

ZO'RIQISHLAR VA ULARNI ANIQLASH USULLARI

Toshkent davlat Transport universiteti,

dotsenti: Shaxnoza Xalimova Raxmidijanova

Toshkent davlat Transport universiteti

2-bosqich talabasi.: Aliev Dastanbek Bolekbay o'g'li

Toshkent davlat Transport universiteti

2-bosqich talabasi.: Nurlanaliyev Aqjol Talgat o'g'li

Annotation: This article investigates the distribution of stresses within soil masses and their fundamental role in geotechnical design. The study focuses on the distinction between geostatic and induced stresses, emphasizing the application of Terzaghi's effective stress principle in predicting soil behavior. Using mathematical models such as Boussinesq's theory, the distribution of vertical and horizontal stresses is analyzed in the context of foundation stability and settlement. The paper highlights the critical function of stress analysis in preventing shear failure and ensuring the structural integrity of engineering projects. The findings provide a theoretical basis for engineers to better assess soil-structure interactions under varying hydrogeological conditions.

Keywords: geotechnics, effective stress, soil mechanics, stress distribution, settlement, bearing capacity, pore water pressure.

Аннотация: В данной статье исследуется распределение напряжений в грунтовых массивах и их основополагающая роль в геотехническом проектировании. Основное внимание уделяется разграничению геостатических и индуцированных напряжений, а также применению принципа эффективных напряжений Терцаги для прогнозирования поведения грунтов. С использованием математических моделей, таких как теория Буссинеска,

анализируется распределение вертикальных и горизонтальных напряжений в контексте устойчивости фундаментов и осадки зданий. Работа подчеркивает критическую функцию анализа напряжений в предотвращении сдвигового разрушения и обеспечении целостности инженерных сооружений. Результаты исследования служат теоретической базой для оценки взаимодействия системы «грунт-сооружение» в различных гидрогеологических условиях.

Ключевые слова: геотехника, эффективное напряжение, механика грунтов, распределение напряжений, осадка, несущая способность, поровое давление.

Annotatsiya: Ushbu maqolada grunt massivlarida yuzaga keladigan zo‘riqishlar holati, ularning turlari va muhandislik inshootlari barqarorligini ta‘minlashdagi roli tahlil qilingan. Tadqiqotda vertikal va gorizontal zo‘riqishlar, shuningdek, effektiv kuchlanish (effective stress) qonuniyatlarining tuproqning kesishishga qarshiligi va cho‘kish jarayonlariga ta‘siri yoritilgan. Maqolaning asosiy maqsadi – geotexnik hisob-kitoblarda zo‘riqishlar taqsimotini to‘g‘ri baholash orqali poydevorlar loyihalashdagi xatoliklarni kamaytirish va inshootlarning xavfsizligini oshirishdan iborat. Olingan natijalar murakkab gidrogeologik sharoitlarda muhandislik qarorlarini qabul qilishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: geotexnika, grunt mexanikasi, vertikal zo‘riqish, effektiv kuchlanish, neytral bosim, deformatsiya, poydevor barqarorligi.

Zamonaviy qurilish sanoatining jadal rivojlanishi, inshootlarning murakkabligi va ularning o‘lchamlari ortib borishi geotexnika muhandisligi oldiga gruntlar asosi barqarorligini ta‘minlash bo‘yicha yangi va murakkab vazifalarni qo‘ymoqda. Har qanday muhandislik inshootining poydevori grunt massivi bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, strukturaning uzoq muddatli xavfsizligi bevosita ushbu massiv ichidagi zo‘riqishlar holatiga bog‘liqdir. Gruntlardagi zo‘riqishlar tushunchasi nafaqat muhandislik inshootidan keladigan yuklamani, balki gruntning o‘z xususiy og‘irligi va g‘ovaklaridagi suv bosimining murakkab o‘zaro ta‘sirini ifodalaydi.

