

საქართველოს
საინჟინრო
სიახლენი

სსს

2'23

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

GEN

ISSN 1512-0287

საქართველოს
საინჟინრო
სიანხუანო

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

N2, vol. 98, 2023

საქართველოს საინჟინრო სიახლენო GEORGIAN ENGINEERING NEWS, vol. 98, 2023

საერთაშორისო საინჟინრო აკადემია
საქართველოს საინჟინრო აკადემია

მთავარი რედაქტორი: არჩილ ფრანგიშვილი

სარედაქციო კოლეგია

- პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), ბ. გუსევი (რუსეთი), ნ. ედილბერტო (პერუ), ი. ემრი (სლოვაკეთი),
ა. ვასილევი (უკრაინა), ლ. ივანოვი (რუსეთი), ა. კაბულოვი (უზბეკეთი),
ბ. კატალინიჩი (ავსტრია), ვ. კეკელიძე (რუსეთი), პ. კერვალიშვილი (საქართველო),
კ. კოჟოგულოვი (ყირგიზეთი), ს. მინასიანი (სომხეთი), ო. ნამიჩეიშვილი (საქართველო),
პ. ნიკიტენკო (ბელარუსია), დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ა. პაშაევი (აზერბაიჯანი),
რ. ჯინევიჩიუსი (ლიტვა), ბ. ჟუმაგულოვი (ყაზახეთი), ლ. საიდმუროდოვი (ტაჯიკეთი),
რ. შრაფტი (გერმანია), დ. ჩომახიძე (საქართველო), გ. ჯავახაძე (საქართველო),
ა. ჯანახმადოვი (აზერბაიჯანი)

სარედაქციო საბჭო

დ. გორგიძე, ა. დოლიძე, ქ. მახაშვილი, თ. საჩანელი

International Engineering Academy Georgian Engineering Academy

Editor-in-Chief: Archil Prangishvili

EDITORIAL BOARD

N. Edilberto (Peru), D. Chomakhidze (Georgia), G. Javakhadze (Georgia), A. Janahmadov (Azerbaijan),
P. Bielik (Slovakia), B. Gusev (Russia), I. Emri (Slovenia), L. Ivanov (Russia), A. Kabulov (Uzbekistan),
K. Kozhogulov (Kyrgyz Republic), B. Katalinich (Austria), P. Kervalishvili (Georgia),
V. Kekelidze (Russia), S. Minasyan (Armenia), R. Ginevičius (Lithuania), O. Namicheishvili (Georgia),
P. Nikitenko (Belarus), D. Novikov (Russia), A. Pashayev (Azerbaijan), L. Saidmurodov (Tajikistan),
R. Shraft (Germany), A. Vasiliev (Ukraine), B. Zhumagulov (Kazakhstan).

EDITORIAL STAFF:

D. Gorgidze, A. Dolidze, K. Makhashvili and T. Sachaneli

Georgian Engineering News (GEN)LTD

DOI: <https://doi.org/10.36073/1512-0287>

Address: TECHINFORMI, St. Kostava 47, Tbilisi 0179

Tel.: 995 (32) 2335315, 2335122

Fax: 995 (32) 2335122

e-mail: nellym@caucasus.net

Internet: www.tech.caucasus.net

Copyright © by GEN LTD



საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი
საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილი წევრი
საქართველოს ენერგეტიკის აკადემიის ნამდვილი წევრი
საქართველოს დამსახურებული მშენებელი
პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი

დავით გურგენიძე დაიბადა 1963 წლის 16 ოქტომბერს ქ. თბილისში.

1981–1983 წლებში სწავლობდა ქ. მოსკოვის ვ. კუბიშევის სახელობის საინჟინრო-სამშენებლო ინსტიტუტში, 1983–1987 წლებში – საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჰიდროტექნიკისა და სანტექნიკის ფაკულტეტზე, 1999–2002 წწ. – საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლის ფაკულტეტზე.

დავით გურგენიძის პროფესიული გამოცდილება მოიცავს როგორც საქართველოში, ისე საზღვარგარეთ დადგენილი სიმძლავრეების (ჰიდროენერგეტიკული, ჰიდრომელიორაციული ჰიდროკვანძებისა და თბოელექტროსადგურების) საექსპლუატაციო ანალიზსა და მონიტორინგს, აგრეთვე სხვადასხვა ენერგეტიკული, სამოქალაქო და სამრეწველო ობიექტის მშენებლობა-რეკონსტრუქციაში მონაწილეობას.

დავით გურგენიძემ შრომითი საქმიანობა დაიწყო 1980 წლიდან. 1983–1987 წწ. მუშაობდა ენერჯის მშენებლობაზე. 1985–1990 წწ. – თბილისის საქალაქო კომიტეტის მეცნიერებისა და ტექნიკის განყოფილების გამგეა; 1990–2000 წწ. მუშაობდა სხვადასხვა საპასუხისმგებლო თანამდებობებზე. 2001–2004 წლებში იყო საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკის მინისტრის მოადგილე, კურირებდა ჰიდროენერგეტიკული მშენებლობის მიმართულებას, სადაც მისი ინიციატივითა და უშუალო ხელმძღვანელობით მრავალი სამეცნიერო-საპროექტო და პრაქტიკული, ინოვაციური საქმიანობის რეალიზაცია მოხდა.

2002 წლიდან შრომითი საქმიანობა გააგრძელა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში. 2017–2020 წწ. იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი. დავით გურგენიძე კოორდინაციას უწევს და თავადაც აქტიურადაა ჩართული სამეცნიერო საქმიანობაში, რომელიც ეხება სამშენებლო მასალების საფუძვლიან კვლევებს; დაპროექტებისა და სამუშაოების წარმოების პროცესებს; კაშხლების, გვირაბების, წყალმიმღებ ნაგებობათა სეისმომდევობის საკითხებს; საქართველოში მშენებარე ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საპროექტო და საექსპლუატაციო შეფასებებს.

ბატონი დავითი არის საქართველოს პარლამენტის რეგიონალური პოლიტიკისა და თვითმმართველობის კომიტეტთან არსებული სამეცნიერო-საკონსულტაციო საბჭოს წევრი; საქართველოს ეროვნული პრემიის კომისიის წევრი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო-ტექნოლოგიური და საბუნებისმეტყველო საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარე.

დ. გურგენიძე მრავალი სამეცნიერო ნაშრომის, გამოგონების, მონოგრაფიის, სახელმძღვანელოს, დამხმარე სახელმძღვანელოსა და ენციკლოპედიური ლექსიკონის (V ტომი) ავტორია, კოორდინაციას უწევდა საერთაშორისო საგრანტო პროექტებს. მისი ხელმძღვანელობით დაცულია სამაგისტრო და სადოქტორო დისერტაციები.

დავით გურგენიძე აკადემიკოს ი. ეგიაზაროვის სახელობის წყლის პრობლემებისა და ჰიდროტექნიკის ინსტიტუტის, ბელოსტოკის ტექნიკური უნივერსიტეტის, უკრაინის ნაციონალური საავიაციო უნივერსიტეტის, სომხეთის არქიტექტურისა და მშენებლობის ნაციონალური უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორია.

2023 წელს აირჩიეს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსად, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის პრეზიდიუმის წევრად, რექტორთა მუდმივმოქმედმი კონფერენციის თავმჯდომარედ.

ბატონი დავითი სტუდენტი-ახალგაზრდობის აღზრდაში შეტანილი პირადი წვლილისათვის დაჯილდოებულია ღირსების ორდენით. ჟურნალისტთა საერთაშორისო ფონდმა საქველმოქმედო საქმიანობისა და კაცთმოყვარეობისათვის გადასცა „ოქროს ფრთა“. დაჯილდოებულია ლიეტუვის რესპუბლიკის სახელმწიფო ორდენით – „დამსახურება ლიეტუვისთვის“ რაინდის ჯვრით, დანტე ალიგიერის საზოგადოების ოქროს მედლითა და დიპლომით (იტალია).

გულოცავთ ბატონ დავითს საიუბილეო თარიღს და ვუსურვებთ ნაყოფიერ სამეცნიერო მოღვაწეობას.

სარჩევი

დ. ბურბენიძე – 60	3
ვებ-დოკუმენტის ვიზუალური ეფექტურობა ნამჩევანძე ც.გ., აბულაძე თ.ე.	7
ცემენტბენიან ბეტონებში უმღვინავლობაზე გავლენის ფაქტორები ჩიქოვანი ა.ბ., ნეზიერაძე ნ.გ., ცინაძე ზ.ო.	10
რადიაციული ბაზა ფონის შეფასება გამიშიძე ზ.მ., ნაგერვაძე ნ.მ., გამიშიძე გ.ზ.	17
ენერგოეფექტურობა – ენერგეტიკის ახალი რეალობა ჯიშკარიანი მ.ნ., ჯიშკარიანი თ.ს.	21
საყოფაცხოვრებო ბაზის გაუმჯობესების აღმოსაჩენი დეტექტორის გამოცდის მეთოდოლოგიური სტანდარტი ეპიტაშვილი ი.ზ., მახაშვილი ქ.ა., იაშვილი ნ.გ.	25
საყოფაცხოვრებო ბაზის გაუმჯობესების აღმოსაჩენი ხელსაწყო საერთაშორისო სერტიფიცირების შესახებ მახაშვილი ქ.ა., ეპიტაშვილი ი.ზ., იაშვილი ნ.გ.	28
დენენტრალიზებული წყლის მიწოდების სისტემები მდგრადი და სანომალური წყალმომარაგებისთვის ჩიტიაშვილი გ.ბ., ცინაძე ზ.ო.	32
კოქსის ჩანაცვლება სილიკონდიაგნოსტიკის კაზემში თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირით ქვეციშვილი გ.შ., ჯუღაშვილი ა.გ., ჭუმბაძე მ.თ., სიგუა ლ.რ.	38
მარტენის წილის გადამუშავება ჯუღაშვილი ა.გ., ჭუმბაძე მ.თ., ლორია ჯ.ბ., აბესაძე რ.კ.	40
ბორჯომის მინერალური წყლის ჰიგიენური შევსებისთვის შესწავლის ისტორია და თანამედროვე მდგომარეობა შაგუღიძე ნ.ა.	42
ბანსხვავებული სისტემის მემბრანების მანანიატეპლების ბარომემბრანული პროცესების წარმართობაზე დამოკიდებულების კვლევა ბიბილევიშვილი გ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., ჯაგაშვილი ზ.დ., კაკაბაძე ე.გ.	47
ბუნებრივი წყლის დამუშავების ბარომემბრანული პროცესების კვლევის ზოგიერთი საკითხის აღიარებრივი და საერთაშორისო მდგომარეობის ანალიზი ბიბილევიშვილი გ.გ., თანანაშვილი ლ.ა., კაკაბაძე ე.გ., ჯაგაშვილი ზ.დ.	49
წყლის ნაკადის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა სადაწნავი საქონის ბანსხვავებული გეომეტრიისათვის ბიბილევიშვილი გ.გ., ყუფარაძე ლ.პ., ბუთხუზი თ.გ., ჯაგაშვილი ზ.დ.	51
მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებ კომპოზიციებში პოლიმერების სტრუქტურული ორგანიზების საკითხების კვლევა ბიბილევიშვილი გ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., გოგიბერიძე ი.ბ.	55

მიკროფილტრაციულ პროცესებში ნაკადის ჰიდროდინამიკის კვლევა მემბრანული სისტემების საღაწნეო საკნის ოპტიმალური გეომეტრიული კონფიგურაციის შესწავლისათვის <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., კეჟერაშვილი მ.გ., ყუფარაძე ლ.პ., ჯავაშვილი ზ.დ.</i>	57
კომპოზიტიაში პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობის და ორბანული დანამატების გავლენის კვლევა ხსნარის სიმღვრივზე <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., ებანოიძე ლ.ო., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეჟერაშვილი მ.გ., გოგიბერიძე ი.ბ.</i>	59
კომპოზიტიაში პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობის ნაწილაკის ზომას და მდგომარეობის საკითხი <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., ებანოიძე ლ.ო., ექვთიმიშვილი გ.დ.</i>	62
ბუნებრივი წყლიდან მიღებული დეიონიზებული წყლის ელექტროგამტარობის ხარისხის კვლევა <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., ბუთხუზი თ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ჯავაშვილი ზ.დ.</i>	64
წყლის ულტრაფილტრაციის სპირალური ტიპის საყოფაცხოვრებო მემბრანული დანადგარის საღაწნეო საკნის გეომეტრიისა და ჰიდროდინამიკური პარამეტრების კვლევა <i>ყუფარაძე ლ.პ., გოგესაშვილი ნ.ნ., ებანოიძე ლ.ო., ჯავაშვილი ზ.დ.</i>	66
ბუნებრივი წყლის და ღვინომასალების ბაქტერიოლოგიური კვლევა მიკრო- და ულტრაფილტრაციული პროცესების გამოყენებით <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ბუთხუზი თ.გ., კაკაბაძე ე.გ.</i>	71
ბარომემბრანული პროცესების გავლენის კვლევა ღვინის და ხილის წვენების შეღებენილობასა და სიმღვრივის მახასიათებელზე <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., ბუთხუზი თ.გ., მამულაშვილი მ.ა., კაკაბაძე ე.გ.</i>	73
P – T პირობებში ლითონ-ალმასი ფაზათშორის ადჰეზიური კალების შესწავლა Me – C სისტემის კომპოზიტურ მასალებში <i>ხვედელიძე ა.ი.</i>	75
STUDY OF SORPTION PROPERTIES OF VARIOUS MATERIALS USED TO CLEAN WATER SURFACES CONTAMINATED WITH OIL AND OIL PRODUCTS <i>Molodinashvili Z.F., Kopaleishvili M.N., Gabunia T.I., Tchikaidze M.N. and Shatakishvili T.N.</i>	80
ღვინის მიკროფილტრაციის და წყლის ულტრაფილტრაციის ბრტყლადპარალელურ ტიპის მემბრანული დანადგარის საღაწნეო საკნის გეომეტრიისა და ჰიდროდი- ნამიკური რეჟიმული პარამეტრების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა <i>ბიბილეიშვილი გ.გ., კეჟერაშვილი მ.გ., მამულაშვილი მ.ა.</i>	84
კვების თავისებურებანი სტრემის დროს <i>თავდიდიშვილი დ.რ., აფხაძე ქ.რ., ლომიაშვილი ქ.ს.</i>	89
უბლუტენო კურის წარმოება ბუნებრივი ნეფლეუმისგან მიღებული ხაშის გამოყენებით <i>ფარჯანაძე ტ.მ.</i>	92
კუნალის ნატურალური წვენის მიღება <i>შილდელაშვილი ი.ი., ლალოლიშვილი მ.შ., ბუიშვილი გ.თ.</i>	94
BURDOCK OIL HAIR MASK <i>Kebadze N.M., Kapanadze M.B., Ioladze T.O. and Narimanishvili G.Z.</i>	96
სამკურნალო-პროფილაქტიკური კბილის პასტა ბუნებრივ ნეფლეუმზე <i>დეველარიანი ნ.გ., ანთაძე გ.ს.</i>	99

ვებ-დიზაინის ვიზუალური ეფექტები

ნამჩვენებე ც.ვ., აბულაძე თ.ე.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

ვიზუალური ეფექტები ნებისმიერი ვებ-საიტის მნიშვნელოვანი მარკეტინგული ელემენტია. მათ შეუძლია სიტყვებთან შედარებით: 1. უფრო მეტი ყურადღების მიპყრობა; 2. მეტი გავლენის მოხდენა მომხმარებლების განწყობაზე; 3. უფრო მეტი ესთეტიკური სიამოვნების მინიჭება საიტის მნახველებისათვის. 4. შესაძლებელია საიტზე ნავიგაციის გაუმჯობესება და სხვა.

ვებ-გვერდის ხარისხი დამოკიდებულია ვებ-დიზაინერის კრეატიულობაზე და პროფესიონალიზმზე. ვებ-დიზაინის ტენდენციები მუდმივად ცვალებადია. ამიტომ ვებ-დიზაინერებმა ყოველთვის უნდა გაიღრმავონ თავიანთი ცოდნა ვებ-დიზაინის ახალი სახეების შესახებ.

სტატიაში განხილულია ვებ-დიზაინის რამოდენიმე ვიზუალური ეფექტი, რომლებიც გამოიყენება თანამედროვე საიტების შექმნისას. ესენია 1) დიდი ზომის ტიპოგრაფია; 2) აბსტრაქტული კომპოზიციები; 3) ხილული საზღვრები; 4) ასიმეტრია; 5) მინიმალიზმი; 6) ჰორიზონტალური გადახვევა; 7) ხელით შესრულებული სურათები.

დიდი ზომის ტიპოგრაფია. ტიპოგრაფია ვებ-დიზაინის მნიშვნელოვანი ელემენტია. დიდი ზომის შრიფტები სულ უფრო პოპულარული ხდება. მათი გამოყენებით შედგენილი სიტყვები არა მარტო ტექსტის ნაწილებს წარმოადგენს, არამედ გრფიკულ ელემენტებსაც. დიდი ზომის შრიფტებით შესაძლებელია თვალსაჩინო ვიზუალის შექმნა. ეს არის უნივერსალური ტექნიკა, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა სტილის დიზაინში. მისი ეფექტურად შესრულება დიდ გავლენას ახდენს მომხმარებლებზე.

საიტზე – <https://www.eva-habermann.com/>, რომელიც შექმნილია მსახიობ ევა ჰაბერმანისთვის, დიდი ზომის ტექსტით დაფარულია ვიდეო. ტექსტი ახდენს გამოსახულების ნაწილობრივ ბლოკირებას, რაც იწვევს მომხმარებლების დაინტერესებას ვიდეოს სანახავად. sans-serif-ის ტიპის შრიფტი 2 ფერში იძლევა ისეთ კონტრაქტს, რომ ვიდეო არ არის გაურკვეველი და ბუნდოვანი [1].

აბსტრაქტული კომპოზიციები. აბსტრაქტული ფორმების (წრე, წრე, ოთხკუთხედი და სხვა) გაერთიანებით დიზაინერები ღებულობენ რთულ კომპლექსურ კომპოზიციებს. აბსტრაქტული კომპოზიციების ნიმუშები ნაჩვენებია საიტზე – <https://www.shutterstock.com/blog/abstract-art-in-website-designs>.

აბსტრაქტული ფორმები გამოიყენება: 1) პროდუქტებისათვის, როგორც ფოტოგრაფიის ალტერნატივა; 2) ბრენდის კონცეფციის გადმოსაცემად; 3) აქცენტების გასაკეთებლად და სხვა. ისინი ვებ-გვერდებში შეიძლება წარმოადგენდეს დიზაინის დამოუკიდებელ ელემენტებს. ასეთი დიზაინი იდეალურია იმ კომპანიებისათვის, რომლებიც არ არიან მზად საიტების დიზაინში თანამედროვე ტექნოლოგიების დასაწერად. უმეტესწილად აბსტრაქტული ფორმები გამოიყენება ვებ-გვერდის ყველაზე თვალსაჩინო ადგილებზე. გემოვნებით შერჩეული აბსტრაქციები დამატებით სიცოცხლეს და ხალისს სძენს ვებ-გვერდს [2].

ხილული საზღვრები. ვებ-დიზაინზე ცხადად არ ჩანს თუ როგორ არის კონტენტი ორგანიზებული. რეალობა არის ის, რომ ნებისმიერი ვებ-გვერდი აგებულია ბადის მიხედვით, ხოლო ელემენტები მასზე მიმაგრებულია პროგრამული კოდის საშუალებით. თანამედროვე პირობებში ვებ-დიზაინერებმა აჩვენეს, თუ როგორ არის გვერდი აწყობილი. მათ ბადე გახადეს ნაწილობრივ ხილვადი. აღნიშნულის მაგალითია საიტი – <https://www.behance.net/gallery/120464257/Cameamile-E-commerce-Redesign>.

ხილულ ბადეს აქვს რიგი უპირატესობანი: 1) ეხმარება მომხმარებლებს განასხვავონ სექციები და ელემენტები; 2) ის ამარტივებს საიტის დათვალიერებას; 3) დიზაინერს საშუალება ეძლევა ასახოს მეტი კონტენტი და ეფექტურად მიაწოდოს მომხმარებლებს ინფორმაცია [3].

ასიმეტრია. ვებ-დიზაინში ბაღე განსაზღვრავს კომპოზიციაში ობიექტის წონას. ასიმეტრიული ბაღე გულისხმობს ობიექტების არათანაბარ წონას, რომლებიც მთელ კომპოზიციაში აბალანსებენ ერთმანეთს. მძიმე ელემენტები იცვლება მსუბუქი და ელემენტური ელემენტებით. აღნიშნულის გამო საიტი უფრო ცოცხალი და საინტერესო ხდება. ასიმეტრიული გვერდის ნიმუში მოცემულია საიტზე –

<https://www.elegantthemes.com/blog/divi-resources/get-a-free-chiropractor-layout-pack-for-divi>

ასიმეტრიული ბადის გამოყენებით დიზაინერი აკეთებს რამდენიმე აქცენტს ერთ კომპოზიციაში და კარგად იყენებს თავისუფალ ადგილს. საიტი კლასიკური განლაგებით უფრო დიდი და ხშირად უფრო რთული აღსაქმელი იქნებოდა. მიუხედავად ასიმეტრიული ტენდენციის უპირატესობისა, ის უნდა იქნას ზომიერად გამოყენებული-სიმეტრიული და ასიმეტრიული ბაღეების მონაცვლეობით. ასიმეტრია არ ნიშნავს ქაოსს და ბალანსის დარღვევას. საიტი მხოლოდ მაშინ იქნება ჰარმონიული და ესთეტიკურად სასიამოვნო, როდესაც ნებისმიერი კომპოზიცია იქნება დაბალანსებული [4].

მინიმალისმი. მინიმალისმი არის ყველაზე სტაბილური ტენდენცია წამყვანი ტექნოლოგიური და ციფრული კომპანიებისათვის. იგი გულისხმობს დიზაინის ელემენტების კონტრასტს, სიმარტივეს. მასში არაფერია ზედმეტი.

Apple-ის საიტზე – <https://www.apple.com/iphone/> არ არის რთული გრაფიკა. მასში ძირითადად გამოყენებულია კონტრასტული ფერები და დიდი სათაურები. ერთი შეხედვით არაფერია განსაკუთრებული, მაგრამ შეუძლებელია ბოლომდე არ ნახოს მომხმარებელმა გვერდი. ეფექტი მიიღწევა ფერთა მაღალი კონცენტრაციითა და არასაჭირო ელემენტების არარსებობით. აქცენტი გაკეთებულია ფოტოებსა და სათაურებზე.

მინიმალისმი დიდი ხნის განმავლობაში იქნება მოდური, რადგან ამ სტილში შესრულებული საიტები არის კომფორტული და მათი საშუალებით კარგად ხდება ბრენდის მთავარი კონცეფციის გადმოცემა [5].

ჰორიზონტალური გადახვევა. ვერტიკალურად გადახვევა ყოველთვის იყო ვებ-გვერდზე სანავიგაციო ნორმა. 2021 წლიდან კი დაიწყო ჰორიზონტალური გადახვევის პოპულარიზაცია. როდესაც მომხმარებლები ხსნიან ვებ-გვერდებს, მაშინ ბევრი მათგანი ბუნებრივად გადადის ქვემოთ. აღნიშნულის გამო ვებ-დიზაინერმა თვალსაჩინოდ უნდა მიუთითოს, რომ გვერდს გააჩნია ჰორიზონტალური გადახვევა. ასეთი გადახვევა გამოყენებულია საიტზე – <https://www.comparetv.com.au/>.

ჰორიზონტალური გადახვევის გამოყენება სასურველია ფოტო გალერიისთვის, კატალოგისათვის და სხვა. იგი არ უნდა იქნას გამოყენებული ტექსტებით შევსებული გვერდისათვის[6].

ხელით შესრულებული სურათები. თანამედროვე ტექნოლოგიებმა გზა გაუხსნა ვებ-დიზაინის წარმოდგენელ შესაძლებლობებს. მაგრამ ციფრული ინსტრუმენტების გამოყენებით სურათების შექმნისას სრულყოფილად არ ხდება ინდივიდუალური შემოქმედების წარმოჩენა. ხელით შესრულებულ ელემენტებს, გრაფიკასა და ილუსტრაციებს ახასიათებს სიმარტივე, ინდივიდუალურობა, უნიკალურობა და სხვა. მათ შეიძლება მომხმარებლები დაახლოონ რეალობასთან. ვებ-დიზაინერები იყენებენ ხელით შესრულებულ ნამუშევრებს, რათა თავიანთ საიტებს შესძინონ მომხიბვლელობა და მიიქციონ მომხმარებელთა ყურადღება. ხელით შესრულებული სურათები გამოყენებულია საიტზე – <https://dribbble.com/shots/14115173-Golden-Hour-Sunset>

ხემათ აღნიშნულის გარდა, ზოგჯერ ვებ-დიზაინერებს არა აქვთ კონკრეტული პროდუქციის სურათები, ამიტომ ისინი იყენებენ ხელით შესრულებულ სურათებს [7].

სტატიაში აღნიშნულია, რომ ვებ-დიზაინის ტენდენციები მუდმივად იცვლება. ამიტომ ვებ-დიზაინერებმა ყოველთვის უნდა აიმაღლონ ცოდნის დონე. მასში განხილულია ვებ-დიზაინის რამდენიმე ვიზუალური ეფექტი, რომლებსაც აქტიურად იყენებენ საიტების შექმნისას. სტატიაში მოცემული საკითხების გაცნობა სასარგებლო იქნება ვებ-დიზაინით დაინტერესებულ პირთათვის.

ლიტერატურა

1. <https://codeinteractive.com/magazine/large-typography-web-design/>
2. <https://www.shutterstock.com/blog/abstract-art-in-website-designs>
3. <https://codeinteractive.com/magazine/web-design-grid-lines/>
4. <https://www.elegantthemes.com/blog/design/making-the-most-of-symmetrical-and-asymmetrical-balance-in-your-web-design>
5. <https://www.nngroup.com/articles/characteristics-minimalism/#:~:text=A%20minimalist%20web%2Ddesign%20strategy,does%20not%20support%20user%20tasks>
6. <https://blog.hubspot.com/website/horizontal-scrolling>
7. <https://www.creativebloq.com/features/web-design-trends-2022-so-far>

SUMMARY

THE VISUAL EFFECTS OF WEB-DESIGN

Namchevadze Ts.V. and Abuladze T.E.

Kutaisi Tsereteli State University

The article discusses the visual effects of web design, which are used in the creation of modern sites. These are: 1) large-size typography; 2) abstract compositions; 3) visible borders; 4) asymmetry; 5) minimalism; 6) horizontal scrolling; and 7) hand-made pictures. The article mentions that web design tendencies are constantly changing. The formation of new tendencies stipulates the conditions, that in order to create profitable projects, web designers must always deepen their creativity.

Keywords: web design, typography, Asymmetrical, minimalism, scrolling.

ცემენტებიან ბეტონებში წყალშედწვევადობაზე გავლენის ფაქტორები

ჩიქოვანი ა.ბ., ნებიერიძე ნ.გ., ცინაძე ზ.ო.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი

საშენი მასალების წყალშედწვევადობა პირდაპირ დაკავშირებულია ფორიანობის მახასიათებლებთან (ღია, დახურული, საერთო) და მისი ზომების მიხედვით განაწილება სთან. რაც ნაკლებია მასალაში ფორების მოცულობა და რაც უფრო წვრილია ეს ფორები (ნაკლებია ფორის დიამეტრი), სხვა თანაბარ პირობებში, მით უფრო მეტი ჰიდროსაიზოლაციო თვისებებით ხასიათდება ეს მასალა. მართლაც, იმისათვის რომ წყალმა გაჟონოს მცირე დიამეტრის ფორებში (მაგალითად, ნანომეტრის დონეზე), უნდა მოვდოთ გაცილებით მეტი წნევა, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება იმ წნევას, რომელიც საჭიროა უფრო დიდ ფორებში წყლის ფილტრაციისათვის (დიამეტრით ასეული მიკრომეტრი). ეს წნევა შეიძლება სულაც არ იყოს საკმარისი ფილტრაციისათვის და მაშინ ის ხდება წყალუქონადი, გარკვეული რაოდენობის ფორების არსებობის დროსაც კი. მასალის შედწვევადობა შეიძლება შევაფასოთ შედწვევადობის კოეფიციენტით $K_{ფ}$, სმ/წმ.

ძირითადი ნაწილი

მასალას 10^{-3} სმ-ზე მეტი მიკროფორებით აქვს $K_{ფ} = 1...5 \cdot 10^{-9}$ სმ/წმ, მაშინ როცა მასალა მიკროფორებით $2...10 \cdot 10^{-8}$ სმ, განსხვავდება $4...5$ თანრიგით და აქვს $K_{ფ} = 5...7 \cdot 10^{-14}$ სმ/წმ. მასალა ასეთი მიკროფორებით ფილტრაციის გარეშე უძლებს წყლის $2...3$ მგპა და მეტ დაწნევას და შეიძლება მივაკუთვნოთ წყალშედწვევადს (ჰიდროსაიზოლაციურს). ამრიგად, ფორიანი მასალების ჰიდროსაიზოლაციო თვისებები, რომელსაც მივაკუთვნებთ მინერალური საშენი მასალის უმეტესობა (ბეტონი, დუღაბი), პირდაპირ არის დაკავშირებული ფორიანობის მახასიათებლებთან, ხოლო ფორების ზომების (დიამეტრი) და საერთო ფორიანობის რეგულირება ჰიდროსაიზოლაციო მასალის შექმნის პირობაა.

ცემენტებიან ბეტონსა და დუღაბში სტრუქტურა ყალიბდება დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების შეჭიდებით, მათი ჰიდრატაციის დროს ორი სტრუქტურული შემადგენლობით: მყარი ფაზა და ფორები. ფორები და სხვა არასიმეტრიკული არის ცემენტებიანი ბეტონის სტრუქტურის დეფექტები და განსაზღვრავს მის შედწვევადობას. ხშირად ბევრ ცემენტებიან ბეტონს აქვს საერთო ფორების ერთი და იგივე მანუვრები, მაგრამ ძალიან განსხვავდებიან ტენგამტარობის და წყალუქონადობის მანუვრებლებით. ეს აისახება ბეტონში ფორების განაწილებით, ზომებით, ფორებით და ერთმანეთთან კავშირებით.

ამჟამად ცემენტიანი ბეტონი არის ძირითადი სამშენებლო მასალა. კონსტრუქციულ ბეტონს შეიძლება ჰქონდეს მაღალი წყალუქონადობა. ამიტომ ძალიან მნიშვნელოვანია შევაფასოთ ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ როგორც ცემენტის ქვის ისე ბეტონის საერთო წყალუქონადობაზე, პირველ რიგში ფორების ხასიათზე და ზომებზე (ცხრ. 1).

ცხრილი 1. ცემენტის ქვის ფორების კლასიფიკაცია ზომების მიხედვით
ფორების რადიუსი, მკმ

10	1	0,1	0,01	0,001
მაკროკაპილარი		მიკროკაპილარი		
მსხვილი ფორები		საშუალო ფორები	მიკროფორები	
კაპილარული მიკროფორები		გარდამავალი ფორები	მიკროფორები	
მსხვილი ფორები	კაპილარული მიკროფორები	მიკროკაპილარები	გელური ფორები	
კაპილარული ფორები	კონსტრუქციული ფორები		გელის ფორები	

0,1 მკმ-ზე ნაკლები რადიუსის ფორებში შესაძლებელია კაპილარული კონდენსაცია. ასეთი ფორები 15...16 ატმოსფერულ წნევაზე პრაქტიკულად უქონადია წყლი-

სათვის, აირის გავლა მასში წარმოადგენს მოლეკულურ (კნუდესურ) ნაკადს. ასეთ ფორმებში წყალს აქვს ამალღებული (1,5...1,6-ჯერ) სიბლანტე, სიმკვრივე, ამალღებული ზედაპირული დაჭიმულობა, არ იყინება 40... 50 °C ტემპერატურაზე.

0,1 მკმ-ზე მეტი რადიუსის ფორები, ანუ მიკროფორები თეორიულად წყალშედ-წვევადია. თუმცა ყველა მაკროფორი არ შეიძლება ჩავთვალოთ ადვილად შედწვევად წყლისათვის. დახურულმა ჰაერულმა ფორებმა შეიძლება განაპირობოს ბეტონის საერთო წყალშედწვევადობა, რადგან ისინი გარშემორტყმულია ცემენტის ქვის შემკვრივებული გარსით. ბეტონის უხარისხო ზედაპირის (ნიჟარები, ნახეთქები) არსებობის შემთხვევაშიც ასევე არ შეიძლება ვიმსჯელოთ მის წყალშედწვევადობაზე.

ბევრი მკვლევარის აზრით, მსხვილი დეფექტები ნაკლებ გავლენას ახდენენ ბეტონის შედწვევადობაზე, მაშინ როდესაც ბეტონის ტენგამტარობა განპირობებულია ცემენტის ქვის სტრუქტურაში არსებული შეერთებული კაპილარული მიკროფორებით (0,1...1 მკმ), რომელიც ხელს უწყობს წყლის შეწოვას მასალაში კაპილარული ძალების გავლენით. ასე მაგალითად, 1 მკმ რადიუსის კაპილარის კვეთაზე, რომლის კედლებს აქვთ მაღალი ადსორბციის უნარი, წყალთან მიმართებით, ტენის შეწოვის დროს შეიძლება მოდიოდეს 2...3 ატმ-ზე მაღალი წნევა. ასეთ კაპილარებში აირის დინება არის ბლანტისებრი.

არსებობს ცემენტებიანი ბეტონის ფოროვანი სტრუქტურის მრავალი გეომეტრიული მოდელი, რომელთაგან თითოეული „ცდილობს“ შეერთებული კაპილარული ფორების ლუწობას და გარკვეულ უწყვეტობას. ამასთან ძირითადი განსხვავება შემდეგ კითხვაშია, შეერთებულია თუ არა „გამჭოლი“ ფორები. ერთ შემთხვევაში ვარაუდობენ, რომ მაკროკაპილარები დაკავშირებულია ერთმანეთთან მიკროკაპილარებით, მეორეში „გამჭოლი“ მიკროკაპილარები უწყვეტია და აქვს ჩიხური განშტოებები მიკროკაპილარების სახით. ნებისმიერ შემთხვევაში „გამჭოლი“ ფორების კვეთის ზომების შემცირებას და მათი კლასიფიკაციის და სიგრძის ამალღება არის ერთადერთი გზა, რომელსაც მიყვავართ ბეტონის წყალუქონადობის ამალღებასთან.

ნებისმიერი ბეტონის ნარევის ყველაზე მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია მისი წყალცემენტის (წ/ც) ფარდობა. წ/ც-ის სიდიდე განსაზღვრავს ბეტონის ფოროვანი სტრუქტურის ხასიათს, რომელიც თავის მხრივ გადამწყვეტ როლს თამაშობს მისი სტრუქტურისა და წყალუქონადობის ფორმირებაში.

ზოგიერთი მეცნიერის აზრით არსებობს წ/ც არამარტო ზედა, არამედ ქვედა კრიტიკული ზღვარიც, რომლის არშესრულების დროს ბეტონმა შეიძლება დაკარგოს ის თვისებები, რომლებიც განსაზღვრავენ მის ხანმედევობას და შეუდწვევადობას.

პაუერსის მონაცემებით 0,42-ზე ნაკლები წ/ც და ს. ბრუნაუერის 0,35-ზე ნაკლები წ/ც დროს ჰიდრატაციის შესაძლო მაქსიმალური ხარისხი ყოველთვის ნაკლებია ერთზე. ამასთან, ჰიდრატაციის ხარისხის და წ/ც შემცირება განაპირობებს ნარევის ადვილჩაწყობადობის მნიშვნელოვან გაუარესებას, რასაც მიყვავართ ბეტონის უკმარშემკვრივებასთან, შედეგად მისი ფილტრაციის უნარის ამალღებასთან, რადგან უკმარშემკვრივება გაცილებით მეტად ამცირებს ბეტონის წყალუქონადობას, ვიდრე მისი კუმშვის სიმტკიცეს. წ/ც ძალიან დაბალი მნიშვნელობის დროს (წ/ც<0,3), მატულობს სიმტკიცის კლების და თვითდესტრუქციის ალბათობა, მნიშვნელოვანი კრისტალიზაციური დაწნევის გამო, წარმოქმნილ სისტემებში, რომელიც ხასიათდება შემკვრივების პირობების ძალიან დიდი შეზღუდვებით.

წ/ც კრიტიკული მნიშვნელობა დამოკიდებულია ბეტონის შედგენილობაზე, ფორიანობასა და წყალუქონადობაზე და არის 0,27...0,42-ის ფარგლებში.

ზოგიერთი მკვლევარი ბეტონის წყალუქონადობის შესწავლისას შედგენილობის ერთ-ერთ მაჩვენებლად მიიჩნევს არა ცემენტის ხარჯს, არამედ ცემენტის ცომის მოცულობით კონცენტრაციას ბეტონში მახასიათებელს, რომელიც შეიცავს შეფარდებას შემკვრელსა და შემესებს შორის, აფიქსირებს რა მისი მატებით წყალუქონადობის ზრდას. ზოგიერთის რეკომენდაციით წყალუქონად ბეტონებში საჭიროა გაწევის კოეფიციენტის გაზრდა (1,2...1,4-მდე). ზოგი კი მიიჩნევს, რომ ჰიდროტექნიკურ ბეტონებში წყალუქონადობის მატებისათვის საჭიროა ცემენტის ხარჯის გაზრდა 50...100 კგ/გ³-ით.

შემესების მარცვლების ჩაწყობის სიმკვრივის მატებით შეიძლება ფილტრაციის კოეფიციენტის შემცირება მთელი რიგით. ამიტომ საჭიროა გამოვიყენოთ ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის შემესები, რომელიც მოგვცემს ნარევის

მინიმალურ სიციარიელეს. პრაქტიკაში ეს მიღწევა ფრაქციონირებული წვრილი და მსხვილი შემესების ცალცალკე დოზირებით. ქვიშა, როგორც წესი რეკომენდირებულია უწყვეტი გრანულომეტრიის, არაუმეტეს 38% სიციარიელით. მსხვილი შემესების სიციარიელე არ უნდა იყოს 43...45%-ზე მეტი, მსხვილი შემესების სისხოს ზრდა ამაღლებს სიმკვრივეს და ამცირებს ნარევის წყალმთხოვნილებას. შემესები უნდა იყოს სუფთა, რადგან მისი დაჭუჭყიანების 2-ჯერ შემცირება ბეტონის შეღწევადობას 3...4-ჯერ ამცირებს, ამიტომ მაქსიმალური დასაშვები დაჭუჭყიანება შეადგენს: ღორღისა და ხრეშისათვის 0,52%, ქვიშისათვის 1%.

შემესების „ბუნებაც“ ასევე ახდენს გავლენას ბეტონის შეღწევადობაზე, განსაზღვრავს რა ცემენტის ქვისა და შემესების კონტაქტის ზონის სიმკვრივეს. კვლევის შედეგების თანახმად, ბეტონის მკვრივი სტრუქტურის მისაღებად ყველაზე ხელსაყრელია წვრილ შემესებად კვარცის ქვიშა, მარცვლების მომრგვალებული ზედაპირით. ეს აისახება ცემენტის ქვის კონტაქტით ღორღის არასწორ ზედაპირთან, რადგან ხრეშზე მიღებული ბეტონი ხასიათდება დიდი წყალშეუღწევადობით. მსუბუქი ბეტონი ფოროვან შემესებზე გამოირჩევა შედარებით ნაკლები წყალშეღწევადობით, რადგან მშრალი ფოროვანი შემესები იწოვს წყალს ცემენტ-ქვიშის დუღაბიდან, ამცირებს ცემენტის ქვის V/C , ქმნის დამცავ აფსკს მსუბუქი შემესების ზედაპირზე, ამოორიცხავს ბეტონის ნარევის შინაგან სელიმენტაციას და ხელს უწყობს მკვრივი საკონტაქტო ზონის ფორმირებას.

შემკვრელის ხარისხი განისაზღვრება მისი მინერალოგიური შემადგენლობით და დაფქვის სიწმინდით. მკვრივი ბეტონის დასამზადებელი ცემენტი აირჩევა მინიმალური წყალმთხოვნის, საშუალო დაფქვის სიწმინდით. დაფქვის სიწმინდის გაზრდა ხელს უწყობს ჰიდრატაციის ხარისხის ამაღლებას და ცემენტის ქვის წვრილფოროვანი სტრუქტურის შექმნას, მაგრამ ამავედროულად იწვევს შემკვრელის წყალმთხოვნილებისა და შეკვლების დეფორმაციის გაზრდას. ამიტომ 3000 cm^2/g დაფქვის ხვედრითი ზედაპირის ცემენტის გამოყენება გვაძლევს დადებით ეფექტს, მუდმივი V/C სიდიდის და ნარევის პლასტიფიკაციის დროს.

პორტლანდცემენტზე და თიხამიწოვან ცემენტებზე დამზადებული ბეტონის წყალშეღწევადობა პრაქტიკულად ერთნაირია. ჰიდროფობური და პლასტიფიცირებული ცემენტები ამცირებენ ბეტონის ნარევის წყალმთხოვნილებას და ამაღლებენ ბეტონის სიმკვრივეს. ოპტიმალური რაოდენობის ჰიდრაფლიკურ დანამატიანი პუცოლანური ცემენტები გვაძლევენ ნაკლებად შეღწევად ბეტონებს. წარმოქმნილი გელისმსგავსი ჰიდროსილიკატები ამაღლებენ ცემენტის ქვის წყალმედვობას და ამკვრივებენ ბეტონს.

ბეტონის მაღალი წყალშეუღწევადობა და გამაგრება ადრეულ ასაკში უზრუნველყოფილია წყალშეუღწევადი გაფართოებადი ცემენტით (V/C), თიხამიწოვანი გაფართოებადი ცემენტით ($თგ$), გაფართოებადი პორტლანდცემენტით ($გპ$), დამძაბავი ცემენტით ($დ$). ეს ცემენტები გამოიყენება ტუბინგების, მილების ნაკერების ჰიდროიზოლაციისა და თევგისათვის, ბზარების ამოსავსებად და სხვ.

ფილტრირებადი ფორიანობის წარმოქმნაზე დიდი გავლენა აქვს ბეტონის გამაგრების პირობებს. ბეტონის გამომშრობა, ახლადდაყალიბებული ბეტონის სწრაფი გახურება, გაორთქვლის წინ დაყოვნების შემოკლება, ამაღლებს ბეტონის შეღწევადობას. ყველაზე ეფექტურია წყლიანი გამაგრება ან თბური გამაგრება წყალში. წყლიანი ერთთვიანი გამაგრების შემდეგ ბეტონის შეღწევადობა მცირდება 100-ჯერ მეტად, ვიდრე ჰაერულ-მშრალ პირობებში და 5...10-ჯერ მეტად, ვიდრე ჰაერულ-ტენიან პირობებში. გაორთქვლა უკეთეს შემთხვევაში უზრუნველყოფს ისეთივე წყალშეუღწევადობას, როგორც ჰაერულ-ტენიანი გამაგრება.

ამრიგად, მაღალი წყალშეუღწევადობის ბეტონის მისაღებად აუცილებელია ოპტიმალური V/C , ასევე ცემენტის და შემესების თანაფარდობა. ბეტონების წყალშეუღწევადობის ძალიან მნიშვნელოვანი საშუალებაა V/C შემცირება გარკვეულ მნიშვნელობამდე, მაგრამ ბეტონის ნარევის ადვილწყობადობის შენარჩუნება ართულებს ამ მეთოდის გამოყენებას. ნარევის პლასტიკურობა იზრდება არა წყლის რაოდენობის მატებით, არამედ მაპლასტიფიცირებადი და ჰიდროფობიზირებადი ნივთიერების გამოყენებით.

იმ შემთხვევებში, როცა ბეტონის ნარევის შეღწევილობის ოპტიმიზაცია ვერ გვაძლევს საჭირო შედეგს, გამოიყენება ტექნოლოგიური მეთოდები, რომელიც საშუალებას მოგვცემს დამატებით გავაუმჯობესოთ ბეტონის შეღწევილობა, ასევე გადავწყვიტოთ სასურველი შედეგის მიღწევის პრობლემა, სხვადასხვა დანამატის გამოყენებით.

დანამატებს, რომლებიც ამდღებენ ცემენტის ბეტონის წყალუქონადობას, ეწოდებათ შემამკვრივებელი. შემკვრივებას ეფექტი შეიძლება მოგვცეს დანამატმა, რომელიც სხვადასხვა გავლენას ახდენს ცემენტის ქვის სტრუქტურის ფორმირებაზე და ხასიათდება გამოყენების სხვადასხვა ბუნებით და ტექნოლოგიით.

მოელ რიგ კვლევებში ტექნოლოგიურ-შემამკვრივებელი დანამატის სახით გამოირჩევა: არაორგანული მარილები რკინის და კალციუმის ქლორიდები, წვრილდის-პერსიული აქტიური მინერალური დანამატი აეროსილი და მიკროკაჟმიწა, პლასტიფიკატორები ლინგოსულფონატები და სულფონატტენები, ჰიდროფობიზატორები, სხვადასხვა ცხიმოვანი მჟავები და ეთილსილიკონური სითხეები, თიხის სუსპენზია, ზოგიერთი ლატექსი და ბიტუმის ემულსია, წყალხსნადი პოლიმერული ფისები ეპოქსიდირებული ეთილენგლიკოლი და პოლიამინი.

მიუხედავად ამისა, ყველა მითითებულ დანამატს არ შეიძლება დანამდვილებით ვუწოდოთ შემამკვრივებელი.

ზოგჯერ აღინიშნება ისეთი პლასტიფიცირებადი დანამატის შემამკვრივებელი ეფექტი, როგორცაა ლინგოსულფონატები და სუპერპლასტიფიკატორები. ეს აიხსნება ამ დანამატების უნარით აამაღლოს ახლადწარმოქმნილი ცემენტის ქვის დისპერსიულობა. თუმცა ბევრი ავტორი პლასტიფიცირებადი დანამატის შემამკვრივებელი მოქმედების მიზეზად ასახელებს მათ უნარს, გააუმჯობესოს ბეტონის ნარევის ადგილწაწყობადობა, გაზარდოს შემკვრივების კოეფიციენტი და უზრუნველყოს ბეტონის ნარევის ძვრადობა, წყალცემენტის ფარდობის შემცირების დროს. ჩვეულებრივ სუპერპლასტიფიკატორი (ცემენტის მასის 1%), ამდღებს ბეტონის სიმკვრივეს 25...30%-ით, წყლის შემცირების ხარჯზე, რაც ზრდის წყალუქონადობის მარკას 2...3-ჯერ.

ზოგიერთი მონაცემებით, ბეტონის წყალუქონადობის ამდღების საშუალებას ასევე იძლევა ჰიდროფობული დანამატის გამოყენება, რომელიც ამცირებს წყალშთანთქმას და ტენის კაპილარულ შეწოვას.

აქედან გამომდინარე, ჰიდროფობული და მაპლასტიფიცირებადი დანამატების გამოყენება შეიძლება მივაკუთვნოთ მეთოდებს, რომელიც საშუალებას გვაძლევს „ოპტიმიზაცია გაუკეთოთ“ ბეტონის საწყის შედგენილობას და ნარევის თვისებებს.

ქლორიდების და სულფატების მამკვრივებელი მარილების დანამატები, თუმცა ხელს უწყობენ ბეტონის წყალუქონადობის მნიშვნელოვან ამდღებას, მაგრამ ამცირებენ მის ხანმდეგობას, განსაკუთრებით ეს ეხება არმირებულ კონსტრუქციას. ასეთ დანამატებს მიეკუთვნება: ქლოროვანი რკინა $FeCl_3$ (ცემენტის მასის 0,5...2%), (ამცირებს წყალგამოყოფას, გაორთქლისას და თიხამიწოვან ცემენტისათვის ეფექტი იკარგება), კალციუმის ქლორიდი $CaCl_2$ (0,5...2%), ნატრიუმის სულფატი Na_2SO_4 (0,5...2%) და ალუმინის სულფატი $Al_2(SO_4)_3$ (1 %-მდე), ნატრიუმის თხევადი მინა (3...5%). $Ca(NO_3)_2$ დანამატი ცემენტის მასის 0,5...1%, 2...3-ჯერ ამდღებს ნორმალურ გამყარების ბეტონის წყალუქონადობას და არ იწვევს ფოლადის კოროზიას. წყალუქონადობის ამდღება ყველაზე მეტად შეუძლია Fe_2Cl_3 და Na_2SO_4 დანამატებს. ამასთან წყალუქონადობა იზრდება W2-დან W8-მდე, გაორთქლილი ბეტონისათვის და W12-მდე, ნორმალურ ტენიანი გამაგრების ბეტონისათვის, როცა ნარევის კონუსის ჯდენა 18 სმ. $Al_2(SO_4)_3$ -ის პლასტიფიკატორთან ერთად გამოყენებამ საშუალება მოგვცა მიგველო W8...W10 წყალუქონადობის ბეტონი, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ბეტონის ნარევის კონუსის ჯდენა არის არაუმეტეს 12 სმ.

ცდები გვიჩვენებს, რომ ყველაზე ეფექტური დანამატი, რომელიც ნამდვილად ამკვრივებს ბეტონის სტრუქტურას და ხელს არ უწყობს ცემენტის ქვის ან არმატურის კოროზიას, წარმოადგენს გარკვეულ აქტიურ მინერალურ და პოლიმერულ დანამატს.

