საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ISSN 1512-410X

ჰიდროინჟინერია
HYDROENGINEERING
ГИДРОИНЖЕНЕРИЯ

№1-2(29-30)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2021

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი
„ჰიდროინჟინერია“

დაფუძნებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისა და საქართველოს საინჟინრო აკადემიის მიერ.

სარედაქციო კოლეგია:

საქართველოდან: რექტორი დ. გურგენიძე; ვიცე-რექტორი ლ. კლიმიაშვილი, პროფესორები: ი. ქადარია (მთ. რედაქტორი), ა. მოწონელიძე, ზ. დანელია, ა. ბაგრატიონ-დავითაშვილი, ი. ინაშვილი, ზ. მეგრელიშვილი, ლ. ღოღელიანი, შ. გაგოშიძე, მ. გრძელიშვილი, შ. მესტვირიშვილი, მ. ნაცვლიშვილი. საგამომცემლო სახლ „ტექნიკური უნივერსიტეტის” დირექტორი მ. მეძმარიაშვილი; სტამბის ხელმძღვანელი გ. ჯერენაშვილი; ასოც. პროფესორი (პასუხისმგებელი პირი) ა. გოგოლაძე.

ამერიკის შეერთებული შტატებიდან: აიოვას შტატის უნივერსიტეტის პროფესორები: არდით მანი, რამეშ კანვარი, ემი კალიკტა, სტივენ ფრიმენი, როი გუ.

რუსეთიდან: მოსკოვის სახელმწიფო სამშენებლო უნივერსიტეტის პროფესორი ო. პრიმინი.

EDITORIAL BOARD:

Georgia: Rector D. Gurgenidze; Vice-Rector L. Klimiashvili; professors: I. Kadaria (Chief Editor), A. Motsonelidze, Z. Danelia, A. Bagration-Davitashvili, I. Inashvili, Z. Megrelishvili, L. Ghogheliani, Sh. Gagoshidze, M. Grdzelishvili, Sh. Mestvirishvili, M. Natsvlishvili; Director of the Publishing House “Technical University” M. Medzmariashvili; Head of Printing House G. Jerenashvili, associated professor A. Gogoladze (Responsible person).

USA: Prof. Ardith Maney, Ramesh Kanwar, Amy Kalikta, Steven Freeman, Roy gu (Aiowa State University).

Russia: Prof. O. Primin, (Moscow state University of Civil Engineering).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Грузия: Ректор Д. Гургенидзе; Вице-ректор Л. Климиашвили; Профессора И. Кадария (гл. редактор), А. Моцонелидзе, З. Данелия, А. Багратион-Давиташвили, И. Инашвили, З. Мегрелишвили, Л. Гогелиани, Ш. Гагошидзе, М. Грдзелишвили, Ш. Мествиришвили, М. Нацвлишвили; директор Издательского дома «Технический университет» М. Медзмариашвили; Руководитель типографии Г. Джеренашвили, ассоц. профессор А. Гоголадзе (ответственное лицо).

США: проф. Ардит Ман, Рамеш Канвар, Эми Калекта, Стивен Фримен, Рои Гу (Университет штата Айова).

Россия: проф. О. Примин, (Московский государственный строительный университет).

მისამართი: საქართველო, თბილისი, 0160, კოსტავას ქ. 77, I კორპუსი. ტელ.: 2-33-06-87, ჟურნალის ვებგვერდი www.cetl.gtu.ge

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021

ყველა უფლება დაცულია. ამ ჟურნალის არც ერთი ნაწილის (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.
საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.
გამოქვეყნებული მასალის სიზუსტეზე პასუხისმგებელია ავტორი (ავტორები).

Verba volant, scripta manent

შინაარსი

ჰიდროინჟინერია

შ. გაგოშიძე, ი. ქადარია, მ. კოდუა, გ. კახაძე. მაღლივი კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით კლდოვანი ფუძეების წარეცხვების გაანგარიშებისათვის 5

ვ. ნანიტაშვილი. დასაწვიმი დანადგარის გვერდითი მდგრადობის კრიტიკული კუთხეების ანგარიშისთვის 14

მ. ნაცვლიშვილი, ნ. ნაცვლიშვილი. საქართველოს დასახლებულ ადგილებში სასმელი წყლის მოხმარების შესახებ 18

ი. ქადარია, გ. ნოსელიძე, ბ. მასპინძელაშვილი. საანგარიშო წყალდიდობის ხარჯის პრაქტიკული პროფილით და ფართოზღურბლიანი წყალსაშვით გატარების ანალიზი 22

ტექნიკური მეცნიერებები

ა. ჩიქოვანი, მ. შენგელია. ცემენტის მარკა და აქტიურობა 28

დ. კუჭუხიძე, ზ. მედულაშვილი, ნ. მეფარიშვილი, ი. კუჭუხიძე. ეკოლოგიურად სუფთა მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები 39

დ. კუჭუხიძე, ზ. მედულაშვილი, ი. კუჭუხიძე. ბუნებრივ აირზე და მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები 50

ს. გოდერძიშვილი. თბური ენერგიის ეკონომია შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების ტემპერატურის გაზრდის გზით 63

მათემატიკა

ბ. მასპინძელაშვილი, ი. ქადარია. ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ 70

აგრარული მეცნიერებები

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, თ. ჩიტაძე. შპს „ბორჯომის“ ქარხნის მიერ წარმოებული ჰიდროკარბინატული მინერალური წყლების სეზონური მონიტორინგი და პროდუქტიულობა 76

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, გ. მაღრაძე. „ნათენაძის მარნის“ მიერ აღდგენილი მესხური ვაზის ჯიშებისგან წარმოებული ღვინოების პროდუქტიულობა საერთაშორისო ბაზარზე 88

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, გ. მაღრაძე. ქართული სუფრის მშრალი ორდინალური და სამარკო ღვინოების კონკურენტუნარიანობა სამომხმარებლო ბაზარზე 95

ნ. ოსიაშვილი. საკვების და კვების გავლენა ვირის სარძეო პროდუქტიულობაზე და მისი გამოყენების ეკონომიკური მაჩვენებლები 107

ნ. ოსიაშვილი. ვირის რძის მომგებიანობა და ეკონომიკური ღირებულება 111

რეფერატები 116

CONTENTS

Hydroengineering

Sh. Gagoshidze, I. Kadaria, M. Kodua, G. Kakhadze. TO CALCULATE THE SCOURING OF ROCK FOUNDATIONS OF A BLOCK STRUCTURE BY WATER FLOWS FALLING FROM HIGH DAMS 5

V. Nanitashvili. ABOUT CALCULATION OF CRITICAL ANGLES OF LATERAL STABILITY OF SPRINKLING EQUIPMENT 14

M. Natsvlishvili, A. Natsvlishvili. DRINKING WATER CONSUMPTION IN POPULATED AREAS OF GEORGIA 18

I. khadaria. G. Noselidze, B.Maspindzelashvili. SKIO ANALISYS OF ESTIMATED FLOOD FLEW RATE WITH PRACTIRAL PROFILE AND WIDE DPILLWAY THRESHOLD 22

Technical Sciences

A. Chikovani, M. Shengelia. CEMENT BRAND AND ITS AACTIVITY 28

D. Kuchukhidze, Z. Medulashvili, N. Meparishvili, I. Kuchukhidze. HIGH-EFFICIENCY HEATING BOILERS RUNNING ON ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOLID FUELS 39

D. Kuchukhidze, Z. Medulashvili, I. Kuchukhidze. HIGH-EFFICIENCY HEATING BOILERS RUNNING ON NATURAL GAS AND SOLID FUELS 50

S. Goderdzishvili. SAVINGS OF THERMAL ENERGY BY INCREASING THE TEMPERATURE OF INNER SURFACES OF FENCING CONSTRUCTIONS 63

Mathematics

B. Maspindzelashvili Y. Qadaria. ABOUT ONE METHOD OF DECOMPOSING THE RATIONAL FUNCTION OF A REAL VARIABLE INTO SIMPLER FRACTIONS 70

Agrarian Sciences

G. Danelia, T. Palavandishvili, T. Chitadze. SEASONAL MONITORING AND PRODUCTIVITY OF HYDROCARBONATE MINERAL WATERS PRODUCED BY BORJOMI LLC 76

T. Palavandishvili, G. Danelia, G. Maghradze. PRODUCTIVITY OF WINES MADE FROM MESKHETIAN GRAPE VARIETIES RESTORED BY NATENADZE'S CELLAR ON THE INTERNATIONAL MARKET 88

T. Palavandishvili; G. Danelia; G. Maghradze. COMPETITIVENESS OF AT DRY VINTAGE AND ORDINARY WINES GEORGIAN TABLE, IN THE CONSUMER MARKET 95

N. Osiashvili. IMPACT OF FEED AND NUTRITION ON DONKEY MILK PRODUCTIVITY AND ECONOMIC INDICATORS OF ITS USE 107

N. Osiashvili. PROFITABILITY AND ECONOMIC VALUE OF DONKEY MILK 111

Summaries 123

UAK 627.8

მაღლივი კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით ქვედა ბიეფის კლდოვანი ფუძეების წარეცხვების გაანგარიშებისათვის

შ. გაგოშიძე, ი. ქადარია, მ. კოდუა, გ. კახაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *ნაშრომში განიხილება მაღლივი კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით კლდოვანი ფუძის გარეცხვის ორმოს გაანგარიშების მეთოდი, რომელიც, არსებული მეთოდებისგან განსხვავებით, ითვალისწინებს ისეთ ფაქტორებს, როგორიცაა კლდის ბზარიანობა, ვარდნილი ნაკადის ფილტრაცია დაბზარულ კლდოვან ფუძეში, ფილტრაციული უკუწნევით ბუდიდან კლდოვანი ელემენტის ამომგდები ძალა და ა.შ. გამოყვანილია კლდოვანი ფუძის გარეცხვის სიღრმის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც მაღალი სიზუსტით შეესაბამება არსებულ ნატურულ დაკვირვებებსა და ლაბორატორიული კვლევების შედეგებს.*

საკვანძო სიტყვები: *კლდოვანი ფუძე, ვარდნილი ნაკადი, ბზარის გახსნა, ფილტრაციული ნაკადი, გარეცხვის ორმო.*

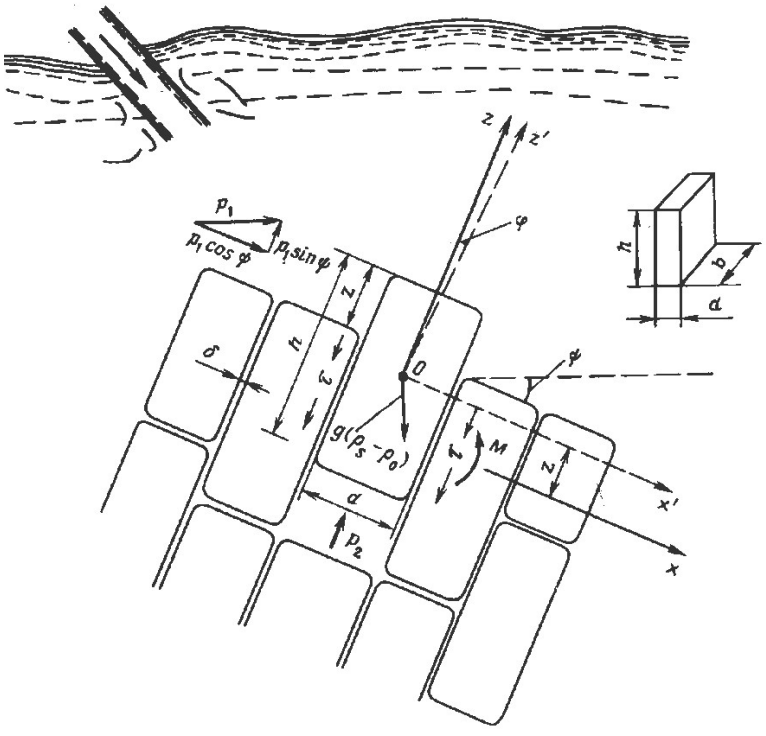
1. შესავალი

კლდოვანი გრუნტის გამორეცხვის გაანგარიშების არსებული მეთოდების მიხედვით ფუძის გამორეცხვის პროცესი მთავრდება მაშინ, როდესაც ვარდნილი ჭავლის სიჩქარე გამორეცხვის ორმოში ორმოს სიღრმის ზრდასთან ერთად ეცემა ე. წ. დასაშვებ სიჩქარემდე. აქამდე როგორც წესი, დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობა განისაზღვრება ექსპერიმენტულად ან ემპირიულად, ძალზე გამარტივებული და ნაკლებად არგუმენტირებული საანგარიშო სქემების საფუძველზე. ამ სქემებში არ გაითვალისწინება ისეთი მნიშვნელოვანი ფაქტორები როგორიცაა: კლდოვანი ფუძის ბზარიანობა, ფუძის ქანების დახრილობა, ფუძის შემადგენელი ბლოკების ფიზიკურ-მექანი-

კური თვისებები, ბლოკებს შორის არსებულ ღიობებში ვარდნილი ჭავლის შეღწევადობის უნარი და ა.შ.

2. ძირითადი ნაწილი

დაბზარული კლდოვანი ფუძის გამორეცხვის პროცესი იწყება ფუძის შემადგენელი ელემენტის (ბლოკის) მდგრადობის დარღვევითა და მისი ამოწევით ბუდიდან. ეს ხდება მაშინ, როდესაც ბლოკის ფუძეზე მოსული ჰიდროდინამიური წნევა გადააჭარბებს, მის თავზე არსებულ ჰიდროსტატიკურ წნევას, რაც შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ზემოდან ვარდნილი ჭავლი გაარღვევს რა წყლის ფენას ქვედა ბიეფში, შეაღწევს ნაპრალებს შორის და იმოქმედებს ბლოკზე ქვემოდან ზემოთ. თუ წნევათა ეს სხვაობა გადაფარავს ნატეხის წონასა და კულონის ხახუნის ძალას მის გვერდითა ბლოკებთან, ნატეხი იწყებს ვიბრაციას თავის ბუდეში და შესაძლოა მთლიანად ამოვარდეს ბუდიდან.



ნახ. 1. ვარდნილი ნაკადით ფუძეში დაბზარული კლდოვანი ქანის გარეცხვის საანგარიშო სქემა

ნახაზ 1-ზე წარმოდგენილია საანგარიშო სქემის შესაბამისად და ამ მოსაზრებებიდან გამომდინარე, კლდოვანი ნაწილაკის საკუთარ ბუდეში მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\rho_S' W_S \frac{d^2 z}{dt^2} = -(\gamma_S - \gamma_0) W_S \cos\psi + p_1 b \sin\psi z + p_2^* bd - Abdz -$$

$$- f_1 c_x x(h-z)b - f_k c_\varphi \frac{(h-z)^2}{2} b\varphi;$$

$$\rho_S W \frac{d^2 x}{dt^2} = (\gamma_S - \gamma_0) W_S \sin\psi + p_1 bz \cos\psi - c_x x(h-z)b; \qquad (1)$$

$$\theta_0 \frac{d^2\varphi}{dt^2} = p_1 b \frac{h-z}{2} z\cos\psi + p_1 b \frac{d}{2} z \sin\psi + c_x x \frac{h-z}{2} zb - c_\varphi \frac{(h-z)^2}{2} b\varphi;$$

სადაც ρ_S' არის ბლოკის სიმკვრივე მიერთებული მასის გათვალისწინებით, $\rho_S' = \rho_S + r\rho_0$; ρ_S და ρ_0 – კლდოვანი ელემენტის და წყლის სიმკვრივეები; r_0 – მასის კოეფიციენტი; W_S – კლდოვანი ელემენტის მოცულობადაყვანილი პრიზმაზე; γ_S და γ_0 კლდოვანი ელემენტისა და წყლის კუთრი წონები; ψ – დაბზარული კლდოვანი ფუძის დახრილობა; p_1 - ბლოკის ძირზე მოქმედი საწყისი ჰიდროდინამიური წნევა; p_2^* – ჭავლის ჰიდროდინამიური წნევაა, ბუდიდან წამოწეული ბლოკის ძირზე; b და d ბლოკის სიგანე და სისქვა, დაყვანილი მართკუთხა პარალელეპიპედზე; A აღნიშნავს სიდიდეს $A = \gamma_0\left(\frac{\nu}{k} + \cos\psi\right)$, სადაც ν - წამოწეული ბლოკის ქუსლზე მოსული ფილტრაციული ნაკადის სიჩქარეა; k - ფილტრაციის ტურბულენტობის კოეფიციენტი; z - ბლოკის მასის ცენტრის ვერტიკალური გადაადგილება; f_1 – კულონის ხახუნის კოეფიციენტი; c_x - კლდის ბლოკის დრეკადი წინაღობის კოეფიციენტი ბლოკის გადაადგილებისას x ღერძის მიმართულებით; f_k – ბუდეში კლდის ბლოკის რყევის ხახუნის კოეფიციენტია, რომელიც დამოკიდებულია ურთიერთშემხებ მასალებზე (ჩვეულებრივ $f_k < f_1$); c_φ – კლდის დრეკადი წინაღობის კოეფიციენტია ბლოკის მასის ცენტრის ირგვლივ მობრუნებისას; φ – ბლოკის მასის ცენტრის ბრუნვითი გადაადგილება; θ – ბლოკის ინერციის მომენტი ბლოკის მასის ცენტრში გამავალი ღერძის მიმართ; τ და M – შესაბამისად მხები ძაბვებისა და აქტიური ძალების მომენტებია ბლოკის სიმძიმის ცენტრის მიმართ მოძრავ $x'oz'$ კოორდინატთა სისტემაში; δ - ბზარის გახსნის სიგანე.

p_2^* და A სიდიდეების არსებობა (1) სისტემაში უკავშირება ბუდიდან წამოწეული ბლოკის ქუსლზე p_2 ჰიდროდინამიური წნევის განსაზღვრას. დარსის კანონის თანახმად, წყლის ფილტრაციის სიჩქარე ბლოკის გარშემო ნაპრალებში განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$g\nu = -k[g\cos\psi + \frac{1}{\rho}\frac{\partial p_2}{\partial(h-z)}] \tag{2}$$

მივიჩნიოთ, რომ ფილტრაციული ნაკადის სიჩქარე და შესაბამისად, ფილტრაციის კოეფიციენტი არ იცვლება ნაპრალის მთელ (h-z) სიგრძეზე. მაშინ (2) განტოლების ინტეგრალი z=0, $p_2 = p_2^*$ სასაზღვრო პირობის დაცვით გვაძლევს:

$$p_2 = p_2^* - \gamma_0[(\nu/k) + \cos\psi]z = p_2^* - Az\,, \tag{3}$$

რაც ჩასმულია კიდეც (1) განტოლებაში.

თუ უგულველვყოფთ (1) სისტემის პირველ განტოლობაში შედარებით მცირე ბოლო წევრს და მცირე გადაადგილებების წარმოებულების ნამრავლებს, მივიღებთ ორი წრფივი დიფერენციალური განტოლებისგან შემდგარ φ-სგან დამოუკიდებელ გაწრფივებულ სისტემას:

$$\rho_S' W_S \frac{d^2z}{dt^2} = -g(\rho_S - \rho_0)W_S\cos\psi - fc_x hx + p_1 bz\sin\psi + p_2^* bd - Abdz;$$
$$\rho_S' W_S \frac{d^2x}{dt^2} = g(\rho_S - \rho_0)W_S\sin\psi + p_1 bz\cos\psi - c_x bhx. \tag{4}$$

ამ სისტემის ამოხსნა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ საწყის პირობებს: $t = 0,\ x = x_0,\ \frac{dx}{dt} = 0;\ z = z_0,\ \frac{dz}{dt} = 0$.

x_0, z_0 მდგომარეობაში ბლოკი სტაციონარულ წონასწორობაშია და მის სტატიკურ არამდგრადობის (ბუდიდან ამოგდების) კრიტერიალურ პირობას აქვს შემდეგი სახე:

$$p_2^* > \gamma_S h[(\rho_S - \rho_0)/\rho_S'](\cos\psi + f\sin\psi) + \frac{z_0}{d}(f\cos\psi - \sin\psi)p_1 + Az_0 \tag{5}$$

ამასთან, როცა $z_0 = 0$ ბლოკი რჩება თავის ბუდეში, ხოლო თუ $z_0 = h$ – ვარდება ბუდიდან.

განტოლებათა (4) სისტემიდან გამომდინარე, ბლოკის დინამიური მდგრადობის პირობა თავის ბუდეში დაიყვანება შემდეგი მატრიცის საკუთარი მნიშვნელობების განსაზღვრაზე:

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ \dfrac{p_1 \sin\psi}{\rho_S' dh} - \dfrac{A}{\rho_S' h} & 0 & -\dfrac{fc_x}{\rho_S' d} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \dfrac{p_1 \cos\psi}{\rho_S' dh} & 0 & -\dfrac{c_x}{\rho_S' d} & 0 \end{vmatrix}, \tag{6}$$

რასაც მივყავართ ბიკვადრატული განტოლების ამოხსნამდე საკუთარი რიცხვების სიხშირის მიმართ და მიგვითითებს ბუდეში ბლოკის დინამიურ არამდგრადობაზე. კერძოდ, თუ შესრულდება ამოგდების შემდეგი კრიტერიალური პირობები:

$$\left.\begin{aligned} c_x &< \frac{p_1}{h}\sin\psi - A\frac{d}{h}; \\ A &> (\frac{p_1}{h}\sin\psi - f\cos\psi \end{aligned}\right\}, \tag{7}$$

მაშინ, წამოწეული ბლოკი აუცილებლად დატოვებს თავის ბუდეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ის შეასრულებს რხევით მოძრაობას, რომლის ამპლიტუდა დამოკიდებულია ბლოკზე მოქმედი ჰიდროდინამიური დატვირთვების თანაფარდობაზე.

ეს კრიტერიუმები მიგვითითებს იმაზე, რომ კლდოვანი ელემენტის საკუთარ ბუდეში მდგრადობის შეფასებისას, გარკვეული მნიშვნელობა აქვს არა მხოლოდ ნატეხის, არამედ ბზარების ამომვსები მასის დრეკადი თვისებების გათვალისწინებასაც. ბლოკის ქუსლზე მოქმედი ამომგდები ჭარბი უკუწნევის დასადგენად შეგვიძლია ვისარგებლოთ სიგრძეზე ცვლადი ხარჯის მქონე სითხის დინების განტოლებით:

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{v^2}{2g}\right) + \frac{1}{\gamma_0}\frac{dp}{dx} + i_f - i_0 + \frac{Q}{g\omega^2}\frac{dQ}{dx} = 0, \tag{8}$$

სადაც ν კლდის ფუძის ბზარებში მოძრავი წყლის სიჩქარეა; p – წნევა; i_f – ხახუნის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება დამოკიდებულებით $i_f = Q^2/k^2 = Q^2/\omega^2 C^2 R$, სადაც Q არის მაგისტრალური ბზარში გამავალი წყლის ცვლადი ხარჯი; k – ხარჯის მოდული; ω – ბზარის განივკვეთის ფართობი; C – შეზის კოეფიციენტი; R – ბზარის

ჰიდრავლიკური რადიუსი; i_0 – ფსკერის ქანობი, რომელიც ემთხვევა მაგისტრალური ბზარის დახრას.

(8) განტოლებაში წარმოებული $\frac{dQ}{dx}$ აღნიშნავს ზედაპირული ბზარებიდან კლდის ფუძეში შეჭრილი წყლის ჭავლის ხარჯის ცვლილებას. ჭავლის ეს ცვალებადი ხარჯი იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\frac{dQ}{dx} = -q_{\text{გად}} = -\mu\omega_{\text{ნაპრ}}\sqrt{2g(\frac{p}{\gamma_0} - h_{\text{ქვ}})}, \tag{9}$$

სადაც μ არის ბზარებში გამავალი სითხის ხარჯის კოეფიციენტი; $\omega_{\text{ნაპრ}}$ – ნაპრალების განივი კვეთის დაყვანილი ფართი; $\omega_{\text{ნაპრ}} = \omega / d$ d – ბლოკის სიგანე; $h_{\text{ქვ}}$ – წყლის სიღრმე ქვედა ბიეფში ; $q_{\text{გად}}$ – გადინების ხარჯის ინტენსიურობა.

(8), (9) განტოლებებზე დაყრდნობით მიიღება კლდოვან ფუძეში შეღწეული წყლის ჭავლის ხარჯის, ფილტრაციული ნაკადის ინტენსიობისა და სიმაღლიდან ვარდნილი ჭავლის დარტყმის შედეგად შექმნილი ჭარბი წნევის გამოსათვლელი ფორმულები. ამ უკანასკნელს აქვს შემდეგი სახე:

$$p = p_2^* = \gamma_0 H_D e^{-\frac{g\omega^2}{k^2}x} + \gamma_0 h_{\text{ქვ}}, \tag{10}$$

სადაც $\gamma_0 H_D$ არის წნევა, წარმოქმნილი ვარდნილი ნაკადის ქვედა ბიეფის ბზარებიან ფსკერზე დარტყმის წერტილში, რომელიც დამოკიდებულია ვარდნილი ნაკადის ხარჯზე, ვარდნის სიმაღლეზე, ჭავლის აერაციის ხარისხზე, ქვედა ბიეფში შესვლისას ვარდნილი ჭავლის გაშლის კუთხეზე და აგრეთვე, წყლის სიღრმეზე ქვედა ბიეფში.

(10) დამოკიდებულების თანახმად, ჭარბი უკუწნევა, რომელიც აგდებს კლდოვან ელემენტს თავის ბუდიდან, ექსპონენციალურად მცირდება ვარდნილი ჭავლის ქვედა ბიეფის ფსკერის ბზარებში შეღწევის წერტილიდან, რაც კარგად შეესაბამება ს.ვ. ვიზგოს ლაბორატორიული კვლევების მონაცემებს [6].

$H_{\text{ქვ}}$-ს მნიშვნელობა შეიძლება გამოისახოს ქვედა და ზედა ბიეფებს შორის დონეთა H სხვაობით:

$$H_{\text{ქვ}} = 2\beta_1\beta_2 H, \tag{11}$$

სადაც β_1 კოეფიციენტი გამოსახავს ჭავლის ენერგიის დანაკარგებს ქვედა ბიეფის წყლის ბალიშის გავლისას, ხოლო β_2 დამატებით დანაკარგებს ვარდნილი ნაკადის აერაციასა და მსხვრევაზე.

β_1 კოეფიციენტის მნიშვნელობა განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$\beta_1 = 1/(0{,}9 + h_H\sqrt{2gH}\,/10q\sin\alpha)^2, \qquad (12)$$

სადაც $h_{ქვ}$ წყლის სიღრმეა გამორეცხვის ორმოში; q – ვარდნილი ნაკადის ხვედრითი ხარჯი; α – ჭავლის შესვლის კუთხე ქვედა ბიეფის დონეზე.

აღსანიშნავია, რომ საკუთარი ბუდიდან ბლოკის ამოვარდნა ხდება ბზარების შემვსები მასის სრული გამორეცხვის შემდეგ. (5) კრიტერიუმის პირობიდან გამომდინარე, მარტივი გარდაქმნების შემდეგ, მივიღებთ კლდის ფუძის გამორეცხვის ორმოს ლოკალური სიღრმის ძირითად საანგარიშო ფორმულას:

$$h_p = \frac{10q\sin\alpha}{\sqrt{2g}}\left(\left(\frac{\gamma_S-\gamma_0}{\gamma_0}\frac{h(\cos\psi+f\sin\psi)}{2c_{ბ}(1+2m)}\exp\frac{g}{C^2 2m}\right)^{-1/2} - \frac{0{,}9}{\sqrt{\beta_2 H}}\right) - h_H, \qquad (13)$$

სადაც $c_{ბ}$ ბლოკის გარსადენის კოეფიციენტია; m – კლდოვანი ფუძის მასივის დაბზარულობის კოეფიციენტი.

(13)-ში შემავალი კოეფიციენტების ნორმირებისთვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ კლდის ბზარებიანი ფუძის გამორეცხვებზე დაკვირვების ნატურული მონაცემები, რომელთა მიხედვით გარსდენის $c_{ბ}$ და კულონის ხახუნის f კოეფიციენტები დაახლოებით ერთმანეთის ტოლია და უდრის 0,7-ს$\left(c_{ბ} \approx f \approx 0{,}7\right)$. ვარდნილი ნაკადის აერაციასა და დაშლისას $\beta_2 = 0{,}8$, ხოლო მათ გარეშე $\beta_2 = 1$; როცა კლდის ბლოკის სისქე $d > 0{,}3$ მ-ზე, მაშინ $m = 0{,}1$, ხოლო როცა $d < 0{,}3$ მ-ზე, m გამოითვლება ფორმულით:

$$m = \frac{\delta_{mp}}{d}, \qquad (14)$$

სადაც $\delta_{ბზ}$ ბზარის გახსნაა მეტრებში.

ტურბულენტური ფილტრაციის დროს, შეზის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით:

$$C = 10\left(20 - \frac{0{,}14}{d}\right)m\sqrt{d}\,; \qquad (15)$$

როდესაც $\overline{d} > 0{,}07$ მ ($\overline{d}$ ბლოკის დიამეტრია, დაყვანილი სფეროზე), ხოლო როდესაც $\overline{d} < 0{,}07$ სმ:

$$C = 20 - \frac{14}{d}. \qquad (16)$$

ანგარიშებმა დაგვიდასტურა ჩვენ მიერ შემუშავებული მეთოდის მართებულობა, რაც მოყვანილია ცხრილ 1-ში, რომელშიც ჩვენი გაანგარიშებების შედეგები შედარებულია ნატურულ მონაცემთან.

ცხრილი 1

სხვადასხვა მეთოდებით დადგენილი დაბზარული კლდოვანი ფუძის წარეცხვის სიღრმეები განპირობებული კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით

ნაგებობის	ფუძის შემადგენლობა	ბლოკის კუთრი წონა, γ_s, ტ/მ³	კუთრი ხარჯი, q, მ²/წ	სხვაობა ბიეფებს შორის, H, მ	წყლის სიღრმე ქვედა ბიეფში, h_2, მ	ქვედა ბიეფში ჭავლის შეჭრის კუთხე, α	ბლოკის სიმყარე, ზომა, h, მ	გამორეცხვის ორმოს სიღრმე h_p, მ	
								ნატურაში	ფორმულით (13)
წყალსაშვიანი კაშხალი ტრამპლინისებრი წყალსაშვით [8,9]	კარბონატული ქვიშაქვა	2,65	50	16	4	20°	2,12	13-14	13,3
ნაგლუ ჰესი. მდინარე ქაბული. კონსოლური წყალსაგდები [5]	დაბზარული გრანიტი	2,8	20	60	18,3	35°	1,0	2-3	2,2
წყალსაშვიანი კაშხალი ტრამპლინისებრი წყალსაშვით [11]	ბეტონის ბლოკები	2,7	0,112	0,80	0,26	35°	0,03	0,192	0,199
კრასნოიარსკის ჰესი, წყალსაშვიანი კაშხლით [10]	დაბზარული გრანიტი	2,7	58	90,7	16,3	37°	1,5	40	37,6
წყალსაშვიანი კაშხალი ტრამპლინისებრი წყალსაშვით (მაგალითი)	კლდე განვით. ბზარებით	2,7	59	82,5	17,5	53°	4,0	23,8	24,70
ჰიდრავლიკური ღარი ГрузНИИЭГС (ექსპერიმენტი)	ბეტონის ბლოკები	2,65	0,029	2,97	0,06	86°	0,05	0,15	0,155

შენიშვნა: მე-15 ფორმულით გაანგარიშების დროს მიიჩნეულია რომ ψ=0; m=0,1; ψ=0; m=0,1 წარეცხილია ალუვიური ზედაფენა; $h \times d \times b$=0,03×0,06×0,04 მმ; $\delta_{ზ}$ =2 მმ ; m=0,3, ψ=0; ψ=0; m=0,1; h×d×b =0,05×0,5×0,05 მ; $\delta_{ზ}$=3 მმ; m=0,06, ψ=0

3. დასკვნა

ამრიგად, ნაშრომში გამოყვანილი დაბზარული კლდოვანი ფუძის კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით წარეცხვის საანგარიშო ფორმულით გამოთვლილი წარეცხვის სიღრმის მნიშვნელობები მაღალი სიზუსტით შეესაბამება არსებულ ნატურულ დაკვირვებებსა და ლაბორატორიული კვლევების შედეგებს.

ლიტერატურა

1. გაგოშიძე შ.წყლის პერიოდულ ტალღურ მოძრაობათა გაანგარიშების ანალიზური მეთოდები. ტექნიკური უნივერსიტეტი. უაკ 531.717.8:532.59. ISBN 978-9941-28-200-3. 232 გვ.2018.
2. Гагошидзе Ш.Н. К расчету избыточного гидродинамического противодавления в трещи-новатом скальном основании блочной структуры. Гидротехническое строительство и вопросы энергетики в горных условиях/Сб. науч.-техн.статей ГрузНИИЭГС. М.: Энергия. 1981.
3. Гагошидзе Ш.Н. Дохнадзе К. С.О механике размыва трещиноватых скальных пород подающими потоками водыСб.научн.тр.Груз НИИЭГС, М. Энергоатомиздат,1 984
4. Войнич-Сяноженцкий Т.Г. и др. Исследовать и разработать расчеты устойчивости и размывов оснований, сложенных из разно фракционных и скальных пород, под воздействием потоков, сбрасываемых с высоких плотин. Отчет по теме, Груз НИИЭГС.
5. Войнов Ю. П., Прудовский А. М., Смирнов Л. В. Пульсация давления на границе потока под свободнопадающей струей // Труды коорд. совещаний по гидротехнике. Л. 1969. Вып. 52.
6. Вызго М.С. Эксплуатационные мероприятия, прогнозы и способы уменьшения размывов за гидротехническими сооружениями, Ташкент, УзССР, 1966. 292 с.
7. Избаш С.В. Гидравлика местных размывов. «Известия ВНИИГ» т.20, Л., 1937.-245 с.
8. Рубинштейн Г.Л. Лабораторные исследования местного разрушения скалы в нижних бьефах высоких водосливных плотин./Труды координационных совещаний по гидротехнике. Выпуск VII. – М. – Л. Госэнергоиздат, 1963, – С. 375-394.
9. Смольянинов Н.Т. Результаты лабораторного изучения местных размывов при сопряжении бьефов, Труды Института сооружений АН УзССР, вып. 3, 1952.- 152 с
10. Соловьева А.Г. Влияние растекания потока на глубину размыва, «Известия ВНИИГ», т.69, 1962. С. 85 - 97.
11. ЮдицкийГ.А. Экспериментальные исследования пульсации гидродинамической нагрузки на плиты крепления в нижнем бьефе. Изв. ВНИИГ, т. 65, 1960. С. 52 - 68.

УДК 631.367

К РАСЧЕТУ КРИТИЧЕСКИХ УГЛОВ БОКОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДАЛЬНЕСТРУЙНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

В. Наниташвили

(Грузинский технический университет, Тбилиси, ул. М. Костава 77)

Аннотация: *Рассматривается вопрос боковой устойчивости дождевальных установок на склонах. На основе балансового уравнения моментов сил, действующих на установку при её работе на склоне, получена зависимость для определения координаты точки приложения реактивной силы создаваемой высоконапорной струей дождевального аппарата относительно оси возможного опрокидывания установки.*

Ключевые слова: динамическая устойчивость, дождевальная установка, микрорельеф, опрокидывающий и стабилизирующий момент, позиционное действие, реактивная сила.

1. ВВЕДЕНИЕ

Высокие технико-экономические и эксплуатационные характеристики, простота конструкции и хорошие показатели устойчивости позволили авторам рекомендовать позиционную дождевальную установку ДДЧ-50 для орошения плодородных горных массивов.

За последнее десятилетие развитие разномасштабных фермерских хозяйств с рыночными формами организации с/х производства ставит на повестку дня целесообразность создания дождевальных установок параметрического ряда. Базовой моделью при разработке таких установок разной производительности может быть использована принципиальная конструктивная схема, принятая в установке ДДЧ – 50. Для создания дождевальных установок нового поколения желательно иметь надежные, экспериментально или теоретически обоснованные данные в целях обоснованного выбора основных конструктивно-

режимных параметров. Применительно к горным установкам таковыми являются параметры, влияющие на величину углов боковой устойчивости и, соответственно, на пределы функционирования агрегата.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Как известно, показатели устойчивости, применяемые к установкам типа ДДЧ, в основном формируются вектором реактивной силы P, создаваемой высоконапорной струей, вытекающей из вращающегося напорного сопла [1], и величиной координат точки ее приложения относительно оси возможного опрокидывания установки. Целью нижеприведенных расчетов является именно, по возможности, высоким приближением оценить и получить зависимости для определения координат точки приложения силы P.

На рис.1 приведена схема дождевальной установки типа ДДЧ, находящейся в состоянии неустойчивого равновесия с предельным углом бокового уклона β_δ.

С учетом допущений, принятых в работе [1], определим условие устойчивости агрегата. Оно формируется равенством опрокидывающего ($M_{опр}$) и стабилизирующего ($M_{ст}$) моментов, создаваемых активными силами G и P, относительно линии возможного опрокидывания, проходящей в точках соприкосновения нагруженных колес с почвой (точки O_1) (рис. 1).

$$M_{опр} = M_{ст} \tag{1}$$

Из приведенной схемы можем определить:

$$\left.\begin{aligned} M_{ОПР} &= GH\sin\beta_\delta + P(\ell\sin\gamma + h\cos\gamma) \\ M_{ст} &= G(0{,}5B + e)\cos\beta_\delta \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

где: γ – угол наклона напорного сопла относительно плоскости склона;

h и ℓ – соответственно, вертикальная и горизонтальная координаты точки O_2 приложения реактивной силы P относительно точки O_1;

G – вес установки;

H – вертикальная координата центра тяжести (точка O);

B – колея установки;

e – эксцентриситет точки O относительно продольной оси.

