

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგია

სამეცნიერო რევიურირებადი ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES

SCIENTIFIC REVIEWED MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№1(727)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2018

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

ମହାଦେବରମ୍ପା ଓ
ତିଥିକାଳୀନଗଠନ

№1(727), 2018 №.

CONSTITUENTS:

Georgian National Academy of Sciences
Georgian Technical University
Georgian Engineering Academy
Georgian Academy of Agricultural Sciences
Georgian Society for the History of Science

დამუშავებლები:
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია
აქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია
მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოება

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Грузии
Грузинский технический университет
Инженерная академия Грузии
Академия сельскохозяйственных наук Грузии
Грузинское общество истории наук

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ი. გორგიძე (თავმჯდომარის მოადგილე), ქ. ნაჭეუბია (თავმჯდომარის მოადგილე), რ. ხიტვანი (თავმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიძე მარიამ, ა. აბშილავა, გ. არაბაძე, რ. არველაძე, რ. ბაბაიანი (რუსეთი), ნ. ბაღათურია, თ. ბაციკაძე, გ. ბიბილიძე შვილი, ვ. ბერკოვი (რუსეთი), გ. გავარდაშვილი, ზ. გასიჩაშვილი, ო. გელაშვილი, ალ. გრიგოლიშვილი, დ. გუგუბეგიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშემაგოვი (აშშ), გ. გარშალომიძე, ს. ვასილიევი (რუსეთი), მ. ზბუროვსკი (უკრაინა), ო. ზუმბურიძე, ჰ. ზუნგალი (ავსტრია), დ. თავეხლიძე, ა. თოფხშვილი, ზ. ქაპულია, კ. კარაცხელია, ბ. კეგებიშვილი, ლ. კლიმიძეშვილი, ფ. კრიადო (ქაბახეთი), მ. კუხალევიშვილი, რ. ლალაურვი (აშშ), ჯ. ლაიტბერნი (აშშ), ხ. ლომასაძე, ნ. მაციონერი (რუსეთი), მ. მაცარებიძე, კ. მატვარევი (რუსეთი), ა. მელაძე, კ. მებარისაშვილი, გ. მიქაელშვილი, თ. ნათოშვილი, რ. ნამინიშვილი, დ. ნოვკირვი (რუსეთი), ა. პეტრილოვი (იტალია), რ. უნივერსიტეტი (დოტგა), ი. ურდანიანი, ვ. უვაკოვსკი (რუსეთი), ჰ. რიჩი (იტალია), მ. სალექვაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუა, თ. სულაბერიძე, ვ. უნგერი (ავსტრია), ა. ვაშავევი (აზერბაიჯანი), ნ. ყავლაშვილი, ა. წებიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ბ. წერეთელი, ზ. წვერაძე, გ. ხელულური, თ. ჯაგორიშვილი, გ. ჯავახაძე მიჩროპლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯარენაშვილი, ჯ. ჯუჯარო (იტალია).

EDITORIAL BOARD:

A. Prangishvili (chairman), I. Gorgidze (vice-chairman), Sh. Nachkebia (vice-chairman), R. Chikovani (vice-chairman), G. Abdushelishvili, A. Abshilava, G. Arabidze, R. Arveladze, R. Babaian (Russia), N. Bagaturia, T. Batsikadze, G. Bibileishvili, V. Burkov (Russia), A. Chkheidze, P. Ciarlet (France), I. Elishakov (USA), Z. Gasitashvili, G. Gavardashvili, O. Gelashvili, G. Giugiaro (Italy), Al. Grigolishvili, D. Gurgenidze, B. Gusev (Russia), T. Jagodnishvili, Metropolitan A. Japaridze, G. Javakhadze, G. Jerenashvili, Z. Kakulia, N. Kavlashvili, G. Khubuluri, L. Klimiashvili, F. Kriado (Spain), M. Kukhaleishvili, V. Kvaratskhelia, G. Kvesitadze, J. Laitman (USA), R. Lazarov (USA), Z. Lomsadze, N. Makhviladze, Archpriest L. Mateshvili, M. Matsaberidze, V. Matveev (Russia), E. Medzmarishvili, H. Meladze, G. Miqiashvili, O. Namicheishvili, O. Natishvili, D. Novikov (Russia), A. Pashaev (Azerbaijan), S. Pedrolo (Italy), P. Ricci (Italy), M. Salukvadze, R. Sturua, T. Sulaberidze, H. Sunkel (Austria), D. Tavkhelidze, A. Topchishvili, G. Tsintsadze, T. Tsintsadze, N. Tzereteli, Z. Tveraidze, F. Unger (Austria), G. Varshalomidze, S. Vasilev (Russia), M. Zgurovski (Ukraine), R. Zhinevichius (Lithuania), I. Zhordania, V. Zhukovski (Russia), O. Zumburidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангвили (председатель), И. Горгидзе (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдуллашвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабаян (Россия), Н. Багатуриа, Т. Бацикадзе, Г. Бибилишвили, В. Бурков (Россия), Г. Варшаломидзе, С. Васильев (Россия), Г. Гавардашвили, З. Гаситашвили, О. Гелашвили, Ал. Григолишвили, Д. Гургенидзе, Б. Гусев (Россия), Г. Джавахадзе, Т. Джагоднишвили, Митрополит А. Джапаридзе, Г. Джеренашвили, Дж. Джуджаро (Италия), И. Елишаков (США), Р. Жиневичус (Литва), И. Жордания, В. Жуковский (Россия), М. Згуровский (Украина), О. Зумбуридзе, Х. Зункел (Австрия), Н. Кавлашвили, З. Какулия, В. Кварацхелия, Г. Квеситадзе, Л. Климиашвили, Ф. Криадо (Испания), М. Кухалешвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лайтман (США), З. Ломсадзе, В. Матвеев (Россия), Протоиерей Л. Матешвили, Н. Махвиладзе, М. Мацабердзе, Э. Медзмариашвили, Г. Меладзе, Г. Микиашвили, О. Намичеишвили, О. Натишвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салуквадзе, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурна, Т. Сулаберидзе, Д. Тавхелидзе, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулури, З. Цвераидзе, Н. Церетели, Г. Цинцадзе, Т. Цинцадзе, А. Чхеидзе.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2018
Publishing House “Technical University”, 2018
Издательский дом “Технический Университет”, 2018
<http://www.publishhouse.tu.ge>



შინაარსი

გიბერნეტიკა

ნ. ტყემალაძე, ვ. ჯიხვეგაშვილი, მ. ქურიძე, ტ. გავრილენკო, გ. მამულაშვილი. სუავლებით სახეოთა ამოცნობის სისტემაში საკონტროლო რეალიზაციების ბანსაზღვრის ერთი მიზანმის შესახებ	9
---	---

გეოგრიზიკა

ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. დასავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევის შედეგები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე	14
--	----

გეოლოგია

თ. ძაძამია, ზ. კაკულია, დ. ჩუტკერაშვილი, მ. მარდაშვილი. 0ურული თიხაფიქლებისაბან მანგანუმის მიზანის შესაძლებლობის შესწავლა	22
--	----

გიოლოგია

თ. ეპიტაშვილი. ჰექსაკლოიდური ტრიტიკალუს აერსამჭტიული ფორმების დახასიათება.....	30
---	----

მიკროგიოლოგია

ი. ხატიაშვილი, თ. შიუკაშვილი, ზ. ლომთათიძე. აქტინომიცეტ-ანტაბრინისტების გავრცელების თავისებურებაზე აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი ნიადაგში.....	36
---	----

გიზესი

ზ. ღუდუშაური, მ. ხარხელი, ე. ბალიაშვილი. ავამუშაოთ მოტივაციის მექანიზმი და ამუშავდება კომპანიაც	41
--	----

მ. ხარხელი, ი. დავრაშელიძე. კრედიტუნარიანობის ბანსაზღვრის ამერიკული და რუსული მოდელების ურთიერთშედარება	46
--	----

მეორგებიკა

ლ. გუგულაშვილი, ი. ხოსიტაშვილი, გ. გუგულაშვილი. ჰიდროგენერატორების გაცივების სისტემების ეფექტიანობის ამაღლების კერსამჭტივები.....	50
--	----

პიდროლოგია

ც. ბასილაშვილი. მდ. ალაზნის ყყლის ჩამონადენის ცვლილების მოსალოდნელი ფენოგრეფიები კლიმატის დათბობის პირობებში.....	56
--	----

პიდროგეოლოგია	
ბ. მხეიძე, ა. სონღულაშვილი, ზ. კაგულია, ი. ნანაძე, მ. კოპაძე, ლ. ლლონტი. აჭარა- თრიალეთის მთიან-ნაოჭა ზონის მინერალური ფყლების გამოყენების პერსპექტივა რეგიონში გაღნეოლოგიური და გაღნეოპლიგატოლოგიური კურორტების და სასმელ- სამკურნალო ფყლების ჩამომსხვევი ქარხნების განვითარების სამიერი.....	69
ტელეკომუნიკაცია	
ს. ლომსაძე, ო. შამანაძე. ტელეკომუნიკაციის სატრანსპორტო ქსელის კვლევა და ოპტიმიზაცია.....	76
მასალათმცოდნეობა	
ნ. თურქაძე, ზ. ჯაბუა, ა. გიგინეიშვილი. $GdSb_2$ ვირების მიღება, მათი ოპტიკური და ელექტრული თვისებები.....	81
მეტალურგია	
ჯ. ლომსაძე, ზ. ლომსაძე, ს. მებონია, ა. თუთბერიძე. ცილინდრული სხეულების განივი დეფორმირების პროცესის ანალიზი	89
ახალი ტექნოლოგიები	
ე. სადალაშვილი, ი. ხოსიტაშვილი, გ. გუგულაშვილი. ჩაის ვერმენტაციის ინტენსივიკაცია რზონის გამოყენებით	110
მსუბური მრეწველობა	
თ. მაღლაკელიძე, ნ. მელქაძე, ნ. კირკიტაძე. ბეჭვეულის დამუშავების კონცეფცია და მარკეტინგი.....	115
მ. ქარქაშაძე. ღებრს ნაკვრის სიმტკიცესა და ხანგამდებრების შორის დამოკიდებულება	125
ხსოვნა	130
პრეტრია საზოგადოებოდ	131

CONTENTS

CYBERNETICS

N. Tkemaladze, V. Jikhvashvili, M. Kuridze, T. Gavrilenko, G. Mamulashvili. ON THE ONE APPROACH OF DETERMINATION OF CONTROL DESCRIPTION IN THE PATTERN RECOGNITION SYSTEM WITH LEARNING	9
--	---

GEOPHYSICS

L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. RESULTS OF THE INVESTIGATION OF SMALL GLACIERS OF THE WESTERN GEORGIA ON THE BACKGROUND OF MODERN CLIMATE CHANGE.....	14
--	----

GEOLOGY

T. Dzadzamia, Z. Kakulia, D. Chutkerashvili, M. Mardashova. STUDYING OF THE POSSIBILITY OF MANGANESE EXTRACTION FROM JURASSIC SHALES.....	22
--	----

BIOLOGY

T. Epitashvili. CHARACTERISTIC OF PERSPECTIVE FORMS OF HEXAPLOID TRITICALE.....	30
--	----

MICROBIOLOGY

I. Khatiashvili, T. Shiukashvili, Z. Lomtadidze. PECULIARITIES OF THE DISTRIBUTION OF ANTAGONISTIC-ACTINOMYCETES IN SOME SOILS OF EAST GEORGIA	36
---	----

BUSINESS

Z. Gudushauri, M. Kharkheli, E. Baliashvili. THE MECHANISM OF MOTIVATION SHOULD BE WORKED AND THE COMPANY WILL WORK AS WELL	41
M. Kharkheli, I. Davrashelidze. THE COMPARISON OF AMERICAN AND RUSSIAN MODELS IN DEFINING OF SOLVENCY	46

ENERGETICS

L. Gugulashvili, I. Khositashvili, G. Gugulashvili. OVERVIEW OF PERSPECTIVES COOLING SYSTEMS OF HYDRO-GENERATORS IN ORDER TO INCREASE THEIR EFFICIENCY	50
---	----

HYDROLOGY

Ts. Basilashvili. EXPECTED TRENDS OF WATER FLOW OF THE RIVER ALAZANI UNDER GLOBAL WARMING AND CLIMATE CHANGE	56
---	----

HYDROGEOLOGY

- B. Mkheidze, A. Songulashvili, Z. Kakulia, I. Nanadze, M. Kopadze, L. Glonti.** PROSPECTS FOR USE AJARA-TRIALETI MOUNTAIN-FOLDED ZONE MINERAL WATERS IN THE DEVELOPMENT OF BALNEOLOGICAL AND BALNEOClimATIC RESORTS AND BOTTLING DRINKABLE AND MEDICAL WATERS ENTERPRISES IN THE REGION.....69

TELECOMMUNICATION

- S. Lomsadze, O. Shamanadze.** RESEARCH AND OPTIMIZATION OF TELECOMMUNICATION TRANSPORT NETWORKS.....76

MATERIALS SCIENCE

- N. Turkadze, Z. Jabua, A. Gidineishvili.** PREPARATION, OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF $GdSb_2$ FILMS.....81

METALLURGY

- J. Lomsadze, Z. Lomsadze, S. Mebonia, A. Tutberidze.** ANALYSIS OF THE TRANSVERSE PROCESSES OF DEFORMATION OF CYLINDRICAL BODIES89

NEW TECHNOLOGIES

- E. Sadaghashvili, I. Khositashvili, G. Gugulashvili.** INTENSIFICATION OF TEA FERMENTATION PROCESS USING OZONE110

LIGHT INDUSTRY

- T. Maglakelidze, N. Melkadze, N. Kirkitadze.** CONCEPTION AND MARKETING ABOUT FURS115
M. Karkashadze. DEPENDENCE BETWEEN DURABILITY AND LOAD AT THE MOMENT OF DESTRUCTION OF THE GLUE JOINT125

- MEMORY** 130

- TO THE AUTHORS ATTENTION**131

СОДЕРЖАНИЕ

КИБЕРНЕТИКА

Н. Т. Ткемаладзе, В. Н. Джихвашвили, М. В. Куридзе, Т. Б. Гавриленко, Г. Г. Мамулашвили. ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РЕАЛИЗАЦИЙ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ	9
---	---

ГЕОФИЗИКА

Л. Д. Шенгелия, Г. И. Кордзахия, Г. А. Тваури, М. Ш. Дзадзания. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ ЛЕДНИКОВ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ НА ФОНЕ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	19
--	----

ГЕОЛОГИЯ

Т. Д. Дзадзания, З. Г. Какулия, Д. Г. Чуткерашвили, М. В. Мардашова. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫНОСА МАРГАНЦА ИЗ ЮРСКИХ СЛАНЦЕВ.....	22
---	----

БИОЛОГИЯ

Т. Н. Эпигашвили. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ ГЕКСАПЛОИДНОГО ТРИТИКАЛЕ	30
---	----

МИКРОБИОЛОГИЯ

И. Н. Хатиашвили, Т. Г. Шиукашвили, З. Ш. Ломтадзе. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АНТАГОНИСТ-АКТИНОМИЦЕТОВ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ	36
---	----

БИЗНЕС

З. Ф. Гудушаури, М. В. Хархели, Э. Н. Балиашвили. ПРИВЕДЕМ В ДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЗМ МОТИВАЦИИ И КОМПАНИЯ ЗАРАБОТАЕТ.....	41
М. В. Хархели, И. О. Даврашелидзе. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРИ СРАВНЕНИИ АМЕРИКАНСКИХ И РУССКИХ МОДЕЛЕЙ	46

ЭНЕРГЕТИКА

Л. Т. Гугулашвили, И. К. Хоситашвили, Г. Л. Гугулашвили. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ	50
--	----

ГИДРОЛОГИЯ

Ц. З. Басилашвили. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА ВОДЫ Р. АЛАЗАНИ В УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА	56
---	----

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Б. С. Мхеидзе, З. Г. Какулия, А. Т. Сонгулашвили, И. В. Нанадзе, М. О. Копадзе, Л. Е. Глонти. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД АДЖАРО-ТРИАЛЕТСКОЙ ГОРНО-СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ В ДЕЛЕ РАЗВИТИЯ В РЕГИОНЕ БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКИХ И БАЛЬНЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ КУРОРТОВ И РАЗЛИВОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТЬЕВО-ЛЕЧЕБНЫХ ВОД	69
--	----

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ

С. И. Ломсадзе, О. К. Шаманадзе. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ	76
--	----

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Н. Д. Турkadзе, З. У. Джабуа, А. В. Гигинеишвили. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПЛЁНОК $GdSb_2$, ИХ ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	81
---	----

МЕТАЛЛУРГИЯ

Дж. М. Ломсадзе, З. Дж. Ломсадзе, С. А. Мебония, А. И. Тутберидзе. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПОПЕРЕЧНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ	89
--	----

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Э. З. Садагашвили, И. К. Хоситашвили, Г. Л. Гугулашвили. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ ЧАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНА	110
--	-----

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Т. А. Маглакелидзе, Н. Г. Мелкадзе, Н. С. Кирkitадзе. КОНЦЕПЦИЯ И МАРКЕТИНГ ОБРАБОТКИ МЕХОВЫХ ИЗДЕЛИЙ	115
--	-----

М. И. Каркашадзе. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ И НАГРУЗКОЙ В МОМЕНТ РАЗРУШЕНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ	125
--	-----

ПАМЯТЬ	130
---------------------	-----

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	131
---------------------------------	-----

**სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემაში საკონტროლო რჩალიზაციების
ბანსაზღვრის მრთი მიღმობის შესახებ**

**ნელი ტყემალაძე, ვიოლეტა ჯიხვაშვილი, მაყვალა ქურიძე,
ტატიანა გავრილენკო, გიორგი მამულაშვილი**

(თბილისის ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლ. ჭავჭავაძის სახელობის კიბერნეტიკის
ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შემოთავაზებულია სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემისათვის საწყისი
მასწავლი რეალიზაციებიდან საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრის ერთ-ერთი მიღ-
გომა, რომელშიც გამოყენებულია შემთხვევითი რიცხვები და მცოცავი კონტროლის პრო-
ცედურა. ეს უკანასკნელი საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების გაუმჯო-
ბესების საშუალებას იძლევა, რაც ხელს შეუწყობს მონაცემთა ბაზების კორექტირების შე-
დეგების დაზუსტებას და, შესაბამისად, ახალი ობიექტების ამოცნობის ეფექტურობის გაზ-
რდასაც.

საკვანძო სიტყვები: ამოცნობა; მოდელი; საკონტროლო; სახე; სწავლება; სისტემა; რე-
ალიზაცია.

შესავალი

სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემისათვის (ისევე როგორც სხვა სისტემებისა-
თვის) მნიშვნელოვანია, რომ სანამ იგი გამოიყენება პრაქტიკაში ახალი ობიექტების ამოსა-
ცნობად, მანამ ობიექტების მასწავლი რეალიზაციებიდან უნდა განისაზღვროს საკონტრო-
ლო რეალიზაციები მათი შესაბამისი ობიექტების ამოსაცნობად. ობიექტის რეალიზაცია
წარმოადგენს ობიექტის მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობათა, ანუ ნიშან-თვისეგ-
ბათა მიმდევრობას, რომელსაც უწოდებენ ობიექტის აღწერასაც [1], გამოსახულებას [2],
 m -კომპონენტიან ვექტორს (m პარამეტრების რაოდენობაა) [3]. მასწავლი რეალიზაცია კი
ისეთი ობიექტის რეალიზაციაა, რომლისთვისაც წინასწარ არის ცნობილი ის ქლასი, რო-
მელსაც იგი მიეკუთვნება.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ შემუშავებულია სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა (სსას) [4, 5], რო-
მელიც ახალი ობიექტების ამოცნობაზე გადასვლამდე ამოიცნობს საკონტროლო რეალი-
ზაციებს მას შემდეგ, როდესაც სისტემა შექმნის ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს. სისტემა
შეიცავს სამ მოდელს. ესენია:

- საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების მოდელი;

- მასწავლი მოდელი;
- ამოცნობის მოდელი.

საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების მოდელის მიზანია მასწავლი რეალიზაციებიდან განსაზღვროს საკონტროლო რეალიზაციები, შექმნას მასწავლი და მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციების ვარიანტები და მოამზადოს საწყისი ინფორმაცია მასწავლი და ამოცნობის მოდელებისათვის.

მასწავლი მოდელი განსაზღვრავს საჭირო ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს ამოცნობის მოდელისათვის. იგი გარდაქმნის შედეგად მასწავლი რეალიზაციებს ჩაწერს იმ ენაზე, რომლის საფუძველზეც ხდება ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების განსაზღვრა.

ამოცნობის მოდელი ცოდნის ბაზის გამოყენებით გარდაქმნის ამოსაცნობი ობიექტების რეალიზაციებს, მონაცემთა ბაზების საფუძველზე შემუშავებული კრიტერიუმებით კი ამოიცნობს მასწავლ ამოსაცნობ რეალიზაციებს (სწავლების პროცესში), საკონტროლო და ახალი ამოსაცნობი ობიექტების რეალიზაციებს (როდესაც მასწავლი მოდელი დამთავრებს მუშაობას) და მიაკუთვნებს მათ შესაბამის კლასებს.

მიღებული შედეგებისა და შესაბამის კლასებთან მათი მიკუთვნების ხარისხების გათვალისწინებით ამოცნობის მოდელი განსაზღვრავს სისტემის მუშაობის ეფექტიანობასაც.

სსას-ის პირველი მოდელის ერთ-ერთი ამოცანის მიზანია მასწავლი რეალიზაციებიდან ობიექტების საკონტროლო რეალიზაციების ერთჯერადი გამოყოფა შემთხვევითი რიცხვების გამოყენებით. მიუხედავად იმისა, რომ საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრისთვის გამოიყენება შემთხვევითი რიცხვები, მაინც არ არის გამორიცხული, რომ შემთხვევით იქნებს შერჩეული ადგილად ამოსაცნობი რეალიზაციების სიმრავლე, რაც იმას ნიშნავს, რომ, თუ ადგინდნავთ საკონტროლო ამოსაცნობი რეალიზაციების სიმრავლეს R_α^v -თი, ხოლო საწყისი მასწავლი რეალიზაციების სიმრავლეს, რომლიდანაც უკვე გამოყოფილია საკონტროლო რეალიზაციების სიმრავლე (ვარიანტი), L_α^v -თი, არ არის გამორიცხული, რომ ამ სიმრავლეებში სწორედ ისე გადანაწილდეს რეალიზაციები, რომ მასწავლი რეალიზაციების საფუძველზე განსაზღვრული ცოდნისა და მონაცემთა ბაზები საგსებით საკმარისი აღმოჩნდეს R_α^v სიმრავლეში შემაგალი საკონტროლო რეალიზაციების შესაბამისი ობიექტების ამოსაცნობად. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ ეს შემთხვევითობა შემოთვაზებულია მასწავლი რეალიზაციებიდან საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრის ერთ-ერთი მიღგომა, რომელიც ითვალისწინებს შემთხვევითი რიცხვებისა და მცოცავი კონტროლის პროცედურის გამოყენებას.

მცოცავი კონტროლის პროცედურაში იგულისხმება შემთხვევითი რიცხვების გამოყენებით საწყისი მასწავლი რეალიზაციებიდან საკონტროლო რეალიზაციების ვარიანტების (სიმრავლის) შექმნა შემდეგი პრინციპით: ყოველ მომდევნო ვარიანტში არ უნდა მონაწილეობდეს მის წინა ვარიანტებში შემთხვევითი რიცხვებით გამოყოფილი საკონტროლო რეალიზაციები, ვიდრე არ ამოიწურება საკონტროლო რეალიზაციების რაოდენობა (ამ პირობის დარღვევა დასაშვებია მხოლოდ ბოლო ვარიანტის განსაზღვრის დროს). იგივე განმეორდება სამჯერ მაინც. ამგვარად უნდა შექმნას იმდენი სხვადასხვა ვარიანტი, რომ თითოეული საკონტროლო რეალიზაცია სამ ვარიანტში მაინც უნდა დებულობდეს მონაწილეობას (თუ მასწავლი რეალიზაციების რაოდენობა ამის შესაძლებლობას არ იძლევა, ზოგიერთი საკონტროლო რეალიზაცია შეიძლება მონაწილეობდეს ოთხ ვარიანტშიც). ამასთან, ცხადია, რომ საკონტროლო რეალიზაცია ერთდროულად არ უნდა მონაწილეობდეს საკონტროლო რეალიზაციის ვარიანტში და ამ რეალიზაციების გამოყოფის შემდეგ დარჩენილი მასწავლი რეალიზაციების სიმრავლეში.

საკონტროლო რეალიზაციების პირველ ვარიანტში (სიმრავლეში) შემგალი საკონტროლო რეალიზაციების შემთხვევითი რიცხვებით გამოყოფის შემდეგ ამუშავდება სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა. ამ სისტემის საშუალებით მიიღება ოთხი ტიპის მატრიცა, რომელთაგანაც საკონტროლო რეალიზაციების განსაზღვრის ალგორითმი გამოიყენებს პირველ სამ მატრიცას:

- **პირველი ტიპის მატრიცაში** მითითებულია იმ კლასების ნომრები, რომლებსაც ამოცნობის მოდელით მიეკუთვნება საკონტროლო რეალიზაციების შესაბამისი ობიექტები;
- **მეორე ტიპის მატრიცაში** მოცემულია საკონტროლო რეალიზაციების შესაბამისი ობიექტების მიკუთვნების ხარისხები კლასებთან მიმართებაში;
- **მესამე ტიპის მატრიცაში** მითითებულია თითოეული საკონტროლო რეალიზაციის ოთხთანრიგიანი ნომერი, რომელიც შეესაბამება როგორც შესაბამის მასწავლი ამოსაცნობი და მასწავლი რეალიზაციების ვარიანტში, ისე საწყისი მასწავლი რეალიზაციების მიმდევრობაში მოცემულ რიგით ნომერს.

პირველი და მეორე ტიპის მატრიცების საფუძველზე ამოცნობის მოდელი მიიღებს საბოლოო გადაწყვეტილებას საკონტროლო ობიექტების შესაბამის კლასებთან მიკუთვნების შესახებ.

რაც შეეხება საკონტროლო რეალიზაციების რაოდენობას, ერთნაირი უნდა იყოს ყველა გამოყოფილი სიმრავლისთვის (ვარიანტისთვის). იგი დამოკიდებულია საწყისი მასწავლი რეალიზაციების კარდინალურ რიცხვზე და განისაზღვრება ისე, როგორც სსას-ში საკონტროლო რეალიზაციების სიმრავლის ერთჯერადი გამოყოფის შემთხვევაში განისაზღვრებოდა მასწავლი ამოსაცნობი რეალიზაციების ვარიანტები:

$$\begin{aligned} \text{თუ } LR \leq 20, & \quad \text{მაშინ } CR = 1; \\ \text{თუ } 20 < LR \leq 25, & \quad \text{მაშინ } CR = 2; \\ \text{თუ } 25 < LR \leq 30, & \quad \text{მაშინ } CR = 3; \\ \text{თუ } 30 < LR \leq 40, & \quad \text{მაშინ } CR = 5; \\ \text{თუ } 40 < LR \leq 50, & \quad \text{მაშინ } CR = 7; \\ \text{თუ } 50 < LR \leq 70, & \quad \text{მაშინ } CR = 10; \\ \text{თუ } 70 < LR \leq 100. & \quad \text{მაშინ } CR = 15, \end{aligned}$$

სადაც LR მასწავლი რეალიზაციების საწყისი რაოდენობაა, ხოლო CR – მასწავლი რეალიზაციებიდან გამოსაყოფი საკონტროლო რეალიზაციების რაოდენობა. მოცემული სქემა გამართლებულია ჩვენ მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის გამოყენებით მიღებული შედეგების საფუძველზე.

მესამე ტიპის მატრიცის გამოყენებით ყოველ საკონტროლო რეალიზაციას მათი ამოცნობის შემდეგ მიეწერება თითოეულის შესაბამისი ნომერი. იგი, როგორც ზემოთ იყო მითითებული, წარმოდგენილია ოთხთანრიგიანი რიცხვით, რომელთაგან პირველი ორი ოანრიგი შეესაბამება შესაბამის ვარიანტში საკონტროლო რეალიზაციის რიგით ნომერს, ხოლო ბოლო ორი – საწყისი მასწავლი რეალიზაციების მიმდევრობაში ამავე რეალიზაციის შესაბამის რიგით ნომერს.

საკონტროლო რეალიზაციების გამოყოფის შემდეგ დარჩენილი მასწავლი რეალიზაციების სიმრავლეში მასწავლი მოდელი განსაზღვრავს მასწავლი ამოსაცნობი და მასწავლი რეალიზაციების ვარიანტებს, ხოლო თითოეულ ვარიანტში შემავალი მასწავლი რეალიზაციების საფუძველზე – შესაბამის ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს. სწორედ მათი გამოყენებით ამოცნობის მოდელი გარდაქმნის და ამოიცნობს საკონტროლო რეალიზაციებს. თითოეული საკონტროლო რეალიზაციის (რომელიც ფაქტორივად წარმოდგენილი იქნება სხვადასხვა ენაზე ჩაწერილი რეალიზაციების სახით) ამოცნობა მოხდება ცალ-ცალკე.

მათი ამოცნობის შედეგების საფუძველზე ამოცნობის მოდელი მიიღებს გადაწყვეტილებას საკონტროლო რეალიზაციის შესაბამისი ობიექტის ამა თუ იმ კლასთან მიკუთვნების შესახებ ახალი მიკუთვნების ხარისხით. ეს იმას ნიშნავს, რომ თითოეული საკონტროლო ობიექტი განიხილება სხვადასხვა კუთხით, რაც კიდევ უფრო სარწმუნოს გახდის საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგებს.

ამ მიზნის შესასრულებლად ყველა მესამე ტიპის მატრიციდან სწორად ამოცნობილი (რომლის შესახებაც ინფორმაცია მოცემულია პირველ მატრიცაში) ობიექტების რეალიზაციების შესაბამისი ნომრების ბოლო ორი თანრიგის მნიშვნელობების შესაბამისად შეიქმნება ჯგუფები. თითოეული ჯგუფი წარმოადგენს ერთსა და იმავე, ოდონდ სხვადასხვა კოდში (ენაზე) ჩაწერილ რეალიზაციებს. ამ რეალიზაციებისათვის ხდება ახალი, მეორე ტიპის მატრიცის განსაზღვრა, რომლის თითოეული ელემენტი შეესაბამება ამ ჯგუფის რეალიზაციების მიკუთვნების ხარისხების ნორმირებულ ჯამს.

დასკვნა

ამრიგად, მესამე ტიპის მატრიცების გამოყენებით ერთ ჯგუფში მიიღება ერთი და იმავე საკონტროლო რეალიზაციის N -რ კლასთან მიკუთვნების ხარისხების ნორმირებული ჯამი, რომელიც ჩაითვლება საკონტროლო რეალიზაციის შესაბამისი ობიექტის N -რ კლასთან მიკუთვნების ხარისხად. იგი უფრო ზუსტად გამოხატავს თითოეული საკონტროლო რეალიზაციის შესაბამის კლასთან მიკუთვნების ხარისხს. ეს კი, თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს მონაცემთა ბაზების კორექტირების შედეგად [6] მათი ინფორმატიულობის გაზრდას, რაც აისახება ახალი ობიექტების ამოცნობის შედეგების ეფექტიანობის გაზრდაზეც.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации//Проблемы кибернетики. Вып. 33, М., 1978.
2. Ткемаладзе Н. Т. Теоретические основы автоматизированной системы распознавания образов с обучением//XIV Международный Симпозиум управления большими системами. 2000.
3. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978.
4. N.Tkemaladze. On the problems of the automated system of pattern recognition with learning//Journal of Biological Physics and Chemistry (JBPC). Vol. 2 , № 34, AMSI, CB, 12/2002.
5. ნელი ტკემალაძე. სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის თეორიული საფუძვლები. თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2013 (მონოგრაფია).
6. Ткемаладзе Н., Джихашвили В., Куридзе М., Мамулашвили Г. Об одной методике много-кратного корректирования баз данных в задачах распознавания образов // Грузинские инженерные новшества, № 3 (т.75), 2015.

**ON THE ONE APPROACH OF DETERMINATION OF CONTROL DESCRIPTION IN
THE PATTERN RECOGNITION SYSTEM WITH LEARNING**

N. Tkemaladze, V. Jikhvashvili, M. Kuridze, T. Gavrilenco, G. Mamulashvili

(V. Chavchanidze Institute of cybernetics of Georgian Technical University)

Resume: There is one approach of determination of control descriptions from learning descriptions in the system of pattern recognition with learning. In this approach the random numbers and slipping control procedure are used. The latter gives possibility to improve the results of control objects recognition. It also makes the results of data base correction more precise and, accordingly, increases new objects recognition.

Key words: control; learning; model; pattern; realization; recognition; system.

КИБЕРНЕТИКА

**ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РЕАЛИЗАЦИЙ В
СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

**Ткемаладзе Н. Т., Джихвашвили В. Н., Куридзе М. В., Гавриленко Т. Б.,
Мамулашвили Г. Г.**

(Институт кибернетики им. В. Чавчанидзе Грузинского технического университета)

Резюме. Предлагается один подход определения контрольных реализаций из исходных обучающих реализаций. В нем использованы случайные числа и процедура скользящего контроля. Эта процедура дает возможность улучшить результаты распознавания контрольных реализаций, что обуславливает уточнение результатов корректирования базы данных и, соответственно, увеличение эффективности распознавания результатов новых объектов.

Ключевые слова: контрольная; модель; распознавание; реализация; система; образ.

დასაგლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების პლევის შედეგები კლიმატის თანამდებობის ცვლილების ურთისესობა

ლარისა შენგელია, გიორგი კორძახია, გენადი თვაური, მურმან ძაბაშია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას
გეოფიზიკის ინსტიტუტი, გარემოს ეროვნული სააგენტო)

რეზიუმე: მცირე მყინვარების კვლევისას დადასტურდა თანამგზავრული დისტანციური
ზონდირების (თდზ) გამოყენების ეფექტურობა, რადგან ტრადიციული მიწისპირა დაკვირვე-
ბების საფუძველზე მათი შესწავლა ძალზე შრომატევადია, დიდ მატერიალურ დანახარჯე-
ბობანაა დაკავშირებული და მნიშვნელოვან დროსაც მოითხოვს. თანამგზავრული დისტანციუ-
რი ზონდირების საფუძველზე დადგენილია მცირე მყინვარების ზომის შემცირება და
მთელ რიგ შემთხვევებში მათი სრული გაქრობა. განსაზღვრულია მცირე მყინვარების დეგ-
რადაცია გლობალური დათბობის ზეგავლენით და მოცემულია მათი რაოდენობრივი ცვლი-
ლების სხვადასხვა მახასიათებელი.

საკანძო სიტყვები: თანამგზავრული დისტანციური ზონდირება (თდზ); კლიმატის
ცვლილება; მცირე მყინვარები.

შესავალი

მყინვარების შესწავლა დედამიწის თანამგზავრული დაკვირვებებით ეფექტური ალტე-
რნატივაა მათი კვლევისა და სხვადასხვა სამეცნიერო-პრაქტიკული ამოცანის გადაჭრისათვის.

ცნობილია, რომ კლიმატის გლობალური დათბობა ნებატიურ ზემოქმედებას ახდენს
მყინვარებზე. ეს ვითარება განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება მცირე მყინვარების შემ-
თხვევაში [1–6].

ზომების მიხედვით მყინვარები სამ ჯგუფად იყოფა: მცირე* (ფართობი – 0,1-დან 0,5
კმ²-მდე), საშუალო (ფართობი – 0,5-დან 2,0 კმ²-მდე) და დიდ (ფართობი – 2,0 კმ²-ზე მეტი)
მყინვარებად [7]. 0,1 კმ² ფართობზე ნაკლები ზომის მყინვარები მიჩნეულია თოვლნარებად.**

ცალკე საკითხია, თუ როგორ უნდა ჩატარდეს მცირე მყინვარების ზომისა და სხვა
პარამეტრების ცვლილების განსაზღვრა დროში. 1960–1970-იან წლებში ყოფილ საბჭოთა

* [1]-ში მოცემული საქართველოს მყინვარების სამ ჯგუფად დაყოფის ქვედა საზღვარი ავტორების
მიერ არის დამატებული გამომდინარე იქიდან, რომ კატალოგში აღრიცხული ყველა მყინვარის
ჯგუფი 0,1 კმ²-ზე მეტია, ხოლო თოვლნარები არ განიხილება.

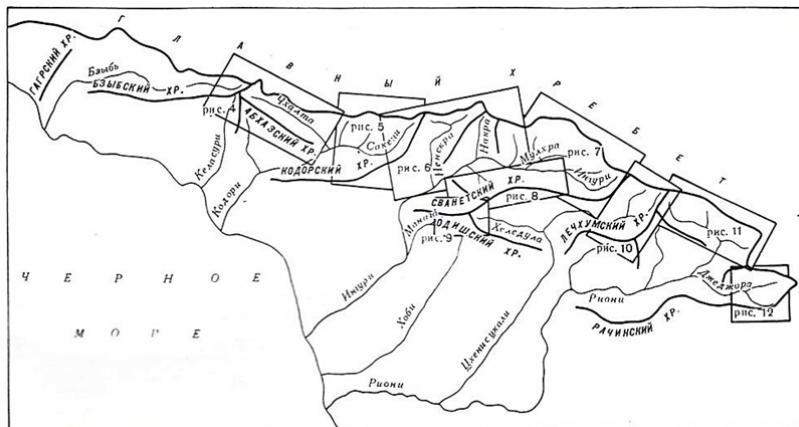
** თოვლნარი ქარისა და მზის სხივებისაგან მოფარებულ ადგილებში შემორჩენილი თოვლის,
ფირნისა და ყინულის გროვაა. თოვლნარი სეზონურია, თუ ირგვლივ დადგებულ თოვლზე უფრო
მეტსანს ინახება, ხოლო მედმივია, თუ მთელი წლის განმავლობაში არ დნება. თოვლნარი
შეიძლება იქოს მყინვარის დეგრადაციით მიღებული ნარჩენი.

კავშირში საკმაოდ დიდი სამუშაო ჩატარდა მყინვარების მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის შესაგროვებლად, რის საფუძველზეც შეიქმნა მყინვარების კატალოგი. ამ კატალოგში საქართველოს მყინვარები ცალკე არ არის გამოყოფილი. ისინი კავკასიის მყინვარულ სისტემაშია მოქცეული. საქართველოს მყინვარები განხილულია 1975 [8, 9] და 1977 [10, 11] წლებში გამოცემულ კატალოგებში. ფაქტობრივად საბჭოთა კავშირის მყინვარების კატალოგი 50 წლის წინათაა შექმნილი, ხოლო დედამიწის თანამგზავრული დაკვირვებებით მცირე მყინვარების კვლევა მხოლოდ ამ და წინა ათწლეულების მონაცემებითაა შესაძლებელი. დროში ეს სხვაობა წინაპირობას ქმნის მყინვარების ეკოლოგიის შესასწავლად. ცხადია, მიღებული შედეგები ასახავს კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ზეგავლენას მყინვარების მდგომარეობაზე.

ძირითადი ნაწილი

სამუშაოების შესასრულებლად გამოყენებულია კომპლექსური მეთოდოლოგია, რომელიც ავტორების მიერ არის შემუშავებული [12–14]. მცირე მყინვარების კვლევისას ჩნდება სხვადასხვა ტიპის სირთულე, რომელთაგან ერთ-ერთი ძირითადია თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების (თდზ) საფუძველზე მიღებულ თანამგზავრულ სურათზე ასახული მცირე მყინვარების იდენტიფიცირება (მათი მცირე ზომების გამო). ამ პრობლემის გადასაჭრელად გამოყენებულია მყინვარების კატალოგში მოყვანილი სქემები, სადაც ნაჩვენებია მყინვარებისა და შესაბამის მდინარეთა აუზების მდებარეობა.

მცირე მყინვარების ცვლილების შეფასება შესაძლებელია 2012–2016 წლებში თანამგზავრული ინფორმაციით მიღებული მახასიათებლების შედარებით მყინვარების კატალოგის (1975–1977 წწ.) მონაცემებთან. დასავლეთ საქართველოს მყინვარები კატალოგის 9 სქემაზეა წარმოდგენილი [9]. 1-ლ ნახ-ზე ნაჩვენებია დასავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზების განლაგების საერთო სურათი, რომელიც მოიცავს 9 სქემას 409 მყინვარით.



ნახ. 1. დასავლეთ საქართველოს მყინვარული აუზების განლაგების საერთო სურათი, რომელიც მოიცავს 9 სქემას 409 მყინვარით

გამარტივების თვალსაზრისით მე-7 სქემა მდინარეთა აუზების მიხედვით სამად დაიყო, ხოლო მე-8 სქემა – ორად და საბოლოოდ მივიღეთ 12 სქემა:

1. მდინარეების ბზიფის, კელასურის და კოდორი-ამბეგელის შენაკადების და ჩხალთის აუზების მყინვარები №1–61;
2. მდინარე კოდორის ზემო წელის მყინვარები №62–136;

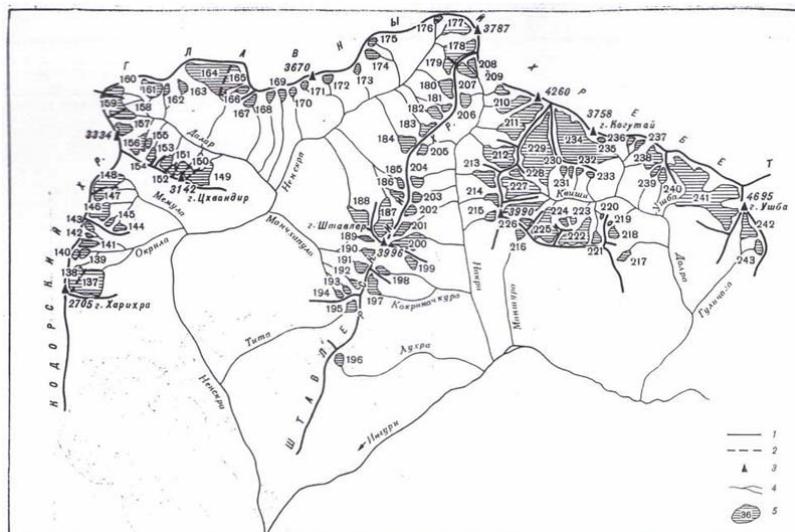
3. მდინარეების ნენსკრას, ნაკრას და დოლრას (მდინარე ენგურის მარჯვენა შენაკადი) აუზების მყინვარები №137–243;
4. მდინარეების მულხრასა და ენგურის აუზში მდებარე მდინარე მესტიაჭალის აუზის მყინვარები №244–259;
5. მდინარე ენგურის აუზში მესტიაჭალის შესართავის ზევით მდებარე მდინარე მულხრას აუზის მყინვარები №260–282;
6. მდინარე ენგურის მარჯვენა შენაკადების აუზების მყინვარები №283–295;
7. სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობის მყინვარები №296–325;
8. ადიშის ქედის ჩრდილოეთ კალთის მყინვარები №326–334;
9. სვანეთის ქედის სამხრეთ ფერდობის მყინვარები №335–342;
10. მდინარეების ყორულდაშის, ცხენისწყლის, მდინარე რიონის მარჯვენა შენაკადების აუზების მყინვარები №343–360;
11. მდინარე რიონის ზემო წელის აუზის მყინვარები №361–400;
12. მდინარე ჯეჯორის (მდინარე რიონის მარცხენა შენაკადი) აუზის მყინვარები №401–409.

შესასწავლი მყინვარების კონტურების შედარება საბჭოთა კავშირის დროინდელ ტოპოგრაფიულ რუკებზე (1:50000) ასახულ მყინვარების კონტურებთან, ერთი მხრივ, კონტურების ვალიდაციის საშუალებას იძლევა და, მეორე მხრივ, ვიზუალურად გვიჩვენებს, თუ რამდენად შეცვლილია ცალკეული მყინვარები შესაბამის პერიოდში (40–50 წელი). დადგინდა, რომ მთელი რიგი მყინვარები, რომლებიც ტოპოგრაფიულ რუკებზეა დატანილი, აღარ არსებობს.

მყინვარების კონტურების ვალიდაციისათვის ასევე აუცილებელია საექსპერტო ცოდნა, რასაც მთელ რიგ შემთხვევებში სწორი გადაწყვეტილება მიღებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს.

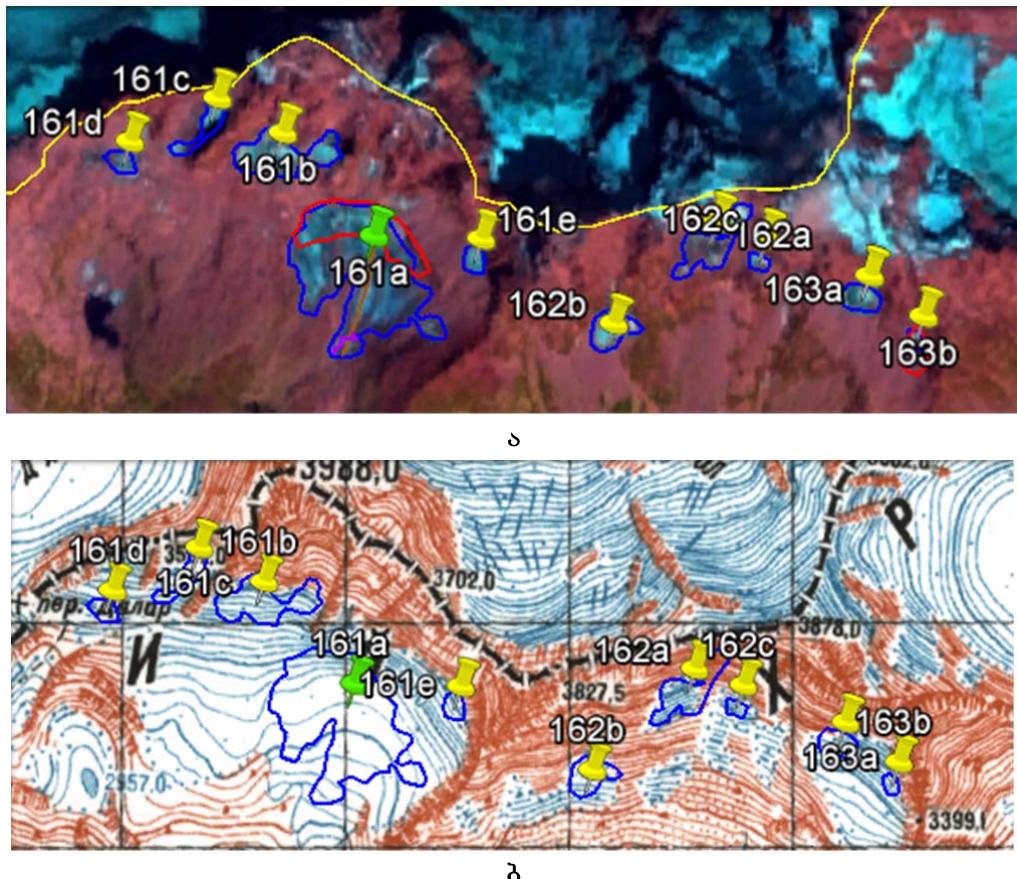
მყინვარების იდენტიფიკაციის დროს სსრ კავშირის კატალოგში მოყვანილ სქემებთან ერთად გამოყენებულ იქნა მყინვარების ცვალებადობის მონიტორინგის გლობალური პროექტის – GLIMS-ის (Global Land Ice Measurements from Space) მონაცემები [2, 3, 12, 13].

მე-2 ნახ-ზე მოყვანილია მდინარეების ნენსკრას, ნაკრას და დოლრას აუზების მყინვარების განლაგების სქემა, რომელიც ასახავს კატალოგის შესაბამის მე-3 სქემას და იმდროინდელ მდგრმარეობას.



მე-3 ნახ-ზე მოცემულია №161–№163 მყინვარების მდგომარეობა (ფერები იხილეთ ალგ-ქტრონულ ვერსიაში). ა ნაწილში მოყვანილია იდენტიფიცირებული მყინვარების კონტურები 2015 წლის თანამგზავრული სურათის მიხედვით, მწვანე ქინძისთავით ნაჩვენებია მცირე მყინვარი, ხოლო ყვითელი ქინძისთავით – თოვლნარი. წითელი ფერით ნაჩვენებია GLIMS-ის მონაცემთა ბაზაში დაცული კონტურები, ლურჯით – ჩვენ მიერ გავლებული კონტურები. ბ ნაწილში მოყვანილია ტოპოგრაფიულ რუკა, რომელზეც შედარებისათვის დატანილია თანამგზავრული სურათის მიხედვით გავლებული კონტურები. როგორც ვხედავთ, №162 და №163 მყინვარები (ორივე 0.1 კმ² ფართობის მცირე მყინვარია) თოვლნარებად დანაწევრდა, პირველი სამ, ხოლო მეორე – ორ თოვლნარად.

თდზ-ით მიღებული საქართველოს მყინვარების კონტურების ტოპოგრაფიულ რუკებზე ასახულ მყინვარების კონტურებთან შედარებამ საშუალება მოგვცა გამოგვეტანა მნიშვნელოვანი დასკვნა, რომ დაახლოებით ბოლო 50 წლის განმავლობაში დასავლეთ საქართველოს ყველა მყინვარის ფართობი შემცირდა. იმ შემთხვევაში, თუ თანამგზავრულ სურათზე მცირე მყინვარის ფართობი უფრო მეტია, ვიდრე კატალოგის მიხედვით მისი ფართობის მნიშვნელობაა, ეს კატალოგის მონაცემის ხარვეზია და იგი საჭირო მონაცემებს უნდა მივაკუთვნოთ.



ნახ. 3. №161–№163 მყინვარები. ა – იდენტიფიცირებული მყინვარების კონტურები Landsat 8 OLI TIRS სენსორის 2015 წლის 29 აგვისტოს სურათის მიხედვით, ბ – ტოპოგრაფიულ რუკა, რომელზეც შედარებისათვის დატანილია თანამგზავრული სურათის მიხედვით გავლებული კონტურები

აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების განხილვისას კატალოგის მონაცემებზე საშუალება მოგვცა შეგვედარებინა ისინი თდზ-ით მიღებულ შესაბამის მონაცემებთან, რადგან მდინარეთა აუზების მიხედვით აღრიცხულ მყინვარებს საეჭვო მონაცემები ან არ გააჩნდა, ან მათი გამოსწორება შესაძლებელი გახდა სწორი იდენტიფიკაციისა და საექს-პერტო ცოდნის გამოყენებით.

აღმოსავლეთ საქართველოს მყინვარებისაგან განსხვავებით, დასავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების შესწავლისას გამოირიცხა ის მყინვარები, რომელთა მონაცემები კატალოგის მიხედვით საეჭვოა. I-ლ ცხრილში წარმოდგენილია დასავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების რაოდენობა კატალოგის სანდო მონაცემების და თდზ-ის მიხედვით.

ცხრილი 1

**დასავლეთ საქართველოს მყინვარების კატალოგის 12 სქემის მიხედვით შედგენილ
ცხრილებში მოყვანილი მცირე მყინვარების რაოდენობა კატალოგის სანდო მონაცემების
და თდზ-ის მიხედვით**

სქემა №	მცირე მყინვარები კატალოგის მიხედვით	თდზ-ის მონაცემებით იდენტიფიცირებული მცირე მყინვარები			
		მცირე მყინვარი	თოვლნარი	გამქრალი მყინვარი	სულ
1	25	8	32	0	40
2	42	16	52	1	69
3	46	11	82	2	95
4	10	4	9	1	14
5	11	5	13	0	18
6	4	2	3	0	5
7	13	4	24	1	29
8	6	2	13	2	17
9	5	1	3	2	6
10	11	4	9	1	14
11	12	8	7	0	15
12	2	0	1	1	2
სულ	187	65	248	11	324

ამრიგად, დასავლეთ საქართველოს მყინვარების 12 სქემის შესაბამისად შედგენილ ცხრილებში მოყვანილია კატალოგის მიხედვით 187 მცირე მყინვარის შესახებ სანდო ინფორმაცია (სულ კატალოგში აღრიცხულია 265 მცირე მყინვარი). თდზ-ის საფუძველზე მიღებულია ყველა მათგანის ფართობის შესახებ მონაცემი. მყინვარების დანაწევრებისა და დნობის შედეგად მცირე მყინვარების რაოდენობა შეიცვალა. თდზ-ის ბოლო მონაცემებით დასავლეთ საქართველოში 324 მცირე მყინვარი, თოვლნარი და გამქრალი მყინვარია, რომელთაგან

- დარჩენილია 65 მცირე მყინვარი, ანუ თდზ-ით მიღებულის 20.1 %;
- გადნა და თოვლნარად იქცა 248, ანუ თდზ-ით მიღებულის 76.5 %;
- გამქრალი, კ. ი მოლიანად გადნა 11, ანუ თდზ-ით მიღებულის 3.4 %.

კატალოგში აღრიცხული დასავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების ფართობის შესახებ სანდო მონაცემები აქვს 187-ს. ამჟამად ამ მყინვარებიდან (თღზ-ის მიხედვით) დარჩენილია 65 მცირე მყინვარი (34.8 %), რაც იმას ნიშნავს, რომ დანარჩენი 122 (64.2 %) მცირე მყინვარი გადნა და ოოვლნარად იქცა ან საერთოდ გაქრა.

აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ მყინვარების კატალოგში აღრიცხული აღმოსავლეთ საქართველოს 105 მცირე მყინვარიდან ამჟამად კლიმატის გლობალური დათბობის გამო დარჩენილია მხოლოდ 30 მცირე მყინვარი (28. 6 %), რაც იმას ნიშნავს, რომ 75 (71.4 %) მცირე მყინვარი ოოვლნარად იქცა ან საერთოდ გაქრა.

