

საქართველოს
საინჟინრო
სიახლანი

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

No.4 (vol. 84), 2017

საქართველოს საინჟინრო სიახლენი GEORGIAN ENGINEERING NEWS, No. 4, 2017

საერთაშორისო საინჟინრო აკადემია
საქართველოს საინჟინრო აკადემია

მთავარი რედაქტორი: მინდია სალუქვაძე
მთავარი რედაქტორის მოადგილე: ზურაბ ველიჯანაშვილი

სარედაქციო კოლეგია

პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), ი. გორგიძე (საქართველო), 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. კოჟოგოლოვი (ყირგიზეთი), ს. მინასიანი (სომხეთი), ო. ნამიჩეიშვილი (საქართველო), პ. ნიკიტენკო (ბელარუსია), დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ა. პაშაევი (აზერბაიჯანი), რ. ჯინევიჩიუსი (ლიტვა), ი. ჟორდანიანი (საქართველო), ბ. ჟუმაგულოვი (ყაზახეთი), ლ. საიდმუროდოვი (ტაჯიკეთი), ა. ფრანგიშვილი (საქართველო), რ. შრაფტი (გერმანია), დ. ჩომახიძე (საქართველო), გ. ჯავახაძე (საქართველო), ა. ჯანახმადოვი (აზერბაიჯანი)

სარედაქციო საბჭო

დ. გორგიძე, ა. დოლიძე, ქ. მახაშვილი, ლ. ქობელაშვილი

International Engineering Academy Georgian Engineering Academy

Editor-in-Chief: Mindia Salukvadze
Deputy Editor-in-Chief: Zurab Velijanashvili
EDITORIAL BOARD

N. Edilberto (Peru), D. Chomakhidze (Georgia), G. Javakhadze (Georgia), A. Janahmadov (Azerbaijan), P. Bielik (Slovakia), I. Gorgidze (Georgia), 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. Prangishvili (Georgia), A. Pashayev (Azerbaijan), L. Saidmurodov (Tajikistan), R. Shraft (Germany), A. Vasiliev (Ukraine), I. Zhordania (Georgia), B. Zhumagulov (Kazakhstan).

EDITORIAL STAFF:

D.Gorgidze, A.Dolidze, L.Kobelashvili and K.Makhashvili

Georgian Engineering News (GEN)LTD

Address: TECHINFORMI, St. Kostava 47, Tbilisi 0179

Tel.: 995 (32) 2335315, 2335122

Fax: 995 (32) 2335122

[e-mail:nellym@caucasus.net](mailto:nellym@caucasus.net)

Internet: www.tech.caucasus.net

Copyright © by GEN LTD

შინაარსი – СОДЕРЖАНИЕ

მრავალკუთხედის არეში მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობის დადგენის ერთი მეთოდის შესახებ <i>მასპინძელა შვილი ბ.ი.</i>	5
LabView-ს სახით თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება გამოსახულებათა ეფექტური კოდირებისათვის (შეკუმშვისათვის) <i>ჩხეიძე ი.მ., აბზიანიძე ნ.ე., მურჯიკენელი გ.გ., გოჭოშვილი ც.გ.</i>	8
რხევიითი სისტემის რეკონსტრუქციის სინთეზის განსაზღვრის განმარტებული მეთოდი და მისი თავისებურებანი <i>ეპიტაშვილი ი.ზ.</i>	12
ორთოგონალურ წიბოებიანი, ორმხრივ სიღრუხებიანი, მონოლითური გადახურვის ფილების დაკაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ექსპერიმენტული კვლევა <i>ზამბახიძე ლ.ი., ნინიძე თ.დ.</i>	15
ტრადიციული და სემიოტიკური ორნამენტის პრობლემა XX საუკუნის არქიტექტურაში <i>ჩუბინიძე თ.გ.</i>	18
ВОЛНОВЫЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ <i>Кахиани М.Р.</i>	21
მაგისტრალური მილსადენებით ენერგოტრანზიტის გავლენა საქართველოს ეკონომიკაზე კინენის მულტიპლიკატორის ეფექტის მიხედვით <i>ცისკარიძე დ.გ., გეგეშიძე ე.ბ.</i>	25
სამთო საწარმოების სამრეწველო ტრანსპორტის მართვის ავტომატიზებული სისტემა <i>მახაშვილი ქ.ა., გოდერძიშვილი გ.ი., იაშვილი ნ.გ., დოლიძე ა.გ., ხართიშვილი მ.პ.</i>	32
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В НЕКОТОРЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ <i>Лолაძე Н.Т., Церодзе М.П., Габуния В.М., Пхалаძე Т.Б., Авалишвили З.А.</i>	31
ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნის მარაგების შეფასება <i>კოროშინაძე თ.თ.</i>	34
ადმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე სტიქიური ნაბავსაყრელების გავლენის შეფასება ეკონისტიმეზზე <i>ბუაჩიძე ნ.ს., ჩიკვილაძე ხ.ნ., გურგულიანი ი.ნ., შუბლაძე ე.შ., კუჭავა გ.პ.</i>	43
ნავთობისაგან დაბინძურებული წყლის ზედსაპირის გასუფთავების მეთოდი და ტექნოლოგია <i>რაზმაძე მ.თ., კიკნაძე გ.გ., იმნაძე პ.მ., გეწაძე თ.ს., კვირიკაშვილი ც.ი., როსტომაშვილი ზ.ი., ამბარდანიშვილი თ. პ.</i>	53

ნანოვპერცხლის შემცველი ანტიბაქტერიული კომპოზიტივი ბიოდებრაფირებადი პოლიმსტერამიდის და პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის ნარევის საფუძველზე <i>ცხადაძე შ.ა., კუპატაძე ნ.ო., ტულუში დ.ს., ქაცარავა რ.დ.</i>	59
ამიღური მონომერების პოლიკონდენსაცია ალდეჰიდთან; წყალში კნელად ხსნადი ანოტოვანი სასუქების სინთეზი <i>გუგავა ე.დ., გელაშვილი ნ.ს., მაისურაძე ნ.ა., პაპავა გ.შ., გაგაშელიძე ე.შ., ლიპარტელიანი რ.გ., ხოტენაშვილი ნ.ზ.</i>	66
ხორბლის მარცვლის წყლის შთანთქმის დინამიკის კვლევა დალბობის პროცესში <i>ხუციძე ც.ზ., ფრუიძე ე.გ., ხვადაგიანი ხ.ბ., ქუთათელაძე ა.დ.</i>	69
ფიტოპრომონების და პიროლუმცველი ტიტრაციკლური ნაერთების ბავლენა კარტოფილის და ჯარხლის ზრდა-ბანვითარებაზე <i>წეროძე ხ.ო., კუნალეიშვილი მ.ი., მაისურაძე მ.გ., ბულაური ე.გ.</i>	73
თავშავას <i>Origanumvulgare</i> ბიოლოგიური თავისებურებანი <i>კაჭარავა თ.ო., ლობჯანიძე მ.ბ., ტყეებუჩავა ზ.რ.</i>	77
საქართველოში შემოტანილი საქარომიცეტების ანალიზი <i>შილდელაშვილი ი.ი. მათიაშვილი შ.ი. ბუიშვილი გ.თ.</i>	80
DYNAMICS OF CHANGES IN THE COMPOSITION OF MINERAL SUBSTANCES IN THE MUST AND WINE <i>Gamtkitsulashvili Gia V., Gamtkitsulashvili Gela V., Khositashvili M.L. and Mikiashvili M.A.</i>	83
წენოლური ნაერთების დაბროვების დინამიკა საქართველოში ინტროდუცირებულ წითელ ყურძენში <i>ხოსიტაშვილი მ.ლ., ხოსიტაშვილი თ.გ., ბუიშვილი გ.თ., ჩალათაშვილი ს.ე., კაციტაძე მ.გ.</i>	86
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МЕХАНИЗМА ДЛЯ ИМИТАЦИИ ОПЫТНОЙ НОСКИ ОБУВИ <i>Закаря М.М., Маглакелидзе Т.А.</i>	90
ВЛИЯНИЕ АНТИСЕПТИКОВ И ХЛОРИДА НАТРИЯ НА МИКРОФЛОРУ КОЖЕВЕННОГО СЫРЬЯ <i>Ломтадзе Н.З., Шаламберидзе М.М., Тамвидзе М.И.</i>	94
К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РЕЦИКЛИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ <i>Мосешвили Т.М., Цхакая К.Р.</i>	97
<i>ივანე შჩუკლინი - 130</i>	101

მრავალკუთხედის არეში მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობის დადგენის ერთი მეთოდის შესახებ

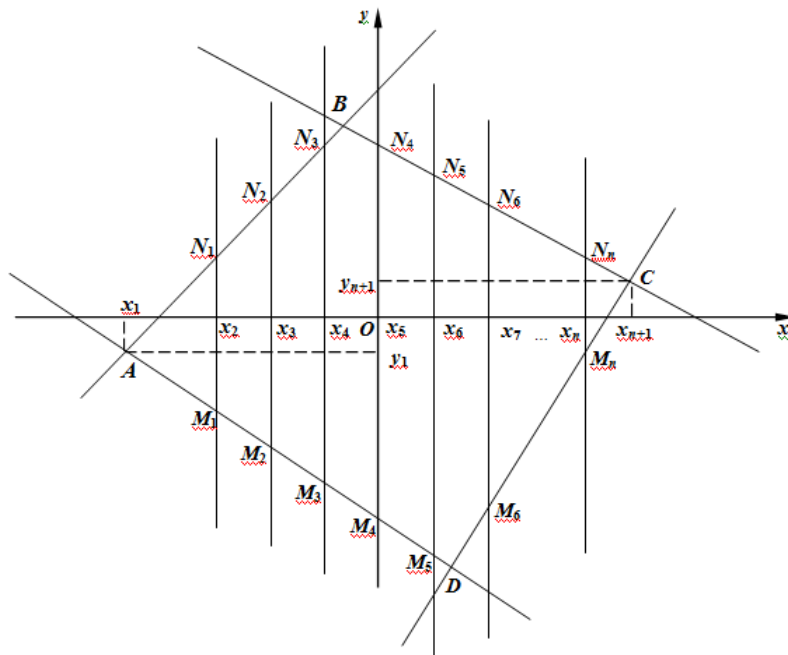
მასპინძელაშვილი ბ.ი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ზოგადი ამოცანა. ამოხსნილი მრავალკუთხედის გვერდები მდებარეობენ წრფეებზე: $A_1x + B_1y + D_1 = 0, A_2x + B_2y + D_2 = 0, \dots, A_nx + B_ny + D_n = 0$, რომლის წვეროები ამ წრფეთა გადაკვეთის წერტილებია.

დავადგინოთ მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობა, რომლებიც ეკუთვნიან მრავალკუთხედის არეს.

ამოხსნა. საკოორდინატო სიბრტყეზე ავაგოთ წრფეები და ვიპოვოთ მათი გადაკვეთის წერტილები. ვთქვათ, მრავალკუთხედს აქვს სახე $ABCD$, რომლის წვეროებსაც წრფეების გადაკვეთის წერტილები წარმოადგენენ.



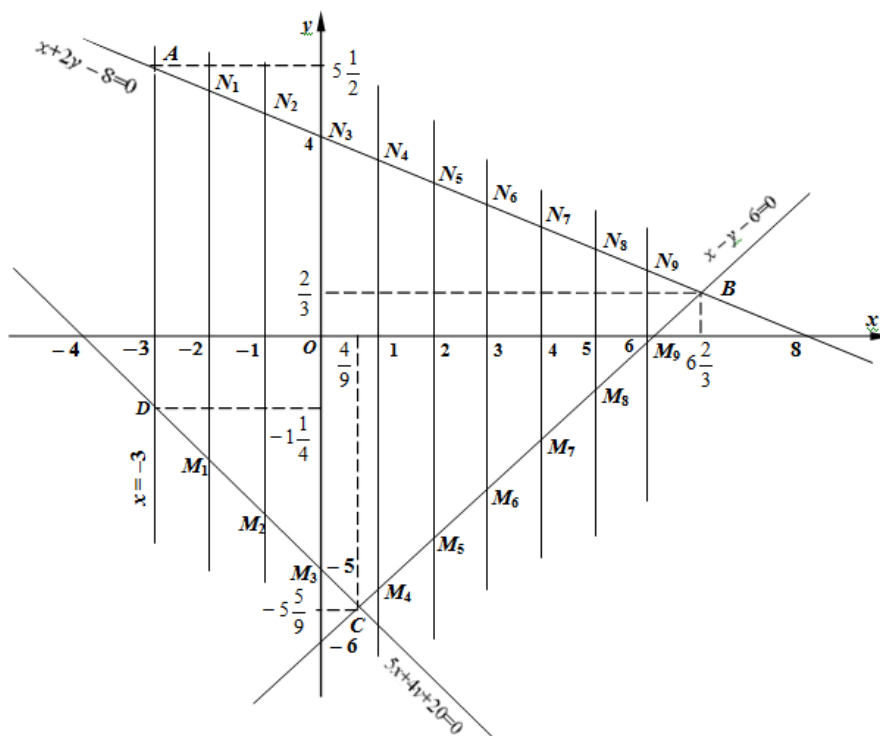
განვიხილოთ Ox ღერძის უდიდესი სიგრძის მონაკვეთი, რომლის ბოლოებსაც წარმოადგენენ რომელიმე ორი წრფის გადაკვეთის წერტილის აბსცისები, ე.ი. $[x_1; x_{n+1}]$ მონაკვეთი. ამ მონაკვეთზე მოვნიშნოთ მთელი რიცხვები. ვთქვათ, $x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$ (შეიძლება x_1 და x_{n+1} რიცხვებიც იყოს მთელი) და მათზე გავავლოთ Oy ღერძის პარალელური წრფეები. ვიპოვოთ ამ წრფეების $ABCD$ მრავალკუთხედის გვერდებთან გადაკვეთის წერტილები და დავადგინოთ თითოეულ მონაკვეთზე: $M_1N_1, M_2N_2, \dots, M_nN_n$ მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობა მონაკვეთის ბოლოების ჩათვლით, თუ ბოლოები მთელი რიცხვებია. ბოლოს კი გამოვთვალოთ მოცემულ არეში მთელკოორდინატებიანი წერტილთა რაოდენობას.

შენიშვნა. შეიძლებოდა გაგვეხილა Oy ღერძის უდიდესი სიგრძის მონაკვეთი, რომლის ბოლოებიც რომელიმე ორი წრფის გადაკვეთის წერტილების ორდინატებია.

ამოცანა. მრავალკუთხედის გვერდები მდებარეობენ წრფეებზე: $x - y - 6 = 0, 5x + 4y + 20 = 0, x + 2y - 8 = 0, x = -3$, წვეროები კი ამ წრფეთა გადაკვეთის წერტილებია.

დავადგინოთ მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობა, რომლებიც ეკუთვნიან მრავალკუთხედის არეს.

ამოხსნა. საკოორდინატო სიბრტყეზე ავაგოთ წრფეები და ვიპოვოთ მათი გადაკვეთის წერტილები (მრავალკუთხედის წვეროები).



$$\begin{cases} x = -3, \\ x + 2y - 8 = 0; \end{cases} \quad -3 + 2y - 8 = 0, \quad y = 5\frac{1}{2}, \quad A\left(-3; 5\frac{1}{2}\right);$$

$$\begin{cases} x + 2y - 8 = 0, \\ x - y - 6 = 0; \end{cases} \quad \begin{array}{l} - \\ + \end{array} \quad \begin{array}{l} x + 2y - 8 = 0 \\ -x + y + 6 = 0 \\ \hline 3y - 2 = 0 \end{array} \quad y = \frac{2}{3}, \quad x = 6\frac{2}{3}, \quad B\left(6\frac{2}{3}; \frac{2}{3}\right);$$

$$\begin{cases} 5x + 4y + 20 = 0, \\ x - y - 6 = 0; \end{cases} \quad \begin{array}{l} + \\ - \end{array} \quad \begin{array}{l} 5x + 4y + 20 = 0 \\ -x + y + 6 = 0 \\ \hline 9x - 4 = 0 \end{array} \quad x = \frac{4}{9}, \quad y = -5\frac{5}{9}, \quad C\left(\frac{4}{9}; -5\frac{5}{9}\right);$$

$$\begin{cases} x = -3, \\ 5x + 4y + 20 = 0; \end{cases} \quad -15 + 4y + 20 = 0, \quad y = -1\frac{1}{4}, \quad D\left(-3; -1\frac{1}{4}\right);$$

Ox ღერძის უდიდესი სიგრძის მონაკვეთია $\left[-3; 6\frac{2}{3}\right]$. ამ მონაკვეთზე მოწინააღმდეგე მთელი რიცხვები: $-3, -2, -1, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ და მათზე გავავლოთ Oy ღერძის პარალელური წრფეები. ვიპოვოთ ამ წრფეების $ABCD$ მრავალკუთხედის გვერდებთან გადაკვეთის წერტილები და დავადგინოთ თითოეულ მონაკვეთზე (Oy ღერძზეც მდებარე) მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობა მონაკვეთის ბოლოების ჩათვლით, თუ ბოლოები მთელი რიცხვებია.

$x = -3$ წრფეზე მდებარე მონაკვეთის ბოლოებია წერტილები $A\left(-3; 5\frac{1}{2}\right)$, $D\left(-3; -1\frac{1}{4}\right)$. AD მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(-3; 5)$, $(-3; 4)$, $(-3; 3)$, $(-3; 2)$, $(-3; 1)$, $(-3; 0)$, $(-3; -1)$; რაოდენობაა 7.

თუ $x = -2$, $-2 + 2y - 8 = 0$, $y = 5$, $N_1(-2;5)$; $5(-2) + 4y + 20 = 0$, $y = -2\frac{1}{2}$, $M_1(-2; -2\frac{1}{2})$. M_1N_1 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(-2;5)$, $(-2;4)$, $(-2;3)$, $(-2;2)$, $(-2;1)$, $(-2;0)$, $(-2;-1)$, $(-2;-2)$; რაოდენობაა 8.

თუ $x = -1$, $-1 + 2y - 8 = 0$, $y = 4\frac{1}{2}$, $N_2(-1;4\frac{1}{2})$; $5(-1) + 4y + 20 = 0$, $y = -3\frac{3}{4}$, $M_2(-1; -3\frac{3}{4})$. M_2N_2 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(-1;4)$, $(-1;3)$, $(-1;2)$, $(-1;1)$, $(-1;0)$, $(-1;-1)$, $(-1;-2)$, $(-1;-3)$; რაოდენობაა 8.

ოუ ღერძზე მდებარე მონაკვეთის ბოლოებია წერტილები $N_3(0;4)$, $M_3(0;-5)$. M_3N_3 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(0;4)$, $(0;3)$, $(0;2)$, $(0,1)$, $(0;0)$, $(0;-1)$, $(0;-2)$, $(0;-3)$, $(0;-4)$, $(0;-5)$; რაოდენობაა 10.

თუ $x = 1$, $1 + 2y - 8 = 0$, $y = 3\frac{1}{2}$, $N_4(1;3\frac{1}{2})$; $1 - y - 6 = 0$, $y = -5$, $M_4(1;-5)$. M_4N_4 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(1;3)$, $(1;2)$, $(1;1)$, $(1;0)$, $(1;-1)$, $(1;-2)$, $(1;-3)$, $(1;-4)$, $(1;-5)$; რაოდენობაა 9.

თუ $x = 2$, $2 + 2y - 8 = 0$, $y = 3$, $N_5(2;3)$; $2 - y - 6 = 0$, $y = -4$, $M_5(2;-4)$. M_5N_5 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(2;3)$, $(2;2)$, $(2;1)$, $(2;0)$, $(2;-1)$, $(2;-2)$, $(2;-3)$, $(2;-4)$. რაოდენობაა 8.

თუ $x = 3$, $3 + 2y - 8 = 0$, $y = 2\frac{1}{2}$, $N_6(3;2\frac{1}{2})$; $3 - y - 6 = 0$, $y = -3$, $M_6(3;-3)$. M_6N_6 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(3;2)$, $(3;1)$, $(3;0)$, $(3;-1)$, $(3;-2)$, $(3;-3)$; რაოდენობაა 6.

თუ $x = 4$, $4 + 2y - 8 = 0$, $y = 2$, $N_7(4;2)$; $4 - y - 6 = 0$, $y = -2$, $M_7(4;-2)$. M_7N_7 მონაკვეთზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(4;2)$, $(4;1)$, $(4;0)$, $(4;-1)$, $(4;-2)$; რაოდენობაა 5.

თუ $x = 5$, $5 + 2y - 8 = 0$, $y = 1\frac{1}{2}$, $N_8(5;1\frac{1}{2})$; $5 - y - 6 = 0$, $y = -1$, $M_8(5;-1)$. M_8N_8 მონაკვეთებზე მთელკოორდინატებიანი წერტილებია: $(5;1)$, $(5;0)$, $(5;-1)$; რაოდენობაა 3.

თუ $x = 6$, $6 + 2y - 8 = 0$, $y = 1$, $N_9(6;1)$, $M_9(6;0)$; რაოდენობაა 2.

$ABCD$ მრავალკუთხედის არეში მთელკოორდინატებიანი წერტილების რაოდენობაა $7+8+8+10+9+8+6+5+3+2=66$.

ლიტერატურა

1. Ефимов Е.В., Розендорн Э.Р. Линейная алгебра и многомерная геометрия. - М., Наука, 1970, 528 с.
2. Дадаян А.А., Дударенко В.А. Алгебра и геометрия. - Минск, Вышэйшая школа, 1989, 288с.

SUMMARY

ON ONE METHOD FOR DETERMINATION OF THE NUMBER OF POINTS IN THE POLYGON DOMAIN WITH INTEGER COORDINATES

Maspindzelashvili B.I.

Georgian Technical University

The article deals with the method of determination of the number of points in the polygon domain with integer coordinates when the polygon sides are located on straight lines and their vertices are presented by intersection points of straight lines.

Keywords: convex polygon, coordinate plane, segment, straight line, coordinate, point.

**LabView-ს სახით თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება
გამოსახულებათა ეფექტური კოდირებისათვის (შეკუმშვისათვის)**

ჩხეიძე ი.მ., აბზიანიძე ნ.ე., მურჯიკელი გ.გ., გოჭოშვილი ც.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი

როგორც ცნობილია ინფორმაციის ეფექტური კოდირება (შეკუმშვა) ის პრობლემაა, რომელმაც არ დაკარგა აქტუალობა მრავალი ათწლეულის გავლის შემდეგაც და რომელიც მოითხოვს სრულყოფას და განვითარებას კომპიუტერული ტექნოლოგიების საინჟინრო საქმიანობაში ფართო შემოდგომის პირობებში. ეფექტური კოდირების ცნება ინფორმაციის თეორიაში შემოიღო ინფორმაციის თეორიის ფუძემდებელმა კ. შენონმა, მე-20 საუკუნის 50-60 წლებში [1].

ჩვენი მიზანია LabView-ს პროგრამულ გარემოში განვახორციელოთ გამოსახულებათა ეფექტური კოდირება შეკუმშვის ერთ-ერთი მეთოდის FFT (ფურიეს სწრაფი გარდასახვა) მაგალითზე. შევადაროთ შეკუმშვის შემდეგ მიღებული აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი საწყისს და რიცხობრივად შევაფასოთ აღდგენილი გამოსახულების ხარისხის დამოკიდებულება შეკუმშვის კოეფიციენტზე MSE სახით.

ძირითადი ნაწილი

ინფორმაციის და კერძოდ, გამოსახულებათა შეკუმშვის პრობლემის მნიშვნელობა და აქტუალობა ეჭვს არ იწვევს თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების პირობებში. არსებობს მრავალი მეთოდი გამოსახულებათა შეკუმშვის დარგში. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი აღდგენილი ეკუთვნის შეკუმშვას გარდაქმნით [1-3]. გარდაქმნის ყველაზე მარტივ მაგალითს წარმოადგენს ფურიეს გარდაქმნა და მისი რეალიზება ფურიეს სწრაფი გარდაქმნით (FFT). ფურიეს გარდაქმნაში მოიაზრება ინფორმაციის (სიგნალის) სპექტრული წარმოდგენა. იგივე მეთოდი გავრცელებულია გამოსახულებაზე, რომელიც წარმოადგენს ორგანზომილებიანი სიგნალის მაგალითს. სპექტრული წარმოდგენის უპირატესობა და მიზანშეწონილობა მდგომარეობს იმაში, რომ გარდაქმნის შედეგად მიღებულ სპექტრულ არეში მაღალი ინტენსივობის მქონე კოეფიციენტები თავმოყრილი (შეჭურსული) ხდებიან კოორდინატთა სისტემის სათავესთან, მცირე ამპლიტუდის მქონე კი – გაცილებით შორს. ამის გამო შესაძლებელი ხდება მცირე ამპლიტუდის მქონე კოეფიციენტების რაოდენობის მკვეთრი შემცირება. ამის შედეგად არსში გადასაცემად განკუთვნილი სიგნალის მოცულობა ბევრად მცირდება და ამით მიიღება ე.წ. ინფორმაციის „შეკუმშვა“ რაც იწვევს ეფექტური კოდირების შესაძლებლობას.

ცხადია, რომ ნებისმიერი შეკუმშვა მიმდებში (სიგნალის აღდგენის დროს) იწვევს გამოსახულებებში გარკვეულ დამახინჯებას, გარკვეულ ცდომილებას, დეტალების დაკარგვას. ადამიანის მხედველობის თვისებაა სუბიექტურად, მცირედ აღიქვას მიღებული ცდომილება. ინფორმაციის თეორიაში ამ პროცესს უწოდებენ „შეკუმშვას აღდგენის დაშვებული სისწორის პირობებში“. სისწორის მაჩვენებლად იყენებენ სხვადასხვა კრიტერიუმს [2,3]. ჩვენ ავირჩიეთ MSE-ს კრიტერიუმი (საშუალო კვადრატული ცდომილება). თუ შეკუმშვის კოეფიციენტს აღვნიშნავთ K ასოთი:

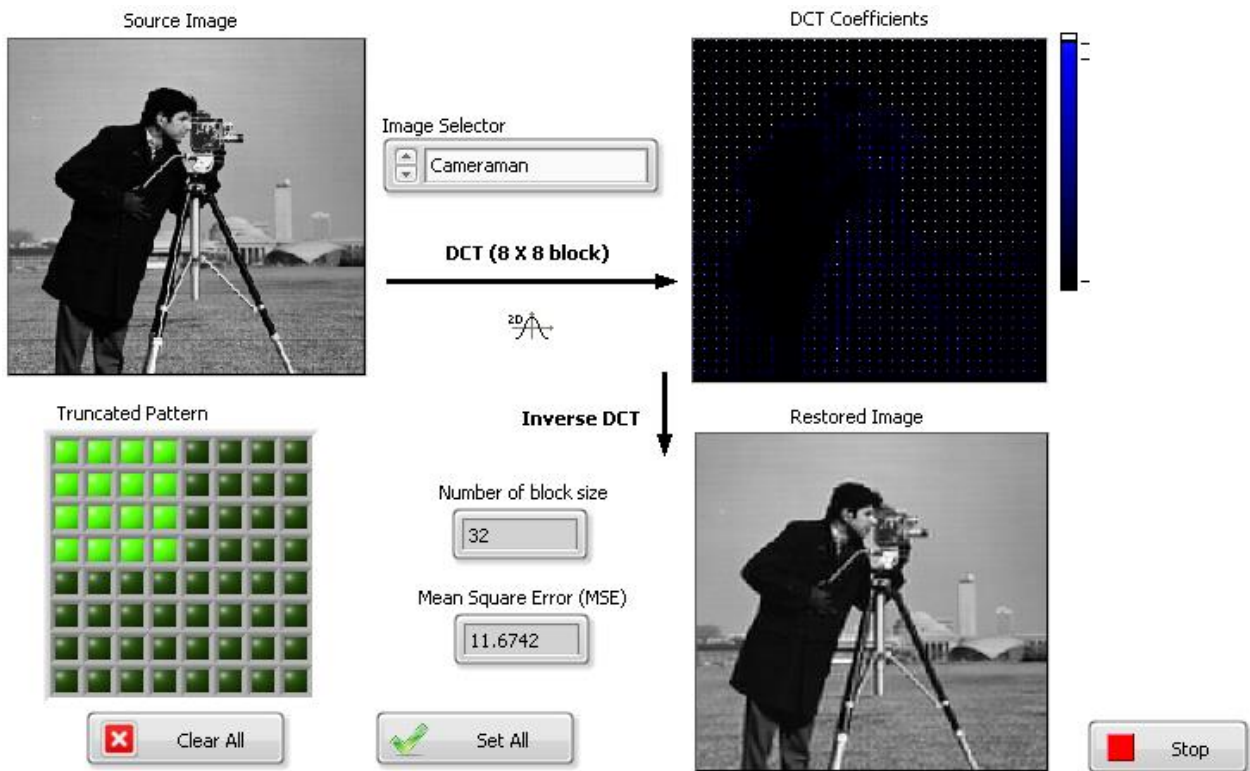
$$K = V_0 / V_K, \text{ MSE} = \sigma_K \quad (1)$$

სადაც V_0 არის საწყისი ინფორმაციის მოცულობა; V_K – მოცულობა გარდაქმნის შემდეგ. შეკუმშვისათვის აუცილებელია, რომ $V_K < V_0$. σ_K – საშუალო კვადრატული გადახრა, რომელიც მიღებულია K შეკუმშვის შედეგად. გამოსახულებათა შემთხვევაში:

$$K = (M*N*B) / (M_1 * N_1 * B), \text{ MSE} = \sigma_K \quad (2)$$

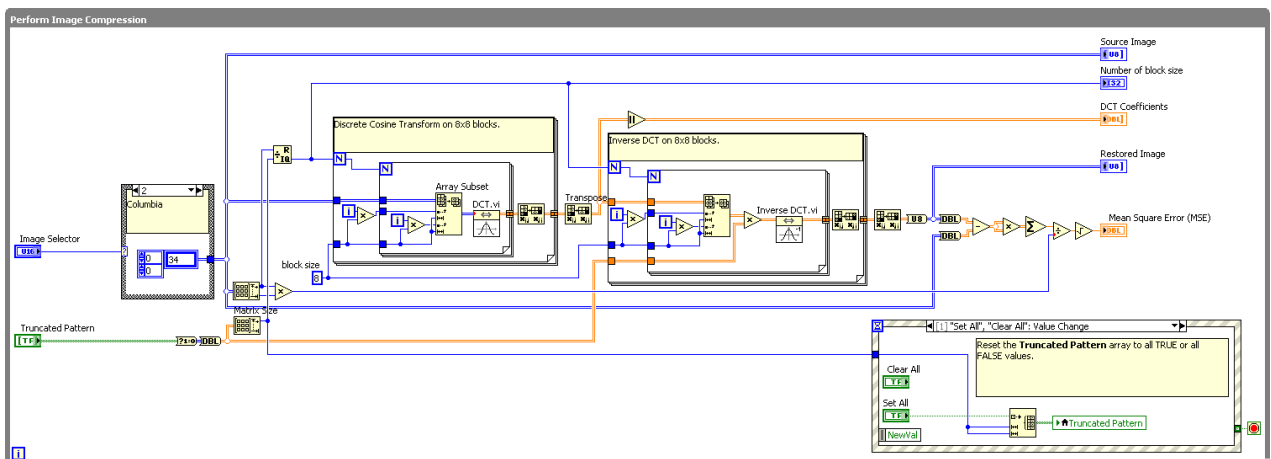
სადაც – M პიქსელების რაოდენობაა გამოსახულების შესაბამისი მატრიცის სვეტში; N – პიქსელების რაოდენობა მატრიცის სტრიქონში; B – ბიტების რაოდენობა, რომელიც განკუთვნილია პიქსელის ამპლიტუდების გადასაცემად. როგორც წესი $B=8$ ბიტს; M_1 არის მატრიცის იმ ელემენტების რაოდენობა რომელიც შევინარჩუნეთ სვეტში; N_1 - იგივე, მხოლოდ მატრიცის სტრიქონში.

ქვემოთ მოვიყვანილია მაგალითი, რომელიც მივიღეთ FFT გარდაქმნის გამოყენებისას (კოსინუს გარდაქმნა). ამ მეთოდის რეალიზება განხორციელდა LabVIEW-პროგრამულ გარემოში.



ნახ. 1. გამოსახულების FFT-ს გარდაქმნა და აღდგენილი გამოსახულება

ნახ. 1-ზე მოცემულია LabVIEW-ში ასახული Front Panel-ის (წინა პანელი) სახე, მიღებული „Camera“ გამოსახულებისათვის, ხოლო ნახ.2-ზე კი შესაბამისი Block Diagram (პროგრამა, რომელიც შეესაბამება ამოცანის ამოხსნას).



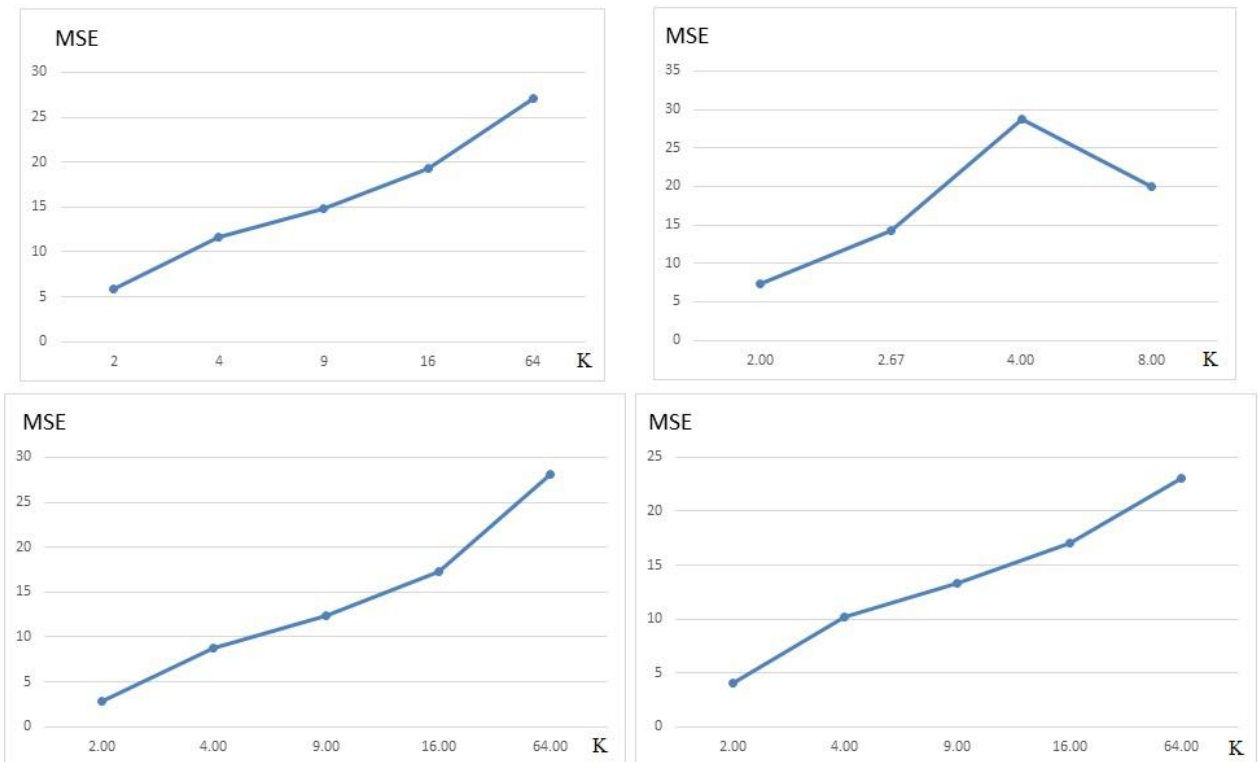
ნახ. 2. გამოსახულების FFT-ს გარდაქმნისა და აღდგენის შესაბამისი ბლოკ-დიაგრამა LabVIEW-ში

Front Panel-ზე ასახულია მხოლოდ ერთ გამოსახულებაზე ჩატარებული კოსუნუს გარდაქმნის შედეგი. მარცხენა მხარეს ზედა ნახაზი ეხება საწყისი გამოსახულების ასახვას, რომელიც შეყვანილია მატრიცის სახით Block Diagram-ზე, მარჯვენა ზედა სურათი ეკუთვნის კოეფიციენტების წარმოსადგენ არეს.

გამოსახულების მარცხენა მხარეს ქვედა სურათი ასახავს ბლოკში არსებულ ელემენტებს. აქ მოცემულია ბლოკი, რომელიც შეიცავს 8x8 ელემენტებს. ჩვენ შევიძლია უბრალოდ შევცვალოთ ბლოკში შენარჩუნებული კოეფიციენტების რაოდენობა. ეს გამოიწვევს (MSE) ცდომილების შეცვლას. თუ ბლოკში შენარჩუნებულია 1/2 კოეფიციენტების (ანუ ელემენტების) რაოდენობა მაშინ: თუ საწყისი გამოსახულება შეიცავს 256x256 პიქსელს და მას დაეფარავთ ბლოკებით, რომელთა ზომაა 8x8, მაშინ ასეთი ბლოკების რაოდენობა იქნება 32 (მატრიცის სვეტში და მატრიცის სტრიქონში შესაბამისად) $K_g = (2^8 * 2^8 * B) / (2^7 * 2^8 * B) = 2$

Block Diagram-ზე მოცემულია გრაფიკები, რომლებიც ასახავენ საშუალო კვადრატული ცდომილების დამოკიდებულებას “K” შეკუმშვის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე ოთხი სხვადასხვა გამოსახულებისათვის

ნახ.3-ზე წარმოდგენილია გრაფიკები რომლებიც ასახავენ საშუალო კვადრატული ცდომილების დამოკიდებულება შეკუმშვის კოეფიციენტზე.



ნახ. 3. საშუალო კვადრატული ცდომილების დამოკიდებულება შეკუმშვის კოეფიციენტზე

დასკვნა

მიღებული შედეგებისა და აღდგენილი გამოსახულების სუბიექტური შეფასების საფუძველზე შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი დასკვნა:

ჩვენ ვაჩვენეთ ინფორმაციის შეკუმშვის ერთ-ერთი მეთოდის (ფურიეს სწრაფი გარდაქმნის FFT) გამოყენების მაგალითზე LabVIEW-ს პროგრამულ გარემოში რეალიზაციით, როგორ მარტივად და თვალსაჩინოდ ხდება გამოსახულების შეკუმშვა და მაშასადამე გამოსახულების ეფექტური კოდირება. შევადარეთ შეკუმშვის შედეგად მიღებული აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი საწყისს სხვადასხვა გამო-

სახულებებისთვის და ავადგეთ გრაფიკები. საშუალო-კვადრატული ცდომილების შეკუმშვის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე დამოკიდებულების გრაფიკები. აგებული გრაფიკების მეშვეობით შეიძლება თეორიულად შევაფასოთ ის შეკუმშვის კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა, რომელიც შეესაბამება გარკვეულ დასაშვებ საშუალო კვადრატულ ცდომილებას და მიღებული გამოსახულების ხარისხის სუბიექტურ შეფასებას.

ლიტერატურა

1. К. Шенон. Работы по теории информации и кибернетике. - М. Изд-во иностранной литературы, 1963, 255 с.
2. Н.Г.Харатишвили, И.М.Чхеидзе, Д.Ронсен. Пирамидальное кодирование изображений. = М., Радио и связь, 1996, 190 с.
3. Д.Ватолин, А.Ратушняк, М.Смирнов. Методы сжатия данных, сжатие изображений. – М., Диалог МИФИ, 2002, 384 с. ISBN 5-86404-170
4. А.Ю. Грищенко. Эффективное сжатие изображений. //Журнал Радиоэлектроники, 2012, №11, сс.10-15.

SUMMARY

LABVIEW COMPUTER TECHNOLOGIES FOR EFFECTIVE IMAGE CODING (COMPRESSION)

Chkheidze I.M., Abzianidze N.E., Murjikneli G.G. and Gochoshvili T.G.

Georgian Technical University

The article discusses the expedience of using computer technologies for effective image coding. It shows how simple and clear it is to compress images in LabVIEW software environment using Fast Fourier Transformation. By the graphs, it is possible to evaluate theoretically the maximum value of the compression coefficient that corresponds to a certain permissible mean square error and subjective assessment of the quality of the obtained image.

Keywords: computer technologies, image coding, compression, fast Fourier transformation, LabVIEW.

რხეპიოთი სისტემის რეზონანსული სიხშირის განსაზღვრის
განშლადი მეთოდი და მისი თავისებურობანი

ეპიტაშვილი ი.ზ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მართვის მოწყობილობების პრაქტიკაში დანერგვისა და გამოყენების სფეროს გაფართოებით გაუარესდა მათი საექსპლუატაციო პირობები, რის გამოც საჭირო გახდა მართვის მოწყობილობების ტექნიკური მახასიათებლების ხარისხის გაუმჯობესება. პირველ რიგში, ეს ეხება პირველადი გარდამსახის მუშაობას ისეთ პირობებში, როგორცაა ამდლებული ან დაბალი ტემპერატურა, აგრესიული გარემოს მოქმედება, ამდლებული ვიბრაციის ინტენსივობა და სხვა ფაქტორები. ყოველივე ეს განაპირობებს პირველადი გარდამსახიდან მიდებული ინფორმაციის მიდებისა და დამუშავების ისეთი მეთოდებისა და საშუალებების ძიებას, რომლებიც მაღალი სიზუსტით განსაზღვრავენ მთავარი ინფორმაციული პარამეტრის სიდიდეს და უზრუნველყოფენ სხვა დამატებითი, ხელისშემშლელი ფაქტორებით გამოწვეული ცდომილების შემცირებას, ან საერთოდ მათ გამორიცხვას.

არსებობს მრავალი სახის მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს ტექნოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრას და დაფუძნებულია სხვადასხვა სახის ფიზიკური თვისებების გამოყენებაზე. მათ შორის აღსანიშნავია ფართო ფუნქციონალური შესაძლებლობების მქონე მოწყობილობები და საშუალებები, რომელიც ემყარება არაელექტრული სიდიდის გარდასახვის მაღალსიხშირულ მეთოდებს [1-3].

ამ მეთოდებზე დაფუძნებული მოწყობილობების პირველადი გარდამსახის მგრძობიარე ელემენტს წარმოადგენს რხევითი სისტემა (რს).

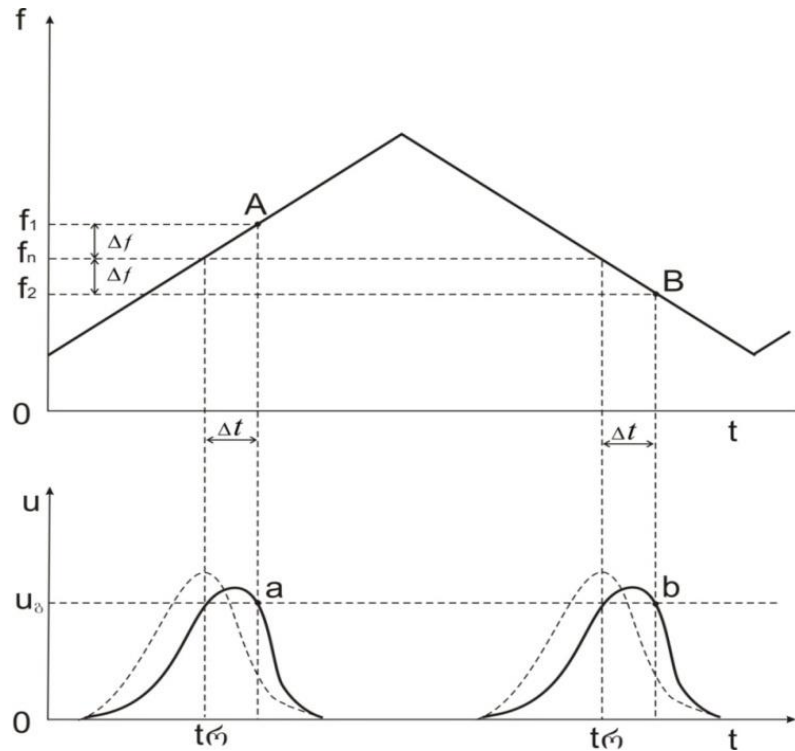
რხევით სისტემას გააჩნია მრავალი მახასიათებელი პარამეტრი, მაგრამ აქედან პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება რხევითი სისტემის საკუთარი სიხშირე და ვარგისიანობა. მათ შორის პირველადს წარმოადგენს რეზონანსული (საკუთარი) სიხშირე და მეორადს – ვარგისიანობა.

ეს დაკავშირებულია რხევითი სისტემის საკმაოდ დიდ ინფორმაციულობასთან, რომელიც იძლევა არაელექტრული სიდიდეების განსაზღვრისა და კონტროლის მრავალი ამოცანის გადაწყვეტის საშუალებას, კერძოდ, ისეთ ამოცანებში, როდესაც აუცილებელია უკონტაქტოდ კონტროლირებადი პარამეტრების განსაზღვრა.

ცნობილია რხევითი სისტემის ძირითადი პარამეტრის - რეზონანსული სიხშირის განსაზღვრის საბაზო მეთოდები, რომლებიც კლასიფიცირდებიან შემდეგნაირად: 1. ავტოგენერატორული მეთოდი; 2. დარტყმითი აღგზნების მეთოდი; 3. განშლადი მეთოდი; 4. მიმყოლი მეთოდი.

დასახელებული მეთოდებიდან და საშუალებებიდან პრაქტიკაში ყველაზე მეტად მისაღებია განშლადი მეთოდი და ამ მეთოდზე დაფუძნებული საშუალებები, რადგან სხვა მეთოდებისაგან განსხვავებით, გაზომვის ცდომილება დაბალი ვარგისიანობის მქონე რს-სთვის შედარებით მცირეა.

განშლადი მეთოდის ღირსებაა მისი დიაპაზონის ქვეშ, სიხშირეების გადაფარვის ფართო დიაპაზონის მიღება მისი ქვედიაპაზონებად დაშლის გარეშე. ამ მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა გავზარდოთ მანძილი გამოსაკვლევ ობიექტსა და მართვის მოწყობილობას შორის. პრაქტიკაში ეს მანძილი შეადგენს 100-300 მ. მეთოდის ეს თვისება აფართოებს მის ფუნქციონალურ შესაძლებლობებს ტექნიკურ სისტემებში, სადაც პირველად გარდამსახად გამოიყენება რხევითი სისტემა, რომლის მთავარი ინფორმაციული პარამეტრიც მისი რეზონანსული სიხშირეა (ნახაზი).



განშლადი მეთოდით გაზომვის ამსახველი დროითი დიაგრამა

არსებობს განშლადი მეთოდის ორი სახესხვაობა: ა) გადაცემის კოეფიციენტის მოდულის სიხშირეზე დამოკიდებულების მოხსნა წერტილების მიხედვით, რხევითი სისტემის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის (ასმ) შემდგომი ინტერპოლაციით; ბ) ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის პანორამული გამოსახულების მიღება რხევითი სიხშირის გენერატორისა და ინდიკატორული მოწყობილობის დახმარებით.

პირველი ითვალისწინებს ვოლტმეტრის სინუსოიდალური სიგნალების გენერატორის ან სიმძლავრის მზომის გამოყენებას. ფიქსირებული სიხშირის სიგნალი გენერატორიდან მიეწოდება საკვლევ რხევით სისტემას, რომლის შესასვლელზე და გამოსასვლელზე იზომება სიგნალის დონეები. გადაცემის კოეფიციენტის მოდული გამოითვლება ფორმულით:

$$A = U_2 / U_1$$

სადაც A გადაცემის კოეფიციენტის მოდულია; U_2 / U_1 - ძაბვის დონე რხევითი სისტემის გამოსასვლელსა და შემოსასვლელზე.

როცა $U_2 < U_1$ ხდება სიგნალის შესუსტება და A კოეფიციენტს ეწოდება შესუსტების კოეფიციენტი, თუ $U_2 > U_1$ ხდება სიგნალის გაძლიერება და კოეფიციენტს გაძლიერების კოეფიციენტი ეწოდება.

