

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგიები

სამეცნიერო რეზიუმირებადი ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES

SCIENTIFIC REVIEWED MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№1(724)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2017

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

**მეცნიერება და
ტექნოლოგიები**

№1(724), 2017 წ.

დამფუძნებლები:

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

CONSTITUENTS:

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

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), შ. ნაჭყებია (თავმჯდომარის მოადგილე), რ. ჩიქოვანი (თავმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიშვილი, ა. აბშილავა, გ. არაბიძე, რ. არველაძე, რ. ბაბაიანი (რუსეთი), ნ. ბაღათურიძე, თ. ბაგდაძე, გ. ბიბილაშვილი, ვ. ბურკოვი (რუსეთი), გ. გაგარდაშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ი. გელაშვილი, ალ. გრიგოლიშვილი, დ. გურგენიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშაკოვი (აშშ), გ. ვარშალომიძე, ს. ვასილიშვილი (რუსეთი), მ. ზგუროვსკი (უკრაინა), ი. ზუმბურიძე, კ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავახელიძე, ა. თოფჩიშვილი, ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვესიტაძე, ლ. კლიმაშვილი, ფ. კრიადო (ესპანეთი), მ. კუხალაშვილი, რ. ლაზაროვი (აშშ), ჯ. ლაიტმანი (აშშ), ზ. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, დეკანოზი ლ. მათეშვილი, მ. მაცაბერიძე, ვ. მატვეევი (რუსეთი), პ. მელაძე, ე. მეძმარიშვილი, გ. მიქიაშვილი, ი. ნათიშვილი, ი. ნამიჩიშვილი, დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ს. პედროლო (იტალია), რ. ჟინევიჩუსი (ლიტვა), ი. ჟორდანიძე, ვ. ჟუკოვსკი (რუსეთი), პ. რიჩი (იტალია), მ. სალუკვაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუა, თ. სულაბერიძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ნ. ყავლაშვილი, ა. ჩხეიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ნ. წერეთელი, ზ. წერეთელი, გ. ხუბულური, თ. ჯაგორიშვილი, გ. ჯავახაძე, მიტროპოლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯერენაშვილი, 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), A. 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. Medzmariashvili, H. Meladze, G. Miquashvili, 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. Tzveraidze, F. Unger (Austria), G. Varshalomidze, S. Vasilev (Russia), M. Zgurovski (Ukraine), R. Zhinevichius (Lithuania), I. Zhordania, V. Zhukovski (Russia), O. Zumburidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), И. Горгидзе (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдушелишвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабалян (Россия), Н. Багатурия, 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. Кухалеишвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лаитман (США), З. Ломсадзе, В. Матвеев (Россия), Протоиерей Л. Матешвили, Н. Махвиладзе, М. Мацабериძე, Э. Медзмариашвили, Г. Меладзе, Г. Микиашвили, О. Намичеишвили, О. Натишвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салукваძე, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурუა, Т. Сулабериძე, Д. Тавхелиძე, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулури, З. Цвараიძე, Н. Церетели, Г. Цинцаძე, Т. Цинцаძე, А. Чхеидзе.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2017
Publishing House “Technical University”, 2017
Издательский дом “Технический Университет”, 2017
<http://www.publishhouse.gtu.ge>



შინაარსი

გამოყენებითი მათემატიკა

ნ. ოდიშელიძე, ე. კველიშვილი, ს. მალიძე. სხეულთა ღრეკად წონასწორობასთან დაკავშირებული ოპტიმალური მართვის ამოცანა 9

თეორიული მმქანიკა

გ. ბაღათურია. ეილერის ფორმულის გამოყვანა მქარი სხეულის სწეშული მოძრაობისათვის 16

ფიზიკის სწავლების მეთოდოდიკა

ი. კალანდაძე, მ. ბერიძე, მ. მეცხვარიშვილი, მ. შოგირაძე. ინერციული და გრავიტაციული მასების სწავლება ფიზიკის კურსში 20

ბიოქიმიკა

რ. მეღქაძე, პ. დოლიძე, რ. კენკიშვილი, რ. დემეტრაშვილი. ჩაისაბან კოფეინის გამოყოფა და მიღებული ნიმუშების იდენტიფიკაცია 26

გეოლოგია

გ. ბერიძე, ი. ჯავახიშვილი. ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტების გენეზისის შესახებ 33

გარემოს დაცვა

თ. ძაძამია, ჟ. ზეიდაძე, მ. მარდაშოვა, ზ. კაკულია, დ. ჩუტკერაშვილი, ლ. დლონტი. ბიოკოროზიის გამოწვევი მიკროორგანიზმების ფიზიოლოგიური ჯგუშების განსაზვრა სარეაბილიტაციო მიღსადენის ლითონის მიღეზე და მათი განთავსების გრუნტში (დიღმის ველზე) 45

დემოგრაფია

გ. მეღაძე, ნ. ელიზბარაშვილი. თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის განმსაზვრელი ფაქტორები 54

კლიმატოლოგია

მ. ტატიშვილი, ლ. ქართველიშვილი, ი. მეურნაღიძე. ელვის ზემოქმედება სხვადასხვა შენობა-ნაბეობაზე 62

ბამოყენებითი კლიმატოლოგია

ლ. ქართველიშვილი, ლ. მეგრელიძე, ნ. დეკანოზიშვილი, ქ. როყვა. ქარის და წვიმის
ერთობლივი ზემოქმედების გათვალისწინება მშენებლობასა და სოფლის

მეურნეობაში70

სამთო საქმე

ლ. ჯაფარიძე, თ. ფირცხალავა. ტყიბული-შაორის საბადოზე თანამედროვე

ტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ76

მეტალურგია

ს. მეხოხია, დ. გვენცაძე, მ. ბააკაშვილი-ანთელავა, ა. გაგნიძე. რადიალური მოჭიმვის

პროცესში ძალების ექსპერიმენტული კვლევა86

მანქანათმშენებლობა

თ. მეგრელიძე, თ. ისაკაძე, გ. გუგულაშვილი. კასკადური ტიპის ინოვაციური მაცივარი

მანქანა93

ენერგეტიკა

ლ. გუგულაშვილი, ზ. აზმაიფარაშვილი, ი. მეცხვარიშვილი, გ. გუგულაშვილი.