Равенство (1) принимает вид:

$$GH\cdot\sin\beta_\delta + P(\ell\cdot\sin\gamma + h\cdot\cos\gamma) = G(0{,}5B + e)\cdot\cos\beta_\delta \tag{3}$$

Уравнение (3) отражает взаимосвязь точки приложения силы P с остальными весовыми и геометрическими параметрами установки.

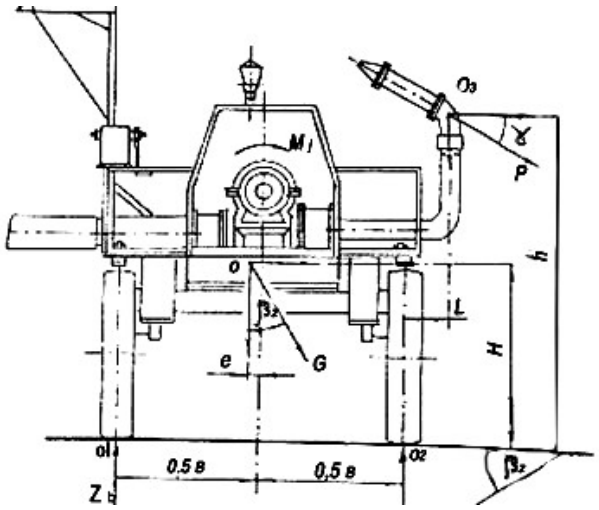


Рис. 1. Схема сил, действующих на дождевальную установку, находящуюся в состоянии неустойчивого равновесия.

При разработке дождевальных установок рассматриваемого типа величину **ℓ** выбирают конструктивно по возможности меньшей, так как в противном случае увеличивается поперечный габарит и, следовательно, ухудшается ее поперечная устойчивость. Поэтому соотношение **ℓ** /h обычно задается в пределах 0,03÷0,04. Указанное дает возможность из уравнения (3) исключить величину **ℓ,** при этом, в конечных результатах погрешность не более 7%. С целью компенсации этой погрешности взамен вертикальной координаты h можно воспользоваться плечом r, являющимся гипотенузой координат **ℓ** и h. Как показал анализ проведенных нами расчетов в этом случае погрешность в конечных результатах снизится, не превышая величину 2%.

С учетом сказанного, с погрешностью менее 2% уравнение (3) можно трансформировать так:

Таким образом:

$$GH \cdot \sin\beta_\delta + r \cdot P \cdot \cos\gamma = G(0{,}5 + e) \cdot \cos\beta_\delta \qquad (4)$$

Из уравнения (4) получается довольно простая зависимость для определения координаты точки приложения реактивной силы P относительно оси возможного опрокидывания

$$r \cong \frac{G}{P} \cdot \frac{(0{,}5B + e) \cdot \cos\beta_\delta - H \cdot \sin\beta_\delta}{\cos\gamma} \qquad (5)$$

На рис. 2 приводится график зависимости (5) для различных значений β_δ. Расчеты приведены на основе данных, приведенных в [1,2].

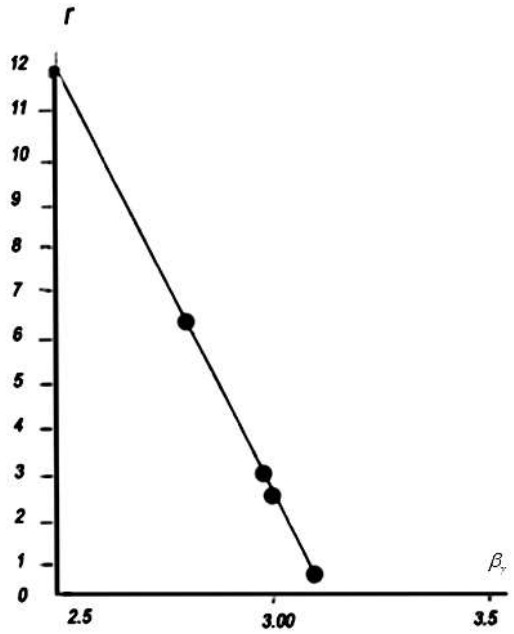


Рис. 2. Зависимость плеча r от величины предельного угла поперечного наклона β_γ

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получена зависимость для определения координаты точки приложения реактивной силы относительно оси возможного опрокидывания дождевальной установки, которой возможно воспользоваться при проектировании вновь разрабатываемых дождевальных установок параметрического ряда типа ДДЧ-50 горной модификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наниташвили О.С., Рехвиашвили Э.Р. Устойчивость дождевальной установки в горных условиях. Тракторы и сельскохозяйственные машины. М. «Машиностроение» №2, с. 19-20.
2. Наниташвили О.С., Рехвиашвили Э.Р., Наниташвили В.О. Устойчивость установки ДДЧ-50 на поперечном склоне. Тракторы и сельскохозяйственные машины. М. «Машиностроение», № 3, 2003. с. 24-29.
3. Nanitashvili O., NanitashviliV. Technology of anti erosion sprinking Irrigation. Bulletin of the Georgian National Akademy of Sciences. 173, №1. 2006. p. 108-109.

ᲣᲓᲙ 628.1

საქართველოს დასახლებულ ადგილებში სასმელი წყლის მოხმარების შესახებ

მ. ნაცვლიშვილი, ნ. ნაცვლიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *ნაშრომში განხილულია საქართველოს დასახლებული ადგილების წყალმომარაგების სისტემების დაპროექტებისათვის სასმელი წყლის ხვედრითი ხარჯის ნორმატიული სიდიდის მიღების საკითხი, რომლის მნიშვნელობაზეცაა დამოკიდებული მთლიანი სისტემის გაანგარიშების სისწორე. საქართველოში სასმელი წყლის მოხმარება, სხვა ქვეყნებისაგან განსხვავებით, გამოირჩევა ჩვევებით, ტრადიციებით, გეოგრაფიული მდებარეობით, კლიმატური პირობებით და სხვა. ამიტომ საჭიროა ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების მიხედვით შევარჩიოთ დასაბუთებული სიდიდეები.*

საკვანძო სიტყვები: წყალმომარაგება, ხვედრითი ხარჯი, დასახლებული ადგილი, წყლის მოხმარება, საიმედოობა.

1. შესავალი

ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე დღეისათვის მოქმედ სამშენებლო ნორმებსა და წესებში (Снип 2.04.01-85; შიგა წყალმომარაგება და კანალიზაცია) პროექტირებისათვის მითითებულია ერთ სულ მოსახლეობაზე სასმელი წყლის მოხმარების ხვედრითი სიდიდეების შესახებ წამში, საათსა და დღე-ღამეში; მაღალი კატეგორიის საცხოვრებელ შენობებში (სადაც არის აირმომარაგება, ცხელი წყალი, წყალარინება) ეს მაქსიმალური სიდიდეები იცვლება 0,2 ლ/წმ-ში, 20 ლ/სთ-ში კაცზე და 400 ლ/დღ.ღ-ში კაცზე. ამავე დროს სანიტარიული ხელსაწყოს წყლის ხარჯი საერთო მოხმარებისას (ცივი და ცხელი) არის 0,3 ლ/წმ და 300 ლ/სთ. ამასთან ერთად გარე წყალმომარაგების

სისტემის დაპროექტებისათვის მოქმედ საშენებლო ნორმებსა და წესებში (Снип 2) მითითებულია ხვედრითი ხარჯები 125-დან 350 ლ/კაცზე დღ.ღ-ში. აქვე მითითებულია, რომ წყლის გამოყენების სქემების შემუშავებისას დასაშვებია შემდეგი ნორმების მიღება – ქალაქებში 600 ლ/დღ.ღ-ში კაცზე და სოფლის დასახლებულ პუნქტებში 150 ლ/დღ.ღ-ში კაცზე. აღნიშნული სიდიდეები საქართველოს დასახლებული ადგილების პირობებისათვის მკვეთრად შემცირებულია. ქვემოთ მოგვყავს აღნიშნული სიდიდეების მოკლე ანალიზი.

2. ძირითადი ნაწილი

ანალიზის მეტი სიცხადისათვის ცხრილებში წარმოდგენილია დროისა და ხარჯის სიდიდეების სხვადასხვა მნიშნელობები:

T, წმ	1	10	20	30	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
Q, ლ	0,3	3	6	9	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180

T, წთ	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	30	40
T, წმ	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1800	2400
Q, ლ	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360	540	720

ცხრილიდან ჩანს, რომ ზემოთ მოყვანილი ხვედრითი ხარჯების მიღება ექსპლუატაციის დროს შესაძლებელია. მაგალითად, 125 ლიტრი მიიღება სანიტარიული ხელსაწყოს მოქმედებისას 7 წუთის განმავლობაში, შესაბამისად 150 ლიტრი – 8-9 წუთში, 300 ლიტრი 17 წუთში, 600 ლიტრი – 33 წუთში. ამგვარად, ხარჯები დამოკიდებულია მათი გამოყენების დროზე, რაც სხვადასხვა ქვეყნისათვის (წყლის მოხმარების ჩვევები, ტრადიცია, კულტურა და სხვ. განსხვავებულია. საქართველოში, როდესაც დიასახლისი ოჯახში აკეთებს სადილს, რეცხავს ჭურჭელს, მოიხმარს სასმელ წყალს ტანსაცმლისა და თეთრეულის რეცხვისათვის და სხვ. მის მიერ ერთი ონკანის დატვირთვის დრო დღე-ღამეში აჭარბებს მინიმუმ 1-2 საათს და ხშირად უტოლდება 3-4 საათს. ე. ი. ნორმატიულ

ლიტერატურაში მოყვანილი სიდიდეები ჩვენი ქვეყნის პირობებისათვის მნიშვნელოვნად მცირეა.

საქართველოში ჯერ კიდევ 1971-1975 წლებში და შემდეგ 1995, 1999, 2000 და 2018 წლებში არსებული პირობებისათვის ქ. თბილისსა და აჭარის რეგიონში ჩატარდა ექსპერიმენტული დაკვირვებები. ამ კვლევებმა გვიჩვენა, რომ საცხოვრებელ შენობებში, სადაც, როგორც წესი, აღარ არის ცენტრალიზებული ცხელი წყალმომარაგების სისტემა, წყალმზომების ჩვენების მიხედვით, სასმელი წყლის დღეღამური ხვედრითი ხარჯის სიდიდე ფართო დიაპაზონში იცვლებოდა 250-1000 ლ/დღ.ღ-ში და მეტი 1 სულზე.

აღსანიშნავია, რომ მცხოვრებთა რაოდენობა ხშირად არასწორად იყო მითითებული, რაც იწვევდა ხვედრითი სიდიდეების დიდ ცვალებადობას იმ შენობებშიც კი, რომლებიც ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან როგორც სართულიანობით, ასევე მდებარეობითაც.

ექსპერიმენტების ჩატარების მიზნით წყალსაზომების დაყენებამ შენობების უმეტესობაში კარგი პირობები შექმნა და უფრო ზუსტი მონაცემების მიღების შესაძლებლობა მოგვცა. ცნობილია, რომ პროექტირებისას საწყისი მონაცემების ზუსტი სიდიდეების მიღებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მთლიანად სისტემის გაანგარიშებისათვის. ნორმატიული ხვედრითი ხარჯების სიდიდის სწორად განსაზღვრა ამაღლებს სისტემის გაანგარიშების საიმედოობას და ასევე აადვილებს ექსპლუატაციის მართვას.

3. დასკვნა

მიგვაჩნია, რომ საქართველოს დასახლებული ადგილების წყალმომარაგების სისტემების დაპროექტებისათვის 300 ლ/დღ.ღ. ერთ სულზე ნაკლები სიდიდის მიღება დაუშვებელია. როგორც აღვნიშნეთ, 300 ლიტრი ეს არის ერთი ონკანის მხოლოდ 25 წუთის ხარჯი, ამიტომ გაანგარიშებისათვის უნდა მივიღოთ უფრო მაღალი მაჩვენებლები, მით უმეტეს, რომ ბოლო ხანს სოფლად შენდება არანაკლებ ქალაქის დასახლებების კეთილმოწყობის ხარისხის შესაბამისი შენობები, სადაც ხშირად სასმელი წყლის დღეღამური ხვედრითი ხარჯი ერთ სულზე აჭარბებს 500-600-800 ლიტრს.

ბუნებრივია, სოფლად გასათვალისწინებელია ნორმატივები შინაურ ცხოველებსა და ფრინველებზეც.

ლიტერატურა

1. ნაცვლიშვილი ნ., კლიმიაშვილი ლ., ნაცვლიშვილი მ., გურგენიძე დ. წყალმომარაგებისა და წყალარინების საფუძვლები, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2012.
2. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий
3. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

ᲣᲓᲙ 626

საანგარიშო წყალდიდობის ხარჯის პრაქტიკული პროფილით და ფართოზღურბლიანი წყალსაშვით გატარების ანალიზი

ი. ქადარია, გ. ნოსელიძე, ბ. მასპინძელაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სტატიაში განხილულია მაქსიმალური საანგარიშო კატასტროფული ხარჯის ქვემო ბიეფში გასატარებლად თვით კაშხალზე დაგეგმარებული პრაქტიკული პროფილით წყალსაშვი საინვესტიციო, საპროექტო თუ საექსპლუატაციო ნაგებობებზე. განხილული მაგალითების ანალიზით ნაჩვენებია პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვის ჩანაცვლება ფართოზღურბლიანი წყალსაშვით, რომელიც გაზრდის ნაგებობის საიმედოობასა და ეკონომიურობას. გათვალისწინებულია ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის ოპტიმალური შეუღლების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება სწრაფდენთან.*

საკვანძო სიტყვები: კატასტროფული ხარჯი; ქვემო ბიეფი; წყალსაშვი; ფართოზღურბლიანი; სწრაფსადენი.

1. შესავალი

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირება და მშენებლობა კორექტულ მიდგომას მოითხოვს გლობალური დათბობის პირობებში. გადახედვას საჭიროებს დღემდე არსებული კატასტროფული ხარჯების გაანგარიშების მეთოდოლოგია. იზრდება მოთხოვნები მაღალი კლასის ნაგებობების დასაფინანსებლად. შესაბამისი საფინანსო ორგანიზაციები მოითხოვენ წყალსაგდები და წყალსაშვები ნაგებობების წყლის გამტარუნარობის გაზრდას, რომელიც შესაბამისად აყენებს საკითხს ნაგებობის ახლებურად კონსტრუირებისა და გაანგარიშების შესახებ. საბაზრო ეკონომიკის პირობებში ასევე დიდი ყურადღება ექცევა ნაგებობის ხანმედეგობისა და ექსპლუატაციის

გაზრდის პირობებს. ზემოთ მოყვანილი პირობების გათვალისწინებით განხილულია საინვესტიციო პროექტით წარმოდგენილ კაშხალზე წყალსაშვები და წყალსაგდები ნაგებობები მდინარე ახაშენი-ხევის მაგალითზე.

2. ძირითადი ნაწილი

ახაშენი-ხევის კალაპოტში (საქართველო, გარდაბნის მუნიციპალიტეტი) პროექტით გათვალისწინებულია 35.2 მეტრი სიმაღლის კაშხლის მშენებლობა ადგილობრივი მასალისაგან. პროექტი შესრულებულია ბელარუსის რესპუბლიკის „Белгипроводхоз“-ის საპროექტო ინსტიტუტის მიერ 2014 წელს (ინსტიტუტის მთავარი ინჟინერი И. И. Копустинекий) და ითვალისწინებს სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვას 5000 ჰა. ფართობზე.

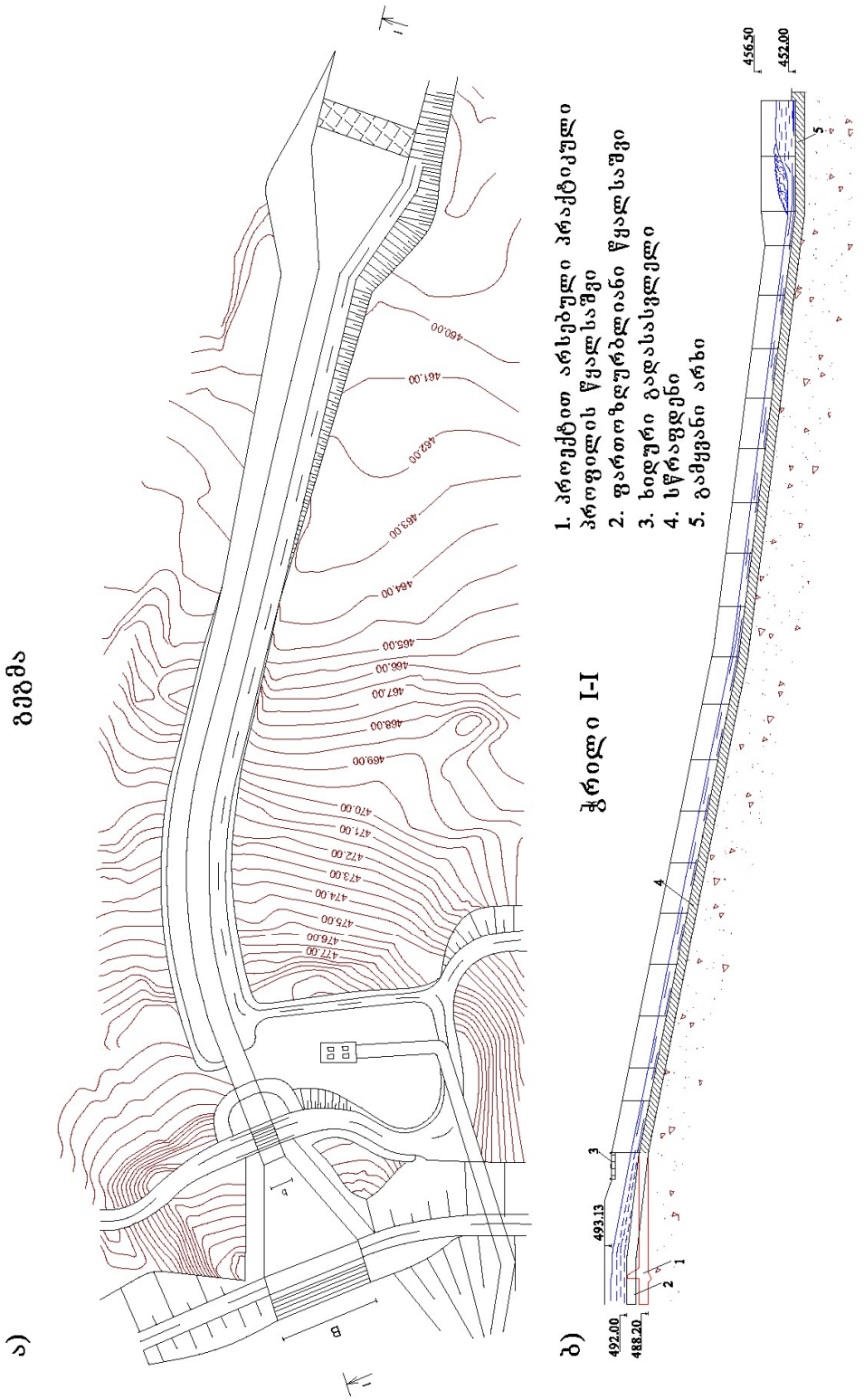
წყალსაცავის სიგრძე და სიგანე თითქმის თანაბარია და მერყეობს 900-1000 მეტრის ფარგლებში და დაახლოებით 100 ჰექტარ ფართობს შეადგენს. უხვი ნალექების პერიოდში, ნაგებობის კლასის შეცვლის შესაბამისად, ჰიდროლოგიურმა გაანგარიშებამ კატასტროფული ხარჯი შეადგინა – 135 მ³/წმ-ში 0.5 %-იანი უზრუნველყოფით, რომელიც მოცემულია №1 ცხრილში.

№1 ცხრილი

მაქსიმალური საანგარიშო წყალდიდობის ხარჯის უზრუნველყოფა

უზრუნველყოფა, %	0,5	1	3	5	10
საანგარიშო მაქსიმალური ხარჯი, Q მ³/წმ	135	95	74	65	50

აღნიშნული ხარჯის ქვემო ბიეფში გასატარებლად თვით კაშხალზე, უკიდურეს მარცხენა ნაწილში დაპროექტებულია ნორმალური, შეტბორილი, ჰორიზონტთან შეთავსებული 3 მეტრი სიმაღლის პრაქტიკული პროფილის ბეტონის წყალსაშვიანი კაშხალი სიგრძით 40 მეტრი (ნახ. 1). შესასვლელი უბანი ჰიდრავლიკური გაანგარიშებით შეუღლებულია 8.5 მ სიგანის სწრაფსადენთან, რომლის საერთო სიგრძეა 463.5 მ.



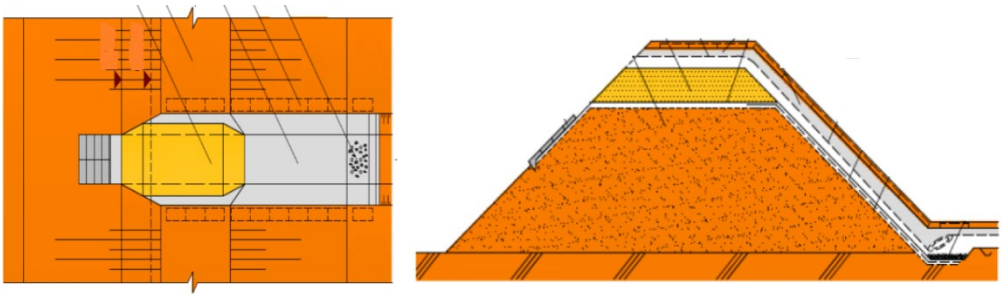
ნახ. 1. ახმენის წყალსაცავზე დაპროექტებული წყალსაგდები ნაგებობა: ა) გეგმა და ბ) ჭრილი

წყალსაგდები კვანძის შესასვლელი უბნის ჰიდრავლიკური შეუღლება სწრაფდენთან შესრულებულია ა. ვ. შევჩენკოს კვლევების მიხედვით (Исследование движения воды на суживающемся входном участке бистратока. Автореф. Дис. На соискание учёной степени канд. техн. Киев, 1968) [1]. აღნიშნული კვლევები მისაღებია წინა პირობების გათვალისწინებით: $B/b = 0{,}935 \div 1.87; Fr_1 = 9 \div 40$ (ნახ. 1), რომელშიც მ. დ. ჩერტოუსოვმა შეიტანა ცვლილებები ს. მ. სლიცკის მიერ ცდების შედეგად მიღებული მონაცემებით: $Fr_1 = 10 \div 60; \theta/2 = 7{,}5^0 \div 19{,}8^0\ B/b = 4 \div 1{,}9;$

ზემოთ აღნიშნული მეთოდით ადგილობრივი მასალისაგან დაპროექტებული და შესრულებულია კომპლექსური დანიშნულების (ირიგაცია, ენერგეტიკა) კაშხალი მდ. თეძამზე (საქართველო, კასპის მუნიციპალიტეტი). პროექტი შესრულებულია უკრაინის რესპუბლიკის „УКРВОДПРОЕКТ“-ის საპროექტო ინსტიტუტის მიერ 2014 წელს (ინსტიტუტის მთავარი ინჟინერი – ა. პ. რომანიშინი).

ასევე აშენებულია კომპლექსური დანიშნულების (წყალმომარაგება, ენერგეტიკა) კაშხალი ადგილობრივი მასალისაგან მდ. არაგვზე (საქართველო, დუშეთის მუნიციპალიტეტი, ჟინვალის წყალსაცავი) და ა.შ.

მიმდინარეობს შედარებით მარტივი გადაწყვეტების ძიება, რომლის ერთ-ერთ მაგალითს წარმოადგენს ე. დ. მიხაილოვის მიერ შემოთავაზებული ახალი კონსტრუქციული წყალსაგდები ნაგებობის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება (ნახ. 2).



ნახ. 2. დაბალდაწნევიანი კაშხალი სარეზერვო წყალსაგდები ნაგებობით

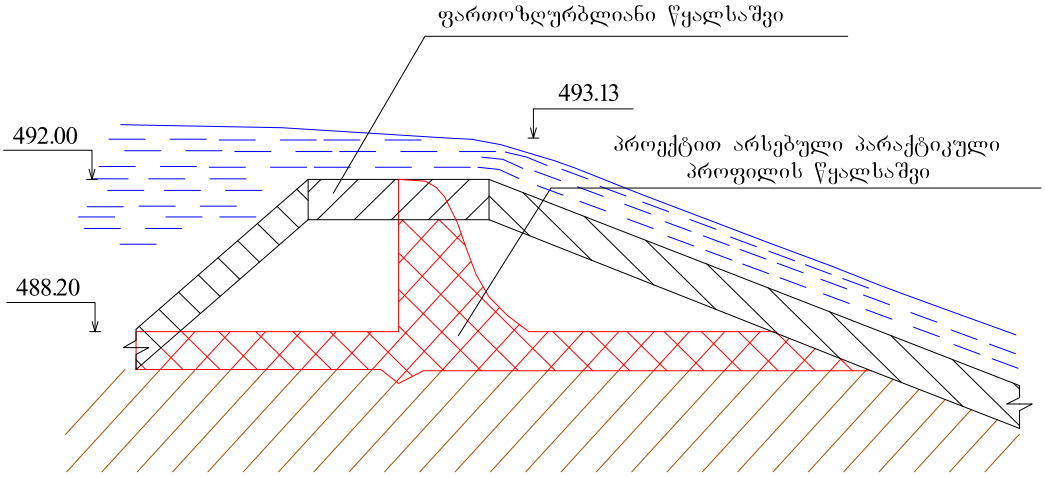
ავტორის მიერ გაანგარიშებულია სარეზერვო წყალსაგდები ნაგებობის ახალი ტიპის კონსტრუქცია, რომელიც გათვლილია წყალდიდობის იშვიათად განმეორებადი

ხარჯის გასატარებლად ჰიდროკვანძში შემავალ ძირითად წყალსაგდებ ნაგებობასთან ერთად. სარეზერვო წყალსაგდები ნაგებობის ძირითადი კონსტრუქციის ელემენტები ადგილობრივი მასალისაა და დაფარულია დამცავი გეომემბრანული საფარით. ამ მეთოდს აღებული აქვს პატენტი. სარეზერვო წყალსაგდების ლაბორატორიული კვლევის შედეგები შემუშავებულია დაუძირავი ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის მაგალითზე, განსაზღვრულია ხარჯის ოპტიმალური კოეფიციენტი, სადაც ძირითადი არის ექსპონენციალური სახის ემპერიული ფორმულა $m = 0.3849 \cdot e^{-0.018\frac{P}{H}}$ შემდეგ დიაპაზონებში: ზღურბლის სიმაღლე $2.37 \leq P/H \leq 4.0$, ზღურბლის სიგანე $5.93 \leq \delta/H < 10.0$. საკითხი დაყენებულია იდეის დონეზე და ამჯერად წარმოდგენილია მხოლოდ სადოქტორო დისერტაციის მეშვეობით.

ზემოთ აღნიშნული საკითხის გადასაწყვეტად და მაქსიმალური საანგარიშო წყალდიდობის ხარჯის გასატარებლად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის გამოყენება (ნახ.3), ნაცვლად კაშხალზე დაპროექტებული პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვისა. ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალგამტარი ფრონტის პარამეტრები იანგარიშება ძირითადი ფორმულით:

$$Q = mb\sqrt{2g}H_0^{3/2}, \tag{1}$$

ხოლო მიღებული პარამეტრების შეუღლება უნდა მოხდეს საანგარიშო წყალდიდობის ხარჯით გაანგარიშებულ სწრაფსადენთან.



ნახ. 3. წყალსაგდები ნაგებობა

წამოწეული პრობლემების ოპტიმალური გადაწყვეტა დამოკიდებულია მომავალი კვლევა-ძიების და მშენებლობისას საექსპლუატაციოდ დადასტურებულ მიღწევებზე.

საკითხის კვლევისათვის საჭიროა ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის წყალსაგდები ნაგებობის სწრაფსადენთან შეუღლების ჰიდრავლიკური პროცესის შესწავლა და მისი ოპტიმალური შეერთების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება, რომელიც გაზრდის მთლიანად ნაგებობის საიმედობასა და ეკონომიურობას.

3. დასკვნა

განხილული საპროექტო თუ საექსპლუატაციო ობიექტების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ წარმოდგენილი თემა აქტუალურია მიმდინარე გლობალური დათბობის პირობებში.

გადახედვას საჭიროებს დღემდე არსებული კატასტროფული გამოწვეული ხარჯების გაანგარიშების მეთოდოლოგია, რომელიც შეცვლილია როგორც გლობალური დათბობით, ასევე ამა თუ იმ ნაგებობის მაღალი კლასის ნაგებობაზე გაზრდილი მოთხოვნებით.

შემოთავაზებული ფართოზღურბლიანი წყალსაშვები ნაგებობის სწრაფდენთან შეუღლების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება წარმოადგენს დასმული საკითხის ერთ-ერთ გადაწყვეტას (ნახ. 3), რომელიც გაუმჯობესებს ნაგებობის ეკონომიურობას, მდგრადობასა და საიმედოობასთან ერთად.

ლიტერატურა

1. П. Г. Кисилева. Справочник по гидравлическим расчетам „Энергия“ Москва· 1972.
2. М. Д. Чертоусов. Гидравлика специальный курс. Государственное энергетическое издательство Москва 1957 Ленинград.
3. Шевченко А. В. (Исследование движения воды на суживающемся входном участке бистротока. Автореф. Дис. На соискание учёной степени канд. Техн. Киев 1968.
4. Курганов А. Д. Гидравлический расчет водопропускных сооружений. К. „Будивельник“.

UDC 666.994

ცემენტის მარკა და აქტიურობა

ა. ჩიქოვანი, მ. შენგელია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სტატიაში მოცემულია ცემენტის სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდები, რომელიც თავდაპირველად თითქმის ყველა ქვეყანას საკუთარი ჰქონდა, რაც ხშირად იწვევდა გაუგებრობას. ნაშრომში განხილულია ცემენტის მარკის განსაზღვრის საწყისი და შედგომი თანდათანობითი განვითარების ეტაპები, რამაც ევროკავშირის ქვეყნები მიიყვანა გადაწყვეტილებასთან, შეექმნათ ერთიანი EN 196 სტანდარტი. განხილულია საქართველოს ცემენტის 3 ქარხნის (რუსთავი, კასპი, ფოთი) 6-6 ტიპის ევროპული კლასის ცემენტი.*

საკვანძო სიტყვები: *ცემენტის მარკა და აქტიურობა, ცემენტის კლასი, გამოცდა, ტექნოლოგია, ჰიდრატაცია, წყალცემენტის ფარდობა, კლინკერი, დუღაბი, თაბაშირი, ქვიშა, გრანულომეტრია, სტანდარტი.*

1. შესავალი

მსოფლიოს ცივილიზაცია წარმოუდგენელია მშენებლობის, ხოლო მშენებლობა – მისი ერთ-ერთი მთავარი საშენი მასალის – ცემენტის გარეშე, რომლის 50-ზე მეტი სახესხვაობა მილიარდ ტონაზე მეტი მზადდება წელიწადში, მისგან კი 2 მილიარდ კუბურ მეტრზე მეტი ბეტონი და რკინაბეტონი მზადდება.

ცემენტის მარკა განისაზღვრება ნიმუშების სიმტკიცის გამოცდით. ნიმუშები დამზადებულია ცემენტის, სტანდარტული თვისების ქვიშისა და წყლის ნარევისაგან. ცემენტის მარკებად დაყოფა დაიწყო XX საუკუნის დასაწყისში. განვლილ პერიოდში ცემენტის სიმტკიცის გამოცდის და კლასიფიკაციის მეთოდები რამდენჯერმე შეიცვალა, რაც

დაკავშირებულია მთელ რიგ მიზეზებთან. ამის ყველაზე არსებით მიზეზად უნდა ჩავთვალოთ ცემენტის წარმოების ტექნოლოგიის სისტემატური სრულყოფა, პორტლანდცემენტის თვისებების, კერძოდ სიმტკიცის ზრდა (ცხრ. 1). გარდა ცემენტის გამოცდის მითითებული მეთოდებისა და კლასიფიკაციის მეთოდების შეცვლისა, არსებითი მნიშვნელობა ჰქონდა მშენებლობაში ცემენტის გამოყენების გამოცდილებასაც.

2. ძირითადი ნაწილი

ცემენტის გამოცდის მეთოდების დამუშავების დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს სიმტკიცის განსაზღვრა ცემენტის ბეტონში გამოცდის გარეშე, გადამყვანი კოეფიციენტების დახმარებით ბეტონის შემადგენლობის გაანგარიშება; ცემენტის პარტიის ერთგვაროვნობის ხარისხის დადგენა; ცემენტის ქარანაში ოპერატიული, მასიური, რეგულარული გამოცდა და საკონტროლო გამოცდები სამშენებლო მოედანზე.

ცხრილი 1

თარიღი	მარკა ცემენტი	ნარევის სახეობა და ნიმუშების ფორმა ცემენტის მარკის დასადგენად
1	2	3
1930 წლის 1 ოქტომბრამდე	150-მდე	ხისტი; კუბიკი 7,07×7,07×7,07 სმ
1932 წლის 1 ნოემბრამდე	პორტლანდცემენ- ტისათვის 160, 275, 420	ხისტი; კუბიკი 7,07×7,07×7,07 სმ
1933 წლის 1 ნოემბრამდე	200, 250, 300 400, 500, 600	ხისტი; კუბიკი 7,07×7,07×7,07 სმ
1941 წლის 1 აგვისტომდე	პორტლამდცემენ- ტისათვის 200,250 300,400,500,600	ხისტი; კუბიკი 7,07×7,07×7,07 სმ

1967 წლის 1 ივლისამდე	სხვადასხვა სახეობის ცემენტისათვის სხვადასხვა	პლასტიკური, წ/ც = 0,4 ან მეტი, ძელაკები 4×4×16 სმ
1992 წელი	სხვადასხვა ცემენტისათვის	პლასტიკური ნარევი. ძელაკები 4×4×16 სმ
2000 წელი EN 196-1	300, 400, 500 მარკის ცემენტი	პლასტიკური ნარევი. ძელაკები 4×4×16 სმ
2005 წელი EN 196-21	ყველა სახის პორტლანტდცემენტი	პლასტიკური ნარევი. წ/ც=0,5
2007 წელი EN 196-7	300, 400, 500, 600 მარკის ცემენტი	პლასტიკური ნარევი, პოლიფრაქციულ ქვიშაზე
2011 წელი EN 197-1	300, 400, 500, 600 მარკის ცემენტი	წ/ც = 0,5. ძელაკები 4×4×16 სმ

ცდები გვიჩვენებს, რომ ჩამოთვლილი პირობები, მათი სირთულის გამო, გადაწყვეტილია მხოლოდ ნაწილობრივ. როგორც ვიცით, ცემენტი წარმოადგენს პოლიმინერალურ და პოლიდისპერსიულ ფხვნილს, რომელშიც კლინკერის საშუალებით შეგვყავს თაბაშირი ოპტიმალური რაოდენობა შეკვრის და ცემენტის ცომის გამაგრების პროცესის უზრუნველსაყოფად. ცემენტის ეს განსაკუთრებულობა სხვადასხვანაირად მოქმედებს სიმტკიცეზე და იმ საბოლოო სიმტკიცის მიღებაზე, რომელიც აღინიშნება ცემენტის პასპორტში. ცემენტის სულ მცირე ნებისმიერი ქიმიურ-მინერალოგიური ცვლილება, მისი გრანულომეტრია, გამაგრების წყლის ხარისხი, დუღაბის ნარევის მომზადების პირობები და მისგან ნიმუშების დამზადება, გამაგრების ხანგრძლივობა ცვლის ცემენტის სიმტკიცეს.

თუ არ გვაქვს ზუსტი მონაცემები ცემენტის სიმტკიცეზე, ამ შემთხვევაში არ შეიძლება გადავწყვიტოთ საკითხი მისი გამოყენების შესაძლებლობაზე, ასევე ვერ დავადგენთ სამშენებლო დუღაბის, ბეტონის (რკინაბეტონის) მოცემულ სიმტკიცეს. ყოველთ-

ვის უნდა გვახსოვდეს, ცემენტის შერჩევა მხოლოდ სიმტკიცის მიხედვით პრაქტიკულად დაუშვებელია. ამ პროცესს წინ უნდა უძღოდეს ნაგებობის (კონსტრუქციის) მუშაობის პირობების ანალიზი (ცხრილი 2).

გზადაგზა უნდა აღვნიშნოთ, რომ ცემენტის სწორად შერჩევა საშუალებას გვაძლევს შევქმნათ დიდი ხანმედეგობის ბეტონის (რკინაბეტონის) ნაგებობა, კონსტრუქცია და დეტალი. ზოგიერთი კონსტრუქციის მცირე ხანგამძლეობა დაკავშირებულია, კერძოდ, ისეთი ცემენტის გამოყენებაზე, რომელიც არ უნდა გამოგვეყენებინა ამ კონკრეტულ სიტუაციაში.

სხვადასხვა ქვეყანაში არსებობდა (და ახლაც არსებობს) ცემენტის სიმტკიცისა და კლასიფიკაციის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდი. შეიძლება ცემენტის სიმტკიცის გამოცდის საკითხი დაისვას უშუალოდ ბეტონში და გამოვრიცხოთ მისი სტანდარტული ნიმუშების გამოცდა. მაგრამ ასეთი გადაწყვეტა შეუძლებელია იმ მიზეზის გამო, რომ არსებობს სამშენებლო ქვიშის, ხრეშის, ღორღის უამრავი სახესხვაობა და შესაბამისად ბეტონის ასეთივე მრავალსახეობა. სტანდარტულ დუღაბში და ბეტონში სხვადასხვა მასალის გამოყენება გვაძლევს ცემენტის სხვადასხვა სიმტკიცეს.