პირველ სახესხვაობას გააჩნია რიგი უარყოფითი თვისება: ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის გრეხილის მოხსნა წერტილების მიხედვით, რომელთა რაოდენობა დამოკიდებულია გაზომვის სიზუსტეზე და მოითხოვს ხანგრძლივ დროს, ამასთან, ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის წარმოსახვის დისკრეტულობის გამო შესაძლებელია გრეხილის მკვეთრი ცვლილებების უგულებელყოფა წერტილებს შორის შუალედებში.

ხანგრძლივი გაზომვებისას, გარემო ტემპერატურული ცვლილება აისახება ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის რეზონანსული მრუდის ხასიათზე და ამახინჯებს ჭეშმარიტ მრუდს.

ეს უარყოფითი თვისებები არ გააჩნია მეთოდის მეორე სახესხვაობას, რომელიც უფრო ხშირად გამოიყენება პრაქტიკაში და ენიჭება უფრო დიდი უპირატესობა. რხევითი სისტემის ასმ-ს პარამეტრების განსასაზღვრად გათვალისწინებულია გენე-

რატორის არსებობა, რომლის სიხშირე იცვლება განსაზღვრული კანონზომიერებით სიხშირის საჭირო ზოლში. გათვალისწინებულია აგრეთვე ინდიკატორის როლი, რომელიც ასახავს ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის გრეხილს. ასეთ ინდიკატორად შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ოსცილოგრაფიული დანადგარი, ისე ორკოორდინატორიანი თვითმწერი მოწყობილობა. პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული რხევითი სისტემის პარამეტრების განსაზღვრის ტიპური სტრუქტურული სქემა შეიცავს შემდეგ ძირითად ბლოკებს: სიხშირის გენერატორი, საკვლევი რხევითი სისტემა, ინდიკატორული მოწყობილობა, სამოდულაციო ძაბვის ბლოკი. სიგნალი რხევითი სისტემის გენერატორის საშუალებით მიეწოდება გამოსაკვლევი რხევითი სისტემის შესასვლელს. ამ რხევით სისტემასთან გადაცემის კოეფიციენტის მოდულის სიგნალის სიხშირეზე დამოკიდებულების არსებობის გამო, მის გამოსასვლელზე სიგნალი მოდულირებულია ამპლიტუდის მიხედვით. ამ სიგნალის მოძვლები გამომუშავდება ამპლიტუდური დეტექტორის გამოსასვლელზე და მიეწოდება ინდიკატორული მოწყობილობის შემადგენლობაში, მართავს ინდიკატორის სხივს ვერტიკალზე საკვლევი რხევითი სისტემის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის მრუდის გამოსატყობით.

ასმ-ის განმსაზღვრელ მოწყობილობაში, რომელიც შეესაბამება მოცემულ სტრუქტურულ სქემას, სხივის ჰორიზონტალურ მდგომარეობას ინდიკატორის ეკრანზე ასახავს რხევითი სისტემის შესასვლელზე ფორმირებული სიხშირული სიგნალი, ხოლო ვერტიკალურს - გადაცემის კოეფიციენტის მოდული ამავე სიხშირეზე. ამგვარად, ეკრანზე ავტომატურად ჩნდება ასმ-ს რეზონანსული მრუდი.

სიხშირის მნიშვნელობის განსაზღვრად საჭიროა სიხშირული დანაყოფების სისტემის ფორმირება, რომელსაც ვილებთ რეზონანსულ ვოლტმეტრში გამავალი სიგნალის დეტექტირებით.

დადებითი თვისებების მიუხედავად, განშლადი მეთოდის ამ სახესხვაობას ახასიათებს თავისი უარყოფითი მხარეც - სიზუსტის შემცირება, რომელიც განპირობებულია ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის მრუდის ყოველი წერტილის გაზომვის აუცილებლობით მოკლე დროში და სიზუსტის დამოკიდებულება გენერატორის ძაბვის არაწრფივ მოდულაციურ მახასიათებლებზე. ასეთი მეთოდის სიზუსტის გაუარესება დაკავშირებულია აგრეთვე ადამიანის მიერ შეტანილ ინდივიდუალურ ცდომილებასაც (ხარვეზთან).

ლიტერატურა

1. ა. ფრანგიშვილი, ზ. აზმაიფარაშვილი, ნ. ოთხოზორია, მ. ნარჩემაშვილი რხევითი სისტემების ინფორმაციული პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდებისა და საშუალებების შემუშავება, კვლევა და ანალიზი. თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2017, 132 გვ.
2. ზ. აზმაიფარაშვილი, ო. ტომარაძე. სენსორები და ინტელექტუალური საზომი საშუალებები. თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2017, 498 გვ.
3. ზ. აზმაიფარაშვილი, გ. მურჯიკნელი. მეტროლოგია და ელექტრული გაზომვები. თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2013, 408 გვ.

SUMMARY

DEPLOYABLE METHOD OF DETERMINATION OF THE RESONANCE FREQUENCY OF AN OSCILLATORY SYSTEM AND ITS SPECIFIC FEATURES

Epitashvili I.Z.

Georgian Technical University

The article deals with the deployable method of determination of the resonance frequency of an oscillating system. Two variations of the method are considered: a) determination of the dependence of the transmission coefficient modulus on the frequency by points with subsequent interpolation of the amplitude-frequency response (AFR) of the oscillating system; b) obtaining of the panoramic image of the amplitude-frequency response by using an oscillator and an indicator device. The first variation has a number of drawbacks, while the second one is free of them. The second variation is characterized by good properties, though it also has its negative points, which is expressed in the decrease in accuracy under the effect of various factors.

Keywords: oscillating system, resonance frequency, deployable method.

ორთოგონალურ წიბოებიანი, ორმხრივ სიღრუხებიანი, მონოლითური
ბადახურვის ფილების დაბაბულ-დეფორმირებადი მდგომარეობის
ექსპერიმენტული კვლევა

ზამბახიძე ლ.ი., ნინიძე თ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. შესავალი

რკინა-ბეტონის გადახურვები ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კონსტრუქციული ელემენტებია სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობაში.

აღსანიშნავია, რომ კარკასულ ნაგებობებში ბეტონის საერთო ხარჯის 65 % გადახურვებზე მოდის, აქედან გამომდინარე მნიშვნელოვანია რკინაბეტონის გადახურვების რაციონალური ვარიანტის შერჩევა, მისი დამზადების ტექნოლოგიის, სიმტკიცის მახასიათებლებისა და მასალების ეკონომიურობის თვალსაზრისით.

წლების განმავლობაში ჩვენს ქვეყანაში გამოიყენებოდა ანაკრები რკინა-ბეტონის კონსტრუქციები, კერძოდ სხვადასხვა ტიპის და მზიდუნარიანობის მქონე ანაკრები რკინა-ბეტონის ღრუტანიანი ფილები [1]. დროთა განმავლობაში ის ჩანაცვლა ე.წ კლასიკური (რიგელებიანი) ტიპის, რკინაბეტონის გადახურვის ფილებმა, ხოლო ბოლო ხანებში ხშირი გამოყენება ჰპოვა ურიგელო და ფარულ რიგელებიანი გადახურვის ფილებმა.

სიღრუხებიანი ურიგელო მონოლითური გადახურვის ფილების გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს ბეტონისა და არმატურის ხარჯს, შესაბამისად მიღებული შედეგების პრაქტიკაში დანერგვა საშუალებას მოგვცემს მიღწეული იქნას მნიშვნელოვანი ეკონომიური ეფექტი.

ეკონომიური ეფექტი იზრდება თუკი ფილებში სიღრუხები იქნება ორივე მიმართულებით.

მიუხედავად დიდი დაინტერესებისა ასეთი ტიპის გადახურვები ნაკლებადაა შესწავლილი, ხოლო არასაკმარისი ექსპერიმენტალური და თეორიული გამოკვლევები აფერხებენ ასეთი ტიპის გადახურვების გამოყენებას მშენებლობაში. ამიტომ ურიგელო ორმხრივ სივარდიელებიანი გადახურვის ფილების დაბაბულ-დეფორმირებადი მდგომარეობის კვლევის საკითხები აქტუალურია თანამედროვე მშენებლობაში.

ექსპერიმენტალური კვლევების მიზანს წარმოადგენს ურიგელო სიღრუხებიანი ფილის დაბაბულ-დეფორმირებადი მდგომარეობის კვლევა, რომლის შედეგებიც შემდგომში გამოყენებული იქნება ასეთი გადახურვების საანგარიშო სქემის დასაზუსტებლად.

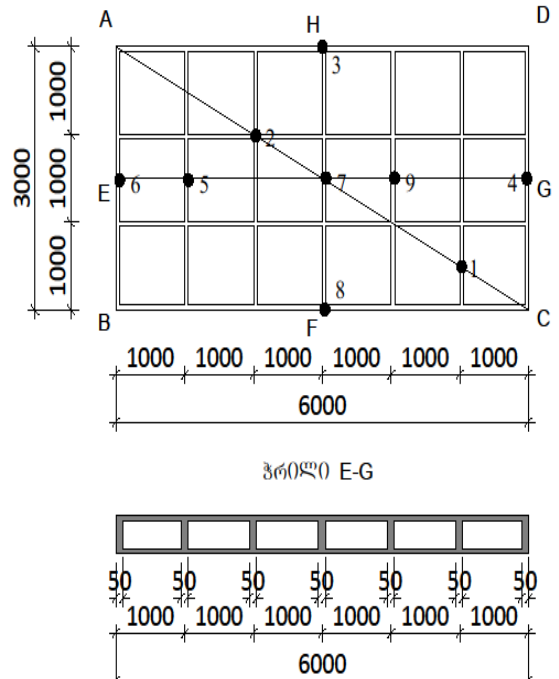
2. პირითაღი ნაწილი

გამოკვლევებისათვის შერჩეული იქნა ორთოგონალურ წიბოებიანი ორმხრივ სიღრუხებიანი მონოლითური რკინაბეტონის გადახურვის ფილა (ნახ.1). ფილა დაყრდნობილია ოთხ წერტილში მონოლითური რკინა-ბეტონის 1,8 მ სიმაღლის სვეტებზე. სვეტების განივი კვეთია 30 X 30 სმ. გადახურვის ფილის განივი კვეთი ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

გეომეტრიული პარამეტრების შერჩევის დროს გათვალისწინებული იქნა ნატურული ექსპერიმენტის შესრულებისათვის ტექნიკური სირთულეების მინიმუმამდე დაყვანა. შემუშავებული და გადაწყვეტილი იქნა, როგორც სტენდის ზომები და კონსტრუქციის რეალიზაციის თავისებურებები, ასევე საექსპერიმენტო სტენდისათვის საგამოცდლო დატვირთვების მოდება და საჭირო ანათვლების აღება [2].



ნახ.1. საცდელი ფილის საერთო ხედი



ნახ. 2. საზომი ხელსაწყოების განთავსების სქემა და ფილის განივი კვეთი

სიღრუკეების წარმოსაქმნელად გამოყენებული იქნა ოთხკუთხა ფორმის პენოპლასტის 14 სმ-იანი ფილები (ნახ.2) ფილის მზიდ ელემენტებად მიღებული იქნა 5 სმ-იანი წიბოები, რომელთა ბიჯი 100 სმ-ია. წიბოები დაარმატურებულია $\Phi 12$ III კლასის არმატურის დეროებით, როგორც გრძივი ასევე განივი მიმართულებით.

ფილის ზედა და ქვედა შრეებში განთავსებული იქნა 6 Φ A1 კლასის არმატურა, ბიჯით 20 სმ.



ნახ. 2. ფილაში პენოპლასტის და არმირების ზედა შრის მოწყობის პროცესი



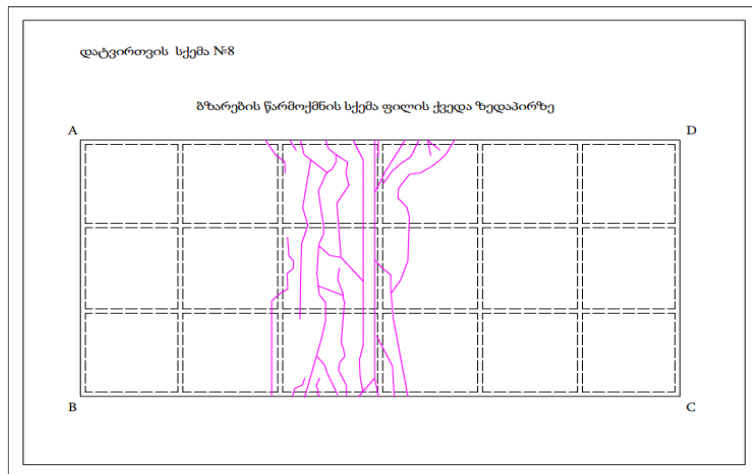
ნახ. 3. ინდიკატორის ხელი ჩაღუნვების გასაზომად

ექსპერიმენტის პროცესში განხორციელდა ფილის ჩაღუნვების გაზომვა სხვადასხვა დატვირთვებისა და სქემების შემთხვევაში (ცხრილი). ამ მიზნით წინასწარ შერჩეულ წერტილებში განთავსებული იქნა ინდიკატორები ჩაღუნვების გასაზომად (ნახ. 3).

ჩაღუნვებთან ერთად მიმდინარეობდა ბზარების ფიქსირება (ნახ.4). ბზარების წარმოქმნა დაიწყო, როცა დატვირთვა კვადრატულ მეტრზე შეადგენდა 350 კგ-ს. ბზარის მაქსიმალური გახსნის სიდიდე დაფიქსირდა 1,0 მმ. რის შემდეგაც მოხდა ფილის განტვირთვა.

ფილის ჩაღუნვების გაზომვა სხვადასხვა დატვირთვებისა და სქემების შემთხვევაში

დატვირთვა ჩაღუნვა	საკუთარი წონა დგარების მოხსნიდან მომენტში	საკუთარი წონა დგარების მოხსნიდან 24 სთ-ის შემდეგ	თანაბრად განაწი- ლებული დატვირთვა 300 კგ/მ ² მოდების მომენტში	თანაბრად განაწილებული დატვირთვა 300 კგ/მ ² დგარების მოხსნიდან 24 სთ-ის შემდეგ	
ანათოვლის ადების წერტილები	1	2,27	2,49	6,44	7,21
	2	3,32	3,72	12,5	13,6
	3	3,71	4,3	15,02	16,54
	4	0,87	0,76	1,19	1,32
	5	2,1	2,27	6,84	7,42
	6	0,62	0,58	0,76	0,85
	7	4,2	4,91	16,11	17,64
	8	4,48	5,1	16,03	16,5
	9	3,61	4,23	12,43	13,52



ნახ.4. ბზარების წარმოქმნის სქემა ფილის ქვედა ზედაპირზე

განტვირთვის შემდეგ დაფიქსირებული იქნა ნარჩენი დეფორმაციები. ჩაღუნვებისა და ბზარების ანალიზის საფუძველზე დგინდება, რომ ორთოგონალურ წიბოებიანი ორმხრივ სიდრუვეებიანი მონოლითური რკინა-ბეტონის გადახურვის ფილა გამოირჩევა საკმარისი სიმტკიცით, მასზე მოდებული დატვირთვების მიმართ.

დასკვნა

ორთოგონალურ წიბოებიანი, ორმხრივ სიდრუვეებიანი მონოლითური რკინა-ბეტონის ფილების გამოყენებისას ბეტონის მოცულობის შემცირების ხარჯზე მცირდება შენობის მასა, შესაბამისად მცირდება ძაღვები მზიდ კონსტრუქციებში, რაც ამ ელემენტებში იძლევა ბეტონის ხარჯისა და არმირების ეკონომიას.

ლიტერატურა

1. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями, – М.: Стройиздат 1979, 54с.
2. В.С Маркушева Планирование и организация эксперимента в строительстве: учебное пособие. ПГУПС, 2012, с. 64.

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY ON THE STRESS-STRAIN STATE OF A SOLID REINFORCED CONCRETE SLAB WITH ORTHOGONAL RIBS AND DOUBLE-SIDED VOIDS

Zambakhidze L.I. and Ninidze T.D.

Georgian Technical University

An experimental study of the stress-strain of a solid reinforced concrete slab with orthogonal ribs and double-sided voids was carried out. It was revealed that the floors of this kind are characterized by a small amount of concrete in comparison with traditional ones. Hence the weight of the building is reduced, which results in saving concrete and fittings.

Keywords: reinforced concrete, floor, solid structure, voided slab, structural floor chart, orthogonal ribs, stress-strain state.

ტრადიციული და სემიოტიკური ორნამენტის პრობლემა
XX საუკუნის არქიტექტურაში

ჩუბინიძე თ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მოდერნიზებული მინიმალიზმის შემდგომ დიზაინის და მშენებლობის ახალი საშუალებები ცვლიან ურთიერთობას დიზაინს, მშენებლობასა და მათ პროდუქტს შორის. ინდუსტრიალიზაციამ პროდუქტის ზუსტი რეპლიკების საშუალება შექმნა. დღეს ახალი ტექნოლოგიები, რომლებიც კომპიუტერს ეფუძნებიან, ქმნიან ინდივიდუალურად ადაპტირებული და ელეგანტური, მეტწილად განუმეორებელი ობიექტების საშუალებას - მართალია, იმავე მანქანისა და მასობრივი წარმოების გამოყენებით. ამდენად, პირობები ფუნდამენტურად შეიცვალა: უკვე შეიძლება შეინიშნოს, რომ ხდება გადაადგილება ორნამენტის, როგორც დეკორაციის გაგებიდან - ორნამენტის, როგორც პროცესის, ანუ ნარატივის, თხრობისაკენ.

ფუნქციის გარდა, შენობა დღეს საკუთარ კონტექსტს „იყენებს როგორც თემას. პარკი დედაქალაქში შეიძლება მნიშვნელოვანი ქალაქგარე ლანდშაფტის მოსაგონებლად გამოიყენოს. კლდის წვერზე აღმართული ბიბლიოთეკა უზარმაზარი ლოდის კონტურს გვაგონებს. სასტუმრო, რომელიც პირდაპირ წყალში დგას, ქართლ დაბერილი აფრებით ნაოსნობის ისტორიას გვიყვება“ (van Raaij, 2014:7).

დღეს არქიტექტორი ცდილობს საკუთარი სათქმელი უნიკალური, ერთეული, ხატოვანი შენობებით მოგვახსენოს.

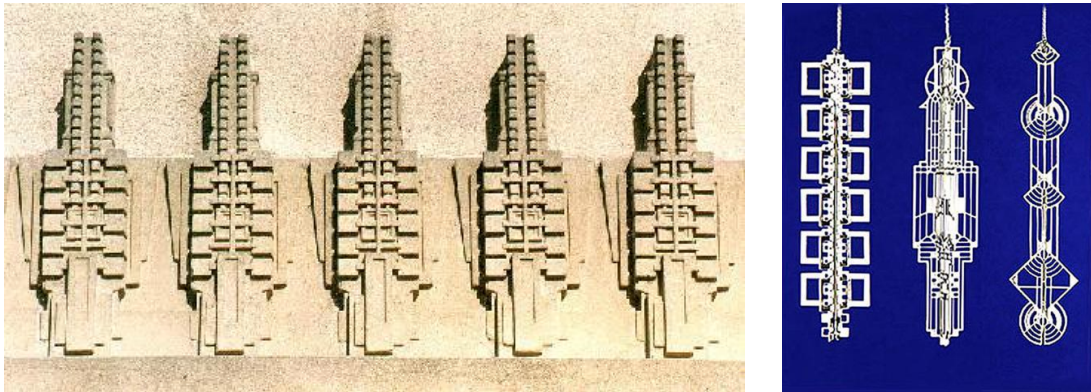
მოდერნიზებულ მინიმალიზმს, მისი საყოველთაო გაბატონების დროშიც კი, გარკვეული წინააღმდეგობა ყოველთვის ახლდა. მაგრამ აღსანიშნავია, რომ მოდერნიზმისადმი წინააღმდეგობებს განსაკუთრებულად სპეციფიური სახე უახლეს პერიოდში მიეცა. უკანასკნელი 2 ათეულ წელიწადში მთელი რიგი არქიტექტურული ჯგუფებისა საკუთარი შემოქმედებით წინ აღუდგნენ არქიტექტურის განვითარების ძირითად ხაზს, აუჯანყდნენ პოსტმოდერნიზტულ ისტებლიშმენტს და შეეცადნენ კრიტიკოსების და სხვა შემფასებლების მხიარული და საყურადღებო განწყობა გამოეწვიათ. მათ შორის წამყვანია ბრიტანული ჯგუფი FAT (რაც არ ითარგმნება „მსუქანი“ - სინამდვილეში ეს სახელწოდება სამი სიტყვის აბრევიატურაა: Fashion Architecture Taste – „მოდა არქიტექტურა გემოვნება“).



ჯგუფი FAT

მისმა ლიდერმა ჩარლზ ჰოლანდმა მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში შეგვახსენა, რომ სინამდვილეში ორნამენტი ყოველთვის რჩებოდა არქიტექტურის თანდაყოლილ და მუდმივ ატრიბუტად. ლოსის პოზიციას მან ასეთი კომენტარით გამოეხმაურა: „ლოსის არგუმენტი ძალიან საინტერესოა, მე იგი ასე მესმის, რომ თითქოს იგი ბრძანებდა, რომ ორნამენტაცია მუშახელის, ძალისხმევის და ხელობის ფუჭი ხარჯვაა. თანამედროვე ტექნოლოგიებმა და წარმოებამ კი მოგვცა საშუალება, რომ მიგვეღწია გართულების და თუნდაც დაბნეულობის ისეთ დონემდე ისეთი მცირე საშუალებების გამოყენებით, რომ ჩვენ შეგვიძლია მისი არგუმენტი საპირისპიროდ მოვაბრუნოთ. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ორნამენტი სულაც არაა კრიმინალური სიამოვნება, არამედ იგი უფრო კომუნიკაციის იარაღია. მგონი, დღეს ჩვენ გვაქვს საშუალება უფრო კრიტიკულად გადავხედოთ მოდერნიზმს, რომელმაც არქიტექტურას სამრეწველო

მოტივები მიაბა, რათა იგი უფრო თანამედროვედ გამოჩენილიყო - რაც თავისთავად ორნამენტის ახალ სახედ იქცა“ (Heathcote, 2008).



ფრენკ ლოიდ რაიტი - ორნამენტი გეგმის ჩანაფიქრში

მეოცე საუკუნის არქიტექტურის ერთ-ერთი ბურჯი (როგორც მას მოიხსენიებენ) ფრენკ ლოიდ რაიტი საკუთარ შემოქმედებაში, რომელიც 70 წელზე მეტი გაგრძელდა, ტრადიციული ორნამენტის სახეცვლილებას გვთავაზობს. თავის ნაშრომში „ქებათა ქება არქიტექტურას“, რაიტი მიუთითებს: „ძირითადათ, ორნამენტი სტრუქტურის ფუძესა და კარკასთან გადაბმულია. საუკეთესო გაგებით, [ორნამენტი სტრუქტურის] კონსტიტუციური ნაწილია და შენობის გეგმის ჩანაფიქრში ვლინდება“ (Wright, 1986:22).

რაიტის პოზიცია „ინტეგრალური“ ორნამენტის იმგვარი მასშტაბით განხილვა, როცა შენობის მთლიანი ფორმა ორნამენტალური კომპოზიციის სახეს იღებს, პირველი განაცხადია. თუ კი რაიტი მეტწილად ფორმითაა დაინტერესებული, ფრანგი ოგიუსტ პერე ყურადღებას რკინა-ბეტონის კარკასის ტექტონიკურ გამოსატულებას აქცევს.

პერე უბრალოდ ახერხებს კარკასი კონსტრუქციის კატეგორიიდან ხელოვნების ნიმუშის სტატუსში გადაიყვანოს. ექსპოზიციის თეატრში პერე მზიდ კოლონებს ფასადის ორთავე - გარე და შიგა მხარეებზე ათავსებს და კლასიკური ტრადიციის სახეცვლილებას აღწევს: მნახველზე ფსიქოლოგიური ეფექტის გასაძლიერებლად, კოლონები ორნამენტად იქცევა. ცხადია, რომ ეს „ორნამენტალიზებული“ სტრუქტურის ცხადი გამოვლინებაა, რაც თავად პერეს მიერვე გამოთქმულ პოზიციას დიამეტრალურად უპირისპირდება: „ვინც კოლონას მაღავს, ცდება, ხოლო ვინც ყალბ კოლონას დგამს - კრიმინალია“. [Hitchcock and Johnson, 1932, 1997:31].



ლუდვიგ მის ვან-დერ როე - „სიგრემ ბილდინგი“

უნდა ითქვას, რომ პერე არაა ერთადერთი, ვინც ნაგებობის ზეგავლენის გაძლიერების მიზნით საკუთარ პრინციპებს დალატობს. თვით ლუდვიგ მის ვან-დერ როემ თავის დღეს უკვე საკულტოდ ქცეულ სიგრემ-ბილდინგში - შესაძლოა, ყველაზე ელევანტურ, რაფინირებულ და დახვეწილს ნიუ-იორკის ყველა ცათამბრჯენს შორის - სტრუქტურული ნორმების სრული უგულებელყოფით, კონსტრუქციის დატვირთვის საჭიროების გარეშე, ფასადის „ფარდა-კედელზე“ ლითონის მზიდი ორტყესებრი

კოჭებით შექმნილ თითოეულ მალში იგივე კვეთის კიდევ ორი კოჭი განათავსა - არსებითად, ისინი კონსტრუქციაზე ზედმეტად „ჩამოკიდა“, რითაც კოჭების რიგი დრამატულად გაახშირა, სამჯერ დააწვრილა ფენესტრაციის მასშტაბი და შედეგად, ავტორისთვის ასე სასურველ, თითქმის გოთურ ვერტიკალურ რითმს მიაღწია.

იყო თუ არა ამ სხვა, უფრო ორთოდოქსალურ მოდერნისტთა შორის სემიოტიკური ორნამენტის გამოყენება, რაც 1956 წ. მის-ის სივრემის შენობაში მოხდა, უბრალო გადახვევად თუ ეს ინტერნაციონალური სტილის დასასრულს მოასწავებდა? უნდა ითქვას, რომ გადახვევები ხშირი იყო. მაგ., ლე კორბუზიე, მისივე მანიფესტის საპირისპიროდ, რომელიც მან გამოაქვეყნა 1925 წ. პამფლეტში „დეკორატიული ხელოვნება დღეს“, ხშირად მიმართავს სემიოტიკურ ორნამენტს. მართალია, კორბუზიე არასოდეს იყენებს პერსექულ ტექტონიკურ ორნამენტს, მაგრამ არა ერთხელ ხაზს უსვამს მნიშვნელოვან ნაწილებს (მაგ., კარების ჩარჩოებს), შენობებში ჩნდება საკუთარი ან მეგობრის - ფერნან ლეჟეს ფრესკები, ხოლო 1945-52 წწ. მარსელის საცხოვრებელ ერთეულს უხვად ამშვენებს რელიეფები, პლასტიკური მცირე ფორმები და ქანდაკებებიც კი - რომ აღარაფერი ვთქვათ 1955 წ. რონშანის კაპელაზე, რომლის მთლიანობაში წარმოდგენა, როგორც ერთგვარი წარმართული ქანდაკებისა, რიტუალური სემიოტიკური ორნამენტისა, ძალზედ ადვილია.



ლე კორბუზიე - მარსელის საცხოვრებელი ერთეული

ლე კორბუზიე - რონშანის კაპელა

თუ კი რაიტის, პერეს და კორბუზიეს ამ მაგალითებს დავეყრდნობით, გამოვა, რომ ორნამენტი არა უბრალოდ „დაბრუნდა, თუმცა ამჯერად მთლიანი შენობის მასშტაბში“ (van Raaij, 2014:14), არამედ რომ იგი არც არასოდეს გამქრალა. მის ვან დერ როემ და კორბუზიემ შექმნეს არა ორნამენტის ინკორპორირება, არამედ მისი სახეცვლილებულად წარმოჩენა - შენობისა თუ ქალაქის მასშტაბამდე მისი აღზევებით, წვრილად დატანილი, დეტალიზებული დეკორის ნაცვლად - ორნამენტის სემანტიზაციით და მისი ჩანერგვით შენობის სტრუქტურულ, ფუნქციონალურ და სოციალურ ქსოვილში.

ლიტერატურა:

1. Michiel van Raaij. Building as Ornament. –Rotterdam, Netherlands, nai010 publishers, 2014, 240 p.
2. Edwin Heathcote. The Argument of Ornament.//Financial Times, Feb 23, 2008
3. Frank Lloyd Wright. Studies and Executed Buildings by Frank Lloyd Wright. - New York, London, Rizzoli, 1986.
4. Henry Russell Hitchcock, Philip Johnson. The International Style. - W.W. Norton & Company; 1997, 272 p.

**SUMMARY
ON THE PROBLEM OF TRADITIONAL AND SEMIOTIC ORNAMENTS
IN THE 20TH CENTURY ARCHITECTURE**

Chubinidze T.G.

Georgian Technical University

The article discusses the return of the ornament in architecture, after the minimalist era of early modernism, follows its transformation, the use of semiotic tools of expression to replace the traditional applied décor with the notion of the entire building as an ornament, and provides both historical and recent examples of building structures becoming the ornamental compositions.

Keywords: architecture, semiotic ornament, ornamental composition.

ВОЛНОВЫЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Кахиани М.Р.

Инженерная академия Грузии

В большинстве машин-автоматов, технологических машин, автоматически действующих систем, транспортных машин и др. для передачи передаточного отношения могут быть использованы волновые передачи с некруглыми зубчатыми колесами.

Рассмотрим схему волнового зубчатого дифференциала (рис. 1). Коэффициент деформирования центроид 1, 2, примем $k=4$, получим четырехволновую передачу. После этого с ведущим валом I-I соединим колеса 1, 2 с некруглыми цилиндрическими колесами 11, 12, а водило 4 соединим с валом I-I круглыми цилиндрическими колесами 13, 14 (рис. 1).

Валу I-I сообщим вращательное движение с постоянной угловой скоростью. От вала I-I через колеса 13, 14 водило 4 передается вращательное движение с постоянной угловой скоростью, а колесам 1,2 через колеса 11, 12 – с переменной угловой скоростью. Суммарное движение снимается с вала 10 гибкого колеса 3.

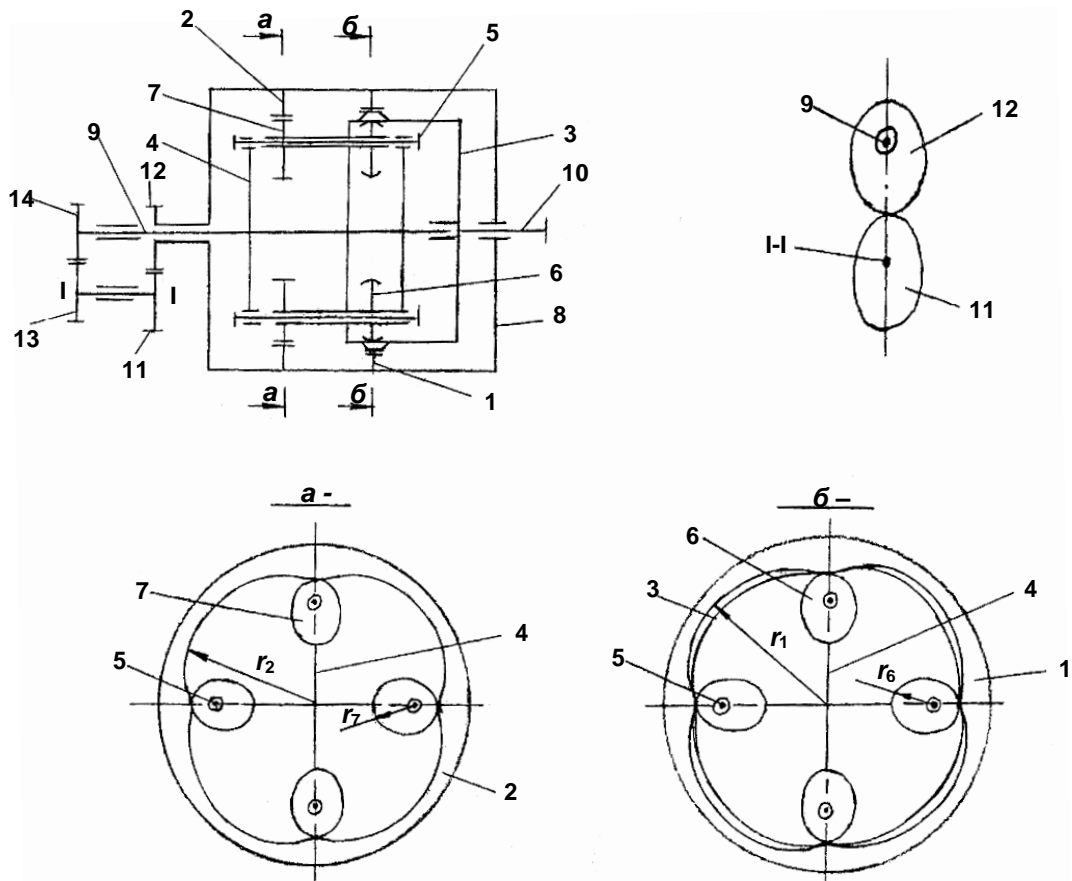


Рис. 1. Волновой дифференциал

Согласно формуле Виллиса, передаточное отношение дифференциала

$$u_{31}^4 = \frac{\varphi_3 - \varphi_4}{\varphi_1 - \varphi_4}, \quad (1)$$

а функция положения ведомого вала

$$\phi_3 = u_{31}^4 \phi_1 + (1 - u_{31}^4) \phi_4. \quad (2)$$

Функция положения жесткого колеса 1 определяется зависимостью

$$\varphi_1 = \varphi_{12} = -f(\varphi_{11})\varphi_1 = -f(\varphi_1)\varphi_1, \quad (3)$$

а функция положения водила 4 –

$$\varphi_4 = \varphi_{14} = -u_{13.14}\varphi_{13} = -u_{13.14}\varphi_1. \quad (4)$$

Тогда для функции положения и передаточного отношения дифференциала получим выражения:

$$\varphi_3 = \frac{r_1 - r_3}{r_3} u_{13.14} \varphi_1 - \frac{r_1}{r_3} f(\varphi_1) \varphi_1; \quad (5)$$

$$u_{31} = \frac{r_1 - r_3}{r_3} u_{13.14} - \frac{r_1}{r_3} f'(\varphi_1), \quad (6)$$

где $f(\varphi_1)$, $f'(\varphi_1)$ – функции положения колеса 12 и передаточного отношения колес 11, 12; r_1 – радиус-вектор колеса 1; r_3 – радиус делительной окружности колеса 3.

При вращении вала I-I с постоянной скоростью вал 10 совершает следующие движения: при $[(r_1 - r_3)/r_3] u_{13.14} > (r_1/r_3) f'(\varphi_1)$ – вращается с переменной скоростью в направлении вращения вала I-I; при $[(r_1 - r_3)/r_3] u_{13.14} < (r_1/r_3) f'(\varphi_1)$ – вращается с переменной скоростью против направления вращения вала I-I; при $[(r_1 - r_3)/r_3] u_{13.14} = (r_1/r_3) f'(\varphi_1)$ имеет выстой; при $[(r_1 - r_3)/r_3] u_{13.14} \geq (r_1/r_2) f'(\varphi_1)$ – совершает качательное движение с переменной скоростью; при $[(r_1 - r_3)/r_3] \times u_{13.14} \geq (r_1/r_3) f'(\varphi_1)$ и $[(r_1 - r_3)/r_3] u_{13.14} \leq (r_1/r_3) f'(\varphi_1)$ – совершает качательное движение с переменной скоростью с остановками.

При износе поверхностей качения некруглых роликов и гибких колес жесткие генераторы волн не смогут обеспечить нормальное зацепление зубьев гибких и жестких колес на полную рабочую высоту, что отрицательно повлияет на работоспособность передач. Поэтому возникает необходимость использования гибких генераторов волн. При использовании гибких генераторов волн отпадает необходимость использования дополнительных некруглых центральных сателлитных колес и роликов, что намного упрощает конструкции волновых передач. Кроме этого, при износе поверхностей качения круглых роликов, шариков и гибких колес гибкие генераторы волн автоматически обеспечат зацепление зубьев гибких и жестких колес на полную рабочую высоту зубьев.

Рассмотрим некоторые вышеприведенные схемы волновых передач с гибкими генераторами волн.

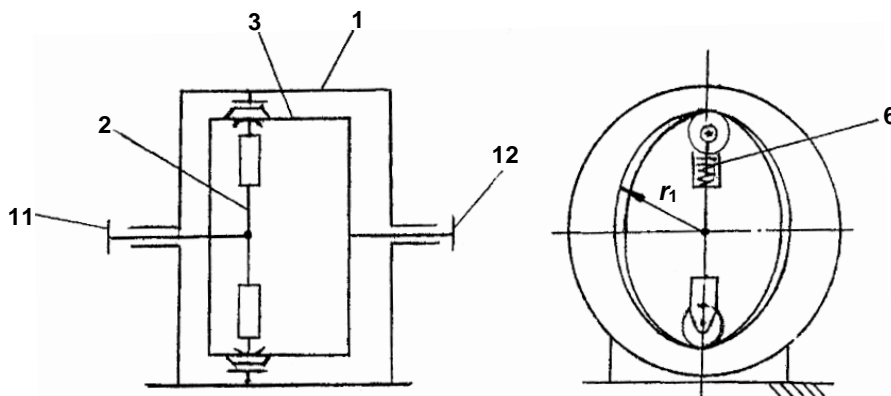


Рис. 2. Одноступенчатая передача

Волновая зубчатая передача (рис. 2) состоит из: жесткого некруглого цилиндрического колеса 1 с зубьями внутреннего зацепления, закрепленного неподвижно; гибкого колеса 3 с зубьями внешнего зацепления и водила 2, в цилиндрических отверстиях которого (рис. 3), с возможностью осевого перемещения, вставлены цилиндры 4, 5, в которых размещены пружины

6. На неподвижных осях 7 цилиндров 4, с возможностью вращательного движения, установлены шарикоподшипники или шарики 8 (рис. 3, Б) (в случае использования шариков отсутствует необходимость использования осей 7). В цилиндрах 4 завинчены винты 9 с возможностью перемещения в продольных призматических пазах водила. С целью регулирования силы сжатия пружин 6 в водиле завинчены винты 10.

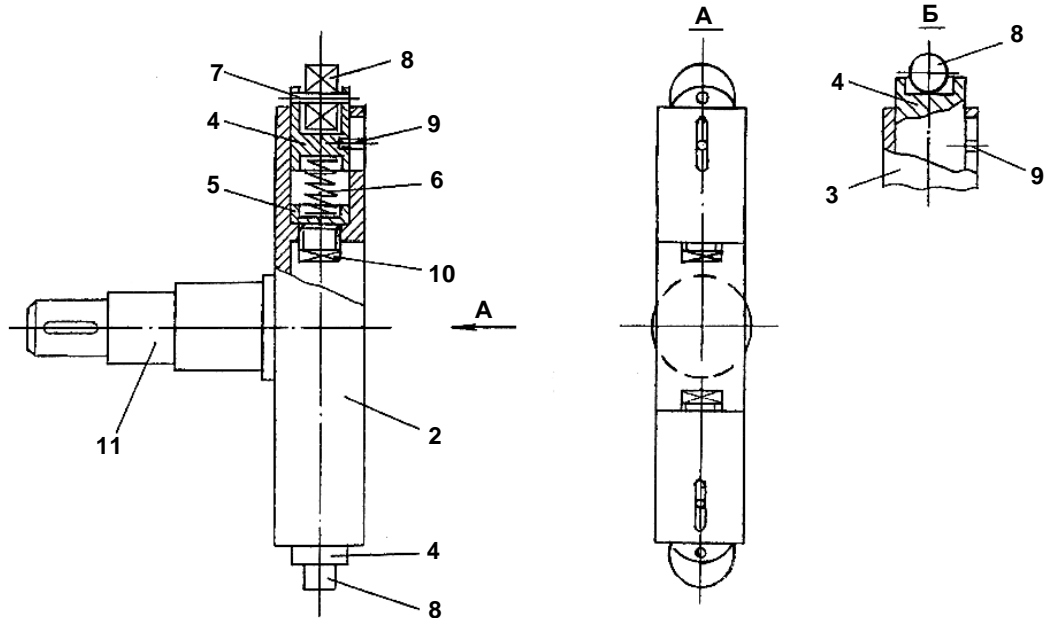


Рис. 3. Гибкий генератор волн

При вращении водила ролики (шарики) обкатываются по внутренней поверхности гибкого колеса. По мере увеличения – уменьшения радиус – векторов жесткого колеса, пружины, растягивая – сжимая деформируют гибкое колесо и обеспечивают зацепление зубьев гибкого и жесткого колес. При переносном движении водила деформация гибкого колеса перемещается в качестве бегущей волны. Передаточное отношение определяется по формуле

$$u_{34}^1 = 1 - u_{31}^4 = 1 - \frac{r_1}{r_3} = -\frac{r_1 - r_3}{r_3}.$$

Одноступенчатая двухволновая торцовая зубчатая передача (рис. 4) состоит из: неподвижно закрепленного жесткого конического колеса 1 с наружными зубьями, у которого угол делительного конуса переменный; гибкого колеса 2, изготовленного в виде тонкостенного плоского зубчатого колеса с торцовыми зубьями, и водила 3 с гибкими генераторами волн.

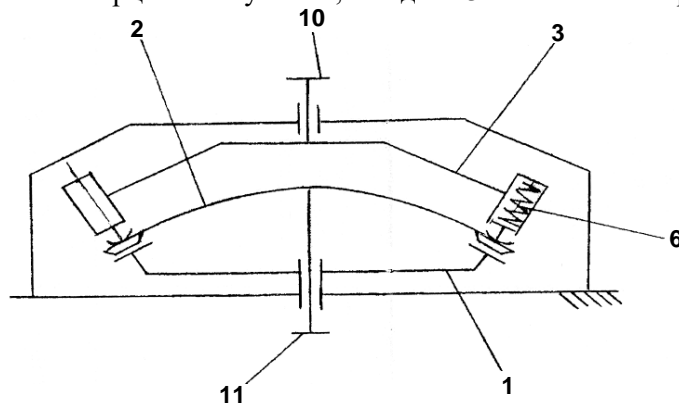


Рис. 4. Одноступенчатая торцовая передача

В процессе работы, совершая вращательное движение с постоянной скоростью, водило 3, шарики 8 (рис. 3, Б) обкатываются по наружной поверхности гибкого колеса. По мере уменьшения-увеличения угла делительного конуса колеса 1 пружины 6, сжимая-растягивая вызывают деформирование гибкого колеса и зацепление зубьев колес 2, 1. При переносном движении водила деформация гибкого колеса перемещается в качестве бегущей волны. Передаточное отношение определяется формулой

$$u_{32}^1 = \frac{1}{1 - u_{21}^3} = -\frac{r_2}{r_1 - r_2}.$$

Двухволновая зубчатая передача (рис. 5) состоит из: неподвижно закрепленного гибкого колеса 1 с зубьями внутреннего зацепления; жесткого некруглого колеса 2 с зубьями внешнего зацепления и водила 3 с гибкими генераторами волн. Принцип работы передачи аналогичен принципу работы волновой передачи (рис. 2). Передаточное отношение определяется по формуле $u_{89}^1 = -\frac{r_1 - r_2}{r_2}$.

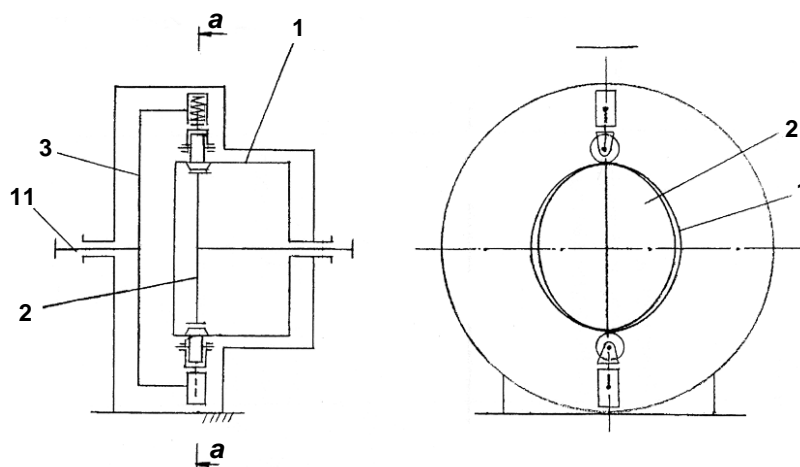


Рис. 5. Одноступенчатая передача

Использование гибких генераторов волн упрощает конструкцию волновой передачи, в тоже время осуществляется зацепление между колес передачи по полной рабочей высоте зубьев, что увеличивает работоспособность передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варсимашвили Р.Ш., Варсимашвили З.Р. Волновые передачи. Патент. Грузия, GE 4531В. Б.И. 2008, № 21.

SUMMARY

WAVE GEARWHEELS

Kakhiani M.R.

Georgian Engineering Academy

The article deals with a new design of a wave-toothed differential with a four-way gear using non-circular wheels. The equations for calculations of the functions of the differential position and ratio are given. The movements of the driven differential shaft with obtained different movements of the driven link are analyzed. There is presented the construction solution of wave gear using flexible generators due to which the wave gear design becomes simpler and the technical conditions of engaging of the teeth of flexible and rigid wheels.

Keywords: wave gear, wave-toothed differential, flexible wave generators, gears with non-circular wheels.

მაბისტრალური მილსადენებით ენერგოტრანზიტის ბავშვანა საქართველოს ეკონომიკაზე კინისის მულტიპლიკატორის ეფექტის მიხედვით

ცისკარიძე დ.გ., გეგეშიძე ე.ბ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს უნივერსიტეტი

ეკონომიკაში ამათუ იმ პოლიტიკის გავლენის შესასწავლად ძირითადად აკვირდებიან ერთობლივი მოთხოვნის ცვლილებას, შესაბამისად მასზე ეკონომიკური გავლენის კვლევისათვის ხშირად გამოიყენება ერთობლივი მოთხოვნის მულტიპლიკატორი. ეს მოდელი გამოიყენა პირველად ბ. არჩერმა 1976 წელს, ხოლო შემდეგში ი. ზორინმა, ვ. ნორბერტმა, მისი მოდიფიცირებული ვერსიები შემოგვთავაზეს, თუმცა უნდა აღინიშნოს ეს დაფუძნებულია კინისის ერთობლივი მოთხოვნის მოდელზე.

თავდაპირველად განვიხილოთ ერთობლივი მოთხოვნის სტრუქტურა და როგორ არის შესაძლებელი მისგან მულტიპლიკატორის გამოყოფა როდესაც ეკონომიკა დახურულია

$$E = C+I+G \tag{1}$$

სადაც E – ეკონომიკაში მთლიანი ხარჯებია; C – მოხმარება; I – ინვესტიციები; G – სამთავრობო ხარჯები [1].

ასევე ხარჯები დამოკიდებულია განკარგვად შემოსავალზე და მოხმარებას აქვს შემდეგი დამოკიდებულება

$$C=c(Y-T) \tag{2}$$

სადაც Y – არის გამოშვება ანუ მთლიანი შიდა პროდუქტი; T – გადასახადებია; c – ხარჯებისადმი ზღვრული მიდრეკილება.

თუ (1) განტოლებაში შევიტანთ (2)-ს მონაცემებს მივიღებთ

$$E=c(Y-T) + I + G \tag{3}$$

თუ ეკონომიკა წონასწორობაშია მაშინ გამოშვება დანახარჯების ტოლია ანუ $Y=E$ და თუ ინვესტიციები იზრდება ΔI ხარჯები იზრდება ΔY ხოლო დამოკიდებულების კოეფიციენტი ტოლია $\frac{\Delta I}{\Delta Y}$ -ის, ანუ ეს არის მულტიპლიკატორი კინისის ჯვარის მიხედვით (ერთობლივი მოთხოვნისა და ერთობლივი მიწოდების გადაკვეთა). მულტიპლიკატორი არის ყოველთვის 1-ზე მეტი. რადგან მაღალი შემოსავალი იწვევს უფრო მაღალ მოხმარებას, რადგან გაზრდილი ინვესტიციები ან სამთავრობო ხარჯების ზრდა ასევე ზრდის შემოსავლებს.