მაშასადამე, აღმოსავლეთ საქართველოში მყინვარების დნობის პროცესი უფრო ინტენსიურია, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში.

დასკვნა

ამრიგად, დასავლეთ საქართველოს მყინვარების მახასიათებლები განხილულია 12 სქემის მიხედვით. სულ დასავლეთ საქართველოში კატალოგის მიხედვით აღრიცხულია 265 მცირე მყინვარი. ყველა მათგანის შესაბამისი თანამედროვე მონაცემი განსაზღვრულია თღზ-ის საფუძველზე. მყინვარების დანაწევრებისა და დნობის შედეგად მცირე მყინვარების რაოდენობა შემცირდა.

კვლევის მიზანი იყო კატალოგის (საწყისი მონაცემები) და თანამგზავრული ინფორმაციის საფუძველზე დასავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების ცვლილებების განსაზღვრა 50 წლის განმავლობაში. ამით შესაძლებელი გახდა იმის დადგენა, თუ რა გავლენას ახდენს კლიმატის თანამედროვე ცვლილება დასავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარებზე.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ:

- რიგი მცირე მყინვარებისა, რომლებიც ტოპოგრაფიულ რუკებზეა დატანილი, აღარ არსებობს;
- კლიმატის თანამედროვე დათბობის გამო მცირე მყინვარები ინტენსიურად დნება.

დასავლეთ საქართველოში მცირე მყინვარების დნობის პროცესი აღმოსავლეთ საქართველოსთან შედარებით ნაკლებად ინტენსიურია.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვალიშვილი, გ. ცომაია, მ. ძაბაშვია. თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა//პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, 121, თბ., 2015, გვ. 104-111.
2. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვალიშვილი, მ. ძაბაშვია. აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარების კვლევა თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით//გეცნიერება და ტექნოლოგიები, №2 (719), 2015, გვ. 9–10.
3. George Kordzakhia,, Larisa Shengelia, Genadi Tvauri, Murman Dzadzamia. Application of Remote Sensing and GIS Technologies for the Inventory of Small Glaciers in Eastern Georgia. 4th International Geography Symposium, May 23-26, Kemer. Antalya, Turkey, Book of Proceedings, 2016, pp. 505-514.
4. ლ. შენგელია, გ. კორძახია, გ. თვალიშვილი, მ. ძაბაშვია. კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე მყინვარებზე//გეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1 (721), 2016, გვ. 9-14.

5. ლ. შებგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, მ. ძაძამია. საქართველოს მყინვარების ცვლილების ნეგატიური ტენდენციები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე//გეცნივრება და ტექნოლოგიები, №3 (723), 2016, გვ. 29-35.
6. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, M. Dzadzamia. Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia//Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, 4, 2016, pp. 56-63.
7. რ. გობეჯიშვილი, ვ. პოტლიაკოვი. გლაციოლოგია (მყინვარები). თბ.: უნივერსალი, 2005, - 292 გვ.
8. ცომაი ვ. შ. კათალ ლედნიკო სსრ. თ. 9, ვიპ. 3, ჩ. 1, ზაკავკაზე და დაგესტან, ლ.: გიდრომეთეიზდატ, 1975.
9. მარუაშვილი ლ. ი., კურდგელაიძე გ. მ., ლაშხი თ. ა., ინაშვილი შ. ვ., თაბიძე დ. დ. კათალ ლედნიკო სსრ. თ. 9, ვიპ. 1, ჩ. 2 – 6, ლ.: გიდრომეთეიზდატ, 1975.
10. პანოვ ვ. დ., ბოროვიკ ე. ს. კათალ ლედნიკო სსრ. თ. 8, ჩ. 12, სევერუ კავკაზ, ლ.: გიდრომეთეიზდატ, 1977.
11. ცომაი ვ. შ., დრობიშვილი ი. ა. კათალ ლედნიკო სსრ. თ. 8, ჩ. 11, სევერუ კავკაზ, ლ.: გიდრომეთეიზდატ, 1977.
12. ლ. შებგელია, გ. კორძახია, გ. თვაური, ვ. ცომაია. სუათისის მყინვარების კვლევის შედეგები თანამგზავრული დისტანციური ზონდირების საფუძველზე//პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 120, თბ., 2014, გვ. 52-56.
13. შენგელია ლ. დ., კორძახია გ. ი., თვაური გ. ა. მეთოდოლოგია და რეზულტატები ინდიკატორების მიზანზე და მათ განვითარების მიზანზე. კოლექტიუმური მონოგრაფია ერთეულური მასშტაბზე. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, თბილისი, 2015, 120 გვ.
14. G. Kordzakhia, L. Shengelia, G. Tvauri, V. Tsomaia, M. Dzadzamia. Satellite Remote Sensing Outputs of the Certain Glaciers in the Territory of East Georgia//The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences - Elsevier, Vol. 18(1), Supplement 1, 2015, pp. S1–S7.

RESULTS OF THE INVESTIGATION OF SMALL GLACIERS OF THE WESTERN GEORGIA ON THE BACKGROUND OF MODERN CLIMATE CHANGE

L. Shengelia, G. Kordzakhia, G. Tvauri, M. Dzadzamia

(Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University, M. Nodia Institute of Geophysics of I. Javakhishvili Tbilisi State University, National Environmental Agency)

Resume: There is determined, that the research of small glaciers based on satellite remote sensing is effective. This is predefined, as their study based on traditional ground observations is a very comprehensive problem, involving significant material and time costs. The use of satellite remote sensing allowed to determine the reduction of small glaciers sizes and in some cases, their complete disappearance. The degradation of small glaciers under the global warming is defined and their quantity specifications are given.

Key words: climate change; satellite remote sensing; small glaciers.

ГЕОФИЗИКА

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ ЛЕДНИКОВ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ НА ФОНЕ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А., Дзадзамия М. Ш.

(Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета, Институт геофизики М. Нодия Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили, Национальное агентство окружающей среды)

Резюме. Подтверждено, что исследование малых ледников на основе использования спутникового дистанционного зондирования является эффективным. Это вызвано тем, что их изучение наземными наблюдениями очень трудоемкая проблема, связанная со значительными материальными и временными затратами. На основе спутникового дистанционного зондирования определено уменьшение размеров малых ледников, а в некоторых случаях их полное исчезновение. Установлена деградация малых ледников при глобальном потеплении и даны характеристики изменения их количества.

Ключевые слова: изменение климата; малые ледники; спутниковое дистанционное зондирование.

იურული თიხაზიშლებისაგან მანგაცემის მიღების შესაძლებლობის შესრულება

თინათინ ძაბამია, ზურაბ კაპულია, დალი ჩუტკერაშვილი, მარინე მარდაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდროვეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის
ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: შესწავლილია საქართველოს სხვადასხვა კუთხიდან ჩამოტანილი იურული
თიხაფიქლების ნიმუშებისაგან მანგანუმის გამოტანის შესაძლებლობა პეტეროტროფული მი-
კროვანიზმების გამოყენებით. თიხაფიქლების ზედაპირული ფენიდან და არხოტის გვირა-
ბში გარევეული სიღრმეებიდან აღქმულ მასალებში ბაქტერიული გამოტუტვის მეთოდით
მიღებული შედეგები ადასტურებს შემოთავაზებული მეთოდიკის უპირეტესობას სხვა ქიმიურ
თუ დღეისათვის არსებულ ბაქტერიულ მეთოდებთან შედარებით. დადგენილია, რომ ერთ-
ნაირ პირობებში ექსტრაპირების ეფექტი უკუდამოკიდებულია ქანში ელემენტის შემცველო-
ბასთან. რაც შეეხება თიხაფიქლებისაგან ბაქტერიული მეთოდით მიღებული მანგანუმის
რაოდენობას, ტორფის ექსტრაქტში მისი გადასვლის მაჩვენებლები საქმაოდ მაღალია და
ორგანულ-მინერალური ხსნარიდან ელექტროქიმიური გზით ამ ელემენტის ამოღების შემ-
თხვევაში იურული თიხაფიქლებისაგან მანგანუმის მიღების დიდი პერსპექტივა ისახება.

საკვანძო სიტყვები: გამოტუტვა; ექსტრაპირების ეფექტი; ანაერობიოზისი.

შესავალი

მინერალური რესურსების გამოყენების ოპტიმიზაციასა და გარემოს დაცვის პრობლე-
მებთან დაკავშირებით სამთო-გეოლოგიურ მრეწველობაში ბოლო წლებში ისეთი მიმართუ-
ლებები განვითარდა, რომელთა საშუალებით უნდა გადაიჭრას როგორც ტექნოლოგიური,
ისე გარემოს დაცვის ამოცანები. ამ პრობლემის მოსაგვარებლად ერთ-ერთი საუკეთესო
საშუალებაა ბიოტექნოლოგიური მეთოდების დანერგვა. მათ შორის ძირითადია ლითონოთა
ბაქტერიული გამოტუტვა, რომლის მიზანია არა მარტო მრეწველობისათვის საჭირო ელე-
მენტის მიღება, არამედ სამთო წარმოების პროცესში და მის შემდგომ გამორეცხილი ტოქ-
სიკური ლითონების კონცენტრაციების შემცირება.

დღესდღეობით, სასარგებლო წიაღისეულისაგან ლითონების გამოწვლილვის ბაქტე-
რიული მეთოდები წარმატებით გამოიყენება მსოფლიოს 20-ზე მეტ ქვეყანაში. ტექნიკის
განვითარებისათვის აუცილებელ, ძნელად მოსაპოვებელ და იშვიათ ლითონებზე უფრო
მზარდი მოთხოვნილება განაპირობებს მოიძებნოს დარიბი, რთული და წვრილად ჩაწინ-
წელული მაღნებისა და თვით ქანებისგანაც კი ლითონების მიღების ახალი ხერხები, რო-
მლებიც უზრუნველყოფს მათ ეფექტურ გამოწვლილვას უმნიშვნელო შემცველობების
შემთხვევებშიც. ბაქტერიული გამოტუტვის შესაძლებლობები ჯერ კიდევ არ არის ამოწუ-
რული. არც თუ ისე შორეულ მომავალში, როდესაც კონდიციური მაღნები მოლიანად გა-

დამუშავდება, როგორც დარიბი მაღნების, ისე ქანებისგანაც ლითონების მიღების მიკრობილოგიური მეთოდი უფრო მეტ მნიშვნელობას შეიძენს.

XX საუკუნის 30-იანი წლებიდან გეოქიმიურ პროცესებში მიკრორგანიზმების როლის კვლევისა და მინერალური ნედლეულის დამუშავების ახალი ტექნოლოგიური მეთოდების ძიების საფუძველზე ინტენსიურად ვითარდება ბიოტექნოლოგიის მოწინავე მიმართულება – მიკრობილოგიური მეტალურგია, რომლის მთავარი მიზანია დარიბი მაღნებისაგან, სამთო-გამამდიდრებელი და მეტალურგიული წარმოების ნარჩენებისაგან ფერადი, იშვიათი, კეთილშობილი ლითონებისა და სხვა ელემენტების ბაქტერიული გამოწვლილვის სქემების დამუშავება. დღეისათვის არსებული მეთოდების უმრავლესობა ემყარება ცალკეული მიკრორგანიზმების გამოყენებას ეანგბადის მიწოდების პირობებში, რაც ბევრად უფრო რთულია და ძვირი.

ამ მიზნის განსახორციელებლად ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდი მკვეთრად განსხვავდება ბაქტერიული გამოტუტუვის სხვა მეთოდებისაგან, რადგან არ საჭიროებს დიდ დანახარჯებს და ტექნიკურად ადგილად შესასრულებელია. მისი გამოყენება შეიძლება ლითონების ძალიან მცირე რაოდენობით შემცველობისას (ჩაწინწკლული, გაფანტული თუ სხვა სახით), როდესაც გამდიდრების და მოპოვების სხვა მეთოდი არაეფექტურია.

ძირითადი ნაწილი

წინა წლებში ჩატარებულ კვლევებზე დაყრდნობით უნდა შეგვესწავლა იურული თონაფიქლებისაგან მანგანუმის მიღების შესაძლებლობა ბაქტერიული მეთოდის გამოყენებით. ამასთან, უნდა გაგვერკვია, თუ რამდენად მიზანშეწონილია აღნიშნული მეთოდიკით მანგანუმის გამოტუტვა თიხაფიქლებისაგან და მიღებული შედეგების გაანალიზების საფუძველზე დაგვესახა შემდგომი კვლევების მიზანი.

სამუშაო ობიექტად შეირჩა იურული ასაკის თიხაფიქლები, რომლებიც წვრილი ჩანაწინწკლების სახით შეიცავდა სხვადასხვა რაოდენობის მანგანუმსა და სხვა ლითონებს. თიხაფიქლებიდან მანგანუმის ამოსაღებად გამოყენებულ იქნა ბაქტერიული გამოტუტუვის მეთოდი, რომელიც ბოლო 25 წლის განმავლობაში წარმატებით მუშავდებოდა ჰიდროგეოლოგიისა და საინინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის გეოეკოლოგიის განყოფილებაში [1].

აღნიშნული მეთოდი ბევრად განსხვავდება სხვა ცნობილი ბაქტერიული მეთოდისაგან, რადგან იგი ემყარება არა ერთი რომელიმე მიკრორგანიზმის უნარს გამოიტანს ესა თუ ის ელემენტი ქანებიდან, მაღნებიდან ან წარმოების ნარჩენებიდან, არამედ მიკრობთა თანასაზოგადოების მონაწილეობას ამ პროცესში. მეთოდი გულისხმობს ისეთი მიკრორგანიზმების გამოყენებას, რომელთა გააქტიურება ხდება უნგბადის დეფიციტის პირობებში, რაც ტექნიკურად იოლი განსახორციელებელია და უფრო ეკონომიურიცაა.

წინა წლებში ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დადგინდა [2, 3], რომ მანგანუმი ისეთი ლითონია, რომლის გადასვლა ხსნარში ჩვენ მიერ გამოყენებული მიკრორგანიზმების საშუალებით ადგილად ხორციელდება. თუ შემდგომში შესაძლებელი გახდება ხსნარიდან მისი ამოღება ელექტროქიმიური მეთოდით სუფთა ლითონის სახით, ეს დიდი მიღწევა იქნება საქართველოს ეკონომიკისათვის, მით უმეტეს, რომ ჭიათურის მანგანუმის საბადო 50-წლიანი არენდით უკვე გასხვისებულია.

კვლევები ჩატარდა საქართველოს სხვადასხვა ადგილიდან აღებულ ნიმუშებზე. თიხაფიქლები ჩამოტანილია რაჭის (შოვი), კახეთის (ყვარელი, დურუჯი) მიდამოებიდან და დუშეთის რაიონიდან (არხოტის გვირაბიდან). საკვლევი მასალა დაქუცმაცებულია 2 მმ-ზე ნაკლები ზომის მარცვლებად და მათი გარკვეული რაოდენობა თავსდება მინის ჭურჭელში წინასწარ მომზადებულ ტორფისექსტრაქტიან ხსნართან ერთად. მანგანუმის გამოტუტვი-

სათვის გამოყენებული ტორფის საფუძველზე მომზადებულ ბიორგანულ კომპლექსში ტორფისა და გამოხდილი წყლის შეფარდება არის 1:30, ენერგეტიკული დანამატის სახით შეტანილია საქართვა (2 %) და სხვადასხვა ორგანული და მინერალური დანამატი.

ტორფის ბაზაზე დამზადებული სუსპენზია თავისთავად მიკროორგანიზმების ბუნებრივ საცავს წარმოადგენს. ჩვენივე მონაცემების საფუძველზე, ისინი მონაწილეობენ თიხური ქანების გალებების პროცესში და ახდენენ ქანების მინერალიზაციას ანაერობიოზისის პირობებში [4, 5].

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ქანისა და ტორფის სსნარის ოპტიმალური შეფარდებაა 1:2. ჩვენს შემთხვევაში აღებულია 100 გ ნიმუში და 200 მლ ტორფის საექსტრაქციო სსნარი; ლითონების გამოტუტვის პროცესში მიკროორგანიზმების გამრავლებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა $25-30^{\circ}\text{C}$ [1]. ნიმუშებში მანგანუმის საწყისი შემცველობების, გამოუტუტავ მასაში დარჩენილი და სსნარში გადასული მანგანუმის განსაზღვრა ხდებოდა სპექტრული ანალიზის მეთოდით.

თიხაფიქლებში არსებული მანგანუმი ძირითადად დაჟანგული მინერალებითაა წარმოდგენილი, რომელთათვისაც ლითონების ექსტრაქცია ანაერობულ პირობებში გამოტუტვის ბუნებრივი პროცესია, ხოლო მანგანუმის მიკრობიოლოგიური გზით გამოტანა დაკავშირებულია მის ორგალენტიანამდე ადგენასთან, რაც ხორციელდება სხვადასხვა სახეობის მიკროორგანიზმებით, კერძოდ, კი მიკრობთა იმ ასოციაციაში, რომელიც პასუხისმგებელია მანგანუმშემცველი ქანებისაგან და მინერალებისაგან ლითონების გამოწვლილვაზე. ამ პროცესში უმთავრესია მანგანუმის აღმდეგი, ამონიფიკატორი, დენიტრიფიკატორი და სპორაჭარმომქმნელი ბაქტერიების ჯგუფების მონაწილეობა [2, 3].

ნიმუშების ადების ადგილები და მათში მანგანუმის საწყისი შემცველობები მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1 მანგანუმის შემცველობა ბაქტერიული დამუშავების შემდეგ 20-დღიანი ექსპონიციის პირობებში

ს. ნომერი	ნიმუშის ადების ადგილი და სიღრმე, მ	Mn-ის შემცველობა საწყის ნიმუშებში		გამოტუტულ ნალექში დარჩენილი Mn-ის რაოდენობა		სსნარში გადასული Mn-ის რაოდენობა	
		%	კგ/ტ	%	კგ/ტ	მგ/ლ	ექსტრაჰიდრიუმის ხარისხი, %
1	დუშეთის რაიონი (არხოვი), 155	0,30	3,0	0,24	2,4	142	9,5
2	დუშეთის რაიონი (არხოვი), 260-262	0,15	1,5	0,85	0,85	212	28,3
3	დუშეთის რაიონი (არხოვი), 330	0,21	2,1	0,13	1,3	195	18,6
4	დუშეთის რაიონი (არხოვი), 382-386	0,30	3,0	0,25	2,5	165	11,0
5	რაჭა (შოვი), ზედაპირული ვენა	0,075	0,75	0,025	0,25	240	64,0
6	ქახეთი (კვარელი) დურუჯი, ზედაპირული ვენა	0,082	0,82	0,031	0,31	238	58,0

როგორც ცხრილიდან ირკვევა, თიხაფიქლებში მანგანუმის შემცველობა აღწევს 0,3 %-ს, ანუ 3 კგ/ტ-ს. არხოვის გეირაბის ნიმუშებით თუ გიმსჯელებთ, სიღრმის მიხედვით

მანგანუმის შემცველობის განაწილებაში კანონზომიერება არ შეიმჩნევა, მაგრამ, თუ შევადარებთ ზედაპირული ფენიდან აღებულ რაჭისა და კახეთის ნიმუშებს და არხოტის გვირაბის სხვადასხვა სიღრმის ნიმუშებს (155 მ, 260-262 მ, 330 მ, 382-386 მ), ზედაპირული ფენიდან აღებულ ნიმუშებში მანგანუმის შემცველობა ბევრად ნაკლებია. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ზედაპირზე შესაძლოა გამოფიტვის პროცესების შედეგად თიხა-ფიქლებიდან მანგანუმის ნაწილი უკვე გამოტანილია.

გამოტუტვის შედეგების შედარება მანგანუმის სხვადასხვა შემცველობის ქანში ცხად-ყოფს, რომ ერთნაირ პირობებში ექსტრაჰიტების ეფექტი უფრდამოკიდებულია ქანში ელქ-მენტის შემცველობასთან, ანუ, რაც უფრო ნაკლებია მისი რაოდენობა ქანში, მით უფრო ინტენსიურად გადადის იგი ხსნარში [2]. განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ეს ფაქტი 20-დღიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში. ინკუბაციის ეს პერიოდი გამოირჩევა შედარებით ძლი-ერი ბიოქიმიური აქტიურობით და ანაერობიოზის მაღალი დონით, რაც განაპირობებს ქანიდან გამოტანილი მანგანუმის ინტენსიურ გადასვლას გამომტუტავ ხსნარში. ამასთან, გამოტუტვის ეს პროცესი თანაბარზომიერად მიმდინარეობს და შედარებით მართებული დასკვნების გაკეთების საშუალებას იძლევა.

ცხრილი 2

მანგანუმის შემცველობა ბაქტერიული დამუშავების შემდეგ განსხვავებული ექსპოზიციის პირობებში

ნომერი	ნიმუშის აღების ადგილი და სიღრმე, მ	Mn-ის შემცველობა საწყის ნიმუშებში		ნიმუშის დამუშავების დრო, დღე	გამოტუტულ ნალექში დარჩენილი Mn-ის რაოდენობა		ხსნარში გადასული Mn-ის რაოდენობა	
		%	კგ/ტ		%	კგ/ტ	მგ/ლ	ექსტრაჰიტების ხარისხი, %
1	დუშეთის რაიონი (არხოტი), 155	0,30	3,0	40	0,28	2,28	13	0,87
2	დუშეთის რაიონი (არხოტი), 260–262	0,15	1,5	40	0,104	1,04	71	9,5
3	დუშეთის რაიონი (არხოტი), 330	0,21	2,1	40	0,21	2,1	85	8,1
4	დუშეთის რაიონი (არხოტი), 382-386	0,30	3,0	40	0,28	2,8	168	11,2
5	რაჭა (შოვი), ზედაპირული ფენი	0,075	0,75	40	0,066	0,66	32	8,5
6	კახეთი (ყვარელი), დურუჯი, ზედაპირული ფენი	0,082	0,82	40	0,056	0,56	95	23,2
5 ¹	რაჭა (შოვი), ზედაპირული ფენი	0,075	0,075	365			0	0
6 ¹	კახეთი (ყვარელი), დურუჯი ზედაპირული ფენი	0,082	0,82	365			29	7,1

რაც შეეხება ქანზე დასხმული სსნარის 40-დღიანი დაყოვნების პერიოდს (ცხრილი 2), ამ შემთხვევაში გამოტანილი მანგანუმის პროცენტული შემცველობა ხშირ შემთხვევაში რამდენიმეჯერ მცირდება, ხოლო ზოგჯერ 1 %-ზე დაბალიც კი არის (ნიმუში №1).

აქედან გამომდინარე, ცხადი ხდება, რომ გამოტანის ხარისხზე დიდ ზეგავლენას ახდენს გამოტუტვის ხანგრძლივობა. ადრე ჩატარებულმა კვლევებმა დაადასტურა, რომ გამოტუტვის ოპტიმალური ვადა 15–20 დღეა. ამის შემდეგ სსნარში გამოტანილი ელემენტების ისევ ნალექში გადასვლა ხდება სხვადასხვა ბიოქიმიური პროცესის შედეგად, რის გამოც სსნარში არსებული მანგანუმის რაოდენობა იკლებს და რაიმე კანონზომიერების დადგენა (უმეტეს შემთხვევაში) თითქმის შეუძლებელია თუნდაც 40-დღიანი ხანგრძლივობის საინკუბაციო პერიოდში. მიღებული მონაცემების გაანალიზების საფუძვლზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ 40 დღე-ლამეში გამოტუტვის შედეგები არ არის მანგანუმის სრული ექსტრაჰირების შესაძლებლობის მაჩვენებელი, ვინაიდან მანგანუმის რაოდენობის ნაწილი უკვე ისევ მყარ ფაზაშია გადასვლი და მხოლოდ გამოტანტუტ ნალექში შეიძლება დაფიქსირდეს.

რაც შეეხება უფრო გრძელვადიანი ექსპოზიციის პერიოდს, აქ სურათი მკვეთრად იცვლება და, როგორც რაჭიდან ჩამოტანილი ნიმუში (5¹) გვიჩვენებს, მისი შემცველობა სსნარში ერთწლიანი ექსპოზიციის შემდეგ შეიძლება ნულის ტოლიც კი იყოს.

მაშასადამე, ექსპერიმენტის დაყენებიდან გრძელვადიანი პერიოდის გასვლის შემდეგ შესაძლებელია საექსტრაჰირო სსნარი საერთოდ არ შეიცავდეს მანგანუმს ან შეიცავდეს მცირე რაოდენობით (6¹).

აღსანიშნავია, რომ ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდიკის სრული დაცვით შესრულების შემთხვევაში (საექსტრაჰირო სსნარის სხვადასხვა დანამატით გააქტიურება, ოპტიმალური საინკუბაციო პერიოდი და ტემპერატურა, ფაქტულტატურ-ანაერობული პირობები და სხვ) აშკარად ბაქტერიული გამოტუტვის მეთოდის უპირატესობა ამჟამად გამოყენებულ სხვა მეთოდებთან შედარებით. ამის დასადასტურებლად ჩვენი კვლევის შედეგები შევადარეთ სხვა მეთოდებით მანგანუმის გამოტუტვის მონაცემებს; კერძოდ, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აწ გარდაცვლილი პროფესორის უ. ზვიადაძის მიერ საქართველოს სხვადასხვა ქანიდან (მათ შორის კავკასიონის სამხრეთ ფერდის თიხაფიქლებიდან) მინერალური და ნაკონილი წყლების მიკროკომპონენტების (Cd, Zn, Co, Li, Sr, Cu, Mn და სხვ.) გამოტუტვის შესასწავლად ჩატარებულ ექსპერიმენტულ კვლევებს.

ქვემოთ მოყვანილია თიხაფიქლებიდან მანგანუმის სხვადასხვა მეთოდით ექსტრაჰირების მონაცემები. გამოტუტვის ხანგრძლივობა შეადგენდა ერთ დღე-ლამეს, საექსპერიმენტო ნიმუშის მასა – 100 გ-ს, რომელიც დაქუცმაცებული იყო 1 მმ-ზე ნაკლები ზომის ნაწილაკებად, ხოლო როტატორზე მისი ნჯდრევის ხანგრძლივობა გრძელდებოდა 1 სთ-ის განმავლობაში, ქანი/ხსნარის შეფარდება იყო 1 : 5.

ცხრილი 3

მანგანუმის ექსტრაჰირის ეფექტი თიხაფიქლებიდან ერთდღიანი გამოტუტვის შემდეგ

გამოხდილი წყალი, $T=20^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=7$	გამოხდილი წყალი, $T=80^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=7$	გამოხდილი წყალი, $T=20^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=2$	0.5 ლ-ის NH_4Cl	NaCl-ის 1 %-იანი სსნარი	წყალის ში CO_2 -ის მიწოდება, $P=2 \text{ atm}$	ტორფის ექსტრაჰირი					
მგ/ლ	%	მგ/ლ	%	მგ/ლ	%	მგ/ლ	%	მგ/ლ	%	მგ/ლ	%
0.031	0.016	0.021	0.011	1.94	0.97	1.25	0.62	0.14	0.07	0.52	0.26
										7.8	3.9

გამომტუტავ ხსნარებად გამოყენებულია გამოხდილი წყალი სხვადასხვა ტემპერატურითა და მჟავიანობით, ამონიუმის ქლორიდის 0,5 ნორმალობის ხსნარი, ნატრიუმის ქლორიდის 1 %-იანი კონცენტრაციის ხსნარი. სისტემაში ნახშირმჟავას მონაწილეობით მანგანუმის გამოტუტვა ხორციელდებოდა წყალსხსნარში ნახშირორჟანგის მიწოდებით მუდმივი წნევის (2 ატმ.) ქვეშ. ტორფის საქსტრაქციო ხსნარი წარმოადგენდა ოპტიმალური ტემპერატურის პირობებში მიკროორგანიზმებით გამდიდრებულ ნარევს, რომელიც 15 დღის განმავლობაში ანაერობულ გარემოში იმყოფებოდა.

ცდის შედეგებმა ცხადყო, რომ მანგანუმის ექსტრაქციის ეფექტი ტორფის ხსნარში დღედამური გამოტუტვის შემდეგ ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე ქიმიური გამოტუტვის დროს. ამასთან, ბაქტერიების მონაწილეობით გამოტუტვის ეფექტს მკვეთრად ზრდადი ხასიათი აქვს, რადგან ეს პროცესი გრძელდება მანამ, სანამ ხსნარში არსებული მიკროორგანიზმები ბოლომდე არ აითვისებენ მათი ცხოველმყოფელობისათვის აუცილებელ სასიცოცხლო ელემენტებს. სხვადასხვა ქიმიური მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში კი ხსნარში მანგანუმის რაოდენობა გარკვეულ ტეპაზე თითქმის უცვლელი რჩქა, რაც მიუთითებს სისტემაში ქანი-ხსნარი გაცვლითი ადსორბციული წონასწორობის დამყარებაზე. ეს იმას ნიშნავს, რომ ამ პერიოდისათვის მიღწეულია მაქსიმალური ხსნადობა, რომლის შედეგად ხსნარში გადავიდა ქანში არსებული მანგანუმის მხოლოდ გარკვეული ნაწილი და მეტი ადარ გადავა.

ჩატარებული ექსპერიმენტის მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ქიმიური გამოტუტვისას მანგანუმის ამოღების მაქსიმალური შედეგი მიღებულია pH=2 დროს და შეადგენს 0,97 %-ს, მაშინ როცა ბიოქიმიური გამოტუტვისას ხსნარში გადასული მანგანუმის რაოდენობა 4 %-ია. ე. ი. ერთდღიანი ინკუბაციის პირობებშიც კი გამოტუტვის შედეგად ტორფის წყალსხსნარში გადასული მანგანუმის რაოდენობა 4-ჯერ აღემატება სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტითა და ცვლადი ფიზიკური მახასიათებლებით შერჩეული ხსნარების მეშვეობით თონაფიქლებიდან გამოტანილ მანგანუმს.

მაშასადამე, მიღებული შედეგების შედარება მოწმობს მიკრობიოლოგიური გამოტუტვის უპირატესობას სხვა მეთოდებთან შედარებით.

განსხვავებული მეთოდებით გამოტუტული ლითონების რაოდენობრივი ექსტრაქცია ადასტურებს საწარმოო პირობებში ბიოქიმიური მეთოდიკის მიზანშეწონილობას, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი ელემენტებისათვის, რომლებიც დიდი რაოდენობით გამოიყენება ტექნიკაში. ამის გამო, რა თქმა უნდა, საბადოები თანდათანობით მცირდება. ასელო მომავალში დადგება დრო, როდესაც ამ ელემენტების მოპოვება დაიწყება ქანგბიდან, სადაც მათი შემცველობა მცირება და თანამედროვე ტექნოლოგიებით ძნელად მოსაპოვებელი.

დასკვნა

ამრიგად, იურული თიხაფიქლებიანი ობიექტების გამოკვლევებით პასუხი გაეცა ძირითად კითხვას – შეიძლება თუ არა ზოგადად თიხაფიქლები ჩაითვალოს მანგანუმის წყაროდ და აქვს თუ არა პერსპექტივა შემოთავაზებული ბიოქიმიური მეთოდიკის გამოყენებას მანგანუმის მისაღებად. თუ შემდგომში დამუშავდება ბიოლოგიური გამოტუტვის შედეგად წარმოქმნილი ორგანულ-მინერალური ხსნარებიდან მანგანუმის ამოღების ელექტროქიმიური მეთოდი, მაშინ გადაჭრით შეიძლება ითქვას, რომ ასეთი გზით მანგანუმის მიღებას დიდი პერსპექტივა აქვს.

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბაქტერიული გამოტუტვის მეთოდის გამოყენებით ჩატარებულმა ექსპერიმენტმა საქმაოდ საინტერესო შედეგები აჩვენა როგორც მეთოდის პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით არამაღნეული ქანგბიდან მანგანუმის მისაღებად, ისე გეოლოგიაში მიკრობიოლოგიური ფაქტორის როლის შესახებ ცოდნის გაფართოების მხრივ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. ცერცვაძე, თ. ძაძამია, დ. ჩუბქერაშვილი. გამოფიტვის ბიოქიმიური პროცესების გამოყენება გარემოს ეკოლოგიური გაჯანსაღების მიზნით//მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 1-3, თბ., 2000, გვ. 69-71.
2. ლ. ცერცვაძე, თ. ძაძამია, დ. ჩუბქერაშვილი. მიკრობიოლოგიური გამოტუტვის მეთოდით ქანებიდან და სამთო წარმოების ნარჩენებიდან ლითონების ექსტრაქციის თავისებურებანი//მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 1-3, თბ., 2001, გვ. 78-83.
3. ლ. ცერცვაძე, თ. ძაძამია, შ. პეტრიაშვილი, დ. ჩუბქერაშვილი. მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედების პროდუქტების როლი ლითონების ბიოქიმიური გამოტუტვისას//მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 4-6, თბ., 2001, გვ. 81-85.
4. Церцвадзе Л. А. Способ извлечения металлов. Авторское свидетельство. №1723168, 1993.
5. Церцвадзе Л. А., Дзадзамия Т. Д., Звиададзе У. И., Петриашвили Ш. Г., Чуткерашвили Д. Г. Использование глинообразующих микроорганизмов в целях утилизации отходов горного производства.- Сб. «Сергеевские чтения», вып. 7. Материалы годичной сессии Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М.: ГЕОС, 2005, с. 210-214.
6. Церцвадзе Л. А., Дзадзамия Т. Д., Буачидзе Г. И., Петриашвили Ш. Г., Чуткерашвили Д. Г., Киркесали Е. И., Фронтасьева М. В., Павлов С. С., Гундорина С. Ф. Извлечение металлов из многокомпонентных промышленных растворов биологическими сорбентами.- Сб. «Сергеевские чтения», вып. 6. Материалы годичной сессии Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, М.: ГЕО, 2004, с. 308-312.

STUDYING OF THE POSSIBILITY OF MANGANESE EXTRACTION FROM JURASSIC SHALES

T. Dzadzamia, Z. Kakulia, D. Chutkerashvili, M. Mardashova

(Institute of Hydrogeology and Engineering Geology of Georgian Technical University, Georgian Technical University)

Resume: There was studied the possibility of removing manganese from the Jurassic shale using heterotrophic microorganisms in samples brought from different parts of Georgia.

The obtained results of investigated material bacterial leaching, taken from the surface layer of shale and from Arkhoti mine certain depths, confirm the superiority of the proposed technique over the chemical and currently existing bacterial leaching metals methods. There is established, that under the same conditions, the extraction effect is inversely related to the content of the elements in the rocks. With regards to the amount of manganese leached by the bacterial method from shale, the parameters of the manganese transition in the peat extract are quite high, and when removing this element from the organic-mineral solution by electrochemical means, a great prospect of obtaining manganese from the Jurassic shale is foreseen.

Key words: anaerobiosis; extraction effect; leaching.

ГЕОЛОГИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫНОСА МАРГАНЦА ИЗ ЮРСКИХ СЛАНЦЕВ

Дзадзамия Т. Д., Какулия З. Г., Чуткерашвили Д. Г., Мардашова М. В.

(Институт гидрогеологии и инженерной геологии Грузинского технического университета, Грузинский технический университет)

Резюме. Изучена возможность выноса марганца из юрских сланцев с использованием гетеротрофных микроорганизмов в образцах, привезенных из разных уголков Грузии.

Полученные результаты бактериального выщелачивания исследуемого материала, взятого из поверхностного слоя сланцев и с определенных глубин Архотской шахты, подтверждают превосходство предложенной нами методики над химическими и ныне существующими бактериальными методами выщелачивания металлов. Установлено, что при одинаковых условиях эффект экстрагирования находится в обратной зависимости от содержания элементов в породах. Что касается количества марганца, выщелоченного бактериальным методом из сланца, то показатели перехода марганца в торфяной экстракт довольно высокие, и при изъятии этого элемента из органо-минерального раствора электрохимическим путем предвидится большая перспектива получения марганца из юрских сланцев.

Ключевые слова: анаэробиозис; выщелачивание; эффект экстрагирования.

ჰესაკლოდური ტრიტიკალუს პრიცენტიული ფორმების დახასიათება თინათინ ეპიტაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია ხორბლისა და ჭვავის შეჯგარებით მიღებული მარცვლეული კულტურის – ჰესაკლოდური ტრიტიკალე (×Triticosecale Wittm ex A. Camus) პერსპექტიული ფორმები. ტრიტიკალე სრულიად ახალი ბოტანიკური გვარია, რომლის გენოტიპში კარგად არის შერწყმული ხორბლისა და ჭვავის ძვირფასი ნიშან-თვისებები. იგი გამოირჩევა გენგ-ტიკური შესაძლებლობების ფართო სპექტრით, რომელიც წარმატებით გამოიყენება ახალი ტიპის ხორბლის ჯიშების შესაქმნელად და საკვები პროდუქტების ხარისხის გასაუმჯობესებლად.

საკვანძო სიტყვები: მახობელი; ტრიტიკალე; ჭვავი; ხორბალი.

შესაგალი

შორეული ჰიბრიდიზაციისა და პოლიპლოიდიის (ევოლუციისა და ფორმათა წარმოქმნის წამყვანი ფაქტორების) გამოყენებით მეცნიერებმა შექმნეს მცენარის პრინციპულად ახალი ტიპი – ხორბალ-ჭვავის ჰიბრიდი – ტრიტიკალე (×Triticosecale Wittm ex A. Camus), სრულიად ახალი ბოტანიკური გვარი, რომელშიც შერწყმულია ხორბლისა და ჭვავის გენგ-ტიკური პოტენციური შესაძლებლობანი.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ოქტაპლოიდურ, ჰესაკლოდურ და ტეტრაპლოიდურ ტრიტიკალეს აქვს მზის სხივური ენერგიის ასიმილირების დიდი უნარი, აბიოტური და ბიოტური არახელსაყრელი გარემო პირობების მიმართ გამძლეობის უფრო მაღალი ბიოლოგიური პოტენციური შესაძლებლობა, ვიდრე ხორბალსა და ჭვავს. კულტურა უხვმოსავალიანია; ამასთან, ახასიათებს მარცვალში ცილისა და ლიზინის (ამინმჟავა) უფრო მეტი შემცველობა.

ტრიტიკალე ამჟამად გამოიყენება მეცხოველეობაში. მისი მწვანე მასისა და მარცვლისაგან მზადდება კომბინირებული საკვები. ზოგიერთ ქვეყანაში (ესანეთი, პოლონეთი) ტრიტიკალეს მარცვალი გამოყენებულია სურსათის სახითაც. აღსანიშნავია, რომ ტრიტიკალეს ფქვილისაგან გამომცხვარი პური უფრო დაბალი ხარისხისაა, ვიდრე ხორბლისა, ამიტომ კვების მრეწველობაში ტრიტიკალეს დასახურგავად უნდა დამუშავდეს სპეციფიკური ტექნოლოგია, რაც ჩვენი კვლევის ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტია ხორბალ-ჭვავის ჰიბრიდი – ჰესაკლოდური ტრიტიკალე (×Triticosecale Wittm ex A. Camus), ხოლო მიზანი – ამ უნიკალური კულტურის შერჩევლი ფორმების შესაძლებლობის მიმართულებას წარმოადგენს.

ბისა და ხორბლის ფქვილის ნარევის ოპტიმალური პროპორციების დადგენა მაღალი კვებითი დირებულების მქონე საკვები პროდუქტის – პურის მისაღებად, რომლის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გასაუმჯობესებლად გამოყენებულია მახობელი (*Cephalaria Syriaca* L.). მახობელის დამატება პურს ანიჭებს სასიამოვნო სურნელსა და სირბილეს, ზრდის მის გამოსადევობის ვადას.

ლიტერატურაში არსებული მასალის ანალიზი ცხადყოფს, რომ შეიძლება ჩამოყალიბდეს ტრიტიკალეს კლასიფიკაციის სისტემა, რომელშიც შევა პირველადი (ჰექსაპლოიდური და ოქტაპლოიდური) და მეორეული (ჰექსაპლოიდური, ოქტაპლოიდური და ტეტრაპლოიდური) ტრიტიკალე [1, 2].

ხორბლის გენომებში შემავალი ქრომოსომების უპირატესობა ჭვავის ქრომოსომებთან შედარებით (ოქტაპლოიდებში – 3:1, ჰექსაპლოიდებში – 2:1) განაპირობებს ტრიტიკალეს მცენარის უფრო მეტ მსგავსებას ხორბლის მცენარესთან. საერთო ჰაბიტუსის მიხედვით, ტრიტიკალეს მცენარეს ხორბალსა და ჭვავს შორის შეალედური ადგილი უკავია. ჰექსაპლოიდურ ტრიტიკალეში შესწავლილი 66 მორფოლოგიური ნიშნიდან უნგრელმა მეცნიერმა ა. კიშმა [3] დაადგინა, რომ 30 %-ით დომინირებს ხორბლის ნიშნები, 21 %-ია – ჭვავისა, 18 % – შეალედური ნიშნები, ხოლო 30 % – ახალწარმონაქმნია. ტრიტიკალეს ასეთივე მორფოლოგიურ თავისებურებაზე მიანიშნებს უკრაინელ [4] და ქართველ [1, 2] მეცნიერთა გამოკვლევებიც. ასეთი ნიშნებია თავთავის ღერაკის მტვრევადობა, მარცვლის დეფორმირება და სხვ. ტრიტიკალეში ხორბლისა და ჭვავის დადებითი ნიშნების შეხამებული გამოვლენის საუკეთესო ფაქტია ის, რომ ამ კულტურას ახასიათებს ჭვავის მრავალთავთუნიანობა და ხორბლის მრავალყვავილიანობა. ამჟამად არსებული ტრიტიკალეს ჯოშების მარცვლის ჰექსიმალური მოსავალი 1 ჰა-ზე დაახლოებით 5 ტ-მდევა.

ფესვთა სისტემის უფრო მძლავრი განვითარებით და ძირითად დაგადებათა მიმართ მაღალი მედევობის წყალობით ტრიტიკალე ბევრად აღემატება ხორბალს მსუბუქ და დარიბ ნიადაგებზე მოსავლიანობის მიხედვით.

მკვლევართა აზრით [1, 2, 4], ტრიტიკალე მნიშვნელოვანი კულტურაა საშემოდგომო ხორბლის ჩანაცვლების პრობლემის გადასაწყვეტად. ამ მცენარის საუკეთესო ჰექსაპლოიდური ფორმების (ყინვაგამძლეობის ხარჯზე) მოსავლიანობა ბევრად აღემატება ხორბლის მოსავლიანობას.

ტრიტიკალეს ფქვილისაგან გამომცხვარი პური ხორბლის ფქვილისაგან გამომხცარ პურთან შედარებით დაბალი ხარისხისაა, ამიტომ ახალი კულტურის მარცვალი ამჟამად უპირატესად საკვებად (მეცხოველეობაში), ლუდის და სპირტის მისაღებად გამოიყენება.

დამაქმაყოფილებელი შედეგებია მიღებული ტრიტიკალეს ფქვილისაგან სხვადასხვა სახის პურის, ნამცხვრისა და სხვა საკონდიტრო ნაწარმის ცხობის დროს. ამჟამად ტრიტიკალე განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს, როგორც პერსპექტიული საკვები კულტურა საძოვრად და მწვანე მასის მისაღებად, რომელიც საუკეთესო მასალაა სენაჟის, ბალახის ფქვილისა და სილოსის დასამზადებლად. ა. შელინდინის მონაცემებით, ტრიტიკალეს ნაზი მწვანე მასა გამოირჩევა შაქრების, კაროტინოიდებისა და პროტეინის მაღალი შემცველობით, ცხოველის საკვებად გამოყენების მაღალი კოეფიციენტით. ხორბალთან შედარებით ტრიტიკალეს მწვანე მასაში გვხვდება მშრალი ნივთიერებების, ხსნადი ნახშირწყლების, ლიზინის დიდი რაოდენობა და 25 %-მდე ცილა.

ჰექსაპლოიდური ტრიტიკალეს კოლექციის შესწავლის შედეგიდ ჩვენ მიერ გამორჩეულ იქნა ფორმები, რომლებიც საინტერესოა როგორც სელექციური, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით. მათი სამურნეო მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში.

მცენარის სიმაღლე. ინტენსიური ტიპის ჯიშებს სასურველია პქონდეს მოკლე და ჩაწლისადმი მედგაი დერო, რაღგანაც დღეისათვის ტრიტიკალეს სელექციის მიმართულება როგორც სამარცვლე, ისე საკვებად გამოსაყენებელი ჯიშების გამოყვანა.

საინტერესოა ისეთი ფორმების გამორჩევა, რომელთა სიმაღლე იქნება 90–120 სმ. შესწავლილ ფორმათა სიმაღლე 70–113 სმ-ის ფარგლებში მერყეობს. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დაგასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ გამორჩეული ნიმუშები საუკეთესო მასალაა ტრიტიკალეს შემდგომ სელექციაში გამოსაყენებლად. ყველა ჯიშ-ნიმუში გამოირჩეოდა ჩაწლისადმი მედეგობით.

პექსაპლოიდური ტრიტიკალეს კოლექციის შესწავლის შედეგები სამუზრნეო მახასიათებლების მიხედვით (2015–2016 წ.)

№	ნიმუშების დასახელება*	გრანარის სიმაღლე (სმ)	წარმომადგენი გრანარის სიმაღლე (სმ)	გრანარის გრანარის გრანარის სიმაღლე (სმ)	თავთავის სიმაღლე (სმ)	ორგანიზმების თავთავის რაოდენობა (ცალი)	1 თავთავის მარცვლების რაოდენობა (ცალი)	1 თავთავის მარცვლების განცვლის ჭავა (გ)	1000 განცვლის ჭავა (გ)
1	ხორბალი (სტანდარტი)	105.0	5	5	9.5	22	51	2.5	44.5
2	BEAGLE_1	92.6	5	4.5	11.22	22.3	51.7	2.8	58.6
3	POPP1_2/CAAL//POLLMER_3.5.1	92.7	5	5	11.13	23.2	51.5	2.7	52.2
4	SUSI_2/5/TAPIR/YOGUI_1//2*MUSX/3/ERI-ZO_7/4/FARAS_1/6//BUF_2	94.6	5	5.5	10.4	22.8	49.2	2.9	56.3
5	DAGRO/IBEX//CIVET#2/3/F3 IND. PCZ	92.4	5	4.9	10.64	22.1	54.3	2.2	52.5
6	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/4/RONDO//ERIZO_9	103.2	5	5.2	10.2	22.2	56.8	3.0	55.2
7	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419/RHINO 1RS.1DL 3384/2*VICUNA_4	112.0	5	6	9.89	22.4	49.4	2.7	51.9
8	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/4//2*VICUNA_4	102.7	5	6.4	9.62	25.6	51.2	2.3	52.0
9	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/4/NIMIR_1/HARE_265//	103.8	5	7	10.38	23.1	46.8	2.0	51.1
10	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/3384/2*VICUNA_4	112.5	5	7.5	10.36	24.4		2.4	51.9
11	PRESTO//2*TESMO_1/MUSX 603/4/ARDI_1/TOPO1419//4/CHACAL_3-2	102.3	5	5.9	10.36	23.3		2.3	50.4
12	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//FAHAD_5/POLLMER_3	101.1	5	6.5		24.5			

*შენიშვნა: ნიმუშები მიღებულია CIMMYT-დან (ხორბლისა და სიმინდის გაუმჯობესების საერთაშორისო ცენტრი)

პროდუქტიული ბარტყობა მოსავლიანობის განმაპირობებელი მირითადი ნიშანია. თანამედროვე ხორბლის ჯიშებს ახასიათებს არანაკლებ 5–7 პროდუქტიული ბარტყობა. ტრიტიკალეში პროდუქტიული ბარტყობა შედარებით ნაკლებია (2–3). ჩვენ მიერ შესწავლილი ფორმები ამ თვალსაზრისით მეტად საინტერესოა და მათში პროდუქტიული ბარტყობა მერყეობს 3-დან 10-მდე. ჩვენ მიერ გამორჩეული ფორმები ხასიათდება 5–8 პროდუქტიული ბარტყობით.

თავთავის სიგრძე არ განსაზღვრავს თავთუნების რაოდენობას თავთავზე. დადგენილია, რომ თავთავზე თავთუნების სიუხვეს განაპირობებს თავთავის დერაკის სიგრძივ ერთეულზე თავთუნების რაოდენობა, მისი სიმკვრივე. შევრიცთავიანობასაც აქვს თავისი ნაკლი – ფოტოსინთეზის თვალსაზრისით, იგი არასასურველი ნიშანია. გრძელ თავთავის დერაკზე მზის სხივური ენერგია უკეთ ნაწილდება და ასეთი მცენარე უხვმოსავლიანობით ხასიათდება. ამიტომ თავთავის სიგრძეს მოსავლიანობაში განსატურებული ადგილი უჭირავს. ლიტურგიურული მონაცემებით ტრიტიკალეს თავთავი ხასიათდება გრძელი და ფარჩხატი განვითარებით, ჩვენ მიერ შესწავლილი ტრიტიკალეს ფორმები კი ხასიათდება შედარებით მოკლე და მკვრივი თავთავით. თავთავის სიგრძე მერყეობს 5,5–11,22 სმ-ის ფარგლებში.

თავთავზე თავთუნების რაოდენობა. მრავალთავთუნიანობა მოსავლიანობის ძირითადი განმსაზღვრელი მაჩვენებელია. ტრიტიკალეში ჭვავის ქრომოსომების შეტანის ძირითადი მახასიათებელი მრავალთავთუნიანობაა. გამორჩეული ფორმები თავთავზე თავთუნების რაოდენობით (22,1 – 25,6) აღემატება სტანდარტს (22 ცალი).

ერთი თავთავის მარცვლების რაოდენობა და მასა. ტრიტიკალეს ჯიშ-ნიმუშების თავთავებში მარცვლების რაოდენობა მკვეთრად განსხვავებულია. ბევრი მათგანისათვის დამახასიათებელია მსხვილმარცვლიანობა. გამორჩეულ ფორმებში მარცვლების რაოდენობაა 46,8–56,8. ამ ნიმუშების მიხედვით ჩატარდა გამორჩევა და შემდეგ გამორჩეულ მცენარეთა თითოეული თავთავი დაითესა ცალ-ცალკე ხაზებად, საიდანაც გამოიყო პერსპექტიული ფორმები.

ერთი თავთავის მარცვლის მასა პირდაპირპორციულ დამოკიდებულებაშია თავთავში მარცვლების რაოდენობასთან. აქედან გამომდინარე, უხვმარცვლიანი ფორმები ძირითადად ხასიათდება მარცვლის დიდი მასით და უხვმოსავლიანობით. გამორჩეულ ფორმებში 1 თავთავის მასა 2,2 – 3,0 გ-ის ფარგლებში მერყეობს.

დადგენილია, რომ 1000 მარცვლის მასა პროდუქტიულობის განმსაზღვრელი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია. ეს ნიშანი განაპირობებს მცენარის გენეტიკურ ბუნებას, თუმცა მასზე გავლენას ახდენს ნიადაგურ-კლიმატური და მოვლა-მოყვანის პირობებიც.

შესწავლილ ფორმებში 1000 მარცვლის მასა მერყეობს 21,2–58,6 გ-ის ფარგლებში. გამორჩეული ფორმების მასა (51,9–58,6 გ) აღემატება სტანდარტს (44,5 გ). დადასტურებულია, რომ 1000 მარცვლის მასა პირდაპირპორციულ დამოკიდებულებაშია მარცვლის მაღალ ხარისხობრივ მაჩვენებელთან.

ჩვენ მიერ განსაზღვრულ იქნა თესლის აღმოცენების ენერგია. იგი ხორბალში 94 %-ია, ჭვავში – 98 %, ხოლო ტრიტიკალეში – 93 %.

წებოგვარა. საუკეთესო პურის გამოცხობამდე მაღალი ხარისხის ფქვილის მოზელვა და ცომის გუნდების გაკეთებაა საჭირო. სწორედ ამ პროცესში წარმოიქმნება ცომში წებოგვარა, ანუ გლუტენინი.

ხორბლის ფქვილი შეიცავს გლიადინის და გლუტენინის ცილებს. მას შემდეგ, რაც ფქვილს წყალი დაემატება, გლუტენინისა და გლიადინის ცილების შეერთებით მიიღება წებოგვარა, რომელიც ამ ორივე ცილის სასარგებლო და საჭირო თვისებებს ინარჩუნებს და ხელს უწყობს ხარისხიანი პურის ცხობას. წებოგვარას რაოდენობა ხორბალში შეადგენს 30,84 %-ს, ჭვავში არ ფიქსირდება, ხოლო ტრიტიკალეში – 10 %-ია. ამიტომაა ტრიტიკალეს ფქვილი დაბალხარისხიანი პურცხობაში და საჭიროებს ხორბლის ფქვილის დამატებას.

წებოგვარას დეფორმაციის ხარისხი, რომელიც განსაზღვრავს სიმკვრივეს და მარცვლოვნების ერთ-ერთი მთავარი ხარისხობრივი მაჩვენებელია, დიდ გავლენას ახდენს ფქვილის პურცხობის ხარისხზე. იგი ხორბალში 83,7 %-ია, ჭვავში საერთოდ არ ფიქსირდება, ტრიტიკალეში 72,2 %-ს შეადგენს. სწორედ ამიტომ ხარისხიანი პურის გამოსაცხობად მიზანშეწონილია ტრიტიკალესა და ხორბლის ფქვილის ნარევის ოპტიმალური პროპორციების დადგენა.

