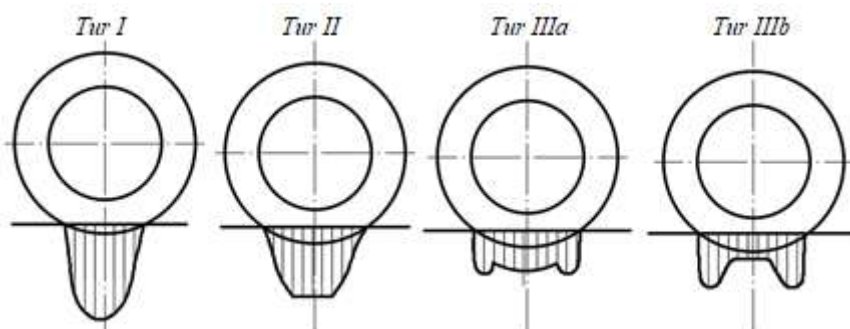
Shunday qilib, zichlashtirilayotgan qatlamning qulay qalinligi atrofida materialning qandaydir zichligini yengil va og'ir katok bilan zichlashtirib olish mumkin. Ammo tutash yuzaning o'lchamlari, natijada, zichlashtiriladigan qatlamning qulay qalinligi har xil bo'ladi. Masalan, ikkinchi holatda, ya'ni g'ildirakka kam yuk qo'yib va shinadagi havoning bosimini yuqori qilinsa, zichlashtirilayotgan qatlamning qulay qalinligi birinchi holatga nisbatan kam bo'ladi.

O'rtacha tutash bosim, havo bosimiga nisbatan birlikda ifodalangan, g'ildirak qattiq yuza bo'yicha harakatlenganda tajriba ma'lumotlari asosida aniqlangan quyidagi qiymatlarga ega:

Shinadagi havoning bosimi, kgs/sm ²	3,0-4,5	5,0	8,0
Tutash bosim	1,0	0,9	0,7

Bu qiymatlar avtomobil shinalariga, shuningdek yuk miqdori $(0,5-1)P_{\text{rux}}$ diapazonida bo‘lgan yo‘l mashinalari uchun mo‘ljallangan shinalarga mos keladi. Keng profilli yuqori elastiklikdagi shinaning nisbiy o‘rtacha tutash bosimi, aviatsiyaga mo‘ljallangani ham, amalda havo bosimiga bog‘liq bo‘lmaydi va g‘ildirakka tushuvchi yuk $(0,1-1)P_{\text{rux}}$ bo‘lganda $(0,5-0,6)p_w$ ga teng.

Shinani zich grunt bilan tutash yuzasi bo‘yicha bosimning tarqalish tavsifi 0,8-6 kgs/soat atrofida g‘ildirak harakatining tezligiga bog‘liq emas, unga tushayotgan yuk va shinadagi havoning bosimi bilan aniqlanadi. Bu omillarga bog‘liq holda tutash yuzaning ellipsini o‘qi bo‘yicha bosimning tarqalish epyurasi har xil bo‘lishi mumkin, ammo ularni uchta turga bo‘lish mumkin (5.2-rasm).



5.6-rasm. Grunt bilan shinaning tutash yuzasi bo‘yicha bosimni tarqalish epyuralarining turlari

I turdagi epyura shinadagi havoning yuqori bosimi va g‘ildirakka tushuvchi uncha katta bo‘lmagan nisbiy yuk uchun tavsifli, ya’ni shinaning kichik ezilishiga mos keladi. Bu yerda teng bosimning maydoni amalda bo‘lmaydi. Epyuraning asosi tutash yuzaning o‘lchami kichik bo‘lgani uchun nisbatan kichik. G‘ildirakka tushuvchi yukning oshishi bilan yoki shinadagi havo bosimining kamayishi bilan tutash yuzasi oshadi, natijada, epyuraning asosi ham o‘sadi. Uning o‘rta qismida aniq teng bosim maydoni yuzaga keladi (II turdagi epyura). Buning natijasida tutash yuzaning o‘rta qismida teng bosimli maydoncha hosil bo‘ladi, bunday epyura birinchisiga nisbatan maqsadga muvofiq bo‘ladi. G‘ildirakka katta

yuk va shinada kichik bosim bo‘lganda III turdagi egarsimon epyura hosil bo‘ladi, u chetki samaraning borligi bilan tavsiflanadi. Bu yerda maksimal bosim tutash bosimning chetiga mos keladi. Shu bilan birgalikda epyuraning o‘rta qismida shinaning turi, g‘ildirakka tushuvchi yuk va havo bosimiga bog‘liq holda bosimning bir qator kamayishi yuz beradi (IIIa tur). Tutash bosim chegarasidagi bosim o‘rta qismdagi bosimga nisbatan 1,5-2 marta oshadi. Bunday turdagi epyuralar bo‘ylama ko‘ndalang yo‘nalishda kuzatiladi, ya’ni tutash yuzaning katta va kichik o‘qlari bo‘yicha. G‘ildirakdagi yukning oshishida va shinadagi havo bosimining doimiyligida, yuk doimiy bo‘lganda bosimning kamayishi kabi, bosimni tarqalish epyurasini I turdan III turga asta sekin o‘zgarishiga olib boradi. Bu o‘zgarish gruntlarni zichlashtirish jarayonida yuz beradi. Grunt hali bo‘sh bo‘lganda va deformatsiyalashga bo‘sh qarshilik qilishida, epyura I turdagi ko‘rinishni oladi. Gruntlarning zichlashtirilishi bilan epyura II turga, shinadagi havoning bosimi kam bo‘lganda – III turga o‘tadi. Havoning bosimi, ya’ni epyuraning turi har xil bo‘lganda, maksimal tutash bosim bir xil bo‘lishi mumkin, zichlashtirish samaradorligini shinadagi havoning bosimiga bog‘liq bo‘lmasligi bilan tushuntiriladi.

Tutash bosimning tarqalishini egarsimon epyurasiga, tutash yuzani oshishiga olib keluvchi, shinani ezilishining potensial imkoniyati tugaganda o‘tiladi. Bunday ezilishning nisbiy qiymati shinaning konstruksiyasiga bog‘liq bo‘ladi. Keng profilli elastik shinalar bo‘ylama va ko‘ndalang yo‘nalishda yaxshi deformatsiyalashadi va ezilishning ikkala yo‘nalishida potensial imkoniyati nisbiy ezilish 0,13-0,15 ga teng bo‘lganda bo‘ladi, ya’ni nisbiy ezilish uning ruxsat berilgan qiymatiga amalda teng bo‘lsa. Ko‘pchilik avtomobillarning shinalarida va yo‘l mashinalari uchun mo‘ljallangan shinalarda ko‘ndalang yo‘nalishda tutash yuzani o‘lchamini oshirish imkoniyati bo‘ylama yo‘nalishga nisbatan kam yukda tamom bo‘ladi. Shuning uchun ko‘ndalang yo‘nalishda egarsimon epyura yuk $0,5 P_{\text{rux}}$ bo‘lganda yuzaga keladi. Bu holatda ko‘pincha epyura IIIb turi ko‘rinishida bo‘ladi.

Ma’lum bir chegaragacha bo‘lgan egarsimon epyuraning yuzaga kelishi katokning zichlashtirish qobiliyatini kamaytirmaydi. Bu tutash yuzaning cheti bo‘yicha ta’sir qiluvchi yuqori tutash bosim bilan tushuntiriladi, ya’ni berk konturning cheti bo‘yicha, bu kontur ichida

joylashgan gruntning hajmi uchun yon yuk ta'sirining effektini yaratadi. Natijada bu hajmlarning kuchlanish holati oshadi. Egarsimon epyurada g'ildirakka tushuvchi yuk kontur ichidagi yuza qismidagi tutash bosimga ta'sir qilmaydi. Bu bosim shinadagi havoning bosimiga yaqin bo'ladi.

Zichlashtirish jarayonini ko'rishda, maksimal tutash bosim sifatida, egarsimon epyura bo'lganida tutash bosim chetiga mos keluvchi, I va II tur epyuralarda uning o'rtasidagi qiymatlarni hisoblashda qabul qilinadi. Xuddi shu maksimal tutash bosimlar, asosan gruntning oxir-oqibat erishiladigan zichligiga ta'sir qiladi.

Nisbiy tutash bosimining maksimal qiymati, ya'ni ularning absolyut qiymatlarini shinadagi havoning bosimiga bo'lishdan olinadigan xususiy bosim sifatida, g'ildirakka tushuvchi yuk bilan aniqlanadi.

Avtomobillarning shinalarida va yo'l mashinalari uchun mo'ljallangan shinalarda, ruxsat berilgan P_{rux} ga yaqin yukda maksimal tutash bosim shinadagi havoning bosimiga nisbatan 2 marta, yuk $0,5P_{rux}$ bo'lganda u havoning bosimidan 1,3 marta katta deb taxmin qilish mumkin.

Shinadagi havoning bosimi amalda nisbiy maksimal tutash bosimga ta'sir qilmaydi. Ammo, maksimal bosimning absolyut qiymati havoning bosimiga bog'liq bo'ladi. Bu holatda, g'ildirakka tushuvchi yuk doimiy bo'lsa, maksimal tutash bosimning absolyut qiymati shinadagi havoning bosimiga to'g'ri proporsional bo'ladi deb taxmin qilsa bo'ladi.

Keng profilli yuqori elastik shinaning maksimal tutash bosimi, odatda, havo bosimidan 40% ga ko'p bo'ladi. G'ildirakka tushuvchi yukning ta'sirini butunlay e'tiborsiz qoldirish mumkin.

Amaliyot maqsadlari uchun maksimal tutash bosimning absolyut qiymatlari qiziqish uyg'otishi mumkin, chunki ular zichlashtirishning samaradorligini belgilaydilar. Xususan bu bosimlar gruntning mustahkamlik chegarasidan oshmasligi kerak, ammo shu bilan birgalikda gruntni talab qilingan zichligiga erishishga yetarli bo'lishi kerak. Oxir-oqibat, ya'ni shinani zich yoki deyarli zich gruntli yuzada harakatlanishida maksimal tutash bosimni aniqlovchi asosiy omil shinadagi havoning bosimi bo'ladi deb xulosa qilish mumkin. G'ildirakka tushuvchi yuk tutash yuza bo'yicha bosimning tarqalishini aniqlaydi va shuningdek maksimal tutash bosimga ta'sir qiladi.