საქართველოს ელექტროსადგურების გენერატორებზე განხორციელებული

ვიზრაციული დაცვისა და მდგომარეობის კონტროლის სტაციონარული სისტემები და

მოწყობილობები99

ბიზნესი

რ. ოთინაშვილი, მ. იაშვილი. მცირე ბიზნესის მდგომარეობა ზოგიერთ განვითარებულ

ქვეყანაში106

მსუბუქი მრეწველობა

თ. მაღლაკელიძე, ს. როტელი. იუხტის ტყავის კლასიფიკაცია და გამოყენებული

საბრუნავი ნივთიერებები114

ტურიზმი

ნ. შავიშვილი, მ. კაიშაური. ეკოტურიზმი – ტურიზმის ინდუსტრიაში.....126

მ. კაიშაური, ნ. შავიშვილი. ბორჯომის ხეობის კურორტების ტურისტულ-რეკრეაციული

მნიშვნელობა.....132

ტექნიკის ისტორია

არჩილ ბეთანელი. კოსმონავტის სიცოცხლისუნარიანობის უზრუნველყოფის შესახებ141

ავტორთა საჭურაფლეობა.....146

CONTENTS

APPLIED MATHEMATICS

N. Odishelidze, E. Kevlishvili, S. Malidze. PROBLEM OF OPTIMAL CONTROL CONNECTED WITH ISOTROPIK BENDING	9
--	---

THEORETICAL MECHANICS

G. Baghaturia. OBTAINING EULER'S FORMULA FOR THE SPHERICAL MOTION OF THE SOLID BODY	16
--	----

METHODS OF TEACHING PHYSICS

I. Kalandadze, M. Beridze, M. Metskhvarishvili, M. Shogiradze. LEARNING OF INERTIAL AND GRAVITATIONAL MASSES IN COURSE OF PHYSICS	20
--	----

BIOCHEMISTRY

R. Melkadze, P. Dolidze, R. Kenkishvili, R. Demetrashvili. ALLOCATION AND IDENTIFYIND CAFFEINE FROM TEA	26
--	----

GEOLOGY

G. Beridze, I. Javakhishvili. ABOUT THE GENESIS OF LATE VARISCAN GRANITES OF THE KHRAMI CRYSTALLINE MASSIF	33
---	----

ENVIRONMENTAL PROTECTION

T. Dzadzamia, †U. Zviadadze, M. Mardashova, Z. Kakulia, D. Chutkerashvili, L. Glonti. DETERMINATION OF MICRO-ORGANISM'S PHYSIOLOGICAL GROUPS CAUSING BIOLOGICAL CORROSION IN METAL PIPES OF REHABILITATIVE PIPE-LINE AND IN THE SOIL OF THEIR PLACEMENT (DIGOMI VALLEY)	45
--	----

DEMOGRAPHY

G. Meladze, N. Elizbarashvili. DETERMINANTS OF THE AGE-SEX STRUCTURE OF THE POPULATION IN TBILISI AND RUSTAVI	54
--	----

CLIMATOLOGY

M. Tatishvili, L. Kartvelishvili. I. Mkurnalidze. LIGHTNING IMPACT ON VARIOUS BUILDINGS	62
--	----

APPLIED CLIMATOLOGY

L. Kartvelishvili, L. Megrelidze, N. Dekanozishvili, K. Rokva. ACCOUNTING FOR JOINT ACTION OF RAIN AND WIND IN CONSTRUCTION AND AGRICULTURE	70
--	----

MINING

L. Japaridze, T. Pirtskhalava. ABOUT POSSIBILITY OF MODERN TECHNOLOGIES APPLICATION ON TKIBULI-SHAORI DEPOSIT	76
--	----

METALLURGY

S. Mebonia, D. Gventsadze, M. Baakashvili-Antelava, A. Gagnidze. EXPERIMENTAL RESEARCH OF EFFORTS IN THE PROCESS OF RADIAL FORGING	86
---	----

MECHANICAL ENGINEERING

T. Megrelidze, T. Isakadze, G. Gugulashvili. INNOVATIVE REFRIGERATORY CASCADE-TYPE MACHINE	93
---	----

ENERGETICS

L. Gugulashvili, Z. Azmaifarashvili, I. Metskhvarishvili, G. Gugulashvili. STATIONARY SISTEMS AND EQUIPMENTS OF CONTROL AND PROTECTION OF A VIBRATING CONDITION OF GEORGIAN HYDRAULIC GENERATORS	99
---	----

BUSINESS

R. Otinashvili, M. Iashvili. THE STATE OF SMALL BUSINESS IN SOME DEVELOPED COUNTRIES	106
---	-----

LIGHT INDUSTRY

T. Maglakelidze, S. Rotteli. CLASSIFICATION OF YUFTED LEATHER AND TANNINS	114
--	-----

TOURISM

N. Shavishvili, M. Kaishauri. ECOTOURISM – TOURISM INDUSTRY	126
M. Kaishauri, N. Shavishvili. TOURISTIC-RECREATIONAL IMPORTANCE OF REALTH-RESORTS DISTRICT OF BORJOMI GORGE	132

HISTORY OF TECHNICS

A. Betaneli. REGARDING TO THE ENSURING COSMONAUT’S VITAL CAPACITY	141
--	-----

TO THE AUTHORS ATTENTION	146
---------------------------------------	-----

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Н. Т. Одишелидзе, Э. Б. Кевлишвили, С. П. Малидзе. ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ, СВЯЗАННАЯ С УПРУГИМ РАВНОВЕСИЕМ.....	9
---	---

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Г. Г. Багатурия. ВЫВОД ФОРМУЛЫ ЭЙЛЕРА ПРИ СФЕРИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА	16
--	----

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

И. Г. Каландадзе, М. Г. Беридзе, М. Р. Мецхваришвили, М. Х. Шогирадзе. ОБУЧЕНИЕ ИНЕРЦИОННОЙ И ГРАВИТАЦИОННОЙ МАССАМ В КУРСЕ ФИЗИКИ	20
--	----