მაგრამ რამდენად მაღალია მულტიპლიკატორი ზემოთ მოცემული განტოლებების (1-3) საფუძველზე შეგვიძლია მოვახდინოთ შემდეგი გარდაქმნები

$$Y=c(Y-T)+I+G$$

$$Y-cY=I+G-cT$$

$$(1-c)Y=I+G-cT$$

$$Y=(I+G-cT)/(1-c)$$

ხოლო ეკონომიკაში დამატებითი დანახარჯი ინვესტიციების სახით შემდგენაირად იმოქმედებს გამოშვებაზე

$$\Delta Y = \Delta I / (1 - c)$$

$$\Delta Y / \Delta I = 1 / (1 - c)$$

ანუ მულტიპლიკატორი უდრის $k = 1 / (1 - c)$ სადაც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ c არის მოხმარებისადმი ზღვრული მიდრეკილება $(1 - c)$

ახლა განვიხილოთ ღია ეკონომიკა, ანუ შემოვიტანოთ ექსპორტი X და იმპორტი M , მაშინ მთლიანი შიდა პროდუქტი (მშპ) დანახარჯების მიხედვით იქნება

$$Y = C - T + I + G + X - M$$

თუმცა ვიცით, რომ

$$C = c(Y - T),$$

ასევე

$$T = tY \text{ \& } M = m(Y - T)$$

სადაც t – გადასახადების საშუალო პროცენტია; ხოლო m – ყოველ ერთ ლარ დანახარჯზე იმპორტის წილი.

მაშინ განტოლება ასე ჩამოყალიბდება

$$Y = c(Y - tY) + I + G + X - m(Y - tY)$$

$$Y - cY + ctY + mY - mtY = I + G + X$$

$$(1 - c + ct + m - mt)Y = I + G + X$$

$$Y = (I + G + X) / (1 - c + ct + m - mt)$$

$$\Delta Y = \Delta I / (1 - c + ct + m - mt)$$

$$\Delta Y / \Delta I = 1 / (1 - c + ct + m - mt) = 1 / (1 - c(1 - t) + m(1 - t))$$

ანუ ღია ეკონომიკაში მულტიპლიკატორს აქვს შემდეგი სახე:

$$k_0 = \frac{1}{(1 - c(1 - t) + m(1 - t))} \quad (4)$$

ნებისმიერი დამატებითი დახარჯული ლარი სწორედ აღნიშნული მულტიპლიკატორით ახდენს გაგლენას ეკონომიკაზე. მულტიპლიკატორის ქვეშ იგულისხმება კოეფიციენტი, რომელიც ასახავს დამოკიდებულებას შემოსავლის ცვლილებასა და ინვესტიციების (ან დამატებით ხარჯების) ცვლილებას შორის.

მულტიპლიკატორის ეფექტი ასახავს იმ არაპირდაპირ ზემოქმედებას ქვეყნის ეკონომიკაზე, რომელიც ინდუსტრიაში დახარჯული თანხით მიიღება.

მაგალითად, კოეფიციენტი 2,5 ნიშნავს, რომ ეკონომიკაში ენერგო ტრანზიტადან შემოსული 1 ლარიდან მომავალში ეკონომიკაში შეიქმება 2,5 ლარი ანუ დამატებით 1,5 ლარი. მულტიპლიკატორი მოქმედებს შემდეგ სფეროებში: ვაჭრობა, პროდუქციის გამოშვება, შემოსავალი, მოსახლეობის დასაქმება და სახელმწიფო შემოსავალი.

თუ შესაძლებელია სხვა მოდიფიცირებულ ვერსიის გამოყენება მაგალითად [2]:

$$k_1 = \frac{1}{1-c+m} \quad (5)$$

სადაც k – მულტიპლიკატორია; 1 – ეკონომიკაში დახარჯული ერთი ლარი; c – მოხმარებისადმი მიდრეკილება; m – იმპორტისადმი მიდრეკილება.

აღნიშნულ ვერსიაში იგნორირებულია გადასახადები, თუმცა წარმოჩენილია იმპორტი. როდესაც დამატებითი თანხები იღება ეკონომიკაში, იზრდება ერთობლივი მოთხოვნა საქონელზე, როგორც ადგილობრივ ბაზარზე ასევე იმპორტზეც, მყისიერად განხორციელებული ინვესტიციები ადგილობრივ ბაზრებზე ახდენს ან ფასების ზრდას ან იმპორტის გაზრდას.

მომდევნო ვერსია არის ინვესტიციებით მოდიფიცირებული ვარიანტი, ეს იმ შემთხვევაში არის ეფექტიანი, როცა საქართველოში მოქალაქეები არიან დაზოგვისადმი მიდრეკილნი [3,4].

$$k_1 = \frac{1}{1-c+m-i} \quad (6)$$

სადაც I – ინვესტიციების წილობრივი მაჩვენებელია

ასევე ნორბერტმა შემოგვთავაზა გამოვთვალოთ მულტიპლიკატორი სპეციალურად ინდუსტრიებისთვის შემუშავებული ალტერნატიული ფორმულით [5]:

$$k_1 = \frac{1}{t+s+((1-t-s)m)} \quad (7)$$

სადაც s – დანაზოგებისადმი ზღვრული მიდრეკილებაა

ასევე რადგან ვიცით, რომ წონასწორობისას დანაზოგები და ინვესტიციები ერთმანეთის ტოლია შესაბამისად ფორმულა (7) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$k_2 = \frac{1}{t+i+((1-t-i)m)} \quad (8)$$

აღნიშნული მულტიპლიკატორი ყველაზე ზუსტად ასახავს ღია ეკონომიკის მაკროეკონომიკურ სიტუაციას, რადგან მასში გათვალისწინებულია, როგორც გადასახადები, ასევე ინვესტიციები და იმპორტი.

შემდგომი კვლევისათვის შევარჩიოთ შემდეგი ოთხი მულტიპლიკატორის ფორმულა:

$$k_0 = \frac{1}{(1-c(1-t)+m(1-t))}$$

$$k_1 = \frac{1}{1-c+m}$$

$$k_2 = \frac{1}{1-c+m=i}$$

$$k_3 = \frac{1}{t+i+((1-t-i)m)}$$

ჩვენს მიერ გამოყენებულია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემები, მთლიანი შიდაპროდუქტი დანახარჯების მიხედვით 2012-2016 წლებში და მოვახდინეთ მისი სტრუქტურული ანალიზი, რომლის საშუალებითაც გავიგეთ კვლევისთვის საჭირო ცვლადების წილობრივი მნიშვნელობები, დეტალური მონაცემები მოცემულია დანართში, ხოლო მულტიპლიკატორში არსებული ცვლადები წილების მიხედვით წარმოდგენილია ცხრ. 1-ში [6-9].

ცხრილი 1. მშპ-ს სტრუქტურული ანალიზის საფუძველზე გამოთვლილი ცვლადები 2012-2016 წლებისთვის

მთლიანი შიდაპროდუქტი კატეგორიები	ცვლადი	2012	2013	2014	2015	2016
მთლიანი დამატებული ღირებულება საბაზისო ფასებში		0.860 055	0.869 174	0.860 901	0.864 996	0.861 746
(+) გადასახადები პროდუქტებზე	t	0.144 838	0.136 308	0.144 204	0.139 988	0.143 208
(-) სუბსიდიები პროდუქტებზე		0.004 893	0.005 482	0.005 105	0.004 984	0.004 954
(=) მთლიანი შიდაპროდუქტი საბაზრო ფასებში		1	1	1	1	1
ხარჯები საბოლოო მოხმარებაზე	c	0.906 979	0.881 716	0.877 196	0.860 281	0.829 939
(+) მთლიანი კაპიტალის ფორმირება	i	0.289 499	0.247 805	0.298 069	0.315 042	0.327 272
(+) საქონლისა და მომსახურების ექსპორტი	x	0.381 505	0.446 892	0.429 436	0.447 38	0.436 042
(-) საქონლისა და მომსახურების იმპორტი	m	0.577 983	0.576 414	0.604 701	0.622 702	0.593 254
(=) მთლიანი შიდაპროდუქტი საბაზრო ფასებში		1	1	1	1	1

წყარო: დამუშავებულია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემებიდან (საქსტატი, 2018) [10].

ცხრ. 1-ში მოცემულ მონაცემებს თუ შევიყვანთ მულტიპლიკატორის ფორმულაში ვიღებთ შესაბამის კოეფიციენტებს ანუ მულტიპლიკატორებს. ცხრ. 2-ში

წარმოდგენილია შედეგები 2012-2016 წლების ზემოთ შერჩეული ოთხივე კატეგორიის მულტიპლიკატორისთვის.

ცხრილი 2. საქართველოს ეკონომიკის მულტიპლიკატორები 2012-2016 წლებში

მულტიპლიკატორი	2012	2013	2014	2015	2016
k_0	1.391488	1.358119	1.304121	1.256788	1.254375
k_1	1.490304	1.439476	1.374561	1.311611	1.310076
k_2	2.621196	2.237675	2.328635	2.235238	2.293355
k_3	1.313576	1.352963	1.282822	1.258837	1.274503
k საშუალო არითმეტიკული	1.704141	1.597058	1.572535	1.515618	1.533077

თუ გავანალიზებთ მულტიპლიკატორებს შევამჩნევთ, რომ k_2 -ს მაჩვენებელი არის ყველაზე მაღალი, ეს არის სწორედ ის სადაც გადასახადები არ არის გათვალისწინებული და იგულისხმება, რომ მოქალაქეები ძალიან დამზოგველები არიან. დანარჩენი სამი მაჩვენებელი კი ერთმანეთს ძალიან გავს შედეგებით. თუმცა რადგან მაკროეკონომიკა აგრეგირებული მაჩვენებელია და ქვეყანაში ზოგი ძალიან დამზოგველია, ზოგი ზედმეტად მხარჯველი განვაზოგადოთ აღნიშნული მონაცემები და მოვახდინოთ ამ ოთხი კოეფიციენტის საშუალო არითმეტიკულის გამოთვლა, რაც იქნება საქართველოს ეკონომიკის აგრეგირებული მულტიპლიკატორი, რომელიც წლების მიხედვით მოცემულია ცხრ. 2-ის ბოლო გრაფაში.

საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემების მიხედვით მილსადენით ტრანსპორტირების ღირებულებას მშპ-ში ვამრავლებთ საქართველოს აგრეგირებულ მულტიპლიკატორზე წლების მიხედვით, რომლის შედეგებიც მოცემულია ცხრ. 3-ში.

ცხრილი 3. მილსადენებით ტრანსპორტირებით მიღებული შემოსავლის გააღება ეკონომიკაზე

წელი	მილსადენით ტრანსპორტირება მილ. ლარი	k მულტიპლიკატორი	მილსადენების შემოსავლების ეკონომიკური გააღება მილ. ლარი	მშპ საბაზისო ფასებში	გააღების %
2012	296.2	1.704141246	504.766637	22,505.3	2.2%
2013	305.2	1.597058183	487.4221575	23,335.0	2.1%
2014	293.00	1.572534745	460.7526804	25,095.7	1.8%
2015	320.4	1.51561847	485.6041578	27,468.4	1.8%
2016	307.8	1.533077023	471.8811076	29,323.9	1.6%
სულ:	1522.6	----	2410.42674	---	1,9% საშუალო

გამოთვლების შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში მილსადენებით ტრანსპორტირებას საქართველოსთვის მოქონდა ყოველწლიურად ნახევარი მილიარდი ლარი საშუალოდ, ხოლო ჯამობრივი მაჩვენებლით 5 წელიწადში 2,4 მილიარდი ლარი შეადგინა. კვლევის შედეგად კი შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ეკონომიკის 1,9%-ს საქართველოში ქმნის მილსადენებით ტრანსპორტირება.

1. G. Cameron. - Nuffield College of the University of Oxford, 2014. Retrieved from the work of Gavin Cameron, 02.10.2018: <https://www.nuffield.ox.ac.uk/Users/Cameron/1mh/pdf/m5-04.pdf>
2. J. Klijs, W. Heijman, D.K. Maris, J. Bryon. Criteria for comparing economic impact.// Tourism Economics, 2012, 18 (6), pp. 1175–1202.
3. Kemp, R. L Economic Development in Local Government. - .Jefferson : McFarland & Company, Inc., Publishers, 1995.
4. Michael P. Todaro, Stephen C. Smith. Economic Development. - Harlow: Pearson Education Limited.
5. Norbert, V. Sense and Non-Sense Tourism Multiplier. -.Bruges, Belgium, Tourist Research Center, 2005.
6. Robbins, L. The Theory of Economic Development. - London and Basingstoke: MacMillan and Co., Ltd., 1968.
7. Víctor Raúl López Ruiz; José Luis Alfaro Navarro; Domingo Nevado Peña. Economic Development and Intellectual Capital: An International Study. – Revista de Economica Mundial, 29, 211-236.
8. გეგეშიძე, ე. ტურიზმის ინდუტრიის გავლენა ეკონომიკურ ზრდაზე საქართველოში. მე-5 საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ტურიზმი: ეკონომიკა და ბიზნესი“. –ბათუმი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 2014.
9. ოლივიე, ბ. მაკროეკონომიკა. –თბილისი, თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2010.
10. საქსტატი. (2018, 02 10). საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. om საქსტატი: http://geostat.ge/?action=page&p_id=115&lang=geo

SUMMARY

THE IMPACT OF MAIN PIPELINE ENERGY TRANSIT ON GEORGIAN ECONOMY ACCORDING TO THE KEYNESIAN MULTICRITERIA

Tsiskaridze D.G. and Gegeshidze E.B.

Georgian Technical University

University of Georgia

The article deals with the macroeconomic impact of energy transitt in Georgia. The effect of the total demand growth on economic processes is determined by using a multiplier. The basic formula of the multiplier was derived. Multiplier mutations with various macroeconomic variations are presented, in total 4 multipliers are given. Structural analysis of gross domestic product expenditures presented by the National Statistics Office of Georgia was carried out. Based on it, the variables included in the multiplier for Georgian economy were identified. Finally, the impact of the income from energy transit via pipelines on Georgian economy in 2012-2016 is assessed by using multipliers.

Keywords: energy transit, Keynesian multiplier, macroeconomic impact.

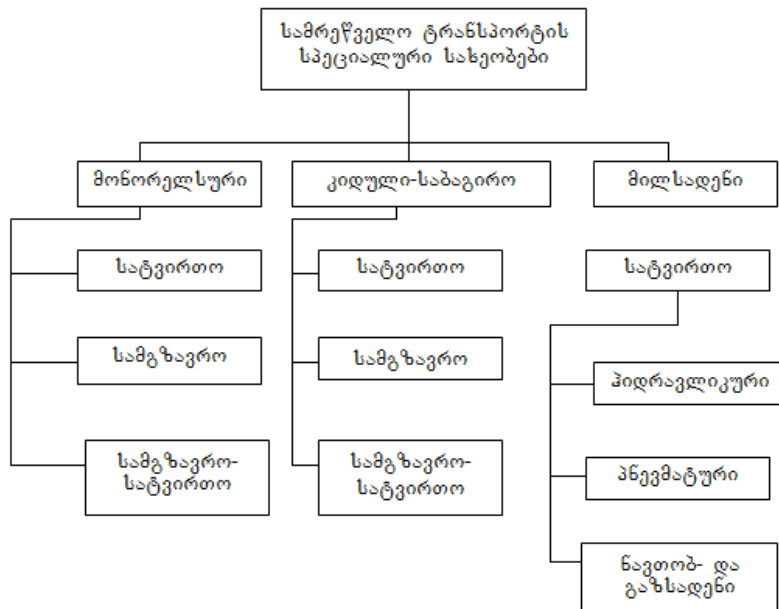
სამთო საწარმოების სამრეწველო ტრანსპორტის მართვის
ავტომატიზებული სისტემა

მანაშვილი ქ.ა., გოდერძიშვილი გ.ი., იაშვილი ნ.გ., დოლიძე ა.გ., ხართიშვილი მ.პ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამთო მომპოვებელი და გამამდიდრებელი საწარმოების სპეციფიკურობა, სტრუქტურული და ტექნოლოგიური ერთეულების განლაგება და მათი ურთიერთ-კავშირები განსაზღვრავენ კონკრეტული ობიექტისათვის შიდა საქარხნო გადაზიდვებისათვის სამრეწველო ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობების გამოყენებას. გარდა ტრანსპორტის ტრადიციული სახეობისა (საავტომობილო და სარკინიგზო) სამთო საწარმოებში გამოიყენება სამრეწველო ტრანსპორტის ისეთი სახეობები როგორც ბიცაა კიდული საბაგირო, პნევმო- და ჰიდრომილსადენი, კონვეიერული, ლენტური და სხვა სპეციალური დანიშნულების ტრანსპორტი.

სამთო საწარმოებში გამოყენებული სამრეწველო ტრანსპორტის სპეციალურ სახეობათა კლასიფიკაციის ზოგადი სქემა ნაჩვენებია ნახაზზე 1.



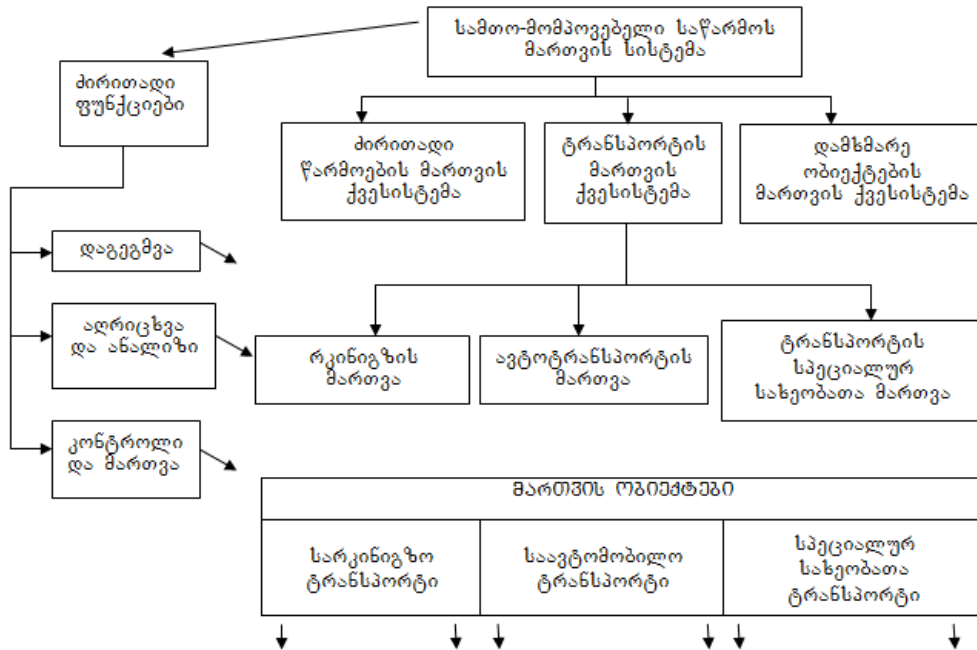
ნახ. 1. სამრეწველო ტრანსპორტის სპეციალურ სახეობათა კლასიფიკაციის ზოგადი სქემა

სამთო მომპოვებელი და გადამამუშავებელი საწარმოსათვის ტრადიციული ტრანსპორტის – რკინიგზისა და სატვირთო ავტომობილების მართვის ამოცანები არ განსხვავდებიან მეურნეობის სხვა დარგებში რკინიგზისა და საავტომობილო ტრანსპორტის მართვის ამოცანებისაგან. ასევე თითქმის იდენტურია ამ ამოცანების გადაწყვეტის გზები. ჩვენს მიზანს წარმოადგენს ტრანსპორტის სპეციალური სახეობებისათვის მართვის ავტომატიზებული სისტემის დამუშავება (საკითხი პირველად დაისვა და მიღებულია ორიგინალური გადაწყვეტილებები) [1].

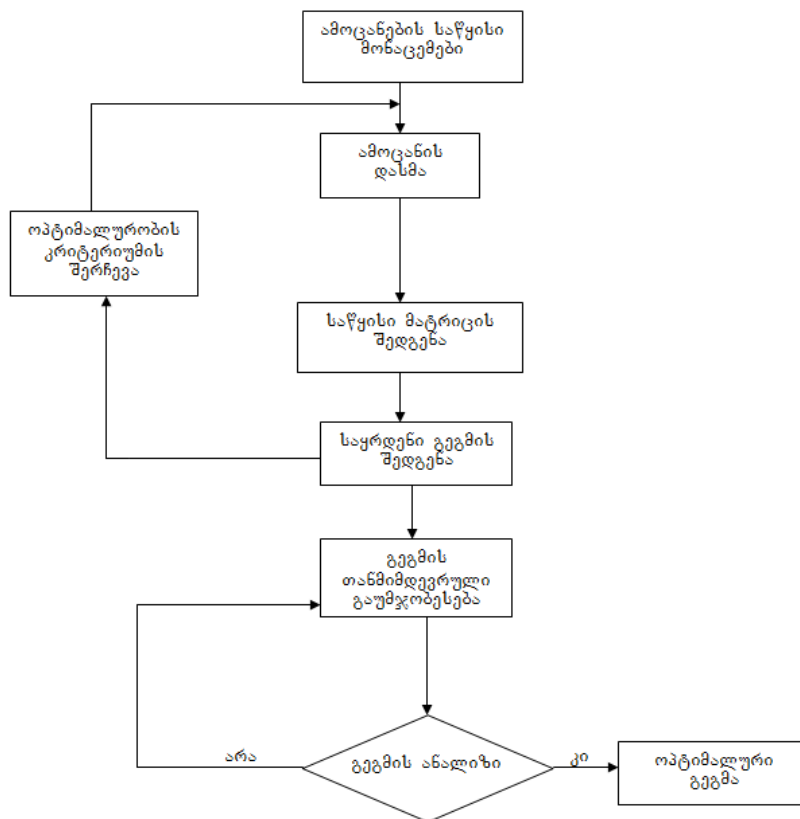
სამთო საწარმოს ტერიტორიაზე ზოგიერთ შემთხვევაში აუცილებელია სამრეწველო ტრანსპორტის სხვადასხვა სახის კომპლექსური გამოყენება. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ის ფაქტორი, რომ ტვირთების ტრანსპორტირების ხარჯები მნიშვნელოვნად მცირდება [1,2].

სამთო მომპოვებელი და გადამამუშავებელი საწარმოსათვის ტრანსპორტის მართვის სისტემაში გათვალისწინებულია შემდეგი კომპლექსური ამოცანების გადაწყვეტა: 1. სატრანსპორტო დანაყოფების მუშაობის დაგეგმვა; 2. მუშაობის სადღეღამისო და საკვირაო გრაფიკების გამოთვლა და შედგენა; 3. სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენების აღრიცხვა და მუშაობის ანალიზი; 4. სატრანსპორტო დანაყოფების ოპერატიული ანგარიშების შედგენა; 5. სამრეწველო ტრანსპორტის ოპერატიული-დისპეტჩერული მართვა.

სამთო მომპოვებელი და გადამამუშავებელი საწარმოსათვის ტრანსპორტის მართვის სისტემის სტრუქტურა განვიხილეთ „ჭიათურმანგანუმის“ საწარმოსათვის (ნახ.2).



ნახ.2. სამთო მომპოვებელი და გადამამუშავებელი საწარმოსათვის ტრანსპორტის მართვის სისტემის სტრუქტურა



ნახ. 3. სატრანსპორტო ამოცანის ამოხსნის განზოგადებული ალგორითმის ბლოკ-სქემა

ტრანსპორტის ოპერატიული მართვის სისტემა წარმოადგენს საწარმოს მართვის სისტემის ნაწილს (ქვესისტემას) და ამოცანების გადაწყვეტა შეთანხმებული უნდა იყოს სხვა ფუნქციონალურ ქვესისტემებთან [2,4].

ცნობილია, რომ ხშირ შემთხვევაში საავტომობილო სატვირთო ტრანსპორტი წარმოადგენს ძირითად ან ზოგჯერ ერთადერთ საშუალებას მადნის მოპოვების ადგილებიდან მის გადაამუშავების სხვა ადგილებამდე ან მომხმარებლებთან ტრანსპორტირებისათვის [3,4].

ჩვენს მიერ შედგენილია მადარობებსა და კარიერებზე სატვირთო თვითმცლელი ავტომობილების ოპტიმალური განაწილების ამოცანის ამოხსნის ალგორითმები, რისთვისაც გამოყენებულია სატრანსპორტო ამოცანის წრფივი პროგრამირების კლასიკური მეთოდი. ამოცანების ამოხსნის განზოგადებული ალგორითმის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე.

ალგორითმის მთავარ რგოლს საწყისი მატრიცის შედგენა წარმოადგენს, რომელშიც აისახება ტვირთის გაზავენის ობიექტები, ჩვენს შემთხვევაში ექვსი (A, B, C, D, E და F) და ტვირთის მიმღები ოთხი სახის სატვირთო ავტომობილი (a, b, c, და d), კონკრეტულად ЗИЛ, КраЗ და БелАЗ-ის (ტვირთამწყოებით 27 და 40 ტონა). სატრანსპორტო ამოცანის ამოხსნის საწყისი მატრიცის სახე ნაჩვენებია ცხრილში.

ტვირთის გაგზავნი j	ტვირთის მიმღები i				სულ რესურსებზე $\sum R_i$
	a	b	c	d	
A	S_{Aa} X_{Aa}	S_{Ab} X_{Ab}	S_{Ac} X_{Ac}	S_{Ad} X_{Ad}	R_A
B	S_{Ba} X_{Ba}	S_{Bb} X_{Bb}	S_{Bc} X_{Bc}	S_{Bd} X_{Bd}	R_B
C	S_{Ca} X_{Ca}	S_{Cb} X_{Cb}	S_{Cc} X_{Cc}	S_{Cd} X_{Cd}	R_C
D	S_{Da} X_{Da}	S_{Db} X_{Db}	S_{Dc} X_{Dc}	S_{Dd} X_{Dd}	R_D
E	S_{Ea} X_{Ea}	S_{Eb} X_{Eb}	S_{Ec} X_{Ec}	S_{Ed} X_{Ed}	R_E
F	S_{Fa} X_{Fa}	S_{Fb} X_{Fb}	S_{Fc} X_{Fc}	S_{Fd} X_{Fd}	R_F
W_j	W_a	W_b	W_c	W_d	$\sum R_i = \sum W_i$

ტრანსპორტის სპეციალურ სახეობათა მართვის ავტომატიზებული ქვესისტემის ამოცანების დანერგვა სამთო მოპოვებელი და გამამდიდრებელ საწარმოებში მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს საწარმოს ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს. კერძოდ, სატვირთო ავტომობილების ოპტიმალური განაწილების ამოცანის დანერგვის შედეგად შემცირდება თვითმცლელების რეისების რაოდენობა, რის შედეგადაც დაიზოგება ავტომობილების საწვავი და გაიზარდება მანქანების ნაწილებისა და კვანძების მუშაობის ხანგრძლივობა.

ლიტერატურა

1. Журавлев Н.П., Маликов О.Б. Транспортно-грузовые системы. -М., Маршут, 2007, 368 с.
2. Федоров Л.С., Персланов В.А., Мухамединов Н.Б. Общий курс транспортно-логистики. учебник. -М., КноРус, 2011, 312 с.
3. ნ. იაშვილი. მადნის მოპოვებელი საწარმოების სამრეწველო ტრანსპორტის მართვის ავტომატიზებული სისტემა. აკად. ი. ფრანგიშვილის დაბადებიდან 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“. თბილისი, 2015, 3-5 ნოემბერი.
4. Беляев В.М. Организация автомобильных перевозок. -М., МАДИ, 2014.

SUMMARY

**AUTOMATED CONTROL COMPLEX FOR INDUSTRIAL MINING TRANSPORT
Makhashvili K.A., Goderdzishvili G.I., Iashvili N.G., Dolidze A.V. and Khartishvili M.P.
Georgian Technical University**

Besides traditional transport (automobile and railroad), at mine industry other kinds of transport such as aerial tramways, hydraulic and pneumatic pipelines as well as conveyor transport are employed. The article deals with the development of a complex of tasks for automated control of industrial transport of various kinds for mining plants. Primary attention is given to the specificity of accomplishment of the tasks of account and analysis, and calculation of work schedules of specific transport.

Keywords: industrial transport, mining industry, automated control system.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В НЕКОТОРЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Лоладзе Н.Т., Церодзе М.П., Габуния В.М., Пхаладзе Т.Б., Авалишвили З.А.

Грузинский технический университет

Зависимости процесса синтеза алмазов от природы исходного углеродного вещества посвящен ряд работ [1-3]. Установлено, что при синтезе алмаза в области его термодинамической устойчивости из разных углеродсодержащих исходных материалов выход алмазов колеблется весьма существенно, а иногда превращение вообще не происходит.

Выявлено, что лишь углеграфитовые материалы с хорошо сформированной кристаллической структурой, т.е с высокой степенью графитации γ_{002} , легко трансформируются в алмаз и характеризуются высокой степенью превращения α . Показателем совершенства кристаллической структуры углеродных материалов, как известно, принято считать их степень графитации, выраженную как

$$\gamma_{002} = \frac{3,44 - d_{002}}{3,44 - 3,354} \quad (1)$$

где d_{002} – межплоскостное расстояние углеродного материала по направлению (002); 3,354 – межплоскостное расстояние в совершенном природном графите; 3,344 – межплоскостное расстояние в совершенном природном графите [4].

Еще одним важным структурным параметром при характеристике углеродных и углеграфитовых материалов являются следующие величины – L_a диаметр и толщина (высота) L_c кристаллов (пакетов) графита.

Размеры гексагональных слоев определяются по формуле Селякова-Шерера

$$L = \frac{k\lambda}{\cos \theta \beta} \quad (2)$$

вдоль оси (L_c) и оси (L_a); L - размер кристаллита, А; λ - длина волны, равная 1,54 А; θ - угол отражения; β - полуширина линии в радианах, определяемая по середине максимума интенсивности; L_c - измеряется по полуширине линии (002); L_a - по полуширине нитей (100) или (110), k - фактор формы. При определении L_c $k=0,9$, при определении L_a $k=1,84$.

Наиболее разупорядоченные формы углерода с наиболее низкими значениями γ_{002} , (сажи, коксы и т.п.) вообще не способны превращаться в алмаз, несмотря на их повышенную активность по сравнению с хорошо структурированными графитами [5-8].

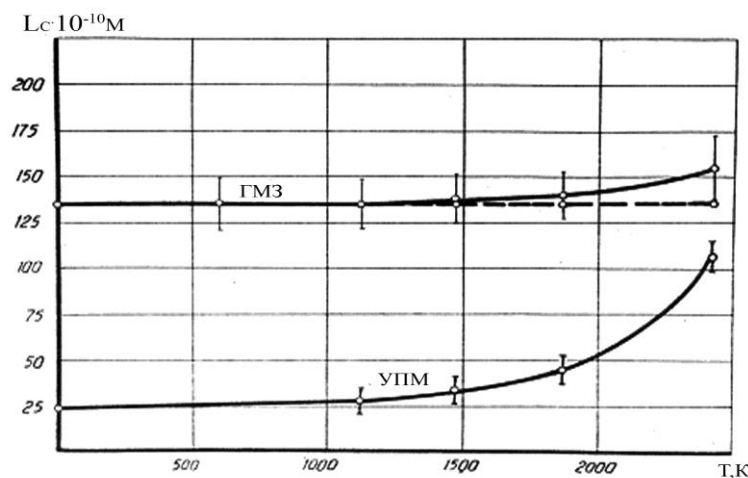
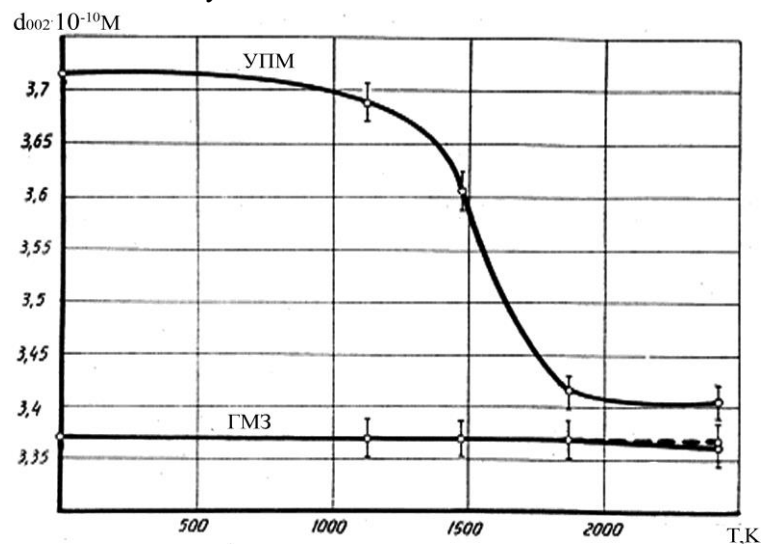
Для получения дополнительных сведений необходимых для понимания механизма алмазообразования, нами была поставлена задача изучить структурные и фазовые изменения в конкретном углеродном и углеграфитовом материале посредством различных режимов термообработки. Тем самым, используя одно и тоже углеродное сырье одной природы, можно было получить углеродные материалы с различной кристаллической структурой.

В дальнейшем выявление определенных закономерностей по поведению различных по структуре и степени графитации углеродных материалов в условиях каталитического синтеза алмазов дадут ценную информацию для лучшего понимания механизма алмазообразования в условиях высоких давлений (P) и температур (T).

В качестве исследуемого вещества был выбран углеродный материал, являющийся продуктом отхода процесса окислительного пиролиза метана (УПМ). УПМ относится к классу саж и представляет собой высокодисперсное кристаллографически (рентгено) аморфное вещество с турбостратной структурой.

Указанный углеродный материал подвергался термической обработке при температурах 1120, 1470, 1870 и 2470 К в течение 60 мин в вакууме. Термической обработке в вакууме подвергался также углеграфитовый материал марки ГМЗ при тех же температурах в течение 15 мин и 60 мин. Данные примесного состава термообработанных углеродных материалов показывают, что термическая обработка материалов не оказывает существенного влияния на их химический состав. Общее содержание металлических примесей до и после термообработки остается на одном уровне и составляет не более 0,5 мас%. Незначительные изменения концентрации Al, B, Si, Sn, Ca, Fe при высокотемпературной обработке ($T > 1870$ К) для графита ГМЗ, а также УПМ-1870 и УПМ-2470, по всей вероятности, не могут оказать заметного влияния на процесс кристаллизации алмаза из указанных материалов. На основании проведенных электроннографических исследований углеродного материала УПМ ($X \cdot 200000$) установлено, что по мере возрастания температуры обработки наблюдается увеличение среднеарифметического размера элементарных частиц (зерен) от 35-40 нм (до обработки) до 55-60 нм при температуре обработки 2470 К. Форма частиц не претерпевает заметных изменений и остается характерной для сажистых образований (сфероидальная).

На рисунке представлены результаты рентгеноструктурного анализа указанных материалов. В процессе термической обработки по мере повышения температуры совершенствуется кристаллическая структура углеродного материала УПМ: уменьшается межслоевое расстояние, растет размер пакетов углеродных слоев, протекает взаимная ориентация слоев. Так, межплоскостное расстояние d_{002} для данных образцов уменьшается от 3,715 до 3,405 А, а толщина пакетов увеличивается от 20-25 до 100-110 А.



Изменение межплоскостного расстояния d_{002} (а) и размеров кристаллов L_c (б) углеродных материалов ГМЗ-ОСЧ и УПМ в результате термообработки
 - - - при выдержке 900 с и — при выдержке 3600 с.

На рентгенограммах отсутствуют отражения типа (101), (102) и (112), которые являются признаком трехмерной упорядоченности материала. Вплоть до температур 2470К УПМ остается турбостратным, однако, за счет упорядочения увеличились размеры его слоевых образований, свидетельством чего является уменьшение полуширины линий отражения (002) и (110). Показатель степени графитации γ_{002} , вычисленный по формуле (1), у этих материалов увеличился от 0 до 0,45.

Наиболее существенные изменения межплоскостного расстояния d_{002} наблюдаются в температурном интервале 1470-1870 К. При дальнейшем увеличении Т обработки до 2470 К значение расстояния d_{002} остается практически на одном уровне и составляет 3,405 А. В этом же температурном интервале наблюдается наиболее заметное увеличение толщины пакетов (кристаллов) Lc. Толщина углеродных слоев в температурном интервале 1870-2470 К увеличивается в 2-2,5 раза от 4-5 нм до 10-11 нм, что является характерным для предкристаллизационного периода графитации углеродных материалов.

Было установлено, что в отличие от УПМ термообработка не оказывает заметного влияния на структуру углеграфитового материала ГМЗ ОСЧ. Как известно, углеродный материал ГМЗ представляет собой искусственный графит со степенью графитации $\gamma_{002}= 0,7$ Термообработка указанного материала при времени выдержки 15 мин. не оказывает влияния на межплоскостное расстояние d_{002} а также на размеры кристаллов Lc, которые остаются практически неизменными. Не протекает дальнейшая графитация и совершенствование структуры материала и при более длительных выдержках при температурах 1120-1870 К. При увеличении температуры обработки с 1870 до 2470 К наблюдается некоторая тенденция возрастания размеров кристаллитов по направлению (002) с 13 нм до 16 нм, при этом величина d_{002} остается практически неизменной (рисунок а и б).

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.Е. Штернберг., С.В. Богданова., В.И. Слесарев. Влияние высокого давления на структуру некоторых углеродных материалов. //Изв.АН СССР, серия Неорганические материалы, 1977, т.13, №8, сс. 1424-1428.
2. R.H. Wentorf. The Behavior of some Carbonaceous Materials at Very High Pressures and High Temperatures. //Carbonaceous Materials at High Pressures and Temperatures, 1965, Vol. 9, No. 9, pp. 3063-3069.
3. A.Tsuzuki, S. Hirano, S. Naka. Influencing factors for diamond formation from several starting carbons. //J.Mater. Sci., 1985, 20,6, pp.2260-2264.
4. M. Inagaki, S. Naka. Crystallite orientation in polycrystalline graphites made from glass-like carbons under high pressure. //J. Mater. Sci., 1975, 10, 5, pp.814-818.
5. Н.Т. Лоладзе. Алмазы и другие углеродные материалы. Монография. – Тбилиси, Технический Университет, 2009, 330с.
6. J.Y. Choi, K.Y. Eun, S.J. Kang. Effect of carbon crystallinity on the nucleation and growth of diamond under high pressure and high temperature. //Diamond Relat. Mater, 1998, 7(8), pp.1196-1200.
7. A.L. Skury, G.S. Bobrovnichii, S.N. Monteiro. Effect of the graphite perfection on the HP-HT diamond synthesis in a Ni-Mn-C system. //Diamond Relat. Mater., 2004, 13, pp.1725-1730. .
8. A.L. Skury, G.S. Babrovnichii, S.N. Monteiro. Influence of the graphitization process on the synthesis of diamonds from a C-Ni-Mn system. //J. Super hard Mater., 2001, 5, pp.3-8.

SUMMARY

INVESTIGATION OF STRUCTURAL TRANSFORMATIONS IN SOME CARBON MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES

Loladze N.T., Tserodze M.P., Gabunia V.M., Pkhaladze T.B. and Avalishvili Z.A.

Georgian Technical University

Changes in the structure of carbon materials - carbon black and graphite of the GMZ grade after heat treatment over the temperature range 1120-2200K were studied. The changes in the d_{002} degree of graphitization of γ_{002} and the sizes of the crystallites L_a and L_c were determined as a function of the processing temperature of the materials under study.

Keywords: carbon materials, structural transformation, graphitization, high temperature.

ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს ვაშლოვანი-ყვიბისის
უბნის მარაგების შეფასება

კოროშინაძე თ.ო.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ბორჯომის მინერალური წყლები უძველესი დროიდან არის ცნობილი. 1912-1913 წწ. ინჟინერ პ. კონშინის მიერ ბორჯომის წყაროების კაპტაჟების მშენებლობის დროს აღმოჩენილი იქნა უძველესი ქვის აბაზანების ნაშთები, რომლებიც მისი შეხედულებით ჩვენს წელთაღრიცხვამდე I საუკუნეს მიეკუთვნება. მათგან აზრს იზიარებდნენ არქეოლოგი, პროფესორი გიორგი ნიორაძე, ბორჯომის მამულის მმართველი პ. ვინოგრადოვი-ნიკიტინი და აკადემიკოსი ივანე ჯავახიშვილი [1].

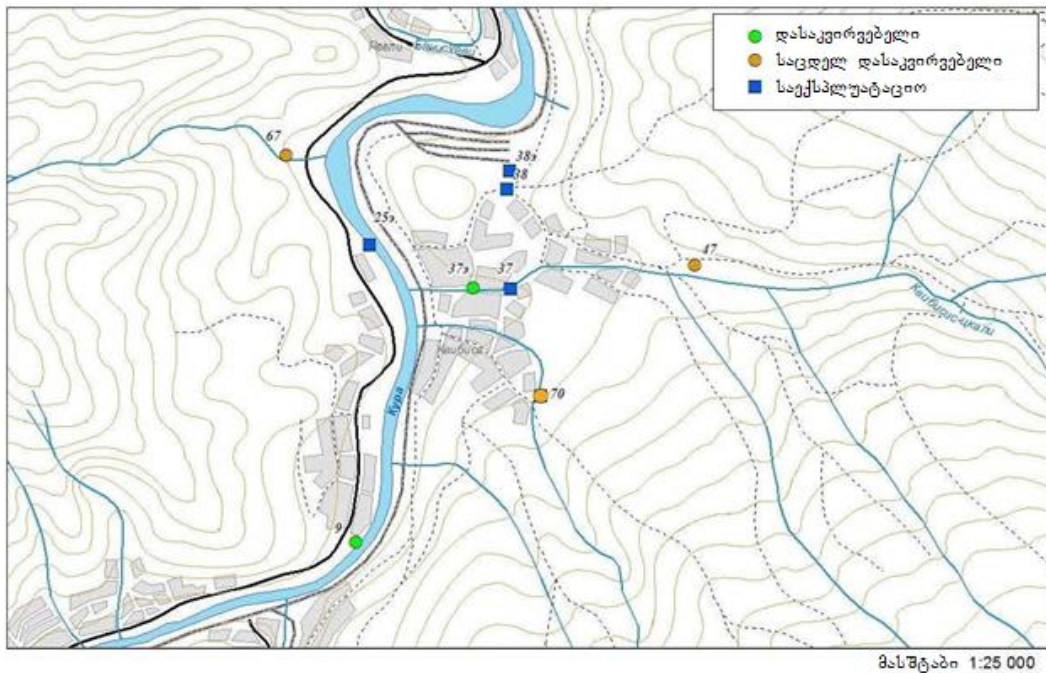
გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ბორჯომის მინერალური წყლები დავიწყებას მიეცა, რაც საქართველოს ამ რეგიონზე მტრის ხშირი თავდასხმებით იყო განპირობებული. XIX საუკუნის დასაწყისში ბორჯომის მინერალური წყლები კვლავ ყურადღების ცენტრში მოექცა და აქედან იწყება მისი შესწავლისა და ათვისების ახალი ეტაპი. ამ დროიდან მოყოლებული ბორჯომის პოპულარობა სულ უფრო და უფრო იზრდებოდა და დღეს მას მსოფლიოს 40-ზე მეტ ქვეყანაში იცნობენ.

ბუნებრივია, ბოლო პერიოდში საკითხი ბორჯომის მინერალური წყლის საექსპლუატაციო რესურსების რაოდენობის შესახებ ფრიად აქტუალური გახდა და მის შესწავლასა და შეფასებას უდიდესი ყურადღება ექცევა.

2014 წელს წელს ლიცენზიის მფლობელი კომპანიის - „აიდიეს ბორჯომი საქართველოს“ მიერ შემუშავებული იქნა სამუშაოთა პროგრამა ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს კომპლექსური შესწავლისა და მისი საექსპლუატაციო მარაგების გადათვლის მიზნით. პროგრამის შესასრულებლად მოწვეული იქნა რუსული კომპანია „ჰიდეკი“ და მისი განხორციელება 2015-2018 წწ. დაიგეგმა.

პროგრამით გათვალისწინებული იყო: საფონდო და ლიტერატურული მასალის ანალიზი; ჭაბურღილების აღჭურვა დებიტის, ტემპერატურის, წნევის/დონის მზომი ავტომატური ხელსაწყოებით; ჭაბურღილებში კომპლექსური გეოფიზიკური გამოკვლევების, მათ შორის ვიდეო კაროტაჟის ჩატარება; საბადოს ტერიტორიის სამივე უბნის აკვატორული ჰიდროგეოლოგიური აგებმვა; ჭაბურღილებიდან მოკლე და საშუალო ვადიანი საცდელ-ფილტრაციული გამოშვებებისა და ამოტუმბვების ჩატარება; შერჩეული ჭაბურღილებიდან საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებებისა და ამოტუმბვების ჩატარება ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში; საექსპლუატაციო მარაგების გადათვლა და მათი დამტკიცება მარაგების სახელმწიფო კომისიაზე;

ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე ბურღვითი სამუშაოები 1958 წელს დაიწყო, როდესაც მტკვრის მარცხენა ნაპირზე გაიბურღა №9 ჭაბურღილი. სულ უბანზე 1958-1979 წწ. გაყვანილი იქნა 12 ღრმა (1 500 მ-მდე სიღრის) ჭაბურღილი (ნახ. 1). დღევანდელი მდგომარეობით უბანზე ფუნქციონირებს 9 ჭაბურღილი, მათგან ხუთი საექსპლუატაციო (№№25-ე, 37, 38, 38-ე), და ორი დასაკვირვებელი (№№9, 37-ე) და სამი საცდელ-დასაკვირვებელი №№ 47,67,70). სამი ჭაბურღილი ლიკვიდირებულია.



ნახ. 1. ჭაბურღილების განლაგების სქემა ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე

ცხრილი 1-ში მოცემულია ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნის ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმის დახასიათება, გამოყოფილია სამი ძირითადი ეტაპი, რომელიც მოიცავს 1960-2015 წწ. პერიოდს, დაანგარიშებულია მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური წყალაღებები. აღწერილია თითოეული ეტაპისათვის ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმი.

ცხრილი 1. ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნის ჰიდროგეოლოგიური რეჟიმის ეტაპები 1960-1979 წწ.

№	პერიოდი	წყალაღება მ ³ /დღ.დ.		ეტაპის დახასიათება
		საშ.	მინ.	
1.	1960-1979	საშ.	740	ჭაბურღილების ბურღვა მაღალი პირველ დაწყებითი დებიტებით და წნევებით. წყალაღების მნიშვნელოვანი მერყეობა, დებიტებისა და დონეების ვარდნა, ზოგიერთ ჭაბურღელში თვით დენის შეწყვეტა
		მინ.	385	
		მაქს.	1530	
2.	1980-1992	საშ.	400	დებიტების თანდათანობითი კლება მაქსიმუმიდან მინიმუმამდე. საექსპლუატაციო ბურღილების რაოდენობის შემცირება. დონეების სტაბილიზაცია.
		მინ.	355	
		მაქს.	440	
3.	1993-2015	საშ.	250	საშუალო წლიური წყალაღების მცირედი ცვლილებები. დონეების სტაბილიზაცია.
		მინ.	160	
		მაქს.	285	

ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე საექსპლუატაციო მარაგები დამტკიცებული იქნა ოთხჯერ 1963, 1968, 1983 და 2006 წწ. აქედან პირველი სამი საბჭოთა კავშირის, ხოლო 2006 წელს საქართველოს მარაგების სახელმწიფო კომისიის მიერ [2,3].

1963 და 1968 წწ. ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე მარაგები დამტკიცებული იქნა მარაგების გაზრდილი ოდენობებით (შესაბამისად 1326 მ³ და 750 მ³ დღე/დამეში), ვინაიდან მონაცემები ეყრდნობოდა ჯამური დებიტების მონაცემების ექსტრაპოლაციას განუსაზღვრელი წნევიანი ფენისათვის, რაც არ შეესაბამება საბადოს რეალურ გეოლოგიურ-ჰიდროგეოლოგიურ პირობებს და რამაც გამოიწვია მარაგების გადამეტებული შეფასება.

