

UDC 626.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-3-83-89>

ღარული არხების დეფორმაციები

ერეკლე კეჩხოშვილი ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60

E-mail: e.kechkhoshvili@gtu.ge

ვლადიმერ შურღაია ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 60

E-mail: v.shurghaia@gtu.ge

რეცენზენტები:

ი. იორდანიშვილი, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: i.iordanishvili@gtu.ge

ე. კუხალაშვილი, სტუ-ის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: e.kukhalashvili@gtu.ge

ანოტაცია. ღარული არხების დეფორმაციები არის მათი გამოყენების მთავარი დამაბრკოლებელი ფაქტორი.

ნაშრომი ეძღვება საირიგაციო სისტემებისთვის ანაკრები რკინაბეტონის ღარული არხების გამოყენებას. განხილულია ღარული არხების მოწყობის უპირატესობები საქართველოს უსწორმასწორო რელიეფის პირობებისთვის. სტატიაში ახსნილია, რომ მათი დეფორმაციები – საყრდენებიდან ჩამოვარდნა შეიძლება იყოს გამოწვეული ან მშენებლობის (რე-

მონტის) დროს ღარული არხის მოწყობის ტექნოლოგიური სქემის დარღვევით და პირაპირების ელასტიკური სადებებით ჰერმეტიზაციის მაგივრად ცემენტის ხსნარის გამოყენებით, ან კონსტრუქციული მიზეზებით – არხების ქანობის პირობებში ტემპერატურული დეფორმაციის (დაგრძელება-დამოკლების) არათანაბარი მოქმედება ღარის სხვადასხვა ბოლოზე. ახსნილია ამ მიზეზის განსხვავებული ზემოქმედება არაუნიფიცირებულ (ორმხრივ გლუვბოლოიან) და უნიფიცირებულ (პარაბოლურ, მილმაბრიან) ღარებზე. მოყვანილია საკითხის ნა-

ტურული შესწავლის – საყრდენების ტიპის და კონსტრუქციის გავლენა ღარული არხის მდგრადობაზე. სტატიაში მოცემულია ამ მოვლენის აღკვეთის საშუალებები.

საკვანძო სიტყვები: ანაკრები რკინაბეტონის ღარები; პირაპირების ჰერმეტიზაცია; სარწყავი სისტემები; ტემპერატურული დეფორმაციები.

შესავალი

ბოლო წლებში საქართველოში დიდი ყურადღება ექცევა სამელიორაციო ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაციასა და ახალი სისტემების მშენებლობას. ამასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია, რომ მიღებული კონსტრუქციული გადაწყვეტები იყოს ეფექტური როგორც მშენებლობის, ისე ექსპლუატაციის თვალსაზრისით.

ძირითადი ნაწილი

მშენებლობის თვალსაზრისით ეფექტურობა გულისხმობს სხვა თანაბარ პირობებში ადეკვატურად მცირე ღირებულებას, ვადების სიმცირესა და ნაკლებ შრომატევადობას, ხოლო ექსპლუატაციის მხრივ – რემონტის სიმარტივეს, მისი აუცილებლობის შემცირებასა და სისტემის მქვ-ის გაზრდას ანუ წყლის დანაკარგების შემცირებას.

საირიგაციო სისტემების არხების მოწყობის ამ მოთხოვნებს მაქსიმალურად პასუხობს ანაკრები რკინაბეტონის კონსტრუქციები, რომელთა გამოყენებით მშენებლობის პროცესი ძირითადად გულისხმობს სამონტაჟო სამუშაოებს. ამავე დროს

კონსტრუქციების ქარხნული წარმოებით უზრუნველყოფილი ხარისხი განაპირობებს ფილტრაციაზე დანაკარგების სიმცირესა და რემონტებს შორის დროის გაზრდას; ამასთანავე რემონტი დაკავშირებულია ან პირაპირების შეკეთებასთან, ან დაზიანებული კონსტრუქციების გამოცვლასთან.