Yuqorida shinadagi havoning bosimi va tutash yuzada rivojlanadigan maksimal bosim orasidagi nisbat keltirilgan. Bu nisbatlar zich yoki deyarli zich gruntlarga tegishli bo‘ladi. Ammo amaliyot uchun tutash bosimni faqat zich holat uchun emas, balki gruntning har qanday holati uchun ham aniqlash kerak. Gruntda pnevmog‘ildirakning harakati deformatsiyalanadigan yuza bo‘yicha silindrning harakatlanishiga o‘xshaydi. Shuning uchun maksimal tutash bosimni aniqlash uchun N.M.Belyayevning (5.5) ifodasidan foydalanish mumkin. Bu ifodalar uchun R – shinaning tashqi radiusi, sm; q – chiziqli bosim, kgs/sm²; \mathcal{G}_1 va \mathcal{G}_2 – mos ravishda gruntli yuza va shinaning elastiklik koeffitsiyenti, sm²/kgs. Koeffitsiyent \mathcal{G}_1 deformatsiyaning qaytar va qaytmas qismlarini hisobga oladi. Masala elastiklik koeffitsiyentlari \mathcal{G}_1 va \mathcal{G}_2 larni aniqlashdan iborat. Oxir-oqibat bu masalani yechish uchun quyidagi ifodalar ishlab chiqilgan [8]:

$$\mathcal{G}_1 = 0,4 \frac{1}{E_o}; \quad (5.18)$$

$$\mathcal{G}_2 = \frac{0,06}{p_o} \sqrt{\frac{P\sqrt{DB}}{p_w D^2 B}}, \quad (5.19)$$

bu yerda E_o – gruntlarning deformatsiya moduli, kgs/sm² (0,1 MPa); P – g‘ildirakka tushuvchi yuk, kgs; p_w – shinadagi havoning bosimi, kgs/sm² (0,1 MPa); D – shinaning tashqi diametri, sm; B – shina profilining kengligi, sm.

(5.5) ifoda Gersning tutash yuza bo‘yicha bosimning tarqalishi ellips qonuni bo‘yicha yuz beradi degan taxmini asosida chiqarilgan, ya’ni o‘rtacha va maksimal bosimlar orasida quyidagi nisbat mavjud

$$\sigma_{o'r} = \frac{2}{3} \sigma_{\max} \quad (5.20)$$

va shuning uchun

$$\sigma_{o'r} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{q}{\pi^2 R (\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2)}}. \quad (5.21)$$

Agar a va b – tutash yuza ellipsining katta va kichik o‘qlari, unda quyidagi tenglik o‘rinli bo‘ladi:

$$P = \frac{\pi ab}{4} \sigma_{o'r}. \quad (5.22)$$

(5.21) ifodaning aniqligini amalda tekshirish, V.A.Smolensovaning tajriba ma'lumotlaridan foydalanib, o'rtacha tutash bosimning tajriba va hisobiy qiymatlari orasidagi farqni aniqlash va quyidagi tuzatish koeffitsiyenti K_m ni olish imkonini berdi:

Shinadagi havoning bosimi, kgs/sm ² (0,1MPa) . 3 dan kam	4-7	8-9
K_m ning qiymati	1,3	1,0 0,9

Unda, σ_{\max} va $\sigma_{o'r}$ larni aniqlash uchun foydalaniladigan ifodalar quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\sigma_{\max} = K_m \sqrt{\frac{q}{\pi^2 R(\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2)}}. \quad (5.23)$$

$$\sigma_{yp} = \frac{2}{3} K_m \sqrt{\frac{q}{\pi^2 R(\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2)}}. \quad (5.24)$$

Chiziqli bosim q ni aniqlashda g'ildirakka tushuvchi yukning harakatlanish yo'lakchasini eniga nisbatan belgilamasdan shinaning profiliga nisbatan belgilash kerak, bu hisoblashni yengillashtiradi.

Katokning turini tanlashda, uning ishini qulay tartibini, xususan shinadagi havoning bosimi va g'ildirakka tushuvchi yukni aniqlashda (5.23), (5.18) va (5.19) ifodalardan foydalanish kerak. (5.23) ifoda bilan aniqlangan maksimal tutash bosim 4.3-jadvalda keltirilgan mustahkamlik chegarasidan katta bo'lmasligi kerak, bunda deformatsiya modulini bog'langan gruntlar uchun $E_o=200$ kgs/sm² (20 MPa) va bog'lanmagan gruntlar uchun $E_o=100-150$ kgs/sm² (10-15 MPa) teng deb olish kerak. Gruntlarni dastlabki zichlashtirish gruntlarni oxirgi zichlashtirish uchun tanlanadigan yuk qiymatining yarmiga teng bo'lgan yuk bilan, ya'ni yengil katoklar bilan bajarilishi kerak.

Birinchi qarashda, gruntlarning asosiy zichlashtirilishida va shuningdek uni dastlabki zichlashtirilishida, shinadagi havoni asta-sekin oshirib, bitta katokdan foydalanish mumkin deb tasavvur qilish mumkin. Ammo bunday usuldan chegaralangan holatda foydalaniladi. Yuqorida, g'ildirakka tushuvchi yukni o'zgartirmasdan maksimal tutash bosimni

kamaytirishga shinadagi bosimni oshirib erishish mumkin deb ta'kidlangan, natijada shinning bukilishi, odatda, ruxsat berilgan qiymatidan oshib ketadi, bu uning yemirilishiga olib keladi. Shuning uchun dastlabki gruntlarni zichlashtirishni boshqa yengil katoklar bilan olib borish kerak. Ammo shinadagi havoni asta-sekin oshirish, dastlabki va oxirgi zichlashtirishlarda, zich va mustahkam strukturani olish imkonini beradi va shuning uchun bu kerakli jarayon hisoblanadi. Afsuski faqat ayrim katoklarning konstruksiyasi bosimni tez o'zgartirish imkonini beradi.

Zichlashtirish jarayonining oxiriga mos keluvchi shinadagi havoning maksimal bosimi gruntlarning zich holatidagi mustahkamlik chegarasiga yaqin kelishi kerak. Bu taklifni yuqori mustahkamlik chegarasiga ega bo'lgan bog'langan gruntlar uchun qabul qilib bo'lmaydi, chunki standart shinalarda bosim $5,5-6 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,55-0,6 \text{ MPa}$)dan katta bo'lmaydi. Shuning uchun bunday bosimlarda bog'langan gruntlarning zichlashtirish jarayonlarini tugatishga to'g'ri keladi. Kam bog'langan va bog'lanmagan gruntlar uchun bu bosim juda katta hisoblanadi va uni gruntning holati va turiga qarab $3-4 \text{ kgs/sm}^2$ ($0,3-0,4 \text{ MPa}$)ga kamaytiriladi. Bunday gruntlar uchun shinadagi bosimni boshqarish juda muhim hisoblanadi, chunki zichlashtirish jarayonini eng yaxshisi shinadagi havo bosimi 2 kgs/sm^2 ($0,2 \text{ MPa}$) bo'lganda boshlash kerak. Tutash yuzaning ellipsini katta va kichik o'qlari orasidagi nisbat 1,3 ga teng deb va (5.20) va (5.22) ifodalarni hisobga olib, kichik o'qni, yoki tutash yuzani kengligini aniqlash mumkin:

$$b = 1,2 \sqrt{\frac{q}{\sigma_{\max}}} . \quad (5.25)$$

Unda, bog'langan gruntlarni zichlashtirishda bittali pnevmog'ildiraklar uchun faol hududning chuqurligini aniqlash mumkin:

$$h_o = 2,4 \frac{W}{W_o} \left(1 - e^{-2,5 \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_p}} \right) \sqrt{\frac{P}{\sigma_{\max}}} . \quad (5.26)$$

Faol hududning chuqurligi tutash yuzaning o'lchamiga, shuningdek tutash bosimga teng bo'ladi. Shuning uchun uni aniqlashda maksimal kontak bosimni hisobga olmasdan, ko'pincha yuzaning uncha katta bo'lmagan qismiga ta'sir qiluvchi, o'rtacha tutash bosimni hisobga olish

kerak. Bu holat (5.26) ifodani olishda (51) ifodadagi natural logarifmning asos darajasining ko'rsatkichini birlamchi qiymatini $2/3$ gacha kamaytirish yo'li bilan hisobga olingan.

(5.26) ifodadan faol qatlam chuqurligini tutash bosimga, natijada, shinadagi havo bosimiga ham bog'liqligining murakkabligi ko'rinib turibdi. Bir tomondan shinadagi bosimning kamayishi grunt yuzasidagi tutash bosimni kamaytiradi, bu faol qatlamning chuqurligini kamaytiradi. Boshqa tomondan, g'ildirakka tushuvchi yuk doimiy bo'lganda, bosimning kamayishi tutash yuza ko'ndalang o'lchamlarini oshishiga olib keladi, bu faol hududning chuqurligini oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, shinadagi bosimning o'zgarishida tutash bosimning qayta taqsimlanishi yuz beradi.

Tutash bosimning kamayishi sababli faol hudud chuqurligining kamayishi yuz beradi, qachonki bu bosimlar $(0,5-0,6)\sigma_p$ dan kichik bo'lsa. Shuning uchun havoning bosimi va g'ildirakka tushuvchi yukning ma'lum bir nisbatida bosimning kamayishi faol hudud chuqurligini kamaytirmasdan, aksincha oshishga olib keladi. Masalan, g'ildirakka tushuvchi yuk doimiy bo'lsa, shinadagi havo bosimini 40-50% ga kamaytirilsa, unda bu faol qatlam chuqurligini juda kam miqdorda kamaytiradi, shu bilan birgalikda u shinaning bukilishini oshiradi, natijada, tutash yuzaning o'lchamlarini oshiradi, bu faol qatlam chuqurligini oshiradi. Bu oshish gruntning kuchlanganlik holatining sathini kamayishiga bog'liq ko'proq bo'lishi mumkin, uni kamayishiga nisbatan.

(5.26) ifodadan tashqari, g'ildiragi ikkita va bog'langan gruntlarda faol hudud chuqurligini aniqlash uchun (5.6) ifodadan, pnevmoshinali aravali katoklarni amalda sinab ko'rib ishlab chiqarilgan, foydalanish mumkin [8]:

$$h_o = 0,2 \frac{W}{W_o} \sqrt{P p_w}, \quad (5.27)$$

bu yerda P – bitta g'ildirakka tushuvchi yuk, kgs; p_w – shinadagi havo bosimi, kgs/sm^2 (0,1 MPa).

Ildiz belgisi oldidagi doimiy koeffitsiyent sm^2/kgs o'lchamiga ega. Bu ifoda, (5.26) ifodaga o'xshab faol hudud chuqurligini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin, agar gruntning namligi qulay namlik qiymatiga teng yoki kichik bo'lsa. Ikkala ifoda ham amaliyotda hisoblash uchun aniqlikni beradi. Ammo (5.26) ifoda ustunroqdir, chunki katta ehtimollik bilan har xil gruntlarda havoning bosimini va g'ildirakka tushuvchi yukning keng miqdorida pnevmoshinali katoklarni ishlash sharoitini ta'minlaydi.

5.4 Tebratuvchi mashinalar bilan gruntni zichlashtirish

Tebratuvchi katoklar gruntni zichlashtirish vositalarining eng samaralisi hisoblanadi va ayniqsa bog'lanmagan va kam bog'langan gruntni uchun. Tebratuvchi katoklarni yaratishdan asosiy maqsad – gruntni zichlashtirish samaradorligini saqlagan holda ularning massasini kamaytirishdir.