აქტიური მინერალური დანამატები, რომლებიც თავიანთი შემადგენლობაში შეიცავენ აქტიურ კაჟმიწა კომპონენტს, აბავენ რა თავისუფალ $Ca(OH)_2$ ცემენტის ქვაში, შეუძლიათ აამაღლონ არამარტო მისი კოროზიამდევგობა, არამედ უქონადობაც. ეს დაკავშირებულია მასთან, რომ ცემენტის ამ დანამატთან ერთად გამაგრების დროს წარმოიქმნება კალციუმის დაბალფუძიანი ჰიდროსილიკატები, რომელთაც აქვთ უფრო მაღალი დისპერსიულობა, ვიდრე მაღალფუძიანებს და ამის შედეგად შეუძლიათ ცემენტის ქვის მაკროფორიანობა გადაიყვანოს წყალუქონად მიკროფორებში. მაგრამ ახლადწარმოქმნების მორფოლოგია, წარმოქმნილი ისეთი ყველაზე მეტად ეფექტური დანამატების თანდასწრებით, როგორცაა კაჟმიწა და აეროსილი და შესაბამისად მათი

შედწევადობა მნიშვნელოვან წილად განისაზღვრება გამაგრების პირობებით ან ნარკვის წყალცემენტის ფარდობით. ამიტომ მოცემული როგორც გამტკიცების ისე გამკვრივების დანამატის ეფექტურობის ამაღლების აუცილებელი პირობაა მათი პლასტიფიცირებად დანამატთან ერთდროული გამოყენება.

ამგვარად, მინერალური დანამატი შეიძლება იყოს მამკვრივებელი მხოლოდ კომპლექსური დანამატის შემადგენლობაში.

ამჟამად არსებობს მრავალი კომპლექსური დანამატი, რომელთა გამოყენებას აქვს შემდეგი მიზანი: პოლიფუნქციონალობა მრავალმხრივი ეფექტის მიღწევა ეფექტის გაძლიერება დანამატის გამოყენებით ან დანამატის ხარჯის შემცირება საერთო ეფექტურობის შენარჩუნებით, თუ მას გამოვიყენებთ სხვა დანამატთან ერთად.

ბუთილის, ბუტადიონის და სტიროლის კაუჩუკის საფუძველზე მიღებული ლატექსის 1,5...2% (მშრალი მასა), ცემენტის მასიდან, განაპირობებს ბეტონის წყალუქონადობის მნიშვნელოვან ამაღლებას. თუმცა პოლიმერული ემულსიების გამოყენება დაკავშირებულია გარკვეულ ტექნოლოგიურ სიძნელებებთან სტაბილიზაციასთან, გამაგრების დაწყებასთან.

ბეტონის წყალუქონადობის ამაღლებას მეთოდის შერჩევის დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ ბეტონის გაძვირება, სპეციალური ღონისძიებების ხარჯზე. ორგანული მაპლასტიფიცირებელი და არაორგანული დანამატების გამოყენებას მიყვარათ 1 მ³ ბეტონის ღირებულების 10...30%-ით გაძვირებასთან, ხოლო პოლიმერული, გამსქელებელი სუსპენზია ან შესაზეთი ჰიდროიზოლაცია 3...4%-ით ამაღლებს სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ღირებულებას და ყოველთვის ვერ წყვეტს დასმულ ამოცანას (ცხრ. 2).

ცხრილი 2. ბეტონის წყალუქონადობის ამაღლების ძირითადი საშუალებები

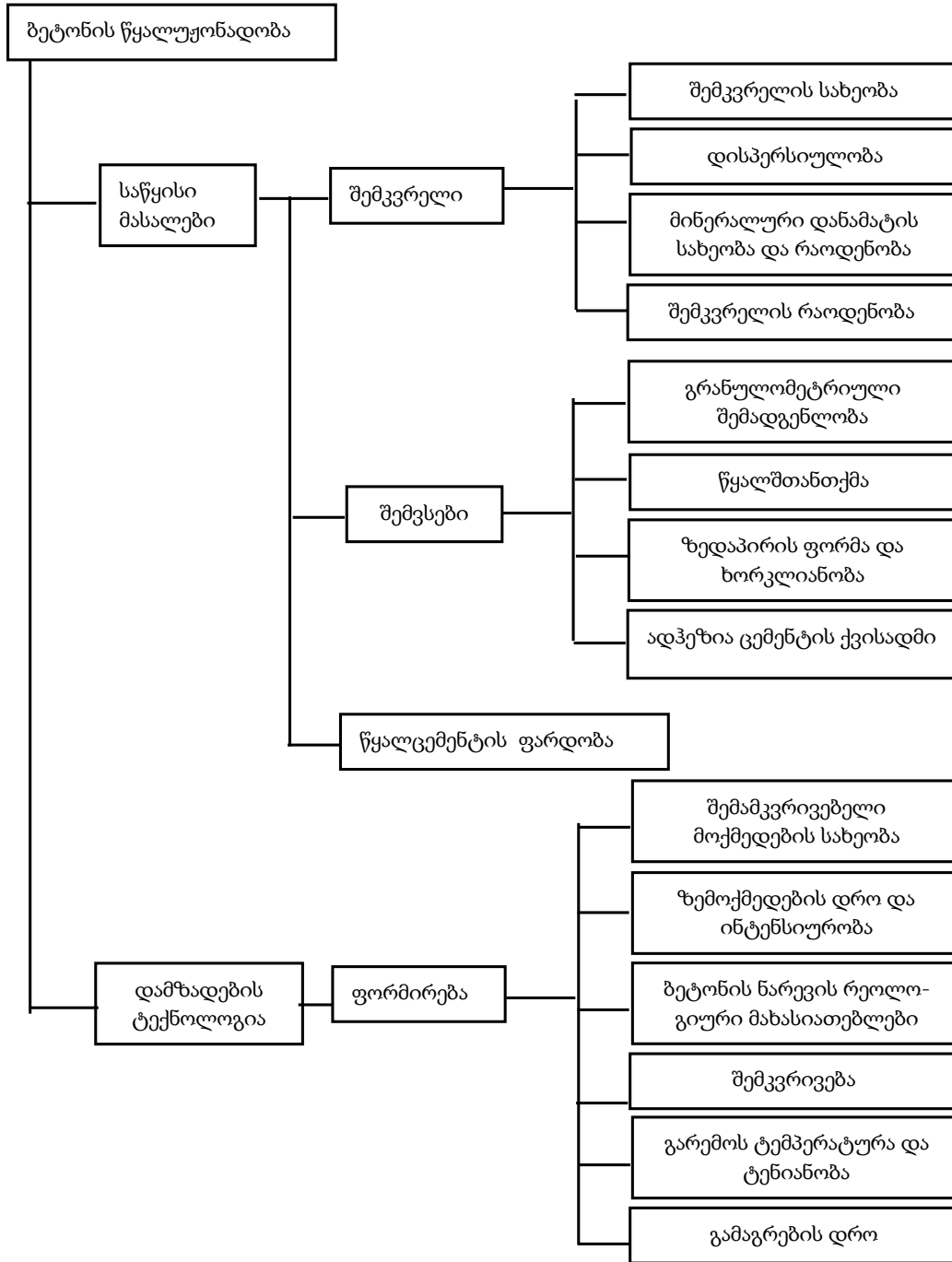
საშუალება	წყალუქონადობის ამაღლების ხარისხი რამდენჯერ, (ფილტრაციის კოეფიციენტით)
ორგანული ჰიდროფობური და მაპლასტიფიცირებელი დანამატები	2 ... 10
არაორგანული დანამატები	5 ... 1000
გამსქელებელი ნივთიერება ან თერმოპლასტიკური პოლიმერი	10 ... 500
ბეტონის გაუღენტა სპეციალური ნივთიერებებით	50 ... 1000
ბეტონის ზედაპირის ჰიდროფობიზაცია	2 ... 10
ბეტონის დაფარვა აფსკვარმომქმნელი შედგენილობით	10 ... 100
ბეტონის პოლიმერით გაუღენტა, მისი შემდგომი პოლიმერიზაციით	50 ... 1000

უნდა აღინიშნოს, რომ საჭირო წყალუქონადობის ბეტონის მისაღებად ძალიან დიდი წვლილი აქვს, როგორც საწყისი მასალების, ისე ტექნოლოგიის ყველა ნორმატიული მოთხოვნების გულმოდგინე შესრულებას. ნახაზზე მოყვანილია ამ ფაქტორების კლასიფიკაცია, რომლებიც გავლენას ახდენენ ცემენტიანი ბეტონის წყალუქონადობაზე.

გარდა იმისა, რომ ცემენტის ქვას აქვს წყლის გაჟონვის (ფილტრაციის) უნარი, რომელიც ფასდება წყალუქონადობის სიდიდით (წყალუქონადობის მარკით), მას ასევე შეუძლია თვითნებურად შეიწოვოს წყალი წნევის გარეშე, კაპილარული შეწოვის გზით, წყლით დასველების შემთხვევაში. ეს პროცესი გაცილებით ინტენსიურდება თუ წყალი შედის ფორებში ჰიდროსტატიკური წნევით, მაგალითად, წყალში ჩადირვის შემთხვევაში. წყალშთანტქმის სიდიდე განისაზღვრება DIN 52617 სტანდარტით. კაპილარული შეწოვის ინტენსიურობა იზომება გამარტივებული ფორმულით.

$$h = \frac{0,15 \cos \theta}{r}$$

სადაც h – აწვეის სიმაღლეა, მ; r – კაპილარის რადიუსი, მ; θ – დასველების სასაზღვრო კუთხე.



ფაქტორების კლასიფიკაცია, რომლებიც გავლენას ახდენენ ცემენტის ბეტონის წყალუქონადობაზე

ჰიდროფილური მასალისათვის ($\theta < 90$) კაპილარული შეწოვის სიმაღლე ფორმის რადიუსის უკუპროპორციულია და დასველების სიღრმის ($\cos\theta$) პირდაპირპროპორციული. როცა $\theta = 90$ წყლის კაპილარული შეწოვა არ ხდება ($\cos\theta = 0$) ფორმის ჰიდროფობიზაციის დროს ($\theta > 90$), კაპილარული წნევა ეწინააღმდეგება წყლის შეღწევას ფორმებში.

რეალურ პირობებში საშენი მასალის კაპილარებში წყლის თვითნებურმა აწევამ (წყლის აწევა სიმძიმის ძალის საწინააღმდეგოდ) შეიძლება მიაღწიოს 1,5 მეტრს და მეტს. ამიტომ შენობის საძირკველსა და კედლის კონტაქტის ზონაში ჩვეულებრივ გათვალისწინებული ანტიფილტრაციული ფარდის მოწყობა, წამკვეთი ჰიდროიზოლაციის სახით. მასალის კაპილარული წყალშთანთქმის რეგულირებისათვის მირე-

ბულია მისი ჰიდროფობიზაცია. ე.ი. მასალის შედგენილობაში ზედაპირულ აქტიური ნივთიერების (ზან) შეყვანა, ჰიდროფობული ეფექტით სორბირებული კაპილარული ფორების ზედაპირზე, რომელიც ხდება ჰიდროფობული (წყალუკარება). წყლის შეღწევა ისეთ ფორებში, რომელსაც აქვს ჰიდროფობული შიგა ზედაპირი, გაძნელებულია, თუმცა იოლად ატარებს ჰაერს და წყლის ორთქლს. განზოგადოება, საშენი მასალების ჰიდროფობიზაციის შესახებ, შემდეგია.

ჰიდროფობულ ან ჰიდროფობიზირებულ ფორიან მასალას წყლის კაპილარული შეწოვა პრაქტიკულად არ აქვს. ამიტომ მათი გაქვინთა დასველებისას ან წყალთან დიდხანს შესების დროს ხასიათდება უმნიშვნელო სიდიდით და ძირითადად განისაზღვრება წყალში მყოფი ნიჟუმის ნაწილის ზომებით. ამავე დროს ჰიდროფობულ მასალას წყალში ჩაძირვისას აქვს გაცილებით მეტი წყალშთანთქმა, რადგან დამატებითი გარეგანი დაწნევა წყალს ჰირხნის დაუსველებელ ფორებში, აძეებს რა იქ მყოფ ჰაერს. ჩაძირვისას ჰიდროფობიზაცია ცოტა მეტად ან ნაკლებად ამცირებს წყალშთანთქმის სინქარეს. თუმცა წყალში ძალიან დიდხანს ყოფნის შემთხვევაში ჰიდროფობიზირებული მასალაც ხდება ისეთი, როგორც არაჰიდროფობიზირებული.

ჰიდროფობიზირებული საფარის მნიშვნელოვანი გამორჩეული თვისებაა ის, რომ ეწინააღმდეგება რა ფორების ზედაპირის დასველებას და ტენის კონსტრუქციაში შეღწევას, უნარჩუნებს წყლის ორთქლის მოლეკულებს უნარს დიფუნდირდეს ჰიდროსაიზოლაციო მასალის ფორიან სტრუქტურაში და ამგვარად უზრუნველყოფს კომფორტს საცხოვრებელ შენობაში, იცილებს რა ჰაერის ჭარბტენიანობას.

დასკვნა

მასალის თვისებების კომპლექსში, რომელიც ახასიათებს მის მოქმედებას წყლის მიმართ, აუცილებელია ჩავრთოთ წყალმედეგობა, ე.ი. უნარი შეინარჩუნოს თვისებები წყლის ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად. ფორიანი საშენი მასალის წყალმედეგობა, მათ შორის ცემენტის საფუძველზე დამზადებულის, დამოკიდებულია ცემენტის ქვის შემადგენელი ნაწილების წყალში ხსნადობაზე, ან მათთან ქიმიურ ურთიერთქმედებაზე ან მასში გახსნილ მარილებზე და ფასდება როგორც ცემენტის ქვის კოროზია. ჰიდროფობული ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერების (ზან) შეყვანა ანელებს ამ პროცესს. ამგვარად, ეს გაკება ჰიდროფობულობა განსხვავებულია წყალუჟონადობისა და წყალმედეგობისაგან, ჰიდროფობიზაცია საშენ მასალას არ ხდის არც წყალუჟონადს და არც წყალმედეგს. მაგრამ ჰიდროფობიზაცია ჩვეულებრივ ამადლებს საშენი მასალის წყალუჟონადობას და წყალმედეგობას, იმდენად, რომ კონსტრუქციის წყლისაგან დაშლის დაცვის ეს მეთოდი იძენს პრაქტიკულ მნიშვნელობას.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. საშენი მასალები. -თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2019, 232 გვ.
2. ლ. კლიშიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი. ბეტონთმცოდნეობა. -თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2021, 272 გვ.
3. Камсков П., Козлов В.В. Гидроизоляционные материалы. –Москва, АСВ, 2014, 240 с.
4. Барabanшиков Г. Строительные материалы. -Москва, КноРус, 2021, 443 с.

SUMMARY

FACTORS AFFECTING WATER PERMEABILITY IN CEMENT-BASED CONCRETES

Chiqovani A.B., Nebieridze N.V. and Tsinadze Z.O.

Georgian Technical University

Moisture in contact with the material and penetrating into it can adversely affect the operational properties of the material (strength, thermal insulation, frost resistance) or cause corrosion, and sometimes even its disintegration. Concrete is a capillary-porous mass. Concrete pores can be appertained to all volumes that are not filled with solid matter. In structural, dense aggregate concrete, the pores of the cement stone are the main ones. Pores determine the penetration of concrete, and the study of the influence of various factors on it is an actual issue. The introduction of hydrophobic surface-active substance (SAS) slows down the concrete corrosion process. Hydrophobization usually increases the waterproofing and water resistance of the building material, so much so that the method presented in the paper for protecting the construction from water disintegration acquires practical importance.

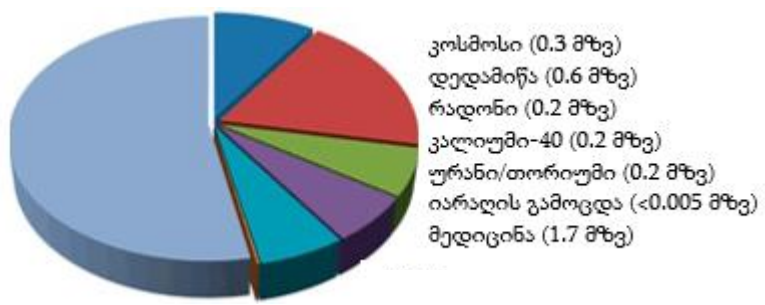
Keywords: concrete, pores, permeability, filtration, filtration coefficient, structure, defects, capillary water-cement ratio.

რადიაციული ბამა ფონის შემსახება

გამიშიძე ზ.მ., ნაგერვაძე ნ.მ., გამიშიძე გ.ზ.

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გამა გამოსხივება წარმოადგენს ამჟამად ცნობილ ყველაზე შეღწეულ ენერჯის სახეს. ის შედგება გამა-კვანტებისაგან, რომლებიც, მიუხედავად იმისა, რომ ნაწილაკებად მიიჩნევა, ასევე ელექტრომაგნიტური გამოსხივებაა, ისეთივე როგორც მზის, რადიოტალღების და რენტგენის სხივები. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სხვადასხვა ფორმები ერთმანეთისაგან ტალღის სიგრძეებით და მათ მიერ გადაცემული ენერჯებით განსხვავდებიან. გამა გამოსხივება ყოველთვის ვრცელდება სინათლის სიჩქარით, მაშინ როცა სხვა ნაწილაკებს გააჩნიათ ბევრად გაცილებით ნაკლები სიჩქარეები, მაგრამ ჩვენი სტანდარტებით, მაინც უზარმაზარია – რამდენიმე ასეული ან ათასი კილომეტრი წამში. ნივთიერებები შედგებიან სხვადასხვა ელემენტების სხვადასხვა იზოტოპისგან. მათ შორის არის რადიოაქტიური. ზოგი წარმოიშვა (და წარმოიშობიან) ბუნებაში ბუნებრივი გზით (ასეთებია მაგალითად, ბუნებრივი ურანი, თორიუმი, რადიოაქტიური კალიუმი, ნახშირბადი, რადიუმი და ზოგიერთი სხვა ელემენტები). სხვები გაჩნდნენ ადამიანის საქმიანობის შედეგად [1]. ძირითად ტექნოგენურ რადიოაქტიურ წყაროებს მიეკუთვნებიან ბირთვული იარაღი, სამრეწველო ნარჩენები, ატომური ელექტროსადგურები, ზოგიერთი ძვირფასი ქვები. ხელოვნური მაიონებელი გამოსხივების სამი ძირითადი წყარო არსებობს: სამედიცინო (სხვადასხვა დაავადებების დიაგნოსტიკა და მკურნალობა), სამრეწველო გამოყენება (ძირითადად გაზომვებში და სამეცნიერო კვლევებში), ბირთვული იარაღის გამოცდის და ავარიის შედეგები მთელს მსოფლიოში. ხელოვნური გამოსხივებების ფარდობითი წლიური დოზა ერთ სულ მოსახლეზე, გამოსხივების სხვადასხვა წყაროებიდან მოცემულია ნახ. 1-ზე. როგორც ჩანს, ამჟამად სამედიცინო გამოსხივება წარმოადგენს დომინირებულ წყაროს [2].



ნახ. 1. ხელოვნური გამოსხივებების ფარდობითი წლიური დოზა ერთ სულ მოსახლეზე, გამოსხივების სხვადასხვა წყაროებიდან

კვლევის მიზანს წარმოადგენს რადიაციული ბამა ფონის შესწავლა. რადიაციული გაზომვები საჭიროა ადამიანის საქმიანობის მრავალ სფეროში, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია რადიაციული გამოსხივების ახალი წყაროების წარმოშობის შემდეგ. რადიაციული გაზომვები შეიძლება ჩატარდეს საცხოვრებელ სახლებში, სამრეწველო ობიექტებში, ტყეებში და მთიან რაიონებში. ასეთი ოპერაციების ჩატარება სასურველია რაიმე უძრავი ქონების შეძენისას, და მშენებლობის დაწყებიდან, ობიექტის ექსპლუატაციაში ჩაბარებამდე. რადიაციული კონტროლი აუცილებელია, რადგან თანამედროვე მსოფლიოში რადიაციის გაზრდილი კონცენტრაცია შეიძლება არსებობდეს ადგილებში, სადაც ის ყველაზე ნაკლებადაა მოსალოდნელი [3]. ამასთან, რადიაციული დაცვის თანამედროვე სისტემა ყველაზე სრულყოფილია რისკის სხვა ტექნოგენური ფაქტორების დაცვის სისტემასთან შედარებით. რადიაციისაგან ადამიანების დაცვის საკითხის რეგულირება ხდება საერთაშორისო და ნაციონალურ

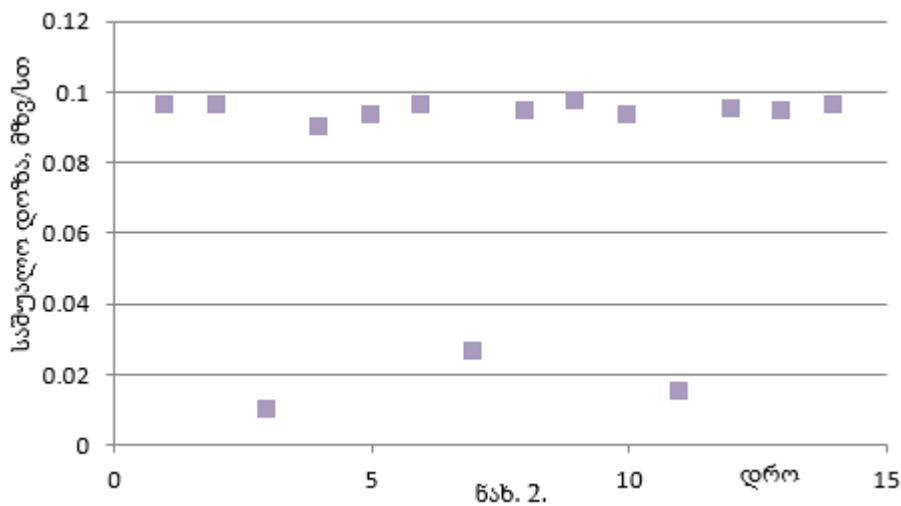
დონეცხე. ყოველ ქვეყანას გააჩნია შესაბამისი კანონები და რადიაციულ ნორმატივები, მათ შორის რადიაციული ავარიების შემთხვევაშიც კი [4].

ყოველდღიურ ცხოვრებაში, ჩვენ ვხვდებით ძირითადად ბუნებრივ რადიოაქტიურობას. ცნობილია, რომ ბეტონის შემადგენლობაში, რომელთაგანაც აშენებენ ჩვენს სახლებს, შედის ინერტული სამშენებლო მასალები, რომლებიც მოიპოვება კარიერებზე სამთო ქანების დაქუცმაცებით, განსაკუთრებით ვულკანური – გრანიტი და ბაზალტი, არსებობს აგრეთვე გარკვეული რაოდენობის ურანი და თორიუმი. რადგან ისინი შედის ჩვენი საცხოვრებელი სახლების კედლების, ჭერების და იატაკების შემადგენლობაში, ამიტომ სახლებში ყოველთვის არსებობს რადიოაქტიური გამოსხივება. ჩვეულებრივ გაითვალისწინება მხოლოდ გამა გამოსხივება, რადგან ალფა და ბეტა ნაწილაკები როგორც წესი არ გამოდიან კედლებიდან, შთაინთქმებიან მათ სისქეში. ურანი და თორიუმი შეიძლება დაიშალოს და გადაიქცენ სხვა რადიოაქტიური ელემენტებად. ერთ-ერთი მათგანია ინერტული აირი რადონი. ის ადვილად დიფუზირდება კედლების გასწვრივ. დახურულ შენობებში, რომლებიც არ განიცდიან განიავებას, რადონი შეიძლება დაგროვდეს შესამჩნევი რაოდენობით. რადონი წარმოადგენს საფრთხეს, რადგან ფილტვებში მოხვედრისას ხდება მათი დასხივება ძლიერ მაიონიზირებელი ალფა ნაწილაკებით. კიდევ ერთი უძველესი იზოტოპია რადიოაქტიური კალიუმი. ის შედის ძალიან ბევრი მინერალის შემადგენლობაში, გვხვდება მცენარეებში, ცხოველებსა და ადამიანებში. ამიტომ ყველა ისინი წარმოადგენენ გამა-გამოსხივების წყაროს. რადიაციის მნიშვნელოვანი წყაროა მზე, საიდანაც დედამიწაზე მოდის არა მხოლოდ სინათლე და სითბო, არამედ დამუხტული ნაწილაკების ძლიერ ნაკადები [5].

გამა-გამოსხივებას გააჩნია მაღალი შლწვევადობისუნარიანობა და ურთიერთქმედებს ნივთიერებასთან, რის შედეგად გამო მისი მოქმედება შეიძლება მიმდინარეობდეს მთელ სხეულში, მაგრამ ისინი ნაკლებად იონიზირებენ, ვიდრე ალფა-ნაწილაკები. დაზიანების ხარისხი და ინტენსიურობა დამოკიდებულია გამოსხივების დოზასა და ნაწილაკთა სახეზე. ერთი და იგივე დასხივება სხვადასხვაგვარად მოქმედებს სხვადასხვა ორგანიზმზე. დასხივების საკმაოდ დიდი დოზისას იღუპება ნებისმიერი ორგანიზმი. სასიკვდილოზე დაბალი დოზა იწვევს სხვადასხვა სახის დაავადებებს, რომელიც ცნობილია ტერმინით „სხივური დაავადება“ [6]. სხვადასხვა რადიოაქტიური ნივთიერება სხვადასხვაგვარად აღწევს ადამიანის ორგანიზმში, რაც დამოკიდებულია რადიოაქტიური ნივთიერების თვისებებზე. რადიოაქტიურმა ნივთიერებამ შეიძლება შეაღწიოს ორგანიზმში საკვებთან და წყალთან ერთად, და საჭმლის მომწველებელი ორგანოების საშუალებით ისინი ვრცელდებიან მთელს ორგანიზმში. რადიოაქტიური ნაწილაკები ჰაერიდან სუნთქვის დროს შეიძლება მოხვდნენ ფილტვებში. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ე.წ. შინაგან დასხივებას. ამიტომ, რადიაციის ნებისმიერ წყაროსთან (რადიოაქტიური იზოტოპები, ამ აჩქარებლები, რეაქტორები, კოსმოსური ხომალდები და ა.შ.) მუშაობისას ისმება საკითხი რადიაციული დაცვის საკითხი. შესაბამისად დადგენილია ზღვრული დასაშვები დოზა. დასხივების დოზის გასაზომად გამოიყენება დოზიმეტრები. გარე დასხივების რადიაციული მონიტორინგისათვის რეკომენდებულია გაზომვების ორი ძირითადი ტიპი: გარე გამოსხივების ინდივიდუალური დოზების გაზომვა (ინდივიდუალური დოზიმეტრიული კონტროლი) და გამოსხივების დოზის სიმძლავრის გაზომვა ლოკალურ ადგილებში. ინდივიდუალური დოზიმეტრიული კონტროლი საშუალებას გვაძლევს ზუსტად გაითვალისწინოთ ყველა ის ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს გარე დასხივების დოზის ფორმირებაზე დაბინძურებული ტერიტორიების მაცხოვრებლებში. დოზიმეტრის გამოყენება შესაძლებელია საკმარისად დიდი დროის განმავლობაში და ნებისმიერ დროს (შაბათ-კვირა და სამუშაო დღეები, წვიმიანი და მზიანი დღეები, და ა.შ.). ადამიანების რადიაციისაგან დაცვის ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალებაა რადიაციული ფონის ანალიზი ყველა სფეროში – სახოვრებელ, საოფისე, საწარმო და გარემომცველ გარემოში, და მისი შესაბამისობა სახელმწიფო სანიტარული ნორმებით განსაზღვრულ რადიაციულ დონესთან. ჩვენ მიერ გამოიყენებული იქნა პორტატული, რადიაციული გამოვლენისა და მონიტორინგის თანამედროვე მოდელის დეტექტორი, რომელიც უზრუნველყოფს რადიაციული გამოსხივების მახასიათებელი მონაცემების ავტომა-

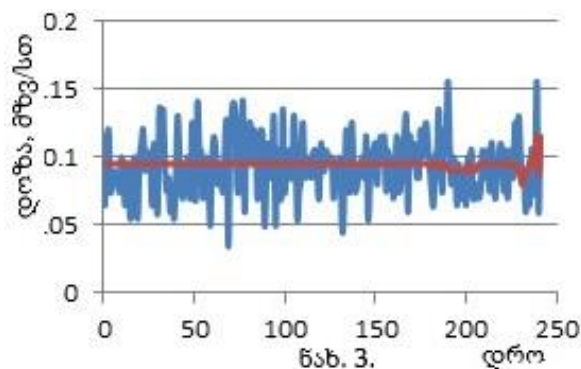
ტურ ჩაწერას, ხოლო კომპიუტერთან დაკავშირებისას კი შეიძლება ამ მონაცემების ჩამოტვირთვა და გაანალიზება.

გარე გამა გამოსხივების გაზომვის შედეგების შესწავლის საფუძველზე განსაზღვრული იქნა მოცემული ლოკალური ადგილის რადიაციული სურათი. მიღებული მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრული იქნა აგრეთვე ისეთი სტატისტიკური მაჩვენებლები, როგორცაა დიაპაზონი (მინიმუმი-მაქსიმუმი), საშუალო არითმეტიკული, არითმეტიკული სტანდარტული გადახრა, რომელთა საფუძველზე შეიძლება განსაზღვრული იქნეს სხვა მახასიათებლები. ძირითადი სტატისტიკა გვიჩვენებს, რომ საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობები სხვადასხვა დროს ზოგ შემთხვევაში ოდნავ განსხვავებულია, მაგრამ ძირითადად ერთმანეთთან ახლოსაა (ნახ. 2).



ნახ. 2. სტატისტიკური მონაცემები

გამა რადიაციული ფონის დიაგრამაზე (ნახ. 3) წარმოდგენილია დოზის ცვლილება დროის მიხედვით, გარკვეული პირობითად შერჩეული დროის განმავლობაში. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, დროთა განმავლობაში შეინიშნება დოზის მნიშვნელობის ცვლილებები, მაგრამ საშუალო დოზა ამ დროის განმავლობაში მუდმივია და, როგორც აღვნიშნეთ, მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევაში შეინიშნება საშუალო მნიშვნელობებიდან გადახრები.



ნახ. 3. გამა რადიაციული ფონის დიაგრამა

ამრიგად, მიღებული გაზომვების საფუძველზე მიღებულია გამა რადიაციული ფონის მდგომარეობის დიაგრამა, რის საფუძველზეც შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ის ნორმის ფარგლებშია. ის არ არის დამოკიდებული გარე ფაქტორებზე: წნევა, ტენიანობა, ტემპერატურა, მაგრამ გაზომვების დროს გარე პირობები გავლენას ახ-

დენს დოზიმეტრის მუშაობაზე და შესაბამისად მათ ჩვენებაზე. კვლევის შედეგად დადგენილი იქნება შესწავლილი ტერიტორიის გარე რადიაციული გამა ფონი, შეიქმნება რადიაციული გამა ფონის რუკა და გაიზრდება მოცემულ ტერიტორიაზე მცხოვრები მოსახლეობის დაცვის დონე და ინფორმირებულობა.

ლიტერატურა

1. Nicholas Tsoulfanidis, Sheldon Landsberger. Measurement & Detection of radiation, 2015, 606 p .
2. Ilya Obodovski. Radiation: Fundamentals, Applications, Risks and Safety. 2019.
3. Stewart C. Bushong. Radiologic Science For Technologist: Physics, Biology And Protection. 2020.
4. Claus Grupen, Mark Rodgers. Radioactivity and Radiation, 2016.
5. Glenn F. Knoll. Radiation Detection And Measurement, 2010.
6. ზ. გამიშიძე. ბირთვისა და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა. ბათუმი, შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2009.

SUMMARY

ESTIMATION OF THE RADIATION GAMMA BACKGROUND

Gamishidze Z.M., Nagervadze N.M. and Gamishidze G.Z.

Batumi Shota Rustaveli State University

Georgian Technical University

Radiation is ionizing emitting that causes irreparable damage to the surrounding environment and living organisms. Interaction of ionizing radiation with matter causes ionization of atoms and molecules. Ionizing radiation includes gamma-, alpha-beta-, and neutron radiation. Radiation exists literally everywhere in the human environment - in water, food, and air. Its level varies in different environments. But the biggest danger is that radiation affects the body indiscriminately - a person does not have sensory organs that can perceive even a significant dose of radiation. Every day people receive a minimal dose of radiation without realizing that radiation has a devastating effect on their health and the health of future generations. From the point of view of radiation assessment, it is appropriate to measure gamma radiation, because it has a high penetration capacity in contrast to other types of radiation. The aim of the paper is to show what radiation is, what properties it has, how it can be measured, and analyze the radiation gamma background around us.

Keywords: radiation background, gamma radiation, dosimeter, average dose, effective dose.

ენერგოეფექტურობა – ენერგეტიკის ახალი რეალობა

ჯიშკარიანი მ.ნ., ჯიშკარიანი თ.ს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კლიმატის ცვლილება ანუ გლობალური დათბობა, რომლის გამომწვევი ძირითადი მიზეზი ატმოსფეროში ორგანული სათბობის (ბუნებრივი აირი, ნახშირი, ნავთობპროდუქტები) წვის შედეგად წარმოქმნილი ნახშირორჟანგის (CO₂) კოლოსალური რაოდენობით დაგროვებაა, დღევანდელი მსოფლიო საზოგადოების განსაკუთრებულ შეშფოთებას იწვევს და მოითხოვს ურთიერთგამორიცხავი ორი გლობალური პრობლემის უპირობო გადაჭრას [1].

ბოლო 50 წლის მანძილზე ნახშირორჟანგის (CO₂) კონცენტრაცია ატმოსფეროში ყოველწლიურად 1.6–2.0 ppm-ით იზრდება და 2050 წლისთვის 500 ppm-ს გადააჭარბებს, ხოლო საუკუნის ბოლოს 550–560 ppm-ს მიაღწევს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ერთი მეგილიონედი ნაწილი (ppm) პირობითად 2,13 მლრდ ტონა ნახშირორჟანგს უტოლდება, იმ დროისათვის ატმოსფეროში 1,7–1,9 ტრილიონი ტონა ნახშირორჟანგი იქნება კონცენტრირებული. ნახშირორჟანგის აღნიშნული კონცენტრაცია გამოიწვევს კლიმატისა და ბიოსფეროს ინტენსიურ ცვლილებას, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით სასოფლო-სამეურნეო ზონების რადიკალურ ძვრებს, კონტინენტური ყინულების დიდ ნაწილის დნობას და სხვადასხვა ქვეყნის ტერიტორიების მასიურ დატბორვას.

მომდევნო ათწლეულებში პლანეტის მოსახლეობის რაოდენობის გაზრდა, მისი ცხოვრების დონის ამაღლება და კეთილდღეობის გაუმჯობესება მოითხოვს ენერჯიკზე მსოფლიო მოხმარების 40–50%-იან ზრდას. ამ წლების მანძილზე ენერჯიკის ძირითად წყაროდ კვლავ დარჩება ორგანული სათბობი, რომლის წილი მსოფლიო ენერგოგენერაციაში დღეისათვის 85%-ს აღწევს [2].

ამრიგად, კაცობრიობა დადგა დიდიწილის წინაშე – ან უარი განაცხადოს ენერჯიკის მოხმარებაზე და, შესაბამისად, ცივილიზაციაზე, ან გახდეს მსოფლიო ეკოლოგიური კატასტროფის უშუალო მოწმე, ანდა გაატაროს კლიმატის ცვლილების შერბილებასთან დაკავშირებული ისეთი სამეცნიერო-კვლევით და საინჟინრო-ტექნიკურ-ეკონომიკური ღონისძიებები, რომელიც საშუალებას მოგვცემს 2050 წლისათვის 80–95%-ით შევამციროთ ნახშირორჟანგის ემისია ისე, რომ საშიშროება არ შეექმნას მოსახლეობის მატერიალური და სულიერი მიღწევების ერთობლიობას [3].

გაეროს ჩარჩო კონვენცია კლიმატის ცვლილების შესახებ (რიო-დე-ჟანეირო, 1992 წ.), ისევე როგორც პარიზის 2015 წლის შეთანხმება, ყველაზე ფართომასშტაბიანი საერთაშორისო შეთანხმებაა კლიმატის ცვლილების საკითხებზე. ქვეყნები, რომლებმაც ხელი მოაწერეს ამ დოკუმენტებს, მათ შორის საქართველოც, იღებენ ვალდებულებას შეიმუშაონ კლიმატის ცვლილებაზე ნახშირორჟანგის (CO₂) ზემოქმედების შერბილებასთან დაკავშირებული ახალი მეთოდები და ტექნოლოგიები.

ამ მიზნით, სამეცნიერო-ტექნოლოგიური მიღწევებისა და საერთაშორისო თანამშრომლობის წყალობით, მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში უკვე დიდ ხანია ხორციელდება სრულიად ახალი ტიპის პროექტები, რომელშიც ჩართული არიან ევროკავშირის წევრი სახელმწიფოების, აშშ-ს, კანადის, დიდი ბრიტანეთის, ავსტრალიისა და ნორვეგიის მთავრობები და პოლიტიკური ლიდერები, მსოფლიო წამყვანი უმსხვილესი ენერგეტიკული კორპორაციები, ევროკომისია, კლიმატის ცვლილების ექსპერტთა მთავრობათაშორისი ჯგუფები, არასამთავრობო ორგანიზაციები და სხვადასხვა ენერგეტიკული სააგენტოები [4].

არსებული პრობლემების გადაჭრის გადაუდებელმა აუცილებლობამ გამოიწვია ის, რომ ენერგეტიკა, რომელიც ტრანსფორმაციის ნელი ტემპებით ხასიათდებოდა და 100 წელზე მეტია ცვლილებები არ განუცდია, დღეისათვის დინამიური გარდაქმნების შუაგულში აღმოჩნდა. ენერჯიკის გარდაქმნის, გადაცემისა და განაწილების ტრადიციული ქვესისტემების ერთობლიობას დაემატა ახალი – ენერჯიკის მოხმარების

სექტორი და აქცენტი ამ უკანასკნელზე გაკეთდა. ეს კი მას ნიშნავს, რომ მსოფლიო ენერგეტიკამ ახალ რეალობაში გადაინაცვალა [5].

საქართველომ, როგორც გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის კლიმატის ცვლილების ჩარხო კონვენციის (UNFCCC – პარიზი, 2015 წ.) ხელმომწერმა ქვეყანამ, ვალდებულება იკისრა ენერგოდამზოვი ღონისძიებების რეალიზების საფუძველზე 2030 წლისათვის 20–25%-ით შეამციროს ნახშირორჟანგის (CO₂) გაფრქვევა ატმოსფეროში. ამ მიზნის მისაღწევად აუცილებელია ენერგეტიკულ, სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო, სამშენებლო და სატრანსპორტო სექტორებში მოხმარებული ორგანული სათბობის წილის მინიმუმამდე დაყვანა, ინოვაციური მაღალეფექტური ტექნოლოგიების დანერგვა, ენერგოეფექტური ღონისძიებების პრაქტიკული რეალიზება, ადგილობრივი სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების, განახლებადი ენერჯის წყაროებისა და ალტერნატიული სათბობის ეფექტურად გამოყენება და სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების დაუყოვნებლივ დაწყება.

საქართველოს კანონი „ენერგოეფექტურობის შესახებ“ ცალსახად ითვალისწინებს ენერგეტიკის სექტორის განვითარების ძირითადი ტენდენციების და სტრატეჯიის კომპლექსური მიდგომის ძირეულ ცვლილებებს, რომელიც სრულად უნდა ასახავდეს საქართველოში მდგრადი და ეფექტური ენერგეტიკული ბაზის შექმნის, ენერგეტიკული სისტემების და ობიექტების ოპტიმალური მართვის, გააზრებული ენერგეტიკული პოლიტიკის შემუშავებისა და მისი ეტაპობრივი განხორციელების გზებს.

მსოფლიო მასშტაბით, მოხმარებული ენერჯის თითქმის მესამედი და ნახშირორჟანგის (CO₂) ემისიის თითქმის 36% სამრეწველო სექტორზე მოდის. ამიტომ, ატმოსფეროზე მავნე ნივთიერებების გავლენის შემცირების მიზნით აუცილებელია: ტექნოლოგიური დანადგარებისა და მოწყობილობების მოდერნიზაცია მუდმივ კონტროლი ტექნოლოგიური რეჟიმების დაცვაზე, ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფა და უნარჩენო ან მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიების დანერგვა, გამოყენებული რესურსების ხარისხის ამაღლება, ნედლეულის კომპლექსური გამოყენება და იმ რესურსების გამოყენების შეზღუდვა, რომლებიც უშუალოდ უკავშირდება გარემოს გაჭუჭყიანებას, ახალი აპარატურის შექმნა გამონაბოლქვების თავიდან აცილების ან მათი შეზღუდვა დასაშვები ნორმების დონემდე, მოხმარებული სათბობის ხარისხისა და მათი წვის რეჟიმების გაუმჯობესება, გამონაბოლქვი გაზების გაწმენდა და გამონაბოლქვების ნეიტრალიზაცია, კონსერვაცია, დამარხვა და უტილიზაცია [6].

გაეროს ინდუსტრიული განვითარების ორგანიზაციის (UNIDO) მიერ საქართველოში განხორციელებული სადემონსტრაციო პროექტის „რესურსეფექტური და ეკოლოგიურად სუფთა წარმოება“ ფარგლებში ჩატარებული ფართომასშტაბიანი კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ მრეწველობის სხვადასხვა დარგის მთელ რიგ საწარმოო ობიექტებზე არსებობს ენერგეტიკული რესურსების უფრო ნაყოფიერად გამოყენების და გარემოს დაცვის გაუმჯობესების შესაძლებლობები. მაგალითისათვის, მხოლოდ ერთ საწარმოში, ენერგოეფექტური ღონისძიებების განხორციელების შედეგად (ტუმბოებისა და ვენტილატორების ელექტროამძრავის ბრუნთა რიცხვის სიხშირის რეგულირება, წყალმომარაგების სისტემის კომპლექსური ავტომატური მართვა, შხეფსაცივრებში წყლის გამშხეფი ძველი მოწყობილობების აღდგენა და მათი დაყენება ოპტიმალური დახრის კუთხით, თბომცველი აპარატების, რეზერვუარების და მილგაყვანილობების გარე ზედაპირების თბოიზოლაცია, კომპრესორებისა და დეტანდერებში მამჭიდრობელი რგოლების შეცვლა და ა.შ.) ყოველწლიურად შეიძლება დაიზოგოს 9,1 მლნ კვტ.სთ ელექტროენერჯია, 86,4 ათასი მ³ წყალი და 1 280 ტონით შემცირდეს ნახშირორჟანგის ემისია გარემოში [7].

სამრეწველო სექტორთან ერთად, ენერჯის კარგვის კიდევ ერთ მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს შენობების სექტორი. შენობა-ნაგებობებს, როგორცაა საყოფაცხოვრებო და მუნიციპალური შენობები, საცხოვრებელი სახლები, სკოლები, საავადმყოფოები, საბავშვო ბაღები, სასტუმროები, სასწავლო დაწესებულებები, მაღაზიები, ოფისები, და ა.შ. ენერგოდამზოვის დიდი პოტენციალი გააჩნიათ.

ჩატარებული ფართომასშტაბიანი კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ შენობებში ენერჯიაზე დანახარჯების მნიშვნელოვანი შემცირება შესაძლებელია ენერ-

გოვექტური ღონისძიებების რეალიზებით: ფანჯრების ღიობების შემჭიდროვების ხარისხის გაუმჯობესება, გათბობის სისტემის ჰიდრაულიკური ბალანსირება და მართვის ავტომატური რეგულირება, რადიატორებზე თერმოსტატიკური სარქველების დაყენება, შენობის შემომზღული კედლებისა და სხვენის დამატებითი თბოიზოლაცია, განათების სისტემის აღჭურვა შუქდიოდური ნათურებით, სადარბაზოების სენსორული განათება, საცხოვრებელი კორპუსების სადარბაზოებში საერთო ფართობების (დერეფნების) დათბუნება, ლიფტების მოდერნიზაცია, რეგიონებში ენერგოეფექტური შეშის ღუმელების დანერგვა და სხვა მსგავსი ენერგოეფექტური ღონისძიებების განხორციელება, ენერგომომხმარებლის შემცირებასთან ერთად, ამცირებს სათბურის აირების ემისიებს და მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს გამწვავებულ ეკოლოგიურ სიტუაციას როგორც ლოკალური, ისე გლობალური მასშტაბით [8].

ამერიკის შეერთებული შტატების განვითარების სააგენტოს (USAID) მხარდაჭერით მერების შეთანხმების (Covenant of Mayors) ხელმძღვრ 9 ქალაქში (თბილისი, ქუთაისი, ბათუმი, ზუგდიდი, გორი, თელავი, ახალციხე, ბოლნისი, მცხეთა) ჩატარდა შენობების ენერგომომხმარებლის ინვენტარიზაცია და წინასწარი კვლევა ამ შენობებში თბომომარაგების, კონდიციონერებისა და ცხელი წყლით მომარაგების ენერგოეფექტურობაზე. დადგინდა ენერგოდაზოგვისა და ემისიის შემცირების ფაქტობრივი პოტენციალი, დაიგეგმა ენერგორესურსებისა და განახლებადი ენერჯის წყაროების ეფექტურად გამოყენების ღონისძიებები და შემუშავდა ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმები (SEAP).

ენერგოდაზოგვისა და ემისიის შემცირების ფაქტობრივი პოტენციალი საქართველოს ქალაქების შენობების სექტორისათვის მოცემულია ცხრილში.

ენერგოდაზოგვისა და ემისიის შემცირების ფაქტობრივი პოტენციალი საქართველოს ქალაქების შენობების სექტორში

№	ქალაქი	მოსახლეობა	ენერჯია			ემისია		
			საბაზისო კვტ.სთ/წლ	ქვტ.სთ/წლ	%	საბაზისო ტ/წლ	შემცირება ტ/წლ	%
1	თბილისი	1 118 000	5 900 107 124	1 491 580 995	25,0	1 118 817	288 494	26,0
2	ქუთაისი	186 300	456 300 000	115 200 000	25,2	82 545	20 750	25,1
3	ბათუმი	180 000	423 412 843	107 880 926	25,0	78 437	20 869	27,0
4	გორი	54 700	279 958 365	77 512 183	28,0	54 290	15 239	28,0
5	ახალციხე	18 500	259 449 715	64 593 912	25,0	49 716	12 478	25,0
6	ზუგდიდი	75 500	191 699 017	70 232 556	36,6	35 279	13 760	39,0
7	თელავი	21 800	137 907 634	38 452 745	28,0	26 643	7 568	28,0

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს მხოლოდ ქ.თბილისის შენობების სექტორში შეიძლება ყოველწლიურად დაიზოგოს 1 491 580 995 კვტ.სთ ენერჯია, რაც საბაზისო ენერგომომხმარებლის (5 900 107 124 კვტ.სთ/წლ) 25%-ს შეადგენს. შესაბამისად, ყოველწლიურად 288 494 ტონით შეიძლება შემცირდეს ნახშირორქანის ემისია, რაც საბაზისო ემისიის (1 118 817 ტ/წლ) 26%-ია.

ენერგოეფექტური ღონისძიებების განხორციელება, მდგრადი, უსაფრთხო და კონკურენტუნარიანი ენერგომომარაგების საკითხებთან დაკავშირებული გამოწვევების გადაჭრა და ენერგეტიკული რესურსების რაციონალურად გამოყენება განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოსათვის, როგორც იმპორტირებულ ენერგორესურსებზე ორიენტირებულ და უადრესად გამწვავებული ეკოლოგიური სიტუაციის მქონე ქვეყნისათვის [9].

ენერჯის დაზოგვა დადებითად აისახება ეკონომიკურ ზრდაზე და შეამცირებს გარემოზე უარყოფით ზემოქმედებას. ეს ემპირიული მტკიცებულება გულისხმობს, რომ მსოფლიო ქვეყნების ნაციონალურმა ეკონომიკურმა სისტემებმა ერთდროულად უნდა განახორციელონ ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების გატარება, რომლებიც მიიღწევა ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესებით.

ლიტერატურა

1. თჯიშკარიანი, ხარაბიძე. ნახშირორჟანგის ემისია საქართველოს ელექტროგენერაციის სექტორში. /საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, №4(470), 2017. თბილისი. გვ.27-31.
2. ხარაბიძე, ნჯავშანაშვილი, თჯიშკარიანი. ნახშირორჟანგის (CO₂) ემისიის შემცირების მეთოდები ენერგეტიკაში. /საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“. USAID – ენერგეტიკის სექტორის შესაძლებლობების გაუმჯობესების პროექტი. /მოხსენებათა კრებული. 2015 წლის 24-25 ოქტომბერი, ქუთაისი, გვ. 91-94.
3. Jishkariani M. Electricity Tariffs in Georgia. Warsaw, Poland: World Science 2019, 9(49), Vol.1, pp. 20-22. doi:10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697.
4. Jishkariani M. Criteria for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Transport. Georgian Technical University Proceedings #3(521), pp.59-68. 2021. Retrieved from <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68>;
5. Jishkariani, M., Dvalishvili, N., Kurakhchishvili, L. Evaluation of Calorific of Municipal Solid Waste (MSW). In: Ghosh, S. (eds) Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies. Singapore: Springer, pp.263–265. 2020. doi.org /10.1007/978-981-13-7071-7_23.
6. Jishkariani, M., Gosh, S., Didbaridze, K. Energy and Economic Indicators Influencing Circular Economy in Georgia. Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective. Singapore: Springer, 2021, pp. 331–358. doi.org/10.1007/978-981-16-0913-8_11.
7. Jishkariani M., Pitskhelauri M. Multi-Factor Assessment of the Motivation, Complexity and Benefits of Implementing an Energy Management System. Georgian Technical University #3(525), 2022, pp. 105-116. <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-3-105-116>. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/363851709_Multi-Factor_Assessment_of_the_Motivation_-_Complexity_and_Benefits_of_Implementing_an_Energy_Management_System.
8. Hasan Ziaul, Mohammad Hassan r., Jishkariani Maka. Machine Learning and Data Mining Methods for Cyber Security: A Survey. Mesopotamian journal of Cybersecurity Vol.2022, pp. 47–56. ISSN: 2958-6542. <https://doi.org/10.58496/MJCS/2022/006>. https://www.researchgate.net/publication/367296862_Machine_Learning_and_Data_Mining_Methods_for_Cyber_Security_A_Survey_ARTICLEINFO.
9. Pitskhelauri, M., Jishkariani, M. Energy Management Systems (Enms) Reforms of Georgia. Journal of Energy Engineering and Thermodynamics (JEET), №3(01), 2023, pp. 38–45. doi.org/10.55529/jeet.31.38.45. https://www.researchgate.net/publication/368470654_Energy_Management_Systems_Enms_Reforms_of_Georgia.

