

UDC 622. 062

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-196-200>

სუსტი გრუნტების გაძლიერების თანამედროვე მეთოდები

ზურაბ ლებანიძე

სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური
 უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
 E-mail: zlebanidze@gmail.com

რეცენზენტები:

დ. კუპატაძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: d.kupadze@gtu.ge

კ. ხაზალია, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: kote_k70@mail.ru

ანოტაცია. ტრანსვეროპული E-60 ავტომაგისტრალის როგორც გვირაბები, ისე საგზაო ნაწილის საკმაოდ დიდი მონაკვეთები შენდება რთული, მთაგორიანი რელიეფის, ასევე სუსტი გრუნტების და მეწყრული ფერდობების პირობებში, რაც დაკავშირებულია გზის სავალი ნაწილის ფარგლებში სუსტი გრუნტებისა და მიმდებარე ფერდობის დაშლილი, დაბზარული, მეწყრული ქანების გაძლიერების ძვირად ღირებულ ისეთ ღონისძიებებთან, როგორიცაა: მრავალრიცხოვანი გრუნტბინიზაციების მოწყობა და დიდი ზომის რკინაბეტონის საყრდენი კედლების მშენებლობა.

საავტომობილო გზის სავალი ნაწილის ყრილის ქვეშ სუსტი გრუნტის არსებობა განაპირობებს მათ დეფორმაციებს და არათანაბარ ჯდენებს, რაც არც-

თუ იშვიათად ხდება სავალი ნაწილის კონსტრუქციისა და საფარის დაზიანების მიზეზი. ბოლო პერიოდში საავტომობილო გზების სავალი ნაწილის ქვეშ სუსტი გრუნტის გასაძლიერებად გამოიყენება ბაზალტის ფიბრით დაარმატურებული გეომასალები და პოლიმერული კრიოგელით და ბაზალტის ფიბრით გაძლიერებული კონსტრუქციები.

საავტომობილო გვირაბების პორტალებისა და საავტომობილო გზის სავალი ნაწილის მიმდებარე ფერდობების გასაძლიერებლად ამჟამად მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებში წარმატებით გამოიყენება გერმანული კომპანია „ISHEBECK GmbH“-ის მიერ დამუშავებული „TITAN“-ის მოდელის ანკერები, რომელიც წარმოადგენს შტანგურ თვითმზურღავ რკინაბეტონის ანკერს. ამ ტიპის ანკერების მოწყობა გამარტივებულია, რადგან ისინი აღჭურვილია

თვითმზურლი გვირგვინებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ანკერების დამონტაჟებას ჭაბურღილების წინასწარ გაბურღვისა და გარცმის მილის გარეშე. ამავე დროს სხვა მსგავსი კონსტრუქციის ანკერებთან შედარებით ერთნაირი სიდიდის დატვირთვის პირობებში „TITAN“-ის ანკერების სიგრძე საშუალოდ 3 მეტრით ნაკლები მიიღება.

საკვანძო სიტყვები: ბაზალტის ფიბრით არმირებული გეომასალები; გვირაბების მშენებლობა; მეწყრული ფერდობები; პოლიმერული კრიოგელი; სუსტი გრუნტები; „TITAN“-ის მოდელის ანკერები.

შესავალი

საავტომობილო მაგისტრალებისა და გვირაბების მშენებლობა მთაგორიანი რელიეფის და სუსტი გრუნტების პირობებში დაკავშირებულია გზის სახალი ნაწილის ფარგლებში სუსტი გრუნტის და მიმდებარე ფერდობების დაშლილი, დაზარალებული, მეწყრული ქანების გაძლიერების ძვირად ღირებულ ისეთ ღონისძიებებთან, როგორიცაა მრავალრიცხოვანი გრუნტხიმინჯების მოწყობა და დიდი ზომის რკინაბეტონის საყრდენი კედლების მშენებლობა.