დასკვნა

ამრიგად, ადნიშნული გამოკვლევები ძალზე აქტუალურია ნატურალური ნედლეჭ-ლისა და ბიოდანამატების (სელი, მახობელი) გამოყენების თვალსაზრისით; მნიშვნელოვანია აგრეთვე მარცვლეულის თესლის ბანკის განახლება-გაუმჯობესება სასაქონლო დირექტორების დიფერენცირებით ისე, რომ შემდგომ ეტაპზე მოხდეს ნატურალური ნედლეჭლის წარმოება და შესაბამისი ფიტომრეწველობის განვითარება, რაც ეკონომიკურად მოგებიანი, სიცოცხლისუნარიანი და ბაზარზე მოთხოვნადია.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ქ. მჭედლიშვილი. პირველადი ტრიტიკალეს მიღებისა და გაუმჯობესების მეთოდები//სსმმ აკადემიის მოამბე, №27. თბ., 2010, გვ. 159-165.
2. ც. სამადაშვილი. ტრიტიკალეს სელექცია საქართველოში. თბ., 2009, გვ. 1-198.
3. Киш А. Проблемы возделывания тритикале в Венгрии. В кн.: Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. М., 1978, с. 32-39.
4. Шулындина А. Ф. Новая культура тритикале. Достижения науки. О работе коллектива УНИИРСИГ им. В. Я. Юрьева по созданию новых видов тритикал//Селекция и семеноводство, №2, 1977, с. 42-44.

CHARACTERISTIC OF PERSPECTIVE FORMS OF HEXAPLOID TRITICALE**T. Epitashvili**

(Georgian Technical University)

Resume: Crop receiving by crossing wheat and rye – hexaploid triticale (\times Triticosecale Wittm ex A.Camus) is a completely new botanical name, whose genotype is well combined with the precious features of wheat and rye. Triticale is distinguished by wide range of genetic capabilities, that are successfully used to create new types of wheat varieties and improve the quality of food products. Results of perspective hexaploid triticale forms study are given in this paper.

Key words: cephalaria; rye; triticale; wheat.**БИОЛОГИЯ****ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ ГЕКСАПЛОИДНОГО ТРИТИКАЛЕ****Эпиташвили Т. Н.**

(Грузинский Технический Университет)

Резюме. Показано, что зерновая культура, полученная при скрещивании пшеницы и ржи – гексаплоидное тритикале (\times Triticosecale Wittm ex A. camus), представляет собой совершенно новый ботанический род, генотип которого хорошо сочетается с ценными особенностями пшеницы и ржи. Тритикале отличается широким спектром генетических возможностей, которые успешно используются для создания новых сортов пшеницы и улучшения качества пищевых продуктов. В статье рассматривается характеристика перспективных форм гексаплоидного тритикале.

Ключевые слова: пшеница; рожь; тритикале; цефалаляр.

აქტინომიცეფ-ანტაბონისტების გავრცელების თავისებურებანი

აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ ნიადაგში

ირინა ხატიაშვილი, თამარ შიუკაშვილი, ზაურ ლომთათიძე

(სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა და შუა სარტყლის ტყეების ყომრა-ლი (A) და მთა-მდელოს კორდიანი (B) ნიადაგებიდან გამოყოფილია სხვადასხვა ფიზიო-ლოგიური ჯგუფის მიკროორგანიზმები (მათ შორის აქტინომიცეტები) და შესწავლილია მათი რაოდენობრივი შედგენილობა. აქტინომიცეტების გამოყოფილი შვიდი შტამიდან უმ-რავლესობა ავლენს შერჩებით ანტაგონისტურ თვისებებს გრამდადებითი და გრამუარყოფითი მიკროორგანიზმების მიმართ.

საკვანძო სიტყვები: აზოტბაქტერი; ამილოლიტური ბაქტერიები; აქტინომიცეტები; ნიტ-რიფიკატორები; საპროფიტები; სოკოები; ცელულოზადამშლელები.

შესავალი

ბოლო პერიოდში ნიადაგის ნაყოფიერების ხარისხის დადგენის მიზნით დიდი ყურა-დღება ეთმობა მოკროორგანიზმთა თვისებრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის შესწა-ვლას. ნიადაგში არსებული მიკროორგანიზმების ასოციაციათაგან ერთ-ერთი მნიშვნელო-ვანი ჯგუფია აქტინომიცეტები. მრავალი მათგანი ანტაგონისტურია, ამიტომ მათი გაჩენის პირობებისა და გავრცელების თავისებურებების შესწავლა მკვლევართა გარკვეულ ინტე-რესს იწვევს [1-3]. აქედან გამომდინარე, ჩვენი კვლევის მიზანია აღმოსავლეთ საქართვე-ლოს ზოგიერთი ნიადაგის, კერძოდ, ქვედა და შუა სარტყლის ტყეების ყომრალი (A) და მთა-მდელოს კორდიანი (B) ნიადაგების მიკროფლორის შესწავლა.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტები და მეთოდები. ტესტ-ობიექტებად გამოყენებულ იქნა როგორც გრამდადებითი, ისე გრამუარყოფითი მოკროორგანიზმები: *Elythrosporangium brasiliens*, *Actinosporangium violaceum*, *Staphyococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium rubrum* 874, *Agrobacterium tumefaciens* (ვაზის კბოს გამომწვევი), *Xanthomonas campestris* (კომბოსტოს დაავა-დების გამომწვევი), *Pectobacterium arodeae*, აგრეთვე A და B ნიადაგებიდან გამოყოფილი აქ-ტინომიცეტები.

კვლევისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა ნიადაგის მიკროფლორის შესწავლის თანამედროვე მეთოდებს [5]. აქტინომიცეტების კულტივირება ხდებოდა კრასილნიკოვის სინთეზურ არეში (CP-I), ხოლო მათი ანტაგონისტური თვისებები განისაზღვრებოდა ბლოკის მეთოდით [4].

კვლევის შედეგები და მათი განხილვა. აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა და შეასრტყლის ტყეების ყომრალი (A) და მთა-მდელოს კორდიანი (B) ნიადაგებიდან გამოყოფილია მიკროორგანიზმების რამდენიმე ფიზიოლოგიური ჯგუფი: საპროფიტული და ამილოდიტური ბაქტერიები, სოკოები, ცელულოზადამშლელები, აქტინომიცეტები, I და II ფაზის ნიტრიფიკატორები და აზოტბაქტერი (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

მიკროორგანიზმების გავრცელება ნიადაგში

მიკროორგანიზმთა ჯგუფები	ნიადაგის ტიპი			
	ქვედა და შეასრტყლის ტყეების ყომრალი (A)		მთა-მდელოს კორდიანი (B)	
	რაოდენობა	%	რაოდენობა	%
საპროფიტები	$10273,2 \cdot 10^9$	99,99	$7619,1 \cdot 10^9$	99,99
ცელულოზადამშლე- ლები	6557,4	$0,06410^{-6}$	41666,7	$0,55 \cdot 10^{-6}$
აქტინომიცეტები	$10928961,8$	$106 \cdot 10^{-6}$	3571,4	$0,047 \cdot 10^{-6}$
ამილოლიტური ბაქტერიები	$42,95 \cdot 10^6$	$418 \cdot 10^{-6}$	$519 \cdot 10^6$	$6800 \cdot 10^{-6}$
სოკოები	1420,8	$0,0148 \cdot 10^{-6}$	3571,4	$0,047 \cdot 10^{-6}$
ნიტრიფიკატორები (I ფაზა)	16393,4	$0,16 \cdot 10^{-6}$	38095,2	$0,5 \cdot 10^{-6}$
ნიტრიფიკატორები (II ფაზა)	12240,4	$0,96 \cdot 10^{-6}$	11785,7	$0,155 \cdot 10^{-6}$
საპროფიტები	$10273,2 \cdot 10^9$	99,99	$7619,1 \cdot 10^9$	99,99

ცდის შედეგების ანალიზმა ცხადყო, რომ შესწავლილ ორივე ტიპის (A და B) ნიადაგში მიკროორგანიზმების რაოდენობრივი შედგენილობა განსხვავებულია, თუმცა ორივეგან ჭარბობს საპროფიტები. მათი რაოდენობა საშუალოდ საერთო რაოდენობის 99,99 %-ს შეადგენს, რაც იმას მოწმობს, რომ ამ ნიადაგებში უხვადაა მცენარეული და ცხოველური ნაშთები და ინტენსიურად მიმდინარეობს ტრანსფორმაციის პროცესი. დანარჩენ მიკროორგანიზმთა ჯგუფების რაოდენობა ჯამში მხოლოდ 1 %-ია. რაც შეეხება მიკროორგანიზმთა ცალკეული ჯგუფების პროცენტულ შედეგენილობას, ყომრალ ნიადაგში აქტინომიცეტების და აზოტბაქტერის რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე მთა-მდელოს კორდიან ნიადაგში, ხოლო ცელულოზადამშლელების, ამილოლიტური, ნიტრიფიკაციის I და II ფაზის ბაქტერიებისა და სოკოების რაოდენობა მთა-მდელოს კორდიან ნიადაგში ჭარბობს.

კვლევის შემდგომ ეტაპზე აღნიშნულ ნიადაგებში ვაკვირდებოდით აქტინომიცეტ-ანტაგონისტების გავრცელების თავისებურებებს. შესწავლილი ნიადაგებიდან გამოყოფილი აქტინომიცეტების სუფთა კულტურები (A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 შტამები) გაანალიზებულ იქნა ანტაგონისტური თვისებების გამოსავლენად. ცდის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

აქტინომიცეტების ანტაგონისტური მოქმედება ზოგიერთი მიკროორგანიზმის მიმართ

ტესტ-ობიექტი	ანტაგონისტი კულტურა						
	შტამი A1	შტამი A2	შტამი B1	შტამი B2	შტამი B3	შტამი B4	შტამი B5
	ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდე, მმ						
<i>Elythrosporangium brasiliense</i>	10,0	1,0	0	0	0	0	1,0
<i>Actinosporangium violaceum</i>	3,0	5,0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,0	0,5	0,5	0	2,0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	1,0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycobacterium rubrum 874</i>	1,0	1,0	4,0	0	0	0	0
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	1,5	1,5	1,0	0	0	0	0
<i>Xanthomonas campestris</i>	2,0	0	0	1,0	0	0	0
<i>Pectobacterium aroideae</i>	2,0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillus subtilis</i>	4,0	5,0	0	1,0	0	0	2,0

როგორც ცხრილიდან ჩანს, აქტინომიცეტების ფიზიოლოგიური აქტიურობა საცდელი ტესტ-ობიექტების მიმართ სხვადასხვა სიძლიერით ვლინდება. ყველაზე აქტიური აღმოჩნდა A1 შტამი, რომელიც ორგუნავს მიკროორგანიზმების ზრდას. ქვემოთ მოცემულია ამ მიკროორგანიზმების ჩამონათვალი და მათი ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეები: *Elythrosporangium brasiliense* (10 მმ), *Bacillus subtilis* (4 მმ), *Xanthomonas campestris* და *Pectobacterium aroideae* (2 მმ), *Actinosporangium violaceum* და *Staphylococcus aureus* (3 მმ), *Mycobacterium Rubrum 874* და *Escherichia coli* (1 მმ), *Agrobacterium tumefaciens* (1,5 მმ), *Elythrosporangium brasiliense* (1,0 მმ), *Bacillus subtilis* (5 მმ), *Actinosporangium violaceum* (5 მმ), *Staphylococcus aureus* (0,5 მმ), *Mycobacterium rubrum 874* (1 მმ), *Escherichia coli* (1 მმ).

შტამი B1 ანტაგონისტურ გავლენას ახდენს ისეთ მიკროორგანიზმებზე, როგორიცაა *staphylococcus aureus* (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 0,5 მმ); *Agrobacterium tumefaciens* (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდე – 1,0 მმ) და *Mycobacterium rubrum 874* (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდე – 4 მმ).

შესწავლით აქტინომიცეტებიდან ნაკლებად აქტიურია B3 და B5 შტამები, რომლებიც ანტაგონისტურ თვისებებს ავლენს მხოლოდ *Staphylococcus aureus*-ისა (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 2 მმ) და *Elythrosporangium brasiliense*-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 1 მმ) მიმართ. B4 შტამ-ს ანტაგონისტური თვისებები საერთოდ არ გამოიყვლენია.

მიღებული შედეგების ანალიზი ცხდყოფს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა და შუა სარტყლის ტყეების ყომრალ და მთა-მდელოს კორდიანი ნიადაგებიდან გამოყოფილი თითქმის ყველა აქტინომიცეტი სხვადასხვა სიძლიერის ანტაგონიზმს ავლენს.

დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ქვედა და შუა სარტყლის ტყეების ყომრალ ნიადაგში (A) აქტიურად მიმდინარეობს მცენარეული ნაშთების

ტრანსფორმაციის აზოტფიქსაციის პროცესები და მთა-მდევლოს კორდიანი ნიადაგი (B) შე-დარებით დარიბია ანტაგონისტური მოქმედების მქონე აქტინომიცებებით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцев Д. Успехи и современные проблемы почвенной микробиологии, М.: Наука, 1982, с. 80-81.
2. ქ. მამულაშვილი, ნ. რამიშვილი, თ. შიუკაშვილი, რ. ტარყაშვილი, დ. კვარაცხელია, ი. გოროზია, ზ. ლომთათიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი ტიპის ნიადაგის მიკროფლორის თვისებრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა. სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის შრომათა კრებული, თბ., 2015, გვ. 135-142.
3. ი. კუპრეიშვილი, თ. შიუკაშვილი, ი. გოროზია, ზ. ლომთათიძე. ზოგიერთი პერბიციდის ბიოციდური გავლენის შესწავლა მიკროორგანიზმებზე. სამედიცინო-პრაქტიკული კონფერენციის: „სასოფლო-სამეცნიერო წარმოების განვითარების პრობლემები და აგრარული სექტორის აღორძინების გზები“, შრომათა კრებული. თბ., 2015, გვ. 39-41.
4. Егоров Н. С. Микроны-антагонисты и биологические методы определения антибиотической активности. Вып.5, М., 1965, с. 846-849.
5. Теппер Е. З., Шильникова В. К. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004, с. 149-169.

**PECULIARITIES OF THE DISTRIBUTION OF ANTAGONISTIC-ACTINOMYCETES
IN SOME SOILS OF EAST GEORGIA**

I. Khatiashvili, T. Shiukashvili, Z. Lomtavidze

(Sokhumi State University, Institute of Botany of Ilia State University)

Resume: Physiologically different groups of microorganisms, in particular actinomycetes, were isolated from soil samples of east Georgia: A - the middle and upper parts of forest soil, and B – mountain-meadow soils. The qualitative composition of isolated microorganisms has been studied.

Seven strains of actinomycetes have demonstrated the selective antagonistic activity towards gram-positive and gram-negative microorganisms.

Key words: actinomycetes; amylolytic bacteria; azotobacteria; cellulose-degrading bacteria; fungi; nitrifiers; saprophytes.

МИКРОБИОЛОГИЯ

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АНТАГОНИСТ-АКТИНОМИЦЕТОВ В
НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ**

Хатиашвили И. Н., Шиукашвили Т. Г., Ломтайдзе З. Ш.

(Сухумский государственный университет, Институт ботаники государственного университета Ильи)

Резюме. Из почв Восточной Грузии: А (средний и верхний слои лесной почвы) и В (горно-луговых почв) выделили физиологически различные группы микроорганизмов, в частности, актиномицетов и изучили их количественный состав.

Семь штаммов актиномицетов проявили выборочную антагонистическую активность по отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам.

Ключевые слова: азотобактерии; актиномицеты; амилолитные бактерии; грибы; нитрифициаторы; сапрофиты; целлюлозо-разрыхлители.

ავამშვაოთ მოფივაციის მემანიზმი და ამუშავდება პომაანიაც

ზარა ლუდუშაური, მანანა ხარხელი, ელისაბედ ბალიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია ევროპელი და ქართველი სპეციალისტების მიერ შემუშავებული რეკომენდაციები, რომლებიც დაეხმარება მენეჯერებს დასაქმებულთა მოტივაციის ამაღლებაში.

დასაქმებულების ორი კატეგორია არსებობს. პირველს მიეკუთვნება ის დასაქმებულები, რომლებიც მუშაობენ არა მაღალი ხელფასის, არამედ წარმატების მისაღწევად, ხოლო მეორეს – პერსონალი, რომელსაც წარმატება მხოლოდ მაღალი ანაზღაურებისათვის სჭირდება.

გარდა ამ ორი ძირითადი კატეგორიისა, არის პერსონალი, რომლებსაც „ჭირვეულ“ დასაქმებულებს უწოდებენ. მათი მოტივირების განსაზღვრა მაღალი ხელფასითაც კი შეუძლებელია. მათვის პრიორიტეტი დამოუკიდებელი გადაწყვეტილებების მიღების თავისუფლებაა, რათა იგრძნონ პასუხისმგებლობის სიმძიმე და თავიანთი შესაძლებლობების ზღვარი.

საკვანძო სიტყვები: არამატერიალური სტიმული; დასაქმებული; მორალური და მატერიალური სტიმული; მოტივაცია; პრემია; ხელფასი; ჯილდო.

შესავალი

2001 წელს აშშ-ში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ გამოკითხულთა 55 % სამუშაოს ენთუზიაზმით არ ასრულებს [1]. ასეთი გამოკითხვა საქართველოშიც რომ ჩატარებულიყო, აღმოჩნდებოდა, რომ ენთუზიაზმით მომუშავეთა რაოდენობა სავარაუდოდ 0,1 % იქნებოდა.

მოტივაცია (მორალური იქნება იგი თუ მატერიალური) ადამიანში მიზნისკენ სწრაფვის ინტენსიურობის და შეუპოვრობის უნარის გაძლიერებას იწვევს. მორალური მოტივირების მქონე პიროვნება ორგანიზაციაში დაფასებულ, დირსეულ ადამიანად გრძნობს თავს, მატერიალური მოტივაციით კი უზრუნველყოფს როგორც თავის, ისე იჯახის მოთხოვნილებებს. ამერიკელი ფსიქოლოგი ა. მასლოუ ადამიანის ფიზიოლოგიურ მოთხოვნილებებს ქვედა დონის, დაბალი რანგის მოთხოვნებს უწოდებს. მაგრამ, როგორ დაბალ დონედაც არ უნდა მივიჩნიოთ ისინი, ადამიანის (მით უფრო, თუ ის ოჯახის მარჩენალია) და მის ოჯახს პირველადი მოთხოვნილების ყველანაირი საქონელი (საკვები პროდუქტები, ტანსაცმელ-ფეხსაცმელი, საოჯახო ყოფის საჭიროების ნივთები და სხვ) სჭირდება. მაშასადამე, დამქირავებელმა პერსონალის დაქირავებისას მარტო იმაზე კი არ უნდა იფიქროს, თუ რა შედეგებს მისცემს მას დაქირავებული, არამედ, პირველ რიგში იმაზე,

თუ ამ შედეგებისკენ სწრაფვის ინტენსიურობისა და ძალისხმევისათვის როგორ წაახალისებს მას.

ძირითადი ნაწილი

რჩევები მოტივაციის სრულყოფისათვის. გარდამავალი ეპონომიკის მქონე ქვეყნების მენეჯერებს ევროპელი სპეციალისტები მოტივაციის სფეროში შემდეგ რეკომენდაციებს აძლევენ [2]:

- ერთი და იგივე სტიმული ადამიანს ბეზრდება, ამიტომ ხშირად უნდა შეცვალოთ იგი;
- უნდა იცოდეთ, რომ თანამშრომლისა და მისი პრობლემისადმი თქვენი ყურადღება მას მოტივაციას აუმაღლებს;
- გახსოვდეთ, რომ იშვიათი, გამორჩეულად დიდი მოცულობის ჯილდოები აღიზიანებს და შერს იწვევს დანარჩენ თანამშრომლებში; მცირე სიდიდის, მაგრამ ხშირი ჯილდოები კი ყველასათვის სასიამოვნოა;
- მთავარია სამსახურში ურთიერთნდობა;
- შესთავაზეთ თანამშრომლებს მათი ხელფასის ზრდის ანდა თანამდებობაზე დაწინაურების ახალი შესაძლებლობები;
- უზრუნველყავით თანამშრომლები კარგი სამუშაო გარემოთი, რათა შეინარჩუნონ ჯანმრთელობა და ნორმალური შრომის უნარი;
- არ დააჯილდოოთ ყველა ერთნაირად; ჯილდოების გაცემისას დაიცავით სამართლიანობა;
- გაზარდეთ შრომის ანაზღაურების პრემიალური ნაწილი;
- აუქსენით თანამშრომლებს, თუ რა არის საჭირო იმისათვის, რომ ფულადი პრემია დაიმსახურონ;
- ყოველთვის აღნიშნეთ მუშაკის კარგი მუშაობა, საქმისადმი თავდადება და ნუ დაიზარებოთ მისთვის პირადად მადლობის გამოცხადებას;
- გაამხნევეთ მუშაკები და არ დასაჯოთ დაშვებული შეცდომისათვის;
- მიეცით დამოუკიდებლად მოქმედების საშუალება;
- ნათლად განუმარტეთ თავისი დავალება და უზრუნველყავით საჭირო ინფორმაციაზე წვდომა;
- აგრძნობინეთ თქვენი მხრიდან მისდამი თანაგრძნობა და პატივისცემა. ანალოგიური რჩევები აქვთ ქართველ სპეციალისტებსაც:
- აირჩიეთ ანაზღაურების მოცულობის გამჭვირვალე სტრატეგია [3];
- მაქსიმალურად გამოიყენეთ არამატერიალური მოტივაციის შესაძლებლობები;
- კომპანიის ვებ-გვერდზე შექმნით საუკეთესო თანამშრომლის გვერდი [4];
- საუკეთესო თანამშრომელს აჩუქეთ ერთი გამოსასვლელი დღე;
- საუკეთესო თანამშრომელი შექმნით სხვების თანდასწრებით;
- საუკეთესო თანამშრომელს ან მის შვილებს შესთავაზეთ სუბსიდია განათლების მისაღებად (ასამაღლებლად).

როგორც ამ რჩევებიდან ჩანს, მენეჯერის ურთიერთობა დასაქმებულთან უნდა იყოს პარტნიორული, მეგობრული. ყველა აქ ჩამოთვლილ რჩევას მენეჯერი ერთდოულად ვერ გამოიყენებს, მაგრამ მას უნდა შეეძლოს ცალკეული შემთხვევებისა და დასაქმებულებისათვის მოტივაციის სწორი ინსტრუმენტის შერჩევა.

დასაქმებულთა კატეგორიები და მათი მოტივირების მიღება. ზოგადად, დასაქმებულები სამ ჯგუფად იყოფა:

1. ადამიანები, რომლებსაც საქმეში მხოლოდ წარმატების დაუოკებელი სწრაფვა ახასიათებთ;
2. ადამიანები, რომლებსაც წარმატება სჭირდებათ შესაფერისი ჯილდოვების მოსაპოვებლად;
3. ადამიანები, რომლებიც მუდმივად უკმაყოფილონი არიან ჯილდოებით.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ადამიანები, რომლებიც წარმატების წყურვილით არიან შეპყრობილი და მნიშვნელობა არა აქვს რამდენი ექნებათ შრომის ანაზღაურება. ეს არ არის მათთვის მნიშვნელოვანი, მთავარია შრომის შედეგი – მიზნის მიღწევა. ეს ადამიანები ენთუზიაზმით მუშაობენ. ამერიკელების კვლევით დასაქმებულთა საერთო რაოდენობაში მათი კუთრი წლილი 45 %-ია, მაგრამ არის თუ არა ასე, სხვა საკითხია. პრობლემა ისაა, რომ მენეჯერმა ზუსტად უნდა შეაფასოს მათი მოტივაცია და საჭირო ინსტრუმენტები შეარჩიოს. მეორე ჯგუფის მუშაკებისათვის კი, რომლებსაც შრომითი წარმატება მხოლოდ მაღალი ანაზღაურებისათვის უნდათ, სულ სხვა მიღება მიღება საჭირო.

რჩევების იმ ჩამონათვალიდან, რომელიც წინამდებარე ნაშრომშია წარმოდგენილი, ჩვენი აზრით, ამ ტიპის მუშაკებისათვის მენეჯერს მხოლოდ ორი რჩევა გამოადგება: 1. მიუცით მუშაკს დამოუკიდებლად მოქმედების საშუალება; 2. აგრძნობინეთ თქვენი მხრიდან მისდამი ინტერესი და პატივისცემა. სწორედ ეს გააქეთა არგენტინაში ერთ-ერთი კომპანია „სემკოს“ გენერალურმა მენეჯერმა რიკარდო ზემდებრმა. მისი თანამშრომლების 3/4 სრული თავისუფლებით სარგებლობს. სამუშაო საათების ცნება ხომ „სემკოში“ საერთოდ არ არსებობს. რ. ზემდერის გამოცდილებაზე დაყრდნობით, სრულად ვიზიარებო ქართველი მეცნიერების მიერ ამ ტიპის თანამშრომლების სამართვად მენეჯერებისათვის მიცემულ რჩევას: „თუ გსურთ თქვენი თანამშრომლების სრული პოტენციალი გამოავლინოთ, უნდეთ მათ, აგრძნობინეთ, რომ თქვენ პარტნიორები ხართ, მიეცით მათ კომპანიის შესახებ უვალაფრის ცოდნის საშუალება და უფლება. ნუ შებოჭავთ, აზრის გამოთქმის უფლებასთან ერთად მიეცით არჩევანის თავისუფლება საქმის კეთებისა და გადაწყვეტილებების მიღბაში“ [5].

თანამშრომელთა იმ ნაწილისათვის, რომლებიც შრომობენ მხოლოდ მატერიალური და მორალური წახალისებისათვის, მენეჯერს დასჭირდება თითოეული მათგანის ინტერესების შესწავლა. ინტერესებზე მოქმედებს ასაკი, სქესი, ოჯახური მდგომარეობა, კმაყოფაზე მყოფ პირთა რაოდენობა, განათლება, ჯანმრთელობა და სხვ. კომპანიის პერსონალის მენეჯერს ასეთი აღრიცხვა უნდა ჰქონდეს. თუმცა ხშირად ეს ინფორმაციაც არ არის საკმარისი. თანამშრომელთა შორის აღმოჩნდებიან ისეთი ადამიანებიც, რომლებიც მუდამ უკმაყოფილონი არიან ხელფასით, შრომის პირობებით და ა. შ. ასეთი თანამშრომლების სამსახურიდან გაშვება გამოსავალი არ არის, რადგან მათ უკან მათი ოჯახები დგას. არც ერთი იმ რჩევათაგანი, რომლებიც ზეგმოთაა ჩამოთვლილი, მათი მოტივირებისათვის არ გამოდგება, რადგანაც „მუდმივი უკმაყოფილება“ მათ ხასიათში აქვთ.

საქართველოს სინამდვილეში ასეთ თანამშრომლებს მენეჯერები ან მაშინვე ათავისუფლებები ანდა ცდილობენ არ შევიდნენ მათთან კონფლიქტში და არც განსაკუთრებულ დავალებებს აძლევენ. რა თქმა უნდა, არც ერთი ამ მიღებათაგანი არ არის სწორი. პირველი იმიტომ, რომ, როგორც აღვნიშნეთ, მათ უკან ოჯახები დგას, რომლებსაც ისინი არჩენენ და, მეორეც, თუ მენეჯერი თავს აარიდებს მათ, ისინი კიდევ უფრო გათამამდებიან და თავიანთ პრეტენზიებს გააფართოებენ, სხვებსაც აიყოლიებენ და დაანგრევენ კომპანიას. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დაგასკვნათ, რომ მენეჯერები კი არ უნდა განუდგნენ და დაშორდნენ „ჭირვეულ“ თანამშრომლებს, არამედ, პირიქით, უნდა და-

უახლოვდნენ და რაც შეიძლება მეტი თავისუფლება და საშუალება მისცენ თავად მიიღონ გადაწყვეტილებები, თუნდაც ეს გადაწყვეტილებები არ იყოს ყველაზე საუკეთესო. ასეთ შემთხვევაში ისინი მეტ პასუხისმგებლობას იგრძნობენ და, თუ მათი გადაწყვეტილება შედეგს არ მოიტანს, ეს მათ დაანახებს, სად გადის მათი შესაძლებლობების ზღვარი. სწორედ მაშინ მიხვდებიან ისინი, რომ ასეთი ამოცანების გადაჭრა მათ ძალებს აღმატება და ან თვითონ გაეცლებიან იქაურობას, ან უკეთესობისკენ შეიცვლებიან. ყველა დანარჩენი თანამშრომლის მოტივირებისათვის კომპანიის მენეჯერებს შეუძლიათ გამოიყენონ ზემოთ ჩამოთვლილი რეკომენდაციები. ამასთან, შეიძლება მათი როგორც ცალ-ცალკე გამოყენება, ისე დაჯგუფებაც.

დასკვნა

ამრიგად, განვიხილეთ ეგროპელი და ქართველი სპეციალისტების რეკომენდაციები, რომლებიც ეძლევათ მენეჯერებს დასაქმებულთა მოტივაციის ამაღლების მიზნით. ნების-მიერ ორგანიზაციაში არსებობს პერსონალი, რომელიც მუშაობს წარმატების მისაღწევად, პერსონალი, რომელიც მუშაობს მაღალი ხელფასისთვის და „ჰირვეული“ პერსონალი. პერსონალთა თითოეულ ჯგუფს მოტივაციის განსხვავებული მიღგომები სჭირდება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. სტივენ რობინსი, ტიმოთი ა. ჯაჯი. ორგანიზაციული ქცევის საფუძვლები, თბ., 2009, - 84 გვ.
2. Веснин В. Управление человеческими ресурсами, М., 2015. - 582 с.
3. გარდატების ასაკი ბიზნესში. სინერჯი ჯგუფის სტატიების კრებული – მენეჯერების ბრძოლა წარმატებისათვის. თბ., 2012, გვ. 166-167.
4. მოტივაციის მცირებიულებიანი სისტემები. სინერჯი ჯგუფის სტატიების კრებული – მენეჯერების ბრძოლა წარმატებისათვის. თბ., 2012, გვ. 129, 154.
5. მენეჯმენტი მენეჯერების გარეშე. სინერჯი ჯგუფის სტატიების კრებული – მენეჯების ბრძოლა წარმატებისათვის. თბ., 2012. - 28 გვ.

THE MECHANISM OF MOTIVATION SHOULD BE WORKED AND THE COMPANY WILL WORK AS WELL**Z. Gudushauri, M. Kharkheli, E. Baliashvili**

(Georgian Technical University, I. Javakhishvili Tbilisi State University)

Resume: There are discussed the recommendations of European and Georgian specialists, that are given to managers for getting higher motivation with employment. Overall, there are discussed 20 recommendations. The authors of this article are giving two recommendations for these employees, who are working not only for high salary, but to achieve success. They think, that the rest of 18 recommendations can be used for these employees, that need success only for higher salary.

The authors of this article separate these “naughty” employee whose motivation is impossible even by high salary and they give priority to make decisions for them independently to feel responsibility and the limit of their possibilities.

Key words: bonus; employee; immaterial stimulus; moral and materialistic stimulus; motivation; reward; salary.

ПРИВЕДЕМ В ДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЗМ МОТИВАЦИИ И КОМПАНИЯ ЗАРАБОТАЕТ**Гудушаури З. Ф., Хархели М. В., Балиашвили Э. Н.**

(Грузинский технический университет, Тбилисский государственный университет им.

Ив. Джавахишвили)

Резюме. Рассмотрены рекомендации европейских и грузинских специалистов, которые даются менеджерам с целью повышения мотивации работников. Существуют две категории работников. К первой относятся работники, которые работают не из-за высокой зарплаты, а из-за желания добиться успеха, ко второй - персонал, которому нужна только высокая зарплата. Кроме этих основных категорий, отдельно выделяют «капризных» работников, мотивацию которых невозможно определить даже высокой зарплатой. Для них приоритетдается свободе принятия независимого решения, для того, чтобы они почувствовали тяжесть ответственности и предел своих возможностей.

Ключевые слова: зарплата; моральный и материальный стимул; мотивация; награда; нематериальный стимул; премия; работник.

პრედიტორიანობის გაცაზღვრის ამარიკული და რუსული მოდელების ურთიერთშედარება

მანანა ხარხელი, ირინა დავრაშელიძე

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: დახასიათებულია მსესხებლის კრედიტუნარიანობის განსაზღვრის ამერიკული და რუსული მოდელები. ამერიკული მოდელის სახით წარმოდგენილია მეცნიერ ე. ალტმანის Z-ანგარიში, რუსული მოდელის სახით კი – ირკუტსკის სამეცნიერო ცენტრის k-ანგარიში.

აღნიშნული მოდელები შედარებულია ერთმანეთთან და საქართველოსათვის რეკომენდაციის სახით გამოსაყენებლად უპირატესობა ეძლევა რუსულ მოდელს, რადგან მისი მსესხებელი კომპანიების ბიზნესპირობები თითქმის საქართველოში არსებული ბიზნესპირობების ანალიზით.

საკვანძო სიტყვები: კრედიტუნარიანობა; მსესხებელი; მოდელები.

შესავალი

საქართველოში ეკონომიკის ყველაზე განვითარებული სფერო საბანკო სექტორია. ამის მიუხედავად, მაგალითად 2015 წლის მონაცემებით, მათ მსესხებლებისაგან 3,5 მლრდ ლარი ამოუღებელი სესხი აქვთ დაგროვილი. ამის მიზეზი მსესხებელთა პერმანენტული გადარიბებაცაა და ბანკების მიერ მათი კრედიტუნარიანობის განსაზღვრის სირთულეებიც.

ძირითადი ნაწილი

მსესხებლის კრედიტუნარიანობის შესაფასებლად ზოგიერთი კომერციული ბანკი იყენებს უცხოელი ეკონომისტის ე. ალტმანის მოდელს [1]:

$$Z = (3,3 \cdot k_1) + (1,0 \cdot k_2) + (0,6 \cdot k_3) + (1,4 \cdot k_4) + (1,2 \cdot k_5).$$

მოცემულ ფორმულაში დაფიქსირებული მაჩვენებლების გაანგარიშება ხდება შემდეგი მოდელით:

$$k_1 = \frac{\text{მოგება (სესხის პროცენტის და გადასახადების გამოქვითვამდე)}}{\text{მთლიანი აქტივები}};$$

$$k_2 = \frac{\text{რეალიზაცია}}{\text{მთლიანი აქტივები}};$$

$$k_3 = \frac{\text{საკუთარი კაპიტალი (საბაზრო ფასი)} }{\text{ნასესხი კაპიტალი (სააღრიცხვო ფასით)}};$$

$$k_4 = \frac{\text{დაგროვილი რეინვესტირებული მოგება}}{\text{მოლიანი აქტივები}};$$

$$k_5 = \frac{\text{წმინდა საბრუნავი კაპიტალი}}{\text{მოლიანი აქტივები}}.$$

ე. ალტმანმა ამ მაჩვენებლის კრიტიკულ მნიშვნელობად მიიჩნია 2,675 და ხილულ მომავალში (დამდეგი 2–3 წელი) მსესხებლები დააჯგუფა გაკოტრების წინაშე მდგომ ($Z < 2,675$) და მყარი ფინანსური მდგომარეობის ქვერე ($Z > 2,675$) ჯგუფებად.

საქართველოს კომერციული ბანკების მიერ მსესხებელთა კრედიტუნარიანობის შესაფასებლად ალტმანის მოდელის გამოყენების მიმართ გარკვეული შენიშვნები არსებობს, კერძოდ:

- მოდელი აგებულია ამერიკული კომპანიების მაგალითზე, რომელთა ბიზნესის ორგანიზაცია განსხვავდება საქართველოსგან;
- ალტმანის Z -ანგარიში აგებულია 1940–1950-იან წლებში. მას შემდეგ ბევრი წელი გავიდა და ეკონომიკური სიტუაციები შეიცვალა;
- ალტმანის მოდელი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მსხვილი საწარმოებისთვის, კერძოდ, სააქციო საზოგადოებებისთვის, რომელთა აქციები კოტირებულია ბირჟაზე (ალტმანის მოდელის მესამე მაჩვენებელი – k_3 -ის ანგარიში მხოლოდ მათვის შეიძლება). მართალია, ალტმანმა შეიმუშავა Z -ანგარიშის მოდიფიცირებული ვარიანტიც იმ სააქციო საზოგადოებებისთვის, რომლებიც არ კოტირდება ბირჟაზე [2], მაგრამ, საერთოდ, სააქციო საზოგადოებები საქართველოში შედარებით მცირეა (2273), დანარჩენი საწარმოები კი – მეტი (584024).

სწორედ ამ მიზეზით რუსმა მეცნიერებმა გადაწყვიტეს შეედგინათ მსესხებელ საწარმოთ გაკოტრების საპროგნოზო რუსული მოდელი, რომელიც გამოდგებოდა ყველა ტიპის საწარმოსათვის. ეს მოდელი 2006 წელს შეადგინეს ირკუტსკის უნივერსიტეტის მეცნიერებმა. ამ მოდელში გაკოტრების საპროგნოზო-საანგარიშო ფორმულა ასეთია [2]:

$$R = (8,38 \cdot k_1) + (1,0 \cdot k_2) + (0,054 \cdot k_3) + (0,63 \cdot k_4)$$

მაჩვენებლების გაანგარიშება საწარმოებში სრულდება ქვემოთ წარმოდგენილი მოდელით:

$$k_1 = \frac{\text{საბრუნავი კაპიტალი}}{\text{აქტივები}};$$

$$k_2 = \frac{\text{წმინდა მოგება}}{\text{საკუთარი კაპიტალი}};$$

$$k_3 = \frac{\text{რეალიზაციიდან ამონაგები}}{\text{აქტივები}};$$

$$k_4 = \frac{\text{წმინდა მოგება}}{\text{ხარჯები}}.$$

ამ მოდელით საწარმოს გაკოტრების რისკი ფასდება შემდეგნაირად:

$R < 0$ – გაკოტრების რისკი მაქსიმალურია;

$R = 0 - 0,18$ – გაკოტრების რისკი მაღალია (60–80 %);

$R = 0,18 - 0,32$ – გაკოტრების რისკი საშუალო დონისაა (50–60 %);

$R = 0,32 - 0,40$ – გაკოტრების რისკი დაბალია (15–20 %).

$R = 0,42$ – გაკოტრების რისკი არ არსებობს.

ცხადია, ყველაზე სასურველია, რომ საქართველოს საწარმოთა გაკოტრების საკუთარი მოდელი ჰქონდეს. მაგრამ ქართული მოდელი არ არსებობს. ასეთ პირობებში უფრო უძრიანია საქართველოს კომერციული ბანკების მიერ მსესხებელთა კრედიტუნარიანობის განსაზღვრა ხდებოდეს არა ე. ალტმანის მოდელით, არამედ, რუსული მოდელით, რომელიც შედარებით ახალია, და, თანაც რუსული და ქართული ბიზნესის ფინანსური სიჯანსაღის განმაპირობებელი შიგა და გარე ფაქტორებიც თითქმის ერთნაირია.

დასკვნა

მსესხებელი იურიდიული პირების კრედიტუნარიანობის განსაზღვრის საქართველოში მოქმედი მოდელების ანალიზისა და შეფასების საფუძველზე შეიძლება დაგასცვნათ, რომ:

- ფინანსური კოეფიციენტები მრავალრიცხოვანია და ხშირად ურთიერთსაწინააღმდეგო შედეგების მომცემი;
- ალტმანის Z-ანგარიში ყველა სამართლებრივი ფორმის საწარმოსათვის მიზანშეუწონელია.

იმ ბანკებისათვის, რომლებიც კრედიტუნარიანობის შესაფასებლად ფინანსურ კოეფიციენტებს იყენებს, ჩვენი წინადადებით ეს კოეფიციენტები პირველ და მეორე დონის მაჩვენებლებად უნდა დაიყოს და დასკვნა სესხის გაცემა-არგაცემის თაობაზე მხოლოდ პირველი დონის მაჩვენებლების მიხედვით უნდა გაკეთდეს.

ალტმანის Z-ანგარიშის მოდელების გამოყენებას ვურჩევთ მხოლოდ იმ ბანკებს, რომელთა მსესხებლები სააქციო საზოგადოებების წარმოადგენენ.

ზოგადად, საქართველოს კომერციულმა ბანკებმა მსესხებელთა კრედიტუნარიანობის გასაანგარიშებლად უმჯობესია რუსული მოდელი გამოიყენოს.

რაც შეეხება მსესხებელთა კრედიტუნარიანობის განსაზღვრაზე დასაქმებულ კადრებს, მათი მიღებისას პროფესიულ განათლებასთან ერთად უურადღება უნდა მიექცეს მომავლის ხედვის უნარის შემოწმებას. ეს თანდაყოლილი ნიჭია და ამ კადრის შერჩევაში ბანკის მესვეურებმა სასურველია ფსიქოლოგებიც დაიხმარონ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев В. В. Финансовый менеджмент. М.: Проспект, 2007. - 938 с.
2. Петров А. Ю., Петрова В. А. Комплексный анализ финансовой деятельности банка. М.: Вильямс, 2007.-222 с.

THE COMPARISON OF AMERICAN AND RUSSIAN MODELS IN DEFINING OF SOLVENCY**M. Kharkheli, I. Davrashelidze**

(I. Javakhishvili Tbilisi State University, Georgian Technical University)

Resume: There are discussed the American and Russian models to define debtor's solvence. The analysis is presented by E. Altman Z-as an American model and the analysis of Irkutsk science centre k-as a Russian model.

The above-mentioned models were compared with each other and Russian model has the priority to develop in Georgia, because it's new and the business conditions of Russian debtor companies are almost similar to Georgia as well.

Key words: solvency; debtor; models.**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРИ СРАВНЕНИИ АМЕРИКАНСКИХ И РУССКИХ МОДЕЛЕЙ****Хархели М. В., Даврашелидзе И. О.**

(Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Грузинский технический университет)

Резюме. Охарактеризованы американские и русские модели в отношении кредитоспособности заемщика. В лице американской модели представлен Z - отчет Э. Альтмана, а в лице русской модели – К- отчет Иркутского научного центра.

Указанные модели сравнили между собой и для применения грузинской стороной предпочтение было дано русской модели, ввиду того, что бизнесусловия российских компаний почти аналогичны с грузинскими.

Ключевые слова: заемщик; модель; кредитоспособность.

**ჰიდროენერატორების გაცივების სისტემების ეფექტიალობის ამაღლებას
პრესამზეივები**

**ლევან გუგულაშვილი, ირაკლი ხოსიტაშვილი, გივი გუგულაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)**

რეზიუმე: განხილულია ჰიდროგენერატორების გაცივებისათვის დღეისათვის გამოყენებული სხვადასხვა სისტემა და ნაჩვენებია მათი დადგებითი და უარყოფითი თავისებურებები. დასახულია ჰიდროგენერატორების გაცივების სისტემის ეფექტიანობის ამაღლების ამოცანა.

ელექტროგენერატორების ნორმალური მუშაობის აუცილებელი პირობაა მათი მუშაობის პროცესში წარმოქმნილი სითბოსა და ტენის მოცილება. ჰიდროგენერატორების გაცივების სისტემის მუშაობის ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით შემოთავაზებულია გენერატორში ცირკულირებული ჰაერის გაცივება და შრობა კონდიციონერის საორთქლებელთან კონტაქტის პირობებში, რაც უზრუნველყოფს ამ ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის სტაბილურობას გენერატორის გარეთ არსებული პირობებისაგან დამოუკიდებლად.

საკვანძო სიტყვები: გაცივება; კონდიციონერი; საორთქლებელი; შრობა; ჰიდროგენერატორი.

შესავალი

ჰიდროგენერატორის მუშაობის პროცესში მექანიკური ენერგიის ელექტრულ ენერგიად გარდაქმნას თან ახლავს გარკვეული დანაკარგები (გამტარებში, გრიგალური დენების წარმოქმნაზე, მაგნიტურ და ელექტრომაგნიტურ მასებში გადამაგნიტებაზე, მბრუნავი ნაწილების ხახუნზე და სხვ.). გენერატორის მუშაობის პროცესში ყველა ეს ენერგეტიკული დანაკარგი სითბოდ გარდაიქმნება, რომლის მოცილება აუცილებელია დანადგარის ნორმალური მუშაობისათვის. გენერატორის კონსტრუქციაში სითბოს გამოყოფა ძირითადად ხდება ხვიებსა და აქტიურ ფოლადში და დამატებით საყრდენ საკისრებში (ხახუნის შედეგად).

გენერატორის ექსპლუატაციისას ხვიების იზოლაცია თანდათან ძველდება და მწყობრიდან გამოდის. ამის მიზეზია მათი გაჭუქრიანება, დატენიანება, ჰაერის ზემოქმედებით დაუზანგვა, ელექტრული ველისა და ელექტრული დატვირთვების ზემოქმედება. მაგრამ იზოლაციის დამველების უმთავრესი მიზეზი ექსპლუატაციის პროცესში მისი გადამეტხურებაა. რაც უფრო მატულობს იზოლაციის ტემპერატურა, მით უფრო ნაკლებია მისი გამოსაღებობის ვადა. მაგალითად, დადგენილია, რომ იზოლაციის ტემპერატურის 120°C -მდე მომატების შემთხვევაში გენერატორის იზოლაციის გამოსაღებობის ვადა 15 წელია, ხოლო 140°C ტემპერატურაზე მუშაობის შემთხვევაში იგი 2 წლამდე მცირდება. მუშაობის ტემპერატურის 105°C -მდე შემცირების შემთხვევაში კი იმავე იზოლაციის გამოსაღებობის ვადა 30 წლამდე იზრდება [1].

აღნიშნულის გამო დაუშვებელია ექსპლუატაციის პროცესში გენერატორის ხვიების ტემპერატურის დასაშვებ სიდიდეზე მეტად მომატება. თავის მხრივ, ტემპერატურის დასაშვები მნიშვნელობა დამოკიდებულია, უპირველეს ყოვლისა, ხვიებისათვის გამოყენებული საიზოლაციო მასალების თვისებებზე. თუმცა ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ გენერატორის სტატორის ხვიების ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 105°C -ს, ხოლო როტორისა – 130°C -ს.

იმისათვის, რომ თავიდან იქნეს აცილებული გენერატორის ხვიების გადამეტეულება, ხდება მათი ხელოვნური გაცივება.

ძირითადი ნაწილი

გენერატორში შემავალი პაერის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს $+35^{\circ}\text{C}$ -ს და არ უნდა იყოს $+5^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბალი. ჩვეულებრივ მიღებულია, რომ გენერატორში ტემპერატურათა სხვაობა უნდა იყოს $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$ -ის ფარგლებში.

პრაქტიკაში არსებობს გენერატორების ხელოვნური გაცივების სხვადასხვა სისტემა. თუმცა ჰიდროგენერატორების სიმძლავრისაგან დამოუკიდებლად, მათი გაცივების სისტემა ყველთვის ავტონომიურია: ვენტილატორის როლს ასრულებს როტორი, ხოლო პაერის ცირკულაციაზე დახარჯული სიმძლავრე მიღება ჰიდროგრეგატის ლილვისაგან.

ჰიდროგენერატორის გაცივების ყველაზე მარტივი და იაფი სახეა ვენტილაციის გახსნილი სისტემა: გარემომცველი პაერი იფილტრება და მიეწოდება გენერატორს, ნამუშევარი გამობარი პაერი კი ატმოსფეროში გაიტეორცნება. გაცივების აღნიშნული მეთოდის ნაკლია გარემომცველი პაერის ტემპერატურის ცვლილება სეზონების მიხედვით. პაერი, რომლის ტემპერატურა გენერატორის გაცივებისათვის საგსებით მისაღებია ზამთრის პირობებში, სრულიად მიუღებელია ზაფხულის ცხელ პერიოდში, რადგან პაერის ტემპერატურა ამ დროს საკმაოდ მაღალია. ასევე დაუშვებელია ზამთარში ძალზე დაბალი (უარყოფითი) ტემპერატურის მქონე პაერის მოხვედრა გენერატორის ცხელ ზედაპირებზე, რადგან გამოიწვევს ტენის კონდენსაციას და, აქედან გამომდინარე, გენერატორის მუშა სივრცეში ტენონბის ამაღლებას ყველა უარყოფითი შედეგით.

ჰიდროგენერატორების გაცივების ასევე ფართოდ გავრცელებული სახეა ვენტილაციის ჩაკეტილი ციკლის მქონე პაერით გაცივების სისტემა, რომელიც გამოიყენება უმეტესად საშუალო და დიდი ზომის ჰიდროგენერატორებში. გენერატორში ცირკულირებული პაერი გაივლის წყლით გაცივების სისტემაში, სადაც ცივდება და შემდეგ კვლავ ბრუნდება გენერატორში. პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება აგრეთვე ვენტილაციის ნაწილობრივ გახსნილი ციკლი, როდესაც ცირკულაციისას გამობარი პაერის დახლოებით 20 % მიეწოდება ელექტროსადგურის სამანქანო განყოფილებას შენობის გასათბობად. ასეთ შემთხვევაში უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ახლად შემოსული პაერის კარგი გაფილტვრა. პაერის მიწოდების მეთოდის მიხედვით არსებობს რადიალური, ლერძული, აქსიალური და რადიალურ-დერძული ვენტილაციის სისტემები.

ვენტილაციის აღნიშნული სისტემები უზრუნველყოფს ცირკულირებული პაერის სისუფთავეს და ამით გამორიცხავს სტატორის სავენტილაციო არხების გაჭუჭუიანებასა და გაჭედვას. შედარებით სტაბილურია წყლით გაცივებული პაერის ტემპერატურაც. მაგრამ პრაქტიკაში აჩვენა, რომ საცირკულაციო პაერის წყლით გაცივების სისტემიდან ხდება დიდი რაოდენობით წყლის წვეთების წატაცება. ამის მიზეზია გენერატორიდან გამოსული გაცხლებული პაერის კონტაქტი გაცივების სისტემის წყლით გაცივებულ კონდენსატორის მიედეთან. აღნიშნული კონტაქტის შედეგად ცხელ პაერში არსებული ორთქლი კონდენსი-

რდება კონდენსატორის მილების კედლებზე. წარმოქმნილი წყლის წვეთები წარიტაცება საცირკულაციო პაერის მიერ და ხვდება გენერატორში, რაც განაპირობებს გენერატორში ტენიანობის გაზრდას და ხვიებზი ელექტრული გადაფარვების წარმოქმნას. ეს კი იზოლაციის დაზიანების მიზეზი ხდება. გარდა ამისა, აღნიშნულ გაცივების სისტემებზი ძირითად გამოიყენება მდინარის წყალი, რომლის ტემპერატურაც წლის სეზონების შესაბამისად იცვლება. ეს ართულებს გენერატორში ცირკულირებული პაერის ტემპერატურის სტაბილურობის შენარჩუნებას.

ჩაკეტილი ციკლიო გენტილაციის მქონე პაერით გაცივების სისტემებისაგან პრინციპულად არ განსხვავდება წყალბადით გაცივების მქონე გენერატორების ვენტილაციის სისტემები. განსხვავება მხოლოდ ისაა, რომ საცივრები უშუალოდ გენერატორის კორპუსშია ჩამონატაჟებული.

წყალბადით გაცივება პაერით გაცივებაზე უფრო ეფექტურია, რადგან წყალბადის თბოგაცემის კოეფიციენტი 1,5-ჯერ, თბოგამტარობის კოეფიციენტი კი 7-ჯერ აღემატება პაერის შესაბამის მაჩვენებლებს. ამასთან, წყალბადის მნიშვნელოვნად (14,5-ჯერ) ნაკლები სიმკვრივე უზრუნველყოფს სავენტილაციო დანაკარგების დაახლოებით 8–10-ჯერ შემცირებას, წყალბადის გარემოში აღარ მიმდინარეობს დაუანგვის პროცესი, რაც ზრდის გენერატორის საიმედოობას და ხვიების გამოსადევობის ვადას.

ადსანიშნავია, რომ წყალბადით გაცივებას აქვს გარკვეული ნაკლი – პაერთან შერგვისას გარკვეულ კონცენტრაციაზე წარმოიქმნება მგრგვინავი აირი. ამის თავიდან ასაცილებლად ჩაგეტილი სისტემის წყალბადით შეესქინისა და დაცლის დროს საჭიროა განსაკუთრებული სიფრთხილე, რაც დაკავშირებულია დროსთან და გარკვეულ ეკონომიკურ ხარჯებთან. წყალბადი გამოირჩევა დენადობით. ამიტომ ექსპლუატაციის პროცესში აუცილებელია ძალზე მაღალი ხარისხით პერმეტიზაციის დაცვა, რაც კონსტრუქციულად საკმაოდ რთული განსახორციელებელია. როგორც ცნობილია, წყალბადით გაცივების სისტემის არასწორმა ექსპლუატაციამ გენერატორების სერიოზული ავარიები გამოიწვია, რასაც მსხვერპლი და წერევა მოჰყვა.

გენერატორების უკეთესი გაცივების მიღწევის მიზნით თანამედროვე პირობებში გამოიყენება გაცივების ფორსირებული სისტემები, რომლებშიც სტატორის ხვიებისა და როტორის პოლუსების გაცივება ხდება დისტილირებული წყლით, ხოლო პაერით ცივდება მხოლოდ როტორი და მისი გრაგნილები.

გაცივების თვალსაზრისით, აღნიშნული ფორსირებული სისტემები მართლაც ძალზე უფექტურია და უზრუნველყოფს გენერატორის ზომებისა (20–25 %-ით) და მასის (10–15 %-ით) შემცირებას. თუმცა ასეთი სისტემების გამოყენება დაკავშირებულია ეკონომიკური დანახარჯების მნიშვნელოვან გაზრდასთან, რადგან, ჩვეულებრივ, ასეთი სისტემა აუცილებლად საჭიროებს დისტილირებული წყლის ძირითად და სარეზერვო ტუმბოების, გარე წყალგაყვანილობის ტუმბოების, დისტილატორების და საზომ-საკონტროლო ხელსაწყოების (წყლის ხარჯსაზომები, მანომეტრები, თერმომეტრები და სხვ.) გამოყენებას კომუნიკაციის უველა ნაწილში.