SUMMARY

ENERGY EFFICIENCY- THE NEW REALITY OF ENERGY

Jishkariani M.N. and Jishkariani T.S.

Georgian Technical University

Georgia, as a signatory country of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC-Paris, 2015), undertook to reduce the emission of carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere by 20-25% by 2030 based on the implementation of energy-saving measures. In order to achieve this goal, it is necessary to minimize the share of organic heating consumed in the energy, industrial, household, construction, and transport sectors, to introduce innovative high-efficiency technologies, to implement energy-efficient measures in practice, to effectively use local heating and energy resources, renewable energy sources and alternative heating, and to carry out scientific research and Immediate start of trial and construction works.

Keywords: Energy Efficiency, Carbon Dioxide Emission, Carbon Emission Factor, Thermal Indicators of Fuel.

საყოფაცხოვრებო გაზის გაშენვის აღმოსაჩენი დეტექტორის გამოცდის
მეტროლოგიური სტენდი

ეპიტაშვილი ი.ზ., მახაშვილი ქ.ა., იაშვილი ნ.გ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია

მიუხედავად ბუნებრივი გაზის საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენების კომფორტულობისა და სარგებლიანობისა, მას თან ახლავს მეტად მნიშვნელოვანი უარყოფითი მხარეც: საცხოვრებელ ბინაში ბუნებრივი საყოფაცხოვრებო გაზის (მეთანი) შესაძლო გაჟონვა და დაგროვება, რასაც მოჰყვება აფეთქება და შენობის ნგრევა, ხოლო ტოქსიკური გაზის (CO) გაჟონვის და დაგროვებისას ხდება ადამიანთა მოწამვლა. ასეთ დროს მატერიალური ზარალის გარდა მოსალოდნელია ადამიანთა მსხვერპლიც [1,2].

ბუნებრივი და მსუთავი გაზებით გამოწვეული აფეთქებების და მოწამვლის დროს დაშავებულთა და გარდაცვლილთა რიცხვი წლიდან წლამდე იზრდება.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული ნათლად ადასტურებს თუ რამდენად აქტუალური და აუცილებელია გაზის მოწყობილობების სწორი მონტაჟი და ექსპლუატაცია, რაც მთავარია გაზჭურის, წყლის გასაცხელებლად და ბინის გასათბობად გაზის დანადგარის გამოყენების წესების ცოდნა და მათი უპირობო დაცვა. უბედური შემთხვევების უმრავლესობის გამომწვევის მიზეზია გაზის დანადგარების და მოწყობილობების არასწორი მონტაჟი და არასწორი ექსპლუატაცია. ეს კი თავის მხრივ განპირობებულია ბუნებრივი გაზის მოხმარების უსართოების წესების არცოდნით და მათი უგულებელყოფით.

სწორედ საყოფაცხოვრებო გაზის უსაფრთხოდ მოხმარებისთვის არის განკუთვნილი საცხოვრებელ ბინებში გაზის გაჟონვის სიგნალიზატორები (დეტექტორები), მოწყობილობები და მონიტორინგის სისტემები. მათი გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც თვით ეს მოწყობილობები შეესაბამებიან არსებულ სტანდარტებს და ტექნიკურ რეგლამენტებს. ეს კი ნიშნავს, რომ აუცილებელია მათი შემოწმება, კალიბრება, დამოწმება, მონტაჟი, გამართვა და სწორი ექსპლუატაცია.

უნდა ითქვას, რომ გაზის სიგნალიზატორების და დეტექტორების შემოწმება, კალიბრება და დამოწმება მეტად რთული პროცესია, რომელიც შედგება სხვადასხვა ოპერაციისაგან. ცხადია, გასათვალისწინებელია ისეთი ფაქტორები, როგორცაა წნევა, ტენიანობა და ტემპერატურა. გაზის სიგნალიზატორების და დეტექტორების გამოსაცდელი სტენდის საერთო ხედი მოტანილია ნახ.1-ზე.



ნახ. 1. გაზის დეტექტორების შემოწმების სტენდის საერთო ხედი

გაზის გაჟონვის აღმოსაჩენი და გაზის იდენტიფიცირების მოწყობილობის შექმნა შეუძლებელია გარკვეული ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარების გარეშე. დღეისათვის არ არსებობს უნივერსალური სტენდი, რომელიც გამოდგება ყველა

სახის, დანიშნულების და ტიპის სიგნალიზატორებისა და დეტექტორებისათვის. ამიტომ, თითქმის ყველა კვლევითი ორგანიზაცია და მოწყობილობების დამამზადებელი ქარხანა იძულებული არიან დაამუშავონ და დაამზადონ მხოლოდ მათთვის აუცილებელი და მათ პირობებს მორგებული მეტროლოგიური სტენდები. აქედან გამომდინარე, ჩვენ მიერ დამუშავებული დეტექტორისთვის აუცილებელი გახდა მეტროლოგიური ლაბორატორიული სტენდის შექმნა. ექსპერიმენტული მეტროლოგიური სტენდის მთავარი დანიშნულებაა სტუ-ს ავტომატიზაციის სამეცნიერო-კვლევით ცენტრში დამუშავებული და დამზადებული გაზის ახალი დეტექტორის ძირითადი ტექნიკური პარამეტრების შემოწმება და მეტროლოგიურ პარამეტრების დადგენა. ასევე აუცილებელია ექსპერიმენტული სტენდისადმი ძირითადი ტექნიკური მოთხოვნების ჩამოყალიბება. შემოთავაზებული ახალი, ინოვაციური დეტექტორის ფუნქციები და პარამეტრები განისაზღვრება მოქმედი ევროპული EN 50194 და EN 50291 სტანდარტების მიხედვით. ამიტომ, ამ სტანდარტებით გათვალისწინებული გამოცდები განსაზღვრავენ ექსპერიმენტული სტენდისადმი ძირითად ტექნიკურ მოთხოვნებს [3,4].

ახალი ექსპერიმენტული საგამოცდო სტენდის დამზადებამდე, ჩვენ მიერ შესრულებული იყო შემდეგი სამუშაოები:

- არსებული, ანალოგიური საგამოცდო სტენდების დადებითი და უარყოფითი მხარეების ანალიზი;
- კონკრეტული მეტროლოგიურ სტენდისადმი წაყენებული ტექნიკური მოთხოვნების ჩამოყალიბება;
- მეტროლოგიური სტენდის ფუნქციების განსაზღვრა;
- სტენდის სტრუქტურული და ფუნქციონალური სქემების დამუშავება;
- სტენდის კონსტრუქციული და მექანიკური ნახაზების დამუშავება;
- შესაძენი ნაწილების მასალების და მაკომპლექტებელი ნაწილების ჩამონათვალის შედგენა და კომპლექტაცია.

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია აშშ-ს ერთ-ერთი კვლევითი ინსტიტუტის ლაბორატორიული სტენდი.



ნახ.2. ერთ-ერთი სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ლაბორატორიული სტენდი

მხოლოდ ამ სამუშაოების შესრულების შემდეგ გახდა შესაძლებელი სტენდის ლაბორატორიული მოქმედი ნიმუშის დამზადება.

ზოგადად, მეტროლოგიური სტენდი განკუთვნილია გაზოანალიზატორების, გაზის სიგნალიზატორების და გაზის გაუონვის მონიტორინგის სისტემების შემოწმების, კალიბრების და დამოწმებისათვის. ეს ხდება შესამოწმებელი ხელსაწყოების მგრძობობარე ელემენტზე გაზის მოცულობითი წილის ერთეულის ან გაზის კონცენტრაციის მიზნობრივი კომპონენტების მიწოდებით [4,5].

სტენდზე შემოწმების პროცესი შეიძლება განხორციელდეს:

- ხელის რეჟიმში, სადაც ხდება გაზის ბალონების საშუალებით შესამოწმებელი გაზის ნაერთის მიწოდება მოწყობილობების მგრძობობარე ელემენტზე;
- ავტომატურ რეჟიმში, გაზის ნაერთების მიწოდება გენერატორის გამოყენებით.

ჩვეულებრივი მეტროლოგიური სტენდი შედგება გაზის ნაერთების კომპუტაციის დგამისაგან, გამწოვი კარადისაგან და სამუშაო ადგილისაგან [6,7].

სტენდის ფუნქციონალურ თავისებურებებს შეადგენს:

- შემოწმებისა და კალიბრების ავტომატური/ ან ნახევრად ავტომატური პროცესი;
- გაზის ნაერთების ბალონებიდან პირდაპირი მიწოდებით ყოველგვარი შუალედური კომპუტაციის გარეშე;
- შემოწმების შედეგების (პროტოკოლის) ფორმირება და ბეჭდვა;
- შემოწმების შესახებ მონაცემების გადაცემის შესაძლებლობა;



ნახ. 2. გაზის გაუონვის დეტექტორის გამოცდის სტენდი (სტუ-ს ავტომატიზაციის ცენტრში დამზადებული)

ამრიგად, დამზადებული სტენდის საშუალებით შესაძლებელია ჩატარებული გამოცდის შედეგების გამოტანა სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის კომპიუტერის მონიტორზე და შესაბამისი ოქმის მომზადება.

ლიტერატურა

1. ფრანგიშვილი ა., იაშვილი ნ., ხუტაშვილი ი. გაზის მომხმარებლის უსაფრთხოების სისტემა. –თბილისი. //ბიზნეს-ინჟინერინგი, 2020, №1-2, გვ. 99-101.
2. იაშვილი ნ. ბუნებრივი აირის გაუონვის პრობლემებისადმი სისტემური მიდგომის შესახებ. // მართვის ავტომატიზებული სისტემები, 2017, №1(23), გვ.138-144.
3. ზედგენიძე ი. სერტიფიკაცია შესავალი სპეციალობაში (სახელმძღვანელო). -თბილისი, სტუ, 1999, 105 გვ.
4. Гиндикин А., Левбарг Е. и др. Испытания и сертификация газоанализаторов и газосигнализаторов в Украине. –Тбилиси, /I международная научно-техническая конференция «Современные проблемы энергетики и пути их решения» 2019, сс.3
5. Смирнов Ю.А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. –Москва, Лань, 2021, 252 с.
6. Мишин В.М. Метрология. Стандартизация. Сертификация. –Москва, ЮНИТИ-ДАНА, 2017, 447 с.

SUMMARY

METROLOGICAL STAND FOR TESTING A HOUSEHOLD GAS LEAK DETECTOR

Epitashvili I.Z., Makhashvili K.A. and Iashvili N.G.

Georgian Technical University

Engineering Academy of Georgia

Gas alarms and detectors are designed to detect leaks and identify household gas in residential buildings and buildings. Gas detectors must comply with current standards and regulations, which must be confirmed by a certificate. A gas detector certificate of conformity is issued after testing, calibration, and verification of the devices.

Keywords: Detector testing. Metrological stand. Domestic gas. Verification method. Certificate of conformity.

საქოფაცხოვრებო ბაზის ბაჟონვის აღმოსაჩენი ხელსაწყოთა სერტიფიკაციის სერტიფიკაციის შესახებ

მანაშვილი ქა., ეპიტაშვილი ი.ზ., იაშვილი ნ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია

შესავალი.

ახალი გამზომ-საკონტროლო ხელსაწყოთა და მოწყობილობის დამუშავებისა და შემდეგ მისი სერიული წარმოების ლოგიკურ სტადიას წარმოადგენს მისი სერტიფიცირება, რომლითაც დასტურდება მოწყობილობის შესაბამისობა გარკვეული ტექნიკური რეგლამენტისადმი, მაგალითად, ქვეყანაში მოქმედი სახელმწიფო და საერთაშორისო სტანდარტებისადმი.

ზოგადად, ხელსაწყოთა (მოწყობილობის) სერტიფიცირება წარმოადგენს მისი ხარისხისა და უსაფრთხოების შესაბამისობის დადასტურებას ამ ტიპის პროდუქციისათვის დაწესებული კონკრეტული მოთხოვნებისადმი. ასეთი პროცედურის ჩატარება შეუძლია მხოლოდ მწარმოებლისაგან და მომხმარებლისაგან დამოუკიდებელ სპეციალიზებულ სასერტიფიკაციო ორგანიზაციას, რომელსაც მინიჭებული აქვს შესაბამისი უფლებამოსილება ჩატაროს გამოცდები და ტექნიკური რეგლამენტის (სახელმწიფო სტანდარტის) ყველა მოთხოვნის დაკმაყოფილების შემთხვევაში გასცეს შესაბამისობის სერტიფიკატი.

სტუ-ს ავტომატიზაციის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრში შექმნილი მანვე გაზომვის გაუნვის აღმოჩენისა და იდენტიფიცირების ახალი, ინოვაციური მოწყობილობა – გაზომვის დეტექტორი, წინასწარი ლაბორატორიული გამოცდების შედეგებით ძირითადად აკმაყოფილებს დღეისათვის ევროპაში მოქმედ ორ რეგიონალურ საერთაშორისო სტანდარტების EN 50194 და EN 50291-ის მოთხოვნებს.

ძირითადი ნაწილი.

გაზომვის დეტექტორის შექმნის პროცესში გამოირკვა, რომ ჩვენ ქვეყანაში და ასევე მეზობელ ქვეყნებში არ არსებობს გაზომვის დეტექტორების სერტიფიცირების სპეციალური ორგანოები, ამიტომ იძულებული გახდით ასეთი დაწესებულება მოგვეძებნა ევროპაში.

მთავარი მიზეზი თუ რატომ არ ფუნქციონირებს ჩვენთან მასერტიფიცირებელი ორგანო არის ის რომ არ არსებობს ლაბორატორია რომელიც აღჭურვილი იქნება საჭირო გამზომ-საკონტროლო ციფრული ხელსაწყოებით და შესაბამისად ტესტირების სპეციალური მეტროლოგიური სტენდით [1,2]. ჩინეთიდან და თურქეთიდან ჩვენთან შემოტანილი გაზომვის დეტექტორები არ შეესაბამებიან საერთაშორისო ევროპულ დონეს და მათ პასპორტებში არც კი არის მითითებული თუ რა სახის სერტიფიკატები გააჩნია მათ ხელსაწყოებს.

სტუ-ში დამზადებული იქნა ათი ცალი გაზომვის გაუნვის აღმოსაჩენი დეტექტორი უკრაინული ორგანიზაციის – სახელმწიფო „უკრმეტატესტანდარტის“ სამეცნიერო საგამოცდო ცენტრში გასაგზავნად.

აღნიშნული უკრაინული ორგანიზაცია აკრედიტებულია საერთაშორისო სტანდარტით ISO/IEC 17065, ხოლო მისი ლაბორატორია და საგამოცდო სამსახური აკრედიტებულია ISO/IEC 17025 სტანდარტით [3]. მაგრამ ცნობილმა ობიექტურმა გარემოებებმა (ჯერ კოვიდის ეპიდემიამ, შემდეგ კი უკრაინაში მიმდინარე ომმა) ჩაშალა ჩვენ მიერ დაგეგმილი პროცესი.

სერტიფიცირების ობიექტები იყოფა ორ ჯგუფად: ობიექტები სავალდებულო სერტიფიცირებით და ობიექტები ნებაყოფლობითი სერტიფიცირებით [4,5]. ცხადია, რომ სერიულად წარმოებული გაზომვის აღმომჩენი ხელსაწყოები და მათი ტექნიკური

მომსახურება და რემონტი განეკუთვნება სავალდებულო სერტიფიცირების ობიექტებს. სხვანაირად, რომ ითქვას ჩვენ მიერ შექმნილმა ახალმა ინოვაციურმა მოწყობილობამ აუცილებლად უნდა გაიაროს სერტიფიცირების პროცესი. ასევე სერტიფიცირებას ექვემდებარება გაზის დეტექტორის ტექნიკური მომსახურებაც [6,7].

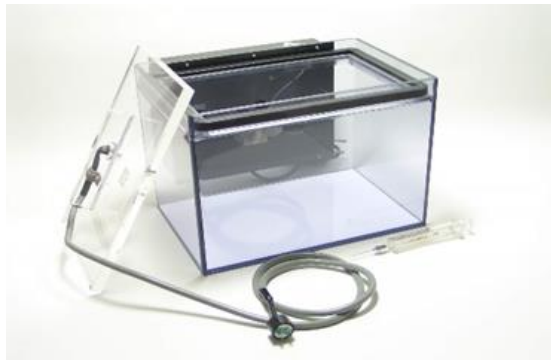
იმის გამო გაზის დეტექტორები წარმოადგენს გამზომ-საკონტროლო ტექნიკის საშუალებებს, აუცილებელია მათი ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლების შეფასება. ამ მოწყობილობებს წაყენებათ მთელი რიგი მოთხოვნები. მათ შორის

- გაზომვის მექანიკური, ელექტრომაგნიტური და კლიმატური პირობები;
- გაზომვის დასაშვები ცდომილება;
- დეტექტორის კონსტრუქციის შემოწმება;
- მოთხოვნები მოწყობილობის გამომავალი სიგნალებისადმი;
- საექსპლუატაციო დოკუმენტების სრული კომპლექტის არსებობა.

ეს ჩამონათვალი შეიძლება დაზუსტდეს და მას დაემატოს სპეციალური მოთხოვნები, რომლებსაც შეიცავს საერთაშორისო თუ ეროვნული მოქმედი სახელმწიფო სტანდარტები და ტექნიკური რეგლამენტები [8].

გაზის დეტექტორის შექმნისას, გამოირკვა, რომ არსებული მეტროლოგიური სტენდები ვერ უზრუნველყოფენ მოქმედი საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად მოწყობილობის შემოწმებასა და მის გამოცდას. ამის გამო მიღებული იქნა გადაწყვეტილება დაგვეშევაინა და დაგვეზადებინა სპეციალური საგამოცდო ლაბორატორიული სტენდი.

სწორედ აღნიშნულ ლაბორატორიულ სტენდზე, ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა გაზის დეტექტორის შემოწმება და გამოცდა ევროპული სტანდარტების ძირითადი მუხლების მიხედვით. გარდა ამისა, ჩვენ მიერ გამოყენებული იქნა იაპონური კომპანია „ფიგაროს“ საგამოცდო კამერაც (ნახ.1).



ნახ.1. იაპონური კომპანია „ფიგაროს“ გამოსაცდელი კამერა

იაპონური გამოსაცდელი კამერის ძირითადი მახასიათებლები მოტანილია ცხრილში.

იაპონური გამოსაცდელი კამერის ძირითადი მახასიათებლები

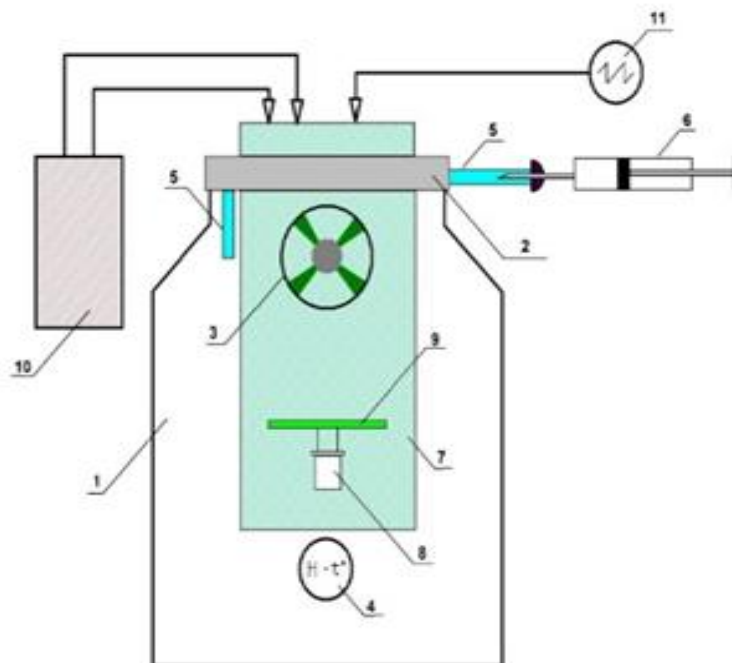
მახასიათებელი	მნიშვნელობა
კამერის ტევადობა, მლ	5 400
ელექტრული კვება, ვოლტი	200
მოხმარებული სიმძლავრე, ვატი	10
მასა, კგ	2,2
გაბარიტული ზომები, მმ	235x180x210

ორ საგამოცდო კამერაზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს, რომ ახალი დეტექტორები ძირითადად აკმაყოფილებენ მოქმედ რეგიონალური (ევროპული) საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებს. მაგრამ აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ევროპული სტანდარტების ზოგიერთი მუხლის ტესტირება ჩვენ სტენდზე ვერ მოვახერხეთ.

გარდა ათი ცალი საცდელი მოწყობილობის დამზადებისას ჩვენთვის მეტად მნიშვნელოვანი იყო სერტიფიცირების თანმხლები და აუცილებელი დოკუმენტების მომზადება ჯერ ქართულ, შემდეგ კი რუსულ და ინგლისურ ენებზე.

აქვე უნდა ითქვას, რომ სერტიფიცირება ხანგრძლივი პროცესია და მას სჭირდება მინიმუმ 6–8 თვე. მოითხოვება მოწყობილობის ტესტირება მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში და რეალურ პირობებში. აუცილებელია დადგინდეს გარემოს ტემპერატურისა და ტენიანობის გავლენა გაზის დეტექტორის მუშაობაზე, მოხდეს გაზის ნაკადის სხვადასხვა სიჩქარით მიწოდება ხელსაწყოზე, ხელსაწყოს რეაგირება სხვა გაზებზე და სხვა.

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია სტუ-ს ავტომატიზაციის ცენტრში დამუშავებული და დამზადებული ლაბორატორიული საგამოცდო სტენდი.



ნახ. 2. გაზის დეტექტორის გამოსაცდელი ახალი სტენდის სტრუქტურა

1. ჭურჭელი, 2. სახურავი, 3. ვენტილატორი, 4. თერმომეტრის და ფსიხრომეტრის კომბინირებული ხელსაწყო, 5. შესამოწმებელი გაზის მიწოდების მილი, 6. შპრიცი, 7. გამზომი სქემა 8.სენსორი, 9. ხაზოვანი გარდამქმნელი, 10. კვების ბლოკი, 11. ციფრული ოსცილოგრაფი

დასკვნა.

გაზის გაუნვის აღმოსაჩენი და გაზების იდენტიფიცირების მოწყობილობა – გაზის დეტექტორის სერტიფიცირება, განსაზღვრავს მომხმარებლის ნდობას გარკვეული კონკრეტული მოწყობილობის მიმართ და განაპირობებს მის უპირატესობას ბაზარზე არსებული მსგავსი დანიშნულების ხელსაწყოებზე.

აუცილებელია ხაზი გაესვას იმ გარემოებას, რომ ხელსაწყოს სერტიფიცირება უყადლო არ არის [4,5]. მაგალითად სერიულ დეტექტორზე გაცემული საერთაშორისო

სერტიფიკატს უმრავლეს შემთხვევაში აქვს ორი წლის ვადა, ხოლო თუ ამავე დროს თვით ხელსაწყოს დამამზადებელ ქარხანა გაივლის შესაბამის ატესტაციას მაშინ სერტიფიკატის მოქმედების ვადა სამ წლამდე გაიზრდება. ეს თავის მხრივ მიუთითებს, რომ გამზომი-საკონტროლო ხელსაწყოები ექვემდებარებიან პერიოდულ სავალდებულო შემოწმებას, გამოცდასა და სერტიფიცირებას.

ლიტერატურა

1. იაშვილი ნ. ბუნებრივი აირის გაჟონვის პრობლემებისადმი სისტემური მოდგომის შესახებ. //მართვის ავტომატიზებული სისტემები, 2017, №1(23), გვ. 138-144
2. ფრანგიშვილი ა., იაშვილი ნ., ხუტაშვილი ი. გაზის მომხმარებლის უსაფრთხოების სისტემა. –თბილისი, //ბიზნეს-ინჟინერინგი, 2020, №1-2, გვ. 99-101.
3. Гиндикин А., Левбарг Е. и др. Испытания и сертификация газоанализаторов и газосигнализаторов в Украине. –Тбилиси, /I международная научно-техническая конференция «Современные проблемы энергетики и пути их решения» 2019.
4. ბალიაშვილი მ., მენაბდე თ. სერტიფიცირება (დამხმარე სახელმძღვანელო). -თბილისი, სტუ, 2006, 85 გვ.
5. ზედგენიძე ი. სერტიფიკაცია შესავალი სპეციალობაში (სახელმძღვანელო), -თბილისი, სტუ, 1999, 105 გვ.
6. Смирнов Ю.А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. –Москва, Лань, 2021, 252 с.
7. Сергеев А.В., Терегеря В.А. Сертификация. -Москва, Юрайт,, 2023, 203 с.
8. Мишин В.М. Метрология. Стандартизация. Сертификация. –Москва, ЮНИТИ-ДАНА, 2017, 447 с.

SUMMARY

ABOUT THE INTERNATIONAL CERTIFICATION OF THE HOUSEHOLD GAS LEAK DETECTION DEVICE

Makhashvili K.A., Epitashvili I.Z. and Iashvili N.G.
Georgian Technical University

Engineering Academy of Georgia

Certification is the logical conclusion of the process of creating a new measuring and control device. Certification of the device confirms its compliance with current technical regulations and standards. The gas detector, designed and manufactured by us, mainly complies with the requirements of European standards EN 50194 and EN 50291.

Keywords: domestic gas, gas detector, certification, device testing, metrological stand.

დეცენტრალიზებული წყლის მიწოდების სისტემები მდგრადი და საიმედო წყალმომარაგებისთვის

ჩიტიაშვილი გ.ბ., ცინაძე ზ.ო.

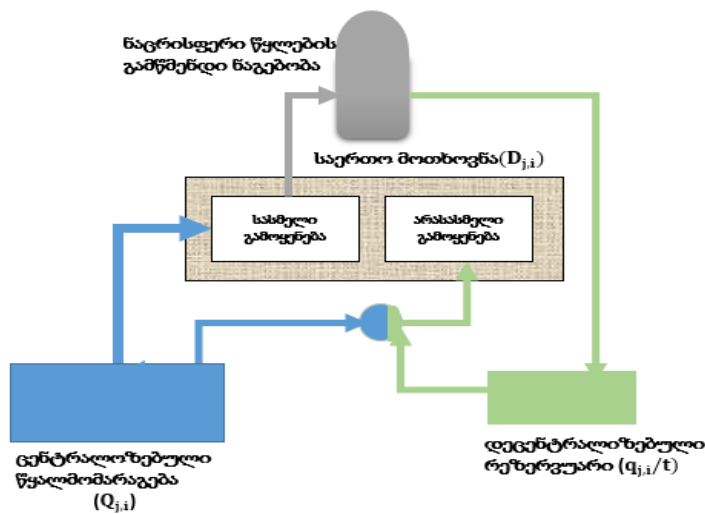
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. შესავალი

წყალი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს გარემოს კეთილდღეობაში. წყლის ხარისხი ერთ-ერთი ყველაზე დიდი გამოწვევაა წყალმომარაგების მენეჯმენტში, განსაკუთრებით მშრალ რეგიონებში. კლიმატის ცვლილების გამო მაღალი ტემპურატურა იწვევს წყლის ციკლის დისბალანსს, რაც იწვევს წყლის მიწოდების წყაროების შემცირებას და მოთხოვნილების ზრდას [1]. წყლის წყაროდან მოხმარების წერტილამდე მიწოდებაში მნიშვნელოვანია ინფრასტრუქტურა, რომელიც უარესდება დაძველებისა და არასაკმარისი ინვესტიციების გამო.

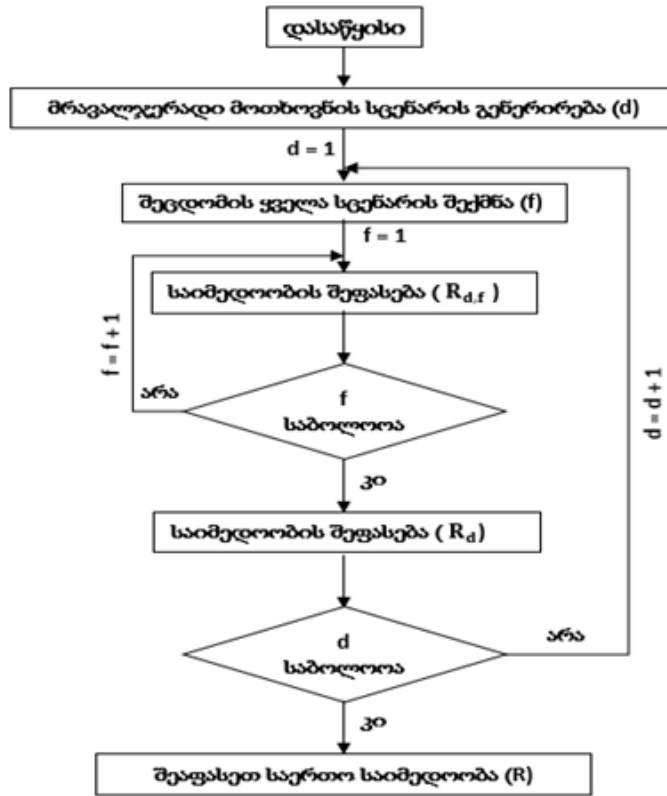
წყალმომარაგების მენეჯერებმა უნდა შეიმუშაონ მდგრადი და საიმედო ალტერნატიული წყარო, ხოლო წყალმომარაგების ინფრასტრუქტურა უფრო ჭკვიანი და ელასტიური გახადონ. ერთ-ერთი ასეთი ალტერნატიული წყაროა ნაცრისფერი წყლები, რომელიც ხელმისაწვდომია უშუალოდ მოხმარების ადგილზე. ნაცრისფერი წყალი არის საყოფაცხოვრებო ან სამრეწველო ჩამდინარე წყლები [2]. სათანადო დამუშავების შემთხვევაში, ნაცრისფერი წყალი შეიძლება გამოყენებულ იქნას სარწყავად და სამრეცხაოდ რაც შეადგენს ჩვეულებრივი შიდა სუფთა წყლის მოხმარების 45%-ზე მეტს [3]. სტატიაში განხილულია ჩამდინარე წყლების ხელახალი გამოყენების შესაძლებლობა, რაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს წყალმომარაგების საიმედოობას.

საიმედოობის ანალიზისთვის განიხილება მიწოდების ორი სცენარი. პირველი არის საერთო სცენარი – „ცენტრალიზებული“ სცენარი, წყალი გროვდება მიწისზედა რეზერვუარებიდან, გადის სათანადო დამუშავებას, გადაიტუმბება სუფთა წყლის შესანახი რეზერვუარების შესავსებად და ნაწილდება მომხმარებლებზე შესაბამისი რაოდენობითა და ხარისხით. გამოყენებული წყალი გროვდება, გადაიტუმბება სხვა ცენტრალიზებულ გამწმენდ ნაგებობაში, სადაც ხდება გარკვეული დამაბინძურებლების მოცილება, ჩამდინარე წყლების ახლომდებარე წყლის ობიექტებში ჩაშვებამდე. მეორე არის ფუტურისტული მიწოდების სცენარი სახელწოდებით „დეცენტრალიზებული“, არსებული მუნიციპალური წყლის მარაგი ავსებს ადგილობრივი ჩამდინარე წყლების ხელახალი გამოყენების სისტემებს. ნავარაუდებია, რომ თითოეულ მოხმარების პუნქტს ექნება გამწმენდი ნაგებობა და გარკვეული შენახვის რეზერვუარი, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე 1.



სურათი 1. დეცენტრალიზებული მიწოდების სცენარი

ჩამდინარე წყლების ხელახალი გამოყენება არის კვლევის მზარდი სფერო ხარჯთეფექტური დამუშავების ტექნოლოგიების თვალსაზრისით, ის ნამდვილად იძენს პოპულარობას და განიხილება როგორც მდგრადი ალტერნატივა [4]. მიწოდების ამ ორი სცენარის საიმედოობა შეფასებულია ნახ. 2-ზე წარმოდგენილი მეთოდოლოგიის გამოყენებით [5].



სურათი 2. საიმედოობის რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდოლოგია

საიმედოობა თითოეულ მოთხოვნის სცენარში (R_d) ფასდება [6]-ში წარმოდგენილი მეთოდოლოგიის გამოყენებით. მოთხოვნის ზრდა დაემატა როგორც მშობელი მარყუჟი ჩაპონის [7] მეთოდს სანდოობის შესაფასებლად მონტე კარლოს სიმულაციური მიდგომის გამოყენებით. საიმედოობა გამოითვლება განტოლებით [8].

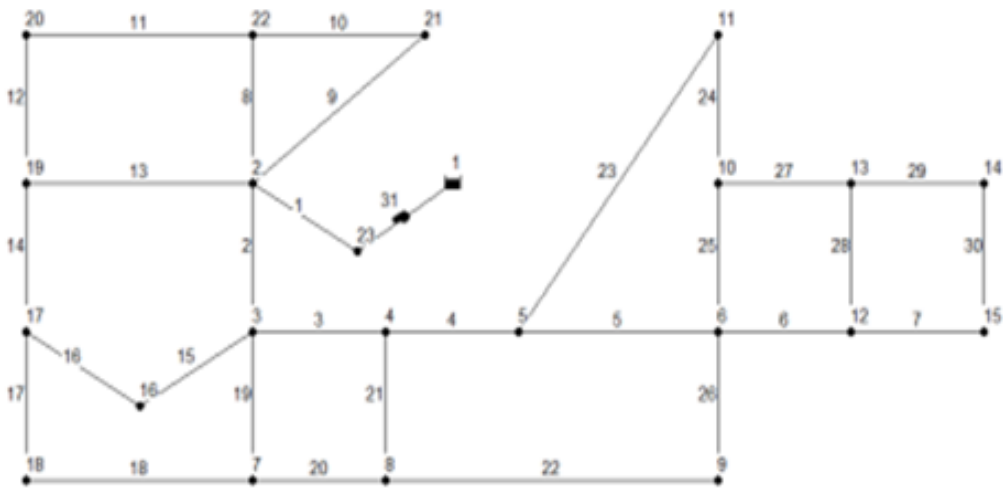
$$RR = \frac{1}{ND} \sum_{d=1}^{ND} \sum_{f=1}^{NS} \left(\frac{\sum_{j=1}^{NN} \sum_{i=1}^n Q_{i,j,f,d}}{\sum_{j=1}^n D_{j,i}} \cdot W_f \right) \quad (1)$$

სადაც, ND არის მოთხოვნის სცენარების რაოდენობა, d (100 ამ კვლევაში); NS არის მილსადენის ავარიის სცენარების რაოდენობა, f ; NN არის სისტემაში მოთხოვნის კვანძების (j) საერთო რაოდენობა; n არის დროის საფეხურების რაოდენობა (i) მოთხოვნის სქემაში; $Q_{(i,j,f,d)}$ არის ფაქტობრივი ნაკადი, რომელიც მიწოდებულია დროის i საფეხურზე, j კვანძზე, ავარიულ მდგომარეობაში f და მოთხოვნის d სცენარში; $D_{(j,i)}$ არის მოთხოვნა დროის საფეხურში i - კვანძში j ; W_f არის f წარუმატებლობის მდგომარეობის რეალიზაციის ალბათობა.

მილსადენის ყველა ავარია განიხილება, როგორც ავარიის შესაძლო სცენარი (f). ანალიზი ტარდება 24 საათიანი პერიოდის განმავლობაში, წყლის მაგისტრალის გაუმართაობის ინფორმაცია ავარიის ალბათობის შესაფასებლად (W_f) ადაპტირებულია [9]-დან. მოთხოვნისა და მილსადენის ბუნდოვანების პირობებში მიწოდებული

ფაქტობრივი ნაკადი ($Q_{i,j,d}$) გამოითვლება ფაქტობრივი წნევის მონაცემებზე დაყრდნობით, რომელიც მიღებულია EPANET-ისგან [10]. დეცენტრალიზებულ სცენარში, ყველა კვანძოვანი მოთხოვნა არ არის დაკმაყოფილებული ცენტრალიზებული მიწოდებით შესაბამისად, ფაქტობრივი ნაკადი არის $Q_{i,j,d}$ -ის და დაბრუნებული წყლის ნაკადის ჯამი ადგილზე რეზერვუარიდან.

აღწერილი მეთოდოლოგია გამოიყენება საორიენტაციო წყალმომარაგების ქსელზე, წარმოდგენილი კვლევის პიპოთეზის შესამოწმებლად. ანალიზისთვის შერჩეული საორიენტაციო ქსელი, როგორც ნაჩვენებია სურ. 3-ზე, არის სამხრეთ კორეაში Go Yang ქსელის ადაპტირებული ვერსია [11]. საორიენტაციო ქსელი შედგება 23 კვანძისგან, 31 მილისა და ცხრა მარყუქისგან და ემსახურება ტუმბო (ფიქსირებული სიმძლავრით 4,52 კვტ) მიერთებული აგზთან 71 მ ფიქსირებული დაწნევით. საორიენტაციო ქსელი განკუთვნილია მიღების დიამეტრისთვის, მინიმალური ხარჯების ოპტიმიზაციის გამოყენებით. შემუშავებულია სქემა, ტიპური არსებული წყალმომარაგების სისტემისათვის [12].



სურათი 3. ნაჩვენებელი ქსელი, რომელიც გამოიყენება დემონსტრირებისთვის

დეცენტრალიზებული სცენარი აგებულია შემდეგი წესების საფუძველზე:

1. გამომუშავებული წყალი გაწმენდის შემდეგ იგზავნება ადგილობრივ წყალსაცავში.
2. დეცენტრალიზებული სისტემების მასის ბალანსის განტოლებები იწერება დროის ერთ საათიანი ინტერვალის ნამატებით.
3. დამუშავებული წყალი არასასმელი საჭიროებისთვის ცენტრალიზებულ მიწოდებაზე.
4. თითოეულ კვანძზე არასასმელ და სასმელ წყალზე დარჩენილი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად გამოიყენება ცენტრალიზებული ან არსებული მიწოდების სისტემა.

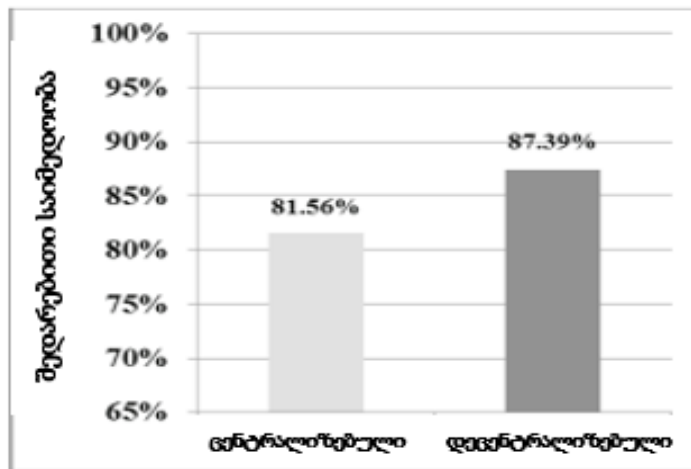
საიმედოობის შეფასება როგორც ცენტრალიზებული, ასევე დეცენტრალიზებული საბაზისო ხაზისთვის სრულდება 24 საათის განმავლობაში შემდეგი დაშვებების გამოყენებით:

მაქსიმალური პროცენტული მოხმარება (α), რომელიც შეიძლება დაკმაყოფილდეს გაწმენდილი ჩამდინარე წყლების გამოყენებით საკმარისი დამუშავების შემდეგ, არის 25% (მნიშვნელობა α -სთვის 0 პროცენტი წარმოადგენს არამეორადი გამოყენების სცენარს, ხოლო მნიშვნელობა 100% წარმოადგენს ხელახალი გამოყენების სცენარს). ტუალეტისთვის წყლის მოხმარების საშუალო მოთხოვნილება არის ოჯახის მოთხოვნილების 25%-ზე ოდნავ მეტი [12], ამიტომ α -ს საბაზისო სცენარში ვარაუდობენ 25%-ს.

დეცენტრალიზებული გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობა (γ) არის 75%, რაც ნიშნავს, რომ ობიექტზე წარმოქმნილი ყოველი 1 კუბური მეტრი ჩამდინარე წყლიდან იწარმოება 0,75 მ³ რეციკლირებული წყალი.

მილსადენის ავარიის ალბათობის შესაფასებლად ზრდის ტემპის სავარაუდო კოეფიციენტი (A) არის 0,075 [12].

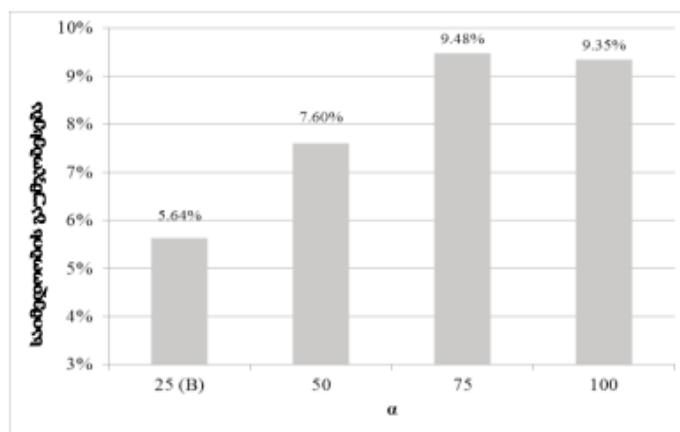
შედარებითი საიმედოობის ანალიზმა აჩვენა, რომ დეცენტრალიზებული სცენარისთვის მხოლოდ ცენტრალიზებულ სცენართან შედარებით, საიმედოობის აბსოლუტური გაუმჯობესება 5,83%-ით (სურ. 4) [13].



სურათი 4. საიმედოობის გაუმჯობესება საბაზისო სცენარისთვის

მიუხედავად იმისა, რომ დაფიქსირებული საიმედოობის გაუმჯობესება 5,83%-ით არის სპეციფიკური კვლევაში განხილული საორიენტაციო ქსელისთვის, იგი თითქმის ყოველთვის იქნება დადებითი, განტოლება (1).

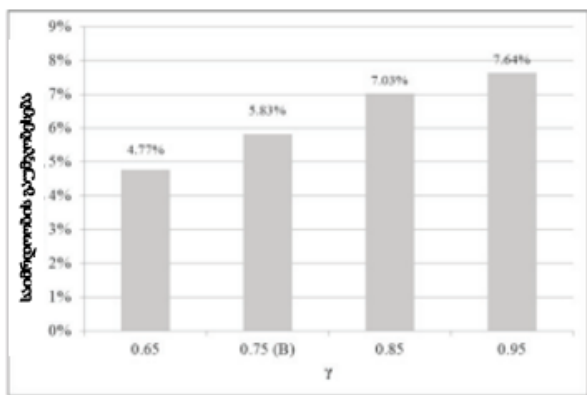
სურ. 5-ზე ნაჩვენებია საიმედოობის სავარაუდო გაუმჯობესება α -ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის. როგორც სურათი 5-დან ჩანს, საიმედოობის გაუმჯობესების მუდმივი ზრდა შეინიშნება, როდესაც იცვლება 25%-დან 75%-მდე, შემდეგ კი თითქმის უცვლელია, როდესაც აღფა 100%-ით სრულდება. „ $\alpha = 100\%$ “ შემთხვევა წარმოადგენს სასმელი წყლის ხელახალი გამოყენების სცენარს. საიმედოობის გაუმჯობესების მხოლოდ 9,35% შეინიშნება სასმელი წყლის ხელახალი გამოყენების სცენარში ცენტრალიზებული მიწოდების დეფიციტის გამო ზოგიერთ გაუმართავ მდგომარეობაში (f), და წყლის დანაკარგი დამოკიდებულია დამუშავების ეფექტურობაზე (Y) 24 საათიანი ციკლის ერთსაათიანი საფეხურების განმავლობაში. საიმედოობა გაუმჯობესებასა და ზოგადად აღფას შორის დაკვირვებული კავშირი ვარაუდობს, რომ მთლიანი მოთხოვნილების მეტი წილი, რომელიც შეიძლება დაკმაყოფილდეს რეკულტივირებული წყლით, არის მიწოდების საიმედოობა. თუმცა, აღმოჩნდა, რომ ეს არ შეესაბამება სინამდვილეს, როდესაც აღფა იზრდება 100%-მდე, რაც, როგორც ჩანს, ასეა, რადგან ამ შემთხვევაში ცენტრალიზებული მიწოდება იქნება შემზღვეველი ფაქტორი როცა შეუძლებელია საერთო მოთხოვნის დაკმაყოფილება [13].



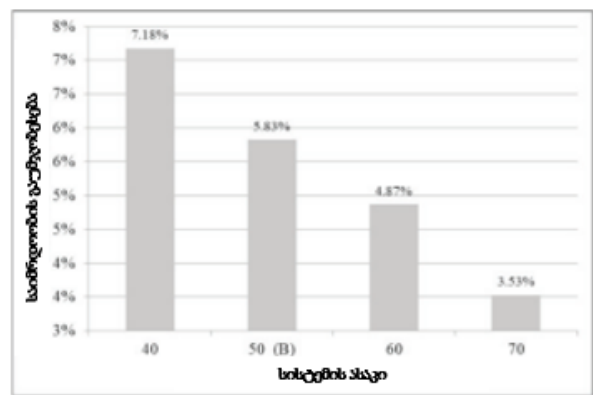
სურათი 5. საიმედოობის სავარაუდო გაუმჯობესება α -ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის

სურათი 6. ასახავს საიმედოობის გაუმჯობესებას, როდესაც გაწმენდის ეფექტურობა (Y), სისტემის ასაკი, დაწვევის დანაკარგის კოეფიციენტი (K) და შეფერხების ზრდის სიჩქარე (A) იცვლება [13].

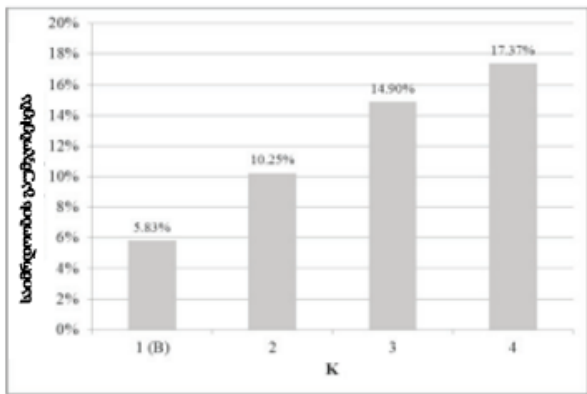
სურათი 6a-ს მიხედვით, საიმედოობის გაუმჯობესების უმნიშვნელო ზრდა გამას მატებასთან ერთად მიუთითებს იმაზე, რომ გაწმენდის ეფექტურობამ არ მოახდინა მნიშვნელოვანი განსხვავება დეცენტრალიზებული სისტემების სანდობაში. სურათები 6b და 6d მიუთითებს, რომ საიმედოობის გაუმჯობესება შემცირდა, როდესაც მილსადენის ავარიის ალბათობა იზრდება სისტემის დაძველების ან დაჩქარებული რღვევის ზრდის გამო. როგორც ჩანს სურათი 6c-დან, სტაბილური ზრდა შეინიშნება საიმედოობის გაუმჯობესებაში დაახლოებით 17%-მდე დაწვევის დანაკარგების კოეფიციენტის (K) ზრდით, რაც ვარაუდობს, რომ დეცენტრალიზებული სისტემების საიმედოობის ყველაზე დიდი მატება მოხდება მაშინ, როდესაც მილსადენები ძალიან უხეში გახდება, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ასაკით ან კოროზიით.



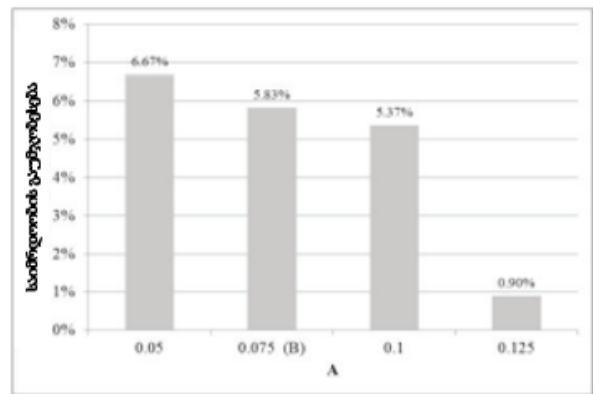
a. საიმედოობის საგარაუდო გაუმჯობესება Y - ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის



b. საიმედოობის საგარაუდო გაუმჯობესება სისტემის ასაკის სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის



c. საიმედოობის საგარაუდო გაუმჯობესება K - ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის



d. საიმედოობის საგარაუდო გაუმჯობესება A - ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის

სურათი 6. საიმედოობის საგარაუდო გაუმჯობესება დარჩენილი საგარაუდო პარამეტრებისთვის

ნაშრომში წარმოდგენილი კვლევის საფუძველზე შესწავლილია წყალმომარაგების გაზრდილი საიმედოობა დეცენტრალიზებული წყალმომარაგების გზით. საიმედოობის ყველაზე დიდი ზრდა დეცენტრალიზებული მიწოდების გამოყენებისას არის დაახლოებით 17%. საიმედოობის გაუმჯობესება ასევე გაიზარდა თითოეულ სცენარში, სადაც რეკულტივირებული წყალი შეიძლება გამოყენებულ იქნას უფრო მაღალი საყოფაცხოვრებო საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად და როდესაც გაუმჯობესებულია დამუშავების ეფექტურობა.