1983 წლის შემდგომ პერიოდში მარაგების ანგარიშის ავტორების მიერ შეიცვალა მიდგომა, მარაგების გადათვლა ხდებოდა ჰიდრაულიკური მეთოდით შემოსაზღვრული ფენისათვის და საბოლოოდ მიღებული მონაცემები შეესაბამებოდა უბანზე არსებულ რეალურ სურათს. დამტკიცებული მარაგების რეალობა დადასტურებული იქნა უბანზე 1983-20017 წლებში რეჟიმული მონიტორინგით მიღებული შედეგების ანალიზით.

დღევანდელი მდგომარებით ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნის დამტკიცებული საექსპლუატაციო მარაგები დღე/დამეში 300,3 მ³ შეადგენს.

2015 წლიდან დღემდე მიმდინარე პროგრამის ფარგლებში ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე ჩატარდა შემდეგი სამუშაოები:

- ჰიდროგეოლოგიური, ქიმიური და გაზური აგეგმვა.
- ყველა ჭაბურღილის კომპლექსური გეოფიზიკური გამოკვლევა 400 მეტრ სიღრმემდე, მათ შორის ვიდეოკარტაჟი [4]. აღსანიშნავია, რომ ვიდეოკარტაჟის მეთოდით ბურღილების შესწავლა საქართველოში პირველად ბორჯომის მინერალური წყლების საბადოზე ჩატარდა.
- ყველა ჭაბურღილი აღიჭურვა დონის/წნევის მზომი სიღრმეული და ზედაპირული ზონდით, დებიტის, ტემპერატურისა და მშრალი ნაშთის მზომი ავტომატური ხელსაწყოებით.
- საშუალო და მოკლევადიანი საცდელ-ფილტრაციული გამოშვებები და ამოტუმბვები, რის შედეგადაც განისაზღვრა ჭაბურღილების ხვედრითი დებიტები [5].

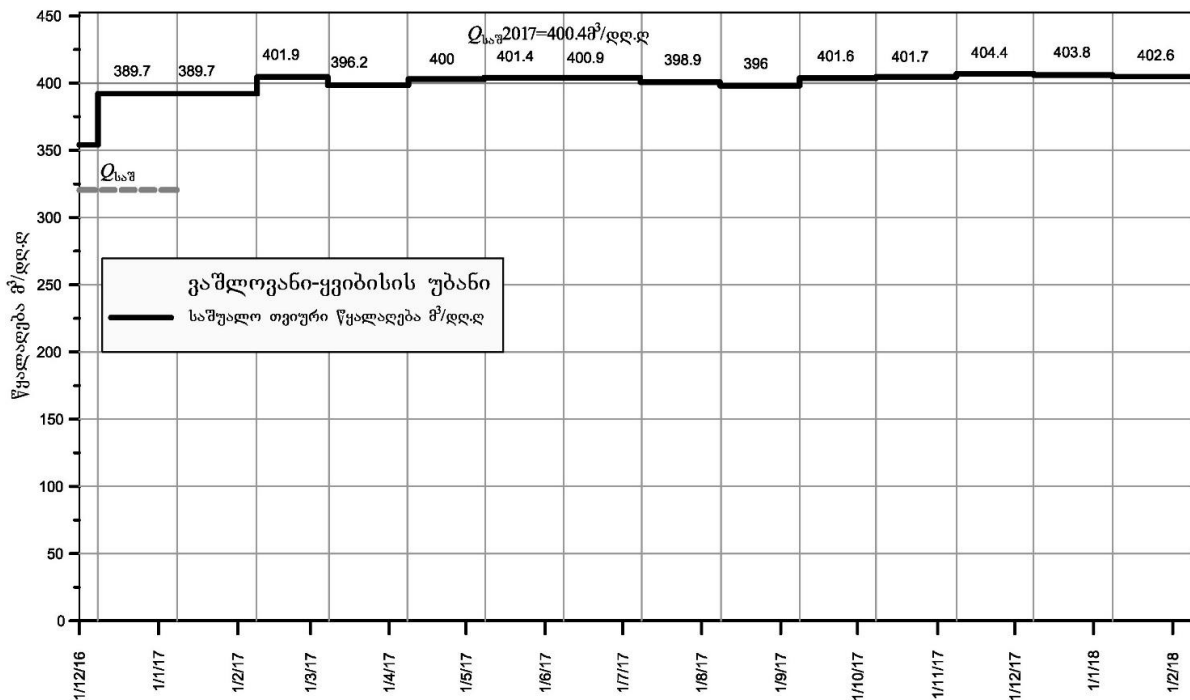
ჩატარებული სამუშაოს ანალიზის საფუძველზე თითოეული ჭაბურღილისათვის შეირჩა საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებების და ამოტუმბვების რეჟიმები და განისაზღვრა მათი ხანგრძლივობა (ცხრ. 2).

ცხრილი2. ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნის ჭაბურღილების დამტკიცებული მარაგები და საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებები და ამოტუმბვები 2016-2018 წწ.

№	ჭაბ. №	დამტკიცებული მარაგები, მ ³ /დღ.დ.	საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებები/ამოტუმბვები, მ ³ /დღ.დ.
1	25	120	120
2	37	30	30
3	38 ე	95	95
4	38	35,3	35,3
5	70	20	20
6	47	-	80
7	70	-	20
სულ		300,3	400,3

ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე ჩატარებული სამუშაოების შედეგად შესაძლებელი გახდა საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებების ერთდროული ჩატარება 7 ჭაბურღილიდან დღე/დამეში ჯამური 400 კუბური მეტრის რაოდენობით, რომელიც დაიწყო 2016 წლის 1 დეკემბერს და მეთექვსმეტე თვეა გრძელდება (ნახ. 2). აღსანიშნავია, რომ ამ დროის განმავლობაში გამოშვებული მინერალური წყალი ხასიათდება სტაბილური ქიმიური შემადგენლობით, უცვლელია წყლის ტემპერატურა. წყლის

დონეების ვარდნა ჭაბურღილებში შენელებულია და გაცილებით მცირეა, ვიდრე საწყის ეტაპზე.



ნახ. 2. ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნის ჯამური გამოშვებები 2016-2018 წწ.

ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე 2015 წლიდან დღემდე ჩატარებული სამუშაოების ანალიზის შედეგად შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

- ბორჯომის მინერალური წყლის საბადო სამი დამოუკიდებელი უბნის – ღიკანის, ცენტრალური და ვაშლოვანი-ყვიბისის უბნებისაგან შედგება. რეჟიმული დაკვირვების მასალების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამ უბნების ჭაბურღილებს შორის ჰიდრავლიკური კავშირი არ შეინიშნება.

- 2015-2016 წწ. ბორჯომის საბადოს ვაშლოვანი ყვიბისის უბანზე სრული მოცულობით ჩატარდა დაგეგმილი კომპლექსური სამეცნიერო, კვლევითი და აგეგმვითი სამუშაოები.

- სამუშაოების შედეგად დაზუსტდა და შეფასდა ცალკეული ბურღილების პარამეტრები: ლულის მდგომარეობა, ხვედრითი დებიტი, დონის დაწვევა.

- თითოეულ ჭაბურღილზე ჩატარებული განისაზღვრა საცდელ-საექსპლუატაციო რეჟიმების პარამეტრები, კერძოდ ცალკეული ჭაბურღილების დებიტები და გამოშვება/ამოტუმბვის ვადები.

- უბნის 7 ჭაბურღილზე თექვსმეტი თვის განმავლობაში მიმდინარეობს საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებები და ამოტუმბვები დღე/ღამეში საშუალოდ 400 კუბ. მეტრის ოდენობით. ამ პერიოდის განმავლობაში სტაბილურია ცალკეული ჭაბურღილების მინერალური წყლის დებიტი, ტემპერატურა და ქიმიური შემადგენლობა, შეიმჩნევა დონეების სტაბილიზაცია საწყის მაჩვენებლებთან მიმართებაში.

- საცდელ-საექსპლუატაციო გამოშვებებისა და ამოტუმბვების შედეგად მიღებული დებიტი – 400 მ³/დღე/ღამეში შესაძლებელია მიღებული იქნას როგორც საანგარიშო.

- ჩატარებული სამუშაოების შედეგად დადასტურდა ვაშლოვანი-ყვიბისის უბანზე ბორჯომის მინერალური წყლის საექსპლუატაციო მარაგების გაზრდის შესაძლებლობა დღე/ღამეში მინიმუმ 100 მ³-ის რაოდენობით.

ლიტერატურა

1. Виноградов-Никитин П.З. Обнаружение в Боржоми старых ванн. -Тбилиси, 1925.
2. Гогитидзе И.К., Вартанян Г.С., Харатишвили Л. А. и др. Отчет по детальной разветке Боржомского месторождения углекислых минеральных вод с переоценкой эксплуатационных запасов за 1979-1982 г.г. (по состоянию на 01.10.1982 г.). ТГФ, 1982.
3. მიგინეიშვილი ბ., ხარტიშვილი ლ., გაბუნავა ჯ., ჩხაიძე დ. და სხვა. ანგარიში ბორჯომის მინერალური წყლის საბადოს საექსპლუატაციო მარაგების გადათვლის შესახებ, 2006 წლის 01 მარტის მდგომარეობით. სს „ბორჯომმინწყლები“ ფონდები.
4. Б. В. Боревски, С. З. Козак. «Оценка технического состояния эксплуатационных наблюдательных скважин методами скважинной геофизики (ГИС) на месторождении минеральных вод «Боржоми». -Москва, 2016, სს “ბორჯომმინწყლები” ფონდები.
5. Б.В. Боревски, М.Ю. Каплан и др. Результаты краткосрочных опытных откачек (выпусков) и начального этапа среднесрочных опытных работ на боржомском месторождении минеральных вод. Москва, 2015, სს “ბორჯომმინწყლები” ფონდები.

SUMMARY

ASSESSMENT OF THE RESOURCES OF THE VASHLOVANI-QUIBISI SITE OF THE BORJOMI MINERAL WATER DEPOSIT

Koroshinadze T.O.

Georgian Technical University

The study of the unique Borjomi mineral water started in the 30-ies of the XIX century. During the past period, the popularity of the Borjomi mineral water has been growing day after day and nowadays it is presented in more than 40 countries worldwide. The Borjomi mineral water deposit includes three independent sites. Those are: Likani, Central and Vashlovani-Quibisi. The study of the deposit regime confirms that these sites are independent from each other. The paper describes the history of the discovery of the Borjomi mineral water in the Vashlovani-Quibisi site and its subsequent development. The basic stages of studying the useful resources of the site, the current state and growth potential are characterized.

Keywords: mineral water, deposit, resources, assessment.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მდებარე სტიქიური
ნაბავსაყრელების ბავშვების შეფასება ეკოსისტემაში

ბუაჩიძე ნ.ს., ჩიკვილაძე ხ.ნ., გურგულიანი ი.ნ., შუბლაძე ე.შ., კუჭავა გ.პ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შესავალი

საქართველოში სამწუხაროდ მრავლადაა სტიქიური (არაკონტროლირებადი) ნაგავსაყრელები. მათ ხშირად ვხვდებით ხევებში მდინარეების პირას, საძოვრებთან და დასახლებულ ტერიტორიებთან. აქედან გამომდინარე რასაკვირველია საინტერესოა რამდენად ახდენენ ისინი უარყოფით ზეგავლენებს მიმდებარე ტერიტორიებზე და რამდენად შეიძლება აღმოჩნდნენ ისინი საშიშნი ადამიანების ჯანმრთელობასთან მიმართებაში. აღნიშვნის ღირსია ის ფაქტიც, რომ ამ ტიპის ნაგავსაყრელებზე დიდი ალბათობით შეიძლება მოხვდეს მავნე ნივთიერებები, იქედან გამომდინარე, რომ ჩვენს ქვეყანაში არ არსებობს სახიფათო ნარჩენების ნაგავსაყრელები. ყოველივეს ამას კიდევ ემატება ის რომ, საქართველოში, განსაკუთრებით კი რეგიონებში, ადგილობრივი თვითმმართველობის წარმომადგენლები ვერ აკმაყოფილებენ და შესაბამისად ვერ აწვდიან საჭირო ინვენტარს მოსახლეობას, რაც ასევე ზრდის სტიქიური ნაგავსაყრელების არსებობას მოცემულ ტერიტორიებზე.

ლაბორატორიულ პირობებში, საანალიზო ნიმუშებში, თანამედროვე მეთოდებისა (ISO მეთოდები) და ტექნიკის გამოყენებით ჩვენს მიერ განსაზღვრულია ის დამაბინძურებელი ინგრედიენტები, რომლებითაც ამ ტიპის ნაგავსაყრელების უშუალო ზეგავლენის შედეგად გარემოს ეკოსისტემები ხშირად ბინძურდება. შესაბამისად საანალიზო ნიმუშებში განსაზღვრულია ზოგიერთი ძირითადი იონი (HCO_3^- , SO_4^{2-}), ბიოგენური ელემენტების ზოგიერთი ფორმა (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}), მძიმე ლითონები (Cu, Zn, Pb, Cd, As, Hg). პარალელურად, იგივე საანალიზო ნიმუშებში, მიკრობიოლოგიურ ანალიზის პირობებში, ნაგავსაყრელების მიმდებარე ტერიტორიების სანიტარული მდგომარეობის შეფასების თვალსაზრისით, განსაზღვრულია ისეთი აქტიური ბაქტერიები როგორებიცაა - ტოტალური კოლიფორმები, ფეკალური სტრეპტოკოკები, ეშერიხია კოლი (*E-coli*). საველე პირობებში (თუ კი ნაგავსაყრელი იქნებოდა განლაგებული მდინარის პირას), გადასატანი პორტატული აპარატის მეშვეობით, გაზომილ იქნა წყლის ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლები (pH, ტემპერატურა, ელექტროგამტარობა, წყალში გახსნილი ჟანგბადი, მარილიანობა). ასე რომ, ჩვენი კვლევის ობიექტები (სტიქიური ნაგავსაყრელების მიმდებარე ტერიტორიები) შესწავლილ იქნა კომპლექსურად – როგორც ჰიდროქიმიური, ისე ფიზიკურ-ქიმიური და მიკრობიოლოგიური თვალსაზრისით [1-5].

ძირითადი ნაწილი

მიმდებარე ტერიტორიების დაბინძურების პროცესში ნაგავსაყრელების როლის და მნიშვნელობის სწორად შესაფასებლად, შერჩეული იყო საკვლევი ობიექტები კახეთის, შიდა ქართლის, სამცხე-ჯავახეთის, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონებში, რომლებმაც ფონის როლი შეასრულეს და რომლებიც შედარებულია დანარჩენი საკვლევი წერტილების შედეგებთან. ჩატარებული კვლევების მეტი სიზუსტობის დაცვის თვალსაზრისით, მიღებულ მონაცემები, ასევე შედარებულია განსაზღვრული კომპონენტების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზდკ) და მათ საორიენტაციო დასაშვებ კონცენტრაციებსაც (სდკ).

კახეთის რეგიონში საანალიზო ნიმუშები აღებული იქნა, სოფ. ნუკრიანში, სოფ. ზემო მაღაროში და ქ. თელავში. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 1-ში და გრაფიკებზე 1-3.



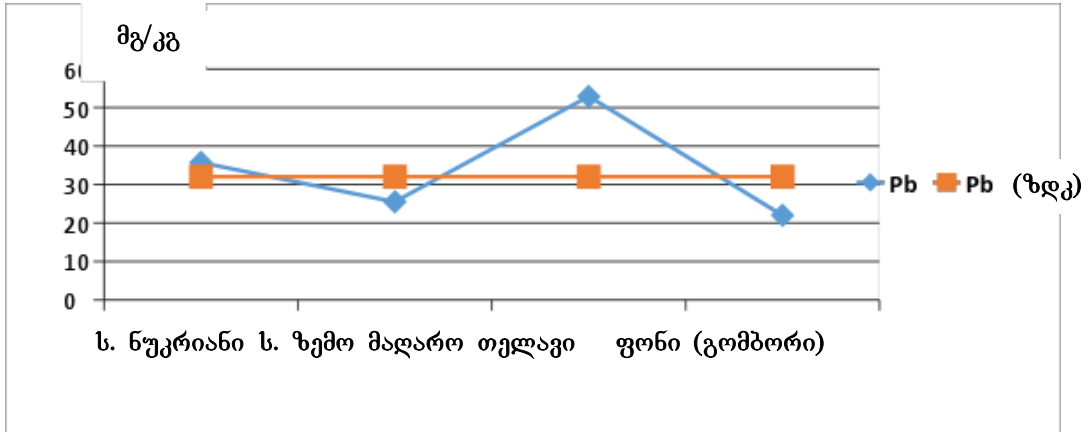
ნაგავსაყრელები



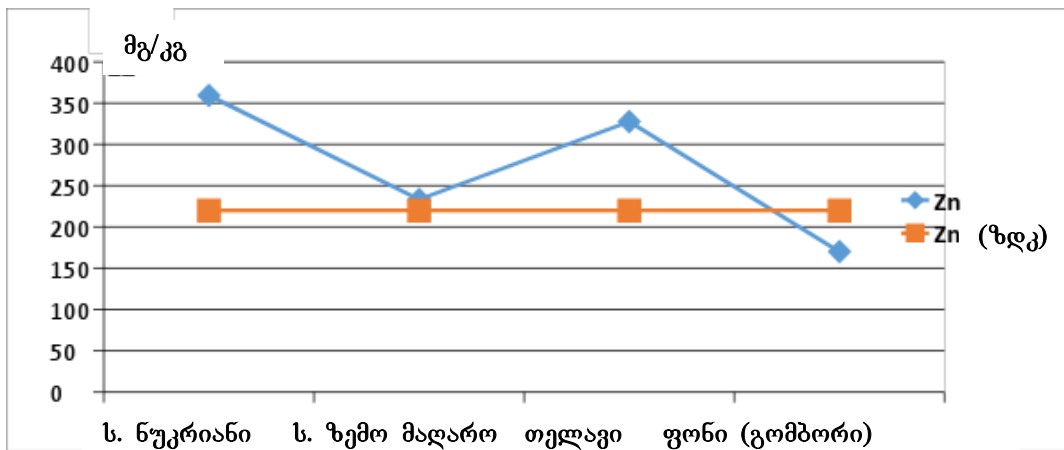
სინჯის აღება

ცხრილი 1. კახეთის რეგიონის ზოგიერთი ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგის სინჯებში მძიმე ლითონების შემცველობები

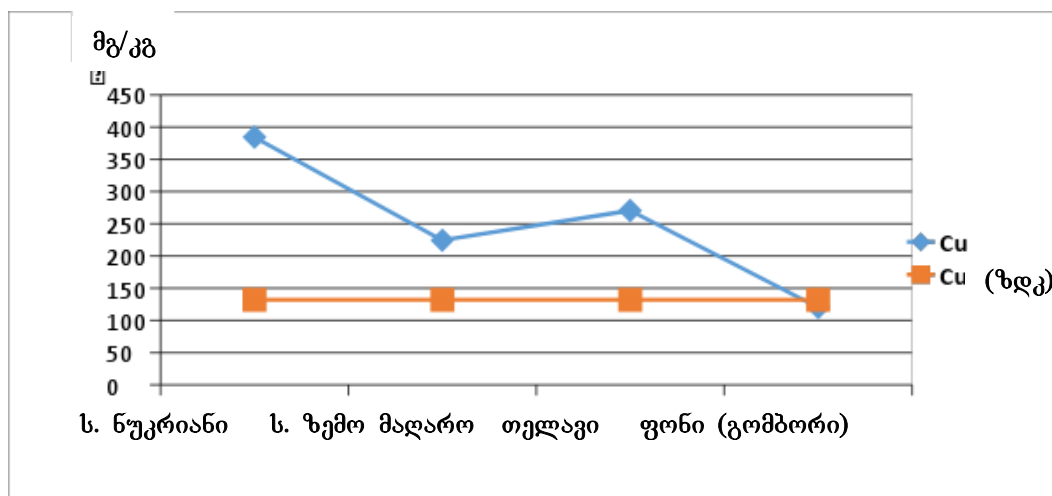
პუნქტი	სინჯის №	თარიღი	Pb	Cd	Zn	Cu	Hg
გომბორი, ფონი	526	25-28.02.2017	22,26	N.D.	170,00	120,30	N.D.
სიღნაღის რაიონი, სოფ. ნუკრიანი	527		35,65	N.D.	359,38	384,35	N.D.
სიღნაღის რაიონი, სოფ. ზემო მაღარო	528		25,34	N.D.	233,41	324,47	N.D.
თელავი	529		52,86	N.D.	327,69	70,47	N.D.
ზღკ			32	2			
სდკ					220	132	



გრაფიკი 1. კახეთის რეგიონის სტიქიური ნაგავსაყრელის ზოგიერთ ნიმუშში (ნიადაგი) ტყვიის შემცველობები



გრაფიკი 2. კახეთის რეგიონის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ზოგიერთ ნიმუშში თუთიის შემცველობები



გრაფიკი 3. კახეთის რეგიონის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ზოგიერთ ნიმუშში სპილენძის შემცველობები

როგორც ცხრ.1- მონაცემებიდან და გრაფ. 1-3-დან ჩანს არცერთ ნიმუშში არ აღმოჩნდა ისეთი კანცეროგენული კომპონენტები როგორებიცაა Cd და Hg. რაც შეეხება Cu, Zn და Pb-ს, მათმა კონცენტრაციებმა ნიმუშებში, ძირითადად, გადააჭარბა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს. მაგალითად სოფ. ნუკრიანში სპილენძისა და თუთიის კონცენტრაციებმა ნორმატივებს გადააჭარბეს თითქმის 3-ჯერ, ხოლო ტყვიის შემცველობა თელავის ნიმუშში აღმოჩნდა 1,7 ზღკ-ს ტოლი. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ყველა მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებულ ნიმუშებში მძიმე ლითონების შემცველობები აღემატება ფონური წერტილებიდან აღებულ ნიმუშების შემცველობებს, რაც იმას მიანიშნებს, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელები იღებენ მონაწილეობას და ახდენენ გარკვეულ ზეგავლენას მიმდებარე ტერიტორიების დაბინძურების პროცესებზე.

შიდა ქართლში სინჯები აღებულ იქნა მუხრანში მდ. ქსნის პირას მდებარე სტიქიური ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიაზე. ნიადაგის ნიმუშებში ზოგიერთი მძიმე ლითონის შემცველობები მოცემულია ცხრ. 2-ში, ხოლო ცხრ. 3-4-ში კი მდ. ქსნის პიდროქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები.

ცხრილი 2. შიდა ქართლის რეგიონის ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგის სინჯში მძიმე ლითონების შემცველობები

პუნქტი	სინჯის №	თარიღი	Pb	Cd	Zn	Cu	Hg
მუხრანი	511	17.05.2017	137,66	N.D.	375,88	256.31	N.D.
ზღკ			32	2			
სღკ					220	132	

ცხრილი 3. მდ. ქსნის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები ნაგავსაყრელის სიახლოვეს (მუხრანი)

№	ინგრედიენტი	ერთეული	მიღებული შედეგები	ზღკ	გამოყენებული მეთოდები
1	ამონიუმი	მგN/ლ	0,685	0,39	ISO 7150-1:2010
2	ნიტრიტები	მგN/ლ	0,015	1,0	ISO 10304-1:2007
3	ნიტრატები	მგN/ლ	0,177	10,0	
4	ფოსფატები	მგ/ლ	0,035	3,5	
5	სულფატები	მგ/ლ	9,199	500	
6	ქლორიდები	მგ/ლ	1,107	350	
7	ბრომი	მგ/ლ	0,108	0,2	
8	ფტორი	მგ/ლ	0,003		
9	E-coli	1 ლ-ში	450	5000	მემბრანული ფილტრაცია
10	ტოტალური კოლიფორმები	1 ლ-ში	1300		
11	ფეკალური სტრეპტოკოკები	1 ლ-ში	450		

როგორც ცხრ. 2-ის მონაცემებიდან ჩანს, ნიადაგის ნიმუშში ტყვიის შემცველობა არის 4 ზღკ, თუთიის 3 ზღკ, ხოლო სპილენძის კი 2 ზღკ. ყოველივე ეს მიუთითებს იმას, რომ მოცემული ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია დაბინძურებულია მძიმე ლითონებით (კადმიუმი და ვერცხლისწყალი ნიმუშებში კვლავ არ შეინიშნება) და შესაბამისად ამ შემთხვევაშიც მათი კონცენტრაციები აღემატება ფონური ნიმუშების შემცველობებს.

მდ. ქსნის წყლის ნიმუშები აღებულ იქნა როგორც ნაგავსაყრელთან ახლოს, ასევე მისგან 500 მეტრის მოშორებით (ფონი). მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრ. 3,4-ში. როგორც მონაცემებიდან ჩანს, მხოლოდ ერთი კომპონენტი (NH₄⁺) აღმოჩნდა ნორმატივზე მაღლა ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებულ ნიმუშში (2 ზღკ), რაც მიანიშნებს ნაგავსაყრელის მცირე გავლენას მდინარის წყლის ხარისხზე. მიკრობიოლოგიური ანალიზის მიხედვით კი შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მდ.

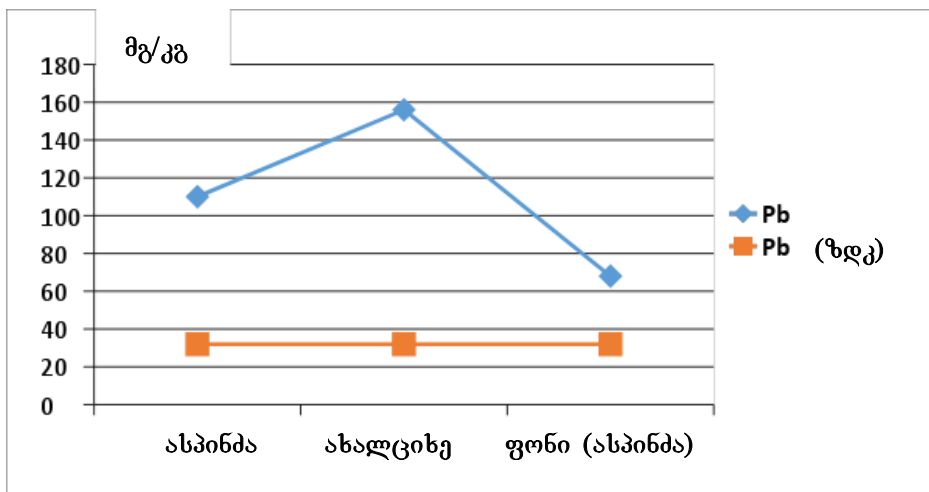
ქსანში მოცემულ ტერიტორიაზე ჯერჯერობით არ აღინიშნება ანტისანიტარიული მდგომარეობა.

ცხრილი 4. მდ. ქსნის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები ნაგავსაყრელიდან 500 მ-ში (მუხრანი)

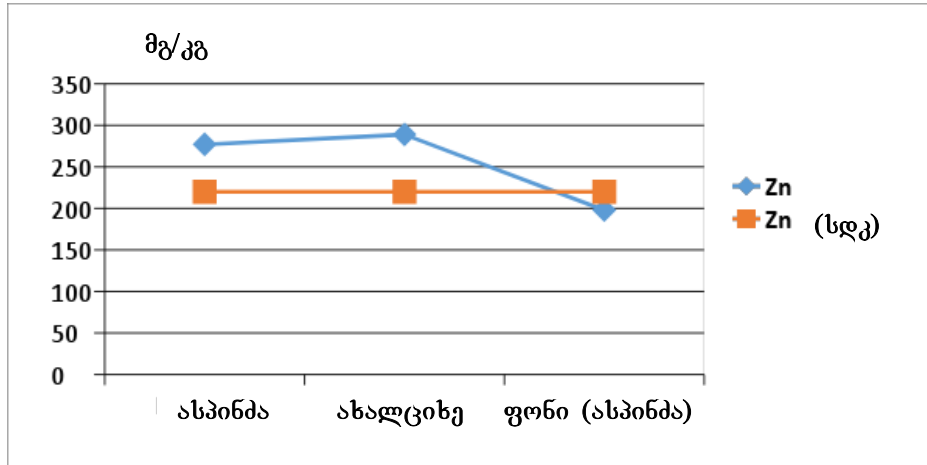
№	ინგრედიენტი	ერთეული	მიღებული შედეგები	ზღკ	გამოყენებული მეთოდები
1	ამონიუმი	მგN/ლ	0,352	0,39	ISO 7150-1:2010
2	ნიტრიტები	მგN/ლ	0,061	1,0	ISO 10304-1:2007
3	ნიტრატები	მგN/ლ	3,781	10,0	
4	ფოსფატები	მგ/ლ	0,436	3,5	
5	სულფატები	მგ/ლ	17,044	500	
6	ქლორიდები	მგ/ლ	7,316	350	
7	ბრომი	მგ/ლ	0,081	0,2	
8	ფტორი	მგ/ლ	0,103		
9	E-coli	ერთეული/ლ	არ აღმოჩნდა	5000	
10	ტოტალური კოლიფორმები	ერთეული/ლ	600		
11	ფეკალური სტრეპტოკოკები	ერთეული/ლ	არ აღმოჩნდა		

საანალიზო ნიმუშები აღებულ იქნა ასევე სამცხე-ჯავახეთში, სოფ. ასპინძაში (ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია) და ახალციხეში (მდ. ფოცხოვის მიმდებარე ტერიტორია). მიღებული შედეგები მოცემულია გრაფიკებზე 4-6.

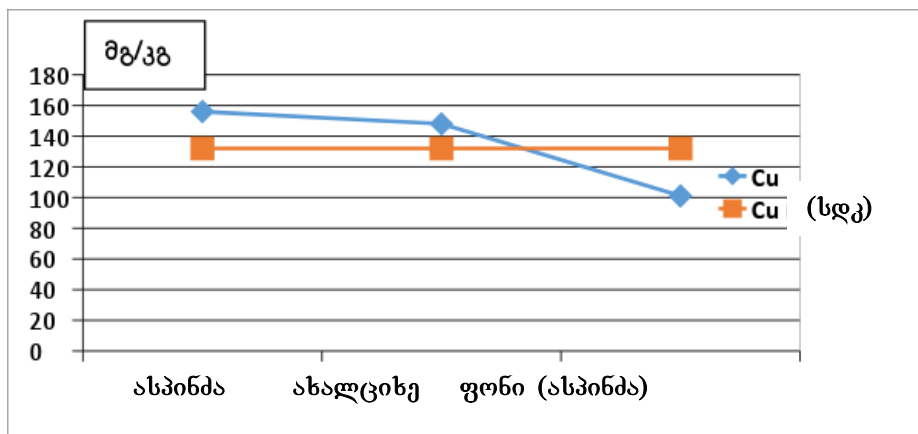
ამ შემთხვევაში თვალნათლივ ჩანს, რომ როგორც ასპინძის ასევე ახალციხის ნიადაგის ნიმუშებში დაფიქსირდა ტყვიის მაღალი კონცენტრაციები და შესაბამისად მათი შემცველობები უტოლდება 3 და 5 ზღკ-ს. ასევე უნდა ითქვას ისიც, რომ ტყვიის ეს კონცენტრაციები ორივე შემთხვევაში მეტია ფონური წერტილების კონცენტრაციებთან შედარებით (გრაფ. 4-6).



გრაფიკი 4. სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ზოგიერთ ნიმუშში ტყვიის შემცველობები



გრაფიკი 5. სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ზოგიერთ ნიმუშში თუთიის შემცველობები



გრაფიკი 6. სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ზოგიერთ ნიმუშში Pb-ის შემცველობა

მცხეთა-თიანეთის რეგიონში ჩატარებული ანალიზების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 5-8.

აღსანიშნავია, რომ თიანეთში განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია დაბინძურებული აღმოჩნდა როგორც ტყვიით, ასევე სპილენძით და თუთიითაც, მათი კონცენტრაციები აღემატება არა მარტო ზღკ-ებს, არამედ ფონურ მაჩვენებლებსაც. თუმცა საანალიზო ნიმუშებში არ აღმოჩნდა არც კადმიუმი და არც ვერცხლისწყალი (ცხრ. 5).

ცხრილი 5. თიანეთის ტერიტორიაზე მდებარე ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგის სინჯში მძიმე ლითონების შემცველობები

სინჯის აღების ადგილი	სინჯის აღების დრო	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
		მგ/კგ				
თიანეთი (ნაგავსაყრელი)		151	398	78	2,0	-
თიანეთი (ფონი)		134	242	53	<2,0	-

რაც შეეხება მდ. იორს, როგორც ვხედავთ მასზე ნაგავსაყრელის გავლენა არ აღინიშნება. როგორც ჰიდროქიმიური, ასევე მიკრობიოლოგიური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ძირითადი მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებშია. ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით კი შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მდინარეში რაიმე მნიშვნელოვან დაბინძურებას ან ჩაღვრებს მოცემულ პერიოდში ადგილი არ ჰქონია (გრაფ. 6-8).

ცხრილი 6. მდ.იორის წყლის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები ნაგავსაყრელის სიახლოვეს

№	ინგრედიენტი	ერთეული	მიღებული შედეგები	ზღკ	გამოყენებული მეთოდები
1	ამონიუმი	მგN/ლ	0,345	0,39	ISO 7150-1:2010
2	ნიტრიტები	მგN/ლ	0,022	1,0	ISO 10304-1:2007
3	ნიტრატები	მგN/ლ	0,147	10,0	
4	ფოსფატები	მგ/ლ	0,172	3,5	
5	სულფატები	მგ/ლ	22,18	500	
6	ქლორიდები	მგ/ლ	2,28	350	
7	ბრომი	მგ/ლ	0,099	0,2	
8	ფტორი	მგ/ლ	0,088		
9	E-coli	ერთეული/ლ-ში	1120	5000	
10	ტოტალური კოლიფორმები	ერთეული/ლ-ში	1200		
11	ფეკალური სტრეპტოკოკები	ერთეული/ლ-ში	250		

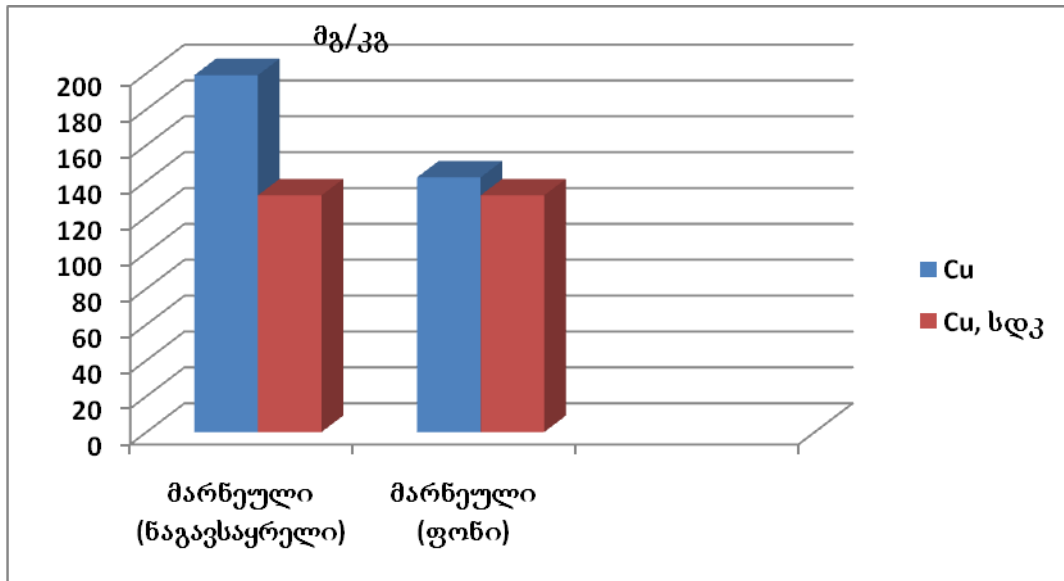
ცხრილი 7. მდ.იორის წყლის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები ნაგავსაყრელიდან 300 მ-ის მოშორებით

№	ინგრედიენტი	ერთეული	მიღებული შედეგები	ზღკ	გამოყენებული მეთოდები
1	ამონიუმი	მგN/ლ	0,310	0,39	ISO 7150-1:2010
2	ნიტრიტები	მგN/ლ	0,012	1,0	ISO 10304-1:2007
3	ნიტრატები	მგN/ლ	0,107	10,0	
4	ფოსფატები	მგ/ლ	0,139	3,5	
5	სულფატები	მგ/ლ	20,28	500	
6	ქლორიდები	მგ/ლ	2,23	350	
7	ბრომი	მგ/ლ	0,102	0,2	
8	ფტორი	მგ/ლ	0,094		
9	E-coli	ერთეული/ლ-ში	950	5000	
10	ტოტალური კოლიფორმები	ერთეული/ლ-ში	1000		
11	ფეკალური სტრეპტოკოკები	ერთეული/ლ-ში	200		

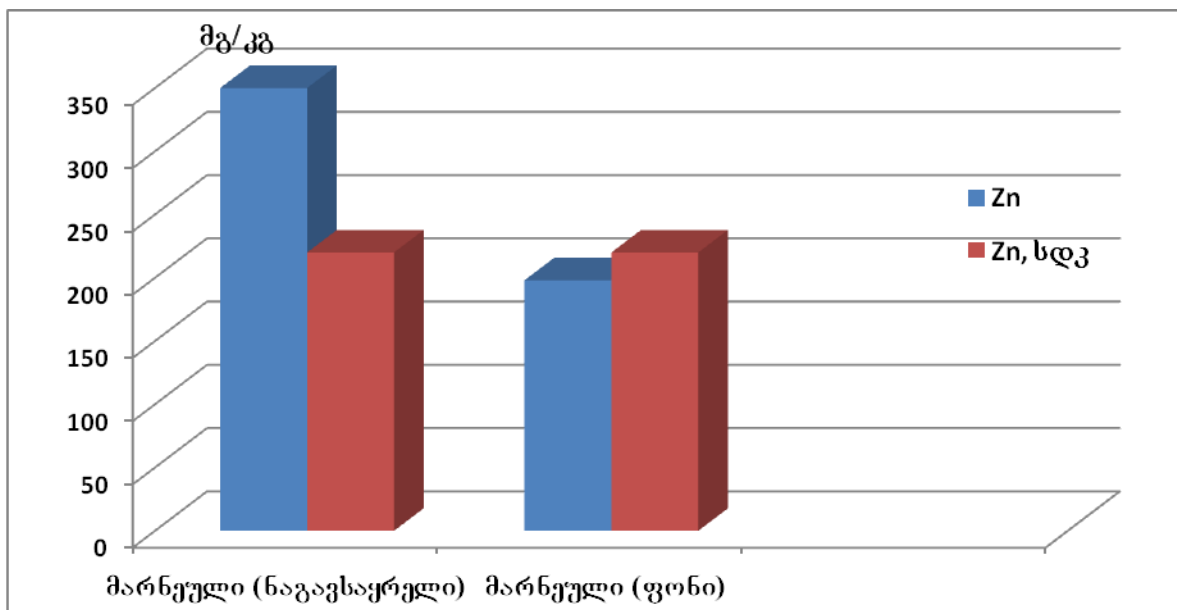
ცხრილი 8. მდ.იორის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

ნიმუშის აღების ადგილი	pH	ელექტროგამტარობა, $\mu\text{S}/\text{cm}$	მარილიანობა, %	(წყალში გახსნილი ქაუნბადი), მგ/ლ	t, °C
თიანეთი (ნაგავსაყრელი მდ. იორის მახლობლად)	8,22	213	0,015	8,0	3,8
თიანეთი (ფონი 300 მეტრის მოშორებით)	8,18	211	0,015	8,1	3,2

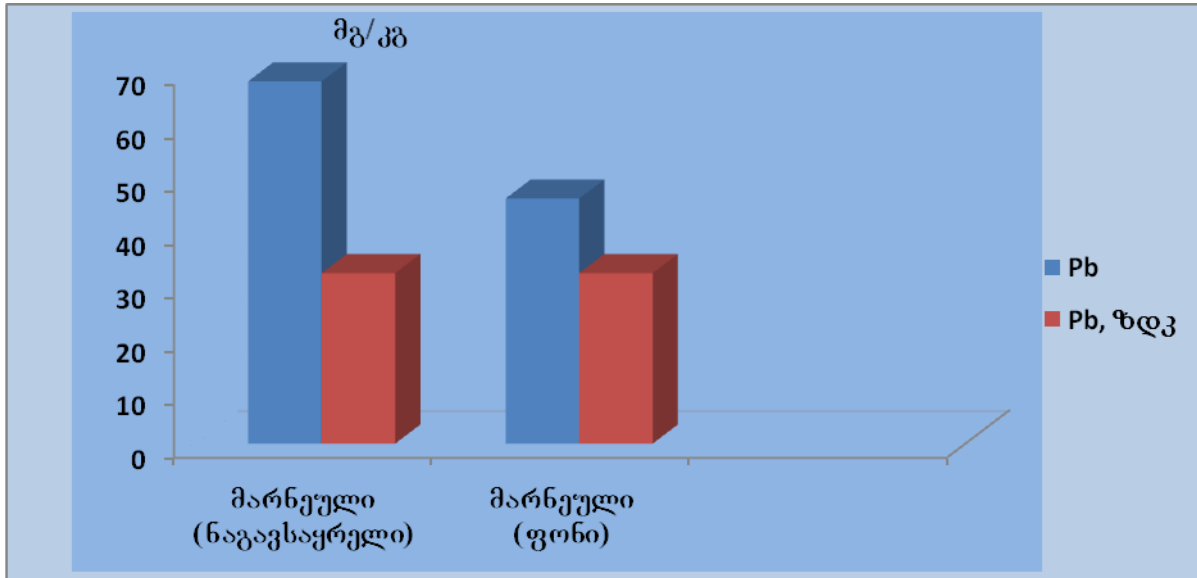
საველე სამუშაოები ჩატარებულ იქნა ასევე ქვემო ქართლში, სადაც ყურადღება შეჩერდა მარნეულისა (ქალაქის ცენტრი) და გარდაბნის ნაგავსაყრელებზე მიღებული შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკებზე 7-10.



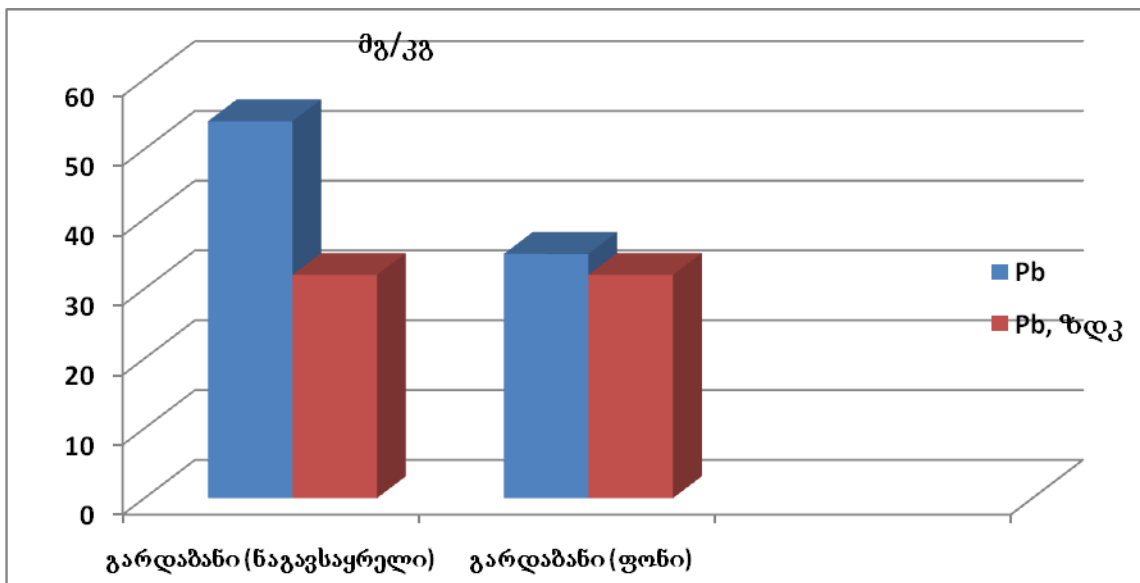
გრაფიკი 7. მარნეულის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ნიმუშში სპილენძის შემცველობა



გრაფიკი 8. მარნეულის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ნიმუშში თუთიის შემცველობა



გრაფიკი 9. მარნეულის სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ნიმუშში ტყვიის შემცველობა



გრაფიკი 10. გარდაბანში სტიქიური ნაგავსაყრელის ნიადაგის ნიმუშში ტყვიის შემცველობა

მიღებული მონაცემების მიხედვით მარნეულის ნიმუშებში ზღვ-ებს გადააჭარბა სამივე (Pb, Cu, Zn) ლითონის კონცენტრაციებმა. საანალიზო ნიმუშებში არ აღმოჩნდა ისეთი კანცეროგენული ელემენტები, როგორებიცაა ვერცხლისწყალი და კადმიუმი.

რაც შეეხება გარდაბანს, ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია აღმოჩნდა დაბინძურებული მხოლოდ ტყვიით (გრაფ.10).

დასკვნა

აღსანიშნავია, რომ საქართველოში ამ ტიპის კვლევები პირველად ჩატარდა. მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელები დაბინძურების მხრივ ახდენენ მნიშვნელოვან გავლენას მათ მიმდებარე ტერიტორიებზე. კერძოდ, მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგის ნიმუშები

დაბინძურებული აღმოჩნდა ისეთი კანცეროგენული კომპონენტით, როგორცაა ტყვია, ასევე ხშირ შემთხვევაში, საანალიზო ნიმუშებში გამოიკვეთა სპილენძისა და თუათის მაღალი შემცველობები. ზოგიერთი ანალიზის შედეგმა აჩვენა, რომ სტიქიურმა ნაგავსაყრელმა შეიძლება დააბინძუროს მდინარე და შექმნას გარკვეული ანტისანიტარული სიტუაცია (თუკი ის მდებარეობს მდინარის პირას). კერძოდ, წყალში ზოგჯერ იზრდება ამონიუმის იონის კონცენტრაციები და ასევე ისეთი ბაქტერიების შემცველობები როგორებიცაა - *E-coli* და ფეკალური სტრუფტოკოკები. ყოველივე ეს რასაკვირველია ემუქრება რეგიონის მოსახლეობის ჯანმრთელობას, ვინაიდან კომპონენტები რომელიც გამოიყოფიან გარემოში ნაგავსაყრელის არსებობის შემთხვევაში, ხასიათდებიან საკმაოდ მაღალი კანცეროგენული თვისებებით.

სტატია შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტის (გრანტი №217578) ფარგლებში.

ლიტერატურა

1. Фомин Г.С. Вода: Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. - М., Протектор, 2010, 1008 с.
2. Фомин Г.С. Фомин А.Г. Почва, контроль качества и экологические безопасности по международным стандартам. – Москва, ВНИИ стандарт, 2001, 300 с.
3. Ministry of Environment of Japan, Solid Waste Management and Recycling Technology in Japan, 2012.
4. APHA, “Standard methods for examination of water and wastewater”, 21st edition, American Public Health Association, Water Environment Federation Publication, Washington, DC., 2005, 224p.
5. Fronczyk, J. and Garbulewski, K. “Selection of material suitable for permeable reactive barriers in the vicinity of landfills,” Department of Geotechnical Engineering, Warsaw University of Life Sciences, Land Reclamation, Vol. 41, 2009, pp. 3-9.

SUMMARY

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SPONTANEOUS LANDFILLS ON THE ECOSYSTEM ON THE TERRITORY OF EASTERN GEORGIA

Buachidze N.S., Chikviladze Kh.N., Gurguliani I.N., Shubladze E.Sh. and Kuchava G.P.

Institute of Hydrometeorology at the Georgian Technical University

The role of spontaneous landfills located in Eastern Georgia in the processes of pollution of adjacent territories was studied. Chemical, microbiological and physical-chemical analyses of soil and watersamples were carried out and main pollutants were revealed. The impact of spontaneous landfills on the ecosystem was assessed.