დღევანდელ პირობებში საწარმოო შენობებში სასურველი პარამეტრების მქონე პაერის მისაწოდებლად სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება პაერის კონდიცირების სისტემები, რომლებიც გარემომცველი პაერის დამუშავების გზით უზრუნველყოფს საჭირო პარამეტრების მქონე პაერის მიღებას და მის ავტომატურ შენარჩუნებას ცვლად გარემო პირობებში. კონდიცირებული პაერის ძირითადი პარამეტრებია: ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და პაერის მოძრაობის სიჩქარე, რასაც ემატება პაერის გასუფთავება მტვრის ნაწილებისაგან.

კონდიციონერის შესაძლებლობებს შორის უმთავრესია ჰაერის გაცივება – თანამედროვე კონდიციონერებს შეუძლია ჰაერი გაცივოს $+17^{\circ}\text{C}$ -მდე. კონდიციონერის მნიშვნელოვანი ფუნქციაა აგრეთვე ჰაერის შრობა – ჰაერის გაცივებასთან ერთად ხორციელდება მისგან ტენის მოცილება. მნიშვნელოვანია, რომ კონდიციონერში ტენის მოცილება ხდება არა მისი გათბობის გზით, არამედ სწორედ ჰაერის გაცივების ხარჯზე. ასევე მნიშვნელოვანია კონდიციონერის კიდვე ერთი ფუნქცია – ჰაერის გასუფთავება მექანიკური მინარევბისაგან, რაც შესაძლებელია სპეციალური ფილტრების საშუალებით. დღვენდელ კონდიციონერებში ხდება ისეთი ფილტრების გამოყენებაც, რომლებიც მტკრის უმნიშვნელონაწილაკებს, სუნსა და სიგარეტის ბოლსაც კი შთანთქავს.

ამრიგად, პიდროგენერატორების ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია მუშა ნაწილების გაცივება და ტენის მოცილება; ამასთან, გაცივების ყველაზე გავრცელებული, იაფი და მოხერხებული მეთოდია ცირკულირებული ჰაერის გამოყენება. აქვე შევნიშნავთ, რომ ჰაერის კონდიციონების სისტემები უზრუნველყოფს ტექნოლოგიური დანიშნულებით მისაწოდებელი ჰაერის გაცივებას და შრობას ტემპერატურისა და ტენიანობის სასურველ მნიშვნელობამდე. აღნიშნული მოწყობილობების შერწყმით შესაძლებელი ხდება სასურველი შედეგების მიღება: გენერატორს ცირკულირებისათვის მიეწოდება სასურველი ტემპერატურის ($17-18^{\circ}\text{C}$) მქონე ჰაერი. შემდეგ ნამუშევარი და გამთბარი ჰაერი შეიწოვება კონდიციონერში, სადაც ცივდება სასურველ ტემპერატურამდე, შრება საორთქლებლის ცივზედაპირობა შეხებით კონდენსატის გამოყოფის გზით და კვლავ მიეწოდება გენერატორს.

კონდიციონერში ჰაერის გაცივება და მისგან ტენის კონდენსაცია ხორციელდება ამ ჰაერის საორთქლებელთან კონტაქტის შედეგად, რომლის ტემპერატურა დამოკიდებულია კონდიციონერის მაცივარ-აგენტის დუღილის ტემპერატურაზე. შესაბამისად, ჰაერის მაცივებელი ელემენტის – საორთქლებლის ტემპერატურა დამოკიდებულია მხოლოდ კონდიციონერის კონსტრუქციაზე და გარემონტერებული ჰაერის ტემპერატურის სეზონური ცვლილება აბსოლუტურად არ ახდენს მასზე გავლენას. ეს უზრუნველყოფს გენერატორში ცირკულირებული ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის მუდმივობას და გარემოს პარამეტრებისაგან დამოუკიდებლობას, რაც, საბოლოო ჯამში, ამაღლებს მთლიანად გაცივების სისტემის საიმუდოობას და მუშაობის უნარს.

პიდროგენერატორების მომსახურებისათვის საჭირო ჰაერის კონდიცირების სისტემა უნდა შეირჩეს შემდეგი პირობების გათვალისწინებით:

- კონდიციონების სისტემა უნდა იყოს მდგრად ტექნოლოგიური, რომ შეძლოს წარმოების პირობების დაკმაყოფილება;
- სისტემამ უნდა იმუშაოს უწყვეტად, რათა გენერატორი მთელი წლის განმავლობაში უზრუნველყოს მუდმივი, დადგენილი პარამეტრების ჰაერით;
- კონდიციონების სისტემა უნდა იყოს ცენტრალური, რომელიც შენობის გარეთ განლაგებული კონდიციონების სისტემის გამოყენებით მომზადებულ საჭირო რაოდენობის ჰაერს პიდროგენერატორებს მიაწვდის ინდივიდუალური არხის საშუალებით;
- სისტემა უნდა იყოს ადგილობრივი, ავტონომიური, რომელსაც სითბოსა და სიცივის წყაროები უშუალოდ კონდიციონერში აქვს ჩამონტაჟებული;
- ჰაერის დამუშავების ხერხის მიხედვით უნდა შეირჩეს ჩაკეტილი სისტემა, რომელშიც პიდროგენერატორების მომსახურებისათვის საჭირო ჰაერი მთლიანად რეცირკულაციას განიცდის;
- შენობის შიგნით მეტეოროლოგიური პირობებისადმი წაყენებული მოთხოვნების მიხდვით უნდა შეირჩეს ერთზონიანი და ერთარხიანი კონდიციონების სისტემა, რომელიც მოემსახურება მხოლოდ საგნერატორო განყოფილებას და მომზადებულ ჰაერს მიაწოდებს ერთი ინდივიდუალური არხით;

- გამოყენებული უნდა იყოს სრული კონდიციონების სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს შენობაში პაერის დადგენილი პარამეტრების მკაცრად შენარჩუნებას მთელი წლის განმავლობაში.

რადგან ჰიდროგენერატორები ერთმანეთისაგან განსხვავდება წარმოებული ენერგიის რაოდენობით, გაბარიტული ზომებით, მბრუნავი მასებით და, შესაბამისად, გაცივების აუცილებელი ინტენსიურობით, ამიტომ კონკრეტული გენერატორებისათვის კონდიციონერის შერჩევა მარტივად შეიძლება მწარმოებელი ქვეყნებისა და ფირმების მიერ სამომხმარებლო ბაზარზე წარმოდგენილი მონაცემების გამოყენებით.

დასკვნა

ამრიგად, ჰიდროგენერატორების გაცივების შემოთავაზებული სისტემა წარმოადგენს დღეისათვის არსებული ყველაზე მარტივი და იაფი (ჰაერის ცირკულაციის) მეთოდის შერწყმას ამ საცირკულაციო ჰაერის კონდიციონებასთან. ასეთი შერწყმა უზრუნველყოფს აგრეგატში გარანტირებულად მუდმივი ტემპერატურის მქონე მშრალი ჰაერის ცირკულაციას, რომლის მუშა პარამეტრები დამოკიდებული არ იქნება წლის სეზონების მიხედვით არც წელისა და არც ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობაზე. მუდმივად მშრალი და ცივი ჰაერის გენერატორში ცირკულაცია კი ამცირებს სტატორისა და როტორის მუშა ნაწილებისა და გრაგნილების ტემპერატურას, გამორიცხავს ხვიებს შორის ელექტრული გადაფარვების წარმოქმნის შესაძლებლობას და ამით ზრდის ხვიების იზოლაციისა და, საერთოდ, გენერატორის მუშაობის ხანგრძლიობას და საიმედოობას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Leg.co.ua/arhiv/generaciya/ekspluataciya-generatorov-3.html.
2. www.alobuild.ru/...ustanovki/sistemi-ohlazhdeniya.php.
3. Г. И. Чоговадзе. Гидроэлектростанции Грузии. М.: Энергия, 1971. - 270 с.
4. 3. შენგელია. ჰიდროელექტრული სადგურები. თბ.: განათლება, 1967. - 272 გვ.
5. 3. მაღლაკელიძე. ჰიდროლოგია, ჰიდრომეტრია და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები. თბ.: განათლება, 1990. - 422 გვ.

**OVERVIEW OF PERSPECTIVES COOLING SYSTEMS OF HYDRO-GENERATORS
IN ORDER TO INCREASE THEIR EFFICIENCY**

L. Gugulashvili, I. Khositashvili, G. Gugulashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There are considered various systems currently used for cooling generators and their positive and negative features are shown. The task is to increase the efficiency of the cooling system of hydro-generators.

There is shown that in order to achieve the normal operation of electric generators, it is necessary to divert the heat and moisture formed during their operation. In order to increase the efficiency of the cooling system of hydro-generators, there is proposed cooling and drying the circulating air inside the generator by contacting it with the evaporator of the air conditioner. This ensures the stability of the temperature and humidity of the circulating air, regardless of the environmental conditions.

Key words: conditioner; cooling; drying; evaporator; hydro-generator.

ЭНЕРГЕТИКА

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ
ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ**

Гугулашвили Л. Т., Хоситашвили И. К., Гугулашвили Г. Л.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Рассмотрены различные системы, применяемые в настоящее время для охлаждения генераторов и показаны их положительные и отрицательные признаки. Поставлена задача повышения эффективности систем охлаждения гидрогенераторов.

Показано, что для достижения нормальной работы электрогенераторов, необходимо отведение тепла и влаги, образовавшихся при их работе. С целью повышения эффективности системы охлаждения гидрогенераторов, предложены охлаждение и осушка циркулирующего внутри генератора воздуха путем его контакта с испарителем кондиционера. Это обеспечивает стабильность температуры и влажности циркулирующего воздуха вне зависимости от условий окружающей среды.

Ключевые слова: гидрогенератор; испаритель; кондиционер; охлаждение; сушка.

მდ. ალაზნის ტყების ჩამონაღენის ცვლილების მოსალოდნელი ფენიციანი პლიშატის დათბობის პირობებში

ცისანა ბასილაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შესწავლითია საქართველოს ყველაზე გრძელი მდინარის ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენი, რომელიც კახეთის რეგიონში სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მთავარი ფაქტორია. დაზუსტებულია მდინარეთა წყლის ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები და ალბათური მნიშვნელობები.

მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ბუნებრივი ფორმირებისა (სოფ. ბირჟიანთან) და წყლის ინტენსიური მოხმარების ზონაში (სოფ. შაქრიანთან) დადგენილია სხვადასხვა პერიოდის წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა და მოსალოდნელი განვითარების ტენდენციები. განსაზღვრულია წყლის ხარჯების ყოველწლიური ცვლილების სიჩქარეების რიცხვითი მნიშვნელობები.

მდინარეთა წყლის ჩამონადენის ცვლილების აღნიშნული შეფასება მეტად მნიშვნელოვანია წყალსამეურნეო სისტემების მართვის სწორად დაგეგმარებისათვის, რომლის მიზნია არსებული წყლის რესურსების რაციონალური გადანაწილება, მოსახლეობისა და საწარმოების წყალმომარაგება, მელიორაციისა და ენერგეტიკის მომსახურება და გარემოს კოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.

საკვანძო სიტყვები: ალბათობა; დინამიკა; ვარიაცია; პარამეტრები; ტრენდი.

შესავალი

გლობალური დათბობის შედეგად დედამიწაზე სივრცესა და დროში მიმდინარე კლიმატური კრიზისული ანომალიები გავლენას ახდენს ბუნებრივ (განსაკუთრებით წყლისა და მიწის) რესურსებზე. ამ ფონზე იზრდება ქვეყნის განვითარების რისკი, რაც განპირობებულია ძირითადად წყლის რესურსების მოცულობის შემცირებით, მათი ხარისხის გაუარესებით და გახშირებული კატასტროფული ბუნებრივი მოვლენებით.

ტემპერატურის მატება და ატმოსფერული ნალექების შემცირება იწვევს მდინარეთა წყლიანობის შემცირებას, რაც უარყოფითად აისახება ქვეყნის სამეურნეო საქმიანობაზე განსაკუთრებით იმ ტერიტორიაზე, სადაც მცენარეთა მოსავლიანობა დამოკიდებულია სარწყავი წყლით მათ მომარაგებაზე. სწორედ ასეთი პირობებია მოსალოდნელი მიწათმოქმედებით განთქმულ კახეთში, სადაც ყველაზე ნაყოფიერი ნიადაგების ფართო ველებია და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მოცულობით საქართველოს წამყვანი რეგიონია. აქ ამ პრობლემის სათანადო შეუფასებლობა არა მარტო შეამცირებს ეკონომიკის განვითარებას, არამედ საგრძნობლად დააზიანებს ტერიტორიას, რადგანაც გააქტიურდება გაუდაბნოების

პროცესები [1]. იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ დიდი ზარალი, საჭიროა წყლის რესუ-რსების მოსალოდნელი ცვლილებების ყოველმხრივი შესწავლა.

ძირითადი ნაწილი

მდ. ალაზნის წყლიანობის ცვლილების ზოგადი მიმოხილვა. საქართველოში მტკნარი წყლის მთავარი წეარო კავკასიონის ქედიდან ჩამომავალი მდინარეები. მათ შორის ყვე-ლაზე გრძელია (407 კმ) მდ. ალაზანი, რომელიც კახეთის რეგიონის წყალმომარაგების მთავარ არტერიას წარმოადგენს. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლით ირწყვება 262 ათასი ჰა სასოფლო-სამეურნეო მიწის სავარგულები. მდინარეთა წყალი გამოიყენება აგრე-თვე ელექტროენერგიის მისაღებად, მოსახლეობისა და მეურნეობის სხვადასხვა დარგის საწარმოების წყალმომარაგებისათვის და თევზის სარეწად.

ასე რომ, მდ. ალაზნის აუზის წყლის რესურსებს დიდი მნიშვნელობა აქვს რეგიონში მოსახლეობის კეთილდღეობისა და ეკონომიკის განვითარებისათვის. მაგრამ 1990-იანი წლებიდან საქართველოში რთული პოლიტიკურ-ეკონომიკური ვითარების პირობებში განა-დგურდა სამეურნეო საწარმოები და სარწყავი სისტემების ფართო ქსელი, გაიჩეხა ტყეები და ქარსაცავი ტყის ზოლები, რის გამოც გაძლიერდა ეროზია და დაზიანდა მრავალი ათასი ჰა მიწა, შეწყდა მდინარეთა წყლიანობისა და მისი გამოყენების სათანადო აღრი-ცხვა. წყალსამეურნეო სისტემებში წყლის დიდი დანაკარგებია. ორი ათეული წლის განმაგ-ლობაში ადარ ფუნქციონირებდა ალაზნის ქვემო და ზემო მაგისტრალური არხების სარ-წყავი სისტემები.

სადღეისოდ რეგიონში მიმდინარეობს სარწყავი არხების აღდგენითი სამუშაოები და დაგეგმილია კახეთის რეგიონში სოფლის მეურნეობის აღორძინება, რისთვისაც აუცილე-ბელია მდ. ალაზნის წყლიანობისა და მისი მოსალოდნელი ცვლილებების შესწავლა, რა-საც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მომავალში სამეურნეო საქმიანობის წარმართვისათვის.

მდ. ალაზნის აუზში არსებული წყლის რესურსების შესწავლა დაიწყო გასული საუ-კუნის 20-იან წლებში, როდესაც დაიგეგმა მდინარეებზე სარწყავი სისტემების მაგისტრა-ლური არხების შექნებლობა. 90-იან წლებამდე მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების 12 ჰიდ-როლოგიურ საგუშაგოზე მიმდინარეობდა მდინარეთა წყლის ხარჯების გაზომვა დღეში ორჯერ (დიდა-სადამოს), მაგრამ შემდეგ მდ. ალაზნის იზომება მხოლოდ წყლის დონეები სოფ. შაქრიანის ჰიდროლოგიურ საგუშაგოზე. 1990 წლამდე არსებული მონაცემებით ჩვენ მიერ მრავალმხრივ იქნა შესწავლილი მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლიანობა 12-ვე ჰიდროლოგიურ კვეთზე არსებულ მრავალწლიან სტაციონარულ დაკვირვებათა მონაცე-მების (ცხრილი 1) სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე [1-5].

საფურადდებოა, რომ მდ. ალაზნის წყლის ბუნებრივი ჩამონადენი (წყალადებისა და წყალჩაშვების გარეშე) იზომებოდა სოფ. ბირკიანთან. იქ არსებულ ჰიდროკვეთზე 47-წლიანი დაკვირვებათა მონაცემებით განისაზღვრა ზემო ალაზნის სარწყავ მაგისტრალურ არხში წყლის ოდენობა. რაც შეეხება ალაზნის ქვემო სარწყავი მაგისტრალური არხის წყლიანობას, იგი განისაზღვრა სოფ. შაქრიანთან არსებული და დღესაც მოქმედი საგუშაგოს 76-წლიანი მონაცემებით. სხვა საგუშაგოებზე დაკვირვებათა რიგი საშუალო 40–60 წლია.

**მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა ჰიდროგრაფიული მახასიათებლები
და დაკვირვების რიგები**

მდინარე – პუნქტი	აუზის ფართ.	აუზის სიმაღ- ლე	მდინარ. სიგრძე	მდინარ. გარდნა	პუნქტ. სიმა- ღლე	აუზის ტყია- ნობა	მდინარ. დახრი- ლობა	დაკვირ- ვების წლები	წლების რაოდე- ნობა
	F (km^2)	H (მ)	L (მ)	ΔH (მ)	H (მ) აბს.	T (%)	U (%)	წლები	რიგი
ალაზნი – ბირჯიანი	282	2200	32	1234	758	42	62	1950–1996	47
ალაზნი – შაქრიანი	2190	1260	95	2410	340	61	26	1925–2010	79
ალაზნი – ჭიაური	4530	980	173	2550	195	56	15	1925–1990	59
ალაზნი – ზემო ქედი	7490	900	279	2575	175	46	9	1958–1983	26
სამყურისწყა- ლი–ხადორი	121	2590	18	2017	820	15	115	1950–1990	40
სტორი – ლეჩური	203	1850	22	1614	520	54	111	1940–1990	44
დიდხევი – არტანა	78	1650	14		545	54	126	1946–1990	45
ინწობა – საბუე	41	1620	12	2203	617	89	173	1952–1990	38
ჩელთი – შილდა	72	1784	15	1890	510	50	124	1937–1987	39
დურუჯი – ყვარელი	68	1630	13	1800	400	84	130	1960–1980	21
ავანისხევი – ახალხოველი	86			1955	265			1971–1981	11
ლაგოდების ნაკრძალი	46							1982–1990	9

ამ მონაცემთა საფუძველზე დაზუსტებულია მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების ჰიდროლოგიური პარამეტრები [2, 3], რომლებიც მეტად მნიშვნელოვანია სამეცნიერო, საპროექტო და სამეცნიერო ორგანიზაციებში ყველა სახის წყალსამეცნიერო გაანგარიშებისათვის და სამეცნიერო ნაგებობების საიმედო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების მისაღებად. მე-2 ცხრილში მოცემულია მდინარეთა წყლიანობის ძირითადი მახასიათებლები საშუალო-წლიური და ექსტრემალური წყლის ხარჯები, რომლებიც საჭიროა წყლის რესურსების რაციონალურად გადანაწილებისათვის მოსახლეობისა, სამეცნიერო საწარმოების მომსახურებისა და გარემოს უსაფრთხოებისთვის.

ყველასათვის ცნობილია, რომ სამყაროში ყველაფერი ცვალებადია და, რა თქმა უნდა, არც მდინარეთა ჩამონადენის ნორმისა და სხვა პარამეტრების მდგრადობაა უცვლელი. მდინარის წყლის ნებისმიერი პერიოდის ჩამონადენი წლიდან წლამდე განიცდის ცვლილებას, რომლის მახასიათებელი მათგატიკური სტატისტიკის მიხედვით არის მათი ვარიაციის (C_V) კოეფიციენტი:

$$C_V = \sigma / Q_o, \quad (1)$$

სადაც σ მდინარის ჩამონადენის ნორმის საშუალო კვადრატული გადახრაა, Q_o – მდინარის ჩამონადენის ნორმა.

ცხრილი 2

მდ. ალაზნის აუზის მდინარეთა წყლის ხარჯების (მ³/წ) მახასიათებლები

მდინარე – პუნქტი	საშუალო- წლიური	კარიაც. კოეფიც.	ექტრემუმი		წლიური ხარჯების ალბათობა		
			უდიდესი	უმცირესი	50%	75%	95%
ალაზნი – ბირკიანი	13,6	0,19	365	1,0	14,3	12,5	10,3
ალაზნი – შაქრიანი	43,4	0,25	1160	3,8	42,5	35,7	27,4
ალაზნი – ჭიაური	61,8	0,26	685	4,0	61,8	51,5	39,0
ალაზნი – ზემო ქედი	98,8	0,26	753	17,0	95,2	79,4	60,2
სამყურისწყა- ლი – ხადორი	5,04	0,15	112		5,96	5,00	4,31
ხეორი – ლეჩერი	7,72	0,20			7,79	6,78	5,50
დიდხევი – არტანა	3,97		10,3	0,55			
ინწობა – საბუე	1,54	0,22	37,2	0,04	1,57	1,35	1,07
ჩელთი – შილდა	2,14	0,28	41,5		2,04	-1,68	1,24
დურუჯი – კვარელი	0,77		1,24	0,44			
ავანისხევი – ახალხოთელი	2,04		54,8	0,50			
ლაგოდეხი – ნაკრძალი	2,57		9,12	1,16			

როდესაც ჩამონადენის ვარიაციის ($0 < C_V < 1$) კოეფიციენტი დიდია, მაშინ იზრდება მისი მნიშვნელობის გადახრა ნორმიდან და, პირიქით, მცირე ვარიაციის დროს ეს გადახრა მცირდება. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის საშუალო-წლიური ჩამონადენის ვარიაციის კოეფიციენტების მნიშვნელობები შედარებით მცირეა და მერყეობს 0,19-დან (მდ. ალაზნზე სოფ. ბირკიანთან) 0,28-დან (მდ. ჩელთზე სოფ. შილდასთან).

მაღალი ვარიაციის კოეფიციენტებით ხასიათდება მდინარეთა წყლის ჩამონადენი წლის ცალკეულ პერიოდებში, განსაკუთრებით მესამე კვარტლის თვეებში (ივლისი, აგვისტო და სექტემბერი). ჩვენი კვლევის მიხედვით, ამ თვეების ჩამონადენის ვარიაციის კოეფიციენტი მდ. ალაზნზე სოფ. ბირკიანთან შეადგენს 0,36–0,40-ს, სოფ. შაქრიანთან კი – 0,46–0,57-ს. ამ კოეფიციენტების მნიშვნელობები უფრო მაღალია ამ თვეების ცალკეული დეკადური წყლის ხარჯებისათვის, რომლებიც სოფ. ბირკიანთან ცვალებადობს 0,32–0,47-ის, ხოლო სოფ. შაქრიანთან 0,50–0,67-ის ფარგლებში.

ამრიგად, ირკვევა, რომ მდ. ალაზნის ზემო წელში (ქვემო წელთან შედარებით, სადაც ხშირია წყალადებები და წყალჩაშვებები) წყლის ჩამონადენი შედარებით მდგრადია.

სამეურნეო ორგანიზაციებისათვის და განსაკუთრებით სარწყავი სისტემების მომსახურებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილების გაანგარიშება, რისთვისაც გამოიყენება ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე. წ. უზრუნ-

კელუოფის მრუდები. ისინი უშაალოდ პასუხობენ კითხვას: როგორია ნაგებობის ან რაიმე ღონისძიების უზრუნველყოფა მდინარის წყლის ხარჯის გარკვეული მნიშვნელობის დროს.

მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის საშუალო-წლიური ხარჯების 50, 75 და 95 %-იანი უზრუნველყოფის მნიშვნელობები შეესაბამება 2-, 4.5- და 20-წლიან განმეორება-დობას.

დღემდე არ არსებობს ზუსტი მეთოდი, რომელიც სრულყოფილად აღწერს მდინარის წყლის ჩამონადენის ცვლილებას, რადგან ეს ცვლილება განპირობებულია არა მარტო ადგილობრივი ფაქტორებით, არამედ ჰელიოსინოპტიკური პროცესებითაც, რომელთა გათვა-ლისწინება დიდ სირთულეებთანაა დაკავშირებული.

კლიმატის თანამედროვე გლობალური დათბობის ზეგავლენის შესწავლის მიზნით მეტად აქტუალურია პიდრომეტეოროლოგიური პროცესების სიდიდეთა ცვალებადობის დინა-მიკის კვლევა. ადამიანის ანთროპოგენური ფაქტორებისა და სხვა ფაქტორთა ზემოქმედებით პიდროლოგიურ პროცესებში XX საუკუნის დასასრულიდან შეიმჩნევა გარკვეული ტენდენციები, რასაც მათგატიკური სტატისტიკის ტერმინილოგიით ტრენდები ეწოდება, მათ აქვთ აღმავალი (მატების) ან დაღმავალი (კლების) მიმართულებები.

სადღისოდ მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის მრავალწლიური დინა-მიკის როგორც ხარისხებრივი, ისე მათი რაოდენობრივი გაანგარიშება, რაც გულისხმობს ტრენდის შეფასებას მათი აპროქსიმაციის ამსახველი წრფის განტოლების განსაზღვრით. სწორხაზოვანი წრფის შემთხვევაში რეგრესიის განტოლება ასე გამოისახება:

$$T = an + b, \quad (2)$$

სადაც T არის ტრენდი, a ანუ საკვლევი ელემენტის მრავალწლიანი ცვლილების ტენდენ-ციის ამსახველი გასაშუალოებული წრფე; n – ამ ელემენტის დაკვირვებათა მონაცემების რიგითი ნომერი მათი საწყისი წლიდან, რომლისთვისაც $n=1$, ყოველი შემდეგი (i) წლი-სათვის $n=1+i$; a განტოლების კოეფიციენტია, რომლის ნიშანი (+ ან –) აჩვენებს საკვლე-ვი ელემენტის ცვლილების მიმართულებას: დადგითი (+) ნიშანი გამოხატავს მის მატებას, ანუ ელემენტის აღმავალ ტენდენციას, ხოლო უარყოფითი (–) ნიშანი მიუთითებს საკვლევი ელემენტის კლებას, ანუ დაღმავალ ტენდენციას; თვით ა პარამეტრის რაოდენობრივი მნი-შვნელობა კი განსაზღვრავს საკვლევი ელემენტის ცვლილების ინტენსიურობას, ანუ სიჩქ-რეს ყოველი ერთეული (i) წლისათვის; b განტოლების მუდმივაა, რომელიც წარმოადგენს საკვლევი ელემენტის ტრენდის ხაზის მინიმალურ მნიშვნელობას აღმავალი ტენდენციის შემთხვევაში ან მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას დაღმავალი ტენდენციის დროს.

პირველ რიგში ჩვენ მიერ [5] ნაშრომში განხილულია მდ. ალაზნის აუზის ტერიტო-რიაზე არსებულ პიდრომეტეოროლოგიურ ქსელში განხორციელებულ მრავალწლიან დაკ-ვირვებათა რიგების ანალიზი 2010 წლამდე. კერძოდ, შესწავლილია მდ. ალაზნის აუზის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს არსებული თელავისა და ლაგოდეხის მეტეოსადგურებზე მთავარი წყალწარმომქმნელი ფაქტორების ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერა-ტურის ყოველწლიური ცვლილების ამსახველი ტრენდები.

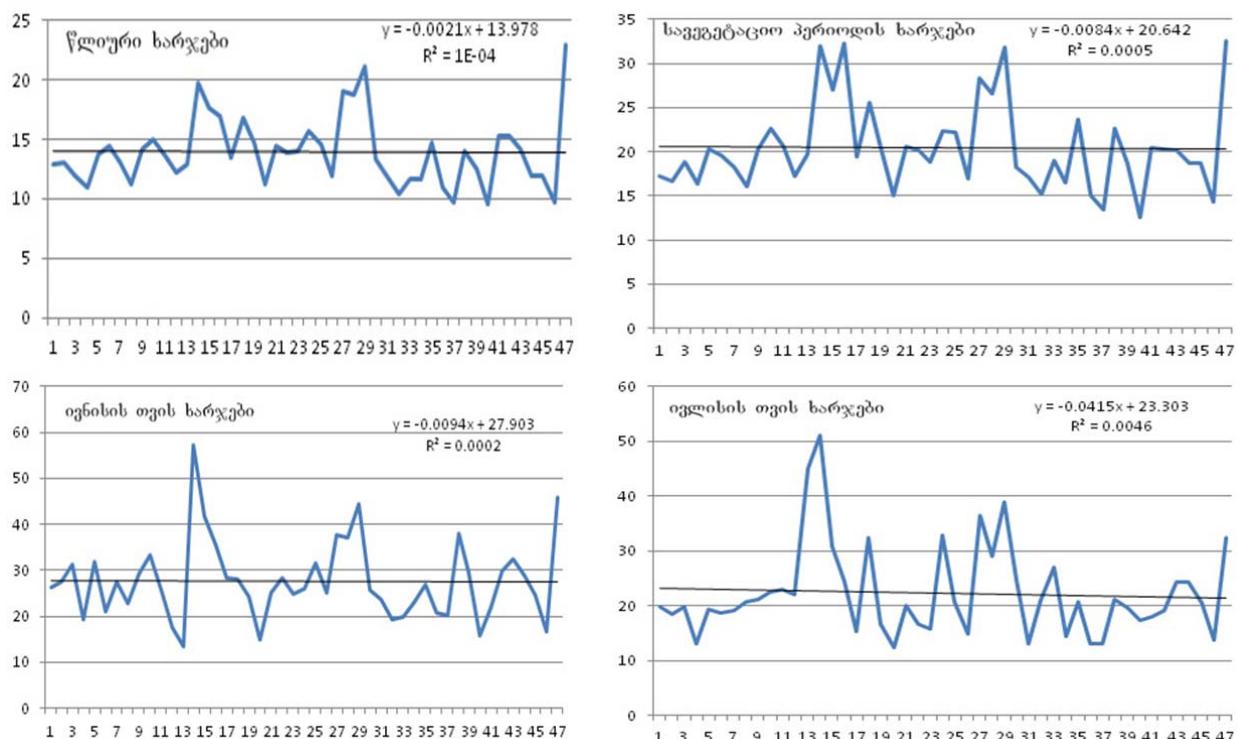
როგორც ირკვევა, მდ. ალაზნის აუზის ორივე (მარჯვენა და მარცხენა) მხარეს ხდება ჰაერის ტემპერატურის გაზრდა და ნალექების მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც იმაზე მიუ-თითებს, რომ მოსალოდნელია მდ. ალაზნის აუზში მდინარეთა წყლის ჩამონადენის შემ-ცირება. აქვე შევნიშნავთ, რომ ტემპერატურის მატებისა და ნალექების შემცირების მაღა-ლი ინტენსიურობით გამოირჩევა მდინარის მარცხენა მხარე. ლაგოდეხის მეტეოსადგურის მონაცემებით ნალექების წლიური ჯამი ყოველწლიურად მცირდება 2,32 მმ-ით, ხოლო თვ-ლავის მეტეოსადგურის მონაცემებით, მათი შემცირების სიჩქრე განახევრებულია და 1,18

მმ-ს შეადგენს. პაერის საშუალო ტემპერატურის ყოველწლიური მატების სიჩქარე პირველ შემთხვევაში $0,007^{\circ}\text{C}$ -ია, მეორეში კი – $0,005^{\circ}\text{C}$ [5].

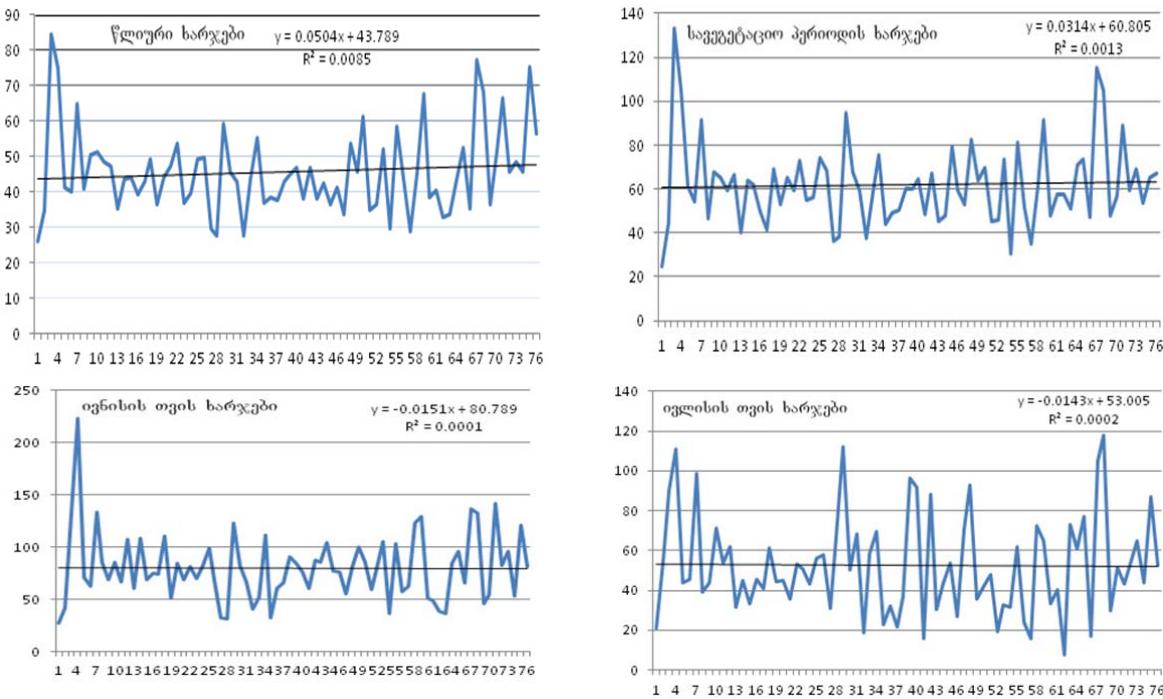
მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ყოველწლიური ცვლილების შეფასება. მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის ცვლილების შესწავლა განხორციელდა ორი პიდროკეთისათვის: პირველია სოფ. ბირკიანთან აღრიცხული მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენი 47-წლიანი (1950–1996 წწ.). წყლის სარჯების მთლიანი რიგით და სოფ. შაქრიანთან 76-წლიანი (1933–2010 წწ.). წყლის სარჯების მთლიანი რიგით.

აღსანიშნავია, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის ინტენსიურობა განსაკუთრებით გაიზარდა გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან, ამიტომ მდინარის წყლიანობის დინამიკა შესწავლილ იქნა როგორც არსებულ დაკვირვებათა მთლიანი რიგებით, ისე წლების ცალკეული გრადაციებით 1980 წლამდე, ხოლო 1981 წლიდან – ჩვენს ხელთ არსებული 2010 წლამდე დაკვირვებებით. ვინაიდან სოფ. ბირკიანთან 1981–1996 წლების დაკვირვებები მხოლოდ 16 წლს მოიცავდა, მონაცემების აღდგენა 1997-დან 2010 წლამდე განხორციელდა სოფ. შაქრიანთან მოქმედი პიდროლოგიური საგუშავოს მონაცემების მიხედვით მათი შესაბამისი შეფარდების, ანუ გადამყვანი კოეფიციენტების გათვალისწინებით (ინტერპოლაციის მეთოდი).

1-ლ და მე-2 ნახ-ებზე წარმოდგენილია ამ რიგებით მიღებული წყლის სარჯების დონამიკა როგორც წლიური და სავეგეტაციო პერიოდისა, ისე მისი ცალკეული თვეებისათვის. გრაფიკებზე გამოსახულია მათი ტრენდების წრფივი აპროქსიმაციით მიღებული რეგრესიის განტოლებები, ხოლო მათი შესაბამისი რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია მე-3 ცხრილში.



ნახ. 1. მდ. ალაზნის წყლის სარჯების მრავალწლიური (1950–1996 წწ.) დინამიკა სოფ. ბირკიანთან



ნახ. 2. მდ. ალაზნის წყლის ხარჯების მრავალწლიური (1933 – 2010 წწ.) დინამიკა სოფ. შაქრიანთან

ცხრილი 3

მდ. ალაზნის სხვადასხვა პერიოდის წყლის ხარჯების ყოველწლიური დინამიკა
ტრენდების ამსახველი განტოლებების ($T = an + b$) პარამეტრები (a და b)

პერიოდი	ოვეები	სოფ. ბირკიანთან			სოფ. შაქრიანთან		
		წლები	a	b	წლები	a	b
წლიური	I–XII	1950–1996	-0,002	13,98	1933–2010	0,050	43,79
		1950–1980	0,109	12,67	1933–980	- 0,242	50,72
		1981–2010	0,230	10,73	1981–2010	0,509	40,04
მაქსიმალური		1950–1996	-1,079	98,42	1933–2010	-1,184	347,8
მინიმალური		1950–1996	0,019	3,731	1933–010	-0,126	20,44
სავეგეტაციო	IV–IX	1950–1996	-0,008	20,642	1933–010	0,031	60,80
		1950–1980	0,103	18,64	1933–980	- 0,243	66,87
		1981–2010	0,177	17,26	1981–2010	0,531	56,34
აპრილი	IV	1950–1996	0,004	16,64	1933–2010	0,337	57,29
მაისი	V	1950+1996	-0,058	28,23	1933–2010	0,060	90,44
ივნისი	VI	1950–1996	-0,009	27,90	1933–2010	-0,015	80,79
ივლისი	VII	1950+1996	-0,041	23,30	1933–2010	-0,014	53,00
აგვისტო	VIII	1950–1996	0,094	13,13	1933–2010	-0,005	37,20
სექტემბერი	IX	1950–1996	0,005	12,60	1933–2010	-0,036	39,01

მიღებული ტრენდების პარამეტრების სათანადო ანალიზით ირკვევა, რომ სოფ. ბირკიანთან ბუნებრივი ჩამონადენის წლიური ხარჯების ნატურალური დაკვირვებების 1950–1996 წლების მონაცემებით მიღებული ტრენდი დაღმავალია; კ. ი. ხდება წყლის ხარჯების კლება. წყლის საშუალო წლიური ხარჯების აღდგენილი (1997–2010 წწ.) მონაცემებით მიღებულ ტრენდზე კი აღინიშნება მათი მატების ტენდენცია. მატების მაღალი ინტენსიურობა აღინიშნება განსაკუთრებით 1981–2010 წლებისათვის. ამ პერიოდის 14, ანუ 47 % მონაცემებისა აღდგენილია სოფ. შაქრიანთან მაღალი წყლის ხარჯების მიხედვით.

სოფ. შაქრიანთან დაფიქსირდა წყლის წლიური ხარჯების მატების ტენდენცია წლების ყველა გრადაციისათვის, გარდა 1933–1980 წლებისა, როდესაც აღინიშნა მათი კლების ტენდენცია და ინტენსიურობა შეადგენდა $-0,242$ -ს, 1981 – 2010 წლებში ეს მაჩვნებელი შეიცვალა და შეადგინა $0,509$.

ანალოგიური ტენდენციები აღინიშნება ორივე პიდროკვეთის სავეგეტაციო პერიოდის (აპრილიდან – სექტემბრამდე) საშუალო წყლის ხარჯებზე. აქაც 1933–1980 წლებში სავეგეტაციო პერიოდის ხარჯების დაღმავალი ტრენდის სიჩქარე $a = -0,243$ -ს, ხოლო 1981–2010 წლებისათვის – ტრენდი აღმავალი ტენდენციისაა და მისი სიჩქარე $a = 0,531$ -ს.

სოფ. ბირკიანთან მდ. ალაზნის წყლის სავეგეტაციო პერიოდის ჩამონადენი ნატურალური დაკვირვებების მიხედვით ხასიათდება დაღმავალი ტრენდით, რომლის კლების სიჩქარე $a = -0,008$ -ს, 1997–2010 წლების აღდგენილი ხარჯებით კი მიიღება აღმავალი ტრენდი $a = 0,012$ სიჩქარით.

სავეგეტაციო პერიოდის ცალკეული თვეების წყლის ხარჯების დინამიკის (ნახ. 1 და ნახ. 2) კვლევის შედეგების (ცხრილი 3) ანალიზიდან ირკვევა, რომ სოფ. ბირკიანთან აღმავალი (მატების) ტენდენციით ხასიათდება აპრილის, აგვისტოსა და სექტემბრის თვეების წყლის ხარჯები. დანარჩენ თვეებში (მაისი, ივნისი და ივლისი) აღინიშნება წყლის ხარჯების კლება, ანუ მათი ტრენდები დაღმავალი ტენდენციით ხასიათდება.

სოფ. შაქრიანთან წყლის ხარჯების მატების ტენდენცია აღინიშნება აპრილისა და მაისის თვეებში, ხოლო ივნისში, ივლისში, აგვისტოსა და სექტემბერში ფიქსირდება წყლის ხარჯების კლება, რაც გამოწვეულია როგორც ჰავის სიმშრალით, ასევე სარწყავად წყალაღებების მაღალი მნიშვნელობებით.

ამ ფაქტთან დაკავშირებით აღსანიშნავია ის, რომ სავეგეტაციო პერიოდში, სოფ. ბირკიანამდე მდ. ალაზნიდან არ ხდება არც წყალაღება და არც წყალჩაშვება, მის ქვემოთ კი ეს პროცესები აქტიურდება როგორც ზემო და ქვემო სარწყავი მაგისტრალური არხების სისტემებით, ისე მრავალი არასაინჟინრო წყალსაგდები არხებით. საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ მდ. ალაზანში წყალჩაშვება იწვევს წყლის ხარჯების ხელოვნურ მატებას სოფ. შაქრიანთან. წყალჩაშვება ხდება იმ საწარმოდან, რომელიც წყალს იღებს მიწისქვეშა წყლებიდან ჭაბურლილების მეშვეობით და შემდეგ ნახმარ წყალს უშვებს მდ. ალაზანში. ასეთი საწარმოების ჩამონათვალი და წყალჩაშვების წლიური რაოდენობა 2006 წლის მაგალითზე მოცემულია მე-4 ცხრილში [6].

საშუალო-წლიური და სავეგეტაციო პერიოდის წყლის ჩამონადენის ცვლილებასთან ერთად მეტად საყურადღებო მდინარის მაქსიმალური და მინიმალური წყლის ხარჯების მრავალწლიური დინამიკის განსაზღვრა. ამისათვის გამოკვლეულ იქნა მათი ყოველწლიური ცვლილება. მიღებული ტრენდების პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია მე-3 ცხრილში. მონაცემების შესწავლის შედეგად გაირკვა, რომ მდ. ალაზნის წყლის მაქსიმალური ხარჯები მის ორივე საკვლევ პიდროკვეთზე მცირდება და მათი ყოველწლიური კლების სიჩქარე სოფ. ბირკიანთან 1,08-ს, ხოლო სოფ. შაქრიანთან $-1,18$ -ს შეადგენს. ამ შემცირების მიზეზი სავარაუდოდ კლიმატის დათბობის პირობებში ზამთარში მდა-

რი ნალექებისა და, შესაბამისად, გაზაფხულის წყალდიდობების შემცირებაა, როდესაც მდინარეზე ძირითადად წყლის მაქსიმალური ხარჯები აღირიცხება.

ცხრილი 4

მდ. ალაზანში საწარმოებიდან 2006 წელს ჩაშვებული წყლის მაჩვენებლები

საწარმოს დასახელება, მისამართი	წყალჩაშვება, ათასი მ ³	მანძილი შესართავიდან, კმ
ს.ს. თელავწყალკანალი, ქ. თელავი	629	220
შპს ყვარლის წყალკანალი, ქ. ყვარელი	1100	217
შპს გურჯაანის წყალკანალი, ქ. გურჯაანი	430	150
ს.ს. ახმეტის დვინის ქარხანა	1,5	250
შპს ქინძმარაულის მარანი, ყვარლის რ-ნი, სოფ. გავაზი	1,2	200
შპს კახეთის დვინის სახლი, თელავის რ-ნი, სოფ. სანიორე	2	220

ამის საწინააღმდეგო პროცესი მიმდინარეობს მდ. ალაზნის წყლის მინიმალური ხარჯების ცვლილებასთან დაკავშირებით. მე-3 ცხრილის მონაცემების მიხედვით, მდ. ალაზნის წყლის მინიმალური ხარჯები ორივე ჰიდროკვეთზე იზრდება ყოველწლიურად 0,02 სიჩქარით. სავარაუდოდ, ამის მიზეზი არის ის ფაქტი, რომ ზამთარში, როდესაც მდინარეზე აღირიცხება მინიმალური წყლის ხარჯები, რომლებიც ადრე ფორმირდებოდა ძირითადად მიწისქვეშა წყლებით, კლიმატის დათბობის გააქტიურების პირობებში აუზის ზედაპირზე თოვლის ნაცვლად მოდის წვიმა, რომელიც დაუბრკოლებლად ჩაედინება მდინარეში და ემატება მიწისქვეშა წყლებს.

მდ. ალაზნის წყლის ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილება. კლიმატის მიმდინარე და მოსალოდნელი ცვლილების გაცვენის შესწავლა მდინარის წყლის ჩამონადენზე ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა ნებისმიერი რეგიონისათვის, ხოლო მდ. ალაზნის შემთხვევაში – მთელი ჩვენი ქვეყნისათვის, რადგან ეს მდინარე არის მთავარი წყარო კახეთის ნაყოფიერი ნიადაგების მოსარწყავად და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უხვი მოსავლის მისაღებად. მაგრამ კლიმატური კლემენტების ცვლილების შედეგად მდინარის წყლის ჩამონადენის ცვლილების შეფასება საკმაოდ რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

დახმული საკითხის შესასწავლად კლიმატის ცვლილების საქართველოს მეორე ერთ-ერთი შეტყობინების ფარგლებში გამოყენებულ იქნა რეგიონული კლიმატისა (PRECIS) და ჰიდროლოგიური (WEAP) კომპიუტერული მოდელები [6]. განხილულ იქნა 15-წლიანი და 30-წლიანი პერიოდები. მდ. ალაზნის ზემო წელში არსებული ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემებით საპროგნოზო გამოთვლების შედეგად მიღებული ტემპერატურის, ნალექებისა და მდინარის ჩამონადენის ცვლილება მოცემულია მე-5 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ ნალექების რაოდენობა შედარებით მცირდება ტემპერატურის არსებითი მატების ფონზე, რომელიც XXI საუკუნის ბოლოსათვის 5 °C-ზე მეტი იქნება. შესაბამისად, აუზის ზედაპირზე მოიმატებს აორთქლება და შემცირდება მდინარის ჩამონადენი XX საუკუნის მეორე ნახევართან შედარებით.

**ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის ტემპერატურისა და მდ. აღაზნის წყლის
ჩამონადენის მნიშვნელობები 15- და 30-წლიან პერიოდებში**

წლები	ნალექები, მმ	ცვლილება, მმ	ტემპერატურა, °C	ცვლილება, °C	ჩამონადენი, მლნ მ³	ცვლილება, მლნ მ³
15-წლიანი პერიოდი						
1951–1965	2200		3,3		441	
19661980	2280	+80	3,3	0,0	474	+33
2071–2085	2150	-130	7,9	+4,6	408	-66
2086–2100	2260	+110	8,9	+1,0	433	+25
30-წლიანი პერიოდი						
1951– 980	2240		3,3		459,7	
2071–2100	2205	-35	8,4	+5,1	420,2	-39,5
ცვლილება, %		-1,6%				-8,6 %

ამ ცხრილის მიხედვით 15-წლიანი პერიოდების განხილვის დროს ატმოსფერული ნალექები, გამონაკლისის გარდა, თითქმის უცვლელი რჩება, ხოლო ტემპერატურა XXI საუკუნის ბოლოსათვის 5 °C-ით გაიზრდება. ეს ფაქტი შესაბამისად აისახება მდინარის ჩამონადენზეც და მიღებული პროგნოზის თანახმად 2100 წლისათვის მოსალოდნელია მდ. აღაზნის ჩამონადენის კლება, ოღონდ პერიოდული ვარიაციებით.

30-წლიანი პერიოდების გასაშუალოების შემთხვევაში მდინარის ჩამონადენის ტრენდი მცირე კლების ტენდენციას აჩვენებს. აქედან გამომდინარე, XXI საუკუნის ბოლოსთვის 1951–1980 წლებთან შედარებით ჩამონადენის 8,6 %-იანი კლებაა მოსალოდნელი პერიოდული ვარიაციებით.

აღსანიშნავია, რომ მდ. აღაზნის ჩამონადენი მის ქვემო წელში დაახლოებით 13 %-ით აღემატება შესაბამის მნიშვნელობას შუა წელში და მისი ცვალებადობა სინქრონულად მიმდინარეობს მდინარის გაყოლებაზე. ამიტომ შაქრიანის ჰიდროლოგიური საგუშაგოს-თვის, რომლის მახლობლად სათავეს იდებს ქვემო აღაზნის სარწყავი სისტემა, მიღებული შედეგები შეიძლება გავრცელდეს მდ. აღაზნის ქვემო წელზეც და საუკუნის ბოლოსთვის 2070–2100 წლების ჩამონადენი მდ. აღაზანზე სავარაუდოდ საშუალოდ 10 %-ით დაიკლებს.

ჩვენი კვლევის მიხედვით, სავგებებაციო პერიოდში მდ. აღაზანზე ბუნებრივი ჩამონადენის ($\text{მ}^3/\text{წ}$) დინამიკის (ნახ. 1) ამსახველი დადმავალი (კლების) ტენდენციის ტრენდის განტოლებას (ცხრილი 3) ხოფ. ბირკანთან ასეთი სახე უქნება:

$$Q = -0,0084n + 20,642, \quad (3)$$

სადაც n წლის რიგითი ნომერია 1950 წლიდან, ე. ი. როდესაც $n=1$, მისი კოეფიციენტი $(-0,0084)$ კი უჩვენებს ჩამონადენის ყოველწლიური კლების ინტენსიურობას.

ასეთ პირობებში კახეთის რეგიონში შესაძლებელია გააქტიურდეს გაუდაბნოების პროცესი, მაგრამ საქართველოს კლიმატის მეორე ეროვნული შეტყობინების [6] თანახმად,

მდ. ალაზნიძან წყლის მოთხოვნაზე მხოლოდ მაშინ შეიძლება გაჩნდეს პრობლემა, როდესაც ჩამონადენი შემცირდება 50 %-ით და ამდენივეთი გაიზრდება მოთხოვნა წყალზე. კინაიდან მაშინდელი პროგნოზით ჩამონადენის ასეთი შემცირება ნავარაუდევი არ იყო, ამიტომ წყლის მოთხოვნის მნიშვნელოვანი ზრდის შემთხვევაშიც კი მდ. ალაზანზე წყლის დეფიციტი არც მიმდინარე საუკუნეშია მოსალოდნელი [6].

ალბათ, ასეთი დამაიმედებელი პროგნოზის გამოა, რომ კლიმატის ცვლილების მესამე ეროვნულ შეტყობინებაში [7] მდინარის წყლის ჩამონადენის ცვლილების საკითხი არ არის განხილული, მაგრამ განხილულია ჰაერის ტემპერატურის, ატმოსფერული ნალექებისა და გვალვიანობის პროგნოზები 2071–2100 წლებისათვის. საგანგაშოა ის, რომ მდ. ალაზნის აუზის ორივე მხარეს მოსალოდნელია ნალექების მნიშვნელოვანი შემცირება და ჰაერის ტემპერატურის მომატება, რაც ბუნებრივად გამოიწვევს მდინარეთა წყლიანობის შემცირებას.

დასკვნა

ამრიგად, კლიმატის თანამედროვე დათბობისა და ანთროპოგენური ფაქტორების მოქმედების შესაფასებლად მდინარის ჩამონადენის მიხედვით გამოკვლეულია მდ. ალაზნის წყლის წლიური, მაქსიმალური, მინიმალური, სავეგეტაციო პერიოდისა და ცალკეული თვეების ხარჯების მრავალწლიური დინამიკა. შედგენილია მათი სათანადო ტრენდები და მიღებულია მათი აპროქსიმაციის გამომსახველი განტოლებები შესაბამისი შეფასებებით. ვინაიდან წლის სხვადასხვა პერიოდში ტემპერატურისა და ნალექების ცვლილება ხდება სხვადასხვა ინტენსიურობით, მდ. ალაზნის სხვადასხვა პერიოდის ჩამონადენის ცვლილების ტენდენციაც განსხვავებულია.

ასეთი ვითარება მეტად საყურადღებოა და საჭიროა სათანადოდ იქნეს შესწავლილი მასთან დაკავშირებული მოსალოდნელი პრობლემები, რათა შემუშავდეს და ჩატარდეს შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები ნეგატიური პროცესების შერბილებისა და ზარალის შემცირებისათვის. მათი გათვალისწინებით შესაძლებელია მდინარეთა არსებული წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების სწორი დაგეგმვარება, განსაკუთრებით სავეგეტაციო პერიოდში, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ყაირათიანად რწყვის საწარმოებლად და, შედეგად, მოსავლიანობის ასამაღლებლად, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ქვეყნის კონომიკისა და მოსახლეობის კეთილდღეობისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. T. Basilashvili, L. Machavariani, L. Lagidze. Desertification risk in Kakheti region, East Georgia // Journal of Environmental Biology, vol. 36, 2015, pp. 33-36.
2. ც. ბასილაშვილი. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყალმცირობის ჩამონადენის შეფასება//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრო-მეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 123, თბ., 2016, გვ. 72-76.
3. ც. ბასილაშვილი. მდ. ალაზნისა და მისი შენაკადების წყლის ჩამონადენის პარამეტრები წყალსამეურნეო გაანგარიშებებისათვის//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 124, თბ., 2017, გვ. 12-16.