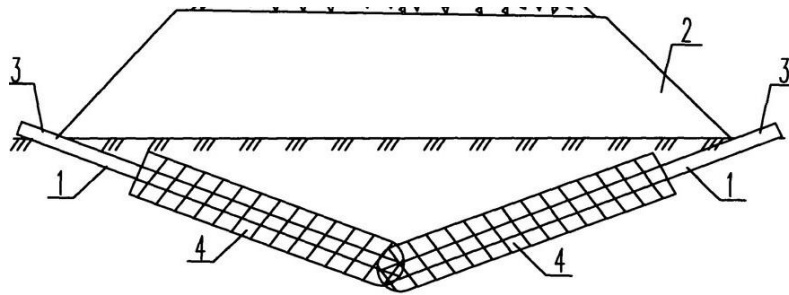
საავტომობილო გზის სახალი ნაწილის ყრილის ქვეშ სუსტი გრუნტის არსებობა განაპირობებს მათ დეფორმაციებს და არათანაბარ ჯდენებს, რაც არცთუ იშვიათად ხდება სახალი ნაწილის კონსტრუქციის და საფარის დაზიანების მიზეზი. გრუნტების დეფორმაციის პროცესების გაზრდას დიდად განაპირობებს დიდწონიანი ტვირთების გადამზიდი სატრანსპორტო საშუალებების გადაადგილების ინტენსიურობის მკვეთრი მატება.

ძირითადი ნაწილი

საავტომობილო გზების სახალი ნაწილის კონსტრუქციის სუსტ გრუნტში მოწყობისას, ამჟამად ხშირად გამოიყენება ქიმიური ბოჭკოებისაგან დამზადებული გეობადებები და გეომემბრანები, რომლებიც დატვირთვების პირობებში განიცდიან გაჭიმვას – დეფორმაციას, როგორც განივი, ისე გრძივი მიმართულებით, რაც თავის მხრივ გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს სახალი ნაწილის მთლიანი კონსტრუქციის მდგრადობაზე. ბოლო პერიოდში საავტომობილო გზების სახალი ნაწილის ქვეშ სუსტი გრუნტის გასაძლიერებად გამოიყენება ბაზალტის ფიბრით დაარმატურებული გეომასალები და პოლიმერული კრიოგელით და ბაზალტის ფიბრით გაძლიერებული კონსტრუქციები. კვლევებით დადგენილია, რომ ბაზალტის ბოჭკოებით დამზადებული კონსტრუქციები ნაკლებად განიცდიან დეფორმაციებს და გაცილებით მდგრადია ქიმიურად აგრესიული გარემო პირობებისადმი, ვიდრე მინაბოჭკოს და სხვა მასალების გამოყენებით მოწყობილი კონსტრუქციები [1].

სუსტი გრუნტის ბაზალტის ფიბრის შემცველი პოლიმერული კრიოგელით გაძლიერების სქემა წარმოდგენილია 1-ელ სურ-ზე.

წარმოდგენილი ტექნოლოგიით გრუნტების გაძლიერებისათვის სახალი ნაწილის ქვეშ გზის ღერძის ორივე მხარეს იბურდება ჭაბურღილები, რომლებშიც იჭირხნება კრიოგელის პოლიმერული ხსნარი, რომლის შედგენილობაში შედის: პოლივინილის სპირტი 3–10%, ბაზალტის ფიბრა 0,5–1%, ბორის მჟავა 0,2–1% და წყალი 88–96% [2].