ასეთი მეთოდით გამოცდის შედეგად ცემენტის ქარხნებს არ ექნებათ შესაძლებლობა შეაფასონ თავიანთი პროდუქცია და აკონტროლონ მისი ხარისხი ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობისას. ნათქვამი ხსნის გამოცდის პირობითი მეთოდების გამოყენების მიზეზებს. იმის გამო, რომ ქვიშა გავლენას ახდენს ცემენტის სიმტკიცეზე, ყოფილ საბჭოთა კავშირში და მათ შორის საქართველოშიც, გამოყენებული იყო მდინარე ვოლგის კვარცის ქვიშა. ქვიშა იცრებოდა სპეციალიზებულ ქარხანაში, რის შემდეგ იგზავნებოდა ცემენტის ქარხნების ლაბორატორიებში, საწარმოებში, სადაც ხდებოდა ცემენტის გამოცდა.

ცხრილი 2

№	გარემო პირობები	მოთხოვნები ბეტონის (დუღაბის) ცემენტის ქვის მიმართ	ბეტონის კომპლექსური მარკის აღნიშვნა
1	არააგრესიული პირობები ბეტონისათვის	ბეტონის შედგენილობა მხოლოდ საპროექტო სიმტკიცის მოთხოვნებით.	R
2	ბეტონისათვის არააგრესიული გარემო, მაგრამ არმატურის კოროზიის გამომწვევი	ბეტონს მოეთხოვება დამცავი შრის მაღალი სიმტკიცე, რომ აიშოროს pH სიდიდის შემცირება $Ca(OH)_2$ კარბონიზაციის გამო.	R ძირითადი ბეტონისადმი
3	ატმოსფერული რეაგენტები (წვიმა, თოვლი, მზის რადიაცია, ტემპერატურის ცვლილება)	ბეტონის შედგენილობა ყველაზე აგრესიული კომპონენტის მიხედვით, ამასთან მან უნდა დააკმაყოფილოს გარემოს კომპლექსური ზემოქმედება.	$R^{ა}$
4	სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის წყალი	ბეტონი პროექტირდება აუცილებელი ქიმიური მედეგობით, როცა გაირკვევა წყლის ქიმიური შემადგენლობა.	$R^{ქ}$
5	სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის გაზი	ბეტონი პროექტირდება აუცილებელი ქიმიური მედეგობით, როცა გაირკვევა გაზის ქიმიური შემადგენლობა.	$R^{გ}$
6	არააგრესიული ქიმიური შემადგენლობის წყალი სხვადასხვა წნევაზე	ბეტონი პროექტირდება აუცილებელი წყალუჟონადობის უზრუნველყოფით.	$R^{წ}$
7	სხვადასხვა აგრესიული წყალი. სხვადასხვა წნევაზე	ბეტონი პროექტირდება აუცილებელი წყალუჟონადობის უზრუნველყოფით.	$R^{ქ+წ}$
8	ბეტონის მრავალჯერადი დასველება სხვადასხვა მარილიანი წყლით და გამოშრობა დადებითიდან უარყოფით ტემპერატურაზე	ბეტონი პროექტირდება აუცილებელი ყინვამედეგობის, სტანდარტთან შესაბამისობით.	$R^{ქ+ყ+წ}$
9	ბეტონის მექანიკური ცვეთა სხვადასხვა მარილების შემცველი წყლით დასველებისას. დადებითიდან უარყოფით ტემპერატურამდე	ბეტონი პროექტირდება ცვეთამედეგობის უზრუნველყოფით სტანდარტთან შესაბამისობით.	$R^{1+ყ+ც}$

შენიშვნა: R-zesustans – სიმტკიცის მარკა; ქ – ქიმიური ზემოქმედება; ყ – ყინვის ზემოქმედება; ა – ატმოსფეროს ზემოქმედება; გ – გაზის ზემოქმედება; ც – ცვეთა; წ –წლის მოქმედება წნევით.

ცხრ. 3-ში მოცემულია ცემენტის ნიმუშების გამოცდის შედეგები სამ სტანდარტულ ქვიშაზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ ერთსა და იმავე ცემენტს, გამოცდილს ერთი და იმავე მეთოდიკით, ერთსა და იმავე დროს არა აქვს ერთნაირი სიმტკიცე. სხვადასხვა ქვეყანაში წარმოებული ცემენტის სიმტკიცის შესადარებლად აუცილებელია მისი კორექტირება

შესაბამისი კოეფიციენტებით. ცემენტის გამოცდის მრავალწლიანმა გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ყველაზე მარტივი მეთოდია ნიმუშების გამოცდა პლასტიკური $\left(\frac{წ}{ც} \geq 0,4\right)$ და არა ხისტი $\left(\frac{წ}{ც} \leq 0,32\right)$ დუღაბის ნარევით. ამ შემთხვევაში მიიღწევა არევისა და შეკვრის დიდი ერთგვაროვნობა. რადგან ერთი და იმავე წყალცემენტის ფარდობით ცემენტი გვიჩვენებს სხვადასხვა პლასტიკურობას სტანდარტულ ნარევებში 1:3 (ერთი ნაწილი ცემენტი, 3 ნაწილი ქვიშა), ნარევის პლასტიკურობის შერჩევა მიჩნეულია წამყვან კრიტერიუმად ცემენტის გამოცდის სტანდარტიზაციის მეთოდებში. თუმცა ერთნაირი $\frac{წ}{ც}$ ფარდობით გამოცდა არ გვაძლევს სხვადასხვა ცემენტის ხარისხის უტყუარ შეფასებას.

ცხრილი 3

სტანდარტული ქვიშები	კუმშვის სიმტკიცის საშუალო მნიშვნელობა, კგძ/სმ^2 (10^{-1}მგპა)	სიმტკიცის მატება, %
საქართველო	521	ეტალონი
გერმანია	650	25
ჩეხეთი	561	8

სიმტკიცეზე მარკის დადგენა სტანდარტული მეთოდით ასევე არ გვაძლევს სწორ წარმოდგენას ცემენტზე. ეს ხდება იმის გამო, რომ ერთი და იმავე შედგენილობის ერთი მარკის ცემენტით მიიღება სხვადასხვა მარკის ბეტონი, რადგან მოცემული პლასტიკურხისტი ბეტონის პლასტიკური დუღაბის ნარევში რიგ შემთხვევაში იქნება მეტი წყალი, ვიდრე ბეტონში ნაკლები პლასტიკურობის იმავე დუღაბის ნარევით. ცემენტების პლასტიკურობის განსხვავება დაკავშირებულია სხვადასხვა ფაქტორთან, მათ შორის ქიმიურმინერალოგიურ და გრანულომეტრიულ შედგენილობასთან, ცემენტის ასაკთან, მინერალური და ორგანული დანამატების რაოდენობასა და ხარისხთან.

სტანდარტული დუღაბის ძელაკების სიმტკიცეს, 28 დღე-ღამის ნორმალურ პირობებში გამაგრების შემდეგ, ეწოდება ცემენტის აქტიურობა. ყოფილ სსრკ-ში და ჩვენს

ქვეყანაში ცემენტის სიმტკიცის კლასიფიკაციისათვის შედეგების საშუალო სიმტკიცე მიღებულია დამრგვალდეს ას კილოგრამამდე. მეტობით დამრგვალება დასაშვებია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ცემენტის აქტიურობა განსხვავდება არაუმეტეს 5%-ით. სიმტკიცის ასეთ რიცხვს ეწოდება მარკა. ჩვენს ქვეყანაში გამოდიოდა შემდეგი მარკის ცემენტი – 300, 400, 500, 600.

ცემენტების კლასიფიკაცია მარკებად სიმტკიცის 100 კგძ/სმ^2 ინტერვალით ასევე პირობითია და მრავალი სპეციალისტის დავას იწვევდა.

ცემენტის კლასიფიკაცია არ შეიძლება განვიხილოთ მისი წარმოების ტექნოლოგიისაგან და მოხმარებისაგან განცალკევებით. წარმოების სრულყოფა ხელს უწყობს მაღალი მარკის ცემენტის გამოშვებას და, პირველ რიგში, საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ ბეტონის წარმოება და ხარისხი (ცხრ. 4).

ცხრილი 4

პორტლანდცემენტის პირობითი მარკა	1 ტ ცემენტიდან მიღებული ბეტონის რაოდენობა, მ^3			
	ბეტონის მარკა პლასტიკურ-ხისტი ნარევისაგან 20...40 წმ		ბეტონის მარკა პლასტიკურ-ხისტი ნარევისაგან 4...6 წმ	
	150	200	150	200
300	4,05	3,33	3,12	2,58
400	4,90	4,06	3,78	3,12
500	5,67	4,68	4,40	3,63
600	–	5,32	–	4,10

ყველაზე მეტად (სრულად) სიმტკიცის გამოყენების ოპტიმალური ვარიანტია ცემენტის კლასიფიკაცია აქტიურობის მიხედვით. ცემენტის მარკებად დაყოფა 100 კგძ/სმ^2 (10 მგპა) ინტერვალით ყველაზე ახლოსაა ოპტიმალურ ვარიანტთან. ცემენტის სიმტკიცის დაყოფა 50 კგძ/სმ^2 ინტერვალით, რომელიც უახლოვდება დაყოფას აქტიურობის მიხედვით, ძნელი განსახორციელებელია მრავალი მიზეზის გამო. ცემენტის მარკის რიცხვის შემცირება შესაძლებელია ძირითადად მაღალი მარკის ცემენტის (უპირატესად 500 და 600, შემდგომში კი 700 და 800) გამოშვებით.

ცემენტის მარკის გაზრდასთან ერთად განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ასევე მისი სხვა თვისებების სრულყოფას, რომელთა მნიშვნელობა ხანმედეგობისათვის ცნობილია, ხოლო ფიზიკურ-ქიმიური დასაბუთება აღნიშნულია ყველა ლიტერატურაში.

იმ მიზეზების გამო, რომ სხვადასხვა ქვეყანაში გამოიყენება ცემენტის ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდი, ერთი და იმავე ცემენტის თვისებები გამოდის სხვადასხვა. ამიტომ ევროპის სტანდარტიზაციის კომიტეტმა მიიღო ევროპული სტანდარტი EN 196, რომელიც არეგულირებს EC ქვეყნებისათვის გამოცდის ერთიან მეთოდებს ცემენტის ფიზიკურ-მექანკური თვისებების დასადგენად, პლასტიკურ დუღაბში პოლიფრაქციული ქვიშისა და სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით. მანამდე ნორმატიული ბაზა დაფუძნებული იყო ცემენტის იმ მახასიათებლებზე, რომლებიც მიიღებოდა უფრო ხისტი, მონოფრაქციული ქვიშით დამზადებულ ნიმუშებზე.

ცემენტის კუმშვის სიმტკიცე იცვლება 30...60 მგპა ფარგლებში, შესაბამისად ძელაკების სიმტკიცე ღუნვაზე შეადგენს 4,5...6,5 მგპა.

ევროპის ცემენტის ასოციაციის მიერ დადგენილია ცემენტის EKC კლასები:

EKC – 32,5; 28 დღის სიმტკიცეა 32,5...52,5 მგპ.

EKC – 42,5; 28 დღის სიმტკიცეა 42,5...62,5 მგპ.

EKC – 52,5; 28 დღის სიმტკიცე 52,5 მგპ და მეტი.

ცემენტის მარკის შერჩევა ბეტონის კლასზე დამოკიდებულებით ხდება ცხრ. 5-ის მიხედვით.

ცხრილი 5

ცემენტის მარკა	ბეტონის კუმშვის სიმტკიცის კლასი					
	B10	B20	B30	B35	B40	B50
რეკომენდებული	M300	M300	M400	M500	M600	M600
დასაშვები	M300	M400	M500	M550 M600	M500 M550	M550

ცემენტის ტიპის შერჩევა კონსტრუქციის ექსპლუატაციური გარემოს გათვალისწინებით ხდება ცხრ. 6-ის მიხედვით.

ცემენტის ტიპის შერჩევა გამაგრების პირობების მიხედვით ტარდება ცხრ. 7-ის მიხედვით.

ბოლოს მოგვყავს საქართველოში წარმოებული ცემენტის 3 ქარხნის (რუსთავი, კასპი, ფოთი) ცემენტების მექანიკური თვისებები და ქიმიური შედგენილობის პარამეტრები.

ცხრილი 6

ცემენტის ტიპის შერჩევა კონსტრუქციის ექსპლუატაციური გარემოს მიხედვით

№№	ცემენტი	კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობები						
		შენობის შიგნით		ღია ჰაერზე	სულფატების შემცველი აგრესიული გარემო		წყლისა და ყინვის ცვლადი მოქმედების ზონა	ჰიდროტექ-ნიკური ნაგებობის მიწისქვეშა და შიგა ნაწილები
		W<60%	W>60%		სტაბილური ტენიან-ტემპე-რატურული პირობები	სისტემატური გაყინვა-გალღობა ან გაჟღენთვა--გამოშრობა		
1	პცდ0[1]	რ	რ	რ	ა	ა	დ	დ
2	პცდ5, დ20[1]	რ	რ	რ	ა	ა	ა	დ
3	წპც	რ	რ	დ	დ	დ	ა	დ
4	სშც	რ	რ	რ	ა	ა	ა	ა
5	სწპც	რ	რ	დ	დ	დ	ა	ა
6	სმპც	დ	დ	დ	რ	რ	რ	ა
7	სმწპც	დ	დ	დ	რ	დ	ა	ა
8	პპც	ა	დ	ა	რ	ა	ა	რ
9	ნც	დ	რ	რ	რ	დ	რ	ა

შენიშვნები: რ – რეკომენდებულია; დ – დაიშვება ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებით; ა – არ დაიშვება.

ცხრილი 7

ცემენტის ტიპის არჩევა გამაგრების პირობების მიხედვით

გამაგრების პირობები	ცემენტის სახეობა ცხრ. 6-ის მიხედვით (რიგითი ნომერი)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ნორმალური და მასთან მიახლოე-ბული	რ	რ	დ	რ	დ	რ	დ	რ	რ
10°C ნაკლები ტე-მპერატურა	დ	დ	ა	რ	ა	დ	ა	ა	რ
თბოტენიანი და-მუშავება: რეჟიმი 13 სთ-მდე	დ	დ	ა	რ	რ	ა	ა	ა	რ
რეჟიმი 13 სთ-ზე მეტი	რ	რ	რ	დ	დ	რ	რ	ა	დ

ცხრილი 8

საქართველოში წარმოებული (რუსთავის, კასპის, გოთის) ცემენტი

ცემენტის ტიპი	ქარხანა	სიმტკიცე, მგპა		შეკვრის ვადები, წთ		ნორმალური სისქე, %	ქიმიური შედგენილობა (პარამეტრები)					
		2 დღ	28 დღ	დასაწყისი	დამთავრება		SiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	ტუში
CEMI 42.5R ნაცარი	რუსთავი	26	50	130	180	29	21	65	5,5	3,8	2,8	0,73
CEMIV/B32.5N ნაცარი	რუსთავი	14	38	170	220	31	32	44	9	4,5	2,8	1,2
CEMII A-P 42.5R ნაცარი/ტომრით	რუსთავი	23	50	140	200	30	23,9	55	6	3,85	2,8	0,92
CEMII B-P 32.5N ნაცარი/ტომრით	რუსთავი	16	39	165	220	31	27,5	49,5	7,8	4,9	2,75	0,98
CEMI 42.5N-SR5 ნაცარი	რუსთავი	22	49	125	175	26	23	64	4,75	3,7	2,7	0,7
CEMI 32.5R-SR5 ნაცარი	რუსთავი	21	45	130	180	25	23,6	63	4,6	3,7	2,7	0,67
CEMI 42.5R ნაცარი	კასპი	28	52	115	180	32	20	63	6	3	2,5	0,65
CEMI. 42.5N ნაცარი	კასპი	24	51	125	195	31	20	61	6	3	2,5	0,65
CEMII A-P 42.5R ნაცარი/ტომრით	კასპი	25	50	120	185	33	26	54	8	4	2,8	0,85
CEMII B-P 32.5N ნაცარი/ტომრით	კასპი	16	40	150	240	31	24	56	7	4	2,8	0,9
CEMIII/A 42.5N-5 ნაცარი	კასპი	22	50	125	200	32	24	55	7	3	3	0,74
MC 22.5X ნაცარი	კასპი	12	35	130	210	33	31	45	8	4	2,8	1,5
CEMI 42.5R ნაცარი	გოთი	29	53	150	220	31	20	62	6	3	2,5	0,7
CEMIII 32,5 A/S	გოთი	15	37	175	240	29,3	24,2	53	5,9	2,2	3	0,75
CEMII B/L 42,5N	გოთი	22	44	165	192	28,5	19,5	62,5	4,4	2,9	2,5	1
CEMII 32,5 B/L	გოთი	20	40	150	210	28	19	63	4,3	3.0	2,8	1,1
CEMII/A-L 42,5N	გოთი	24	52	155	200	29,6	19,8	63,9	4,9	2,8	2,6	0,7

3. დასკვნა

მრავალი წლის განმავლობაში იქმნებოდა და იხვეწებოდა ლოკალური ტექნიკური მოთხოვნები მრავალი სახეობის ცემენტზე სხვადასხვა სპეციალური ნაგებობებისა და შენობისათვის.

მრეწველობაში გამოშვებული ყველა ცემენტი უნდა იყოს კატალიზებული, რაც საშუალებას მოგვცემს თეორიული მდგომარეობიდან გადავიდეთ იმ ხარისხის ცემენტზე, რომელიც პასუხობს მუშაობა-ექსპლუატაციის მოთხოვნებს. ცემენტის თვისებების ასეთი ძირეული ცოდნა სრულად უზრუნველყოფს მის მინიმალურ ხარჯს და ნაგებობის, კონსტრუქციისა და დეტალების მაღალ ხანმედეგობას.

ლიტერატურა

1. ჩიქოვანი ა. საშენი მასალების კვლევა-ძიების და კონტროლის მეთოდები. სტუ. 2013.
2. კლიმიაშვილი ლ., გურგენიძე დ., ჩიქოვანი ა. სამშენებლო მასალათმცოდნეობა. თბილისი, სტუ. 2017.
3. კლიმიაშვილი ლ., გურგენიძე დ., ჩიქოვანი ა. ცემენტები. ტექნიკური მოთხოვნები. გამოცდის მეთოდები ევროპულ სამშენებლო ნორმებთან შესაბამისობით. სტუ. 2019.
4. ევროპული სტანდარტები EN 196 და EN 197.
5. Классен В.К. Технология портландцемента. Белгород. 2017.

UDC 662.76

ეკოლოგიურად სუფთა მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები

დ. კუჭუხიძე, ზ. მედულაშვილი, ნ. მეფარიშვილი, ი. კუჭუხიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: ნაშრომში *განხილულია ეკოლოგიურად სუფთა მყარ სათბობზე მომუშავე მაღალეფექტური ქვაბები. მყარი სათბობის ქვაბი არის ავტონომიური გათბობის სისტემების ცენტრალური ორგანო. მასში სითბოს გენერირება ხდება მყარი სათბობის წვის ხარჯზე. მყარი სათბობის ქვაბების გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილია იქ, სადაც არ არსებობს გაზმომარაგების სისტემა. მყარი სათბობის ქვაბში საწვავად გამოიყენება იაფი ადგილობრივი ნედლეული: უხარისხო შეშა, მორები, ხეტყის ნარჩენები, ხის ტოტები, თხილის ნაჭუჭი, მზესუმზირისა და სიმინდის ღეროები. ნელი წვის პროცესის ჩატარებით შესაძლებელია ერთი ჩატვირთვით ქვაბის მუშაობის ხანგრძლივობა 24 საათამდე გაიზარდოს. ამ ქვაბების გამოყენება უზრუნველყოფს ეკონომიკურ მაღალეფექტურობას, რადგანაც ისინი მოიხმარენ 2,5-ჯერ ნაკლებ შეშას, ვიდრე ძველი ტრადიციული შეშის ღუმლები, რომელთა მ.ქ.კ არ აღემატება 25-30%-ს. „დიზელის“ საწვავზე მომუშავე ქვაბების ჩანაცვლება, მყარი სათბობის ქვაბებით სათბობის ღირებულებას ამცირებს 4-ჯერ, ხოლო ელექტროენერგიაზე მომუშავე ქვაბების ჩანაცვლება აღნიშნული ქვაბებით თითქმის 3,7 -ჯერ ეკონომიურია [1] [2].*

საკვანძო სიტყვები: გათბობის ქვაბი, საცეცხლე, პიროლიზური გაზი, ეკოლოგიური, თბომცვლელი, მაღალეფექტური, ავტომატური მართვის კვანძი, ვენტილატორი, ტემპერატურა.

1. შესავალი

როგორც ცნობილია, ტყეს მრავალგვარი სოციალურ-ეკოლოგიური და ეკონომიკური ფუნქცია აქვს (წყალმარეგულირებელი, ნიადაგდაცვითი, სანიტარიულ-ჰიგიენური, საკურორტო-გამაჯანსაღებელი, რეკრეაციული და სხვა), რომელთა სწორად რეგულირებას და შენარჩუნება-გაძლიერებას დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა ენიჭება.

ძალიან მნიშვნელოვანია ტყის წყალმარეგულირებელი ფუნქციაც. ის ხელს უწყობს მდინარეებისა და წყლის სხვა რესურსების (ტყეები, წყაროები და სხვა) ნორმალურ და თანაბარ მომარაგებას წყლით, აფერხებს წყალდიდობას, უზრუნველყოფს წყლის ხარისხის გაზრდას, იცავს მას დაბინძურებისგან. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ტყის როლი ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდასა და ეროზიისგან დასაცავად. ტყე იძლევა მრავალგვარ ძვირფას პროდუქტსა და ნედლეულს. ის არის მრავალფეროვანი ფაუნის ადგილსამყოფელი. დიდია ტყის რეკრეაციული და ტურისტული მნიშვნელობა. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ საქართველოში ხის მერქნის მომხმარებელი ძირითადად სოფლის მოსახლეობაა, რომელიც მთლიანი მოსახლეობის 45-47,5%-ს შეადგენს და რომლის უდიდესი ნაწილისთვის სათბობის სხვა წყარო უბრალოდ მიუწვდომელია (სიძვირისა და ტექნიკური საშუალებების არარსებობის გამო), ნათელი ხდება, რომ ხეტყის ასეთი მასშტაბით გამოყენება ქვეყანას ეკოლოგიური კატასტროფის წინაშე დააყენებს [2].

აღნიშნულ სიტუაციას შესაძლებელია მოჰყვეს ტყის წყლის შემნახველი და მარეგულირებელ, აგრეთვე ნიადაგდამცავი ფუნქციების მკვეთრად გაუარესება, შედეგად წყალდიდობებისა და მათ მიერ მიყენებული ზარალის გაზრდა, ჰიდროელექტროსადგურების ციკლურობის დარღვევა, წყალსატევების ჩამონატანით დაბინძურება და სხვა.

სამწუხაროდ, საქართველოში შეშა ფართოდ გამოიყენება სათბობად. ქვეყანაში არ არსებობს სამრეწველო ტყე. იგი ლიმიტირებული ენერგორესურსია, რომელიც სწრაფად მცირდება. შეშის საწვავად გამოყენება იწვევს ქვეყნის აუნაზღაურებელი სიმდიდრის, ტყის გაჩეხვას.

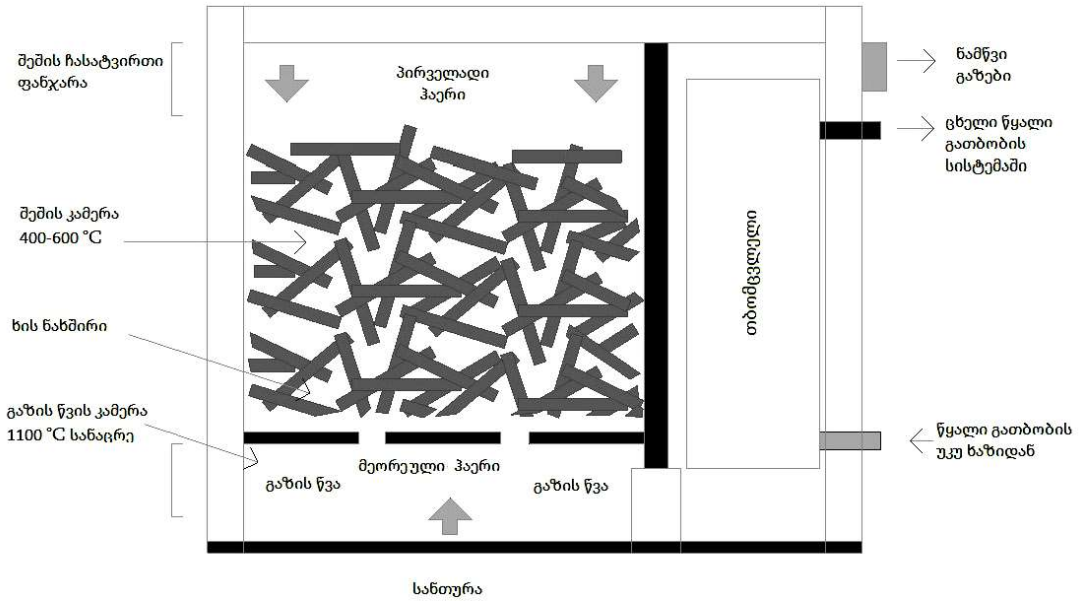
2. ძირითადი ნაწილი

პიროლიზურ ქვაბს საფუძვლად უდევს სათბობის პიროლიზური წვის (მშრალი გამოხდის) პრინციპი. ასეთ ქვაბს აქვს მაღალი მ.ქ. კოეფიციენტი, რის გამოც ნაკლები მოცულობის ხეტყით შეგვიძლია მივიღოთ მეტი სითბო, ვიდრე ეს „ტრადიციული“ წვის მყარსათბობიან ქვაბებშია შესაძლებელი .

მაღალეფექტურია პიროლიზური (გაზგენერატორული) გათბობის ქვაბების გამოყენება გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების სისტემებში. პიროლიზი არის მშრალი ხის მერქნის დაშლის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს 200-800 °C ტემპერატურაზე ჰაერის ნაკლებობით. უნდა აღინიშნოს, რომ „პიროლიზის“ გაზი წვის პროცესში ზემოქმედებს აქტიურ ნახშირბადთან, რის გამოც ქვაბიდან გამოსვლისას არ შეიცავს მავნე მინარევებს. იგი ძირითადად ნახშიროჟანგის და წყლის ორთქლის ნარევია. სათბობის წვის პროცესი პრაქტიკულად მიმდინარეობს უნაცროდ, ის ეკოლოგიურად სუფთაა.

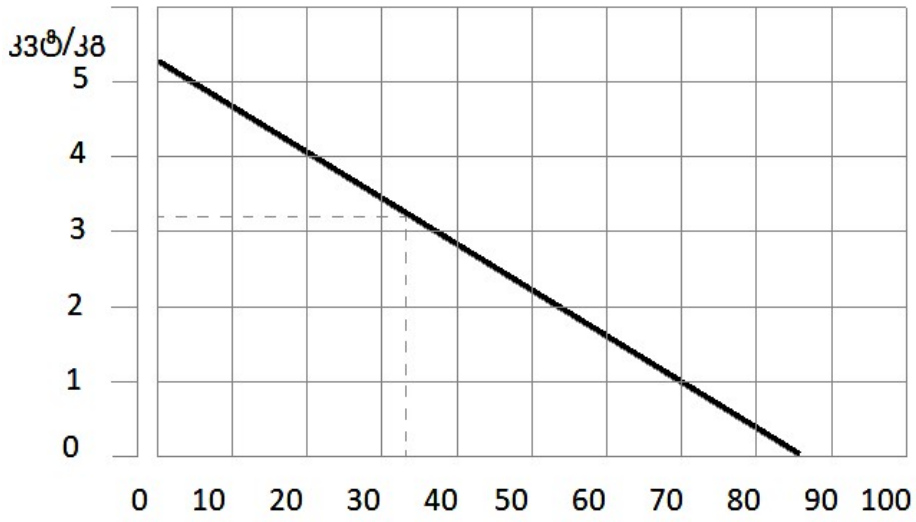
გათბობის ქვაბებს, რომლებშიც სათბობის პიროლიზური წვის პრინციპი გამოიყენება, გაზგერატორულ ქვაბსაც უწოდებენ.

პიროლიზური წვის ქვაბში იწვის ნებისმიერი სათბობი – შეშა, პელეტი, ბრიკეტი, ხის ნარჩენები და სხვა. პიროლიზური ქვაბის პრინციპული სქემა და ზოგადი სახე ნაჩვენებია სქემა N-1-ზე.



შეშაზე მომუშავე მაღალეფექტური ქვაბი (გამარტივებული სქემა N1)

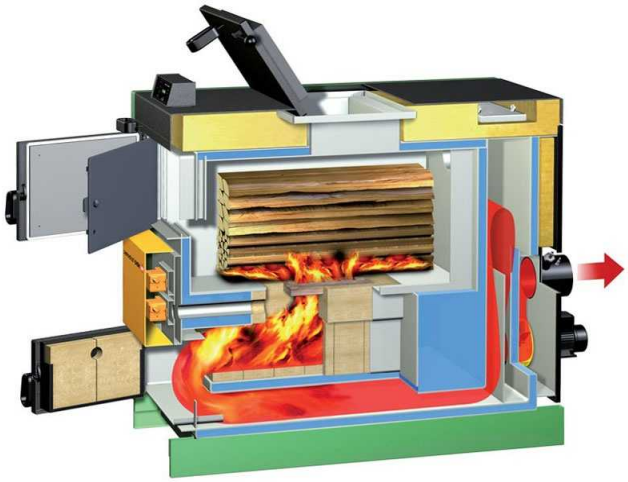
კონსტრუქციულად პიროლიზური ქვაბი შედგება ერთმანეთზე განლაგებული ორი კამერისგან. ზედა კამერა სათბობის ბუნკერია. აქ იტვირთება მყარი სათბობი და მიმდინარეობს წვა (პიროლიზი), რის შედეგადაც გამოიყოფა „ხეტყის გაზი“. გაზიფიცირების პროცესის ხარჯზე ამავე ბუნკერში მიმდინარეობს შეშის წინასწარი გამოშრობა და წვის კამერაში მისაწოდებელი ჰაერის შეთბობა. ქვაბის ქვედა ნაწილი წვის კამერაა სანაცრით. აქ ხორციელდება „ხეტყის გაზის“ წვის პროცესი და გროვდება წარმოქმნილი ფერფლი. ამ ორ კამერას შორის მოთავსებულია მაგაზიფიცირებელი სანთურა. ასეთი ტიპის ქვაბებს არ ესაჭიროება საცირკულაციო ტუმბოები – ქვაბი თვითონ ქმნის ეფექტური ცირკულაციისთვის საჭირო წნევას.



ნახ. 1

პიროლიზური ქვაბისთვის რეკომენდებულია რაც შეიძლება მშრალი სათბობი. ამ დროს უზრუნველყოფილია ქვაბის მაქსიმალური სიმძლავრე და მისი მუშაობის ხანგრძლივობა. სათბობის მქ კოეფიციენტის დამოკიდებულება ხის მერქანში წყლის მოცულობაზე ნაჩვენებია ნახ.1-ზე

მყარსაწვავიანი ქვაბები



ნახ. 2

მყარსაწვავიან ქვაბებს (ნახ. 2, ნახ. 3) იყენებენ მაშინ, როდესაც სხვა სახის ენერგომატარებლები მიუწვდომელია ან ძალიან ძვირია (იხ. ნახ. 2).

მყარსაწვავიანი გასათბობი ქვაბები ასევე გამოსადეგია სანიტარიული ცხელი წყლის მარაგის შესაქმნელად.

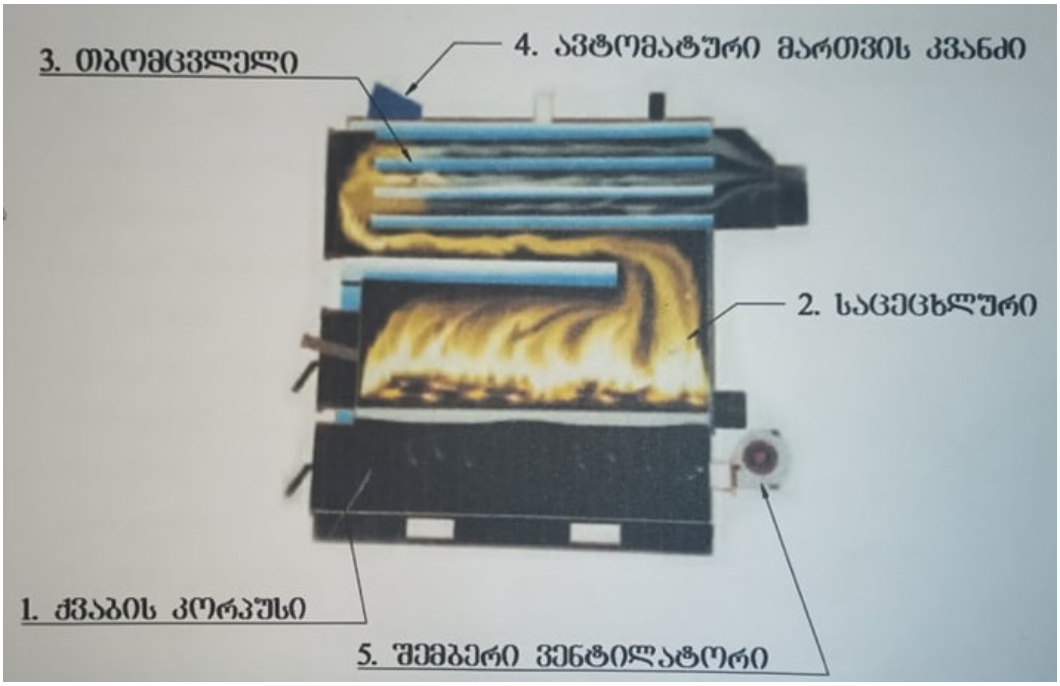
მყარსაწვავიანი ქვაბების გამოყენებით შესაძლებელია ცხელ წყალსა და გათბობაზე ხარჯების მნიშვნელოვანი შემცირება.

პელეტებზე მომუშავე თანამედროვე ქვაბები პრაქტიკულად არ ჩამოუვარდება გაზზე მომუშავე ქვაბებს კომფორტისა და გამოყენების მოხერხებულობის მხრივ.

როგორც სითბოს ძირითადი წყარო, მყარსათბობიანი ქვაბები ადრე საკმაოდ იშვიათად გამოიყენებოდა, მაგრამ დღეს ის გაცილებით უფრო პოპულარული გახდა. ეს დაკავშირებულია ბუნებრივი აირის ფასის მკვეთრ ზრდასთან და სახლის გაზსადენზე მიერთების მაღალ ღირებულებასთან.

ნახ. 3

N2 სქემაზე მოცემულია მყარ სათბობზე მომუშავე ქვაბის პრინციპული სქემა.



სქემა N2.

წვის შედეგად გამოყოფილი სითბო გადაეცემა თბომცვლელს (3), წყალი თბება 65-70 °C- მდე და საცირკულაციო ტუმბოს დახმარებით მიეწოდება გათბობის სისტემას.

პელეტური ქვაბები

პელეტური ქვაბების მთავარი განმასხვავებელი საექსპლუატაციო თვისება ისაა, რომ მყარი საწვავის (ხის გრანულების – პელეტების) მიწოდება და ცეცხლის მოკიდება მათში ავტომატურად ხდება დაყენებული სპეციალური, მიმწოდი „შნეკის“ მქონე სანთურის მეშვეობით. სანთურში ჩაშენებული ვენტილატორი ჰაერს აწოდებს ქვაბის საცეცხლეში, ხოლო გავარვარების ელექტრული სპირალი ცეცლხლს უკიდებს პელეტებს, ახდენს რა გარეთა „შნეკის“ ჩართვა-გამორთვას. როდესაც გრანულებს ცეცხლი მოედება, მართვის სისტემა თავად შეარჩევს საწვავის მიწოდების რეჟიმს, რომელიც მოცემულ სიმძლავრეს შეესაბამება და მას შეინარჩუნებს მანამ, სანამ სისტემაში არსებული თბომცვლელი არ გახურდება საჭირო ტემპერატურამდე.

ხის გრანულები სპეციალურ პრესზე (წნეხზე) მზადდება ბურბუშელისგან, ნახერხისგან და ხის გადამამუშავებელი მრეწველობის სხვა ნარჩენებისგან ქიმიური დანამატების გამოყენების გარეშე და წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა და ძალიან კალორიულ საწვავს.

ŰKY/Y სერიის ქვაბი ŰNMAK

სართულის გასათბობი ქვაბები

ნახ. 4

სიმძლავრე: 29-116 კვტ;

საწვავი: ნახშირი, კოპტონი, თხილის ნაჭუჭი და ა.შ.

აღწერა:

ავტოჩატვირთვის მქონე სართულის გასათბობი ქვაბები ÜNMAK განკუთვნილია 25 მმ-მდე დიამეტრის მქონე საწვავის ისეთი მყარი სახეობებისათვის, როგორიცაა ნახშირი, კოპტონი, თხილის ნაჭუჭი და ა.შ. სისტემა იწარმოება სხვადასხვა სახის მწარმოებლურობით.

- თანამედროვე დიზაინი, მართვის ელექტრონული პანელის ხარჯზე შესაძლებელს ხდის ყველა ფუნქციის ავტომატურ კონტროლს. საცეცხლურში წვის საკმარისი ოდენობისას ხდება ხარისხიანი გათბობის უზრუნველყოფა და მიიღება საჭირო ტემპერატურა.
- მაღალი მწარმოებლურობა: არ არის აუცილებელი საწვავის ხანგრძლივი შეყრა გასათბობ ქვაბში, მრგვალი ძაბრის მეშვეობით ფერფლი თავად ხვდება ფერფლისთვის განკუთვნილ ვედროში, რითაც გამოირიცხება დამატებითი მუშაობის აუცილებლობა.
- იდეალური წვა: საწვავის ქვემოდან მიწოდების მეშვეობით უზრუნველიყოფა „ტიგელში“ მუდმივი და ხარისხიანი წვა და ამასთან ერთად მინიმუმამდე დაიყვანება ენერგიის მოხმარება. ამ თვისების წყალობით უზრუნველყოფილია სუფთა და უკვამლო წვა. გარემოში ნარჩენების გამოტყორცნა მინიმუმამდეა შემცირებული.
- ავტომატური გაჩერების თვისება: ამ თვისების წყალობით საწვავის დამთავრებისას ვენტილატორი და საცირკულაციო ტუმბო ავტომატურად ითიშება. სისტემის ეს თავისებურება იძლევა ენერგიის ეკონომიის საშუალებას.
- ეკონომიურობა: იაფი საწვავის წყალობით ხდება ეკონომიური გათბობის უზრუნველყოფა.

