

**GRUNTLI TO'G'ON YADROSI VA EKRANI TESKARI FILTRINI TANLASH
BO'YICHA TADQIQOTLAR****Rasulov Quvonchbek Xaqnazar o'g'li**

“Gidrotexnika va geotexnika muhandisligi” kafedrası.

Mutaxassislik: “Gidrotexnika inshootlari”

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22755012>

Annotatsiya. Mazkur maqolada gruntli to'g'on yadrosi va ekranining filtratsiyaga qarshi samaradorligini ta'minlashda teskari filtrlarni to'g'ri tanlash masalalari yoritilgan. Teskari filtrning granulometrik tarkibi, suv o'tkazuvchanligi va grunt zarrachalarini ushlab qolish xususiyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, yadro, ekran va teskari filtrning o'zaro ishlash xususiyatlari hamda ularning to'g'onning mustahkamligi va barqarorligiga ta'siri ko'rib chiqilgan. Filtr materiallarini laboratoriya tadqiqotlari, muhandislik hisoblari va zamonaviy modellashirish usullari asosida tanlashning ahamiyati asoslangan. Teskari filtrni optimal tanlash orqali suffoziya, ichki eroziya va filtratsion deformatsiyalar xavfini kamaytirish hamda gruntli to'g'onlarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish mumkinligi ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: Gruntli to'g'on, gruntli yadro, ekran, teskari filtr, filtratsiya, granulometrik tarkib, suv o'tkazuvchanlik, suffoziya, ichki eroziya, gidrotexnika inshootlari.

**RESEARCH ON THE SELECTION OF REVERSE FILTERS FOR THE CORE AND
SCREEN OF EARTH DAMS**

Abstract. This article examines the selection of reverse filters to ensure the filtration resistance and stability of cores and screens in earth dams. The granulometric composition, permeability, and soil-particle retention properties of reverse filter materials are analyzed. The interaction between the core, screen, and reverse filter, as well as their influence on the strength and stability of earth dams, is also considered. The importance of selecting filter materials based on laboratory investigations, engineering calculations, and modern modeling methods is substantiated. It is shown that optimal selection of reverse filters can reduce the risks of suffusion, internal erosion, and filtration deformation while improving the long-term operational reliability of earth dams.

Keywords: Earth dam, core, screen, reverse filter, seepage, granulometric composition, permeability, suffusion, internal erosion, hydraulic structures.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ВЫБОРУ ОБРАТНОГО ФИЛЬТРА ЯДРА И ЭКРАНА
ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы правильного выбора обратных фильтров для обеспечения фильтрационной устойчивости ядра и экрана грунтовых плотин. Проанализированы гранулометрический состав, водопроницаемость и удерживающая способность фильтрующих материалов по отношению к частицам грунта. Рассмотрены особенности взаимодействия ядра, экрана и обратного фильтра, а также их влияние на прочность и устойчивость грунтовых плотин. Обоснована важность выбора фильтрующих материалов на основе лабораторных исследований, инженерных расчетов и современных методов моделирования. Показано, что оптимальный выбор обратного фильтра позволяет снизить риск суффозии, внутренней эрозии и фильтрационных деформаций, а также повысить эксплуатационную надежность грунтовых плотин.

***Ключевые слова:** Грунтовая плотина, ядро, экран, обратный фильтр, фильтрация, гранулометрический состав, водопроницаемость, суффозия, внутренняя эрозия, гидротехнические сооружения.*