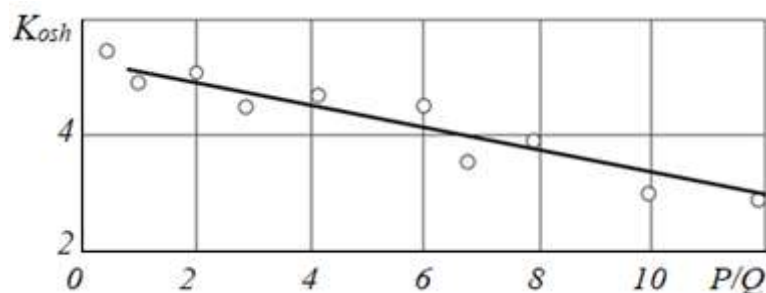
Tebratish jarayonida gruntning xossalari to'xtovsiz o'zgarib boradi, uning zichligi oshib boradi va struktura mustahkamlanadi, shuningdek tiksotrop o'zgarish bo'ladi. B.M.Gumenskiy [1] bunday o'zgarishda fizik bog'langan suvning erkin suvga o'tishini ko'rsatgan. Tebratish to'xtaganidan so'ng erkin suv qaytadan fizik bog'langan suvga o'tadi, bu holatda zarralar orasidagi bog'lanish kuchi tiklanadi. Bu bog'lanishni tiklanish jarayonlari, ya'ni tiksotrop mustahkamligi vaqit davomida yuz beradi.

Tiksotrop o'zgarish gruntning namligi $1,1W_q$ dan yuqori bo'lganda jadal kechadi. Namlik oshishi bilan tiksotrop o'zgarish jadalligi chastotasining quyi chegarasini birmuncha kamayishi takidlangan. Masalan, namlik $1,3W_q$ bo'lganda u 100 Gs ga kamayadi. Shuning uchun bunday chastotalarni gruntning yuqori namligida zichlashtirish uchun foydalanish mumkin.

Tebratuvchi plitalarni ostiga tutash bosimning amplitudali qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin:

$$\sigma_o = k_{osh} \frac{P + Q}{F}, \quad (5.28)$$

bu yerda k_{osh} – o'zgarish koeffitsiyenti, uni tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin, 5.3-rasm.



5.3-rasm. Oshirish koeffitsiyentining nisbiy harakatlantiruvchi kuchga bog‘liqligi

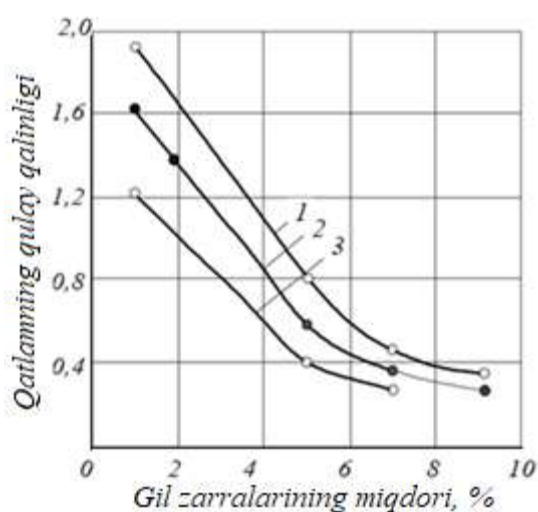
O‘zgarish koeffitsiyenti tebranuvchi plitalarning dinamikasi natijasida tutash bosimning oshishini aks ettiradi va xususan bu urilishning bo‘lishi sababli bo‘ladi. Grafikdan, harakatlantiruvchi kuchning oshishi bilan bu koeffitsiyent kamayadi, dinamik samaradorlik qandaydir qiymatga kamayadi, buni inersiya qarshiligini oshishi bilan tushuntirish mumkin. Ammo tutash bosimning absolyut qiymatini to‘xtovsiz o‘shishi davom etadi.

Zichlashtirish jarayoniga namlik sezilarli ta‘sir qiladi, undan zichlashtirishning samaradorligi bog‘liq bo‘ladi. Tebranish jarayonida namning pastdan yuqoriga migratsiyasi yuz beradi. Agar grunt yetarli miqdorda suvga ega bo‘lsa, yuqoriga ko‘tarilayotgan suv oqimi gruntning ichki ishqalanishini kamaytiradi va natijada zarralar zichroq hajmni oladi. Tajribalar, zichlashtirish jarayoni muvaffaqiyatli bo‘ladi, qachonki gruntning namligi shuncha ko‘p bo‘lsa. Umuman tebratib zichlashtirilgan gruntning maksimal suv miqdori uning zich holatdagi g‘ovakligi bilan chegaralanadi. Yuqoriga ko‘tarilgan suvni olib tashlash imkoniyati bo‘lgan hollarda, gruntning namligi yanada ham ko‘proq bo‘lishi mumkin. Agar bunday imkoniyat bo‘lmasa va grunt tarkibida gil zarralari (3-5% gacha) va chang zarralari (30-30%) bo‘lsa, unda $(0,98-1)\delta_{\max}$ ga teng grunt zichligini $(1,2-1,3)W_q$ namlikda yengil erishish mumkin.

Qulay namlikdan kam namlikda zichlashtirish samaradorligi tez kamayadi, uning qiymati gruntning namligi qancha kam bo‘lsa, shuncha ko‘p bo‘ladi. Agar gruntning namligi $(0,7-0,8)W_q$ dan kam bo‘lsa, gruntning $0,95\delta_{\max}$ gacha zichlashtirish, tebratish vaqti ko‘p va og‘ir tebratkich ishlatilsa ham mumkin bo‘lmay qoladi.

5.4-rasmdagi grafikda gruntlarni tebratuvchi plitalar bilan zichlashtirishda qatlamning qulay qalinligini gruntning gil zarralarining

miqdoriga bog‘liqligi bo‘yicha G.A.Grubnik tomonidan o‘tkazilgan tajribalar natijasi keltirilgan. Bu grafikda qatlamning qulay qalinligi grunt zichligi $0,95\delta_{\max}$ ga mos keladi va rejada tebratuvchi plitani minimal ko‘ndalang o‘lchamiga nisbatan ifodalangan. Gruntlar tebratuvchi plitalar bilan har xil statik bosim q qiymatida zichlashtirilgan. Gruntning namligi hamma holatlarda ham qulayga yaqin bo‘lgan. Grafik, gruntda gil zarralarining oshishi bilan qatlamning qulay qalinligi tez kamayishini ko‘rsatadi, bu holatda bog‘langan gruntlarni zichlashtirishning imkoniyati kamligi va mumkin bo‘lmasligi ma’lum bo‘ladi.



5.4-rasm. Qatlamning qulay qalinligini gruntdagi gil zarralariga bog‘liqligi:

1- $q=2000 \text{ kgs/sm}^2$ (200 MPa); 2- $q=1400 \text{ kgs/sm}^2$ (140 MPa); 3- $q=740 \text{ kgs/sm}^2$ (74 MPa).

Qatlamning qulay qalinligi - rejada tebratuvchi plitani minimal ko‘ndalang o‘lchamiga nisbatan ifodalangan

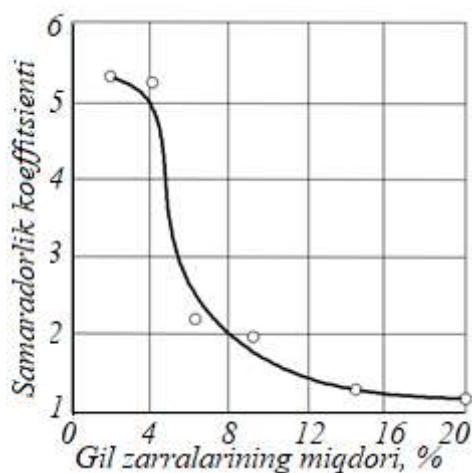
Yuqorida ta’kidlanganidek tebratuvchi katoklarning ishlatilishidan olinadigan samaradorlik K_e koefitsiyenti bilan baholanadi va u quyidagi nisbat bilan aniqlanadi.

$$K_e = \frac{q}{q_0}, \quad (5.29)$$

bu yerda q – gruntlarning qulay qalinlikdagi qatlamini talab qilingan zichlikkacha zichlashtiruvchi odatdagi tekis valetsli katokning chiziqli bosimi; q_0 – xuddi shu sharoitda tebratuvchi katokning chiziqli bosimi.

K_e koefitsiyenti bilan bir xil zichlashtiruvchi qobiliyatni olish sharti bo‘yicha katokning massasini kamaytirish ehtimoli baholanadi. U gruntning granulometrik tarkibi (5.5-rasm) va namligiga bog‘liq bo‘ladi. Grafik Yu.M.Vasilyev va G.N.Popov tomonidan birgalikda tuzilgan [8]. Egri qulay namlikdagi gruntga taalluqli. Grafikdan tebratuvchi ta’sirining samaradorligi gruntda gil zarralarining oshishi bilan kamayishi ko‘rinib

turibdi. Tebranuvchi katoklarning eng ko‘p samaradorligi gil zarralarining miqdori 4-5% bo‘lgan qumli gruntlarda bo‘ladi. Bu holatda tebranuvchi katokning massasi bir xil zichlashtiruvchi samaradorlikda 4,5-5,5 marotaba tekis valetsli katokka nisbatan kam bo‘lishi mumkin, katoklarning massasi bir xil bo‘lganda tebratuvchi katoklar bilan zichlashtiruvchi qatlamning qalinligi 2-2,5 marotaba katta bo‘lishi mumkin. Supesli gruntlarni zichlashtirishda katok massasini 2 marotaba kamaytirish mumkin. O‘rta va og‘ir suglinoklarni zichlashtirishda massaga nisbatan samaradorlik umuman 30-105 ni tashkil qiladi. Shuning uchun bog‘langan gruntlarni,



5.5-rasm. Samaradorlik koeffitsiyenti K_e ning grumdagi gil miqdoriga bog‘liqligi

ayniqsa, yuqori bog‘langan gruntlarni og‘ir katoklar bilan zichlashtirish kerakligiga qo‘yiladigan talablar tebratuvchi katoklar uchun ham o‘rinlidir. Bog‘langan gruntlar bo‘lganida massaga nisbatan samaradorlik quvvatga va katokning konstruksiyasini murakkablashtirishga qilingan sarfni oqlamaydi. Shuning uchun tekis valetsli tebratuvchi katoklar bog‘lanmagan gruntlarni zichlashtirishda samarali deb fikr qilish mumkin.