ლიტერატურა

1. Karl, T. R., Melillo, J. M. and Peterson, T. C. (Eds.). Global climate change impacts in the United States. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2009, 196 p.
2. Al-Jayyousi, O. R. Greywater reuse: Towards Tustainable Water Management. Desalination, 2003, 156(1-3), pp.181-192.
3. Liang, X. and Dijk, M. P. Economic and Financial Analysis of Decentralized Water recycling systems in Beijing. /3rd Switch Scientific Meeting, Belo Horizonte, Brazil, 2008.
4. Alfiya, Y., Damti, O., Stoler-Katz, A., Zoubi, A., Shaviv, A. and Friedler, E. Potential impacts of on-site greywater reuse in landscape irrigation. /Water Science and Technology, 2012, 65(4), pp.757-764.
5. Kim, J. H., Kim, T. G., Kim, J. H. and Yoon, Y. N.. A study on the pipe network system design using non-linear programming. //Journal of Korean Water Resources Association, 1994, 27(4), pp.59-67.
6. Дмитриев Д.В., Кораблев А.И., Медведев Г.П. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения. –Ленинград, Стройиздат, Глава 1(2,1), 1988, сс. 23-53.
7. Piratla, K. R. and Ariaratnam, S. T. Criticality Analysis of Water Distribution Pipelines. //Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice, 2011, 2(3), pp.91-101.
8. n.nacvliSvili, I. klimiaSvili, m. nacvliSvili, d. gurgeniZe. wyalmomaragebis da wyalarinebis safuZvlebi. - Tbilisi, teqnikuri universiteti, 2012, 372 gv..
9. Neelakantan, T. R., Suribabu, C. R. and Lingireddy, S. Optimisation procedure for pipe-sizing with break-repair and replacement economics. /Water SA, 2008,34(2), pp.217-224.
10. Piratla, K. R.. Investigation of sustainable and resilient design alternatives for water distribution networks. //Urban Water Journal, (ahead-of-print), 2015, pp. 1-14.
11. Ciaponi, C., Franchioli, L. and Papiri, S. Simplified Procedure for Water Distribution Networks Reliability Assessment. //Journal of Water Resources Planning and Management, 2012, pp.368-376.
12. Piratla, K. R. and Ariaratnam, S. T. Reliability based optimal design of water distribution networks considering life cycle components. //Urban Water Journal, 2012, 9(5), pp.305-316.
13. Goverdhanam, S. Decentralized water systems for sustainable and reliable supply (Master's Thesis). Clemson University, Clemson, SC, 2014.

SUMMARY

DECENTRALIZED WATER SYSTEMS FOR SUSTAINABLE AND RELIABLE WATER SUPPLY

Chitiashvili G.B. and Tsinadze Z.O.

Georgian Technical University

The water supply sector is under enormous pressure due to the increasing demand for water, caused by population growth and changing lifestyles, as well as the need for rational use of freshwater resources to protect them. Deterioration of water supply infrastructure makes it even more difficult to meet water needs. The combination of source and water supply issues contributed to the consideration of sustainable and reliable alternatives for future water supply management. On-site wastewater reuse is one such alternative that is growing in popularity due to its several sustainable advantages, such as affordability, energy savings, reduced freshwater demand, and less wastewater runoff. While researchers have explored various water treatment technologies that ensure the economic viability of water supplies, our article examines the study of increased water supply reliability when traditional water supplies are supplemented with on-site wastewater reuse. A powerful computational model is developed to quantify the reliability of traditional wastewater and local wastewater reuse systems in a given study area. Results showed that with local wastewater reuse systems, supply reliability increased by (17%). A one-way sensitivity analysis based on the results showed that the observed reliability improvement is sensitive to system age, pipeline internal wall thickness, treatment efficiency, and allowable use of reclaimed water. Additional research is needed to examine the significance of this increase in reliability, considering the life-cycle cost and energy impact of the on-site wastewater reuse alternative.

Keywords: reliability, water reuse systems, decentralized infrastructure systems.

კოქსის ჩანაცვლება სილიკომანგანუმის კაზმში თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირით

ქვეიშვილი გ.შ., ჯულუხიძე ა.გ., ჭუმბაძე მ.თ., სიგუა ლ.რ.

სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

ქანგეულების წარმოქმნის რეაქციის თავისუფალი ენერჯის ცვლილების დიაგრამაზე ნახშირქანგის (CO) წარმოქმნის თავისუფალი ენერჯია (ΔZ_{CO}) ტემპერატურის ზრდის შესაბამისად იზრდება, ამიტომ მისი მრუდი დიაგრამაზე გამოისახება აღმავალი ხაზით. ყველა სხვა ქანგეულების წარმოქმნის თავისუფალი ენერჯია (ΔZ_x) მცირდება ტემპერატურის გაზრდით და დიაგრამაზე გამოისახება დადმავალი ხაზით [1,2]. იქ სადაც CO-ის აღმავალი ხაზი გადაკვეთავს ნებისმიერი ქანგეულის დადმავალ ხაზს, აღმდგენელი ნახშირბადის ქანგეულის წარმოქმნის თავისუფალი ენერჯია უტოლდება აღსადგენი ელემენტის ქანგეულის წარმოქმნის რეაქციის თავისუფალ ენერჯიას, $\Delta Z_{CO} = \Delta Z_x$. გადაკვეთის წერტილის შესაბამის ტემპერატურაზე იწყება ნებისმიერი ელემენტის ქანგეულის აღდგენა ნახშირბადით, მაგრამ აღდგენის ინტენსიობა ძალიან დაბალია. ღუმელის რეაქციული ზონის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იზრდება ΔZ_{CO} და მცირდება ΔZ_x . ე.ი. აღნიშნული ტოლობა გადადის უტოლობაში, $\Delta Z_{CO} > \Delta Z_x$. რაც მეტია უტოლობის ხარისხი, მით მეტია ქანგეულების ნახშირბადით აღდგენის ინტენსიობა.

ასეთია ზოგადად მადანთერმულ ელექტროკალურ ღუმელში ქანგეულების აღდგენის თერმოდინამიკური და კინეტიკური სურათი. კოქსის ნაცვლად სილიკომანგანუმის კაზმში თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის გამოყენების დროს ღუმელში წარმოიქმნება და მოქმედებას იწყებს რამდენიმე ფაქტორი, რომლებიც დადებითად მოქმედებენ დნობის პროცესზე:

1. თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის ელექტროწინაღობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე კოქსის [3]. მაღალი წინაღობის კაზმზე მუშაობის დროს ღუმელის საკერძეზე არ ხდება დენის გადასვლა ელექტროდებიდან კაზმზე. ე.ი. აღვილი არ აქვს დენის გაბნევას ღუმელის ზედა ფენებში, დენი კონცენტრირდება ღუმელის ქვედა ნაწილში, რეაქციულ ზონაში და მის მახლობლად. ეს ააქტიურებს მამგანუმისა და სილიციუმის ქანგეულების აღდგენის ენდოთერმიულ პროცესს.

2. თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირი ღუმელში წარმოქმნის სილიკატურ წიდას Al_2O_3 -ის მაღალი შემცველობით. ასეთი წიდა ხასიათდება ღლიობის მაღალი ტემპერატურით, ე.ი. მაღალი იქნება მისი ფორმირების ტემპერატურაც. კვლევებმა ცხადყო, რომ წიდის ფორმირების მაღალი ტემპერატურა განაპირობებს ღუმელის რეაქციული ზონის წონასწორული ტემპერატურის ამაღლებას.

3. ტყიბულის ნახშირი წარმოადგენს ბუნებრივ მონოკაზმს. მასში შემავალი SiO_2 -ის უწვრილესი ნაწილაკები უშუალო კონტაქტშია ნახშირბადთან, რაც აადვილებს ამ ქანგეულის აღდგენას.

ამ სამი ფაქტორის ერთდროული მოქმედების შედეგად იზრდება ღუმელის რეაქციული ზონის წონასწორული ტემპერატურა და მისი აღდგენითი პოტენციალი.

თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის კარგი მეტალურგიული თვისებები არ აკნინებს კოქსის მნიშვნელობას, კოქსი არის უნივერსალური აღმდგენელი, რომელიც გამოიყენება მეტალურგიის ყველა დარგში, თუჯის მიღებიდან დაწყებული ნებისმიერი შენადნობის დნობით დამთავრებული. რაც შეეხება ტყიბულის ნახშირს, მისი გამოყენების არიალი შეზღუდულია. ტყიბულის ნახშირი ღუმელში წარმოქმნის სილიკატურ წიდას და ასეთი წიდის ქვეშ შეიძლება გამოდნეს მხოლოდ სილიციუმიანი შენადნობები, როგორცაა: სილიკომანგანუმი, სილიკოქრომი, სილიკოალუმინი და სხვა.

თუ შენადნობში სილიციუმის რაოდენობა შეზღუდულია სახელმწიფო სტანდარტით, აღმდგენლად ტყიბულის ნახშირს ვერ გამოვიყენებთ. ასეთი შენადნობებია: ფერომანგანუმი, ფეროქრომი, ფეროტიტანი და სხვა. ე.ი. სილიკომანგანუმის დნობის

დროს შესაძლებელია გამოვიყენოთ აღმდგენელად თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირი, ფერომანგანუმის დნობის დროს კი არა.

საქართველო არის მანგანუმის მწარმოებელი ქვეყანა. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა ადრე აღნობდა მხოლოდ ფერომანგანუმს, სილიკომანგანუმის დნობა დაიწყო მოგვიანებით. შემდეგ ფერომანგანუმის წილი მუდმივად მცირდებოდა. დღეისათვის საქართველოში დნება მხოლოდ სილიკომანგანუმი. მას აქვს თავისი მიზეზები და ეს მიზეზები იმდენად მყარი და მნიშვნელოვანია, შეიძლება საფუძვლიანად ვივარაუდოთ, რომ საქართველოში და არა მარტო საქართველოში ფერომანგანუმის დნობა დაიწყებას მიეცემა და ჩვენი ქვეყნის მანგანუმის წარმოება მხოლოდ სილიკომანგანუმის დნობით შემოიფარგლება. სილიკომანგანუმის დნობის დროს კი შესაძლებელია წარმატებით იქნას გამოყენებული თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირი.

ამგვარად, სილიკომანგანუმის კაზმში კოქსის ნაცვლად თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის გამოყენება ტექნოლოგიურად გამართლებულია და ეკონომიკურად მომგებიანი.

ლიტერატურა

1. В.П. Елютин, Ю.А. Павлов, Б.Е. Левин, Е.М. Алексеев. Производство ферросплавов.- Москва, Металлургиздат, 1957, с.13.
2. Ф.П. Еднерал. Производство стали и ферросплавов. -Москва, 1963, 464 с.
3. ჯულუხიძე ა.გ., ნიკოლაიშვილი გ.უ., ჭუმბაძე მ.თ., სილიკომანგანუმის კაზმების ელექტროწინაღობა. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, №1, ტ.97, 2023, გვ.75-76.

SUMMARY

THE USE OF HEAT-TREATED TKIBULI COAL IN THE CHARGE OF SILICOMANGANESE INSTEAD OF COKE

**Kevxishvili G.Sh., Juluxidze A.G., Chumbadze M.T. and Sigua L.R.
F. Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science**

This article considers the possibility of replacing coke, in the smelting of silicomanganese, with Tkibuli coal. The study of the metallurgical properties of Tkibuli coal showed that this replacement is technologically and economically feasible.

Keywords: silicomanganese, Tkibuli coal, coke, reaction zone, electrical resistance.

მარტენის წილის ბალანსი

ჯულუხიძე ა.გ., ჭუმბაძე მ.თ., ლორია ჯ.ბ., აბესაძე რ.კ.

სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

საქართველოს ტერიტორიაზე თითქმის ყველგან არის წარმოების მყარი ნარჩენები. ამ მხრივ გამოირჩევა ინდუსტრიული ცენტრები: რუსთავი, ზესტაფონი და ტყიბული.

რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის მარტენის საამქრო წელიწადში აღნობდა მილიონ ხუთასიათას ტონა ფოლადს. თუ ჩავთვლით, რომ წილის ჯერადობა ლითონთან იყო ერთი ათთან, რაც ახლოა სიმართლესთან, მაშინ მივიღებთ, რომ მარტენის საამქროდან ქარხნის წიდასაყრელზე იყრებოდა ასორმოდიათი ათასი ტონა წიდა ყოველწლიურად. ამგვარად, ქარხნის ტერიტორიაზე დაგროვდა დიდი რაოდენობა მეტალურგიული წარმოების მყარი ნარჩენები, რომელიც ანაგვიანებს გარემოს, იკავებს დიდ ტერიტორიას და წამლავს მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყალს. მარტენის წიდა ხასიათდება რკინის ჟანგულების მაღალი შემცველობით [1], ამიტომ იგი, ბრძმედის წილისგან განსხვავებით, ცემენტის წარმოებაში არ გამოიყენებოდა. მარტენის წიდას ფაქტიურად მომხმარებელი არ ჰყავდა.

შემდეგ, როცა ქარხანა გაჩერდა და ქვეყანაში გაჩნდა ლითონის დეფიციტი, დაიწყო წილის გადამუშავება, რაც გულისხმობდა მის დამსხვრევას და მისგან ლითონის ჩანართების ამოღებას. ეს იყო წილის პირველადი გადამუშავება, რის შედეგად მივიღეთ წვრილად დაქუცმაცებული წიდა დიდი რაოდენობით.

ჩვენი მიზანი იყო წილის მეორადი გადამუშავების შედეგად ამოღებული ყოფილიყო რკინა, რომელიც წიდაში იყო რკინის ჟანგულებისა და ფოლადის წვეთოვანი ჩანართების სახით. წილის ქიმიური შემადგენლობა მოყვანილია ცხრ. 1-ში.

ცხრილი 1. წილის ქიმიური შემადგენლობა

დასახელება	ქიმიური შემადგენლობა, %							
	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	MgO	P ₂ O ₅
წიდა	11,06	5,16	6,66	8,73	46,80	9,29	11,92	0,42

წიდა გაყოფილი იქნა ორ ნაწილად – ფრაქცია +5 მმ 55,54 %, და ფრაქცია – 5 მმ 44,46 %. საჭირო იყო ფრაქცია – 5მმ წილის დაბრიკეტება. როგორც ცნობილია წიდა დამოუკიდებლად ძნელად დასაბრიკეტებელი მასალაა, ამიტომ მასთან შერეული იქნა – 3მმ ფრაქციის ტყიბულის ნახშირი. მივიღეთ შემდეგი შემადგენლობის დასაბრიკეტებელი მასალა: მარტენის წიდა ფრაქცია – 5 მმ 1კგ და ტყიბულის ნახშირი ფრაქცია – 3 მმ 0,3 კგ. შემკვრელად გამოყენებული იყო 5%-იანი თხევადი მინის წყალხსნარი. დაწოლა იყო 100 კგ/სმ². მივიღეთ ცილინდრული ფორმის საკმაოდ მტკიცე ბრიკეტები, რომლებმაც გაუძლეს როგორც მექანიკურ, ასევე ტემპერატურულ გამოცდას.

დნობა ჩატარდა 80 კვა სიმძლავრის რკალურ ელექტროღუმელში გრაფიტის გამტარი ქველით. ძაბვა 30 და 40 ვოლტი, დენის მაქსიმალური ძალა – 2000 ამპერი. ღუმელი მუშაობდა მთელი დატვირთვით. ბრიკეტებმა შეინარჩუნეს თავისი ფორმა სრულ გადნობამდე. მივიღეთ 4,5 კგ ლითონი. მართალია, ის არ აკმაყოფილებს ფოლადისა და თუჯის არც ერთ სტანდარტს, მაგრამ წარმოადგენს შესანიშნავ მასალას ნებისმიერი მარკის ფოლადის წარმოებისათვის. მიღებულ წიდაში რკინის ჟანგულების რაოდენობა მცირეა, ამიტომ ის შეიძლება გამოყენებული იქნას ცემენტის წარმოებაში. დნობის შედეგები მოცემულია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2. დნობის ძირითადი პარამეტრები

№	მაჩვენებელი	რაოდენობა
1	მასალების ხარჯი, კგ	
	ბრიკეტები	14,30
	მარტენის წილა	14,00
	ტყიბულის ნახშირი	4,20
2	მიღებული ლითონის რაოდენობა, კგ	4,50
3	ლითონის ქიმიური შემადგენლობა, %	
	რკინა	91,00
	მანგანუმი	4,30
	ნახშირბადი	3,10
	სილიციუმი	0,70
4	მიღებული წილის რაოდენობა, კგ	21,37
5	წილის ქიმიური შემადგენლობა, %	
	SiO ₂	12,23
	MnO	5,12
	Al ₂ O ₃	12,71
	CaO	47,15
	MgO	21,13
	FeO	0,30

ამგვარად, მარტენის წილის მეორადი გადამუშავება წარმოადგენს უნარჩენო პროცესს, მიღებული ლითონი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ფოლადის, ხოლო წილა ცემენტის წარმოებაში.

ლიტერატურა

1. Трубин К.Г., Ойкс Г.Н. Производство стали. -Москва, Научно-техническое издательство, 1951.

SUMMARY

PROCESSING OF OPEN-HEARTH SLAG

Juluxidze A.G., Chumbadze M.T., Loria J.B. and Abesadze R.K.

F. Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science

The possibility of processing Rustavi open-hearth slag is considered in this paper. As a result of the melting using briquettes, an alloy was obtained, which (that) can be used as scrap in the production of any steel grade. The resulting slag, with a low content of iron oxide, can be used in the production of cement.

Keywords: open-hearth slag, wastes, iron oxide, briquettes

ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური შემადგენლობის შესწავლის ისტორია და თანამედროვე მდგომარეობა

შავგულიძე ნ.ა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი

ბორჯომის უნიკალური მინერალური წყლის წარმოება 1890 წელს დაიწყო და განვლილი პერიოდის განმავლობაში უდიდესი პოპულარობა მოიპოვა როგორც საქართველოს, ასევე მსოფლიოს 40-ზე მეტი ქვეყნის ბაზარზე.

საბადოზე 2014–2021 წწ. პერიოდში ჩატარებული დიდი მოცულობის კვლევითი, მეცნიერული, გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, გეოფიზიკური და ბურღვითი სამუშაოების შედეგად ბორჯომის წყლის დამტკიცებული საექსპლუატაციო მარაგები 561 მ³დღ-დან 1080 მ³დღ-მდე გაიზარდა [1].

მიუხედავად ამისა, მსოფლიო ბაზარზე ბორჯომის მინერალური წყლის მზარდი მოთხოვნის გათვალისწინებით, საექსპლუატაციო მარაგების გაზრდა ფრიად აქტუალური საკითხია.

2020–2023 წლების მონაცემებით, ბორჯომის საექსპლუატაციო მარაგების გაზრდის მიზნით, საბადოს ტერიტორიაზე მიმდინარეობს ბურღვითი სამუშაოები.

ძირითადი ნაწილი

ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური შემადგენლობის კვლევები XIX საუკუნის 30-იანი წლებიდან იწყება [2]. ბორჯომის მინერალური წყლების ფიზიკურ-ქიმიური შემადგენლობა შესწავლილია:

- 1836 წელს – ეკატერინეს მინერალური წყარო, თბილისის ჰოსპიტალის პროვიზორის, ხ. ვილემსის მიერ.
- 1846 წელს – ევგენის მინერალური წყარო, ა. კარსტენსის მიერ.
- 1864 წელს – ეკატერინეს და ევგენის წყაროები, გ. შმიდტის მიერ.
- 1867 წელს – ეკატერინეს და ევგენის წყაროები, გ. სტრუვეს მიერ.

აღნიშნულმა გამოკვლევებმა დაადასტურეს, რომ ბორჯომის მინერალური წყალი მიეკუთვნება ნახშირმჟავა ჰიდროკარბონატულ ნატრიუმის მინერალური წყლების ჯგუფს, არის უნიკალური და თავისი შემადგენლობით ახლოს დგას საფრანგეთის ვიშის მინერალურ წყლებთან, რომლებიც იმ დროისათვის დიდი პოპულარობით სარგებლობდა.

XIX საუკუნის 80-იანი წლების ბოლოს გადაწყდა ბორჯომის პარკში წყლის ჩამომსხმელი საამქროს მშენებლობა. 1890 წელს კი წარმოებულ იქნა ბორჯომის მინერალური წყლის პროდუქციის პირველი პარტია.

იმ დროისათვის მოწინავე ტექნოლოგიით აღჭურვილმა ლაბორატორიებმა, ქართველმა და უცხოელმა მეცნიერებმა და მკვლევარებმა მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური შედგენილობის შესწავლაში.

ბორჯომის მინერალური წყლის საბადო სამ უბანს მოიცავს: ლიკანის, ცენტრალური და ვაშლოვან-ყვიბისის უბნები. საბადოს ყველა საექსპლუატაციო ჭაბურღილის წყალი, თავისი ქიმიური და მიკრობიოლოგიური შედგენილობით შეესაბამება საქართველოს სსტ 50:2010 სტანდარტის მოთხოვნებს.

ბორჯომის საბადოს მინერალური წყლების ჰიდროქიმიური კვლევების საუკუნოვანი გამოცდილების და მათ შორის უკანასკნელი კვლევების შედეგებით დადგინდა, რომ ნახშირმჟავა ჰიდროკარბონატული ნატრიუმის მიწისქვეშა წყლისთვის დამახასიათებელია შემდეგი ქიმიური შემადგენლობა: ჰიდროკარბონატები 3,6–4,6 გ/ლ, ქლორიდები – 0,2–0,5 გ/ლ და ნატრიუმი 1,2–1,9 გ/ლ-ის ფარგლებში. ტოქსიკური თვისებების მქონე ნორმირებული მიკროელემენტების შემცველობები მინიმალურია. მინერალური წყლების ტემპერატურა 18 °C-დან 44 °C-მდე ფარგლებში მერყეობს. გახსნილი და სპონტანური გაზების შედგენილობაში 55–95 %-ს ნახშირორჟანგი შეადგენს.

დღეისათვის ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს საექსპლუატაციო ჭაბურღილებისა და მზა პროდუქციის ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ შესწავლას აწარმოებენ ბორჯომის ჩამომსხმელი ქარხნების, შპს გამა-სა და დგ კონსალტინგის აკრედიტებული საგამოცდო ლაბორატორიები. ცხრილი №1-ში მოცემულია ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს ოთხი საექსპლუატაციო ჭაბურღილის და ახალი, №132 ჭაბურღილის ძირითადი ქიმიური მახასიათებლები.

ცხრ. 1-ის მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ ბორჯომის მინერალური წყლების ძირითადი ქიმიური ელემენტების შემცველობის ფლუქტუაცია არ აღემატება 5 %-ს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ თანამედროვე მდგომარეობით, ბორჯომის მინერალური წყლის შემცველობა კვლავ სტაბილურია.

ცხრილი 1. ბორჯომის მინერალური წყლის ჭაბურღილების ქიმიური შედგენილობა

ჭაბურღილი №	თარიღი	მინერალიზაცია, გ/ლ	Na ⁺ +K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Cl ⁻		HCO ₃ ⁻	
			გ/ლ	მგ/მლმ.%	გ/ლ	მგ/მლმ.%	გ/ლ	მგ/მლმ.%	გ/ლ	მგ/მლმ.%	გ/ლ	მგ/მლმ.%
1	04.01.2018	5,823	1,502	88,82	0,089	6,08	0,045	5,10	0,373	14,10	3,813	85,56
	16.04.2021	5,832	1,521	89,72	0,085	5,81	0,040	4,47	0,373	14,41	3,813	85,56
	18.11.2022	5,822	1,507	88,72	0,091	6,21	0,045	5,07	0,360	13,88	3,843	86,09
	20.09.2023	5,831	1,509	89,00	0,096	6,56	0,039	4,44	0,373	14,40	3,812	85,57
41	01.06.2017	5,932	1,529	88,53	0,090	6,03	0,049	5,44	0,383	14,50	3,874	85,19
	18.05.2021	5,930	1,543	89,44	0,089	5,78	0,043	4,78	0,382	14,49	3,874	85,43
	10.08.2022	5,917	1,537	89,29	0,090	6,06	0,042	4,65	0,386	14,70	3,858	85,24
	20.09.2023	5,913	1,528	88,91	0,095	6,41	0,042	4,68	0,373	14,22	3,874	85,75
54	18.08.2016	5,603	1,255	76,92	0,124	8,74	0,122	14,33	0,257	10,30	3,843	89,64
	12.05.2020	5,615	1,265	77,33	0,128	9,10	0,116	13,57	0,249	9,98	3,858	89,99
	18.05.2021	5,612	1,278	78,18	0,117	8,32	0,115	13,50	0,257	10,34	3,843	89,63
	18.07.2023	5,611	1,279	78,31	0,133	9,48	0,104	12,21	0,249	10,02	3,843	89,89
25	10.05.2016	7,122	1,958	95,74	0,032	1,80	0,026	2,46	0,408	12,99	4,697	86,98
	13.10.2021	7,257	1,985	95,57	0,040	2,21	0,024	2,21	0,419	13,07	4,789	86,93
	11.03.2022	7,189	1,983	95,90	0,039	2,17	0,021	1,92	0,410	12,94	4,724	86,62
	02.05.2023	7,149	1,968	95,82	0,038	2,16	0,022	2,02	0,394	12,52	4,712	86,98
132	22.05.2023	6,540	1,770	95,06	0,038	2,35	0,025	2,60	0,038	13,29	4,270	86,53
	23.05.2023	6,690	1,800	95,02	0,038	2,31	0,026	2,67	0,382	13,05	4,362	86,81
	15.06.2023	6,690	1,809	95,16	0,032	1,94	0,029	2,90	0,376	12,83	4,39	87,13
	27.10.2023	6,566	1,785	95,10	0,032	1,96	0,029	2,94	0,358	12,35	4,362	87,65

ბორჯომის მინერალური წყლის საბადო მცირე კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში, სეისმურად აქტიურ რეგიონში მდებარეობს, სადაც ყოველწლიურად რამოდენიმეჯერ ფიქსირდება 3–4 მაგნიტუდის სიმძლავრის მიწისძვრა. კვლევის ფარგლებში, ჩვენ მიერ გაანალიზებული იყო არსებული საფონდო მასალა და სამეცნიერო სტატიები ბორჯომის მინერალური წყლის სტაბილურობის შესახებ. მუშაობის პროცესში ყურადღება მიიქცია შემდეგმა ფაქტებმა:

• 1899 წლის 19 დეკემბრის ახალქალაქის მიწისძვრის (ამპლიტუდა 6,2 ბალი) შემდეგ ეკატერინეს წყაროს დებიტი ქიმიური შემადგენლობის ცვლილების გარეშე 10000–12000 ვედრომდე (1 ვედრო = 12,3 ლიტრს) გაიზარდა (მიწისძვრამდე დებიტი 7 000 ვედროს შეადგენდა) [2];

• ტ. ჩიხუამ 1956 წელს გამოქვეყნებულ ნაშრომში აღნიშნა: „ბორჯომის მინერალური წყლებისათვის დამახასიათებელ თვისებად უნდა ჩაითვალოს ქიმიური შემადგენლობის შეუცვლელი დროში, დებიტის საგრძნობ ფარგლებში მერყეობას კომპონენტების ცვლა თან არ ახლავს: ასე იყო ადრე, ასევე გრძელდება ახლაც;“ [3]

• ს. ჩიხელიძე მონოგრაფიაში „საქართველოს მინერალური წყლები“ – აღნიშნავდა: „ბორჯომის ახალი საკაპტაჟო ბურღილები თითქმის მთლიანად იმეორებენ ძველი ჭაბურღილების ქიმიურ შემადგენლობას. მიუხედავად ბურღვისა და მის შემდგომ პროცესში რეჟიმის (დებიტის) მკვეთრი ცვალებადობისა, ცალკეული ბურღილების ქიმიური შემადგენლობა საკმარისად მყარია და რჩება უმნიშვნელო ცვლილებების ფარგლებში. [4];

• 2018 წლის 29 ოქტომბერს ბორჯომის მუნიციპალიტეტის სოფ. რველში დაფიქსირდა 4,3 ამპლიტუდის მიწისძვრა, რომელმაც ბორჯომის საბადოს ვაშლოვანი-ყვიბისის და ზანავის უბნების ჭაბურღილებში დონეების მნიშვნელოვანი მატება გამოიწვია. მიუხედავად ამისა ამ უბნების ჭაბურღილებიდან მიღებულ წყლებში ქიმიური შემადგენლობის ცვლილება არ დაფიქსირებულა [1].

აღსანიშნავია 2023 წლის 6 თებერვალს თურქეთში მომხდარი მიწისძვრის გავლენა ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოზე. კვლევის ფარგლებში დადგინდა, რომ 7 თებერვლიდან ვაშლოვანი-ყვიბისისა და ზანავის უბნებზე არსებულ ღრმა ჭაბურღილებში დაფიქსირდა მინერალური წყლის დონეებისა და დებიტების მნიშვნელოვანი მატება.

ცხრ. 2-ში მოტანილია მონაცემები, რომლებიც ასახავს 2023 წლის 6 თებერვალს მომხდარი მიწისძვრის ზეგავლენას ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს ჭაბურღილების დებიტებზე, დონესა და საერთო მინერალიზაციებზე. როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ამ პერიოდში აღებული მინერალური წყლის ნიმუშების საერთო მინერალიზაციები უცვლელია, რაც მათი ქიმიური შემადგენლობის სტაბილურობის მაჩვენებელია [5].

ცხრილი 2. ბორჯომის საბადოს ჭაბურღილებზე 2023 წლის 6 თებერვლის მიწისძვრის გავლენის ამსახველი მონაცემები

ჭაბ. №	მონაცემები მიწისძვრამდე 06.02.2023			მონაცემები მიწისძვრის შემდეგ 10.02.2023			დონის ცვლილება მატება/კლება	ჭაბ. სიღრმე, მ
	დებიტი მ ³ /დღ.დ	დონე, მ	მინერალიზაცია, გ/ლ (იანვარი)	დებიტი მ ³ /დღ.დ	დონე, მ	მინერალიზაცია, გ/ლ (მარტი)		
ცენტრალური უბანი								
103	30,50	-50,86	5,0	30,00	-48,74	5,0	+2,12	1000
41	180,80	-8,93	5,9	181,10	-7,65	5,9	+1,28	190
131	124,50	-9,21	5,9	124,50	-8,50	5,8	+0,71	282
ლიკანი								
54	104,50	-52,00	5,6	101,50	-53,18	5,6	-1,18	1400
ვაშლოვანი-ყვიბისი								
38	36,00	-36,80	6,6	39,20	-21,22	6,7	+15,58	1370
25ე	138,00	-21,87	7,2	136,00	-10,84	7,1	+11,03	1500
47	100,00	-35,27	6,9	100,00	-21,22	7,1	+14,05	1350
70	60,50	-27,33	7,0	61,30	-22,38	7,1	+4,95	1300
ზანავი								
39	30,40	-23,45	3,0	30,40	-12,49	3,1	+10,96	1400
143	11,10	-25,53	2,6	17,60	-0,53	2,7	+25,00	1600
144	30,20	-21,96	3,0	30,30	-14,62	3,2	+7,34	1800

აღსანიშნავია, რომ ქიმიური სტაბილურობით ხასიათდება ახალი, 1000 მ სიღრმის №132 ჭაბურღილი (ცხრ. 1. ბორჯომის მინერალური წყლის ჭაბურღილების ქიმიური შედეგნილობა 2016–2023 წწ.), რომლის ბურღვა 2020 წელს დაიწყო და 2023 წელს დასრულდა [6,7]. ახალი ჭაბურღილი №132-ის გაბურღვის ადგილად შერჩეული იქნა ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს ცენტრალური უბანი, ბორჯომის ანტიკლინის ჩრდილოეთი ფრთა (სურ. 1 №132 ჭაბურღილი ბურღვის პროცესში). №132 ჭაბურღილი მდებარეობს №1 ჩამომსხმელი ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე, მდ. გუჯარეთის წყლის მარჯვენა ნაპირზე (კოორდინატები: X=367338,545; Y=4633222,447; სიმაღლე ზღვის დონიდან-799,123 მ) [6].



სურ. 1. №132 ჭაბურღილი ბურღვის პროცესში (26.01.2023, გადაღებულია ავტორის მიერ)

ახალ №132 ჭაბურღილზე რეჟიმული დაკვირვებები (წყლის დონე, დებიტი, ტემპერატურა, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევები) კვლავ გრძელდება.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევებით მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

1. ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური შემადგენლობის შესწავლის 180 წლიანი ისტორიის მანძილზე სხვადასხვა მკვლევარების მიერ ჩატარებული ქიმიური ანალიზების შედეგები გვიჩვენებს, რომ წყალში არსებული ძირითადი ქიმიური მაჩვენებლების შემცველობა სტაბილურია და მათი ფლუქტუაცია არ აღემატება 5 %-ს. მთელი ამ პერიოდის განმავლობაში არ შეცვლილა წყლის ტიპი და იგი ჰიდროკარბონატულ ნატრიუმიანია.

2. ახალი #132 ჭაბურღილის წყალი მიეკუთვნება ჰიდროკარბონატულ ნატრიუმიანი მინერალური წყლის კატეგორიას, ბორჯომის ტიპს. მისი ქიმიური შემადგენლობა სტაბილურია.

3. ბორჯომის მინერალური წყლის საბადო სეისმურად აქტიურ რეგიონში მდებარეობს. ჭაბურღილებზე დაკვირვებებით დგინდება, რომ მიწისძვრები საბადოს მინერალური წყლების ქიმიურ შემადგენლობებზე გავლენას არ ახდენს.

4. ბორჯომის მინერალური წყლის ქიმიური შემადგენლობის სტაბილურობა საბადოს საექსპლუატაციო მარაგების გაზრდის ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია.

ლიტერატურა

1. მ. ბორეესკი, თ. კოროშინაძე, დ. ჩხაიძე და სხვ. ჰიდროგეოლოგიური ანგარიში: ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს საექსპლუატაციო მარაგების გადათვლაზე 01.03.2018 წ. მდგომარეობით; წიგნი 2, დანართი 2 - საექსპლუატაციო ჭაბურღილების სრული და შემოკლებული ქიმიური ანალიზების კატალოგი; გვ. 10-105.
2. მ. თვაური. კურორტი ბორჯომი და მისი უნიკალური მინერალური წყლები. - ტომი I,II, - ბორჯომი 2002–2006 წწ.
3. ტ. ჩიჩუა. ანგარიში: აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ფლიშური ნაღებების ჰიდროგეოლოგიური პირობები ბორჯომის ტიპის მინერალური წყლის ფორმირების, გავრცელების და დინამიკის ზოგიერთი საკითხების შესწავლასთან დაკავშირებით. -თბილისი, 1956, გვ. 139.
4. ს. ჩიხელიძე. Природные ресурсы Грузинской ССР, Т. III Минеральные воды. -Тбилиси 1961, сс. 266-278.
5. Shavgulidze, N. Zautashvili, N. Impact of the 6 February 2023 Earthquake in Türkiye on Borjomi Mineral Water Wells. //Open Journal of Geology, 2023, 13, pp.773-781.
6. ნ. შავგულიძე, ლ. აფციაური, ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს ახალი №132 ჭაბურღილის ქიმიური კვლევა 0–1000 მ სიღრმის ინტერვალში. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, vol. 97, 2023, გვ.116-119.
7. Nino Shavgulidze, Nana Zautashvili, ICONFOOD'23 International Congress on Food Researches, October 16-18, 2023/Sivas, Turkey. New wells of the Borjomi Mineral Water deposit and their chemical characteristics, p. 620-622.

SUMMARY

HISTORY AND MODERN STATE OF STUDYING THE CHEMICAL COMPOSITION OF BORJOMI MINERAL WATER

Shavgulidze N.A.

Georgian Technical University

The article discusses the history of studying the chemical composition of Borjomi mineral water since the Thirties of the nineteenth century. The structure of the chemical content of the Borjomi mineral water deposit during the entire past period has been confirmed.

Keywords: Borjomi mineral water deposit, exploitation resources of mineral water, chemical composition, total mineralization.

ბანსხვაგვარი სისქის მემბრანების მახასიათებლების ბარომემბრანული პროცესების წარმადობაზე დამოკიდებულების კვლევა

ბიბილეიშვილი გ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., ჯავაშვილი ზ.დ., კაკაბაძე ე.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

მემბრანული დაყოფის ტექნოლოგია ფართოდ შეისწავლება როგორც ბუნებრივი წყლის გასუფთავების ეფექტური მეთოდი. პოლიმერული მემბრანების ტექნოლოგიურ პროცესებში გამოყენება, ხარისხი და ფასი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მათ სისქეზე, რომელიც წარმოადგენს მემბრანების ერთერთ ძირითად პარამეტრს. მისი ცვლილებით შესაძლებელია მემბრანის მახასიათებლების ვარიაცია. ფაზური დაყოფისას ფორმირებული მემბრანების სისქეზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს პოლიმერის კონცენტრაცია, დასახსმელი ხსნარის სიბლანტე და ჰომოგენურობა, ასევე გამოლექვის ტემპერატურა [1,2].

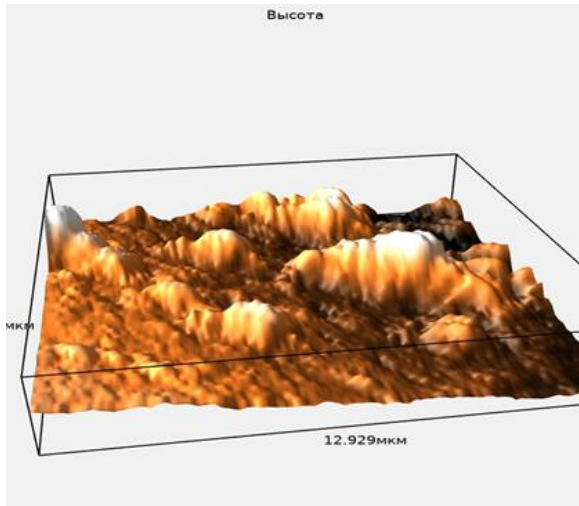
ექსპერიმენტულ კვლევებში პოლიმერულ მასალად გამოყენებული იყო პოლიეთერსულფონი (პეს), რომლისგანაც მომზადდა პეს-ის განსხვავებული კონცენტრაციის კომპოზიციები დიმეთილაცეტამიდში (დმაა). მიღებული კომპოზიციებიდან ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდით გამოლექილი იყო განსხვავებული სისქის მემბრანული ნიმუშები. პოლიმერული ხსნარები დატანილ იყო ლაბორატორიულ ფილერზე, ხოლო გამოლექვის პროცესი ჩატარებულ იქნა წყლიან საკოაგულაციო აბაზაში განსხვავებულ ტემპერატურაზე. ცხრილში მოცემულია პოლიმერული კომპოზიციების კონცენტრაციები და მიღებული მემბრანების მახასიათებლები.

პოლიმერული კომპოზიციების კონცენტრაციები და მიღებული მემბრანების მახასიათებლები

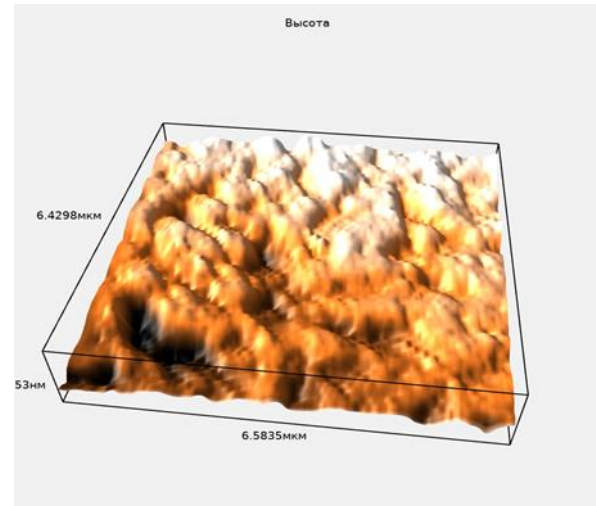
პეს-ის კონცენტრაცია, %	მემბრანა	აბაზანის ტემპ. °C	მემბრანის სისქე, მკმ	სვ.წარმადობა, ლ/მ ² სთ	ფორის ზომა, მკმ
6	P1	30	50	1150	2,3
	P2	50	61	1016	2,1
8	P3	30	70	987	1,8
	P4	50	85	865	1,6
10	P5	30	93	724	1,2
	P6	50	105	751	1,1
12	P7	30	116	658	0,9
	P8	50	130	527	0,7

კვლევებმა გვიჩვენა, რომ პოლიმერის კონცენტრაციებს და ტემპერატურებს შორის სხვაობა, ერთდროულად გავლენას ახდენს ინვერსიის დროს მიღებული მემბრანების სისქეზე, მახასიათებლებზე და სტრუქტურაზე. რასაც განაპირობებს ფაზური დაყოფის დროს მიმდინარე დიფუზიის პროცესის სიჩქარის ცვლილება და ასევე საკოაგულაციო აბაზანის ტემპერატურის გაზრდისას პოლიმერის დისპერსიის ხარისხის გაზრდა [3].

დადგინდა, რომ პოლიმერის კონცენტრაციის გაზრდასთან ერთად იზრდება მემბრანების სისქე და მცირდება წარმადობა. მიღებული მემბრანების ზედაპირების მიკროსტრუქტურა შესწავლილ იყო მასკანირებული ზონდური მიკროსკოპით. მიკროსურათების ანალიზმა აჩვენა, რომ უფრო მცირე სისქის მემბრანების, კერძოდ 6 % და 8 %-იანი კომპოზიციებიდან გამოლექილი მემბრანული ნიმუშების ზედაპირული ტოპოგრაფია 10 %-იანი პოლიმერული კომპოზიციიდან მიღებულ ნიმუშის ზედაპირთან შედარებით არის დეფექტური, არაერთგვაროვანი და მაკრო ღრუებით. (სურ. 1 და 2).



სურათი 1. 6%-იანი კომპოზიციიდან გამოლექილი P1 მემბრანის მიკროსურათი



სურათი 2. 10%-იანი კომპოზიციიდან გამოლექილი P8 მემბრანის მიკროსურათი

ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ პოლიმერის განსხვავებული კონცენტრაციის და გამოლექვის განსხვავებული ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში ჩატარებისას 50 °C-ზე და 10 %-იანი პოლიმერული კომპოზიციიდან გამოლექილ მემბრანას გააჩნია შედარებით უფრო დიდი სისქე, ზედაპირის უკეთესი ტოპოგრაფია და სტრუქტურა ასევე წარმადობა. რაც ნიშნავს, რომ პეს/დმაა 10 %-იანი კომპოზიცია წარმოადგენს ოპტიმალურ რეცეპტურას ბარომემბრანული პროცესებისათვის შესაბამისი სტრუქტურის, მორფოლოგიის და სისქის მემბრანის (P8) მისაღებად.

ლიტერატურა

1. L.Jadav,Hitesh Bhaut, Jayesh G.Chaudhari ,Puyam S. Singh, Influence of film thickness on the structure and properties of PDMS membra, Journal of Membrane Science, 2012, v. 415, pp.624-634.
2. Chuanxin Zong, Xiaquan Yang,Derong Chen, Yuan Chen, Haoli Zhou, Wangin Jin, Rational tuning of the viscosity of membrane solution for the preparation of sub-micron thic kPDMS composite membrane for pervaporation of ethanol-water solution ,Separation and Purification
3. Enran Fan1, Ping Fang1, Peng Ren2, Yan Li2, Zhangfan Hu1 and Bin Liu1 Building Model for Simulating the Effect of Main Factors on the PVDF Membrane Formation Process ECS Journal of Solid State Science and Technology, Volume 12, Number 2, 2023.

SUMMARY

STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE CHARACTERISTICS OF MEMBRANES OF DIFFERENT THICKNESSES ON THE PERFORMANCE OF BAROMEMBRANE PROCESSES

Bibileishvili G.V., Gogeshashvili N.N., Javashvili Z.D. and Kakabadze E.G.

Engineering Institute of Membrane Technology of Georgian Technical University

In the paper, the performance of polyether sulfone membranes of different thicknesses obtained by the phase inversion method at different temperatures of the coagulation bath is studied. The results of the study showed us that the 10% composition of the polymer in dimethylacetamide is the optimal recipe for obtaining membranes (P8) with the most appropriate structure and characteristics for baromembrane processes.

Keywords: membrane, polysulfone, phase inversion, productivity, membrane thickness.

ბუნებრივი წყლის დამუშავების ბარომემბრანული პროცესების კვლევის
ზოგიერთი საკითხის აღბილობრივი და საერთაშორისო მღბომარეობის
ანალიზი

ბიბილეიშიელი გ.გ. თანანაშიელი ლ.ა, კაკაბაძე ე.გ, ჯავაშიელი ზ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო
ინსტიტუტი

ნაშრომში განხილული მემბრანების და ბარომემბრანული პროცესების კვლევის ზოგიერთი საკითხი შეეხება ხსნარების გაწმენდას, გაკრიალებას, ფრაქციონირებას, სტერილიზაციას და კონცენტრირებას ულტრაფილტრაციული მეთოდის გამოყენებით. ასევე ბუნებრივი წყლის დამუშავების მემბრანული დანადგარების და საფილტრაციო პოლიმერული მემბრანების შექმნისა და გამოყენების პროცესებს.

ჩვენ მიერ დამუშავებულია ბუნებრივი წყლის გამწმენდი და მემბრანული ფილტრაციის მოწყობილობები, წყლის დამუშავების მეთოდი, გამოგონება ეხება ბუნებრივ წყალში არსებული მინარევების მოცილებას ულტრაფილტრაციული მემბრანების გამოყენებით. ულტრაფილტრაციული პროცესი არის წყლის გაწმენდის ყველაზე ეფექტური და ეკონომიური საშუალება.

ქვემოთ მოყვანილია მემბრანების შექმნისა და ბარომემბრანული პროცესების კვლევის ზოგიერთი მეთოდი, როგორც ჩვენ მიერ დამუშავებული ასევე საერთაშორისო პატენტებში მოცემული. აღნიშნული გამოცდილების ანალიზი ხელს უწყობს თანამედროვე ტიპის მემბრანების შექმნას და ბარომემბრანული გაყოფის პროცესების კვლევის ოპტიმიზაციას.

Internal pressure type ultrafiltration membrane separation water purification system and method – გამოგონება [1] იხილავს შიდა წნევის ტიპის ულტრაფილტრაციული მემბრანის წყლის გამწმენდ სისტემას და მეთოდს, რომელიც მოიცავს სალექტარ ავზს, შიდა წნევის ტიპის ულტრაფილტრაციული მემბრანის ფილტრაციის მექანიზმს, ორ დასუფთავების მექანიზმს, გაუფილტრავი წყლის ავზს და კონტროლის მექანიზმს;

დაბინძურებული ულტრაფილტრაციული მემბრანის ტუტე ხსნარით გაწმენდისას [2,4] შესაძლებელია ულტრაფილტრზე დარჩენილი ორგანული ნივთიერებების ამოღება, რაც აუმჯობესებს მემბრანის წარმადობას, წნევას, უზრუნველყოფს მემბრანის გამწმენდი სისტემის სტაბილურ მუშაობას.

გამოგონება [3] – Remineralization of desalinated and of fresh water by dosing of a calcium carbonate solution in soft water – ეხება წყლის დამუშავების პროცესს და ამ პროცესში კალციუმის კარბონატის გამოყენებას. კერძოდ, წყლის რემინერალიზაციის პროცესს, რომელიც მოიცავს წყლისა და კალციუმის კარბონატის წყალხსნარის მიწოდების ეტაპებს.

პატენტებში [5,6] განხილულია მარილიანი წყლებიდან, სასმელი წყლის ხარისხის მქონე მტკნარი წყლის წარმოების მეთოდის უზრუნველყოფა ულტრაფილტრაციული მემბრანული სისტემით.

Method for treatment of water containing humus matter for the production of drinking water with enhanced coagulation stage using inorganics polymers of AL and activated SiO₂ [7] – გამოგონება ეხება ბუნებრივი წყლიდან ჰუმუსის ნივთიერების მოცილების მეთოდს სასმელი წყლის ხარისხის სტანდარტის მისაღებად, რომელშიც კოაგულაციის ეტაპზე გამოიყენება Al-ის არაორგანული პოლიმერები და გააქტიურებული SiO₂ კონტროლირებად pH დიაპაზონში. ამ მეთოდით წყალში ჰუმუსის შემცველობის შემცირების მაქსიმალური ეფექტი მიიღწევა ქიმიკატების მინიმალური მოხმარებით და სასმელ წყალში ნარჩენი ალუმინის უკიდურესად დაბალი შემცველობით.