Kirish

Gruntli to'g'onlar suv omborlari va gidrotexnika tizimlarida suvni xavfsiz saqlash hamda tartibga solishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan gidrotexnika inshootlaridan biridir. Bunday inshootlarning mustahkamligi va uzoq muddatli foydalanish samaradorligi ko'p jihatdan to'g'on konstruksiyasining tarkibiy elementlari, xususan, gruntli yadro, ekran va teskari filtrlarning to'g'ri tanlanishi hamda o'zaro muvofiqligiga bog'liq. Gruntli to'g'on tanasida suvning filtratsiya jarayonlarini nazorat qilish, filtratsiya oqimining xavfli yo'nalishlarini cheklash va grunt zarrachalarining yuvilib ketishining oldini olish inshootning barqarorligini ta'minlashda muhim omillardan hisoblanadi. Shu sababli yadro va ekran konstruksiyalarining filtratsiyaga qarshi xususiyatlarini, shuningdek, teskari filtrning granulometrik tarkibi va konstruktiv parametrlarini asoslash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi. Gruntli to'g'onlarda teskari filtrning asosiy vazifasi suvning erkin harakatlanishini ta'minlagan holda grunt zarrachalarining filtratsiya oqimi bilan ko'chib ketishiga yo'l qo'ymaslikdan iborat. Filtr materialining noto'g'ri tanlanishi filtratsion deformatsiyalar, suffoziya, gruntning yuvilishi va natijada to'g'onning mustahkamlik holati buzilishiga olib kelishi mumkin. Shu jihatdan yadro, ekran va teskari filtr o'rtasidagi konstruktiv hamda filtratsion bog'liqlikni o'rganish, ularning material xususiyatlarini hisobga olish va optimal yechimlarni ishlab chiqish gidrotexnika inshootlarining ishonchliligini oshirish uchun muhimdir.

Dolzarbligi

Gruntli to'g'onlarning xavfsiz va ishonchli ishlashi filtratsiya jarayonlarini to'g'ri boshqarishga bevosita bog'liq. Ayniqsa, gruntli yadro va ekran orqali suvning sizib o'tishini cheklash hamda teskari filtr yordamida filtratsiya oqimini tartibga solish inshootning barqarorligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Teskari filtrning granulometrik tarkibi va konstruktiv parametrlarini noto'g'ri tanlash grunt zarrachalarining ko'chishi, suffoziya va filtratsion deformatsiyalarning rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuningdek, turli gruntlarning fizik-mexanik va filtratsion xususiyatlari filtr materiallarini tanlashga individual yondashishni talab qiladi. Shu sababli gruntli to'g'on yadrosi va ekrani uchun mos teskari filtrlarni tanlash mezonlarini takomillashtirish, filtratsiya jarayonlarini baholash va konstruksiyaning ishonchliligini oshirish masalalarini tadqiq etish mavzuning dolzarbligini belgilaydi.

Maqsadi

Tadqiqotning asosiy maqsadi gruntli to'g'on yadrosi va ekranining filtratsiyaga qarshi samaradorligini ta'minlash uchun teskari filtrlarni tanlashning ilmiy va amaliy asoslarini takomillashtirish, filtr materiallarining granulometrik hamda filtratsion xususiyatlarini baholash va ularning to'g'onning mustahkamligi hamda barqarorligiga ta'sirini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari

Tadqiqotda gruntli to'g'on yadrosi va ekrani uchun teskari filtrlarni tanlash shartlari ularning granulometrik tarkibi, filtratsion xususiyatlari, suv o'tkazuvchanligi hamda fizik-mexanik ko'rsatkichlari asosida tahlil qilindi.

Asosiy e'tibor filtr materialining himoyalanayotgan grunt bilan mosligiga, filtratsiya oqimini yetarli darajada o'tkazishiga va shu bilan birga grunt zarrachalarining suv oqimi bilan olib chiqib ketilishining oldini olish qobiliyatiga qaratildi.

Tadqiqot davomida grunt va filtr materialining granulometrik tarkibi, filtratsiya koeffitsienti, suv o'tkazuvchanligi, zichligi, mexanik mustahkamligi va suv ta'siriga chidamliligi asosiy ko'rsatkichlar sifatida ko'rib chiqildi. Filtr materialini tanlashda himoyalanayotgan grunt zarrachalari bilan filtr materialidagi zarrachalar o'lchamlarining o'zaro nisbati hisobga olindi.

Chunki filtr material haddan tashqari mayda bo'lsa, uning suv o'tkazuvchanligi kamayishi, juda yirik bo'lsa esa grunt zarrachalarining filtratsiya oqimi bilan ko'chib ketish xavfi ortishi mumkin.