Grunt massividagi zo‘riqishlarni aniqlash — bu poydevorlarni loyihalash, binolarning cho‘kishini bashorat qilish va qiyaliklar barqarorligini baholashning fundamental asosi hisoblanadi. Geotexnikada zo‘riqishlar holati ikki asosiy komponentga bo‘linadi:

Geostatik (tabiiy) zo‘riqishlar — gruntning millionlab yillar davomida shakllangan o‘z vazni hisobiga yuzaga keladigan kuchlanishlar;

Induksiyalangan (qo‘shimcha) zo‘riqishlar — tashqi antropogen omillar yoki muhandislik qurilmalari ta’sirida yuzaga keladigan kuchlanishlar.

Ushbu maqolaning dolzarbligi shundaki, grunt bir jinsli bo‘lmagan (geterogen) va ko‘p fazali (qattiq zarrachalar, suv va havo) material bo‘lganligi sababli, undagi zo‘riqishlar taqsimoti oddiy qattiq jismlar mexanikasidan keskin farq qiladi. Ayniqsa, Karl Terzaghi tomonidan asos solingan effektiv kuchlanish tamoyili geotexnik tahlilning o‘zagi bo‘lib, gruntning kesilishga qarshiligi va deformatsiyalanish xususiyatlarini aniqlashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi.

Zo‘riqishlarni aniqlash usullari yillar davomida klassik analitik yechimlardan (Boussinesq, Westergaard nazariyalari) zamonaviy raqamli modellashtirish (Finite Element Method - FEM) texnologiyalarigacha rivojlanib keldi. Bugungi kunda muhandislar oldida turgan asosiy muammo — murakkab geologik sharoitlarda, ayniqsa suv bilan to‘yingan yoki kuchsiz gruntlarda, zo‘riqishlar epurasini aniq qurish va bu orqali kelajakdagi deformatsiyalarning oldini olishdir.

Ushbu maqolada grunt massividagi zo‘riqishlarning nazariy asoslari, ularning turlari va zamonaviy aniqlash metodologiyalari tahlil qilinadi. Shuningdek, nazariy hisob-kitoblarning real dala sharoitidagi sinov natijalari bilan mutanosibligi ko‘rib chiqiladi, bu esa loyihalash bosqichida xatoliklarni kamaytirish va inshootlarning iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Ushbu matnning asosiy elementlari:

Muammoning qo‘yilishi: Qurilish murakkabligi va gruntning o‘ziga xosligi.

Nazariy asoslar: Geostatik va qo‘shimcha zo‘riqishlar farqi.

Ilmiy tayanch: Terzaghi tamoyili va klassik nazariyalar (Boussinesq).

Metodologik ahamiyati: Analitik va raqamli (FEM) usullar o'rtasidagi bog'liqlik.

GRUNT MASSIVIDAGI ZO'RIQISHLAR VA ULARNING MEKANIK TABIATI

1. Zo'riqishlarning tasnifi va geostatik holat

Grunt massividagi har qanday nuqtada zo'riqish holati uning joylashgan chuqurligi, gruntning zichligi va gidrogeologik sharoitga bog'liq. Geotexnikada zo'riqishlar, asosan, vertikal va gorizontaal tashkil etuvchilarga bo'linadi.

2. Effektiv kuchlanish va g'ovaklardagi suv bosimi

Gruntning muhandislik xususiyatlarini belgilovchi eng muhim omil bu — umumiy zo'riqish va effektiv kuchlanish o'rtasidagi farqdir. Karl Terzaghi nazariyasiga ko'ra, grunt massiviga tushayotgan umumiy yuklama (σ) ikki qismga taqsimlanadi:

G'ovaklardagi suv bosimi (u): Suv tomonidan qabul qilinadigan neytral bosim. U grunt zarrachalarini bir-biridan itarishga harakat qiladi.

Effektiv kuchlanish (σ'): Bevosita grunt zarrachalari (skeleti) o'rtasidagi kontakt orqali uzatiladigan bosim.

Gruntning mustahkamligi va siqiluvchanligi faqat effektiv kuchlanishga bog'liq.