ქვაბის ტექნიკური მახასიათებლები

ტიპი	ÜKY/Y-25	ÜKY/Y-34	ÜKY/Y-45	ÜKY/Y-60	ÜKY/Y-80	ÜKY/Y-100
სიმძლავრე, კკალ/სთ	24000	34000	45000	60000	80000	100000
სიმძლავრე, კვტ	29	40	52	70	93	116
ზომები, მმ						
a	910	1060	1060	1060	1110	1280
b	600	520	600	750	955	980

c	170	160	210	220	270	290
d	1150	1230	1305	1305	1035	1070
e	700	700	700	700	700	750
h	1240	1310	1390	1390	1390	1455
ქვაბის ბრუნები	1″	1 1/4″	1 1/4″	1 1/2″	1 1/2″	1 1/2″
ზომა საპირაპირე მილების ცენტრამდე, E/F მმ	1″	1″	1″	1″	1 1/2″	1 1/2″
კვამლსადენის დიამეტრი, მმ	130	130	160	180	220	220
წყლის მოცულობა, ლ	65	75	100	125	160	220
ნახშირის მწარმოებლურობა, კგ	100	105	120	145	170	210
წონა, კგ	282	300	360	400	490	550

მყარ სათბობზე მომუშავე ქვაბების უპირატესობები და ნაკლოვანებები

უპირატესობები:

- დამატებითი თბური ენერგია საწვავის უფრო სრული დაწვისა და წვის მომატებული ტემპერატურის ხარჯზე. საწვავის ჩვეულებრივი წვისას გაცილებით ნაკლები სითბო გამოიყოფა, ვიდრე აქროლადი აირის წვისას. აქროლადი ნივთიერებების წვისას ჟანგბადის ნაკლები რაოდენობა იხარჯება, ვიდრე ჩვეულებრივ ქვაბში შეშის წვის შემთხვევაში;
- მქკ-ის მნიშვნელობა აღწევს 90%-ს;
- ქვაბის ხანგრძლივი მუშაობა. შეშის დამატებებს შორის დრო დაახლოებით 8...12 საათს უდრის და დამოკიდებულია გარემომცველი გარემოს ტემპერატურაზე.
- მოცემული ქვაბების ზოგიერთი მოდელი იძლევა არა მარტო შეშის, არამედ პოლიმერული ნაერთების შემცველი რეზინის დაწვის შესაძლებლობასაც.

ნაკლოვანებები:

- ზოგიერთი მოდელი დამოკიდებულია ელექტროობაზე, ვინაიდან ქვაბის კვამლგამწოვი ვენტილატორი ელექტროენერგიას მოიხმარს. ძაბვის დავარდნისას სისტემის საიმედოობის გასაზრდელად იყენებენ შეუფერხებელი კვების წყაროებს.
- გაზრდილი მოთხოვნები საწვავის ტენიანობისადმი;
- საბრუნი საცირკულაციო წყლის ტემპერატურა 50...60°C ფარგლებში იცვლება;
- სიმძლავრის რეგულირების მცირე დიაპაზონი.

3. დასკვნა

მყარი სათბობის ქვაბი არის ავტონომიური გათბობის სისტემის ცენტრალური ნაწილი. ამ ქვაბის გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილია იქ, სადაც არ არის გაზმომარაგების სისტემა.

კონსტრუქციის მიხედვით ქვაბები სხვადასხვანაირია და მათი კლასიფიკაცია შემდეგი პარამეტრებით ხდება: მყარი სათბობის სახეობის, სათბობის წვის პროცესის, ქვაბის მასალის და გენერირებული ენერგიის გადაცემის მიხედვით.

მყარი სათბობის ქვაბში გამოყენება იაფი ადგილობრივი ნედლეული: უხარისხო შეშა, მორები, ხეტყის ნარჩენები, ხის ტოტები, თხილის ნაჭუჭი , მზესუმზირისა და სიმინდის ღეროები და სხვა.

აღნიშნული ქვაბების მარგი ქმედების კოეფიციენტის მნიშვნელობები დიდია, ის აღწევს 87-90 %-ს.

ამ ქვაბების გამოყენება უზრუნველყოფს ეკონომიურ მაღალეფექტურობას, რადგანაც ისინი მოიხმარენ 2,5-ჯერ ნაკლებ შეშას, ვიდრე ძველი ტრადიციული შეშის ღუმლები, რომელთა მ.ქ.კ. არ აღემატება 25%-ს, ხოლო „დიზელის“ საწვავზე მომუშავე ქვაბების ჩანაცვლებით მყარი სათბობის სითბოს ღირებულება თითქმის 4-ჯერ მცირდება.

მყარ სათბობზე მომუშავე ქვაბები წარმატებით გამოიყენება გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების დანიშნულებით:

- საზოგადოებრივ-ადმინისტრაციულ და მრავალსართულიან საცხოვრებელ შენობებში;
- სკოლებში, საბავშვო ბაღებში, აბანოებში;
- სათბურებში;
- სხვადასხვა უწყებების შენობა-ნაგებობების, მათ შორის თავდაცვისა და შ.ს.ს სამინისტროების შენობა-ნაგებობების გასათბობად;
- მაღალმთიან რაიონებში, განსაკუთრებით სვანეთში, რომელიც საერთოდ არ არის გაზიფიცირებული;
- ტურისტული დანიშნულების ობიექტებში;

• საჭიროების შემთხვევაში მისი გამოყენება შესაძლებელია როგორც გადასაადგილებელი სითბოს წყარო (გათბობის ქვაბი). ეს ქვაბები კომპაქტურია და შესაძლებელია დამონტაჟდეს მცირე ზომის გამოყოფილ სათავსში.

უნდა აღინიშნოს, რომ რაიონის გაზიფიცირების შემთხვევაში ჩვენი რეკომენდაციების გათვალისწინებით ქვაბების დამამზადებელ ქარხნებში ახორციელებენ კონსტრუქციულ ცვლილებებს საცეცხლეში, რის შედეგადაც აღნიშნული მყარ საწვავზე მომუშავე ქვაბი შესაძლებელია მარტივად გადაკეთდეს დიზელის , თხევად და ბუნებრივ გაზზე მომუშავე ქვაბებად.

ლიტერატურა

1. დ. კუჭუხიძე, ნ. მურღულია, ს. გიუტაშვილი, სათბობის ეკონომია საქართველოს არაგაზიფიცირებულ რაიონებში, ადგილობრივი მყარი საწვავით მომუშავე გათბობის მაღალეფექტური ქვაბების გამოყენებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი შრომები N2(492), თბილისი , 2014.
2. დ. კუჭუხიძე, ა. ბაბუნაშვილი, ბ. ქურდაძე, ვ. კოდუა, ადგილობრივ მყარ სათბობზე მომუშავე მაღალეფექტური ქვაბების დანერგვა საქართველოს არაგაზიფიცირებულ რაიონებში. ჰიდროინჟინერია N1-2 (23-24), სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, თბილისი, 2017.

UDC 662.76

ბუნებრივ აირზე და მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები

დ. კუჭუხიძე, ზ. მედულაშვილი, ი. კუჭუხიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანიტაცია: *ნაშრომში განხილულია ბუნებრივ აირზე და მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები. მყარი სათბობის ქვაბი არის ავტონომიური გათბობის სისტემების ცენტრალური ნაწილი. მყარი სათბობის ქვაბში გამოიყენება იაფი ადგილობრივი ნედლეული. აღნიშნული ქვაბის მარგი ქმედების კოეფიციენტი დიდია და აღწევს 87-90%, ის კომპაქტურია და იკავებს მცირე ფართობს.*

აღნიშნული გათბობის ქვაბები აღჭურვილია უსაფრთხოების ავტომატიკით. ამ ქვაბების (მყარ სათბობზე) გამოყენება უზრუნველყოფს ეკონომიკურ მაღალეფექტურობას, რადგანაც ისინი მოიხმარენ თითქმის 2,5-ჯერ ნაკლებ შეშას, ვიდრე ძველი ტრადიციული შეშის ღუმელები.

ეს ქვაბები წარმატებით გამოიყენება გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების დანიშნულებით საზოგადოებრივ ადმინისტრაციულ და საცხოვრებელ სახლებში, სკოლებში, საბავშვო სახლებში, სათბურებში და სხვა.

საკვანძო სიტყვები: მაღალეფექტური, გათბობა, სითბოს წყარო, ეკოლოგია, ცხელი წყალი, სანთურა, მაღალ ეკონომიკური კედლის ქვაბი.

1. შესავალი

კოსმოსური სამყაროს მრავალ მილიონ პლანეტას შორის დედამიწა ერთ-ერთი რჩეულია. მას ზომიერად ანათებს მზე, ატმოსფეროში ჟანგბადია, ზღვებსა და მდინარეებში კი წყალი. მათი ჰარმონიული შეთანხმებით პლანეტაზე სიცოცხლე დუღს

ცოცხალ არსებათა და მცენარეთა მრავალსახეობით. მათგან ყველაზე ძლიერი და, სამწუხაროდ, დიდი ზიანის მომტანი ადამიანია.

2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, ენერგიის მოპოვება იყო და არის ადამიანის მუდმივი საზრუნავი საყოფაცხოვრებო და სამეწარმეო საქმიანობისთვის. თავისი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად იგი სულ უფრო დიდი რაოდენობით მოიხმარს შეშას, ნავთობს, გაზს, მასიურად ჩეხავს ტყეებს, აბინძურებს წყლებს, აჭუჭყიანებს ჰაერს, უდაბნოდ აქცევს ნაყოფიერ მიწებს. ყოველ წელს მატულობს ჰაერის ტემპერატურა, ხშირი და ხანგრძლივი ხდება გვალვები.

რაც შეეხება ტყეს, მრავალგვარი სოციალურ-ეკოლოგიური და ეკონომიკური ფუნქცია აქვს, რომელთა სწორად რეგულირებას და შენარჩუნება-გაძლიერებას სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა ენიჭება.

ძალიან მნიშვნელოვანია ტყის წყალმარეგულირებელი ფუნქციაც. ის ხელს უწყობს მდინარეებისა და წყლის სხვა რესურსების (ტყეები, წყაროები და სხვა) ნორმალურ და თანაბარ მომარაგებას წყლით, აფერხებს წყალდიდობას, უზრუნველყოფს წყლის ხარისხის გაზრდას, იცავს მას დაბინძურებისგან. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ტყის როლი ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდასა და ეროზიისგან დასაცავად. ტყე იძლევა მრავალგვარ ძვირფას პროდუქტსა და ნედლეულს. ის არის მრავალფეროვანი ფაუნის ადგილსამყოფელი. დიდია ტყის რეკრეაციული და ტურისტული მნიშვნელობა. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ საქართველოში ხის მერქნის მომხმარებელი ძირითადად სოფლის მოსახლეობაა, რომელიც მთლიანი მოსახლეობის 45-47,5%-ს შეადგენს და რომლის უდიდესი ნაწილისთვის სათბობის სხვა წყარო უბრალოდ მიუწვდომელია (სიძვირისა და ტექნიკური საშუალებების არარსებობის გამო), ნათელი ხდება, რომ ხეტყის ასეთი მასშტაბით გამოყენება ქვეყანას ეკოლოგიური კატასტროფის წინაშე დააყენებს .

გაზის ქვაბები და მათი კლასიფიკაცია

გაზის გათბობის ქვაბების რამდენიმე პირობითი კლასიფიკაცია არსებობს განლაგების ადგილის მიხედვით. ესენია: იატაკის – როდესაც ქვაბი დგას იატაკზე ან მისთვის სპეციალურად მოწყობილ ბაქანზე.

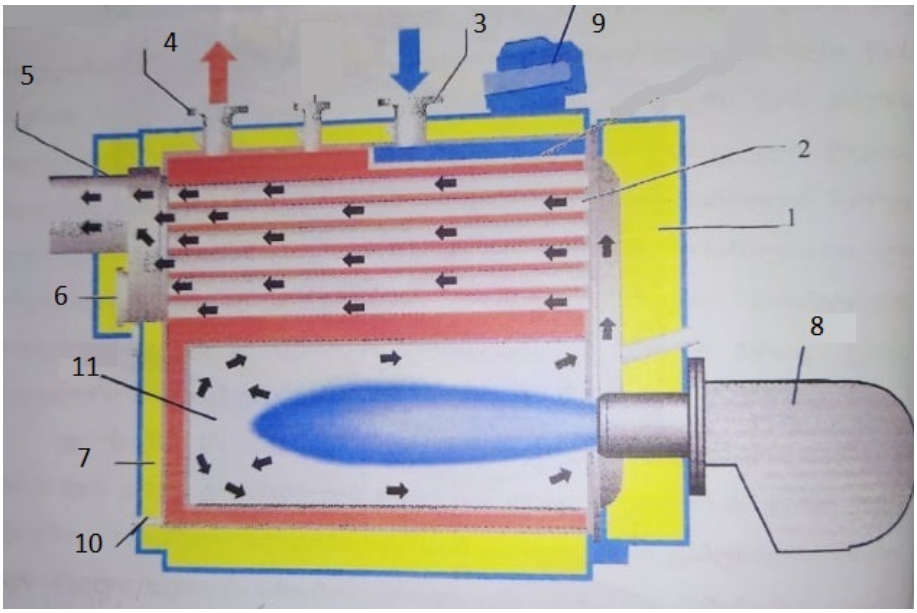
კედლის – იკიდება კედელზე ან მისთვის სპეციალურად მოწყობილ ჩარჩოზე. კედლის ქვაბს სხვანაირად ჩამოსაკიდ ქვაბსაც უწოდებენ.

წევის მიხედვით: ბუნებრივი წევის – ქვაბი, რომელშიც წვისთვის საჭირო ჰაერის მიწოდება ხდება იმ სათავსიდან, სადაც მოთავსებულია ქვაბი, ხოლო ნამწვი პროდუქტის გატანა ხდება ბუნებრივი წევით. ასეთი ქვაბები ძირითადად აღჭურვილია ატმოსფერული სანთურებით და აქვს ღია წვის კამერა; იძულებითი წევის – ქვაბი, რომლის წვის კამერაში ჰაერის მიწოდება და გაწოვა გარემოდან ხდება სპეციალური ჩაშენებული ვენტილატორის მეშვეობით. ასეთ ქვაბებს აქვს დახურული წვის კამერა. იგი შეიძლება მოთავსდეს სახლის ნებისმიერ ადგილას (მათ შორის ბინაშიც).

დასადგმელი ქვაბები

დასადგმელ ქვაბებს სხვანაირად იატაკის ქვაბებსაც უწოდებენ. არის თუჯისა და ფოლადის; ტრადიციული და საკონდენსაციო.

თუჯის ქვაბები ან თუჯის თბოგადამცემიანი ქვაბები უფრო ხშირად მზადდება ვერტიკალურად განლაგებული თუჯის ცალკეული სექციებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან ნიპელებითაა შეერთებული. დასადგამი ქვაბის პრინციპული სქემა იხ. ნახ. 1-ზე.

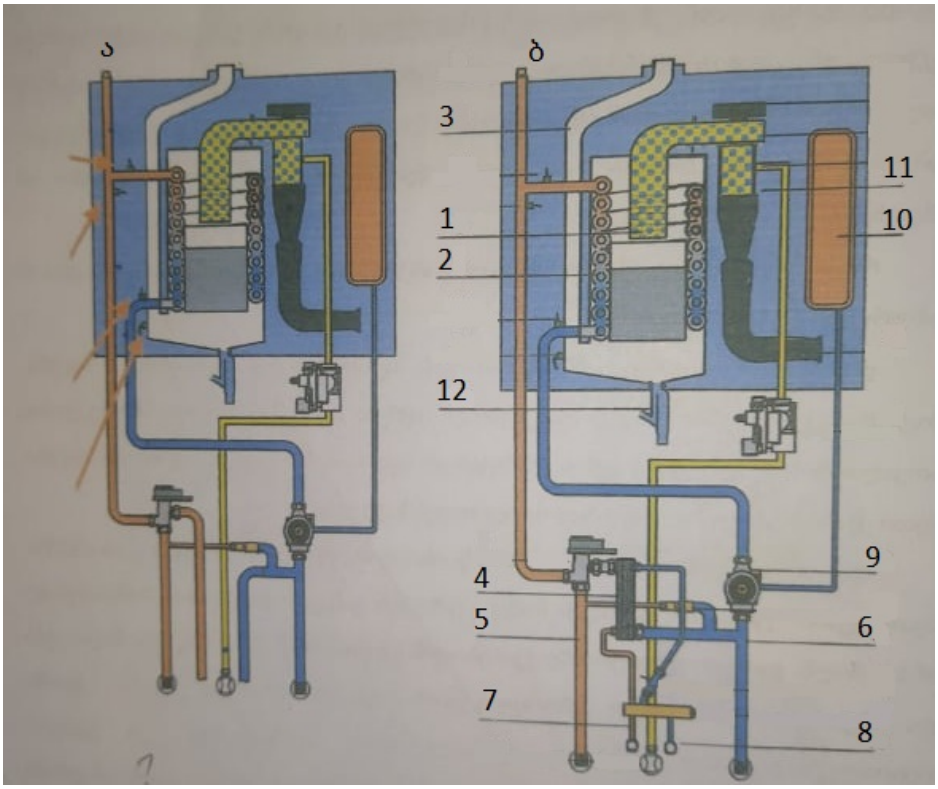


ნახ. 1. დასადგამი ქვაბის პრინციპული სქემა

1. ფოლადის კარი, 2. თბოგადამცემი, 3. უკუმილყელი, 4. მიმწოდებელი მილყელი, 5. ნამწვი გაზების კოლექტორი, 6. სამეთვალყურეო ხვრელი, 7. თბოიზოლაცია, 8. გაზის სანთურა, 9. მართვის ბლოკი, 10. დამცლელი მილი, 11. წვის კამერა

კედლის ქვაბები

კედლის ქვაბები შეიძლება იყოს ერთკონტურიანი და ორკონტურიანი. ერთკონტურიანი ნიშნავს, რომ ქვაბში წყალი ცირკულირებს მხოლოდ ერთ რგოლში და გამოიყენება მხოლოდ გათბობისთვის. თუ ასეთი ქვაბით გვინდა აგრეთვე წყლის გაცხელება, მაშინ გათბობის სისტემის პარალერულად უნდა დავაყენოთ წყალგამაცხელებელი ანუ ცხელი წყლის ბოილერი, მოცულობითი ან გამდინარე. მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენებია კედლის ქვაბის ტექნოლოგიური სქემა ერთკონტურიანი (ა) და ორკონტურიანი (ბ) ქვაბებისთვის. ქვაბები აღჭურვილია ატმოსფერული წვის სანთურებით, ხოლო ჰაერი აიღება იმ სათავსიდან , სადაც ქვაბია დაყენებული.



ნახ. 2. დახურული წვისკამერიანი კედლის ქვაბის ტექნოლოგიური სქემა:

ა. ერთკონტურიანი , ბ. ორკონტურიანი.

1.სანთურა, 2. გათბობის წყლის თბოგადამცემი, 3. ნამწვი გაზების გამყვანი, 4. ცხელი წყლის თბოგადამცემი, 5. გათბობის სისტემის მიმწოდებელი მილი, 6. გათბობის სისტემის უკუმილი, 7. ცხელი წყლის მილი, 8. ცივი წყლის მილი, 9. საცირკულაციო ტუმბო, 10. საფართოებელი ჭურჭელი, 11. გაზშემრევი კამერა, 12. კონდესატის გადამღვრელი

პელეტებზე და შეშაზე მომუშავე ქვაბები FACI 3- FACI 100

ნახ. 3

პელეტებზე და შეშაზე მომუშავე ქვაბების ძირითადი დანიშნულებაა კერძო სახლის, აგარაკების, კოტეჯების, შენობების ცხელი წყალმომარაგებისა და გათბობის სისტემების მოწყობა, აგრეთვე გამოიყენება საცხოვრებელი სახლების კომპლექსის, სასტუმროების, ფარეხების, საწყობების, საამქროების, საწარმოების გასათბობად.

საწვავი:

– პელეტები დიამეტრით 6-დან 14 მმ-მდე;

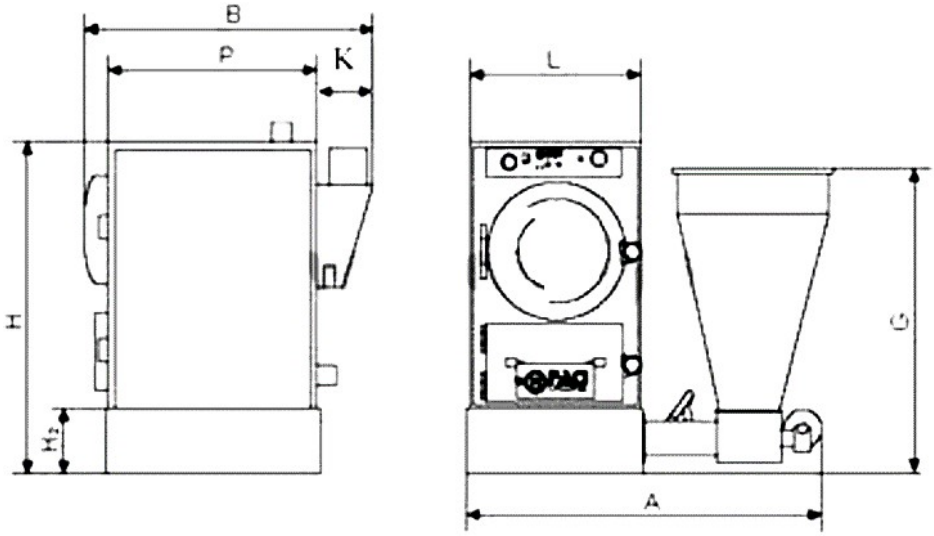
– შეშა;

– პელეტებისა და ნებისმიერი დაწვრილმანებული ბიომასის (ბურბუშელა, ნახერხი, ჩალა და ა.შ.) ნარევი;

– აირზე გადაყვანის შესაძლებლობა;

გასათბობი ფართობი: 300-დან 14000 მ^2-მდე.

პელეტებზე მომუშავე FACI ქვაბების ტექნიკური მახასიათებლები



ნახ. 4

მოდელი	კვტ	ხარჯი, კგ.სთ	მოხმ., კვტ	H2 მმ	H მმ	A მმ	L მმ	G მმ	P მმ	B მმ	K მმ	⦰
FACI 3	35-42	3,5-4,2	0.7	300	1300	1350	630	1250	560	900	200	1"1/2
FACI 4	44-56	4,4-5,6	0.7	300	1300	1350	630	1250	730	1080	200	1"1/2
FACI 5	57-77	6-8	0.7	300	1300	1350	630	1250	950	1300	200	1"1/2
FACI 7	80-105	8-11	0.9	300	1300	1450	700	1250	950	1300	200	1"1/2
FACI 10	115-152	12-15	1	300	1700	1550	800	1650	1000	1350	220	2"
FACI 13	150-194	15-20	1	300	1700	1550	800	1650	1300	1650	220	2"1/2
FACI 16	185-236	19-24	1	300	1700	1550	800	1650	1500	1850	220	2"1/2
FACI 20	231-307	23-31	1.2	300	1700	1550	1000	1650	1500	1820	250	2"1/2
FACI 25	291-361	29-36	1.2	300	2000	2000	1000	1650	1500	1950	250	3"
FACI 30	349-419	35-42	1.5	300	2000	2000	1000	1950	1700	2000	250	3"
FACI 40	464-557	47-56	1.7	300	2200	2500	1200	2150	1900	2200	300	4"
FACI 50	580-698	58-70	1.7	300	2200	2700	1200	2150	2000	2500	300	4"
FACI 60	698-836	70-84	2	300	2500	2750	1380	2150	2100	2600	400	4"
FACI 70	814-977	82-98	2.5	300	3500	2750	1380	3000	2300	2800	450	4"
FACI 80	929-1115	93-112	3	300	3500	3000	1380	3000	2500	3100	500	4"
FACI 90	1044-1256	104-126	3	300	3500	3000	1380	3000	2700	3500	500	4"
FACI 100	1163-1394	116-140	3.5	300	3500	3000	1500	3000	2700	3500	500	4"

საბაზო კომპლექტაცია:

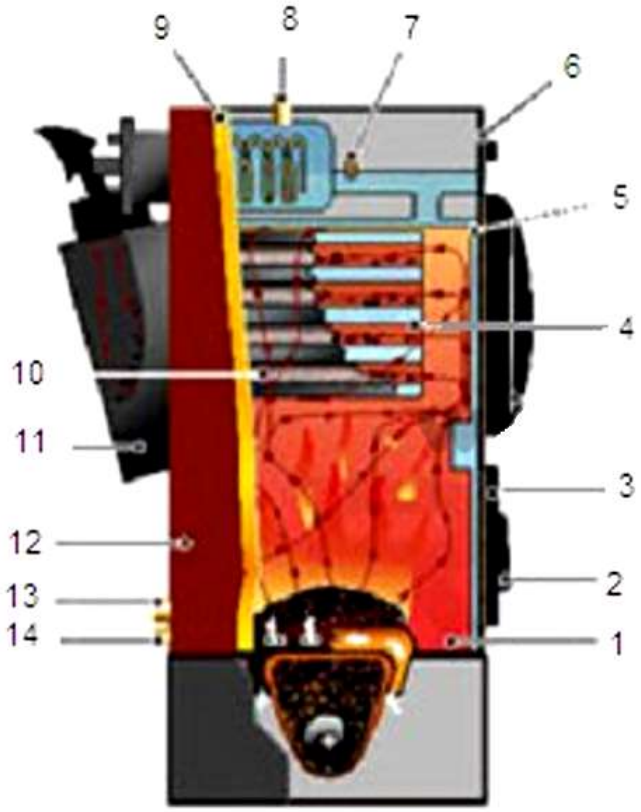
– საოპერაციო საწვავის ბუნკერი მოცულობით 400 ლიტრი;

– საწვავის მიწოდების შნეკური მექანიზმი ელექტროძრავით;

– ჰაერის ჩაბერვის სისტემა ელექტროვენტილატორით;

– მართვის ციფრული პანელი;

– „პელეტიდან-შეშაზე“ გადართვის ფუნქცია.



პელეტებზე მომუშავე ქვაბ FACI-ს სქემა:

ნახ. 5

1. *საცეცხლე კამერა; 2. საჰაერო ფანჯარა; 3. საცეცხლის გაწმენდის კარი; 4 თბოგადამცემი; 5. წყლის კონტური; 6. მართვის პანელი; 7. ტემპერატურის გადამწოდის ჩართვა; 8 . გამავალი წყლის შტუცერი; 9. თბოსაიზოლაციო მოდელი; 10. აირმავალი; 11. კვამლის მოსაცილებელი;* 12. ქვაბის ფოლადის კორპუსი; 13. საბრუნი წყლის გადამყვანი; 14. წყლის ავარიული გადაშვების გადამყვანი

SAS ECO

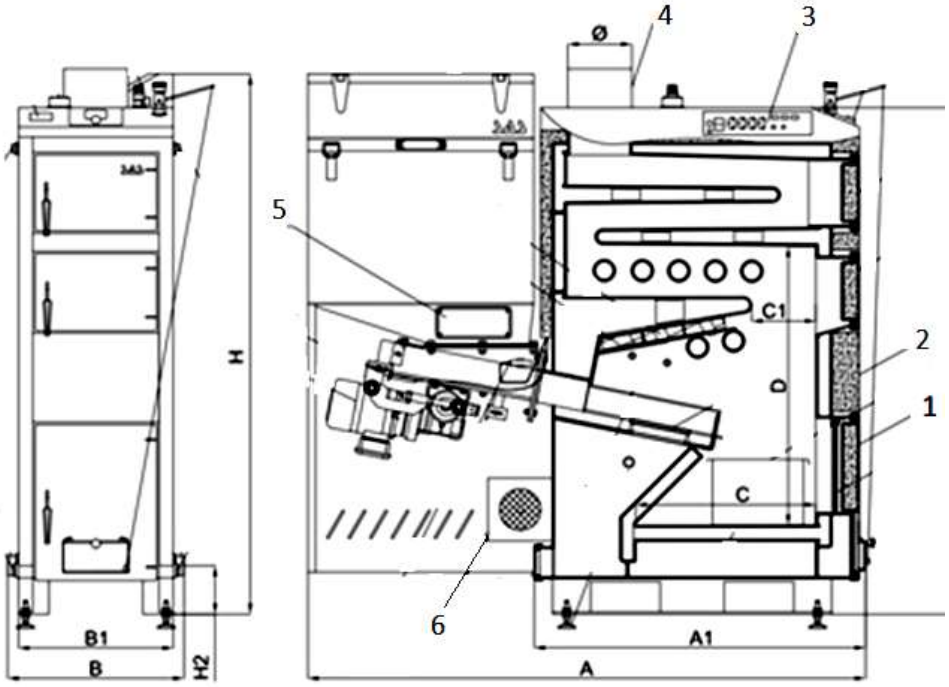
სიმძლავრე: 17-დან 225 კვტ. მ-ზე;

საწვავი: პელეტები, შეშა, ნახშირი.

აღწერა:

SAS ECO-ს ქვაბის დამახასიათებელი თავისებურებაა ის, რომ საცეცხლე კამერა აღჭურვილია ცეცხლრიკიანი ცხაურით, რომელსაც წყალი აცივებს. ასეთი გადაწყვეტა აძლევს ქვაბს ავარიულ სიტუაციებში მუშაობის საშუალებას და ქმნის ალტერნატიული საწ-

ვავის პერიოდული გამოყენების შესაძლებლობას. ელექტრო-ენერგიის არარსებობისას ქვაბს შეუძლია ხელის რეჟიმით მუშაობა ბუნებრივი წევის საშუალებით (იხ. ნახ. 6, 7).



ნახ. 6

1. სანაცრის კარი; 2. ქვაბის კორპუსი; 3. უსაფრთხოების სარქვლის სამონტაჟო მილყელი; 4. კვამლსადენი; 5. საწვავის ავტომატური მიწოდების ძრავა; 6. ვენტილატორი

ნახ. 7

Q Pellet Duo

ნახ.8

სიმძლავრე: 15-90 კვტ;

სიმძლავრის დიაპაზონი: 5÷15; 8÷25;

საწვავი: პელეტები, ქვანახშირი, ბრიკეტები, შეშა.

აღწერა: დანადგარში გაერთიანებულია ნოვატორული მაღალეფექტიანი თბოგადამცემი, თანამედროვე სანთურა და ავტომატიკა, რაც წარმოადგენს ინჟინერთა მრავალწლიანი მუშაობის შედეგს. პირველ რიგში ქვაბი განკუთვნილია მაღალი ხარისხის ხის მყარი ქანებისგან შემდგარი პელეტების პროფესიული დაწვისთვის.

მას აქვს კარგი საექსპლუატაციო მახასიათებლები და ავტომატიკა სანთურის ლოგიკური დაპროგრამებით. დანადგარი აღჭურვილია ცეცხლის ავტომატური გასაჩაღებელი ხელსაწყოთი, ალის კონტროლით და სანთურის თვითგაწმენდის სისტემით. ქვაბის მქკ 90%-ია, კორპუსი აღჭურვილია სანთურის თავზე განლაგებული მილაკოვანი თბოგადამცემით, რომელიც შეერთებულია წყლის ცხაურასთან სხვადასხვა სახის საწვავის დასაწვავად.

ბუნკერიდან საწვავი მიეწოდება ცეცხლგამძლე შნეკის მეშვეობით ავტომატურად და თანაბარ ულუფებად სპეციალური დოზატორის დახმარებით. საწვავის მიწოდების

ასეთი ახალი ხერხი უზრუნველყოფს კარგ წვას და საიმედო დაცვას ბუნკერში ცეცხლის გაუთვალისწინებელი მოხვედრისგან.

ქვაბის მართვის სისტემა აკონტროლებს წვის პროცესს ექსპლუატაციის პირობებიდან და სითბოზე მოთხოვნილებიდან გამომდინარე.

ქვაბის ტექნიკური მონაცემები

სიმძლავრე	კვტ	15	25	35	45	55	65	90
მუშაობის მაქს. ტემპერატურა	°C	85	85	85	85	85	85	85
წყლის მოცულობა	ლ	73	88	103	118	145	155	430
კვამლსადენის მინიმ. წევა	პა	20	20	22	25	25	27	25
ქვაბის წონა	კგ	350	370	470	490	530	550	900
საწყისი აირების ტემპერატურა	°C	120-200	120-200	120-200	120-200	120-200	120-200	120-200
კვამლსადენის მინიმალური სიმაღლე	მ	7	7	7	8	8		
მაქსიმალური მუშა წნევა	ბარ	2	2	2	2	2	2	2
სიგანე	სმ	115	115	115	115	180	180	190
სიღრმე	სმ	61	71	76	86	77	82	142
სიმაღლე	სმ	141	141	141	141	179	179	179

DEFRO EKO

სიმძლავრე: 19-დან 75 კვტ-მდე;

სიმძლავრის დიაპაზონი: 8÷26 კვტ;

საწვავი: წვრილი ნახშირი, ნახშირი, ნაფოტი, მერქანი.

მახასიათებლები:

- ქვაბის თბოგადამცემი შესრულებულია 6-8 მმ სისქის მქონე სერტიფიცი-რებული საქვაბე ფოლადისგან.
- ქვაბის მაღალი ეფექტიანობა (მქკ 89%-მდე) საწვავის სრული წვის, მაღალი ეკონომიურობის და წვის ეკოლოგიურობის გარანტიას იძლევა.

- აქროლადი ნივთიერებების დაწვის სისტემა უზრუნველყოფს ეკოლოგიურ სისუფთავეს ქვაბის მუშაობისას.
- ხელის მუშაობისთვის ქვაბში გათვალისწინებულია თუჯის ცეცხლრიკები, რომელთა გამოყენება შეიძლება სხვადასხვა შემთხვევაში, მ.შ. ელექტროკვების ამორთვის დროსაც კი.
- თანამედროვე კონტროლერი მართავს ქვაბისა და გათბობის სისტემის მუშაობას: ცხელი წყლის, თბილი იატაკის, რადიატორების გახურებას .
- საცეცხლის ავარიულ ჩაქრობას ენერგოდამოუკიდებელი სისტემა უზრუნველყოფს.
- საწვავის ბუნკერის არამჭიდროდ დახურვის შესახებ მიღებული შეტყობინების დროს ირთვება დაცვის სისტემა ნახშირის შემცველი ბუნკერის აალების თავიდან ასაცილებლად.

აღწერა:

თბოგადამცემის კედლები, რომლებიც 6-8 მმ სისქის მაღალხარისხიანი ფოლადისგან არის დამზადებული, ქვაბის სამსახურის მნიშვნელოვანი ვადით მუშაობისა და მისი მაღალი მწარმოებლურობის გარანტიას იძლევა. წვის მთელი პროცესი თანამედროვე კონტროლერით რეგულირდება.

ტექნიკური მონაცემები:

ქვაბის ტიპი/სიმძლავრე	განზ. ერთ	19	28	38	50	75
სიმძლავრის დიაპაზონი	კვტ	8-26	11-35	13-43	17-55	24-79
თბოგადამცემის ფართობი	მ^2	2,4	3,3	4,0	5,0	7,0
გასათბობი ფართობი**	მ^2	190-მდე	270-მდე	360-მდე	480-მდე	720-მდე
ბუნკერის ტევადობა	კგ	~210			~390	
ოპტიმალური მქკ	%	88,2-89,8				
მაქსიმალური მუშა წნევა	ბარ	1,5				
კვამლსადენის წევა	პა	25	29	32	34	38
ქვაბის წონა	კგ	574	703	789	842	1145
კვამლსადენის კვეთი	მმ^2	160	180	200	210	270
კვამლსადენის მინიმალური სიმაღლე	მ	8	9	10		11
სიგანე	მმ	1310	1335	1446	1386	1583
სიღრმე	მმ	1034	1144	1244	1364	1535
სიმაღლე***	მმ	1360		1380	1480	1580

3. დასკვნა

ნაშრომში განხილულია ბუნებრივ აირზე და მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები. სათბობის ქვაბი არის ავტონომიური გათბობის სისტემების ცენტრალური ნაწილი. მასში სითბოს გენერირება ხდება სათბობის წვის ხარჯზე.

კონსტრუქციის მიხედვით ზემოთ განხილული ქვაბები სხვადასხვაგვარია და მათი კლასიფიკაცია შემდეგი პარამეტრებით ხდება: მყარი სათბობის სახეობის მიხედვით, სათბობის წვის პროცესის მიხედვით, ქვაბის მასალისა და გენერირებული ენერგიის გადაცემის მიხედვით. ქვაბებში სათბობის სრული წვის შედეგად მაღალია მათი მარგი ქმედების კოეფიციენტების მნიშვნელობები (88-90%). ეს ქვაბები ეკოლოგიურად სუფთაა.

პირველადი ჰაერის მიწოდების რეგულირებით (მყარსათბობიან) ქვაბებში შესაძლებელია ნელი წვის პროცესის მიღება და ერთი ჩატვირთვით – მუშაობის ხანგრძლივობის გაზრდა 10-12 საათით, ხოლო ზოგ შემთხვევაში 24 საათამდე.

აღსანიშნავია, რომ ქვაბების ექსპლუატაცია მარტივია – არ მოითხოვს მაღალ-კვალიფიციური ცეცხლფარეშის მომსახურებას, ავტომატური მართვის სისტემა კი საიმედოდ მუშაობს საჭირო დაცვების გამოყენებით. იმასთან დაკავშირებით , რომ ამ ქვაბების მ.ქ.კფ-ის მნიშვნელობა მაღალია, მათი გამოყენება უზრუნველყოფს მაღალ ეკონომიკურ ეფექტურობას, ეს ქვაბები კომპაქტურია და შესაძლებელია დამონტაჟდეს მცირე ზომის გამოყოფილ სათავსში. გარდა ამისა მათი გამოყენება შესაძებელია გადასაადგილებელი სითბოს წყაროდ (ქვაბი) ახლად მშენებარე ობიექტზე.