Filtratsion xususiyatlarni baholash uchun laboratoriya tadqiqotlari asosida materiallarning suv o'tkazuvchanligi, zichligi va granulometrik tarkibini aniqlash ko'zda tutiladi. Olingan ma'lumotlar keyingi muhandislik hisob-kitoblari uchun boshlang'ich parametrlar sifatida qo'llanadi. Bunda grunt va filtr materialining xususiyatlari o'zaro taqqoslanib, optimal filtr materialini aniqlashga e'tibor qaratiladi. Gruntli to'g'onning yadrosi, ekrani va teskari filtri yagona filtratsion tizim sifatida ko'rib chiqildi. Tadqiqotda filtratsiya oqimining yo'nalishi va intensivligi, konstruktiv elementlarning o'zaro joylashuvi, filtr qatlamlarining qalinligi hamda ularning granulometrik mosligi hisobga olindi. Bunday kompleks yondashuv konstruktiv elementlarning o'zaro ta'sirini baholash imkonini beradi.

Filtratsiya jarayonlarini yanada batafsil baholash uchun matematik modellash va muhandislik hisoblash usullaridan foydalanish imkoniyati ko'rib chiqildi. Ushbu usullar yordamida turli konstruktiv variantlarni solishtirish, suvning filtratsiya yo'nalishini aniqlash va filtr qatlamlarining qalinligi hamda joylashuvining to'g'on barqarorligiga ta'sirini baholash mumkin. Hisoblash natijalari laboratoriya tadqiqotlari bilan o'zaro taqqoslanadi. Teskari filtr variantlarini baholashda asosiy mezonlar sifatida yetarli suv o'tkazuvchanlik, grunt zarrachalarini ushlab qolish qobiliyati, suffoziya va ichki eroziyaga chidamlilik hamda gruntli to'g'onning umumiy konstruksiyasiga moslik qabul qilindi. Ushbu mezonlar asosida filtr materialining optimal tarkibi va konstruktiv parametrlarini tanlash gruntli to'g'onning filtratsion barqarorligi va ekspluatatsion ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

Gruntli to'g'onlar suv omborlari va boshqa gidrotexnika inshootlarida suvni saqlash hamda tartibga solish uchun keng qo'llaniladi. Ularning mustahkamligi va xavfsizligi konstruktiv elementlarning to'g'ri tanlanishiga bevosita bog'liq. Gruntli yadro to'g'onning asosiy suv o'tkazmaydigan qismlaridan biri bo'lib, uning asosiy vazifasi suvning to'g'on tanasi orqali ortiqcha filtratsiyasini cheklashdan iborat. Yadro materialini tanlashda gruntning granulometrik tarkibi, namligi, zichligi, filtratsiya koeffitsienti va fizik-mexanik xususiyatlari hisobga olinadi.

Yadro uchun kam suv o'tkazuvchan va yetarli zichlanish xususiyatiga ega gruntlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. To'g'on tanasida suv bosimi ta'sirida filtratsiya jarayonlari yuzaga keladi va ushbu jarayonlarni nazorat qilish inshootning barqarorligi uchun muhim hisoblanadi. Yadroning konstruktiv o'lchamlari to'g'on balandligi, suv omborining gidrologik sharoiti va gruntning xususiyatlariga mos ravishda belgilanadi. Yadro materialining bir tekis joylashtirilishi va sifatli zichlashtirilishi uning filtratsiyaga qarshi samaradorligini oshiradi. Yadro bilan boshqa konstruktiv elementlarning tutashuv joylari ham alohida nazorat qilinishi kerak.

Chunki bunday joylarda filtratsiya oqimining kuchayishi ehtimoli mavjud. Yadro deformatsiyalarga yetarli darajada chidamli bo'lishi va ekspluatatsiya davomida o'zining asosiy xususiyatlarini saqlashi lozim. Laboratoriya tajribalari orqali gruntning suv o'tkazuvchanligi, zichligi va mexanik xususiyatlarini aniqlash mumkin. Olingan natijalar asosida yadro konstruksiyasining optimal parametrlari belgilanadi. To'g'ri tanlangan yadro filtratsiya oqimini kamaytirib, to'g'onning umumiy barqarorligini ta'minlashga yordam beradi.