БИОХИМИЯ

Р. Г. Мелкадзе, П. Р. Долидзе, Р. А. Кенкишвили, Р. С. Деметрашвили. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИЦИРОВАНИЕ КОФЕИНА ИЗ ЧАЯ	26
---	----

ГЕОЛОГИЯ

Г. М. Беридзе, И. Р. Джавахишвили. О ГЕНЕЗИСЕ ПОЗДНЕВАРИЙСКИХ ГРАНИТОВ ХРАМСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА	33
---	----

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т. Д. Дзадзамия, †У. И. Звиададзе, М. Л. Мардашова, З. Г. Какулия, Д. Г. Чуткерашвили, Л. Е. Глонти. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ БИОКОРРОЗИЮ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБАХ РЕАБИЛИТИРУЕМОГО ТРУБОПРОВОДА И В ГРУНТЕ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ (ДИГОМСКАЯ ДОЛИНА)	45
---	----

ДЕМОГРАФИЯ

Г. Г. Меладзе, Н. К. Элизбарашвили. ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ТБИЛИСИ И РУСТАВИ	54
--	----

КЛИМАТОЛОГИЯ

М. Р. Татишвили, Л. Г. Картвелишвили, И. П. Мкурналидзе. ВОЗДЕЙСТВИЕ МОЛНИИ НА РАЗЛИЧНЫЕ ЗДАНИЯ	62
---	----

ПРИКЛАДНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ

Л. Г. Картвелишвили, Л. Д. Мегрелидзе, Н. И. Деканошвили, К. Ш. Роква. УЧЕТ СОВМЕСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ВЕТРА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	70
---	-----------

ГОРНОЕ ДЕЛО

Л. А. Джапаридзе, Т. Г. Пирцхалава. О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТКИБУЛИ- ШАОРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	76
---	-----------

МЕТАЛЛУРГИЯ

С. А. Мебония, Д. А. Гвенцадзе, М. В. Баакашвили-Антелава, А. Н. Гагнидзе. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЙ В ПРОЦЕССЕ РАДИАЛЬНОГО ОБЖАТИЯ	86
--	-----------

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Т. Я. Мегрелидзе, Т. А. Исакадзе, Г. Л. Гугулашвили. ИННОВАЦИОННАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА КАСКАДНОГО ТИПА	93
--	-----------

ЭНЕРГЕТИКА

Л. Т. Гугулашвили, З. А. Азмаипарашвили, И. Р. Мецхваришвили, Г. Л. Гугулашвили. СТАЦИОНАРНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ НА ГИДРОГЕНЕРАТОРАХ ГРУЗИНСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	99
--	-----------

БИЗНЕС

Р. Г. Отинашвили, М. Н. Иашвили. О СОСТОЯНИИ МАЛОГО БИЗНЕСА В НЕКОТОРЫХ РАЗВИТЫХ СТРАНАХ	106
---	------------

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Т. А. Маглакелидзе, С. Д. Роттели. КЛАССИФИКАЦИЯ ЮФТЕВОЙ КОЖИ И УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА	114
---	------------

ТУРИЗМ

Н. Г. Шавишвили, М. Н. Кайшаури. ЭКОТУРИЗМ В ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА	126
М. Н. Кайшаури, Н. Г. Шавишвили. ТУРИСТИЧЕСКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ВАЖНОСТЬ КУРОРТОВ БОРЖОМСКОГО УЩЕЛЬЯ	132

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

А. И. Бетанели. ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТА	141
--	------------

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	146
---------------------------------	------------

სხეულთა დრეკად წონასწორობასთან დაკავშირებული ოპტიმალური მართვის ამოცანა

ნანა ოდიშელიძე, ელიზა კეველიშვილი, სალომე მაღიძე

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: გამოკვლეულია ოპტიმალური მართვის ზოგიერთი ამოცანა, რომელიც დაკავშირებულია მართკუთხა პარალელეპიპედის დრეკად წონასწორობასთან სუფთა ძვრის პირობებში. მმართველ ფუნქციად აღებულია მასური ძალა, რომელიც განსახილველი სხეულის პოტენციური ენერგიის მინიმიზაციას ახდენს.

საკვანძო სიტყვები: დრეკადი წონასწორობა; ოპტიმალური მართვის ამოცანები; სასაზღვრო ამოცანები; სუფთა ძვრა.

შესავალი

განხილულია ოპტიმალური მართვის ამოცანა წრფივი, მეორე რიგის კერძოწარმოებულებიანი, კვადრატული ფუნქციონალის მქონე დიფერენციალური განტოლებისათვის. ეს საკითხი, რომელიც პირველად ი. ქენონმა გამოიკვლია, ეხებოდა არალოკალურ სასაზღვრო ამოცანას ერთგვაროვანი სიბურთი განტოლებისათვის ინტეგრალური არალოკალური სასაზღვრო პირობებით. შემდგომში მსგავსი ამოცანები შეისწავლეს ლ. ქემინინმა [1], ნ. იონკინმა [2], ა. სამარსკიმ [3], ა. ფრიდმენმა [4], ა. ბოუზიანმა [5] და სხვებმა.

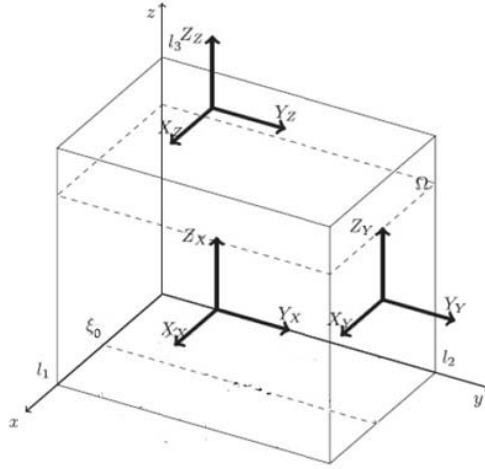
არალოკალური სასაზღვრო ამოცანების პირველი სიღრმისეული შესწავლის აუცილებლობა შეიქმნა პლაზმური ფიზიკის პროცესების მათემატიკურ მოდელირებასთან დაკავშირებით, როდესაც დაისვა და განზოგადდა არალოკალური სასაზღვრო ამოცანები ელიფსურ ფუნქციათა ზოგიერთი კლასისათვის. ავტორებმა ინტეგრალური განტოლებების თეორიის მეთოდების გამოყენებით დაამტკიცეს ამოცანის ამონახსნის არსებობა და ერთადერთობა ლაპლასის ოპერატორისა და მართკუთხა არის შემთხვევაში [6].