ქვაბი წარმატებით გამოიყენება გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების დანიშნულებით საზოგადოებრივ-ადმინისტრაციულ შენობებში, სხვადასხვა უწყებებში, ტურისტული დანიშნულების ობიექტებში და სხვა.

ლიტერატურა

1. კუჭუხიძე დ., მურღულია ნ., გიუტაშვილი ს. სათბობის ეკონომია საქართველოს არაგაზიფიცირებულ რაიონებში, ადგილობრივი მყარი საწვავით მომუშავე გათბობის მაღალეფექტური ქვაბების გამოყენებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი შრომები N2(492), თბილისი, 2014.
2. კუჭუხიძე დ., ბაბუნაშვილი ა., ქურდაძე ბ., კოდუა ვ. ადგილობრივ მყარ სათბობზე მომუშავე მაღალეფექტური ქვაბების დანერგვა საქართველოს არაგაზიფიცირებულ რაიონებში. ჰიდროინჟინერია N1-2 (23-24), სამეცნიერო -ტექნიკური ჟურნალი, თბილისი, 2017.
3. „საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი“, მ. გრძელიშვილი, ო. გიორგობიანი. გაზით გათბობა, თბილისი, 2011.

შაკ 21474

თბური ენერგიის ეკონომია შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების ტემპერატურის გაზრდის გზით

ს. გოდერძიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სტატიაში განხილულია სათავსის კომფორტულობის პირობები და თბური ენერგიის ეკონომიის საშუალება პანორამული ფანჯრებისა და ზოგადად შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების ტემპერატურის გაზრდით კოანდას ეფექტზე დაფუძნებული გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედების დროს. მიღებულია თბოგაცემის საანგარიშო კრიტერიალური განტოლება და შესწავლილია როგორც ზედაპირის, ასევე მის მახლობლობაში მყოფი გრავიტაციული ჭავლის ტემპერატურული ველი.*

საკვანძო სიტყვები: *სათავსის კომფორტულობის პირობები, შემომზღუდი კონსტრუქციები, პანორამული ფანჯრები, ტემპერატურული ველი, სასაზღვრო შრე, კრიტერიალური განტოლება, პლინტუსური გათბობა.*

1. შესავალი

არქიტექტურაში სულ უფრო პოპულარული ხდება ე. წ. პანორამული ფანჯრების გამოყენება. ასეთი ტიპის შემინვის დადებით მხარეებად შეიძლება აღინიშნოს საუკეთესო ხედი იმ სათავსიდან, სადაც არის დამონტაჟებული პანორამული შემინვა, ადმიანის გარემოსადმი კავშირის საუკეთესო საშუალება, ხოლო უარყოფითი მხარეა მათი დაბალი თერმული წინაღობა, რაც, თავის მხრივ, ზრდის თბოდანაკარგებს. შედეგად პანორა-

მული შემინვის შიდა ზედაპირზე ვიღებთ დაბალ ტემპერატურას, რაც შეიძლება ნორმირებულ ტემპერატურაზე დაბალი აღმოჩნდეს, ვინაიდან ნორმირებულ ტემპერატურათა სხვაობა შემომზღუდ კონსტრუქციებსა და სათავსის შიგა ჰაერის ტემპერატურას შორის არის 4-4,5^{0}C. გარდა ამისა, ამ შემთხვევაში შემინვის შიდა ტემპერატურა შეიძლება ნამის წერტილზე დაბალი აღმოჩნდეს, რაც გამოიწვევს მასზე კონდენსატის გამოყოფას. პანორამულ ფანჯრებთან სათბობ ხელსაწყოდ ვერ გამოვიყენებთ რადიატორს მათ ქვეშ კედლის არარსებობის გამო, თბილი იატაკის გამოყენების შემთხვევაში წავაწყდებით ზემოთ ჩამოთვლილ პრობლემებს. ამგვარი ფანჯრების გასათბობად უნდა გამოვიყენოთ იატაკქვეშა ან დასადგმელი კონვექტორები ან სათბობი პლინტუსები. მათი მოქმედების პრინციპი დამყარებულია კოანდას ეფექტზე, რაც იმას ნიშნავს, რომ ქვემოთ წარმოქმნილი იძულებითი ან ბუნებრივი ჰაერის ჭავლი წვება კედელზე და მიცოცავს მაღლა, რითაც ქმნის ე.წ. თბურ ფარდას. ამ ეფექტის შესრულებისთვის აუცილებელი პირობაა, რომ ჭავლის მიწოდება ხდებოდეს კედელზე მისგან არა უმეტეს 300 მმ მანძილისა.

2. ძირითადი ნაწილი

ადამიანის კომფორტულობის შეგრძნება განპირობებულია ჰაერისა და შემომზღუდი კონსტრუქციების შიგა ზედაპირების ტემპერატურების კომპლექსური მახასიათებლით. კომპლექსურ მაჩვენებლად გამოიყენება სათავსის ჯამური ტემპერატურა t_{su}.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის დროს (0.2 მ/წმ):

$$t_{su}=(t_ш-t_р)/2, \quad (1)$$

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის დროს (0.2-0.6 მ/წმ):

$$t_{su}=0,6t_ш+0,4t_р, \quad (2)$$

სადაც t_{su} არის სათავსის ჯამური ტემპერატურა;

$t_ш$ – სათავსის შიდა ტემპერატურა.

$t_р$ – სათავსის რადიაციული ტემპერატურა;

რადიაციული ტემპერატურა განისაზღვრება გამოსახულებიდან:

$$t_r=\Sigma t_i\varphi_{h-1}, \quad (3)$$

სადაც ადამიანის მხრიდან შემოსაზღვრულ ზედაპირებზე დასხივების კოეფიციენტის ტემპერატურა არის t_i.

t_r მნიშვნელობის დადგენა შესაძლებელია შემდეგი გამოსახულებით:

$$t_r=\Sigma F t_i/\Sigma F, \quad (4)$$

სადაც ΣF არის შემომზღუდი კონსტრუქციებისა და სათბობი ხელსაწყოების ფართი, t_i – შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების და სათბობი ზედაპირების ტემპერატურა.

წელიწადის ცივი პერიოდისათვის t_r-სა და $t_ჰ$-ს შორის კავშირი მყარდება შემდეგი გამოსახულებით:

$$t_r=1,57\ t_{su}-0.057\ t_{ჰ}\pm1.5; \quad (5)$$

წელიწადის თბილი პერიოდისათვის:

$$t_r=1,5\ t_{su}-0.5\ t_{ჰ}\pm1.5. \quad (6)$$

სათავსოს კომფორტული ექსპლუატაციისათვის დადგენილია შემდეგი ტემპერატურები: t_{su}, წელიწადის ცივი პერიოდისთვის – მშვიდ მდგომარეობაში 23^0C; მსუბუქი მუშაობის დროს 21^0C; საშუალო სიმძიმის მუშაობის დროს 18.5^0C; მძიმე მუშაობის დროს 16.0^0C. წელიწადის ცხელი პერიოდისთვის – მშვიდ მდგომარეობაში და მსუბუქი მუშაობის დროს 26^0C; საშუალო სიმძიმის მუშაობის დროს 24^0C; მძიმე მუშაობის დროს 22.0^0C.

ზემოაღნიშნულიდან შეიძლება მნიშვნელოვანი დასკვნის გაკეთება, კერძოდ, სათავსის კომფორტულობის მიღწევა შესაძლებელია არა მარტო სათავსის შიგა ჰაერის ტემპერატურით, არამედ რადიაციული ტემპერატურის რეგულირებითაც.

განვიხილოთ ზემოთ აღნიშნული კოანდას ეფექტზე დაფუძნებული დაფენილი ანუ ნახევრად შემოსაზღვრული გრავიტაციული თბური ჭავლი, რომელიც წარმოიქმნება ვერტიკალური ზედაპირის ქვემო ნაწილში განლაგებულ სათბობ ხელსაწყოსთან.

სახურებელი ელემენტის ტემპერატურა აღვნიშნოთ t_0-ით, დიამეტრი d_0-ით ვერტიკალური ზედაპირის ტემპერატურაა T_w, გარემო ჰაერის ტემპერატურა t_∞, რომელიც სათავსის შემთხვევაში აიღება $t_ჰ$.

$$t_0 > t_w > t_ჰ.$$

თბოგაცემის ინტენსივობა ვერტიკალურ ზედაპირზე განისაზღვრება სასაზღვრო შრის სისქით (δ).

კედლის ზედაპირთან წარმოიქმნება როგორც ჰიდროდინამიკური (δ), ასევე თერმული (δt) სასაზღვრო შრეები ჰაერისათვის (Pr=0.73). ამ შრეების სისქე ტოლია $\delta = \delta_з = \delta t$. გარდა ზემოთ დასახელებელი შრეებისა, წარმოიქმნება კიდევ გარე ჭავლური შრე სისქით $\delta_ჭ$. თბოგაცემის ინტენსივობა დამოკიდებულია აგრეთვე ტემპერატურული დაწნევით:

$$\Delta t > t_m - t_0,$$

სადაც t_m არის თბური ჭავლის ღერძის გასწვრივ მაქსიმალური ტემპერატურა, რომელიც სახურებელი ელემენტიდან თანდათანობით მცირდება, ვიდრე სასაზღვრო შრის გარე ტემპერატურა ($t_ა$) ;

t_0 – სახურებელი ელემენტის ზედაპირის ტემპერატურა.

შემინული ზედაპირის თბური დაცვის მიზნით ზედაპირის ტემპერატურა წინასწარ ცნობილი სიდიდეა.

გრავიტაციული ჭავლის ღერძის გასწვრივ მაქსიმალური ტემპერატურის სიდიდეს (t_m) ნებისმიერი x კვეთისთვის გამოვთვლით ფორმულით:

$$\Theta_{მაქ} / \Theta_0 = 0{,}34(d/x)^{0.7}. \qquad (7)$$

$\Theta_{მაქ} = t_m - t_w$ არის ჭავლის ღერძის გასწვრივ მაქსიმალურ ტემპერატურასა (t_m) და შემინული ზედაპირის ტემპერატურას შორის (t_w) სხვაობა;

$\Theta_0 = t_0 - t_w$ – სახურებელ ელემენტთან წარმოქმნილი ჭავლის საწყის ტემპერატურასა (t_0) და შემინული ზედაპირის ტემპერატურას შორის (t_w) სხვაობა;

d_0 არის სახურებელი ელემენტის მსაზღვრელი ზომა, გლუვი მილის შემთხვევაში – დიამეტრი, ხოლო სხვა სახის სათბობი ხელსაწყოს შემთხვევაში – მისი სიგანე;

x – მანძილი სახურებელი ელემენტიდან განსახილველ x კვეთამდე.

(7) ფორმულის მეშვეობით შეგვიძლია გავიგოთ სასაზღვრო შრის სისქეში ტემპერატურული გრადიენტი, რომელიც განსაზღვრავს შემინულ ზედაპირთან თბოგაცემის ინტენსივობას.

მაგალითად, თუ ჭავლის საწყისი ტემპერატურა $t_0 = 70^0C$ და შემინული ზედაპირის ტემპერატურა გვინდა იყოს $t_0 = 40^0C$, მაშინ (7)-ის თანახმად შემინული ზედა-

პირის გასწვრივ წარმოქმნლი თერმული სასაზღვრო შრის გარე საზღვარზე, საწყისი კვეთიდან ფანჯრის ძირიდან X=3 სიმაღლეზე, მაქსიმალური ტემპერატურა იქნება $t_m=42^0C$ ტემპერატურული სხვაობა. $Θ_{მაქ}=42^0C-40^0C=2^0C$ განსაზღვრავს კონვექციით გაცემული ხვედრითი ნაკადის სიდიდეს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე თუ შემინული ან ზოგადად შემომზღუდი კონსტრუქციის ქვემო ნაწილში მთელ სიგრძეზე განვალაგებთ სათბობ ხელსაწყოს, მაშინ კოანდას ეფექტით ხელსაწყოსთან წარმოქმნილი ჭავლი მიაწვება ვერტიკალურ ზედაპირს, დაიწყებს მის შეთბობას და ზედაპირის ტემპერატურა t_w გაცილებით მეტი იქნება სათავსის ჰაერის ტემპერატურაზე $t_მ$ $t_w>> t_∞= t_მ$.

ამრიგად, შემინული ზედაპირი თბება რა გრავიტაციულ ჭავლსა და ზედაპირს შორის კონვექციით თბოგაცემის ხარჯზე, გამოსხივებით თბოგაცემის გზით ათბობს სათავსს. ამ გზით მიიღწევა სათავსის თანაბარი გათბობა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ადამიანის კომფორტულობის შეგრძნება დამოკიდებულია არა მარტო სათავსის შიგა ჰაერის ტემპერატურაზე, არამედ შემომზღუდი კონსტრუქციების შიგა ზედაპირების ტემპერატურაზე.

აღნიშნული მეთოდით ზედაპირის ტემპერატურის დამყარების შემთხვევაში შესაძლებელია სათავსის ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა 22^0 C–დან დავწიოთ 16^0 C-მდე. სათავსის ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურის დაწევის დროს შესაძლებელია 7% თბური ენერგიის ეკონომია. 22^0C-დან 16^0C-მდე ტემპერატურის დაწევა მოგვცემს თბური ენერგიის 35% ეკონომიის შესაძლებლობას. სათავსის თბური რეჟიმის ანგარიშის დროს საჭიროა გამოვთვალოთ თბოგაცემა გრავიტაციულ ჭავლსა და ირგვლივ მყოფ ზედაპირებს შორის, რომელიც მიმდინარეობს $Gr≥2*10^7$ კონვექციით. როდესაც მოძრაობა ტურბულენტურია, ზედაპირის ირგვლივ წარმოქმნილ სასაზღვრო შრეში

$$Gr=\frac{gβΔtd^{\wedge 1}/3}{γ^{\wedge 2}} \quad (8)$$

რასჰოფის კრიტერიუმი, სადაც, G არის სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ^2;

β – თერმული გაფართოებელი კოეფიციენტი, 1/გრად;

d – მსაზღვრელი ზომა (დიამეტრი), მ;

$\Delta t = t_0 - t_w$ – ტემპერატურული სხვაობა ^0C კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი, $მ^2/წმ$.

ტურბულენტური სასაზღვრო შრის მოძრაობის და ენერგიის განტოლებების ინტეგრირების გზით, კარმან-პოლჰაუზენის მეთოდის გამოყენებით, მიღებულია ზედაპირის გასწვრივ თბოგაცემის საანგარიშო კრიტერიუმის განტოლებები როგორც ლოკალური, ასევე საშუალო სიდიდეებისთვის:

$$Nu_0=0.21Gr_0(d/x)^{0.25}, \quad (9)$$

$$Nu_L=0.28Gr_0(d/L)^{0.25}, \quad (10)$$

$Nu_0=\alpha d/\lambda Nu_L=\alpha L/\lambda$ შესაბამისად არის ნუსელტის კრიტერიუმის ლოკალური და საშუალო მნიშვნელობები:

α – კონვექციით თბოგადაცემის კოეფიციენტი, $ვტ/მ^2$;

d, L – მსაზღვრელი ზომებია;

λ – სასაზღვრო შრის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, $ვტ/მ^2$.

ზედაპირის საშუალო ტემპერატურას ვიანგარიშებთ ფორმულით:

$$\Theta_{საშ}/\Theta_0=1,2(d/x)^{0.7}. \quad (11)$$

3. დასკვნა

სათავსის თბური კომფორტულობა განპირობებულია არა მარტო სათავსის ჰაერის ტემპერატურით, არამედ შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების ტემპერატურით. ფართოდ გამოყენებადი პანორამული შემინვის შიდა ზედაპირზე ნორმირებული ტემპერატურის უზრუნველყოფის და კონდესატის წარმოქმნის თავიდან აცილების ღონისძიებას წარმოადგენს კოანდას ეფექტზე დაფუძნებული საჰაერო თბური ფარდის გამოყენება, რომელიც წარმოიქმნება ამ კონსტრუქციის ქვემო ნაწილში მის მთელ სიგრძეზე მოწყობილი ისეთი სათბობი ხელსაწყოებით, როგორიცაა სათბობი პლინტუსები, იატაკქვეშა და დასადგმელი კონვექტორები, გლუვი მილები და სხვა.

ასეთი რეჟიმის დროს მიიღწევა თბური ენერგიის 35% ეკონომია. შესაძლებელია სათავსის ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურის დაწევა +16^{0}C-მდე ისე, რომ არ დაირღვეს კომფორტულობის პირობები.

ლიტერატურა

1. რატიანი გ., გრძელიშვილი მ. `სამშენებლო თბოფიზიკა", თბილისი, გამომც. განათლება, 1979 წ, გვ. 193.
2. В.К. Савин. (2005). Стоительная физика ,энергофенос. Энергоэффективность, энергосбережение, М, 432ст
3. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные .Параметры микроклимата в помещениях.
4. В. Блези. (2012). Справочник проектировщика.Стоительная физика. М, 616стр
5. СП 50,13330,2012 Тепловая защита зданий, М. 2012.

UAK 514.113.5

ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ

ბ. მასპინძელაშვილი, ი. ქადარია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: ნაშრომში განხილულია ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ახალი მეთოდი. მისი გამოყენებით დაშლილია სხვადასხვა სახის რაციონალური ფუნქციები.

საკვანძო სიტყვები: ნამდვილი ცვლადი, რაციონალური ფუნქცია, უმარტივესი წილადები, კომპლექსური ფესვები.

1. შესავალი

ცნობილი მეთოდის გამოყენებით ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის დაშლა უმარტივესი წილადების ჯამად გარკვეულ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. თუ რაციონალური ფუნქცია არაწესიერია, მრავალწევრის მრავალწევრზე (მრიცხველის მნიშვნელზე) გაყოფის გზით მისგან უნდა გამოიყოს მთელი და წესიერი ნაწილი, მიღებული წესიერი რაციონალური ფუნქციის დაშლა ხდება უმარტივესი წილადების ჯამად, რომელიც ხორციელდება განტოლებათა სისტემის შედგენით და ამოხსნით [1], [2].

2. ძირითადი ნაწილი

რაციონალური ფუნქციის მნიშვნელს აქვს ნამდვილი ფესვები:

$$R(x)=\frac{a_m x^m+a_{m-1}x^{m-1}+\cdots+a_1x+a_0}{(\alpha_1x-\beta_1)^{n_1}(\alpha_2x-\beta_2)^{n_2}\cdots(\alpha_kx-\beta_k)^{n_k}}. \qquad (1)$$

რაციონალური ფუნქციის დაშლა $\frac{A}{(\alpha x-\beta)^n}$, $n=1,2,3,\cdots,k$, სახის უმარტივესი წილადების ჯამად ხორციელდება შემდეგნაირად: ფუნქციას დავშლით შესაკრებებად

$$\frac{a_m x^m+\cdots+a_1x+a_0}{(\alpha_1x-\beta_1)^{n_1}\cdots(\alpha_kx-\beta_k)^{n_k}}=\frac{a_m x^m+\cdots+a_1x}{(\alpha_1x-\beta_1)^{n_1}\cdots(\alpha_kx-\beta_k)^{n_k}}+$$

$$\cdots+\frac{a_0}{(\alpha_1x-\beta_1)^{n_1}\cdots(\alpha_kx-\beta_k)^{n_k}}.$$

და გამოვიყენებთ შემდეგი სახის ფუნქციების დაშლას:

$$1.\ \frac{1}{(ax-b)(cx-d)},\ 2.\ \frac{x}{(ax-b)(cx-d)}.$$

1-ის დაშლა. მრიცხველში წარმოვადგენთ მნიშვნელის თანამამრავლების ისეთ წრფივ კომბინაციას, რომ გაბათილდეს x-ის შემცველი წევრები. ფუნქციას დავშლით ორი უმარტივესი წილადის ჯამად, ე.ი.

$$\frac{1}{(ax-b)(cx-d)}=\frac{c(ax-b)-a(cx-d)}{(ad-bc)(ax-b)(cx-d)}=\frac{c}{(ad-bc)(cx-d)}-\frac{a}{(ad-bc)(ax-b)};$$

2-ის დაშლა. x მრიცხველს წარმოვადგენთ მნიშვნელის თანამამრავლების ისეთ წრფივ კომბინაციად, რომ გაბათილდეს თავისუფალი წევრები. ფუნქციას დავშლით ორი უმარტივესი წილადის ჯამად, ე.ი.

$$\frac{x}{(ax-b)(cx-d)}=\frac{d(ax-b)-b(cx-d)}{(ad-bc)(ax-b)(cx-d)}=\frac{d}{(ad-bc)(cx-d)}-\frac{b}{(ad-bc)(ax-b)};$$

რაციონალური ფუნქციის მნიშვნელს აქვს კომპლექსური ფესვები:

$$R(x)=\frac{a_m x^m+a_{m-1}x^{m-1}+\cdots+a_2x^2+a_1x+a_0}{(a_1x+b_1x+c_1)^{m_1}\cdots(a_px+b_px+c_p)^{m_p}}, \qquad (2)$$

სადაც $b_i^2-4a_ic_i<0$, $i=1,2,\cdots p$. მისი დაშლა $\frac{Cx+D}{(ax^2+bx+c)^n}$ სახის უმარტივესი წილადების ჯამად ხორციელდება შემდეგნაირად – ფუნქციას დავშლით შესაკრებებად და გამოვიყენებთ შემდეგი სახის დაშლილ ფუნქციებს:

3. $\dfrac{1}{(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)}$, 4. $\dfrac{x}{(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)}$.

3-ის დაშლა. მრიცხველში წარმოვადგენთ მნიშვნელის თანამამრავლების ისეთ წრფივ კომბინაციას, რომ გაბათილდეს x^2-ის შემცველი წევრები და დავშლით შესაკრებებად. ე.ი.

$$\frac{1}{(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)}=\frac{a_2(a_1x^2+b_1x+c_1)-a_1(a_2x^2+b_2x+c_2)}{((a_2b_1-a_1b_2)x+a_2c_1-a_1c_2)(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)}=$$

$$=\frac{a^2}{((a_2b_1-a_1b_2)x+a_2c_1-a_1c_2)(a_2x^2+b_2x+c_2)}-$$

$$\frac{a_1}{((a_2b_1-a_1b_2)x+a_2c_1-a_1c_2)(a_1x^2+b_1x+c_1)}.$$

4-ის დაშლა. x^2 მრიცხველს წარმოვადგენთ მნიშვნელის თანამამრავლების ისეთ კომბინაციად, რომ გაბათილდეს როგორც თავისუფალი, ისე x-ის შემცველი წევრები და დავშლით შესაკრებებად, ე.ი.

$$\frac{x^2}{(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)}=\frac{b_2(a_1x^2+b_1x+c_1)-b_1(a_2x^2+b_2x+c_2)-b_2c_1+b_1c_2}{(a_1b_2-a_2b_1)(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)}=$$

$$=\frac{b_2}{(a_1b_2-a_2b_1)(a_1x^2+b_2x+c_2)}-\frac{b_1}{(a_1b_2-a_2b_1)(a_1x^2+b_1x+c_1)}+$$

$$+\frac{-b_2c_1+b_1c_2}{(a_1b_2-a_2b_1)(a_1x^2+b_1x+c_1)(a_2x^2+b_2x+c_2)},$$

მესამე შესაკრებს დავშლით (3)-ის მსგავსად.

ბოლოს დასაშლელი იქნება $\dfrac{1}{(\alpha x-\beta)^n(ax^2+bx+c)^m}$ სახის ფუნქციები; თუ კვადრატულ მრავალწევრში გამოვყოფთ სრულ კვადრატს $ax^2+bx+c=a\left(x+\dfrac{b}{2a}\right)^2+$ $+\dfrac{4ac-b^2}{4a}$ და ჩავსვამთ $t=x+\dfrac{b}{2a}$, საჭირო იქნება $\dfrac{1}{(at-b)^n(ct^2+d)^m}$ სახის ფუნქციებად დაშლა:

$$\frac{1}{(at-b)(ct^2+d)}=\frac{c(a^2t^2-b^2)-a^2(ct^2+d)}{(-b^2c-a^2d)(at-b)(ct^2+d)}=\frac{-c(at+b)}{(b^2c+a^2d)(ct^2+d)}+\frac{a^2}{(b^2c+a^2d)(at-b)}.$$

შემდეგ დავუბრუნდებით x ცვლადს.

რაციონალური ფუნქციის მნიშვნელს აქვს როგორც ნამდვილი, ისე კომპლექსური ფესვები:

$$R(x)=\frac{a_mx^m+a_{m-1}x^{m-1}+\cdots+a_2x^2+a_1x+a_0}{(\alpha_1x-\beta_1)^{n_1}\cdots(\alpha_kx-\beta_k)^{n_k}(a_1x^2+b_1x+c_1)^{m_1}\cdots(a_px^2+b_px+x_p)^{m_p}},$$

სადაც $b_i^2-4a_ic_i<0$, $i=1,2,\cdots p$. მისი დაშლა რომ განვახორციელოთ $\frac{A}{(\alpha x-\beta)^n}$

$\frac{Cx+D}{(ax^2+bx+c)^n}$ სახის უმარტივესი წილადების ჯამად, იგი უნდა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით: $R(x)=R_1(x)\cdot R_2(x)$; $R_1(x)=\frac{a_mx^m+\cdots+a_1x+a_0}{(\alpha_1x-\beta_1)^{n_1}\cdots(\alpha_kx-\beta_k)^{n_k}}$ ფუნქციის დაშლა მოხდება (1)-ის მსგავსად, ხოლო

$$R_2(x)=\frac{1}{(a_1x^2+b_1x+c_1)^{m_1}\cdots(a_px^2+b_px+c_p)^{m_p}}$$

ფუნქციის კი (3)-ის მსგავსად.

დავშალოთ რაციონალური ფუნქციები უმარტივესი წილადების ჯამად:

მაგალითი 1. $R(x)=\frac{1}{(2x-1)^2(x+1)^3}$.

ამოხსნა: $R(x)=\left(\frac{1}{(2x-1)(x+1)}\right)^2\frac{1}{x+1}$;

$$\frac{1}{(2x-1)(x+1)}=\frac{2x-1-2(x+1)}{-3(2x-1)(x+1)}=\frac{-1}{3(x+1)}+\frac{2}{3(2x-1)};$$

$$R_1(x)=\left(\frac{-1}{3(x+1)}+\frac{2}{3(2x-1)}\right)^2=\frac{1}{9(x+1)^2}-\frac{4}{9(x+1)(2x-1)}+$$

$$+\frac{4}{9(2x-1)^2}=\frac{1}{9(x+1)^2}+\frac{4}{27(x+1)}-\frac{8}{27(2x-1)}+\frac{4}{9(2x-1)^2};$$

$$R(x)=\frac{1}{9(x+1)^3}+\frac{4}{27(x+1)^2}-\frac{8}{27}\left(\frac{-1}{3(x+1)}+\frac{2}{3(2x-1)}\right)+$$

$$+\frac{4}{9(2x-1)}\left(\frac{-1}{3(x+1)}+\frac{2}{3(2x-1)}\right)=\frac{1}{9(x+1)^3}+\frac{4}{27(x+1)^2}+$$

$$+\frac{8}{81(x+1)}-\frac{16}{81(2x-1)}-\frac{4}{27}\left(\frac{-1}{3(x+1)}+\frac{2}{3(2x-1)}\right)+\frac{8}{27(2x-1)^2}=$$

$$=\frac{1}{9(x+1)^3}+\frac{4}{27(x+1)^2}+\frac{12}{81(x+1)}-\frac{24}{81(2x-1)}+\frac{8}{27(2x-1)^2}.$$

მაგალითი 2. $R(x)=\dfrac{x^3}{(2x+3)(x-1)^2}$.

ამოხსნა: $R(x)=\dfrac{x^2(2x+3+3(x-1))}{5(2x+3)(x-1)^2}=\dfrac{x^2}{5(x-1)^2}+\dfrac{3x^2}{5(2x+3)(x-1)}=$

$$=\frac{x(x-1+1)}{5(x-1)^2}+\frac{3x(2x+3+3(x-1))}{25(2x+3)(x-1)}=\frac{x}{5(x-1)}+\frac{x}{5(x-1)^2}+$$

$$+\frac{3x}{25(x-1)}+\frac{9x}{25(2x+3)}=\frac{8(x-1+1)}{25(x-1)}+\frac{x-1+1}{5(x-1)^2}+\frac{9(2x+3-3)}{50(2x+3)}=$$

$$+\frac{8}{25}+\frac{8}{25(x-1)}+\frac{1}{5(x-1)}+\frac{1}{5(x-1)^2}+\frac{9}{50}-\frac{27}{50(2x+3)}=$$

$$=\frac{1}{2}+\frac{13}{25(x-1)}+\frac{1}{5(x-1)^2}-\frac{27}{50(2x+3)}.$$

მაგალითი 3. $R(x)=\dfrac{1}{(x^2+4x+6)(x^2+2x+5)}$.

ამოხსნა: $R(x)=\dfrac{x^2+4x+6-(x^2+2x+5)}{(2x+1)(x^2+4x+6)(x^2+2x+5)}=\dfrac{1}{(2x+1)(x^2+2x+5)}-$

$$-\frac{1}{(2x+1)(x^2+4x+6)};$$

$$R_1(x)=\frac{1}{(2x+1)((x+1)^2+4)}=\begin{bmatrix}x+1=t,\\ x=t-1\end{bmatrix}=\frac{1}{(2t-1)(t^2+4)}=$$

$$=\frac{4t^2-1-4(t^2+4)}{-17(2t-1)(t^2+4)}=\frac{2t+1}{-17(t^2+4)}+\frac{4}{17(2t-1)}=$$

$$=\frac{2x+3}{-17(x^2+2x+5)}+\frac{4}{17(2x+1)};$$

$$R_2(x)=\frac{-1}{(2x+1)((x+2)^2+2)}=\begin{bmatrix}x+2=t,\\ x=t-2\end{bmatrix}=\frac{1}{(2t-3)(t^2+2)}=$$

$$= \frac{4t^2 - 9 - 4(t^2+2)}{17(2t-3)(t^2+2)} = \frac{2t+3}{17(t^2+2)} - \frac{4}{17(2t-3)} =$$

$$= \frac{2x+7}{17(x^2+4x+6)} - \frac{4}{17(2x+1)};$$

$$R(x) = R_1(x) + R_2(x) = \frac{2x+3}{-17(x^2+2x+5)} + \frac{2x+7}{17(x^2+4x+6)}.$$

მაგალითი 4. $R(x) = \dfrac{x-2}{(2x-1)(x-1)(x^2-4x+7)}$.

ამოხსნა: $R(x) = \dfrac{x-2}{(2x-1)(x-1)((x-2)^2+3)} = \begin{bmatrix} x-2=t, \\ x=t+2 \end{bmatrix} =$

$$= \frac{t}{(2t+3)(t+1)(t^2+3)} = \frac{-(2t+3-3(t+1))}{(2t+3)(t+1)(t^2+3)} = \frac{-1}{(t+1)(t^2+3)} +$$

$$+ \frac{3}{(2t+3)(t^3+3)} = \frac{t^2-1-(t^2+3)}{4(t+1)(t^2+3)} - \frac{4t^2-9-4(t^2+3)}{7(2t+3)(t^2+3)} =$$

$$= \frac{t-1}{4(t^2+3)} - \frac{1}{4(t+1)} - \frac{2t-3}{7(t^2+3)} + \frac{4}{7(2t+3)} = \frac{-t+5}{28(t^2+3)} -$$

$$- \frac{1}{4(t+1)} + \frac{4}{7(2t+3)} = \frac{-x+7}{28(x^2-4x+7)} - \frac{1}{4(x-1)} + \frac{4}{7(2x-1)}.$$

3. დასკვნა

ნაშრომში შემოთავაზებულია ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივესი წილადების ჯამად დაშლის ახალი მეთოდი. განხილულია პრაქტიკული მაგალითები.

ლიტერატურა

1. Гурский Е.И. и др. Руководство к решению задач по высшей математике. Часть 1, Минск, «Вышэишая школа». 1990. 348 с.
2. Данко А.Г. и др. Высшая математика в упражнениях и задачах. Часть 1, Москва, «Высшая школа», 1980. 319 с.

შაკ 663.6

შპს „ბორჯომის“ ქარხნის მიერ წარმოებული ჰიდროკარბინატული მინერალური წყლების სეზონური მონიტორინგი და პროდუქტიულობა

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, თ. ჩიტაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *ბორჯომის მინერალური წყალი კონკურენტუნარიანია მსოფლიოს მრავალ ცივილიზებულ სახელმწიფოში. ხეობაში არსებული დიეტურ-სამკურნალო წყლები სამკურნალო-პროფილაქტიკის მიზნით წინა პირობაა ენდოკრინოლოგიურ და კუჭნაწლავის ქვემწვავე და ქრონიკულ დაავადებათა სამკურნალოდ. ბიოსფეროში მიმდინარე ბუნებრივი ანთროპოგენური პროცესების გამო, ასევე ტექტონიკური ძვრების მიხედვით დროთა განმავლობაში იგი განიცდის გარკვეულ ცვლილებებს. უკანასკნელ პერიოდში საჭირო გახდა ჭაბურღილების, წყლის გამტარი მილების, შემგროვებელი აუზის, ქარხნის პროცესორებისა და აპარატების რეაბილიტაცია. აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით განვახორციელეთ მინერალური წყლის მონიტორინგი თანამედროვე გაზისურ-ინსტრუმენტული მეთოდებით.*

კვლევის შედეგად დადგინდა: დედაქანის წიაღისეულიდან მზა პროდუქტამდე ელექტროლიტების ხვედრითი წილი სეზონურობის მიხედვით სტანდარტულია. სარეალიზაციო პროდუქცია ეკო-ქიმიურად სრულფასოვანია, რომელიც პასუხობს შესაბამის კონდიციათა სისტემას.

საკვანძო სიტყვები: ბორჯომი, მინერალური, წყალი, მინერალიზაცია, ჭაბურღილი, ხარისხობრივი მაჩვენებლები, ჰიდროგეოლოგიური, ჰიდროკარბონატული, საბადო.

1. შესავალი

საქართველოში ბორჯომის წყალი ერთ-ერთი უნიკალური მინერალური სასმელია, რომლის პროდუქცია იმპორტის სახით გადის საზღვარგარეთ (სტანდარტი ISO 9001, ISO 2200), როგორც სამაგიდო-გამაგრილებელი და სამკურნალო-პროფილაქტიკური სასმელი. ეკოსისტემაში სისტემატურად მიმდინარეობს გლობალური ცვლილებები, მრავალი ფაქტია ცნობილი უნიკალური წყლების დაკარგვის. სწორედ ამის გამო, აუცილებელია სისტემური მონიტორინგი გეოსისტემურ პროცესებთან დაკავშირებით, თუნდაც კოროზიული მილების გამო.

2. ძირითადი ნაწილი

ბორჯომის ლანდშაფტი რეკრიაციული ზონით არის წარმოდგენილი ხეობაში, სადაც სავსებით მოსალოდნელია ტექტონიკური რღვევის პროცესები, რომელმაც შესაძლებელია შეცვალოს მინერალური წყლის ფორმულა. იგი შეიძლება გამოწვეული იყოს ღია, ფარული, ლოკალური საფრთხეებით, როგორიც არის: ტყის საფრის გაჩეხვა, დაწვა, ნიადაგის საფრის ეროზია წყლითა და ქარით, გარკვეული ცვლილებები ჭაბურღილებიდან წყაროებამდე, წყაროებიდან ქარხნამდე, ქარხნიდან აუზამდე ბიოფილტრების ადსორბციის ჩათვლით, რაც, ბუნებრივია, ცვლის წყლის ელექტროლიტურ ბალანსს. ასევე ყურადსაღებია მზა პროდუქციაში ნახშირჟანგის შემცველობა. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული საკითხი მოითხოვს სისტემურ 24-საათიან მონიტორინგს, რაც ჩვენი კვლევის ათვლის წერტილია, რათა დამაჯერებელი პასუხი გავცეთ ბორჯომის ჰიდროკარბონატული წყლის ბიოლოგიურ სრულფასოვნებასა და ეკოლოგიურ სისუფთავეს.

ბორჯომის საბადოს რეგიონი მთლიანად მოიცავს ბორჯომის ადმინისტრაციულ რაიონს და ნაწილობრივ მის მოსაზღვრე ქარელის, ხარაგაულისა და ახალციხის ლანდშაფტებს.

ბორჯომის საბადოს ტერიტორია შეადგენს 20 კმ^2-ს და მოიცავს 3 საექსპლუატაციო უბანს: ცენტრალურს, ლიკანს და ვაშლოვან-ყვიბისს [1].

ბორჯომის საბადო მიეკუთვნება ჰიდროინჟექციურ საბადოთა ტიპს და ხასიათდება უაღრესად რთული გეოლოგიურ-ჰიდროგეოლოგიური პირობებით. მისი ექსპლოატაცია

ხორციელდება ჭაბურღილებით. მათი სიღრმე გეოლოგიურ-ჰიდროგეოლოგიური და სტრუქტურული პირობების გათვალისწინებით სხვადასხვაა და შეადგენს 18-1500 მ-ს. წყალშემცველი კარბონატული კომპლექსი გახსნილია სამივე უბანზე ჭაბურღილის მიერ. მისი სახურავი სხვადასხვა საექსპლუატაციო უბანზე სხვადასხვა სიღრმეზეა გახსნილი. ამჟამად ბორჯომის საბადოს ფარგლებში ფუნქციონირებს 18 ჭაბურღილი. აქედან საქსპლუატაციოა 9 ჭაბურღილი: ცენტრალური უბანი №№ 1, 21, 41, 59; ვაშლოვან-ყვიბისის უბანი №№ 25, 37, 38; ლიკანის უბანი №54. სათვალთვალო 9 ჭაბურღილი: ცენტრალური უბანი №№ 13, 41ა, 101, 102, 128; ვაშლოვან-ყვიბისის უბანი №№ 9, 37, 67, 70.