4. ც. ბასილაშვილი. მდინარეთა წყლის შიდაწყლიური განაწილება და სავგეგტაციო პერიოდის ჩამონადენი მდ. ალაზნის აუზში//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდრომების ელექტროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 124, თბ., 2017, გვ. 17-21.
5. ც. ბასილაშვილი, ი. ზარნაძე. მდ. ალაზნის წყალწარმომქმნელი ფაქტორების ცვლილებები და მათი მოსალოდნელი მნიშვნელობები გლობალური დათბობის პირობებში//მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 3 (726), თბ., 2017, გვ. 33-47.
6. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბ., 2009. - 230 გვ.
7. საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების შესახებ. UNOP in Georgia, თბ., 2015. - 292 გვ.

**EXPECTED TRENDS OF WATER FLOW OF THE RIVER ALAZANI UNDER
GLOBAL WARMING AND CLIMATE CHANGE**

Ts. Basilashvili

(Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University)

Resume: Water-flow of the longest river of Georgia Alazani, which is the main factor for socio-economic development in Kakheti and its tributes have been studied. Statistical designators of water expenditure and their variable values have been ascertained. In the zone of the natural formation of the water flow (at the village of Birkiani) and of intense water utilization (at the village of Shakriani) multi-year dynamics of the water expenditure and the expected trends of their development have been ascertained. The numerical values of their annual change speed have been identified. The obtained evaluation of the river water-flow change is of vital importance for planning the water management systems with the view of rational utilization of the water resources, water provision, irrigation and power systems as well as for the environmental safety.

Key words: dynamics; parameters; probability; trend; variation.

ГИДРОЛОГИЯ

**ОЖИДАЕМЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА ВОДЫ Р. АЛАЗАНИ В
УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА**

Басилашвили Ц. З.

(Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета)

Резюме. Изучен сток воды самой длинной реки Грузии Алазани и её притоков, что является основным фактором социального и экономического развития в регионе Кахетии. Уточнены статистические характеристики расходов воды и их вероятностные значения. В зоне естественного формирования стока воды р. Алазани (у с. Биркиани) и в зоне интенсивного потребления воды (у с. Шакриани) установлены многолетние динамики и определены ожидаемые тенденции развития расходов воды за разные периоды года. Установлены численные величины скоростей их ежегодных изменений. Полученная оценка изменения стока воды рек очень важна для планирования управления водохозяйственными системами в целях рационального перераспределения существующих водных ресурсов для водоснабжения населения и предприятий, обслуживания мелиорации и энергетики, а также для безопасности окружающей среды.

Ключевые слова: динамика; вариация; вероятность; параметры; тренды.

აჭარა-თრიალეთის მთიან-ნაოჭა ზონის მინირალური წყლების გამოყვანის პერსპექტივა რეგიონში გადამოწიფილია და გადამოწიფილია ტოლობიური პურორულის და სასმელ-სამკურნალო წყლების ჩამომსხველი ქარხვების განვითარების სამსახური

ბადრი მხეიძე, ავთანდილ სონდულაშვილი, ზურაბ კაგულია, ინგული ნანაძე,
მანანა კოპაძე, ლუდმილა ლლონტი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის
ინსტიტუტი)

რეზიუმე: აჭარა-თრიალეთის მინერალური წყლები გამოირჩევა გამოსავლების სიმრავ-
ლით და აირული და ქიმიური შედგენილობის მრავალფეროვნებით. აქ, შედარებით მცირე
ტერიტორიაზე, დაფიქსირებულია როგორც ნახშირორუანგიანი, ისე აზოტიანი და მეთანი-
ანი ცივი, თბილი და ცხელი წყლები.

მოკლედ გადმოცემულია 2015–2017 წლებში ჩატარებული მინერალური წყლების გამო-
სავლების მონიტორინგის ძირითადი შედეგები და მეცნიერულად დასაბუთებული წინადა-
ღებები მათი რესურსული პოტენციალის გაზრდის გზების შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: აჭარა-თრიალეთი; მინერალური წყლები; გამოყენების პერსპექტი-
ვა; რესურსული პოტენციალი.

შესავალი

აჭარა-თრიალეთი გეომორფოლოგიურად მკაფიოდ გამოკვეთილი რეგიონია საქართვე-
ლოს ტერიტორიაზე. ესაა გეოლოგიურად ახალგაზრდა მთიან-ნაოჭა ზონა, წარმოდგენილი
განედური მიმართულების ანტიკლინორიუმით, რომელიც შედგება ძირითადად პალეოგენუ-
რი ასაკის ქანებით ნაგები დიდი და მცირე ანტიკლინებისა და სინკლინების მორიგეობი-
საგან. გეოლოგიური აგებულების თავისებურებებმა გამოხატულება პოვა რეგიონის რელი-
ეფში დიდი თუ პატარა ქედების სახით. აჭარა-თრიალეთის ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი
ატმოსფერული ნალექების სიუხვის გამო დასერილია ხშირი პიდროგრაფიული ქსელით და
შემოსილია მრავალფეროვანი მცენარეული საფრით.

მრავალ ბუნებრივ სიკეთებსთან ერთად აჭარა-თრიალეთი გამოირჩევა მინერალური
წყლების გამოსავლების სიმრავლით და ნივთიერი შედგენილობის მრავალფეროვნებით.
რეგიონის მიწისქვეშა წყლების რესურსების ფორმირებას უხვ ატმოსფერულ ნალექებთან
ერთად განაპირობებს ქანების ლითოლოგიური თავისებურებები და ინტენსიური დანაოჭე-
ბით გამიწვეული ნაპრალებისა და წყვეტითი აშლილობების ფართო ქსელის არსებობა.
რაც შექება მიწისქვეშა წყლების ქიმიური და აირული შედგენილობისა და ტემპერატუ-
რული პარამეტრების ჩამოყალიბებას, ეს დაკავშირებულია წიაღში მიმდინარე ისეთ პრო-
ცესებთან, როგორიცაა: დანალექი ქანების შთანთქმული კომპლექსების გახსნა, ქანმაშენი

მინერალების გამოტუტვა, კონტაქტური მეტამორფიზმი, პოსტპალეოგენური გულკანიზმის აქტიურობა, მაგმის დერივატების მოდენა და სხვ.

ძირითადი ნაწილი

მონიტორინგმა გამოავლინა, რომ ექსპლუატაციის რეჟიმის დარღვევის შემთხვევაში ზოგიერთ საბადოზე ხდება წყლის მინერალიზაციის კლება, ქიმიური ტიპის შეცვლა, დებიტის შეცირკება, ჭაბურღლილიდან თვითდინების შეწყვეტა და სხვა ნებატიური მოვლენები. უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგჯერ ეს ცვლილებები დაკავშირებულია ბუნებრივ პირობებთან.

აჭარა-თრიალეთის მინერალური წყლები ძირითადად გენეტიურად მკვეთრად განხსნავებულ ორ ჯგუფად იყოფა: ნახშირორუანგიან და აზოტინ წყლებად. ამასთან, აზოტინი წყლები წარმოდგენილია მხოლოდ თერმებით ($t > 20^{\circ}\text{C}$), მაშინ როცა პირველი ჯგუფის წყლებში ცივთან ერთად ხშირად გვხვდება თბილი ან ცხელი წყლებიც.

ნახშირორუანგიანი წყლები, თავის მხრივ, რამდენიმე ქვეგზუფითად წარმოდგენილი. მათ შორის საუკეთესო გემოთი და სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი თვისებებით გამოიჩინება საკუთრივ სოდიანი წყლები, რომელთა საყოველთაოდ ცნობილი წარმომადგენელია ბორჯომის მინერალური წყალი. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში მრავალწლიანი ჰიდროგეოლოგიური კვლევებისა და საძიებო-ბურღლივითი სამუშაოების შედეგად დადგენილ იქნა ბორჯომის წყლის საბადოს დიდი საექსპლუატაციო მარაგები. თავისი რესურსებით იგი ბევრად აღემატება ამ ტიპის წყლების სხვა საბადოებს რეგიონში და მთელ საქართველოში. თავდაპირველად აქ, ახლანდელ ბორჯომ-პარქში, მხოლოდ ორი, შედარებით მცირედებითიანი მინერალური წყალო არსებობდა.

„ბორჯომის“ ტიპთან თავისი ქიმიური შედეგენილობით ძალზე ახლოსაა ნაბეღლავის ნახშირორუანგიანი მინერალური წყალი. ადრე მდ. გუბაზეულის ჭალაში მინერალური წყლის მცირე გრიფონები აღინიშნებოდა, ხოლო შემდეგ საძიებო ბურღლის შედეგად გახსნილ იქნა ძალზე სასიამოვნო გემოსა და ეფექტური სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი თვისებების მქონე სოდიანი წყლების საბადო.

ნაბეღლავის მინერალურ წყალზე იმდენად დიდი მოთხოვნილებაა როგორც ჩამოსხმის, ისე ბალნეოთერაპიული თვალსაზრისით, რომ მისმა ზედმეტად ინტენსიურმა ექსპლუატაციამ ზოგიერთი ჭაბურღლილიდან თვითდინების შემცირება გამოიწვია. აშარაა, რომ საბადოზე დამატებითი რესურსების მისაღებად საჭიროა ახალი საძიებო-საექსპლუატაციო ბურღლივითი სამუშაოების ჩატარება.

არანაკლები პოპულარობით სარგებლობს საირმის ნახშირმჟავა მინერალური წყალი, რომელიც გამოიყენება არა მარტო კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაავადებათა, არამედ (ექსაძლოა უფრო მეტადაც) თირკმელების დაავადებათა სამკურნალოდ. „საირმის“ საბადო რამდენჯერმეა დაბურღლული და მიმდინარეობს ახლად გამოვლენილი მარაგების ექსპლუატაცია.

საწინააღმდეგო მდგომარეობაა თავის დროზე ძალზე პოპულარულ ზვარეს მინერალური წყლის საბადოზე. მიუხედავად იმისა, რომ „ზვარეს“ შესწავლა გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან დაიწყო, რომელი ჰიდროგეოლოგიური და მორფოლოგიური პირობების გამო სასურველი შედეგები ვერ იქნა მიღწეული. საჭიროა საბადოსა და მისი შემოგარენის დებოლური ჰიდროგეოლოგიური გამოკვლევა და კვლევის შედეგების საფუძველზე საძიებო-საექსპლუატაციო ჭაბურღლილების ან შტოლნის გაყვანა წყალშემცველი ნაპრალოვანი ზონის გადასაკვეთად.

აჭარა-თრიალეთის რეგიონში ისხმება რამდენიმე დასახელების სუფრისა და სასმელ-გამაჯანსაღებელი მინერალური წყალი („მიტარბი“, „ფლატე“, „კოგოტაური“ და სხვ.). ისი-

ნი, როგორც წესი, ჰიდროკარბონატული ნატრიუმიან-კალციუმიანი ან კალციუმიან-ნატრიუმიანი დაბალი მინერალიზაციის (5 გ/ლ-ზე ნაკლები) ნახშირორჟანგიანი წყლებია. მათზე მზარდი მოთხოვნილებაა და მომხმარებელთა დასაქმაყოფილებლადაც საკმაო რესურსი არსებობს. პრობლემა მხოლოდ „კოკოტაურს“ აქვს. მისი მინერალიზაცია მკვეთრად დაეცა, რის გამოც საჭიროა დამატებითი საძიებო სამუშაოების ჩატარება პირვანდელი ქიმიური შედგენილობის წყლის მისაღებად, რომლის მინერალიზაცია 3,0 გ/ლ-ს შეადგენდა.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, რეგიონში ნახშირორჟანგიანი მინერალური წყლების უფრო მეტი, ჯერაც აუთვისებელი, რესურსია. ამ მხრივ გამორჩეულია მდ. გუჯარეთისწყლის ხეობა, სადაც მინერალური წყლების უამრავი ბუნებრივი გამოსავალია. განსაკუთრებულ უერადღებას იმსახურებს ხეობის აღმა აყოლებით განლაგებული მინერალური წყაროები. ქვემოთ ჩამოთვლილია აღნიშნული მინერალური წყაროები შესაბამისი ქიმიური შედგანილობის ფორმულების ჩვენებით:

მაჭარწყალი	$CO_2 1,7M_{6,3} \frac{HCO_3 52Cl49}{Na65Mg18} pH 6,6;$
წინუბანი	$CO_2 0,8M_{11,0} \frac{HCO_3 60Cl40}{Na89} pH 6,4;$
გარდევანი	$CO_2 1,9M_{3,2} \frac{HCO_3 92}{Ca46Mg29Na25} pH 6,4;$
გუჯარეთი	$CO_2 0,7M_{9,3} \frac{Cl52HCO_3 48}{Na83Mg10} pH 6,8;$
რამნისხევი	$CO_2 0,9M_{3,1} \frac{HCO_3 98}{Mg47Ca35} pH 6,5.$

მრავალფეროვანი ქიმიური შედგენილობით გამოირჩევა მდ. აჭარისწყლის ხეობის ნახშირმჟავა წყლების ბუნებრივი გამოსავლები. აქ გვხვდება როგორც ჰიდროკარბონატული, ისე სულფატურ-ჰიდროკარბონატული და ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული წყლები. ესენია:

ნამონასტრევი	$CO_2 0,4M_{2,1} \frac{SO_4 45HCO_3 40}{Ca49Na40} pH 6,4;$
ხიხაძირი	$CO_2 0,6M_{5,7} \frac{Cl35HCO_3 35SO_4 30}{Na68Ca22} pH 6,3;$
დანისპარაული	$CO_2 0,6M_{5,1} \frac{HCO_3 99}{Na69Mg24} pH 6,5.$

ამ ნახშირმჟავა წყლების ათვისებას ორი დამაბრკოლებული გარემოება – უგზოობა და დაბალდებიტიანობა – უშლის ხელს. უგზოობა გლობალურ ასკექტში ისედაც მოსაგვარებელია სოფლებთან ნორმალური სატრანსპორტო კავშირის დასამყარებლად, ხოლო, რაც შეეხება დაბალდებიტიანობას, ეს უფრო სპეციფიკური საკითხია და ჰიდროგეოლოგიური კვლევებისა და საძიებო-ტურდებითი სამუშაოების ჩასატარებლად დამატებით ხარჯებს საჭიროებს. ამ მხრივ არსებული ფაქტობრივი მასალა რეგიონის ცნობილი საბადოების (ბორჯომი, საირმე, ნაბედლავი) აღმოჩენის შესახებ ოპტიმისტური პროგნოზის გაკეთების საშუალებას იძლევა მცირედებიტიანი გამოსავლების პოტენციალის შესაფასებლად (თავდაპირებელად ამ საბადოებზე ხომ მხოლოდ ერთი ან ორი წყარო არსებობდა).

პირველ რიგში უერადღებას იპყრობს ზემოთ ჩამოთვლილი წყლების ძალზე საინტერესო და მრავალფეროვანი ქიმიური შედგენილობა, რომელთა შესწავლის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნამდვილად დირს ამ წყაროების უბნებზე საძიებო-ტურდებითი საშუალების ჩატარება.

ადსანიშნავია, რომ აჭარა-თრიალეთის ტერიტორიაზე უფრო უხვადაა წარმოდგენილი თერმული წყლების გამოსავლები. ისინი ძირითადად აზოტიანი ან აზოტიან-გოგირდწყალბადიანი ჰრელი ქიმიური შედგენილობის მქონე სუსტად მინერალიზებული წყლებია. ბუნებრივ გამოსავლებში (წყაროებში) სუბტერმები ფიქსირდება, რომელთა ტემპერატურა 20 – 37 °C-ის ფარგლებშია. ჭაბურღლილებით ძირითადად თერმული (37 – 42 °C) და პიპეროვერმული (42 °C ზევით) წყლებია გახსნილი. თბილი და ცხელი წყლები უმეტესად რეგიონის ცენტრალურ ნაწილშია თავმოყრილი: ბორჯომის ხეობაში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე (დვირი, სადგერი, ციხისჯვარი, ახალდაბა, ტაშისკარი და სხვ.); აგრეთვე ახალციხის დეპრესიის ფარგლებში (წყალთბილა, ასპინძა, გურკელი და სხვ.); მდ. აჭარისწყლის ხეობაში (ცხმორისი, ბოგაური, ჩანჩხალო, შუბანი, ტომაშეთი და სხვ.); აჭარა-თრიალათის ნაოჭა ზონისა და საქართველოს ბელტის კონტაქტურ ზოლში (ნუნისი, სულორი, გორმალალა, ბიისი და სხვ.). აზოტიანი თერმების სიაში რესურსების სიუხვით გამოირჩევა: აბასთუმნის, ზეგარის, უდაბნოს (საირმე) წყლები, მაგრამ ყველაზე დიდი რესურსით და სამკურნალო-გამაჯანსაღვებელი თვისებებით ხასიათდება თბილისის აზოტიან-გოგირდწყალბადიანი თერმული წყლების საბადო. იგი სამი პილოტდინამიკურად დამოუკიდებელი უბნისაგან შედგება: ცენტრალური (ბალნეოკურორტის და გოგირდის აბანოების ტერიტორია), საბურთალოს და ლისის. თუ ცენტრალური უბნის რესურსები, შეიძლება ითქვას, რაციონალურად და ეფექტურად გამოიყენება, იგივეს ვერ ვიტყვით სხვა უბნებზე, რომელთა რესურსები მხოლოდ ნაწილობრივადაა ათვისებული.

მართალია, აჭარა-თრიალეთის რეგიონის აზოტიანი თერმების უმეტესობის ბაზაზე ბალნეოლოგიური კურორტები (ნუნისი, აბასთუმნი, უდაბნო, სადგერი, ციხისჯვარი, ახალდაბა, ტაშისკარი და სხვ.) ფუნქციონირებს, მაგრამ მათი რესურსების ათვისების დონე საკმაოდ დაბალია; არადა თერმული წყლების ყაირათიანი გამოყენება კარგ პირობებს შექმნიდა პაციენტთა და დამსევენებელთა დამატებითი კონტინგენტის მოსაზიდავად. განსაკუთრებით ეს ეხება თერმული წყლების რესურსებით მდიდარ და მშვენიერი ბუნებრივი პირობებით შემცულ კლიმატურ-ბალნეოლოგიურ კურორტ აბასთუმნას.

სამწუხაოდ, ისეთი ცნობილი თერმული წყალი, როგორიცაა ზეგარი, რომლის ბაზაზე გასულ საუკუნეში ბალნეოლოგიური კურორტი არსებობდა, ამჟამად მიტოვებულია, ხოლო მისი სამკურნალო და საყოფაცხოვრებო ინფრასტრუქტურა – გაპარტახებული.

თერმული წყლების გამოსავლების უმეტესობას სტიქიურად და ნაწილობრივ იყენებს ადგილობრივი მოსახლეობა პროფილაქტიკური და სანიტარიული მიზნით.

ცალკე განხილვის დირსია მდ. აჭარისწყლის ხეობის სუბთერმული წყლები. რამდენიმე მათგანი ზემოთ უკვე იყო ნახსენები. საქმე ისაა, რომ ამ ხეობის სუბთერმულ წყლებზე, ისე როგორც ნახშირმჟავა წყლებზე, აქამდე არავითარი საძიებო სამუშაოები არ ჩატარებულა. არადა მათ აქვთ დიდი პოტენციალი გადაიქცნენ ბალნეოლოგიური კურორტების აღმშენებლობის ბაზად. საჭიროა შედარებით არაღრმა (100 – 300 მ) ჭაბურღლილების გაყვანა მათი გამოსავლების უბნებზე, სადაც მოსალოდნელია ცხელი (37 °C-ზე მეტი) სამკურნალო წყლების მიღება. ამ მხრივ განსაკუთრებით პერსპექტიულია ტომაშეთისა და ცხმორისის წყაროების უბნები. პირველი გამოირჩევა შედარებით დიდი დებიტით, ხოლო მეორე – ძალზე მოხერხებული ადგილმდებარებით.

აზოტიანი და აზოტიანგოგირდწყალბადიანი თერმების გარდა, რეგიონში საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული ნახშირორჟანგიანი თერმები. საკმარისია დავასახელოთ ბორჯომის ნახშირორჟანგიანი სოდიანი წყლების საბადო, სადაც წყლების ტემპერატურა, როგორც წესი, 20 °C-ს აჭარებს, ხოლო უმეტეს ჭაბურღლილებში იგი 37 °C-ზე მაღალია. ნახშირორჟანგიანი ცხელი წყლების მეორე დიდი ჯგუფი ახალციხის დეპრესიის ფარგლებშია

გავრცელებული, ისინი ხასიათდებიან უფრო მაღალი ტემპერატურითა და რესურსების სიუხვით. ახალციხის ცხელი წყლის ბაზაზე დიდი ხანია ფუნქციონირებს ბალნეოლოგიური კურორტი. ამ რაიონში აღსანიშნავია აგრეთვე ნაქალაქევისა და ასპინძის ნახშირორჟანგიანი ცხელი წყლები, რომელთა გამოყენება ბალნეოლოგიური მიზნით ფრიად პერსპექტიულია, რადგან ნახშირორჟანგა აირით გაჯერებულ წყლის აბაზანას პირველ რიგში აქვს საუკეთესო სამკურნალო-გამაჯანსაღებული თვისება და თანაც დიდ სიამოვნებას გვრის ადამიანს.

თერმული წყლების რამდენიმე გამოსავალი დაფიქსირებულია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონისა და საქართველოს ბელტის კონტაქტურ ზოლში (ამაღლება, დიხაშხო, ქვემო ფლავი, გორიჯვარი). ესაა მეთანიანი, ძირითადად საშუალო მინერალიზაციის ქლორიდულნატრიუმიანი წყლები. მათ აირული და ქიმიური შედგენილობის ფორმირებაში აშკარაა ბელტის მინერალური წყლების გავლენა. ეს გამოსავლები ამჟამად პრაქტიკულად გამოუყენებელია, თუმცა მათი ხელსაყრელი ადგილმდებარეობა დიდ დასახლებულ პუნქტებთან და მთავარ გზებთან სიახლოეს წამახალისხებელ ფაქტორს წარმოადგენს ინვესტორისათვის. აღსანიშნავია, რომ ზემოაღნიშნულ ტექტონიკური კონტაქტის ზოლში ვლინდება მიწისქეშა წყლებში ფორმირით შემცველობა.

რეგიონის მინერალური წყლების არამარტო მრავალფეროვანი შედგენილობის საილუსტრაციოდ, არამედ მეტად ორიგინალური და პერსპექტიული ქიმიზმის გამო აუცილებელია განვიხილოთ შუახვის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მდებარე ტბეთის მინერალური წყალი. ესაა საშუალო მინერალიზაციის სულფატური რკინიანნატრიუმიანი უმიანი წყალი, რომლის ქიმიური შედგენილობის ფორმულას შემდეგი სახე აქვს:

$$M_{6,1} \frac{SO_4^{100}}{Fe40Na25Mg20} pH < 4.$$

კომპონენტების რაობითა და ფარდობითი შემცველობით იგი თითქმის „ნუნისის“ ანალოგიურია, თუმცა ერთი რიგით აღემატება მას საერთო მინერალიზაციის დონით. ადგილობრივთა გადმოცემით, ტბეთის წყალი უბარი საშუალებაა ქეცის საწინააღმდეგოდ. „ნუნისის“ ანალოგით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ იგი ასევე უფაქტური იქნება კანის სხვა დაავადებათა სამკურნალოდ. უნდა აღინიშნოს, რომ მინერალური წყლის დებიტი ძალზე მცირეა, ე. წ. წვეთობითი. სამწუხაროდ, ბოლო მონიტორინგის დროს (2017 წლის ივნისი) ტბეთის მინერალური წყლის გამოსავალი აღმოჩნდა მეწყრული მასით გადაფარული. გაწმენდითი სამუშაოების ჩატარებისა და რაციონალური კაპტაჟის მოწყობის მეშვეობით შესაძლებელი იქნება არა მარტო გამოსავლის აღდგენა, არამედ უფრო დიდი დებიტის მიღებაც.

დასკვნა

აჭარა-თრიალეთის მინერალური წყლების მონიტორინგის შედეგად მოპოვებული მონაცემების, ფონდური და გამოქვენებული მასალის შეჯერებისა და ანალიზის საფუძვლზე მოხდა რეგიონის ჰიდროთერმულ-მინერალური რესურსების პოტენციალის შეფასება.

აჭარა-თრიალეთის მრავალფეროვანი ქიმიური შედგენილობისა და სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი თვისებების მქონე მინერალური წყლების რესურსების რაციონალური ათვისება ხელს შეუწყობს სასმელი სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი წყლების ჩამომსხმელი წარმოების მნიშვნელოვნად გაზრდას და ბალნეოლოგიური და ბალნეოკლიმატოლოგიური კურორტების ქსელის გაფართოებას, რაც საგრძნობ წვლილს შეიტანს რეგიონის კონომიკის განვითარებაში და ადგილობრივი მოსახლეობის სოციალური პრობლემების, პირველ რიგში, დასაქმების პრობლემის გადაჭრის საქმეში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ბ. მხეიძე, ა. სონდულაშვილი, ზ. კაგულია, ი. ნანაძე, მ. კოპაძე, დ. ღლონები. აჭარა-თრიალეთის მინერალური წყლების მონიტორინგის ზოგიერთი შედეგის შესახებ//გეცნიერება და ტექნოლოგიები, №2(725), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2017, გვ. 105-1102.
2. ბ. მხეიძე, ა. სონდულაშვილი, ზ. კაგულია, ი. ნანაძე, მ. კოპაძე, დ. ღლონები. აჭარის წყლის ხეობის მინერალური და თერმული წყლების რესურსების გაზრდისა და ათვისების პერსპექტივები//გეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 1 (721), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2016, გვ. 54-61.
3. Гамкрелидзе И. П., Лобжанидзе Г. П. Геология центральной части Аджаро-Триалети и проблема боржомской минеральной воды. Тб.: Мецниереба, 1984. - 82 с.
4. Зауташвили Б. З. Термальные воды Аджаро-Триалетской рифтовой зоны//Тр. ГИГ АН Грузии, № 10, Тб., 1988, с. 54-60.
5. Мхеидзе Б. С. Гидрогеология перспективных месторождений минеральных вод Аджаро-Триалетской складчатой системы. Сб. «Гидрогеология и инженерная геология в народнохозяйственном освоении территории Грузии». Тб.: Мецниереба, 1988, с. 39-48.
6. Проблемы геологии Аджаро-Триалетии//Тр. Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., вып. 44, Тб.: Мецниереба, 1974.
7. Чихелидзе С. С. Природные ресурсы Грузинской ССР. Т. III. Минеральные воды. М.: АН СССР, 1961. - 438 с.
8. L. Glonti, E. Sakvarelidze. Investigation of the Heat Condition of Tbilisi Thermal Water Deposit. Exploration and Exploitation of Ground Water System in Georgia, Research Workshop. September 27-28, Tb., 2010.
9. B. Mkhcheidze, Z. Kakulia, A. Songulashvili, I. Nanadze, M. Kopadze, L. Glonti. Rational Use of Ajara-Trialeti Mineral Waters – One of the Reliable Ways to Resolve Social and Economic Problems or the Region. 3-rd International Scientific-Practical Conference on Up-to-date Problems of Geology, book of Abstracts. Tb., 2017, pp. 89-92.

**PROSPECTS FOR USE AJARA-TRIALETI MOUNTAIN-FOLDED ZONE MINERAL
WATERS IN THE DEVELOPMENT OF BALNEOLOGICAL AND
BALNEOClimATIC RESORTS AND BOTTLING DRINKABLE AND MEDICAL
WATERS ENTERPRISES IN THE REGION**

B. Mkheidze, A. Songulashvili, Z. Kakulia, I. Nanadze, M. Kopadze, L. Glonti

(Institute of Hydrogeology and Engineering Geology of Georgian Technical University)

Resumе: Ajara-Trialeti mineral waters stand out by the numerous outcrops and the variety of gas composition. Here, comparatively in a small area carbon dioxide, nitrogen and methane, cold, warm and hot waters are fixed.

The proposed article summarizes the main results of the survey conducted in 2015 - 2017 years monitoring of Ajara-Trialeti mineral waters and considerations on ways to increase their resource potential.

Key words: Ajara-Trialeti; mineral waters; use prospects; resource potential.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД АДЖАРО-
ТРИАЛЕТСКОЙ ГОРНО-СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ В ДЕЛЕ РАЗВИТИЯ В РЕГИОНЕ
БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКИХ И БАЛЬНЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ КУРОРТОВ И
РАЗЛИВОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТЬЕВО-ЛЕЧЕБНЫХ ВОД**

Мхеидзе Б. С., Какулия З. Г., Сонгулашвили А. Т., Нанадзе И. В., Копадзе М. О.,

Глонти Л. Е.

(Институт гидрогеологии и инженерной геологии Грузинского технического университета)

Резюме. Минеральные воды Аджаро-Триалети выделяются многочисленностью выходов и многообразием газового и химического состава. Здесь, сравнительно на небольшой территории, зафиксированы как углекислые, так и азотные и метановые холодные, теплые и горячие воды.

Кратко изложены основные результаты проведенного в 2015 - 2017 годы мониторинга минеральных вод Аджаро-Триалети и научно-обоснованные предложения о путях увеличения их ресурсного потенциала.

Ключевые слова: Аджаро-Триалети; минеральные воды; перспективы использования; ресурсный потенциал.

ტელეკომუნიკაციის სატრანსპორტო ქსელის პლაგა და ოპტიკური

სიმონ ლომსაძე, ომარ შამანაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: მოცემულია ტელეკომუნიკაციის სატრანსპორტო ქსელის ასაგებად გამოყენებული ტექნოლოგიების შედარებითი დახასიათება და აღნიშნული ტექნოლოგიების გამოყენებით ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტის გზები.

ინტერნეტის აქტიური გამოყენება და სატელეკომუნიკაციო ქსელის დინამიკური განვითარება მკაცრ მოთხოვნებს უქენებს ტელეკომუნიკაციის სატრანსპორტო ქსელს, რაც გამოწვეულია ქსელში მულტისერვისული ტრაფიკის არსებობით და გადაცემული ინფორმაციის მოცულობის გაზრდით. ტელეკომუნიკაციის ოპერატორების მიერ გამოყენებული ტექნოლოგიების ურთიერთშეთავსება და ინტეგრირება სატრანსპორტო ქსელის ოპტიმალური დაგეგმარების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პირობაა.

საკვანძო სიტყვები: ინტერნეტი; მულტისერვისული ტრაფიკი; ოპტიმიზაცია; ტელეკომუნიკაციის სატრანსპორტო ქსელი.

შესავალი

ტელეკომუნიკაციის ქსელში ყოველგვარი მულტისერვისული მომსახურება მიმართულია სატრანსპორტო ქსელის გამართული მუშაობისაკენ, რაც პირველ რიგში დამოკიდებულია იმ ტექნიკურ მახასიათებლებზე, რომლებითაც ხასიათდება ესა თუ ის ტექნოლოგია. ამ ტექნოლოგიების ურთიერთშეთავსება და ინტეგრირება სატრანსპორტო ქსელის ოპტიმალური გამოყენების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

ტელეკომუნიკაციის თანამედროვე სატრანსპორტო ქსელში ნებისმიერი მომსახურება გულისხმობს IP (Internet Protocol) ტექნოლოგიის გამოყენებას, ციფრული ტრაქტის ფორმირება კი ხორციელდება ისეთი ტექნოლოგიების საშუალებით, როგორიცაა SDH (Synchronous Digital Hierarchy), POF (Polymer Optical Fiber System), xWDM (Wavelength Division Multiplex), Ethernet (Gigabit Ethernet/10-Gigabit Ethernet – ქალაქის ფარგლებში მაგისტრალური ქსელის აგება) [1].

ტელეკომუნიკაციის თანამედროვე სატრანსპორტო ქსელის ასაგებად საჭიროა სატრანსპორტო ტექნოლოგიების ერთობლიობა; კერძოდ:

- IP/ATM/SDH/ოპტიკა, IP/ATM/ოპტიკა;
- IP/SDH/ოპტიკა, IP/ოპტიკა;
- IP/MPLS/ოპტიკა.

პერსევერაციაში ტელეკომუნიკაციის ახალი თაობის სატრანსპორტო ქსელის განვითარება მიმართულია ერთიანი ინტეგრირებული ინფრასტრუქტურის შექმნისაკენ ისეთი პრო-

ტოკოლების ერთობლიობის საფუძველზე, როგორიცაა IP/MPLS კონცეფცია, რომელიც და-ფუძვნებულია All-IP ტექნოლოგიაზე.

თავდაპირველად ხმოვანი სიგნალების გადასაცემად დამუშავებულ იქნა ტექნოლოგია, რომელიც დაფუძნებული იყო TDM (Time Division Multiplex) არხების დროითი განცალკევების საფუძველზე შექმნილი გადაცემის მულტიპლექსირების მეთოდზე. საუბარია SDH ტექნოლოგიაზე, რომლის დადებით მხარეს წარმოადგენს გარანტირებული გამტარუნარიანობა და გადაცემის სიჩქარე (155 მეგბ/წმ-დან 40 გბ/წმ-დე).

ძირითადი ნაწილი

ტექნოლოგიების განვითარების თანამედროვე ეტაპი გულისხმობს ახალი თაობის SDH ტექნოლოგიის შექმნას, რომელიც წარმატებით იქნება გამოიყენებული Ethernet და IP/MPLS ტრაფიკის გადასაცემად [2, 3].

ისევე როგორც ყველაფერს, აღნიშნულ ტექნოლოგიასაც აქვს თავისი ზღვარი, რაც პირველ რიგში გამოიხატება სიჩქარის შეზღუდვით (155 მეგბ/წმ-დან 40 გბ/წმ-დე).

2006 წელს დამუშავებულ იქნა სტანდარტი IEEE802.3an (10 გბ/წმ), რაც ითვალისწინებდა 10 გბ/წმ სიჩქარით ინფორმაციის გადაცემას წყვილი სპილენძის გამტარით [4]. აღნიშნული სტანდარტი ოპერატორებს და ინტერნეტ პროვაიდერებს უმნიშვნელო დანახარჯებით დიდი გამტარუნარიანობის მიღების საშუალებას აძლევს. Ethernet-ის გამოყენება კი გადაცემის სატრანსპორტო ქსელებში ეკონომიკურად გამართლებული გადაწყვეტილების მიღების საფუძველია, რაც იმას ნიშნავს, რომ ტექნოლოგიური ჩანაცვლება ოპერატორისათვის ძირიად ღირებული არაა. დღეისათვის გამოყენებული SDH/ATM ინტერფეისების ნაცვლად ერთი რომელიმე კონკრეტული მიმართულებით შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს Ethernet ინტერფეისები 10 გბ/წმ-დე სიჩქარით ლოპალური ქსელის გლობალურ ქსელთან მისაერთებლად. ამიტომ ტერიტორიულად განაწილებული სატელეკომუნიკაციო ინფრასტრუქტურის ოპიმალურ დაგეგმარებას სჭირდება:

- მაღალი სიჩქარით ინფორმაციის გადაცემის უზრუნველყოფა და მომსახურების რაოდგნობრივი გაზრდა, რაც მომხმარებელთა მხრიდან ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნაა;
- ტელეკომუნიკაციის არსებულ ქსელთან ინტეგრაცია და განსხვავებული მწარმოებელი ფირმების ტექნოლოგიებთან ურთიერთქმედება;
- ტექნიკური რესურსების არსებობა, რათა მოხდეს ტექნიკური სისტემების გადახალისება სულ მცირე მომდევნო 5–10 წლის განმავლობაში.

მაგისტრალური ქსელებისათვის საკმაოდ რთული საკითხია სატრანსპორტო სისტემის ორგანიზება. სატრანსპორტო სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს ინფორმაციის გადაცემას სხვადასხვა ქსელს შორის, რომლებიც სატრანსპორტო პროტოკოლების მუშაობის სხვადასხვა პრინციპზე აგებული. თანამედროვე ტექნოლოგიები შესაძლებლობას იძლევა შეიქმნას მაგისტრალური ქსელი, რომელიც უზრუნველყოფს მულტისერვისული ნაკადების ეფექტურ გადაცემას. დღეისათვის, მაგისტრალური ქსელის აგებისას, მსოფლიო პრაქტიკაში დომინირებს SDH და ATM (Asynchronous Transfer Mode) ტექნოლოგიები, რომელთა დადებითი მხარეა გამტარუნარიანობის ოპიმალურობა და იმის შესაძლებლობა, რომ ტექნოლოგიებმა იმუშაოს როგორც კავშირის ორი პარალელური ფიზიკური არხის საშუალებით, ისე ერთი ძირითადი არხით; ამასთან, ძირითადი არხის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში უნდა შეძლოს სათადარიგოზე ავტომატური გადართვა.

გამტარუნარიანობის ოპტიმალური გამოყენების თვალსაზრისით, ATM გაცილებით უკეთესია, ვიდრე SDH.

SDH ქსელი სულ მცირე 2 მეგბ-იანი არხების კომუტაციის შესაძლებლობას იძლევა, რაც სხვა მიზნებისათვის მის გამოყენებას შეუძლებელს ხდის, მიუხედავად იმისა, მოლიანად არის არხი დატვირთული, თუ ნაწილობრივ.

ATM ქსელი, რომელიც დინამიკური მულტიპლექსირების პრინციპს იყენებს, ინფორმაციის გადაცემის გარანტირებული და არაგარანტირებული გამტარუნარიანობის მქონე ორი ძირითადი ტიპის ვირტუალური არხის ორგანიზების საშუალებას იძლევა. გარდა ამისა, ამ ტექნოლოგიით შესაძლებელია ვირტუალური არხის კომუტაცია პრაქტიკულად ნებისმიერი არხის მიმართ, რომლის გამტარუნარიანობაც 2 მეგბ/წმ-ზე ნაკლებია. ისეთ შემთხვევაში, თუ ATM ქსელის რომელიმე არხში ინფორმაცია არ გადაიცემა, მაშინ მისი გამოყენება ხდება მოლიანად.

კომპლექსური პროექტების განხორციელებისას მნიშვნელოვანია სისტემის ყველა კომპონენტის ღირებულების შეფასება. მიუხედავად იმისა, რომ SDH-თან შედარებით ATM უფრო ძვირია, მნიშვნელოვანია იმის ცოდნა, რომ SDH კომუტატორების გამოყენება სატრანსპორტო ქსელის აგებისას საგრძნობლად ზრდის პერიფერიული მოწყობილობების ფასს. ამიტომ, სატრანსპორტო სისტემის საერთო ღირებულება, რომელიც აგებულია SDH და ATM კომუტატორების ბაზაზე, შეიძლება ერთნაირად ჩაითვალოს.

დასკვნა

ამრიგად, სატელეკომუნიკაციო ქსელების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე სატრანსპორტო ქსელის დაგეგმარება, მოდელირება და ოპტიმიზაცია საინტერესო და აქტუალური თემა. წინამდებარე სტატიაში ჩამოყალიბებულია ტელეკომუნიკაციის თანამედროვე სატრანსპორტო ქსელის აგების მეთოდები და ტექნოლოგიები. განხილულია აღნიშნული ტექნოლოგიების შესაძლებლობები, მუშაობის პრინციპები და შედარებულია მათი დადგებითი და უარყოფითი მხარეები.

ინტერნეტის აქტიური გამოყენება და სატელეკომუნიკაციო ქსელის დინამიკური განვითარება მკაცრ მოთხოვნებს უუნებს ტელეკომუნიკაციის სატრანსპორტო ქსელს, რადგან წარმოდგენილი მომსახურებების მიმართ იგი უფრო მეტად მგრძნობიარება, რაც გამოწვეულია ქსელში მულტისერვისული ტრაფიკის (ხმა, მონაცემები, ვიდეო) არსებობით. ამიტომ სატელეკომუნიკაციო ოპერატორების მიერ გამოყენებული ტექნოლოგიების ურთიერთშეთავსება და ინტეგრირება სატრანსპორტო ქსელის ოპტიმალური დაგეგმარების ერთერთი უმნიშვნელოვანები პირობაა.

ტელეკომუნიკაციის თანამედროვე სატრანსპორტო ქსელის შექმნას საფუძველად დაედო პაკეტური კომუტაციის მონაცემთა გადაცემის ქსელი, რომელიც აგებულია IP, ATM, MPLS ტექნოლოგიების გამოყენებით [5]. შევეცადეთ გვეჩვენებინა, რომ სატრანსპორტო ქსელის აგებისას ზემოაღნიშნული ტექნოლოგიების გამოყენება, თავიანთი შესაძლებლობიდან გამომდინარე, განსხვავებული შედეგების მომტანია, რაც ცხადი ხდება ქსელის მომხმარებლისათვის ვიწროზოლიანი და ფართოზოლიანი მომსახურებისას. აღნიშნული კიდევ ერთეულ ადასტურებს ოპტიმიზაციის საკითხის აქტუალურობას სატრანსპორტო ქსელის დაგეგმარებისას.

დაბოლოს, სატრანსპორტო ქსელის აგების არქიტექტურა უზრუნველყოფს:

- გადაცემული მულტისერვისული ტრაფიკის მხარდაჭერას;

- ქსელის ადაპტაციას ახალი მომსახურების დანერგვისას;
- მომხმარებლის მობილურობას, რაც განპირობებულია ნებისმიერი წერტილიდან ქსელ-თან მიერთების შესაძლებლობით;
- ქსელის რესურსების ეფექტიან გამოყენებას და თვითღირებულების შემცირებას გა-დაცემული ტრაფიკის ოპტიმიზაციის ხარჯზე, რაც გულისხმობს დროით და პაკეტური კომუტაციის არხების დინამიკური მულტიპლექსირების შედეგად ხმოვანი ინფორმაციის შემჭიდროებას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Росляков А. В., Самсонов И. В., Шибаева Н. А. Сети следующего поколения NGN. М.: Экономиздат, 2008. - 424 с.
2. Бакланов И. Г. и др. NGSDH: успех неизбежен//Мир связи, №11, 2004.
3. Семёнов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения. М.: ОАО Гипросвязь, 2005. - 240 с.
4. Столингс В. Современные компьютерные сети. Питер, 2003. - 783 с.
5. Олифер В. и др. Новые технологии и оборудование IP-сетей. П., 2000. - 512 с.

RESEARCH AND OPTIMIZATION OF TELECOMMUNICATION TRANSPORT NETWORKS

S. Lomsadze, O. Shamanadze

(Georgian technical university)

Resume: There is given comparative characteristic of technologies, used in the field of telecommunication transport networks and methods of solving the problem of optimization by technologies, used in the field of the telecommunication transport industry.

The active use of the Internet and the dynamic development of the telecommunications, impose strict requirements to the telecommunication of transport networks, that is the result of increasing multiservice traffic in the network. Integration of technologies, used by telecommunication operators is one of the most important conditions of optimal planning of the transport networks.

Key words: Internet; multiservice traffic; optimization; telecommunication transport networks.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Ломсадзе С. И., Шаманадзе О. К.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Приведена сравнительная характеристика технологий, используемых в области телекоммуникационных транспортных сетей, и способы решения задачи оптимизации современными технологиями, используемыми в области телекоммуникационной транспортной отрасли.

Активное использование Интернета и динамическое развитие телекоммуникационной сети, обеспечивают строгие требования к телекоммуникационным транспортным сетям, что является результатом увеличения мультисервисного трафика в сети. Интеграция технологий, используемых операторами электросвязи, является одним из важнейших условий оптимального планирования транспортных сетей.

Ключевые слова: Интернет; мультисервисный трафик; оптимизация; транспортные сети телекоммуникации.

GdSb₂ ზირვას მიღება, მათი ოპტიკური და ელექტრული თვისებები

ნინო თურქაძე, ზაურ ჯაბუა, აკაკი გიგინეიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: დამუშავებულია ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით ორი დამოუკიდებელი წყაროსაგან *GdSb₂* თხელი ფირების დამზადების ტექნიკურის ინტერვალში შესწავლილია კუთრი წინაღობის, პოლის მუდმივას და თერმოემბის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება. 0.08 – 5 ევ ფოტონების ენერგიების უბანში ოთახის ტემპერატურაზე გაზომილია ფირების არეკვლისა და შთანთქმის სპექტრი. გამოთვლილია დიელექტრიკული შეღწევადობის ნამდვილი და წარმოსახვითი ნაწილების, დანაკარგების ფუნქციის, არეკვლისა და შთანთქმის კოეფიციენტების სპექტრული დამოკიდებულება.

საქანძო სიტყვები: არეკვლა; დიელექტრიკული შეღწევადობა; თერმოემბ; ფირი; შთანთქმა.

შესავალი

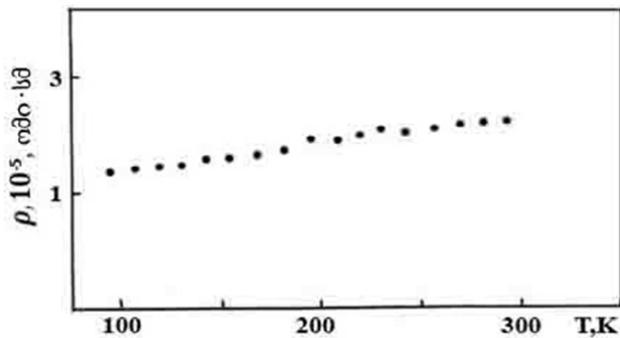
იშვიათმიწა ელემენტების (იმე) ანთიმონიდები წარმოადგენს საინტერესო მასალებს როგორც პრაქტიკული გამოყენების, ასევე მყარი ტანის მრავალი თეორიული საკითხის ახლებურად გააზრების კუთხით [1-6], მაგრამ ყველა ასეთი შენაერთი ჯერ კიდევ შესწავლილი არ არის.

მოცემული სამუშაოს მიზანია ერთ-ერთი ასეთი შენაერთის (*GdSb₂*) თხელი ფირების მიღება, მათი ელექტროფიზიკური და ოპტიკური თვისებების გამოკვლევა.

ძირითადი ნაწილი

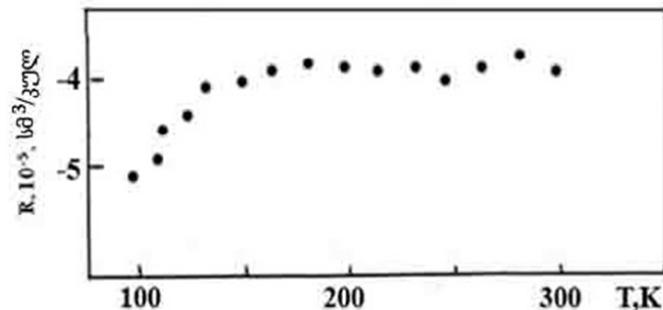
0,5–1,7 მკმ სისქის, 9 მმ სიგრძისა და 6 მმ სიგრძის *GdSb₂* კრისტალური ფირები მიღებულია *Gd* და *Sb* დამოუკიდებელი წყაროსაგან ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით. საწყის მასალებად გამოყენებულ იქნა 99,9 % *GdM-1* მარკის გადოლინიუმი და 99,999 % სისუფთავის *Sb*, ფუძეშრევებად – სიტალის, ლეიკოსაფირონისა და (111) ორიენტაციის მონკრისტალური სილიციუმის ფირფიტები. დაფენის პროცესში კამერაში ვაკუუმი $\sim 10^{-5}$ პა-ს აღწევდა. გადოლინიუმის აორთქლება ხდებოდა ელექტრონული სხივით 1860 ± 25 K ტემპერატურაზე, ანთიმონისა – თერმულად 980 ± 10 K ტემპერატურაზე. დაფენის პროცესში ფუძეშრის ტემპერატურა იყო 900 – 960 K, *Gd* და *Sb* ამაორთქლებლები ფუძეშრიდან დაშორებული იყო 35 და 25 მმ-ით, ხოლო ამაორთქლებლების დერძები ფუძეშრის ნორმალთან 0 ადგენდა ~ 35 და $\sim 40^0$ -იან კუთხეებს. ფირების დაფენის სიჩქარე კი $\sim 65\text{A}$ წმ-ს შეადგენდა.

რენტგენოლიფრაქციული და ელექტრონოგრაფიული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ფუძეშრეზე მომზადებული ყველა ფირი ერთფაზა იყო, რომლებსაც $SmSb_2$ ტიპის რომბული მესერი ჰქონდა. მათი პარამეტრები ($a = 6.14 \text{ \AA}$, $b = 5.94 \text{ \AA}$ და $c = 17.68 \text{ \AA}$) სრულ შესაბამისობაში იყო $GdSb_2$ მოცულობითი კრისტალის მონაცემებთან [7]. რენტგენული მიკროანალიზის მონაცემების მიხედვით, ფირები შეიცავდა 33.4 ± 0.1 ატ % GGd -ს და 66.6 ± 0.1 ატ % Sb -ს. ამასთან, კომპონენტები ზედაპირზე განაწილებული იყო თანაბრად. ოუ სპექტრულმა ანალიზმა ცხადყო, რომ კომპონენტების განაწილება ფირის სისქის მიხედვით (± 0.3 % სიზუსტით) ერთნაირია. ფირების დაყოვნება პაერზე 12 – 15 დღის განმავლობაში იწვევდა მათი ფერის შეცვლას, რაც, როგორც რენტგენულმა ანალიზმა აჩვენა, ფირის ზედაპირის დაწანებით იყო გამოწვეული.

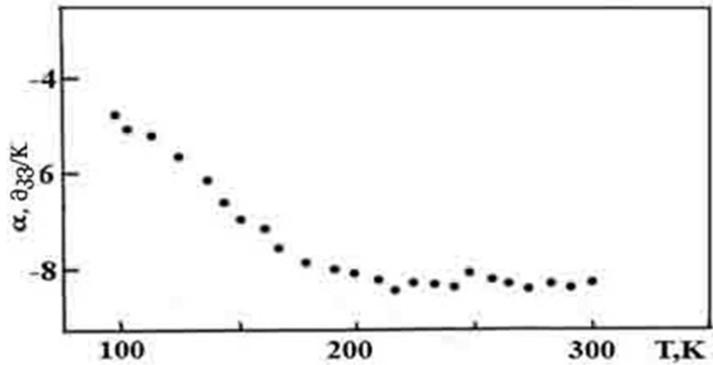


ნახ. 1. $GdSb_2$ ფირის კუთრი წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი

წარმოგიდგენთ $GdSb_2$ ფირების კუთრი წინაღობის, პოლის კოეფიციენტისა და თერმოემდის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკებს. როგორც 1-ლი ნახ-დან ჩანს, ტემპერატურის გაზრდით კუთრი წინაღობა სუსტად და წრფივად იზრდება. კუთრი წინაღობის წრფივი გაზრდის საფუძვლზე შეიძლება ვივარაულოთ, რომ მუხტის მატარებლების დისპერსიის ძირითადი მექანიზმი ფლუქტუაციით გამოწვეული დისპერსიაა. 100 – 180 K ტემპერატურულ შუალედში პოლის მუდმივა ნელა იზრდება, ხოლო შემდეგ მუდმივ მნიშვნელობას იდებს (ნახ. 2). მთელ ტემპერატურულ შუალედში პოლის მუდმივას აქვს უარყოფითი ნიშანი.

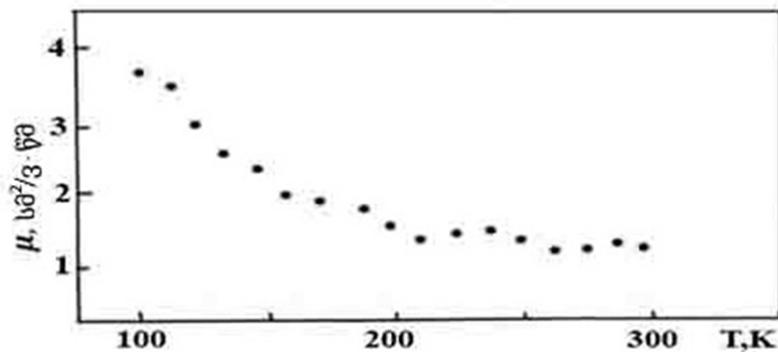


ნახ. 2. $GdSb_2$ ფირის პოლის მუდმივას ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი



ნახ. 3. $GdSb_2$ ფირის თერმოემბ-ის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი

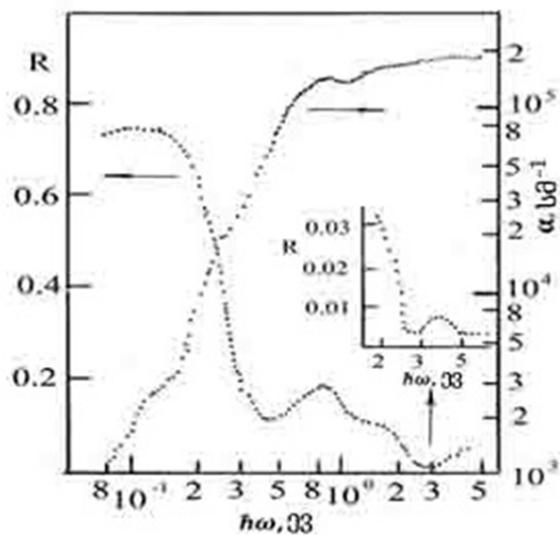
როგორც მე-3 ნახ-დან ჩანს, თერმოემბ ტემპერატურის მიხედვით ნელა იზრდება და უარყოფითი ნიშანი აქვს. პოლის და თერმოემბ-ის კოეფიციენტების გაზომვების შედეგები-დან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ $GdSb_2$ ფირებში მუხტის მატარებლებად გვევლინება ელექტრონები. კუთრი წინაღობისა და პოლის კოეფიციენტის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკების საფუძველზე გაანგარიშებულ იქნა გამტარობის ელექტრო-ნების ძვრადობა (ნახ. 4).