3. Tashqi yuklamadan yuzaga keladigan qo'shimcha zo'riqishlar

Inshoot poydevori qurilganda, grunt massivida tabiiy zo'riqishlardan tashqari qo'shimcha zo'riqishlar ($\Delta\sigma$) yuzaga keladi. Ushbu zo'riqishlarni aniqlashda asosan Boussinesq nazariyasi qo'llaniladi. Ushbu nazariyaga ko'ra:

Zo'riqishlar chuqurlik ortishi bilan kamayib boradi.

Poydevor markazidan uzoqlashgan sari zo'riqishlar gorizontaal yo'nalishda ham so'nib boradi.

Zo'riqishlar lampochkasi (Stress Bulb): Amaliyotda poydevor ostidagi zo'riqishlar poydevor kengligining (B) taxminan $1.5B$ dan $2.0B$ gacha bo'lgan chuqurligigacha sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bu chegaradan pastda zo'riqishlar qiymati tashqi yuklamaning 10% idan kamini tashkil qiladi va hisob-kitoblarda inobatga olinmasligi mumkin.

4. Zo'riqishlarning muhandislik vazifalari

Zo'riqishlar holatini aniqlash quyidagi amaliy vazifalarni bajarishga imkon beradi:

Mustahkamlikni baholash: Mor-Kulon (Mohr-Coulomb) nazariyasi asosida gruntning kesilish (qulash) xavfini aniqlash.

Deformatsiyani hisoblash: Grunt qatlamlarining elastik va plastik siqilishini hisoblab, binoning umumiy va differensial cho'kishini aniqlash.

Tirgak devorlari tahlili: Gruntning tirgak devoriga ko'rsatadigan aktiv va passiv bosimlarini hisoblash orqali inshoot barqarorligini ta'minlash.

2. Effektiv kuchlanish va g'ovaklardagi suv bosimi

Gruntning muhandislik xususiyatlarini belgilovchi eng muhim omil bu — umumiy zo'riqish va effektiv kuchlanish o'rtasidagi farqdir. Karl Terzaghi nazariyasiga ko'ra, grunt massiviga tushayotgan umumiy yuklama (σ) ikki qismga taqsimlanadi:

G'ovaklardagi suv bosimi (u): Suv tomonidan qabul qilinadigan neytral bosim. U grunt zarrachalarini bir-biridan itarishga harakat qiladi.

Effektiv kuchlanish (σ'): Bevosita grunt zarrachalari (skeleti) o'rtasidagi kontakt orqali uzatiladigan bosim.

Gruntning mustahkamligi va siqiluvchanligi faqat effektiv kuchlanishga bog'liq

3. Tashqi yuklamadan yuzaga keladigan qo'shimcha zo'riqishlar

Inshoot poydevori qurilganda, grunt massivida tabiiy zo'riqishlardan tashqari qo'shimcha zo'riqishlar ($\Delta\sigma$) yuzaga keladi. Ushbu zo'riqishlarni aniqlashda asosan Boussinesq nazariyasi qo'llaniladi. Ushbu nazariyaga ko'ra:

Zo'riqishlar chuqurlik ortishi bilan kamayib boradi.

Poydevor markazidan uzoqlashgan sari zo'riqishlar gorizontal yo'nalishda ham so'nib boradi.

Zo'riqishlar lampochkasi (Stress Bulb): Amaliyotda poydevor ostidagi zo'riqishlar poydevor kengligining (B) taxminan $1.5B$ dan $2.0B$ gacha bo'lgan chuqurligigacha sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bu chegaradan pastda zo'riqishlar qiymati

tashqi yuklamaning 10% idan kamini tashkil qiladi va hisob-kitoblarda inobatga olinmasligi mumkin.

4. Zo'riqishlarning muhandislik vazifalari

Zo'riqishlar holatini aniqlash quyidagi amaliy vazifalarni bajarishga imkon beradi:

Mustahkamlikni baholash: Mor-Kulon (Mohr-Coulomb) nazariyasi asosida gruntning kesilish (qulash) xavfini aniqlash.