მელიორაციულ ანაკრებ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ღარებს, რომელთა გამოყენებას საქართველოს პირობებში ნახევარ საუკუნეზე მეტი ხნის ისტორია აქვს. ღარული არხები სხვა კონსტრუქციებთან შედარებით ხასიათდება მრავალი უპირატესობით [1], რომელთა შორის შეიძლება აღინიშნოს:

- ღარები არხის მზა სექციებია, რომლებსაც სჭირდება მხოლოდ საყრდენების მოწყობა და ჰერმეტიზაციის სამუშაოების ჩატარება, რაც მშენებლობის (მონტაჟის) დროს განაპირობებს სამუშაო ოპერაციების სიმცირეს;
- ტრავციულ არხებთან შედარებით ოპტიმალური ცოცხალი კვეთი და დიდი ჰიდრავლიკური რადიუსი, პირაპირების სიმცირის გამო სიმქისის დაბალ კოეფიციენტთან ერთად, ერთნაირ პირობებში მეტი წყლის გატარებას უზრუნველყოფს;
- წყლის დონე ღარულ არხებში, მათი კონსტრუქციული თავისებურებების გამო, მინიმალური ხარჯის გატარების შემთხვევაშიც ინარჩუნებს კომანდობას სარწყავ ფართობთან შედარებით;
- ღარული არხები, საჭიროების მიხედვით სხვადასხვა სიმაღლის საყრდენებზე მოწყობის გამო, ნაკლებად არის დამოკიდებული ტრასის რელიეფზე.

პირველი ღარული არხები, ორმხრივ გლუვბოლოიანი ნახევარწრიული ან ნახევრად ელიფსური ღარებისაგან სიღმით 0,3 – 1,5 მ, გამოყენებული იყო დოეს-გრაკალის, კუმისის, სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის დიდმის სასწავლო მეურნეობის და ზოგიერთ სხვა სარწყავ სისტემაზე. ჰერმეტიზაცია ხდებოდა უნაგირა საყრდენებზე, თითო ღარზე ორივე მხრიდან ელასტიკური სადებების გამოყენებით.

შემდგომში ჩატარებული უნიფიკაციის შედეგად ღარების კონსტრუქციები შეიცვალა ერთი კონსტრუქციით – პარაბოლური კვეთის მილძაბრიანი ღარებით, სიღრმით 0,4, 0,6, 0,8 და 1,0 მ, ასევე უნიფიცირებული საყრდენებით – ხიმინჯებით, დგარებითა და საყრდენი ფილებით. ეს ცვლილება გამოწვეული იყო პარაბოლური კვეთის სიმარტივით როგორც ღარის წარმოების, ისე მონტაჟის დროს. მშენებლობის დროს ღარის გლუვი ბოლო იდგმება წინა ღარის მილძაბრში და ჰერმეტიზაცია ხორციელდება ისევე ელასტიკური (რეზინის ან პო-

როიზოლის) სადებებით. ამდენად, თითო ღარისთვის საჭიროა მხოლოდ ერთი ნაკერის ჰერმეტიზაცია. ტემპერატურული დეფორმაციების აღქმა გავალისწინებულია ნაკერების საშუალებით [2]. აღსანიშნავია, რომ ბევრ შემთხვევაში უნიფიცირებული საყრდენები იცვლებოდა მონოლითურით.

გასული საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისში ანუ ღარული არხების დანერგვიდან 15 – 18 წლის შემდეგ, აღინიშნა არაუნიფიცირებული ღარების ჩამოვარდნა საყრდენებიდან (სურ. 1). ანალოგიური ავარიები, უკვე უნიფიცირებული ღარების შემთხვევებში დაფიქსირდა უკანასკნელ წლებშიც, სარეაბილიტაციო სარწყავი სისტემების ინვენტარიზაციის დროს (სურ. 2). აღსანიშნავია, რომ ეს უფრო ხშირად ხდებოდა ნებისმიერი სიმაღლის დგარების შემთხვევაში და თითქმის არ შეინიშნებოდა საყრდენ ფილებზე. საკითხის შესწავლის შედეგად გამოიკვეთა ორი მიზეზი - სამშენებლო და კონსტრუქციული.