სურ. 1. საავტომობილო გზის ყრილის ძირში სუსტი გრუნტის კრიოგელით გაძლიერების სქემა

1 - ჭაბურღილები, 2 - სავალი ნაწილის ყრილი, 3 - პერფორირებული პოლიმერული გარცმის მილი, 4 - კრიოგელით გაძლიერებული გრუნტის ცილინდრები

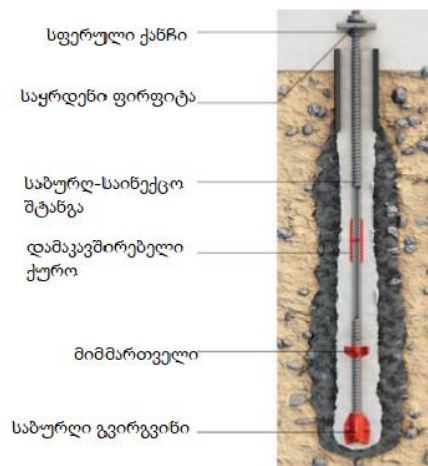
ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ $20-45^{\circ}$ კუთხით დახრილად გაბურღულ ჭაბურღილებში დაჭირხნული კრიოგელით გაძლიერებული გრუნტის ცილინდრების ერთობლიობა წარმოქმნის მაღალი სიხისტის გეოსისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს საავტომობილო გზის სავალი ნაწილის კონსტრუქციის მდგრადობას.

კრიოგელის პოლიმერული ხსნარით და ბაზალტის ფიბრით გაძლიერებული გეოკონსტრუქციის გამოყენება მიზანშეწონილია ეკონომიკური თვალსაზრისითაც, ვინაიდან მისი მოწყობა გაცილებით ნაკლებ დანახარჯებს მოითხოვს, ვიდრე საყოველთაოდ გავრცელებული მეთოდებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით გაძლიერებული მთლიანი ფილის მოწყობა [1].

საავტომობილო გზებისა და გვირაბების მშენებლობა მთაგორიანი რელიეფის და სუსტი მეწყერული ფერდობის ქანების პირობებში დაკავშირებულია მრავალ სირთულესთან. შესაბამისად, უმჯობესია პრევენციული ღონისძიების გატარება მშენებლობის დაწყებამდე.

საავტომობილო გვირაბების პორტალების მიმდებარე ფერდობების გასაძლიერებლად პრაქტიკაში

ხშირად გამოიყენება დაარმატებული ნაშხებ-ბეტონი და სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული ანკერები.



სურ. 2. „TITAN“-ის მოდელის ანკერის სამონტაჟო სქემა [3]

1. სფერული ქანჭი, 2. საყრდენი ფირფიტა, 3. საბურღ-საინექციო შტანგა, 4. შემაერთებელი ქურო, 2.5. ცენტრალური მიმმართველი, 6. საბურღი გვირგვინი

ამჟამად მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებში წარმატებით გამოიყენება გერმანული კომპანია „ISHEBECK GmbH“-ის მიერ დამუშავებული „TITAN“-ის მოდელის ანკერები [3], მე-2 სურ-ზე გამოსახულია შტანგური თვითმზურღავი რკინაბეტონის ანკერი. მზურ-

ღავ-ინიექცირებადი ანკერი „TITAN“-ი მზადდება კონსტრუქციული ფოლადისაგან. ამ ტიპის ანკერების მონტაჟისას საჭირო არ არის ჭაბურღილების წინასწარ გაბურღვა. თითოეული ანკერი აღჭურვილია საბურღი გვირგვინით, რომელიც უზრუნველყოფს ჭაბურღილის შეუფერხებელ ბურღვას, ნაბურღი შლამის გამოტანა ხორციელდება ცემენტის წყალხსნარით. ჭაბურღილის საპროექტო სიღრმემდე გაბურღვის შემდეგ ჭაბურღილში ხდება შესქელებული ცემენტის წყალხსნარის (წ/ც 0,4–0,6) დაჭირხვნა. საბურღი შტანგა რჩება ჭაბურღილში და ასრულებს არმატურის ფუნქციას, შესაბამისად ღებულობს მკუმშავ და გამჭიმავ დატვირთვებს. ჭაბურღილების ბურღვა გარცმის მილის გარეშე და ცემენტის წყალხსნარის დაჭირხვნა საბურღ-საინიექციო შტანგის საშუალებით ერთდროულად ხორციელდება, რაც მნიშვნელოვნად ამარტივებს და ამცირებს „TITAN“-ის მოდელის ანკერის დაყენების ხანგრძლივობას. ამავე დროს, სხვა მსგავსი კონსტრუქციის ანკერებთან შედარებით ერთნაირი სიდიდის დატვირთვების პირობებში „TITAN“-ის ანკერების სიგრძე საშუალოდ 3 მეტრით ნაკლები მიიღება [3].