დ. გორდეზიანის მიერ წარმოდგენილია ბიწაძე-სამარსკის ტიპის სასაზღვრო ამოცანების შესწავლის რამდენიმე შედეგი და მათი განზოგადება მათემატიკური ფიზიკის ზოგიერთი ამოცანისათვის დრეკადობისა და გარსთა თეორიაში [7, 8].

ძირითადი ნაწილი

თუ Γ იქნება დრეკადი სხეული, მაშინ $\Gamma = [0, l_1] \times [0, l_2] \times [0, l_3]$ და გადაადგილება $U(u, v, w)$ იქნება დრეკადობის დეფორმაციის გადაადგილების ვექტორი u, v, w კომპონენტებით x, y, z -ის გასწვრივ. ვთქვათ, X_X, Y_Y, Z_Z არის ნორმალური ძაბვები შესაბამის სიბრტყე-

ებზე, მაშინ X_X, Y_Y, Z_Z იქნება შესაბამისი ინდექსით მითითებული ტანგენციალური ძაბვები (ნახ. 1), ხოლო Z – მასური ძალა, რომელიც მოქმედებს ერთეულოვან მოცულობაზე [9].



ნახ. 1. პერპენდიკულარული და ტანგენციალური ძაბვები

განვიხილოთ შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

$$z = 0, l_3 : Z_Z = 0; u = 0; v = 0; \quad (1)$$

$$x = 0 : Y_X = 0 \text{ ან } v = 0; X_X = 0 \text{ ან } u = 0; \quad (2)$$

$$Z_X = f_1(y) \text{ ან } \omega = f_1(y).$$

$$x = l_1 : Y_X = 0 \text{ ან } v = 0; X_X = 0 \text{ ან } u = 0;$$

$$Z_X = f_2(y) \text{ ან } \omega = f_2(y) \quad (3)$$

$$\text{ან } \omega(l_1, y) = \sigma\omega(\xi_0, y) + f_2(y).$$

$$y=0 : X_Y = 0 \text{ ან } u = 0; Y_Y = 0 \text{ ან } v = 0; \quad (4)$$

$$y=l_2 : X_Y = 0 \text{ ან } u = 0; Y_Y = 0 \text{ ან } v = 0; \quad (5)$$

$Z_Y = f_4(x)$ ან $\omega = f_4(x)$, სადაც $f_i (i = 1, \dots, 4)$ არის ზედაპირული ძალები, $\sigma < 1$ დადებითი კონსტანტაა, ხოლო ξ_0 — ფიქსირებული წერტილი $(0, l_1)$ ინტერვალდან.

დეფორმირებული დრეკადი სხეულის პოტენციური ენერგია გამოისახება შემდეგნაირად [4]:

$$I = \iiint_V \frac{1}{2\mu} [Z_X^2 + Z_Y^2 + 2\mu Z^2] dx dy dz. \quad (6)$$

განვსაზღვროთ ისეთი მასური ძალა $Z, V \subset IR$ ინტერვალდან (V არის ღია ქვესიმრავლე R -დან), რომლისთვისაც სხეული წონასწორობაშია, აკმაყოფილებს (1)–(5) განტოლებებს და ახდენს პოტენციური ენერგიის მინიმიზაციას.

წონასწორობის განტოლებას დრეკადი სხეულისთვის აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_X}{\partial x} + \frac{\partial X_Y}{\partial y} + \frac{\partial X_Z}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial Y_X}{\partial x} + \frac{\partial Y_Y}{\partial y} + \frac{\partial Y_Z}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial Z_X}{\partial x} + \frac{\partial Z_Y}{\partial y} + \frac{\partial XZ_Z}{\partial z} &= -(x, y). \end{aligned} \quad (7)$$

ქვემოთ მოცემულია ჰუკის კანონის განტოლება:

$$\begin{aligned} X_X &= \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x}, \\ Y_Y &= \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} Z_Z &= \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial \omega}{\partial z}, \\ X_Y &= Y_X = \mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right), \\ X_Z &= Z_X = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial \omega}{\partial x} \right), \\ Y_Z &= Z_Y = \mu \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial \omega}{\partial y} \right), \end{aligned} \quad (9)$$

სადაც E არის იანგის მოდული, $\mu(x, y)$ – ძვრის (გადაადგილების) მოდული და $\nu(x, y)$ – პუასონის კოეფიციენტი $\lambda(x, y) = \mu \frac{E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$.

(8)-ის თანახმად, სასაზღვრო პირობები (1) შეიძლება დაიწეროს შემდეგნაირად:

$$z = 0, l_3; u = 0, v = 0, \frac{\partial \omega}{\partial z} = 0. \quad (10)$$

ამ ამოცანის (1)–(5) ამონახსნებს ვეძებთ (7)–(9) განტოლებების მიხედვით:

$$u \equiv 0, v \equiv 0, \omega \equiv \omega(x, y). \quad (11)$$

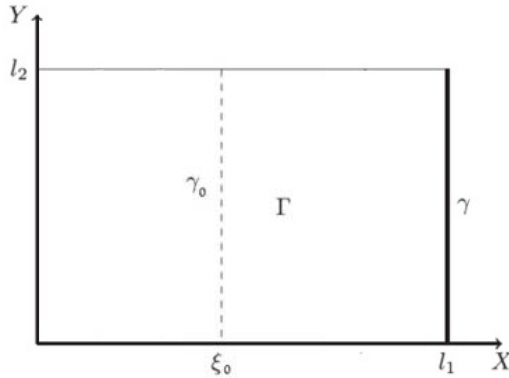
რადგან გადაადგილების ვექტორი არ არის დამოკიდებული Z -ზე, (7) – (9)-დან მიიღება

$$\begin{aligned} \frac{\partial Z_x}{\partial x} + \frac{\partial Z_y}{\partial y} &= -Z(x, y); \\ X_X &= 0, Y_Y = 0, Z_Z = 0, X_Y = Y_X = 0. \\ Z_X &= X_Z = \mu \frac{\partial \omega}{\partial x}; \\ Z_Y &= Y_Z = \mu \frac{\partial \omega}{\partial y}; \end{aligned} \quad (12)$$