Keywords: spontaneous landfill, ecosystem, environmental pollution.

ნავთობისაბან დაბინძურებული წყლის
ზედაპირის ბაზუფთავების მეთოდი და ტექნოლოგია

რაზმაძე მ.თ., კიკნაძე გ.გ., იმნაძე პ.მ., გეწაძე თ.ს., კვირიკაშვილი ც.ი.,
როსტომაშვილი ზ.ი., ამბარდანიშვილი თ.პ.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
ე. ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტი

მე-20 საუკუნეში დედამიწაზე საგრძნობლად გაიზარდა ნავთობის მოხმარება და მისი გამოყენების საწარმო-ტექნოლოგიური მოთხოვნები, რამაც დიდი სისწრაფით გამოიწვია ნავთობის მოპოვების ზრდა. რადგან იგი მოიპოვება დედამიწის მხოლოდ გარკვეულ გეოგრაფიულ არეალში, ხოლო მოთხოვნილება მის გამოყენებაზე კი ყველა ქვეყნის ინტერესებშია, ამიტომ მკაცრად დადგა საკითხი დედამიწის ყველა კუთხეში მისი დიდი რაოდენობით ტრანსპორტირებაზე. საზღვაო გადაზიდვებისას არსებობს ნავთობის გაჟონვის დიდი საშიშროება. ხმელეთზე ნავთობის ტრანსპორტირების დროსაც შესაძლებელია ნავთობის გაჟონვა, თუმცადა ამ დროს დაღვრილი ნავთობის განშლის არეალი ბევრად უფრო მცირეა ვიდრე წყალსაცავთა ღია ზედაპირზე მისი დაღვრისას. ამიტომ საზღვაო გზით ნავთობის გადატანა გეოგრაფიული, ფინანსური და გადაზიდული ნავთობის რაოდენობის ფაქტორთა გათვალისწინებით ბევრად უფრო მომგებიანია, ხოლო ეკოლოგიური საფრთხის კუთხით კი წამგებიანია სახმელეთო სატრანსპორტო საშუალებებთან შედარებით.

ზღვის ზედაპირზე ავარიულად დაღვრილი ნავთობის განშლადობის ხარისხი (გაშლილი ფენის სისქე და ფართი) მრავალ ისეთ პარამეტრზეა დამოკიდებული, როგორებიცაა წყლის ქიმიური შემადგენილობა და მასთან მიმართებაში ნავთობის ზედაპირული დაჭიმულობა, წყლისა და გარემოს ტემპერატურა, დელტის სიძლიერე და ინტენსიურობა, ნავთობის ქიმიური შემადგენლობა, წყალსაცავში ნავთობის ჩაღვრის სიჩქარე, ჩაღვრილი ნავთობის რაოდენობა და ა.შ. ყველა ამ ფაქტორების მაქსიმალური სიდიდეებისას დაბინძურებული წყლის ზედაპირის ფართობი მრავალი ათეული და ასეული კვადრატული კილომეტრიც კი შეიძლება იყოს. საშუალო სტატისტიკური მონაცემებით ოკეანეები და ზღვები წელიწადში 3 მლნ. ტონა ნავთობის ჩაღვრით ბინძურდებიან [1-3].

ეკოლოგიური პრობლემების ასეთი რაკურსით განხილვას მივყავართ ამ პრობლემის გადაწყვეტის მეთოდების შემდგომ კლასიფიკაციამდე [4-8]:

1. წყლის ღია ზედაპირზე დაღვრილი ნავთობის ფენის მექანიკური მოშორება;
2. ნავთობით დაბინძურებული წყლის ზედაპირების ქიმიური გასუფთავების მეთოდი;
3. ნავთობით დაბინძურებული წყლის ზედაპირების ფიზიკურ-ქიმიური გასუფთავების მეთოდი;
4. ნავთობით დაბინძურებული წყლის ზედაპირების გასუფთავება ბიოაქტიური ნივთიერებებით.

ყოველივე თქმულიდან გამომდინარე ძალიან დიდი ყურადღება ექცევა წყლის ზედაპირების დაცვას და მათი გასუფთავების მარტივ, სწრაფ, მაქსიმალურად ეკონომიური ტექნოლოგიების შემუშავებასა და პრაქტიკაში მათ წარმატებით დანერგვას. აღნიშნული სამუშაოც სწორედ ასეთი სახის პრობლემის გადაჭრას ეხება – ნავთობით დაბინძურებული ზღვისა და ოკეანეების ზედაპირების გასუფთავება და მეთოდის ეკონომიკური მომგებიანობის გაზრდის მიზნით მიღებული მეორადი მასალის შემდგომი გადამუშავება-გამოყენება.

ჩატარებულ ცდებში გამოიყენებოდა სართიჭალაში (საქართველო) მოპოვებული ნედლი ნავთობი, არყის ხის აქტივირებული ნახშირის (BAY-2) 0–2,5მმ ზომის ფრაქცია, ფიჭვისა და ცაცხვის ნახერხი, სასმელი წყალი, ზღვის მარილის გამოყენებით მიღებული შავი ზღვის შესაბამისი მინერალიზაციისა და წითელი ზღვის მინერალიზაციის დონის მქონე წყალი.

ცდების პირველ ეტაპზე რაოდენობრივად შესწავლილ იქნა აქტივირებული ნახშირის მიერ ნავთობის შთანთქმის მაქსიმალური უნარი, რომლის დროსაც პრაქტიკულად არ რჩება ჭარბი ანუ შთაუნთქმელი ნავთობი.

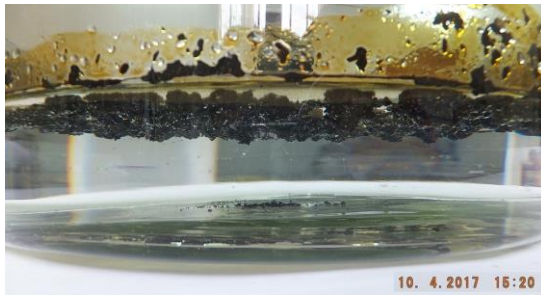
საცდელი ნავთობის საშუალო კუთრი წონა სტანდარტულ პირობებში მერყეობს 0,6 – 0,7 გრ/სმ³, ხოლო აქტივირებული ნახშირის 0–2,5 მმ ფრაქციის ნაყარი წონა კი 0,8 – 0,85 გრ/სმ³ ინტერვალში. ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ აქტივირებული ნახშირის შთანთქმის უნარი შეიძლება იცვლებოდეს 200-220 გ (300 – 310 მლ) ნავთობი 100 გ ნახშირზე და ამ დროს ნახშირისა და ნავთობის ნარევის მოცულობა იმატებს მხოლოდ 17-20 მოც%-ით [9]. 2-3 დღის დაყოვნება ზრდის შეწოვილი ნავთობის რაოდენობას 10-13 მოც%-ით.

საწყისი მონაცემების მისაღებად ცდები ჩატარდა მცირე მოცულობის ქიმიურ ჭურჭელში „წყალი-ნავთობი-ნახშირი“-ს სისტემაში, რათა შექმნილიყო ზოგადი წარმოდგენა არსებულ სამკომპონენტო სისტემაში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებსა და მათ გავლენაზე მიღებული ნარევთან მიმართებაში (სურ. 1).



სურათი 1. ნავთობი-აქტივირებული ნახშირის ნარევის გამყოფი ზედაპირი წყალთან

როგორც ვხედავთ მცირე ზედაპირის ფართის (12,5 სმ²) მქონე ქიმიურ ჭურჭელში ნავთობ-ნახშირის სქელი ფენის შექმნის პირობებში, წყლის ზედაპირზე მიიღება საკმაოდ მკვრივი ფენა, რომელიც ქიმიური ჭიქის გადაბრუნების შემთხვევაშიც კი იკავებს დაღვრისაგან წყლის ქვედა ფენას (სურ. 1-2). როგორც სურათიდან ჩანს ნავთობ-ნახშირის ნარევის კუთრი წონა ნაკლებია წყლისაზე, ამიტომ არ ხდება ნახშირით შეკრული ნავთობის დაღეჟვა წყლის საცავეების ფსკერზე, რაც ფაქტიურად შეუძლებელს გახდის მის მოშორებასა და უტილიზაციას. აქვე აღსანიშნავია, რომ ნავთობის ტრანსპორტირება ძირითადად ზღვის ზედაპირზე ხდება, ხოლო ზღვებისა და ოკეანეების წყლის სიმკვრივე მეტია სუფთა წყლისაზე, ამიტომ ნავთობ-ნახშირის ნარევი უფრო აქტიურად და სწრაფად ამოტივტივდება ზღვის ზედაპირზე ვიდრე მტკნარი წყლისაზე.



სურათი 2. ლაბორატორიულ პირობებში შედარებით დიდ ფართზე „დაღვრილი“ ნავთობის შეგვრა 0–2,5 მმ ფრაქციის აქტივირებული ნახშირის მეშვეობით:

1. 50 მლ ნავთობი „დაღვრილია“ 700 სმ² ფართის 3 ლ სასმელ წყალზე;
2. აღნიშნულ სისტემის შუა ნაწილში დაყრილი 20 გრ აქტივირებული ნახშირი;
3. სურ.2-2 ერთჯერადი მორევი (ზედხედი);
4. სურ.2-2 ერთჯერადი მორევი (გვერდხედი);
5. სურ.2-2 ერთჯერადი მორევისა და 24 საათიანი დაყოვნების შემდეგ (ზედხედი).

კვლევების მეორე ეტაპზე შესწავლილი იქნა წყლის ღია ზედაპირზე ნავთობის განშლადობის უნარი, რისთვისაც შერჩეული იქნა დიდი დიამეტრის ($\varnothing=30$ სმ, $S_{\text{ზედ}}=706$ სმ²) ჭურჭელი. მასში ჩასხმული იქნა 3 ლიტრი წყალი და ფრთხილად, მცირე პორციებით დავასხით 50 მლ სართიჭალის ნედლი ნავთობი იმ ანგარიშით, რომ მისი აღნიშნული რაოდენობა სრული განშლის პირობებში დაფარავდა წყალს ნავთობის ~ 1 მმ სისქის ფენით, მაგრამ როგორც ეს ჩანს სურ. 2.1-დან სრული განშლა არ მოხდა ანუ ნავთობის ზედაპირული დაჭიმულობისა და წონის თანაფარდობამ საშუალება არ მისცა 50 მლ ნავთობს სრულად გაშლილიყო ≈ 700 სმ² ფართის ზედაპირზე. როგორც სურ. 2.2-დან ჩანს ნავთობის განშლის ცენტრში 20 გრამი აქტივირებული ნახშირის დაყრისას ნავთობის შეწოვის პროცესი მიდის, მაგრამ მცირე სიჩქარით და მისი შედეგი ჩანს მხოლოდ დანაყარის პერიმეტრის ირგვლივ გასუფთავებული წყლის ვიწრო ზოლის სახით. რადგან ბუნებრივი წყალსაცავები ფაქტიურად არ არსებობს მეტ-ნაკლები დეღვის გარეშე, ჩატარებული ცდის ძირითად პარამეტრად მივიჩნიეთ წყალი-ნავთობი-ნახშირის სისტემის ინტენსიური და ერთჯერადი შერევა. როგორც ჩანს სურ. 2.3-ზე, 0,5-1 წუთის განმავლობაში საკვლევი სისტემის შერევამ გამოიწვია ნავთობის შეწოვის პროცესის ინტენსიფიკაცია და ნავთობ-ნახშირის კონგლომერატის დანაწევრება, რამაც თავის მხრივ გაზარდა კონგლომერატის ნაწილაკთა დისპერგირების ხარისხი და გაზარდა მათი ზედაპირული ფართი, რამაც ხელი შეუწყო ნახშირის მიერ ნავთობის შეწოვის სიჩქარის გაზრდას. წარმოქმნილი კონგლომერატის ზედაპირი დაფიქსირებულია სურ. 2.4-ზე. როგორც ვხედავთ იგი არ ილექება წყალში, რაც იმაზე მიუთითებს რომ მისი კუთრი წონა ნაკლებია წყლის კუთრი წონაზე. ცდის მიმდინარეობის ხანგრძლივობა შემოიფარგლა ერთი კვირით, თუმცაღა ნახშირის მიერ ნავთობის სრულად შეწოვა ამდენ დროს არ საჭიროებდა.

ამისათვის სრულიად საკმარისი აღმოჩნდა 24 საათი, რომლის შემდეგაც წყლის ზედაპირი სრულად გასუფთავდა ნარჩენი ნავთობის აფსკისაგან (სურ. 2.5).

კვლევის მესამე ეტაპზე შესწავლილ იქნა ხელოვნური დელვის ეფექტის გავლენა ნავთობის შეწოვის სიჩქარეზე და საამისოდ გამოვიყენეთ მექანიკური სანჯღრეველა (სურ. 3).



სურათი 3. ნავთობის შეწოვა ნახშირის მიერ მექანიკურ სანჯღრეველაზე

1. მოწყობილობის საერთო ხედი ჩართულ მდგომარეობაში სუფთა წყლით;
2. დელვის ეფექტი სისტემაში წყალი-ნავთობი-ნახშირი;
3. დელვის ეფექტის გავლენა სისტემაში წყალი-ნავთობი-ნახშირი სისტემაში;

ინტენსიურმა ხელოვნური დელვის ეფექტმა კიდევ უფრო გაზარდა ნავთობის შეწოვის ხარისხი და შეამცირა შეწოვის დრო 24 საათიდან 3-5 წუთამდე ანუ რაც უფრო ინტენსიურია დელვა მით უფრო სწრაფად შეიწოვება ნავთობი ნახშირის მიერ.

შემდეგ, მეოთხე ეტაპზე შესწავლილ იქნა ნავთობით დაბინძურებული წყლის ზედაპირის გაწმენდა ცაცხვისა და ფიჭვის ხეების ნახერხის გამოყენებით. ნახერხის გამოყენება განპირობებულია აქტივირებული ნახშირთან შედარებით ნახერხის გაცილებით უფრო დაბალი ფასით. ცდებში გამოყენებული ნახერხი დაფასოვდა სხვადასხვა ზომის ფრაქციებად. საკვლევად გამოყენებულ იქნა 0 – 2,5 მმ და 2,5 – 7 მმ ფიჭვის ნახერხისა და 0 – 1 მმ ცაცხვის ხის ნახერხის ფრაქციები.

ცდები ტარდებოდა იდენტურ პირობებში, ისე როგორც აქტივირებული ნახშირისათვის. ჩატარებული ცდების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ფიჭვის ნახერხის გამოყენების შემთხვევაში მიიღება სავსებით მისაღები შედეგი (სურ.4). ცაცხვის ნახერხის გამოყენების შემთხვევაში კი ანალოგიური შედეგი მიიღება მისი რაოდენობის 2-ჯერ გაზრდისას, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ დადებითი შედეგების მისაღებად გასათვალისწინებელია ნახერხის სახეობა და მისი საჭირო ზომის ფრაქციის შერჩევა.



სურათი4. ფიჭვის ხის ნახერხის გამოყენებით ნავთობის ფენის ლოალიზება წყლის ზედაპირზე

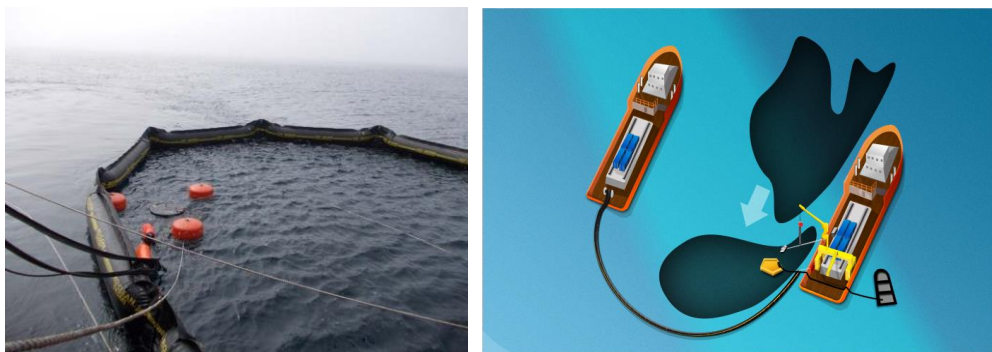
კვლევის მეხუთე ეტაპზე მოხდა წყლის ზედაპირიდან მოცილებული ნავთობ-ნახშირის ან ნავთობ/ნახერხის კონგლომერატის შემდგომი გადაამუშავებისა და გამოყენების შესაძლებლობების შესწავლა. ცდებმა გვიჩვენეს რომ შესაძლებელია:

- მიღებული ნაზავის უჟანგბადო გამოხდის გზით ნავთობის სხვადასხვა ტემპერატურული ფრაქციებად გამოხდა;
- მიღებული ნაზავის დაწნეხვის და შემდგომი გაფილტვრის გზით ნავთობის მოცილება ნახშირისა და ნახერხის ფრაქციისაგან;
- და ბოლოს დარჩენილი წნეხილის, ნავთობის ფრაქციით გაღარიბებული ნახშირის ან ნახერხის ფრაქციის დაბრიკეტება და საწვავად (სურ. 5) გამოყენება ან ნახშირისა ან ნახერხის ახალი პორციის შერევის შემდგომ ისევ ნავთობის შემთავებად აგენტად გამოყენება.



სურათი 5. დაბრიკეტებული ნავთობ-ნახშირის კონგლომერატი და მისი წვის პროცესი

ცდისეული მასალების განხილვის საფუძველზე ნათლად ჩანს, რომ ქვემოთ მოყვანილი დასკვნა კვლევის დასახული მიზნის მიღწევისათვის ძირითადი ამოსავალი წერტილია - წყლის ბუნებრივ საცავებში ნავთობის დიდი რაოდენობით დაღვრისას მისი გაგრცელების არეალი შეიძლება შეიზღუდოს გაჟონვის თანადროულად ავარიის ადგილის თავზე ნახშირისა ან/და ნახერხის იმავდროული დაყრით და რადგანაც ნავთობ-ნახშირის (ან ნავთობ-ნახერხის) კონგლომერატის ნაწილაკები წყალში არ იძირებიან და თანაც ნავთობის „ლაქას“ არ აძლევენ წყლის საცავების ზედაპირზე განშლის საშუალებას, მაქსიმალურად სწრაფად შეიძლება მათი შეგროვება სამაშველო გემების მიერ სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით, როგორც ეს ნაჩვენებია სურ. 6.



სურათი 6. ტიტიგა „ბადე“, რომელსაც იყენებენ წყლის ზედაპირზე მოცურავე საგნების შესაგროვებლად და ნაპირზე გამოსატანად

ჩატარებული ცდების საფუძველზე აგრეთვე დადგინდა, რომ ნახშირის ან ნახერხის მიერ წყლის ზედაპირზე დაღვრილი ნავთობის შეწოვის სიჩქარეს ზრდის მეტნაკლებად ინტენსიური წყლის დეღვა. შემოთავაზებული ტექნოლოგიის კიდევ ერთ პლიუსად შეიძლება ჩაითვალოს წყლის ზედაპირის გასუფთავების შედეგად მიღებული ნავთობ-ნახშირის (ან ნავთობ-ნახერხის) კონგლომერატიდან ნავთობ-პროდუქტების რეგენერაციის შესაძლებლობა და დარჩენილი ნახშირის ნარჩენის ან საწვავად, ან კიდევ სხვა ეკოლოგიური კატასტროფის შემთხვევაში მისი ხელახლად გამოყენების საშუალება.

ლიტერატურა

1. В.А. Владимиров. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия. - ЦСИ ГЗ МЧС, Россия
2. Слащева А.В. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. //Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, вып.9, 1997, сс.54-59.
3. ПеренагаО.П.,Давыдова С.Л. Экологические проблемы химии нефти //Нефтехимия, 1990, т.39, № 1.
4. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М., Ижевск, 2006, 528 с.
5. Артемов А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений. //Вода: Химия и экология, 2008, №1, сс. 19-25.
6. Роев Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. – М., Недра, 1987, 224 с.
7. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. – М., Ижевск, 2003, 268 с.
8. Самойлов Н.А., Хлесткин Р.Н., Шеметов А.В., Шаммазов А.А. Сорбционный метод ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Химия, 2001, 189 с.
9. M.Razmadze, G.Kiknadze, P.Imnadze, O.Ambardanishvili, Z.Rostomashvili. Reduction Mobility of Motor Radioactive Waste Oils for Minimizing the Likelihood of their Leak in the Environment. //Georgian Engineering News, 2016, No. 4, pp. 108-113.

SUMMARY

THE METHOD AND TECHNOLOGY OF CLEANING THE WATER SURFACE FROM OIL POLLUTANTS

Razmadze M.T., Kiknadze G.G., Imnadze P.M., Getsadze T.S., Kvirikashvili Ts.I., Rostomashvili Z.I. and Ambardanishvili O.P.

Andronikashvili Institute of Physics, Iv. Javakishvili Tbilisi State University

World oil consumption increases. Oil is transported between continents by maritime transport. According to statistical data, oceans and seas are polluted by 3 million tons of oil spilled per year, which represents the biggest ecological catastrophe. The work offers the methods and technology for rapid localization of such disasters, recycling of the waste and application of recycled products in everyday life.

Keywords: surface water, oil spill, oil pollution, oil waste, waste recycling.

ნანოგვერცხლის შემცველი ანტიბაქტერიული კომპოზიტიები ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების და პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის ნარევის საფუძველზე

ცხადაძე შ.ა., კუბატაძე ნ.ო., ტულუში დ.ს., ქაცარავა რ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქიმიისა და მოლეკულური ინჟინერიის ინსტიტუტი, საქართველოს აგრარული
უნივერსიტეტი კახა ბენდუქიძის საუნივერსიტეტო კამპუსი

ანტიბაქტერიული თვისებების მქონე, მდგრადი და სასურველი ზომების ვერცხლის ნანონაწილაკების (AgNPs) შემცველი პოლიმერული კომპოზიტების მიღება უმნიშვნელოვანესი ტექნოლოგიური გამოწვევაა. ლოგიკურია, რომ დღეისათვის დიდი ძალისხმევაა ფოკუსირებული ვერცხლის ნანონაწილაკების შერწყმაზე პოლიმერებთან [1]. ამგვარი შერწყმის შედეგად მიიღება მდგრადი ანტიბაქტერიული ნანოკომპოზიტები ახალი თვისებებით, რაც მიუწვდომელია ცალკე აღებული კომპონენტისთვის.

დამუშავებულია AgNPs-ის მიღების ერთსაფეხურიანი, იაფი და მარტივი ფოტოქიმიური აღდგენის მეთოდი (დღის სინათლის გამოყენებით) ეთანოლის არეში, მასტაბილიზირებელი აგენტების - პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონის (PVP) [2] და ჩვენ მიერ სინთეზირებული ორიგინალური ამინომჟავური ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების პოლიესტერამიდის (საქართველოში რეგისტრირებული პრეპარატ „კოლადერმის“ ძირითადი ინგრედიენტი) და პოლიესტერმარდოვანას თანაობისას [3]. დავადგინეთ, რომ შესწავლილ პოლიმერებს შორის ვერცხლის ნანონაწილაკების საუკეთესო მასტაბილიზირებელია პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონი [2], ხოლო გამოყენებულ ბიოდეგრადირებად პოლიმერებს შორის, როგორც AgNP-ის ზომის, ასევე შედეგების სტაბილურობის თვალსაზრისით - პოლიესტერამიდი [3], რომელიც ასრულებს AgNPs-ის მასტაბილიზირებელ ფუნქციას, მაგრამ აშკარად ჩამორჩება PVP-ს [2]. ამგვარად, ერთი მხრივ, PVP არის კარგი მასტაბილიზირებელი აგენტი, მაგრამ იგი ადვილად იხსნება წყალში და ნაკლებად მისაღებია მატრიქსად ბიოკომპოზიტებისათვის, ხოლო მეორე მხრივ, ბიოდეგრადირებადი პოლიესტერამიდი ნაკლებად ეფექტურია როგორც მასტაბილიზირებელი აგენტი, მაგრამ არ იხსნება წყალში და ამ თვალსაზრისით PVP-თან შედარებით ხასითდება უპირატესობით. აღნიშნულის გათვალისწინებით გადაწყვიტეთ ამ პოლიმერების დადებითი თვისებების შერწყმა - ანუ მათი ნარევის გამოყენება ფოტოქიმიური აღდგენის მეთოდით AgNPs-ის შემცველი ბიოკომპოზიტების მისაღებად. ნარევი პოლიესტერამიდს („კოლადერმს“) აღნიშნავთ, როგორც C, PVP-ს როგორც - P, ხოლო ვერცხლის ნიტრატს როგორც A. ვერცხლის ნიტრატის (A) შემცველობა ნარევი იცვლებოდა 5-დან 50 მგ-მდე, ხოლო C და P კომპონენტების თანაფარდობა (50:50) და ეთანოლის მოცულობა (20 მლ) იყო მუდმივი (ცხრ. 1).

ცხრილი 1. ექსპერიმენტში გამოყენებული AgNPs-ის მასტაბილიზირებელი აგენტები (PEA და PVP), ვერცხლის ნიტრატის (AgNO₃) და აღმდგენი ნივთიერების (ეთანოლი) წონითი თანაფარდობები და კონცენტრაციები

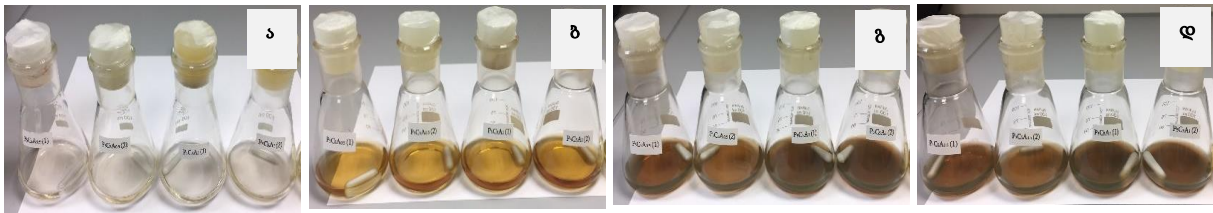
საწყისი ნარევი*	პოლიმერი, მგ		AgNO ₃ (A), მგ	EtOH, მლ	პოლიმერები ჯამური კონცენტრაცია, მგ/მლ	AgNO ₃ -ის კონცენტრაცია, მგ/მლ
	PEA (C)	PVP (P)				
C ₅ P ₅ A ₁	250	250	50	20	25	2,50
C ₅ P ₅ A _{0.5}	250	250	25	20	25	1,25
C ₅ P ₅ A _{0.2}	250	250	10	20	25	0,50
C ₅ P ₅ A _{0.1}	250	250	5	20	25	0,25

*ქვედა ინდექსები C, P და A-სთან აღნიშნავს მათ წონით თანაფარდობას.

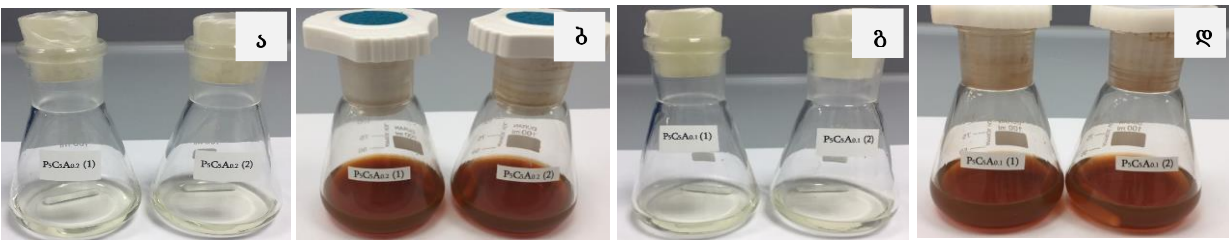
ამგვარად, პოლიმერული ნარევის ერთი კომპონენტი - პოლიესტერამიდი განაპირობებს ნანოკომპოზიტს ბიოდეგრადაციის უნარს და ფირის ზედაპირიდან AgNP-ის უწყვეტ გამოყოფას, ხოლო PVP - ნაწილაკების უკეთესად ფორმირებას და სტაბილიზაციას.

ექსპერიმენტებში ვიყენებდით პოლიესტერამიდს მოლ. მასით 48,000, PVP-ს მოლ. მასით 40,000 (Sigma-Aldrich) და ვერცხლის ნიტრატის ($\geq 99,0\%$, Sigma-Aldrich) ხსნარს 96%-იან ეთანოლში.

ნარევის დასხივებას ვახდენდით დღის სინათლით, რისთვისაც ხსნარებს (თვითოეული თანაფარდობისათვის ორ პარალელურ ნიმუშს) ერთდროულად ვდგამდით ფანჯრის რაფაზე. შევნიშნავეთ, რომ ფანჯრის მინა ასრულებს შუქფილტრის როლს, რამეთუ ატარებს მხოლოდ სპექტრის ხილულ ნაწილს და არ ატარებს მოკლეტალღოვან ულტრაიისფერ გამოსხივებას. აღდგენის პროცესსა და მის შედეგად ვერცხლის ნანონაწილაკების წარმოქმნაზე მეტყველებს საწყისი უფერული ხსნარის შეფერვა ყავისფრად (ნახ. 1 და 2). შევნიშნავეთ, რომ მასტაბილიზირებელი დანამატების - PVP-სა და/ან PEA-ის გარეშე AgNO₃-ის ფოტოქიმიური აღდგენის პროცესი ეთანოლში არ მიმდინარეობს და ხსნარი რჩება უფერული მრავალი დღის განმავლობაში.

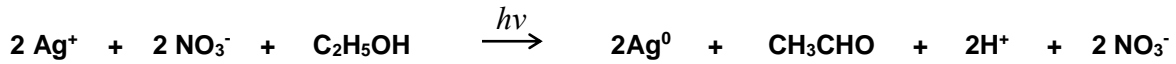


ნახ. 1. ნარევის CsPzA_{0.5}-ის (პირველი და მეორე კოლბა) და CsPzA₁-ის (მესამე და მეოთხე კოლბა) საკვლევი ხსნარები ეთანოლში დასხივებამდე (ა), დასხივებიდან 1 (ბ), 3 (გ) და 4 სთ-ის (დ) შემდეგ



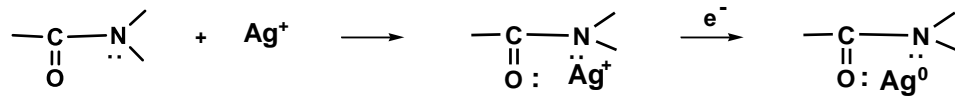
ნახ.2. ნარევის CsPzA_{0.2}-ის საკვლევი ხსნარი ეთანოლში დასხივებამდე (ა) და დასხივებიდან 336 სთ-ის შემდეგ (ბ); ნარევის CsPzA_{0.1}-ის საკვლევი ხსნარი ეთანოლში დასხივებამდე (გ) და დასხივებიდან 480 სთ-ის შემდეგ (დ)

სიიაფისა და სიმარტივის გარდა, შემოთავაზებული მეთოდი არის ეკოლოგიურად დამზოვი, ვინაიდან არ მოითხოვს ვერცხლის იონის (Ag⁺) ატომურ ვერცხლამდე (Ag⁰) აღსადგენად სპეციალური რეაგენტების (ხშირად ტოქსიკური) გამოყენებას. ჩვენს შემთხვევაში ამ ფუნქციას ასრულებენ ეთილის სპირტის მოლეკულები. Ag⁺-იონების აღდგენის პროცესი ეთანოლის ხსნარში მიმდინარეობს სქემა 1-ის შესაბამისად:



სქემა 1. ვერცხლის იონის აღდგენა ატომურ ვერცხლამდე ეთანოლის სხნარში

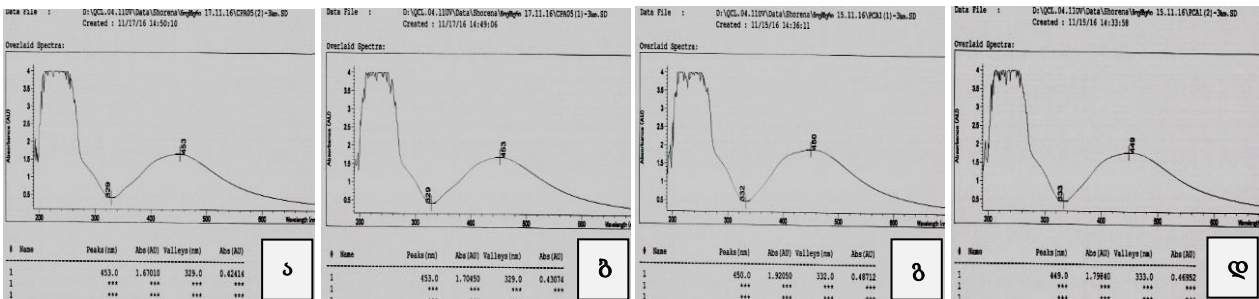
მას შემდეგ, რაც წარმოიქმნება ვერცხლის ატომები, ისინი იწყებენ გაერთიანებას (ზრდას) ნანონაწილაკების ჩამოყალიბებამდე. თუ ნაწილაკების დიამეტრი არის 50 ნმ-ს ქვემოთ, ამიდის ჯგუფი (ახოტის ატომი) ურთიერთქმედებს ვერცხლის ატომებთან და აყალიბებს დამცავ გარსს, რითაც ხელს უშლის ნაწილაკების აგლომერაციას (შეწებებას). ამიდურ ბმებსა და ვერცხლის ატომებს შორის კომპლექსწარმოქმნის და, შესაბამისად, ნანონაწილაკების სტაბილიზაციის სავარაუდო მექანიზმი მოყვანილია სქემა 2-ზე:



სქემა 2. AgNP-ის ამიდური ბმით სტაბილიზაციის სქემა

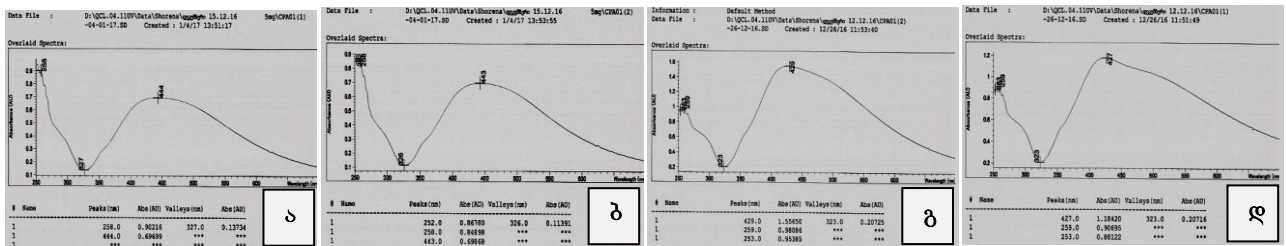
მოვასხინეთ მიღებული ნანოსუსპენზიების კვლევა ულტრაიისფერი სპექტროსკოპიის გამოყენებით (Agilent 8453 UV-Vis Spectroscopy System). ცნობილია, რომ AgNP წარმოადგენს პლაზმონს და აქვს შთანთქმის მაქსიმუმი ელექტრონულ სპექტრში დაახლოებით 400-460 ნმ დიაპაზონში (რითაც გამოწვეულია ნანოსუსპენზიის შეფერილობა), ნანონაწილაკის ზომისგან დამოკიდებულებით [4,5]. ამასთან დადგენილია, რომ რაც უფრო ახლოსაა შთანთქმის მაქსიმუმი 400 ნმ-თან და რაც უფრო ვიწროა შთანთქმის პიკის ნახევარსიმაღლე, მით უფრო მცირეა AgNP-ის ზომა. 10 ნმ ან უფრო მცირე ზომის AgNP-ის შთანთქმის მაქსიმუმი (λ_{max}) მდებარეობს 400-420 ნმ-ის დიაპაზონში.

ნახ. 3-ზე მოყვანილია შედარებით მაღალი რაოდენობით ვერცხლის ნიტრატის (2,5 და 1,25 მგ/მლ) შემცველი ნარეგების (ცხრ. 1) $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_1$ -ის და $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_{0.5}$ -ის, ხოლო ნახ. 4-ზე – ნაკლები ვერცხლის ნიტრატის (0,5 და 0,25 მგ/მლ) შემცველი ნარეგების $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_{0.2}$ -ის და $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_{0.1}$ -ის ელექტრონული შთანთქმის სპექტრები ფოტოქიმიური აღდგენის შემდეგ. ნახ. 3-დან ჩანს, რომ ნარეგში $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_1$ სინათლეზე დაყოვნებიდან 3 სთ-ის შემდეგ პლაზმონის λ_{max} ორივე ნიმუშში არის 453 ნმ (ნახ. 1, ა და 1, ბ). ნარეგში $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_{0.5}$ პლაზმონის λ_{max} სინათლეზე დაყოვნებიდან 3 სთ-ის შემდეგ პირველ ნიმუშში λ_{max} არის 450 ნმ (ნახ. 3, გ), ხოლო პარალელურში - 449 ნმ (ნახ. 1, დ), რაც კარგი დამოხვევაა.



ნახ. 3. ნარეგების $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_1$ -ის (ა, ბ) და $\text{C}_5\text{P}_5\text{A}_{0.5}$ -ის (გ, დ) უი-სპექტრები სინათლეზე დაყოვნებიდან 3,0 სთ-ის შემდეგ

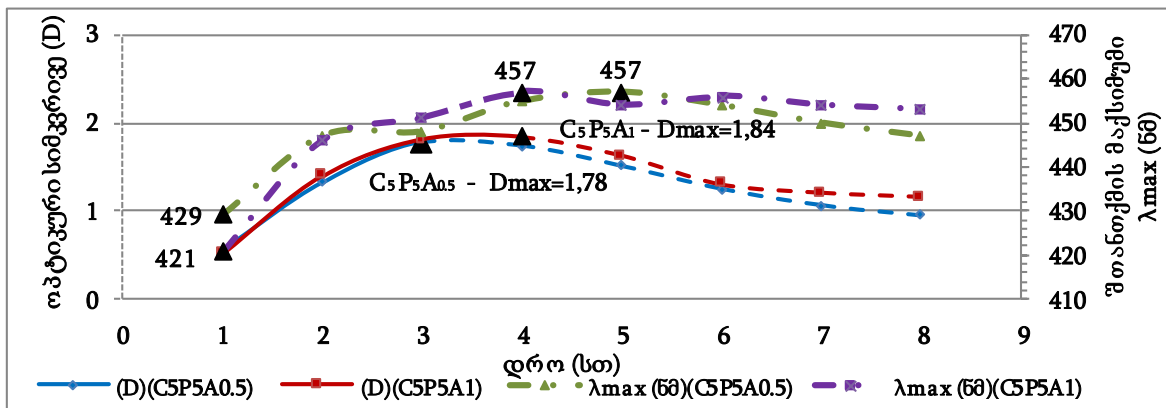
განსხვავებული სურათი მივიღეთ ნარევი ვერცხლის ნიტრატის დაბალი შემცველობისას (0,5 და 0,25 მგ/მლ) – ექსპოზიციის ოპტიმალური დრო აკაცილებით მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე ვერცხლის ნიტრატის მაღალი შემცველობის (2,5 და 1,25 მგ/მლ) ნარევისათვის - $C_5P_5A_1$ და $C_5P_5A_{0.5}$; ნარევი $C_5P_5A_{0.2}$ სინათლეზე 336 სთ დაყოვნებისას პლაზმონის λ_{max} . პირველ ნიმუშში არის 444 ნმ (ნახ. 4, ა), ხოლო პარალელურში - 443 ნმ (ნახ. 4, ბ), რაც კარგი დამთხვევაა; ნარევის $C_5P_5A_{0.1}$ -ს სინათლეზე 480 სთ-ის დაყოვნების შემდეგ პლაზმონის λ_{max} . პირველ ნიმუშში არის 429 ნმ (ნახ. 4, გ) და პარალელურში - 427 ნმ (ნახ. 4, დ), რაც ასევე კარგი დამთხვევაა; λ_{max} -ის დაბალი მნიშვნელობები მიუთითებს უფრო მცირე ზომის AgNPs-ის წარმოქმნაზე.



ნახ. 4. ნარევის $C_5P_5A_{0.2}$ (ა, ბ) და $C_5P_5A_{0.1}$ (გ, დ) უი-სპექტრი სინათლეზე 336 და 480 სთ-იანი დაყოვნების შემდეგ

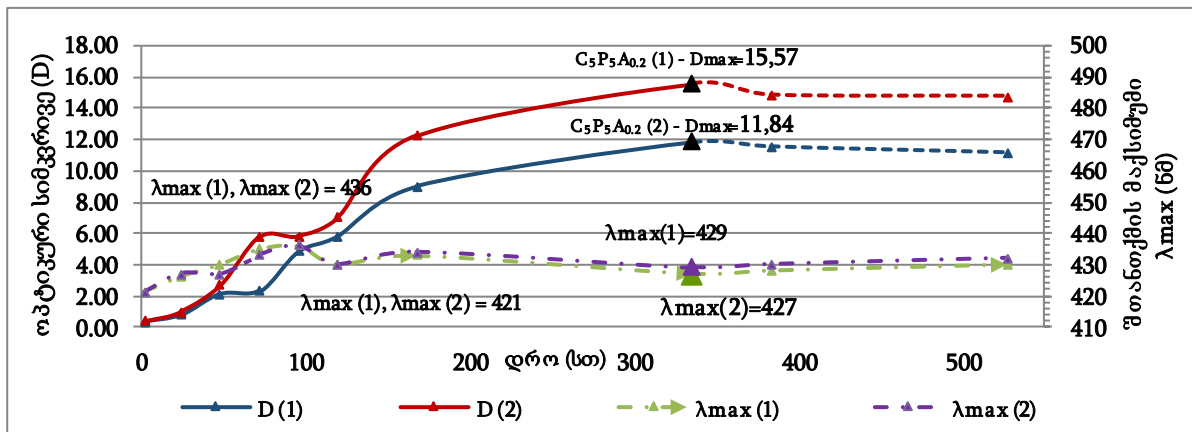
ამგვარად დავადგინეთ, რომ საწყის ნარევი ვერცხლის ნიტრატის რაოდენობის შემცირება ხელს უწყობს მცირე (სასურველი) ზომის AgNP-ის წარმოქმნას.

შევისწავლეთ ვერცხლის ნანოსუსპენზიების წარმოქმნის ოპტიმალური დრო და მათი მდგრადობა ოპტიკური სიმკვრივისა (D) და პლაზმონის შთანთქმის მაქსიმუმის (λ_{max}) ცვლილებით. ეს მონაცემები ვერცხლის შედარებით დიდი რაოდენობის შემცველი ნარევისათვის - $C_5P_5A_1$ -ის და $C_5P_5A_{0.5}$ -ის წარმოდგენილია ნახ. 5-ზე (ჩავატარეთ ორი პარალელური ცდა. ვინაიდან პარალელური ცდების მონაცემს შორის განსხვავება არ აღემატებოდა 5-8%-ს, ნახ. 5-ზე წარმოდგენილია პარალელური ცდების გასაშუალებელი მონაცემები). ნახ. 5-ის თანახმად, ორივე ნანოკომპოზიტის ($C_5P_5A_1$ და $C_5P_5A_{0.5}$) ოპტიკური სიმკვრივე დროში თანდათან იზღდება პირველი 3,0 სთ-ის ($C_5P_5A_1$ -ის D_{max} არის 1,84, ხოლო $C_5P_5A_{0.5}$ -ის - 1,78) განმავლობაში, ამასთან 3,0-დან 4,0 სთ-მდე ოპტიკური სიმკვრივე იცვლება მცირედ. შემდგომი დაყოვნებისას ხსნარი თანდათანობით იმღვრება, რაც მიუთითებს ნაწილაკების აგრეგაციასა და დამსხვილებაზე. იწყება ვერცხლის გამოლექვა (ჭურჭლის ფსკერზე წარმოიქმნება შავი ნალექი). ვერცხლის გამოლექვის გამო ნანონაწილაკების კონცენტრაცია და, შესაბამისად, ნარევის ოპტიკური სიმკვრივე დროში მცირდება (გაზომვას ვაწარმოებდით 8 სთ-ის განმავლობაში). ნარევის $P_5C_5A_1$ -ის პლაზმონის შთანთქმის მაქსიმუმი (λ_{max}) მერყეობს 421 - 457 ნმ-ს შორის, ხოლო $P_5C_5A_{0.5}$ -ის - 429 - 457 ნმ-ს შორის (ორივე შემთხვევაში დაბალია საწყის ეტაპზე - 1 საათიანი ექსპოზიციის შემდეგ), რაც მიუთითებს, რომ 3-4 საათიანი ექსპოზიციის შედეგად მიღებული ნაწილაკების ზომები არის შედარებით დიდი.



ნახ. 5. ნარეგების CsP5A1 და CsP5A0.5 ოპტიკური სიმკვრივის (D) და შთანთქმის მაქსიმუმის (λ_{max} , ნმ) ცვლილება დროში

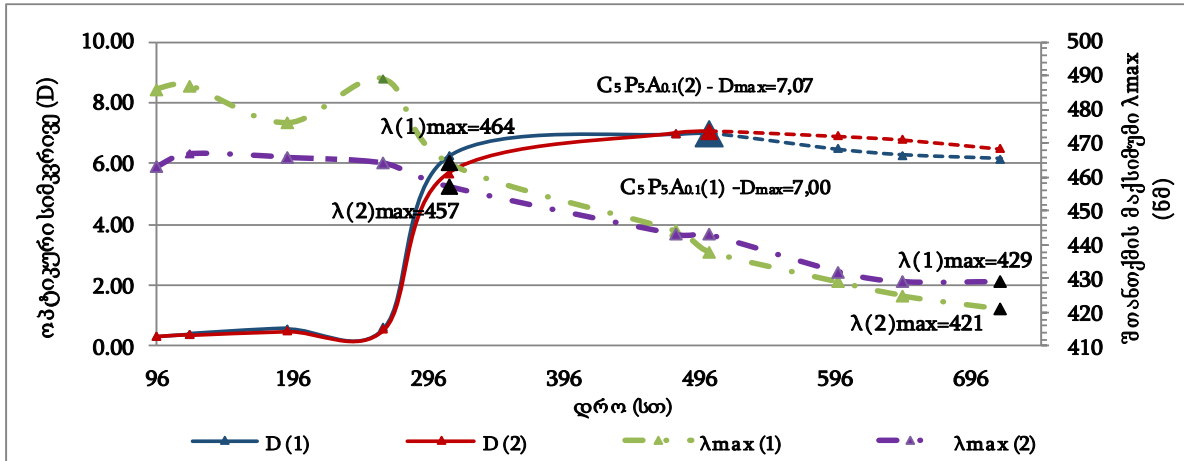
განსხვავებული სურათი მივიღეთ CsP5A0.2 და CsP5A0.1 შემთხვევაში. ნარეგში ვერცხლის ნიტრატის დაბალი შემცველობისას, AgNPs-ის წარმოქმნის სიჩქარე იყო დაბალი, ამიტომ ნარეგებს ვაყოვნებდით სინათლეზე მრავალი დღის განმავლობაში, ვიდრე ოპტიკური სიმკვრივის მნიშვნელობა არ მიაღწევდა მაქსიმუმს. ამგვარ რეჟიმში სისტემა მრავალჯერ გადიოდა სინათლე-სიბნელის ციკლს (ვტოვებდით დამით სიბნელეში). მიღებული შედეგები ნანოკომპოზიტ CsP5A0.2-ის ოპტიკური სიმკვრივის და შთანთქმის მაქსიმუმის ცვლილება დროში წარმოდგენილია ნახ. 6-ზე, ხოლო ნანოკომპოზიტ CsP5A0.1-ის - ნახ. 7-ზე (ორივე ნარევისათვის ჩავატარეთ ორი პარალელური ცდა. დამთხვევა დამაკმაყოფილებელია).