Hozirgi vaqtda qovurg‘ali katoklarni ham tebratuvchi qilib ishlab chiqilmoqda. Bu katoklarni bog‘langan gruntlarni zichlashtirish uchun, ko‘pincha o‘ta namlangan gruntlarni zichlashtirishda ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqilayotgan og‘ir modeli katoklar 50-60 kgs/sm ga teng chiziqli bosimlarga ega. Bunday katoklar bilan bog‘langan gruntlarni zichlashtirish mumkin, ammo qatlamning qulay qalinligini xuddi shunday tebranmaydigan katokka nisbatan 15-25% ga oshirish mumkin.

Aravali, shuningdek o‘ziyurar tebratuvchi katoklar uruvchi tartibida ishlaydi. Shuning uchun valetsni gruntga urilishida nisbiy uruvchi kuchning qiymatiga bog‘liq ikkita, uchta va undan ortiq valni eksentrik

aylanishi bo‘ladi. V.G.Popovning tajribalari uruvchi tartibga o‘tish $P \geq 2Q$ bo‘lganda yuz berishini ko‘rsatadi. Katokning tebranishini qulochi harakatlantiruvchi kuchning nisbiy qiymatiga to‘g‘ri proporsional ravishda oshadi. Bunday qonuniyat $P=8Q$ bo‘lguncha kuzatiladi, undan so‘ng u eksponensial tavsifni oladi. Harakatlantiruvchi kuchni oshishi bilan tutash bosim va gruntning kuchlanganlik holati ortadi. Bir xil sharoitda valetsni diametrining ortishi tutash bosimning kamayishiga olib keladi. Tajribalarning ko‘rsatishicha, maksimal tutash bosimni 7-10% aniqlikda quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin

$$\sigma_{\max} = 0,5 \sqrt{\frac{q_{\epsilon} E_o}{R}}, \quad (5.30)$$

bu yerda q_{ϵ} – harakatlantiruvchi kuchning ta‘sirini hisobga olib aniqlanuvchi chiziqli bosim, kgs/sm.

Bu chiziqli bosim quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin

$$q_{\epsilon} = k_{osh} \frac{P + Q}{B}, \quad (5.31)$$

bu yerda P – harakatlantiruvchi kuchning amplitudali qiymati; Q – valetsga tushuvchi katokning og‘irlik kuchi; B – valetsning eni; k_{osh} – 5.3-rasmdan aniqlanuvchi oshirish koeffitsiyenti.

Maksimal tutash bosim odatda supesli gruntlarning mustahkamlik chegarasiga yaqin bo‘ladi.

Supesli gruntlarni zichlashtirishda chiziqli bosim 15 kgs/sm va suglinoklarni zichlashtirishda 50-70 kgs/sm olinadi. Valetsning diametri – 1000 mm kam bo‘lmaydi, odatda ular 1600-1800 mm atrofida bo‘ladi. Valetsning kengligi uning diametriga nisbatan 1,1-1,8 marotaba katta bo‘ladi.

Har xil gruntlarni zichlashtirish imkoniyatiga ega bo‘lish uchun, harakatlantiruvchi kuchni uruvchi tebranish olish hisobidan tanlanadi. Odatda $P=(3,5-4)Q$.

Tebratuvchi katoklarning harakat tezligi, ayniqsa aravaliniki yuqori bo‘lgani uchun uning qiymati katta ahamiyatga ega. 5.4-rasmda tajriba yo‘li bilan olingan grafik ko‘rsatilgan, u aravali tebratuvchi katokka taalluqli bo‘lib, umumiy tortish kuchi 3 t ga yaqin, valetsning tebranish chastotasi taxminan 35 Gs. Grafikdan berilgan holat uchun, tezlikning

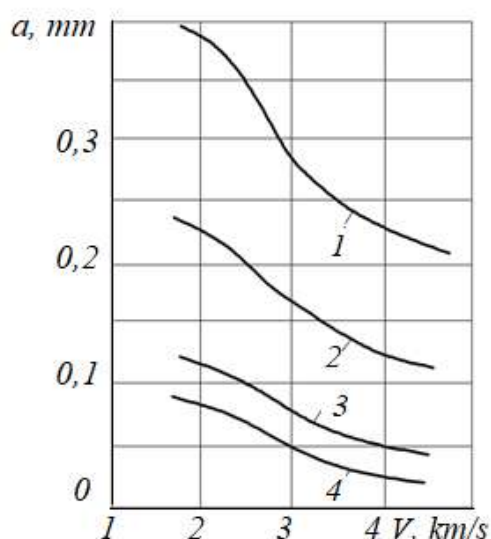
o'shishi grunt zarrasining tebranish amplitudasini kamaytirishi ko'rinib turibdi, natijada zichlashtirish samaradorligi kamayadi. Masalan, tezlikning 2 dan 4 km/soatgacha o'shishi gruntning tebranish amplitudasini 2 marotaba kamaytiradi. Shuning uchun tebranuvchi katoklarning harakat tezligi 2 km/soatdan oshmasligi kerak. Aravali tebratuvchi katoklarning tezligini tanlash uchun G.N.Popov quyidagi emperik ifodani taklif qiladi

$$v = 0,2\sqrt{\omega} \quad (5.32)$$

bu yerda ω – tebranish chastotasi, Gs.

Mazkur ifoda bilan zichlashtirishning samaradorligi sezilarli darajada kamayadigan tezlik miqdori aniqlanadi. Bu qiymatga nisbatan tezlikni kamayishi ish unumdorligini kamaytiradi. Shuning uchun bu ifoda bilan amalda qulay tezlik miqdori aniqlanadi, ammo uning qiymatini kamligi uchun, ko'pincha maxsus tortuvchilardan foydalaniladi. Bir izdan kerakli o'tish soni, odatda 4-6 ga teng bo'ladi.

Hozirgi kunda dunyo amaliyotida tebratuvchi katoklarning xilma xili ishlatiladi. Katoklar saroyining taxminan 50% massasi 3-4 t dan kichik katoklardan iborat, taxminan 25% ni massasi 5-8 t va taxminan 15% ni og'ir katoklar tashkil qiladi. Texnik-iqtisodiy tahlillar katokning massasini o'shishi bilan gruntning bir birlik hajmini zichlashtirish bahosi kamayadi, keyin qaytadan oshadi. Minimal qiymat massasi 10 t bo'lgan katoklarga to'g'ri keladi.



5.4-rasm. Grunt zarrasining tebranish chastotasini katokni harakat tezligiga bog'liqligi:
 1 – 20 sm chuqurlikda; 2 – 40 sm chuqurlikda; 3 – 60 sm chuqurlikda; 4 – 80 sm chuqurlikda

6 BOB. LYOSSIMON GRUNTLARNING ZICHLANGANLIK DARAJASINI NAZORAT QILISH

Cho‘kuvchan gruntlarni mexanik zichlashniirish sifatining nazorati texnologik jarayonlarning tugallangan bosqichi hisoblanadi. Nazoratini sifati qandaydir sabab bilan loyiha talabiga mos kelmaydigan joyni aniqlashga bog‘liq bo‘ladi.

Hozirgi zamon amaliyotida gilli gruntlardan iborat mas’ulyatli katta yer inshootlarining qurilishida ishning sifati laboratoriya usullari bilan amalga oshiriladi. Bu usullarda zichlashtirilgan qatlam atrofida shurf qaziladi va chuqurlik bo‘yicha har bir 0,25-1 m masofada monolit olinadi, hajmiy og‘irlik, solishtirma og‘irlik, grunt namligi farqlanadi va uning zichligi hisoblab topiladi.

6.1. Gruntlarning namligi va zichligini hajmiy-og‘irlik usuli bilan nazorat qilish

Yer inshootlarining asosini sifatining nazoratini kriteriysi-kerakli mustahkamlikni (yilning namligi eng ko‘p bo‘lgan hisobiy davrida amalda kam o‘zgaruvchi) va muzlashdan ko‘pchishni ruxsat berilgan qiymatini ta‘minlovchi gruntlarning zichligini yuqori darajasidir. Zichlik oshgan sari uning mustahkamligi, turg‘unligi va surilishga qarshiligi oshadi, g‘ovakligi, deformatsiyalanishi, suv o‘tkazuvchanligi, ko‘pchishi va muzlashdan ko‘pchishi kamayadi.

Kerakli zichlashtirish bilan eng zich, harakatchan havoning hajmi 4 - 6%, struktura hosil qilinadi, bu grunt g‘ovakligini suvni gidrat qobig‘i bilan to‘liq to‘lganiga mos keladi. Havoning bunday hajmida gruntning suv o‘tkazuvchanlik qobiliyati, muzlashdan ko‘pchishi, ko‘pchishi minimal bo‘lib, surilishga qarshiligi maksimal bo‘ladi.

Namlik kam bo‘lganda suv grunt zarralarining atrofini o‘rab oladi va uning yuzasida mineral zarralar tomonidan molekulalarni o‘zaro tortish kuchi ta‘sir doirasidagi zonada bo‘lgan plyonka hosil qiladi. Bu kuchlar suvning xossasini o‘zgartirib yuboradi. Uning zichligi birdan katta, bog‘langan suvlarning muzlash temperaturasi gruntning dispersligiga qarab 0 °C dan ancha kichik, uning xususiyati elastik jismning xossasiga

yaqinlashadi. Bunda suv plyonkasining qalinligi va suvning yog‘lash ta’siri kamayadi, natijada zichlashish qiyinlashadi. Namlikning oshishi, xossasi erkin suvning xossasiga yaqinlashuvchi, suv plyonkasining qalinligini oshishiga olib keladi; shuning uchun uning bog‘lanish va grunt zarralari orasidagi ishqalanish kuchi kamayadi, zichlashtirish chegarasiga tez erishiladi. Nisbatan zichlashtirish energiyasining ta’siri g‘adir-budurlikni hosil qiladi, natijada keyingi zichlashtirish, gruntning mustahkamlik xossasini tez kamayganligi uchun, maqsadga muvofiq bo‘lmaydi. Namlikning keyinchalik oquvchanlik chegarasigacha oshishi suv plyonkasining qalinligini maksimum darajagacha oshiradi va grunda erkin suv hosil bo‘ladi, u oquvchan holatga o‘tadi. Bu holda zichlashtirish erkin suvni siqib chiqarish hisobiga bo‘ladi, bu esa katta kuchni talab qiladi.

Shuning uchun qulay namlik deb ataluvch namlikda, eng kam zichlashtiruvchi energiya ta’sir qilib, eng katta zichlik olish imkonini beruvchi gruntlarni zichlashtirish kerak bo‘ladi.

Kesuvchi halqa usuli bilan gruntlarning zichligini nazorati. Tabiiy namlangan gruntlarning zichligi dab (hajmiy massasi) gruntning g‘ovaklari (suv va havo to‘ldirilgan) bilan birgalikdagi birlamchi hajmdagi massaga aytiladi. Zichlikning qiymati gruntning minerologik va kimyo tarkibiga, tuzilishi (g‘ovaklar soni), strukturasi va namligiga bog‘liq.