სურ.1 ქვემო ალაზნის სარწყავი სისტემის ღარული გამანაწილებელი გ-61

ნორმატიული საბუთებით ღარების პირაპირების ჰერმეტიზაცია უნდა ხდებოდეს ელასტიკური სადებებით – რეზინის, პოლიმერული მასალის ან ბიტუმნარევი ძენძის ჩალიჩებით, ხოლო ღრიკოები ღარებს

შორის ამოივსოს დაბალი მარკის ბიტუმით ან ბიტუმის საცხით [3,4]. მშენებლობის ან ექსპლუატაციის (დაზიანებული ნაკერების შეკეთების) დროს ღრიკოების ამოვსების აღნიშნული გადაწყვეტის

შეცვლა ცემენტის ხსნარით იწვევს მუშაობის სქემის შეცვლას – ტემპერატურული დეფორმაციები, იმის მაგივრად, რომ ჩაქრეს ყოველ ნაკერში, ჯამდება და

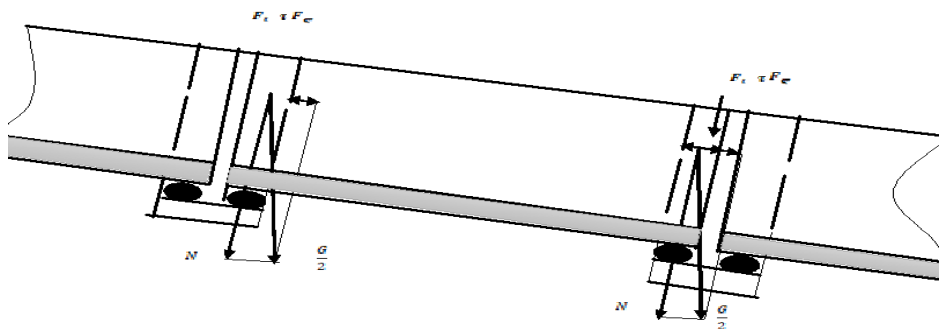
ერთ-ერთ საყრდენზე აღწევს შეუსაბამოდ დიდ მნიშვნელობას, რაც იწვევს ღარის ჩამოვარდნას.



სურ. 2 ლამი-მისაქციელის სარწყავი სისტემის ღარული გამანაწილებელი გ-7

მეორე მიზეზი დაკავშირებულია პერმეტიზაციის პრინციპთან – ტემპერატურული დეფორმაციების კომპენსირება ხდება ყოველ პირაპირში. ამავე დროს ორმხრივ გლუვბოლოიანი ღარების ტემპერატურული დაგრძელება-შემოკლებების თანაბარი აღქმა ორივე პირაპირზე ხდება მხოლოდ ნულოვანი ქანობისთვის. ქანობიანი არხის შემთხვევაში საყრდენზე მოქმედი ღარის სიმძიმის ძალა იშლება ორ –

ნორმალურ და ღერძულ მდგენელად (სურ. 3). ღერძული მდგენელი, თანხვედრილი ქანობის მიმართულებას, ღარის ერთ ბოლოზე აკლდება ტემპერატურული დეფორმაციის ძალას, მეორეზე კი – ემატება. ღარების ბოლოებზე მოქმედი ღერძულად მიმართული ძალების განსხვავებული სიდიდეები იწვევს ღარების ჩამოცოცხვას ქანობის მიმართულებით.