წყლის რესურსები აუცილებელია კაცობრიობის განვითარებისთვის, განსაკუთრებით სასმელი წყლის უსაფრთხოება, რომელიც პირდაპირ კავშირშია ადამიანების სიცოცხლესთან, ჯანმრთელობასთან. ბუნებრივი წყლის გამწმენდი მემბრანული ფილტრაციის მოწყობილობები, წყლის დამუშავების, ბუნებრივ წყალში შეწონილი ნაწი-

ლაკებისა და მინარევეების მოცილების მეთოდები ულტრაფილტრაციული მემბრანების გამოყენებით დამუშავებულია პატენტებში [8,9].

ამრიგად, წარმოდგენილ პატენტებში მიმოხილულია მემბრანული დანადგარების შექმნისა და წყლის ულტრაფილტრაციული პროცესების კვლევის თანამედროვე გაუმჯობესებული მეთოდები მაღალი ხარისხის სასმელი წყლის მისაღებად.

ლიტერატურა

1. Internal pressure type ultrafiltration membrane separation water purification system and method CN115417516A /2022.
2. A kind of chemical cleaning method of ultrafiltration membrane CN107398185B/2019.
3. Remineralization of desalinated and of fresh water by dosing of a calcium carbonate solution in soft water CN103827044B/2017.
4. Method for cleaning ultrafiltration membrane CN102397752B/2013.
5. Method for producing freshwater JP2008100220A/2008.
6. Water treatment system for producing drinking water and its operation method JP2007181822A /2007.
7. Method for treatment of water containing humus matter for the production of drinking water with enhanced coagulation stage using inorganics polymers of AL and activated SIO₂ EA005501B1/ 2000.
8. გ. ბიბილეიშვილი. წყლის მემბრანული საფილტრაციო მოწყობილობა; პატენტი, გამოგონება 2379/1998.
9. გ. ბიბილეიშვილი. მემბრანული საფილტრაციო მოწყობილობა; პატენტი, გამოგონება 1784/1997.

SUMMARY

ANALYSIS OF LOCAL AND INTERNATIONAL SITUATIONS OF SOME RESEARCH ISSUES OF NATURAL FRESHWATER ULTRAFILTRATION PROCESSES

Bibileishvili G.V., Tananashvili L.A., Kakabadze E.G. and Javashvili Z.D.

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

The local and international patent works discussed in the paper reflect the current situation of the field specifics of natural water treatment in the world and determine the appropriate priorities for the ongoing scientific research in the institute, as well as the creation of a patent search field.

Keywords: patent, natural water, water treatment, membrane, ultrafiltration.

წყლის ნაკადის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა სადაწნეო საკანის
ბანსხვავებული გეომეტრიისათვის

ბიბილეიშვილი გ.გ., ყუფარაძე ლ.პ., ბუთხუზი თ.გ., ჯავაშვილი ზ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო
ინსტიტუტი

ბუნებრივი და ჩამდინარე წყლებიდან მაღალხარისხოვანი სასმელი წყლის მისაღებად გამოიყენება მემბრანული ტექნოლოგიები, რომლებიც ენერგოეფექტურია, აქვთ დაბალი საექსპლუატაციო ხარჯები და არ გახნიათ გარემოზე მანეჟი ზემოქმედების უნარი. ბარომემბრანული პროცესებში შესასრულებელი აპარატურის შესაქმნელად აუცილებელია შეირჩეს მემბრანული დანადგარის სადაწნეო საკანის ტიპი, რომლის სტაბილური მუშაობის პირობებისა და მაღალი წარმადობის მისაღწევად საჭიროა სათანადო ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების შემუშავება.

ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების დასადგენად გამოყენებულია Re რიცხვის მნიშვნელობები [1,2,4] და ჩატარებულია თეორიული ანგარიშები სადაწნეო საკანისათვის ზომებით: სიგანე $B = 12\text{მმ} = 12 \times 10^{-3}\text{მ}$; სიგრძე $l = 32\text{მმ} = 32 \times 10^{-3}\text{მ}$; სიმაღლეები:

- 1) $h = 0,2\text{მმ} = 0,2 \times 10^{-3}\text{მ}$;
- 2) $h = 0,4\text{მმ} = 0,4 \times 10^{-3}\text{მ}$;
- 3) $h = 0,6\text{მმ} = 0,6 \times 10^{-3}\text{მ}$;
- 4) $h = 1\text{მმ} = 1 \times 10^{-3}\text{მ}$;

ცხრ. 2-ში მოყვანილია Re რიცხვის მნიშვნელობები სადაწნეო საკანში სითხის სიჩქარეებისთვის: 0,5 მ/წმ, 1 მ/წმ, 1,265 მ/წმ, 1,5მ/წმ, 2,04 მ/წმ, 3,02 მ/წმ, 4 მ/წმ, 5,94 მ/წმ და შესასვლელ კვეთში წყლის ხარჯი Q.

ცხრ. 1-ის მონაცემების მიხედვით სადაწნეო საკანში სხვადასხვა სიმაღლისთვის ტურბულენტური რეჟიმი მყარდება შემდეგი სიჩქარეებისათვის:

- 1) $h = 0,2\text{მმ} = 0,2 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v > 5,94\text{მ/წმ}$;
- 2) $h = 0,4\text{მმ} = 0,4 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v > 3,02\text{ მ/წმ}$;
- 3) $h = 0,6\text{მმ} = 0,6 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v > 2,04\text{ მ/წმ}$;
- 4) $h = 1\text{მმ} = 1 \times 10^{-3}\text{მ}$ $v > 1,265\text{ მ/წმ}$.

თეორიული კვლევების საფუძველზე გამოიკვეთა სადაწნეო საკანის შესასვლელი კვეთებისათვის რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობები და ტურბულენტური ნაკადისათვის განსხვავებული სიდიდის სიჩქარეები. დადგინდა, რომ სადაწნეო საკანის შესასვლელი კვეთის ფართის მატებამ განაპირობა რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობის კლება, რაც ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლის ოპტიმიზაციის წინა პირობაა [4].

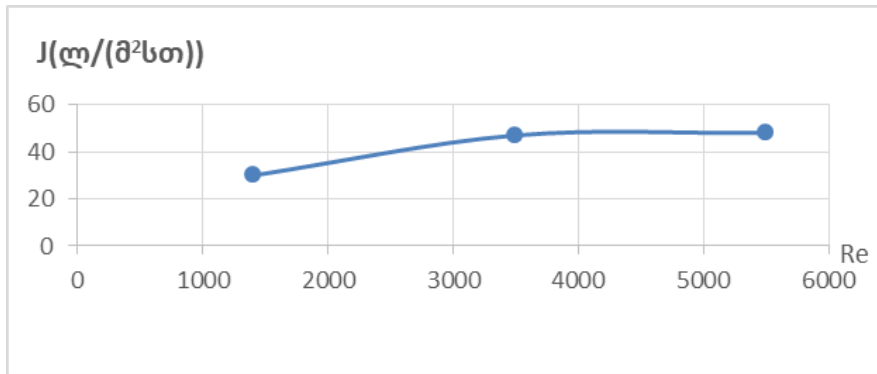
თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები ჩატარდა ნაკადის დინების სამი რეჟიმისათვის: ლამინარული, გარდამავალი და ტურბულენტური. ექსპერიმენტები ჩატარდა ლაბორატორიულ დანადგარზე 10 NTU სიმღვრივის წყალზე, წნევა 1 ატ, მემბრანაზე ფორის ზომით 0,1 მკმ, 0,2მმ, 0,6 მმ და 1 მმ სიმაღლის სადაწნეო საკანის პირობებში. ექსპერიმენტული სამუშაოს შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 2 და 3-ში, ნახ. 1 და 2-ზე.

ცხრილი 1. ბუნებრივი წყლისათვის სადაწნეო საკანში სხვადასხვა სიმაღლისათვის შესასვლელი კვეთის ფართობი F, სითხის სიჩქარეები v, შესაბამისი Re რიცხვი და ხარჯი Q

v(მ/წმ)	0,5	1	1,265	1,5	2,04	2,5	3,02	4	5,94
$h = 0,2 \text{ მმ } F = B \times h = 12 \times 0,2 = 2,4 \text{ მმ}^2 = 2,4 \times 10^{-6} \text{ მ}^2; \chi = 2B + 2h = 24 + 0,4 = 24,4 \text{ მმ} = 24,4 \times 10^{-3};$ $R = \frac{F}{\chi} = \frac{2,4}{24,4} \approx 0,09836 \text{ მმ} = 0,09836 \times 10^{-3} \text{ მ}; d = 4 \times R = 0,3913 \text{ მმ} = 0,39344 \times 10^{-3} \text{ მ}$									
$v \times d$ (მ)	$0,1967 \times 10^{-3}$	$0,3934 \times 10^{-3}$	$0,4977 \times 10^{-3}$	$0,5902 \times 10^{-3}$	$0,8026 \times 10^{-3}$	$0,9836 \times 10^{-3}$	$1,1881 \times 10^{-3}$	$1,574 \times 10^{-3}$	$2,331 \times 10^{-3}$
Re	196	392	496	587	799	980	1183	1567	2328
Q (მ ³ /წმ)	$1,2 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-6}$	$3,036 \times 10^{-6}$	$3,6 \times 10^{-6}$	$4,896 \times 10^{-6}$	$6, \times 10^{-6}$	$7,248 \times 10^{-6}$	$9,6 \times 10^{-6}$	$14,26 \times 10^{-6}$
$h = 0,4 \text{ მმ } F = B \times h = 12 \times 0,4 = 4,8 \text{ მმ}^2 = 4,8 \times 10^{-6} \text{ მ}^2; \chi = 2B + 2h = 24 + 0,8 = 24,8 \text{ მმ} = 18,8 \times 10^{-3};$ $R = \frac{F}{\chi} = \frac{4,8}{24,8} \approx 0,1915 \text{ მმ} = 0,19354 \times 10^{-3} \text{ მ}; d = 4 \times R = 0,77419 \text{ მმ} = 0,7719 \times 10^{-3} \text{ მ}$									
$v \times d$ (მ)	$0,386 \times 10^{-3}$	$0,771 \times 10^{-3}$	$0,976 \times 10^{-3}$	$1,1578 \times 10^{-3}$	$1,574 \times 10^{-3}$	$1,930 \times 10^{-3}$	$2,3311 \times 10^{-3}$	$3,086 \times 10^{-3}$	$4,585 \times 10^{-3}$
Re	384	768	972	1153	1568	1922	2321	3075	4567
Q (მ ³ /წმ)	$2,4 \times 10^{-6}$	$4,8 \times 10^{-6}$	$6,072 \times 10^{-6}$	$7,2 \times 10^{-6}$	$9,792 \times 10^{-6}$	12×10^{-6}	$14,49 \times 10^{-6}$	$19,2 \times 10^{-6}$	$28,51 \times 10^{-6}$
$h = 0,6 \text{ მმ } F = B \times h = 12 \times 0,6 = 7,2 \text{ მმ}^2 = 7,2 \times 10^{-6} \text{ მ}^2; \chi = 2B + 2h = 24 + 1,2 = 25,2 \text{ მმ} = 1;$ $R = \frac{F}{\chi} = \frac{7,2}{25,2} \approx 0,28541 \text{ მმ} = 0,28541 \times 10^{-3} \text{ მ}; d = 4 \times R = 1,1428 \text{ მმ} = 1,1428 \times 10^{-3} \text{ მ}$									
$v \times d$ (მ)	$0,5714 \times 10^{-3}$	$1,1428 \times 10^{-3}$	$1,4456 \times 10^{-3}$	$1,7142 \times 10^{-3}$	$2,331 \times 10^{-3}$	$2,857 \times 10^{-3}$	$3,4512 \times 10^{-3}$	$4,5712 \times 10^{-3}$	$6,788 \times 10^{-3}$
Re	569	1138	1440	1707	2322	2846	3437	4552	6761
Q (მ ³ /წმ)	$3,6 \times 10^{-6}$	$7,2 \times 10^{-6}$	$9,108 \times 10^{-6}$	$10,8 \times 10^{-6}$	$14,69 \times 10^{-6}$	18×10^{-6}	$21,744 \times 10^{-6}$	$28,8 \times 10^{-6}$	$48,768 \times 10^{-6}$
$h = 1 \text{ მმ } \partial \partial F = B \times h = 12 \times 1 = 12 \text{ მმ}^2 = 12 \times 10^{-6} \text{ მ}^2; \chi = 2B + 2h = 24 + 2 = 26 \text{ მმ} = 26 \times 10^{-3};$ $R = \frac{F}{\chi} = \frac{12}{26} \approx 0,4615 \text{ მმ} = 0,4615 \times 10^{-3} \text{ მ}; d = 4 \times R = 1,84615 \text{ მმ} = 1,846153 \times 10^{-3} \text{ მ}$									
$v \times d$ (მ)	$0,923 \times 10^{-3}$	$1,846 \times 10^{-3}$	$2,3353 \times 10^{-3}$	$2,769 \times 10^{-3}$	$3,766 \times 10^{-3}$	$4,6153 \times 10^{-3}$	$5,575 \times 10^{-3}$	$7,384 \times 10^{-3}$	$10,96 \times 10^{-3}$
Re	919	1839	2326	2750	3751	4597	5553	7355	10922
Q (მ ³ /წმ)	6×10^{-6}	12×10^{-6}	$15,18 \times 10^{-6}$	18×10^{-6}	$24,48 \times 10^{-6}$	30×10^{-6}	$36,24 \times 10^{-6}$	48×10^{-6}	$71,28 \times 10^{-6}$

ცხრილი 2. რეინოლდსის რიცხვის სამი მნიშვნელობისათვის მიღებული ხვ. წარმადობის შედეგები საკნის 0,6 მმ-ის პირობებში

Re	1400	3500	5500
νd , მ ² /წმ	1,405	3,514	5,522
ν , მ/წმ	1,229	3,075	4,832
Q (მ ³ /წმ)	$8,429 \times 10^{-6}$	$22,13 \times 10^{-6}$	$34,7832 \times 10^{-6}$
რეჟიმები	ლამინარული	გარდამავალი	ტურბულენტური
J, ლ/(მ ² წმ)	28	38	53

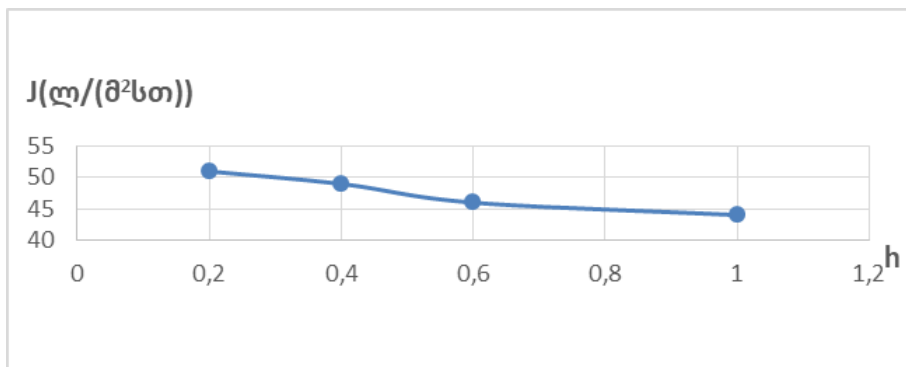


სურათი. 1. თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემების გრაფიკული ასახვა 0,6მმ სადაწნო საკნის სიმაღლისათვის რეინოლდსის რიცხვის სამი მნიშვნელობისათვის

რეინოლდსის რიცხვის სამი მნიშვნელობისათვის დამოკიდებულების გრაფიკი მრუდი წირია და ხვ. წარმადობას ყველაზე მცირე მნიშვნელობა აქვს ლამინარული რეჟიმში, ხოლო გარდამავალ და ტურბულენტურ რეჟიმებში კი ხვ. წარმადობები უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ცხრილი 3. ხვ. წარმადობის შედეგები ტურბულენტური მოძრაობისას საკნის სხვადასხვა სიმაღლის პირობებში

Re _{გან.ტურ.} =4500				
h	0,2	0,4	0,6	1
$\nu \times d$, მ ² /წმ	$0,4518 \times 10^{-2}$	$0,4518 \times 10^{-2}$	$0,4518 \times 10^{-2}$	$0,4518 \times 10^{-2}$
ν , მ/წმ	11,483	5,853	3,953	2,447
Q, მ ³ /წმ	27,559	28,094	28,46	29,364
J, ლ/(მ ² წმ)	51	49	46	44



სურათი 2. ხვ. წარმადობის შედეგები ტურბულენტური მოძრაობისას საკნის სხვადასხვა სიმაღლის პირობებში

ტურბულენტური რეჟიმის პირობებში სადაწნეო საკანის გეომეტრია მნიშვნელოვან გავლენას არ ახდენს ხვ. წარმადობის მაჩვენებლებზე.

ლიტერატურა

1. Слезкин Н. А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. - М.: 1956, 260 с.
2. Venkiteswaran A. and Belfort G. Process optimization diagrams for membrane microfiltration. //J.Membrane Science, 2010, 357 (1-2), pp. 105-108.
3. J.R. Werber, C.O. Osuji, M. Elimelech, Materials for next-generation desalination and water purification membranes. /Nat. Rev. Mater. 1, 2016.
4. ბიბილეიშვილი გ.ვ., ყუფარაძე ლ.პ., კეჟერაშვილი მ.გ. სადაწნეო საკანში წყლის ნაკადის ტურბულენტური რეჟიმის თეორიული დახასიათება. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, № 1, ტ.97, 2023, გვ.111-113.

SUMMARY

THE ORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF WATER FLOW FOR DIFFERENT GEOMETRIES OF THE PRESSURE CHAMBER

Bibileishvili G.V., Kuparadze L.P., Butchuzi T.G. and Javashvili Z.D.

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

In this paper, research has been carried out to determine the parameters of the turbulent regime of the pressure chamber in baromembrane units. Experimental research carried out under turbulent conditions has shown that the geometry of the pressure chamber does not significantly affect the specific capacity of the apparatus.

Keywords: pressure chamber, Reynolds number, turbulent regime.

მიკროფილტრაციული მემბრანების მისაღებ კომპოზიციებში პოლიმერების სტრუქტურული ორბანების საპითხების კვლევა

ბიბილეიშვილი გ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., გოგიბერიძე ი.ბ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

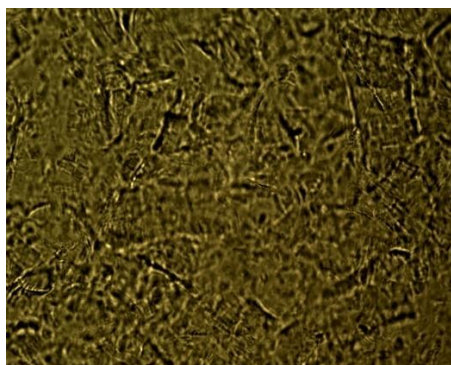
მემბრანის მისაღებ პოლიმერულ კომპოზიციებში გამსხნელების, ლიოფილური მარილების და სხვა დანამატების პირობებში წარმოიქმნება დიდი ზომის მოლეკულური ანსამბლები ანუ პოლიმოლეკულური ასოციაციები თავისი არქიტექტურით, სუპრასტრუქტურით და იმ ურთიერთქმედებებით, რომლებიც განსაზღვრავს მემბრანების მახასიათებლებს და მიკრორელიეფს [1,2].

ექსპერმენტებში პოლიმერულ მასალად გამოყენებული იყო პოლიეთერსულფონი (პეს), ხოლო დანამატად პოლიეთილენგლიკოლი (პეგ) და პოლივინილპიროლიდონი (პვპ). გამსხნელად კი პოლარული დაბალმოლეკულური გამსხნელი დიმეთილაცეტამიდი (დმაა). ექსპერმენტებით შესწავლილია სამი განსხვავებული შედგენილობის პეს/დმაა/CaCl₂, პეს/დმაა/CaCl₂/პეგ, პეს/დმაა/CaCl₂/პვპ პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტე, სიმღვრივე, წარმოქმნილი სტრუქტურული აგრეგატული ნაწილაკების ზომები და მათი ურთიერთდამოკიდებულების საკითხი ამ ხსნარების გამოლექვით მიღებული მემბრანების წარმადობებზე და ფორის ზომებზე. კვლევით მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

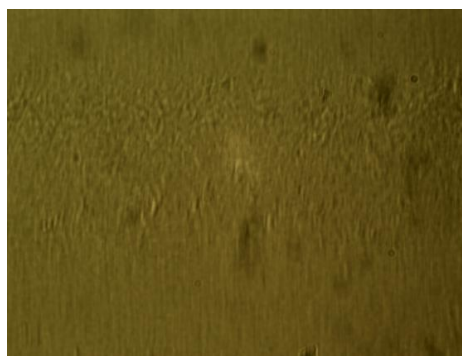
ცხრილი 1. კომპოზიციების შედგენილობა, სიბლანტე, სიმღვრივე, მათში შემავალი ნაწილაკების ზომები და მიღებული მემბრანული ნიმუშების წარმადობა და ფორის ზომა.

პოლიმერ. კომპოზიცია	სიმღვრივე, NTU	სიბლანტე cP	ნაწ.ზომა, ნმ	%	მემბრ. ნიმუში	წარმადობა, ლ/მ ² სთ	ფორის ზომა, მკმ
პეს/დმაა/CaCl ₂	19,5	1449	11,52 115,8 1015	85,4 3,7 8,7	P1,	244	0,55
პეს/დმაა/CaCl ₂ /პეგ	52	1345	14,9 610,4 2877	11,8 40,1 31,2	P2	526	2,37
პეს/დმაა/CaCl ₂ /პვპ	115,09–134,13	1276	7,856 1083 2985	12,8 35,2 51,9	P3	721	2,7

კვლევებით დადგინდა, რომ უდანამატო კომპოზიცია პეს/დმაა/CaCl₂-გან მიღებული მემბრანების ფორის ზომა არის 0,55 ნმ, ის შედგება უმეტესად 11,5 ნმ-ის (85,4%) მქონე ნაწილაკებისაგან. დანამატიანი პოლიმერული კომპოზიციებიდან მიღებული მემბრანების ფორის ზომები გაზრდილია 2,37 მკმ - 2,7 მკმ-მდე, ეს კომპოზიციები მაღალი პროცენტული რაოდენობით შეიცავენ 610 ნმ-დან და 2985 ნმ-მდე ზომის ნაწილაკებს [3,4,5]. ამასთანავე დადგინდა, რომ P2 და P3 მემბრანული ნიმუშების ფორის ზომების გაზრდასთან ერთად იზრდება მემბრანული ნიმუშების ხვ. წარმადობა. ვინაიდან დანამატებმა შეცვალეს საწყისი პოლიმერული კომპოზიციის სიბლანტის, სიმღვრივის, ნაწილაკების ზომების მნიშვნელობა და ხსნარის მიკროსურათიც. სურათზე 1 და 2 მოცემულია პეს/დმაა/CaCl₂/პეგ და პეს/დმაა/CaCl₂ კომპოზიციების ოპტიკური მიკროსკოპული გამოსახულება (გაღიძვრა 500-ჯერ).



სურათი 1. პეს/დმმა/CaCl₂/პეგ-ის კომპოზიციის მიკროსურათი



სურათი 2. პეს/დმმა/CaCl₂-ის უდა-ნამატო კომპოზიციის მიკროსურათი

ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა კვლევამ აჩვენა, რომ განსხვავებული შედგენილობის კომპოზიციებში პოლიმერული ნაწილაკების ზომები იცვლება 7 ნმ-დან 3000 ნმ-მდე. შესწავლილი პოლიმერული კომპოზიციები შეიცავენ კრისტალიტების, სფეროლიტების, გლობულულების შესაბამისი ზომის ნაწილაკებს განსხვავებული პროცენტული რაოდენობით, რაც იწვევს აღნიშნული პოლიმერული კომპოზიციების სიბლანტის და სიმღვრივის მაჩვენებლების ცვლილებას, ასევე განსხვავებული სტრუქტურული წყობის წარმოქმნას მემბრანის მისაღებ ხსნარებში. ეს პროცესები გავლენას ახდენენ მიღებული მემბრანების მახასიათებლებზე, კერძოდ, განაპირობებენ დიდი ზომის ნაწილაკების შემცველი ხსნარებიდან მიღებული მემბრანული ნიმუშების წარმადობის და ფორის ზომის ზრდას.

ლიტერატურა

1. Hiroshi Yabu, Self-assembled Materials Self-organized precipitation: an emerging method for preparation of unique polymer particles. //Polymer Journal 2013, volume 45, pp.261–268 .
2. Chengtao Yu, Qing Xie, Yongzhong Bao,Guorong Shan, Pengju Pan. Crystalline and Spherulitic Morphology of Polymer Crystallized in Confined Systems. / Crystals 2017, 7(5).
3. ბიბილეიშვილი გ.ვ., ებანოიძე ლ.ო., კეყერაშვილი მ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ. პოლიმერულ კომპოზიციაში ნანონაწილაკების ზომებისა და სიბლანტის კვლევა. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2022, 2, ტ. 96, გვ.72-73.
- 4.Barzin, J., Madaeni, S. S., Mirzadeh, H., Effect of preparation conditions on morphology and performance of hemodialysis membranes prepared from polyethersulphone and polyvinylpyrrolidone. //Iranian Polymer Journal,2005, 14, pp. 353-360.
- 5.Amin P.D.,Vatshal Bhanushali., Shreyas Joshi.,Role of Polyvinylpyrrolidone in Membrane Technologies. International Journal of ChemTech Research.2018, Vol.11 No.09, pp 247-259.

SUMMARY

STUDY OF ISSUES OF STRUCTURAL ORGANIZATION OF POLYMER IN ACCEPTABLE COMPOSITIONS OF MICROFILTRATION MEMBRANES

Bibileishvili G.V., Gogesashvili N.N. and Gogiberidze I.B.

Engineering Institute of Membrane Technology of Georgian Technical University

In the paper, the issues of structural organization of polymer compositions of acceptable different compositions of the membrane PES/DMAc/CaCl₂, PES/DMAc/CaCl₂/PEG, PES/DMAc/CaCl₂/PVP are studied using solution viscosity, turbidity, sizes of nanoparticles present in it and optical microscopy. The influence of the particle sizes in the compositions and the parameters of the casting solution on the characteristics of the obtained membrane samples is determined.

Keywords: membrane, polymer solution, microfiltration, viscosity, turbidity.

მიკროფილტრაციულ პროცესებში ნაკადის ჰიდროდინამიკის კვლევა მემბრანული სისტემების სადაწნეო საკნის ოპტიმალური გეომეტრიული კონფიგურაციის შესწავლისათვის

ბიბილეიშვილი გ.გ. კეკერაშვილი მ.გ., ყუფარაძე ლ.პ., ჯავაშვილი ზ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

მემბრანული ტექნოლოგიების დარგში მთავარ მიმართულებას წარმოადგენს სხვადასხვა სითხეების ფილტრაციული პროცესების ჰიდროდინამიკური რეჟიმების, მემბრანის დატვირთვის მექანიზმის შესწავლა და ამის საფუძველზე ისეთი ახალი კანონზომიერებების გამოვლენა, რაც საშუალებას იძლევა ტექნოლოგიური გათვლები, მემბრანული აპარატების და დანადგარების პროექტირება იმგვარად განხორციელდეს, რომ შეიქმნას მაღალი წარმადობის, ექსპლოატაციის ხანგრძლივი ვადის მქონე მემბრანული დანადგარები. ტანგენციალური და ჩიხური ფილტრაციის სათანადო მაჩვენებლების დიფერენცირება განაპირობებს ნაკადის საცირკულაციო პრინციპზე მომუშავე მემბრანული მოდულების უპირატესობას, რომელთა გამოყენება მიზანშეწონილია დიდი მოცულობის და მაღალი კონცენტრაციის ხსნარების ხანგრძლივი დროით დამუშავებისათვის. მიკროფილტრაციულ გაყოფის პროცესში სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის დასახასიათებლად გამოყენებული იქნა რეინოლდსის რიცხვი, რომელიც განისაზღვრა სადაწნეო საკნის ჰიდრაულიური დიამეტრის, საშუალო სიჩქარის და სითხის კინემატიკური სიბლანტის საშუალებით. კვლევის შედეგების ძირითადი მონაცემები ასახულია ცხრ. 1-ში.

რეინოლდსის რიცხვი მნიშვნელობით $Re < 2300$ ლამინარულ, $2300 < Re < 4000$ გარდამავალ ტურბულენტურს და $Re > 4000$ ტურბულენტურ დინებაზე მიუთითებს.

ცხრილი 1. ლამინარული, გარდამავალი და ტურბულენტური რეჟიმის უზრუნველყოფის რეჟიმული პარამეტრები

რეინოლდსის რიცხვი და ჰიდროდინამიკური ნაკადის ტიპი	საკნის სიმაღლე, მმ				
	0,1	0,2	0,4	0,6	1
	ნაკადის სიჩქარე, მ/წმ				
$Re < 2300$ ლამინარული	11,75	6	3	2,04	1,25
$2300 < Re < 4000$ გარდამავალი ტურბულენტური	20	10	5,2	3,5	2,2
$Re > 4000$ ტურბულენტური	23	11,5	5,85	4	2,5

თეორიული გათვლების შედეგად დადგინდა, რომ ტურბულენტური რეჟიმის განსახორციელებლად მიზანშეწონილი არ არის სადაწნეო საკნის ისეთი გეომეტრია, რომელშიც საკნის სიმაღლე იქნება 0,1 მმ და 0,2 მმ, 0,4 მმ რადგან სითხის ნაკადის 5,85 მ/წმ-დან და 23 მ/წმ-მდე სიჩქარის განვითარება იწვევს მემბრანული სისტემის დეტალებისა და მემბრანების მექანიკურ რხევებს, რაც მიკროფილტრაციული მემბრანული გაყოფის პროცესების განხორციელებისათვის არ არის რაციონალური როგორც აპარატურის ტექნიკური შესრულების, ტექნოლოგიური და ენერგოდანახარჯების თვალსაზრისით. ამიტომ, თეორიული გათვლების ანალიზის საფუძველზე, მიკროფილტრაციული გაყოფის პროცესის ოპტიმალური გეომეტრიის და რეჟიმული პარამეტრების დადგენისათვის ექსპერიმენტული ცდებისათვის შერჩეული იქნა სადაწნეო საკანი სიგანით 12 მმ, სიგრძით 32 მმ, სიმაღლით 0,6 მმ და 1 მმ, ფილტრაციისათვის 0,2 მკმ ზომის ფორის მქონე მემბრანა. ექსპერიმენტის შედეგები ასახულია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2. სითხის ნაკადის ტურბულენტური რეჟიმისათვის 0,2 მკმ ფორის ზომის მემბრანის ხვ. წარმადობა სადაწნეო საკანის სხვადასხვა სიმაღლისათვის

საკანის სიმაღლე, მმ	სითხის სიჩქარე საკანში, მ/წმ	წნევა, ბარი	ხვ. წარმადობა (ლ/მ ² სთ)
0,6	4	0,5	45
		1	75
1	2,5	0,5	60
		1	90

დადგენილი იქნება მემბრანული სისტემის სადაწნეო საკანის ოპტიმალური გეომეტრიული კონფიგურაცია ნაკადის ტურბულენტური მოძრაობისათვის მიკროფილტრაციული პროცესის პირობებში. ამგვარად, დიდი მოცულობის სამრეწველო ნაკადების საფილტრაციოდ რეკომენდირებულია მემბრანული სისტემა, სადაწნეო საკანის სიმაღლით 0,6 მმ, 1 მმ, რომელიც უზრუნველყოფს ინტენსიური ტურბულენტური რეჟიმული პარამეტრების მქონე დინებას მიკროფილტრაციული პროცესის საექსპლუატაციო მაჩვენებლების ეფექტურობას და სტაბილურობას.

ლიტერატურა

1. G. Bibileishvili, M. Kezherashvili, N. Gogesashvili, L. Kuparadze, L. Ebanoidze, M. Mamulashvili; Effect of the Temperature of the Non-Solvent on the Morphology of the Polymeric Membrane. //European Journal of Scientific Research (EJSR), 2022, vol.161,1, pp.5-15.,
2. Bhattacharjee C., Saxena V.K., Dutta S. Static turbulence promoters in cross-flow membrane filtration: /A review. Chem. Eng. Commun. 2019, pp.413–433.
3. Zhang R., Liu Y., He M., Su Y., Zhao X., Elimelech M., Jiang Z. Antifouling membranes for sustainable water purification: Strategies and mechanisms. /Chem. Soc. Rev. 2016, pp.5888–5924.
4. Koutsou C.P., Karabelas A.J. A novel retentate spacer geometry for improved spiral wound membrane (SWM) module performance. //J. Membr. Sci. 2015, pp. 129–142.

SUMMARY

INVESTIGATION OF FLOW HYDRODYNAMICS IN MICROFILTRATION PROCESSES TO STUDY THE OPTIMAL GEOMETRIC CONFIGURATION OF THE PRESSURE CELL OF MEMBRANE SYSTEMS

Bibileishvili G.V., Kezherashvili M.G., Kuparadze L.P. and Javashvili Z.D.

Engineering Institute of Membrane Technology of Georgian Technical University

The article discusses the results of theoretical and experimental studies of dead-end and tangential baromembrane processes, which are related to the study of the optimal geometry of the pressure chamber of membrane systems in microfiltration processes. The geometry of the developed pressure chamber provides the flow with the parameters of the turbulent regime and, accordingly, the efficiency and stability of operating parameters of the microfiltration process.

Keywords: solutions, microfiltration, membrane, turbulent regime.

კომპოზიციაში პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობის და ორბანული დანამატების გავლენის კვლევა ხსნარის სიმღვრივეზე

ბიბილეიშვილი გ.გ., ებანოიძე ლ.ო., გოგესაშვილი ნ.ნ., კეყერაშვილი მ.გ.,
გოგიბერიძე ი.ბ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

მემბრანების მორფოლოგიისა და სტრუქტურის ფორმირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობა, რომელიც დამოკიდებულია პოლიმერისა და დანამატების კონცენტრაციაზე, ხსნარში არსებულ ნაწილაკების ზომებსა და განაწილებაზე. პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობით განპირობებული ზომები დიდწილად განსაზღვრავს დასახმელი ხსნარის სიმღვრივეს, რომლის ხარისხობრივი მაჩვენებელი განსაზღვრავს მიღებული მემბრანის ფიზიკურ მახასიათებლებს [1].

სამუშაოში განხილულია განსხვავებული შედგენილობის პოლიმერული კომპოზიციების ნაწილაკების ზომების და სიმღვრივის დამოკიდებულება. პოლიმერული კომპოზიციები მიღებულია პოლიმერის, გამსხნელის, არაორგანული და ორგანული დანამატებით, რაც განაპირობებს პოლიმერის ხსნარის კომოგენურობას, სიმღვრივეს, სიბლანტეს და კონცენტრაციას. ორგანულ დანამატად გამოყენებულია პოლიეთილენ-გლიკოლი (პეგ) მოლეკულური მასით $M_w=400$ გ/მოლი (პეგ-400), $M_w=600$ გ/მოლი (პეგ-600), $M_w=800$ გ/მოლი (პეგ-800) და $M_w=1500$ გ/მოლი (პეგ-1500) [2].

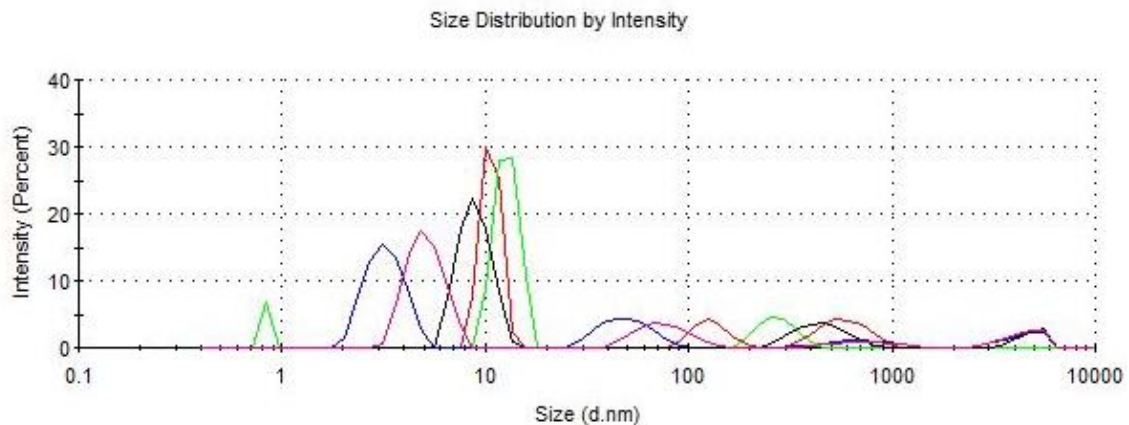
განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პროცესის მონტორინგი ჩატარდა პოლარიზაციულ-ინტერფერენციული ოპტიკური მიკროსკოპის საშუალებით. ნეფელომეტრული მეთოდით განისაზღვრა პოლიმერული კომპოზიციების სიმღვრივის მაჩვენებლები სიმღვრივის მზომი ხელსაწყოთი Turb 555 [3]. სინათლის გაბნევის დინამიური მეთოდით შესწავლილია პოლიმერული კომპოზიციის ნაწილაკების ზომების პროცენტული თანაფარდობა Zetasizer Nano ZN90 ნანონაწილაკების მზომი ანალიზატორით [4,5]. ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობები განისაზღვრა ლაბორატორიული მემბრანული დანადგარით MTSI-JM-5. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები მოცემულია ცხრილში.

პოლიმერული კომპოზიციების ნაწილაკების ზომის პროცენტული თანაფარდობა, სიმღვრივე და მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობა

ემბრანა	კომპოზიციის ქიმიური შედგენილობა	პიკი 1, ნმ	%	პიკი 2, ნმ	%	პიკი 3, ნმ	%	პოლიმერული კომპოზიციის სიმღვრივის მაჩვენებელი, FTU	მემბრანული ფირების ხვ. წარმადობა, J, ლ/მ ² სთ
M1	კომპოზიცია+PEG400	8,920	74,0	460,8	18,8	4847	7,2	4.15	9050
M2	კომპოზიცია+PEG600	10,67	65,2	594,2	20,6	128,8	14,2	5.12	12100
M3	კომპოზიცია+PEG800	12,77	76,2	273,9	17,1	0,8332	6,8	5.62	13500
M4	კომპოზიცია+PEG1500	5,096	66,6	75,51	18,6	4447	9,9	5.77	7840

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Z-Average (d.nm): 17.17	Peak 1: 5.096	66.1	1.030
Pdl: 0.170	Peak 2: 75.51	18.6	21.13
Intercept: 0.226	Peak 3: 4447	9.9	910.8

Result quality : Refer to quality report



განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის მქონე პოლიმერული ხსნარის ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

ცხრილში მოყვანილი პიკის მაჩვენებლები აღნიშნავენ ახლომდებარე ნაწილაკების საშუალო ზომას.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ მოლეკულური მასის მქონე დანამატის პეგ-400, პეგ-600 და პეგ-800 შემთხვევაში გამოვლენილია ნაწილაკის კონფორმაციული ზომების მზარდი დინამიკა 8,920 ნმ-დან 12,77 ნმ-მდე, რაც აისახა სიმღვრივის მაჩვენებელზე (NTU4.15-NTU5.62) და მიღებული მემბრანის ხვედრით წარმადობაზე (9050–13500 ლ/მ²სთ). პოლიეთილენგლიკოლის მოლეკულური მასის ზრდა განაპირობებს მემბრანის ხვედრითი წარმადობის მაღალ მაჩვენებელს. მაღალი მოლეკულური მასის პოლიეთილენგლიკოლის პეგ-1500-ის შეტანით პოლიმერის კონფორმაციულმა ზომამ განიცადა ცვლილება კლებისკენ, რამაც განაპირობა მიღებული მემბრანის ხვ. წარმადობის შემცირება.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ორგანული დანამატების მოლეკულური მასების სიდიდე გავლენას ახდენს პოლიმერული კომპოზიციის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებზე, რაც განაპირობებს ფაზური ინვერსიის პროცესის მსვლელობას და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობის ცვალებადობას.

ლიტერატურა

1. ბიბილეიშვილი გ.ვ., კეჟერაშვილი მ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოძე ლ.ო. პოლიმერულ კომპოზიციაში მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენის შესწავლა მემბრანის მორფოლოგიასა და მახასიათებლებზე. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2022, ტ.93, №2, გვ.121-122. <https://doi.org/10.36073/1512-0287>.
2. ბიბილეიშვილი გ.ვ., კეჟერაშვილი მ.გ., ებანოძე ლ.ო., ყუფარაძე ლ.პ. პოლიმერული კომპოზიციის შედგენილობის გავლენა ალიფატური პოლიამიდური მემბრანების მახასიათებლებზე. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.93, №2, 2021, გვ.101-103. <https://doi.org/10.36073/1512-0287>.
3. ბიბილეიშვილი გ.ვ., ებანოძე ლ.ო., ყუფარაძე ლ.პ., ჯავაშვილი ზ.დ. პოლიმერული კომპოზიციის გახსნის პროცესის ხარისხობრივი მაჩვენებლის კვლევა და შედეგების მათემატიკური

მოდელირება. ISSN1512-0287 //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.95, №1, 2022, გვ.126-129.
<https://doi.org/10.36073/1512-0287>.

4. Kulikov K., Koshlan T. Measurement of sizes of colloid particles using dynamic light scattering. Technical Physics 60(12). 2015, pp.1758-1764.

5. Kaszuba M., McKnight D., Connah M., McNeil-Watson F., Nobbmann U. Measuring sub nanometer sizes using dynamic light scattering. //Journal of Nanoparticle Research volume 10, 2008, pp.823-829.

SUMMARY

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE CONFORMATIONAL STATE OF THE POLYMER AND ORGANIC ADDITIVES IN THE COMPOSITION OF THE TURBIDITY OF THE SOLUTION.

Bibileishvili G.V., Ebanoidze L.O., Gogesashvili N.N., Kezherashvili M. G. and Gogiberidze I.B.

Engineering Institute of Membrane Technology of Georgian Technical University

The paper presents a study of the process of polymer dissolution in polymer compositions for the purpose of studying turbidity indicators (Turb 555 IR) for solutions of different chemical compositions. The dependence of particle sizes and turbidity of polymer compositions is discussed. As a result of the research, it was determined that the molecular weight of organic additives affects the physicochemical parameters of the polymer composition, which determines the course of the phase inversion process and the variation of the specific performance of the obtained membrane.

Keywords: Polymer composition, particle size, molecular weight, specific capacity

კომპოზიციაში პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობის ნაწილაკის ზომასზე დამოკიდებულების საკითხი

ბიბილეიშვილი გ.გ., ებანოიძე ლ.ო., ექვთიმიშვილი გ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

მემბრანების მორფოლოგიისა და სტრუქტურის ფორმირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობა, რომელიც დამოკიდებულია პოლიმერისა და დანამატების კონცენტრაციაზე, ხსნარში არსებულ ნაწილაკების ზომებსა და განაწილებაზე [1,2].

ნაშრომში განხილულია განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის კომპოზიციაში პოლიმერის მოლეკულის კონფორმაციული მდგომარეობის ნაწილაკის ზომაზე დამოკიდებულება. კომპოზიციები დამზადდა პოლიმერის, გამხსნელის, არაორგანული და ორგანული დანამატების ბაზაზე, რამაც უზრუნველყო პოლიმერის ხსნარის ჰომოგენურობა, სიმდგრადე, სიბლანტე და კონცენტრაცია. ორგანულ დანამატად გამოყენებულია პოლიეთილენგლიკოლი (პეგ) მოლეკულური მასით $M_w=400$ გ/მოლი (პეგ-400), $M_w=600$ გ/მოლი (პეგ-600), $M_w=1000$ გ/მოლი (პეგ-1000) და $M_w=1500$ გ/მოლი (პეგ-1500).

სინათლის გაბნევის დინამიკური მეთოდით შესწავლილია პოლიმერული კომპოზიციის ნაწილაკების ზომების პროცენტული თანაფარდობა Zetasizer Nano ZN90 ნანონაწილაკების მზომი ანალიზატორით, 0,3–10000 ნმ-ის დიაპაზონში [3,4]. ნაწილაკების მდგრადობის გასაზრდელად კომპოზიციები დამუშავებულია ულტრაბერის აპარატის წყლიან აბაზანაში (Unitra-Unima, UM-4, Olsztyn, Poland). ფაზური ინვერსიის მეთოდით მიღებული მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობები განისაზღვრა ლაბორატორიული მემბრანული დანადგარით MTSI-JM-5. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები მოცემულია ცხრილში.

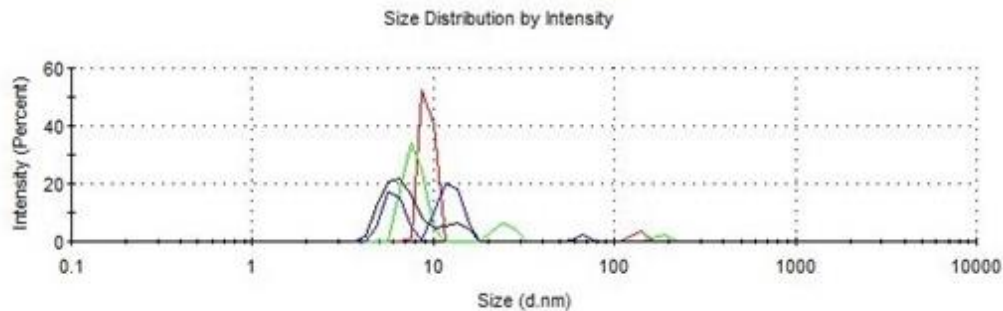
პოლიმერული კომპოზიციების ნაწილაკების ზომის პროცენტული თანაფარდობა და მემბრანული ფირების ხვედრითი წარმადობა

ემბრანა	კომპოზიციის ქიმიური შედგენილობა	პიკი 1, ნმ	%	პიკი 2, ნმ	%	პიკი 3, ნმ	%	მემბრანული ფირების ხვ. წარმადობა, J, ლ/მ ² სთ
M1	კომპოზიცია+PEG400	7,819	81,6	24,65	14,6	181,1	3,8	9050
M2	კომპოზიცია+PEG600	9,303	94,5	135,3	5,5	–	–	12100
M3	კომპოზიცია+PEG1000	12,42	54,8	6,105	42,4	–	–	14900
M4	კომპოზიცია+PEG1500	6,629	85,5	12,69	19,5	–	–	7840

სურათზე გამოსახულია განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის პოლიმერული კომპოზიციის ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები, ხოლო ცხრილში მოყვანილია პიკის მაჩვენებლები, რომლებიც აღნიშნავენ ახლომდებარე ნაწილაკების საშუალო ზომას.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ კომპოზიციებში პეგ-400-ის, პეგ-600-ის და პეგ-1000-ის ერთი და იგივე რაოდენობით დამატების შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა ინტენსივობის მრუდების გადანაცვლებას ნაწილაკის ზომების ზრდის მიმართულებით, ხოლო პეგ-1500-ის შემთხვევაში – ნაწილაკის ზომების კლების მიმართულებით, რაც პოლიმერის კონფორმაციული მდგომარეობის ცვლილებას ადასტურებს. კონფორმაციული მდგომარეობის ცვალებადობა შეიძლება გამოწვეული იყოს პოლიეთილენგლიკოლის და პოლიმერის მოლეკულებს შორის მოლეკულათაშორისი ბმების გაძლიერებით ან შესუსტებით პოლიეთილენგლიკოლის მოლეკულური მასის ცვლილებების გამო.

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.nm):
Z-Average (d.nm): 476.6	Peak 1: 6.629	80.5	1.442
Pdl: 0.784	Peak 2: 12.69	19.5	1.960
Intercept: 0.781	Peak 3: 0.000	0.0	0.000
Result quality : Refer to quality report			



განსხვავებული ქიმიური შედგენილობის მქონე პოლიმერული ხსნარის ნაწილაკების ინტენსივობის მრუდები

კვლევის შედეგად გამოვლენილია ნაწილაკის კონფორმაციული ზომების მზარდი დინამიკა 7,819 ნმ-დან 12,42 ნმ-მდე დანამატის პეგ-400, პეგ-600 და პეგ-1000-ის შემთხვევაში, რაც აისახა მიღებული მემბრანის ხვედრით წარმადობაზე (9050–14900 ლ/მ²სთ). მაღალი მოლექულური მასის პოლიეთილენგლიკოლის პეგ-1500-ის შეტანით ხსნარში ნაწილაკის ზომამ განიცადა ცვლილება კვლებისკენ, რამაც განაპირობა მიღებული მემბრანის ხვ. წარმადობის შემცირება.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კომპოზიციებში არსებული ნაწილაკების ზომის ცვალებადობა იწვევს კონფორმაციულ ცვლილებებს, რაც გავლენას ახდენს პოლიმერული კომპოზიციის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებსა და მიღებული მემბრანის ხვედრითი წარმადობაზე.

ლიტერატურა

1. გ. ბიბილეიშვილი, ნ. გოგესაშვილი, ე. კაკაბაძე. პოლიმერულ ხსნარებში მაკრომოლექულის კონფორმაციული მდგომარეობის კვლევა. //საქართველოს ქიმიური ჟურნალი ტ.19, №1, 2019, გვ.71-72. ISSN1512-0686
2. ბიბილეიშვილი გ.ვ., კეკელიაშვილი მ.გ., გოგესაშვილი ნ.ნ., მამულაშვილი მ.ა., ებანოიძე ლ.ო. პოლიმერულ კომპოზიციის მიკროგელური ნაწილაკების ზომის გავლენის შესწავლა მემბრანის მორფოლოგიასა და მახასიათებლებზე. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.93, №2, 2022, გვ.121-122. <https://doi.org/10.36073/1512-0287>;
3. Kulikov K., Koshlan T. Measurement of sizes of colloid particles using dynamic light scattering. Technical Physics 2015, 60(12), pp.1758-1764;
4. Kaszuba M., McKnight D., Connah M., McNeil-Watson F., Nobbmann U. Measuring sub nanometer sizes using dynamic light scattering. //Journal of Nanoparticle Research volume 10, 2008, pp.823-829;

SUMMARY

ON THE DEPENDENCE OF THE CONFORMATIONAL STATE OF THE POLYMER ON THE SIZE OF THE PARTICLES IN ITS COMPOSITION

Bibileishvili G.V., Ebanoidze L.O. and Ekvimishvili G.D.