ბორჯომის მინერალური წყლის ტემპერატურა თვითდინებაზე იცვლება 33-დან 41^{0}C-მდე. ტემპერატურათა მაქსიმუმი აღინიშნება ვაშლოვან-ყვიბისის ტერიტორიაზე.

ამჟამად ბორჯომის რაიონის ყველა საბადო მოდერნიზებულია, გაუქმებულია დეფექტური ჭაბურღილები, აღდგენილია და გაწმენდილია საექსპლუატაციო და სათვალთვალო ჭაბურღილები. ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოზე მოქმედი 18 ჭაბურღილიდან კვლევის ობიექტად შერჩეულია საექსპლუატაციო ჭაბურღილები ბორჯომის რაიონის სამივე უბნიდან: ცენტრალური უბნის – ჭაბურღილები 1; 41; ვაშლოვან-ყვიბისის უბნის – ჭაბურღილები 25; 37; 38 და ლიკანის უბნის – ჭაბურღილი 54.

ცხრილი 1

ბორჯომის მინერალური წყლის გამოკვლეული ჭაბურღილების პარამეტრები

ჭაბურღილი	X კოორდ.	Y კოორდ.	აბს. ნიშნული	წყლის პიეზ. დონე	ჭაბ. სიღრმე	საექს.დებიტი, მ^3/დღ
1	4634747,7432	38366525,6146	806,99	-	193	25
25	4637676,0087	3868367,5241	771,71	772,51	1500	135
37	4637476,5892	3839019,0876	797,39	798,19	1500	35
38	4638020,6389	38369016,9159	788,68	789,28	1500	120
41	4634967,6305	38365525,0201	789,96	792,31	140	110
51	4635217,8661	38361886,6602	911,34	912,14	1400	75

ბორჯომის მინერალური წყლის სპეციფიკიდან გამომდინარე განისაზღვრა უშუალოდ ნიმუშის აღების ადგილზე ჩასატარებელი ანალიზების მოცულობა და ნიმუშის კონსერვაციის გეგმა. თითოეული ნიმუშის ეტიკეტზე დატანილია ნიმუშის აღების დრო, ჭაბურღილის ფუნქციონირების ფიზიკური პარამეტრები (ცხრილი 1), კონსერვირების მეთოდი და სხვა საჭირო ინფორმაცია. ნიმუშის აღება წარმოებდა ISO 5667-5 სტანდარტული მეთოდით.

თითოეული ქიმიური პარამეტრის განსაზღვრისათვის წინსწარ დამუშავდა ნიმუშების კონსერვირების მეთოდიკა, რომელიც მოცემულია ცხრილში №2.

მონიტორინგის პროგრამაში გათვალისწინებულია სეზონურობა და მთელი წლის განმავლობაში თითოეული ჭაბურღილიდან აღებულია სინჯები სეზონურობის მიხედვით. მიზანს წარმოადგენდა მინერალურ წყლებში სეზონურიბის გავლენის ხარისხის და ფლუქტუაციის ზღვრების დადგენა, მინერალური წყლის ეკოლოგიური უსაფრთხოების შეფასება.

კვლევა განხორციელდა საერთაშორისო რეკომენდებული უნიფიცირებული და ამერიკის შეერთებული შტატების გარემოსდაცვითი ორგანიზაციის (US EPA) სტანდარტული მეთოდებით [2].

კალციუმისა და მაგნიუმის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ატომურ-აბსორბციული და ტიტრომეტრული მეთოდი. ატომურ აბსორბციული რეჟიმით ამ კომპონენტების განსაზღვრისას გათვალისწინებული იყო ხელისშემშლელი იონების არსებობა და საანალიზო ხსნარს ემატებოდა ლანთანის ქლორიდის 5%-იანი ხსნარი. რაც შეეხება ტიტრომეტრულ მეთოდს, იგი დაფუძნებულია კომპლექსონომეტრულ განსაზღვრაზე ტრილონ Б-ს გამოყენებით. ნატრიუმი და კალიუმი ისაზღვრებოდა ატომურ ემისიური სპექტროფოტემეტრული მეთოდით. HCO_3^-,Cl^-, CO_3^{2}, SO_4^{2-} ანიონების განსაზღვრისათვის გამოიყენებოდა ტიტრიმეტრული მეთოდი, ხოლო SO_2-ის მცირე კონცენტრაციის გამო განსაზღვრა ხდებოდა ტურბიმეტრული მეთოდით; ფტორი – იონსელექტიური მეთოდით, რკინა – ატომურ-აბსორბციული მეთოდით; ნიტრატ-იონები – ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდით;

2019-2020 წლებში ჩატარებული მონიტორინგის კვლევის შედეგები №№1, 25, 37, 38, 41, 54 ჭაბურღილებისათვის მოცემულია ცხრილების სახით.

ცხრილი 2

ფიზიკურ-ქიმიური და ქიმიური ანალიზისათვის მინერალური წყლის სინჯების კონსერვაციისა და შენახვის პირობები

განსასაზღვრავი კომპონენტები	ჭურჭლის სახეობა	კონსერვირების მეთოდი	შენახვის მაქს. დრო	ანალიზის ჩატარების ადგილი
ფერი	პეტი/მინა	-		ნიმ. აღებ.ადგილას
სუნი	მინა	-	1 თვე	ლაბორ.
გემო	მინა	-		ნიმ. აღებ. ადგილას
სიმღვრივე	პეტი/მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
ელ.გამტარობა	პეტი/მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
მშრ. ნაშთი (180^{0}C)	პეტი/მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
Na^+, K^+, Li^+	პეტი/მინა	შემჟავება pH<2	1 თვე	ლაბორ.
Ca^{2+}, Mg^{2+}, Sr^{2+}	პეტი/მინა	-	24 სთ	ლაბორ.
HCO_3^-, CO_3^{2-}	პეტი/მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
სულფატები (SO_4^{2-})	პეტი/მინა	2-5 C	1 კვირა	ლაბორ.
ქლორიდები (Cl^-)	პეტი/მინა	-	1 თვე	ლაბორ.
ფტორიდები (F)	პეტი	-	1 თვე	ლაბორ.
იოდიდები (I)	მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
ნიტრატები (NO_3^-)	პეტი/მინა	2-5 C/ან შემჟ.	24 სთ	ლაბორ.
ნიტრიტები (NO_2^-)	პეტი/მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
ციანიდები (CN)	პეტი/მინა	pH>8 მირჩ. საცობი	24 სთ	ლაბორ.

ვერცხლისწყალი (Hg)	მინის ბოთლი	შემჟავება pH<2 აზოტმჟავით	1 თვე	ლაბორ.
სელენი (Se)	პეტი/მინა	შემჟავება pH<1	1 თვე	ლაბორ.
პერმანგანატული ჟანგვადობა	მინა	შემჟავება pH<2 (გოგირდმჟავით)	48 სთ	ლაბორ.
ბრომიდი	პეტი/მინა	2-5 C	24 სთ	ლაბორ.
ბორი (B)	პეტი	-		ლაბორ.
Al, Ba, Fe, Cd, Co, Mn, Cu, Ni Pb, Ag, Zn, Cr, As, Sb	პეტი	შემჟავება pH<2	1 თვე	ლაბორ.
ფოსფორი (P)	პეტი/მინა	შემჟავება pH<2	1 თვე	ლაბორ.
სილიციუმი (Si)	პეტი	გაფილტვრა, შემჟავება pH<2 და 2-5 C	24 თვე	ლაბორ.
ამონიუმი (NH_4^+)	პეტი/მინა	შემჟავება pH<2 (გოგირდმჟავით)	24 თვე	ლაბორ.
სულფიდი (H_2S)	პეტი/მინა	pH>8 მირჩილული საცობი	-	ლაბორ.

ცხრილი 3

ჭაბურღილი №№ 1, 25, 37

თარიღი	12/03/19			07/08/19			25/10/19			10/01/20		
ჭაბურ-ღილი №	1	25	37	1	25	37	1	25	37	1	25	37
T^0	22	41	28,5	20	40,5	26,5	20	41	28	21	28,8	22,6
სიმ-ღვრივე	0,51	0,62	2,59	0,17	1,95	2,29	0,88	0,33	0,55	1,63	1,98	2,34
ფერი	უფერო			უფერო			უფერო			უფერო		
სუნი	დამახას.			დამახას.			დამახას.			დამახას.		
გემო	დამახას.			დამახას.			დამახას.			დამახას.		
pH	6,8	6,85	6,92	7,2	6,95	6,83	7,2	7,04	6,98	7	6,92	6,99
ნალექი	არ არის			არ არის			არ არის			არ არის		
პერმანგ. ჟანგ-ვადობა (მგ/ლ)	1,06	0,77	0,62	0,88	0,74	1,22	1,16	0,40	0,68	0,64	0,67	0,84
კატიონები (მგ/ლ)												
Ca	93	32,7	38,9	62	38,6	41,8	92	35,2	38,7	89	36,2	32,7
Mg	49,6	25	37,8	22	24	36,6	48,3	22,7	37,6	45,2	21,1	35,8
Na	1483	1948	1899	1273	1925	1902	1445	1977	1914	1476	1958	1933
K	32,9	31,2	26,6	33	27,9	25,2	36	28,7	25,9	26	30,6	26,4
Fe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ჯამი	1658	2037	2002	1390	2015	2005	1621	2063	2015	1636	2045	2027
ანიონები (მგ/ლ)												
F	0	9,4	6,9	0	9,6	6,6	0	8,8	6,8	0	9,4	7
Cl	373	399	436	346	398	437	366	398	442	373	404	434
HCO_3^-	3874	4758	4624	3915	4706	4633	3782	4824	4651	3813	4764	4688
SO_4^{2-}	3	<2		27	<2		2	3,03	<2	1	1,5	<2
NO_2^-	<0,005	<0,1		<0,005	<0,1		<0,005	<0,1		<0,005	<0,1	
NO_3^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ჯამი	4250	5166	5066	4288	5113	5076	4150	5233	5099	4187	5178	5129
მინერა-ლიზაცია (მგ/ლ)	5908	7203	7069	5678	7129	7082	5771	7297	7115	5823	7224	7156

თანამდევი (სპონტანური) აირების შედგენილობის მიხედვით ბორჯომის მინერალური წყლის ჭაბურღილებში აღინიშნება ნახშირორჟანგი, მეთანი, აზოტი. გოგირდწყალბადი დაფიქსირდა კვალის სახით. ეთანი, პროპანი, ბუტანი და ნახშირჟანგი აირების შემადგენლობაში არ დაფიქსირებულა (ცხრილი 5).

მონიტორინგის შედეგად მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, რომ ყველა ჭაბურღილის წყალი მსგავსი შედგენილობის ჰიდროკარბონატულნატრიუმიანი წყლების ტიპს მიეკუთვნება. ასეთი ტიპის წყლების პროდუქცია საერთაშორისო ბაზარზე „ბორჯომის“ მინერალური წყლის სახელწოდებით არის რეგისტრირებული. ამავე დროს ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ჭაბურღილების წყლები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან და, როგორც ჩანს, თითოეული პარამეტრისათვის მნიშვნელობათა დიაპაზონი დიდია. მოცემული შედეგები უმეტესად თანხვდება ძველი სტანდარტის მონაცემებს, მაგრამ არის განსხვავებებიც [3].

ცხრილი 6-ში მოყვანილია EC-ისა და საქართველოს სანიტარიული ნორმებით განსაზღვრული კომპონენტები და ბორჯომის წყალში მათი კონცენტრაციები. ევროგაერთიანების დირექტივის მიხედვით ჩამოსხმული ნატურალური მინერალური წყალი (შეფუთვის მომენტიდან) უნდა აკმაყოფილებდეს ცხრილში მოყვანილ მოთხოვნებს [4, 5, 6].

ცხრილი 4

ჭაბურღილი №№38, 41, 54

თარიღი	12/03/19			07/08/19			25/10/19			10/01/20		
ჭაბურ-ღილი№	38	41	54	38	41	54	38	41	54	38	41	54
T⁰	23	22	22	28,5	22	22	28	21	21	24,4	21	21
სიმ-ღვრივე	2,48	8,2	10,53	2,28	9,57	10,53	0,13	1,02	0,6	2,38	10,3	14,4
ფერი	უფერო			უფერო			უფერო			უფერო		
სუნი	დამახას.			დამახას.			დამახას.			დამახას.		
გემო	დამახას.			დამახას.			დამახას.			დამახას.		
pH	6,9	6,7	6,8	6,85	6,8	6,8	6,96	6,8	6,7	6,88	6,7	6,7
ნალექი	არ არის			არ არის			არ არის			არ არის		

პერმანგ. ჟანგვა-დობა (მგ/ლ)	0,56	1,9	0,64	0,44	0,68	0,64	0,72	0,8	0,8	0,97	0,8	0,72
კატიონები (მგ/ლ)												
Ca	42,70	84	125	44,3	82	125	41,7	82	123	41,9	91	127
Mg	36,1	46,2	114,8	40	44,9	114	36,3	47,9	110,3	34,3	47,3	111,9
Na	1836	1501	1232	1802	1530	1232	1798	1483	1216	1808	1493	1238
K	26,5	31	38	23,8	38	38	25,2	38	39	27	36	35
Fe	0	0	0	0	0	0	0	00	0	0	0	0
ჯამი	1940	1662	1509	1910	1694	1509	1901	1650	1488	1911	1667	1511
ანიონები (მგ/ლ)												
F	7,8	0	0	7,9	0	0	8,1	0	0	7,9	0	0
Cl	434	373	257	423	382	257	412	372	234	411	382	240
HCO_3^-	4477	3874	3843	4429	3935	3843	4413	3843	3813	4416	3874	3874
SO_4^{2-}	<2	3	1	<2	2	1	<2	2	1	<2	2	2
NO_2^-	<0,1	<0,005		<0,1	<0,005		<0,1	<0,005		<0,1	<0,005	
NO_3^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ჯამი	4918	4250	4101	4859	4319	4101	4833	4217	4048	4834	4258	4116
მინერა-ლიზაცია (მგ/ლ)	6859	5912	5610	6770	6013	5610	6734	5867	5536	6746	5925	5627

ცხრილი 5

სპონტანური აირების ანალიზის შედეგები

ჭაბურღილი №	1	41	37	338	25	54
	ცენტრალური უბანი		ვაშლოვან-ყვიბისი		ლიკანი	
CO_2	93.83	94.45	50.49	52.16	63.97	96.28
N_2	1.84	153	2.43	2.32	9.64	1.99
CH_4	4.33	4.02	47.08	45.51	26.39	1.73

CO	Af
H_2S	კვალი
C_2H_6	Af
C_3H_8	Af
C_4H_{10}	Af

ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს უბნებისათვის დამახასიათებელი თავისებურების შესწავლის მიზნით, გამოკვლეულია მინერალური წყლის ნიმუშებში ძირითადი მეტალური იონების განაწილების ხასიათი. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ მათი განაწილება დაკავშირებულია საბადოს ცალკეული ჰიდროგეოლოგიური უბნის წყლის ფორმირების თავისებურებასთან. ამ ფაქტის კონსტატაცია მნიშვნელოვანია ბორჯომის საბადოს ჰიდროგეოლოგიურ უბნებად დაყოფის მართებულობის დასამტკიცებლად (ცხრილი 7).

ამრიგად, შესწავლილი ძირითადი მეტალ-იონების განაწილების კანონზომიერებანი ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოში სავსებით შეესაბამება დასკვნებს ბორჯომის საბადოს სამი ძირითადი სტრუქტურული გეოლოგიური უბნის არსებობის შესახებ. ჩვენ მიერ დადგენილი იონთა განაწილების მიღებული კანონზომიერება, შესაძლებელია, გამოყენებული იქნეს ბორჯომის მინერალური წყლის ფორმირების თავისებურებების შესასწავლად და საბადოს სტრუქტურული უბნების კონტურების დასაზუსტებლად.

ცხრილი 6

ბორჯომის წყალში ნორმირებული კომპონენტების შემცველობა, მგ/ლ

კომპონენტები	2003/40/EC	Sanwdan 2.3.2./2.3.3.	ბორჯომი
სტიბიუმი	0,005	-	<0,001
დარიშხანი	0,01	0,05	<0,01
ბარიუმი	1	1	2-4
კადმიუმი	0,003	0,01	<0,001
ქრომი	0,05	0,05	<0,01
სპილენძი	1	1	0,003-0,02
ციანიდი	0,07	0,01	<0,01
ფტორი	5	2	3-10
ტყვია	0,01	0,05	<0,005

მანგანუმი	0,5	2	<0,2
ვერცხლისწყალი	0,001	0,001	<0,0005
ნიკელი	0,02	-	<0,01
ნიტრატი	50	45	<0,02
ნიტრიტი	0,1	0,005	<0,02
სელენი	0,01	0,01	<0,005
თუთია	-	5	0,003-0,02
ჟქმ (პერმ.ჟანგვადობა O_2-ზე გაანგ.)	-	3	0,5-2,5
სულფიდი	-	0,05	<0,01

ცხრილი 7

ტუტე და ტუტემიწათა მეტალების შემცველობა ბორჯომის საბადოს მინერალურ წყლებში

მინერალური წყლის ფორმირების უბნები	ჭაბურღილის №	Na, მგ/ლ			K, მგ/ლ			Ca, მგ/ლ			Mg, მგ/ლ		
		მინიმალური	მაქსიმალური	საშუალო	მინიმალური	მაქსიმალური	საშუალო	მინიმალური	მაქსიმალური	საშუალო	მინიმალური	მაქსიმალური	საშუალო
ცენტრა-	ბურღი 1	1273	1483	1419	26	36	32	62	93	84	22	50	41
ლური	ბურღი 41	1483	1530	1501	31	38	35	23	127	125	110	115	112
ვაშლოვანი-	ბურღი 25	1925	1977	1952	28	31	30	33	39	35	21	25	23
ყვიბისი	ბურღი 37	1899	1933	1912	25	27	26	33	42	38	36	38	37
ლიკანი	ბურღი 38	1798	1836	1811	24	27	26	41	44	42	34	40	36
	ბურღი 54	1216	1238	1229	35	39	38	123	127	125	110	115	113

3. დასკვნა

1. საერთაშორისო სტანდარტიზაციის ორგანიზაციის მეთოდების გამოყენებით, მინერალურ წყალზე საქართველოს ნორმატიული დოკუმენტების და ევროკავშირის კოდექსის მოთხოვნების გათვალისწინებით, შესწავლილია ბორჯომის საბადოს საექსპლუატაციო ჭაბურღილების წყლების ქიმიური შედგენილობა.

2. ბორჯომის წყალში ქიმიური შედგენილობის მიხედვით გამოიყო ძირითადი, სპეციფიკური და ნორმირებული კომპონენტები. მათი კონცენტრაციის მნიშვნელობები არ აჭარბებს ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას, რაც განსაზღვრულია საქართველოს სანიტარიული წესებისა და ევროსაბჭოს დირექტივების მიხედვით. მზა პროდუქციის მინერალიზაციის ხარისხი 320 მგ/ლ-ია.
3. ბორჯომის საბადოს ჭაბურღილებში ნორმირებული კომპონენტების კონცენტრაციების დასაშვებ ზღვრებში არსებობა ასევე მიგვითითებს საბადოს მდგრად ეკოლოგიურ უსაფრთხოებაზე.
4. ეკოტურიზმის და სამედიცინო თვალსაზრისით ბორჯომის ხეობა საქართველოში ერთ-ერთი რეკრეაციული საკურორტო მეურნეობაა, განსაკუთრებულ ფასეულობას კი ტრადიციული ჰიდროკარბონატული წყალი „ბორჯომი“ წარმოადგენს, რომელიც მრავალი ქრონიკული ნოზოლოგიის დავადებათა სამკურნალოდ გამოიყენება.
5. მონიტორინგის შედეგად მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ ყველა ჭაბურღილის წყალი მსგავსი შედგენილობის ჰიდროკარბონატულ ნატრიუმიან წყლებს მიეკუთვნება.

ლიტერატურა

1. ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა, სს „საქკურორტინვესტი“, ჰიდროგეოლოგიური სამართველო „საქკურორტწყლები“, თბილისი, 1998 წ.;
2. გვახარია ვ., ხარგელია რ., გვაზავა ნ., ადამია ტ., „ბუნებრივი მინერალური წყლის პროდუქციის „ბორჯომის“ სტანდარტის შესახებ, ა. ჯანელიძის სახელობის საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიური ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 1998, გვ. 277-280;
3. ზაუტაშვილი ბ., ჰიდროქიმია. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2001 წ., 108 გვ;
4. საქართველოს კანონი წყლის შესახებ, პარლამენტის უწყებანი, 11.-11.97;
5. სანიტარიული წესები და ნორმები - სტანდარტული წესებიდან 2.3.3./2.3.3. 004-001-03 ჰიგიენური მოთხოვნები ამოსასხმელი სასმელი წყლის ხარისხისადმი;
6. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, №113, 18.11.2002, ნაწილი მე-3, გვ. 33.

შაკ 663.2

„ნათენაძის მარნის“ მიერ აღდგენილი მესხური ვაზის ჯიშებისგან წარმოებული ღვინოების პროდუქტიულობა საერთაშორისო ბაზარზე

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, გ. მაღრაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ნოტაცია: ნაშრომში *ეკოქიმიური ექსპერტიზის საფუძველზე შესწავლილია „ნათენაძის მარნის“ მიერ აღდგენილი მესხური ვაზის ჯიშებიდან წარმოებული პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლები, კვებითი უვნებლობის თვალსაზრისით კი – მძიმე ლითონებისა და რადიონუკლეიდების ხვედრითი წილი, რის საფუძველზეც დადგინდა მათი ბიოქიმიური სრულფასოვნება და ეკოლოგიური სისუფთავე, რომელიც პასუხობს საერთაშორისო სტანდარტს; იგი კონკურენტუნარიანია მსოფლიო ბაზრის ნებისმიერი სეგმენტისათვის.*

საკვანძო სიტყვები: *ღვინო, ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიური სისუფთავე, მძიმე ლითონები, რადიონუკლეიდები, კონკურენტუნარიანობა.*

1. შესავალი

საქართველო ვაზის სამშობლოა და მეღვინეობის უძველესი კულტურის კერაა. ქართული ჯიშის ყურძნის ფონდიდან შექმნილია უნიკალური მაღალხარისხიანი სამარკო ღვინოები.

საქართველოზე, მისი გეოპოლიტიკური მდებარეობიდან გამომდინარე, დასავლური და აღმოსავლური ცივილიზაციის გავლენა, ერთნაირად ვრცელდებოდა და ვრცელდება დღესაც. იგი ბუნებრივი პირობებითა და კლიმატურ-ზონალური თვალსაზრისით უნიკალური მხარეა. აღმოსავლეთ საქართველოს კონტინენტურ ზონას დასავლეთ საქართველოს ადგილ-ადგილ მთის კლიმატით გაჯერებული სუბტროპიკული არე ენაცვლება.

საქართველოში არის უდაბნოც და არიდული ზონებიც მეტად საინტერესო და მრავალფეროვანი ფლორით და ფაუნით. უხსოვარი დროიდან აქ მცხოვრებმა ქართველურმა ტომებმა მოაშინაურეს ველური ვაზი [1].

დღეისათვის საქართველოში 450-ზე მეტი ვაზის ჯიშია ფიქსირებული და რიცხობრიობის მიხედვით ვერავინ უწევს მას კონკურენციას. მაგრამ საქმე მარტო სიმრავლეში არ არის. საქართველოში არის მეტად მრავალფეროვან ჯიშთა სიმფონია ფერთა არაჩვეულებრივი გამით, რაც კლასიკური ხასიათის მატარებელია [2]..

2. ᲫᲘᲠᲘᲗᲐᲓᲘ ᲜᲐᲬᲘᲚᲘ

დღეს მეტად აქტუალურია ქართული ვაზის უძველესი ჯიშების მოძიება-შესწავლა და აღდგენა. ძალზედ მრავალფეროვანი მესხური მევენახეობიდან, უმცირესი ნაკვალევის გარდა, დღეს პრაქტიკულად აღარაფერია შემორჩენილი, თუ არ ჩავთვლით „ნათენაძეების მარანს“, დღეს მათ მოძიებული და აღდგენილი აქვთ მესხური ვაზის 40-მდე ჯიში, რომელთა შორის 24 სახეობა უკვე იდენტიფიცირებულია სამეცნიერო კვლევით ცენტრთან ერთად. 2015 წელს ნათენაძემ პარტნიორებთან ერთად აღადგინა 12 ჰა მესხური განადგურებული ისტორიული ტერასები, სადაც ერთ დროს 7 ფერის ღვინო იწურებოდა და მსოფლიოს სხვადასხვა კონტინენტზე აბრეშუმის გზის გავლით ხვდებოდა. ტერასებზე გაშენდა უიშვიათესი მესხური ვაზის 24 ჯიში, ხოლო 2018 წელს, 4 საუკუნის შემდეგ, მესხეთში ჩატარდა პირველი ისტორიული რთველი. ნათენაძის მარანში პირველი ღვინო 2009 წელს დაიწურა და მის მერე უკვე დაყენებულია და გამოცდილია 11 ჯიშის მესხური ღვინო. ნათენაძის მარანი განაგრძობს მესხეთში შემორჩენილი, ველურად გაზრდილი საუკუნოვანი ვაზებისაგან ლიმიტირებული ღვინოების წარმოებას, რომლებსაც მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ყიდის. კვლევის მიზანია „თამარის ვაზის“, „მესხური თეთრის“ და „მესხურის“ თეთრი და წითელი მშრალი ღვინოების მარკირების, საგემოვნო თვისებებისა და ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების შესწავლა [3, 4].

ღვინო უკანასკნელი წლების სამეცნიერო ლიტერატურაში სულ უფრო ფართოდ განიხილება, როგორც კვების პროდუქტი და მისი ხარისხის შეფასებას უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება სასურსათო უსაფრთხოების თვალსაზრისით. სწორედ ამიტომ მიგ-

ვაჩნია ქართულ სამომხმარებლო ბაზარზე რეალიზებადი ადგილობრივი წარმოების ღვინოების პოპულარიზაცია, ღირსების შეფასება და სტანდარტთან შესაბამისობის დადგენა შეფუთვისა და მარკირების, ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით. კვლევისათვის აღებული ღვინის პროდუქციის დახასიათება მოცულობის, მწარმოებლის და დამზადების თარიღის მიხედვით მოცემულია ცხრილში №1.

პროდუქტის მარკირების, შეფუთვის, ტრანსპორტირების, შენახვის წესები და პირობები ერთად მნიშვნელოვან როლს ასრულებს პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებაზე.

ცხრილი 1

ღვინის პროდუქციის დახასიათება მოცულობის, მწარმოებლის და დამზადების თარიღის მიხედვით

№	პროდუქტის დასახელება	მწარმოებელი	ტიპი	მოცულობა, მლ	დამზადების წელი	ჩამოსხმის თარიღი
1	„მესხური თეთრი“	„ნათენაძის მარანი“	თეთრი მშრალი	750	2018	08.08.2019
2	„მესხური“		წითელი მშრალი	750	2018	09.08.2019
3	„თამარის ვაზი“		წითელი მშრალი	750	2018	11.08.2019

ღვინის ეტიკეტზე დატანილი ინფორმაცია პროდუქტის თვისებრიობასთან, წარმოშობის ადგილთან და ტიპთან დაკავშირებით დიდი მნიშვნელობის მატარებელია მომხმარებლისათვის და რეგულირდება სტანდარტის შესაბამისად [5].

ღვინო თავისი შემადგენლობით წარმოადგენს რთულ, მრავალკომპონენტიან სისტემას; ბოლო პერიოდში ენოქიმიკოსებმა განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიანიჭეს იმ ნივთიერებებს, რომლებიც განაპირობებენ ღვინის ფერის ტონს, ბუკეტის სურნელებას, არომატსა და ექსტრაქტულობას. ეს ნივთიერებები წარმოიქმნება ყურძნში მომწიფების პერიოდში, ხოლო ღვინომასალაში კი გადადის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში და დაძველების პერიოდში.

ღვინის ხარისხის შეფასება მარკირებასთან ერთად გულისხმობს პროდუქციის ორგანოლეპტიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, უვნებლობის მაჩვენებლებისა და შესაძლო ფალსიფიკაციის დადგენას. ღვინის ხარისხი ორგანოლეპტიკურად ფასდება 10-ბალიანი სისტემით შემდეგი მაჩვენებლების გათვალისწინებით: გამჭვირვალობა – 0,5 ქულა, ბუკეტი – 3 ქულა, ფერის ტონი – 0,5 ქულა, ტიპურობა (ცქრიალა ღვისისათვის ტიპურობის ნაცვლად განისაზღვრება „მუსი“) – 1 ქულა, გემო – 5 ქულა. ორგანოლეპტიკური შეფასების შედეგები მოცემულია №2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ორგანოლეპტიკური შეფასების შედეგები

№	ნიმუშის დასახელება	გამჭვირვალობა	ბუკეტი	ფერი	ტიპურობა	გემო	ჯამური ქულა
1	ნათენაძის მარანი „მესხური თეთრი“	0,5	3	0,5	1	5	10
2	ნათენაძის მარანი „მესხური“	0,5	3	0,5	1	5	10
3	ნათენაძის მარანი „თამარის ვაზი“	0,5	3	0,5	1	5	10

ორგანოლეპტიკური შეფასების მიხედვით საუკეთესო შედეგები (10 ქულა) დაიმსახურა „ნათენაძის მარნის“ „მესხურმა თეთრმა“, „მესხურმა“ და „თამარის ვაზმმა“, რაც ნიშნავს იმას, რომ ისინი განსაკუთრებით მაღალი ხარისხისაა.

ღვინო კარგად არის დაბალანსებული, თუ მისი ყველა კომპონენტი ერთ მთლიანობას ქმნის. ბალანსს არღვევს მომატებული მჟავიანობა, სიტკბო, ტანინი და სპირტის სიჭარბე. ყველა მაღალი ხარისხის ღვინო დაბალანსებული უნდა იყოს იმ დროისთვის, როდესაც მზად არის ჩამოსასხმელად. ამ მიზნით შესწავლილია შერჩეული ღვინის ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, რომელთა სიდიდეები მოცემულია ცხრილ №3-ში.

ცხრილი 3

„ნათენაძის მარნის“ მესხური ღვინოების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

პარამეტრები	საქართველოს-თვის ზ.დ.კ.	„მესხური თეთრი“	„მესხური“	„თამარის ვაზი“
სიმკვრივე 20/20^{0}C, გ/სმ^3	0,9-1,09	0,99375	0,99478	0,99504
საერთო ალკოჰოლი, %	>9	11,19	11,51	11,21
ნამდვილი ალკოჰოლი, %	-	11,1	11.4	11.1
რედუცირებული შაქრები, გ/ლ	<4	1,83	2,39	2,27
სატიტრავი მჟავიანობა, გ/ლ	4-8	5	6,1	6,6
აქროლადი მჟავები, გ/ლ	<1,2	0,5	0.59	0.69
თავისუფალი SO_2,	<30	12	8	16
ბმული SO_2	<160	34	37	36
საერთო ექსტრაქტი გ/ლ	>20	21,5	24,72	24,3
მშრალი ექსტრაქტი, გ/ლ	-	22,29	24.72	25.61
ლიმონმჟავა, გ/ლ	<1	0.04	0.08	0.18

მნიშვნელოვანი გამოკვლევების შედეგად მესხურ ღვინოებში დადგინდა აქროლადი მჟავების არსებობაც, რომელთა 90%-ს შეადგენს ძმარმჟავა, დანარჩენი კი ჭიანჭველის, პროპიონის, იზოერბოს და ვალერიანის მჟავებზე მოდის. აქროლად მჟავიანობას განიხილავენ როგორც „ღვინის სისაღის“ თერმომეტრს და მისი ზღვრები კანონით რეგულირდება. როგორც წესი, დაუზიანებელი ყურძნის წვენი მქროლავ მჟავებს არ შეიცავს; ისინი წარმოიქმნება ღვინის წარმოების პროცესში ალკოჰოლური და ვაშლ-მჟავური დუღილის დროს და შესაძლოა გაიზარდოს პათოგენური მიკროორგანიზმების მიერ ეთანოლისა და სხვა ნივთიერებების გარდაქმნის შედეგად. გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ მესხურ ღვინოებში მისი შემცველობა მერყეობს 0,5-0,69 გ/ლ-მდე, რაც ბევრად დაბალია მათი შემცველობის ნორმაზე.

მარკირების, ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით მესხური ღვინოები, რომლებსაც აწარმოებს „ნათენაძის მარანი“, აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს ყველა მაჩვენებლის მიხედვით.

ეკოსისტემაზე ანთროპოგენური პროცესების გავლენა გლობალურ ხასიათს ატარებს, რის საფუძველზეც დასტურდება გარემოს გაჭუჭყიანების ფაქტი მძიმე მეტალებით. კვების პროდუქტებში ეკოლოგიურად უარყოფითი რადიკალების (პოტტოქსიკური, ტოქსიკური, ძლიერ ტოქსიკური) განსაზღვრა აუცილებელია, რაც უდიდეს გავლენას ახდენს ქვეყნის ეროვნული უსაფრთხოების ეკოლოგიურ ასპექტზე და ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობაზე [6, 7].

ცხრილი 4

მძიმე ლითონებისა და რადიონუკლეიდების შემცველობა „ნათენაძის მარნის“ თეთრ და წითელ ღვინის ნიმუშებში

პარამეტრები	ზ.დ.კ.	„მესხური თეთრი“	“მესხური”	„თამარის ვაზი“
სპილენძი (Cu), მგ/ლ	<5	0,24	1,49	0,22
რკინა (Fe), მგ/ლ	<10	0,8	3,8	1,9
ტყვია (Pb), მგ/ლ	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1
დარიშხანი (As), მგ/ლ	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01
კადმიუმი (Cd), მგ/ლ	<0,03	<0,1	<0,01	<0,01
ვერცხლისწყალი (Hg), მგ/ლ	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cs-137	<70	<20	<20	<20
Sr-90	<100	<30	<30	<30

სწორედ ამ მიზნით „ნათენაძის მარნის“ მესხურ ღვინოებში განისაზღვრა პოტტოქსიკური ლითონები (Cu, Fe), ძლიერ ტოქსიკური მძიმე ლითონები (Pb, As, Hg, Cd) და რადიონუკლეიდები (Cs-137, Sr-90). განსაზღვრის შედეგები მოცემულია ცხრილში №4.

მიღებული შედეგების თანახმად, ნიმუშებში ძლიერ ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა საკმაოდ დაბალია და შორსაა ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციებიდან.

3. დასკვნა

1. მარკირების, ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით მესხური ღვინოები, რომელსაც აწარმოებს „ნათენაძის მარანი“, აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს ყველა მაჩვენებლის მიხედვით;

2. მესხურ ღვინოებში განისაზღვრა პოტტოქსიკური ლითონები (Cu, Fe), ძლიერ ტოქსიკური მძიმე ლითონები (Pb, As, Hg, Cd) და რადიონუკლეიდები (Cs-137, Sr-90) (გოსტი 30178-96). მიღებული შედეგების თანახმად, ნიმუშებში ძლიერ ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა საკმაოდ დაბალია და შორსაა ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციებიდან.

ლიტერატურა

1. ქართული ღვინის კულტურა, გამომცემლობა „ღვინის ეროვნული სააგენტო“, 2014 წელი, გვ. 48;
2. ნავარი კ., ლანგლადი ფ., ენოლოგია, გამომცემლობა „დიოგენე“, 2004 წელი, გვ. 376-377;
3. ახალი ღვინის ფესტივალი 2019, New Wine Festival, გვ. 60;
4. მესხური მევენახეობის ნაშთის კვალდაკვალ, მარანი, http://vinoge.com/, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 18.07.2020;
5. ტექნიკური რეგლამენტი - ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ;
6. დანელია გ., ფალავანდიშვილი თ., „კვების პროდუქტების სასაქონლო ექსპერტიზა და სამართლებრივი საფუძვლები“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2017, გვ. 312-350;
7. დანელია გ., ფალავანდიშვილი თ., ბარათელი ნ., „ლაბორატორიული პრაკტიკუმი კვების პროდუქტების ეკოქიმიურ ექსპერტიზაში“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2011 წ, გვ. 67-87.

UAK 663.2

ქართული სუფრის მშრალი ორდინალური და სამარკო ღვინოების კონკურენტუნარიანობა სამომხმარებლო ბაზარზე

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, გ. მაღრაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *მევენახეობა-მეღვინეობა ქართული კულტურის შემადგენელი ნაწილია, ყოველდღიურად იზრდება ინტერესი ქართული ღვინის მიმართ მთელი მსოფლიოს მასშტაბით, რაც იმას ნიშნავს რომ იგი აკმაყოფილებს საერთაშორისო ბაზრის მოთხოვნებს. ადგილობრივი ღვინის ხარისხის კვლევისათვის აღებული სამამულო წარმოების პროდუქტები; ეკოქიმიური ექსპერტიზის საფუძველზე შესწავლილია პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და დადგენილია ბიოქიმიური სრულფასოვნება.*

საკვანძო სიტყვები: ღვინო, ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიური სისუფთავე, მძიმე ლითონები, რადიონუკლეიდები, კონკურენტუნარიანობა.