Deformatsiyani hisoblash: Grunt qatlamlarining elastik va plastik siqilishini hisoblab, binoning umumiy va differensial cho'kishini aniqlash.

Tirgak devorlari tahlili: Gruntning tirgak devoriga ko'rsatadigan aktiv va passiv bosimlarini hisoblash orqali inshoot barqarorligini ta'minlash.

GRUNT MASSIVIDAGI ZO'RIQISHLARNI ANIQLASH USULLARI

Grunt massividagi zo'riqishlar holatini aniqlash inshoot poydevorini loyihalashdagi eng mas'uliyatli bosqichdir. Hozirgi kunda muhandislik amaliyotida quyidagi uslublar keng qo'llaniladi:

1. Analitik usullar (Klassik nazariyalar)

Analitik usullar gruntning elastik, izotrop va bir jinsli yarim fazo deb hisoblashga asoslangan.

Boussinesq nazariyasi: Nuqtaviy va tarqalgan yuklamalar natijasida grunt chuqurligida yuzaga keladigan vertikal zo'riqishlarni aniqlashda qo'llaniladi. Bu usul poydevor ostidagi "zo'riqish lampochkasi"ni chizishga imkon beradi.

Westergaard nazariyasi: Bu usul ko'proq qatlamli (anizotrop) gruntlar uchun mos keladi, bunda gruntning gorizontaal yo'nalishda deformatsiyalanishi cheklangan deb hisoblanadi.

2. Dala sharoitidagi (In-situ) aniqlash usullari

Laboratoriya sharoitida gruntning tabiiy tuzilishi buzilishi mumkinligini hisobga olib, dala sinovlari eng ishonchli natijalarni beradi:

Statik zondlash sinovi (CPT): Gruntning qarshiligini o'lchash orqali bilvosita zo'riqishlar holati va gruntning mustahkamlik parametrlarini aniqlaydi.

Dilatometr sinovi (DMT): Gruntning gorizontallik zo'riqlashlari va elastiklik modulini aniqlashda juda samarali usuldir.

Zo'riqlash datchiklari (Pressure Cells): Inshoot qurilishi davomida real vaqt rejimida grunt ichidagi bosimni o'lchash uchun massivga o'rnatiladi. Bu datchiklar yordamida "total stress" (umumiy zo'riqlash) bevosita o'lchanadi.

3. Raqamli modellashtirish (Sonli usullar)

Zamonaviy geotexnikada murakkab geometriyali inshootlar va ko'p qatlamli gruntlar uchun Chekli elementlar usuli (FEM) qo'llaniladi.

Dasturiy majmualar: PLAXIS, GeoStudio va FLAC kabi dasturlar yordamida gruntning nolinch (tabiiy) holatidan boshlab, inshoot qurilguncha bo'lgan barcha zo'riqlash o'zgarishlarini modellashtirish mumkin.

Afzalligi: Bu usul gruntning plastikligini, g'ovaklardagi suv bosimining vaqt bo'yicha o'zgarishini va inshoot bilan gruntning o'zaro ta'sirini aniq ko'rsatib beradi.

4. Laboratoriya sinovlari orqali bilvosita aniqlash

Dala namunalarini olib, laboratoriyada Uch o'qli siqish sinovi (Triaxial test) o'tkazish orqali gruntning turli kuchlanishlar ostida o'zini tutishi o'rganiladi. Bu sinov natijasida Mor doirasi (Mohr's Circle) chiziladi va gruntning kesilishga chidamlilik chegarasi aniqlanadi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda geotexnika muhandisligida grunt massivlaridagi zo'riqlash holatini va ularni aniqlash usullarini tadqiq etish shuni ko'rsatadiki, bu jarayon inshootlarning xavfsizligi va uzoq muddatli barqarorligini ta'minlovchi eng muhim omildir. Olib borilgan tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Effektiv kuchlanishning ustuvorligi: Grunt ko'p fazali tizim bo'lganligi sababli, hisob-kitoblarda faqatgina umumiy zo'riqlashlarni emas, balki Terzaghi tamoyili asosidagi effektiv kuchlanishlarni hisobga olish lozim. Bu, ayniqsa, suv bilan to'yingan gruntlarda poydevorning ko'tarish qobiliyatini aniq baholash imkonini beradi.