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

This paper presents an analytical study of polymer compositions on a Zetasizer Nano Zen 3690 nanoparticle measuring analyzer by dynamic light scattering method. The dependence of the conformational state of the polymer molecule on the particle size in compositions of different chemical compositions is discussed. It was found that varying the particle sizes in the compositions causes conformational changes, which affects the physicochemical parameters of the polymer composition and specific capacities of the resulting membrane.

Keywords: Polymer composition, particle size, molecular weight, specific capacity.

ბუნებრივი წყლიდან მიღებული დეიონიზირებული წყლის ელექტროგამტარობის ხარისხის კვლევა

ბიბილეიშვილი გ.გ., ბუთხუზი თ.გ., მამულაშვილი მ.ა., ჯავაშვილი ზ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

წყლის ელექტროგამტარობა დამოკიდებულია მასში გახსნილ მარილების, მჟავების, ფუძეების კათიონების და ანიონების კონცენტრაციაზე. წყლის ხარისხის ერთერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრია მისი ელექტროგამტარობა. წყლის ელექტროგამტარობის სათანადო ხარისხი განაპირობებს სპექტომეტრული და იონომეტრული მეთოდებით განსაზღვრული გახსნილი ნივთიერებების იონების კონცენტრაციის ხარისხობრივ მაჩვენებელს, რაც ბუფერული და საკალიბრო ხსნარების მიღებისათვის აუცილებელი პირობაა.

დეიონიზაციის შემდგომ წყალში არ გვხვდება დადებითად დამუხტული კათიონები – ნატრიუმი, კალციუმი, რკინა, სპილენძი და უარყოფითად დამუხტული ანიონები – კარბონატები, ქლორიდები, ფტორიდები და სხვა. დეიონიზირებული წყალი მიიღება იონმიმომცვლით (კათიონების – H^+ და ანიონების – H^-), რომლის დროსაც ვერ ხორციელდება ორგანული ნივთიერებებისაგან გაუსნებოვნება [1,4].

დეიონიზირებული წყლის მისაღებად დამუშავდა სამ საფეხურიანი ბარომემბრანული მეთოდი ულტრაფილტრაციისა და უკუოსმოსის გამოყენებით. ექსპერიმენტი ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მიერ დამუშავებულ ულტრაფილტრაციულ და უკუოსმოსურ მემბრანულ დანადგარებზე (სურ. 1 და 2).



სურ. 1. ულტრაფილტრაციული მემბრანული აპარატი



სურ. 2. უკუოსმოსური მემბრანული დანადგარი

ბარომემბრანული უკუოსმოსური პროცესი უზრუნველყოფს ყველა სახის გახსნილი მარილების და ნივთიერებების შეკავებას, რომელთა მოლეკულური წონა აღემატება 100 დალტონს, ხოლო მემბრანულ აპკში წნევით გასული წყლის მოლეკულები ქმნიან დემინერალიზებული წყლის ნაკადს. უკუოსმოსური მემბრანების მიერ შეკავებული მარილების მაჩვენებელი მერყეობს 95% – 99% -მდე.

კვლევის პირველ ეტაპზე განხორციელდა ბუნებრივი წყლის ნიმუშების სტერილიზაცია 0,1 მკმ ფორის ზომის მქონე ულტრაფილტრაციული მემბრანით, ხოლო მეორე და მესამე ეტაპზე უკუოსმოსური მეთოდით დეიონიზაცია ჩატარდა 9ატმ. წნევის პირობებში 25ლ.მ²/სთ წარმადობის უკუოსმოსური მემბრანის გამოყენებით. საკვლევი სინჯების ელექტროგამტარობის შედეგები მოცემულია ცხრ.1-ში.

ცხრილი 1. ბუნებრივი წყლიდან მიღებული დეიონიზირებული წყლის ელექტროგამტარობა

ფილტრაციის მეთოდი	ელ.გამტარობა სიმ/მ	
	ბუნებრივი წყალი	დამუშავებული წყალი
ულტრაფილტრაცია,	$38,9 \times 10^{-3}$	22×10^{-3}
უკუოსმოსი I ეტაპი	$38,9 \times 10^{-3}$	35×10^{-3}
უკუოსმოსი II ეტაპი	35×10^{-3}	5×10^{-4}

გამოხდილი წყლის მიღების ერთერთი ტრადიციული მეთოდია დისტილაცია, რომლის დროსაც პროცესი უზრუნველყოფს მიკროორგანიზმებისგან აბსოლუტურ გაუსნებოვნებას, ხოლო წყლის ელექტროგამტარობის მაჩვენებლის სტანდარტული სიდიდე შეადგენს 5×10^{-4} სიმ/მ-ს.

დისტილაციით მიღებული გამოხდილი წყლის საერთაშორისო სტანდარტია ISO 3696, რომელსაც შეესაბამება ელ.გამტარობა 5×10^{-4} სიმ/მ. დისტილაციის პროცესის რეჟიმული პარამეტრების ოპტიმიზაციამ საშუალება მოგვცა მიგვეღო $2,6 \times 10^{-4}$ სიმ/მ ელ.გამტარობის მქონე წყალი, რაც საერთაშორისო სტანდარტთან შედარებით ნაკლებია და განსხვავდება საწყისი კოეფიციენტით [2,3].

ცხრ. 2-ში მოყვანილია საწყისი სასმელი წყლის და მიღებული დისტილატის ელექტროგამტარობის მაჩვენებლები.

ცხრილი 2. სასმელი წყლის და დისტილატის ელექტროგამტარობა

ფილტრაციის მეთოდი	ელ.გამტარობა სიმ/მ	
	სასმელი წყალი	დისტილატი
დისტილაცია	29×10^{-3}	$2,6 \times 10^{-4}$

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ფილტრაციის ბარომემბრანული პროცესის გამოყენება მაღალხარისხოვანი დემინერალიზებული წყლების მიღების ყველაზე ეფექტური მეთოდია, ვინაიდან უკუოსმოსური პროცესით მიღებული დემინერალიზებული წყლის ენერგოდანახარჯების მაჩვენებლები ერთი რიგით მცირეა დისტილირებულ წყალთან შედარებით. ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ უკუოსმოსური მეთოდით შესაძლებელია ბუნებრივ და საერთაშორისო სტანდარტს (ISO 3696) შორის ნებისმიერი სიდიდის ელექტროგამტარობის მქონე გარდამავალი წყლის მიღება.

ლიტერატურა

1. მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტის 2017 წლის სამეცნირო ანგარიში.
2. ბიბილეიშვილი გ. სასმელი წყლიდან ნაწილობრივ და სრულად დემინერალიზებული წყლის (გამოხდილი) მიღების მემბრანული გაყოფის პროცესის კვლევა და ათვისება. //საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, ტ.17, №1, 2017 გვ.159-161.
3. Yang Xianhong*, Liang Shijun, Hu Jian, Xia Jie Application Analysis of Conductivity in Drinking Water Quality Analysis International Energy, Environment and Water Resources Conference 784 (2021) 012028 doi:10.1088/1755-1315/784/1/012028.
4. 4.Тихонов И.А. Влияние ионного состава воды на её электропроводность. //Журнал С.О.К. № 2, 2021, сс.42-47.

SUMMARY

STUDY OF THE QUALITY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF DEIONIZED WATER OBTAINED FROM NATURAL WATER

Bibileishvili G.V., Butkhuzi T.G., Mamulashvili M.A. and Javashvili Z.D.

Engineering Institute of Membrane Technologies of Technical University of Georgia

The paper discusses the demineralization process of natural water. A three-step baromembrane method using ultrafiltration and reverse osmosis was processed to obtain deionized water. The reverse osmosis filtration method was implemented in two stages. As a result of filtration, high-quality sterile, demineralized water was obtained, the electrical conductivity of which corresponds to the international standard ISO 3696 and is 5×10^{-4} cm/m.

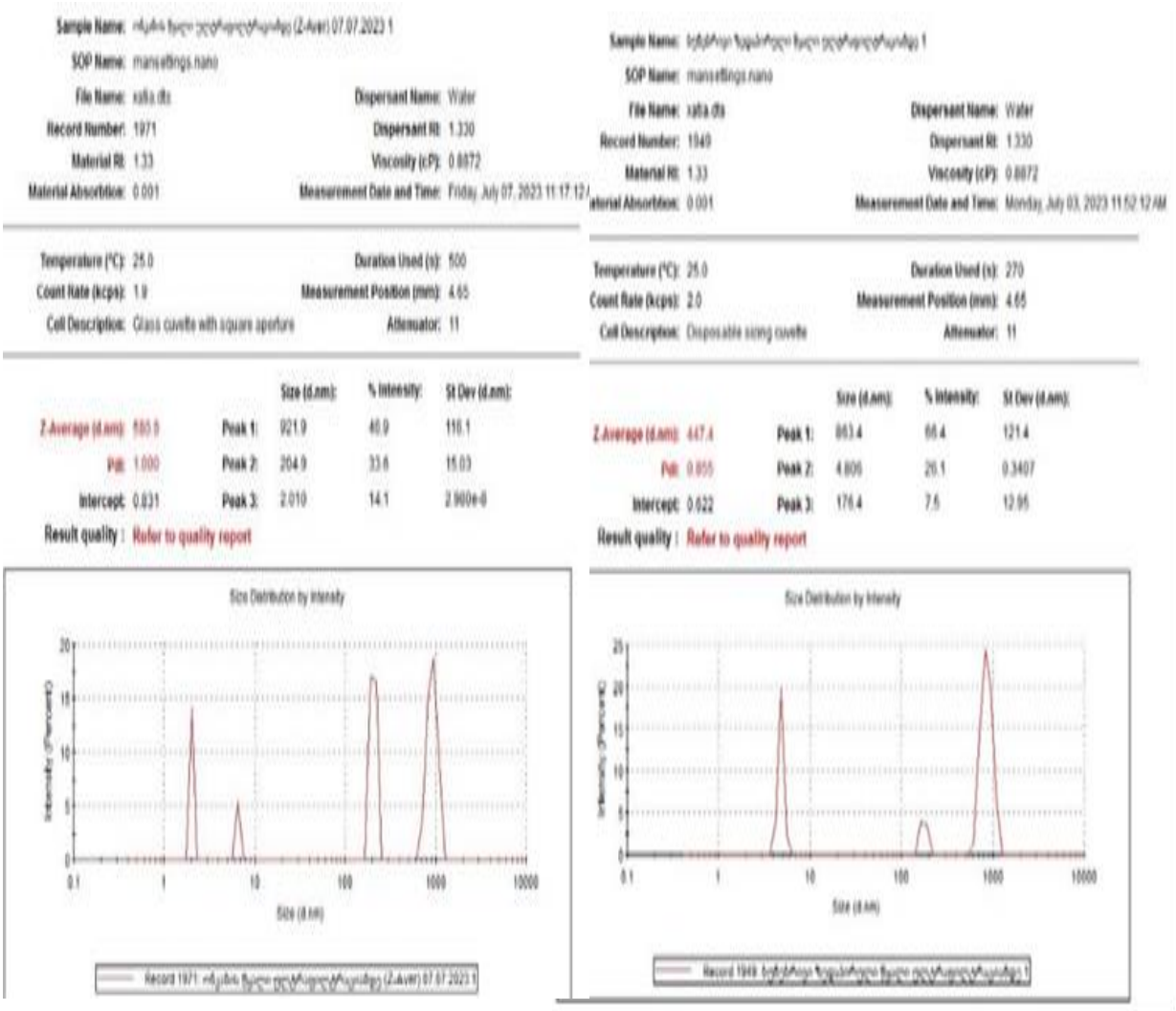
Keywords: water, electrical conductivity, deionization, reverse osmosis, distillation.

წყლის ულტრაფილტრაციის სპირალური ტიპის საყოფაცხოვრებო მემბრანული დანადგარის სადაწნეო საკნის ბეომეტრიისა და ჰიდროდინამიკური პარამეტრების კვლევა

ყუფარაძე ლ.პ., გოგესაშვილი ნ.ნ., ებანოიძე ლ.ო., ჯავაშვილი ზ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

წყლის მდგრადი მართვის, სანიტარული ნორმების დაცვის საყოველთაო უზრუნველყოფა, სასურსათო უსაფრთხოება, სასმელი წყლის და საკვები პროდუქტისა და ბიომედიცინის განვითარებადი ქვეყნების მთავარ გამოწვევაა [1-5]. აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტაში განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს წყლის გაწმენდის ინოვაციური მასალების, მეთოდების და მემბრანული ტექნოლოგიური სისტემების შექმნა. ეს დღის წესრიგში აყენებს საკითხებს, რომელიც დაკავშირებულია არსებულ მემბრანულ საფილტრაციო მოწყობილობებში მემბრანული აპარატების კონსტრუქციაში განხორციელებული ნაკადების ჰიდროდინამიკური მაჩვენებლების ოპტიმიზაციასთან, რომელიც უზრუნველყოფს ფილტრაციის პროცესის ეფექტურობას, საიმედოობის ამაღლებას და ექსპლუატაციის გამართლებას [6,7].

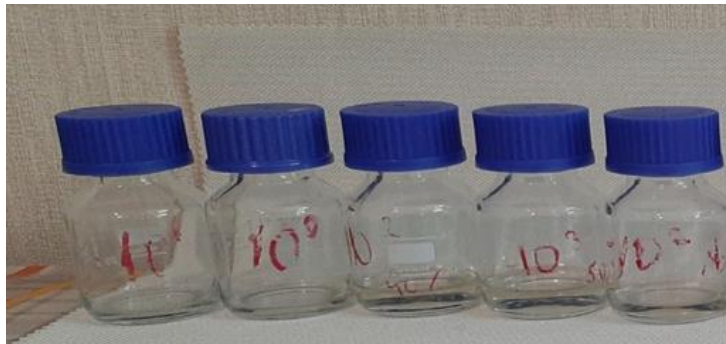


სურათი 1. ანალიზატორზე Zetasizer NanoZen3690 განსაზღვრული ონკანის წყლის (ა) და ბუნებრივი, ზედაპირული წყლის (ბ) გრანულომეტრული შედეგნილობა

ულტრაფილტრაციული პროცესების მასაგადატანის ოპტიმალური პირობების შესარჩევად განსაზღვრული იქნა ონკანის და ბუნებრივი, ზედაპირული წყლის გრანულომეტრული შედგენილობა (სურათი 1), წყალში არსებული ნაწილაკების მასა, Z-პოტენციალი, ორგანოლექტიკური, მიკრობიოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები.

ბუნებრივ წყალში არსებული მინარევებია: ბაქტერიები (ერთუჯრედიანი მიკროორგანიზმები), რომელთა ზომებია 0,5–10 მკმ, რიკეტსიები (უმცირესი ზომის უჯრედოვანი ჩხირები), რომელთა ზომებია 0,4–1მკმ, ვირუსები (უმცირესი ცოცხალი მიკროორგანიზმები), რომელთა ზომებია 100-400 ნმ და სოკოები (მცენარეული წარმოშობის ერთი ან მრავალუჯრედიანი მიკროორგანიზმები), რომელთა ზომებია 3-50 მკმ; შეწონილი ნაწილაკები, რომელთა გრანულომეტრიული ზომებია 0,5-50 მკმ. აღნიშნული მინარევებით დაბინძურებული წყლის სიმღვრივის მაჩვენებელი მერყეობს ფორმაზინის ერთეულით FTU 2-დან 50-მდე. ცენტრალიზებული, არაცენტრალიზებული და ზედაპირული წყალმომარაგების სისტემების წყლის სიმღვრივის მინიმალური მაჩვენებელი საქართველოში არსებული სტანდარტით უნდა შეადგენდეს ფორმაზინის ერთეულით FTU1, რაც უმეტეს შემთხვევაში (95% და მეტი) აღემატება აღნიშნულ მაჩვენებელს [8].

წყლის ულტრაფილტრაციული პროცესების ექსპერიმენტული კვლევისათვის განსხვავებული შედგენილობის პოლიმერული კომპოზიციებიდან მომზადებული იქნა 0,05 მკმ, 0,1მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანები, ალიფატური პოლიამიდის (პა), პოლიეთილენგლიკოლების (პეგ-400, პეგ-1500, პეგ-4500) და პოლივინილპიროლიდონის (პეპ) ბაზაზე [9].



სურათი 2. მემბრანის მისაღები პოლიმერული კომპოზიციები

მემბრანის მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური (ტუნელური) მიკროსკოპით (SPM, Certus standart V). მუშა კვანძის თეორიული გათვლებისთვის ლაბორატორიულ დანადგარზე რეჟიმული პარამეტრების ვარირების დიაპაზონის დასადგენად და მემბრანების ტესტირების შედეგად შერჩეული იქნა ოპტიმალური მასხასიათებლების მქონე ნიმუშები [10]. მემბრანის ტესტირების შედეგები მოცემულია ცხრ. 1-ში.

ცხრილი 1. 0,05 მკმ და 0,1 მკმ ზომის ფორის მქონე მემბრანის ტესტირების შედეგები

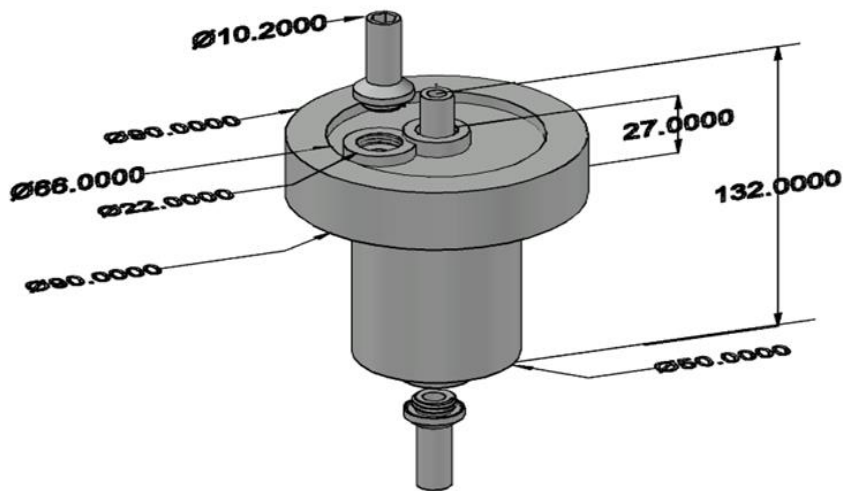
მემბრანა	მემბრანის სისქე, მკმ	წნევა, (ატმ)	ტემპერატურა, °C	ფორის ზომა, მკმ	ემბრანის ხვ. წარმადობა ლ/მ ² სთ	ბუმტულაკის წერტილის მაქსიმალური წნევა (ატმ)
P3	110–125	1	20 ±3	0,05	18	16,2
P6	120–145	1	20 ±3	0,1	50	0,12

დანადგარის მუშა კვანძის გეომეტრიული დაგეგმარებისათვის განხორციელდა ნაკადის დინების ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების თეორიული გათვლა სპირალური ტიპის სადაწნეო საკნისათვის. სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის დასახასიათებლად გამოთვლილი იქნა რეინოლდსის რიცხვი, რომელიც განისაზღვრა სადაწნეო საკნის გეომეტრიით, საშუალო სიჩქარით და წყლის კინემატიკური სიბლანტით. ნაკადის დინების ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების ექსპერიმენტული მონაცემების თეორიულ მონაცემებთან შედარება განხორციელდა რეინოლდსის რიცხვის მნიშვნელობების მიხედვით. კვლევის შედეგები ასახულია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2. თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემები 0,2მმ, 0,6მმ და 1მმ სადაწნეო საკნის სიმაღლისათვის

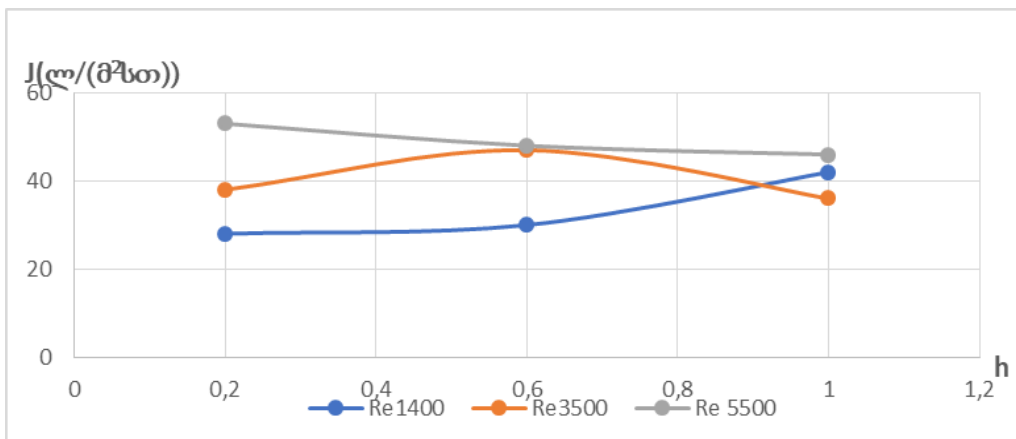
Re	1400	3500	5500
$h=0,2$ მმ $F = B \times h = 12 \times 0,2 = 2,4$ მმ ² = $2,4 \times 10^{-6}$ მ ² ; $\chi = 2B + 2h = 24 + 0,4 = 24,4$ მმ = $24,4 \times 10^{-3}$; $R = \frac{F}{\chi} = \frac{2,4}{24,4} \approx 0,09836$ მმ = $0,09836 \times 10^{-3}$ მ; $d = 4 \times R = 0,39136$ მმ = $0,39344 \times 10^{-3}$ მ;			
vd, მ ² /წმ	$1,4056 \times 10^{-3}$	$3,514 \times 10^{-3}$	$5,522 \times 10^{-3}$
v, მ/წმ	3,5725	8,91	14,04
Q, მ ³ /წმ	$8,574 \times 10^{-6}$	$21,384 \times 10^{-6}$	$33,696 \times 10^{-6}$
რეჟიმები	ლამინარული	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
ხვ.წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	28	38	53
$h=0,6$ მმ $F = B \times h = 12 \times 0,6 = 7,2$ მმ ² = $2,4 \times 10^{-6}$ მ ² ; $\chi = 2B + 2h = 24 + 1,2 = 25,2$ მმ; $R = \frac{F}{\chi} = \frac{7,2}{25,2} \approx 0,28541$ მმ = $0,28541 \times 10^{-3}$ მ; $d = 4 \times R = 1,14284$ მმ = $1,14164 \times 10^{-3}$ მ;			
vd, მ ² /წმ	$1,405 \times 10^{-3}$	$3,514 \times 10^{-3}$	$5,522 \times 10^{-3}$
v, მ/წმ	1,229	3,074	4,831
Q, მ ³ /წმ	$8,429 \times 10^{-6}$	$22,13 \times 10^{-6}$	$34,7832 \times 10^{-6}$
რეჟიმები	ლამინარული	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
ხვ.წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	30	47	48
$h = 1$ მმ $F = B \times h = 12 \times 1 = 12$ მმ ² = 12×10^{-6} მ ² ; $\chi = 2B + 2h = 24 + 2 = 26$ მმ = 26×10^{-3} ; $R = \frac{F}{\chi} = \frac{12}{26} \approx 0,4615$ მმ = $0,4615 \times 10^{-3}$ მ; $d = 4 \times R = 1,84615$ მმ = $1,84615 \times 10^{-3}$ მ;			
vd, მ ² /წმ	$1,4056 \times 10^{-3}$	$3,514 \times 10^{-3}$	$5,522 \times 10^{-3}$
v, მ/წმ	0,7614	1,9034	2,991
Q, მ ³ /წმ	$9,136 \times 10^{-6}$	$22,84 \times 10^{-6}$	$35,89 \times 10^{-6}$
რეჟიმები	ლამინარული	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
ხვ. წარმადობა, J, ლ/მ ² სთ	42	36	46

AUTOCAD-22-ის და Cura-15.04.22 პროგრამებით შეიქმნა და დაიხაზა სხვადასხვა გეომეტრიის მქონე სპირალური-მილოვანი ტიპის ლაბორატორიული უჯრედი, რომელიც მოცემულია ნახ. 1-ზე.



ნახ.1. სპირალური-მილოვანი ტიპის ლაბორატორიული უჯრედი

ნახ. 1-ის მიხედვით 3D პრინტერ Ultimaker2-ზე დამზადდა და გამოიცადა სხვადასხვა გეომეტრიის სადაწნო საკნის სპირალურ-მილოვანი ტიპის ლაბორატორიული უჯრედი, რომლისთვისაც დადგინდა ჰიდროდინამიკური რეჟიმული პარამეტრების ვარიანტების დიაპაზონი.



ნახ. 2. წყლისთვის სადაწნო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება სხვადასხვა ჰიდროდინამიკური ნაკადის პირობებში

ამრიგად, წყალში არსებული ნაწილაკების მოსაცილებლად ჩატარდა მიღებული ულტრაფილტრაციულ მემბრანების ტესტირება (ცხრ.1). ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემების შედარების შედეგად დადგინდა, რომ 0,2 მმ, 0,6 მმ, 1 მმ სიმაღლის სადაწნო საკნის და ლამინარული რეჟიმის პირობებში სადაწნო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება სწორხაზობრივია და ხვ. წარმადობა იზრდება საკნის სიმაღლის ზრდასთან ერთად. გარდამავალ ტურბულენტურ რეჟიმში სადაწნო საკნის სიმაღლესა და ხვ. წარმადობის მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება მრუდწირულია (ნახ. 2). წყლის ულტრაფილტრაციისათვის დამზადდა და გამოიცადა სათანადო გეომეტრიის მუშა კვანძის ლაბორატორიული უჯრედები, რომელზეც გაფილტრული წყლის სიმღვრივის შესაბამისი მაჩვენებლებია FTU-0.03.

მემბრანულ საფილტრაციო მოწყობილობებში მემბრანული აპარატის კონსტრუქციაში განხორციელებული ნაკადების ჰიდროდინამიკური მანევრებლების ოპტიმიზაცია უზრუნველყოფს ფილტრატის ხვედრითი წარმადობის სტაბილურ მანევრებელს დაბალი ენერგოდანახარჯების პირობებში და სტერილური მაღალი ხარისხის სასმელი წყლის მიღებას.

სამეცნიერო ნაშრომი მომზადდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით; [გრანტი AR-22-2048]”.

ლიტერატურა

1. Tshindane, P.; Mamba, B.B.; Motsa, M.M.; Nkambule, T.T.I. Delayed Solvent–Nonsolvent Demixing Preparation and Performance of a Highly Permeable Polyethersulfone Ultrafiltration Membrane. *Membranes* 2023, 13, 39.
2. Elorm Obotey Ezugbe, Sudesh Rathilal, *Membrane Technologies in Wastewater Treatment: A Review*, *Membranes* (Basel), 2020, 10(5):89.
3. J.R. Pesqueira, M.F.R. Pereira, A.M.T. Silva, Environmental impact assessment of advanced urban wastewater treatment technologies for the removal of priority substances and contaminants of emerging concern: A review, // *J. Clean. Prod.*, 2020, 261 pp.145-168.
4. E.O. Ezugbe, S. Rathilal, *Membrane technologies in wastewater treatment: A review*, *Membranes* (Basel), 10, 2020, p. 89.
5. Dow, N.; Gray, S.; Zhang, J.; Ostarcevic, E.; Liubinas, A.; Atherton, P.; Roeszler, G.; Gibbs, A.; Duke, M. Pilot trial of membrane distillation driven by low grade waste heat: Membrane fouling and energy assessment. *Desalination* 2016, 391, pp.30–42.
6. I. Koyuncu, R. Sengur, T. Turken, S. Guclu, M.E. Pasaoglu, *Advances in water treatment by microfiltration, ultrafiltration, and nanofiltration*, *Adv. Membr. Technol. Water Treat. Mater. Process. Appl.* (2015), pp. 83-128.
7. Fane A.T., Wang R., Jia Y. *Membrane and Desalination Technologies*. Springer; Berlin, Germany: 2011. *Membrane technology: Past, present and future*; pp. 1–45.
8. ბიბილეიშვილი გ.გ., ყუფარაძე ლ.პ., კეკელიაშვილი მ.გ., გოგეშაშვილი ნ.ნ., ებანოიძე ლ.ო. სადაწნეო საკანში წყლის ნაკადის ტურბულენტური რეჟიმის თეორიული დახასიათება. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.97, №1, 2023, გვ. 111-113.
9. Influence of Some Factors on Characteristics of poly-m-phenyleneisophthalamide membranes-preparation and examination of polyamide membranes, G. Bibileishvili, M. Kezherashvili, N. Gogesashvili, L. Kuparadze, *Oxidation Communications*, 2022, 45, No 2, 300–308.
10. G. Bibileishvili, L. Kuparadze. The analysis of experimental data obtained by microfiltration of natural water. // *Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 2020, Vol.23, No.2, pp.421-428.

SUMMARY

STUDY OF THE GEOMETRY AND HYDRODYNAMIC PARAMETERS OF THE PRESSURE CHAMBER OF DOMESTIC SPIRAL-TYPE MEMBRANE DEVICE FOR ULTRAFILTRATION OF WATER

Kuparadze L.P., Gogesashvili N.N., Ebanoidze L.O. and Javashvili Z.D.

Engineering Institute of Membrane Technology of Georgian Technical University

The article discusses the results of theoretical and experimental studies of the geometry of a high-pressure cell and hydrodynamic parameters of domestic spiral-type membrane equipment for the ultrafiltration of water. To select the optimal conditions for mass transfer, the granulometric composition of natural water samples, and qualitative and quantitative analyses are carried out. For ultrafiltration, membranes with a pore size of 0.05 microns-0.1 microns were processed and created, a laboratory cell of a working unit with different geometries was created, manufactured, and tested, and a range of changes in the parameters of the hydrodynamic regime was determined.

Keywords: ultrafiltration, hydrodynamic regime, membrane, high-pressure cell.

ბუნებრივი წყლის და ღვინომასალების ბაქტერიოლოგიური კვლევა მიკრო- და ულტრაფილტრაციული პროცესების გამოყენებით

ბიბილეიშვილი გ.გ. მამულაშვილი მ.ა., ბუთხუზი თ.გ, კაკაბაძე ე.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

წყალში არსებული მიკროორგანიზმების შესწავლა განაპირობებს სითხის დამუშავებისა და გაუსნებოვნების ძირითადი მეთოდების გამოვლენას, რომელთა ეფექტური გამოყენება ადამიანის ჯანმრთელობის უსაფრთხო გარემოს შექმნას უზრუნველყოფს.

ღვინის წარმოება მიკრობიოლოგიური პროცესია, სადაც მიმდინარეობს ფერმენტაციული პროცესები საფუარისა და ბაქტერიების გამოყენებით. ყურძნის წვენის მაღალხარისხოვან ღვინოდ ფორმირება და ბოთლში სტერილური განთავსება დამოკიდებულია ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ მონიტორინგზე, დამუშავებისა და გაუსნებოვნების ეფექტურ მეთოდებზე. საწარმოებში დუდილის პროცესის მონიტორინგის, მართვისა და სტერილური გარემოს შექმნისათვის აუცილებელია ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზების ლაბორატორია, რითაც მცირე ზომის ღვინის ქარხნები, საოჯახო მარნები და შატოები ნაკლებად არის უზრუნველყოფილი [1,2].

მცირე საწარმოებში, საოჯახო მარნებსა და შატოებში საწარმოო სისტემების და ღვინის ბოთლების რეცხვა-გაუსნებოვნებისთვის აუცილებელია სტერილური სასმელი წყალი, რომლის მიღებისათვის დამუშავდა ბარომემბრანული ფილტრაციის მეთოდი.

მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების მიზნით წყლის ანალიზი ჩატარდა ფილტრაციამდე და ულტრაფილტრაციის შემდეგ. სასმელი წყლის სტერილიზაციისათვის წყალი დამუშავდა 0,1 მკმ ფორის ზომის მემბრანით. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები

განსასაზღვრავი მიკროორგანიზმი	მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	მაჩვენებლის ფაქტიური მნიშვნელობა	მაჩვენებლის ფაქტიური მნიშვნელობა ფილტრაციის შემდეგ
<i>E.coli</i> 300 მლ	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
მეზოფილური აერობების და ფაკულტატიური ანაერობების რაოდენობა 1 მლ-ში	$37^{\circ}\text{C} \leq 20$	5	არ აღმოჩნდა
ტოტალური კოლიფორმები, 300მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
ფეკალური სტრეპტოკოკები (<i>S.fekalis</i>) 250 მლ-ში	არ დაიშვება	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

შესწავლილი იქნა საოჯახო მარნებში წარმოებული ღვინო. 0,2 მკმ - ფორის ზომის მიკროფილტრაციულ მემბრანულ ფილტრზე ჩატარებული იყო ანალიზი ღვინომასალის მაინფიცირებადი სოკოების და საფუარების გვარის მიკროორგანიზმებზე [3,4]. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. საოჯახო პირობებში დამზადებული საფერავის და რქაწითელის ღვინომასალის მიკრობიოლოგიური ანალიზი

ბაქტერიის დასახელება	საფერავის ღვინომასალის მიკრობიოლოგიური ანალიზი		რქაწითელის ღვინომასალის მიკრობიოლოგიური ანალიზი	
	ფილტრაციამდე	ფილტრაციის შემდეგ 0,2მკმ	ფილტრაციამდე	ფილტრაციის შემდეგ 0,2მკმ
კულტურული საფუარი≤10 კწე	4 კწე	არ აღმოჩნდა	3 კწე	არ აღმოჩნდა
ობის სოკო	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

დადგინდა, რომ ბარომემბრანული პროცესებით, ადამიანის მოხმარებისათვის განკუთვნილ მცირე საწარმოებში, საოჯახო მარნებში, შატოებში უსაფრთხოების მიზნით ღვინომასალის ფილტრაცია იძლევა ბიოლოგიური ამღვრევის, შებურვის, ლექის წარმოქმნის გარეშე მაღალხარისხიანი ღვინის დამზადების საშუალებას და აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტით განსაზღვრულ მოთხოვნებს.

ლიტერატურა

1. ბიბილეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., კეყერაშვილი მ.გ., ბიბილეიშვილი ი.ვ. საფერავის ღვინომასალის სტერილური მიკროფილტრაცია და მიკრობიოლოგიური ანალიზი. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, 2022, №2 გვ. 115-116.
2. Jolly, N.P.; Augustyn, O.P.H.; Pretorius, I.S. The effect of non-Saccharomyces yeasts on fermentation and wine quality. S. Afri. J. Enol. Vitic. 2003, 24, 55–62. [CrossRef]
3. Attila Kántor*, Jana Petrová, Miroslava Kačániová Chemical and Microbiological Analysis of Red Wines during Storage at Different Temperatures Slovak University of Agriculture in Nitra, 949 76, Tr. A. Hlinku 2, Nitra.
4. Antonio Bevilacqua,corresponding author 1 , * Leonardo Petruzzi, Maria Arevalo-Villena, Panagiotis Kandyliis, and Aspasia Nisiotou Wine Microbiology: Current Trends and Approaches Published online 2022 Mar 29. doi: 10.3389/fmicb.2022.873980 .

SUMMARY

BACTERIOLOGICAL RESEARCH OF NATURAL WATER AND WINE MATERIALS USING MICRO- AND ULTRAFILTRATION PROCESSES

Bibileishvili G.V., Mamulashvili M.A., Butchuzi T.G. and Kakabadze E.G.

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

The paper provides a microbiological analysis of wine and water produced in small enterprises, family cellars, and chateaux. The study was conducted to detect microorganisms after applying a microfiltration process to the test samples. It was established that the microfiltration process allows obtaining high-quality and sterile wine, which meets the requirements defined by international standards.

Keywords: water, wine, filtration, microorganisms, analysis.

ბარომეტრბრანული პროცესების ბაზენის კვლევა ღვინის და ხილის წვენების შედგენილობასა და სიმღვრივის მახასიათებლებზე

ბიბილეიშვილი გ.გ., ბუთხუზი თ.გ., მამულაშვილი მ.ა., კაკაბაძე ე.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

წვენების სიმღვრივე, ფიზიკურ-ქიმიური თვალსაზრისით არის სითხის გამჭვირვალობის დაქვეითება, რომელიც გამოწვეულია მცენარეული ქსოვილის უხეში 0,5–200 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკების არსებობით, რომლებსაც აქვთ ჰეტეროგენული შედგენილობა.

ხილის წვენების შეფასებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნატურალობის მაჩვენებლებს. ნატურალური წვენის მისაღებად, აუცილებელია ტექნოლოგიური რეჟიმის მკაცრი დაცვა, რათა წვენში შენარჩუნებული იყოს ყველა საკვები ნივთიერება, რომელსაც შეიცავს ახალი ხილი. წვენის დამზადების დროს გამოიყენება მხოლოდ მწიფე ნედლეული. ნატურალური წვენი შეიძლება იყოს რამოდენიმე სახის: გამჭვირვალე, გაუმჭვირვალე და რბილობიანი [1-3].

ნატურალური წვენების წარმოებაში მთავარი და მნიშვნელოვანია არ იქნეს დაკარგული იმ ხილის არომატი, რისგანაც დამზადებულია ნატურალური წვენი და უნდა აკმაყოფილებდეს სხვა ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებსაც.

ღვინო გარდა მიკროორგანიზმებისა შეიცავს ძალიან მცირე ნაწილაკებს ზომით 0,01–0,1 მკმ. ისინი შედგებიან ცილების, პოლისაქარიდების, ღვინის მჟავას მარილების კრისტალებისა და ნივთიერებათა ამორფული ფრაგმენტებისაგან, რომლებიც მიიღებიან ტექნოლოგიური პროცესის მსვლელობის დროს და სწორედ ეს ნაწილაკები ანიჭებენ დიდწილად ღვინოს სიმღვრივეს. ვინაიდან ღვინოში მუდმივად მიმდინარეობენ ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესები, ამიტომ ამღვრევისას აბსოლუტურად მდგარდი ღვინის მიღება პრაქტიკულად შეუძლებელია, მაგრამ აუცილებელია მივადწიოთ საერთაშორისო სტანდარტით განსაზღვრულ გამჭვირვალობის დონეს. ასევე მაღალი მოთხოვნაა ვაშლის წვენებზე სიმღვრივის მნიშვნელობებით 2,0-დან 3,0 NTU-მდე, რაც მიღწეული იქნა ბარომეტრბრანულ პროცესების გამოყენებით [1,4,5].

ხილის წვენების, ღვინომასალის სტაბილიზაცია არის რთული პროცესი, რომელიც წარმოადგენს შემღვრეული სუსპენზიის ნაწილაკების მექანიკური განწმენდას, ბიოქიმიური (ფერმენტული) და ფიზიკურ-ქიმიურ დამუშავებას ქიმიური მეთოდებით, რათა ამოღებული იქნას მაკრომოლეკულური ნაერთები, რომლებიც წვენშია და შეიძლება გამოიწვიოს სიმღვრივის ან ნალექის წარმოქმნა პროდუქტის შენახვის დროს. ბარომეტრბრანული პროცესებით გამოწმენდილი წვენები კი მდგრადია ხელმეორე სიმღვრივის წარმოქმნის მიმართ.

გაზომვის პრინციპიდან გამომდინარე, სიმღვრივის შესასწავლად გამოყენებული იქნა ანალიტიკური ნეფელომეტრიული მეთოდი, რომელიც ეფუძნება გაფანტული გამოსხივების ინტენსივობის გაზომვას და გაზომვის შედეგები გამოხატულია NTU ერთეულებში. ხელსაწყო (Turb 555 IR) დასაკალიბრებლად გამოვიყენეთ ანალიტიკური აღჭურვილობის მომწოდებლების მიერ შემოთავაზებული სტანდარტული პრეპარატები, რომლებიც შეიცავს ფორმაზინის სტაბილიზებულ სუსპენზიას და უზრუნველყოფს საუკეთესო რეპროდუქციულობისა და საიმედოობის გაზომვის შედეგებს

სიმღვრივის მაჩვენებელზე შემოწმებული იქნა წითელი და თეთრი ღვინომასალები, ხილის – ვაშლის და ალუბლის გამჭვირვალე წვენები. გაიზომა მათი სიმღვრივის მაჩვენებლები ხელსაწყოზე Turb 555 IR, ფილტრაციამდე და მიკროფილტრაციის შემდეგ.

ღვინომასალა დამუშავდა 0,2მკმ, ხოლო ხილის წვენები 0,45მკმ ფორის ზომის მქონე მემბრანებით აღჭურვილ ლაბორატორიულ მემბრანულ დანადგარზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში.

ღვინომასალის და ხილის წვენების სიმღვრივის მაჩვენებლები

ღვინომასალის და ხილის წვენების დასახელება	ღვინომასალის სიმღვრივის მაჩვენებელი	
	მიკროფილტრაციამდე NTU	მიკროფილტრაციის შემდეგ NTU
საფურავი	15,67	1,05
რქაწითელი	6,45	0,32
ხილის წვენების სიმღვრივის მაჩვენებელი		
ვაშლის წვენი გამჭირვალე	5,36	0,32
აღუბლის წვენი გამჭირვალე	5,49	0,45

დადგინდა, რომ ბარომემბრანული პროცესები იძლევა საუკეთესო შედეგს ღვინომასალის და ხილის წვენებისთვის სიმღვრივის მაჩვენებლის შესამცირებლად, რის შედეგადაც იგი დაყვანილია ფორმაზინის ერთეულით 0,32 NTU-მდე. მიღებულია კრისტალურად სრულიად გამჭირვალე, მოელვარე, ბზინვარე, ნაპერწკლოვანი ღვინო და ხილის წვენი.

ლიტერატურა

1. მემბრანული ტექნოლოგიების სინჟინრო ინსტიტუტის 2015 წლის სამეცნიერო ანგარიში.
2. А.Ю.Колеснов Р.Л.Филиппова М.А. Дьяченко И.А.Филатова Д.Г.Задорожная Исследование мутности и стабильности фруктовых соков.// Пиво и напитки 2008, 2, сс. 72-75.
3. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / Пер. с немецкого 3-го, перераб. и доп. изд. под общ. науч. ред. А. Ю. Колеснова, Н. Ф. Берестеня и А. В. Орещенко. -СПб: Профессия, 2004, 640 с.
4. IFU Method No. 75. Haze Instability Test.
5. IFU Recommendation No. 7. Recommendations for Turbidity Measurements.

SUMMARY**DETERMINATION OF TURBIDITY INDEX OF WINE AND FRUIT JUICES BEFORE FILTRATION AND AFTER MICROFILTRATION**

Bibileishvili G.V., Butchuzi T.G., Mamulashvili M.A. and Kakabadze E.G.

Engineering Institute of Membrane Technologies of Georgian Technical University

The results of the influence of baromembrane processes on the turbidity characteristics of fruit juices and wine are studied in the paper. The turbidity values of the initial samples of wine and fruit juices dominate in the range of 6-15 NTU. The turbidity values of wine and fruit juices processed using baromembrane processes are reduced to 0.32 NTU per formazin unit. The degree of astringency of wine and fruit juices was characterized by crystal clarity, which can additionally be evaluated as transparent, bright, shiny, and sparkling.

Keywords: Wine material, fruit juices, turbidity, baromembrane process.

**P – T პირობებში ლითონ-ალმასი ფაზათშორის ადჰეზიური კალმის შესწავლა
Me – C სისტემის კომპოზიციურ მასალებში**

ხვედელიძე ა.ი.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
„ალმასებისა და კომპოზიციური მასალების“ სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი**

ალმასკომპოზიტი შედგება ლითონური მატრიცისაგან (შემაკავშირებელი) და ალმასური მარცვლებისაგან. მატრიცის ძირითადი დანიშნულებაა ალმასური მარცვლების (კრისტალების) დაჭერა. ალმასდაჭერის სიმტკიცე განისაზღვრება მატრიცის მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით და „ალმასი-მატრიცა“ სასაზღვრო ზედაპირზე ქიმიური ურთიერთქმედებით. შემაკავშირებლის ალმასური მარცვლების მიმართ. ადჰეზიურობის მოსამატებლად გამოიყენება სხვადასხვა ტექნიკური გადაწყვეტები. კერძოდ, ადჰეზიურად აქტიური ლითონური მატრიცების გამოყენება. არსებული შრომების მიმოხილვა და ანალიზი ამ საკითხებზე ადასტურებს, რომ ყველაზე მტკიცე კავშირებს ალმასთან წარმოქმნიან გარდამავალი ელემენტები, განსაკუთრებით კარბიდწარმოქმნელი ლითონები. მიუხედავად არსებული ფართო მოცულობის ექსპერიმენტალური მასალისა, ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე შესწავლილი და დადგენილი ალმას-ლითონი ფაზათშორის საზღვარზე ფორმირებული გარდამავალი ზონის სტრუქტურულ-ფაზური მდგომარეობის კანონზომიერებები მაღალტემპერატურული ზემოქმედების დროს [1-7].

ალმასურ კრისტალებსა და ლითონური მატრიცის კომპოზიციას შორის მაღალი ტემპერატურების პირობებში მიმდინარე პროცესების მექანიზმის და კინეტიკის ღრმა შესწავლას ხელს უშლის ის მეთოდოლოგიური და ტექნიკური სიძნედეები, რომელიც არსებობს ალმასური კრისტალების მცირე ზომების გამო. იუხედავად ამისა, ადჰეზიური ძალების გარდა პირდაპირი შეფასებისა არსებობს რიგი ირიბი მეთოდებისა, რომელნიც იძლევიან საშუალებას ლითონური მატრიცის ალმასის მიმართ ადჰეზიურობის შედარებითი არარაოდენობრივი შეფასებისათვის. ასეთ მეთოდს განეკუთვნება TRS მეთოდი – განივი ტეხვის ძალა, რომელიც ფართოდ გამოიყენება მყიფე მასალების შესწავლისას. ასევე, ალმასურ კრისტალებსა და ლითონურ მატრიცას შორის არსებული ურთიერთქმედების ხასიათის აღსაწერად უმეტეს შემთხვევაში გამოიყენება ელექტრონული და ოპტიკური მიკროსკოპია [8].

სამუშაოს მიზანია არსებული მეთოდოლოგიების გამოყენებით Me – C სისტემაში P – T პირობებში ალმასკომპოზიციური მასალების ჩამოყალიბების პროცესში მიმდინარე ძირითად ფაზათა შორის ურთიერთქმედების ხასიათის ანალიზი და ამ ანალიზის საფუძველზე გარკვეული კანონზომიერებების გამოვლენა.

TRS ტესტი – განივი ტეხვის ძალის განსაზღვრის ტესტი გამოითვლება:

$$\sigma_{bh} = 3PoL / (2bh^2) \quad (1)$$

სადაც, L, h და b არის ნიმუშის სიგრძე, სისქე და სიგანე, ხოლო Po – მოდებული ძალა.

კომპოზიციური მასალის ტეხის სიმტკიცე განისაზღვრება როგორც: [8]

$$\sigma_b = \sigma_{b0} (1 - \varphi_1) + \sigma_{bf} \varphi_1 \quad (2)$$

სადაც, σ_b , σ_{b0} და σ_{bf} არის კომპოზიტის, მატრიცისა და არმირებული ფიბრის ტეხის სიმტკიცეები შესაბამისად, ხოლო φ_1 არის ფიბრის მოცულობითი ფრაქცია.

ალმასური სეგმენტების მიმართებით ანალოგიური განტოლება ჩაიწერება:

$$\sigma_{bb} = \sigma_{bb0} (1 - S_d) + K \sigma_{bbd} S_d \quad (K > 0) \quad (3)$$

სადაც, σ_{bb0} , σ_{bbd} , σ_{bb} არის TRS-ის მატრიცის, აღმასისა და სეგმენტის შესაბამისად, ხოლო S_d არის აღმასების სიმკვრივე ფართში.

TRS ტესტის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ TRS-ის მნიშვნელობებს შორის სხვაობები სეგმენტებს შორის აღმასებით და უაღმასოდ სშირად გამოიყენება, რომ შეფასდეს კავშირის სიმტკიცე აღმასსა და მატრიცას შორის. ამოსავალ წერტილად მიიღება ის გარემოება, რომ უაღმასო სეგმენტების (სუფთა სეგმენტების) განივი კვეთის სიმტკიცეები ყოველთვის მეტია აღმასიანი სეგმენტების იმავე მანქანებლებზე. აღმასსა და მატრიცას შორის კავშირის სიმტკიცის შედარებით დაბალი მნიშვნელობების გამო (შედარებით ლითონი-ლითონი კავშირებთან შედარებით) რაც მაღალია სეგმენტში აღმასების კონცენტრაცია, მით ნაკლებია აღმასკომპოზიტის TRS-ის მნიშვნელობები.

აღმასური სეგმენტების TRS მეთოდით განივი კვეთის ტესტზე განსაზღვრა ხორციელდებოდა გამოცდის ჩატარებით სამწერტილოვან ღუნვაზე უნივერსალურ ელექტრომექანიკურ გამგლეჯ მანქანაზე (P-5) გარე ციფრული კონტროლით.