(12)-დან კი – (13) გამოსახულება, რომლითაც შესაძლებელია $\omega(x, y)$ ფუნქციის განსაზღვრა:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial \omega}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) = -Z(x, y). \quad (13)$$

რადგან გადაადგილების ვექტორი დამოკიდებულია Z -ისაგან $U(0, 0, \omega(x, y))$, ამიტომ განვიხილოთ OZ ღერძის მიმართ პარალელუპედიის პერპენდიკულარული კვეთა (ნახ. 2).



ნახ. 2

სასაზღვრო პირობებს ექნება შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned}
 x = 0 : \quad \mu \frac{\partial \omega}{\partial x} &= f_1(y) \quad \text{ან} \quad \omega(0, y) = f_1(y); \\
 x = l_1 : \quad \mu \frac{\partial \omega}{\partial x} &= f_2(y) \quad \text{ან} \quad \omega(l_1, y) = f_2(y) \\
 &\text{ან} \quad \omega(l_1, y) = \sigma \omega(\xi_0, y) + f_2(y); \\
 y = 0 : \quad \mu \frac{\partial \omega}{\partial y} &= f_{31}(x) \quad \text{ან} \quad \omega(x, 0) = f_3(x); \\
 x = l_2 : \quad \mu \frac{\partial \omega}{\partial y} &= f_4(y) \quad \text{ან} \quad \omega(x, l_2) = f_4(x).
 \end{aligned} \tag{14}$$

თუ ამოვხსნით (13)-ს (14) სასაზღვრო პირობებით, მაშინ გადაადგილების ვექტორის ყველა კომპონენტი (11)-დან და, შესაბამისად, ძაბვის ტენზორის ყველა კომპონენტი (8) – (9)-დან განსაზღვრული იქნება დრეკადი სხეულის ნებისმიერ წერტილში.

განსახილველი ამოცანა დაკავშირებულია ოპტიმალური მართვის ამოცანის გამოკვლევასთან (6) ღირებულების ფუნქციით (13) განტოლებისათვის (14) სასაზღვრო პირობებით. (13) განტოლება არის ტეტრაედრული პრიზმის დრეკადი სუფთა ძვრის მათემატიკური მოდელი.

უნდა აღინიშნოს, რომ, თუ $\vec{\Gamma}$ სხეული ერთგვაროვანია და $\mu(x, y) = \text{const}$ (13), განტოლება დაიყვანება პუასონის განტოლებამდე.

ოპტიმალურობისათვის აუცილებელი და საკმარისი პირობა. ზემოთ განხილული ამოცანისათვის უნდა მივიღოთ ოპტიმალურობისათვის აუცილებელი და საკმარისი პირობები. ვთქვათ, გვაქვს მართკუთხედი $\tilde{D} = [0, l_1] \times [0, l_2]$, სადაც ∂D მართკუთხა არის საზღვარი; $y = \{(l_1, y), 0 \leq y \leq l_2\}$, $y_0 = \{(\xi_0, y): 0 \leq y \leq l_2\}$, ξ_0 – ფიქსირებული წერტილი $(0, l_1)$ ინტერვალდან.

V ღია ქვესიმრავლეა R -დან, $Z_{ad} = \{Z: D \rightarrow V, Z \in L_2(D)\}$ – მართვის ფუნქციათა სიმრავლე, რომელიც შეესაბამება მასურ ძალებს, μ არის ძვრის მოდული, რომელიც მუდმივი სიდიდეა – $\mu = \text{const}$.

განვიხილოთ არალოკალური სასაზღვრო ამოცანა პუასონის განტოლებისათვის ყოველი ფიქსირებული $Z \in Z_{ad}$ -ისათვის D არიდან, სადაც Z არის მასური ძალა, რომელიც მიღებულია, როგორც მართვის ფუნქცია.

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = -\frac{1}{\mu} Z \quad (x, y) \in D, \tag{15}$$

$$\omega(x, y) = 0, \quad (x, y) \in \frac{\Gamma}{y}, \tag{16}$$

$$\omega(l_1, y) = \sigma \omega(\xi_0, y) + f_2(y), \quad 0 \leq y \leq l_2,$$

სადაც $0 < \sigma = \text{const}, \sigma < 1$.

დავუშვათ, რომ (15) – (16) ამოცანის ამოხსნა არსებობს და მიეკუთვნება $H^2(D)$ სობოლევის სივრცეს.

დეფორმირებული დრეკადი სხეულის პოტენციურ ენერგიას აქვს შემდეგი სახე [11]:

$$l(Z) = \int \int_D \frac{\mu}{2} \left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy. \tag{17}$$

ვიპოვოთ ფუნქცია $Z_0 \in Z_{ad}$ -დან, რომლის შესაბამისი ω_0 ამოხსნა სასაზღვრო ამოცანის (15) – (16)-თან ერთად ახდენს პოტენციური ენერგიის მინიმიზაციას (17). ამგვარად მიღებულ წყვილს (ω_0, Z_0) ეწოდება ოპტიმალური [12].