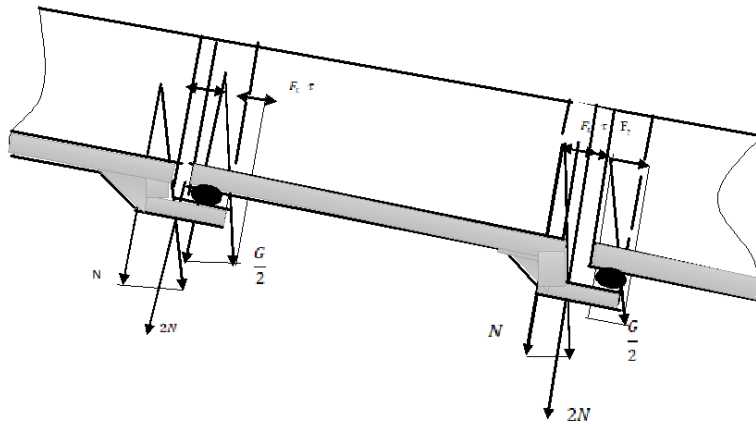


სურ. 3. ტემპერატურული დეფორმაციების სქემა არაუნიფიცირებული ღარებისთვის¹

¹ამ და შემდეგ სურათზე ტემპერატურული დეფორმაცია ნაჩვენებია ცივ პერიოდში ბეტონის შეკუმშვისთვის. წლის თბილ პერიოდში კონსტრუქციის დაგრძელების დროს ტემპერატურული გაფართოების ძალები იქნება საპირისპირო მიმართულების, რაც შესაბამისად აისახება ღერძულ ტოლქმედზე.

შედარებით განსხვავებულია ტემპერატურული დეფორმაციების სქემა უნიფიცირებული ღარებისთვის. ამ შემთხვევაში, როგორც უკვე აღინიშნა, ღარის გლუვი ბოლო იდგმება წინა ღარის მილძაბრში. ამრიგად, მილძაბრიანი ბოლოთი ღარი ეყრდნობა საყრდენს, ხოლო გლუვი ბოლოთი – წინა ღარის მილძაბრს. აქედან გამომდინარე, სიმძიმის ძალის განაწილებაც არათანაბარია (სურ. 4) – თუ გლუვ ბოლოზე მოქმედებს ღარის სიმძიმის ძალის ნახევარი, მილძაბრიან ბოლოს დამატებით გადაეცემა შემდეგი ღარის დატვირთვაც, ე.ი ამ ბოლოზე ჯამში მოქმედებს ღარის თითქმის სრული წონა. შედეგად,

ტემპერატურული დაგრძელება-დამოკლება ხდება ძირითადად გლუვი ბოლოდან, თუმცა ღარების ჩამოცოცება საყრდენებიდან, მართალია, გაცილებით უფრო ნაკლები სიდიდით, მაინც ხდება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საყრდენი ფილების ზომები მნიშვნელოვნად აჭარბებს მილძაბრის საყრდენი ფართობის ზომებს მაშინ, როდესაც დგარებისა და ხიმინჯებისთვის შესაბამისი ზომები ემთხვევა. ამით აიხსნება, რომ უნიფიცირებული ღარების ჩამოვარდნა ძირითადად დაკავშირებულია დგარულ საყრდენებთან (საქართველოში ხიმინჯოვანი საყრდენები პრაქტიკულად არ გამოიყენება).



სურ. 4. ტემპერატურული დეფორმაციების სქემა უნიფიცირებული ღარებისთვის

ცნობილია, რომ ბეტონის ხვედრითი ტემპერატურული დაგრძელება განისაზღვრება ფორმულით:

$$K = 0.00001 \times C^{-1} \text{ მმ/მ},$$

სადაც C არის ტემპერატურა (ტემპერატურათა სხვაობა) ცელსიუსის გრადუსებით.

ნორმალურ პირობებში ბეტონის კონსტრუქციის ტემპერატურული დაგრძელება ან დამოკლება შეიძლება აღწევდეს 0.8 მმ/მ [5]. ღარების სიგრძიდან გამომდინარე (ორმხრივ გლუვბოლოიანი ღარები 4 – 6 მ, უნიფიცირებული ღარები – 6 მ), ერთ ღარზე ტემპერატურული დამოკლება შეიძლება აღწევდეს 3

– 4.5 მმ-ს. მართალია, ერთ სეზონზე საყრდენიდან ღარის ჩამოცოცების სიდიდე მცირეა, წლების განმავლობაში დაჯამებული გადაადგილება შეიძლება აღწევდეს ღარის დაყრდნობის სიგანეს უნაგირა საყრდენზე ან მილძაბრზე – 6 – 8 სმ.