Gruntli to'g'on ekranlari suvning to'g'on tanasiga kirib borishini cheklash va filtratsiya oqimini kamaytirish uchun xizmat qiluvchi muhim konstruktiv elementlardan biridir. Ekraning samaradorligi, avvalo, uning materiali va konstruktiv parametrlarining to'g'ri tanlanishiga bog'liq.

Ekran materialining suv o'tkazuvchanligi past, mexanik mustahkamligi esa yetarli bo'lishi kerak. Ekran qalinligi va joylashuvi to'g'onning balandligi, suv bosimi va gruntning fizik-mexanik xususiyatlari asosida belgilanadi. Suv bosimi ta'sirida ekran materialida deformatsiyalar yuzaga kelishi mumkinligi sababli uning deformatsiyaga chidamliligini baholash muhimdir. Ekraning filtratsiyaga qarshi samaradorligi to'g'on tanasidan o'tuvchi suv miqdorini kamaytirish orqali namoyon bo'ladi. Materialning sifatli joylashtirilishi va qatlam-qatlam zichlashtirilishi ekran mustahkamligini oshiradi. Qurilish jarayonida texnologik talablarning bajarilmasligi ekran tarkibida bo'shliqlar va yoriqlar paydo bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin. Bu esa filtratsiya oqimining kuchayishiga olib keladi. Ekran konstruksiyasini tanlashda uning yadro va teskari filtr bilan o'zaro ishlash xususiyatlarini ham hisobga olish zarur. Filtratsion hisoblashlar yordamida ekran orqali suv harakatining yo'nalishi va miqdorini aniqlash mumkin. Laboratoriya tadqiqotlari esa materialning suv o'tkazuvchanligi va mexanik xususiyatlarini baholash imkonini beradi.

Ekspluatatsiya davrida ekran holatini muntazam kuzatib borish to'g'on xavfsizligini ta'minlashda muhimdir. Aniqlangan deformatsiya yoki filtratsiya belgilarini o'z vaqtida baholash zarur. Ekraning optimal konstruktiv yechimini tanlash to'g'onning uzoq muddatli va ishonchli ishlashiga xizmat qiladi.

Teskari filtr gruntli to'g'onlarda filtratsiya jarayonlarini tartibga soluvchi va grunt zarrachalarining yuvilib ketishining oldini oluvchi muhim konstruktiv element hisoblanadi. Uning asosiy vazifasi suvning filtratsion oqimini erkin o'tkazish bilan birga himoyalalanayotgan grunt zarrachalarini ushlab qolishdan iborat. Teskari filtr materialini tanlashda, avvalo, gruntning granulometrik tarkibi o'rganiladi. Grunt zarrachalari va filtr materiali o'rtasidagi o'lchamlar nisbati filtrning samaradorligini belgilovchi muhim omildir. Filtr materiali juda mayda bo'lsa, uning suv o'tkazuvchanligi pasayishi mumkin. Aksincha, material haddan tashqari yirik bo'lsa, grunt zarrachalarining filtratsiya oqimi orqali ko'chib ketish xavfi ortadi. Shu sababli filtrning optimal granulometrik tarkibini aniqlash zarur. Filtratsiya koeffitsienti uning asosiy texnik ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Filtr materialining suv o'tkazuvchanligi himoyalalanayotgan gruntga nisbatan yetarli darajada yuqori bo'lishi kerak. Teskari filtr bir yoki bir necha qatlamlardan tashkil topishi mumkin. Ko'p qatlamli filtr konstruksiyalarida har bir qatlam keyingi qatlam uchun himoyalovchi vazifani bajaradi. Bunday konstruksiyada qatlamlarning granulometrik tarkibi bosqichma-bosqich o'zgarib boradi. Filtr materialining zichligi, mustahkamligi va suv ta'sirida o'z xususiyatlarini saqlashi ham hisobga olinadi. Laboratoriya tajribalari yordamida filtr materialining granulometrik tarkibi va filtratsion xususiyatlarini aniqlash mumkin. Olingan ma'lumotlar muhandislik hisoblari bilan asoslanadi. To'g'ri tanlangan teskari filtr suffoziya, ichki eroziya va gruntning yuvilib ketishi xavfini kamaytiradi.