ნახ. 6. ნარევის CsP5A0.2 ოპტიკური სიმკვრივის (D) და შთანთქმის მაქსიმუმის (λ_{max}) ცვლილება დროში. წარმოდგენილია ორი პარალელური ცდის შედეგი

ნარევი CsP5A0.2-ის შემთხვევაში (ნახ. 6), ოპტიკური სიმკვრივე (D) განუხრელად იზღვება დროში და მაქსიმუმს (12-15-ს) აღწევს დაყოვნებიდან 336 სთ-ის (14 დღის) შემდეგ და მიუთითებს ნანონაწილაკების წარმოქმნის დაბალ სიჩქარეზე (რაც სასურველია, რათა არ მოხდეს მათი აგლომერაცია). შემდგომი დაყოვნებისას სინათლეზე ნანოსუსპენზიის ოპტიკური სიმკვრივე დროში მცირდება, პარალელურად ხსნარი იმღვრება და იწყება ვერცხლის გამოლექვა. აღსანიშნავია, რომ ამ პერიოდისათვის - და ეს გრძელდება საკმაოდ ხანს (500 სთ-ზე მეტს), ნარევის CsP5A0.2 სუპერნატანტის ფენის შთანთქმის მაქსიმუმი (λ_{max}) არის 427-429 ნმ-ს ზღვრებში, რაც

მიუთითებს ამ ფენაში სასურველი ზომის ნანონაწილაკების არსებობაზე (მიუხედავად გამოლეკილი ვერცხლისა).



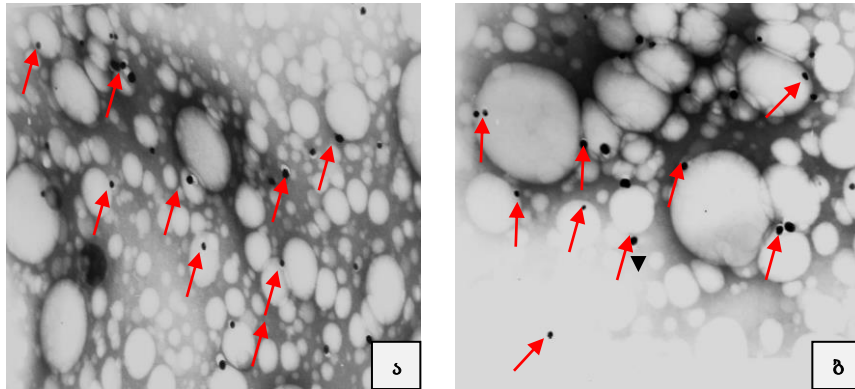
ნახ. 7. ნარევის $C_5P_5A_{0.1}$ ოპტიკური სიმკვრივის (D) და შთანთქმის მაქსიმუმის (λ_{max}) ცვლილება დროში. წარმოდგენილია ორი პარალელური ცდის შედეგი.

ნარევის $C_5P_5A_{0.1}$ შემთხვევაში (ნახ. 7) ოპტიკური სიმკვრივე (D) ასევე განუხრელად იზდება დროში და მაქსიმუმს აღწევს დაყოვნებიდან 480 სთ-ის (20 დღის) შემდეგ. ამ შემთხვევაში (ანუ ვერცხლის ნიტრატის კიდევ უფრო დაბალი შემცველობისას) ნანონაწილაკების ფორმირება მიმდინარეობს კიდევ უფრო დაბალი სიჩქარით, რაზეც მეტყველებს D-ს დაბალი მნიშვნელობა (<1 -ზე) ≈ 10 დღიანი ექსპოზიციის შემდეგ. დაწყებული ამ პერიოდიდან ნარევის ოპტიკური სიმკვრივე (D) მკვეთრად იზრდება (შემდგომი 4-5 დღის განმავლობაში) და აღწევს მაქსიმუმს შემდგომი 6 დღის, ანუ ჯამში 20 დღის (480 სთ) ექსპოზიციის შემდეგ; შემდგომ პერიოდში D ძალიან უმნიშვნელოდ მცირდება. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ამასთან მცირდება შთანთქმის მაქსიმუმიც (λ_{max}) 421- 429 ნმ-მდე, რაც მიუთითებს სასურველი ზომის ნანონაწილაკების წარმოქმნაზე. აღსანიშნავია, რომ შთანთქმის მაქსიმუმის (λ_{max}) განუხრელი შემცირება ნარევის კომპონენტების აღნიშნული თანაფარდობისას, შეიძლება მიუთითებდეს დროში ნანონაწილაკების ზომების გადანაწილებაზე უფრო მცირე ზომის ნაწილაკების წარმოქმნის მიმართულებით, რაც შეიძლება ჩავთვალოთ ახალ, დღემდე შეუსწავლელ მოვლენად. მნიშვნელოვანია აგრეთვე ის ფაქტიც, რომ შესწავლილი ხანგრძლივობისას (30 დღე) კომპონენტთა აღნიშნული თანაფარდობისა და კონცენტრაციისას ($C_5P_5A_{0.1}$) ნანოსუსპენზია იყოს სტაბილური და არ შეინიშნებოდა ვერცხლის გამოლეკვა.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნეთ, რომ სინათლის შუქით ფოტოქიმიური აღდგენისას ეთანოლის არეში, მასტაბილიზირებულ აგენტად პოლი-N-ვინილ-პიროლიდონისა და ბიოდეგრადირებადი ამინომჟავური პოლიესტერამიდის გამოყენებისას, სასურველი ზომის AgNPs-ის მისაღებად უპირატესია ვერცხლის ნიტრატის დაბალი კონცენტრაცია (0.50 - 0.25 მგ/მლ - ნარევი $C_5P_5A_{0.2}$ და $C_5P_5A_{0.1}$) და ექსპოზიციის მაღალი ხანგრძლივობა (14-20 დღე სინათლე-სიბნელის ციკლის გათვალისწინებით).

ტრანსმისიური ელექტრონული მიკროსკოპიის (TEM) გამოყენებით (JEOL JEM 100SX Transmission Electron Microscope, ამჩქარებელი ძაბვა 80 კაღიდება 75,000)

შევისაწავლეთ აღნიშნული ნარეგების - $C_5P_5A_{0.2}$ და $C_5P_5A_{0.1}$ საფუძველზე მიღებულ ნანოსუსპენზიებში AgNPs-ის ზომები. შედეგები მოყვანილია ნახ. 8-ზე.



ნახ. 8. ნანოკომპოზიტ $C_5P_5A_{0.2}$ -ის (ა) და $C_5P_5A_{0.1}$ -ის (ბ) TEM გამოსახულება ვერცხლის ნანონაწილაკები (ნაჩვენებია წითელი ისრებით) მიღებულია ფოტოქიმიური (დღის სინათლის) დასხივებით

TEM გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ ორივე ნარეგში საკმაოდ 10 ნმ და ნაკლები ზომის ნაწილაკები, რომლებიც, ლიტერატურული მონაცემების თანახმად, განაპირობებენ AgNPs-ის ბაქტერიციდულ აქტივობას. $C_5P_5A_{0.2}$ ნარევიდან მიღებულ ნანოსუსპენზიაში AgNPs-ის ზომა მერყეობს 12-33 ნმ ფარგლებში, ხოლო $C_5P_5A_{0.1}$ ნარევიდან მიღებულში კი 8-39 ნმ ფარგლებში, რაც ემთხვევა ზემოთ მოყვანილ ულტრაიისფერი სპექტროსკოპიის მონაცემთა საფუძველზე გაკეთებულ დასკვნებს. როგორც მოსალოდნელი იყო, მიღებულ ნანოკომპოზიტებს აღმოაჩნდათ მაღალი ბაქტერიციდული აქტივობა, რაც წარმოადგენს ჩვენი შემდგომი პუბლიკაციის საგანს.

ლიტერატურა

1. Potara M., Jakab E., Damert A., Popescu O., Canpean V., Astilean S. Synergistic antibacterial activity of chitosan-silver nanocomposites on *Staphylococcus aureus*. //Nanotech., 2011, 22(13), 135101.
2. Tskhadadze Sh., Kupatadze N., Gaprindashvili R., Tugushi D., Katsarava R. Preparation of Silver Nanoparticles by Simple Photochemical Method. //J. Georg. Ceram. Assoc., 2016, Vol.18, 2(36), 60-67.
3. Tskhadadze Sh., Kupatadze N., Tugushi D., Katsarava R. Nanosilver-Containing Antibacterial Composites on the Base of the Amino Acid. //J. Georg. Ceram. Assoc., 2017, Vol.19, 2(38), 65-72.
4. Kildeby N. L., Andersen O. Z., Røge R.E. P3 Project, Institute for Physics and Nanotechnology - Aalborg University, 2005-2006, 87p.
5. He R., Qian X., Yin J., Zhu Z., Preparation of polychrome silver nanoparticles in different solvents. //J. Mater. Chem., 2002, 12, 3783-3786.

SUMMARY

ANTIBACTERIAL NANOSILVER-CONTAINING COMPOSITES BASED ON THE BIODEGRADABLE MIXTURE OF POLYESTER AMIDE AND POLY-N-VINYL PYRROLIDONE

Tskhadadze Sh.A., Kupatadze N.O., Tugushi D.S. and Katsarava R.D.

Georgian Technical University

Institute of Chemistry and Molecular Engineering, Georgian Agrarian University

It was found that it is best to use the mixtures $C_5P_5A_{0.2}$ and $C_5P_5A_{0.1}$ containing low concentrations of silver nitrate for production of stable nanosuspensions containing AgNPs of a desirable size by the method of photochemical reduction in the presence of poly-N-vinyl-pyrrolidone and amino acid-based polyester amide as stabilizing agents. At the same time, in this case, we have a considerable economy of silver nitrate. The mixtures $C_5P_5A_1$ and $C_5P_5A_{0.5}$ containing high concentrations of silver nitrates turned out to be less effective. They produced unstable suspensions containing AgNPs of larger sizes.

Keywords: nanosilver, photochemical reduction, daylight, ethanol solution, biodegradable polyeter amide, poly-N-vinyl pyrrolidone, antibacterial nanocomposite.

ამიღური მონომერების პოლიკონდენსაცია ალდეჰიდთან;
 წყალში ძნელად ხსნადი აზოტოვანი სასუქების სინთეზი

გუბავა ე.დ., გელაშვილი ნ.ს., მაისურაძე ნ.ა., პაპავა გ.შ., გავაშელიძე ე.შ.,
 ლიპარტელიანი რ.გ., ხოტენაშვილი ნ.ზ.

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
 პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

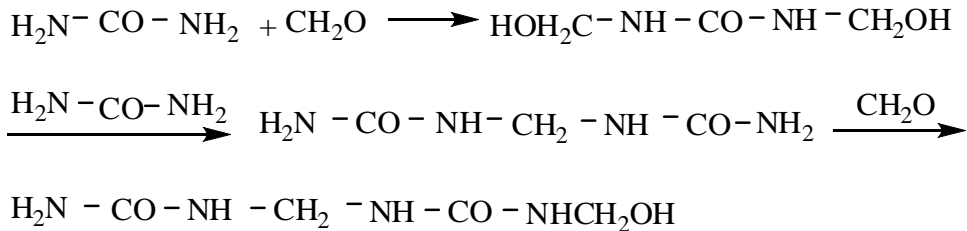
მცენარეების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის ძირითად სასუქებს წარმოადგენენ აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის სასუქები (NPK). ცნობილია, რომ აზოტოვანი სასუქები წყალში კარგად იხსნებიან და ჩაირეცხებიან წვიმისა და გრუნტის წყლებით, რაც იწვევს ნიადაგისა და წყლების დაბინძურებას. გარდა ამისა, ისინი აქროლების შედეგად აღწევენ ატმოსფეროს მაღალ ფენებში და შლიან დედამიწის დამცველ ოზონის შრეს, იწვევენ მავნე გამოსხივების მოქმედებით სხვადასხვა მძიმე დაავადებებს როგორც ადამიანებში, ასევე ცხოველებში. დიდია აგრეთვე ამით გამოწვეული ეკონომიკური დანაკარგები [1-5].

როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა, აზოტოვანი სასუქების ნიადაგში ჩარეცხვის თავიდან ასაცილებლად ეფექტურ ღონისძიებად შეიძლება ჩაითვალოს პოლიმერიზებული კარბამიდის გამოყენება, რომლის მიღებაც ხორციელდება კარბამიდის პოლიკონდენსაციით ალდეჰიდთან. პოლიკონდენსაციის შედეგად მიღებული პოლიმერი წყალში ძნელად იხსნება და არ ჩაირეცხება. ნიადაგის ფერმენტების მოქმედებით პოლიმერი თანდათან გარდაიქმნება, გადადის მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმაში და მცენარე ასწრებს მის შეთვისებას.

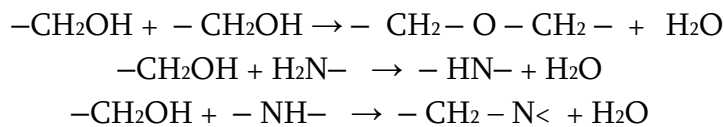
კარბამიდისა და ფორმალდეჰიდის მაგალითზე, წყალხსნარში, ჩვენს მიერ შესწავლილია ამიდო-ალდეჰიდური ოლიგომერის წარმოქმნის პროცესი და რეაქციის მიმდინარეობაზე სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა.

საწყისი მონომერების მოლური თანაფარდობის ცვლილებისას წარმოიქმნება განსხვავებული სტრუქტურის მქონე პოლიმერები. საწყისი კომპონენტების (კარბამიდისა და ფორმალდეჰიდის) მოლური თანაფარდობა იცვლებოდა 1 : 0,8-3,0-მდე, შესაბამისად.

1 : 1,2-3,0 თანაფარდობის დროს, რეაქციის პირველ ეტაპზე, წარმოიქმნება კარბამიდის მეთილოლწარმოებულები.



რეაქციისუნარიანი მეთილოლის ჯგუფი შედის რეაქციაში მეორე მეთილოლის ჯგუფთან, ან კარბამიდის ამინურ და იმინურ ჯგუფებთან. საბოლოოდ წარმოიქმნება სივრცითი პოლიმერი



მცირდება 2,5%-მდე. რეაქციის პროდუქტის შემდგომი გახურებისას თერმოსტატში, ალდეჰიდის რაოდენობა მცირდება 0,05 - 0,1%-მდე.

სტატია შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტის (FR/370/10-100/14) ფარგლებში.

ლიტერატურა

1. S Congress, Office of Technology Assessment Impacts of Technology on US Cropland and Rangeland Productivity. - US Government Printing Office, Washington, D.C, 1982.
2. US Department. of Agriculture Report and Recommendations on Organic Farming. - US Government Printing Office, Washington, D.C, 1980.
3. Vogtmann H. In: Organic Farming: Current Technology and its Role in Sustainable Agriculture. Eds., Bezdicsek D.F. and Power J.F. - American Society of Agronomy, Madison, Wis., 1984, p.19.
4. Voison A. Fertilizer Application. - Charles C. Thomas, Springfield, Ill, 1965;
5. Hodges R.D. and Scofield A.M. In: Environmentally Sound Agriculture. Ed., W. Lockeretz, = Praeger, NY, 1983.

SUMMARY

POLYCONDENSATION OF AMIDE MONOMERS WITH ALDEHYDE: SYNTHESIS OF WATER-INSOLUBLE NITROGEN FERTILIZERS

**Gugava E.D., Gelashvili N.S., Maisuradze N.A., Papava G.Sh., Gavashelidze E.Sh.,
Liparteliani R.G. and Khotenashvili N.Z.**

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

Polymerized carbamide is produced by polycondensation of carbamide with aldehyde. With a change in the molar ratio of initial monomers, there form polymers having different, both linear and spatial structure. To obtain linear polymers, targeted synthesis of polymers was carried out. In the obtained polymers, peptide bonds were retained. It was revealed that, in the case of a linear structure, microorganisms easily penetrate into the molecule, which facilitates biodegradation of polymers.

Keywords: polymerization, carbamide, ecology, biodegradation, polycondensation.

ხორბლის მარცვლის წყლის შთანთქმის დინამიკის კვლევა ღალბობის პროცესში

ხუციძე ც.ზ., ფრუიძე ე.გ., ხვადაგიაი ხ.ბ., ქუთათელაძე ა.დ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

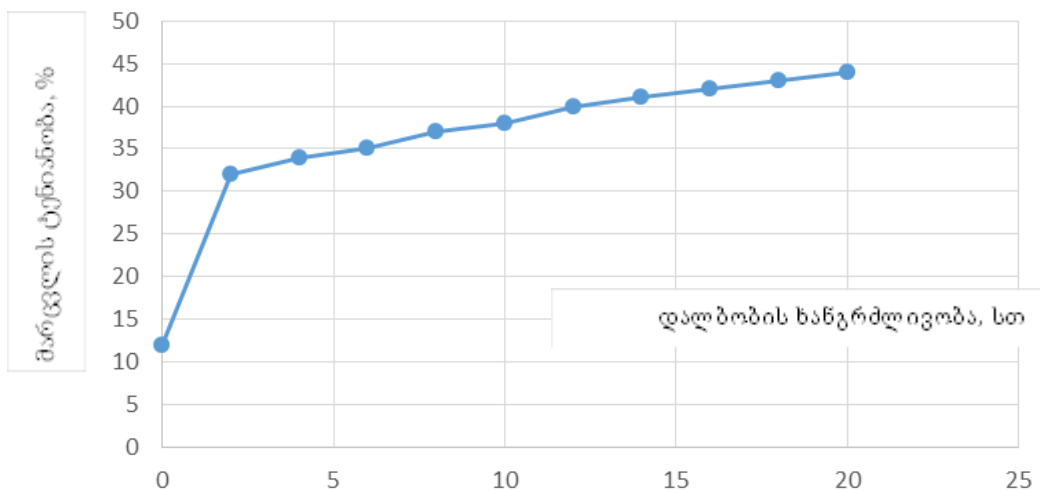
საქართველოში, ისე როგორც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, მნიშვნელოვნად იცვლება კვების სტრუქტურა. ყოველდღიურ ცხოვრებაში ტექნიკის ფართო გამოყენებამ გამოიწვია ადამიანის შრომის შემსუბუქება და ენერგეტიკული დანახარჯების შემცირება, შესაბამისად შემცირდა მოთხოვნილება საკვებზე. მეორეს მხრივ კი კვების მრეწველობაში ტექნიკური პროგრესის შედეგად ბაზარზე უფრო მეტად ხვდება ძლიერ გაწმენდილი რაფინირებული პროდუქცია. ჯანსაღი კვების სფეროში განსაკუთრებული ყურადღება კი ეთმობა მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების ისეთი საკვები პროდუქტების წარმოებას, რომლებიც ახდენს კვების ალიმენტარული ფაქტორების დისბალანსის კომპენსაციას. კვების მრეწველობის წინაშე დგება ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი საკვები პროდუქტების წარმოების აუცილებლობა. ამ მიზნით მნიშვნელოვანია პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის მაქსიმალურად გამოყენება, რადგან საქართველოში მისი წილი მოსახლეობის კვების რაციონში საკმაოდ მაღალია. პურ-ფუნთუშეული ნაწარმი გამოირჩევა მაღალი ენერგეტიკული ღირებულებით, თუმცა ბიოლოგიური და ფუნქციური ღირებულება აქვს დაბალი. მარცვლის პროდუქტებს პირველხარისხოვანი როლი ეკუთვნის საკვები ბოჭკოებით ორგანიზმის უზრუნველყოფის საქმეში. მსოფლიოში წამყვანი მარცვლოვანი კულტურა არის ხორბალი, რომლის მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოიყენება ხარისხოვანი ფქვილის მისაღებად. მარცვლოვანი ნედლეულის გადამუშავების ტრადიციული სქემები ითვალისწინებს მარცვლის დაფქვას. ამ დროს ქატოსთან ერთად ცილდება მთელი ცილის დაახლოებით მეოთხედი, მინერალური ნივთიერებების 2/3, თითქმის მთლიანად საკვები ბოჭკოები, B ჯგუფის და PP ვიტამინების დიდი ნაწილი. პურის ბიოლოგიური ღირებულების ამადლების მიზნით ბოლო დროს განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა როგორც მთლიანი, ასევე ბიოაქტიური, მარცვლიდან პურის წარმოებას [3].

უკანასკნელ წლებში აწსუ-ის საკვები პროდუქტების ტექნოლოგიების კათედრაზე მიმდინარეობს კვლევები გაღვივებული (ბიოაქტიური) ხორბლიდან მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის ინოვაციური ტექნოლოგიების შემუშავების მიმართულებით. შემუშავებულია მარცვლოვანი პურის მომზადების ხერხი [1,2,4]. ბიოაქტიურ მარცვალში გაზრდილია მასში არსებული მრავალი კომპონენტის ბიომისაწვდომობა. თუმცა ფერმენტების მაღალი აქტივობის გამო მისგან მიიღება მზა ნაწარმი დაბალი სამომხმარებლო თვისებებით.

ხორბლის ბიოაქტივაციის პროცესში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მარცვლის დაღობას და გაღვივებას. მარცვლის ბიოპოლიმერების მიერ წყლის შთანთქმა განპირობებულია მათ მაკრომოლეკულებში ატომების ცალკეული ჯგუფების არსებობებით. ასეთ აქტიურ ჯგუფებს მიეკუთვნება: $-OH$, $-O-$, $-NH-$, $-NH_2$, $-COOH$ და ა.შ., რომლებსაც აქვთ წყლის ერთი, ორი ან მეტი მოლეკულის დაჭერის უნარი. ამრიგად, ისინი წარმოადგენენ წყლის სორბციის ცენტრებს. შემდგომი სორბციისას კი ხდება მათი კონდენსაცია მარცვლის სტრუქტურასა და ანატომიურ ნაწილებში არსებულ მოლეკულათშორის კაპილარებში. გარკვეულ როლს თამაშობს აგრეთვე წყლის ჰიდროფილური ურთიერთქმედება ლიპიდებთან, ცილების მოლეკულებთან და ნახშირწყლებთან. მარცვლის მიერ შთანთქმული წყალი ბიოპოლიმერებთან ურთიერთქმედების შედეგად გადადის შეკავშირებულ მდგომარეობაში და იცვლის თვისებებს. იცვლება მარცვლის, მისი ანატომიური ნაწილებისა და ბიოპოლიმერების თვისებები, ფერმენტებისა და ბიოქიმიური პროცესების აქტივობა [3].

ხორბლის მარცვლის გარსს ახასიათებს წყლის სორბციის დაბალი უნარი. ეს აიხსნება მისი ბიოლოგიური ფუნქციით: გარსის დანიშნულებაა ჩანასახის და ენდოსპერმის დაცვა მექანიკური ზემოქმედებისაგან. მარცვლის წყალთან კონტაქტის დროს წყლის შთანთქმა ხდება სწრაფად, შეკავშირებულია სუსტად და გადაადგილდება ალვირონის ფენასა და ჩანასახში [3]. მარცვლისა და მისი ანატომიური ნაწილების ბიოლოგიური ფუნქცია, სტრუქტურა და თერმოდინამიკური მახასიათებლები განსაზღვრავს მათ მიერ წყლის შთანთქმისა და მთლიან მოცულობაში განაწილების თავისებურებებს. ცნობილია, რომ მარცვლის წყალში მოთავსებისას მისი ტენიანობა სწრაფად იზრდება 3-5%-ით, შემდეგ ტენიანობა არ იცვლება გარკვეული პერიოდის განმავლობაში. მხოლოდ 60 წთ-ის შემდეგ ვითარდება მარცვლის დატენიანება. ეს ეფექტი შეიძლება აიხსნას შემდეგნაირად. დასაწყისში წყლით იჯირჯება სანაყოფე გარსი, გროვდება მკვდარ უჯრედებში, ამიტომ სანაყოფე გარსში დაგროვილი წყალი შეკავშირებულია სუსტად და გარემო პირობების შეცვლისას შეიძლება აორთქლდეს ატმოსფეროში. მარცვლის სათესლე გარსი, ალვირონის ფენა და ჩანასახი უზრუნველყოფს წყლის მტკიცედ შეკავშირებას და მის შეკავებას. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ ალვირონის ფენა და ჩანასახი ინარჩუნებს ცხოველქმედებას და წყალი აუცილებელია ბიოაქტივაციისას მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესებისათვის. ამ წარმონაქმნებში წყალი ყოვნდება იმდენ ხანს, რამდენიც საჭიროა ფერმენტული სისტემის აქტივაციისათვის. ამის შემდეგ წყალი გადაადგილდება ენდოსპერმის შიგნით [3].

ჩვენი სამუშაოს მიზანი იყო დაღობის ხანგრძლივობის და ჰიდრომოდულის გავლენის კვლევა მარცვლის წყლის შთანთქმის პროცესზე. შევისწავლეთ მარცვლის მიერ წყლის შთანთქმის ინტენსივობის დამოკიდებულება დაღობის ხანგრძლივობაზე. კვლევები ჩატარდა ლაბორატორიულ პირობებში თერმოსტატის გამოყენებით.



წყლის შთანთქმის დინამიკა მარცვალში

დიაგრამის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გამოვყოთ წყლის შთანთქმის ინტენსივობის 3 პერიოდი. I პერიოდი (0 - 6 სთ), რომლის დროსაც მარცვლის ტენიანობა სწრაფად იზრდება, რაც გამოწვეულია ჩანასახის მიერ წყლის ინტენსიური შთანთქმით. II პერიოდი (6-16 სთ). მარცვლის წყლის შთანთქმის ინტენსივობა მცირდება. ეს უკავშირდება მარცვლის გაჯირჯებული გარსით ენდოსპერმის მიკროკაპილარების დაფარვას, რაც აფერხებს ტენის გადაადგილებას მარცვლის

შიგნით. III პერიოდი (16-24 სთ). ამ პერიოდში მიმდინარეობს ტენის გადანაწილება მარცვლის ანატომიურ ნაწილებში.

წყლის რაოდენობა დაღობის დროს გავლენას ახდენს მარცვლის ბიოაქტივაციის პროცესზე. შევისწავლეთ ჰიდრომოდულის (მარცვალი:წყალი) გავლენა მარცვლის დატენიანების სიჩქარესა და ინტენსივობაზე. დაღობას ვახდენდით 40 °C ტემპერატურაზე 20 საათის განმავლობაში. მარცვლის დაღობის ხარისხსა და სიჩქარეს ვაფასებდით მარცვლის ტენიანობისა და მარედუცირებელი შაქრების შემცველობის ცვლილების მიხედვით. შედეგები მოცემულია ცხრილში.

ხორბლის მარცვალში მარედუცირებელი ნივთიერებებისა და ტენის ცვლილება დაღობისას

დაღობის ხანგრძლივობა, სთ	წყალში დამბალი მარცვალი									
	მარედუცირებელი ნივთიერებები, %					ტენის რაოდენობა, %				
	2:1	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5	2:1	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5
1	1,40	1,43	1,41	1,48	1,48	18,32	20,46	20,53	20,68	20,76
2	1,43	1,56	1,58	1,60	1,72	25,75	26,78	26,34	26,45	26,63
3	1,48	1,58	1,60	1,64	0,81	29,26	30,54	30,83	31,36	31,77
4	1,52	1,64	1,68	1,70	1,95	32,14	33,67	33,78	34,45	34,86
5	1,58	1,70	1,72	1,72	1,98	33,36	34,44	34,64	35,88	36,23
6	1,63	1,89	1,95	1,91	2,00	37,24	38,67	38,89	39,87	40,47
7	1,77	1,96	1,97	1,99	2,10	38,56	39,24	39,57	39,76	40,57
8	1,79	2,04	2,06	2,09	2,11	38,79	39,67	39,87	39,96	40,96
9	2,00	2,09	2,10	2,12	2,20	39,34	40,15	40,37	40,78	41,28
10	2,05	2,12	2,14	2,20	2,24	39,46	41,23	41,47	42,56	42,84
11	2,08	2,17	2,20	2,22	2,30	39,76	41,37	42,37	42,78	43,18
12	2,13	2,22	2,25	2,27	2,31	42,38	42,39	42,78	43,68	44,07
13	2,15	2,27	2,31	2,35	2,37	42,77	43,89	43,74	44,06	44,16
14	2,19	2,30	2,32	2,36	2,39	43,24	44,38	44,41	44,49	44,50
15	2,30	2,34	2,37	2,42	2,44	44,24	44,40	44,42	44,52	44,54
16	2,34	2,38	2,42	2,45	2,47	44,27	44,42	44,43	44,48	44,52
17	2,38	2,40	2,46	2,48	2,51	44,28	44,44	44,50	44,52	44,56
18	2,42	2,46	2,49	2,54	2,58	44,30	44,45	44,52	44,56	44,58
19	2,46	2,49	2,53	2,60	2,66	44,32	44,46	44,56	44,66	44,68
20	2,54	2,58	2,70	2,70	2,72	44,88	44,98	45,28	45,30	45,38

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ რაც მეტია დასაღობი წყლის რაოდენობა, მით მეტი ინტენსივობით მიმდინარეობს მარცვალში ტენის დაგროვება, ამასთან როცა მარცვლისა და წყლის თანაფარდობა აღემატება 1:2, ტენის შთანთქმის პროცესი მიმდინარეობს ნაკლები ინტენსივობით დაღობის თანაბარი ხანგრძლივობის პირობებში. ამას გარდა დასაღობი წყლის რაოდენობის შემდგომი გაზრდა ხელს შეუწყობს ისედაც უკვე გააქტიურებული საკუთარი ჰიდროლიზური ფერმენტების უფრო მეტად გააქტიურებას, ხორბლის მარცვლის დაღობა მიზანშეწონილია 1:2 ჰიდრომოდულის პირობებში.

ამრიგად, ბიოაქტივაციისათვის ხორბლის მარცვლის წყალში წინასწარი დაღობა მიზანშეწონილია 1:2 ჰიდრომოდულის (მარცვალი:წყალი) პირობებში 5-6 სთ-ის განმავლობაში 40 °C ტემპერატურაზე.

ლიტერატურა

1. ე. ფრუიძე, ც. ხუციძე, გ. ხეცურიანი, ე. ძნელაძე. მარცვლოვანი პურის მომზადების ხერხი (P 5117), 2010.
2. ე. ფრუიძე, ც. ხუციძე, ნ. ფხაკაძე ხორბლის პურის დამზადების ხერხი (P 4763) გაცემული საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრის (საქპატენტი) მიერ, 2009.
3. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2005, 296 с.
4. Пруидзе Э.Г., Хуцидзе Ц.З., Хецуриани Г.С. Хлебцы из цельного проросшего зерна пшеницы, №3, 2008, сс.178-180.

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE DYNAMICS OF WATER ABSORPTION BY WHEAT GRAIN IN THE PROCESS OF SOAKING

Khutsidze Ts.Z., Pruidze E.G., Khvadagiani Kh.B. and Kutateladze A.D.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

In recent years, with the aim of increasing the biological value of bread, special attention is paid to the production of bread from whole grains, as well as from bioactive grains. In the process of bioactivation of the wheat, special attention is paid to the soaking and germination of the grain. The intensity of water absorption by grain depending on the duration of soaking was studied. The studies showed that intense water absorption in the grain occurs at the beginning of soaking, then the process proceeds with less intensity. In addition, an excessive increase in the amount of water for soaking promotes even more activation of already activated hydrolytic enzymes. Therefore, the soaking of wheat grain is recommended under the following conditions: hydromodule 1: 2 for 5-6 hours at 40°C.

Keywords: wheat grain, soaking, water absorption.

ფიტოჰორმონების და პიროლუმცხველი ტეტრაციკლური ნაერთების
ბავშვთა პარტოზილის და ჭარხლის ზრდა-განვითარებაზე

წეროძე ხ.ო., კუნალიაშვილი მ.ი., მაისურაძე მ.გ., ბულაური ე.ვ.

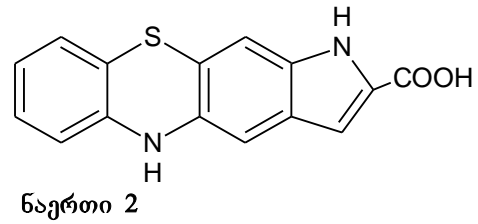
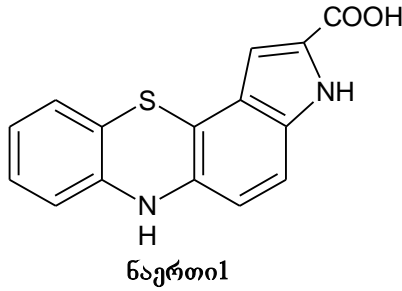
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის
ცენტრი

ბოლო პერიოდში მთელ მსოფლიოში აქტიურად იყენებენ ჰორმონებს, როგორც ზრდის სტიმულატორებს ღია გრუნტში. მრავალუჯრედოვანი ორგანიზმებისთვის დამახასიათებელია რეგულაციის ტიპი, რომელიც დაკავშირებულია ცალკეულ უჯრედებს, ქსოვილებსა და თვით ორგანოებს შორის ურთიერთქმედებასთან. ასეთი კოორდინაციის განსახორციელებლად ორგანიზმში გამოიშვება ჰორმონები. მცენარის ჰორმონებმა მიიღო დასახელება ფიტოჰორმონები [1,2]. ფიტოჰორმონები – ეს არის ნივთიერება, რომელიც გამოიშვება ნივთიერებათა ბუნებრივი ცვლის პროცესში და უმნიშვნელო რაოდენობით ახდენს მარეგულირებელ გავლენას, ასევე ფიზიოლოგიური პროცესების კოორდინაციას. ამასთან დაკავშირებით მათ მიმართ გამოიყენება ტერმინი - ზრდის ბუნებრივი რეგულატორები. უმრავლეს შემთხვევაში, მაგრამ არა ყოველთვის, ფიტოჰორმონები წარმოიქმნიებიან ერთ უჯრედებსა და ორგანოებში, ხოლო ზემოქმედებას ახდენენ სხვაზე. სხვა სიტყვებით, ჰორმონებს შეუძლიათ მცენარეებში გადაადგილება და მათი ზემოქმედება ატარებს დისტანციურ ხასიათს [3]. ფიზიოლოგიური პროცესების უმრავლესობა, პირველ რიგში ზრდა, ფორმირება და მცენარის განვითარება რეგულირდება ფიტოჰორმონებით. ფიტოჰორმონები თამაშობენ წამყვან როლს მცენარის ადაპტაციაში გარემოს პირობებთან. ცნობილია ფიტოჰორმონების შემდეგი ხუთი ჯგუფი: აუქსინები, გიბერელინები, ციტოკინინები, აბსციზის მჟავა და ეთილენი. პირველი სამი ჯგუფი - აუქსინები, გიბერელინები და ციტოკინინები [4] პირობითად შეიძლება მივაკუთვნოთ ნივთიერებებს, რომლებიც ახდენენ ხასიათის სტიმულირებას მაშინ, როდესაც აბსციზის მჟავა და ეთილენი – ინჰიბირებას [5]. სხვადასხვა მეცნიერების ნაშრომებიდან ჩანს, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე ყველაზე საინტერესოდ მოქმედებს ინდოლილმარმჟავა [6].

ჩვენს მიერ დასინთეზებული იქნა პიროლუმცხველი ტეტრაციკლური ნაერთები (12 ნაერთი) [7]. შესწავლილია ამ ნაერთების და მცენარეების ზრდის რეგულატორის – ინდოლილმარმჟავას (აუქსინების ჯგუფი) მოქმედება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების (კარტოფილი და ჭარხალი) ვეგეტაციის პერიოდზე.

დასინთეზებული პიროლუმცხველი ტეტრაციკლური ნაერთების ბიოლოგიური აქტიურობის შეფასების მიზნით ი. ქუთათელაძის სახელობის ფარმაცოქიმის ინსტიტუტში მოხდა ბიოლოგიური აქტიურობის მოდელირება. გამოყენებულ იქნა PASS-ის პროგრამა, ხოლო უსაფრთხოების შეფასებისათვის ACD/Labs Percepta Platform-ის ტოქსიკოლოგიური მოდული [7].

ექსპერიმენტისთვის გამოყენებული იყო კარტოფილის ჯიში „პიკასო“-ს ტუბერები და ჭარხლის ჰიბრიდული თესლი SX-404. ნიადაგი კარტოფილისთვის ჩამოტანილი იქნა ახალციხის (სოფ. არალი და სოფ. წყალთბილა) რეგიონიდან, ხოლო ჭარხლისათვის წალკის (სოფ. პამაჯი) რეგიონიდან. ნიადაგის pH განისაზღვრა pH-მეტრზე (HANNA instrumets edge pH). სოფელ არალიდან და სოფელ წყალთბილადან ჩამოტანილი ნიადაგის pH შესაბამისად შეადგენდა 7,7 და 6,8-ს, ხოლო სოფელ პამაჯიდან ჩამოტანილი ნიადაგის pH – 6,82-ს. ცდების შედეგებმა აჩვენა, რომ ყველაზე მაღალი სავარაუდო აქტიურობა გააჩნია 3H-პიროლო[3,2-ც]ფენოთიაზინ-2-კარბონმჟავას (ნაერთი 1) და 1H-პიროლო[3,2-ბ]ფენოთიაზინ-2-კარბონმჟავას (ნაერთი 2). მათი აღნაგობა მსგავსია ინდოლილ მარმჟავასი (ინმ), რომელიც გამოიყენებოდა იყო სხვადასხვა კომბინაციით და კონცენტრაციით.



კარტოფილისა და ჭარხლის ვეგეტატიური ნაწილების ზრდა-განვითარებაზე დაკვირვებები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრის *in vitro* ლაბორატორიაში.

ცდისთვის აღებული იყო, როგორც საკონტროლო (დამუშავებული), ასევე სხვადასხვა ნაერთებით და სხვადასხვა კონცენტრაციებით დამუშავებული ვარიანტები.

მცენარეების დამუშავება ხდებოდა 0,1 %-იანი და 0,2 %-იანი; 0,1 %-იანი და 0,05 %-იანი ნაერთი (I) და 0,1 %-იანი და 0,05 %-იანი ნაერთი (2)-ის ინდოლილმარმეავას ხსნარებით. ასევე გამოყენებული იყო ამ ნაერთების კომბინაციებიც. ხდებოდა დაკვირვება მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე. იზომებოდა კარტოფილის ღეროს სიგრძე, მუხლთაშორისები, ფოთლების დიამეტრი და ითვლებოდა ფოთლების რაოდენობა. ჭარხლის შემთხვევაში კი ითვლებოდა ფოთლების რაოდენობა, ასევე იზომებოდა ფოთლების დიამეტრი და ღეროს სიგრძე. ეს გაზომვები ტარდებოდა ყოველ 2 კვირაში ერთხელ. საბოლოო შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 1 და 2.

ცხრილი 1. კარტოფილის დამუშავება ინდოლილმარმეავას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებით (ნიადაგის pH – 6,8 31.05.2017)

№	ვარიანტი	ღეროს სიგრძე, სმ	მუხლთაშორისების რ-ობა	ფოთლების დიამეტრი	ფოთლების რ-ობა
1	საკონტროლო (დაავადდა)	8,7	7	0,8 – 5,2	8
2	0,1 % - იანი ინძ	7,4	8	1,9 – 3,6	9
3	0,2 % - იანი ინძ	9,2	7	1,1 – 3,9	8
4	0,1 %-იანი I ნაერთი	7,5	8	1,5 – 3,9	9
5	0,05 %-ანი I ნაერთი	8,5	7	1,1 – 3,5	8
6	0,1 %-ანი II ნაერთი	7,8	8	1,7 – 3,5	9
7	0,05 %-იანი ნაერთი (II)	6,0	7	2,5 – 4,5	8
8	0,1 % - იანი ინძ 0,1 % ნაერთი (I)	7,5	9	1,7 - 2,7	8
9	0,1 % - იანი ინძ 0,05 % ნაერთი (I)	8,2	9	1,4 – 3,0	10
10	0,2 % - იანი ინძ 0,1 % ნაერთი (I)	8,4	10	1,7 – 4,2	11
11	0,2 % - იანი ინძ 0,1 %-ანი ნაერთი (II)	7,0	8	1,1 – 3,2	9
12	0,1 % - იანი ინძ 0,1 %-ანი ნაერთი (II)	5,9	7	1,2 – 3,4	8
13	0,1 % - იანი ინძ 0,05 %-ანი ნაერთი (II)	7,5	7	1,8 – 3,4	8
14	0,2 % - იანი ინძ 0,1 %-ანი ნაერთი (II)	6,5	7	1,4 – 3,1	8
15	0,2 % - იანი ინძ 0,05 %-ანი ნაერთი (I)	7,1	8	1,0 – 3,5	9

ცხრილი 2. ჭარხლის დამუშავება ინდოლიდმარმუავას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებით (pH – 6,82 31.05.2017)

№	ვარიანტი	ღეროს სიგრძე, სმ	ფოთლების დიამეტრი	ფოთლების რაოდენობა
1	საკონტროლო	7,5	1,5 – 1,8	5
2	0,1 % - იანი ინძ	3,1	0,9 – 1,3	4
3	0,2 % - იანი ინძ	6,6	3,9 – 4,9	6
4	0,1 %-იანი I ნაერთი	4,9	1,5 – 4,0	6
5	0,05 %-ანი I ნაერთი	6,3	3,5 – 5,0	5
6	0,1 %-ანი II ნაერთი	5,9	3,5 – 4,5	6
7	0,1 % - იანი ინძ 0,1 % ნაერთი (I)	4,4	3,8 – 4,1	7
8	0,05 %-იანი ნაერთი (II)	5,3	2,7- 3,8	6
9	0,1 % - იანი ინძ 0,05 % ნაერთი (I)	4,5	1,7 – 3,2	6
10	0,2 % - იანი ინძ 0,1 % ნაერთი (I)	6,2	1,3 – 2,5	5
11	0,2 % - იანი ინძ 0,1 %-ანი ნაერთი (II)	7,4	4,5 – 4,8	8
12	0,1 % - იანი ინძ 0,1 %-ანი ნაერთი (II)	3,7	1,1 – 1,3	5
13	0,1 % - იანი ინძ 0,05 %-ანი ნაერთი (II)	5,7	1,2 – 4,7	6
14	0,2 % - იანი ინძ 0,05 %-ანი ნაერთი (II)	5,1	3,1 – 4,5	6
15	0,2 % - იანი ინძ 0,05 %-ანი ნაერთი (I)	5,2	1,0 – 4,0	6

შედგების მიხედვით მცენარის ზრდა-განვითარებაზე საუკეთესო შედეგი მოგვცა 0,1% -იანი ინძ + 0,05%-იანი ნაერთი 1-ის და 0,2%-იანი ინძ + 0,1%-იანი ნაერთი 1-ის ნივთიერებების კომბინაციამ.

აქედან უკანასკნელი კომბინაცია უფრო მეტად უკეთესი აღმოჩნდა, ყველა კომპონენტში.

რაც შეეხება ჭარხალს, როგორც ექსპერიმენტმა გვიჩვენა საუკეთესო შედეგი 0,2%-იანმა იმ-მ და 0,1%-იანმა მე-2 ნაერთის კომბინაციამ მოგვცა (ცხრ. 2). ამ შემთხვევაში მცენარეს აღენიშნებოდა ფოთლოვანი აპარატის საკმაოდ კარგი განვითარება. რაც ძალიან მნიშვნელოვანია ჭარხლის ძირხვეწების ჩამოყალიბებისთვის. უნდა აღინიშნოს რომ ნივთიერებების სხვა კომბინაციებმა ვერ მოგვცა სასურველი შედეგი. ვეგეტაციის პერიოდში სხვა კომბინაციებით დამუშავებულ ჭარხალში შეიმჩნეოდა მცენარის ვეგეტატიური ნაწილების ზრდის შეზღუდვა, რაც გამოიხატებოდა ღეროს და განსაკუთრებით ფოთლოვანი აპარატის სუსტ განვითარებაში.

ამრიგად, მცენარეებზე ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ჩვენს მიერ დასინთეზებულ პიროლშემცველი ტეტრაციკლურ ნაერთებს გააჩნიათ საკმაოდ კარგი აქტიურობა. საუკეთესო შედეგი აჩვენა 0,1%-იანი ნაერთი 1-ის (კარტოფილი) და 0,2%-იანი ნაერთი 2-ის (ჭარხალი) კომბინაციამ ინდოლიდმარმუავასთან. ეს კომბინაციები არის მაქსიმალური კონცენტრაცია მცენარეებისთვის, კარტოფილი და ჭარხალი ვეგეტაციის საწყის პერიოდში საკმარისი რაოდენობით გამოიმუშავენ აუქსინებს, ხოლო შემდეგ ბუტონიზაციის დროს ფიტოჰორმონების გამოიმუშავება რამდენადმე მცირდება [7-12], ამიტომ 0,2%-იანი ინდოლიდმარმუავას და 0,1%-იანი ნაერთი 1-ის მოქმედება მაქსიმალურია კარტოფილის შემთხვევაში, ხოლო ჭარხლის შემთხვევაში 0,2%-იანი ინდოლიდმარმუავას და 0,1%-იანი ნაერთი 2-ის კომბინაცია საშუალებას იძლევა კარგად განვითარდეს ფოთლოვანი აპარატი, მთელი ვეგეტაციის პერიოდში. რაც ბოლოს დადებითად აისახება, როგორც კარტოფილის, ისევე ჭარხლის მოსავლიანობაზე.

ლიტერატურა

1. Дерфлинг К Гормоны растений. Системный подход. -М: Мир, 1985, 285с.
2. Matthysse A.G., Scot T.K. Hormonal regulation of development II / Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, 1984, 243 p.
3. Борзенкова Р.А., Боровкова М.П., Крылова Т.Н. Влияние материнского клубня на формирование гормонального статуса, рост и клубнеобразование у растений картофеля при засухе. Урал гос. ун-т.-Екатфинбрг, 1997, 48 с.
4. Гамбург К.З. Биохимия ауксина и его действие на клеши растений. - Новосибирск: Наука Сиб. отд-ние, 1976, 272 с.
5. Яшков М.Ю., Борзенкова Р.А. Характеристика гормональной системы различных видов картофеля в связи с особенностями донорно-акцепторных связей. // IV Международная конференция «Регуляторы роста и развития растений». -М: МСХА, 1997, сс. 44 - 45.
6. Athanasios T. Rapid gene cegulation by auxin. // Annu. Rev. Plant Physiol. Vol.37. Palo Alto. Calif., 1986, сс.407-438.
7. მ. მასხურაძე, ხ. წეროძე. იზომერული პიროლოფენოთახინების სინთეზი და მოსალოდნელო ბიოლოგიური აქტიურობა. //საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, ტ. 17, N1, 2017, გვ. 69-76.
8. Земская В. А. Ауксин белковые комплексы в растениях. // Рост растений и природные регуляторы. - М: Наука, 1977, сс.257-267.
9. Казаков Е.А., Казакова С.М., Гуляев Б. И. Действие и последствие засухи на фотосинтез листьев в онтогенезе сахарной свеклы. // Физиология и биохимия культурных растений, 1986, 18, №5, сс. 459-467.
10. Эллиот М.К., Чен Д.Ф., Фаулер М.Р., Керби М.Дж., Кубашкова М., Скотт Н.В., Слейтер А. Трансгенез. Программа повышения продуктивности сахарной свеклы. // Физиология растений, 1996, т. 43, № 4, сс. 620-628.
11. Кузьмина Г. Г. Регуляторная роль ИУК и АБК в транспорте ассимилятов на поздних этапах онтогенеза растений. // Пятая международная конференция «Регуляторы роста и развития растений», -М: МСХА, 1999, сс.46-47.
12. Рубин Б.А. Физиология сельскохозяйственных растений. -М.: изд.-во Московского ун-та, т.2, 1967, 482 с.

SUMMARY

THE IMPACT OF PHYTOHORMONES AND PYRROLE-CONTAINING TETRACYCLIC COMPOUNDS ON POTATO AND BEETROOT GROWTH AND DEVELOPMENT

Tserodze Kh.O., Kukhaleishvili M.I., Maisuradze M.G. and Bulauri E.V.

Biotechnology Center, Georgian Technical University

The expected biological activity of 12 pyrrole-containing tetracyclic compounds we synthesized was assessed. These compounds were used in agriculture for growing potato and beetroot crops. The impact of these compounds and the plant growth regulator – indolyl acid (group of auxins) on the agricultural cultures - potato and beetroot during the period of vegetation is conserved.

Keywords: phytohormones, pyrrole-containing tetracyclic compounds, plant growth regulator, biological activity, agriculture.