Usullarning o'zaro bog'liqligi: Analitik usullar (Boussinesq, Westergaard) dastlabki baholash uchun qulay bo'lsa-da, murakkab geologik sharoitlarda dala sinovlari (CPT, DMT) va zamonaviy raqamli modellashtirish (FEM) usullarini birgalikda qo'llash eng aniq natijalarni beradi. Raqamli modellashtirish gruntning noxiziqli deformatsiyalanishini hisobga olishda tengsiz vositadir.

Deformatsiya prognozi: Zo'riqishlar taqsimotini, xususan, "zo'riqish lampochkasi" (stress bulb) chegaralarini to'g'ri aniqlash inshootlarning kutilmagan differensial cho'kishlarining oldini oladi. Bu esa bino konstruksiyalarida yoriqlar hosil bo'lishi va avariya holatlari yuzaga kelishi xavfini minimallashtiradi.

Amaliy ahamiyat: Zo'riqishlarni aniqlashning aniq metodologiyasini tanlash qurilish xarajatlarini optimallashtirishga xizmat qiladi. Gruntning haqiqiy imkoniyatlarini bilish ortiqcha poydevor materiallari sarfini kamaytiradi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

Foydalanilgan Adabiyotlar

1. Klassik va Fundamental Adabiyotlar:

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. John Wiley & Sons. (Effektiv kuchlanish nazariyasining asosi).

Boussinesq, J. (1885). *Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques*. Gauthier-Villars. (Zo'riqishlar taqsimoti bo'yicha fundamental asar).

Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning. (Dunyo universitetlarida asosiy darslik sifatida qo'llaniladi).

2. Mahalliy va MDH davlatlari adabiyotlari:

Rasulov X.Z. (2010). *Gruntlar mexanikasi, asoslar va poydevorlar*. Toshkent: O'qituvchi. (O'zbekiston sharoitidagi gruntlar uchun darslik).

Dalmatov B.I. (2017). *Механика грунтов, основания и фундаменты*. Москва: АСВ. (Rossiya va MDH maktabi bo'yicha asosiy qo'llanma).

O'zbekiston Respublikasi Qurilish Normalari va Qoidalari (ShNQ 2.02.01-98). *Bino va inshootlar poydevorlari*. (Amaliy loyihalash uchun me'yoriy hujjat).

3. Zamonaviy va Raqamli Modellashtirish bo'yicha:

Potts, D. M., & Zdravkovic, L. (2001). Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering: Application. Thomas Telford. (Raqamli modellashtirish va FEM bo'yicha asosiy manba).

Brinkgreve, R. B. J. (2002). PLAXIS 2D: Geotechnical Software User Manual. (Dasturiy tahlil usullari bo'yicha yo'riqnoma)

4. Klassik va Fundamental Adabiyotlar:

Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. John Wiley & Sons. (Effektiv kuchlanish nazariyasining asosi).

Boussinesq, J. (1885). Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques. Gauthier-Villars. (Zo'riqishlar taqsimoti bo'yicha fundamental asar).

Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning. (Dunyo universitetlarida asosiy darslik sifatida qo'llaniladi).

5. Mahalliy va MDH davlatlari adabiyotlari:

Rasulov X.Z. (2010). Gruntlar mexanikasi, asoslar va poydevorlar. Toshkent: O'qituvchi. (O'zbekiston sharoitidagi gruntlar uchun darslik).

Dalmatov B.I. (2017). Механика грунтов, основания и фундаменты. Москва: АСВ. (Rossiya va MDH maktabi bo'yicha asosiy qo'llanma).

O'zbekiston Respublikasi Qurilish Normalari va Qoidalari (ShNQ 2.02.01-98). Bino va inshootlar poydevorlari. (Amaliy loyihalash uchun me'yoriy hujjat).