1. შესავალი

მევენახეობა-მეღვინეობა ქართული კულტურის შემადგენელი ნაწილია, ყოველდღიურად იზრდება ინტერესი ქართული ღვინის მიმართ. ბოლო წლების განმავლობაში გაიზარდა ქართული ღვინის ექსპორტი, რაც ცალსახად დადებითია, მაგრამ ამავდროულად არსებობს რისკები ხარისხთან დაკავშირებით. ევროპასა და ცივილიზებული მსოფლიოს დანარჩენ ქვეყნებში მოქმედებს სტანდარტების მკაცრი რეგულაციები, რომელთა მიხედვითაც ღვინოში ნორმირდება მინარევებისა თუ მავნე ნივთიერებების შემცველობა და ითვალისწინებს რამდენიმე ათეული პარამეტრის შემოწმებას. ღვინისა და მისი პროდუქტების თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და ექსპერტიზის დახვეწილი

მეთოდების გარეშე შეუძლებელია საერთაშორისო ბაზრის მოთხოვნების დაკმაყოფილება და ქართული ღვინის ევროპულ ბაზარზე დამკვიდრება. ასევე გასათვალისწინებელია ღვინის შენახვის, სტაბილიზაციისა და ტრანსპორტირების პირობების დაცვა. ღვინის და ყურძნის ექსპერტიზა არის ხარისხის ზრდის, ცივილიზებული ბაზრის მოთხოვნების დაკმაყოფილების და მაღალხარისხოვანი და კონკურენტუნარიანი პროდუქციის წარმოების საფუძველი 1, 2].

2. ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანს წარმოადგენს ქართულ სამომხმარებლო ბაზარზე რეალიზებადი ადგილობრივი წარმოების ღვინოების (ს/ს „თელიანი ველი“, სს „ბადაგონი“, შპს „სან ვაინი“, შპს „კახეთის ტრადიციული მეღვინეობა“, შპს „ნინოწმინდა“, აგრარულ ბაზარში შეძენილი შინა მეურნეობის) ღირსების შეფასება და სტანდარტთან შესაბამისობის დადგენა შეფუთვისა და მარკირების, ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით.

კვლევისათვის აღებული ღვინის პროდუქციის დახასიათება მოცულობის, მწარმოებლის და დამზადების თარიღის მიხედვით მოცემულია ცხრილში №1.

მარკეტოლოგების დიდი ნაწილის აზრით, ღვინის ბოთლის ეტიკეტირების ხარისხი ხშირად გადამწყვეტია რეალიზაციის კუთხით და ეტიკეტირების წესები ყველა წამყვან ქვეყანაში დადგენილი და განსაზღვრულია. მიუხედავად იმისა, რომ ქართული კანონდებლობით, სარეალიზაციოდ განკუთვნილი, სამომხმარებლო ტარაში დაფასოებული ღვინისა და სპირტიანი სასმელის ეტიკეტირება სავალდებულოა, ბოლო წლებში მოქმედი სტანდარტები ხშირად ირღვევა. „ვაზისა და ღვინის შესახებ" კანონის მიხედვით, საქართველოში წარმოებული ან საქართველოში იმპორტირებული ალკოჰოლიანი სასმელის ეტიკეტზე მითითებული უნდა იყოს სავალდებულო ინფორმაცია [3].

გამოკვლეული ღვინის ნიმუშების ეტიკეტზე დატანილია ინფორმაცია პროდუქტის თვისებრიობასთან, წარმოშობის ადგილთან და ტიპთან დაკავშირებით, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მომხმარებლისათვის და რეგულირდება სტანდარტის მიხედვით.

მარკირების კვლევამ აჩვენა, რომ შაქრის შემცველობა მითითებულია მხოლოდ თელიანი ველის 2018 წლის ცოლიკაურის ღვინის ეტიკეტზე. რაც შეეხება სავალდებულო აღნიშვნას „სულფიტების შემცველობა“, მხოლოდ შპს „კახეთის ტრადიციული მეღვინეობის“ წინანდლის 2016 წლის გამოშვების ეტიკეტზე გვხვდება. სხვა დანარჩენ გამოკვლეულ ნიმუშებზე აღნიშნული ინფორმაცია ეტიკეტზე მითითებული არ არის.

ცხრილი 1

თეთრი მშრალი ტიპის ღვინის პროდუქციის დახასიათება მოცულობის, მწარმოებლისა და დამზადების თარიღის მიხედვით

№	პროდუქტის დასახელება	მწარმოებელი	მოცულობა, მლ	დამზადების წელი	ჩამოსხმის თარიღი
1	„ცოლიკაური“	სს „თელიანი ველი“	750	2018	08.05.2019
2	„ცოლიკაური“	სს „თელიანი ველი“	750	2017	03.12.2018
3	„ცოლიკაური“	სს „თელიანი ველი“	750	2015	27.01.2017
4	„მანავი“	სს „ბადაგონი“	750	2017	31.05.2019
5	„ევროპული“	შპს „სან ვაინი“	750	2018	19.04.2019
6	„წინანდალი“	შპს „კახეთის ტრადიციული მეღვინეობა“	750	2014	21.11.2018
7	„წინანდალი“		750	2016	01.05.2019
8	„მწვანე“	შპს „ნინოწმინდა“	3000	-	20.10.2019
9	„რქაწითელი“	შინამეურნეობის ღვინო კახეთი	1000	2018	-
10	„რქაწითელი“	შინამეურნეობის ღვინო კახეთი	2500	2018	-

ღვინის პროდუქციისათვის სამომხმარებლო შეფუთვის გამოყენება (ბოთლები, ქილა, ყუთები, ტეტრაპაკები, პოლიეთილენი) საცალო ვაჭრობის წინაპირობაა. ყველაზე ხშირად გამოიყენება ტრადიციული 0.75 ლიტრიანი ბოთლები, რომლებიც დამზადებულია მწვანე, ყავისფერი ან ნათელი შუშისგან. მწვანე ან ყავისფერი ბოთლი იცავს ღვინოს სინათლის სხივის მავნე ზემოქმედებისაგან დაძველების ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. ზოგიერთი თეთრი ღვინისთვის განკუთვნილია ნათელი ფერის მინა. ამჟამად მსოფლიოში ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ბოთლები 0,5 ლიტრიდან (რესტორნებისათვის) 5 ლიტრამდე, რომელიც კარგია პიკნიკისთვის და მსგავსი ღონისძიებების დროს. სწორედ ასეთი მიზნებისათვის გამოკვლეული ნიმუშებიდან შპს „ნინოწმინდის“ „მწვანე“ ღვინო ჩამოსხმულია პოლიეთილენის სამლიტრიან ჭურჭელში. ვერანაირ

კრიტიკას ვერ უძლებს აგრარულ ბაზარში შემენილი ღვინო, რომელიც ჩამოსხმულია პოლიეთილენის მეორეულ ბოთლებში. დანარჩენი შერჩეული ნიმუშები ჩამოსხმულია 0.75 ლ-იან მუქი მწვანე ფერის ბოთლებში [3].

ღვინო თავისი შემადგენლობით მრავალკომპონენტიანი სტრუქტურაა და განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება იმ ნივთიერებებს, რომლებიც განაპირობებენ ღვინის ფერს, ბუკეტს, არომატს, ექსტრაქტულობას. ღვინის ხარისხი ორგანოლეპტიკურად ფასდება 10-ბალიანი სისტემით, ორგანოლეპტიკური შეფასებისათვის ვსარგებლობთ №2 ცხრილით.

ორგანოლეპტიკური შეფასების მიხედვით (ცხრილი 3) საუკეთესო შედეგი (10 ქულა) დაიმსახურა ცოლიკაურმა („თელიანი ველი“) 2 წლის დაძველებით; შპს „კახური ტრადიციული მეღვინეობის“ 2014 და 2016 წლების „წინანდალმა“, რაც ნიშნავს იმას, რომ ისინი განსაკუთრებით მაღალი ხარისხისაა. ყველაზე დაბალი შეფასება 2,45 და 1,45 ქულა დაიმსახურა ბაზრის ღვინომ, რაც ნიშნავს იმას, რომ №1-ის გამოყენება შეიძლება მხოლოდ ძმრის მისაღებად, ხოლო №2 კი შეუსაბამოა საკვები მიზნებისათვის.

მაღალი ხარისხის ღვინო დაბალანსებული უნდა იყოს იმ დროისთვის, როდესაც მზად არის ჩამოსასხმელად. ამ მიზნით შესწავლილია შერჩეული ღვინის ნიმუშების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, რომელთა სიდიდეები მოცემულია №4, 5, 6, 7 ცხრილებში.

ცხრილი 2

ღვინის ხარისხის ორგანოლეპტიკური შეფასება სტანდარტის მოთხოვნის შესაბამისად

მაჩვენებელი	ქულათა რაოდენობა	მაჩვენებელი	ქულათა რაოდენობა	მაჩვენებელი	ქულათა რაოდენობა	მაჩვენებელი	ქულათა რაოდენობა	მაჩვენებელი	ქულათა რაოდენობა
გამჭვირვალობა	**0,5**	**ბუკეტი**	**3**	**ფერი**	**0,5**	**ტიპიურობა**	**1**	**გემო**	**5**
კრისტალურად გამჭვირვალე ბრწყინვალებით	0,5	ძალიან დახვეწილი, კარგად განვითარებული	3	სრული შესაბამისობა	0,5	სრული შესაბამისობა ტიპთან	1	ჰარმონიული, დახვეწილი ტიპისა და ასაკის შესაფერისი	5

ბრწყინვალე-ბის გარეშე	0,4	კარგად განვითა-რებული, მაგრამ უხეში	2,5	მცირე გადახ-რა	0,4	ღვინის ტიპისა-გან უმნიშვ-ნელო გადახრა	0,75	ჰარმო-ნიული	4
ოპალესენ-ციური	0,3	სუსტად განვითა-რებული ან არასაკ-მაოდ სუფთა	2	მნიშვ-ნელო-ვანი გადახ-რა	0,3	არატი-პური ღვინო	0,5	ჰარმონი-ული, სუსტად შეეფერება ტიპს	3
ოპალესენ-ცირებადი	0,2	ტიპის შეუსაბამო	1,5	ფერის შეუსა-ბამობა	0,2	არადამა-ხასიათე-ბელი, სრული-ად ატიპური	0,25	არაჰარმო-ნიული, უცხო გემოს გარეშე	2,5
მღვრიე ღვინო	0,1	უცხო სუნით	1	ჭუჭყი-ანი ტონე-ბი	0,1			ორდინა-ლური, ოდნავ უცხო გემოთი	2

ცხრილი 3

ორგანოლეპტიკური შეფასების შედეგები

№	ნიმუშის დასახელება	გამჭვირვა-ლობა	ბუკეტი	ფერი	ტიპურობა	გემო	ჯამური ქულა
1	ცოლიკაური „თელიანი ველის“ 2018 წლის	0,5	3	0,5	1	4	9
2	ცოლიკაური „თელიანი ველის“ 2017 წლის	0,4	3	0,5	1	4	8,9
3	ცოლიკაური „თელიანი ველის“ 2015 წლის	0,5	3	0,5	1	5	10
4	ევროპული „სან ვაინ“	0,4	2	0,5	1	4	7,9
5	მანავი „ბადაგონი“	0,5	2	0,3	0,75	4	7,55
6	წინანდალი „კახური ტრადიციული მეღვინეობა“ 2014 წლის	0,5	3	0,5	1	5	10
7	წინანდალი „კახური ტრადიციული მეღვინეობა“ 2016 წლის	0,5	3	0,5	1	5	10
8	მწვანე „ნინოწმინდა“	0,4	2	0,4	0,75	2,5	6,05
9	ბაზრის ღვინო რქაწითელი №1	0,1	1	0,1	0,25	1	2,45
10	ბაზრის ღვინო რქაწითელი №2	0,1	1	0,1	0,25	0	1,45

სუფრის ღვინის თავისებურება ისაა, რომ იგი შეიცავს მხოლოდ ენდოგენური წარმოშობის ეთილის სპირტს და დამატება დაუშვებელია. ალკოჰოლი განსაზღვრავს ღვინის ენერგეტიკულ და კვებით ღირებულებას. განსაზღვრის შედეგების შესაბამისად გამოკვლეულ ნიმუშებში ეთილის სპირტის შემცველობა აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს [4, 5].

მჟავათა საერთო რაოდენობას გამოხატავენ ტიტრული მჟავიანობით, სადაც შედის ყველა მჟავა და მათი მჟავე მარილები. ტიტრულ მჟავიანობას ღვინომჟავაზე ანგარიშობენ, რადგან ყურძნის ტკბილსა და ღვინოში ღვინომჟავა სხვა მჟავებთან შედარებით მეტი რაოდენობითაა. ღვინის pH ცვალებადობს 3.0-4,2-ის ფარგლებში. ორგანული მჟავები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან დისოციაციის ხარისხით. ერთი და იგივე ტიტრული მჟავიანობის მქონე ორი სხვადასხვა ნიმუში წყალბადიონთა დისოციაციის ხარისხით შეიძლება ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდეს. ორგანულ მჟავათა დისოცირებულ ნაწილზე წარმოდგენას გვაძლევს ე.წ. რეალური ანუ აქტიური მჟავიანობა, წყალბადიონთა კონცენტრაციის უარყოფითი ლოგარითმი pH. ტიტრული მჟავიანობა სხვადასხვა ღვინოში სხვადასხვაა. იგი დამოკიდებულია ყურძნის ადგილწარმოშობაზე, ჯიშზე, გამოყენებულ მევენახეობისა და მეღვინეობის მეთოდებზე და მოსავლის წელზე. ღვინოში ტიტრულ მჟავიანობას დიდი მნიშვნელობა აქვს. იგი აუმჯობესებს ღვინის შენახვის პროცესს, ანელებს დაავადებების გამომწვევი მიკროორგანიზმების განვითარებას, სიხალისეს მატებს ღვინოს. დაბალმჟავიანი ღვინო დუნეა, ხოლო ზედმეტად მაღალმჟავიანი – აგრესიული. იგი ასევე მოქმედებს ფერის ტონსა და სტაბილურობაზე. ღვინის შერჩეული ნიმუშებში ტიტრული მჟავიანობა და pH აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს.

ცხრილი .

თელიანი ველის თეთრი მშრალი ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

მაჩვენებლები	ნორმა	თელიანი ველის „ცოლიკაური“		
		2018 წლის	2017 წლის	2015 წლის
pH	3-4,2	3,6	3,6	3,6
სიმკვრივე	0,9-1,09	0,987	0,99	0,988
ეთილის მოც. წილი, %	10-13	12	12,5	13
შაქარი, %	ა/უ 3	0,1	0,15	0,15
სატიტრავი მჟავიანობა, გ/ლ	4-9	5,7	5,32	4,8
თავისუფალი SO_2, მგ/ლ	ა/უ 20	5,12	3,84	3,84
ბმული SO_2, მგ/ლ	ა/უ 200	81,92	17,92	112,6
სიბლანტე, მმ²/წმ	1,5-4,07	1,66	1,97	1,70
საერთო ექსტრაქტი, გ/ლ	22	11,1	20,8	17,1
ნაცარი, გ/ლ	1,3-4	2	1,5	1,5
ნაცრის ტუტიანობა	10-30	22,19	15	21,25

ცხრილი 5

წინანდლის სამარკო თეთრი მშრალი ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

მაჩვენებლები	ნორმა	შპს კახური ტრადიციული მეღვინეობა „წინანდალი“	
		2014 წლის	2016 წლის
pH	3-4,2	3,9	3,8
სიმკვრივე	0,9-1,09	0,986	0,986
ეთილის მოც.˜წილი, %	10-13	12	12
შაქარი, %	ა/უ 3	1,15	1,15
სატიტრავი მჟავიანობა, გ/ლ	4-9	5,46	5,85
თავისუფალი SO_2, მგ/ლ	ა/უ 20	1,28	1,28
ბმული SO_2, მგ/ლ	ა/უ 200	12,8	12,8
სიბლანტე, მმ²/წმ	1,5-4,07	1,9	2
ექსტრაქტული ნივთიერება, გ/ლ	22	8,5	8,5
ნაცარი, გ/ლ	1,3-4	2,5	2
ნაცრის ტუტიანობა	10-30	24,06	22,8

საერთო ექსტრაქტი არის ღვინოში ყველა არააქროლადი ნივთიერების ჯამური კონცენტრაცია (ნახშირწყლები, გლიცერინი, არააქროლადი მჟავები, აზოტოვანი, მთრიმლავი და მინერალური ნივთიერებები) და ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია საგემოვნო თვისებების შეფასებისას. იგი განსაზღვრავს პროდუქტის კვებით და ბიო-

ლოგიურ ღირებულებას. ექტრაქტის რაოდენობა შეიძლება შემცირდეს ღვინის გაწებვის, ფილტრაციის, თერმული დამუშავებისა და დაყოვნების დროს. მისი შემცველობა დამოკიდებულია ყურძნის ხარისხზე, ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, ნაყოფის სიმწიფეზე, გადამუშავების პირველად ტექნოლოგიასა და ღვინის ტიპზე. თეთრ მშრალ ღვინოებში მისი შემცველობა საშუალოდ 22 მგ/ლ-ს შეადგენს, ხოლო წითელში – 30-40 გ/ლ-ს. საერთო ექსტრაქტის სიდიდე დაბალია შპს „კახური ტრადიციული მეღვინეობის“ „წინანდალის“ ნიმუშებში (8,5გ/ლ), 2018 წლის თელიანი ველის „ცოლიკაურში“ – 11,1 გ/ლ, ბადაგონის „მანავში“ – 10,1გ/ლ; სან ვაინის „ევროპულში“ – 11,1გ/ლ; ნინოწმინდის „მწვანეში“ –14 გ/ლ. ყოველივე ამის ახსნა შესაძლებელია ზემოთ აღნიშნული მიზეზებიდან ერთ-ერთით [7, 8].

გოგირდის დიოქსიდი ფართოდ გამოიყენება ღვინომასალებში როგორც კონსერვანტი და ანტიოქსიდანტი ჭაჭის, ტკბილისა და ღვინის სულფიტაციის დროს. თავისუფალი და საერთო გოგირდოვანი მჟავის რაოდენობა ნორმირდება სტანდარტით და არ უნდა აღემატებოდეს შესაბამისად 20 და 200 მგ/ლ-ს. თითქმის ყველა გამოკვლეულ ნიმუშში მათი შემცველობა ძალიან დაბალია და ბევრად ნაკლებია სტანდარტით დადგენილ ნორმაზე. ეს ძალიან კარგია, რადგან დუღილის პროცესში საფუვრებით გოგირდოვანი მჟავის აღდგენის დროს შეიძლება წარმოიქმნას გოგირდწყალბადი, რომელსაც ახასიათებას მცირედ გამოხატული ტოქსიკური თვისებები.

ცხრილი 6

სუფრის თეთრი მშრალი ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

პარამეტრები	ნორმა	ბადაგონი „მანავი“	სან ვაინი „ევროპული“	ნინოწმინდა „მწვანე“
pH	3,0-4,2	4	3,6	4,2
სიმკვრივე	0,9-1,09	0,986	0,987	0,988
ეთილის მოც. წილი, %	10-13	12,5	12	12
შაქარი, %	ა/უ 3	0,25	1,05	0,75
სატიტრავი მჟავიანობა, გ/ლ	4-9	5,25	6,3	4,73
თავისუფალი SO_2, მგ/ლ	ა/უ 20	11,52	1,28	8,96
ბმული SO_2, მგ/ლ	ა/უ 200	28,16	25,6	17,92
სიბლანტე, მმ²/წმ	1,5-4,07	2,12	1,89	2,13
ექსტრაქტი, გ/ლ	22	10,1	11,1	14
ნაცარი, გ/ლ	1,3-4	1	2,5	2,5
ნაცრის ტუტიანობა	10-30	20,5	20,5	25

ნაცარი ღვინოებში მინერალური ნივთიერებების საერთო მაჩვენებელია, ხოლო მისი ტუტიანობა კი – კათიონების ჯამის, რომელიც დაკავშირებულია ღვინის ორგანულ მჟავებთან. ნაცრისა და მისი ტუტიანობის განსაზღვრის მეთოდი გამოიყენება ისეთი ფალსიფიცირებული ღვინოების გამოსავლენად, რომლებიც განზავებულია წყლით ან პეტიოთი. ყველა გამოკვლეულ ნიმუშში ნაცრის შემცველობა ნორმის ზღვრებშია, ტუტიანობა კი ზოგიერთ ნიმუშში სტანდარტით გათვალისწინებული ნორმის ზედა ზღვართან. მიღებული შედეგების თანახმად გამორიცხულია კვლევისათვის შერჩეული ღვინოების ფალსიფიკაცია.

ცხრილი 7

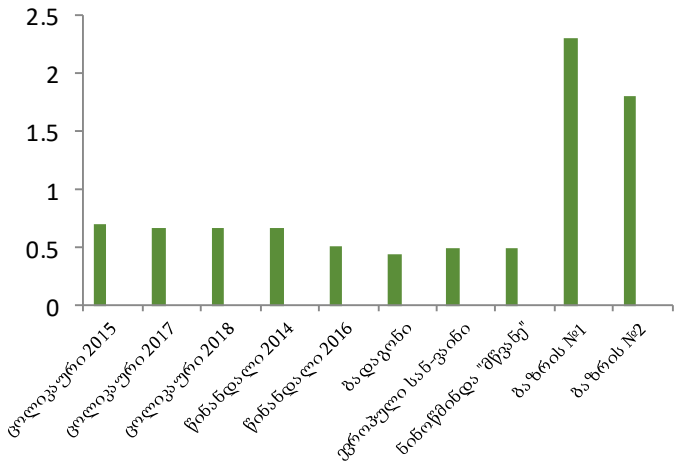
აგრარული ბაზრის, შინამეურნეობიდან აღებული ღვინის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

პარამეტრები	ნორმა	შიდამეურნეობის ღვინო. „რქაწითელი“	
		№1	№2
pH	3,0-4,2	4,2	4,1
სიმკვრივე	0,9-1,09	0,99	0,989
ეთილის მოც. წილი, %	10-13	13	13,5
შაქარი, %	ა/უ 3	1,2	0,8
სატიტრავი მჟავიანობა, გ/ლ	4-9	5,55	5,63
თავისუფალი SO_2, მგ/ლ	ა/უ 20	2,56	2,56
ბმული SO_2, მგ/ლ	ა/უ 200	5,12	7,68
სიბლანტე, მმ²/წმ	1,5-4,07	2,08	1,68
ექსტრაქტი, გ/ლ	22	22,3	21,2
ნაცარი, გ/ლ	1,3-4	2,5	2
ნაცრის ტუტიანობა	10-30	30	30

მარკირების, ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით „თელიანი ველის“ ცოლიკაურის 2015 და 2017 წლების ჩამოსხმა აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს ყველა მაჩვენებლის მიხედვით.

ყურძნისა და ღვინის მთრიმლავი ნივთიერებები, ტანინი ანუ ენოტანინი არის კატე-ხინებისა და ლეიკოანტოციანების კონდენსაციის პროდუქტი, რომლებიც ძირითადად გვხვდება წიპწასა და კანში. მათი რაოდენობა წითელ ღვინოში უფრო მეტია, რადგან მიიღება ყურძნის მტევნის მაგარ ნაწილებზე ტკბილის ხანგრძლივი კონტაქტით. თეთრი და ვარდისფერი ღვინოების დამზადებისას ამ კონტაქტს გაცილებით ნაკლები დრო

სჭირდება და, შესაბამისად, ნაკლები ტანინი გამოიყოფა. ტანინის მოლეკულური წონა იცვლება ღვინის დაძველების ხანგრძლივობის მიხედვით. ახალ ღვინოებში ტანინის მოლეკულური წონა 500-800-მდეა; დავარგებულ ღვინოებში – 3000-დან 4000-მდე. ძველ ღვინოებში მისი მოლეკულური წონა მცირდება და უახლოვდება ახალი ღვინოების მოლეკულურ წონას, რაც გამოწვეულია კონდენსირებული ფორმების გამოლექვით. აღსანიშნავია, რომ ტანინს ხეც შეიცავს და ღვინის ხის კასრებში დაძველების დროს ბევრი ტანინი გამოიყოფა. დიაგრამაზე მოცემულია ტანინის შემცველობა სხვადასხვა ასაკის თეთრ მშრალ ღვინოებში. „თელიანი ველის“ „ცოლიკაურის“ 2014 წლის ღვინოში მისი შემცველობა (0,708 გ/ლ) მეტია, ვიდრე 2017 და 2018 წლის ღვინოებში (0,672 მგ/ლ). ასეთივე სურათი გვაქვს შპს „კახური ტრადიციული მეღვინეობის“ წინანდლის ღვინოებში - 2014 წლის ჩამოსხმაში – 0,66გ/ლ და 2016 წლისაში კი – 0,516გ/ლ. ბაზრის ღვინის ორივე ნიმუშში, რომელიც რქაწითელის ჯიშისაგანაა დამზადებული, ტანინის შემცველობა გაცილებით მაღალია და შესაბამისად 1,8 და 2,3გ/ლ-ს -ს შეადგენს.



დიაგრამა №1. ტანინის შემცველობა საკვლევ ნიმუშებში

3. დასკვნა

1. თეთრ მშრალ ღვინოებში სტანდარტის ნორმების შესაბამისად ექსტრაქტის შემცველობა საშუალოდ 22 გ/ლ-ს შეადგენს. ს/ს თელიანის ველის ცოლიკაურში ექსტრაქტული ნივთიერებების მასურმა კონცენტრაციამ გაზომვის შედეგად შეადგინა 11.1 გ/ლ.

„კახური ტრადიციული მეღვინეობა“ წინანდლის ნიმუშებში მისი შემცველობა 8.5 გ/ლ-ია, რაც საკმაოდ დაბალია. ყველაზე კარგი შედეგი აქვს „თელიანი ველის“ ცოლიკაურის 2015, 2017 წლების ღვინოებს და ბაზრის ღვინოებს. ზემოთ აღნიშნულ ღვინოებში ექსტრაქტის დაბალი შემცველობა შეიძლება განპირობებული იყოს, ერთი მხრივ, გაწებვით, ფილტრაციით, თერმული დამუშავებითა და დაყოვნებით და, მეორე მხრივ, ყურძნის ხარისხით, ნიადაგურ-კლიმატური პირობებით, ნაყოფის ტექნიკური სიმწიფით, გადამუშავების პირველადი ტექნოლოგიითა და ღვინის ტიპით.

2. მშრალი ღვინო მიიღება ტკბილის სრული დუღილის შედეგად, სადაც სპირტი 8,5-15%-ია და შაქარი 4 გ/ლ-მდე. ღვინოს ეწოდება „მშრალი“, რადგან მასში შაქარი მთლიანად „სიმშრალემდე“ ფერმენტირდება (დუღდება). როგორც ქარხნის, ისე აგრარული ბაზრიდან აღებულ მშრლ ღვინოებში შაქრის შემცველობა სტანდარტის დიაპაზონის ზღვრებშია, თუმცა ბაზრის ღვინოში მისი რაოდენობა ბევრად მეტია, ვიდრე ქარხნულში, რადგან დუღილის პროცესის მართვა და ტექნოლოგიური რეჟიმის დაცვა საოჯახო პირობებში გართულებულია.

3. ორგანოლეპტიკური შეფასების მიხედვით საუკეთესო შედეგი (10 ქულა) აჩვენა 2015 წლის „თელიანი ველის“ ცოლიკაურმა; „კახური ტრადიციული მეღვინეობის“ 2014, 2016 წლების წინანდალმა, რაც იმას მანიშნებელია, რომ ისინი განსაკუთრებით მაღალი ხარისხისაა. ყველაზე დაბალი შედეგი 2,45 და 1,45 ქულა დაიმსახურა ბაზრის ღვინოებმა;

4. ღვინო კარგად არის დაბალანსებული, თუ მისი ყველა კომპონენტი ერთ მთლიანობას ქმნის. ბალანსს არღვევს მომატებული მჟავიანობა, სიტკბო (შაქრები), ტანინი და სპირტის სიჭარბე. ყველა მაღალი ხარისხის ღვინო დაბალანსებული უნდა იყოს იმ დროისთვის, როდესაც მზად არის ჩამოსასხმელად. ასეთი დაბალანსებული ღვინოა „თელიანი ველის“ 2015, 2017 წლის „ცოლიკაური“.

ლიტერატურა

1. ნავარი კ., ლანგლადი ფ., ენოლოგია, გამომცემლობა „დიოგენე“, 2004 წელი, გვ. 376-377;
2. ბაღათურია ნ., ბეგიაშვილი ნ., „ღვინის ექსპერტიზა“, გამომცემლობა „საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2013 წელი, გვ. 6-29;
3. ტექნიკური რეგლამენტი - ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ჩამონათვალის განსაზღვრის შესახებ;
4. ლაშხი ა.დ., ენოქიმია, გამოცემლობა „განათლება“, თბ., 1970, გვ. 285-401;
5. ლაშხი ა.დ., ყურძნის პროდუქტთა ანალიზი, თბილისი, გამომცემლობა „ტექნიკა და შრომა“, 1995 წ., გვ. 42-80;
6. ემილ პეინოს მიხედვით „მეღვინეობა“, გამომცემლობა შპს „ფავორიტი სტილში“ საქართველოს ტრადიციული მევენახეობის გაერთიანება, 2014, გვ. 17-21;
7. დანელია გ., ფალავანდიშვილი თ., „კვების პროდუქტების სასაქონლო ექსპერტიზა და სამართლებრივი საფუძვლები“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2017, გვ. 312-350;
8. დანელია გ., ფალავანდიშვილი თ., ბარათელი ნ., „ლაბორატორიული პრაკტიკუმი კვების პროდუქტების ეკოქიმიურ ექსპერტიზაში“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2011 წ., გვ. 67-87.

UAK 636.1

საკვების და კვების გავლენა ვირის სარძეო პროდუქტიულობაზე და მისი გამოყენების ეკონომიკური მაჩვენებლები

ნ. ოსიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სტატიაში განხილულია ვირის ფერმერული მეურნეობის მართვისა და რძის წარმოების აქტიური საკითხები, არსებული პრაქტიკისა და ამჟამინდელი ვითარების ანალიზი. კვლევაში გაანალიზებულია ვირის სარძეო პროდუქტიულობის გაზრდის მიზნით სხვადასხვა სახის საკვები საშუალებების გამოყენების ეფექტურობა, ასევე ამ სფეროში არსებული გამოწვევები და შესაძლებლობები. ყურადღება გამახვილდა ფერმის მართვის ისეთ ასპექტებზე, როგორიც არის ცხოველის კვების გავლენით პროდუქტიულობის გაზრდის შესაძლებლობები.*

საკვანძო სიტყვები: ვირი, კვება, რძე, ეკონომიკა.

1. შესავალი

ვირის რძის წარმოება, როგორც ბიზნესის ერთ-ერთი სახეობა, ყოველწლიურად დინამიკურად ვითრდება მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში და კონკურენტუნარიან ბიზნეს-სექტორად გვევლინება. ეს განპირობებულია როგორც ეკონომიკური, ასევე ზოოტექნიკური და ეკოლოგიური ფაქტორებით, რადგან ვირის ფერმერული მეურნეობის შექმნა ხელს უწყობს ადგილობრივი ჯიშების შენარჩუნებას და დარგის განვითარებას. თანამედროვე მსოფლიოში სულ უფრო მეტ პოპულარობას იძენს ვირის რძის გამოყენებით დამზადებული სასურსათო და კოსმეტიკური საშუალებების გამოყენება.

2. ძირითადი ნაწილი

საყურადღებოა, რომ რძის წარმოებისთვის ვირის მოშენების განახლებულმა ინტერესმა ყურადღება მიაქცია ცხოველის უფრო სწორად მართვას როგორც კვების, აგრეთვე მმართველობითი თვალსაზრისით. ზუსტი რეკომენდაციების გათვალისწინებით მსოფლის მრავალ ფერმერულ მეურნეობაში მოხდა ცხოველის პროდუქტიულობის გაზრდა კვებისა და მოვლა - შენახვის პირობების გაუმჯობესებით.

2017 წლიდან ვირის რძის საკვებ პროდუქტად რეგისტრაციამ საქართველოს მისცა შესაძლებლობა, კერძო ფერმერებს დაეწყოთ ვირის ფერმერული მეურნეობის შექმნა და რძის წარმოება. თუმცა იმის გამო, რომ საქართველოს პირობებში პირველად შეიქმნა აღნიშნული მეურნეობები, ნაკლებია ცოდნა და გამოცდილება ამ სფეროში, რამაც ფერმები მრავალი გამოწვევის წინაშე დააყენა.

ფერმერულ მეურნეობაში ვირის რძის წარმოებისათვის აუცილებელია ჩატარდეს ისეთი საქმიანობის ანალიტიკური კვლევები, რომლებიც ხელს შეუწყობს ვირის სარძეო პროდუქტიულობის შესწავლას და სარძეო პროდუქტიულობის ზრდის ძირითადი ეტაპების, სირთულეებისა და საუკეთესო მეთოდების დანერგვას. ამას მოწმობს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ბოლოდროინდელი კვლევები, რომლებიც ტარდება ვირის მრავალმხრივი შესწავლის მიზნით. განსაკუთრებით საყურადღებოა იმის შესწავლა, თუ რა გავლენას ახდენს საკვები ვირის სარძეო პროდუქტიულობაზე, რადგან მერძეული მიმართულებით მევირეობის დარგის განვითარება, წარმოებული პროდუქციის რაოდენობა, ხარისხი და ეკონომიკური ეფექტიანობა მტკიცე საკვების ბაზის არსებობით განისაზღვრება.

ამჟამად ჩვენს ქვეყანაში ვირის შენახვა ძირითადად ხდება საძოვარზე და ძირითად საკვებს საძოვრის ბალახი წარმოადგენს, რის გამოც შესამჩნევია საკვები ბაზის უკმარისობა, რაც გავლენას ახდენს ვირის სარძეო პროდუქტიულობაზე. ცხოველის კვება ერთერთი ფაქტორია, რომელიც სარძეო პროდუქტიულობას განსაზღვრავს, რადგან რძე წარმოიქმნება სარძევე ჯირკვლებში სისხლის მიერ მიტანილი საზრდო ნივთიერებებით, რომელიც ცხოველის მიერ მიღებული საკვების გადამუშავების შედეგად მიიღება.

საკვების საზრდო ნივთიერებათა რძის სპეციფიკურ ნივთიერებებად გარდაქმნის საწყისი ეტაპები ხორციელდება ცხოველის ორგანიზმის მთელ რიგ ორგანოებში და

ქსოვილებში, ხოლო რძის ჯირკვლებში გვირგვინდება საზრდო ნივთიერება და რძის სპეციფიკურ ნივთიერებებად გარდაქმნა. როგორც ყველა ცხოველის, მათ შორის ვირის საკვებ მოთხოვნილებაში შედის წყალი, ენერგია, პროტეინები, მინერალები და ვიტამინები. ცხოველთა ნორმირებული კვების ორგანიზაცია ხდება ცხოველის სახის, ასაკის, ცოცხალი მასის, პროდუქტიულობისა და შენახვის პირობების მიხედვით. არსებული საკვები საშუალებებიდან გამომდინარე, დგება ჯგუფისათვის საერთო ულუფა. ულუფა ისე უნდა დაბალანსდეს, რომ მიღებულმა საკვებმა, ორგანიზმი უზრუნველყოს ენერგიით, ცილებით, მინერალებით და ვიტამინებით, რაც ვირს სჭირდება არსებობისთვის, მუშაობისთვის, ზრდისთვის და პროდუქციის საწარმოებლად.

ვირის უმთავრესი საკვებია სხვადსხვა სახის მცენარე და მისი გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტები. რძის წარმოების ზრდა კი მიიღწევა საკვები ბაზის მოწესრიგებით, საკვების ხარისხის გაუმჯობესებით და ულუფის ყუათიანობის სრულფასოვნებით, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს სარძევე პროდუქტიულობის გაზრდისთვის.

ფაშატი ვირის სარძეო პროდუქტიულობა დიდად არის დამოკიდებული ულუფაში პროტეინის რაოდენობასა და მის სრულფასოვნებაზე. ლაქტაციის დროს ფაშატი ვირი საჭიროებს მეტ პროტეინოვან საკვებს. მაგალითად, ეს შეიძლება იყოს მცენარული საკვები, რომელიც შეიცავს პროტეინს დიდი რაოდენობით.

სრულფასოვანი კვების დროს მერძეული ცხოველები რაციონში პროტეინის, ნახშირწყლების, ცხიმების, ვიტამინების, მინერალური მარილების, მათ შორის მიკროელემენტების ისეთ რაოდენობას იღებენ, რომელიც უზრუნველყოფს რძის დიდი რაოდენობით პროდუცირებას.

აღსანიშნავია, რომ ცხოველის სამეურნეო სარგებლიანობას და ეკონომიკურ ეფექტიანობას განსაზღვრავს მისი საერთო პროდუქტიულობის დონე, მიღებული ნედლეულიდან წარმოებული პროდუქციის ხარისხი და რაოდენობა. მთელი წლის განმავლობაში ვირისთვის კვებისა და მოვლა-შენახვის ნორმალური პირობების შექმნა უზრუნველყოფს მიღებული პროდუქციის როგორც მოცულობის ზრდას, ასევე ხარისხის გაუმჯობესებას, რაც საბოლოო ჯამში აისახება მისი წარმოების ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

3. დასკვნა

ფაშატი ვირის კვების ულუფა ისე უნდა დაბალანსდეს, რომ მიღებულმა საკვებმა უზრუნველყოს როგორც სარძევე პროდუქტიულობის ზრდა, აგრეთვე ხარისხის გაუმჯობესება. იმის გათვალისწინებით, რომ გაზრდილია მოთხოვნილება ვირის რძეზე, ამ დარგის განვითარება მერძეული მიმართულებით გაცილებით მეტ ეფექტს იძლევა, რადგან დაბალია საკვებზე გაწეული დანახარჯი და მაღალია რძისგან მიღებული ეკონომიკური ეფექტურობა.

ლიტერატურა

1. Farm Management and Feeding Strategies for Donkey Milk Production / Paolo Polidori; Silvia Vincenzetti / January 2017.
2. Paolo Polidori, Daniela Beghelli, Pierluigi Mariani & Silvia Vincenzetti. Donkey milk production: state of the art. Italian Journal of Animal Science. 2009.