განვიხილოთ ნებისმიერი დასაშვები მართვა $Z_\varepsilon \in Z_{ad}$ და (15) – (16) ამოცანის შესაბამისი ω_ε ამოხსნა. შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\tilde{Z} = Z_\varepsilon - Z_0, \quad \tilde{\omega} = \omega_\varepsilon - \omega_0, \tag{18}$$

მაშინ მივიღებთ შემდეგ ფორმულებს

$$\frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial y^2} = -\frac{1}{\mu} \tilde{Z}(x, y) \in D; \quad (19)$$

$$\tilde{\omega}(x, y) = 0, (x, y) \in \Gamma \setminus \alpha; \quad (20)$$

$$\tilde{\omega}(l_1, y) = \sigma \tilde{\omega}(\varepsilon_0, y), 0 \leq y \leq l_2.$$

დაეუშვათ, ფუნქცია $\psi \neq 0$ და აღებულია $\psi \in H^2((D \setminus \alpha_0)) \cap H'(D)$ -დან, გავამრავლოთ (19) ψ -ზე და ვაინტეგრირებთ D არეზე:

$$\iint_D \psi(x, y) \left[\frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial y^2} \right] dx dy = \iint_D \frac{1}{\mu} \psi(x, y) \tilde{Z} dx dy. \quad (21)$$

ფუნქციონალის ნაზრდს ყოველი ფიქსირებული ∇ ერტილებით ექნება ასეთი სახე:

$$\begin{aligned} \tilde{I} = I(Z_\varepsilon) - I(Z_0) &= \iint_D \frac{\mu}{2} \left[\left(\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \right)^2 + 2 \frac{\partial \omega_0}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} + \left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right)^2 - \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial y} \right)^2 + 2 \frac{\partial \omega_0}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} + \left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right)^2 - \right. \\ &- \left. \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy + \iint_D (Z_0^2 + 2Z_0 \tilde{Z} + \tilde{Z}^2 - Z_0^2) dx dy = \iint_D \left[\mu \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} + \frac{\partial \omega_0}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right) + 2Z_0 \tilde{Z} \right] dx dy + \\ &+ \iint_D \frac{\mu}{2} \left[\left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy + \iint_D \tilde{Z}^2 dx dy. \end{aligned} \quad (22)$$

(21) - (22)-დან გამომდინარე, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \tilde{I} = I(Z_\varepsilon) - I(Z_0) &= \iint_D \psi(x, y) \left[\frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial y^2} \right] dx dy + \iint_D \left(2Z_0 + \frac{1}{\mu} \psi \right) \tilde{Z} dx dy + \iint_D \left[\mu \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} + \right. \right. \\ &+ \left. \left. \frac{\partial \omega_0}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right) \right] dx dy + \iint_D \frac{\mu}{2} \left[\left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right)^2 + \tilde{Z} \right] dx dy. \end{aligned} \quad (23)$$

იმისათვის, რომ მივიღოთ შეუღლებული განტოლება, განვიხილოთ შემდეგი:

$$\begin{aligned} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \psi(x, y) \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial x^2} dx dy &= \int_0^{l_2} \left(\int_0^{\varepsilon_0} \psi(x, y) \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial x^2} dx + \int_{\varepsilon_0}^{l_1} \psi(x, y) \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial x^2} dx \right) dy = \int_0^{l_2} \psi(l_1, y) \tilde{\omega}_x(l_1, y) - \\ &- \psi(0, y) \tilde{\omega}_x(0, y) + (\psi_x(\xi_0^+, y) - \psi_x(\xi_0^-, y) - \sigma_1 \psi_x(l_2, y)) \tilde{\omega}(l_1, y) + \\ &(\psi(\xi_0^-, y) - \psi(\xi_0^+, y)) \tilde{\omega}_x(\xi_0, y) + \int_0^{\xi_0} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \tilde{\omega} dx + \int_{\xi_0}^{l_1} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \tilde{\omega} dx dy. \end{aligned} \quad (24)$$

ანალოგიურად მივიღებთ:

$$\int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \psi(x, y) \frac{\partial^2 \tilde{\omega}}{\partial y^2} dx dy = \int_0^{l_1} \psi(x, l_2) \tilde{\omega}_x(x, l_2) - \psi(x, 0) \tilde{\omega}_x(x, 0) + \int_0^{l_2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} \tilde{\omega} dy dx. \quad (25)$$

$$\begin{aligned} I &= \int_0^{l_2} \int_0^{l_1} \left[\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right] dx dy = \int_0^{l_2} \left[\int_0^{\xi_0} \left[\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right] dx + \int_{\xi_0}^{l_1} \left[\frac{\partial \omega_0}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right] dx \right] dy = \int_0^{l_2} \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial x} (\xi_0^-, y) \tilde{\omega}(\xi_0^-, y) - \right. \\ &\frac{\partial \omega_0}{\partial x} (0, y) \tilde{\omega}(0, y) - \int_0^{\xi_0} \frac{\partial^2 \omega_0}{\partial x^2} dx + \frac{\partial \omega_0}{\partial x} (l_1, y) \tilde{\omega}(l_1, y) - \frac{\partial \omega_0}{\partial x} (\xi_0^+, y) \tilde{\omega}(\xi_0^+, y) - \int_{\xi_0}^{l_1} \frac{\partial^2 \omega_0}{\partial x^2} \tilde{\omega} dx \Big) dy = \\ &\int_0^{l_2} \frac{\partial \omega_0}{\partial x} (l_1, y) \sigma \tilde{\omega}(l_1, y) dy - \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial^2 \omega_0}{\partial x^2} \tilde{\omega} dx dy. \end{aligned} \quad (26)$$

რადგან $\omega_0 \in H^2(D)$ ჩაღებულნი თეორემის და (20) სასაზღვრო პირობების თანახმად, ანალოგიურად y -ის მიმართ მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial \omega_0}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} dx dy &= \int_0^{l_1} \left[\int_0^{l_2} \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right) dy \right] dx = \int_0^{l_1} \left(\frac{\partial \omega_0}{\partial y} (x, l_2) \tilde{\omega}(x, l_2) - \frac{\partial \omega_0}{\partial y} (x, 0) \tilde{\omega}(x, 0) - \right. \\ &- \left. \int_0^{l_2} \frac{\partial^2 \omega_0}{\partial y^2} \tilde{\omega}(x, y) dy \right) dx = \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial^2 \omega_0}{\partial y^2} \tilde{\omega}(x, y) dx dy. \end{aligned} \quad (27)$$