Quruq gruntning zichligi (skeletining hajmiy massasi) deb gruntning qattiq zarrasi massasining umumiy hajmiga, tabiiy namlik holatida grunt egallagan va buzilmagan tuzilishli yoki sun’iy zichlangandan keyingi nisbati tushuniladi.

Kerakli anjomlar. Hajmi 500 sm^3 bo‘lgan kesuvchi halqadan iborat grunt oluvchi, namuna olishga moslashgan va harakatlanuvchi yukli urgich, idishli tarozi toshlari bilan.

Anjomni tayyorlash. 4 - 5 sm qalinlikda zichlashgan gruntning yuzasini belkurak bilan sidirib olinadi, grunt yuzasi pichoq bilan tekislanadi va unga grunt oluvchi qo‘yiladi. Urgich bilan kesuvchi halqani gruntga kirgiziladi. Grunt halqaning chetidan 3-5 mm chiqib qolguncha urgich bilan halqani uriladi. Halqa ehtiyotlik bilan sig‘urib olinadi, ortiqcha grunt halqaning cheti bilan bir tekis qilib kesiladi. O‘zaro oralig‘i 0,5 m dan katta bo‘lmagan bir joydan ikkita namuna olinadi. Nam gruntning zichligi uni olingandan keyin 1 soat davomida aniqlanadi.

Ishning tartibi. Grunt halqa bilan birgalikda tarozida 1 g aniqlikda tortib olinadi. Nam gruntning zichligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{m - m_1}{V}, \quad (6.1)$$

bu yerda m – nam gruntning halqa bilan birgalikda massasi, g;

m_1 – bo‘sh halqaning massasi, g;

V – halqadagi gruntning hajmi, 500 sm³.

Nam gruntning zichligini 0,01 g/sm³ aniqlikda hisoblab chiqiladi. Nam gruntning zichligi aniqlangandan so‘ng uning o‘rtasidan 15 - 25 g og‘irlikda namlikni aniqlash uchu ikkita namuna olinadi.

Quruq gruntning zichligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\gamma_Q = \frac{\gamma}{1 + 0,01W}, \quad (6.2)$$

bu yerda W – grunt namligi, %.

6.1-jadvalda hisob ishlarini rasmiylashtirish keltirilgan.

6.1-jadval

Nam va quruq grunt zichligining hisobi

Ko‘rsatkichlar	Qiymati
Nam gruntning halqa bilan massasi m , g	
Bo‘sh halqaning massasi m_1 , g	
Nam gruntning zichligi γ , kg/m ³	
Grunt namligi W , %	
Quruq gruntning zichligi γ_Q , kg/m ³	

Zichlikning sifatini nazorat qilishning laboratoriya usuli ko‘p kuch talab qiladi, chunki uni bajarish uchun shurf kovlash kerak, buzilmagan strukturali grunt namunasini olish kerak, undan keyin zichlik aniqlanadi. Yer inshootlarini qurilishida keng ishlatiladigan bu usuldan ko‘p holatlarda foydalanmaslik mumkin. Bu ayrim hollarda poydevorning kengligi kichik bo‘lgani uchun rejada shurf qazib bo‘lmaydi va runtning tabiiy zichligi buziladi.

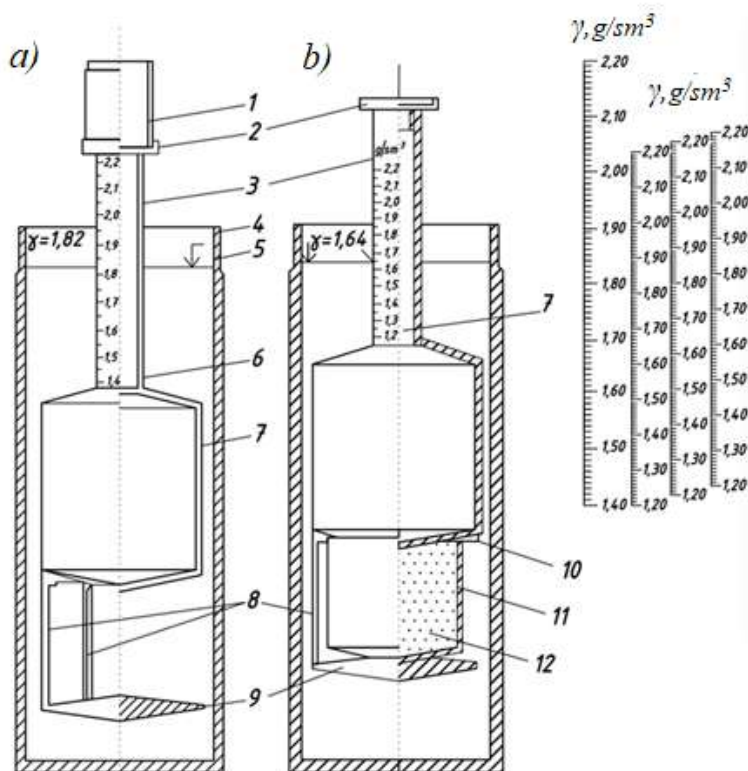
Tabiiy asosni joyida tadqiqot qilish uchun statik va dinamik zondlash usullari, ko‘pincha statik va dinamik penetratsiya deb ataluvchi

usullar qoʻllanadi.

Gruntlarning zichligi va namligini N.P.Kovalyov asbobida aniqlash. N.P.Kovalyov asbobi gruntlarning zichligi va uning namligini, shuningdek qulay namlikni aniqlashga moʻljallangan. Qoʻshimcha uskunalari oquvchanlik chegarasini ham aniqlashga imkon beradi.

Asbobdan foydalanish tartibi (usuli) quydagilardan iborat. Grunt suvda yaxshilab aralashtiriladi. Gʻovaklaridagi havo chiqarib yuborilib, namlikni zarracha atrofidagi suvli muhitga qoʻshib yuboriladi. Gruntning qolgan qattiq fazasidan Kovalyov asbobida oʻlchanadigan, namlikni hisobga olmasdan gruntning har xil koʻrsatkichlari aniqlanadi. Agar oldindan havoda nam grunt tortib olinsa, unda tabiiy namlikni ham aniqlash mumkin boʻladi, asbobni toʻliq komplektida – oquvchanlik chegarasini ham aniqlash mumkin.

Asbob uchta (6.1 *a*, *b* - rasm): gruntlarning namligi va zichligini aniqlash, namuna olish va tayyorlash, oquvchanlik chegarasini aniqlash uchun moslamalardan iborat. Moslamalar zanglamaydigan poʻlatdan tayyorlanib, diametri 200 mm va balandligi 410 mm li silindr futlyarga silingan. Asbobning massasi taxminan 5 kg.

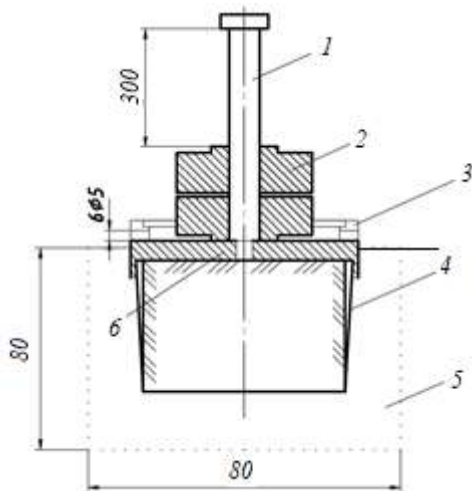


6.1-rasm. N.P.Kovalyov asbobi

Poplavokali moslama har xil gruntlar uchun ko'rsatilgan to'rtta shkalali trubka 3 bilan bog'langan yuqorisida qopqog'i bor korpus 7 dan iborat (6.1 *b* - rasm). Bitta shkala gruntlarni, 1400 – 2200 kg/m³ (140-220 MPa) atrofida o'zgaruvchi zichligi γ ni aniqlash uchun va uchta shkala quruq grunt zichligi γ_q (1200 dan 2200 kg/m³ (120-220 MPa) gacha)ni aniqlash uchun: *CH* – gumusli, *P* – qumli va *G* – gilli gruntlar uchun mo'ljallangan.

Zichlikni aniqlashda grunt namunasi solingan trubka qopqoq-taglik 2 bilan yopiladi. Trubka 3 ni ichida tarirovka qilingan yuk 6 toza graviy-chaqilgan tosh, mayda metall va boshqalar holda bo'ladi. Poplavokning tagiga diskka o'xshash vertikal holda poplavokning mustahkamligini ta'minlovchi taglik 9 bilan bog'langan uchta qoziq 8 mahkamlangan. Gruntlarning zichligini aniqlashda diskka idish 11 o'rnatiladi. Poplavok korpusining tagiga uchta ugolok 10 o'rnatiladi. Idish ichidagi tirqishlardan suv kiradi va undan gruntdagi 12 havo chiqib ketadi. Poplavokali moslama 7 transport holatida futlyar-rezervuar 4 ga joylashtiriladi.

Sinalayotgan gruntdan 5 (6.2-rasm) namuna oladigan va uni zichlaydigan moslama qirquvchi silindr 4, pyatka-qopqoq 3 teshik 6 bilan, sterjen 1 va massasi 0.5 kg bo'lgan tosh 2 dan iborat. Zichlashtirilayotganda qirquvchi silindr qopqoq bilan bekitiladi va teshikka sterjen qo'yiladi.



6.2-rasm. Qirquvchi silindrning ko'rinishi

Ish boshlangunga qadar vlagomer-plotnomer (6.1-rasm) tarirovka qilinadi, buning uchun idish 11 taglik 9 ga, qirquvchi silindr 1 qopqoq-taglik 2 ga joylashtiriladi va yig'ilgan poplavokli moslama futlyar-

rezervuar 4 ga tushiriladi, uning chetki belgisi 5 ga qadar suv solinadi. Agar poplavok shkalaning quyi γ va CH belgisiga qadar cho'ksa, asbobni ishlatish mumkin. Poplavokning cho'kish sathini boshqarish uchun tarirovka qiluvchi yuk 6 ko'paytiriladi yoki kamaytiriladi.

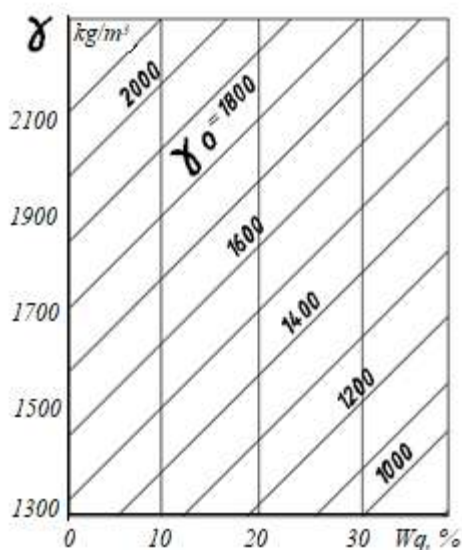
Gruntning zichligini (6.1-rasm) aniqlash uchun futlyar-rezervuar 4 ga belgilangan ichki chiziqqacha 5 suv solinadi va idishsiz poplavok 11 tushiriladi.