შაკ 636.1

ვირის რძის მომგებიანობა და ეკონომიკური ღირებულება

ნ. ოსიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0171, მ. კოსტავას 77, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *ნაშრომი ეხება მევირეობაში გამოყენებულ ინოვაციურ მეთოდებს, რომელთა საშუალებით ხდება ვირის სარძეო პროდუქტიულობისა და ხარისხის გაუმჯობესება და ეკონომიკური სარგებლის ზრდა. მერძეული მიმართულებით მევირეობის დარგი განსაკუთრებით განვითარებულია ისეთ ქვეყნებში, როგორიცაა: იტალია, საბერძნეთი, სერბეთი და საფრანგეთი, სადაც აქტიურად შეიმჩნევა ტექნოლოგიური განვითარების ხარჯზე ფინანსური და ხარისხობრივი სარგებლის მოპოვება.*

საკვანძო სიტყვები: რძე, საკვები, ვირი, ეკონომიკა.

1. შესავალი

ქვეყნის განვითარების თანამედროვე პერიოდში, როცა ბაზრების ხასიათი რადიკალურად იცვლება, მათ შორის სასურსათო ბაზრისაც, მომხმარებელის მოთხოვნის უმთავრეს მიზანს წარმოადგენს უვნებელი პროდუქციის მიღება.

თანამედროვე სამყაროში ერთ-ერთ ასეთ უვნებელ და სასარგებლო პროდუქტს წარმოადგენს ვირის რძე, რომელიც თავისი ქიმიური შედგენილობით და თვისებებით ყველაზე მეტად ესადაგება დედის რძეს.

ვირის რძეს საკმაოდ ხანგრძლივი და საინტერესო ისტორია აქვს. მისი სამკურნალო თვისებების შესახებ წერდნენ ფილოსოფოსი არისტოტელე, ისტორიკოსი ქსენოფონტე, ექიმი ჰიპოკრატე და იბნ სინა. სამკურნალო და კოსმეტიკური თვალსაზრისით იყენებდნენ ძველი რომაელები, ბერძნები, ინგლისელები და ფრანგები (1).

2. ძირითადი ნაწილი

ვირის რძეს ადამიანი 7000 წლის წინ მოიხმარდა (2), მის შესახებ პირველი ცნობები ძვ. წ. 460 -370 წ. მოიპოვება, სადაც ჰიპოკრატემ, მედიცინის მამამ, პირველმა აღწერა ვირის რძის სამკურნალო ღირსებები. ის ვირის რძეს იყენებდა მთელი რიგი დაავადებების სამკურნალოდ, როგორიცაა ღვიძლის პრობლემები, ინფექციური დაავადებები, ცხელება, შეშუპება, მოწამვლა და სხვა (3).

პლინიუს უხუცესმა (ახ. წ. 23-79 წ.) თავის ენციკლოპედიურ ნაშრომში Naturalis historia , ვრცლად აღწერა ვირის რძის გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე (4).

თანამედროვე ლიტერატურული წყაროების მიხედვით ვირის რძე გამოირჩევა უნიკალური სამკურნალო თვისებებით. ის თავისი ქიმიური შედგენილობით ჰგავს დედის რძეს. ვირის და დედის რძეში დაბალია ცილა კაზეინის შემადგენლობა და მაღალია შრატის ცილების შემცველობა. დედის რძესთან ასეთი მსგავსების გამო ვირის რძე ალტერნატიულ პროდუქტად იქცა იმ ადამიანების საკვებად, რომლებსაც აღენიშნებათ მომატებული მგრძნობელობა რძის ცილა კაზეინზე, რომელიც დიდი რაოდენობით არის ძროხის რძეში.

ვირის რძე მდიდარია A, B, C, D, E ვიტამინებით, მაგნიუმით, კალიუმით, კალციუმით, ცინკით, იმუნოგლობულინებით. შეიცავს ანტიალერგენებს და ანტიბაქტერიულ ფერმენტებს. მასში ხდება კოლაგენის სინთეზი, რაც ხელს უშლის უჯრედის დაბერებას და მდიდარია ანტიოქსიდანტებით. სწორედ ამის გამო, ვირის რძე იდეალურ საკვებად ითვლება სხვადასხვა სახის დაავადების მქონე ადამიანებისთვის, განსაკუთრებით დერმატოლოგიური დაავადების მქონე პირთათვის, როგორიცაა მშრალი კანი და ფსორიაზი. აღნიშნულის გათვალისწინებით ბოლო პერიოდში ფართო გამოყენება პოვა ისეთმა კოსმეტიკურმა საშუალებებმა, რომლებიც ვირის რძის გამოყენებით არის დამზადებული, ასეთი კოსმეტიკური პროდუქტებია: კრემები, დასაბანი საპნები და ლოსიონები.

მევირეობა, როგორც მეცხოველეობისა და აგრარული მეწარმეობის ერთ-ერთი დარგი, რომელიც ამარაგებს მოსახლეობას ძვირფასი საკვები პროდუქტებით, ბოლო პერიოდში განვითარების ახალ ეტაპზე იმყოფება. მის ძირითად ამოცანას შეადგენს პროდუქციის, კერძოდ, რძის წარმოების სტაბილური ზრდა და ხარისხის გაუმჯობესება,

რომელიც მიიღწევა საკვები ბაზის განმტკიცებით, ცხოველის სულადობის გადიდებით და პროდუქტიულობის მკვეთრი ამაღლებით.

ვირის ფერმის შექმნისას სპეციალიზებული მიმართულება განისაზღვრება იმით, თუ პროდუქციის რომელი სახეობა წარმოადგენს დარგის წარმოების მთავარ მიზანს, რომელსაც ექვემდებარება დარგის გაძღოლის მთელი სისტემა. მაგალითად, ევროპაში ვირის მოშენების უმთავრეს მიზანს რძის და რძის პროდუქტების წარმოება წარმოადგენს. ამის კარგი მაგალითია იტალია, სადაც შექმნილია ყველაზე დიდი ბიოფერმერული მეურნეობა, სადაც ადგილობრივი ჯიშის ვირის გენოფონდის შენარჩუნებასთან ერთად ხელს უწყობენ ეკონომიკის განვითარებას. ვირის რძის წარმოებასთან ერთად იქმნება სხვადასხვა სახის რძის ნაწარმი, როგორიცაა ფერმენტირებული რძე, ყველი, ნაყინი და ლიქიორი. ამ ფერმას აქვს ტურისტული დატვირთვაც – აქ მისულ ტურისტს შეუძლია ადგილზე დააგემოვნოს ვირის ხორცით დამზადებული კერძები და მისივე რძისგან წარმოებული სხვადასხვა სახის პროდუქტი.

ჩინეთში ვირის მოშენების უმთავრეს მიზანია მისგან ტყავისა და ხორცის წარმოება. ვირის ხორცი ითვლება დელიკატესად და მისგან მზადდება ადგილობრივი ტრადიციული კერძები, ტყავი კი გამოიყენება ჟელატინის წარმოებაში, რომლის ისტორია 2000 წელიწადს ითვლის.

რძის წარმოებისთვის ვირის მოშენების განახლებულმა ინტერესმა ყურადღება მიაქცია ცხოველის უფრო სწორად მართვას როგორც კვების, ასევე მოპყრობის თვალსაზრისით. ზუსტი რეკომენდაციების გათვალისწინებით ბევრ ფერმერულ მეურნეობაში მოხდა პროდუქტიულობის გაზრდა და ცხოველის კეთილდღეობის მიღწევა.

პრაქტიკა ადასტურებს, რომ ამჟამად მსოფლიოს თითქმის ყველა განვითარებული ქვეყანა საჭიროებს მთელი ეკონომიკის, მისი ცალკეული სფეროებისა და დარგების სახელმწიფო რეგულირებას, განსაკუთრებით კი ისეთი დარგების, რომლებიც განვითარების საწყის ეტაპზე იმყოფებიან. ეს საზოგადოებრივი თვალსაზრისით განპირობებულია ეკონომიკის შეუფერხებელი ფუნქციონირების აუცილებლობით. როგორც წესი, სახელმწიფო ეკონომიკაში ჩარევას ძირითადად ახორციელებს მაკორექტირებელი და მასტიმულირებელი ბერკეტების საშუალებით, ასევე განაწილებითი მექანიზმების რეგულირების გზით და ამის საუკეთესო მაგალითია საბერძნეთი, სადაც სახელმწიფოს დახმა-

რებით სოფლის მეურნეობა გაძლიერდა ვირის რძეზე დამზადებული სხვადასხვა სახეობის ახალი პროდუქციის წარმოებით, როგორიცაა: იოგურტი, შოკოლადი, ყველი და სხვა.

ვირის ფერმის მომგებიანობას და ეკონომიკურ ეფექტიანობას განსაზღვრავს რძისა და ტყავის სიძვირე და პროდუქციის წარმოების დაბალი თვითღირებულება. ევროპაში 1 ლიტრი რძის ღირებულება 60 ევროა, საქართველოში 60 ლარი. ვირის რძისგან წარმოებული 1 კგ ყველის ღირებეულება კი 1500 ევრო.

საქართველოში ვირის რძის მიღება და წარმოება ძირითადად ეყრდნობა ხალხური გამოცდილების შედეგად მიღებულ მონაცემებს.

განვითარების გზაზე მდგომი აღნიშნული დარგი ჯერ მხოლოდ რამდენიმე მცირე ფერმერის ინტერესის სფეროს წარმოადგენს.

2017 წელს საქართველოში ნოვატორად მოგვევლინა შპს ფერმა „ვირლანდია“, სადაც მოაშენეს ადგილობრივი ჯიშის ვირი და პირველებმა დაიწყეს რძის წარმოება. თავდაპირველად ვირის რძის გამოყენება ხდებოდა მხოლოდ ნედლად სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვალსაზრისით. 2019 წლიდან შპს ფერმა „ ვირლანდიაში„ წარმოებული რძით დაიწო საპნის დამზადება, რომელსაც ფართო მომხმარებელი ჰყავს და სწრაფად იყიდება, რაც ზრდის ფერმის მომგებიანობას და ეკონომიკურ ეფექტურობას.

3. დასკვნა

ვირის საერთო სარძეო პროდუქტიულობის დონესა და მის ბიოლოგიურ თვისებებზე არსებით გავლენას ახდენს მთელი წლის განმავლობაში ცხოველთა კვებისა და მოვლა-შენახვის პირობები. ცხოველისთვის ნორმალური კვებისა და მოვლა-შენახვის პირობების შექმნა უზრუნველყოფს მიღებული პროდუქციის რაოდენობის ზრდას, რაც, საბოლოო ჯამში, ხელს შეუწყობს დარგის მომგებიანობას, ეკონომიკური ეფექტიანობისა და რენტაბელობის დონის მიღწევას.

ლიტერატურა

1. სამეცნიერო ჟურნალი ერუდიტი, 2018 წ. ვირის რძე და მისი განუმეორებელი თვისებები, მ. ცინცაძე; ნ. ნატროშვილი, ნ. ოსიაშვილი.
2. Daily rhythm of tear production in normal horse / Giuseppe Piccione; Claudia Giannetto; Francesco Fazio; Elisavbetta Giudice / 19 August 2008.
3. c. cosentino, r. paolino, p.freschi, and a.m. calluso – dip. di scproduzion Animali –Fac. Di Agraria – UniversitadegliStudidella Basilicata Potenza, Italy. " Jenny milk production and qualitative characteristics", J. Dairy Sci. 95:2910 -2915 DOI:10.3168/Jds.2011 -5232 American Dairy Science Assocition, 2012.
4. Composition and microbial quality of donkey milk sold in Gaborone, Botswana /KedumetsKeipopele, EyassuSeifu and BonnoSekwati-Monang / Department of Food Science and Technology, Botswana University of Agriculture and Natural Resources, Private Bag 0027, Gaborone.

რეფერატები

უაკ 627.8

მაღლივი კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით კლდოვანი ფუძეების წარეცხვების გაანგარიშებისათვის

შ. გაგოშიძე, ი. ქადარია, მ. კოდუა, გ. კახაძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 5-13.

რეზიუმე: ნაშრომში განიხილება მაღლივი კაშხლებიდან ვარდნილი ნაკადებით კლდოვანი ფუძის გარეცხვის ორმოს გაანგარიშების მეთოდი, რომელიც, არსებული მეთოდებისგან განსხვავებით, ითვალისწინებს ისეთ ფაქტორებს, როგორიცაა კლდის ბზარიანობა, ვარდნილი ნაკადის ფილტრაცია დაბზარულ კლდოვან ფუძეში, ფილტრაციული უკუწნევით ბუდიდან კლდოვანი ელემენტის ამომგდები ძალა და ა.შ. გამოყვანილია კლდოვანი ფუძის გარეცხვის სიღრმის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც მაღალი სიზუსტით შეესაბამება არსებულ ნატურულ დაკვირვებებსა და ლაბორატორიული კვლევების შედეგებს.

საკვანძო სიტყვები: კლდოვანი ფუძე, ვარდნილი ნაკადი, ბზარის გახსნა, ფილტრაციული ნაკადი, გარეცხვის ორმო.

უაკ 631.367

დასაწვიმი დანადგარის გვერდითი მდგრადობის კრიტიკული კუთხეების ანგარიშისთვის

ვ. ნანიტაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 14-17.

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია დასაწვიმი დანადგარის გვერდითი მდგრადობის საკითხი ფერდობზე მუშაობის დროს. დანადგარზე მოქმედ ძალთა მომენტების ბალანსირების განტოლების საფუძველზე მიღებულია დამოკიდებულება, რომელიც განსაზღვრავს რეაქტიული ძალების (წარმოქმნილი დასაწვიმი აპარატის მაღალწნევიანი ჭავლით) მოდების წერტილების კოორდინატებს დანადგარის შესაძლო გადაყირავების ღერძის მიმართ. ილ 2, ლიტ. დას. 3.

საკვანძო სიტყვები: დასაწვიმი დანადგარი, პოზიციური მოქმედება, რეაქტიული ძალა, დინამიკური მდგრადობა, ამყირავებელი და მასტაბილიზებელი მომენტი, მიკრორელიეფი.

UAK 628.1

საქართველოს დასახლებულ ადგილებში სასმელი წყლის მოხმარების შესახებ

მ. ნაცვლიშვილი, ნ. ნაცვლიშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 18-21.

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია საქართველოს დასახლებული ადგილების წყალმომარაგების სისტემების დაპროექტებისათვის სასმელი წყლის ხვედრითი ხარჯის ნორმატიული სიდიდის მიღების საკითხი, რომლის მნიშვნელობაზეცაა დამოკიდებული მთლიანი სისტემის გაანგარიშების სისწორე. საქართველოში სასმელი წყლის მოხმარება, სხვა ქვეყნებისაგან განსხვავებით, გამოირჩევა ჩვევებით, ტრადიციებით, გეოგრაფიული მდებარეობით, კლიმატური პირობებით და სხვა. ამიტომ საჭიროა ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების მიხედვით შევარჩიოთ დასაბუთებული სიდიდეები.

საკვანძო სიტყვები: წყალმომარაგება, ხვედრითი ხარჯი, დასახლებული ადგილი, წყლის მოხმარება, საიმედოობა.

UAK 626

საანგარიშო წყალდიდობის ხარჯის პრაქტიკული პროფილით და ფართოზღურბლიანი წყალსაშვით გატარების ანალიზი

ი. ქადარია, გ. ნოსელიძე, ბ. მასპინძელაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 22-27.

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მაქსიმალური საანგარიშო კატასტროფული ხარჯის ქვემო ბიეფში გასატარებლად თვით კაშხალზე დაგეგმარებული პრაქტიკული პროფილით წყალსაშვი საინვესტიციო, საპროექტო თუ საექსპლუატაციო ნაგებობებზე. განხილული მაგალითების ანალიზით ნაჩვენებია პრაქტიკული პროფილის წყალსაშვის ჩანაცვლება ფართოზღურბლიანი წყალსაშვით, რომელიც გაზრდის ნაგებობის საიმედოობასა და ეკონომიურობას. გათვალისწინებულია ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის ოპტიმალური შეუღლების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება სწრაფდენთან.

საკვანძო სიტყვები: კატასტროფული ხარჯი; ქვემო ბიეფი; წყალსაშვი; ფართოზღურბლიანი; სწრაფსადენი.

UAK 666.994

ცემენტის მარკა და აქტიურობა

ა. ჩიქოვანი, მ. შენგელია // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 28-38.

რეზიუმე: მოცემულია ცემენტის სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდები, რომელიც თავდაპირველად თითქმის ყველა ქვეყანას საკუთარი ჰქონდა, რაც ხშირად იწვევდა გაუგებრობას. ნაშრომში განხილულია ცემენტის მარკის განსაზღვრის საწყისი და შემდგომი თანდათანობითი განვითარების ეტაპები, რამაც ევროკავშირის ქვეყნები მიიყვანა გადაწყვეტილებასთან, შეექმნათ ერთიანი EN 196 სტანდარტი. განხილულია საქართველოს ცემენტის 3 ქარხნის (რუსთავი, კასპი, ფოთი) 6-6 ტიპის ევროპული კლასის ცემენტი.

საკვანძო სიტყვები: ცემენტის მარკა და აქტიურობა, ცემენტის კლასი, გამოცდა, ტექნოლოგია, ჰიდრატაცია, წყალცემენტის ფარდობა, კლინკერი, დუღაბი, თაბაშირი, ქვიშა, გრანულომეტრია, სტანდარტი.

UAK 662.76

ეკოლოგიურად სუფთა მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები

დ. კუჭუხიძე, ზ. მედულაშვილი, ნ. მეფარიშვილი, ი. კუჭუხიძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 39-49.

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ეკოლოგიურად სუფთა მყარ სათბობზე მომუშავე მაღალ ეფექტური ქვაბები. მყარი სათბობის ქვაბი არის ავტონომიური გათბობის სისტემების ცენტრალური ორგანო. მასში სითბოს გენერირება ხდება მყარი სათბობის წვის ხარჯზე. მყარი სათბობის ქვაბების გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილია იქ, სადაც არ არსებობს გაზმომარაგების სისტემა. მყარი სათბობის ქვაბში საწვავად გამოიყენება იაფი ადგილობრივი ნედლეული: უხარისხო შეშა, მორები, ხეტყის ნარჩენები, ხის ტოტები, თხილის ნაჭუჭი, მზესუმზირისა და სიმინდის ღეროები. ნელი წვის პროცესის ჩატარებით შესაძლებელია ერთი ჩატვირთვით ქვაბის მუშაობის ხანგრძლივობა 24 საათამდე გაიზარდოს. ამ ქვაბების გამოყენება უზრუნველყოფს ეკონომიკურ მაღალეფექტურობას, რადგანაც ისინი მოიხმარენ 2,5 -ჯერ ნაკლებ შეშას, ვიდრე ძველი ტრადიციული შეშის ღუმლები, რომელთა მ.ქ.კ არ აღემატება 25-30%-ს. „დიზელის“ საწვავზე მომუშავე ქვაბების ჩანაცვლება, მყარი სათ-ბობის ქვაბებით სათბობის ღირებულებას ამცირებს 4-ჯერ, ხოლო ელექტროენერგიაზე მომუშავე

ქვაბების ჩანაცვლება აღნიშნული ქვაბებით თითქმის 3,7-ჯერ ეკონომიურია [1] [2].

საკვანძო სიტყვები: გათბობის ქვაბი, საცეცხლე, პიროლიზური გაზი, ეკოლოგიური, თბომცვლელი, მაღალეფექტური, ავტომატური მართვის კვანძი, ვენტილატორი, ტემპერატურა.

შაკ 662.76

ბუნებრივ აირზე და მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები

დ. კუჭუხიძე, ზ. მედულაშვილი, ი. კუჭუხიძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 50-62.

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ბუნებრივ აირზე და მყარ საწვავზე მომუშავე მაღალეფექტური გათბობის ქვაბები. მყარი სათბობის ქვაბი არის ავტონომიური გათბობის სისტემების ცენტრალური ნაწილი. მყარი სათბობის ქვაბში გამოიყენება იაფი ადგილობრივი ნედლეული. აღნიშნული ქვაბის მარგი ქმედების კოეფიციენტი დიდია და აღწევს 87-90%, ის კომპაქტურია და იკავებს მცირე ფართობს.

აღნიშნული გათბობის ქვაბები აღჭურვილია უსაფრთხოების ავტომატიკით. ამ ქვაბების (მყარ სათბობზე) გამოყენება უზრუნველყოფს ეკონომიკურ მაღალეფექტურობას, რადგანაც ისინი მოიხმარენ თითქმის 2,5-ჯერ ნაკლებ შეშას, ვიდრე ძველი ტრადიციული შეშის ღუმელები.

ეს ქვაბები წარმატებით გამოიყენება გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების დანიშნულებით საზოგადოებრივ ადმინისტრაციულ და საცხოვრებელ სახლებში, სკოლებში, საბავშვო სახლებში, სათბურებში და სხვა.

საკვანძო სიტყვები: მაღალეფექტური, გათბობა, სითბოს წყარო, ეკოლოგია, ცხელი წყალი, სანთურა, მაღალ ეკონომიკური კედლის ქვაბი.

შაკ 21474

თბური ენერგიის ეკონომია შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების ტემპერატურის გაზრდის გზით

ს. გოდერძიშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 63-69.

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია სათავსის კომფორტულობის პირობები და თბური ენერგიის ეკონომიის საშუალება პანორამული ფანჯრებისა და ზოგადად შემომზღუდი კონსტრუქციების შიდა ზედაპირების ტემპერატურის გაზრდით კოანდას ეფექტზე დაფუძნებული გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედების დროს. მიღებულია

თბოგაცემის საანგარიშო კრიტერიალური განტოლება და შესწავლილია როგორც ზედაპირის, ასევე მის მახლობლობაში მყოფი გრავიტაციული ჭავლის ტემპერატურული ველი.

საკვანძო სიტყვები: სათავსის კომფორტულობის პირობები, შემომზღუდი კონსტრუქციები, პანორამული ფანჯრები, ტემპერატურული ველი, სასაზღვრო შრე, კრიტერიალური განტოლება, პლინტუსური გათბობა.

ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ

УДК 514.113.5

ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ

ბ. მასპინძელაშვილი, ი. ქადარია // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 70-75.

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ნამდვილი ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ახალი მეთოდი. მისი გამოყენებით დაშლილია სხვა და სხვა სახის რაციონალური ფუნქციები.

საკვანძო სიტყვები: ნამდვილი ცვლადი, რაციონალური ფუნქცია, უმარტივესი წილადები, კომპლექსური ფესვები.

УДК 663.6

შპს „ბორჯომის“ ქარხნის მიერ წარმოებული ჰიდროკარბინატული მინერალური წყლების სეზონური მონიტორინგი და პროდუქტიულობა

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, თ. ჩიტაძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 76-87.

რეზიუმე: ბორჯომის მინერალური წყალი კონკურენტუნარიანია მსოფლიოს მრავალ ცივილიზებულ სახელმწიფოში. ხეობაში არსებული დიეტურ-სამკურნალო წყლები სამკურნალო-პროფილაქტიკის მიზნით წინა პირობაა ენდოკრინო-ლოგიურ და კუჭნაწლავის ქვემწავე და ქრონიკულ დაავადებათა სამკურნალოდ. ბიოსფეროში მიმდინარე ბუნებრივი ანთროპო გენური პროცესების გამო, ასევე ტექტონიური ძვრების მიხედვით დროთა განმავლობაში იგი განიცდის გარკვე ულ ცვლილებებს. უკანასკნელ პერიოდში საჭირო გახდა ჭაბურღილების, წყლის გამტარი მილების, შემგროვებელი აუზის, ქარხნის პროცესორებისა და აპარატების რეაბილიტაცია. აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით განვახორციელეთ მინერალური წყლის მონიტორინგი

თანამედროვე ბაზისურ-ინსტრუმენტული მეთოდებით.

კვლევის შედეგად დადგინდა: დედაქანის წიაღისეულიდან მზა პროდუქტამდე ელექტროლიტების ხვედრითი წილი სეზონურობის მიხედვით სტანდარტულია. სარეალიზაციო პროდუქცია ეკო-ქიმიურად სრულფასოვანია, რომელიც პასუხობს შესაბამის კონდიციათა სისტემას.

საკვანძო სიტყვები: ბორჯომი, მინერალური, წყალი, მინერალიზაცია, ჭაბურღილი, ხარისხობრივი მაჩვენებლები, ჰიდროგეოლოგიური, ჰიდრო კარ-ბონატული, საბადო.

УДК 663.2

„ნათენაძის მარნის“ მიერ აღდგენილი მესხური ვაზის ჯიშებისგან წარმოებული ღვინოების პროდუქტიულობა საერთაშორისო ბაზარზე

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, გ. მაღრაძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 88-94.

რეზიუმე: ნაშრომში ეკოქიმიური ექსპერტიზის საფუძველზე შესწავლილია „ნათენაძის მარნის“ მიერ აღდგენილი მესხური ვაზის ჯიშებიდან წარმოებული პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლები, კვებითი უვნებლობის თვალსაზრისით კი – მძიმე ლითონებისა და რადიონუკლეიდების ხვედრითი წილი, რის საფუძველზეც დადგინდა მათი ბიოქიმიური სრულფასოვნება და ეკოლოგიური სისუფთავე, რომელიც პასუხობს საერთაშორისო სტანდარტს; იგი კონკურენტუნარიანია მსოფლიო ბაზრის ნებისმიერი სეგმენტისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ღვინო, ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიური სისუფთავე, მძიმე ლითონები, რადიონუკლეიდები, კონკურენტუნარიანობა.

УДК 663.2

ქართული სუფრის მშრალი ორდინალური და სამარკო ღვინოების კონკურენტუნარიანობა სამომხმარებლო ბაზარზე

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, გ. მაღრაძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 95-106.

რეზიუმე: მევენახეობა-მეღვინეობა ქართული კულტურის შემადგენელი ნაწილია, ყოველდღიურად იზრდება ინტერესი ქართული ღვინის მიმართ მთელი მსოფლიოს მასშტაბით, რაც იმას ნიშნავს რომ იგი აკმაყოფილებს საერთაშორისო ბაზრის მოთხოვნებს. ადგილობრივი ღვინის ხარისხის კვლევისათვის აღებული სამამულო წარ-

მოების პროდუქტები; ეკოქიმიური ექსპერტიზის საფუძველზე შესწავლილია პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და დადგენილია ბიოქიმიური სრულფასოვნება.

საკვანძო სიტყვები: ღვინო, ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიური სისუფთავე, მძიმე ლითონები, რადიონუკლეიდები, კონკურენტუნარიანობა.

შაკ 636.1

საკვების და კვების გავლენა ვირის სარძეო პროდუქტიულობაზე და მისი გამოყენების ეკონომიკური მაჩვენებლები

ნ. ოსიაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 107-110.

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ვირის ფერმერული მეურნეობის მართვისა და რძის წარმოების აქტიური საკითხები, არსებული პრაქტიკისა და ამჟამინდელი ვითარების ანალიზი. კვლევაში გაანალიზებულია ვირის სარძეო პროდუქტიულობის გაზრდის მიზნით სხვადასხვა სახის საკვები საშუალებების გამოყენების ეფექტურობა, ასევე ამ სფეროში არსებული გამოწვევები და შესაძლებლობები. ყურადღება გამახვილდა ფერმის მართვის ისეთ ასპექტებზე, როგორიც არის ცხოველის კვების გავლენით პროდუქტიულობის გაზრდის შესაძლებლობები.

საკვანძო სიტყვები: ვირი, კვება, რძე, ეკონომიკა.

შაკ 636.1

ვირის რძის მომგებიანობა და ეკონომიკური ღირებულება

ნ. ოსიაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(29-30), 2021, გვ. 111-115.

რეზიუმე: ნაშრომი ეხება მევირეობაში გამოყენებულ ინოვაციურ მეთოდებს, რომელთა საშუალებით ხდება ვირის სარძეო პროდუქტიულობისა და ხარისხის გაუმჯობესება და ეკონომიკური სარგებლის ზრდა. მერძეული მიმართულებით მევირეობის დარგი განსაკუთრებით განვითარებულია ისეთ ქვეყნებში, როგორიცაა: იტალია, საბერძნეთი, სერბეთი და საფრანგეთი, სადაც აქტიურად შეიმჩნევა ტექნოლოგიური განვითარების ხარჯზე ფინანსური და ხარის ხობრივი სარგებლის მოპოვება.

საკვანძო სიტყვები: რძე, საკვები, ვირი, ეკონომიკა.

SUMMARIES

UDC 627.8

TO CALCULATE THE SCOURING OF ROCK FOUNDATIONS OF A BLOCK STRUCTURE BY WATER FLOWS FALLING FROM HIGH DAMS

Shalva Gagoshidze, Iuri Kadaria, Manon Kodua, Giorgi Kakhadze // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 5-13.

Summary: The paper proposes a new method for calculating the erosion of rock bedrock by water flows falling from high dams, which, unlike existing methods, takes into account such factors as fracturing in the rock bedrock, filtration of the feeding flow into cracks in the rock bedrock and ejection of rock detachment from its nest.

A new formula for calculating the depth of local erosion of a rock bed has been derived, the calculations based on which correspond to the results of existing in-situ and laboratory observations with the highest accuracy.

Keywords: th*rown stream, bedrock, crack opening, filtration flow, erosion pit.*

UDC 631.367

ABOUT CALCULATION OF CRITICAL ANGLES OF LATERAL STABILITY OF SPRINKLING EQUIPMENT

V. Nanitashvili // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 14-17.

Summary: The subject of lateral stability of sprinkling equipment on slopes is considered. Based on the moment forces balance equation, acting on equipment, while its ranning on slopes, the dependence for determination of point of reactive forces attack created of high preasure stream of sprinkling equipment relative to axes of possible overturn of equipment is received.

Key words: dynamic stability, microrelief, positional action, reactive force, sprinkling plant, tipping and stabilizing moment.

UDC 628.1

DRINKING WATER CONSUMPTION IN POPULATED AREAS OF GEORGIA

M. Natsvlishvili, A. Natsvlishvili // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 18-21.

Summary: The issue of obtaining the normative value of the specific consumption of drinking water for the design of water supply systems in the populated areas of Georgia is discussed, the importance of which depends on the accuracy of the calculation of the whole system. Georgia's drinking water consumption differs from other countries by its habits, traditions, geographical location, climatic conditions and more. Therefore, it is necessary to select justified values based on the results of experimental studies.

Key words: reliability, specific consumption populated areas, water consumption, water supply.

UDC 626

SKIP ANALISYS OF ESTIMATED FLOOD FLEW RATE WITH PRACTIRAL PROFILE AND WIDE SPILLWAY THRESHOLD

I. Khadaria. G. Noselidze, B. Maspindzelashvili // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 22-27.

Summary: The article discusses the maximum estimated emergency discharge in the down stream with a practical profile planned self on the dam. Spillway on the investigated, designed or operation construction. The analyses of the discussed examples show the replacement of the practical profile spillway with a broad-threshold spillway which will increase the reliability and economy of the building. It is foreased the hydraulic calculation of optional coupling of broad-threshold water intake with a chute.

Key words: chute, down stream, emergency water, spillway, wide threshold.

UDC 666.994

CEMENT BRAND AND ITS ACTIVITY

A. Chikovani, M. Shengelia // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 28-38.

Summary: The methods for determining the hardness of cement which, initially, almost every country had its own are given in this article. That fact often led to misunderstandings. The paper discusses the initial and subsequent stages of gradual development of cement marking. As the result, the countries of the European Union created a single standard EN 196. 6-6 types of European grade cement produced at 3 cement factories in Georgia (Rustavi, Kaspi, Poti) are also discussed.

Key words: cement brand and activity, cement grade, cement ratio, clinker, granulometry, grout, gypsum, hydration, sand, standard, technology, test.

UDC 662.76

HIGH-EFFICIENCY HEATING BOILERS RUNNING ON ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOLID FUELS

D. Kuchukhidze, Z. Medulashvili, N. Meparishvili, I. Kuchukhidze // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 39-49.

Summary: Highly efficient boilers running on environmentally friendly solid fuels are discussed. A solid fuel boiler is the central body of autonomous heating systems. Heat is generated in it at the expense of burning solid fuel. The use of solid fuel boilers is especially advisable where there is no gas supply system. Cheap local raw materials are used for heating in the solid fuel boiler: low quality firewood, logs, wood waste, tree branches, hazelnut shells, sunflower and corn stalks, it is possible to carry out a slow burning process and increase the working time of the boiler to 24 hours with one load. The use of these boilers provides high economic efficiency, as they consume 2.5 times less firewood than "old traditional wood-burning stoves, which have a m.a.c. of not more than 25-30%, and with the replacement of `diesel~ fuel-fired boilers, solid The cost of fuel is reduced by 4 times with fuel boilers, and by almost 3.7 times with the replacement of electric boilers with these boilers. [1] [2]

Key words: automatic control unit, ecological, firebox, heat exchanger, heating boiler, high efficiency, pyrolysis gas, temperature.

UDC 662.76

HIGH-EFFICIENCY HEATING BOILERS RUNNING ON NATURAL GAS AND SOLID FUELS

D. Kuchukhidze, Z. Medulashvili, I. Kuchukhidze // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 50-62.

Summary: High efficiency heating boilers running on natural gas and solid fuels are discussed. A solid fuel boiler is the central body of autonomous heating systems. Inexpensive raw materials are used in solid fuel boilers. The efficiency of this boiler is large and reaches 87-90%, it is compact and takes up little space.

These heating boilers are equipped with safety automatics. The use of these boilers (on solid fuels) provides high economic efficiency because they consume almost 2.5 times less firewood than

"old" traditional wood stoves.

These boilers can be successfully used for heating and hot water supply in public administrative and residential houses, schools, orphanages, greenhouses and more.

Key words: burner, ecology, heat source, heating, high economical wall-mounted boiler, high efficiency, hot water.

UDC 21474

SAVINGS OF THERMAL ENERGY BY INCREASING THE TEMPERATURE OF INNER SURFACES OF FENCING CONSTRUCTIONS

S. Goderdzishvili // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 63-69.

Summary: The article discusses the conditions of container convenience and facility of heat energy economy of panoramic windows and generally by increasing the temperature of the inner surfaces of the fencing constructions during the gravity ripple impact based on the coanda effect. The calculation criterion equation of heat transfer is accepted and both surface and also gravitational ripple temperature field nearby are studied.

Key words: baseboard heating, boundary layer, conditions of container convenience, criterion equation, fencing constructions, panoramic windows, temperature field.

UDC 514.113.5

ABOUT ONE METHOD OF DECOMPOSING THE RATIONAL FUNCTION OF A REAL VARIABLE INTO SIMPLER FRACTIONS

B. Maspindzelashvili Y. Qadaria // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 70-75.

Summary: A new method for breaking down the rational function of a real variable into the simplest fractions is discussed, with the usage of which a variety of rational functions are broken down.

Key words: complex roots, rational function, real variable, simplest fractions.

UDC 663.6

SEASONAL MONITORING AND PRODUCTIVITY OF HYDROCARBONATE MINERAL WATERS PRODUCED BY BORJOMI LLC

G. Danelia, T. Palavandishvili, T. Chitadze // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 76-87.

Summary: Borjomi mineral water is competitive for the civilized countries of the world. Dietary-therapeutic waters in the valley are a prerequisite for the treatment of endocrinological and

subacute and chronic diseases of the gastrointestinal tract for the purpose of medical-nalo-prophylaxis. Due to natural anthropogenic processes in the biosphere, as well as tectonic shifts, it undergoes certain changes over time. Rehabilitation of wells, water pipes, collection basins, factory processors and equipment has recently become necessary. As the result, we have monitored the water with modern basic-instrumental methods.

The study found that the share of electrolytes and microflora from the parent ores to the finished product is standard. The products sold are eco-chemically complete, which meets the appropriate system of conditions.

Key words: Borjomi, hydrocarbonate, hydrogeological, mineral, mineralization, ore, quality indicators, water, wells.

UDC 663.2

PRODUCTIVITY OF WINES MADE FROM MESKHETIAN GRAPE VARIETIES RESTORED BY NATENADZE'S CELLAR ON THE INTERNATIONAL MARKET

T. Palavandishvili, G. Danelia, G. Maghradze // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 88-94.

Summary: The qualitative indicators of the products produced from the Meskhetian vine varieties restored by Natenadze "Marni" have been studied, based on the ecochemical examination. Besides, the share of heavy metals and radionuclides in them have been studied in terms of food safety. Consequently, their biochemical perfection and ecological purity were determined which, as the result, meets the international standard and is competitive with any segment of the world market

Key words: biochemical parameters, competitiveness. ecological purity, heavy metals, radionuclides, wine.

UDC 663.2

COMPETITIVENESS OF DRY VINTAGE AND ORDINARY WINES AT GEORGIAN TABLE IN THE CONSUMER MARKET

T. Palavandishvili; G. Danelia; G. Maghradze // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 95-106.

Summary: Viticulture and winemaking are an integral part of Georgian culture. Interest in Georgian wine is growing every day all over the world, which means that it faces the requirements of the international market. To study the quality of local wine, domestic production was taken. On the basis of an eco-chemical examination, the quality indicators of the product were studied and the

biochemical completeness was determined.

Key words: biochemical parameters, competitiveness, ecological purity, heavy metals, radionuclides, wine.

UDC 636.1

IMPACT OF FEED AND NUTRITION ON DONKEY MILK PRODUCTIVITY AND ECONOMIC INDICATORS OF ITS USE

N. Osiashvili // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 107-110.

Summary: The article discusses the active issues of donkey farm management and milk production, analyzes the existing practices and the current situation.The study analyzes the effectiveness of using different types of food to increase donkey milk productivity, as well as the challenges and opportunities in this area. Emphasis was placed on aspects of farm management such as: opportunities to increase productivity under the influence of animal nutrition.

Key words: donkey, economy, food, milk.

UDC 636.1

PROFITABILITY AND ECONOMIC VALUE OF DONKEY MILK

N. Osiashvili // Hydroengineering, №1-2(29-30), 2021, c. 111-115.

Summary: The paper deals with the innovative methods used in breeding, which improve the milk quality and donkeys' productivity, and, moreover, increases economic benefits. The field of dairy farming is, especially, developed in countries such as Italy, Greece, Serbia and France, where the financial and qualitative benefits of technological development are actively observed.

Key words: donkey, economy, food, milk.

რედაქტორები: ნ. ქაფიანიძე, ა. ეგოროვი
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 04.10.2021 ხელმოწერილია დასაბეჭდად 03.12.2021 ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 8.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77