(23) - (27)-დან მივიღებთ, რომ

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -Z_0, (x, y) \in D/y_0;$$

$$\psi(x, y) = 0, (x, y) \in \partial(D);$$

$$\psi_x(\xi_0^+, y) - \psi_x(\xi_0^-, y) - \sigma \psi_x(l_1, y) = \mu \sigma Z_{ox}(l_1, y). \quad 0 \leq y \leq l_1. \quad (28)$$

$$\tilde{I} = \iint_D \left(2V_0 + \frac{1}{\mu} \psi \right) \tilde{\omega} dx dy + \iint_D \left(\frac{\mu}{2} \left(\left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial y} \right)^2 \right) + \tilde{Z}^2 \right) dx dy. \quad (29)$$

დასკვნა

ამრიგად, მივიღეთ შემდეგი თეორემა: თუ ξ_0 არის შეუღლებული ამოცანის ამონახსნი, მაშინ აუცილებელი და საკმარისი პირობა იმისა, რომ ω_0 იყოს ოპტიმალური, უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობა:

$$\inf_{Z \in Z_{ad}} \left[2Z_0 + \frac{1}{\mu} \psi_0 \right] Z = \left[2Z_0 + \frac{1}{\mu} \psi_0 \right] Z_0. \quad (30)$$

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. L. I. Kamynin. Applications of parabolic potentials to boundary value problems in mathematical physics // I. Differencial Equations, 27(3), 1991, p. 348-355.
2. N. I. Ionkin. V. A. Morozova. The two-dimensional heat equation with nonlocal boundary conditions // Differencial Equations, 36(7), 2000, p. 982-987.
3. A. A. Samarski Some problems of the theory of differential equations // Differencial Equations, 16(11), 1981, p. 1221-1228.
4. A. Friedman. Monotonic decay of solutions of parabolic equations with nonlocal boundary conditions // Quarterly of Applied Mathematics, 44(3), 1986, p. 401-407.
5. A. Bouziani. Initial-boundary value problems for a class of pseudoparabolic equations with integral boundary conditions // Journal of Mathematical Analysis and Applications, 291(2), 2004, p. 371-386.
6. A. V. Bitsadze, A. A. Samarski. On some simple generalizations of linear elliptic boundary problems // Soviet Mathematics, Doklady, 10, 1969, p. 398-400.
7. D. Gordeziani. Accuracy of a variant in the theory of thin shells // Soviet physics, Doklady, 19, 1974, p. 385-386.
8. D. Gordeziani. A class of nonlocal boundary value problems in elasticity theory and shell theory // In Theory and Numerical Methods of Calculating Plates and Shells, Vol. II (Russian), Tb., 1984, p. 106-127.
9. N. Muskhelishvili. Some Basic Problems of the Theory of Mathematical Elasticity. Kluwer: Groningen. The Netherlands, 1977.
10. E. J. Moiseev. R-d non-local boundary value problem for Poisson's operator in differential and difference variants // Mathematical modeling, vol. 2, N8, (Russian), 1990.
11. S. P. Timoshenko, J. Goodier. Theory of Elasticity. McGraw-Hill: New-York, 1969.
12. L. S. Poutriagin, V. G. Boltianski, R. V. Gamkrelidze, E. F. Mishenko. Mathematical theory of optimal processes // Nauka, 1983, - 992 p. (Russian).
13. J. R. Cannon. The solution of the heat equation subject to the specification of energy // Quarterly of Applied Mathematics, 21, 1963, p. 155-160.
14. I. L. Lions. Controle optimal de systemes gouvernes par des equations aux derivees partielles. Paris, 1968.

PROBLEM OF OPTIMAL CONTROL CONNECTED WITH ISOTROPIC BENDING

N. Odishelidze, E. Kevlishvili, S. Malidze

(I. Javakhishvili Tbilisi State University)

Resume: There is considered the control problem connected with elastic equilibrium of a rectangular parallelepiped under its pure bending. The control function, which corresponds to mass function, minimizes the elastic deformability of the body under consideration.

Key words: boundary values problems; elastic equilibrium; optimality for control problems; pure bending.

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ, СВЯЗАННАЯ С УПРУГИМ РАВНОВЕСИЕМ

Одишелидзе Н. Т., Кевлишвили Э. Б., Малидзе С. П.

(Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили)

Резюме. Исследована некоторая задача оптимального управления, которая связана с упругим равновесием прямоугольного параллелепипеда при чистом сдвиге. В качестве функции управления рассматривается сила массы, которая минимизирует потенциальную энергию рассматриваемого тела.

Ключевые слова: задачи оптимального управления; краевые задачи; упругое равновесие; чистый сдвиг.

ეილერის ფორმულის გამოყენება მყარი სხეულის სფერული მოძრაობისათვის

გურამ ბაღათურია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: მოცემულია მყარი სხეულის სფერული მოძრაობის დროს სიჩქარეთა განაწილებისათვის ეილერის ფორმულის გამოყენება. მყარი სხეულის სიჩქარის გეგმილები გამოსახულია მყარ სხეულთან დაკავშირებული მოძრაობის საკოორდინატო ღერძების მიმართული ვექტორებისა და მათი წარმოებულების საშუალებით. ნაჩვენებია, რომ მყარი სხეულის სიჩქარის ვექტორი ერთადერთია. ამის შემდეგ მიიღება ეილერის ფორმულა, რომელიც აკავშირებს მყარი სხეულის ნებისმიერი წერტილის სიჩქარეს ამ სხეულის მყარ კუთხურ სიჩქარესთან.

საკვანძო სიტყვები: ეილერის ფორმულა; ერთეულოვანი ვექტორი; მიმართული ვექტორი; მყარი სხეული; მყარი კუთხური სიჩქარე; სიჩქარე; სფერული მოძრაობა; შერეული ნამრავი.