Dala sharoitida grunt yuzasidagi (6.2-rasm) maydon tozalanadi, qirquvchi silindr 4 ga qopqoq 3 qo'yilib, urgichdagi tosh 2 bilan urib unga silindirni kirgiziladi. Grunt yuzasidan 2 mm chuqurlikkacha kiritilgandan so'ng uni qazib olinadi. Ortiqcha grunt qirqiladi, tozalangan silindr qopqoq-taglik 2 ga joylashtiriladi va suvga tushiriladi.

Suv sathiga to'g'ri kelgan shkaladan (6.1-rasm) gruntning zichligi (g/sm^3 da) aniqlanadi. Keyin grunt namunasi idish 11 ga solinib uning hajmini $3/4$ qismigacha suv quyiladi va yaxshilab grunt bo'laklari yo'qolguncha aralashtiriladi.

Hosil bo'lgan plyonkasimon havo pufaklari ko'pik sifatida to'rtli disk bilan olib tashlanadi, suv va grunt 12 aralashgan idish taglik 9 ga o'rnatiladi va poplavok futlyar-rezervuar 4 dagi suvga tushiriladi. Poplavok tagi va idish 11 orasidan havoni siqib chiqarib qolgan qismiga suv to'ldiriladi. Poplavok grunt bilan suvga tushiriladi. Shundan keyin shkalalarni biridan quruq gruntning zichligi γ_0 aniqlanadi.

Nam γ va quruq γ_0 gruntning zichligini aniqlab, nomogramma (6.3-rasm) dan yoki quyidagi ifodadan uning namligi topiladi:



6.3-rasm. Quruq gruntning zichligi γ_0 ni nam zichlik γ va uning namligi W dan aniqlash nomogrammasi

$$W = (\gamma - \gamma_0) \cdot 100 / \gamma_0, \quad (6.3)$$

Quruq gruntning **maksimal zichligi** γ_{MAX} va uning **qulay namligi** W_0 ni aniqlash uslubi quyidagilardan iborat.

Avval tabiiy holati buzilmasdan olingan namunalar sinovdan o'tkaziladi. Dala sharoitida o'lchami 0,3x0,3m bo'lgan grunt yuzasidagi maydoncha tekislanadi va urgich bilan qirquvchi silindr urib kiritiladi. Grunt olingandan so'ng qirquvchi silindr qaytadan toshni 0,3 m balandlikdan qumlar uchun 38, suglinoklar uchun 69 va gillar uchun 75 marta tashlanib sinov zichlashtirilgan o'sha maydonchaga o'rnatiladi va yana zichlik va namlik aniqlanadi. Keyin hajmi 0,08x0,08x0,08 m bo'lgan grunt yumshatiladi va namligini taxminan 2% ga oshirish uchun qo'shimcha namlanadi, buning uchun taxminan 16 sm³ suv kerak bo'ladi. Grunt yuzasi suv bilan yaxshilab aralashgandan so'ng qisman zichlashtiriladi (6.2-rasm), halqa urgich bilan birgalikda o'rnatiladi va tosh kerakli miqdorda tashlanadi (grunt turiga bog'liq holda), qo'shimcha namlangan gruntning zichligi va namligi aniqlanadi.

Yuqorida keltirilgan jarayon 16 sm³ suv qo'shib 5 - 6 marta qaytariladi. Ketma-ket aniqlangan zichlik va namlik gruntning maksimal zichligi γ_{MAX} va uning qulay namligi W_0 ni aniqlanadigan grafikka tushiriladi. Maksimal zichlik va unga to'g'ri keluvchi qulay namlikni laboratoriya sharoitida ham aniqlasa bo'ladi.

Diametri qirquvchi silindrdan katta bo'lgan metall idish *II* (6.2-rasm) grunt bilan to'ldiriladi. Unga qo'shimcha sinalayotgan grunt to'ldirilgan qirquvchi silindr *I* ni qo'yiladi. Silindr ustiga (6.2-rasm) qopqoq 3 o'rnatiladi, sterjen *I* ko'rinishidagi urgich va tosh o'rnatiladi va keyin grunt zichlashtiriladi.

Nam va quruq gruntning zichligi aniqlangandan so'ng qirquvchi silindrdagi namuna metall idish *II* (6.1-rasm) ga itarib tushiriladi, oldingi kabi namlik 2% ga oshishi uchun hisoblab suv qo'shiladi, grunt aralashtiriladi va tekislanadi, yengil zichlashtiriladi, qirquvchi silindr *I* o'rnatiladi. Tasvirlangan usul bilan standart zichlashtirish, nam holatdagi zichlik, shuningdek quruq gruntning zichligi va namligi aniqlanadi.

Yuqorida keltirilgandek, sinov bir necha marotaba qaytariladi va gruntlarning maksimal zichligi va unga to'g'ri keluvchi qulay namligi

aniqlanadi. Zichlik va namlikni bir marotaba aniqlash vaqti 10 - 15 min bo‘lib, sinovning nisbiy xatosi 1,5% ga teng.

GOST 5180 ga asosan plastiklikning yuqori chegarasi (oquvchanlik chegarasi) quyidagicha aniqlanadi. Futlyar-rezervuar qopqog‘iga massasi 0,5 kg grunt solinadi, suv bilan namlanadi va oquvchan konsistensiyaga kelguncha yaxshilab aralashtiriladi. Keyin qirquvchi silindr qopqoq-pyatka 3 ga o‘rnatiladi (6.1-rasm). Tayyorlangan grunt bilan silindr to‘ldiriladi va unga korxonada tayyorlangan og‘irligi 76 g bo‘lgan muvozanatni saqlovchi balansirlangan konus o‘rnatiladi. Konus o‘zining xususiy og‘irligi bilan sinalayotgan gruntga botiriladi. 5 s ichida uni gruntga 10 mm chuqurlikkacha kirish holati gruntning oquvchanlik holati W_o ga teng bo‘ladi. Uning xarakteristikalarini aniqlash uchun silindrga grunt dan byuksga 10 g dan kam bo‘lmagan namuna olinadi va namligi W_o aniqlanadi. Agar konus kam chuqurlikka kirsam suv qo‘shiladi, ko‘p chuqurlikka kirsam grunt qo‘shiladi, keyin qaytadan aralashtiriladi.

6.2 Penetratsiya va statik zond bilan gruntlar zichligining nazorati

Gruntlarni penetratsiya va zond usuli bilan sifatini nazorat qilish o‘zining soddaligi va natijalarning ishlab chiqarish joyida olinishi bilan ko‘pchilik tadqiqotchilarni o‘ziga tortib keldi.

Penetratsiya usuli – gruntlarning mexanik xossasini har xil shakldagi va o‘lchamli konussimon moslamani unga kiritib (botirib) nisbiy qarshiligini o‘lchash bilan aniqlashdir, bunda konusning kirish chuqurligi h , uning balandligi h_K katta bo‘lmasligi kerak.

Zondlash – avvalgi kabi, ammo konusning kirish chuqurligi uning balandligidan katta bo‘ladi.

Konusni gruntga kiritganda penetratsiyaning nisbiy qarshiligi aniqlanadi:

$$p_p = \frac{P}{h^2} = \frac{1}{K_\varphi} C, \quad (6.4)$$

bu yerda P - qo‘yilgan kuch; K_φ – muhitning ichki ishqalanish burchagi va konusni uchining burchagiga bog‘liq koeffitsiyent; C – gruntning bog‘lanish kuchi. GOST 5183 ga asosan konusning uchi $\alpha=30^\circ$.

Penetratsiya usulining yaxshi tomoni quyidagilardan iborat: 1) tadqiqot natijalari gruntlarni mexanik xossasini obyektiv tavsifnomasi bo‘lib xizmat qiladi; 2) tadqiqotning o‘ta tez (2-5 min) bajarilishi; 3) penetrometr konstruksiyasining soddaligi, mexanik ustaxonalarda tayyorlash imkonini beradi; 4) asbobni tayyorlash bahosi juda arzon; 5) penetrometrning, shuningdek zondning massasi juda kam (odatda 500-600 g gacha).

Har qanday penetratsiya va zond majburiy elementlarga ega – korpus, moslama va dinamometr. Eng ko‘p tarqalgani uchining burchagi $30 - 60^\circ$ bo‘lgan konusli moslamadir.

O‘zining konstruktiv xususiyati bilan penetrometrlar uchta guruhga bo‘linadi: 1) moslamaning botish chuqurligi nazorat qilinadigan; 2) kuchlanish nazorat qilinadigan; 3) kuchlanish va moslamaning kirish chuqurligi o‘zaro bog‘liq emas.

Birinchi guruh penetrometrlarining alohida xususiyatlari – uning konstruksiyasi moslamani oldindan belgilangan chuqurlikkacha kiritish imkonini beradi. Asbob katta chuqurlikka kiritilganda korpusi gruntga tirgilib qoladi; bunda rivojlantirilgan konstruksiyalarda asbob korpusi gruntga tiraladi va dinamometr shkalasida yuk boshqa oshmaydi, kamroq rivojlantirilganida – kirish chuqurligi konusdagi ko‘rsatkich bilan nazorat qilinadi, chunki keyinchalik moslamaning kirishi dinamometr shkalasida yukning oshishini ko‘rsatkichida aks etadi.

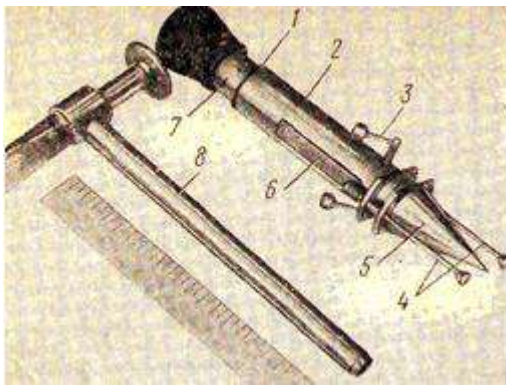
Bunday asbob bilan ishlashda ma’lum chuqurlikka moslamani kirishida kuchlanish o‘lchanadi.

Ikkinchi guruh penetrometrlarida moslama kirish uchun kuch beriladi, konusning kirish chuqurligi o‘lchanadi. Misol uchun PB-103 konstruksiyali penetrometrni ko‘rsatish mumkin (6.4-rasm). U dinamometrni boshqaruvchi 1, korpus 2, bayroq-indikator 3, suruluvchi 4, balandligi 50 mm bo‘lgan konus 5, konusning kirish chuqurligini belgilovchi shkala 6, dinamometr shkalasi 7 va bolg‘a-shibbalovchi lopatkasi bilan birgalikda 8 dan iborat. Shkala 6 dan penetratsiyaga nisbiy qarshilik aniqlanadi. Gruntni tadqiqot qilingunicha dinamometr prujinasi 50, 100, 200 va 300 N teng kuchni ketma-ket berib dastlabki siqiladi. Suriluvchi 4 yordamida konusning kirish chuqurligi aniqlanadi. Gruntning

yuzasi birinchi penetratsiyagacha lopatka bilan tozalanadi, bolg'a-shibbalovchi bilan ikkinchi penetratsiyadan avval zichlashtiriladi.