სიმტკიცის ზღვარს ღუნვაზე ვითვლიდით გამოსახულებით:

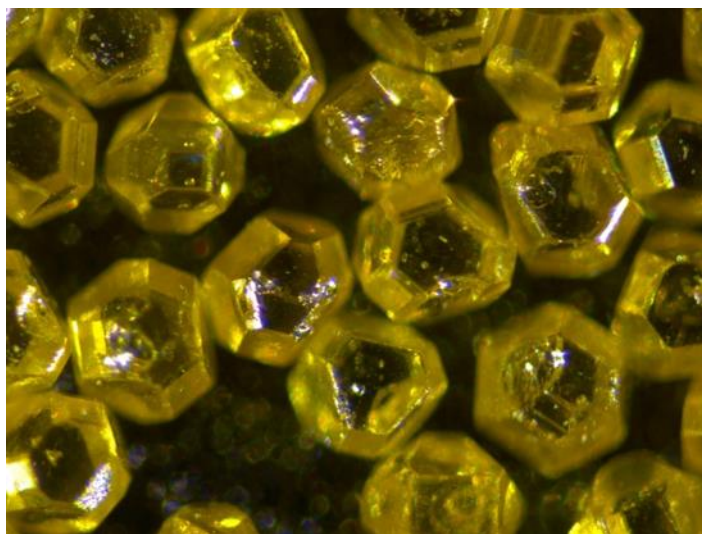
$$\sigma_{\text{ღუნვ}} = 3Fl/2bh^2 \quad (4)$$

სადაც, σ_h სიმტკიცის ზღვარია გარდიგარდმო ღუნვაზე, ნ/მმ², F – დატვირთვა, რომელიც საჭიროა ღუნვისთვის და გაზომილი ნიმუშის რღვევის მომენტში, ნ. 1 – მანძილი ცილინდრული საყრდენების ღერძებს შორის, მმ; b – ნიმუშის სიგანე, მმ; h – ნიმუშის სიმაღლე, გაზომილი მედებული დატვირთვის პარალელური მიმართულებით, მმ.

ჩვენს შემთხვევაში, აღმასების მოცულობითი შემცველობა 8%-ია, ამიტომ აღმასების საშუალო ხაზოვანი სიმკვრივე შეადგენს $\sqrt[3]{0.008} \approx 0.43$, ხოლო საშუალო სიმკვრივე ფართში შეადგენს $\sqrt[3]{0.082} \approx 0.186$.

აღმასკომპოზიციურ სისტემებში სხვადასხვა ლითონურ მატრიცასთან აღმასების ადჰეზიურობის შესასწავლად გამოყენებული იყო აღმასკომპოზიტის TRS მეთოდით განივი კვეთის ტესტის მეთოდი და მიღებული მიღებული ტესტების ელექტრონულ-ოპტიკური მიკროსკოპული მეთოდი.

აღნიშნული მეთოდების გამოყენებით ვიკვლევდით ნახშირბადის მიმართ მკვეთრად განსხვავებული ქიმიური აქტივობის მქონე ელემენტების შემცველი ლითონური მატრიცის მქონე აღმასურ სეგმენტებს.



სურ. 1. აღმასკომპოზიტში გამოყენებული AC125 მარკისა და 400/315 მარცვლოვანების ხელოვნური აღმასების კრისტალები

ლითონურ მატრიცად (შემკვრელად) გამოყენებული იყო შემდეგი შემადგენლობის შენადნობები:

- შემკვრელი M-1, შემადგენლობა Cu – 80%, Sn – 20%.
- შემკვრელი MGN, შემადგენლობა Fe – 47%, Cu – 32%, Sn – 8%, Ni – 13%.

ნიმუშებში გამოყენებული იყო მაღალი ხარისხის ალმასური მონოკრისტალები მარკით AC 125, ფრაქცია 400/315.

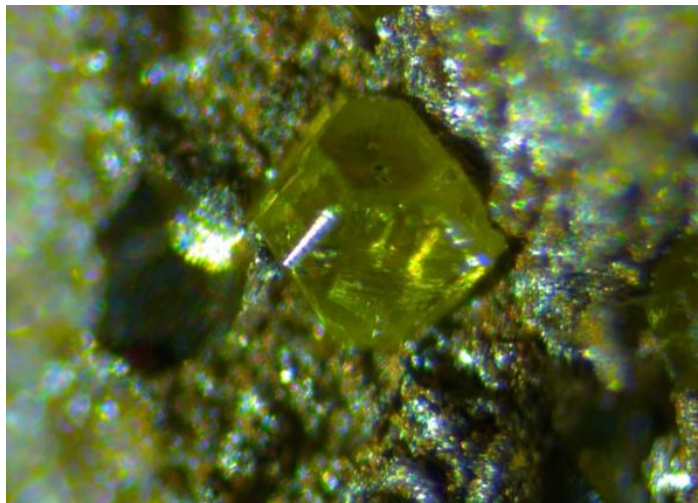
ცხრილი 1. განივი კვეთის ტეხვის ძალის მნიშვნელობები

სეგმენტის შემადგენლობა	ტიპი	TRS, $\sigma_{\text{ბ}}/\text{მპა}$				სიმტკიცის დანაკარგი,%
		ნიმუში 1	ნიმუში 2	ნიმუში 3	საშ. მნიშვ.	
Cu-Sn	•სეგმენტი ალმ.გარეშე	560	610	590	587	30
	•სეგმენტი ალმასით	392	427	413	410	
Fe-Cu-Sn-Ni	•სეგმენტი ალმ.გარეშე	1000	1120	997	1039	21,5
	•სეგმენტი ალმასით	880	950	850	893,3	

TRS გამოცდისათვის ვაცხობდით ნიმუშებს ზომით 40მმX8მმX6მმ. ნიმუშები ცხვებოდა ცხელი დაწნეხვის მეთოდით $P = 400\text{კგ/მ}^2$, $T = 750 - 820\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 120\text{წმ}$. ვაფიქსირებდით სიმტკიცის მნიშვნელობებს განივი კვეთის ტეხვაზე (ღუნვაზე). შემდგომ კი მიკროსკოპული მეთოდით ხდებოდა ტეხილის ზედაპირის ანალიზი. ცხრ.1-ში მოყვანილია შესწავლილი ალმასიანი და უალმასო სეგმენტების შემადგენლობები და TRS ცდების შედეგები.

მიღებული შედეგების ანალიზი ცხადყოფს, Fe – Cu – Sn – Ni შემადგენლობის სეგმენტების უფრო მაღალ ალმასდაჭერის უნარზე, რაც გამოიხატება ციფრებში 30 და 21,5 % სიმტკიცის დანაკარგი. სიმტკიცის დანაკარგი Fe – Cu – Sn – Ni შემადგენლობის სეგმენტებში – 1,49-ჯერ Cu – Sn შემადგენლობის კომპოზიციებთან შედარებით. რაც მეტყველებს შესაბამისად ადჰეზიის ძალების მატებაზე და რამაც ჩვენი პროგნოზით გამოხატულება უნდა იქონიოს ალმასდაჭერის მახასიათებლების გაუმჯობესებაში. ქვემოთ მოყვანილია ალმასშემცველი სეგმენტების ტეხვის ზედაპირების ელექტრონულმიკროსკოპული დაკვირვების და კვლევის შედეგები.

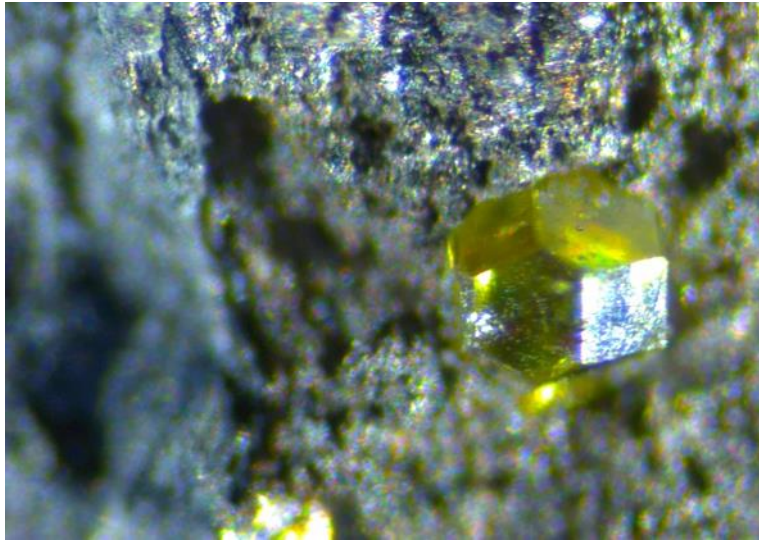
სურ. 2-ზე მოცემულია ბრინჯაოს (Cu – Sn) შემაკავშირებელში ჩამცხვარი AC 125 მარკის 400/315 მკმ ფრაქციის ალმასური კრისტალები.



სურ.2. M-1 (Cu 80% – Sn 20%) + AC 125 400/315 შემცხვარი ნიმუშები

წარმოდგენილი ალმასები დაფიქსირებულია ლითონურ გარემოში შეცხოების შემდეგ ყოველგვარი ხილული დაზიანების გარეშე. ალმასური კრისტალების ზედაპირები სუფთაა ზედაპირზე ყოველგვარი ლითონური კვალის გარეშე, რაც მეტყველებს ლითონური მატრიცისა და ალმასების სუსტ ურთიერთქმედებაზე (აღჭეზის არარსებობაზე). კრისტალებისა და მატრიცის სასაზღვრო ზედაპირებზე (ბუდეებში) ზოგან ფიქსირდება მნიშვნელოვანი სიდიდის ნაპრალები. ყოველივე ეს მეტყველებს, რომ ალმასდაჭერის ხალები შედგება მხოლოდ მექანიკური მდგენელისაგან.

განსხვავებული სურათია წარმოდგენილი Fe – Cu – Sn – Ni ალმასის ზედაპირზე. ალაგ-ალაგ შეინიშნება ლითონური მატრიცის კვალი. ალმასებსა და მატრიცას შორის ნაპრალები არ შეინიშნება ან უმნიშვნელო ზომისაა 1 – 5 მკმ.



სურ.3. Fe – Cu – Sn – Ni + AC 125 400/315 შემცვარი ნიმუშები

ყოველივე ადასტურებს გარკვეული ადჭეზიური ურთიერთქმედების არსებობას, რაც უეჭველად განპირობებულია Fe-ისა და Ni-ის შემცველობის მაღალი კონცენტრაციით (60 %), რომელნიც თავის მხრივ ხასიათდებიან კარგი დამასველებლობითა და ადჭეზიით ალმასის მიმართ [9].

მიღებული შედეგები ცხადყოფენ, გამოყენებული კვლევის მეთოდოლოგიის რელევანტურობაზე და გვაძლევს ინფორმაციას ალმას-მეტალის გამყოფ ზედაპირზე მიმდინარე ურთიერთქმედებების კანონზომიერებების გამოსავლენად და ასევე ახალი კომპოზიციების პროგნოზირების შესაძლებლობას.

ლიტერატურა

1. Zhang,C.; Cai,Z.; Wang, R.; Peng,C.; Qiu, K.; Wang, N. Microstructure and thermal properties of Al/W-coated diamond composites prepared by powder metallurgy. /Mater. Des. 2016, 95, pp. 39–47, doi:10.1016/j.matdes.2016.01.085.
2. Duan,D.; Xiao,B.; Wang,W.; Zhang,Z.; Wang,B.; Han,P.; Ding,X. Interface characteristics and performance of pre-brazed diamond grains with Ni–Cr composite alloy. //J. Alloy. Compd. 2015, 644, 626–631, doi:10.1016/j.jallcom.2015.03.269.
3. Ma, B.; Lian, F. Study on the use of CuSnTi brazing alloy for induction brazing of diamond grits surface-treated by direct current plasma chemical vapor deposition. Int. J. Refract. Met. Hard Mater. 2013, 41, 339–344, doi:10.1016/j.ijrmhm.2013.05.006.
4. Tillmann, W.; Tolan, M.; Lopes-Dias, N.F.; Zimpel, M.; Ferreira, M.; Paulus, M. Influence of chromium as carbide forming doping element on the diamond retention in diamond tools. In Proceedings of the International Conference on Stone and Concrete Machining (ICSCM), Bochum, Germany, 2–3 November 2015; V. 3, pp. 21–30, doi:10.13154/icscm.3.2015.21-30.
5. Cabral, S.C.; De Oliveira, L.J.; Filgueira, M. Influence of a TiC Coating on the Wear Resistance of Fe-Diamonds Composites. Mater. Sci. Forum2012, 727–728, 275–280, doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.727-728.275.

6. Liu, X.F.; Li, Y.Z. The microanalysis of the bonding condition between coated diamond and matrix. *Int.J.Refract.Met.Hard Mater.* 2003,21,119–123,doi:10.1016/s0263-4368(02)00103-8.
7. De Oliveira, L.J.; Cabral, S.C.; Filgueira, M. Study hot pressed Fe-diamond composites graphitization. *Int.J.Refract.Met.HardMater.* 2012,35,228–234, doi:10.1016/j.ijrmhm.2012.03.015.
8. ZHU Yong-wei, ZHANG Xin-ming, XIE Guang-zhuo, ZHOU Zhuo-ping, Study on interface between titanium-coated diamond and metal matrices, *Trabs.Nonferrous Met. Soc China*, oct.2001, Vol.11 #5, 1003-6326(2001)05-0717-04.
9. Kieback B. and Sauer Ch. Metallic binders for diamond tool production. Workshop on Diamond Tools. Conf. Paper, Verona, May 2000.

SUMMARY

STUDY OF METAL-DIAMOND INTERPHASE ADHESION FORCES IN COMPOSITE MATERIALS OF THE ME – C SYSTEM UNDER P – T CONDITIONS

Khvedelidze A.I.

Georgian Technical University

Educational and Scientific Center of "Diamonds and Composite Materials"

The work is aimed at studying the interaction between metallic and diamond phases under P – T conditions in the diamond composite system. The strength of the diamond-metal bond was investigated using the shear strength TRS and optical-microscopic methods. The character of the interaction of diamond crystals from the Cu-Sn and Fe-Cu-Sn-Ni system alloys was studied at T=700-800 0C and P=350 MPa. It is shown that the presence of carbon-active metals (Fe, Ni) in the metal matrix leads to the existence of adhesion forces, which corresponds to the existing theoretical ideas.

Keywords: activation energy, recovery process.

STUDY OF SORPTION PROPERTIES OF VARIOUS MATERIALS USED TO CLEAN WATER SURFACES CONTAMINATED WITH OIL AND OIL PRODUCTS

Molodinashvili Z.F., Kopaleishvili M.N., Gabunia T.I., Tchikaidze M.N. and Shatakishvili T.N.

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

Abstract: The properties of natural organic, synthetic organic, and inorganic materials used for picking up oil spillages, such as oil absorption, water uptake, and squeezing degree, were studied. The main methods of water purification from oil and oil products, the main types of oil sorbents, and their advantages and disadvantages were considered.

Keywords: sorbents, oil products, purification, oil absorption, water absorption.

Currently, a huge number of industrial enterprises using various petroleum products pour out tons of untreated or insufficiently treated industrial, surface, and storm wastewater into lakes, rivers, and seas. Such discharges cause irreparable damage to the environment. Accidental spills of oil and oil products also pose a great danger. Due to the fact that oil products form a thin film on the water surface, and in depth they are in an emulsified and dissolved form, this causes great harm to hydro- and biosphere objects. Therefore, this problem becomes more and more urgent [1- 4].

To date, there are various methods for the elimination of this type of pollution of the environment: mechanical, biological, and physicochemical. The most important of them is the sorption purification of water from oil and oil products [5- 7].

Sorbents must have a number of specific characteristics: significant adsorption capacity, hydrophobicity, chemical and thermal stability, floatability, and the possibility of regeneration. Also important are indicators such as environmental harmlessness and cost.

The efficiency of oil absorption depends on the chemical affinity of the sorbent material and the absorbed liquid, and on the structure of the material. Oil absorption occurs as a result of rapid wetting of the sorbent surface with oil or oil product, then oil or oil product penetrates into the porous structure of the material filling all voids under the action of certain forces [8-14].

1. Synthetic sorbents

Synthetic sorbents are widely used. They have good absorption capacity, but they are more expensive and difficult to dispose of due to the high toxicity of combustion products. A feature of synthetic polymeric materials is the ability to change their porous structure in a very wide range retaining their chemical structure. By varying the initial components in the synthesis of porous materials, it is possible to obtain adsorbents with predetermined hydrophobic or hydrophilic properties [15, 16].

2. Biosorbents

The term "biosorbent" refers to sorbents that are immobilized by cultures of microorganisms ensuring the biological decomposition of oil and oil products. A significant number of biosorbents have been developed, the distinguishing feature of which is the variety of carriers (sorbents) used and cultures of microorganisms immobilized on them.

3. Natural materials and sorbents based on them

It should be noted that natural materials have a number of advantages – low cost, availability of sufficient amounts of raw materials, and low toxicity.

For wastewater polluted with oil and oil products, a number of minerals are used as raw materials for obtaining sorbents. These are aleurite, apatite, argillite, asbestos, vermiculites, combustible shale, graphite, kaolin (kaolinite), carbonates, perlite, chain silicates (wollastonite), layered silicates (clayite), frame silicates (clinoptilolite and mordenite), and also ore mining wastes [17-19].

4. Sorbents based on wood wastes

Wood wastes are products obtained directly from the wood itself – wastes from the processing of greenery, and sawdust.

5. Sorbents based on cellulose-containing materials

A number of oil-capacity sorbents have been created on the basis of technical residues from the production of cotton wool, low-grade industrial cotton, and waste from textile production.

6. Sorbents based on raw materials of plant and animal origin

Sorbents based on vegetable raw materials: the most promising are organic sorbents obtained from renewable plant material. They are an organic part of the ecosystem and meet international environmental requirements to the greatest extent. Examples of such sorbents with high adsorption properties and hydrophobicity are crop wastes, and sphagnum mosses.

Sorbents based on animal raw materials: as a hydrophobic adsorbent for cleaning warehouses from oil and oil products during well drilling, as well as for cleaning of oil traps at industrial service bases, at technological transport departments, and at oil refineries, leather dust and chippings are used.

7. Carbon-bearing sorbents

Depending on the pore size, granulated coals can be successfully used to extract contaminants with different molecular sizes, coarse impurities, and mixtures of polydisperse composition (domestic wastewater) from water.

It should be especially noted that when evaluating the effectiveness of various natural sorbents, it is necessary to take into account not one characteristic, but their complex and the nature of the material. Despite the fact that there is a huge range of sorbents for the purification of water from oil and oil products, the limiting factor for their usage is their relatively high cost. The manufacturer should be also taken into account. As a rule, oil sorbents of foreign production are chosen. In our country, of course, there are technologies for the production of oil sorbents both from natural raw materials and synthetic ones. At the same time, the cost of these products is an order of magnitude lower, and the properties sometimes surpass foreign analogs, but the implementation of domestic sorbents and the technology for their production is confronted by great difficulties, despite the fact that there is an acute problem of oil spills.

Materials used to collect oil and oil products from the surface of water bodies are commonly called oil sorbents, as well as oil collectors and oil absorbers. To determine the quality of oil sorbents, three main indicators are used: oil absorption, water absorption, floatability. The effectiveness of sorbents for collecting oil is evaluated primarily by the value of oil capacity. High water absorption can be eliminated for almost all materials by additional hydrophobization [20].

At present, a wide range of sorbents for water purification from organic pollutants is known in the world and a variety of raw materials are used for the production of oil sorbents [21-26].

As an object to be studied, we have chosen natural, synthetic, and inorganic sorbent materials. As an oil product, the motor oil was chosen. Oil capacity and water capacity were measured, which are of great importance when choosing a sorbent. Water capacity is characteristic of the material to absorb and retain water in its pores. To measure the water capacity, sorbents with a mass of $m = 4$ g were put into a glass of water. After 10 min, the sorbents were removed and their mass was measured again. Water capacity was calculated using the formula $B = (m_1 - m_2)100/m$, where m_1 is the mass of dry sorbent, m_2 is the mass of sorbent saturated with water. According to the data obtained, water absorption was calculated, the results are shown in the following table.

Oil capacity is the ability of a material to absorb and retain oil and oil products in its pores. This is also an important criterion when choosing one or another sorbent because its effectiveness depends on it for the most part. For the experiment, the density of engine oil was previously measured ($\rho = 0.9$ g/cm³). In order to measure the oil capacity of the selected materials experimentally, the motor oil was poured into a measuring cup, its volume was measured (50 ml), and the mass of dry sorbents used was measured. The sorbents were placed in measuring cups containing the oil product. After 20 minutes, they were removed and the mass of the sorbent saturated with the oil product was measured again. The oil capacity M was calculated using the formula $M = (m_1 - m_2)100/m$, where m_1 is the mass of the dry sorbent, m_2 is the mass of the sorbent saturated with oil. According to the data obtained, oil absorption was calculated, the results are shown in the following table.

Table. Properties of several products for collecting oil and oil products

Material	Oil absorption, g/g	Water absorption, g/g	Oil wringing, %
Natural organic materials			
Wheat straw (chopped)	4	4.5	35
Buckwheat husk	3 – 3.7	2.1	45
Sawdust	1.8	4.5	10 – 25
Waste of cotton production	8.1	0.25	66
Wool	8 – 10	5	89
Macroporous technical carbon	4 – 4.5	0 – 1.5	10 – 85
Synthetic organic materials			
Polystyrene foam: fiber	5	6-11	85-92
Polypropylene: fiber	15 – 40	1 – 8	40 – 85
Carbamide-formaldehyde resin: powder	40	0.1	65
Phenolphormaldehyde resin: powder	4.5	15	0.2
Foam-rubber laminated	14.5 – 35	1.5 – 26	75 – 90
Sintepon	46	40 – 50	95
Lavsan: fiber	4.7 – 14	3 – 14	60 – 85
Inorganic materials			
Glass fiber	5.5	2.1	65
Praphite, modified	40 – 60	0.5-10	10 – 65
Perlite	8 – 17	0.5	15
Diatomite	20-35	40	60
Zeolite	10-30	25	10-50
Basalt fiber, modified	37	0.5	27

During the experiment with water, the following features of the action of sorbents were revealed: various materials quickly became saturated with water, but retained it poorly. Others were slowly saturated with water and at the seventh minute began to crumble into small particles so it was not possible to measure their water capacity. Some materials slowly absorbed water, but retained it well, while others quickly absorbed water and, under its weight, partially sank to the bottom of the glass.

As it was noted above, motor oil was used for the experiment. After placing some materials in engine oil, they quickly began to absorb oil products. Most of the oil products were consumed. They had a high oil capacity. Some of them slowly absorbed oil and absorbed a small amount of oil products. Few units of sorption did not show abilities, while others quickly absorbed oil. The mass of absorbed oil was more than 2 times higher than the initial mass of dry sorbent.

REFERENCES

1. Ananieva T.A., Volkov F.V. Sorption-active material for water purification from oil products. Patent 2158177 RF. B.I. 2001, No.4, p. 24.
2. Bagrovskaya N.A., Nikiforova T.E. Sorption properties of modified sawdust. // Chemistry for sustainable development. 2006. v.14, No.1, pp. 1-7.
3. Veprikova E.V., Tereshchenko E.A. Peculiarities of water and oil products purification using oil sorbents, filtering materials and activated carbons // Journal of the Siberian Federal University. 2010, No.3, pp. 285-303.
4. Gorozhankina G.I., Pinchukova L.I. Sorbents for oil collecting: comparative characteristics and application features // Pipeline transportation of oil. 2000, No.4, pp. 12-17.
5. Zemnukhova L.A., Shkorina E.D. Study of sorption properties of rice and buckwheat husks in relation to oil products // Chemistry of vegetable raw materials. 2005, No.2, pp. 51-54.
6. Ivanov I.P., Sudakova I.G. Study of the properties of activated carbons from the granular bark of larch. // Chemistry of vegetable raw materials. 2011, No.1, pp. 81-86.
7. Kamenshchikov F.A., Bogomolny E.I. Removal of oil products from the water surface and soil. M. Izhevsk: Institute of Computer Researches, 2006, pp. 144-386.
8. Perederiy M.A., Sirotin P.A., Kazakov V.A. Waste-free processing of brown coal into porous carbon materials for various purposes // Chemistry of Solid Fuel. 2007, No. 6, pp. 47-52.

9. Semenovich A.V., Loskutov S.R. Collection of oil products spills with modified bark of pine wood. // Chemistry of vegetable raw materials. 2008, No. 2, pp. 113-117.
10. Sergienko V.I., Zemnukhova L.A. Renewable sources of chemical raw materials: complex processing of rice and buckwheat production wastes // Russian Chemical Journal (Journal of the Russian Chemical Society named after D.I. Mendeleev). 2004, v.48, No. 3, pp. 116-124.
11. Smagina N.A., Cherkasova T.A., Leikin Yu.A. Biodegradation of petroleum hydrocarbons polluting the hydrosphere // Advances in chemistry and chemical technology. Collection of scientific works. RCTU. 2004, v.18, No. 6, pp. 50-52.
12. Tarnopolskaya M.G. Filter materials for water purification from oil products and criteria for their selection. // Water and ecology: problems and solutions. 2005, No. 3, pp. 74-79.
13. Feklistov V.N., Meliev B.U., Antipiev V.N. Development of technology for cleaning water surface from oil pollution with foam sorbents // Pipeline transport of oil. 1994, No. 9, pp. 5-7.
14. Khlestkin R.N., Samoilo N.A., Osipov M.I. Technology for collecting oil from an accidental spills using macroporous carbon black // Neftyanoe Khozaystvo. 2005, No. 11, pp. 111-113.
15. Khlestkin R.N., Samoilo N.A., Shemetov A.V. Liquidation of oil spills using synthetic organic sorbents. // Oil industry. 1999, No. 2, pp. 46-49.
16. Chikina N.S., Mukhamedshin A.V. Reducing of the environmental load from oil and oil products spills using a sorbent based on polyurethane foam and grain wastes // Bulletin of the Kazan Technological University. 2009, No. 6, pp. 184-192.
17. Aliev, A. M., Saridzhanov, A. A., Mikailov, R. Z. Selection of an active zeolite catalyst for esterification of acetic acid with ethyl alcohol // Azerbaidzhanskii Khimicheskii Zhurnal, 2002, No. 2, pp. 10-16.
18. Belviso, C., Cavalcante, C. Synthesis of zeolite from Italian coal fly ash: differences in crystallization temperature using seawater instead of distilled water // Waste Management. 2010, No. 30, pp. 839-847.
19. Fingas M.F., Duvall W.S. The basic of oil spill cleanup // Environmental Emergency Branch. Environmental Protection Service, Environmental Canada. 1979, 88 p.
20. Kutchin A., Demin V. Protection of ground and water areas with use of natural adsorbents. London: Thomas Telford, 2000, v.2, 1486 p.
21. Kamenshchikov F.A., Bogomolny E.I. Removal of oil products from the water surface and soil. M. - Izhevsk: Institute of Computer Researches, 2006, 528 p.
22. Gorozhankina G.I., Pinchukova L.I. Sorbents for collecting oil: comparative characteristics and application features. Pipeline transport of oil. 2000, No. 4, pp. 12-17.
23. Nabatkin A.N., Khlebnikov V.N. Usage of sorbents for liquidation of oil spills. Oil industry. 2000, No. 11, p. 61.
24. Khlestkin R.N., Samoilo N.A., Shemetov A.V. Liquidation of oil spills using synthetic organic sorbents. Oil industry. 1999, No. 2, pp. 46-49.
25. Bordunov V.V., Koval E.O., Sobolev I.A. Polymeric fibrous sorbents for collecting oil. Oil and gas technologies. 2000, No. 6, pp. 30-31.
26. Kutchin A., Demin V., Shubnitcina E., Sazonov M. Protection of ground and water areas with use natural adsorbents. London: Thomas Telford, 2000, v.2, 1486 p.

რეზიუმე

ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით დაბინძურებული წყლის ზედსაპირების გასაწმენდად გამოყენებული სხვადასხვა მასალების სორბციული თვისებების შესწავლა

მოლოდინაშვილი ზ.ფ., კოპალეიშვილი მ.ნ., გაბუნია თ.ი., ჭიკაძე მ.ნ., შატაკიშვილი თ.ნ.

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ნავთობის შესაგროვებლად შესწავლილი იქნა ბუნებრივი ორგანული, სინთეზური ორგანული და არაორგანული მასალების თვისებები, როგორცაა ნავთობის შეწოვა, წყლის შთანთქმა და მოპოვების ხარისხი. განხილულია ნავთობისა და ნავთობპროდუქტებისგან წყლის გაწმენდის ძირითადი მეთოდები, ნავთობის სორბენტების ძირითადი ტიპები, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

საკვანძო სიტყვები: სორბენტი, ნავთობპროდუქტი, წყლის შთანთქმა, ნავთობის შეწოვა.

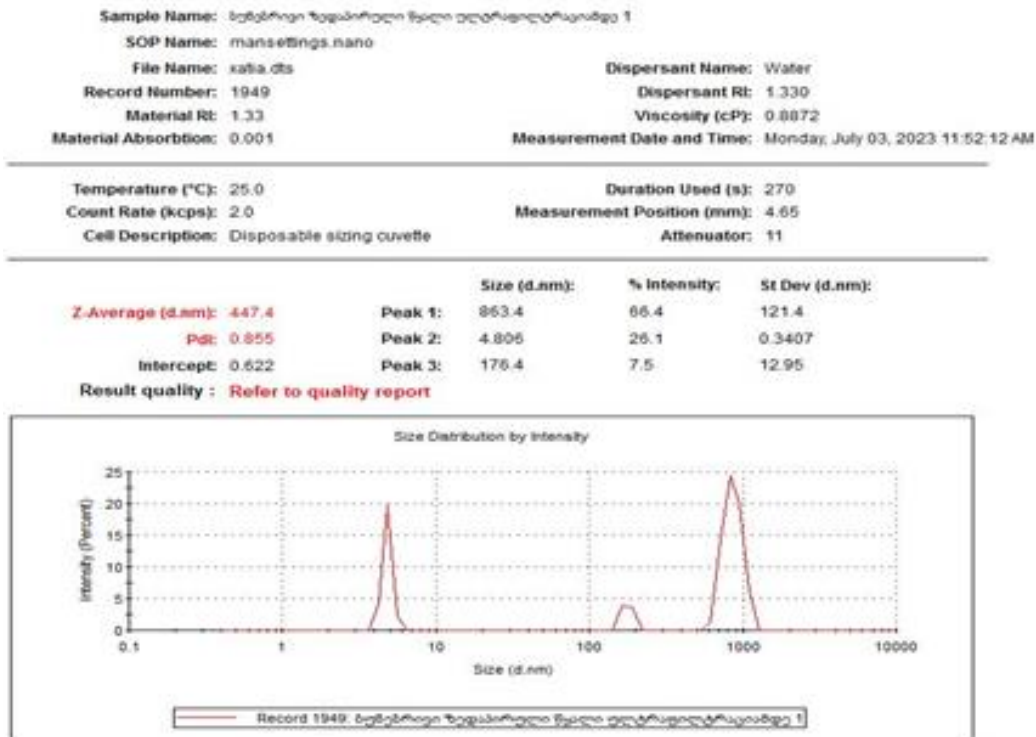
ღვინის მიკროფილტრაციის და წყლის ულტრაფილტრაციის ბრტყლადკარაქლელური ტიპის მემბრანული დანადგარის სადაწნეო საკნის გეომეტრიისა და ჰიდროდინამიკური რეჟიმული პარამეტრების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა

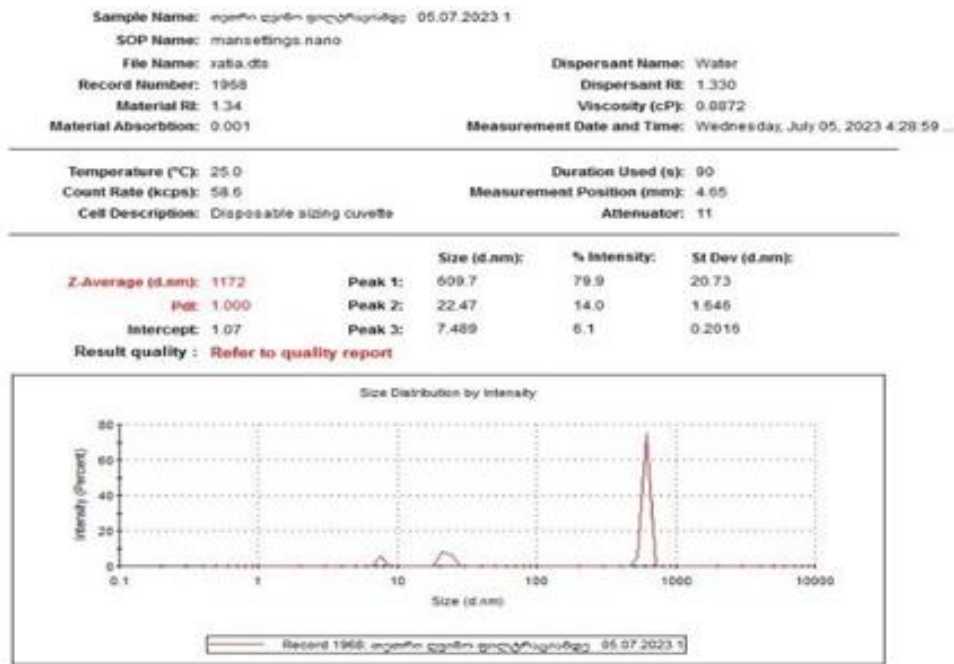
ბიბილეიშვილი გ.გ, კეჟერაშვილი მ.გ, მამულაშვილი მ.ა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მემბრანული ტექნოლოგიების საინჟინრო ინსტიტუტი

საზოგადოებისა და სახელმწიფოს მდგრადი განვითარების პროცესები, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გარემოს შექმნის საკითხები დაკავშირებულია მოსახლეობის უზრუნველყოფასთან ეკოლოგიურად სუფთა საკვები პროდუქტებით [1-4]. გაზრდილია მოთხოვნა მემბრანულ ტექნოლოგიებზე, რადგან მემბრანული პროცესები იძლევიან საშუალებას გაიწმინდოს ღვინო და სასმელი წყალი ერთდროულად ყველა სახის დატუტყვიანებისაგან, როგორც კოლოიდურ, ისე მაღალ და დაბალმოლეკულურ დონეებზე, ავლენენ მაღალ ენერგოეფექტურობას, დაბალსაექსპლოატაციო ხარჯებს და არ გააჩნიათ გარემოზე მავნე ზემოქმედების უნარი [5-7]. ქართული ღვინის, წყლების საექსპორტო მაჩვენებლების და კონკურენტუნარიანობის გაზრდის ძირითადი წინაპირობა ხარისხის მაღალი სტანდარტია, რაც მოითხოვს მემბრანული დანადგარების გაუმჯობესებას, მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკნის კონტრუქციის მუდმივ განახლებას და ექსპლოატაციის მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების მიღწევას.

ბარომემბრანული პროცესების მასაგადატანის ოპტიმალური პირობების შესარჩევად შესწავლილია ბუნებრივი, ზედაპირული წყლისა და „რქაწითელი“ თეთრი ღვინის გრანულომეტრული შედგენილობა (სურ. 1), მათში არსებული ნაწილაკების მოლეკულური მასა, Z-პოტენციალი, ორგანოლექტიკური, მიკრობიოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები.





ბ

სურათი 1. ანალიზატორზე Zetasizer NanoZen3690 განსაზღვრული ბუნებრივი, ზედაპირული წყლის (ა) და „რქაწითელი“ თეთრი ღვინის (ბ) გრანულომეტრული შედეგნილობა

დადგენილია, რომ თეთრი ღვინო შეიცავს: გახსნილ ნივთიერებებს (ზომით 10 ნმ-ზე ნაკლები), რომელიც მოიცავს იონებს, მარილებს, ორგანულ მჟავებს და ფენოლურ ნაერთებს; კოლოიდებს (1 ნმ-დან 1 მკმ-მდე)- პოლისაქარიდებს, ცილებს, პოლიმერიზებულ ფენოლურ და კოლოიდური ნაერთებს. ნაწილაკებს (1 მმ-ზე მეტი)- უჯრედულ ნარჩენებს, კოლოიდურ აგრეგატებს და კალიუმის ტარტრატის კრისტალებს. ბუნებრივ ზედაპირულ წყალში არსებული დამაბინძურებლებია: ბაქტერიები (0,2–10 მკმ), რიკეტსიები (0,4–1,0 მკმ), ვირუსები (100–400 ნმ), სოკოები (3–50 მკმ), შეწონილი, კოლოიდური ნაწილაკები: ლამი ($27 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$ ნმ), თიხა (25×10^{-3} ნმ), თიხა პუდრი (500–200 ნმ), ჰუმუსური ნივთიერებები (მ.მ.სა 20–250000 დალტონი, 6–80 ნმ), ეგზო- და ენდოგენური პიროგენური ნივთიერებები (20–100 ნმ) [8].

შესწავლილია პოლიეთერსულფონების (პეს), დიმეთილაცეტამიდის (დმა), პოლიეთილენგლიკოლის (პეგ-1500), პოლივინილპიროლიდონის (პვპ) ბაზაზე მიკროფილტრაციული და ულტრაფილტრაციული მემბრანების ფაზური ინვერსიის სველი მეთოდის გზით მიღებული მემბრანების ძირითადი მახასიათებლები. დადგენილია, რომ არაგამხსნელი-კოაგულანტის ტემპერატურის, სიბლანტის ცვლილებით შესაძლებელია მემბრანული აფსკის მორფოლოგიისა და სტრუქტურის რეგულირება, რითაც მიიღება განსხვავებული ფორის ზომისა და ფორიანობის პოლიმერული მემბრანები, რომელთა მორფოლოგია და სტრუქტურა შესწავლილი იქნა მასკანირებელი ზონდური (ტუნელური) მიკროსკოპით (SEM, Certus standart V) [9].

ცხრილი 1. წყლის ულტრაფილტრაციისათვის და ღვინის მიკროფილტრაციისათვის შერჩეული მემბრანის ტესტირების შედეგები

მემბრანა	მემბრანის სისქე, მკმ	წნევა, (ატმ.)	ტემპერატურა, °C	ფორის ზომა, მკმ	ხვ.წარმადობა ლ/მ ² სთ	ბუშტულაკის წერტილის მაქსიმალური წნევა, (ატმ.)
M2	110–125	1	20 ± 3	0,45	66	1,80
M6	120–145	1	20 ± 3	0,1	52	7,6

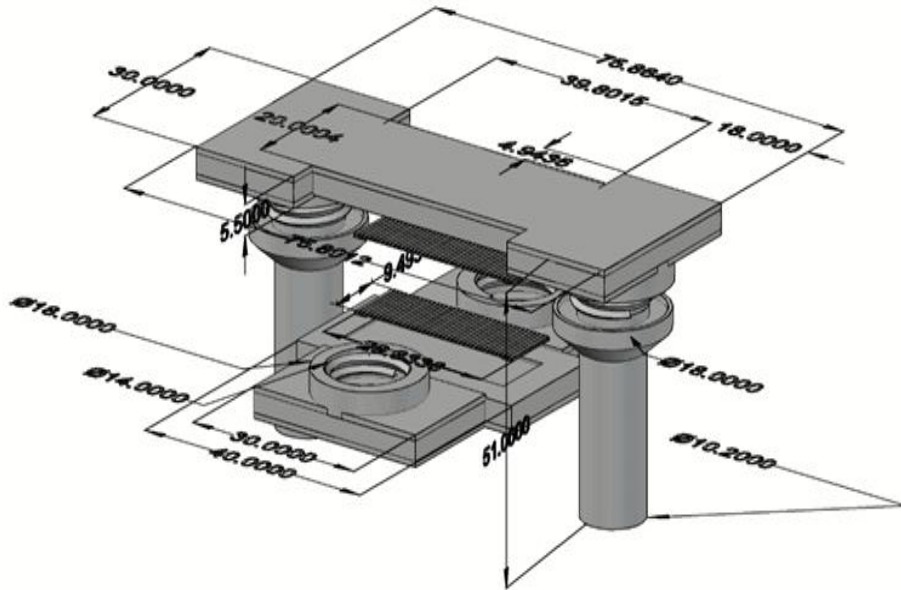
მიკრო- და ულტრაფილტრაციული ბრტყლადპარარელური ტიპის მემბრანული აპარატის სადაწნეო საკნის გეომეტრიული დაგეგმარებისათვის შესრულებულია ბუნებრივი ზედაპირული წყლის და „რქაწითელი“ ღვინის ნაკადის დინების ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების თეორიული გათვლები. სადაწნეო საკანში სითხის მოძრაობის დასახასიათებლად გამოყენებული იქნა რეინოლდსის რიცხვი, რომელიც განისაზღვრა სადაწნეო საკნის გეომეტრიით, საშუალო სიჩქარით და კინემატიკური სიბლანტით სხვადასხვა გეომეტრიული ზომის მქონე მუშა კვანძისათვის განსხვავებული სიჩქარით მოძრავი სითხის ნაკადისათვის. სადაწნეო საკნისთვის ღვინისა და წყლის ნაკადის დინების ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების თეორიული გათვლის და ექსპერიმენტული მონაცემების შედარება განხორციელდა რეინოლდსის რიცხვის სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის [10]. კვლევის შედეგები ასახულია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2. თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემები 0,2მმ, 0,6მმ და 1მმ ბრტყლადპარარელური ტიპის სადაწნეო საკნის სიმაღლისათვის

Re- წყლისთვის	1400	3500	5500
Re -ღვინისთვის	1129	2822	4435
$h=0,2$ მმ $F = B \times h = 12 \times 0,2 = 2,4$ მმ ² = $2,4 \times 10^{-6}$ მ ² ; $\chi = 2B + 2h = 24 + 0,4 = 24,4$ მმ = $24,4 \times 10^{-3}$; $R = \frac{F}{\chi} = \frac{2,4}{24,4} \approx 0,09836$ მმ = $0,09836 \times 10^{-3}$ მ; $d = 4 \times R = 0,39136$ მმ = $0,39344 \times 10^{-3}$ მ;			
vd, მ ² /წმ	$1,4056 \times 10^{-3}$	$3,514 \times 10^{-3}$	$5,522 \times 10^{-3}$
v, მ/წმ	3,5725	8,91	14,04
Q, მ ³ /წმ	$8,574 \times 10^{-6}$	$21,384 \times 10^{-6}$	$33,696 \times 10^{-6}$
ნაკადი	ლამინარული	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
წყლის ხვ. წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	28	38	53
ღვინის ხვ. წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	10	23	32
$h=0,6$ მმ $F = B \times h = 12 \times 0,6 = 7,2$ მმ ² = $2,4 \times 10^{-6}$ მ ² ; $\chi = 2B + 2h = 24 + 1,2 = 25,2$ მმ; $R = \frac{F}{\chi} = \frac{7,2}{25,2} \approx 0,28541$ მმ = $0,28541 \times 10^{-3}$ მ; $d = 4 \times R = 1,1428$ მმ = $1,14164 \times 10^{-3}$ მ;			
vd, მ ² /წმ	$1,405 \times 10^{-3}$	$3,514 \times 10^{-3}$	$5,522 \times 10^{-3}$
v, მ/წმ	1,229	3,074	4,831
Q, მ ³ /წმ	$8,429 \times 10^{-6}$	$22,13 \times 10^{-6}$	$34,7832 \times 10^{-6}$
რეჟიმები	ლამინარული	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
წყლის ხვ. წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	30	47	48
ღვინის ხვ. წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	18	28	29
$h=1$ მმ $F = B \times h = 12 \times 1 = 12$ მმ ² = 12×10^{-6} მ ² ; $\chi = 2B + 2h = 24 + 2 = 26$ მმ = 26×10^{-3} ; $R = \frac{F}{\chi} = \frac{12}{26} \approx 0,4615$ მმ = $0,4615 \times 10^{-3}$ მ; $d = 4 \times R = 1,84615$ მმ = $1,84615 \times 10^{-3}$ მ;			
vd, მ ² /წმ	$1,4056 \times 10^{-3}$	$3,514 \times 10^{-3}$	$5,522 \times 10^{-3}$
v, მ/წმ	0,7614	1,9034	2,991
Q, მ ³ /წმ	$9,136 \times 10^{-6}$	$22,84 \times 10^{-6}$	$35,89 \times 10^{-6}$
ნაკადი	ლამინარული	გარდამავალი ტურბულენტური	განვითარებული ტურბულენტური
წყლის ხვ. წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	42	36	46
ღვინის ხვ. წარმადობა J, ლ/მ ² სთ	26	22	28

სადაწნეო საკნის $h=0,1$ მმ-დან 1 მმ-მდე სიმაღლის პირობებში ბუნებრივი ზედაპირული წყლის სიჩქარისათვის 0,5–1,265 მ/წმ-მდე, თეთრი „რქაწითელი“ ღვინისათვის 0,5–1,58 მ/წმ-მდე დიაპაზონში განხორციელდა ნაკადის ლამინარული მოძრაობა. სადაწნეო საკნის შემავალი კვეთის მატება განაპირობებს რეინოლდსის რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობის კლებას.

მიღებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების საფუძველზე AUTOCAD-22-ის და Cura-15.04.22 პროგრამებით შეიქმნა და 3D პრინტერზე (Ultimaker2) დამზადდა და გამოიცადა სხვადასხვა გეომეტრიული ზომის მქონე მუშა კვანძის ლაბორატორიული უჯრედი, რომლის ნახაზი მოცემულია სურ. 3-ზე.



სურათი 3. ბრტყლადპარალელური ტიპის ლაბორატორიული უჯრედი

ამრიგად, ღვინოსა და წყალში არსებული ნაწილაკების მოსაცილებლად ჩატარდა მიღებული მიკრო- და ულტრაფილტრაციულ მემბრანების ტესტირება. ბარომემბრანული პროცესების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემების შედარების შედეგად დადგინდა, რომ 0,2 მმ, 0,6 მმ, 1 მმ სიმაღლის სადაწნეო საკნის და ლამინარული რეჟიმის პირობებში წყლის ულტრაფილტრაციის და ღვინის მიკროფილტრაციის დროს ხვ. წარმადობის ზრდა სადაწნეო საკნის სიღრმის პროპორციულია. გარდამავალ ტურბულენტურ რეჟიმში ხვ. წარმადობა იზრდება სადაწნეო საკნის სიმაღლის 0,2 მმ-დან 0,6 მმ-მდე, ხოლო კლებადია 0,6 მმ-დან 1 მმ-მდე დიაპაზონში. ტურბულენტურ რეჟიმში ხვ. წარმადობა მცირდება საკნის სიმაღლის ზრდასთან ერთად. ღვინის მიკროფილტრაციისა და წყლის ულტრაფილტრაციისათვის დამზადდა და გამოიცადა სათანადო გეომეტრიის მუშა კვანძის ლაბორატორიული უჯრედები, რომელზეც გაფილტრული ღვინისა და წყლის სიმღვრივის შესაბამისი მაჩვენებლებია FTU 0.12-0.32 და FTU -0.03.

სამეცნიერო ნაშრომი მომზადდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით; [გრანტი AR-22-1998]“.

ლიტერატურა

1. Nur'Aisha Ahmad Shahrim, Nada Mahmoud Abounahia, Aya Mohammed Ahmed El-Sayed, Haleema Saleem, Syed Javaid Zaidi, An overview on the progress in produced water desalination by membrane-based technology. // Journal of Water Process Engineering, 2023, volume 51, pp. 231-256.

2. P.R. Rout, T.C. Zhang, P. Bhunia, R.Y. Surampalli, Treatment technologies for emerging contaminants in wastewater treatment plants: A review, *Sci. Total Environ.*, 753, 2021.
3. R. Rashid, I. Shafiq, P. Akhter, M.J. Iqbal, M. Hussain, A state-of-the-art review on wastewater treatment techniques: the effectiveness of adsorption method, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 28 (2021), pp. 9050-9066.
4. M.B. Ahmed, J.L. Zhou, H.H. Ngo, W. Guo, N.S. Thomaidis, J. Xu, Progress in the biological and chemical treatment technologies for emerging contaminant removal from wastewater: A critical review. // *J. Hazard. Mater.*, 2017, 323, pp. 274-298.
5. A. K Holda, F. J. Vankelecom, Understanding and guiding the phase inversion process for synthesis of solvent resistant nano filtration membranes *J. APPL. POLYM. Sci.* 2015, 442, 1-17.
6. A. Abdelrasoul, H. Doan, A. Lohi, C.H. Cheng, Morphology control of polysulfone membrane sinfiltration processes: A critical review, *ChemBioeng Rev.* 2015, 2, 22–43.
7. Y. El Rayess, C. albas, P. Bacchin, P. Taillandier, Cross-flow microfiltration applied to oenology: a review, *Journal of Membrane Science*, 2011, 382 (1-2). 1-19.
8. ბიბილეიშვილი გ.ვ., მამულაშვილი მ.ა., კეჭერაშვილი მ.გ., ბიბილეიშვილი ი.ვ. საფურავის ღვინომასალის სტერილური მიკროფილტრაცია და მიკრობიოლოგიური ანალიზი. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი, ტ.96, №2, 2022, გვ.115-116.
9. G. Bibileishvili, L. Kuparadze. The analysis of experimental data obtained by microfiltration of natural water. *Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 2020, Vol.23, No.2, pp.421-428.
10. G. Bibileishvili, M. Kezherashvili, N. Gogesashvili, L. Kuparadze, L. Ebanoidze, Effect of the Temperature of the Non-Solvent on the Morphology of the Polymeric Membrane. // *European Journal of Scientific Research (EJSR)*, 2022, vol.161,1, pp.5-15.