დასკვნა

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ საგზაო მშენებლობის ინფრასტრუქტურული პროექტების ეფექტური და უსაფრთხო განხორციელება რთული, მთაგორიანი რელიეფის და სუსტი გრუნტების პირობებში, მცირე მატერიალური და ეკონომიკური დანახარჯებით შესაძლებელია, გრუნტების და მეწყრული ფერდობის გამაგრება-გამდიერების ზემოთ აღწერილი, ისეთი თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მასალების გამოყენებით, როგორიცაა: საავტომობილო გზების სავალი ნაწილის ქვეშ სუსტი გრუნტების გასამდიერებლად, ბაზალტის ფიბრით არმირებული გეომასალებისა და პოლიმერული კრიოგელით და ბაზალტის ფიბრით გამდიერებული კონსტრუქციების მოწყობა, ხოლო საავტომობილო გვირაბების პორტალებისა და გზის სავალი ნაწილის მიმდებარე ფერდობების გასამდიერებლად, გერმანული კომპანია „ISHEBECK GmbH“-ის მიერ დამუშავებული „TITAN“-ის მოდელის ანკერების დამონტაჟება.

ლიტერატურა

3. Machmudova, D. A., & Ikramova, F. C. (2020). Strengthening the earthbed using innovative basalt-based materials.
4. Altunina, L. K., Chomenko, A. P., Sigatcev, N. P., Blagorazumov, I. V., & Konishev, S. S. (2013, February 10). *Method of strengthening weak soils of the foundation of the road bed and composition for its implementation* (Patent No. RU 2474651 C2). Russian Federation.
<https://patents.google.com/patent/RU2474651C2/en>
(Original application filed July 15, 2010; Application No. 2010129649/03)
5. Manko, A. V. (2021). On the stabilization of a landslide slope with TITAN anchor support. *Engineering Bulletin of the Don*, (2).

UDC 622. 062

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-196-200>

Modern Methods of Reinforcing Weak Soils

Zurab Lebanidze

Department of Mountain Technology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.

E-mail: zlebanidze@gmail.com

Reviewers:

D. Kupatadze, Professor Faculty of mountain-Geology, GTU

E-mail: d.kupadze@gtu.ge

K. Khazalia, Associate Professor faculty of Construction, GTU

E-mail: kote_k70@mail.ru

Abstract. Transuopic E-60 highway as well as large sections of road parts are built in complex, mountainous terrain, as well as weak grounds and landslide slopes, related to the collapsed, cracked, landslides, such as the adjacent slopes of the road and adjacent slopes of the road, such as the luxurious, cracked. Construction of reinforced concrete support walls.

The presence of weak soils under the roadway of the road leads to their deformations and uneven slabs, which is rarely caused by the construction and damage to the pavement. Recently, the geomasals of basalt fibrous and polymer cryogeles and basalt fibers are used to enhance weak grounds under the driveway.

In order to enhance the slopes of the motor tunnel portals and road roads, the world's leading countries are now successfully using stunning self – reinforced concrete "Titan" processed by the German company. The arrangement of these types of concrete anchor is simplified, which are equipped with self-pour crowns that provide the installation of concrete anchor without pre -drilling wells and pipe. At the same time, under the loads of the same magnitude compared to other similar structures, the length of the "Titan" is concrete anchors, 3 meters on averages.

Keywords: Basalt fibrous geomasals; Construction of tunnels; landslide slopes; Polymer cryogel; "Titan" concrete anchor model; Weak soils.

განხილვის თარიღი 25.04.2025

შემოსვლის თარიღი 27.05.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2025