ნახ. 4. $GdSb_2$ ფირის გამტარობის ელექტრონების ძვრადობის ტემპერატურაზე
დამოკიდებულების გრაფიკი

ძვრადობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მრავდიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის გაზრდით ძვრადობა მცირდება. ელექტროფიზიკური პარამეტრების ტემპერატურაზე დამო-კიდებულების ხასიათისა და რიცხვითი მნიშვნელობის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ $GdSb_2$ ფირები ლითონური ბუნებისაა.

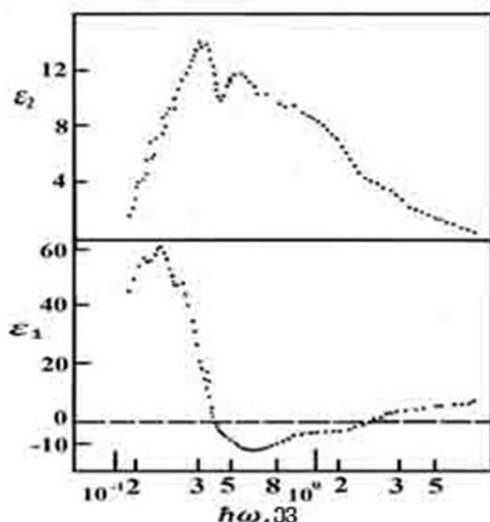
მე-5 ნახ-ზე მოცემულია $GdSb_2$ ფირის არეკვლისა (R) და შთანთქმის (α) ტიპური სპე-ქტრი. არეკვლის სპექტრზე ($\hbar\omega < 0.38$ ევ ენერგიებზე) შეიმჩნევა კარგად ჩამოყალიბებული პლაზმური კიდე, რომელიც ხასიათდება კარგი არეკვლის უნარით ($R \approx 0.75$).



ნახ. 5. $GdSb_2$ ფირის არეგვლის (R) და შთანთქმის (α) სპექტრი

არეგვლის მინიმუმი აღნიშნულია 0,39 ევ-ზე, ხოლო არეგვლის ზოლი, რომელიც ჩვეულებრივ დაკავშირებულია ზონათმორის გადასვლებთან, მდებარეობს შედარებით გრძელ ტალღოვან უბანში, სადაც ენერგიის მაქსიმუმია 0,81 ევ.

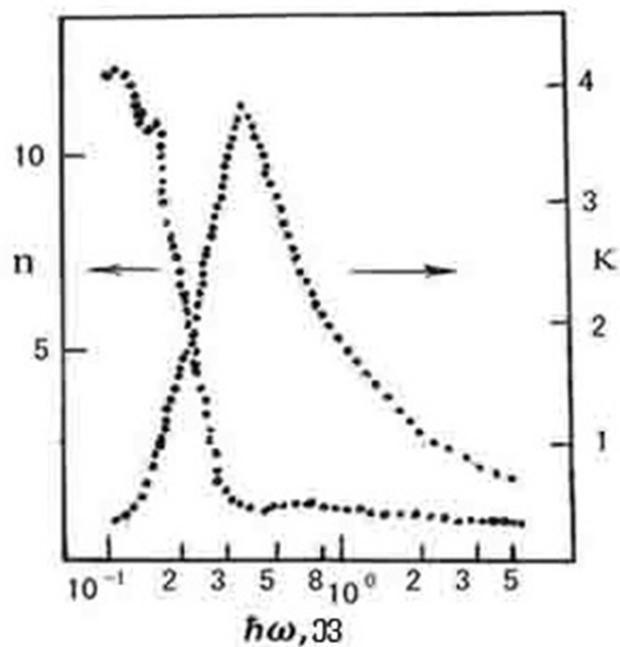
გარეგული სტრუქტურები დაიმზირება 1,6 და 2,9 ევ ენერგიებზე. ასევე აღსანიშნავია არეგვლის მკვეთრი შემცირება სპექტრის ხილულ უბანში (ეს კარგად ჩანს ცალკე ფრაგმენტზე), თუმცა ჩვეულებრივი ზონათმორისი გადასვლებისას ოსცილატორული ძალების მიღევა შეიმჩნევა მხოლოდ ვაკუუმურ ულტრაიისფერ დიაპაზონში. უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული შთანთქმის კიდე არც ენერგეტიკული მდებარეობით, არც სიხშირული დამოკიდებულების ხასიათით არ შეიძლება დაგავშირებული იყოს მხოლოდ ელექტრონების გადასვლებით სავალენტო ზონიდან გამტარობის ზონაში. ამ მოსაზრების სასარგებლოდ მეტ-უკელებს დიელექტრიკული შედწევადობის წარმოსახვითი ნაწილის სპექტრი (ნახ. 6), რომლის მაქსიმუმი უკვე ჩანს 0,21 და 0,30 ევ ენერგიებზე.



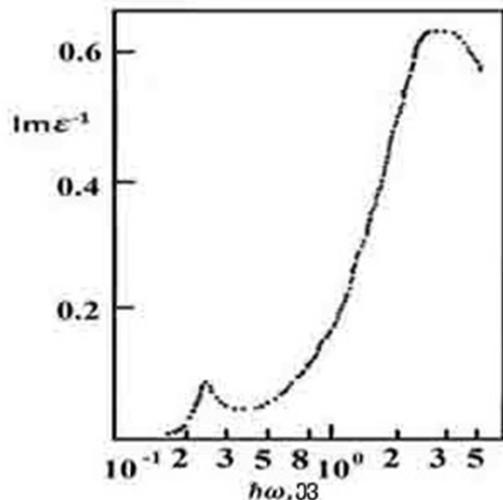
ნახ. 6. $GdSb_2$ ფირის დიელექტრიკული შედწევადობის ნამდვილი (ϵ_1) და წარმოსახვითი (ϵ_2) ნაწილის სპექტრი

SmS ოქროსფერ ფაზაში დიელექტრიკული შეღწევადობის წარმოსახვითი ნაწილის მაქსიმუმი მიეწერება $f-d$ ენერგეტიკულ გადასვლებს, რომლებიც არსებობს გამტარობის ზონის ენერგეტიკულ ღრეულში [8]. არეპლის სპექტრში 1,6 და 1,7 ევ ენერგიებზე არსებული სტრუქტურები განპირობებულია ელექტრონების გადასვლით სავალენტო ზონიდან გამტარობის ზონაში. ამ მაქსიმუმებს შორის ინტერვალი საკმაოდ კარგად შეესაბამება ელექტრონების საბოლოო ენერგიის გახლებვის ენერგიის t_{2g} და t_g მდგომარეობებად კრისტალური ველის გავლებით, თუმცა ასეთ ინტერაქციას საკმაოდ ფრთხილად უნდა მიუვდგეთ, ვინაიდან, როგორ ზემოთ იყო აღნიშნული, არეპლის კოეფიციენტი საკმაოდ მცირეა.

ქე-6 ნახ-დან ჩანს, რომ დიელექტრიკული შეღწევადობის ნამდვილი ნაწილის სპექტრული დამოკიდებულების მრუდი 2-ჯერ იდებს ნულოვან მნიშვნელობას დადებითი დახრით 1,71 ევ-ზე და უარყოფითი დახრით - 0,25 ევ-ზე. პირველი ნულოვანი გადაკვეთა დაკავშირებულია მუხტის მატარებლების პლაზმურ რხევებთან, ხოლო მეორე, რომელიც ენერგიის მიხედვით ემთხვევა ε_2 მაქსიმუმს, აღბათ, დაკავშირებულია $f-d$ გადასვლებთან, როგორც ეს SmS-ში ხდება [8]. სპექტრის ინფრაწილებ უბანში ε_1 -ის საკმაოდ მაღალი მნიშვნელობა კიდევ ერთხელ მიუთითებს იმაზე, რომ $GdSb_2$ ფირების ზონურ სპექტრში უნდა არსებობდეს ვიწრო ენერგეტიკული ღრეული. გარდატეხის და შთანთქმის მაჩვენებლებისა (ნახ. 7) და დანაკარგების ფუნქციის (ნახ. 8) სპექტრული დამოკიდებულებების ანალიზი ცხადყოფს, რომ შთანთქმაში არსებით როლს ასრულებს შთანთქმის მაჩვენებლის მაქსიმუმი (0.4 ევ). ამას ადასტურებს შთანთქმის მაჩვენებლის სპექტრული დამოკიდებულების მდოვრე მრუდი და გარდატეხის მაჩვენებლის მკვეთრი შემცირება ენერგიის მოცემულ უბანში.



ნახ. 7. $GdSb_2$ ფირის გარდატეხისა (n) და შთანთქმის (K) მაჩვენებლების სპექტრი



ნახ. 8. $GdSb_2$ ფირის დანაკარგების ფუნქციის სპექტრი

დანაკარგების ფუნქციის კარგად ჩამოყალიბებული ძირითადი მაქსიმუმი თავისი ენერგეტიკული მდგომარეობით კარგად თანხვდება ε_1 -ის ნულოვანი მნიშვნელობის ენერგიას (1,71 ევ), რაც კიდევ ერთხელ მიუთითებს მუხტის თავისუფალი გადამტანების პლაზმური რხევების არსებით როლზე, რომელსაც ასრულებს მოცემულ ენერგიაზე ოპტიკური პარამეტრების დისპერსიაში მონაწილეობისას.

დასკვნა

ამრიგად, მოცემულ ნაშრომში პირველად იქნა დამუშავებულია ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით კომპონენტების ორი დამოუკიდებელი წყაროსაგან $GdSb_2$ თხელი ფირების მომზადების ტექნოლოგია სხვადასხვა ფუძეშრეზე (სიტალი, ლეიკოსაფირონი, მონოკრისტალური სილიციუმი). დადგენილია მიღებული ფირების სტრუქტურა, მესრის პარამეტრები. ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში (100 - 300 K) გაზომილია კუთრი წინადობა, თერმოემბ, პოლის კოეფიციენტი. ნაჩვენებია, რომ მიღებული ფირები ლითონური ბუნებისაა. ოთახის ტემპერატურაზე გაზომილი ფირების ოპტიკური პარამეტრების ანალიზის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა, რომ ოპტიკური პარამეტრების დისპერსიაში არსებით როლს ასრულებს მუხტის თავისუფალი გადამტანების პლაზმური რხევები.

ავტორები მადლობას უხდიან ს. ცევას ელექტრული და ოპტიკური გაზომვების ჩარებაში დახმარებისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A. S. Verna. Electronic and Optical Properties of Rare Earth Chalcogenides and Pnictides//Afr. Phys. Rev., vol. 3, 2009, pp.11-28.
2. G. Vaithesvaran, L. Petit, A. Svane et al. Electronic Structure of Praseodymium Monofnictides and Monochalcogenides under pressure// Phys.: Condens. Matter, vol.16, 2004, pp. 4429-4433.

3. M. Gasgnie. Rare Eart Compounds (Oxides, Sulfides,...). As thin Films and Thin Crystals// Phys. Status solidi A. vol. 114, №11, 1989. - 171 p.
4. I. Trapaidze, Z. Jabua, I. Kupreishvili, A. Gagineishvili, G. Iluridze, T. Minashvili, K. Davitadze. The Absorption Speqtra of PrSb₂ Thin Films of Golden Colour//76 Annual Conference of The DPG (Deutschen Physikalischen Gesellshaft) and DPG-fruhjahrstagung 2012 (Spring Meeting) of the Condenced Matter Section (SKM). Berlin. March 25-30, 2012. - 224 p.
5. Z. U. Jabua, I. L. Kupreishvili, A. V. Gagineishvili. Optical properties of PrSb₂ Thin Films of Dark Blue Colouring //Phys. Syrf. Engeen., vol. 11, №1. 2013, pp. 22-25.
6. Z. U. Jabua, A.V. Gagineishvili. Influence of Samarium Ion Valence on The Optical Properties of Samarium Diantimonide Thin Films//25th Rare Earth Reasearch Conference. Tuscaloosa, Alabama,USA., June 22-26, 2008. - 167 p.
7. Кост М. Е., Шилов А. Л., Михеева В. И. и др. Соединения редкоземельных элементов. М.: Наука, 1983. - 272 с.
8. G.Travagini, P. Wachter. Low-energy Electronic Structure of Inermediate – Valence “Golden” SmS// Phys. Rev.B., vol.30, №10, 1984, pp. 5877-5881.

PREPARATION, OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF $GdSb_2$ FILMS

N. Turkadze, Z. Jabua, A. Gigineishvili

(Georgian Technical University)

Resume: Thin crystalline $GdSb_2$ films have been grown for the first time by vacuum-thermal evaporation using Gd and Sb separate sources. The resistivity, Hall coefficient, and thermoelectric power of the films have been measured, as function of temperature in the temperature range 100 – 300 K, and their reflection and absorption spectra have been obtained at room temperature and photon energies 0,08 – 5 eV. There have been calculated and analyzed the spectral dependences of the real and imaginary parts of dielectric permittivity, loss function, indexes of refraction and absorption.

Key words: absorption; dielectric permittivity; film; reflection; thermo EMF.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПЛЁНОК $GdSb_2$, ИХ ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Турkadze Н. Д., Джабуа З. У., Гигинеишвили А. В.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Разработана технология приготовления плёнок $GdSb_2$ методом вакуумно-термического испарения из двух независимых источников Gd и Sb . В температурном интервале 100 – 300 К измерена температурная зависимость удельного электросопротивления, постоянной Холла и термо эдс. В области энергии фотонов 0,08 – 5 эВ, при комнатной температуре исследована спектральная зависимость поглощения и отражения приготовленных плёнок. На основе полученных данных вычислены спектральные зависимости действительной и мнимой части диэлектрической проницаемости, функции потерь и коэффициентов отражения и поглощения.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость; отражение; поглощение; плёнка; Термо-ЭДС.

**ცილინდრული სხეულების განივი დაზორშირების პროცესის ანალიზი
ჯემალ ლომსაძე, ზურაბ ლომსაძე, სლავა მებონია, ალექსანდრე თუთბერიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ფ. თავაძის მეტალურგიის და
მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი)**

რეზიუმე: გამოკვლეულია მთლიანი ცილინდრული ნამზადების განივი ჭედვისა და გლინვის პროცესებში ნამზადების დერძულ ზონაში ლითონის მთლიანობის რღვევის გამოწვევი მიზეზები. განხილულია მოცემული პრობლემის შესახებ ცნობილ ავტორთა შეხედულებები და მათი კრიტიკული ანალიზი. ჩატარებული ექსპერიმენტულ-თეორიული კვლევების საფუძველზე პირველად იქნა დადგენილი სხვადასხვა სიგრძის ნამზადების განივი დასმისას მათი დერძული ზონის დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა მოჭიმვის სხვადასხვა ეტაპზე, მათ შორის კრიტიკული მოჭიმვის დროსაც, რამაც ავტორებს ნამზადის დერძული ზონის რღვევის გამოწვევი მიზეზების მეცნიერულად დასაბუთებული ახსნის საშუალება მისცა.

საკვანძო სიტყვები: განივი გლინვა; ირიბი გლინვა; დერძული ზონა; ჭედვა.

შესავალი

მთლიანი ცილინდრული ნამზადების განივი დეფორმირების პროცესებს მიეკუთვნება განივი ჭედვა, რომელსაც ფართოდ იყენებენ მანქანათმშენებლობაში როგორც მცირე, ისე განსაკუთრებით მძიმე მასის (რამდენიმე ათეული ან ასეული ტ) მქონე ლითონის ნაკეთობათა მისაღებად; განივი და ირიბი გლინვა, რომლითაც დებულობენ მთლიან ნაგლინ უნაკერო მიღებს და მრავალ სხვა ნაწარმს. ამ პროცესებს ახასიათებს ნამზადების დერძულ ზონაში ლითონის მთლიანობის რღვევა.

როგორც ცნობილია, აღნიშნული მოვლენა პირველად შემჩნეული იყო გერმანელი მეწარმეების რეინჰოლდ და მაქს მანქემანების მიერ ფოლადის სხმულების განივი ჭედვის დამუშავების დროს ე. წ. „მანქემანის ეფექტი“ [1], რომელიც შემდგომში საფუძვლად დაეფი განივ და ირიბ გლინვას, რისთვისაც მათ 1885 წელს მსოფლიო მნიშვნელობის გამოგონების პატენტი მიიღეს. ეს იყო უდიდესი აღმოჩენა, რამაც კაცობრიობას უნაკერო მიღების მასობრივი წარმოების საშუალება მისცა.

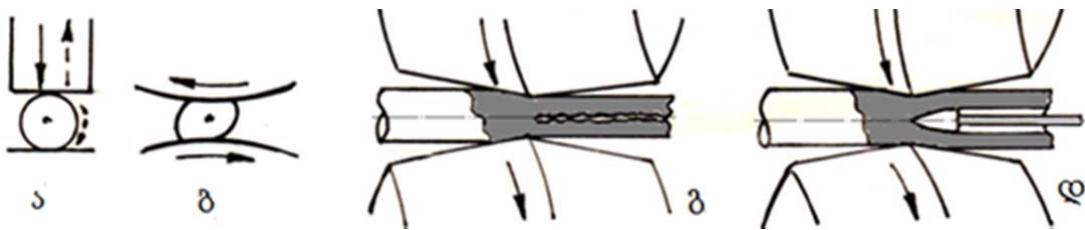
ამ პროცესმა პირველივე დღიდების უდიდესი ინტერესი გამოიწვია მსოფლიოს მეცნიერთა შორის და ნამზადის დერძული ზონის რღვევის მიზეზის ახსნა იქცა, შეიძლება იოქვას, გასული საუკუნის ერთ-ერთ პრობლემად. გაჩნდა ამ პრობლემის ახსნის მრავალი ვარიანტი.

აღნიშნულ პრობლემაზე საქართველოში პირველად დაიწყო მუშაობა ლეონიდე ოკლეიმ გიორგი გეოგანიშვილის ხელმძღვანელობით. შემდეგ ამ თემაზე მუშაობა გააგრძელა მათმა მოწაფეზე ჯემალ ლომსაძემ. მისი ხელმძღვანელობით და საქართველოს ტექ-

ნიკური უნივერსიტეტის ლითონების წნევით დამუშავების კათედრის წევრთა მონაწილეობით ამ პრობლემის გადაწყვეტიში მნიშვნელოვანი წარმატებებიც იქნა მიღწეული.

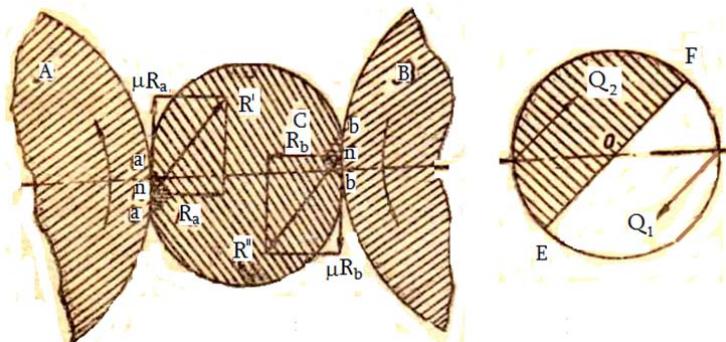
ძირითადი ნაწილი

განივი ჭედვის და გლინგის დროს ნამზადის ღერძულ ზონაში ლითონის მთლიანობის რღვევის მოვლენა გახდა უნაკერო მიღების წარმოების მთავარი აგრეგატის – განმაღრუებელი დგანის კონსტრუქციის შექმნის საფუძველი (ნახ. 1).



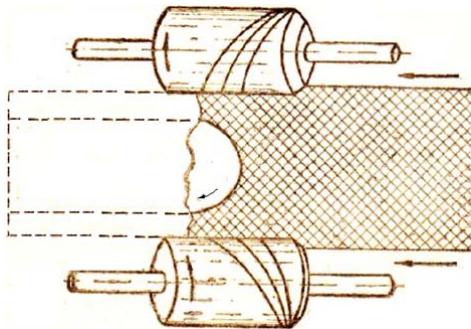
ნახ. 1. განმაღრუებელი დგანის კონსტრუქციის ჩამოყალიბების სქემა: а – განივი ჭედვა; б – განივი გლინგა (კ. წ. უწყვეტი ჭედვა); გ – ხრახნული გლინგა; დ – სამართულის დაყენება სქელპედლიანი მასრის შიგა გლუვი ზედაპირის მისაღებად

1888 წელს ერთ-ერთ გერმანულ ქურნალში დაიბეჭდა მ. ბალკისა [2] და ი. ტორკის [3] სტატიები, რომლებიც მიეძღვნა განივი გლინგის თეორიის საკითხებს. აღნიშნული ავტორები ნამზადში სიღრუის წარმოქმნას მიაწერდნენ ნორმალური (R_a და R_b) და ფრიქიული (μR_a და μR_b) ძალებით აღძრული ინტენსიური მხები ძაბვების მოქმედებას EF კვა-ოში (ნახ. 2).



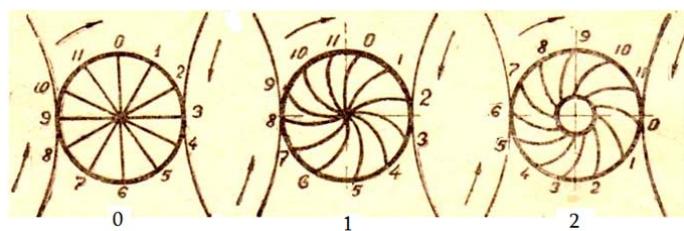
ნახ. 2. განივი გლინგის დროს მოქმედ ძალთა სქემა

1890 წელს გერმანელმა მექანიკოსმა ფრანც რელომ [4] წამოაყენა კ. წ. „პერანგის გახდის“ თეორია. მისი აზრით, სიღრუის წარმოქნის მიზეზი გლინების მხრიდან მოქმედი ფრიქიული ძალებია, რომელთა გავლენით ნამზადი (სხმული) ერთდროულად წინსვლით-გადატანით და ბრუნვით (ხრახნულ) მოძრაობას ასრულებს. ფრიქიული წამტაცი ძალების ზემოქმედებით ნამზადის თავი ჩაღრმავებულ ფორმას იღებს. ეს მაბრისებრი ჩაღრმავება შემდგომი გლინგისას თანდათანობით იმდენად იზრდება სიგრძეში და ისეთ ფორმას იღებს, თითქოს ნამზადი თავისი გარსის გახდას აპირებს (ნახ. 3).



ნახ. 3. დერძული სიღრუის წარმოქმნის სქემა (ფ. რელო)

რელოს თეორია მაღვევე იქნა უარყოფილი, ვინაიდან სიღრუე წარმოქმნება ასევე განვი ჭედვის დროსაც, როდესაც ფრიქციული ძალების მოქმედება გამორიცხულია. პ. გრუბერი [5] სიღრუის წარმოქმნას უკავშირებს ნამზადის გრეხას დეფორმაციის კერაში, რასაც შემდეგი სქემით ხსნის (ნახ. 4).



ნახ. 4. სიღრუის წარმოქმნის სქემა (პ. გრუბერი)

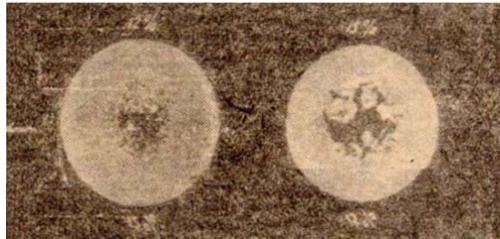
ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა ცხადყო, რომ ირიბი გლინგისას დეფორმაციის კერაში უმნიშვნელო გრეხა ხდება (დაახლოებით 0,5 გრად/სმ), რომელსაც არ შეუძლია დერძული ზონის რღვევის გამოწვევა.

ჯ. გასენმა [6] შენიშნა წარმოქმნილი სიღრუის ზედაპირის ხორკლიანობა და დაასკვნა, რომ ნამზადის ცენტრალური ნაწილი განიცდის შედარებით მეტი ინტენსიურ დეფორმაციას, ვიდრე პერიფერიული ნაწილი და ნიშანცვლადი (კუმშვა-გაჭიმვა) დატვირთვის ზემოქმედებით იგი ინგრევა (ირღვევა).

ფ. კოქსი [7], კ. კოდრონი [8], ნ. ლობკოვიცი [9] და ე. ზიბელი [10] სიღრუის წარმოქმნას ინტენსიურ მხებ ძაბვებს უკავშირებდნენ. მათი აზრით, ნამზადზე დიამეტრულად მოქმედი მქამარი ძალების შემაერთებელი ხაზის მიმართ 45^0 -ით დახრილ სიბრტყეში წარმოქმნება მაქსიმალურად მხები ძალები, რომელთა გავლენითაც ნამზადის დერძულ ზონაში იწყება ძვრა. მისი მიმართულება განუწვეტლივ იცვლება ნამზადის ბრუნვასთან ერთად. სწორედ ეს მხები ძაბვები დერძული ზონის რღვევის მიზეზი უნდა იყოს.

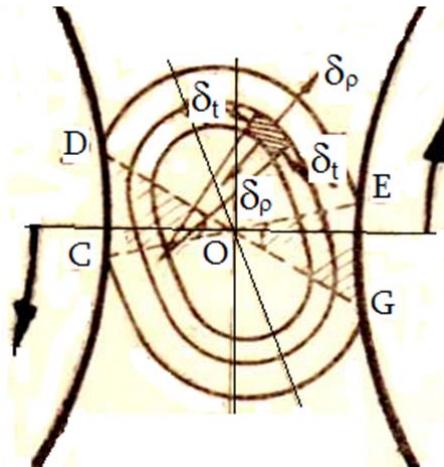
მხები ძაბვების თეორიის მომხრეთა საწინააღმდეგოდ მეტყველებს ო. პლიაცკოვსკისა და გ. პიშჩიკოვის [11] ექსპერიმენტები. ამ ექსპერიმენტების მიხედვით, მოჭიმვის ზრდით (30 %-მდე), როცა მხები ძაბვების სიდიდე მატულობს, სიღრუის წარმოქმნისადმი მიღრეკილება საგრძნობლად მცირდება და არა, პირიქით. მხები ძაბვების თეორიის შემდეგ წამოყენებულ იქნა თითქმის მისი საწინააღმდეგო, ე. წ. ნორმალური ძაბვების თეორია, რომელიც უგულებელყოფდა ნამზადის დერძულ ზონაში ლითონის რღვევაზე პლასტიკური დეფორმაციის გავლენას.

o. ფომიჩევა [12, 13] შეისწავლა ირიბი გლინგის დეფორმაციის კერის სხვადასხვა კვეთის ტემპლეტების მიკროსტრუქტურა (ნახ. 5) და იმ დასკვნამდე მივიღა, რომ ნამზადის დერძულ ზონაში დეფორმაციის უთანაბრობის გამო შესაძლებელია ყოველმხრივი გამჭიმი ძაბვების წარმოქმნა, რომლებიც საბოლოოდ ნამზადის მთლიანობის რღვევას იწვევს.



ნახ. 5. დეფორმაციის კერის სხვადასხვა კვეთის ჰრილები (o. ფომიჩევი)

განივი გლინგის დროს ნამზადის დერძულ ზონაში ყოველმხრივი გამჭიმი ძაბვების წარმოქმნის შესახებ აზრის თეორიულ დასაბუთებას შეეცადა ა. ლისოჩკინი [14]. იგი ნამზადს განიხილავს როგორც წრიული (ელიფსური) რგოლებისაგან შემდგარს (ნახ. 6) და დეფორმაციის კერას ყოფს უშუალოდ გლინების მოქმედების DOC და EOG ზონებად და მის გარეშე არსებულ DOE და COG ზონებად. ა. ლისოჩკინის აზრით [14], რგოლის ის ნაწილი, რომელიც ხვდება პირველ ზონაში, განიცდის შეთხელებას რადიალური მიმართულებით, ხოლო მეორე ნაწილი – გამოჭიმვას ტანგენციალური მიმართულებით.



ნახ. 6. ნორმალური ძაბვების საანაგრიშო სქემა (ა. ლისოჩკინი)

გლინების მოქმედების ზონის გავლის შემდეგ იგივე ელემენტი შინაგანი ძაბვების ზე-მოქმედებით თვითნებურად აღიდგენს თავის ფორმას. წინააღმდეგ შემოხვევაში მოხდება ნამზადის შრებად დაშლა. აღმდგენი ძაბვების სიდიდის განსასაზღვრავად ავტორი იხილავს DOE სექტორში უსასრულოდ მცირე მოცულობის ელემენტის წონასწორობის პირობებს და საბოლოოდ ადგენს, რომ ორივე ნორმალური ძაბვა (σ_t და σ_ρ) ნამზადის ცენტრში არის გამჭიმი.

ნორმალური ძაბვების თეორიას იზიარებდნენ მთელი რიგი მკვლევრები. აღნიშნული თეორია თავის შრომებში [15–18] განავითარა პროფესორმა ვ. სმირნოვმა. მისი აზრით, ნამ-

ზონა განივი გლინგის დროს იმყოფება ყოველმხრივ არათანაბარი გამჭიმი დაძაბულობის პირობებში. დეფორმაციის პროცესში მოჭიმვის ზრდასთან ერთად იზრდება უკეთა მთავარი ძაბვა (რადიალური, ტანგენციალური და დერმული), რომელთა სხვაობებიც ცენტრში თანდათან მცირდება. ამის გამო ინტენსიური პლასტიკური დეფორმაცია შეიმჩნევა მხოლოდ პერიფერიაზე, ხოლო დერმულ ზონაში იქმნება დრეკადი ბირთვი. რდვევა იწყება მაშინ, როდესაც ერთ-ერთი გამჭიმი ძაბვის სიდიდე მიაღწევს ლითონის მყივე რდვევის ზღვარს. ვ. სმირნოვი იძლევა აგრეთვე ანალიზურ დასაბუთებას, მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ამოცანის ანალიზური გადაწყვეტისას იგი წინასწარ იყენებს მთველ რიგ დაშვებებს, რომლებიც გადამწყვეტ გავლენას ახდენს მის საბოლოო შედეგზე. ასეთ დაშვებებს მიეკუთვნება:

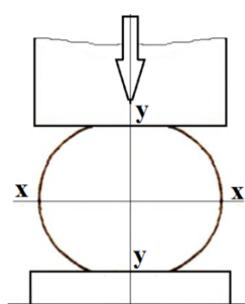
- ნამზადის დერმის გასწვრივ დეფორმაციის უგულვებელყოფა;
- ნამზადის ცენტრში მხები ძაბვების არარსებობა, ე. ი. $\sigma_0 - \sigma_\theta = 0$;
- ნამზადის განივავეთის განხილვა, როგორც დრეკადი ბირთვისა და პლასტიკურად დფურმირებადი გარსისაგან შედეგნილი.

პირველი დაშვება, რაც ამოცანის სიბრტყობრივ განხილვას გულისხმობს, მისაღებია მხოლოდ მათემატიკური გაანგარიშების გამარტივების მიზნით და რეალურად მიუღებელია, ხოლო მეორე და მესამე დაშვება გულისხმობს პლასტიკური დეფორმაციის უგულვებელყოფას ნამზადის ცენტრში, რაც ყოვლად დაუშვებელია.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ „რდვევას, როგორც წესი, წინ უძლვის პლასტიკური დეფორმაცია“ [19], რომელიც ლოკალური დეფორმაციის პირობებში წარმოქმნის მიკრობზარებს და ამცირებს ლითონის რდვევისადმი წინააღმდეგობას. ამასთან, როგორც აკადემიკოს ა. იოფესა და ი. ლევიცკაიას [20] მიერ ჩატარებულმა ექსპერიმენტმა აჩვენა, ყოველმხვრივი თანაბარი გაჭიმვის პირობებში ნებისმიერი მასალა ამჟღავნებს ძალზე მაღალ სიმტკიცეს, რომელიც ახლოსაა მის თეორიულ სიმტკიცესთან (იგივე აზრი გვხდება [21–22] შრომებში) და რომლის გადალახვაც იმ მცირე მოჭიმვების პირობებში აღძრული გამჭიმი ძაბვებისათვის თითქმის შეუძლებელია.

ამ, ასეთი მდგომარეობა იყო გასული საუკუნის 50–60-იან წლებში. არ არსებობდა სისტემური ექსპერიმენტული კვლევები რეალური პროცესების დაწყებიდან დამთავრებამდე. ავტორები მსჯელობდნენ მხოლოდ პროცესის შედეგებით. არ მოიპოვებოდა ისეთი გამოკლევები, რომლებიც დაკავშირებული იყო ლითონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის პროცესის ძირითად ტექნიკოლოგიურ პარამეტრებთან და რდვევის მექანიზმთან.

ჩვენი მიზანი იყო ზედმიწვნით შეგვესწავლა განივი ჭედვის ის საწყისი ელემენტარული რეალური პროცესი – ცილინდრული სხეულის განივი დასმა (ნახ. 7), როცა მმებმა მანქესმანებმა პირველად შენიშნეს ნამზადის დერმული რდვევა, რომელიც შემდეგ უნაკერო მიღების წარმოების საფუძველი გახდა.

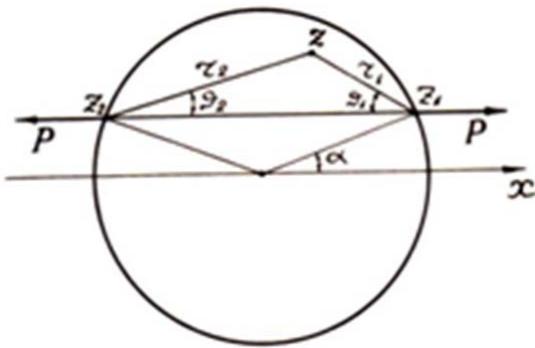


ნახ. 7. ცილინდრული ნამზადის განივი დასმის სქემა

ცნობილია, რომ ჰეშმარიტება მიიღწევა მხოლოდ სინამდვილის, რეალური პროცესის მქაცრი და ყოველმხრივი კვლევის შედეგად [23], რაც პრაქტიკულად არავის ჩაუტარებია. აღმოჩნდა, რომ ზემოაღნიშნული, ერთი შეხედვით მარტივი, ამოცანა არა მარტო მეტალურგების ყურადღებას იმსახურებს, არამედ ამ პრობლემით დაინტერესებული არიან მშენებლები და მათემატიკოსები.

ცილინდრის დიამეტრულად მოქმედი შეფერსული ძალებით კვლევისას გუმშვის დროს დერძულ ზონაში ძაბვების განსაზღვრა პირველად, 1883 წელს, დასმულ იქნა ჸ. ჰერცის [24] მიერ ცილინდრულ საყრდენებზე მოთავსებული ფერმების გაანგარიშებასთან დაკავშირებით.

აღნიშნული ამოცანის სრული გადაწვეტა დრეკადობის ზღვრებში შეძლო აკადემიკოსმა 6. მუსხელიშვილმა [25] (ნახ. 8).



ნახ. 8. ერთეული სიგრძის ცილინდრის დაბაბული მდგრმარეობის გაანგარიშების სქემა

6. მუსხელიშვილის მიხედვით, ნამზადის ნებისმიერ კვეთში ნორმალური და მხები ძაბვები განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

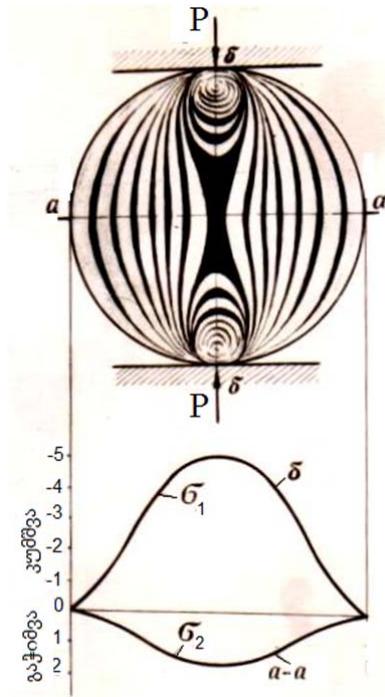
$$\begin{aligned} Y_x &= \frac{2p}{\pi} \left[\frac{\cos^3 \vartheta_1}{r_1} + \frac{\cos^3 \vartheta_2}{r_2} \right] - \frac{p}{\pi \cdot r} \cos \alpha, \\ Y_y &= \frac{2p}{\pi} \left[\frac{\sin^2 \vartheta_1 \cdot \cos \vartheta_1}{r_1} + \frac{\sin^2 \vartheta_2 \cdot \cos \vartheta_2}{r_2} \right] - \frac{p}{\pi \cdot r} \cos \alpha, \\ X_y &= \left[\frac{\sin \vartheta_1 \cdot \cos^2 \vartheta_1}{r_1} + \frac{\sin \vartheta_2 \cdot \cos^2 \vartheta_2}{r_2} \right]. \end{aligned} \quad (1)$$

თუ ამ ფორმულებში მოქმედ ძალებს შევუცვლით ნიშანს (ნახ. 8), კოორდინატთა სისტემას შემოვაბრუნებთ 90° -ით და შევიტანო ცენტრის კოორდინატებს: $\vartheta_1 = \vartheta_2 = 0$, $\alpha = 0$, $r_1 = r_2 = R$, მივიღებთ დასმის პროცესს, სადაც:

$$X_x = \sigma_2 = -\frac{p}{\pi R}; \quad Y_y = \sigma_1 = \frac{3p}{\pi R}; \quad X_y = \tau_{xy} = 0. \quad (2)$$

ამრიგად, დრეკადობის ზღვრებში, ნამზადის დერძულ ზონაში მოქმედებს მკუმშავი და გამჭიმი ძაბვები. მათგან მკუმშავი ძაბვა 3-ჯერ აღემატება გამჭიმს. მოცემული დამოკიდებულების სისწორე დადასტურებულია ასევე ე. უნგსოვის მიერ ფოტოდრეკადობის მეთოდით [26] (ნახ. 9).

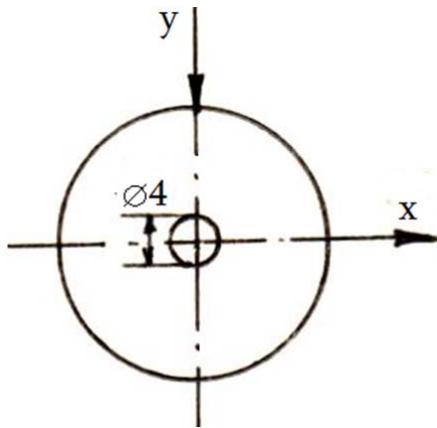
გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ დრეკადობის ზღვრებში მიღებული შედეგები არ შეიძლება პირდაპირ იქნეს გადატანილი პლასტიკური დასმის პირობებში, როგორც ამას ზოგიერთი მკვლევარი აკეთებს და მცდარი დასკვნებიც გამოყავს.



ნახ. 9. დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის კვლევა
ფოტოდოკუმენტის მეთოდით

ჩვენს შემთხვევაში საქმე ეხება ნამზადის განივავთის საკმაოდ რთულ და არათანაბარ პლასტიკურ დეფორმაციას. ასეთ პირობებში ძაბვების არც ექსპერიმენტული და არც თეორიული მეთოდების არარსებობის გამო ჩვენ გადავწყვიტეთ ნამზადის დერძული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დადგენისათვის გამოგვეყენებინა ერთ-ერთი რეალური მეთოდი – ექსპერიმენტული გზით დეფორმაციების დადგენა და მისი საშუალებით ძაბვების განსაზღვრა.

პირველ შემთხვევაში ექსპერიმენტული გზით უნდა დაგვედგინა სხვადასხვა მასალისა (ტყვია, ალუმინი, სპილენი) და განსხვავებული სიგრძის ($\frac{l}{d_0} = 0,25 \div 2,0$) $d_0 = 40$ მმ ნიმუშის დერძულ ზონაში გამოყოფილი ელემენტარული მოცულობის (ნახ. 10) ფორმაცვლილგბები ყოველი 1-2 % დიამეტრული დასმისას. ელემენტის ზომებს x და y მიმართულებით ვზომავდით ინსტრუმენტული მიკროსკოპით (სიზუსტე $0,005$ მმ) და ვსაზღვრავდით დეფორმაციებს ლოგარითმული სახით: $\varepsilon_x = \ln \frac{b}{b_0}; \varepsilon_y = \ln \frac{h}{h_0}$. ვინაიდან ნიმუშის დერძული მართულებით $z - z$ დეფორმაცია თანაბრად ნაწილდებოდა, ამიტომ ε_z დეფორმაციას ვსაზღვრავდით მოცულობის მუდმივობის პირობიდან გამომდინარე: $\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z = 0$.



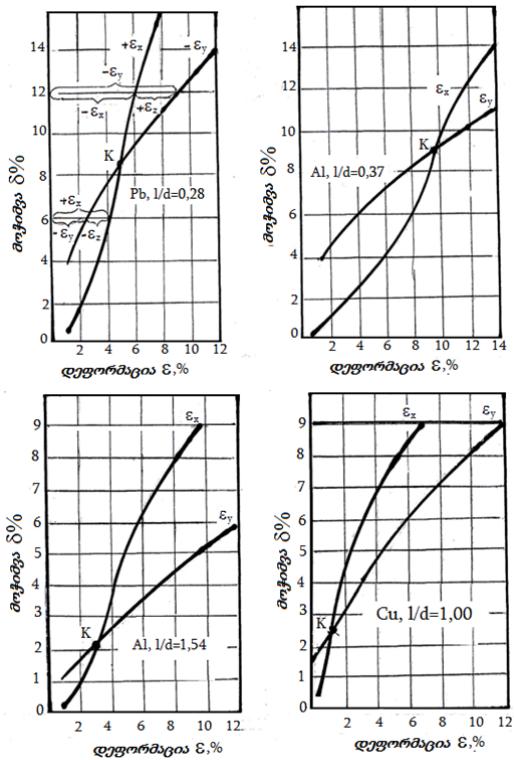
ნახ. 10. ნიმუშის ღერძულ ზონაში გამოყოფილი ელემენტი

დასმის პროცესის სტადიებად შესწავლამ საშუალება მოგვცა თვალი გვედევნებინა ღერძულ ზონაში გამოყოფილი ელემენტარული მოცულობისათვის პროცესის დაწყებიდან დამთავრებამდე. შედგენილ იქნა სათანადო ცხრილები ყველა ზომის ნიმუშისათვის, რომლებშიც მოცემული იყო მოჭიმვის ზრდასთან ერთად ელემენტის დეფორმაციის ცვლილები. მაგალითისათვის მოგვყავს ტყვიის ნიმუშის ($\frac{l}{d_0} = 0,28$) დეფორმაციების მაჩვენებლები (ცხრილი 1) და შესაბამისი დიაგრამა (ნახ. 11).

ცხრილი 1

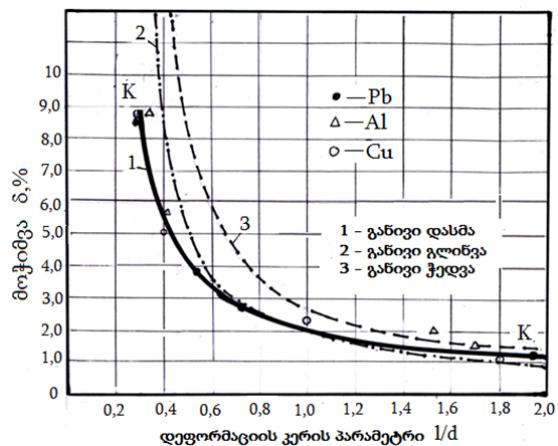
ტყვიის ნიმუშის დეფორმაციების მაჩვენებლები

№	$d, \text{მმ}$	მოჭიმვა $\delta, \text{მმ}$	ელემენტის ზომა და დეფორმაცია				
			x მიმართულებით		y მიმართულებით		z მიმართულებით
			$b, \text{მმ}$	$\varepsilon_1, \%$	$h, \text{მმ}$	$\varepsilon_2, \%$	$\varepsilon_3, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
0	40,00	0,00	4,000	0,00	4,000	0,00	0,00
1	39,66	0,85	4,047	1,15	4,000	0,00	-1,15
2	39,26	1,85	4,032	1,80	3,477	-0,56	-1,25
3	38,60	3,50	4,120	2,40	3,935	-1,66	-1,24
4	38,00	5,00	4,148	3,62	3,900	-2,45	-1,17
5	36,85	7,66	4,202	4,88	3,820	-4,35	-0,53
6	36,54	8,65	4,212	5,30	3,788	-5,30	0,00
7	35,77	10,74	4,248	6,00	3,700	-7,24	+1,24
8	34,47	13,82	4,312	7,50	3,524	-11,22	+3,72
9	31,76	20,00	4,600	13,95	2,804	-26,15	+12,20



ნახ. 11. სხვადასხვა სიგრძის ნომუშების ღერძული ზონის დეფორმაციები

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, ნამზადის ღერძული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა მოჭიმვის ზრდასთან ერთად აშკარა ცვლილებას განიცდის, რომელიც ერთ-ნაირი კანონზომიერებით მიმდინარეობს სხვადასხვა ზომისა და მასალის ნამზადებში. გან-სხვავებაა მხოლოდ ე. წ. გარდამავალი მოჭიმვის ($\text{წერტილი } "K"$) სიდიდეში. ეს უკანასკნე-ლი კი დამოკიდებულია მხოლოდ თანაფარდობაზე და არა მასალაზე. მართლაც, თუ ავა-გებთ სხვადასხვა მასალისათვის " K " წერტილების $\frac{1}{d}$ თანაფარდობაზე დამოკიდებულე-ბის მრუდებს (ნახ. 12), ისინი თითქმის ერთმანეთს დაემთხვევიან, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ე. წ. გარდამავალი მოჭიმვის შესაბამისად დაძაბულ-დეფორმირებული მგდომარეობა ნაკლებად არის დამოკიდებული მასალაზე.



ნახ. 12. კრიტიკული მოჭიმვის მრუდები

ჩვენ მიერ მიღებული გარდამავალი მოჭიმვების მრუდი თითქმის ემთხვევა პროფესორ ვ. სმირნოვის მიერ განივი გლინგისათვის მიღებულ კრიტიკული მოჭიმვების მრუდს. განსხვავება ისაა, რომ ვ. სმირნოვმა მიიღო კრიტიკული მოჭიმვების მრუდი სხვადასხვა სიგრძის ნიმუშებისათვის, მაგრამ მას წარმოდგენა არ პქონდა, თუ რა დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობას შეიცავდა აღნიშნული მრუდი ან მისი ქვედა და ზედა უბანი.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, განივ-პლასტიკური დასმისას ნამზადის დერმული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დასადგენად უნდა გვესარგებლა დეფორმაციებსა და ძაბვებს შორის არსებული დამოკიდებულებებით. კერძოდ, ჩვენს შემთხვევაში მიზანშეწონილად ჩავთავლეთ გამოგვეყნებინა გ. გენკის [27] განტოლებები, რომლებიც ამყარებს დამოკიდებულებას სასრულ დეფორმაციებსა და შესაბამის ძაბვებს შორის და აგრეთვე გ. სმირნოვ-ალიაევის და ვ. როზენბერგის [28 – 32] მიერ დამუშავებული მთავარ ძაბვათა და მთავარ დეფორმაციათა სხვაობების ფუნქციონალური კაგშირის გრაფიკული ინტერპრეტაცია.

გ. გენკი ზოგადად ამყარებს დამოკიდებულებას პლასტიკური დეფორმაციის 6 კომპონენტს და ძაბვათა 6-6 კომპონენტს შორის. მთავარ კოორდინატთა სისტემაში იგი შემდეგ სახეს დებულობს:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= K\Delta + \frac{2}{3\varphi} \left[\varepsilon_x - \frac{\varepsilon_y + \varepsilon_z}{2} \right], \\ \sigma_2 &= K\Delta + \frac{2}{3\varphi} \left[\varepsilon_y - \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_z}{2} \right], \\ \sigma_3 &= K\Delta + \frac{2}{3\varphi} \left[\varepsilon_z - \frac{\varepsilon_y + \varepsilon_x}{2} \right].\end{aligned}\quad (3)$$

გვაქვს ოთხუცნობიანი სამი განტოლება და მოცულობის მუდმივობის პირობები $\Delta = 0$, ე. ი. $K\Delta = 0$, რომელიც საჭიროა განისაზღვროს დეფორმაციის მოცემულ მომენტში. მეოთხე განტოლებად გამოვიყენეთ გ. მიზესის ცნობილი პლასტიკურობის პირობა, რომელიც ჩვენს შემთხვევაში ასე გამოისახება:

$$(\sigma_x - \sigma_y) + (\sigma_y - \sigma_z) + (\sigma_z - \sigma_x) = 2\sigma_s. \quad (4)$$

მივიღოთ ტყვიისათვის $\sigma_s = 2 \text{ კგ/მმ}^2$. ძაბვების გაანგარიშებას ვახდენდით ყოველი ზომის ნიმუშის დასმის ცალკეული სტანდიანი მიხედვით.

მაგალითისთვის ავიღოთ იმავე ტყვიის ნიმუშის ($\frac{1}{d} 0,28$) მოჭიმვის პირველი სტანდია ($\delta = 0,85\%$); $\varepsilon_x = 0,0115$; $\varepsilon_y = 0,0000$; $\varepsilon_z = -0,0115$.

$$\begin{aligned}\text{შე(3)} \quad \text{განტოლების} \quad \text{თანახმად:} \quad \sigma_x &= \frac{2}{3\varphi} \left[0,0115 - \frac{0,0000 - 0,0115}{2} \right] = \frac{1}{\varphi} 0,0114, \quad \sigma_y = 0, \quad \sigma_z = \\ &= \frac{2}{3\varphi} \left[-0,0115 - \frac{0,0115 - 0,0000}{2} \right] = -\frac{1}{\varphi} 0,0114.\end{aligned}$$

მიღებული ძაბვების სიდიდეები ჩავსვათ პლასტიკურის განტოლებაში და განვსაზღვროთ φ : $\frac{1}{\varphi^2} \cdot 0,0114^2 + \frac{1}{\varphi^2} \cdot 0,0114^2 + \left[-\frac{1}{\varphi} (0,0114 + 0,0114) \right]^2 = 8$.

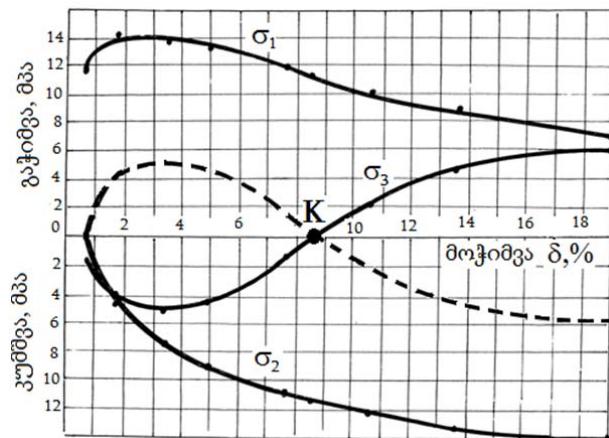
$$\text{ამ უკანასკნელიდან } \varphi = 0,0099. \quad \text{საბოლოოდ: } \sigma_x = \frac{0,0114}{0,0099} = 1,15 \quad \text{კგ/მმ}^2; \quad \sigma_y = 0, \quad \sigma_z = -\frac{0,0114}{0,0099} = -1,15 \quad \text{კგ/მმ}^2.$$

მოჭიმვის დანარჩენი სტანდიანისათვის ანალოგიური გაანგარიშების შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

მოჭიმვის სტადიების ანალოგიური გაანგარიშების შედეგები

$\delta, \%$	მთავარი დეფორმაციები, %			მთავარი ძაბვები, მპა		
	ε_1	ε_2	ε_3	σ_1	σ_2	σ_3
1	2	3	4	5	6	7
0,85	1,15	0,00	-1,15	11,5	0,0	-1,5
1,85	1,80	-0,55	-1,25	14,4	-4,6	-9,6
3,50	2,90	-1,66	-1,24	13,4	-7,6	-5,7
5,00	3,62	-2,45	-1,17	13,9	-9,4	-4,4
7,86	4,88	-4,35	-0,53	12,2	-10,8	-1,4
8,65	5,30	-5,30	0,00	11,6	-11,6	0,0
10,74	6,00	-7,24	1,24	10,3	-12,4	2,1
13,82	7,50	-11,32	3,72	9,2	-13,8	4,5
20,60	13,95	-26,15	12,20	7,1	-13,4	6,2

ანალოგიურად იქნა ჩატარებული გაანგარიშებები მოჭიმვის სხვა მნიშვნელობებისთვისაც. შედეგები მოცემულია დიაგრამის სახით, სადაც თვალსაზრისებისათვის მოგვყავს ტყვიის ნიმუშის ($\frac{l}{d} = 0,28$) დერმულ ზონაში მოქმედი ძაბვების მოჭიმვაზე დამოკიდებულება (ნახ. 13).



ნახ. 13. მოჭიმვისა და დერმულ ზონაში მოქმედ ძაბვებს შორის დამოკიდებულება

აქვე შევნიშნავთ, რომ გ. გენკის ფორმულა სწორ შედეგებს იძლევა მონოტონური დეფორმაციისას, ე. ი. როცა დეფორმაციის პროცესში მიმართულება არ იცვლება (x და y დერმებისადმი). რაც შეეხება (z) დერმულ მიმართულებას, სადაც დეფორმაცია იცვლის თავის ნიშანს, აქაც მისადებია ძაბვათა რიცხვითი მნიშვნელობები ნიშნის შედეგ (ნახ. 12, წყვეტილი ხაზი). ეს სრულ შესაბამისობაშია როგორც ჩვენი ექსპერიმენტების შედეგებთან, ასევე იმ შედეგებთან, რაც მივიღეთ გ. სმირნიული და ვ. როზენბერგის თეორიის გამოყენებისას.