Filtrning konstruktiv parametrlari to'g'onning umumiy tuzilishi bilan muvofiqlashtirilishi lozim. Shuning uchun teskari filtr granulometrik tarkibini ilmiy va muhandislik mezonlari asosida tanlash gruntli to'g'on xavfsizligini ta'minlashning asosiy shartlaridan biri hisoblanadi.

Gruntli to'g'onning yadrosi, ekrani va teskari filtri yagona filtratsion tizim sifatida faoliyat yuritadi. Ushbu elementlarning har biri alohida vazifani bajarsa-da, ularning samaradorligi o'zaro muvofiqligiga bog'liq. Gruntli yadro suvning to'g'on tanasi orqali o'tishini cheklaydi, ekran filtratsiyaga qarshi himoyani kuchaytiradi, teskari filtr esa suvning tartibli harakatlanishini ta'minlaydi. Mazkur elementlarning materiallari o'rtasidagi granulometrik va filtratsion moslik muhim ahamiyatga ega. Materiallar noto'g'ri tanlangan holatda ichki eroziya va suffoziya jarayonlari yuzaga kelishi mumkin. Bunday jarayonlar to'g'onning ichki tuzilishini buzib, uning barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi ehtimoli mavjud. Shu sababli konstruktiv elementlarning o'zaro ishlashi filtratsion hisoblashlar asosida baholanishi kerak. To'g'on tanasida suv bosimi ostida filtratsiya oqimining yo'nalishi va tezligini aniqlash muhimdir. Zamonaviy matematik modellashtirish usullari ushbu jarayonlarni batafsil tahlil qilish imkonini beradi. Yadro, ekran va filtrning qalinligi hamda joylashuvi hisoblash natijalariga asoslanib belgilanadi. Ularning tutashuv joylari filtratsiya nuqtayi nazaridan alohida o'rganilishi zarur. Qurilish jarayonida materiallarni sifatli zichlashtirish filtratsion xususiyatlarni barqarorlashtiradi. Eksploatatsiya davrida filtratsiya rejimini muntazam nazorat qilish ham muhim hisoblanadi. Piezometrik kuzatuvlar yordamida to'g'on ichidagi suv bosimi va filtratsiya holatini baholash mumkin. Kuzatuv natijalari konstruksiyaning real ishlash sharoitlarini aniqlashga yordam beradi. Agar filtratsion ko'rsatkichlarda xavfli o'zgarishlar kuzatilsa, ularni o'z vaqtida aniqlash va tegishli choralarni ko'rish zarur. Shunday qilib, yadro, ekran va teskari filtrning o'zaro uyg'un ishlashi gruntli to'g'onning mustahkamligi, barqarorligi va eksploatatsion ishonchligini ta'minlovchi asosiy omillardan biridir.