Berilgan gruntning xili uchun dastlabki tuzilgan jadval bo'lganda, ikkita penetratsiya natijasida olingan nisbiy qarshilik qiymatini kesishgan niqtasidan gruntning zichlashgan hajmi aniqlanadi. Uch marta qaytarish bilan o'tkazilgan tadqiqotning davomiyligi 2 min tashkil qiladi.

Uchunchi turdagi penetrometrlarda (zondlarda) tekis yuzali yoki konusli moslama tekis kuchlanish bilan zichligi aniqlanishi kerak bo'ladigan berilgan chuqurlikkacha gruntga kiritiladi. Bunday zondlarga misol – chiziqli shkalali dinamometrli (L.A.Smolyans konstruksiyasi) yoki soat turidagi indikatorli mikrozonnd.



6.4-rasm. PB-103 penetrometri

Mikrozonndlar penetrometrga o'xshab tadqiqot qilinayotgan grunt uchun, mos ravishda uslublarga qat'iy rioya qilib, dastlabki tarirovka qilinadi. Tarirovka natijasida ishlab chiqarish sharoitida qo'llash uchun jadval yoki hisobiy grafik tuziladi, bu bir necha sekund davomida amaldagi zichlikni aniqlash imkonini beradi. Uch marta qaytarish bilan bir marta o'lchashning davomiyligi 2 min dan oshmaydi.

DorNII urgichi bilan gruntlarning zichligini aniqlashning tezashtirilgan usuli

Avtomobil yo'llarining yo'l poyining sifati dala sharoitida aniqlash uchun uzoq vaqtni talab qiladigan zichlashtirish koeffitsiyenti bilan baholanadi. Nomogramma (6.5-rasm) dan dala sharoitida DorNII urgichining [6] (6.6-rasm) urilish soni N_{US} va gruntning nisbiy namligi

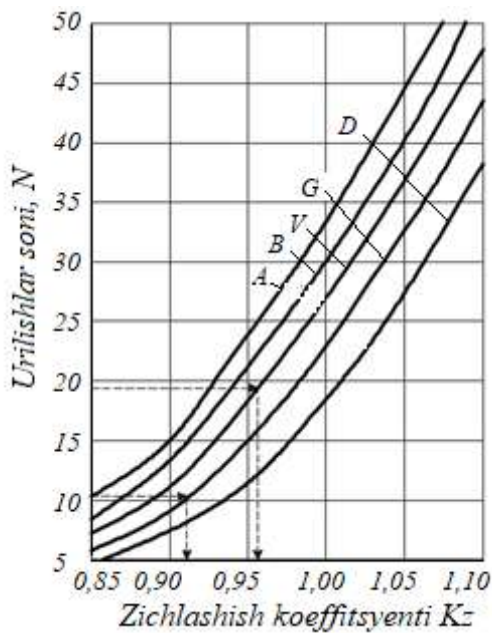
W_{NIS} ga qarab zichlashtirish koeffitsiyenti K_z ni aniqlash mumkin:

1) zichlashtirish koeffitsiyenti $K_3 = \frac{\gamma_K}{\gamma_o}$;

2) nisbiy namlik $W_{NIS} = \frac{W}{W_o}$,

bu yerda γ_k , γ_o – *grunt skeletining amaldagi hajmiy og‘irligi* va standart zichlashtirishdagi maksimal qiymatlari, kg/m^3 ;

W , W_o - gruntning amaldagi va oquvchanlik chegarasidagi namligi.



6.5-rasm. Gruntlarning zichlashtirish koeffitsiyentini nisbiy namlikka qarab aniqlash nomogrammasi

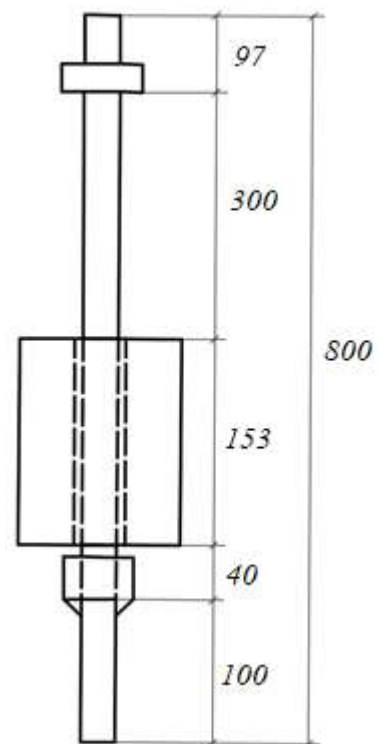
- A) 0,20-0,40; B) 0,41-0,50; V) 0,51-0,60;
G) 0,61-0,70; D) 0,71-0,80

Nomogrammadan yo‘l poyida suglinok va supesli gruntlarning zichligini aniqlashda foydalaniladi.

Taklif etilgan tezlashtirilgan usul quyidagi hollarda qo‘llaniladi:

- yo‘l poyini qurish jarayonida gruntlarning zichligini nazorat qilishda;
- tayyor yo‘l poyini qabul qilishda;
- foydalanilayotgan avtomobil yo‘llarini tadqiqot qilishda.

Ish ma’lum bir ketma-ketlikda bajariladi. Avval laboratoriya sharo-



6.6-rasm. DorNII urgichining umumiy ko‘rinishi

itida gruntning donadorligi, uning plastikligi va maksimal zichligi γ_o aniqlanadi. Keyin dala sharoitida namligi W (ko‘z bilan chamalab yoki Kovalyov asbobida), nisbiy namligi $W_{NIS} = \frac{W}{W_o}$ va DorNII urgichi bilan oralig‘i 0,10-0,15 m dan kam bo‘lmagan uchna nuqtada o‘rtacha urilish soni N_{US} aniqlanadi.

Nomogrammadan o‘rtacha urilish soni N_{OR} va nisbiy namlik W_{NIS} belgilab, zichlashtirish koeffitsiyenti K_z aniqlanadi, ularni me‘yoriy (loyihada keltirilgan) ko‘rsatkichlar bilan solishtiriladi.

Misol: Yo‘l poyini qurish uchun $w_o = 31\%$ bo‘lgan changli suglinokdan foydalaniladi. Qoplama yengillashtirilgan turda loyihalangan. Shuning uchun zichlashtirish koeffitsiyenti 0,95 dan kichik bo‘lmasligi kerak. Dala sharoitida aniqlangan namlik miqdori $W = 18\%$, bu holda:

$$W_{NIS} = \frac{18}{31} = 0,58.$$

DorNII urgichida uchta nuqtada aniqlangan urilish soni 19; 14 va 22 ga teng; $N_{or} = 19$.

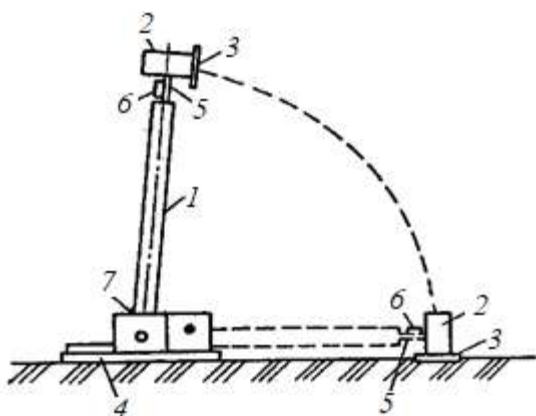
Nomogrammadan (6.5 – rasmda punktir chiziq bilan ko‘rsatilgan), N_{or} va W_{NIS} belgilab, $K_z = 0,96$ aniqlanadi. Olingan ko‘rsatkichni me‘yoriy ko‘rsatma bilan solishtirib, yo‘l poyi texnik talabga javob berishini ko‘ramiz, chunki amaldagi zichlashtirish koeffitsiyenti me‘yordagi 0,95 dan katta.

2. Grunt turi 1 misolda keltirilgandek.

Ko‘tarmaga solingan gruntning daladagi namligi $W = 21,1\%$, nisbiy namlik $W_{NIS} = 0,67$. DorNII urgichida aniqlangan o‘rtacha urilish soni $N_{or} = 3$. Nomogrammadan (6.5-rasmda shtrix – punktir strelka bilan ko‘rsatilgan) $K_z = 0,91$ aniqlaymiz. $K_z < 0,95$ bo‘lgani uchun yo‘l poyi texnik talabga javob bermaydi va uni talab qilingan zichlikkacha zichlash kerak bo‘ladi.

Dala sharoitida gruntlarning zichlanganlik darajasini aniqlash usuli

Dala sharoitida gruntlarning zichlanganlik darajasini A.D.Kayumov taklif qilgan asbob (6.7-rasm) yordamida aniqlash mumkin. Asbob shtanga 1, yuk 2, shtamp 3, tirgak 4, to'siq 7 dan iborat. Yuk 2 shtamp 3 bilan mustahkam bog'langan, shtanga 1 bilan tenzodatchikli 6 elastik plastina 5 bilan bog'langan. Yuk 2 ni yuqoridan qo'yib yuboriladi. Shtamp 3 gruntga kelib urilib yuk 2 orqaga sakraydi, natijada, elastik plastina 5 egiladi, tenzodatchik 6 egilish qiymatini o'lchaydi. Plastinaning egilish qiymati va gruntning zichlanganlik darajasining bog'liqligini aks ettiruvchi maxsus grafikdan zichlashtirilgan gruntning zichlash darajasi qiymati topiladi. 6.7-rasmda keltirilgan va shunga o'xshash tezkor usullar bilan dala sharoitida tezlikda zichlashtirilgan gruntlarning sifatini aniqlash mumkin. Bu yo'l poyining mustahkamligini ta'minlashda juda katta ahamiyatga egadir.