ნამზადის დერმული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დასადგენად გამოყენებულ იქნა ასევე ძაბვებსა და დეფორმაციის შორის დამოკიდებულების კანონი და

მთავარი დეფორმაციებისა და ძაბვების სხვაობათა ფუნქციონალური კაგშირის გრაფიკული ინტერპრეტაცია. ეს კაგშირი ემყარება დამოკიდებულებებს (ნახ. 13):

$$\frac{\varepsilon_x - \varepsilon_y}{\sigma_x - \sigma_y} = \frac{\varepsilon_y - \varepsilon_z}{\sigma_y - \sigma_z} = \frac{\varepsilon_z - \varepsilon_x}{\sigma_z - \sigma_x} = \rho,$$

$$\sqrt{\frac{1}{2}(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \frac{1}{2}(\sigma_y - \sigma_z)^2 + \frac{1}{2}(\sigma_z - \sigma_x)^2} = \sigma,$$

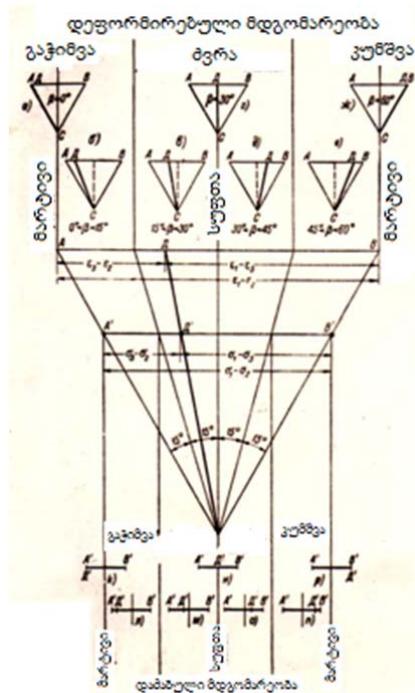
$$\sqrt{\frac{1}{2}(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + \frac{1}{2}(\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + \frac{1}{2}(\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2} = \varepsilon,$$

$$\sigma = f(\varepsilon),$$

სადაც ρ არის პროპორციულობის კოეფიციენტი პლასტიკური დეფორმაციის დროს და ცვლადი სიდიდეა. ρ -ს მნიშვნელობა დამოკიდებულია კუთრ მუშაობაზე, რომელიც იხარჯება მოცემული ელემენტარული მოცულობის ფორმის შეცვლაზე, ასევე დეფორმაციისა და დაძაბული მდგომარეობის ინტენსიურობის მახასიათებელზე.

ცნობილია, რომ ზემოთ მოყვანილი განტოლებები შეიძლება განისაზღვროს დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სამკუთხედების აგების გზითაც (ნახ. 14), ცხადია, მათი მნიშვნელობები დამოკიდებული იქნება დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სახეზე.

სამკუთხედის გვერდზე წერტილის მდგომარეობა განსაზღვრავს როგორც დეფორმაციულ, ისე დაძაბულ მდგომარეობას. როცა წერტილი ემთხვევა წერტილს, მაშინ ხდება მარტივი გაჭიმვა. წერტილისკენ გადაადგილებით ვლებულობთ გაჭიმვის და ძვრის შერეულ სქემას, ხოლო, როცა წერტილი იმყოფება მონაკვეთის შუაში, გვაქვს სუფთა ძვრა. წერტილისკენ გადაადგილებით გადავდივართ კვლავ შერეულ სქემაზე. ამჯერად გვაქვს ძვრა კუმშვით, ხოლო წერტილთან მიახლოებისას – კუმშვა.



ნახ. 14. დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სამკუთხედი

მაგალითის ფორმულით იგივე დასმის ცხრილი ($\frac{l}{d} = 0,28$) მოჭიმვის ცალკეული სტანდარტისთვის და განვსაზღვროთ გერმანულის მდგბარეობა $\delta = 5,00\%$ მოჭიმვისას. ამ მომენტში ნიმუშის დერძული ზონის დეფორმაციებია: $\varepsilon_1 = 0,0362$; $\varepsilon_2 = -0,0245$; $\varepsilon_3 = 0,0117$.

ნახ-ზე მოცემული გამოსახულების თანახმად გაიანგარიშება:

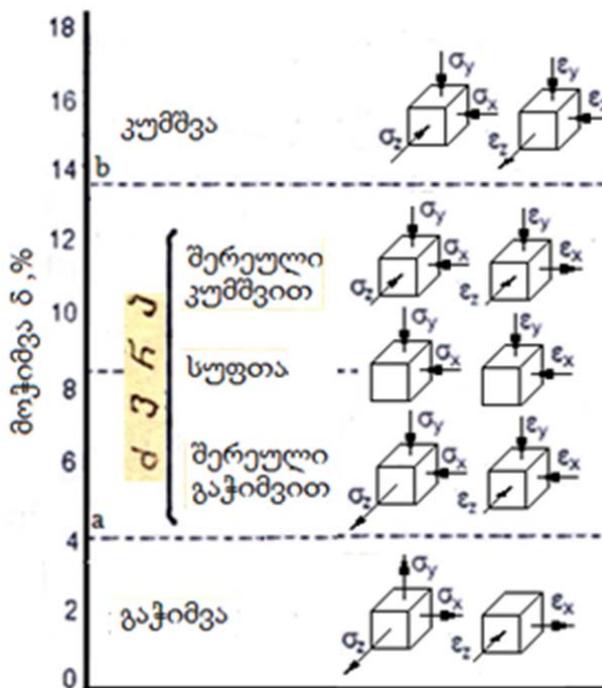
$$AB = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 0,0362 + 0,0245 = 0,0607 \text{ მმ};$$

$$AD = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 = -0,0245 + 0,0117 = 0,0128 \text{ მმ};$$

$$DB = \varepsilon_1 - \varepsilon_3 = 0,0362 + 0,0117 = 0,0479 \text{ მმ}.$$

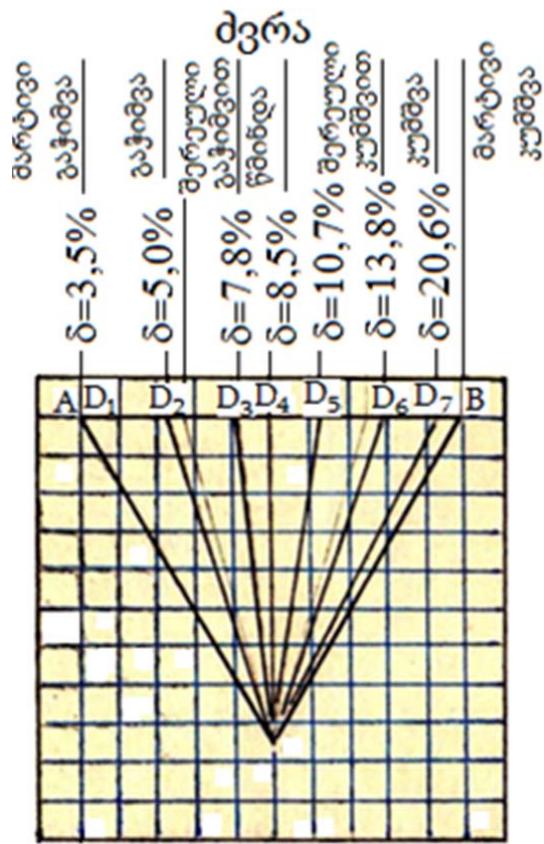
მივიღოთ მასშტაბი $AB = 100$ მმ, მაშინ $AD = 21,09$ მმ-ს.

ანალოგიური სამუშაო ჩატარდა მოცემული ნიმუშის სხვა მოჭიმვებზეც და აღმოჩნდა, რომ მოჭიმვების ზრდასთან ერთად წერტილი ინაცვლებს A-დან B-სკენ, რაც იმაზე მეტ- უველებს, რომ დასმის პროცესში ნიმუშის დერძული ზონა იმყოფება სხვადასხვა დაძაბულ- დეფორმირებულ მდგომარეობაში. კერძოდ, $\frac{l}{d} = 0,28$ ნიმუშისთვის იგი ასე გამოიყერება (ნახ. 15):



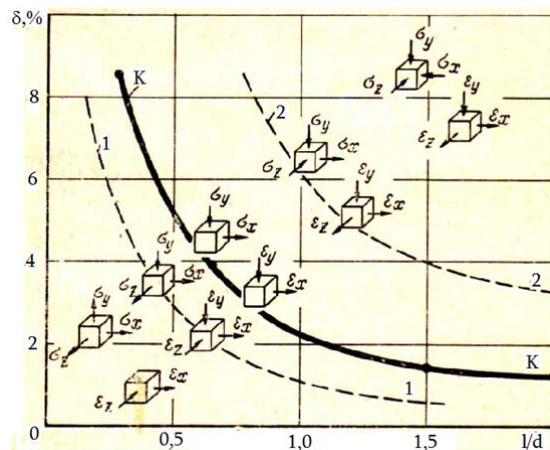
ნახ. 15. დერძული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობის ცვლილებები

ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე აგებული იმავე ნიმუშის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ჯამური სამტკიცებულები მე-16 ნახ-ზე. მსგავსი კვლები ჩატარდა სხვა ზომის ნიმუშებისთვისაც და ძაბვებისა და დეფორმაციების სქემების ანალოგიური ცვლილებები იქნა დადგენილი. განსხვავება იყო მხოლოდ გარდამავალი მოჭიმვების სიდიდეებში.



ნახ. 16. დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ჯამური სამკუთხედი

ჩატარებული ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევების [33–37] საფუძველზე პირველად იქნა დადგენილი მთლიანი ცილინდრული ნამზადების განივი პლასტიკური დასმისას დერძული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილებების კანონზომიერებანი (ნახ. 17).

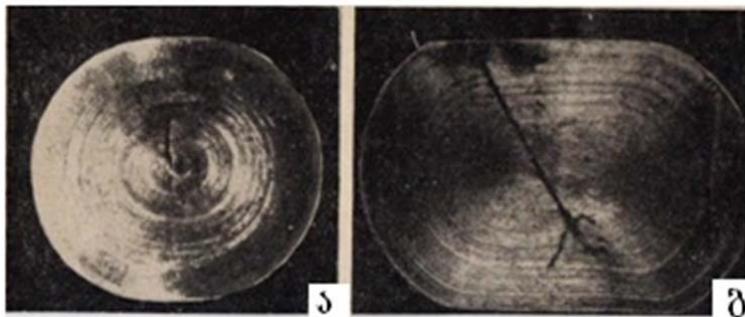


ნახ. 17. ცილინდრული ნამზადების განივი პლასტიკური დასმისას დერძული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილებების ზოგადი კანონზომიერებანი

დიაგრამაზე 1–1 და 2–2 მრუდებს შორის არსებული უბანი ძვრის უბანია, ხოლო – მრუდი შეესაბამება სუფთა ძვრას. სხვადასხვა $\frac{1}{d}$ თანაფარდობის ნიმუშისათვის სუფთა ძვრა მყარდება შესაბამის მოჭიმვებზე და ეს მოჭიმვები ემთხვევა კრიტიკულ მოჭიმვებს და განივი გლინვის პერიოდს [34].

ნიმუშების ღერძული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილებების ჩვენ მიერ მიღებული კანონზომიერებების ჭეშმარიტებაზე მეტყველებს დასმის პროცესში გარდამავალი მოჭიმვისას (ე. ი. K – K ძვრის უბანში, სადაც პლასტიკური დეფორმაციისათვის ყველაზე ხელსაყრელი პირობებია) დასმის კუთრი ძაბვის შემცირება და ზოგიერთი ნიმუშის რღვევის ხასიათი. მართლაც, დიაგრამის K – K მრუდის ქვემოთ, სადაც მოქმედებს გამჭიმი ძაბვები, მივიღეთ მოწყვეტილ რღვევა, ხოლო K – K მრუდის ზემოთ, სადაც მკუმშავი ძაბვები მოქმედებს – ძვრით რღვევა (ნახ. 17).

აღმოჩენილი კანონზომიერების ჭეშმარიტებაზე მიუთითებს აგრეთვე დიაგრამის სხვადასხვა უბანში ნიმუშის რღვევის ხასიათი (ნახ. 18).

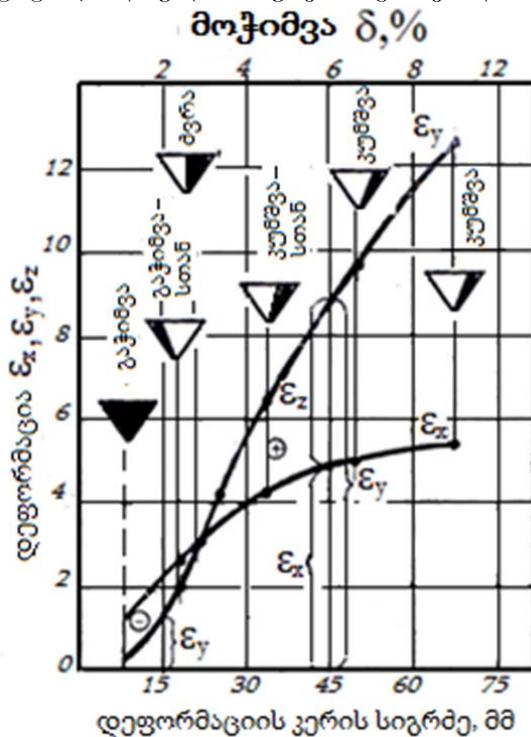


ნახ. 18. ნიმუშის რღვევის სახეები: а – K – K მრუდის ქვემოთ ($\frac{1}{d} = 2,5\%$; $\delta = 4\%$); δ – K – K მრუდის ზემოთ ($\frac{1}{d} = 1,0\%$; $\delta = 20\%$)

ამრიგად, დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დიაგრამა შეიძლება მიღებული ქნეს განივი ჭედვის, განივი გლინვის და ორიბი გლინვის პროცესების საფუძვლად (სადაც $\frac{1}{d} < 1,5$). მაგრამ ცხადია, რომ ყოველი კონკრეტული პროცესი მასში შეიტანს გარკვეულ კორექტირებას დიაგრამის საერთო ხასიათის შეუცვლელად. გარდა ამისა, ჩვენ მიერ დადგენილი დამოკიდებულება არა მარტო ხსნის კრიტიკული მოჭიმვების მრუდის ფიზიკურ არსს და ამყარებს კავშირს პროცესის პარამეტრებთან, არამედ სიღრუის გაჩენის მეცნიერულად დასაბუთებული ახსნის საშუალებასაც იძლევა.

ასე რომ, დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილებების დადგენილ კანონზომიერებას ემორჩილება ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ტექნოლოგიური პროცესი. მაგალითად, განივი ჭედვის პროცესი ჩვენს დიაგრამაზე იწყება აბსცისათა დერძის რაღაც წერტილიდან და მიემართება ვერტიკალურ სიბრტყეში, რომელიც თითქმის უწყვეტად იმეორებს დასმას გარკვეული მოჭიმვით. ეს წერტილი განისაზღვრება ნამზადის ფარდობითი მიწოდებით ($\frac{1}{d}$), რომელიც ი. ტარნოვსკის რჩევით „არ უნდა აღემატებოდეს 0,6-ს. უფრო მეტის შემთხვევაში მატულობს რღვევის გაჩენის შანსი“ [37], რაც დიაგრამიდანაც აშკარად ჩანს. ამიტომ ნამზადის დიამეტრის (d) შემცირებასთან ერთად უნდა შემცირდეს მისი საცემლებში მიწოდების სიღილეც (l).

წვერ შესწავლიდ იქნა აგრეთვე ნამზადის განდრუების პროცესში (ირიბი გლინ- კისსას) მისი დერძული ზონის დეფორმაცია შეტაცებიდან გლინების სარტყელის მიმართუ- ლებით. ამ მიზნით რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ლაბორატორიულ განმაღრუებელ დგანზე გაგლინულ იქნა სპეციალურად დამზადებული ტყვიის ნამზადები ($d_0 = 60$ მმ), რო- მელთა დიამეტრულ სიბრტყეში ჩამოსხმადე მოთავსებული იყო ნახვრეტებიანი ($d = 4$ მმ) სპილენბის კილიტა ($s = 0,15$ მმ). დეფორმაციის კერაში დამუხრუჭებებული ნამზადის გადნო- ბამ მეტად საინტერესო მოვლენა გამოიწვია; კერძოდ ის, რომ ნამზადის დერძული ზონის დეფორმაცია გლინებში შეტაცებიდან სარტყლის მიმართულებით იმავე კანონზომიერებით მიმდინარეობდა, როგორც ცილინდრული ნიმუშების განივი დასმის დროს (ნახ. 19).

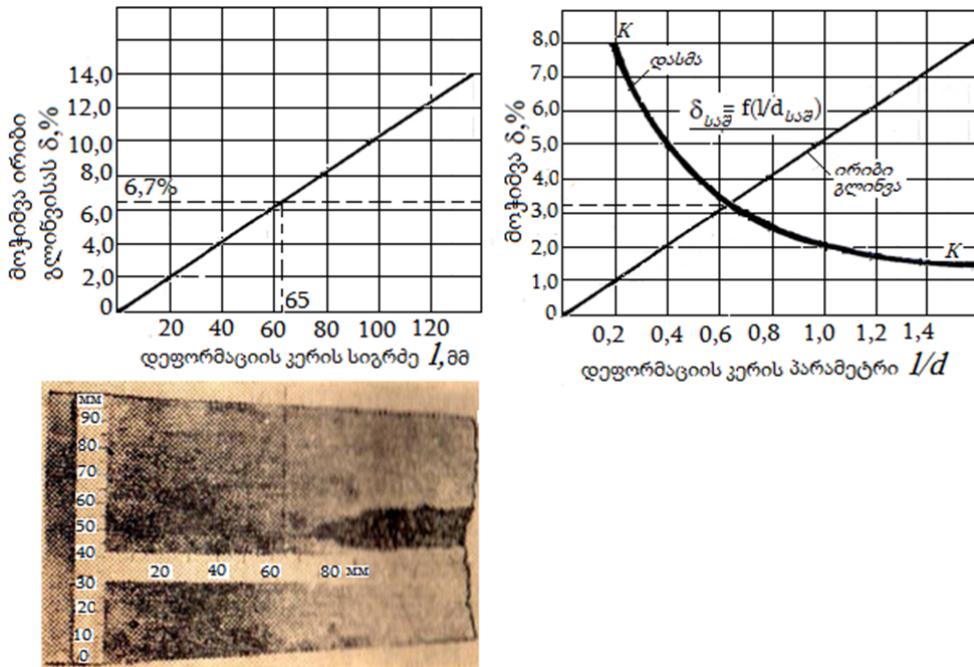


ნახ. 19. ნამზადის დერძული ზონის დეფორმაცია ირიბი გლინგისას

აღნიშნულმა გარემოებამ დაგვარწმუნა, რომ ირიბი გლინგის საფუძველს წარმოად- გენდა წვერ მიღებული დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილებების კა- ნონზომიერება. ჰედვისაგან განსხვავებით, ირიბი გლინგა ზოგადად დიაგრამაზე მიემარ- თება არა ვერტიკალურად ან პორიზონტალურად, არამედ რაღაც აღმავალი მრუდით, რაც გამოწვეულია დეფორმაციის კერის პარამეტრების ზრდით შეტაცებიდან გლინების სარტყლამდე. ეს პარამეტრებია: საშუალო მოჭიმვა ($\delta_{\text{საშ.}} \%$), დეფორმაციის კერის სიგრძე (l) და, ცხადია, მათი ონაფარდობაც ($1/\delta_{\text{საშ.}}$). ამ მრუდის გადაპვეთა $K - K$ მრუდთან, რომლის შესაბამისი საშუალო მოჭიმვის გაორკეცებული სიდიდე იქნება სწორედ ის კრი- ტიკული მოჭიმვის სიდიდე, სადაც უნდა ეელოდოთ დერძული ზონის რღვევას. ამ მო- საზრების პრაქტიკული შემოწმების მიზნით რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის განმა- ღრუებელ „დგან 140-ზე“ სამართულის გარეშე გაგლინულ იქნა ნამზადი (100 მმ, ფოლადი 45), რომლის ჯამური მოჭიმვა იყო 18 %, გლინების ურთიერთდახრა $\beta = 8^\circ$.

დეფორმაციის კერის მოცუმული პარამეტრების შემთხვევაში ადგილად ხდება დამოკიდებულების $\delta_{\text{სა}} = f(\frac{1}{d_{\text{სა}}})$ მრუდის აგება ჩვენი დიაგრამის კოორდინატთა სისტემაში და

მისი $K - K$ მრუდთან გადაკვეთის წერტილის შესაბამისი მოჭიმვის გაორკეცებული მოჭიმვის დადგენა. ჩვენი თეორიული მოსაზრების მიხედვით, უნდა იყოს ისეთი კრიტიკული მოჭიმვის სიდიდე, რომლის დროსაც მოსალოდნელია ნამზადის დერძული ზონის რდვევა (ნახ. 20).



ნახ. 20. ირიბი გლინვისას დეფორმაციის კერაში სიღრუეების
გაჩენის ადგილის განსაზღვრა

დეფორმაციის კერის წინასწარი გაანგარიშებისას სიღრუე უნდა გაჩენილიყო შეტაცებიდან დაახლოებით 65 მმ-ზე, ე.ი. 6.7 % მოჭიმვის დროს. როგორც ექსპერიმენტმა ცხადყო (დეფორმაციის კერის დერძული კვეთის მიხედვით), სიღრუე გაჩნდა სწორედ იმ უბანში, სადაც წინასწარ იყო განსაზღვრული. რაც შეეხება ნამზადის დერძული ზონის რდვევის მიზეზს, ჩვენმა გამოკვლეულმა მას უტყუარი ამომწურავი პასუხი გასცა. დადგენილ იქნა, რომ ნამზადის დერძული ზონა კრიტიკული მოჭიმვის დასაწყისში სუფთა ძვრის პირბებში იმყოფება. პროცესის განვითარებისას რადიალურ გამჭიმ ძაბვებთან ერთად ჩნდება დერძული გამჭიმი ძაბვები, მსები ძაბვები მცირდება (იგი მაქსიმალური იყო სუფთა ძვრისას). მაშასადამე, განღრუების პროცესის დასაწყისში მზადდება პირობები ძვრით რდვევისათვის, რომელიც შემდგომში გადადის მოწყვეტით რდვევის პირობებში.

პროცესის დასაწყისში არ არსებობს რდვევის პირობები, არც ერთი ძაბვა, არც მხები და არც გამჭიმი არ ადემატება ლითონის სიმტკიცის ზღვარს. რდვევისათვის საჭიროა ან გაიზარდოს მოქმედი ძაბვები, ან შემცირდეს ლითონის სიმტკიცის ზღვარი. ლითონის ბუნებაზე თანამედროვე წარმოდგენის მიხედვით, დროის მოკლე პერიოდში (ტექნოლოგიური პროცესის დასაწყისში), როცა ციკლთა რიცხვი განმეორდა, დაფიქსირდა ორივე მოვლენა. წინააღმდეგ შემთხვევაში რდვევა არ მოხდებოდა.

პროცესის დასაწყისში შექმნილია პლასტიკური დეფორმაციის განვითარების პირობები:

$$\frac{\tau_{\max}}{\sigma_1} > \frac{\tau_s}{R_\sigma},$$

სადაც τ_{\max} არის მაქსიმალური მხები ძაბვა;

τ_s – ლითონის დენადობის ზღვარი;

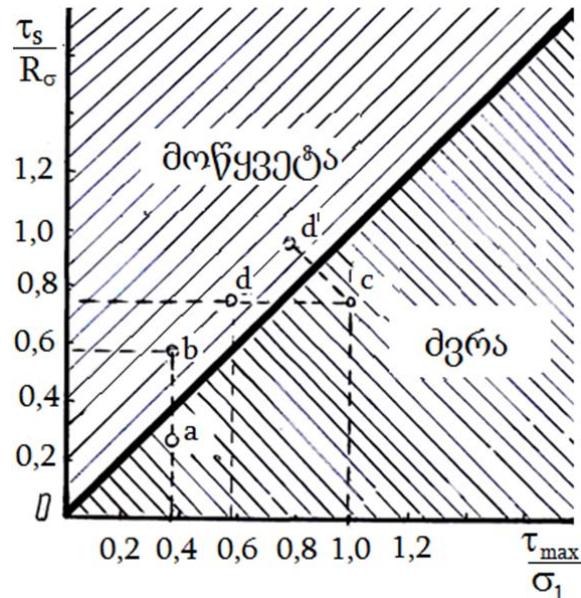
R_σ – ლითონის რღვევისადმი წინააღმდეგობა;

σ_1 – გამჭიმი ძაბვა.

მართლაც, უტოლობის მარცხენა წევრი დიდია, ვინაიდან მხები ძაბვა მაქსიმალურია, ხოლო გამჭიმი ძაბვა – მხოლოდ რადიალური, მარჯვენა წევრი კი მცირეა, ვინაიდან ლითონის დენადობის ზღვარი მინიმალურია, რღვევისადმი წინააღმდეგობა კი – მაქსიმალური.

პროცესის განვითარებისას აღნიშნული უტოლობა იცვლის ნიშანს, რადგან გამჭიმი ძაბვები მატულობს, რადიალურობა (σ_1) ერთად ჩნდება დერძული გამჭიმი ძაბვა (σ_3), ხოლო პლასტიკური დეფორმაციის პროცესში იზრდება დენადობის ზღვარი (τ_s) და საგრძნობლად მცირდება ლითონის რღვევისადმი წინააღმდეგობა (R_σ) და პროცესის განვითარების მინიმალურ დროში მყარდება მოწყვეტილ რღვევის პირობები: $\frac{\tau_{\max}}{\sigma_1} < \frac{\tau_s}{R_\sigma}$.

აღნიშნული მოვლენა ზუსტ შესაბამისობაშია გ. უჟიკის [38] გამოკვლევებთან, რომლებიც მან გამოსახა დიაგრამის სახით (ნახ. 21).



ნახ. 21. ლითონის თვისებებისა ($\frac{\tau_s}{R_\sigma}$) და დაბაბული მდგომარეობის ($\frac{\tau_{\max}}{\sigma_1}$)

მიხედვით რღვევის ხასიათის მაჩვენებელი დიაგრამა

პლასტიკურობის თეორიაში ცნობილია, რომ „ლითონის რღვევას, როგორც წესი, წინ უძღვის პლასტიკური დეფორმაცია“. ამ აზრს იზიარებდა ბევრი მეცნიერი, რომლებიც იკვლევდნენ ნამზადის დერძული ზონის რღვევის მიზეზებს. მაგრამ ზოგადი აზრის განიარება არ ნიშნავს რეალურ მტკიცებულებას, თუ იგი არ იქნა მეცნიერულად დასაბუთებელი.

ბული კონკრეტული შემთხვევისათვის. სწორედ ამ დაუსაბუთებლობის გამო წლების გან-მავლობაში ნამზადის დერმული ზონის რდველის მიზეზის ახსნის სხვადასხვა, ზოგჯერ ურთიერთგამომრიცხავი აზრი არსებობდა.

დასკვნა

ამრიგად, ჩვენ მიერ დადგენილ იქნა კრიტიკული მოჭიმვისას ნამზადის დერმულ ზონაში მოქმედი ძაბვები და დეფორმაციები, რამაც ახსნა კრიტიკული მოჭიმვების ფიზიკური არსი და ნამზადის რდველის რეალური მიზეზების მეცნიერულად დასაბუთების საშუალება მოგვია. აღმოჩნდა, რომ ირიბი გლინვის დასაწყისში დერმული ზონა განიცდის მაქსიმალურ ძვრას და ამის შემდეგ უმოკლეს დროში გადადის რდველის პირობებში.

გარდა ამისა, ჩვენს მიერ აღმოჩნილი ნამზადის დერმული ზონის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილების ზოგადი კანონზომიერება არა მარტო ამყარებს კაგ-შირს პროცესის პარამეტრებთან, არამედ საშუალებას იძლევა წინასწარ იქნეს დადგენილი სიღრუის გაჩენის ადგილი დეფორმაციის კერაში ნამზადების განდრუების დროს, რაც პალზე მნიშვნელოვანია პროცესის ოპტიმალური წარმართვისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. F. Wiesner. Minibesne valcjvni. Hutnietke listj, roc. 10, 1955, pp. 130-139.
2. M. Baleke. Das Schrag – Walzverfahren nebst zugehörigem Zeitschrift Walzwerke des V. D. Band XXXII, №4, Januar, 1888, pp.82-84; №8, Februar, 1888, pp.169-171.
3. J. Torka. Theorie des Mannesmann, schren Rohrenwalzwerkes. Zeitschrift Walzwerke des V. D. Band XXXII , 1888, pp.842-846 und 863-868.
4. F. Reuleaux. Neben des Mannesmann, schren Rohrenwalzverfahren. des V.D. Band XXXIV, №25, Juni,1890, pp. 621-627.
5. K. Gruber. Über die Herstellung nantloser Rohre unter besonderer Berücksichtigung des Mannes-Mann-Schragwale- verfahrens // Stahl und Eisen, №36, Septeberber, 1919, pp.1029-1036.
6. J. Gassen Archiv. f. d. Eisenhuttenwesen. August, 1927, pp.127-130.
7. F. Kocks. Das Schrigwalzen // Stahl und Eisen, №11, Marz. 1927, pp.433-446.
8. Кодрон К. Горячая обработка металлов. Пер. с франц., т.1.М.: Машгиз, 1929, с. 333-368.
9. Шнейдеров М. А., Тарасенко А. М. Экспериментальное исследование геликоидальной прокатки // Сталь, №7, 1935, с. 33-38.
10. Зибель Е. Обработка металлов в пластическом состоянии. М.: Металлургиздат, 1934. - 256 с.
11. Пляцковский О. А., Пищиков Г. П. Устранение образования полости при прошивке высоколегированных сталей // Сталь, №4, 1952, с. 43-49.
12. Фомичев И. А. Процесс прошивки в дисковом прошивном стане // Сталь, №11, 1936, с.2 4-29.
13. Фомичев И. А. Деформация металла в станах косой вальцовки // Сталь, №11, 1940, с.27 -34.
14. Лисочкин А. Ф. Поперечная прокатка // Сталь, №6, 1946, с.72 -82.
15. Смирнов В. С. Процесс деформации при поперечной прошивке // Сталь, №6, 1947, с.12 -18.
16. Смирнов В. С. Поперечная прокатка. М.:Машгиз, 1948.- 328 с.
17. Смирнов В. С. Образование внутренних трещин при поперечной ковке // Вестник машиностроения, №3, 1955, с.35-43.
18. Смирнов В. С. Напряженное состояние при поперечной и косой прокатке. М.: Металлургиздат, 1958. - 128 с.

19. Качанов Л. М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. - 458 с.
20. Кузнецов В. Д. Физика твердого тела, т.2. Томск.: "Красное знамя", 1941. - 170 с.
21. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. Пер. с английского, М.-Л.,1954. - 148 с.
22. Рид В. Т. Дислокация в кристаллах. . Пер. с английского, М.:Металлургиздат,1957. - 117 с.
23. Чернышевский Н. Г. Избранные философские сочинения. М.:Политиздат,1938. - 455 с.
24. Феппль А, Феппль Г. Сила и деформация. Прикладная теория упругости, т.1. М.:ГТТИ, 1933. - 348 с.
25. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. АН СССР, М.- Л, 1954. - 628 с.
26. Унксов Е. О. Инженерные методы расчета усилий при обработке металлов давлением. М.:Машгиз, 1955. - 326 с.
27. Лейбензон Л. С. Курс теории упругости. М.:ОГИЗ, Гостехиздат, 1947.- 325 с.
28. Смирнов-Аляев Г. А. Сопротивление материалов пластическим деформациям.М.:Машгиз, 1949.- 256 с.
29. Смирнов-Аляев Г. А.,Розенберг В. М. Технологические задачи теории пластичности.Ч.1, Лениздат, 1951.- 256 с.
30. Смирнов-Аляев Г. А. Элементарные основы теории обработки металлов давлением. Библ.кузнецавноватара. Л., 1954. - 124с.
31. Смирнов-Аляев Г. А.,Розенберг В. М. Теория пластических деформаций металлов. М.:Машгиз, 1956. - 356 с.
32. Смирнов-Аляев Г. А. Механические основы пластической обработки металлов. Л.: Машиностроение,1968. - 327 с.
33. Ломсадзе Д. М. Исследование деформации при поперечной прокатке и ковке//Тр.ГПИ. №3(64), 1959, с. 68-79.
34. Ломсадзе Д. М. Исследование напряженно-деформированного состояния при поперечной прокатке и ковке. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Днепропетровск, 1960. - 158 с.
35. Ломсадзе Д. М. Исследование и совершенствование процессов поперечного деформирования сплошных тел вращения. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н. Тб., 1960. - 301 с.
36. Ломсадзе Д. М. Напряженно-деформированное состояние при поперечной осадке, ковке и прокатке цилиндрических заготовок // Известия ВУЗов ЧМ, №5. М.,1972, с.48-54.
37. ჯ. დომბაძე. განვითარებული გამომცველებების გამომცემლობა, 1995.-138 გვ.
38. Тарновский И. Я., Поздеев А. А., Ганаго О. А. Деформации и усилия при обработке металлов давлением. М.:Машгиз, 1959. - 327 с.

ANALYSIS OF THE TRANSVERSE PROCESSES OF DEFORMATION OF CYLINDRICAL BODIES

J. Lomsadze, Z. Lomsadze, S. Mebonia, A. Tutberidze

(Georgian Technical University,F. Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science)

Resume: There are researched the causes of the destruction of the integrity of the metal in the axial zone in the processes of forging and cross rolling of a solid cylindrical work-pieces. The existing theory for the formation of the cavity are analyzed. On the basis of conducted experimental and theoretical research for the first time there are established general regularities of stress-strain state of the axial zone of a cylindrical work-pieces in the cross-plastic upsetting, which are the bases of the processes of the cross-rolling and forging and helical rolling.

Key words: axial zone; cross-rolling; forging; helical rolling.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПОПЕРЕЧНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Ломсадзе Дж. М., Ломсадзе З. Дж., Мебония С. А., Тутберидзе А. И.

(Грузинский Технический Университет, Институт металлургии и материаловедения им. Ф. Тавадзе)

Резюме. Рассмотрены причины разрушения целостности металла в осевой зоне при процессах поперечной ковки и прокатки сплошных цилиндрических заготовок. Проанализированы существующие теории образования полости. На основе проведенных экспериментальных и теоретических исследований впервые установлены общие закономерности изменения напряженно-деформированного состояния осевой зоны цилиндрических заготовок при поперечной пластической осадке, которые представляют собой основу процессов поперечной прокатки и ковки, а также косой прокатки.

Ключевые слова: ковка; косая прокатка; осевая зона; поперечная прокатка.

ჩაის ფერმენტაციის ინტენსივიგაცია ოზონის გამოყენებით

ეთერ საღალაშვილი, ირაკლი ხოსიტაშვილი, გივი გუგულაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: აღწერილია ჩაის ფერმენტაციის პროცესი და ნაჩვენებია, რომ ფერმენტაციის ინტენსივიგაციისათვის გარემომცველ პარტიაში შემავალი ჟანგბადის ნაცვლად შესაძლებელია ოზონის გამოყენება. ეს უზრუნველყოფს მცირემწარმოებლური ფერმერული ჩაის ფაბრიკების პირობებში ნაკლები ექონომიკური დანახარჯებისა და ტექნოლოგიური პროცესის მცირე ხანგრძლივობის პირობებში მაღალხარისხოვანი პროდუქციის წარმოების შესაძლებლობას. წარმოდგენილია ახალი საფერმენტაციო მანქანა, რომელშიც ოზონის გამოყენების შედეგად გრეხილი ჩაის ფერმენტაციის პროცესი მიმდინარეობს ჩვეულებრივთან შედარებით გაცილებით უფრო სწრაფად და ხარისხიანად, რასაც მცირემწარმოებლური საწარმოსათვის ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს.

საკვანძო სიტყვები: მოწყობილობა; ოზონი; ჟანგბა; ტექნოლოგია; ფერმენტაცია.

შესავალი

დღეს საქართველოში დიდი ჩაის ფაბრიკები აღარ არსებობს. სამაგიეროდ, ქვეყანაში მთლიანად შენარჩუნებულია ის ბუნებრივი პირობები, რომლებიც ჩაის მოყვანისა და მისგან მაღალხარისხოვანი პროდუქციის წარმოების შესაძლებლობას იძლევა. ამავე დროს ახალი, მაღალმწარმოებლური ჩაის ფაბრიკების აშენება დაკავშირებულია დიდ ეკონომიკურ დანახარჯებთან. არსებულ პირობებში გამოსავალი მცირემწარმოებლური ფერმერული ჩაის ფაბრიკების გამოყენებაა, რომლებიც შეძლებს ჩაის პროდუქციის წარმოებას როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე საზღვარგარეთ რეალიზაციისათვის. ამისათვის კი საჭიროა მაღალხარისხოვანი პროდუქციის წარმოება მცირე ეკონომიკური დანახარჯებითა და ტექნოლოგიური პროცესის მოკლე პერიოდით. აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტას სჭირდება ჩაის გადამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესსა და გადამამუშავებელ მოწყობილობებში გარკვეული სიახლეების შეტანა.

ძირითადი ნაწილი

შავი ჩაის გადამუშავების პროცესში ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ტექნოლოგიური ოპერაციაა გრეხილი ფოთლის ფერმენტაცია.

ფერმენტაცია არის ჩაის გადამუშავების მთელი პროცესის დროს მიმდინარე ძირითადი ბიოქიმიური გარდაქმნების ერთობლიობა, რომლებიც განაპირობებს მისი პროდუქტის საბოლოო ხარისხს.

ფერმენტების ბიოქიმია საკმაოდ რთულია, მაგრამ მარტივად იგი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ჩაის პოლიფენოლებისა და ფერმენტების (ენზიმების) ნარევის ჟანგვის პროცესი, რის შედეგადაც მიმდინარეობს მოცემული პროცესის აქტივიზაცია. ყოველივე ამისათვის კი აუცილებელი ელემენტია ჟანგბადი, რომელიც ახორციელებს ფერმენტაციის პროცესს. ფერმენტაციის პროცესის შედეგი თვაფლავინებისა და თვარუბიგინების წარმოქმნაა, რომლებიც ჩაის ნაყენს ანიჭებს დამახასიათებელ მოწითალო-მოყავისფრო ფერს.

ფერმენტაციის პროცესში ფოთლების ფერი მუქდება (იბურება). ნაწილაკების ზედაპირზე გამოსული წვენის დუღილისა და შეშრობის (ღნობის) შედეგად წარმოიქმნება შავი ჩაისათვის დამახასიათებელი არომატი, რომელიც უვაყილებისა და ხილის არომატს წააგავს.

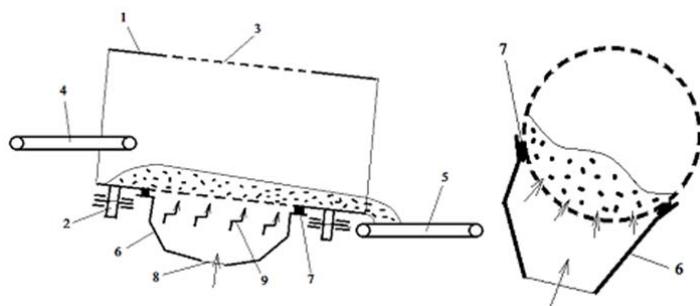
ფერმენტაციის პროცესის ჩასატარებლად მიმართავენ გარემომცველი პაერის მიწოდებას გრეხილი ჩაის ფოთლების მასაში. ფერმენტაციის პროცესის ტემპერატურა შეადგენს $15-18^{\circ}\text{C}$ -ს, ტენიანობა კი მაქსიმალურად მაღალი უნდა იყოს ($90-95\%$). გრეხილი ჩაის ფოთლის ფერმენტაციის ხანგრძლივობად მიღებულია 45 წთ-დან 3-5 სთ-მდე. ეს დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორიცაა ჩაის ფოთლის საწყისი ტემპერატურა, ღნობის შემდეგ ნარჩენი ტენიანობა, საფერმენტაციო პაერის ტენიანობა, ფოთლის მიმართ მისი მოძრაობის სიჩქარე და სხვ.

აუცილებელია იმის გათვალისწინება, რომ ფერმენტაციის პროცესი ზუსტად იმ მომენტში უნდა შეწყდეს, როდესაც ჩაის არომატი მიაღწევს ოპტიმალურ კონდიციას. ფერმენტაციის შეწყვეტა ხდება ჩაის მაღალ ტემპერატურაზე შრობის გზით.

გარემომცველი პაერის ერთ-ერთი შემაღგნელი ნაწილია ოზონი. ბუნებრივი პაერის შედგენილობაში ოზონის კონცენტრაცია მცირეა და არ აღემატება $0,002-0,02 \text{ мг}/\text{м}^3$ -ს. ოზონის ქიმიური აქტიურობა განპირობებულია სტრუქტურული აგებულებით: მისი ერთ-ერთი (ცენტრალური) ატომი ჟანგბადის დანარჩენ თრ ატომთან დაკავშირებულია კოვალენტური ბმით, რომელიც ადვილად წყდება. ოზონის დაშლისას მიღებულ თავისუფალ რადიკალებს ახასიათებს რეაქციაში შესვლის აქტიური უნარი. ამის გამო ოზონი გაცილებით უფრო აქტიურად რეაგირებს ორმაგი კავშირების მქონე ორგანულ ნივთიერებებთან, ვიდრე მოლეკულური ჟანგბადი.

შესაბამისად, ბუნებრივ პაერთან შედარებით ოზონის გამოყენების პირობებში შესაძლებელია ფერმენტაციის პროცესის გაცილებით უფრო მაღალი ეფექტის მიღება. აღნიშნული ეფექტი მით უფრო მეტი იქნება, რაც უფრო მაღალია ოზონის კონცენტრაცია საფერმენტაციო აპარატში მიწოდებულ პაერში. ოზონის მისაღებად კი შესაძლებელია ჩვეულებრივი სტანდარტული ოზონატორის გამოყენება.

ოზონის გამოყენებით ჩაის საფერმენტაციო მანქანის პრინციპული სქემა: 1 – ცილინდრული დოლი; 2 – გორგოლაჭები; 3 – პერფორაცია; 4 – მკვებავი ტრანსპორტიორი; 5 – ფერმენტირებული ჩაის გამომტანი ტრანსპორტიორი; 6 – მუშა აგენტის მიმწოდი კოლოფები; 7 – მამკვრივებელი საფენები; 8 – პაერის მიწოდი მილი; 9 – ელექტრული განმუხტვის ელემენტები



ოზონის გამოყენებით ჩაის საფერმენტაციო მანქანის პრინციპული სქემა: 1 – ცილინდრული დოლი; 2 – გორგოლაჭები; 3 – პერფორაცია; 4 – მკვებავი ტრანსპორტიორი; 5 – ფერმენტირებული ჩაის გამომტანი ტრანსპორტიორი; 6 – მუშა აგენტის მიმწოდი კოლოფები; 7 – მამკვრივებელი საფენები; 8 – პაერის მიწოდი მილი; 9 – ელექტრული განმუხტვის ელემენტები

საფერმენტაციო მანქანას აქვს პორიზონტისადმი დახრილად დამაგრებული ცილინდრული დოლი (1). იგი ეყრდნობა გორგოლაჭებს (2), რომლებიც უზრუნველყოფს მის ბრუნვას საკუთარი დერმის გარშემო. დოლს შეა ნაწილში, ცილინდრულ ზედაპირზე აქვს პერფორაცია (3) ისეთი ზომის ნახვრეტებით, რომლებიც გამორიცხავს პროდუქტის (ჩაის) ნაწილაკების ჩამოცვენას. ცილინდრის ზედა მიმღებ ნაწილში შეუვანილია მკვებავი ტრანსპორტიორი (4), ხოლო ქვედა გამოსასვლელი ნაწილის ქვეშ განლაგებულია ფერმენტირებული ჩაის გამომტანი ტრანსპორტიორი (5).

ცილინდრის იმ ნაწილში, სადაც ჩაის ფოთოლი განლაგდება ცილინდრის ბრუნვისას, მოთავსებულია მუშა აგენტის მიმწოდი კოლოფი (6). აღნიშნული კოლოფის ბოლოებასა და ცილინდრის გარე ზედაპირს შორის მამკვრივებელი საფენებია (7), რომლებიც უზრუნველყოფს კოლოფისა და ცილინდრის პერმეტიზაციას ამ უკანასკნელის ბრუნვისას. კოლოფი აღჭურვილია ჰაერის მიმწოდი მილით (8) და ალექტრული განმუხტვის ალემენტებით (9). აღნიშნული ალემენტები მიერთებულია დენის წყაროსთან, საიდანაც მათ მიეწოდება მაღალი ძაბვის (15000–18000 გ) დენი.

მოწყობილობა მუშაობს შემდეგი პრინციპით:

მკვებავი ტრანსპორტიორი საფერმენტაციოდ გამზადებულ გრეხილ ჩაის ფოთოლს აწვდის ცილინდრულ დოლს. ამ დოლის ბრუნვის შედეგად მისი პორიზონტისადმი დახრის გამო შიგა ზედაპირზე დაყრილი ჩაის ფოთოლი იწყებს გადაადგილებას ქვევით განლაგებული გამოსასვლელი ნაწილისაკენ. ამასთან, ფოთოლსა და ცილინდრის შიგა ზედაპირს შირის ხახუნის ძალების მოქმედებით ცილინდრული დოლის ბრუნვის გამო ნაწილი ჩაის ფოთლებისა აიწევა გარკვეულ სიმაღლეზე, შემდეგ კი სიმძიმის ძალის გავლენით ჩამოცვივება ქვევით. ამის შედეგად ჩაის მასა განლაგდება ცილინდრის გარკვეულ სეგმენტზე და დოლის ბრუნვის მთელი პერიოდის განმავლობაში ხდება მისი განუწყვეტელი არევა, როდესაც ქვედა ფენები პერიოდულად ამოდის ზევით და შემდეგ კვლავ ბრუნდება ქვევით.

სწორედ ჩაის აღნიშნული ფენის განლაგების სეგმენტის გასწვრივაა დაყენებული მუშა აგენტის მიმწოდი კოლოფი. კოლოფში მილით მიეწოდება საჭირო პარამეტრების მქონე (ტემპერატურა 22–24 °C, ფარდობითი ტენიანობა 95–98 %) ჰაერი, რომელიც გაივლის ელექტრული განმუხტვის ალემენტებთან. ელემენტებში ხდება ელექტრული განმუხტვა, რომლის ზემოქმედების შედეგად ჰაერში არსებული ჟანგბადი გარდაიქმნება ოზონად. ოზონით გამდიდრებული ჰაერი წარმოადგენს იმ მუშა აგენტს, რომელიც ცილინდრულ დოლის პერფორაციის (ნახვრეტების) გავლით მიეწოდება ცილინდრულ დოლში განუწყვეტელი არევის პირობებში მყოფ ჩაის მასას. ეს უზრუნველყოფს ჩაის ფოთლის ინტენსიურ ფერმენტაციას და მაღალი ხარისხის პროდუქციის მიღების შესაძლებლობას. ფერმენტირებული ჩაის ფოთოლი დოლის გამოსასვლელი ქვედა ნაწილიდან ჩამოიქრება გამომტანი ტრანსპორტიორზე, რომელიც მიაწოდებს მას ჩაის საშრობ მანქანას, სადაც სრულდება მორიგი ოპერაცია.

დასკვნა

მბრუნავი დოლი უზრუნველყოფს ჩაის მასის ინტენსიურ არევას გამოსასვლელი ნაწილისაკენ მოძრაობის პროცესში, ხოლო მუშა აგენტის მიმწოდი კოლოფიდან მიწოდებული მუშა აგენტი უზრუნველყოფს ჩაის ნაწილაკების ინტენსიურ ფერმენტაციას. ჩაის ფერმენტაციის პროცესის ინტენსიფიკაციას ხელს უწყობს მუშა აგენტის სახით ჰაერისა და ოზონის ნარევის გამოყენება, რადგან ოზონი მოღეულურ ჟანგბადოთან შედარებით

ბევრად უფრო აქტიურია და ინტენსიურად შედის რეაქციაში ჩაიში არსებულ კატექინის მოლექულებთან. შესაბამისად, გრეხილი ჩაის ფერმენტაციის პროცესი მიმდინარეობს ჩვეულებრივთან შედარებით უფრო სწრაფად და ხარისხიანად, რასაც მცირემწარმოებლურობის მქონე საწარმოსათვის ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს. რაც შეეხება თვით დოლის ზომებს, ოზონატორის მწარმოებლურობას, მიწოდებული ჰაერის რაოდენობას და მასში ოზონის კონცენტრაციას, მათი გაანგარიშება მარტივად შეიძლება მცირე საწარმოო ფართობის გამოყენების პირობებში მომუშავე კონკრეტული ჩაის გადამამუშავებელი საწარმოს მწარმოებლურობის მიხედვით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Хочолава. Технология чая. М.: Пищевая Промышленность, 1977, - 303 с.
2. თ. მეგრელიძე, ვ. ღვაჩლიანი, გ. გუგულაშვილი, ე. სადაღაშვილი, ბ. ღვაჩლიანი. ჩაის ფერმენტაციის ინტენსიფიკაცია ახალი აპარატის გამოყენებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, № 3 (481), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2011, გვ. 83-86.
3. თ. მეგრელიძე, ვ. ღვაჩლიანი, გ. გუგულაშვილი, ე. სადაღაშვილი, ნ. მაღლაკელიძე. ოზონის გამოყენება კვების პროდუქტების გაუგრებლობისათვის. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „გამოყენებითი ქიმიის პრობლემები“ შრომების კრებული. თბ.: 2012, გვ. 254-258.
4. თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, ნ. მაღლაკელიძე. საცივარი კამერის ოზონირების პროცესის ოპტიმალური პარამეტრების დასაბუთება//ხელოვნური სიცივე და გარემო, №1, თბ., 2013, გვ. 19-25.
5. თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, ნ. მაღლაკელიძე. სასაცივრო კამერაში გადამეტჯერებული ჰაერის ტენიანობის რეგულირების და შემოწმების ბლოკ-სქემა//ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, №2 (36), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2016, გვ. 167-173.

INTENSIFICATION OF TEA FERMENTATION PROCESS USING OZONE

E. Sadaghashvili, I. Khositashvili, G. Gugulashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There is described the process of fermentation of tea leaf and there is shown, that ozone can be used instead of oxygen entering the ambient air to intensify fermentation. This ensures, in conditions of low-productivity farm tea processing factories with low economic costs and short technological processes, the achievement of high quality of finished products. There is presented the principal scheme of a new device for fermentation of tea, in which, using ozone, significant acceleration of the process and increase in the quality of the product are achieved, which is of great importance for the tea factory in the country.

Key words: device; fermentation; oxidation; ozone; technology.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ ЧАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЗОНА

Садагашвили Э. З., Хоситашвили И. К., Гугулашвили Г. Л.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Описан процесс ферментации чайного листа и показано, что для интенсификации ферментации вместо входящего в окружающий воздух кислорода возможно использование озона. Это обеспечивает, в условиях малопроизводительных фермерских чаеперерабатывающих фабрик, при малых экономических затратах и непродолжительных технологических процессах, достижение высокого качества готовой продукции. Представлена принципиальная схема нового устройства для ферментации чая, в котором при использовании озона достигается значительное ускорение процесса и повышение качества продукта, что для фермерских чайных фабрик имеет важное значение.

Ключевые слова: озон; окисление; технология; устройство; ферментация.

გერმანიის დამზადების პონტონია და მარკატინგი

თინათინ მაღლაკელიძე, ნინო მელქაძე, ნინო კირკიტაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საერთაშორისო ასოციაცია

„ST- GEORG ITALI“)

რეზიუმე: წარმოდგენილია ინფორმაციები საქართველოში ბეწვის ნედლეულის დამუშავების შესაძლებლობების კვლევის დროს მიღებული შედეგებისა და მისი შემდგომი განვითარების გზების ძიების შესახებ. განხილულია კონკურენტულ საბაზრო პირობებში ახალი საქონლის დამკვიდრების საკითხი. მოცემულია საცდელი მარკეტინგის სტრატეგიის დამუშავების ძირითადი მაჩვენებლები და მოსალოდნელი წინააღმდეგობები.

აღწერილია საქართველოში არსებული პოლიტიკურ-ეკონომიკური პრობლემების ფონზე შემოქმედებითად მოაზროვნე გარევეულ მეცნიერთა და სტუდენტთა ჯგუფის მიერ ჩატარებული კვლევების მიმდინარეობის სირთულე და მარკეტინგული კვლევების საფუძველზე შერჩეული ბიზნეს-იდეის განხორციელების შესაძლებლობები. თეორიული მოსაზრებებისა და პრაქტიკული გადაწყვეტილებების შედეგები წარმოდგენილია დამუშავებული ბეწვის მასალებისა და მრავალფეროვანი ასორტიმენტის სახით.

ჩატარებული გამოკვლევები ეხება სამეცნიერო სამუშაოების განვითარების მიმართულებებს, ბიზნესის წამოწევებისა და შემდგომი განვითარების შესაძლებლობებს, საკითხით დაინტერესებული ინვესტორების მოძიებას და სხვ.

საკვანძო სიტყვები: ბეწვი; ბიზნესი; კვლევა; მარკეტინგი; ქურქი.

შესავალი

მსოფლიოში მსუბუქი მრეწველობის მაღალი ტემპით განვითარება მოსახლეობის გაზრდილი მოთხოვნილებების უკეთესად დაკმაყოფილების საშუალებას იძლევა. დღეისთვის მომსმარებელს სჭირდება ისეთი საქონელი, რომელიც 10–15 წლის წინათ საერთოდ არ არსებობდა. გაიზარდა მოთხოვნილება როგორც ფართო მოხმარების საქონელზე (კომპლექსურ ელექტროდანადგარებზე, ავეჯზე და სხვ), ისე პირადი მოხმარების საგნებზე (ტანსაცმელი, ფეხსაცმელი აქსესუარები და ა. შ.).