დასკვნა

- ღარების ჩამოვარდნა საყრდენებიდან განპირობებულია ან ჰერმეტიზაციისთვის ცემენტის ხსნარის გამოყენებით, ან ტემპერატურული დეფორმაციის ძალისა და სიმძიმის ძალის

ჰორიზონტალური მდგენელის ურთიერთქმედებით. ეს ურთიერთქმედება მით მეტია, რაც უფრო დიდია ღარული არხის ქანობი;

- ღარების ჩამოვარდნა ძირითადად ხდება ნებისმიერი სიმაღლის დგარიდან ხოლო საყრდენი ფილების გამოყენების შემთხვევაში პრაქტიკულად არ ხდება;
- იმისათვის, რომ მიწის ზედაპირს აცილებული საყრდენებიდან ღარები არ ჩამოვარდეს, უნიფიცირებული დგარების მაგივრად უნდა გამოვიყენოთ მონოლითური ბეტონის საყრ-

დენები განივი კვეთის უფრო დიდი ზომებით, ვიდრე მილძაბრის საყრდენი ზედაპირია. ამავე დროს არხის მონტაჟი უნდა განხორციელდეს მხოლოდ ქანობის მიმართულეებით, ღარის გადაადგილების აღსაკვეთად საყრდენზე უნდა გაკეთდეს ზღუდარი და მკაცრად იყოს დაცული ნაკერების ჰერმეტიზაციის ნორმატიული მოთხოვნები – ღარების პირაპირების ჰერმეტიზაცია უნდა ხდებოდეს მხოლოდ ელასტიკური სადებებით.

ლიტერატურა

1. Kechkhoshvili, E., Maglamyan, H. (2019). Reasons of flume conductivity reduction. *Science and Technologies*, 1(730), 87-92.
2. *Generalization of the experience, design, production, construction and exploitation of flumes*. (1982). (In Russian);
3. Construction Norms and Rules. (2001). *Melioration Systems and Structures. Snip 2.06.03-85*. Moscow. (In Russian); <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854724.pdf>
4. Popov, K.V. (1969). *Melioration channels*. Moscow: Kolos. (In Russian);
5. Razakov, S. Z., Ilyina, P.V., Kholmiraev, C.A. (2018). Thermal deformation of concrete in the conditions of dry hot climate. *Works of Novosibirsk Architecture-Construction State University*, 3(69), 22-30.

UDC 626.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-3-83-89>

Deformations of Ditch Channels

Erekle Kechkhoshvili Institute of Water Management named after Tsotne Mirtskhulava, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 60^b, I. Chavchavadze Ave.
E-mail: e.kechkhoshvili@gtu.ge

Vladimer Shurghaia Institute of Water Management named after Tsotne Mirtskhulava, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 60^b, I. Chavchavadze Ave.
E-mail: v.shurghaia@gtu.ge

Reviewers:

I. Iordanishvili, Doctor of Technical Sciences, Senior Scientist of the Institute of Water Management named after Tsotne Mirtskhulava, GTU
E-mail: i.iordanishvili@gtu.ge

E. Kukhalashvili, Doctor of Technical Sciences, Senior Scientist of the Institute of Water Management named after Tsotne Mirtskhulava, GTU
E-mail: e.kukhalashvili@gtu.ge

Abstract. Deformations of ditch channels are the main obstacle to their use. The work is devoted to the use of reinforced concrete channels for irrigation systems. The advantages of the arrangement of ditch channels for the uneven terrain conditions of Georgia are discussed. It is explained that their deformations – falling from the supports – can be caused either by violation of the technological scheme of the grooved channel arrangement during construction (repair) and by using cement solution instead of sealing with elastic linings of the edges, or by constructional reasons - the uneven effect of temperature deformation (extension-and-shortening) on different ends of the groove in the conditions of swaying of the channels. The different effects of this reason on non-uniform (double-sided smooth-bottomed) and uniform (parabolic, tubular) grooves are explained. A natural study of the issue – the influence of the type and construction of the supports on the stability of the channel is given. The article provides ways to prevent this from happening.

Keywords: irrigation systems; precast reinforced concrete flumes; sealing joints; thermal deformations.

განხილვის თარიღი 28.01.2022

შემოსვლის თარიღი 23.03.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 27.09.2022