Teskari filtrni ilmiy asosda tanlash gruntli to'g'onlarning xavfsiz va uzoq muddatli eksploatatsiyasini ta'minlashda katta ahamiyatga ega. Filtr materialini tanlash jarayonida gruntning fizik-mexanik, granulometrik va filtratsion xususiyatlari kompleks ravishda o'rganilishi kerak. Dastlab himoyalalanayotgan gruntning zarracha tarkibi aniqlanadi va uning asosiy texnik ko'rsatkichlari baholanadi. Keyinchalik filtr materiali uchun mos granulometrik chegaralar belgilanadi. Filtrning suv o'tkazuvchanligi yetarli bo'lishi bilan birga grunt zarrachalarining filtratsiya oqimi bilan ko'chib ketishiga yo'l qo'ymasligi kerak. Laboratoriya tadqiqotlari orqali turli filtr materiallarining xususiyatlarini solishtirish mumkin. Tajriba natijalari asosida eng maqbul material yoki materiallar kombinatsiyasi tanlanadi. Kompyuter modellashtirish usullaridan foydalanish filtratsiya jarayonlarini oldindan baholash imkonini beradi. Turli konstruktiv variantlarni taqqoslash orqali texnik va iqtisodiy jihatdan samarali yechimni aniqlash mumkin. Filtr qatlamlarining qalinligi ham muhandislik hisoblari asosida belgilanadi. Qatlamlar orasidagi granulometrik o'tish talablari bajarilishi filtrning barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Qurilish jarayonida filtr materialini bir xil taqsimlash va zichlashtirish sifatiga alohida e'tibor beriladi. Eksploatatsiya davrida filtratsiya jarayonlarini monitoring qilish to'g'onning texnik holatini baholashga yordam beradi. Kuzatuvlar orqali filtratsiya oqimining o'zgarishi, suv bosimi va boshqa xavfli belgilar aniqlanishi mumkin. Olingan ma'lumotlar asosida zarur profilaktik va texnik tadbirlarni ishlab chiqish mumkin. Teskari filtrni takomillashtirish orqali suffoziya va ichki eroziya xavfini kamaytirish imkoniyati mavjud.

Shuningdek, filtratsiya oqimini boshqarish orqali to'g'onning umumiy barqarorligini oshirish mumkin. Zamonaviy hisoblash va modellashtirish usullarini laboratoriya tadqiqotlari bilan uyg'unlashtirish tanlovning ilmiy asoslanganligini kuchaytiradi. Natijada gruntli to'g'onning konstruktiv ishonchliligi va ekspluatatsion xavfsizligi oshadi. Demak, teskari filtrni tanlash usullarini takomillashtirish gidrotexnika inshootlarining mustahkamligi, barqarorligi va uzoq muddatli xavfsiz ishlashini ta'minlashning muhim yo'nalishlaridan biridir.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, gruntli to'g'on yadrosi va ekrani uchun teskari filtrni to'g'ri tanlash inshootning filtratsion barqarorligi va ekspluatatsion xavfsizligini ta'minlaydigan asosiy omillardan biridir. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, yadro, ekran va teskari filtrning granulometrik hamda filtratsion xususiyatlari o'zaro muvofiqlashtirilganda ichki eroziya va suffoziya xavfi sezilarli darajada kamayadi. Filtr materialining optimal tarkibini laboratoriya sinovlari, muhandislik hisoblari va zamonaviy modellashtirish usullari asosida aniqlash to'g'onning uzoq muddatli ishonchliligini oshiradi. Shu sababli teskari filtrni tanlashda kompleks yondashuvni qo'llash, qurilish sifatini qat'iy nazorat qilish va ekspluatatsiya davrida filtratsiya holatini muntazam monitoring qilish gruntli to'g'onlarning xavfsiz hamda samarali ishlashini ta'minlaydi.

Adabiyotlar

1. Samiev L. N., Ulashov Q. Ch., Suyunov A. Sh., Mamatova D. N., Xusanov Sh. Sh. Determination of the filtration consumption from the body of the soiled dam // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2024. Vol. 1420.
2. Bakiev M., Babajanov K., Babajanova N., Khasanov K. Filtration in the earth-fill dam in reservoir hydrosystem // *AIP Conference Proceedings*. 2023. Vol. 2612.
3. Fayziev Kh., Khozhiev T. K., Baymatov Sh. Kh., Rakhimov Sh. A. Numerical solution of the boundary value problem of unsteady filtering in earth dams with account of filtration anisotropy in soils by the method of finite differences // *European Science Review*. 2019. № 1–2. P. 9–13.
4. Audi S. A. Effect of filter properties on controlling cracks and erosion in dam embankment // *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences*. 2021. Vol. 28, № 3. P. 62–69.
5. Fell R., MacGregor P., Stapledon D., Bell G., Foster M. *Geotechnical Engineering of Dams*. 2nd ed. London: CRC Press, 2015. 1338 p.
6. Khor C. H., Yap S. P., Leong G. W. Investigation of piping erosion in embankment dams with downstream filters // *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 2024. Vol. 150, № 6.