მოსახლეობის მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება შესაძლებელია არა მარტო წარმოების ფორმირებით და საწარმოში მზარდი მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის მიღწევების დანერგვით, არამედ მარკეტინგის ფართო გამოყენებით, რაღაც სამომხმარებლო მოთხოვნა უშუალოდ მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის ზემოქმედებით ვითარდება და ხელს უწყობს ადამიანის თავისუფალი დროის გაზრდას, საქონლისა და მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესებას, გამოყენებული საქონლის ფუნქციური მხარეების დახვეწას.

მოსახლეობის მოთხოვნილებებისა და ბაზრის კონიუნქტურის შემსწავლელი სპეციალისტები პერსპექტიულად აფასებენ საქონლის წარმოება-მოხმარების იმ მიმართულებებს,

რომლებიც ახალი მიღწევების გზით ვითარდება. მსუბუქი მრეწველობის მზა ნაწარმის ასორტიმენტისა და სარისხის გაუმჯობესებაში არსებითია ახალი ნედლეულის გამოყენება.

სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, მაგალითად, საფრანგეთში პროდუქციის 50 %-ს, რომელიც ამჟამად ბაზარზე გამოდის, 15 წლის წინათ მომხმარებელი არც კი იცნობდა. აშშ-ში ყოველ 10 წელიწადში ხდება ბაზარზე არსებული საქონლის ასორტიმენტის განახლება. ასევე ევროპულ ქვეყნებშიც.

ძირითადი ნაწილი

რა შეიძლება ჩაითვალოს სიახლედ და ახალ საქონლად? ამის შესახებ ერთიანი აღიარებული განმარტება არ არსებობს. ზოგიერთი ახალი საქონლის ძირითად ნიშან-თვისებად ახალ სახმარ დირებულებას მიიჩნევს, ზოგი კი – წარმოების თავისებურებებს, საქონლის ასაქს (2-დან 4 წლამდე), მყიდველთა რაოდენობას, მოხმარების ფაქტობრივ დონეს და ა. შ. ყველა კრიტიკული შეფასების მიუხედავად, ეს მოსაზრება მეტ-ნაკლებად გარკვეულ ყურადღებას იმსახურებს.

მარტინგული თვალსაზრისით, ახალ საქონლად შეიძლება ჩაითვალოს ორიგინალური ან მოდიფიცირებული ნაწარმი.

ნებისმიერი ახალი ან მოდიფიცირებული საქონლის კომერციული წარმატება მით უფრო საგრძნობია, რაც უფრო მეტად შეესაბამება იგი მომხმარებელთა მოთხოვნას ბაზარზე გასვლის მომენტისათვის. კონკრეტულად, ახალ საქონლად შეიძლება ჩაითვალოს:

- ნაწარმი, რომელიც პირველად იწარმოება მოცემული საწარმოს მიერ;
- ნაწარმი, რომელიც მოდიფიცირებულია (შეცვლილია მისი საექსპლუატაციო პარამეტრები, კონსტრუქციის ელემენტები, ზომები, გარე გაფორმება), რის შედეგადაც ჩნდება ახალი სახელწოდება, ახალი მარკა, ახალი არტიკული; ტანსაცმელი, ფეხსაცმელი, ტუალეტის საგნები, კულტურულ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულებისა და საოჯახო მეურნეობის საქონელი, რომელიც შექმნილია ახალი სახის ნედლეულით და მასალებით;
- საქონელი, დამზადებული ახალი ტექნოლოგიით, ახალი მოდელით და კონსტრუქციით.

ზოგიერთი ეკონომისტის აზრით, ზემოთ ჩამოთვლილი კრიტერიუმები, რომლებიც სიახლეს აფასებს წარმოების პოზიციდან, განაპირობებს მოხმარების კრიტერიუმებს.

არის შემთხვევა, როცა მოთხოვნილება „ახალზე“ ქმარიფილდება „ძველი“, ადრე გამოშვებული სამრეწველო საქონლით და, პირიქით, „ახალშა“ შეიძლება დააკმაყოფილოს „ძველი“ მოთხოვნილება. ამ შემთხვევაში, მოსახლეობისა და საქონელბრუნვის ჩამოთვლილ კატეგორიებს სხვადასხვა მნიშვნელობა აქვს.

ერთ-ერთი ამერიკული ჟურნალი ახალი საქონლის გამოშვები და მომხმარებელი დარგების მესვეურებს ურჩევს იხელმძღვანელონ შემდეგი დებულებებით:

1. ნუ ირწმუნებო იმას, რასაც ლაპარაკობენ ადამიანთა გემოვნებაზე სხვა ქვეყანაში;
2. ნუ ჩათვლით გადაწყვეტილად, რომ თქვენ შეგიძლიათ „ამის“ ექსპორტირება-წარმოება, „იმისა“ კი – არა. რისი გასაღებაც თქვენ ნამდვილად შეგიძლიათ, შეიძლება აღმოჩნდეს არა საქონელი, არამედ თქვენივე იდეა ან „ნოუ-პაუ“;
3. იაზროვნეთ გლობალური მასშტაბებით, რამდენადაც მსოფლიო ეკონომიკა ხდება სულ უფრო და უფრო ურთიერთდამოკიდებული;
4. აჯობეთ თქვენს უახლოეს კონკურენტს ხარისხით;
5. ამოირჩიეთ მყიდველი, რომელიც იმას საჭიროებს, რაც თქვენ გაქვთ;
6. მოირგეთ კეთილგანწყობილისა და გემოვნებიანის როლი;

7. ჯერ უნდა აითვისოთ შიგა ბაზარი და მერე გახვიდეთ საზღვრებს გარეთ. სიახლის შეთავაზებისას არ უნდა შეგაშინოთ კონკურენტებით გადაჭრებილმა მსოფლიომ;
 8. აჩვენეთ მყიდველებს, რომ ყოველთვის იმყოფებით მათ ბაზარზე; არავის მოსწონს გამყიდველი, რომელიც ზედმეტი მოგებისთვის ღობებურებს ედება.
- აღნიშნული დებულებები შეიძლება ქართულმა ახლად აღორძინებულმა დარგმაც გამოიყენოს თავიას საქმიანობაში.

იდეალური ფორმირება და შერჩევა არის ახალი საქონლის შექმნის პირველი ეტაპი, რომელიც გულისხმობს იდეის მოკვლევას და საუკეთესოს მიგნებას. ეს პროცესი სისტემურ ხასიათს უნდა აჩარებდეს და მისი მიმღინარეობისას უნდა გაირკვეს, თუ რა მიზანს ისახავს იდეა და შემდეგ – ამ იდეის განხორციელებისათვის შექმნილი ფირმა (ახალი საქონლის შექმნით მოგების მაქსიმიზაციას, ბაზრის დაპყრობას, ფირმის პრესტიჟის ამაღლებას თუ სხვას).

საქართველოში აღნიშნულ პრობლემაზე მუშაობა დაიწყო ჯერ კიდევ 1990-იან წლებში. ეს იყო ეკონომიკური და პოლიტიკური კრიზისების პერიოდი. ფაქტობრივად დაიშალა ყოფილი საბჭოთა კავშირი, გაუქმდა რესპუბლიკების შორის საწარმოო კავშირები, გადაიკეტა სასაქონლო მოძრაობის გზები, ტყავისა და ბეწვის ადგილობრივი ნედლეული აღარ იგზავნებოდა საქართველოს საზღვრებს გარეთ. ზემოთ ჩამოთვლილი მიზეზების გამო დაიხურა საწარმოები და შეწყდა მათი დამუშავება. ჩაწოლილი აღმოჩნდა ტყავის და ბეწვის ნედლეულის ბუნებრივი მარაგები. შექმნილი სიტუაციიდან გამოსვლის მიზნით დაიწყო საქართველოს ტყავისა და ბეწვის ნედლეულის ადგილზე დამუშავების შესაძლებლობის კვლევა. იდეის აგზორისა და თემის ხელმძღვანელის, პროფესორ თ. მაღლაკელიძის მიერ შერჩეულ იქნა შემოქმედებითად მოაზროვნე მაშინდელ სტუდენტთა ჯგუფი (ნ. მელქაძე, ნ. კირკიტაძე, ნ. ჭელიძე, ნ. ახვლედიანი, ლ. მოდებაძე, ლ. ყანჩაველი და სხვ.), რომლებმაც საკითხის დასაზუსტებლად ჩაატარეს გარკვეული მოთელვითი სამუშაოები. კერძოდ, შეისწავლეს:

- საქართველოში არსებული ბეწვის ნედლეულის მარაგები;
- საქართველოში გავრცელებული ძვირფასბეწვიან ცხოველთა სახეები;
- ბეწვიან ცხოველთა გავრცელების ტერიტორიული ზონები და სიხშირე;
- ბეწვის დამმუშავებელ სპეციალისტთა კვალიფიკაციის ხარისხი და მათი ცოდნის დონის შესაბამისობა თეორიულად არსებულ ბეწვის დამუშავების ტექნილოგიებთან;
- ბეწვის ასორტიმენტი (ქურქები, ქუდები, საყელოები და ა. შ.) დამზადების თვალსაზრისით;
- არსებული ლიტერატურა ბეწვეულის გადამუშავებისა და მისგან მრავალფეროვანი ასორტიმენტის დამზადების შესახებ;
- ცალკეული ბეწვის ტყავნედლეულის (მელია, კურდღელი, წავი, წაულა, ნუტრია და სხვა.) დამუშავების სტანდარტები და ტექნილოგიები ნორმატივები.

ზემოაღნიშნულის შესწავლის შედეგად გამოვლინდა, რომ:

- 1 990-იან წლებში საქართველოში ფუნქციონირებდა 12-მდე მეკურდდლეობის მეურნეობა, რომლებიც კუმისის შემგროვებელ პუნქტს აწვდიდა 500 000-მდე კურდდლის ტყავნედლეულს;
- ბაკურიანში ფუნქციონირებადი მელათსაშენის სიმბლავრე წლიურად იძლეოდა 7000 ცალ უძვირფასებს ტყავნედლეულს (მირითადად შავ-ვერცხლისფერი, ყვითელი და თეთრი მელის სახით);
- მონადირეთა კავშირისა და კერძო მეწარმეთა მიერ გროვდებოდა 30 000 ცალამდე ტყავნედლეული (წავი, წაულა, ნუტრია, მგელი, და ა.შ.), კერძო მეწარმეების ოჯახურ მეურნეობებში კი – 35 000-მდე ნუტრია;

საქართველოში ბეწვეულის გადამუშავება და ასორტიმენტის დამზადება ხდებოდა ქოლოდ კუსტარულად, რაღანაც არ არსებობდა არც გადამამუშავებელი და არც შესაბამისი მანქანა-დანადგარებით აღჭურვილი სამკერვალო საამქროები;

მეწარმეთა ცოდნა არ სცილდებოდა კუსტარულ საქმიანობას და არ ემყარებოდა ამ დარგში არსებულ სიახლეებს და თეორიულ საფუძვლებს;

უმაღლეს და პროფესიულ სასწავლებლებში არ მიმდინარეობდა ბეწვისა და ტყავნედლეულის დამუშავებისა და კერვის თეორიული და პრაქტიკული სწავლება.

აღნიშნული სურათის შეცვლის მიზნით დამუშავებულ იქნა თეორიული საფუძვლები საცდელი მარკეტინგის შესახებ, რომლის მიზანი იყო:

- მომხმარებელთა ქცევის, შეხედულებებისა და შთაბეჭდილებების შეგროვება;
- საქონლის საექსპლუატაციო თვისებების დაკონკრეტება;
- ფასების დინამიკასა და რეალიზაციის მოცულობაზე მოქმედი ფაქტორების გამოვლენა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, სამომავლოდ (ფირმის ფორმირების შემდეგ), საცდელი მარკეტინგის შედეგების მიხედვით უნდა შექმნილიყო საცდელი პროდუქციის როგორც წარმოების გაფართოების, ისე ბაზარზე რეალიზაციის შესაძლებლობა; პარალელურ რეჟიმში უნდა განხორციელებულიყო პროდუქციის მოდიფიცირება ან, წარუმატებლობის შემთხვევაში, წარმოებიდან მოხსნა.

იდეა გამართლებული აღმოჩნდა იმ თვალსაზრისით, რომ ბეწვის პირველადი ნიმუშები, რომლებიც ნაწილობრივ კუსტარულ, საცდელ ლაბორატორიულ გარემოში გადამუშავდა, მართალია, ცოტა უხეში და ნაკლებად ელასტიკური იყო, მაგრამ მისგან თანამედროვე საქერავ მანქანებზე შეიკერა მარტივად აჭრილი და პირაპირული ნაკერებით დამუშავებული შავ-ვერცხლისფერი მელის ტყავის ქურქი და კურდდლის ტყავის ქურქი, რომელიც ასევე მარტივად იყო აკინძული ოთხეუთხედი და გრძივზოლებიანი ნაჭრებისაგან.

ამდენად, შერჩეული იდეა საქმის დასაწყისშივე იძლეოდა ზოგად წარმოდგენას იმ საქონელზე, რომელიც ნებისმერ მომხმარებელს აინტერესებდა კონკრეტული სამომხმარებლო დირექტულებებით. იდეის მიზნისა და განსახორციელებელი ამოცანების გადაწყვეტა რუსეთ-საქართველოს შორის მიმდინარე გაურკვეველი ომის პირობებში რთული იყო, მაგრამ იგი მაინც დაძლეულ იქნა გონივრული მიღებით და კეთილმოსურნე კოლეგების დახმარებით. უპირველესად, „მეცნიერ მუშაქთა, შემოქმედ სტუდენტთა და ინჟინერთა ასოციაციის“ მიერ კონკრეტული ნაწარმის შექმნის მიზნით ექსპერიმენტისათვის შეძენილ იქნა მასალების ოპტიმალური ვარიანტი: 1 500 ცალი ბაკურიანული მელია და 30 000 ცალი კურდდლის ტყავნედლეული.

ასოციაციის ბაზაზე შეიქმნა სასწავლო-საწარმოო ცენტრი „ელეგია“, რომელიც შემდგომ ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტის მსუბუქი მრეწველობის ფაკულტეტის სტუდენტთა სასწავლო-საწარმოო ბაზად გადაკეთდა, სადაც სტუდენტები გადიოდნენ პროფესიულ დაოსტატებას და ამუშავებდნენ სამეცნიერო-კვლევით დიპლომებს. აღნიშნულ ბაზაზე შესრულებულ იქნა 40-მდე სამეცნიერო-კვლევითი საქურსო და სადიპლომო სამუშაო. ფაქტობრივად, საწარმო 1990-იან წლებში მიიღო ის ფორმა, რომელიც ამჟამად მიმდინარებს უმაღლეს სასწავლებლებში პროფესიული სწავლების სახით.

მკვლევარ-სტუდენტთა ჯგუფის მიზანი იყო ახალი ცოდნის შეძენა და დაოსტატება საქართველოს ბეწვის ნედლეულის (კურდდელი, მელია, და სხვ.) დამუშავებასა და მიღებული მასალისაგან თანამედროვე ტექნოლოგიებით ასორტიმენტის დამზადებაში. კვალიფიცირებულ სტუდენტ-დიპლომანტთა მიერ დამზადდა ბეწვის მრავალფეროვანი ასორტიმენტი, რომელიც გამოიყინა ქუთაისის „სარისხის სახლის“ საერთაშორისო გამოფენაზე, სადაც ნიმუშები შეძენილ იქნა სხვადასხვა კვეუნის წარმომადგენელთა მიერ. ასევე 500-ზე მეტი ქურქი (ქალის, ბავშვის, მოზარდის) და ბეწვის სხვადასხვა ასორტიმენტი (საყელო,

მოსასხამი, ქუდები და სხვ.) გაიყიდა, როგორც ადგილობრივ ბაზარზე, ისე უცხოეთში (აშშ., იტალია, გერმანია, შვეიცარია, თურქეთი და სხვ.).

ცნობილია, რომ ახალი იდეის მოწინააღმდეგე შიკროსფეროში ხშირად ჩნდება სხვადასხვა წინააღმდეგობრივი ინტერესი (დემოკრატიული, ეკონომიკური, ბუნებრივი, მეცნიერულ-ტექნიკური, პოლიტიკური, კულტურული) და კერძო, ანუ პირად-კონკურენტული ფაქტორები:

დემოკრატიულ ფაქტორში იგულისხმება შობადობის შემცირება, მოსალეობის დაბერება, მიგრაცია, განათლების დონე და ადამიანის სახორცი პარამეტრების ცვლილებები;

ეკონომიკურში – საქმისადმი დამოკიდებულების უნარის სიმცირე, უმუშევრობის მაღალი ხარისხი, მოსახლეობის მოკრძალებული დამოკიდებულება ბეწვის ნაწარმის შეძენაზე;

ბუნებრივში – ნედლეულის დეფიციტი, ენერგიის დაზოგვა, გარემოს დანაგვიანება, ბუნებრივი რესურსების ათვისებისა და გამოყენების პროცესების არცოდნა;

სამეცნიერო-ტექნიკურში – სამეცნიერო-ტექნიკური პროცესების ევოლუციური და დროული ყურადღება მის გამოყენებაზე, მკაცრი სახელმწიფო კონტროლი წარმოებულ პროდუქციაზე;

პოლიტიკურში – ქვეყანაში არსებული პოლიტიკური მდგომარეობა, სხვა ქვეყნებთან ურთიერთკავშირის მაღალი ხარისხი, მიმოსვლისა და კონტაქტის შესაძლებლობები და ა. შ.

კულტურულში – იდეის სწრაფი განვითარება, განვითარებულ ქვეყნებთან თანამშრომლობის მაღალი ხარისხი;

კერძო, ანუ პირად-კონკურენტულში – ახალი იდეის სწრაფი განვითარება, რადგან ახალი იდეა ზოგჯერ იმდენად მომხიბვლელია საზოგადოებისათვის, რომ ცდილობენ მის მიტაცებას, საკუთარ დაქვემდებარებაში მოქცევას, კრიმინალური სამყაროს გაძებიურებული წრეების მიერ ცრუ ინფორმაციის გავრცელებას (სახელმწიფო სტრუქტურების მაკონტროლებელი ორგანოების ჩართულობით), ხელშემშლელი ფაქტორების გაზრდას ბიზნესის ნორმალური წარმოების საწინააღმდეგოდ და ა. შ.

ხარისხის თვალსაზრისით, კონიუნქტურაში შედის ბაზრის თვითდაგმაყოფილების ხანგრძლივი ტენდენციები, რაც უკავშირდება ადგილობრივ წარმოებას, ახალი გზების ძიებასა და განვითარებული ქვეყნებისაკენ სწრაფვას.

უკელა დასახელებული ფაქტორის ზეგავლენა ცალკე კვლევის საგანია და თითოეული მათგანი გავლენას ახდენს შერჩეული იდეის განვითარებასა და დასახული ამოცანების შესრულებაზე. საქართველოს ბეწვეულზე ჩატარებული ექსპერიმენტიც ვერ ასცდა დასახელებულ წინააღმდეგობებს.

მიუხედავად აღნიშნულისა, ძირითადი ამოცანები, ჩვენ მიერ შერჩეული იდეის მიხედვით შეგვესწავლა საქართველოში ბეწვის ნაკეთობების დამზადების შესაძლებლობები, და ცდა, მოგვეძებნა გზები მისი განვითარებისათვის, ძირითადად დაძლევულ იქნა.

აღსანიშნავია, რომ გასული საუკუნის 90-იან წლებში საქართველოს ბაზარზე დეფიციტად თვალებოდა ბეწვის ნაკეთობები, რადგან ჩვენს ქვეყანაში არსებული ნედლეული იგზავნებოდა საზღვარგარეთ (ასტრახანში) გადასამუშავებლად, ხოლო იმპორტით შემოტანილი ნაკეთობები (მელისის, წავისა და წაულას ბეწვი, ყარაკულის ქურქები და სხვ.) ხელმისაწვდომი არ იყო მოსახლეობის ფართო ფენებისათვის ბაზარზე მათი დეფიციტის გამო. ამდენად, იდეაც და მარკეტინგის სტრატეგიაც სწორად იყო მიგნებული; ამასთან, დამამთავრებულ ეტაპზე ჩატარდა კიდეც ეკონომიკური ანალიზი გადაწყვეტილების საბოლოო შეფასებისათვის, რომელიც ასევე დადგენით აღმოჩდა.

იდეის რეალობად ქცევის მიზნით დაიწყო ბეწვის, ტყავისა და მისგან წარმოებული პროდუქციის (ქურქების) დამზადების ეტაპი – ჩამოყალიბდა ბეწვის გადამუშავების (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი) და კერვის (ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტი) კვლევითი ლაბორატორია, რომელიც აღიჭურვა საჭირო მოწყობილობებით. საქართველოს განათლების სამინისტროს გადაწყვეტილებით, ქუთაისის ტექნიკურ უნივერსიტეტში გაიხსნა ახალი სპეციალობები: მსუბუქი მრეწველობის დარგების ეკონომიკა, ტყავისა და ბეწვის მიზნით დაიწყო ბეწვის მიმდევრული უნივერსიტეტის დამზადების ეტაპი.

ვის გადამუშავებისა და კერვის ტექნოლოგია და ბეწვის ნაკეთობების დამამზადებელი მცირე ექსპერიმენტული სამქრო. ამ საკითხით დაინტერესებული ახალგაზრდები და კვალიფიცირებული კადრები შეუდგნენ ბეწვის ტყავნედლეულის დამუშავებას და მზა ნაწარმის შექმნას. თანამედროვე დიზაინის გამოყენებით შემუშავებულ იქნა ექსპერიმენტული მოდელები; ქურქის მრავალფეროვანი მოდელების კონსტრუქციები და ახალი მოდელები გამოიცადა საბაზრო პირობებში. მონიტორინგი ჩატარდა რეგიონების მიხედვით: აღმოსაგლეთ საქართველოში – თბილისში, დასავლეთ საქართველოში – ქუთაისსა და მის რაიონებში; შესწავლიდ იქნა მომხმარებელთა შეხედულებები, შთაბეჭდილებები, ქცევები, დაკონკრეტდა საქონლის საექსპლუატაციო თვისებები, განისაზღვრა კადრების დინამიკა.

მომხმარებლის მოთხოვნის შესაბამისად შერჩეული იდეა შეივსო ახალი მიმართულებებით. ახლად ჩამოყალიბებულმა მცირე სამქრომ ახალი პროდუქციის შექმნასთან ერთად მუშაობა დაიწყო ტყავისა და ქურქის ნაწარმის რეკონსტრუქციაზეც, რადგან საქართველოში განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნა იყო ყარაკულისაგან დამზადებულ ქურქებზე. განდა მოსაზრება მცირე საწარმოების გაფართოების შესახებ.

1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია კუსტარულ პირობებში კურდღლისა და მელიის ტყავების დამუშავების მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს ტყავის დალბობას, რეცხვას, ხსნარიდან



ა



ბ



გ



დ

ნახ. 1. კუსტარულ პირობებში ბეწვის დამუშავების პროცესი: ა – დალბობა; ბ – რეცხვა; გ – ხსნარიდან ამოღება; დ – გლემურის გაცლა

ამოღებას და გლემურძის გაცლას; მე-2 და მე-3 ნახ-ებზე – დაგრძელების ტექნილოგიური მეთოდით დამზადებული შავ-ვერცხლისფერი მელიის კლასიკური ბეწვის ქურქები, ხოლო მე-4 ნახ-ზე – დაგრძელება-გადაწყობის მეთოდით დამუშავებული შავ-თეთრი მელიის ქურქი (აფტორები: ნ. მელქაძე, ნ. კირიტაძე, ლ. ყანჩაველი). შავ-ვერცხლისფერ მელიის ქურქში გამოყენებულია 24 ცალი მელიის ბეწვის მხოლოდ ზურგის ნაწილი. კალთისა და თათების არე იღლიებთან ერთად ამოჭრილია. თითოეული ტყავი მათემატიკური გათვლებით დაჭრილია ნაწილებად, რომლებიც გადაწყობის მეთოდით და პირაპირული ნაკერით დაკავშირებულია იმავე პრინციპით დანაწევრებულ ნატურალურ ტყავთან, რის შედეგადაც თითოეული მელიის სიგრძე გაზრდილია თითქმის 2-ჯერ და მეტად. ტექნილოგიური დამუშავების ასეთი მეთოდი ქურქის ზედაპირზე ქმნის კლეგანტურ „„კიბისებრ“ სურათოვნებას და ნაწარმს ანიჭებს კლასიკური ნაკეთობის სახეს (ქურქთან ერთად წარმოდგენილია უკვე დამუშავებული სხვადასხვა ფერის ქურდღლის ბეწვის ტყავნედლეულის ნიმუშები).



ნახ. 2. მელიის ბეწვის ქურქის
კლასიკური მოდელი



ნახ. 3. მელიის ბეწვის ქურქის
ზურგის მსარე

შავ-ვერცხლისფერი და თეთრი მელიის ტყავისაგან დაგრძელება-გადაწყობის მეთოდით დამზადებულ ქურქში (ნახ. 4) მკვეთრად ჩანს შავ-ვერცხლისფერსა და თეთრი მელიის ზოლებს შორის გარდამავალი ხაზები, რაც მოდელს ხდის ეფექტურს, თანამედროვეს, ექსკლუზიურს.

ჩატარებულმა კვლევითმა სამუშაოებმა საფაკულტეტო და საერთაშორისო სტუდენტურ სამეცნიერო კონფერენციებზე მრავალჯერ დაიმსახურა პირველი ადგილი და დაჯილდოვდა შესაბამისი სიგელებით.

სტუდენტური ნაშრომები ბეწვის ქურქების, ქუდების, საყელოებისა და სხვა მრავალფეროვანი ასორტიმენტის სახით გამოფენილ იქნა საერთაშორისო გამოფენა-გაყიდვაზე.



ნახ. 4. შავ-თეთრი მელიისაგან დაგრძელება-გადაწყობის მეთოდით შექმნილი ქურქი

დიდი მოწონება დაიმსახურა ბაკურიანის შავ-ვერცხლისფერი და ნაცრისფერი მელის ბეწვებულმა (ნახ. 5. დიზაინერ-ტექნოლოგები ნ. კირკიტაძე, ნ. მელქაძე, ლ. ყანჩაველი) და შავ-ვერცხლისფერი და ყვითელი მელიისაგან დამზადებულმა ქუდმა და საყელომ (ნახ. 6. დიზაინერ-ტექნოლოგი თ. აბულაძე).



ნახ. 5. ბაკურიანის მელიის საყელოების ასორტიმენტი



ნახ. 6. ვერცხლისფერი და ყვითელი მელიის ბეწვისაგან დამზადებული საყელო და ქუდი

მე-7 ნახ-ზე წარმოდგენილია დიზაინერების ი. ტყეშელაშვილისა და ს. მესხორაძის მიერ კურდღლის ტყავნედლეულისაგან დამუშავებული და შეკერილი ნახევარქურქი.



ა



ბ

ნახ. 7. კურდღლის ბეჭვის ნახევარქურქი: ა – წინა მხარე; ბ – ზურგის მხარე

დასკვნა

ამრიგად, შესრულებული სამუშაოები შეიცავს სამეცნიერო კვლევების ახალ მიმართულებებს, პროფესიული სწავლების ელემენტებს, ბიზნესის წამოწყებისა და შემდგომი განვითარების შესაძლებლობებს, საკითხით დაინტერესებული ინვესტორების მოძიებასა და მათთან თანამშრომლობას, რათა მომხმარებელთა შეხედულებებისა და მოთხოვნების შესაბამისად საქართველოში კვლავ გაგრძელდეს მუშაობა ტყავისა და ბეჭვეულის მცირე საწარმოთა გაფართოებაზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Зурабян К. Я., Краснов Б. Я., Бернштейн М. М. Материаловедение изделий из кожи. М., 1998.
2. თ. ა. მაღლაკელიძე. ტყავის ნაკეთობათა მასალათმცოდნეობა. ნაწ. 1, 2, 3. ქუთაისი, 2009.
3. Зыбин Ю. П., Авилов Ю. М., Чернов Н. В. и др. Материаловедение изделий из кожи. М., 1978.
4. ტყავის წარმოება. ტერმინები და განსაზღვრებები. სტანდარტი 312 315.
5. www.wantex.lpb.ru
6. www.technoavia.ru
7. Переработка зайцевых шкур. cnt.search.muway.com
8. მიღანის კერვის ხელოვნება და პარიზის უშრეტი ფანტაზია www.tabula.ge/ge/
9. Выделка шкуры лисы. <https://youttube.com/>
10. დაბრუნებული მოდა. www.nationalgeographic.ge

CONCEPTION AND MARKETING ABOUT FURS

T. Maglakelidze, N. Melkadze, N. Kirkitadze

(Georgian Technical University, International Association „ST-GEORGITALI”)

Resume: There is provided information about the results received during the research of local processing opportunities of raw materials of fur in Georgia and further ways of its development. In addition, there are discussed the main indicators for processing test marketing strategy about new product in market conditions.

Based on the political-economic problems risen in Georgia, there are described the difficulty of the process of studies carried out by creative scientists and group of students and finding the ways for the implementation of the idea selected on the basis of marketing research. The results of theoretical considerations and practical decisions are presented in the form of processed fur materials and diverse range of assortments.

The performed works include the development of the directions of scientific work, opportunities for starting business and further development opportunities in terms of seeking interested investors and development of friendly co-operation.

Key words: business; fur; fur-coat; investigation; marketing.

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

КОНЦЕПЦИЯ И МАРКЕТИНГ ОБРАБОТКИ МЕХОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Маглакелидзе Т. А., Мелkadze Н. Г., Кирkitадзе Н. С.

(Грузинский технический университет, Международная ассоциация „ST-GEORGITALI”)

Резюме. Предоставлена информация о поиске путей получения результатов во время исследования возможностей обработки мехового сырья в Грузии и их последующего развития. В конкретных рыночных условиях приведены основные показатели обработки испытуемой маркетинговой стратегии об усвоении нового товара.

Описаны сложности хода проведенных исследований творчески мыслящих ученых и группы студентов на фоне политico-экономических проблем имеющихся в Грузии и пути возможности осуществления бизнес-идей, выбранных на основании маркетинговых исследований. Результаты теоретических соображений и практических решений представлены в виде материалов обработанного меха и разнообразного ассортимента.

Выполненные исследования содержат направления развития научных работ, возможностей начала бизнеса и его последующего развития, поиском заинтересованных этим вопросом инвесторов и благонамеренных сотрудников.

Ключевые слова: бизнес; исследование; мех; маркетинг; шуба.

ტეგოს ნაკერის სიმულაცია და ხანგამძლეობას შორის დამოკიდებულება მიმოზა ქარქაშაძე

(ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია მსუბუქ მრეწველობაში ფეხსაცმლის წარმოებაში გამოყენებული წებოს ნაკერის სიმტკიცესა და ხანგამძლეობას შორის დამოკიდებულება. წებოს ნაკერის მექანიკური სიმტკიცის შესაფასებლად გამოიყენება ორი მახასიათებელი: გამხლები დატვირთვა და ხანგამძლეობა. მოცემულია ამ ორ სიდიდეს შორის რაოდენობრივი კავშირის ტოლობები, რომლებიც შეიძლება გამოიყენებულ იქნეს ერთი მახასიათებლის მეორეში გადასაანგარიშებლად. ასეთი გადაანგარიშებები საჭიროა პრაქტიკული ამოცანის გადაწყვეტისას, როცა ლაბორატორიული მეთოდით განსაზღვრული შეწებების სიმტკიცის მიხედვით ხდება ფეხსაცმლის ტარებისას ლანჩის მიწებების საგარანტიო გადის დადგენა.

საკვანძო სიტყვები: გამხლები დატვირთვა; საგარანტიო გადა; სიმტკიცე; შეწებება; წებო; ხანგამძლეობა.

შესავალი

ჰეტეროგენული სისტემების (მაგალითად, წებოს ნაკერი) სიმტკიცისა და ხანგამძლეობის საკითხები მყარი სხეულების სიმტკიცის ერთ-ერთი მთავარი მახასიათებლებია. პოლიმერების სიმტკიცის, დეფორმაციისა და რდვევის თეორიის დებულებების გათვალისწინებით შესაძლებელია წებოს ნაკერებში სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედების შედეგად თვისებათა ცვლილებების განსაზღვრა.

წებოს ნაკერის მექანიკური სიმტკიცის შესაფასებლად შეიძლება გამოიყენებულ იქნეს გამხლები დატვირთვა ან ხანგამძლეობა. პირველი მათგანი წარმოადგენს დატვირთვას ნაკერის რდვევის მომენტში, ხოლო მეორე – დროს დატვირთვის დაწყებიდან რდვევის მომენტამდე.

სიმტკიცის კინეტიკური კონცეფციის თანახმად [1] ხანგამძლეობა წარმოადგენს მყარი სხეულების ძირითად მახასიათებელს და, შესაბამისად, წებოს ნაკერისთვისაც, მაგრამ გამხლები დატვირთვა ჯერჯერობით სიმტკიცის უფრო გავრცელებულ მახასიათებლად ითვლება მისი სწრაფი განსაზღვრის გამო. ხანგამძლეობის განსაზღვრა ხდება სტატიკური დატვირთვისას, რაც ხშირად დიდ დროს მოითხოვს.

წებოს ნაკერის სიმტკიცის ამა თუ ამ მახასიათებელზე სხვადასხვა ფაქტორის გაფლენის კვლევას მიეძღვნა უამრავი ნაშრომი [2–5]. ამ სფეროში კვლევის შემდგომი ეტაპია წებოს ნაკერის შეფასების კომპლექსური მეთოდიკის შექმნა. ამისათვის საჭიროა მოედი რიგი საკითხების გადაწყვეტა, კერძოდ, წებოს ნაკერის სიმტკიცესა და ხანგამძლეობას შორის ურთიერთკავშირის დამყარება და ამ კავშირებს შორის რაოდენობრივი შეფასების დადგენა. ამ საკითხის გადაწყვეტა წარმოადგენს სწორედ მოცემული სამუშაოს ძირითად მიზანს.

ძირითადი ნაწილი

ცნობილია, რომ წებოს ნაკერის ხანგამძლეობის ტემპერატურაზე და სტატიკურ დატვირთვაზე დამოკიდებულება გამოისახება ს. ჟურკოვის ტოლობით [2]:

$$\tau = \tau_0 e \times p \frac{u_0 - \gamma P}{RT} \quad (1)$$

ან გ. მარტენევის მიერ ელასტომერების ხანგამძლეობის აღწერისათვის შემოთავაზებული ტოლობით:

$$\tau = A e \times p \frac{u}{T} p^{-b}, \quad (2)$$

სადაც T ტემპერატურაა, °C; P – დატვრითვა, ქნ; τ_0 , u_0 , γ , u , b – კონსტანტები, რომელთაგან ზოგიერთი შეიძლება დამოკიდებული იყოს T და P ცვლადებზე.

დადგენილია, რომ ცვლადი დატვირთვის რეჟიმში გამოცდისას, როდესაც იცვლება $p = wt$ (t დროა) წრფივი კანონით, მოქმედებს რღვევის დაჯამების პრინციპი, რომელიც განისაზღვრება ბეილის კრიტერიუმით:

$$\int_0^p \frac{dt}{\tau[T, P(t)]} = 1. \quad (3)$$

აქ t_0 არის რღვევამდე დრო, წთ.

რღვევის დაჯამების პრინციპის მეშვეობით შეიძლება გადაიჭრას ე. წ. შებრუნებული მოცანა, რომელიც დაგვეხმარება $p = wt$ რეჟიმში ხანგამძლეობის მონაცემებით (1) ან (2) ტოლობის პარამეტრების განსაზღვრაში. შებრუნებული ამოცანის ამოსენის მეთოდიკა დაწვრილებით მოცემულია ლიტველი მეცნიერის, პროფესორ ვ. რაიაცკასის ნაშრომში [2].

სიმტკიცესა და ხანგრძლივობას შორის კავშირის თეორიული კვლევის საფუძვლად აღებულ იქნა (1), (3) ან (2), (3) ტოლობები. (3) ტოლობა $p = wt$ ცვლადი დატვირთვისა და (1) ტოლობის გათვალისწინებით დებულობს შემდეგ სახეს:

$$\int_0^p \frac{dt}{\tau_0 \exp \frac{u_0 - \gamma wt}{RT}} = 1 \quad (4)$$

ან

$$\int_0^p \frac{dt}{\exp \alpha(T)(1 - wt)} = \tau_0 \exp \frac{u_0 - \gamma}{RT}. \quad (5)$$

$\tau_0 \exp \frac{u_0 - \gamma}{RT} = \tau_1$ სიდიდე (1) ტოლობის თანახმად წარმოადგენს ხანგამძლეობის მაჩვენებელს სტატიკურ პირობებში, როცა დატვირთვა $p = 1$.

(5) ტოლობის გაინტეგრალებით და იმის გათვალისწინებით, რომ $wt_p = Pp$ (სადაც, Pp რღვევის მომენტი კუთრი დატვირთვაა), გვექნება:

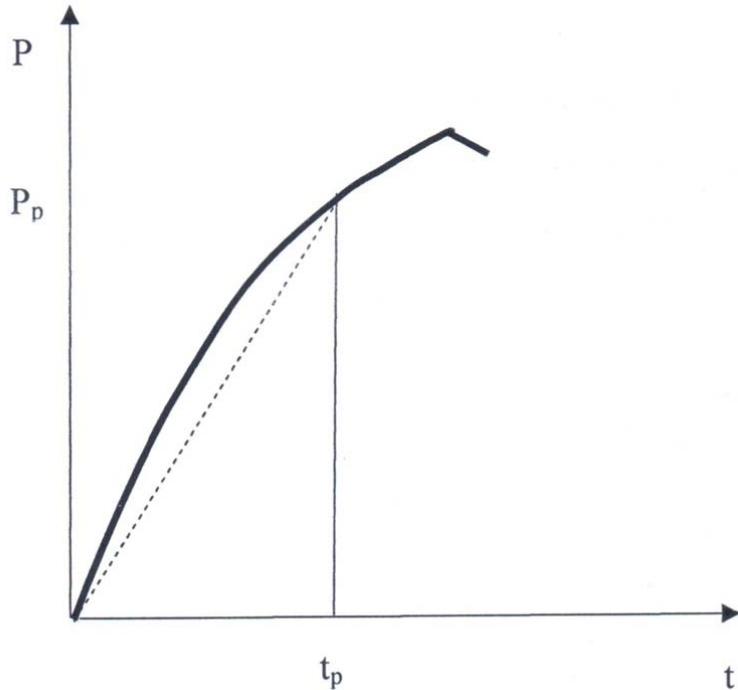
$$\tau_1 = \frac{tp}{\alpha(T)Pp} \exp[-\alpha(T)[\exp(Pp\alpha(T)) - 1]]. \quad (6)$$

იმ შემთხვევაში, როცა ხანგამძლეობა აღწერილია (2) ტოლობით, ანალოგიური გზით გდებულობთ:

$$\tau_1 = \frac{P_p^6}{b+1}. \quad (7)$$

აქ τ_1 -ს აქვს იგივე მნიშვნელობა, რაც ზემოთ, მაგრამ განსაზღვრულია (2) ტოლობიდან.

რამდენადაც წებოს ნაკერის ხანგამძლეობაზე გამოცდა $p = wt$ რეჟიმში (პრინციპში მუდმივი სიჩქარით დაცურებაზე გამოცდის ანალოგიურ პირობებში) ხორციელდება, ამიტომ τ_1 შეიძლება გაანგარიშებულ იქნეს (6) ან (7) ტოლობით მაშინ, როცა tp და Pp შეიცვლება იმ მნიშვნელობებით, რომლებიც აღებული იქნება დინამომეტრზე მათი გამოცდის დროს (ი.e. ნახ-ზე დიაგრამა „დატვირთვა-დრო“) დეფორმაციის დერძის დროის დერძით შეცვლისას (Pp მაქსიმალური დატვირთვაა, tp – დრო, რომლის განმავლობაშიც ის მიღწევა).



დაცურებაზე გამოცდისას „დატვირთვა-დრო“ დიაგრამის სქემა

აღნიშნულის დასამტკიცებლად ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტი დაცურებისას წებოს ნაკერის სიმტკიცისა და $p = wt$ რეჟიმში მისი ხანგამძლეობის განსაზღვრის მიზნით. კვლევისას გამოყენებულ იქნა ორფენიანი კირზა და რეზინა „კოუგალონი“, რომელთა შეწყბებაც ხდებოდა ტიპური მეთოდიკის შესაბამისად პოლიურეთანის წებოთი. დაცურებაზე შეწყბების სიმტკიცე განისაზღვრებოდა სხვადასხვა ფიქსირებულ ტემპერატურასა ($30\text{--}70^\circ\text{C}$) და გაჭიმვის სიჩქარეზე ($50\text{--}200$ მმ/წთ), ხანგამძლეობა $p = wt$ რეჟიმში $40\text{--}90^\circ\text{C}$ ტემპერატურის ინტერვალში, ხოლო დატვირთვის ინტენსიურობა $1,4 \cdot 10^{-3} \text{--} 282 \cdot 10^{-3} \text{ 10/გ}^2$ წმ ($0,08\text{--}16,9$ კგ/სმ 2 წთ) ზღვრებში.

მიღებული შედეგების მიხედვით, შებრუნებული ამოცანის ამოხსნისას მიღებულ იქნა ხანგამძლეობის ტოლობა:

$$\tau = 10^{-13} p^{-4,58} \exp \frac{26,82}{RT} . \quad (8)$$

ცხრილში მოცემულია (7) და (8) ტოლობებით გამოთვლილი τ_1 მნიშვნელობები.

(7) და (8) ტოლობებით გაანგარიშებული τ_1 -ს მნიშვნელობები

T °C	V, მმ/წმ	t _p , წმ	P _p , 10 ⁵ გ/მ ²	(7) ტოლობით, τ_1 წმ.	$\tau_{1\text{bsd}}, \text{წმ}$	(8) ტოლობით, τ_1 წმ.
30	50	42	15,90	23,81 • 10 ⁵	22,92 • 10 ⁵	23,05 • 10 ⁵
	100	27	17,29	22,47 • 10 ⁵		
	150	21	18,18	21,99 • 10 ⁵		
	200	19	18,84	23,40 • 10 ⁵		
50	50	25	10,12	1,79 • 10 ⁵	1,50 • 10 ⁵	1,46 • 10 ⁵
	100	13	11,17	1,46 • 10 ⁵		
	150	9	11,83	1,32 • 10 ⁵		
	200	8	12,32	1,41 • 10 ⁵		
70	50	15	6,80	1,74 • 10 ⁴	1,41 • 10 ⁴	1,27 • 10 ⁴
	100	7	7,59	1,34 • 10 ⁴		
	150	5	8,09	1,29 • 10 ⁴		
	200	4	8,47	1,27 • 10 ⁴		

როგორც ცხრილიდან ჩანს, დაცურებისას წებოს ნაკერის სიმტკიცეზე გამოცდის დროს მიღებული შედეგებით გამოთვლილი τ_1 მნიშვნელობის თანხვედრა (8) ტოლობიდან გამოთვლილი τ_1 მნიშვნელობასთან დამაკმაყოფილებელია

τ მნიშვნელობა $P \neq 1$ ნებისმიერი დატვირთვისას შეიძლება გაანგარიშებულ იქნეს (9) თანაფარდობიდან:

$$\tau = \tau_1 \cdot p^{-B}. \quad (9)$$

დასკვნა

ამრიგად, (6) და (7) ტოლობები რაოდენობრივად ასახავს კავშირს წებოს ნაკერის სიმტკიცის ორ მახასიათებელს შორის. ეს მახასიათებლებია გამხლები დატვირთვა და ხანგამდლება. აღნიშნული ტოლობები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ერთი მახასიათებლის შეორეული გადასაანგარიშებლად. ასეთი გადაანგარიშებები საჭიროა ლაბორატორიული მეთოდით განსაზღვრული შეწებების სიმტკიცის მიხედვით ფეხსაცმლის ტარებისას ლანჩის მიწებების საგარანტიო ვადის დასადგენად.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974.
- Раяцкас В. Л. Механическая прочность kleевых соединений кожевенно-обувных материалов. М.: Лёгкая индустрия, 1976.
- Ратнер С. Б., Брохин Ю. И., Додин М. Г. Основы прогнозирования долговечности эластичных пластмасс и сварных соединений из них // Пластические массы, №5, 1998, с. 66-70.
- Иванов Ю. М. О методах обработки результатов испытаний полимерных материалов на длительную прочность//Механика полимеров, №6, 2005, с. 92-97.
- Фрейдин А. С. Прочность и долговечность kleевых соединений. М.: Химия, 2001. - 256 с.

DEPENDENCE BETWEEN DURABILITY AND LOAD AT THE MOMENT OF DESTRUCTION OF THE GLUE JOINT**M. Karkashadze**

(A. Tsereteli State University)

Resume: To evaluate the mechanical strength of adhesive joints, two characteristics can be used: a tensile load or a durability. According to the kinetic concept of strength, durability is the main characteristic of the strength of solids, and, consequently, of glue joints. However, tensile load is more common characteristic of strength, both because of the established tradition and the speed with which it is determined using a tensile machine. Therefore, establishing of the relationship between the strength and durability of adhesive joints is an urgent issue. There is given the equation, that quantitatively reflects the relationship between two characteristics of the strength of adhesive compounds—the load at the time of failure and the durability.

These equations can be used as a basis for the recalculation of one characteristic into another. Such recalculations are needed to solve the practical problem of the relationship between the warranty period for the wearing of shoes and the strength of peeling, which must have adhesive fastening of the sole.

Key words: breaking load; durability; glue; gluing; firmness; warranty period.

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ И НАГРУЗКОЙ В МОМЕНТ РАЗРУШЕНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ****Каркашадзе М. И.**

(Государственный университет А. Церетели)

Резюме. Для оценки механической прочности kleевых соединений могут применяться две характеристики: разрывная нагрузка или долговечность. Согласно кинетической концепции прочности, долговечность является основной характеристикой прочности твёрдых тел, а, следовательно, и kleевых соединений. Однако разрывная нагрузка является более распространённой характеристикой прочности, как в силу сложившихся традиций, так и быстроты её определения с помощью разрывной машины. Поэтому установление взаимосвязи между прочностью и долговечностью kleевых соединений является актуальным вопросом. В работе приведены уравнения, которые количественно отражают связь между двумя характеристиками прочности kleевых соединений—нагрузкой в момент разрушения и долговечностью.

Эти уравнения могут быть положены в основу пересчёта одной характеристики в другую. Такие пересчёты нужны для решения практической задачи о связи между гарантийным сроком носки обуви и прочностью на отслаивание, которой должно обладать kleевое крепление подошвы.

Ключевые слова: гарантийный срок; долговечность; клей; прочность; разрывная нагрузка; склеивание.

თენდელა ლორთმიშვილი



გარდაიცვალა საქართველოს კულტურის დამსახურებული მუშაკი; ღირსების ორდენოსანი, ვეტერანი ჟურნალისტი, ოთხი ათეული წლის განმავლობაში ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკის“ (ახლანდელი „მეცნიერება და ტექნოლოგიების“) ყოფილი პასუხისმგებელი მდივანი და სარედაქტო კოლეგიის წევრი

თენდელა გიორგის ასული ლორთმიშვილიძე.

ქალბატონი თენდელა დაიბადა 1923 წელს სოფ. ბახვში (ოზურგეთის რაიონი). 1941 წელს დამთავრა დიდი ჯიხაიშის საშუალო სკოლა, 1943 წელს – დიდი ჯიხაიშის სახოფლო-სამეცნიერო ტექნიკუმი, ხოლო 1950 წელს – თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფილოლოგიის ფაკულტეტი. 1960–1990 წლებში მუშაობდა ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკის“ რედაქციაში პასუხისმგებელი მდივნის თანამდებობაზე. იგი აქტიურად იყო ჩაბმული საზოგადოებრივ საქმიანობაში, რისთვისაც მიღებული აქვს მრავალი ჯილდო.

ღრმა პროფესიონალიზმი, საქმისადმი ერთგულება, უანგარობა, ზნეობრივი სისპეჩავა, დიდი გულისხმიერება და პრინციპულობა იყო ის თანმდევი თვისებები, რომლებმაც ყველა-სათვის მისაბაძი გახადა იგი.

ღირსეულად განვლო ქალბატონმა თენდელამ თავისი ცხოვრების გზა. მისი ხსოვნა დიდხანს დარჩება ოჯახის, ახლობლების, ნაცნობებისა და ყოფილი თანამშრომლების გულებში.

ეთერ იოსებიძე



მოულოდნელად გარდაიცვალა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის, მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოების ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიების“ მთავარი სპეციალისტი

ეთერ იოსებიძის ასული იოსებიძე.

იგი დაიბადა 1942 წლის 24 იანვარს სოფ. კუმისში (გარდაბნის რაიონი). 1948 წელს შევიდა და 1958 წელს წარჩინებით დამთავრა კუმისის საშუალო სკოლა. 1958–1961 წლებში მუშაობდა კუმისში კლუბის გამგედ. 1961 წელს ჩაირიცხა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში კავკასიურ ენათა განცოფილებაზე, რომელიც ასევე წარჩინებით დამთავრა 1966 წელს და იმავე წელს დაიწყო მუშაობა მეცნიერებათა აკადემიის სისტემაში – ჯერ „ვეფხისტყაოსნის“ ტექსტის დამდგენ კომისიაში, 1970 წლიდან კი – ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკის“ რედაქციაში და სიცოცხლის ბოლომდე ერთგულად ემსახურა ამ ჟურნალს, რისთვისაც დაჯილდოებულ იქნა ღირსების ორდენით. იგი იყო ერუდირებული, გამოცდილი ჟურნალისტი, თავისი საქმის ბრწყინვალე მცოდნე, უდალატო მეგობარი და თანამშრომელი. მისი სიკვდილი დიდი დანაკლისია როგორც ოჯახის, ისე მეგობრებისა და თანამშრომლებისათვის.

ავტორთა საყურადღებოდ

ქართულენოვანი მრავალდარგობრივი სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ არის პერიოდული გამოცემა და გამოდის წელიწადში სამჯერ.

1. ავტორის/ავტორთა მიერ სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს მთავარი რედაქტორის სახელზე ქართულ ენაზე და თან ახლდეს:

- აკადემიის წევრის, წევრ-კორესპონდენტის ან კოლეგიის წევრის წარდგინება ან დარგის სპეციალისტის რეცენზია (ორი მაინც);
- რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- ცნობები ავტორის/ავტორების (მათი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ხუთს) შესახებ; მითითებული უნდა იყოს ავტორის/ავტორების გვარი, სახელი, მამის სახელი (სრულად), დაბადების თარიღი, საცხოვრებელი ბინისა და სამსახურის მისამართები, E-mail, სამეცნიერო წოდება და საკონტაქტო ტელეფონები (ბინის, სამსახურის), მობილური;
- შაპ (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია) კოდი.

2. სტატია ამობეჭდილი უნდა იყოს A4 ფორმატის ფურცელზე. მოცულობა ფორმულების, ცხრილებისა და ნახატების (ფოტოების) ჩათვლით არ უნდა იყოს ხუთ გვერდზე ნაკლები და არ უნდა აღემატებოდეს 15 ნაბეჭდ გვერდს; სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc და docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე. ინტერვალი – 1,5; არეები – 2 სმ; ქართული ტექსტი აკრეფილი უნდა იყოს Acadnusx შრიფტით, ინგლისური და რუსული ტექსტები – Times New Roman-ით, ზომა – 12.

3. სტატია გაფორმებული უნდა იყოს შემდეგნაირად:

- რუბრიკა (მეცნიერების დარგი);
- სტატიის სათაური;
- ავტორის/ავტორების სახელი და გვარი (სრულად);
- სად დამუშავდა სტატია;
- ქართული რეზიუმე და საკვანძო სიტყვები უნდა განთავსდეს სტატიის დასაწყისში, ინგლისური და რუსული რეზიუმეები საკვანძო სიტყვებთან ერთად – სტატიის ბოლოში. საკვანძო სიტყვები სამიეგ ენაზე დალაგებული უნდა იყოს ალფაბეტის მიხედვით. რეზიუმე შედგენილი უნდა იყოს 100 – 150 სიტყვისაგან; უნდა ასახვდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს); უცხო ენებზე თარგმანი უნდა იყოს ხარისხიანი და ეკრანობოდეს სპეციალურ დარგობრივ ტერმინოლოგიებს;
- საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით დამოწმებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს ათი და მეტი. ლიტერატურა ტექსტში უნდა დალაგდეს ციტირების თანმიმდევრობის მიხედვით და აღინიშნოს ციფრებით კვადრატულ ფრჩხილებში, ხოლო ლიტერატურის სია უნდა

ითარგმნოს ინგლისურ ენაზე და დაერთოს სტატიას ბოლოში; თან მიეთითოს რო-
მელ ენაზე იყო გამოქვეყნებული სტატია.

- ნახაზები (ფოტოები) და ცხრილები თავის წარწერებიანად უნდა განთავსდეს ტექ-
სტილი. მათი კომპიუტერული ვარიანტი უნდა შესრულდეს ნებისმიერი გრაფიკუ-
ლი ფორმატით;
- რედაქტირებული და კორექტირებული მასალის გამოქვეყნებაზე თანხმობა ავტორ-
მა უნდა დაადასტუროს ხელმოწერით (რედაქტირებული ვერსია ან სარედაქციო
კოლეგიის მიერ დაწუნებული სტატია ავტორს არ უბრუნდება).

დამატებითი ცნობებისათვის მიმართეთ შემდეგ მისამართზე: 0108 თბილისი, რუს-
თაველის გამზირი 52, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. IV სართული,
ოთახი 435, ტელ.: 299-58-27.

ელ.ფოსტა: metsn.technol@gmail.com

რედაქტორები: ლ. გიორგობიანი, ტე. იოსებიძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ქ. ფხავაძის

გადაეცა წარმოებას 25.01.2018, ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.03.2018 ქაღალდის
ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 8.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