თავშავას *Origanum vulgare* ბიოლოგიური თავისებურებანი

კაჭარავა თ.ო., ლობჯანიძე მ.ბ., ტყეშაძე ზ.რ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი**შესავალი.**

საქართველოს უნიკალური ფიტოგენეტიკური რესურსი სტრატეგიული სიმდიდრეა, მათი გამოყენება კი ქვეყნისათვის ისტორიულად ტრადიციული. მცენარეები წარმოადგენენ სამკურნალო ნივთიერებათა ნედლეულის ძირითად წყაროს, სამკურნალო პრეპარატთა 30%-ზე მეტი მიიღება მცენარეებიდან, ანუ ყოველი მესამე პრეპარატი მსოფლიო ბაზარზე გახლავთ ფიტოწარმოშობის, ამასთანავე მცენარეული წარმოშობის პრეპარატების ფასი, სინთეტიკურთან შედარებით, გაცილებით ნაკლებია. მცენარეული ნედლეულიდან დამზადებული პრეპარატები ნაკლებ ტოქსიკურია, გამოყენებისას თანმდევი გართულებების გარეშე სტაბილური შედეგით, ისინი ონთოგენეზის პერიოდში ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს შეიცავენ მკაცრად განსაზღვრული თანაფარდობით და რაოდენობით ეკოსისტემასთან კავშირში.

დღეისათვის საქართველოში არ მიმდინარეობს სამკურნალო მცენარეების წარმოება და კულტივირება სამრეწველო მასშტაბებით. პროცესს კუსტარული სახე აქვს ველურად მოზარდი მცენარეების ხარჯზე, რასაც თან სდევს ფიტოგენეტიკური შეუქცევადი განადგურება, ჩვენი ქვეყნის კლიმატურ-ნიადაგური პირობები კი იძლევა საშუალებას მოვაშენოთ და მივიღოთ ეკოლოგიურად სუფთა, მაღალხარისხის ნედლეული, კონდიციური თესლი და პროდუქცია, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ამავე დროს, რომ ბაზარიც გაჯერებულია იმპორტული, ძვირადღირებული სინთეზური პრეპარატებით.

უნიკალური, ეკოლოგიურად სუფთა ენდემურ-აბორიგენული ფიტოგენეტიკური რესურსის მქონე ჩვენს ქვეყანას აქვს შანსი გახდეს ბიოლოგიურად აქტიური ნატურალური ფიტოსამკურნალო, ფიტოკულინარული თუ ფიტოპარფიუმერული საშუალებების ერთ-ერთი მთავარი მწარმოებელი და დაიკავოს ღირსეული ადგილი მსოფლიო ბაზარზე მნიშვნელოვანი შემოსავლით, განსაკუთრებით მსოფლიოს რიგ განვითარებულ ქვეყნებში ანტიბიოტიკების აკრძალვის ფონზე [1].

ძირითადი ნაწილი.

ერთ-ერთი ფართოდ გამოყენებული სამკურნალო, არომატული, სანელებელი და საღებავი მცენარე თავშავა (*Origanum vulgare*) მრავალწლოვანი ბალახოვანი მცენარეა ტუჩოსანთა (*Labiatae*) ოჯახიდან 45-50 სმ სიმაღლით, უმეტესად ძირიდან დატოტვილი, შეფოთილი, ფოთლები მოპირდაპირე, ყუნწიანი, მოგრძო-კვერცხისებრი, წვერში წამახვილებული, წერილად დაკბილული ან თითქმის მთელკიდიანი, სიგრძით 2,1-4,0 სმ, ღეროს კენწეროსკენ ფოთლები პატარავდება. ღერო ოთხწახნაგაა, სუსტად შებუსული ან თითქმის შიშველია, ზედა ნაწილში ყვავილედით ბოლოვდება, რომელიც ფარისმაგვარი საგველაა, მრავალყვავილიანი, თანაყვავილედები ჯამზე გრძელია, მოგრძო, მახვილწვეტიანი, ჯამი სამკუთხა ლანცეტისებრი კბილებით, შიშველი ან მეჩხერი ბუსუსებით, გვირგვინი ორტუჩა, ყვავილები წვრილი, სიგრძით 3-5 მმ. ფესვურა ტოტისებრია, ხშირად მხოხავი. ფოთლების ფერი ზედა მხრიდან მწვანე, ქვედა მხრიდან ბაცი მწვანე, ღეროები მწვანე ან მეწამული, თანაყვავილედები და ჯამი მურა-მეწამული ან მომწვანო მურა, გვირგვინი მურა-მეწამული ან მურა-მოვარდისფრო, გამოირჩევა სპეციფიკური არომატული სუნითა და მომწარო-ძეგლი გემოთი. ყვავილობს და ნაყოფი მწიფდება ივლის-სექტემბერში ლიტერატურული მონაცემებით კი ეს დაახლოებით 8-10 კვ ძვირფასი ეთერზეთია. თავშავა თავლოვანი მცენარეცაა, 1 ჰა-დან 100 კვ თავლის მიღება შეიძლება. [2].

თავშავა გვხვდება კავკასიაში, ყაზახეთში, შუა აზიაში, ევროპაში, შორეულ აღმოსავლეთში. საქართველოში იგი გავრცელებულია თითქმის ყველგან, განსაკუთრებით მთის წინებზე, ტყისა და სუბალპურ სარტყელში, ბუჩქნარებში, მდელოებზე.

ჩვენი ექსპერიმენტების შედეგების გაანალიზებით ცნობილი გახდა, რომ თავშავა ხასიათდება ხანგრძლივი სავეგეტაციო პერიოდით, კარგად იტანს დაბალ ტემპერატურას, ზომიერად ტენისმოყვარული მცენარეა, თუმცა მოზრდილი მცენარეები ეგუებიან გვალვასაც. კულტივირებული პლანტაციის გაშენებისას აუცილებლად გამოკველულ უნდა იქნეს ეკოსისტემის პარამეტრები (ნიადაგის ნაყოფიერება, გარემოს დაბინძურების ხარისხი და სხვ.), რადგანაც ისინი განმსაზღვრელი მიმდინარეობის ფაქტორებია პროდუქტულობის და ხარისხობრივი ტესტების ჩამოყალიბებისას. მისი კულტივირებისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ უდიდეს როლს თამაშობს ნიადაგის დამუშავების ხარისხი, რათა ოპტიმალური რეჟიმით მოხდეს საკვები ელემენტების, ტენის და სხვა პარამეტრების დიფერენცირება-გამოყენება ეკოლოგიურად სუფთა, მაქსიმალური მოსავლის მისაღებად. თესლი გალივებას იწყებს 5-8 °C. თავშავას თესვის ვადები შეზღუდული არ არის. იგი შეიძლება დაითესოს ზაფხულში, უშუალოდ თესლის აღებისთანავე, როცა მას აღმოცენების მაქსიმალური ენერჯია გააჩნია, ასევე ითესება ადრე შემოდგომით ან გაზაფხულზე. აქვე გათვალისწინებულ უნდა იქნეს, რომ აღმონაცენი წაყინვებმა არ დააზიანოს, არ დაიტბოროს, ან არ მოხდეს ნათესის გადარეცხვა. თავშავა ჩითილებითაც მრავლდება. მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება თესვისა და გადარგვის ვადების დაცვას მაქსიმალური პროდუქტულობის და ხარისხობრივი პარამეტრების მისაღებად, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისთვის ეთერზეთების წარმოქმნის პროცესის ოპტიმიზაცია. თესვის საუკეთესო ვადაა სექტემბრის დასაწყისი, რომ თავიდან იქნეს აცილებული აღმონაცენზე გაზაფხულის მოსალოდნელი გვალვების უარყოფითი გავლენა. ამასთანავე შემოდგომით დათესილი ან გადარგული მცენარეები მაქსიმალურად ითვისებენ სითბოს, ტენს, ინვითარებენ მძლავრ საასიმილაციო აპარატს, შესაბამისად პროპორციულად ვითარდება ფესვთა სისტემა, რაც შემდგომში მაღალი პროდუქტულობის საწინდარია. მცენარეები მომძლავრებულნი გადადიან მოსვენებით მდგომარეობაში, ვეგეტაციას იწყებენ ადრე გაზაფხულზე, მაქსიმალური პროდუქტულობით გამოირჩევიან და წარმოქმნიან ძვირფას თესლს, 1000 თესლის მასა დაახლოებით 0,10-0,12 გ [3].

თავშავას მიწისზედა ნაწილი შეიცავს 0,1-1,4% ეთეროვან ზეთს, მასში დომინირებს კარვაკროლი, თიმოლი და მირცენი. ბიოლოგიურად აქტიური ჯგუფებიდან კი იგი შეიცავს ნახშირწყლებს, ორგანულ მჟავებს, ტრიტერპენოიდებს, სტეროიდებს, ვიტამინ C, მთრიმლავ ნივთიერებებს. თავშავას თესლში 10-30%-მდეა ცხიმოვანი ზეთი, გვხვდება ალიფატური სპირტები.

ჩვენ ტიტრომეტრული მეთოდით განვსაზღვრეთ - ვიტამინი C შემცველობა თავშავას მცენარის სხვადასხვა ნაწილებში ეკოსისტემის განსხვავებულ არეალში, ვიტამინები – რთული ქიმიური შედგენილობის ნაერთებია, რომლებიც ნივთიერებათა ცვლის რეგულატორების როლს ასრულებენ, მათი არ არსებობა, ნაკლებობა ან სიჭარბე განაპირობებს სხვადასხვა სახის დაავადებას, რის გამოც ისინი შეადგენენ საკვების აუცილებელ შემადგენელ ნივთიერებებს. ექსპერიმენტის შედეგების გაანალიზების შედეგად ნათელი გახდა, რომ ვიტამინ-C შემცველობა მაღალმთიან ზონაში გავრცელებულ ველურ ფორმებში მეტია მცენარის ყველა ნაწილში, მცირედ ჩამოუვარდება კულტივირებული ფორმა იმავე ზონაში.

ვიტამინ C შემცველობა თავშავაში - (მგ%)

არეალი	ღეროები	ფოთლები	ყვავილები
რაჭა (შოვი) კულტივირ.	35	355	136
შიდა ქართლი (მცხეთა) კულტივირ.	31	321	110
ველური ფორმა რაჭა (შოვი)	39	365	146
ველური ფორმა შიდა ქართლი (მცხეთა)	29	326	114

ამრიგად, ექსპერიმენტებისა და ლიტერატურულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება დავასკვნათ, რომ თავშავას სამრეწველო პლანტაციის თესვის და გადარგვის ოპტიმალური ვადაა საქართველოში შემოდგომის პირველი ნახევარი. ვეგეტაციის მეორე წელს მწვანე მასის პროდუქტიულობა 15 ტ/ჰა-მდე ფიქსირდება.

ლიტერატურა

1. სამკურნალო მცენარეთა გენეტიკური რესურსი საქართველოში. ი. გოგებაშვილის თელავის სახ. უნივერსიტეტი „კულტურათშორისი დიალოგები“, სს კონფერენცია, გვ. 293-297.
2. Kacharava T. Sustainable Use of Genetic Resources in Medicinal, Aromatic, Spicy, Poisonous Plants./Proceedings of the International Conference on Applied Ecology: Problems, Innovations, Tbilisi, ISBN 978-9941-0-7644-2, <http://icae-2015.tsu.ge>, 2015, pp.241-246;
3. Kacharava T., Eptashvili T. Protection of genetic resources of medicinal, aromatic and spice plants in Georgia, Sustainable Utilisation of Plant Genetic Resources for Agriculture and Food./International scientific conference, Piešťany, Slovak Republic, 2016, p. 34. <http://www.vurv.sk/conference/>.

SUMMARY

BIOLOGICAL PECULIARITIES OF *ORIGANUM VULGARE*

Kacharava T.O., Lobjanidze M.B. and Tkebuchava Z.R.

Georgian Technical University

Samtskhe-Javakheti State University

The experiments performed showed that wild plant species growing in the highlands of Racha contain more vitamin C, which is due to by the effect of ecosystem conditions parameters (the sum of active temperatures, the amount of sediments, soil fertility, etc.). Hence, while cultivating the plantations of *Origanum vulgare* L in farming conditions, the following factors should be taken into account: environment-soil-plant-fertilization, biological peculiarities of the plant, optimal technologies of reproduction should be selected for the relevant region, etc. In case of proper management of the processes, ecologically pure raw product with high productivity and standard content of pharmacologically active substances is obtained and the genetic resource of this unique plant is maintained.

Keywords: *Origanum vulgare* L., ecosystem conditions, genetic resource, pharmacologically active substances.

საქართველოში შემოტანილი საქარომიცეტების ანალიზი

შილდელაშვილი ი.ი., მათიაშვილი შ.ი., ბუიშვილი გ.თ.

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ჩვენს მიზანს წარმოადგენს წარმოებში გამოყენებული თერმოფილური საფუარების შეცვლა ბუნების წიაღში გავრცელებული ღვინის ოვალური საფუარებით.

ღვინის მდგომარეობით საქართველოში არ იწარმოება საფუარები, ისინი ძირითადად შემოდის საზღვარგარეთიდან, დაწნეხილი და ფხვიერი სახით, რომელთაც ეტიკეტზე აქვს წარწერა *Saccharomyces Cerevisiae*, რომელიც ღვინის საფუარების საერთო სახელწოდებაა და თუ რომელი სახეობაა, ეტიკეტზე არ არის აღნიშნული.

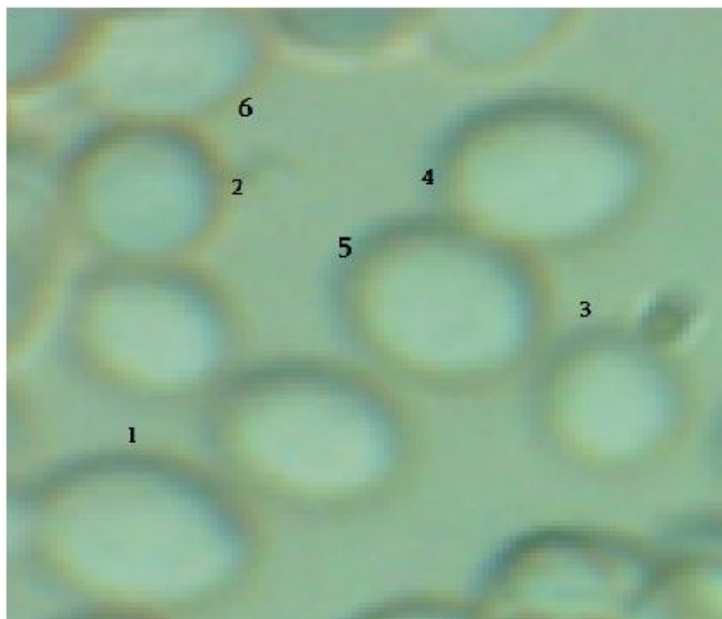
დიდი ხანია დავიწყებას მიეცა მთელი მსოფლიოს მეცნიერების მიერ ატეხილი განგაში, რომელიც ეხებოდა თერმოფილური საფუარების ნეგატიურ მოქმედებას ადამიანის ორგანიზმზე, რაზეც წერდნენ ფრანგი მეცნიერი ე. ვოლფი, აკადემიკოსი ფ. უგლოვი, პ. დუბინინი, ჯანფრანკო როზინინი, გ. ბასსი და დ. შერმანი, ს. კონოვალოვი, ბ. რუბინი, ვ. დილმანი, მ. დეიმონდი, დ. შნელლი, ვ. მიხაილოვი, ლ. ტრუშკინა [1-8].

თერმოფილური საფუარების მოპოვება ბუნებაში არ ხდება, ისინი ადამიანის მიერ ხელოვნური ჩარევის გზითაა მიღებული და მორფოლოგიური ნიშნით მიეკუთვნება უბრალო სოკოებს. თერმოფილური საქარომიცეტები, სამწუხაროდ უფრო სრულყოფილები არიან, ვიდრე ქსოვილური უჯრედები, ისინი არსებობენ ტემპერატურის, გარემოს pH-ისა და ჰაერის შემადგენლობისაგან დამოუკიდებლად. მაშინაც კი, როდესაც ირღვევა ნერწყვის ლიზოციმით საფუარის უჯრედის მემბრანა, ისინი აგრძელებენ ცხოველმობას. კანადისა და ინგლისის მეცნიერებმა დაადგინეს საფუარის სასიკვდილო ზემოქმედება ორგანიზმზე. საფუარი ქილერის - უჯრედები, მკვლელები - უჯრედები, კლავენ მგრძობიარე, ორგანიზმის ნაკლებად დაცულ უჯრედებს მათში შხამიანი ცილების გამოყოფით. დაბალი მოლეკულური მასის ტოქსიკური ცილა მოქმედებს პლაზმურ მემბრანებზე, ზრდის მათ გამტარიანობას პათოგენური მიკროორგანიზმებისათვის და ვირუსებისათვის. თავდაპირველად საფუარი ხვდება საჭმლის მომწელებელი ტრაქტის უჯრედებში, შემდგომ უკვე სისხლის არხში, რის შედეგადაც ისინი იქცევიან იმ „ტროას ცხენად“, რომლის შედეგადაც მტერი ხვდება ადამიანის ორგანიზმში და ძირს უთხრის მის ჯანმრთელობას. თერმოფილური საფუარი იმდენად რეაქტიული და სიცოცხლისუნარიანია, რომ მისი 3-4 მოკლევადიანი გამოყენებისას უფრო აქტიური ხდება. ცნობილია, რომ პურის ცხობისას საფუარი არ ნადგურდება, ის ინახება წებოვანას კაფსულებში და ორგანიზმში მოხვედრისას იწყებს ორგანიზმის დამანგრეველ საქმიანობას. ახლა უკვე კარგადაა ცნობილი ამ სფეროს სპეციალისტებისათვის, რომ საფუარის გამრავლებისას ფორმირდება ასკოსპორები, რომლებიც აღმოჩნდებიან ჯერ საჭმლის მომწეებელ ტრაქტში, და შემდგომ, სისხლში მოხვედრისას ახდენენ მემბრანის უპრედების ნგრევას, რაც საუკეთესო კერას წარმოადგენს სიმსივნური უჯრედების გამრავლებისათვის და ყალიბდება ონკოლოგიური დაავადებები.

საფუარი ცოცხალი ორგანიზმის პირობებში მრავლდება გეომეტრიული პროგრესიით და ხელს უწყობს პათოგენურ მიკროფლორას აქტიური სიცოცხლისა და გამრავლებისათვის, რაც ხორციელდება ნორმალური მიკროფლორის დაჩაგვრით.

აკადემიკოს ფ. უგლოვის დასკვნით საფუარის კომპონენტები, რომლებიც ხვდებიან საკვებში, ცოცხალ ორგანიზმში ახდენენ დამატებითი ეთანოლის გამოქმუნების პროვოცირებას, მაგრამ არ არის გამორიცხული, რომ ადამიანის სიცოცხლის ხანგრძლივობის შემამცირებელ ერთ-ერთ ფაქტორს წარმოადგენს.

პურში თერმოფილური საფუარების არსებობის შესამოწმებლად ჩვენს მიერ ჩატარებულია ექსპერიმენტი: სტერილურად ამოვიღეთ პურის გული და მოვათავსეთ სტერილურ გამჭვირვალე ჭურჭელში, სადაც სტერილური საკვები არე იყო, ერთი დელამის განმავლობაში დავტოვეთ და შემდეგ შევამოწმეთ, მიმდინარეობდა ინტენსიური სპირტული დუღილი, აღნიშნული ჭურჭელი მოვათავსეთ თერმოსტატში 200-დან, 250 °C-ზე. დავაყოვნეთ ერთი საათი. თერმოსტატიდან გამოღების შემდეგ ელექტრონული მიკროსკოპის სასაგნე მინაზე მოვათავსეთ მიღებული ნიმუშის მცირე რაოდენობა, მიკროსკოპში დაკვირვებისას ცოცხალ მდგომარეობაში აღმოჩნდა (სურათი), ჩვეულებრივ საფუარებთან შედარებით დიდი ზომის წაგრძელებული ბურთისებური სახის საფუარები და ჩვეულებრივ ღვინის საფუარებია. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ხელოვნურად შექმნილი თერმოფილური საფუარები გამომცხვარ პურში განაგრძობენ სიცოცხლეს.



დაკვირვების შედეგად აღმოჩენილი საფურები
 1, 4, 5, 6 – ბურთისებური სახის საფუარები; 2, 3 – ღვინის საფუარები

რუსეთის ფედერაციული რესპუბლიკის მონაცემებიდან ჩანს, რომ პურის საფუარების დამზადებისათვის გამოიყენება 36 სახის ძირითადი და 20 სახის დამხმარე ნედლეული, რომელთაგან აბსოლუტური უმრავლესობა ტექნიკური სახისაა და არ მიეკუთვნება კვებისათვის გამოსაყენებელ ნივთიერებებს, რაც საშიშროების წინაშე აყენებს ადამიანის ჯანმრთელობას. დღეისათვის პურფუნთუშეულის წარმოების ასორტიმენტი დიდია, პურის საცხობები უშვებენ სხვადასხვა სახის პროდუქციას, სადაც დღეს ყველგან გამოიყენება უცნობი საქარომიცეტები.

ჩვენს მიერ თელავის მიკროზონის სოფლების ვენახებში შესწავლილია ადგილობრივი ბუნებრივი სახის საქარომიცეტები, რომლებიც შესაძლებელია გამოვიყენოთ მეღვინეობაში, პურპროდუქტების წარმოებაში, რომელი საფუარებიც საშიში არ არის ადამიანებისთვის. საქართველოს ესაჭიროება ადგილობრივი სახეობის საფუარების წარმოება.

ლიტერატურა

1. ჯ. როზინინი. მკვლელი საფუარების მახასიათებლები. //მიკრობიოლოგიის კანადური ჟურნალი, 1983, ტომი 29, №10, 462 გვ.
2. ფ.გ. უგლოვი, პ.პ დუბინინი და სხვა. სტატისტიკისა და ეკონომიკური მოდელირების პრობლემები. პლენარის სახელობის MMHXa-ს შრომები.
3. გ. ბასსი და დ.ა. შერმანი. მომაკვდინებელი ფაქტორი. //ბიოქიმია, ბიოფიზიკა, 1973, 298, გვ. 868-879.
4. Коновалов С. А. Биохимия дрожжи. -Москва, Пищепромиздат, 1962, сс. 13-14.
5. რუბინი ბ.ა. ფერმენტული დუღილი. БМЭ, 1976, ტომი 3, გვ. 383-384.
6. დილმანი ვ.მ. მედიცინის ოთხი მოდელი. //მედიცინა, ლენინგრადი, 1987, გვ. 40-42, 214-215.
7. მ. დეიმონდი, დ. შნელდი. ნ. მუავა-ფუქური ბალანსი, აშშ.
8. ვ. მისაილოვი, ლ. ტრუშკინა. კვება - სერიოზული საქმეა. //ახალგაზრდა გვარდია, მოსკოვი, 1988, გვ. 5-7.

SUMMARY

ANALYSIS OF IMPORTED SACCHAROMYCETES

Shildelashvili I.I., Matiashvili Sh.I. and Buishvili G.T.

Jacob Gogebashvili State University, Telavi

Currently yeasts are not produced in Georgia. They are mainly imported in a pressed and loose form, labeled *Saccharomyces cerevisiae*, which is the general name of wine yeasts, without mentioning of the species on the label. An experiment was performed to find out if there are thermophilic yeasts in the baked bread available on our market. Thermophilic yeast facilitates the penetration of microflora in the human body and damages it. Local natural *Saccharomyces* were studied with the aim to use them in wine-making, bread baking etc.

Keywords: *Saccharomyces*, thermophilic yeast, wine-making, bread baking.

DYNAMICS OF CHANGES IN THE COMPOSITION OF MINERAL SUBSTANCES IN THE MUST AND WINE

Gamtkitsulashvili Gia V., Gamtkitsulashvili Gela V., Khositashvili M.L. and Mikiashvili M.A.

Jakob Gogebashvili Telavi State University

Abstract. Recently, the qvevri wine-making method has attracted great attention both of Georgian consumers and foreign specialists. The article discusses the dynamics of changes in the composition of mineral substances in the must and wine in vessels made from different materials. The comparative analysis of mineral substances showed that the changes in the composition of mineral substances in both vessels were caused by minerals contained in the vessel, the activity of constituent elements and by their circulation in wine. In both cases, the quantitative changes in mentioned elements, the reduction of mentioned mineral elements was due to their absorption by the solid portion of the pulp, precipitation and crystallization of potassium, sodium and calcium tartrates.

Keywords: wine-making, qvevri, mineral substances, dynamics of changes.

In Georgia, making wine in qvevri (a pitcher) has a centuries-old history. In 2013, the traditional Georgian traditional qvevri wine-making method was recognized by UNESCO as part of intangible Cultural Heritage of the Humanity. Qvevri is scientifically little studied. It is well known for wine producers and specialists that, during the process of wine-making in qvevri, in the pulp oxidation-reduction reactions proceed well and, in most cases, we get stable wine of high quality.

In the process of changes in the substances in the must and wine, along with organic substances, inorganic ones participate. A moderate concentration of mineral substances of grape is one of essential conditions for obtaining the conditioned and high-quality products. In the must and wine with moderate concentration of mineral elements, there occur all chemical and physical processes, which facilitate fermentation, maturation of wine, and formation of aroma and bouquet components [1-3].

Till the bunch of grapes is attached to the vine, its mechanical parts with their physical and chemical composition form a single organized system and produce normal changes in the substances. After squashing, the links among the mechanical parts are broken and the mineral substances partially transfer from the mechanical parts into the juice. The mineral substances are distributed in the mechanical parts of grape as follows: the seed is rich in potassium salts (65%), followed by the skin (48%) and the stem (36%). The seed is rich in calcium salts and their concentration reaches 6% in the must. The content of phosphorus is highest in the seed and the lowest in the stem.

When the norms of minerals in wine are violated, the quality of the product deteriorates, which could be due to migration of mineral elements and related issues [4,5].

A moderate concentration of metals in the must improves the taste qualities of any wine material. After fermentation of the must, part of the mineral elements remains in grape skins and seeds, the rest deposit in the process of fermentation. The fresh must contains from 3 to 5 g/l mineral substances. During alcoholic fermentation, this amount decreases due to the transfer of organic mineral substances into metal and organic mineral deposit.

The Kakhetian and European production processes of making wine from white grapes are completely different. In Kakhetian technology, the alcoholic fermentation proceeds in the must with solid parts of the bunch and ageing of wine occurs on the pulp for 5-6 months, whereas, in the European technology, the must is immediately separated from the pulp and processed for removing the excess of extracted substances. The quantitative changes in mineral substances in the wines produced by these technologies are absolutely different. The migration of mineral substances from solid parts of the bunch into the fermented must and then into when making wine by the Kakhetian technology is a long process. These processes take place in qvevri and the wine is aged on the pulp for 5-6 months.

During this period, mineral substances are extracted from the pulp into the wine material, and the mineral substances react with organic acids with precipitation of the corresponding salts [5,6].

The exceptional qualities of the Kakhetian wine are based on the complex of redox and biochemical reactions taking place in qvevriat every stage of aging of wine, in which the vessel made of clay called qvevri participate. Currently it is a question what quantity of mineral substances transfers from the vessel itself into the wine [2-4].

The objective of our research was to study the dynamics of changes in the composition of mineral elements in young and 5-months-old wine from the must in qvevri and neutral vessels. From the literature it is known that, of mineral substances, potassium, magnesium, calcium and sodium are present in wine in the greatest quantities. It is also well known that, besides silicon, exactly these elements are present in the Georgian soil in nature and burnt materials of qvevri [6,7].

The object of the study was a 250-liter qvevri made from the material found in the clay minefield in the village of Satsableti, Zestafoni Region, Western Georgia, and a neutral vessel of the same capacity. Both of them were placed in ground under the same conditions at the "Twins Wine House in Napareuli", the village of Napareuli, Telavi Region. In September 2017, the pressed Rkatsiteli grapes gathered in the Napareuli microzone was placed in both vessels at the same time. The alcoholic fermentation took place with the pulp. The following samples for analyzing were taken: the initial must, young wine after alcoholic fermentation and 4-months-old wine.

The content of the following mineral substances was determined in the samples (qvevri and the neutral vessel): potassium K, magnesium Mg, calcium Ca and sodium Na. The quantitative changes in mineral elements (mg/l) in the must, and in young and 4-months-old wine made on the pulp are given in the Table below.

Quantitative changes in mineral elements (mg / l) in the fermented must, and in young and 4-months-old wine made on the pulp in different vessels

Qvevri				
	Mineral element	Fermented must	Young wine	Four-months-old wine, mg/l
1	K	1285	750	540
2	Mg	47	40.3	45.8
3	Ca	85.5	52	47.2
4	Na	10.55	4.11	3.52
Neutral Vessel				
1	K	1285	940	820
2	Mg	47	40	52
3	Ca	85.5	62.8	60
4	Na	10.55	9.12	5.12

As is seen from the table, after the completion of alcoholic fermentation, the quantity of four elements in the new wine in qvevri decreased. As compared with the must, after alcoholic fermentation in qvevri, the quantity of potassium decreased by 535 mg/l, magnesium - by 6.7 mg/l, calcium - by 33.5 mg/l and sodium - by 6, 28 mg/l. As compared with the must, after 4 months in the wine in qvevri, the quantity of potassium reduced by 7.45 mg/l, calcium - by 38.3 mg/l, and sodium - by 7.03 mg/l, while the quantity of magnesium slightly increased - by 1.2 mg/l.

The content of mineral elements decreased in the neutral vessel too. As compared to the must, the quantity of potassium reduced by 345 mg/l, magnesium - by 7 mg/l, calcium - by 22.7 mg/l, and sodium -

by 1.43 mg/l. In the 4-months-old wine, the quantity of potassium reduced by 465 mg/l, calcium – by 25,5 mg/l, sodium – by 5.422 mg/l, while the quantity of magnesium increased by 5.1 mg/l.

As the comparative analysis of mineral substances showed the change in the mineral substances in both vessels was caused by the minerals contained in the vessel itself, the activity of constituent elements and by their circulation in wine.

REFERENCES

1. G.Beridze. Kakhetian Wine-Making Technology. – Tbilisi, Ganatleba, 1973, 149 p.
2. N.Gelashvili. Winery. Part I. – Tbilisi, Ganatleba, 1986, 239 p.
3. G.Beridze. Georgian Wine-Making Technology. – Tbilisi, Ganatleba, 1964, 364 p.
4. Г. Беридзе, Р.А. Намгаладзе. Содержание минеральных веществ в винограде и соке в вине. //Садоводство, виноделие и виноградарство Молдавии, 1975, №1, сс. 29-31.
5. T.Kobaidze. Changes in mineral elements regarding the production and ageing in wine-making and stabilization of cognac, abstract.- Tbilisi, 1979.
6. N.E.Foforadze. Minerals and Rocks of Georgia. – Tbilisi, Technical University Press, 2012, pp. 3-5
7. U.Merz, I.Bitariashvili, F.Regner, M.Darting, I.Burkart, I.Petzold, B.Zaitciet al. Identity of Pitcher Wine. - Tbilisi, German Corporation for International Cooperation (GIZ), 2017, pp. 14,15,18 and 21

РЕЗЮМЕ

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ В СОСТАВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СУСЛЕ И ВИНЕ

Гамткицулашвили Гия.В., Гамткицулашвили Гела В., Хоситашвили М.Л., Микиашвили М.А.

Телавский государственный университет им. Якоба Гогобашвили

В последнее время метод приготовления вина в квеври вызывает большой интерес как у грузинских потребителей, так и у иностранных специалистов. В статье анализируется динамика изменений в составе минеральных веществ в сусле и вине в сосудах, сделанных из разных материалов. Сравнительный анализ минеральных веществ показал, что изменения в составе минеральных веществ в обоих сосудах вызваны минералами, содержащимися в самих сосудах, активностью составляющих их элементов, и их циркуляцией в вине. В обоих случаях количественные изменения в минеральных элементах, уменьшение их количества, вызвано их поглощением твердыми частями мезги, осаждением, и кристаллизацией виннокислых калия, натрия и кальция.

Ключевые слова: виноделие, квеври, минеральные вещества, динамика изменений.

ფენოლოური ნაერთების დაბროვების დინამიკა საქართველოში
ინტროდუცირებულ წითელ ყურძენში

ხოსიტაშვილი მ.ლ., ხოსიტაშვილი თ.ვ., ბუიშვილი გ.თ.,
ჩალათაშვილი ს.ე., კაციტაძე მ.გ.

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თელავი

წითელი ყურძნიდან მიღებული ღვინისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მათში არსებული ფენოლოური ნაერთების რაოდენობასა და შედგენილობას. ისინი ძირითადად განაპირობენ ღვინის ფერსა და გემურ თვისებებს. ვაზის ვეგეტაციის პერიოდში ფენოლოური ნაერთები განიცდიან რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვლილებებს. სხვადასხვა ვაზის ჯიშის წითელი ყურძნის ნაყოფის გამონასკვიდან მარცვლის ყველა ნაწილში გროვდება დიდი რაოდენობით ფენოლოური ნაერთები; მარცვლის განვითარებასთან ერთად, მათი რაოდენობა მცირდება (განსაკუთრებით რბილობში) და ტექნიკურ სიმწიფეში რბილობის გამტარი მიღების გასწვრივ, კანსა და წიპწაში რჩება. წითელი ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია კი ითვალისწინებს ტკბილის დუღილს დურდოზე, რადგან ფენოლოური ნაერთების ძირითად წყაროს ღვინოში მარცვლის მაგარი ნაწილები (ძირითადად კანი, წიპწა და რბილობი) წარმოადგენს [1-5].

წითელი ღვინის დაყენებისას ტექნოლოგიური პროცესების ჩატარების დროს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფენოლოური ნაერთების (მათ შორის საღებავი ნივთიერებების) რაოდენობრივ გადასვლას ტკბილსა და ღვინოში [6-10].

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა ინტროდუცირებული (შემოტანილი – პინო ნუარი, საგვიანო ბურგუნდერი, საადრეო ბურგუნდერი, დაკაპო, სირა, კაბერნე ფრანი, კაბერნე სოვინიონი და მერლო) წითელი ყურძნის მტევნის მექანიკური შედგენილობა, ფენოლოური ნაერთების ჯამური რაოდენობა და მათი დაგროვების დინამიკა ისვრილობის პერიოდიდან ყურძნის სრულ სიმწიფემდე.

ცხრილი 1. ინტროდუცირებული ვაზის ჯიშების წითელი ყურძნის მტევნის ტექნიკური (ხაზობრივი და მოცულობითი) მაჩვენებლები

ყურძნის ჯიში	მტევნის სიგრძე, მმ. L			მტევნის დიამეტრი D		მტევნის წონა, გრ. q			მოცულობა, V
						მტევნის წონა, გრ. q	მტევნის წონა, გრ. q	მტევნის წონა, გრ. q	
	მინ.	საშ.	მაქ.	მაქ.	მინ.	მინ.	საშ.	მაქ.	
პინო ნუარი	114	120	126	D ₁ -8.0	D ₂ -6.0	285	300		315
დაკაპო	168	170	172	D ₁ -10.0	D ₂ -6.0	264	300		336
კაბერნე ფრანი	156	160	164	D ₁ -12.0	D ₂ -5.5	271	300		329
საადრეო ბურგუნდერი	145	155	165	D ₁ -8.0	D ₂ -5.0	147	154		160
მერლო	122	130	148	D ₁ -8.5	D ₂ -4.5	143	161		179
სირა	135	150	165	D ₁ -6.5	D ₂ -6.0	230	239		248
საგვიანო ბურგუნდერი	115	130	145	D ₁ -7.0	D ₂ -4.5	185	200		215
კაბერნე სოვინიონი	170	175	180	D ₁ -6.5	D ₂ -4.5	178	200		222

კვლევისათვის აღებული იქნა წითელი ვაზის ინტროდუცირებული რვა ჯიშის ყურძენი, რომელშიც განისაზღვრა ტექნიკური (ხაზობრივი და მოცულობითი) მაჩვენებლები პროსტოსერდოვის მეთოდით, ხოლო ფენოლური ნაერთების რაოდენობრივი ცვლილების დინამიკა Glories მეთოდის მიხედვით [6,11,12]. ანალიზისათვის ყურძნის საანალიზო ნიმუშებს ვიღებდით პროსტოსერდოვის (44,72) მიხედვით. ვენახის ყოველი მე-15 რიგიდან ვიღებდით ყურძნის მტევნებს (10კგ), რომელსაც ვალაგებდით და ყოველ მე-10 მტევანს ვიღებდით საანალიზოდ, მონაცემებს ვამუშავებდით ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით (30) 3-5 ჯერადი განმეორებით. შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

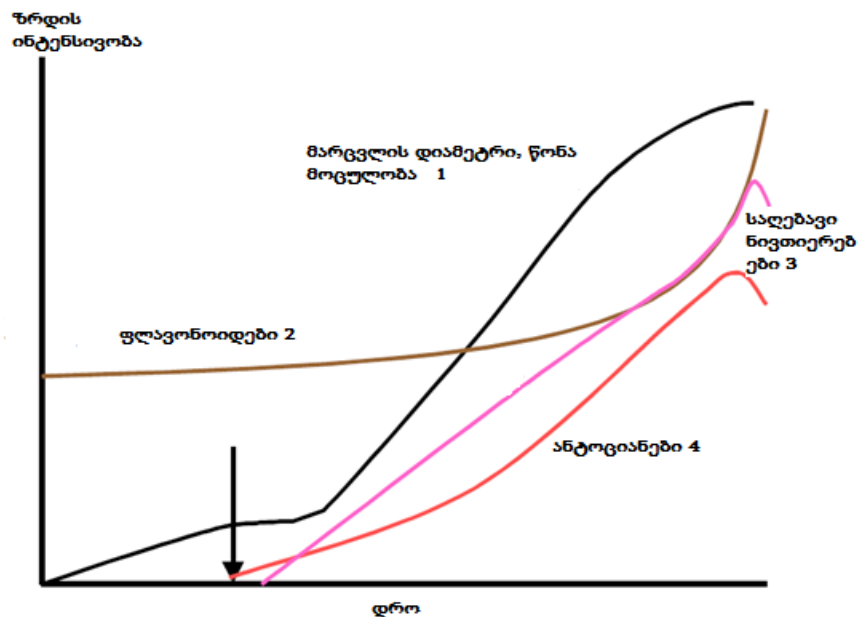
მიღებული მონაცემების შეჯამება და ანალიზი ცხადყოფს, რომ ინტროდუცირებული წითელყურძნიანი ჯიშები წონით, სიგრძითა და სიკუმსით შეესაბამებიან საერთაშორისო ამპელოგრაფიული გრადაციით მოცემულ ზღვრებს.

Glories მეთოდის მიხედვით თითოეული ჯიშის ყურძნიდან ავიღეთ 200 - 200 მარცვალი, 2 წუთის განმავლობაში ვაცენტრიფუგირებდით ერთგვაროვანი მასის მიღების მიზნით. მიღებული ტკბილი გაყავით ორ ნაწილად (25 - 25 მლ). საანალიზო სითხეებიდან თითოეულ ნიმუშს, ცალ-ცალკე, თანაბარი რაოდენობით 1:1 შეერია სხვადასხვა pH-3,2 და pH=1,0-ის მქონე მეთოდის მიხედვით მოდელური (ბუფერული) ხსნარები. ანტოციანების, ტანინებისა და პოლიფენოლების რაოდენობრივი შემცველობა გაზომეთ სპექტროფოტომეტრის 520 ნმ ტალღის სიგრძეზე [9,12,13], მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2. ინტროდუცირებული ჯიშის წითელი ყურძნის ფენოლური ნაერთების რაოდენობის ცვლილების დინამიკა ყურძნის მარცვლის მომწიფების სხვადასხვა სტადიებზე, მგ/ლ

ნიმუშების დასახელება	ფენოლური ნაერთების ჯამური რაოდენობა მომწიფების სხვადასხვა პერიოდში, მგ/ლ		
	ისვრილობის	შეთვალვების	სიმწიფის
დაკაპო	31,1	30,4	15,4
კაბერნესოვინიონი	29,1	20,5	14,8
სირა	27,4	19,8	12,0
საადრეო ბურგუნდერი	28,0	22,0	11,5
კაბერნეფრანი	25,8	19,4	12,3
საგვიანობურგუნდერი	20,1	18,7	11,4
მერლო	22,4	17,4	13,2
დაკაპო	24,7	18,9	12,5

როგორც ცხრილი 2-ის მონაცემებიდან ჩანს, ფენოლური ნაერთების რაოდენობა ისვრილობის პერიოდში მერყეობს 31,1 – 20,1 მგ/ლ-მდე; შეთვალვების პერიოდისათვის 30,4 – 17,4 მგ/ლ-მდე; ხოლო სიმწიფისათვის მათი რაოდენობა მერყეობდა 15,4 – 11,4 მგ/ლ-მდე. ინტროდუცირებული წითელ ყურძნიანი ჯიშებიდან ფენოლური ნაერთების შემცველობით გამოირჩევა ყურძნის ჯიში დაკაპო, რომელშიც ფენოლური ნაერთების რაოდენობა ისვრილობის პერიოდში შეადგენდა 31,1 მგ/ლ-ს; შეთვალვების პერიოდში კი ეს ციფრი შემცირდა 30,4 მგ/ლ-მდე, ხოლო სიმწიფის პერიოდში მისი რაოდენობა დავიდა 15,4 მგ/ლ-მდე. სიმწიფის პერიოდისათვის ყველაზე მცირე რაოდენობა ფიქსირდებოდა საგვიანო ბურგუნდერისათვის – 11,4 მგ/ლ-ზე. მაშასადამე, დაკაპოს მარცვალში ფენოლური ნაერთების საერთო რაოდენობა ისვრილობიდან სრულ სიმწიფემდე დაახლოებით 15 - 20 მგ-ით მცირდება. ასეთივე ცვლილება შეინიშნება ჩვენს მიერ შესწავლილ დანარჩენ შვიდ ინტროდუცირებულ ვაზის ჯიშებშიც. ექსპერიმენტმა ცხადყო, რომ ყურძნის მარცვლის მოცულობის ზრდის დინამიკა პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია მარცვალში ფენოლური ნაერთების დაგროვების დინამიკასთან (ნახაზი).



ყურძენში არსებული ფენოლური ნაერთების ზრდის ზოგადი ტენდენციები, ყურძნის მომწიფების პერიოდში

ნახაზზე გამოსახულია ყურძნის მარცვლის მოცულობის ზრდის დინამიკა (1), რომლის პარალელურად მკვეთრად ჩანს, რომ მნიშვნელოვან რაოდენობრივ ცვლილებებს განიცდიან ფენოლური ნაერთებიც (2) ფლავონოიდები, საღებავი ნივთიერებები (3) და ანტოციანინები (4). ნახაზიდან ჩანს, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილ საკვლევ ყურძნის მარცვლების მომწიფების პროცესში სხვადასხვა ნაერთების ცვლილების ტენდენციებს ჰქონდა ადგილი - შაქრის სრულ სიმწიფეს დაემთხვა ფენოლური ნაერთების მაღალი მაჩვენებელი.

ლიტერატურა

1. ლაშხი ა. ენოქიმია. -თბილისი. განათლება, 1970, 262 გვ.
2. ა. რამიშვილი. ამპელოგრაფია. -თბილისი 1986 წ.
3. დურმიშიძე ს. ხანიძე თ. ვაზისბოქიმია. -თბილისი, მეცნიერება, 1985, 561გვ.
4. Recueil des methods internationales d'analyse des vins. - Office International de la Vigneetdu Vin, O.I.V., Paris, 2010. <<http://www.oiv.int/oiv/info/enplublicationoiv#compendium>>.
5. Saint Cricq, N.; Vivas, N.; Glories, Y. Maturitéphénolique: definition et cõntrole.//Rev. Fr. Oenol.1998,173,22–25. <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2014/01/measuring-grape-tannins.pdf>
6. MaturitéPhénolique (méthode Glories), 1978. https://www.vignevin-sudouest.com/publications/itv-colloque/documents/COLLOQUE_Maturation-phenolique.pdf
7. Boulton, R.B. The copigmentation assay for red wines. <<http://boulton.ucdavis.edu/copig.htm>>
8. Ribéreau-Gayon, P. et al. Handbook of Oenology - Vol. 2: The chemistry of wine stabilization and treatments. 2nd ed. – England, John Wiley & Sons Ed., 2006. p. 441. <http://dx.doi.org/10.1002/0470010398>
9. Boulton, R., "The Copigmentation of Anthocyanins and its Role in the Colour of Red Wine: A CriticalReview," AJEV52:2,67,(2001).<http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Papers%20Reviewed/Review%20Copigmentation.pdf>
10. Boulton, R.B. et al. Principles and Practices of Winemaking. - New York, Kluwer, 1998, 613 p. [http://gtu.ge/Agro-Lib/\[M. Victoria Moreno-Arribas, Carmen Polo\] Wine_Che\(BookFi.or.pdf](http://gtu.ge/Agro-Lib/[M. Victoria Moreno-Arribas, Carmen Polo] Wine_Che(BookFi.or.pdf)
11. Elena Cristea. Determination of the Optimal Phenolic Extraction Yield in Red WinesUsing theGlories Method
Porto, 2014. https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/16237/1/thesis_Elena_Cristea_MSc_SEFOTESE_final.pdf

12. AHA Roediger. Phenolic Ripeness in South Africa. - Stellenbosch, 2006. http://www.capewineacademy.co.za/dissertations/AHARoediger_CWM_Thesis.pdf

13. Carlos Eugenio Daudt¹; Aline de Oliveira Fogaça. Phenolic compounds in Merlot wines from two wine regions of Rio Grande do Sul, Brazil. 2013. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612013000200021

SUMMARY

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN THE RED GRAPES INTRODUCED IN GEORGIA

Khositashvili M.L., Khositashvili T.V., Buishvili G.T., Chalatahshvili S.E. and Katsitadze M.G.

Jakob Gogebashvili Telavi State University

The article deals with the dynamics of accumulation of phenolic compounds in the red grapes introduced in Georgia at different stages of its ripening. For research, eight introduced red grape cultivars were taken. Their technical characteristics (linear and volumetric) were determined by the Prostoserdov's method. The dynamics of quantitative changes in phenolic compounds was determined by the Glories method. The experiment revealed that the dynamics of growth of the grape berry volume is in direct proportion with the dynamics of accumulation of phenolic compounds in the berry.

Keywords: red grapes, phenolic compounds, accumulation, technical characteristics.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МЕХАНИЗМА ДЛЯ ИМИТАЦИИ ОПЫТНОЙ НОСКИ ОБУВИ

Закарая М.М., Маглакелидзе Т.А.

Государственный университет им. Акакия Церетели, Кутаиси

Постановка задачи. Оценка эксплуатационных свойств обуви специального назначения и разработка основных направлений совершенствования изделия осуществляется путем ее испытания в производственных или полевых условиях. По методике, срок опытной носки специальной обуви составляет 3 года, количество опытных образцов в среднем на первый год – 100 пар, на второй год – до 500 пар и на третий – до 1000 пар. Схема экспертизы включает многочисленные процедуры: формирование экспертной группы; разработку методики контроля обуви для фиксирования результатов исследования и проведения анализа; подготовку опросных анкет; тренинг пользователей и наблюдателей; полевые походы на места, наблюдение и сбор информации, анализ результатов и подготовку выводов.

Факт, что организация и осуществление опытной носки обуви чрезвычайно трудоемкий, долгосрочный и дорогостоящий процесс с участием больших групп пользователей, специалистов и вспомогательных работников.

Нужно отметить, что существующие стенды для исследования материалов и деталей обуви выявляют лишь их отдельные свойства. Проведение экспертизы готовой продукции на таких устройствах не удастся. Поэтому возникла необходимость проектирования устройства для моделирования носки обуви в лабораторных условиях.

Проектируемый объект должен обеспечить: 1. настройку рабочей среды (климата, грунта), режимов и технических параметров (скорости рабочих органов, размера обуви и др.); 2. экономичность; 3. надежность и стойкость; 4. малые габариты; 5. простоту обслуживания, управления, сборки и разборки; 6. безопасность.

Практическая ценность работы заключается в значительном сокращении сроков, трудоемкости и материальных затрат опытной носки обуви; в упрощении процесса и повышении производительности испытания обуви.