SUMMARY

THE ORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE GEOMETRY AND PARAMETERS OF THE HYDRODYNAMIC REGIME OF THE PRESSURE CHAMBER OF A FLAT-PARALLEL TYPE MEMBRANE DEVICE FOR MICROFILTRATION OF WINE AND ULTRAFILTRATION OF WATER

Bibileishvili G.V., Kezherashvili M.G. and Mamulashvili M.A

Engineering Institute of Membrane Technology of Georgian Technical University

The article discusses the results of theoretical and experimental studies of the geometry of the high-pressure chamber and the parameters of the hydrodynamic regime of laboratory equipment with a wide-parallel membrane for processing wine by microfiltration and ultrafiltration of water. To select optimal conditions for mass transfer, granulometric composition, Z-potential, organoleptic, microbiological, and physico-chemical parameters of wine and natural water samples are analyzed. For ultrafiltration of natural water and microfiltration of wine, membranes with a pore size of 0.1 microns and 0.45 microns were processed and created; laboratory cells with various working nodes were prepared and tested, the range of changes in operating parameters on laboratory equipment was determined.

Keywords: microfiltration, ultrafiltration, polymer membrane, membrane unit.

კვების თავისებურებაანი სტრესის დროს

თავდიდიშვილი დ.რ., აფხაძე ქ.რ., ლომიაშვილი ქ.ს.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თანამედროვე ცხოვრების წესი, აგრესიული ეკოლოგიური გარემო და რთული სოციალურ-ეკონომიური პირობები იწვევს ადამიანის ფიზიკურ, გონებრივ და ნერვულ გადატვირთვას, რაც ცივილიზაციისათვის დამახასიათებელი ბევრი დაავადების, მათ შორის სტრესის განვითარების მნიშვნელოვანი რისკ-ფაქტორია.

ცნება სტრესი მომდინარეობს ინგლისურიდან „სტრესს“ – დაძაბულობა, ზეწოლა, ჩაგვრა და გულისხმობს ადამიანის ფსიქიკური და ფიზიკური დაძაბულობის მდგომარეობას, რომელიც წარმოიქმნება, როგორც რეაქცია გარკვეულ მოვლენებზე ან მოთხოვნებზე, რომელთა გამკლავება რთული ან შეუძლებელია.

სტრესი არის ცვალებად გარემოსთან ადაპტაციის ნორმალური მექანიზმი, მაგრამ სტრესულ მდგომარეობაში ხშირად ყოფნა ნეგანიურად აისახება ჯანმრთელობაზე.

ხანმოკლე ემოციური სტრესი ჯანმრთელობას საფრთხეს არ უქმნის. ითვლება, რომ ის ხელს უწყობს ორგანიზმის ყველა შესაძლებლობის მობილიზებას, ინტელექტუალური პოტენციალის გააქტიურებას, ფიზიკური ძალის მომატებას, განწყობის გაუმჯობესებას. ხანგრძლივი სტრესი კი მეტად სახიფათოა. ის უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის როგორც ფსიქიკურ, მდგომარეობაზე, ასევე ფიზიკურ ჯანმრთელობაზე, იწვევს ფსიქოლოგიურ პრობლემებს, იმუნიტეტის დაქვეითებას, კუჭ-ნაწლავის და ქრონიკული დაავადებების გამწვავებას.

სტრესის ძირითად სიმპტომებს შორისაა: უძილობა, კვებითი ჩვევების დარღვევა, სწრაფი დაღლა, მოწყენილობა, აპათია, პესიმიზმი, უსაფუძვლო შფოთვის მდგომარეობა, გულმავიწყობა, არაორგანიზებულია, ყურადღების მოკრების გაძნელება, მესხიერების და განსჯის უნარის დაქვეითება, ნევროზი, თავის და კუნთების ტკივილი, ტკივილი გულმკერდის არეში.

სტრესის მეტად უმძიმესი შედეგებია 21-ე საუკუნის დაავადება – დეპრესია და უკანასკნელ ათწლეულში მსოფლიოში ჩამოყალიბებული ახალი პათოლოგია – ქრონიკული დაღლილობის სინდრომი [1,4].

სტრესის სიმძიმის დონის და ხანგრძლივობის მიუხედავად, მისი მართვის ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა მრავალფეროვანი ჯანსაღი საკვები და 4–5-ჯერადი კვების რეჟიმი, ხოლო დღიური რაციონის კალორიულობა შემდეგნაირად უნდა გადანაწილდეს: საუზმე – 30%, სადილი – 40%. ვახშამი – 20%, წახემსება – 10%.

სტრესის დროს ორგანიზმი განიცდის მთელი რიგი „ანტისტრესული“ საკვები ნივთიერებების მწვავე დეფიციტს, ამიტომ მისი ნორმალური ფუნქციონირებისა და სტრესის პორმონების სინთეზისათვის მნიშვნელოვანია ისეთი პროდუქტების მიღება, რომლებიც გამოირჩევა A, E, D, C და B-ჯგუფის ვიტამინების, მაგნიუმის, ცინკის, სელენის, ომეგა-3 ცხიმოვანი მჟავების, პრობიოტიკების და ცილის მაღალი შემცველობით [2-5].

სტრესთან მიმართებაში მინერალური ნივთიერებები და ვიტამინები იცავენ ორგანიზმსა და ქსოვილებს ადრენალინის დესტრუქციული ზემოქმედებისგან; C ვიტამინი ხელს უწყობს სეროტონინის გამომუშავებას და შესაბამისად სტრესის შემცირებას; ძლიერი ანტისტრესული მოქმედება გააჩნია B-ჯგუფის ვიტამინების (B1, B2, B5, B6, B9, B12, PP, H, B2), რომლებიც ხელს უწყობს ნერვული სისტემის ნორმალურ ფუნქციონირებას, ხსნის დეპრესიას და შფოთვას, ააქტიურებს გონებრივ აზროვნებას; მაგნიუმი ხელს უწყობს აგზნების პროცესების შესუსტებას ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში, ამცირებს შფოთვას და გაღიზიანებას; ომეგა-3 ცხიმოვანი მჟავები თრგუნავს სტრესის პორმონის კორტიზოლის აქტივობას, იცავს ნერვულ სისტემას, ებრძვის დეპრესიას, ამცირებს შფოთვას, აუმჯობესებს ტვინის მუშაობას და განწყობას; ცილით მდიდარი პროდუქტები ამინომჟავების ტრიპტოფანის, თიროზინის,

ფენილალანინის და ვიტამინ B12-ს შემცველობის წყალობით ხელს უწყობს ორგანიზმს „ბედნიერების ჰორმონების“ სეროტინინის და დოფამინის გამომუშავებას.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, სტრესულ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანის კვების რაციონში აუცილებლად უნდა იყოს პროდუქტები, რომლებიც შეამცირებს სტრესის უარყოფით ზემოქმედებას, მოამარაგებს ორგანიზმს ენერჯით და გააუმჯობესებს გუნება-განწყობილებას. ასეთ პროდუქტებს მიეკუთვნება: ხორცი (ბოცვერი, ინდაური, ქათამი); ცხიმოვანი თევზი და ზღვის პროდუქტები; კვერცი; რძის პროდუქტები; მთელი მარცვლის ბურღულეული და პური; ბოსტნეული, მათ შორის მწვანე ფერის ფოთლოვანი ბოსტნეული; ხილი, კენკრა, ციტრუსები; ავოკადო; კაკლის ნაირსახეობა; შავი შოკოლადი; მწვანე ჩაი, სამკურნალო მცენარეები. ამასთან ერთად, კვების რაციონიდან გამორიცხული უნდა იყოს ყავა, ალკოჰოლი, გაზიანი სასმელები, ტკბილეული, რაფინირებული და სწრაფი კვების პროდუქტები.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჯანსაღი კვების ხორცპროდუქტების ისეთი ტექნოლოგიებისა და რეცეპტურების შემუშავება, რომლებიც დადებით გავლენას მოახდენს სტრესულ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანის ორგანიზმზე.

რეცეპტურების შემუშავებისას სტრესის დროს რეკომენდირებული პროდუქტების შერჩევასთან ერთად ვითვალისწინებდით მათ ურთიერთ-თავსებადობას და ცალკეული ინგრედიენტების პროფილაქტიკურ თვისებებს.

სამუშაოს პირველ ეტაპზე კომპიუტერული მოდელირების მეთოდის გამოყენებით ვსაზღვრავდით ძირითადი კომპონენტების თანაფარდობას, რისთვისაც ვადგენდით რეცეპტურის რამდენიმე ვარიანტს. ოპტიმალურ თანაფარდობას ვირჩევდით საკვლევი ნახევარფაბრიკატების და მზა ნაწარმის ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების მიხედვით.

შემუშავებული იყო 2 რეცეპტურული კომპოზიცია (ცხრ. 1).

ცხრილი 1. ანტიტრესული მიმართულების პროდუქტების რეცეპტურული კომპონენტები

პროდუქტი	რეცეპტურული კომპონენტები
ნიმუში 1 ქათმის ხორცის დაკეპილი ნაწარმი	ქათმის ფილე, ოსპი, ნიგოზი ან გოგრის თესლები, ისპანახი, ბარამბოს ნაყენი, კრაზანას ნაყენი, ჯანჯაფილი, სანელებლები, მარილი, ზეთუნის ზეთი შესაწვავად, სელის ფქვილი საფანელად
ნიმუში 2 ბოცვრის ხორცის დაკეპილი ნაწარმი	ბოცვრის ხორცი, ბროკოლი, ხახვი, ნიორი, კურკუმა, მწვანე ჩაის ნაყენი, გვირილას ნაყენი, მწვანილი, ზეთუნის ზეთი შესაწვავად, სანელებლები, მარილი, სეზამი საფანელად

შემუშავებული ნაწარმის ფუნქციონალურ-ტექნოლოგიური მაჩვენებლების შესწავლამ აჩვენა, რომ წყლისშეკავშირების და წყლისშეკავების უნარის მიხედვით ისინი არ განსხვავდება საკონტროლო ნიმუშისაგან.

ნაწარმის მიკრობიოლოგიური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2. ნაწარმის მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები

მაჩვენებელი	ნიმუშები	
	ნიმუში 1	ნიმუში 2
მეზოფულურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა, კვ/გ, არა უმეტეს	3,4 · 10 ³	2,4 · 10 ³
ნჩჯბ (კოლიფორმები), 0.001 გ ნიმუშში	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
პათოგენური მიკროორგანიზმები, მათ შორის <i>Salmonella</i> , 25 გ ნიმუშში	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ საკვლევ ნიმუშებში მეზოფილურ-აერობული და ფაკულტატიურ-ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა არ აღემატება სანიტარული ნორმებითა და წესებით დადგენილ მნიშვნელობას. ნიმუშებში არ იყო გამოვლენილი ნაწლავის ჩხირების ჯგუფის (კოლიფორმის) ბაქტერიები და პათოგენური მიკროორგანიზმები, მათ შორის სალმონელები, რაც შეესაბამება მიკრობიოლოგიური უსაფრთხოების ჰიგიენურ მოთხოვნებს და მეტყველებს პროდუქტების უვნებლობაზე.

მიღებული მონაცემები მიუთითებს შემუშავებული ნაწარმის გამოყენების მიზანშეწონილობაზე სტრესულ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანების კვებაში.

ლიტერატურა

1. მ. ხანანაშვილი. ინფორმაციული სტრესი. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის გამომცემლობა. -თბილისი. 2008, 168 გვ.
2. Karuna Singh. Nutrient and Stress Management. //J Nutr Food Sci 2016, 6:4. DOI:10.4172/2155-9600.1000528.
3. Michael J Gonzalez, Jorge R Miranda-Massari. Diet and Stress. The Psychiatric clinics of North America. 2014, 37(4):579-589. DOI:10.1016/j.psc.2014.08.004.
4. Акарачкова Е.С., Беляев А.А., Кадырова Л.Р., Климов Л.В., Котова О.В. Стресс и питание. РМЖ. Медицинское обозрение. 2021;5(5):316-321. DOI: 10.32364/2587-6821-2021-5-5-316-321.
5. Васнева И. К., Бакуменко О. Е. Научные и технологические аспекты разработки антистрессового продукта для студенческой молодежи. //Пищевая промышленность, 2011, № 2, сс. 24-25.

SUMMARY

FEATURES OF NUTRITION UNDER STRESS

Tavdidishvili D.R., Apkhadze K.R. and Lomiashvili K.S.

Akaki Tsereteli State University

The article considers the essence and types of stress, its impact on human health, and the importance of nutrition in overcoming the consequences of stress. The "antistress" properties of nutrients are discussed. Recipes and technologies for meat products have been developed that reduce the negative effects of stress. Their functional and technological properties and microbiological safety indicators have been studied.

Keywords: stress, antistress nutrition, meat products, microbiological indicators

უბლუტენო პურის წარმოება გუნებრივი ნედლეულისგან მიღებული საფუვრის გამოყენებით

ფარჯანაძე ტ.მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი

მსოფლიოში მოსახლეობის დიდი ნაწილი აქტიურად მოიხმარს უგლუტენო პროდუქციას, სადაც განსაკუთრებული ადგილი უკავია უგლუტენო პურს, როგორც პირველადი მოხმარების პროდუქტს. ამ გარემოებამ ხელი შეუწყო უსიმპტომო ან ძნელად დიაგნოსტირებადი ცელიაკით დაავადებული ადამიანებისთვის ცხოვრების გამარტივებას და აგრეთვე პროდუქტის პოპულარიზაცია-განვითარებას. 2020 წლის მონაცემით, უგლუტენო პროდუქტების გლობალური ბაზრის საერთო ღირებულება შეადგენდა 5,6 მილიარდ დოლარს. ექსპერტები ფიქრობენ, რომ 2025 წლისთვის ეს რიცხვი მიაღწევს 8,3 მილიარდ დოლარს [1].

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ბუნებრივი ნედლეულიდან კარტოფილის და სვიის საფუვრის მიღება და მისი გამოყენება უგლუტენო პურის წარმოებაში.

კარტოფილის მოხმარება მსოფლიოში ინტენსიურად მიმდინარეობს მისი ხელმისაწვდომობის, დაბალი ფასის, გემოს და მომზადების მრავალფეროვნების გამო. მასში ვიტამინების, პოლიფენოლების, მინერალების და ამინომჟავების გარკვეული რაოდენობაა, თუმცა იგი განსაკუთრებით მდიდარია ნახშირწყლებით, რაც მის მაღალ ენერგეტიკულ ღირებულებას განაპირობებს [2].

კარტოფილი (*Solanum tuberosum L.*) წარმოადგენს ერთ-ერთ ბოლქვოვან კულტურას, რომელსაც იყენებენ არა მხოლოდ კვებისთვის, არამედ ტექნოლოგიური მიზნებისთვის და საკვებდანამატად. მსოფლიოში ცნობილია 5000-მდე ჯიშის კარტოფილი [3].

საქართველოში კარტოფილის წარმოების პრაქტიკის გაუმჯობესება მოაგვარებს სურსათის უსაფრთხოების პრობლემებს და გახდება საიმედო საარსებო წყარო მოსახლეობისთვის [4].

უახლესი კვლევები აჩვენებს, რომ სვიაში არსებული პოლიფენოლური ნაერთები მსგავსი მოქმედებებისაა, როგორც ჩაიში და ღვინოში არსებული პოლიფენოლები. სვიის ექსტრაქტების გამოყენება შესაძლებელია ყველში, ხორცში და პურპროდუქტებში. სვიის ექსტრაქტის გამოყენება პერსპექტიულია პურპროდუქტებში საფუვრის სახით, რომელიც წარმოადგენს ბიოკონსერვანტს, რაც ახანგრძლივებს პროდუქციის შენახვის ვადას მისი რეოლოგიური და ორგანოლექტიკური თვისებების დარღვევის გარეშე [5].

მასალა და მეთოდები

კვლევა ჩატარდა სვანეთში მოყვანილ სვიაზე და მარნეულში მოყვანილ კარტოფილზე. სვია გამოიყენეთ მშრალი სახით, ხოლო კარტოფილი ნედლი სახით. მოცემული ნედლეულით მოხდა საფუვრის მომზადება ლაბორატორიულ პირობებში. პურის დასამზადებლად აღებულ იქნა წიწიბურას ფქვილი და მოვახდინეთ საფუვრის მჟავიანობის განსაზღვრა ГОСТ 171-215-ით [6].

ექსპერიმენტული ნაწილი

მოვახდინეთ კარტოფილის და სვიის საფუვრის მომზადება, რომელზეც მოვახდინეთ საფუვრის მჟავიანობის (ტიტრული) განსაზღვრა. შედეგები წარმოდგენილია ცხრ.1-ში.

ცხრილი 1. კარტოფილის და სვიის საფუვრის მჟავიანობა

საფუვრის ტიპი	მჟავიანობა, H°
კარტოფილის და სვიის საფუარი	5,8

მიღებული საფუვრისგან მოვამზადეთ უგლუტენო ცომი, რომლის რეცეპტურა მოცემულია ცხრ.2-ში.

ცხრილი 2. კარტოფილის და სვიის საფუერის გამოყენებით, წიწიბურას ფქვილისგან მიღებული ცომის რეცეპტურა

ნედლეული	რაოდენობა
წიწიბურას ფქვილი	100 გ
კარტოფილის საფუარი (თხევადი)	50 გ
წყალი	150 მლ
კვერცხი	1 ცალი
მარილი	10 გ

კარტოფილის და სვიის კომბინაციით მიღებული საფუერით მოხდა ცომის მომზადება და მიღებული შედეგები ასახულია ცხრ.3-ში

ცხრილი 3. კარტოფილის და სვიის საფუერის პარამეტრები

საფუარი	ცომის მოცულობაში მატება	ფერმენტაციის დრო	დამზადების დრო	შენახვის ვადა	შენახვის ტემპერატურა
კარტოფილის და სვიის საფუარი	2,5-ჯერ	3სთ	2 დღე	2 კვირა	4-5 °C

შემუშავებულ იქნა სვიის და კარტოფილის საფუერის რეცეპტურა. მოცემული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ სვიის საფუარი ინახება 2 კვირის განმავლობაში, მზადდება 2 დღეში და კარგად შეუძლია ცომის მოცულობაში მომატება. კარტოფილის და სვიის საფუერის გამოყენებით მიღებულმა პურმა დააკმაყოფილა უკლუტენო პურის ორგანოლექტიკური მოთხოვნები: ფერი, სუნი, გემო, კონსისტენცია.

ლიტერატურა

- <https://www.thespruceeats.com/a-history-of-gluten-free-bread-4796997> , Updated on 25/01/2023
- Raigond P., Jayanty S., Parmar V., Dutt S., Changan S., Luthra S., Singh B. Health-Promoting compounds in Potatoes : Tuber exhibition great potential for human health, Food Chemistry, Volume 424, 30 october 2023, 136368, pp.1-3.
- Алексашина С. А., Макарова Н. Сравнительное изучение химического состава и антиоксидантной активности клубней сортового картофеля. //Химия растительного сырья, 2022, № 2, сс. 221-231.
- Anderson Onofre K. F., Forbes G.A., Andrade-Piedra J.L., Buddenhagen C.E., Fulton J.C., Gatto M., Khidasheli Z., Mdivani R., Xing Y., Garrett K. A. An Integrated seed health strategy and phytosanitary risk assessment . // Potato in the Republic of Georgia, Agricultural Systems, Volume 191, 2021, pp.2-13.
- Irakli M., Mygdalia A., Chatzopoulou P., Katsantonis D. Impact of the combination of sourdough fermentation and hop extract addition on baking properties, antioxidant capacity and phenolics bioaccessibility of rice bran-enhanced bread, Food Chemistry, Volume 285, 2019, pp.231-239.
- ГОСТ 171-2015 Дрожжи Хлебопекарные Прессованные. Технические условия.

SUMMARY

PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BREAD USING SOURDOUGH, OBTAINED FROM NATURAL RAW MATERIALS

Parjanadze T.M.

Georgian Technical University

A recipe was developed and yeast obtained from a combination of potatoes and hops was made from natural raw materials according to this recipe. Titrate acidity and the influence of yeast on the dough obtained from buckwheat flour were studied. Gluten-free bread was made in laboratory conditions and its organoleptic indicators were studied. The yeast obtained as a result of the research can be used in the production of bread, because hop yeast can be stored for 2 weeks, prepared in 2 days, and can increase the volume of the dough well. The bread obtained using potato and hop yeast met the organoleptic requirements of gluten-free bread: color, smell, taste, and consistency.

Keywords: buckwheat, gluten-free Bread, yeast, potato, hop.

კუნელის ნატურალური წვენი მიღება

შილდელაშვილი ი.ი., დაღოლიშვილი მ.შ., ბუიშვილი გ.თ.

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

კვების თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანი ქიმიური ნივთიერებები თავმოყრილია ხილის და კენკრის წვენში, ისინი მდიდარია შაქრებით, ორგანული მჟავებით და მათი მარილებით, მთრმლაგი ნივთიერებებით, ვიტამინებით.

ხილის და კენკრის წვენს აქვს დიეტური და რიგ შემთხვევაში სამკურნალო მნიშვნელობა, ისინი ხელს უწყობენ საკვების შეთვისებას და აუმჯობესებენ ნივთიერებათა ცვლას ორგანიზმში.

საქართველო მდიდარია ხილით, ამასთან ასორტიმენტიც საკმაოდ მრავალფეროვანია სახეობების მიხედვით.

ნაყოფის შეფასების და დანიშნულების მიხედვით გამოყენების თვალსაზრისით განუწყვეტლად მიმდინარეობს კვლევა, ამ მხრივ დიდ ყურადღებას იმსახურებს კუნელის კულტურა, ამასთან იგი როგორც შესანიშნავი ნედლეული საკონსერვო წარმოებისათვის არ არის გამოყენებული მაქსიმალურად, აღსანიშნავია ისიც, რომ მისი თვითღირებულება არის დაბალი, რადგან არ საჭიროებს აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებას და პესტიციდების გამოყენებას, ამიტომ აუცილებელია იაფი ნედლეულის გადამუშავების მეთოდების სრულყოფა, მითითებული პრობლემა არის საკმაოდ აქტუალური და დიდი მნიშვნელობა აქვს კვების მრეწველობის განვითარებისათვის საქართველოში.

ყოველივე აქედან გამომდინარე მიზნად დავისახეთ კუნელის ნაყოფისაგან ნატურალური წვენი მიღება და მისი ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა.

კუნელი მიეკუთვნება ვარდისებრთა ოჯახს, იგი არის მაღალი ბუჩქი, ნაყოფი არის ცრუ-ვაშლის მსგავსი, პატარა, წითელი, მის ნაყოფს ადამიანი უხსოვარი დროიდან იყენებს საკვებად, ნაყოფები ნაკლებად წვნიანია, უსუნო, გემოთი მოტკბო-მომჟავო, ნაყოფებს აგროვებენ სრული სიმწიფის დროს სექტემბრიდან პირველ ყინვებამდე.

წვენის მიღებისათვის გამოყენებული ნედლეული უნდა იყოს მაღალი ხარისხის, არ დაიშვება არავითარი ორგანოლექტიკური და ქიმიური მანქვებლების გადახრა, რაც შეიძლება იყოს ტექნოლოგიური პროცესის არასწორი წარმართვის ან წვენში რაიმე დანამატის შეტანის შედეგი. წვენის მიღების დროს სასურველია ტექნოლოგიური პროცესი წარიმართოს ისე, რომ მაქსიმალურად შენარჩუნდეს წვენის ბიოლოგიური ღირებულება.

წვენის მიღების მიზნით მოვახდინეთ ნაყოფების ინსპექცია, გავათავისუფლეთ ნაყოფი დამპალი და დაობებული ეგზემპლარებისაგან, რომლებსაც შეუძლია თხილის მთელ პარტიას მისცენ არასასიამოვნო სუნი, შემდეგ ნაყოფები გავრეცხეთ გამდინარე ცივ წყალში, ნედლეული გავაცხელეთ წვენის გამოყოფის და მისი გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით შემდეგ დავწნიხეთ, გავფილტვრეთ, მოვახდინეთ წვენის დაფასოება 0,5 ლიტრიან ქილებში და პასტირეზაცია 10 წუთის განმავლობაში, განსაზღვრეთ მიღებული წვენის ქიმიური შედგენილობა, რომელიც მოცემულია ცხრილში.

კუნელის წვენის ქიმიური შედგენილობა

მანქვებლები	შემცველობა %
მშრალი ნივთიერება	11,5
სიმჟავე-ტიტრული	1,2
საერთო შაქარი	10
პექტინის ნივთიერება	0,54
ვიტამინი C	32,4
ნაცარი	0,44

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ კუნელის წვენიში საკმაო რაოდენობით არის მშრალი ნივთიერების შემცველობა 11,5% აგრეთვე ვიტამინი C – 32,4%, მნიშვნელოვანი რაოდენობით არის საერთო შაქარი 10%.

ჩვენ მიერ მომზადებულმა პროდუქციამ თავისი ორგანოლეპტიკური და სასაქონლო ხარისხის მიხედვით დააკმაყოფილა მოქმედი სტანდარტის მოთხოვნები, აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კუნელის წვენი თავისი შედგენილობით არის მაღალკალორიული პროდუქტი, ეკოლოგიურად სუფთა და იგი შეიძლება მასიურად იქნეს გამოყენებული მოსახლეობის ფართო მასების კვებაში.

ლიტერატურა

1. მაღლაკელიძე თ, ჩხარაძე ნ. ხილის და ბოსტნეულის დაკონსერვების ტექნოლოგია. – თბილისი, 2005, 498 გვ.
2. ნიჟარაძე ა. ველური ხილ-კენკროვანი ნედლეულის გამოყენება საქართველოს საკონსერვო მრეწველობაში. – თბილისი, 1981, 40 გვ.
3. ნიჟარაძე ა. საქართველოს გარეული ხილი და მისი სამრეწველო გამოყენება. – თბილისი. 1979, 342 გვ.

SUMMARY

TAKING NATURAL JUICE OF HAWTHORN

Shildelashvili I.I., Gagolishvili M.Sh. and Biushvili G.T.

Iakob Gogebashvili Telavi State University

Natural juice was obtained from the hawthorn in home conditions. The chemical composition of the produced juice was determined. Based on the research data it was concluded that the hawthorn natural juice is distinguished with the content of a sufficient amount of dry matter, common sugars, pectin substance, and vitamins. It is a high-calorie product, ecologically clean and safe which can be used for feeding a large mass of the population.

Keywords: pasteurization, hawthorn, dry matter, ash.

BURDOCK OIL HAIR MASK

Kebadze N.M., Kapanadze M.B., Ioladze T.O. and Narimanishvili G.Z.

Georgian Technical University

Abstract: A hair care product based on natural blue clay is obtained, the composition of which is enriched with burdock plant extract and other additional substances.

Key words: natural clay, burdock oil, shampoo, plant extract.

1. Introduction

Ancient cosmetics are related to the knowledge of plant properties, the experience of using various products of plant and animal origin, and minerals, which is sometimes perceived as only a desire to preserve beauty and has a healing effect, which is confirmed by the practice of ethnoscience.

Hair is a reflection of a woman's beauty. From ancient times to the present, women have tried their best to keep their hair in good condition, for which the Romans used a decoction of walnut shells, the Chinese used a mask of honey and flour, and the French used nettle decoction, etc.

Nature has provided us with a lot of plants and substances that are perfect for hair care. Plants have been used in medicine since time immemorial. The plant has a leading and important role both in folk and traditional medicine. Clays are also a popular remedy that has been used in folk medicine for centuries.

Clay is a fine-grain mountain rock. It is rich in important mineral salts and trace elements such as Ca, Mg, Fe, Cu, Co, Mn, K, U, phosphates, and silicates.

Mineral substances regulate the absorption of fats, proteins, and carbohydrates by the skin. Clay is characterized by antibacterial activity, unlike chemical antiseptics, which kill not only microbes but also healthy cells. Clay only repels germs and toxins and creates body immunity to fight new infections. Clay has the ability to adsorb and remove negative and harmful fluids (pus) from the body.

In addition to healing action, clays enriched with herbal extracts are actively used as therapeutic and prophylactic cosmetics.

1. Experimental part:

A hair care product, namely a mask, made on the base of blue clay enriched with burdock oil extract and peach oil, is produced by us.

Hair care is necessary at any time of the year. Due to the cold weather and lack of sunlight and vitamins in winter, the hair becomes dull, ends split and starts to fall out. In summer, the hot sun dries out the hair, making it dry and brittle.

In addition, the relevance of this topic was brought forward by the coronavirus pandemic, especially post-pandemic problems. A lot of people have complained about hair loss, so we thought that preparations made from natural raw materials would be relevant.

Blue clay was used as a base for the mask, whose rich composition and healing properties have been known and studied since ancient times. Burdock (*lat. Acticum lappa*) roots were chosen as a research plant.

Table 1. Content of biologically active substances in Burdock dry root

Biologically active substances	Content % -in dry raw materials
Phenolic compounds	8,43 ± 0,02
Saponins	2,36 ± 0,12
Polysaccharides	39,70 ± 1,70
Vitamin C, mg %	21,30 ± 1,31
Carotenoids, mg,%	6,16 ± 0,44
Lipids	1,15 ± 0,21
Essential oils	0,16 ± 0,14
Amino acids	8,87 ± 0,40

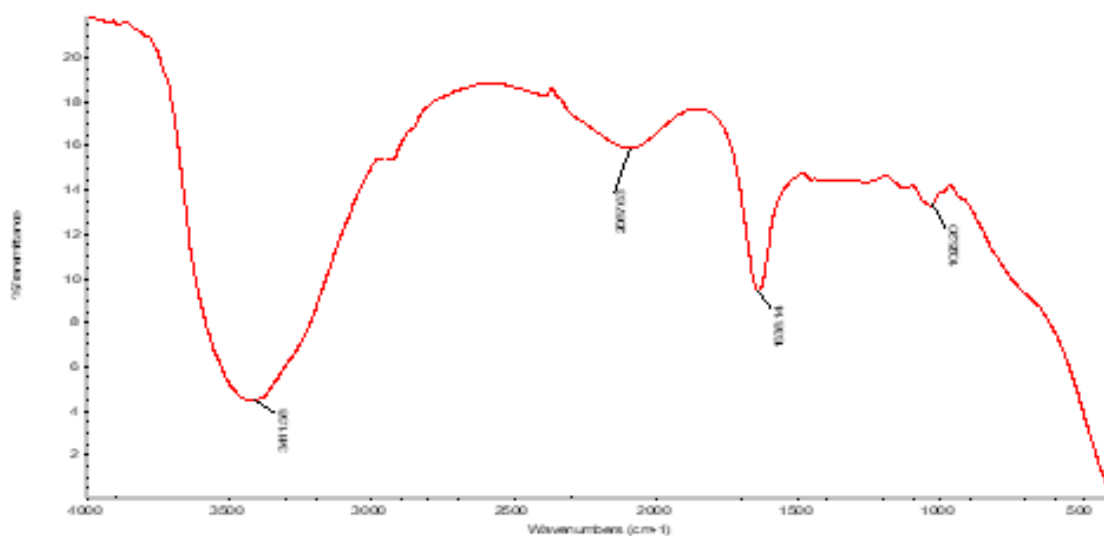


Fig.1. FTIR spectrum of Burdock root

Peach oil (*lat. Prunus Persica*) is a light yellow natural vegetable oil obtained by cold pressing and filtering the seeds of the peach tree. It is often used as a lipid-filling cosmetic ingredient in shampoos and shower gels. Peach oil is rich in vitamins and trace elements. It effectively nourishes and moisturizes hair. Its regular use leads to the improvement of blood microcirculation and deep nutrition of hair follicles. Hair becomes more elastic, softer and smoother, and less electrolytic; hair volume and shine are also increased.

Peach oil contains vitamin A (retinol), vitamin C, iron, phosphorus, potassium, calcium, and omega acids.

- Vitamin A (retinol) - stimulates hair growth; It is also responsible for its density and elasticity;
- Vitamin C - an antioxidant that protects hair from the aggressive influence of the environment;
- Iron - is an indispensable component for blood circulation;
- Phosphorus - strengthens hair and is necessary to regulate calcium levels;
- Potassium - is responsible for retaining water inside the hair and prevents its thinning;
- Calcium - participates in the formation of healthy and strong hair;
- Omega acids - palmitic, oleic, and linoleic, which have anti-inflammatory and protective effects.

Description of the technological process

Pre-prepared burdock oil is added to the blue clay powder. Burdock dry root and peach oil in a ratio of 1:2 were taken to prepare burdock oil. The dried roots were preliminarily ground in a coffee grinder, and placed in a glass vessel, into which heated peach oil was added; the lid was closed tightly and left in a dark place for 21 days. We used to shake it every day. Then the product was filtered and used to make an anti-hair loss mask; 100 ml of burdock oil was added to the 10 g. blue clay, stirred with a wooden spoon until it was completely dissolved. Finally, we added vitamin E (as a powerful antioxidant) and tea tree essential oil as a bactericidal, anti-fungal agent to the obtained clay mass.

Conclusion:

A hair mask made of Burdock oil protects hair from dryness, brittleness, and splitting the hair ends. The product cleans clogged pores and normalizes sebaceous glands.

REFERENCES

1. Kopaliani N. Medicinal plants of Georgia. "Ancient and modern phytotherapy", Kutaisi. 2004, p. 187-20.
2. Bakuridze A., Berashvili D. Fundamentals of production of medicinal plant raw materials. Tbilisi. 2016, 294 p.
3. M. Michalak, R. Glinka. Plant oils in cosmetology and dermatology. //Pol J Cosmetol, 2018, № 21 (1), pp. 2-9.

4. Wang H.Y., Yang J.S., Pao Y.H. Studies on the chemical constituents of *Arctium lappa* L. // *Acta Pharmaceutica Sinica*, 1993, Vol. 28. pp. 911–917.
5. Kardosova A., Ebringerova A. A biologically active fructan from the roots of *Arctium lappa* L. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2003, Vol. 33, pp. 135-140, DOI: 10.1016/s0141-8130(03)00079-5. 130.

რეზიუმე

ორღვანდის ზეთზე დამზადებული თმის ნიღაბი

ქებაძე ნ.მ., კაპანაძე მ.პ., ლოლაძე თ.ო., ნარიშანიშვილი გ.ზ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მიღებულია თმის მოვლის საშუალება ბუნებრივი ცისფერი თიხის ფუძეზე, რომლის შედგენილობა გამდიდრებულია მცენარეული ექსტრაქტით, კერძოდ ოროვანდით და სხვა დამხმარე ნივთიერებებით.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი თიხა, ოროვანდის ზეთი, შამპუნი, მცენარეული ექსტრაქტი.

სამკურნალო-პროფილაქტიკური კბილის პასტა ბუნებრივ ნედლეულზე

დედარიანი ნ.გ., ანთაძე გ.ს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კბილის პასტა წარმოადგენს მრავალკომპონენტურ სისტემას, რომელიც შედგება აბრაზიულ, დამატენიანებელ, შემკერელ, ქაფწარმომქმნელ არომატული ნივთიერებებისგან. ასევე შეიძლება შეიცავდეს სამკურნალო-პროფილაქტიკურ, ზედაპირულად აქტიურ, საგემოვნებო და მაკონსერვირებელ დანამატებს კომბინაციაში, ფტორის შემცველ პრეპარატებს, ანტიმიკრობულ და ანთესაწინააღმდეგო ნივთიერებებს. პასტის გამოყენებით მიღწეულია პირის ღრუს ეფექტური გაწმენდა და სამკურნალო-პროფილაქტიკური ზემოქმედება ყველა მის ორგანოზე.

კბილების ეფექტური გაწმენდა დამოკიდებულია აბრაზიულ კომპონენტებზე იგი უზრუნველყოფს გამწმენდ და პოლირებად მოქმედებას, რაც დამოკიდებულია ნაწილაკების ზომაზე, ფორმაზე, სიმტკიცესა და სიმყარეზე. ტრადიციულად აბრაზივად გამოიყენება ცარცი. ბოლო წლებში, ის შეიცვალა ე.წ „რბილი“ აბრაზივით – ჰიდრატირებული სილიციუმის ორჟანგით, რომელიც კარგად ესადაგება სხვადასხვა სამკურნალო-პროფილაქტიკურ დანამატებს და უფრო ხილდება კბილის ემალს.

აბრაზივის შერჩევასას გასათვალისწინებელია მისი ინდიფერენტულობა სხვა კომპონენტებთან, რეაგირების უნარი კბილების მყარ ქვებთან, სურნელის აღსორბირება და გულ წარმომქმნელი ნივთიერების დასველება წყალ-გლიცერინიანი ხსნარით.

ყველა პასტა აერთიანებს ზედაპირულად აქტიურ კომპონენტს, რომელიც არეგულირებს მყარ ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების ინტენსიურობას და ხასიათს, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს პასტის სტაბილურობას და რეოლოგიურ თვისებებს. ხშირად გამოიყენება ნატრიუმის ლაურილსულფატი, რომელიც მისი შემცველი პროდუქტებისა და ხანგრძლივი გამოყენებისას ანგრევს პირის ღრუს მიკროფლორას და იწვევს გაღიზიანებას.

პასტების შედგენილობის სტაბილურობა, მისი კონსისტენცია განპირობებულია როგორც აბრაზიული ნივთიერებების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, ასევე ჰიდროკოლოიდებით, მაგალითად ნატრიუმის კარბოქსი-მეთილცელულოზა.

გლიცერინი პასტის შედგენილობაში გამოიყენება პლასტიკური ერთგვაროვანი მასის მისაღებად. ის უზრუნველყოფს პასტაში შენახვისას სინესტის შენარჩუნებას, ამცირებს გაყინვის ტემპერატურას, ზრდის კბილის წმენდისას წარმოქმნილი ქაფის სტაბილურობას, აუმჯობესებს პასტის გემოვნების ხარისხს. გლიცერინის შემცველობის ნორმა პასტაში ~ 6,2–6,3%.

სამუშაოში გათვალისწინებულია ისეთი რეცეპტურის შედგენა და პასტის მიღება, სადაც ჩამოთვლილი კომპონენტები მაქსიმალურად იქნება ჩანაცვლებული ბუნებრივი ნედლეულით.

ცხრილი 1. კბილის პასტის შედგენილობა, %

კომპონენტები %	
მწვანე თიხა (ვანის)	35
გლიცერინი	6,0
საკვები სოდა	0,5
სუფრის მარილი	0,5
მწვანე ჩაის 40° სპირტიანი ექსტრაქტი	5,0
მწვანე ჩაის ზეთიანი ექსტრაქტი	5,0
თაფლი	5,0
სორბიტი	3,0
მწვანე ჩაის წყლიანი	40,0

ბუნებრივმა ნედლეულმა უნდა შეასრულოს ძირითადი კომპონენტების ყველა ფუნქცია, ამავე დროს, ერთდროულად გააუმჯობესოს პასტის ხარისხი, მათ შორის მისი სამკურნალო-პროფილაქტიკური პოტენციალი.

ცხრ. 1-ში მოყვანილია ჩვენ მიერ შემუშავებული კბილის პასტის მიღების ორი შედგენილობა (შესადარებლად).

როგორც ცხრ. 2 -ის მონაცემებიდან ჩანს, აბრაზიულ ნივთიერებად გამოყენებულია მწვანე თიხა (ვანი).

ცხრილი 2. ვანის ქელის მწვანე თიხის ოქსიდური შედგენილობა, %

ობიექტი	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃ +Fe	P ₂ O ₅
მწვანე თიხა	46,89	2,56	1,53	13,83	0,51	3,88	0,21	0,87	5,30	0,09

მწვანე თიხის ფერი განპირობებულია რკინის ოქსიდის შემცველობით. მის შედგენილობაში შემავალი ელემენტების უმრავლესობა არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას, სპობს ბაქტერიებს. მისი სამკურნალო ეფექტი გამოწვეულია მონტმორილონიტით (ცხრ. 3).

ბუნებრივი მონტმორილონიტური თიხა დიდი რაოდენობით შეიცავს „თიხურ სუბსტანცია“ წყალთან შერევისას, რაც იძლევა ლაბისებურ ფაქიზ პასტას. იგი ადვილად ესმება და წყლით ადვილად ჩამოიბანება. მრავალ სამკურნალო ნივთიერებას ერევა პრობლემის გარეშე [1].

ცხრილი 3. ელემენტების შემცველობა მწვანე თიხაში, %

ელემენტი	შემცველობა, %	ელემენტი	შემცველობა, %
Na	1,90	P	0,04
Mg	0,31	S	
Al	7,32	Cr	
Si	21,90	Ni	0,002
K	1,20	Cu	0,05
Ca	2,70	Zn	0,07
Ti	0,52	Sb	
Mn	0,16	Pb	0,03
Fe	3,70	Ba	0,08

მწვანე თიხა საუკეთესო ადსორბენტია. გააჩნია ანტიბაქტერიული მოქმედება განსხვავებით ქიმიური ანტისეპტიკებისგან, რომელიც კლავს მიკრობებს, შლის ჯანსაღ უჯრედებს, თიხას გამოყავს ორგანიზმიდან მხოლოდ მიკრობები, ტოქსინები, მკვდარი უჯრედები, შლაკები.

მწვანე თიხა გამოიყენება მრავალი კოსმეტიკური ნაწარმის დასამზადებლად.

ცნობილია, რომ პასტა, რომელიც შეიცავს მცენარეულ პრეპარატებს, აუმჯობესებს გაცვლით პროცესებს, ქსოვილების რეგენერაციას, ახორციელებს სისხლდენის შემცირებას ღრძილებიდან, გააჩნია მადეზოდორებელი მოქმედება.

თაფლი კბილის პასტაში შეყვანილია საგემოვნებო ხარისხის ასამაღლებლად, თერაპიული თვალსაზრისით თაფლის ღირსება განპირობებულია ბუნებრივი შაქრით, დედარძის არსებობით, ფუტკრიდან ანტიბიოტიკის მოქმედებით.

პიგმენტები და სურნელი გამოყენებულია შერჩევით.

ჩვენ მიერ გამოყენებული სორბიტი დამატენიანებელი ნივთიერებაა. მას ნაწილობრივ ან მთლიანად შეუძლია შეცვალოს გლიცერინი, ასევე გარკვეული ხარისხით შეასრულოს კონსერვანტის ფუნქცია.

წყალი – გამსხნელი აუცილებელი კომპონენტია კოსმეტიკური ნაწარმის უმრავლეს, მათ შორის, კბილის პასტების რეცეპტურაში. ის უზრუნველყოფს აუცილებელ სიბლანტეს, კონცენტრაციას.

წყლის ხარისხს წაყენება განსაკუთრებული მოთხოვნები ბაქტერიული სისუფთავის, ქიმიური შედგენილობის, ორგანოლექტიკური თვისებების მიმართ.

კბილის პასტის შედგენილობაში ჩვენ მიერ გამოყენებულია მწვანე ჩაის ექსტრაქტი.

წყლის მთავარ თვისებურებას წარმოადგენს ფტორიდ-იონის მაღალი შემცველობა, რაც წყალს ხდის საინტერესო მომხმარებლად კბილის პასტებში.

კბილის პასტის ხარისხი დამოკიდებულია, როგორც გამოყენებული ნედლეულის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, ასევე მისი დამზადების ტექნოლოგიაზე. ლაბორატორიულ პირობებში კბილის პასტის მიღება მარტივია.

მწვანე თიხის მიკრობიოლოგიური სისუფთავის მისაღწევად ჩატარდა თერმული დამუშავება თერმოსტატში 80–85°C 15 წთ. სხვა კომპონენტების დამატების რიგი სუფრის მარილი, სასმელი სოდა, სორბიტი, თაფლი იხსნებოდა მწვანე ჩაიში.

კომპონენტები ემატებოდა მწვანე თიხას მიქსერით მუდმივი მორევით.

პასტები ინახებოდა 0°C დან 37°C ინტერვალში, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ცვლილებებზე დაკვირვების მიზნით. კერძოდ, პასტის სტაბილურობის შენახვისას ფასდებოდა ვიზუალურად - თხევადი ფაზის გამოყოფაზე.

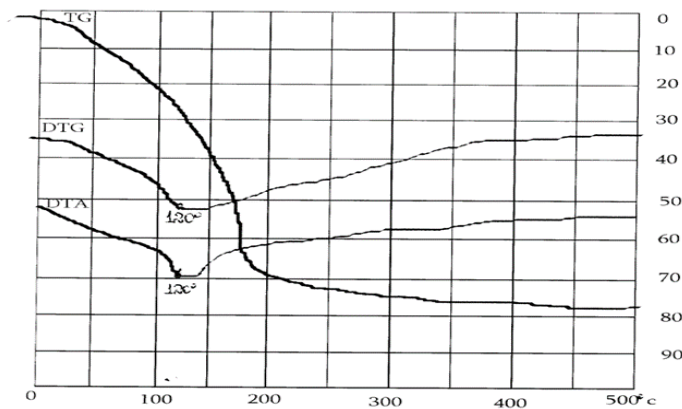
რეოლოგიური მაჩვენებლები განისაზღვრა როტაციულ ვისკოზიმეტრზე P.B–8, ქაფის პარამეტრები – სტანდარტი 7983-82.

ცხრ. 4-ში მოცემულია რეოლოგიური და სხვა მაჩვენებლები.

ცხრილი 4. კბილის პასტის რეოლოგიური და სხვა მაჩვენებლები

მაჩვენებლები	მწვანე თიხა
pH	7,6
დენადობის დინამიკური ზღვარი (წინააღმდეგობა ძვრადობის მიმართ)	190
პლასტიკური სიბლანტე, პა	8,3
პლასტიკურობის კოეფიციენტი, სმ	23,0
აქაფების რიცხვი, სმ ³	85

პასტებმა გაიარა სანიტარიის ჰიგიენური გამოცდა, რამაც აჩვენა, „პრეპარატები არ ახდენს გამაღიზიანებელ და რეზორბციულ მოქმედებას და აკმაყოფილებს მოცემული კლასის შესაბამისი პრეპარატების ჰიგიენურ ნორმებს“.



რენტგენოფაზური ანალიზი

მწვანე თიხა ადვილად მტვრევადი ნატეხების სტრუქტურის ქანია, შეიცავს ვულკანურ მინას, რომელიც გადასულია თიხიან მასაში, სადაც შედის ქარსისა და კარბონატის უწვრილესი მარცვლები.

რენტგენოფაზური ანალიზის საფუძველზე მწვანე თიხა წარმოდგენილია ცხრ. 5-ში; კალციუმის მონტმორილონიტით, შეიცავს ქარსებს, კალციუმის და ნატრიუმის მინდერის შპატს, გალუაზიტს და კალციტს კვალის დონეზე.

ცხრილი 5. მწვანე თიხის რენტგენოფლორესცენტური ანალიზის შედეგები

ელემენტი	შემცველობა, %	ოქსიდები	შემცველობა, %	ელემენტი	შემცველობა, %
Na	1,90	Na ₂ O	2,56	S	0
Mg	0,31	MgO	0,51	Cr	0
Al	7,32	Al ₂ O ₃	13,83	Ni	0,002
Si	21,92	SiO ₂	46,89	Cu	0,02
K	1,27	K ₂ O	1,53	Zn	0,07
Ca	2,77	CaO	3,88	Zr	0,07
Ti	0,52	TiO ₂	0,87	Sb	0
Fe	3,71	Fe ₂ O ₃ +FeO	5,30	Pb	0,03
P	0,04	P ₂ O ₅	0,09	Ba	0,08

მწვანე თიხის რენტგენოფლორესცენტული ანალიზის მიხედვით (ცხრილი 5) ნიმუში ძირითადად შეიცავს სილიციუმს, მცირე რაოდენობით ნატრიუმს, ალუმინს, კალციუმს და რკინას.

ნიმუში 1 გახურებულია 500 °C, ენდოთერმული ეფექტი DTA და DTG მრუდებზე ემთხვევა ერთმანეთს და 120 გრადუსზე შეესაბამება ტენის მოცილებას. მასის კლება TG მრუდზე შეადგენს 15,7%-ს, საწყისი მასა 420 მგ, მასის კლება TG მრუდზე 13,3%-ია. 500 გრადუსამდე გახურებისას სხვა ეფექტი არ ვლინდება.

literatura

1. ლ. ბოკუჩავა, ნ. ბოკუჩავა, დ. ჯინჭარაძე. პარფიუმერულ-კოსმეტოლოგიური წარმოების ნედლეული. –თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 2007, 231 გვ. ISSN 978-9941-14-019-8.
2. ნ. ბოკუჩავა, დ. ჯინჭარაძე სამკურნალო-კოსმეტიკური საშუალებები. –თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2017, 169 გვ. ISSN 978-9941-20-799-0.
3. ნ. ბოკუჩავა, დ. ჯინჭარაძე, ნ.დეგდარიანი. კოსმეტოლოგია. –თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2017, 118 გვ. ISSN 978-9941-28-024-5
4. ლ. ბოკუჩავა, ნ. ბოკუჩავა, დ. ჯინჭარაძე. პარფიუმერულ-კოსმეტიკური ნაწარმის ანალიზი. –თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 170გვ.
5. ლ. ერისთავი. ფარმაკოგნოზია (სამკურნალო მცენარეები). -თბილისი, „საქართველოს მაცნე“, 2005, 675 გვ. ISSN 99940-0-605-3.
6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3459493>
7. Nicolas Powell “Green tea and Health: Antioxidant properties consumption and role in disease prevention” P 185. ISBN: 978-1-63482-904-5

SUMMARY

CURATIVE-PROPHYLACTIC TOOTHPASTE BASED ON NATURAL RAW MATERIALS

Devdariani N.G. and Antadze G.S

Receipts of curative and prophylactic toothpaste with maximum use of natural raw materials, such as green tea and green clay of Georgia used as an abrasive, structure-forming, and also as foaming agents are developed; while using clay foaming functions carry out fluoride-ions. Besides the named components, curative and prophylactic properties are given by extracts of tea. Rheological data of pastes is detined, and also are conducted sanitary-and-hygienic tests.

Keywords: curative, prophylactic, abrasive, clay, rheological, sanitary, hygienic.