**6.7-rasm. A.D.Kayumovning
gruntlarning zichlanganlik
darajasini aniqlovchi asbobining
ko'rinishi**

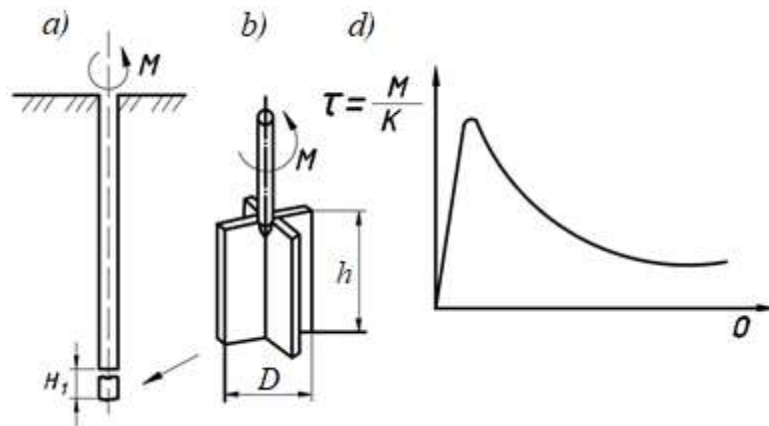
Gruntlarning surilishga qarshiligini aniqlashni aylantirib kesish usuli

O'tgan asrning 30 - yillaridan ma'lum bo'lgan aylantirib kesish usuli o'zining imkoniyatlari bilan boshqa dala usullaridan farq qiladi. Birinchidan, grunt avvaldan berilgan aniq yuza bo'yicha kesiladi, kesish yuzasining maydoni va surilishga qarshilik surishga sarf qilingan umumiy kuch bo'yicha aniqlanadi. Ikkinchidan, usul gruntli silindrning surilishini qaytadan hosil bo'lgan surilish yuzasi bo'yicha surish va "sudralish chegarasi" deb ataluvchi qiymatning asosini tashkil qiluvchi bog'lanish kuchining tiklanmaydigan qismini C_c ajratish imkonini beradi:

$$\tau_{lim} = P \operatorname{tg} \varphi + C_C \quad (6.5)$$

bu yerda P – kesish yuzasiga qo‘yilgan normal bosim; φ – ichki ishqalanish burchagi; C_C – strukturali bog‘lanish kuchi.

Usulning rivojlanishiga gruntning qandaydir hajmini tag va yon yuzasi bo‘yicha (6.8 - a rasm) ikkiyuzali aylantirib kesishni qo‘llash sababchi bo‘ldi. Usul bo‘sh gruntlarning mustahkamligini nazorat qilishda, odatda, qattiq bog‘lanish kuchi bo‘lmaganda yoki kam ahamiyatga ega bo‘lganda juda keng tarqaldi.



6.8-rasm. Ikkiyuzali aylantirib kesish usuli bo‘yicha gruntlarning mustahkamlik tavsifnomasining grafi va chizmasi

Bundan kelib chiqib gruntlarning surilishga qarshiligi aylanma yuzali sterjenda hosil bo‘luvchi aylantiruvchi moment M_A ta‘sirida hosil bo‘lgan maksimal urinma kuchlanish τ_{MAX} ushun ifoda bo‘yicha aniqlanadi:

$$\tau_{MAX} = M_A / K_\tau, \quad (6.6)$$

bu yerda K_τ – ikki moment yg‘indisidan iborat (silindirli va aylana yuzali aylantirish uchun) va krilchatkaning shakli va o‘lchamiga bog‘liq bo‘lgan statik moment.

Kengligi $0,5D$ va balandligi h bo‘lgan to‘g‘ri burchakli parrak (6.8 - b rasm) bo‘lsa

$$K_\tau = 0,5\pi D^2 (D/n + h), \quad (6.7)$$

bu yerda D – silindrli yuza aylanish diametri; n – parrakli moslamaning kirish chuqurligi h_1 ga bog‘liq bo‘lgan qiymat ($h_1 > h$ bo‘lsa $n=3$; $h_1=h$

bo'lsa $n=6$); h_1 – parrakli moslamaning balandligi.

Tadqiqot jarayonida surilish kuchi M ni krilchatkaning aylanish burchagiga bog'liqligini (6.8 - d rasm) o'rganish mumkin. Avvalambor τ ning qiymati maksimal pik qiymatgacha o'sadi, keyin deformatsiyaning o'sishi bilan qandaydir turg'un qiymatgacha kamayadi.

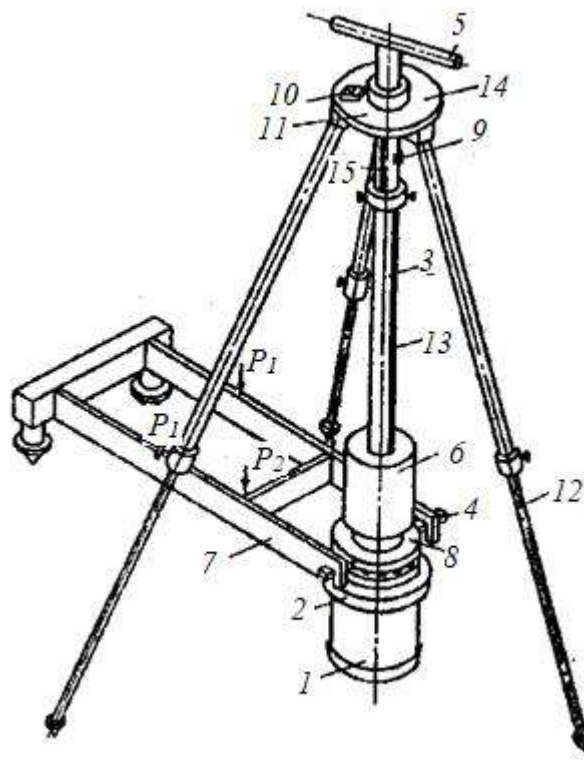
(6.6) va (6.7) ifodalardan foydalanish silindrning tubida S_{PW}^T va yonida S_{PW}^S aylanish bo'yicha gruntlarni surilishga qarshiligiga teng degan taxminga asoslangan. Bunda gruntlarning *umumiy surilishga qarshiligi*

$$S_{PW} = \frac{M_T}{K_{\tau 1}} = \frac{12M_T}{\pi D^3} = \frac{3M_T}{2\pi R^3}, \quad (6.8)$$

bunrda M_T – tub yuza bo'yicha gruntlarni kesishda aylantirish momenti; R – krilchatkani aylana yuza bo'yicha kesish radiusi.

6.3 Gruntlarning surilishga qarshiligini aniqlashning aylantirib kesish usuli

Dala sharoitida gilli gruntlarning siljishga qarshiligini A.D.Kayumov taklif qilgan bitta yuzali aylantirib kesuvchi asbobdan foydalanib aniqlash mumkin (6.9- rasm).



6.9-rasm. A.D.Kayumovning krilchatka asbobining ko'rinishi

Rasmda keltirilgan asbob krilchatkali silindr halqa 1, qopqoq 2, sektorli shtampli shtanga 3, tarqatuvchi 4 dan tashkil topgan. Shtanga 3 ga ushlagich 5 mahkamlangan. Stangada sirg'alib yuruvchi yuk 6 ikki zinali qilib yasalgan. Asbob ikki yelkanli dastak 7, tarqatuvchi disk 8, tenzodatchik 9, o'lchagich 10, stol 11, uch oyoq 12, ko'ndalang faza 13, holatni aniqlovchi 14 va shkala 15 bilan ta'minlangan. Taklif qilingan asbob quyidagicha ishlatiladi: Tekislangan grunt ustiga uch oyoq 12 o'rnatiladi, shtanga 3 ning vertikal turishi holatini aniqlovchi 14 bilan aniqlanadi. Yuk 6 ni ko'tarib qopqoq 2 ning ustiga tashlab yuboriladi. Shu tariqa silindr halqa 1 ni ma'lum bir chuqurlikkacha kirguncha yuk ko'tarib tashlab turiladi, shkala 15 bilan nazorat qilinadi. Gruntlarning zichlanganligini urish soni va kirish chuqurligining bog'liqlik grafigi yordamida aniqlanadi.

Gruntlar mustahkamligini aniqlash uchun operator ikki yelkanli dastak 7 ga chiqib o'z og'irligini sektorli shtampga tushiradi. Shunday qilib grunt yuzasida normal bosim hosil bo'ladi, uning qiymati o'lchagich 10 bilan aniqlanadi. Keyin ushlagich 5 bilan krilchatka aylantirilib grunt qirqiladi. Aylantiruvchi moment tenzodatchik 9 va o'lchagich 10 bilan aniqlanadi.

Tajriba boshqa joyda boshqa normal bosim R_2 bilan qaytariladi. Har xil normal bosimli tenglamalar sistemasi

$$S = P_{1,2} \operatorname{tg} \varphi + C \quad (6.9)$$

ni yechib, ichki ishqalanish burchagi φ va bog'lanish qiymati C topiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kayumov A.D. Gruntshunoslik. –Т.: DK MRI, 2018. -116 b.
2. Трофимов В.Т. и др. Грунтоведение. –М., Изд-во МГУ, 2005. - 1024 с.
3. Ушаков В.В., Ольховиков В.М. и др. Строительство автомобильных дорог: Учебник //коллектив авторов; под ред. В.В.Ушакова и В.М.Ольховикова. –М.: КНОРУС, 2013. -576 с. – Предм. указ.: с. 157-162.
4. Каюмов А.Д. Уплотнение и расчетные характеристики лессовых грунтов. –Т.: Фан. -120 с.
5. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. 470 p.
6. David George Price. Engineering Geology principles and practice. 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. -450 p.
7. Craig R.F. Craig’s soil mechanics. London and New York, 2010. - 446 p.
8. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов (Краткий курс). –М., 2007. -284 с.
9. ГОСТ 22733-2016. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. М.: Институт ПРОМОС им Цейтлина Г.А. - 18 с.
10. Добров Э.М. Механика грунтов. –М.: Изд. центр Академия, 2008. -272 с.
11. Kayumov A.D. Gruntlar mexanikasi, 2-qism. –Т: Инновацион ривожланиш нащриёт-матбаа уйи, 2020. -272 bet.
12. Kayumov A.D. Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. Toshkent. 2012. -160 b.
13. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1975, -288 с.
14. ShNK 2.05.02-07. Avtomobil yo‘llari. –Toshkent: Davarxitekt-qurilishqum, 2008 y., -89 b.

15. Хасанов А.З., Хасанов З.А. Инженерлик геологияси ва грунтлар механикаси. Самарқанд, ZARAFSHON нашриёти. 2018 й. - 199 б.

16. Каюмов А.Д., Зафаров О.З. Автомобиль йўллари йўл пойини турғунлиги ва мустаҳкамлигини таъминлаш. НамМҚИ “Автомобиль йўллари ва муҳандислик коммуникациялари қурилиш жараёнларининг долзарб муаммолари”. Наманган 2021 й. 19-20 ноябрь. 494-451 бб.

ABDUBAKI DJALILOVICH KAYUMOV

**AVTOMOBIL YO‘LLARI POYIDAGI
LYOSSIMON GRUNTLARNING
MUSTAHKAMLIGI, TURG‘UNLIGI VA
UNI ZICHLASHTIRISH**

Monografiya

Muharrir Z.N.Buranov

Bosishga ruxsat etildi 24.05.2022y. Bichimi 60X84^{1/16}.
Bosma tabog‘i 8,5. Shartli bosma tabog‘i 8,5. Adadi 100 nusxa.
Bahosi kelishilgan narxda.
“Universitet” nashriyoti. Toshkent, Talabalar shaharchasi,
O‘zMU ma’muriy binosi.
O‘zbekiston Milliy universiteti bosmaxonasida bosildi.
Toshkent, Talabalar shaharchasi, O‘zMU.