Для достижения поставленной цели опираемся на блочно-модульный принцип конструирования, который предусматривает декомпозицию технического объекта на функционально самостоятельные части (модули). Исходя из этого, в проекте выделен два основных блок-модуля: приводной механизм, имитирующий носку обуви и модуль лабораторной эксплуатационной среды.

В результате теоретических и практических рассуждений приводным механизмом устройства выбран плоский шарнирный четырехзвенный механизм (рис. 1), который превращает вращательное движение кривошипа 1 в перемещение выходного звена по замкнутой шатунной кривой. Наш выбор обоснован тем, что механизм характеризуется малым количеством движущихся звеньев, высокими скоростными характеристиками (до 6000 об/мин), довольно низкими ускорениями в крайних положениях и высокой точностью.

Рабочим органом устройства является полая колодка 7 с обувью, взаимодействующая с грунтом 8, а принцип действия состоит из трех фаз:

а) Приземление; б) Перекатывание; в) Отрыв обуви от почвы.

Для имитации движения фаланг пальцев внутри колодки 7 смонтирована пластинчатая фигурная пружина 12. К основной части колодки 7 с помощью пружины 12 и цилиндрического шарнира присоединяется носочная часть 11. Пружина 12 давит на носочную часть изнутри, изгибает колодку 7 и надежно опирает ее на грунт 8. В свою очередь, пластинчатая пружина 12 упирается на расположенную в пяточной части колодки 7 цилиндрическую пружину 13. Таким образом, упругие звенья 12 и 13 внутри колодки 7 обеспечивают приземление носочной и пяточной частей обуви на грунт 8 в соответствующих рабочих фазах. Платформа с грунтом 8, с возможностью горизонтального перемещения, расположена на основании 9. Опорой платформы служит цилиндрическая пружина 10.

Кривошип 1 жестко закреплен на выходном валу **О** привода. На пальце кривошипа 1 надета верхняя головка шатуна 2, который изготовлен в виде углового звена с рычагом 5. С

нижней головкой шатун 2 шарнирным пальцем связывается с коромыслом 3, который перемещается по дуге с радиусом O_1B относительно цилиндрического шарнира O_1 . На рычаге 5 смонтирован держатель 6, на котором с помощью цилиндрического пальца закреплена колодка 7 с обувью.

Для определения предварительных размеров звеньев применим графоаналитический метод с учетом ряда требований, предъявляемых к шарнирному четырехзвеннику:

1. Ограничение на длины звеньев a, b, c, d . Чтобы в механизме не было слишком больших и слишком маленьких звеньев, выбираем 4 положительных числа по условиям:

$$a < b < c < d, \quad \frac{a}{d} \leq m,$$

при которых ни одна из длин звеньев не будет больше других более чем в m раз.

2. Условие существования механизма. Механизм должен быть кривошипно-коромысловым, то есть должно выполняться условие: $(a + d) \leq (b + c)$.

3. Динамическое условие. Угол давления на коромысло со стороны шатуна должен быть меньше допустимого значения: $\vartheta < [\vartheta]$, где $[\vartheta] = 45^\circ - 60^\circ$.

4. Условие эффективности работы механизма, которое выражается через коэффициент изменения средней скорости K_{AV} :

$$K_{AV} = \frac{\varphi_f}{\varphi_b} = \frac{180^\circ - \alpha}{180^\circ + \alpha} \geq 1$$

где φ_f и φ_b углы прямого и обратного хода, α – угол между направлениями шатуна и кривошипа при крайних положениях коромысла.

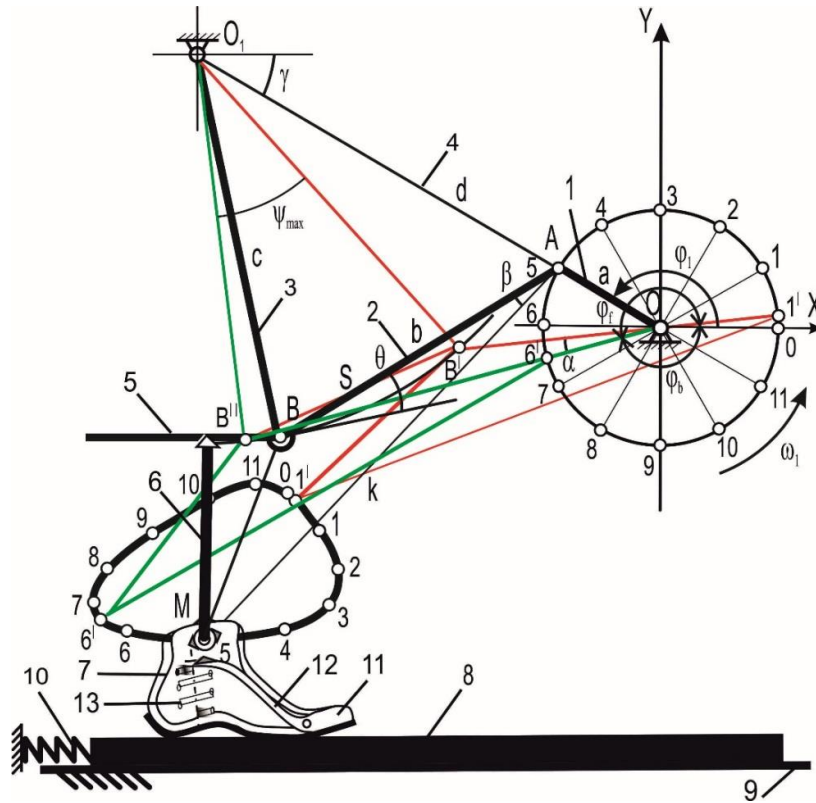
5. Условия функционирования механизма и конструктивные воображения.

Для оценки работы механизма и определения длительности рабочих и холостых ходов строим план положений (рис. 1) и предварительную циклограмму (рис. 2). Общий ход колодки по вертикали обозначен через B , по горизонтали – через A . Начальным положением считаем крайнее верхнее положение колодки (угол поворота кривошипа примерно $\varphi_1 = 330^\circ$). При дальнейшем вращении кривошипа 1 колодка опускается вниз по криволинейной замкнутой траектории и перемещается направо. На $\varphi_1 = 60^\circ$ колодка находится в крайнем правом положении, продолжает опускаться вниз и перемещается налево. На $\varphi_1 = 120^\circ$ она опирается на грунт 8 сперва пяточной частью. В результате происходит давление через пружину 13 на основную часть колодки. Примерно на $\varphi_1 = 150^\circ$ колодка достигает крайне нижнего положения и полностью опирается на грунт. На $\varphi_1 = 180^\circ$ происходит перекачивание на носок, который изгибается в шарнире в зоне связи носочной части с колодкой. В результате деформируется пластинчатая пружина 12 и давит на цилиндрическую пружину 13 пяточной части колодки. Колодка отрывается от грунта 8 примерно на $\varphi_1 = 195^\circ - 210^\circ$, поднимается вверх и возвращается в начальное положение. В мертвых положениях механизм находится при расположении кривошипа и шатуна на прямой, а коромысло 3 занимает крайние положения (примерно $\varphi_1 = 8^\circ$ и $\varphi_1 = 195^\circ$).

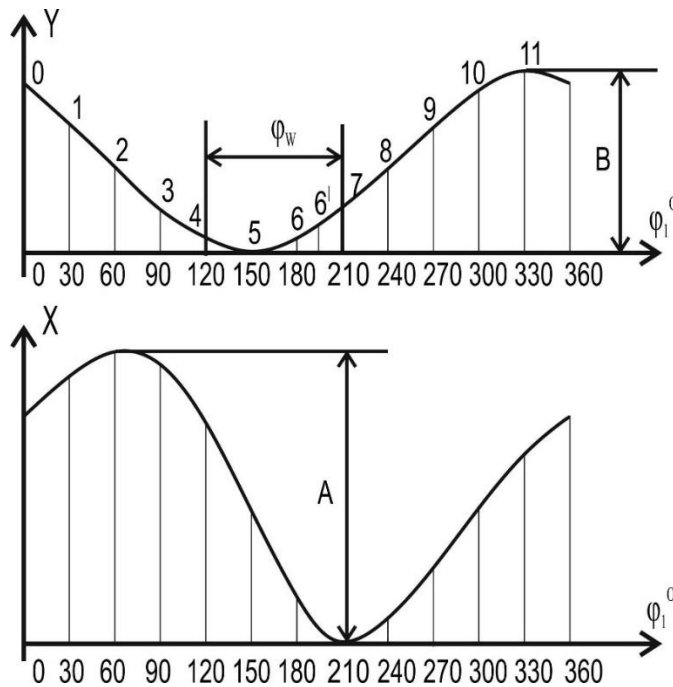
Рабочий ход определим, как перемещение колодки от момента соприкосновения с грунтом до момента полного отрыва от него. Рабочий угол – угол поворота кривошипа за время рабочего хода равняется: $\varphi_w = \varphi_7 - \varphi_4 = 90^\circ$.

Коэффициент рабочего хода, это отношение длительности рабочего хода к общей длительности цикла:

$$K_w = \frac{\varphi_w}{360^\circ} = 0,25$$



რის. 1. სხმა მეხანისა დია ისპიტანია ობუვი ვ ლაბორატორიული სიტუაციაში



რის. 2. პრედიკტორიული ციკლოგრამა მუშაობის მეხანისა

დასკვნა. ისხვია დი სლოჟნოსტი დ ტრუდოემკოსტი მეთოდიკი ისპიტანია ობუვი, პოსტავლენა ზნაჩიტელნი ნაუკო-ტეხნიკოსი პრობლემა, ვ რამკაჲს კოტორი პლანირუესი სოზდანი უსტროისტი დია იმიტაციი ოპიტნი ნოსკი ობუვი ვ ლაბორატორიული სიტუაციაში. ს დეი ცელუ:

1. Предложена структурная схема механизма в виде шарнирного четырехзвенника, который обеспечивает перемещение обувной колодки по замкнутой шатунной кривой.
2. Составлены план положений и предварительная циклограмма работы механизма, подтверждающие его жизнеспособность.
3. По значению коэффициента рабочего хода выявлена неэффективность механизма с точки зрения использования рабочего времени.
4. Для обеспечения, с одной стороны, траектории перемещения рабочего органа и, с другой стороны, эффективности работы механизма необходимо уточнение линейных и угловых параметров по выбранному закону перемещения рабочего органа с применением методов оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. М. Ченцова. Стопа и рациональная обувь. -Москва, Легкая индустрия, 1974, 115 с.
2. Н. М. Вальщиков, Б. А. Зайцев, Ю. Н. Вальщиков. Расчет и проектирование машин швейного производства. -Ленинград, Машиностроение, 1973, 344 с.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF THE BLOCK DIAGRAM OF THE MECHANISM FOR SIMULATION OF EXPERIMENTAL WEARING SHOES

Zakaraia M.M. and Maglakelidze T.A.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The article deals with the development of the block diagram of the device for testing shoes in laboratory. The proposed design is a crank-and-rocker mechanism providing the movement of the shoe last along a coupler curve. The mechanism has a simple structure, high accuracy and minimal inertia forces. The preliminary dimensions of the links were defined; and a plan of positions and a chart of the device were built.

Keywords: experimental wearing shoes, articulated four-bar linkage, coupler curve.

ВЛИЯНИЕ АНТИСЕПТИКОВ И ХЛОРИДА НАТРИЯ НА МИКРОФЛОРУ КОЖЕВЕННОГО СЫРЬЯ

Ломтадзе Н.З., Шаламберидзе М.М., Татвидзе М.И.

Государственный университет им. Акакия Церетели

Наша цель - описать основные биологические принципы хранения козвенного сырья и исследовать влияние антисептиков на микрофлору козвенного сырья.

Для направленного регулирования биохимических процессов, совершающихся в сырье, пользуются методами, в основе которых лежат следующие биологические принципы: биоз, абиоз, анабиоз, ценоанабиоз.

Методы хранения, основанные на принципе биоза, направлены на поддержание жизненных процессов в продуктах и использование их естественного иммунитета.

Абиоз заключается в стерилизации сырья с помощью высокой температуры, антисептических веществ, лучистой энергии, фильтрации и т.д.

Анабиоз – приостановление жизнедеятельности микробов, т.е. создание таких условий, при которых микроорганизмы сохраняются жизнеспособными, но не жизнедеятельными.

Ценоанабиоз – изменение нежелательного состава микроорганизмов путем их замены полезными микробами или введением бактерицидных и бактериостатических веществ.

При хранении животных продуктов применяют механические, химические и физические методы консервирования. при консервировании козвенного сырья пользуются только физическим и химическим методами, основанными на принципах анабиоза и абиоза. Физический метод консервирования основан на обезвоживании, действии лучистой энергии, радиоактивного излучения и др. При химическом методе используют антисептические вещества: кислоты, щелочи, соли, антибиотики [1].

Хлорид натрия – NaCl является основным веществом, применяемым для консервирования козвенного сырья.

В естественных условиях на этой соли встречаются микробы из группы галобов: *Achromobacter halophilum*, *Flavobacterium halophilum*, *Micrococcus halophilus* Bergey, дающие оптимум роста при 25%-ном содержании NaCl, *Pseudomonas salinaria*, дающий оптимум роста при 18-30% соли, *Micr. Curucus* Цильтмермана, растущий при содержании соли не ниже 10%.

Другую группу микроорганизмов хлорида натрия составляют солотолерантные виды, которые могут расти в средах, содержащих от 1 до 20% NaCl; лучше всего они растут при содержании 0,5% NaCl. К этой группе относятся: *subtilis*, *mesentericus*, *mycooides*, *Actinomyces* и некоторые виды кокков.

Сапрофитные аэробные микробы палочковидной формы менее устойчивы к воздействию хлорида натрия, чем кокковые формы. Наиболее часто встречаются пигментообразующие виды. Степень микробной обсемененности соли зависит от способа ее добычи. Меньше всего микробов в соли, получаемой вакуумным способом и добываемой в солевых коях; наибольшая обсемененность – у соли, получаемой из естественных озер. Для консервирования шкур используются три вида соли – самосадочная, выварочная и каменная. По качественному составу микрофлора соли весьма разнообразна: в 1 г свежей соли содержится от 340 до 130000 микробных тел.

При хранении хлорида натрия в штабелях происходит медленное отмирание неспорных палочек и кокков. Однако спорные формы сохраняются.

В микрофлоре соли содержатся различные представители спорной микрофлоры, микрококки, разнообразно окрашенные бактерии из рода *Flavobacterium*, дрожжи, споры плесневых грибов.

В хлориде натрия находятся в основном галофильные микроорганизмы: *Acliromabacter halophilum*, *Flavo bacterium halophilum*, *Bact. halobicum*. Для большинства галофилов оптимальным содержанием соли в растворе считается 20-25%. Галофилы обладают резко выраженной протеолитической способностью; некоторые виды при наличии белкового

субстрата и не менее 20% NaCl могут вырабатывать сероводород и аммиак. Многие галофилы вырабатывают пигмент, например *Micr. rosues*.

В отработанной соли, которую часто применяют для подсолки частей шкуры, снятых с лап и голов, при засолке в расстил, значительно большее количество микробов, чем в свежей соли. Кроме того, в ней содержатся лимфа, кровь, навал и т.д.

В настоящее время для восстановления соли применяются методы регенерации. Микрофлора поваренной соли представлена микробами, развивающимися в солевых растворах – тузлуках, а также микробами, попадающими в соль при ее добыче и транспортировке.

Попадая вместе с солью на шкуры при консервировании, микроорганизмы вызывают различные пороки [2,3].

Основное консервирующее действие хлорида натрия проявляется в торможении роста большинства микробов, находящихся в парной шкуре. Это происходит благодаря обезвоживающему, диффузионному и осмотическому действию насыщенных солевых растворов. Для усиления консервирующего действия хлорида натрия используют специальные вещества – антисептики и др.

Антисептики, применяемые для консервирования кожевенного сырья, должны быть токсичными для микроорганизмов и обеспечивать консервирующий эффект, хорошо растворяться в воде и растворе хлорида натрия, быть безопасными для обслуживающего персонала, не оказывать отрицательного действия на качество шкуры, процесс выделки и качество выделенных кожевенных полуфабрикатов, не загрязнять сточные воды.

На кожевенных предприятиях наибольшее распространение получили кремнефторид натрия и нафталин [4,5].

Антисептики обладают бактерицидными, фунгиоцидными, бактериостатическими, фунгиостатическими свойствами. Для эксперимента использовали кремнефторид натрия который обладает всеми этими свойствами, и парадихлорбензол. Исследованием доказано, что кремнефторид натрия обладает высокими бактерицидными свойствами, и не оказывает отрицательного действия на дерму. Тузлукование кожевенного сырья с одновременной обработкой кремнефторидом натрия (5-10 г/л тузлука) обеспечивает длительное хранения шкур без последующей подсолки. Но этот антисептик ядовит и при работе с ним необходимо соблюдать меры предосторожности.

Под влиянием парадихлорбензола одни микробы, развивающиеся в мокросоленном сырье, погибают, а развитие других приостанавливается. Под воздействием паров парадихлорбензола, как показали проверки на чистые культуры микробов и плесени, задерживается проникновение микробов в ткань шкуры и обеспечивается хорошая сохранность ее элементов. Доказано, что он обладает высокой бактериостатической способностью.

Шкура, пораженная красными пятнами, под действием паров парадихлорбензола обесцвечивается и приобретает нормальный вид. При хранении сырья, законсервированного с применением парадихлорбензола, промежутки между шкурами заполняются его парами. Эти пары – тяжелые, медленно улетучиваются и длительное время задерживают рост микроорганизмов. Часть антисептика растворяется в жире и проникает в глубь дермы. Поэтому характерный запах его сохраняется длительное время.

Бактериоскопическое исследование микросрезов кожевенного сырья, законсервированного с добавлением нафталина, свидетельствует о незначительном количестве микробов в ткани шкуры и о хорошей сохранности ее элементов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Национального научного Фонда Грузии им. Шота Руставели, грант FR № 217386

ЛИТЕРАТУРА

1. Генкел П.А. Микробиология с основами вирусологии. - М., 1984
2. Каспарянц С.А. и др. Товароведение и технология первичной обработки кожевенного сырья. - М., 1977.
3. Тульчинская В.П. Химическая деятельность микроорганизмов. - М., 1985.
4. Левенко П.И. Химия и технология отменно-вольных процессов. - М., 1986.
5. Бабакина В.Г. и др. Микробиология кожевенного сырья. - М., 1976.

SUMMARY

THE EFFECT OF ANTI-SEPTICS AND SODIUM CHLORIDE ON RAWHIDE MICROFLORA

Lomtadze N.Z., Shalamberidze M.M. and Tatvidze M.I.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The article discusses the microbiological bases of conservation and storage of rawhide and the effect of antiseptics on rawhide microflora. In the experiment, antiseptics – sodium silicofluoride and paradichlorobenzene were used. It was revealed that sodium silicofluoride has high bactericidal properties, does not affect dermis negatively, provides long-term storage of the rawhide, etc. Paradichlorobenzene hinders the penetration of microbes into the skin and provides good preservation of its elements; it possesses high bacteriostatic ability.

Keywords: antiseptics, tanning raw materials, microbiology.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РЕЦИКЛИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Мосешвили Т.М., Цхакая К.Р.

Государственный университет им. А. Церетели, Кутаиси

Важнейшей задачей промышленной экологии является решение проблемы утилизации твердых отходов, особенно бытовых. Это позволит не только уменьшить нагрузку на биосферу, но и получить дополнительный источник для производства продукции (при переработке отходов) или энергии. Угроза загрязнения окружающей среды может быть снижена за счет максимального использования в производственном процессе отходов, формируя новые товары бытового и технического назначения. Естественно, такой подход должен быть положен и в основу решения проблемы переработки текстильных отходов, которые размещаются на свалках и занимают приблизительно 6% от общей массы бытовых отходов.

Текстильные отходы подразделяются на:

- отходы производства в виде волокон, пряжи, нитей, лоскутов и обрезков текстильных материалов;

- отходы потребления в виде бытовых изношенных текстильных изделий. К этой группе относятся также отходы производственно-технического назначения, образующиеся на промышленных предприятиях, на транспорте, в сферах общественного питания и здравоохранения, в медицинских учреждениях, на предприятиях бытового обслуживания и т.д. (изношенная спецодежда, постельное белье, шторы, гардины, скатерти, и т.д.). Отходы потребления попадают на свалки, часть из них со временем разлагается, отходы, происходящие из синтетических волокон, не разлагаются и являются источником загрязнения окружающей среды. Важной задачей является использование текстильных отходов, их переработка с целью получения вторичного сырья [1].

Ниже предложены основные направления использования и переработки текстильных отходов:

- получение регенерированных волокон: получение восстановленной шерсти, регенерированных хлопковых, льняных и химических волокон;
- производство нетканых полотен;
- производство ваты;
- производство обтирочных материалов;
- производство пакли;
- производство строительных материалов.

Текстильные отходы образуются на предприятиях текстильного производства на различных технологических стадиях. Текстильные отходы производства по видам сырья подразделяют на три основные группы:

- текстильные отходы из натурального сырья (хлопковое волокно, льняное волокно, шерсть, натуральный шелк);

- текстильные отходы из химического сырья (химические нити, искусственные и синтетические волокна);

- текстильные отходы из смешанного сырья (смеси на основе натуральных и химических волокон) [2].

Все текстильные отходы могут быть распределены на четыре основные группы:

1. Волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством. Такие отходы не выходят за стены тех предприятий, где они образуются, подлежат переработке в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования. Например, отходы образующиеся на предприятиях хлопчатобумажной промышленности в прядильном, ткацком, отделочном и ватном производствах, также промышленные отходы по производству шерстяной пряжи и шерстяных тканей используют в собственном технологическом цикле для формирования пряжи больших линейных плотностей.

2. Текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются. Они подлежат отправке на специальные фабрики по

переработке вторичного сырья. В трикотажной промышленности образуются отходы при переработке пряжи, изготовлении трикотажного полотна и изделий из него, большая часть которых используется как вторичное сырье. В швейной промышленности отходы образуются в процессе подготовки материалов и раскраивания деталей швейных изделий, представляющих собой весовой лоскут тканей и используемых в качестве вторичного сырья для производства вторичных текстильных материалов.

3. Текстильные отходы производства и потребления, которые не могут быть переработаны в продукцию. Они используются чаще всего как обтирочный материал или просто выбрасываются на свалки.

4. Низкосортные отходы производства (подметь и пух из пыльных камер и т.п),, которые практически непригодны для производства текстильной продукции. К этой группе также отнесены отслужившие свой срок промышленные фильтры, очистка и восстановление которых экономически нецелесообразны. При наличии измельчающего оборудования они могут быть использованы для получения композиционных материалов, применяемых для изготовления волокнистых строительных плит. В настоящее время отходы этой группы чаще всего подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасывания на свалки [2,4].

Существует достаточно видов продукции, получаемой их текстильных отходов производства и потребления, – это утеплители различного назначения, канаты, шнуры, шпагаты, мешочные ткани и другие изделия. Продукция, изготавливаемая из отходов льняной промышленности, может быть представлена холстопршивными неткаными и иглопробивными неткаными материалами. Отходы шелковой промышленности используют для производства нетканых материалов. Получаемые из отходов нетканые материалы используют в швейной промышленности в качестве утепляющего материала – ватина; в обувной промышленности – прокладок при производстве обуви и верха для домашней обуви; в мебельной промышленности – настельного материала при производстве мягкой мебели; в строительстве – напольной выкладки, прокладочных и изоляционных материалов и при выполнении других строительных работ.

Любая технология переработки текстильных отходов включает подготовку вторичного текстильного сырья, состав операций которой зависит от источника поступления сырья и его дальнейшего использования. Сырье поступающее от населения проходит дезинфекцию, обеспыливание, сортировку, стирку или химчистку, резку и разволокнение. Стирка загрязненного вторичного текстильного сырья используется для удаления грязи. Однако с помощью стирки обычно не удаляются полностью такие загрязнители, как масло, краска, органические вещества, нерастворимые в воде. Поэтому технологический процесс подготовки текстильных материалов к разволокнению должен обязательно включать химическую чистку [3].

Химическая чистка сильно загрязненных и засаленных текстильных материалов проводится органическими растворителями. Предварительно отходы обрабатывают в высококонцентрированном растворе щелочи, а затем после отжима — органическим растворителем. Для удаления масла с текстильных отходов используют эмульсию перхлорэтилена (или трихлорэтилена) в воде, нагретую до 40–50⁰С. Очищенные текстильные отходы далее перерабатывают на специальных текстильных линиях с применением в качестве основных операций резки, замасливания и разволокнения.

Резку проводят обычно с применением гильотинных или более современных ротационных резальных машин для получения волокон оптимальной длины.

Замасливание текстильных отходов проводится с целью облегчения важнейшей и заключительной операции — разволокнения. В зависимости от состава и вида отходов применяют различные замасливатели, количество которых может достигать 10% от массы отходов. Текстильные отходы из синтетических материалов могут поступать на разволокнение без замасливания, но увлажненными. В качестве замасливателей используют поверхностно-активные вещества, например, оксиэтилированные синтетические кислоты (лауриновая, стеариновая, олеиновая), некоторые оксиэтилированные жирные спирты, сульфозэферы высших жирных спиртов и ненасыщенных кислот. Применение минеральных масел для замасливания

волокна нежелательно, так как они содержат неомыляемые компоненты, которые отрицательно влияют на процесс последующей отделки текстильных изделий [2,4].

Большую часть текстильных отходов производства и потребления используют в качестве вторичного сырья при производстве нетканых материалов. Технологический процесс производства нетканых материалов состоит из четырех этапов: подготовка волокна (разволокнение, очистка, смешивание), формирование волокнистого холста, закрепление волокон в холсте, обработка полученного материала и его отделка [5].

Особое значение имеет регенерирование волокон и их использование для формирования текстильных материалов. Их используют как в «чистом» виде, т. е. без добавления первичного волокнистого сырья, так и в смеси с последним. Традиционная технология получения регенерированных волокон включает следующие операции: Резку текстильных отходов на обрезки длиной от 30 до 90м; Эмульсирование и антистатическая обработка; Разволокнение, чесание; Прессование, упаковка, маркировка. Резка текстильных отходов осуществляется на резальных машинах различного типа (ротационных, гильотинных). Разволокнение текстильных отходов осуществляется на щипальных, концевальных или чесальных машинах. Разволокнение замазанных отходов осуществляется на щипальных машинах, где и происходит превращение отходов во вторичное волокно, которое затем используется при выработке всевозможных текстильных материалов: тканей, трикотажа, ковровых покрытий, нетканых материалов и др. В последние годы созданы щипальные машины, позволяющие получить более высокую степень разволокнения отходов и уменьшить повреждение образующихся волокон.

Перспективными технологиями разволокнения текстильных отходов являются процессы, основанные на использовании ультразвука, водяного пара и сжатого воздуха, которые существенно облегчают и ускоряют отделение волокон друг от друга. При этом разволокнение отходов происходит в щадящих условиях: не разрушается структура волокна и не снижается его прочность.

Переработка отходов текстильных материалов из синтетических волокон имеет принципиальное отличие от описанной выше технологии. С целью регенерации волокон происходит измельчение отходов и их подача шнеком на специальный экструдер-гранулятор, где они расплавляются и очищаются от вспомогательных веществ, содержащихся в текстильном материале. Благодаря специальной конструкции экструдера в него одновременно с отходами подается первичный полимерный материал, который смешивается с расплавленными и очищенными отходами, что позволяет повысить свойства изготавливаемых гранул.

Другим нетрадиционным способом переработки отходов текстильных материалов из синтетических волокон является экстрагирование селективными растворителями полимерной части отходов, благодаря которому можно получать очищенный от всех примесей полимер. Технологический процесс регенерации синтетического полимера из текстильных отходов состоит из следующих стадий: измельчение отходов; растворение синтетических волокон; фильтрация раствора от нерастворимых примесей; высадка полимера из растворителя; сушка полимера; грануляция полимера.

Крупномасштабные решения проблемы уже разрабатываются в Финляндии: ткань лучше оригинала может быть получена с использованием растворителей для разрушения изношенных и даже сильно загрязненных тканей.[6]. VTT разрабатывает методы для восстановления изношенного волокна до совершенно нового состояния. В настоящее время работают над методами разделения молекул целлюлозы, содержащихся в текстильных отходах, таких как хлопок, с использованием эффективных и экологически чистых растворителей. Даже молекулы старого и изношенного волокна пригодны для повторного использования. VTT разрабатывает методы утилизации, обесцвечивания, отбеливания и растворения текстильных изделий. Текстиль подают в процесс как неповрежденными, так и свободными отходами. Затем цвет удаляют и растворимость целлюлозы увеличивается. После нанесения растворителей и удаления в растворе извлеченную целлюлозу затем центрифугируют в волокно. Оставшийся волокнистый материал обычно представляет собой сложный полиэфир, который может быть расплавлен и использован при получении волокон и композитов.

Таким образом, современная промышленность располагает различными технологиями и оборудованием для переработки текстильных отходов. Окончательное решение о выборе того

или иного способа переработки может быть принято после проведения технико-экономического анализа, позволяющего учесть все расходы, в том числе транспортные (на доставку отходов) и энергетические (на проведение процесса), а также наличие устойчивого спроса на продукцию из перерабатываемых отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коган А.Г. и др. Технология переработки текстильных отходов и способы их использования. /Материалы докладов Международной научно-практической конференции по переработке отходов
2. Rahul Gadkari M.C. Burji Textiles Waste Recycling. //www.textilevaluechain.com/index.php/article/technical/item/273
3. Л.О. Ш триплинг, Ф.П.Туренко. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005.
4. Н.В.Нечахин. Текстильные отходы. <http://www.recyclers.ru/userinfo.php?uid=1>
5. Производство нетканых материалов из вторичных волокон <http://msd.com.ua/pererabotka-otxodov/>
6. Textile waste can be made into fabrics that are even better than the original. - VTT Technical Research Centre of Finland. <https://phys.org/news/2014-08-textile-fabrics.html>

SUMMARY

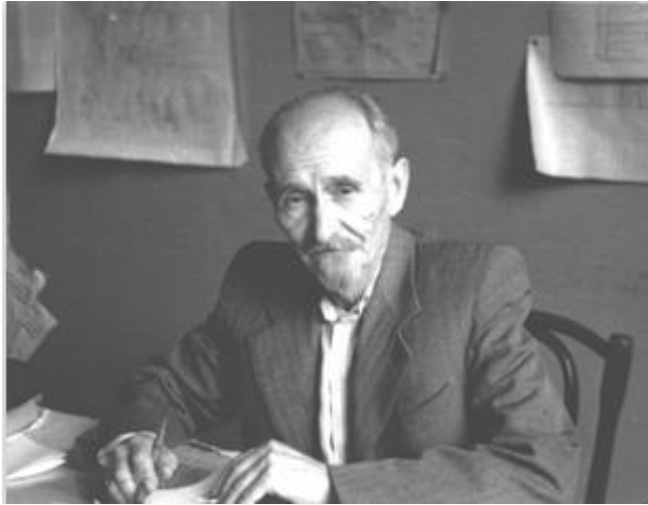
ON THE ISSUE OF USING AND RECYCLING OF TEXTILE WASTE

Moseshvili T.M. and Tskhakaia K.R.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The major challenge of industrial ecology is to address the problem of solid waste utilization, especially of household refuse. The threat of environmental pollution can be reduced by maximizing the use of waste in manufacturing operations and producing new products for domestic and technical purposes. The paper discusses the issues of utilization and recycling of textile waste, and proposes their classification according to the following characteristics: fiber composition, origin, recycling methods of processing and the sphere of secondary use. Also, the paper describes the latest trends and achievements in the field of fiber regeneration, the dissolution of synthetic refuse and the formation of high-quality polymers.

Keywords: textile waste, recycling, utilization.



გამოჩენილი მეცნიერი და პედაგოგი ივანე კუზმას-ძე შხუკლინი დაიბადა 1887 წელს თბილისში. წარჩინებით დაამთავრა ქ. ტომსკის უნივერსიტეტი.

1915 წლიდან დაიწყო პედაგოგიური მოღვაწეობა, ხოლო 1926 წლიდან კიროვის სახ. საქართველოს ინდუსტრიულ ინსტიტუტში მეცნიერ-მუშაკად. 1927 წლიდან დანიშნულ იქნა ლექტორად სამშენებლო საქმის

კათედრაზე დოცენტის ხარისხში. მიწვეული იყო საინჟინრო-სამშენებლო ინსტიტუტში სადაც ასწავლიდა „სამშენებლო ხელოვნებას და ხის კონსტრუქციებს“.

1939წ. ი.კ. შხუკლინი დააარსა „სამშენებლო წარმოების ორგანიზაციის და ეკონომიკის“ კათედრა და დანიშნულ იქნა მის გამგედ.

1944 წ. იყო სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე. 1959წ. კიროვის სახ. საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის (ГПИ) და ლენინის სახ. თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის (ТБИИЖТ) შეერთების შემდეგ ი.კ. შხუკლინი გააგრძელა მოღვაწეობა კათედრაზე დოცენტად.

ი. შხუკლინის პიროვნების ღირსება – პედაგოგიური ხელოვნება, პროფესიის ღრმა ცოდნა, ფართო განათლება (ფლობდა ლათინურს, ბერძნულ ენებს), სიყვარული და პატივისცემა ახალგაზრდა თაობების მიმართ - ცოდნისა და აღზრდის გადაცემით იყო გამოხატული. გატაცებული იყო მინერალოგიით, სპორტით (ტანვარჯიში).

ი. შხუკლინის მიერ შექმნილია სამეცნიერო-სასწავლო ლიტერატურა, ავტორია მრავალი ნაშრომისა და სახელმძღვანელოსი.

ი.კ. შხუკლინი დაჯილდოვებული იყო მედლებითა და ორდენებით.

ი.კ. შხუკლინის დაბადებიდან 100 წლისთავთან დაკავშირებით აღინიშნა, რომ „არიან ადამიანები, რომლებიც უანგაროდ ემსახურებიან თავიანთ ხალხს, ერს და ვალდობდილი მიდიან ამ ქვეყნიდან“.

ი.კ. შხუკლინი გარდაიცვალა 1967 წ. 17 ნოემბერს.



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია
ჟურნალ „Georgian Engineering News“-ის რედაქცია

OUR AUTHORS (2017)

A

Abesadze N.M. 2017,2
 Abshilava A.V. 2017,1
 Abuladze I.B. 2017,2
 Abzianidze N.E. 2017,4
 Akhvlediani Z.G. 2017,1
 Akobia D.G. 2017,2
 Amashukeli N.Z. 2017,1
 Ambardanishvili O.P. 2017,4
 Andguladze Sh.N. 2017,3
 Arabidze Z.D. 2017,1
 Arkania Z.M. 2017,2
 Arnanian T.G. 2017,2 (2)
 Asanidze A.V. 2017,3
 Avaliani I. M. 2017,1
 Avalishvili Z.A. 2017,4

B

Badzgaradze S.A. 2017,3
 Bakanidze Sh.T. 2017,1 (2)
 Bakradze E.M. 2017,1
 Bakuradze E.I. 2017,2
 Bakuradze K.E. 2017,2
 Baliashvili G.I. 2017,1 (2);2(2)
 Bazgadze I.G. 2017,3
 Berianidze T.O. 2017,1 (2)
 Beriashvili D.B. 2017,2
 Beridze N.V. 2017,2
 Berulava I.O. 2017,2 (2); 3 (2)
 Bezhanishvili J.G. 2017,3
 Bezhanovi P.K. 2017,1
 Bezhuashvili M.G. 2017,1
 Bezhuashvili Yu.A. 2017,1
 Bjalava T.N. 2017, 1
 Bochorishvili R.I. 2017,2 (2)
 Bokuchava N.V. 2017,3
 Bregadze M.A. 2017,2
 Buachidze N.S., 2017,4
 Buadze E.P. 2017,2 (2)
 Buadze T.G. 2017,2; 3
 Buishvili G.T. 2017,4 (2)
 Bulauri E.V. 2017,4

C

Chachanidze Z.Z. 2017,2
 Chalatashvili S.E. 2017,4
 Chelidze N.T. 2017,3
 Chigogidze N.Sh. 2017,1
 Chikvaizde I.Sh. 2017,3
 Chikviladze Kh.N. 2017,4
 Chiradze G.D. 2017,2
 Chkhaidze D.T. 2017,1
 Chkhaidze M.N. 2017,2
 Chkhaidze M.T. 2017,2 (3)
 Chkheidze I.M. 2017,4
 Chkheidze N.A. 2017,1
 Chokheli Kh.O. 2017,3
 Chokhnelidze M.T. 2017,2(2)
 Chubinidze T.G. 2017,4
 Chunashvili B.M. 2017,3

D

Dadunashvili S.A. 2017,1
 Daraselia N.M. 2017,2
 Davitashvili G.R. 2017,2
 Devadze D.E. 2017,2
 Devdariani N.G. 2017,3
 Didebulidze K.A. 2017,3
 Djgamaia V.T. 2017,1
 Dochviri B.M. 2017,2
 Dolidze A.V. 2017,4
 Dolidze N.R. 2017,1
 Dolidze S.V. 2017,1

E

Ebelashvili N. B. 2017,3
 Elizbarashvili E.N. 2017,3
 Epitashvili I.Z. 2017,1; 4
 Ergemlidze T.D. 2017,3(2)
 Eristavi D.V. 2017,2

F

Festvenidze T.K. 2017,2 (2)

G

Gabashvili N.V. 2017,2 (2)
 Gabashvili T.G. 2017,2 (2)
 Gabidzashvili L.G. 2017,1
 Gabunia V.M. 2017,4
 Gamkrelidze E.A. 2017,2
 Gamrekashvili T.G. 2017,3
 Gamtkitsulashvili Gela V. 2017,4
 Gamtkitsulashvili Gia V. 2017,4
 Gavasheli T.A. 2017,1
 Gavashelidze E.Sh. 2017,4
 Gegechkori T.O. 2017, 1;2
 Gegeshidze E.B. 2017,4
 Gelashvili G.V. 2017,1
 Gelashvili N.S. 2017,4
 Geliashvili Z.E. 2017,1
 Gerasimov A.V. 2017,2(2)
 Getsadze T.S. 2017,4
 Gigneishvili L.V. 2017,2
 Giorgadze I.S. 2017,2
 Gobadze L.N. 2017,1
 Gochoshvili T.G. 2017,4
 Goderdzishvili G.I. 2017,4
 Godibadze B.A. 2017,2
 Gogaladze Kh.V. 2017,1(2)
 Gogishvili A.R. 2017,2
 Gogolauri I.G. 2017,2
 Gongadze A.D. 2017,1
 Gorgadze K.M. 2017,2(3)
 Gorgidze D.A. 2017,2; 3 (2)
 Gotsadze B.Z. 2017,1
 Gugava E.D. 2017,4
 Gugeshidze M.K. 2017,2
 Gulua N.G. 2017,3(2)
 Gurguliani I.N. 2017,4
 Gventsadze D.I. 2017,1
 Gventsadze N.A. 2017,1
 Gverdtsiteli M.I. 2017,2(3); 3(3)
 Gvinadze T.O. 2017,1

I

Iashvili G.N. 2017,2
 Iashvili N.G. 2017,1;4
 Imnadze P.M. 2017,4

J

Jaliashvili T.I. 2017,1
 Japridze R.J. 2017,1
 Jgamaya V.T. 2017,2
 Jijavadze N.O. 2017,2
 Jikhvadze M.J. 2017,1
 Jincharadze D.G. 2017,1;3
 Jinjolia Sh.R. 2017,2 (2)
 Jokharidze Z.G. 2017,1

K

Kacharava T.O. 2017,2;4
 Kadagishvili L.G. 2017,1; 2; 3
 Kajaia N.Sh. 2017,2 (2)
 Kakabadze E.G. 2017,1
 Kakauridze A.K. 2017,2
 Kakhiani K.D. 2017,1
 Kakhiani M.R. 2017,4
 Kakulia J.V. 2017,1
 Kamkamidze K.N. 2017,1 (2),
 Kanchaveli Sh.S. 2017,3(2)
 Kandelaki M.Sh. 2017,1
 Kantaria Tem.J. 2017,3
 Kantaria Ten.J. 2017,3
 Karalashvili N.V. 2017,2
 Karchava M.S. 2017,2(2); 3(2)
 Karchkhadze M.G. 2017,2
 Kargareli G.T. 2017,1
 Karkusashvili T.G. 2017,1(2)
 Katamadze I.I. 2017,2
 Katsarava R.D. 2017,3;4
 Katsitadze M.G. 2017,4
 Kekelidze N.P. 2017,3(2)
 Kenchiashvili N.A. 2017,1
 Kerkadze J.V. 2017,2
 Khachidze T.I. 2017,2
 Khartishvili M.P. 2017,1; 2(2);4
 Khelidze G.K. 2017,3(2)
 Khetsuriani G.S. 2017,2
 Khisanishvili Sh.M. 2017,2(2)
 Khitiri G.Sh. 2017,3
 Khmiadashvili S.A. 2017,1
 Khositashvili M.L. 2017,1;4(2)
 Khositashvili T.V. 2017,4
 Khotenashvili N.Z. 2017,4
 Khutsidze Ts.Z. 2017,4
 Khutsishvili B.G. 2017,1
 Khvadagiani Kh.B. 2017,4
 Kiknadze G.G. 2017,4
 Kikvidze I.O. 2017,2(2)
 Kiladze A.A. 2017,1
 Kiladze M.T. 2017,1
 Kintsurashvili N.J. 2017,3(2)
 Kipiani A.V. 2017,2
 Kizikurashvili V.N. 2017,3
 Kldiashvili R.Sh. 2017,1

Kodalashvili A.D. 2017,2
 Koiava N.A. 2017,2;3
 Kokoshashvili G.R. 2017,2
 Kolova S.M. 2017,3
 Kordzakhia I.I. 2017,1
 Koroshinadze T.O. 2017,4
 Kuchava G.P. 2017,1;4
 Kukhaleishvili M.I. 2017,4
 Kupatadze N.O. 2017,4
 Kutateladze A.D. 2017,4
 Kutsiava N.A. 2017,3
 Kvartskhava G.R. 2017,1
 Kvartskhava L.G. 2017,3(2)
 Kvernadze M.S. 2017,3
 Kvirikashvili L.D. 2017,2
 Kvirikashvili Ts.I. 2017,4
 Kvirkevelia B.V. 2017,3(2)

L

Laperashvili D.L. 2017,2
 Lezhava K.S. 2017,2
 Liparteliani R.G. 2017,4
 Lobjanidze M.B. 2017,4
 Lobzhanidze L.V. 2017,2
 Loladze N.T. 2017,2;4
 Loladze T.O. 2017,1
 Lomidze I.B. 2017,3 (2)
 Lomidze N.N. 2017,1
 Lominadze N.N. 2017,2(2)
 Lomsadze S.I. 2017,3
 Lomtadze N.Z. 2017,3;4
 Loria M.D. 2017,1;3
 Luashvili G.S. 2017,1

M

Macharadze M.G. 2017,2
 Maglakelidze T.A. 2017,4
 Magrakvelidze D.G. 2017,1
 Maisuradze M.G. 2017,4
 Maisuradze N.A. 2017,4
 Makhashvili K.A. 2017,1;2;4
 Makhviladze M.G. 2017,1
 Mamniashvili G.I. 2017,1;2
 Mamrikishvili L.G. 2017,2
 Mardaleishvili M.R. 2017,3
 Mardaleishvili N.D. 2017,2
 Margalitadze I.N. 2017,1
 Maspindzelashvili B.I. 2017,4
 Matiashvili Sh.I. 2017,4
 Matitaishvili T.R. 2017,3
 Matsaberidze E.L. 2017,2
 Mchedlidze K.G. 2017,1
 Megrelishvili Z.N. 2017,1
 Mestiashvili K.V. 2017,3
 Mestiashvili V.K. 2017,3
 Metreveli-Mandaria A.B. 2017,1
 Mikadze O.Sh. 2017,1
 Mikiashvili M.A. 2017,4
 Moseshvili T.M. 2017,4
 Moseshvili T.V. 2017,2
 Mtvralashvili T.I. 2017,3
 Murjikneli G.G. 2017,4

N

Nabakhtiani G.N. 2017,2
 Natroshvili O.G. 2017,1 (2)
 Ninidze T.D. 2017,4

O

Ochkhikidze N.T. 2017,3
 Ortoidze T.V. 2017,1
 Oshakmashvili Ts.L. 2017,1

P

Padiurashvili V.N. 2017,1
 Pailodze N.O. 2017,2 (2)
 Pantskhava E.V. 2017,1
 Papava G.Sh. 2017,4
 Papava L.P. 2017,1
 Peikrishvili A.V. 2017,2
 Peikrishvili V.A. 2017,2
 Peradze L.V. 2017,2
 Petriashvili Zh.D. 2017,1
 Petrosyan A.M. 2017,3
 Pipia B.J. 2017,3
 Pkhaladze T.B. 2017,2;4
 Prangishvili A.I. 2017,2
 Pruidze E.G. 2017,4

Q

Qurkhuilishvili G.D. 2017,2

R

Razmadze D.G. 2017,1 (2)
 Razmadze M.D. 2017,1
 Razmadze M.T. 2017,4
 Rcheulishvili A.N. 2017,1
 Rcheulishvili N.A. 2017,1
 Rcheulishvili O.A. 2017,1
 Rekhviashvili A.G. 2017,1
 Robitashvili A.G. 2017,1 (2),
 Rostomashvili Z.I. 2017,4
 Rtskhiladze N.I. 2017,3
 Rukhadze L.N. 2017,1
 Rukhadze T.A. 2017,1

S

Sabashvili Z.V. 2017,1;2
 Sadradze K.G. 2017,3(2)
 Salia E.Sh. 2017,1
 Samsonya Sh.A. 2017,3
 Sarjveladze N.V. 2017,1 (2);2 (2)
 Sarukhanishvili A.V. 2017,2
 Shalamberidze D.M. 2017,1
 Shalamberidze M.M. 2017,3;4
 Shalamberidze M.Sh. 2017,2
 Shamanadze O.K. 2017,3
 Shatirishvili I.Sh. 2017,1
 Shatirishvili Sh.I. 2017,1
 Shavgulidze S.A. 2017,3
 Shavliashvili L.U. 2017,1
 Shengelia M.A. 2017,1;2
 Shengelia T.A. 2017,1
 Schildelashvili I.I. 2017,4
 Shubladze E.Sh. 2017,4
 Sidamonidze N.N. 2017,2;3
 Sinauridze N.O. 2017,3
 Siradze J.S. 2017,1
 Sokhadze V.M. 2017,1

Sokhadze Z.P. 2017,3
 Sordia M.D. 2017,2
 Svanidze R.G. 2017,2 (5)
 Svanidze T.S. 2017,2

T

Tatvidze M.I. 2017,4
 Tavdidishvili D.R. 2017,2
 Tavdishvili O.S. 2017,2
 Tkebuchava Z.R. 2017,4
 Tkemaladze G.Sh. 2017,1;2
 Tkemaladze L.V. 2017,1
 Tserodze Kh.O. 2017,4
 Tserodze M.P. 2017,2;4
 Tsikhistavi T.T. 2017, 2 (2)
 Tsirekidze M.A. 2017,1
 Tsiskaridze D.G. 2017,4
 Tsvitsivadze T.I. 2017,1
 Tskhadadze Sh.A. 2017,4
 Tskhakaia K.R. 2017,4
 Tugushi D.S. 2017,3;4
 Turdelidze D.A. 2017,1
 Tvaliashvili V.Z. 2017,2

U

Ugreldize N.A. 2017,2

V

Vacharadze V.V. 2017,1
 Vadachkoria Z.A. 2017,2
 Vepkhvadze M.T. 2017,2(2)
 Verulava O.G. 2017,2
 Vezirishvili-Nozadze K.O.
 2017,1

Z

Zakalashvili G.N. 2017,1
 Zakalashvili S.G. 2017,1
 Zakalashvili T.T. 2017,3
 Zakaraia M.M. 2017,4
 Zambakhidze L.I. 2017,1 (2); 4
 Zardiashvili D. G. 2017,1
 Zivzivadze B.L. 2017,2
 Zivzivadze L.B. 2017,2
 Zurabishvili V.I. 2017,2