შესავალი

მყარი სხეულის სფერული მოძრაობის დროს სიჩქარეთა განაწილების კანონი, ანუ ეილერის ფორმულა, გამოყვანილი იყო ჩვენ მიერ ანალიზური მეთოდით [1]. ვინაიდან ფორმულის გამოყენება გარკვეულ სირთულეებთანაა დაკავშირებული და სადეკლარაციო კურსში მისი შეტანა არ არის მიზანშეწონილი, ამიტომ შევეცადეთ გადმოგვეცა ფორმულის გამოყვანის შედარებით მარტივი გზა. სხვადასხვა სახელმძღვანელოში ეს ფორმულა სხვადასხვაგვარადაა მიღებული [2, 3]. ზოგიერთ სახელმძღვანელოში [2] მყარი კუთხური სიჩქარის გეგმილებისათვის შემოტანილია აღნიშვნები, რაც ხშირად გაუგებრობას იწვევს.

ძირითადი ნაწილი

ვთქვათ, მყარი სხეული ბრუნავს ერთი უძრავი O წერტილის გარშემო. განვიხილოთ უძრავი საკოორდინატო სისტემა $Ox_1y_1z_1$ და მყარ სხეულთან მკვიდრად დაკავშირებული სისტემა $Oxyz$. ნებისმიერი M წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება მისი $\vec{r}$ რადიუს-ვექტორით. თუ x, y, z არის M წერტილის კოორდინატები მოძრავ $Oxyz$ სისტემაში, ხოლო $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ ამ სისტემის ღერძების მგზავებია, მაშინ

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}.$$

M წერტილის კოორდინატები მოძრავი სისტემის მიმართ მუდმივი სიდიდეებია. ამ წერტილის სიჩქარის ვექტორი განისაზღვრება ფორმულით [2]:

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = x \frac{d\vec{i}}{dt} + y \frac{d\vec{j}}{dt} + z \frac{d\vec{k}}{dt}.$$

სიჩქარეთა გეგმილები საკოორდინატო ღერძებზე იქნება

$$V_x = \vec{v}\vec{i} = x \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{i} + y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{i} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{i},$$

$$V_y = \vec{v}\vec{j} = x \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{j} + y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{j} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{j},$$

$$V_z = \vec{v}\vec{k} = x \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{k} + y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{k} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{k}.$$

ვინაიდან $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ ურთიერთმართობული ერთეულოვანი ვექტორებია $\vec{i}^2 = 1, \vec{j}^2 = 1, \vec{k}^2 = 1, \vec{i}\vec{j} = 0, \vec{j}\vec{k} = 0, \vec{k}\vec{i} = 0$, საიდანაც

$$\frac{d\vec{i}}{dt} \vec{i} = 0, \quad \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{j} = 0, \quad \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{k} = 0;$$

$$\frac{d\vec{i}}{dt} \vec{j} = -\frac{d\vec{j}}{dt} \vec{i}, \quad \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{k} = -\frac{d\vec{k}}{dt} \vec{j}, \quad \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{i} = -\frac{d\vec{i}}{dt} \vec{k}.$$

სიჩქარეთა გეგმილების გამოსახულება იქნება

$$V_x = y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{i} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{i},$$

$$V_y = x \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{j} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{j},$$

$$V_z = x \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{k} + y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{k}.$$

ერთეულოვანი $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ ვექტორების წარმოებული დროით ამ ვექტორების ბოლო წერტილების სიჩქარეების ტოლია

$$\frac{d\vec{i}}{dt} = \vec{\omega}_1 \times \vec{i}, \quad \frac{d\vec{j}}{dt} = \vec{\omega}_2 \times \vec{j}, \quad \frac{d\vec{k}}{dt} = \vec{\omega}_3 \times \vec{k},$$

სადაც $\vec{\omega}_1, \vec{\omega}_2, \vec{\omega}_3$ ბრუნვის კუთხური სიჩქარეებია. გამოვთვალოთ გამოსახულება

$$\frac{d\vec{i}}{dt} \vec{j} = -\frac{d\vec{j}}{dt} \vec{i} :$$

$$\frac{d\vec{i}}{dt} \vec{j} = (\vec{\omega}_1 \times \vec{i}) \vec{j} = [(\omega_{1x} \vec{i} + \omega_{1y} \vec{j} + \omega_{1z} \vec{k}) \times \vec{i}] \vec{j} = (-\omega_{1y} \vec{k} + \omega_{1z} \vec{j}) \vec{j} = \omega_{1z},$$

$$\frac{d\vec{j}}{dt} \vec{i} = (\vec{\omega}_2 \times \vec{j}) \vec{i} = [(\omega_{2x} \vec{i} + \omega_{2y} \vec{j} + \omega_{2z} \vec{k}) \times \vec{j}] \vec{i} = (\omega_{2x} \vec{k} - \omega_{2z} \vec{i}) \vec{i} = -\omega_{2z}.$$

მივიღეთ $\omega_{1z} = \omega_{2z}$, ე. ი. z ღერძზე $\vec{\omega}_1$ და $\vec{\omega}_2$ ვექტორების გეგმილები ტოლია. $(\vec{\omega}_1 \times \vec{i}) \vec{j}$ და $(\vec{\omega}_2 \times \vec{j}) \vec{i}$ წარმოადგენს ვექტორულ-სკალარულ, ანუ შერეულ, ნამრავლს და უდრის ამ ვექტორებზე აგებული პარალელეპიპედის მოცულობას. $\vec{i}$ და $\vec{j}$ ერთეულოვანი ურთიერთმართობული ვექტორებია, ხოლო $\omega_{1z} = \omega_{2z}$. ამ პარალელეპიპედის მოცულობები ტოლია. აქედან ვასკვნიოთ, რომ $\vec{\omega}_1 = \vec{\omega}_2$. ასეთივე გზით ვღებულობთ, რომ $\vec{\omega}_2 = \vec{\omega}_3$ და

$\vec{\omega}_3 = \vec{\omega}_1$. ამრიგად, $\vec{\omega}_1 = \vec{\omega}_2 = \vec{\omega}_3 = \vec{\omega}$ ბრუნვის მყისი კუთხური სიხქარის ვექტორი ერთადერთია.

გამოვთვალოთ სიხქარის $\vec{v}$ ვექტორის გეგმილები

$$V_x = \vec{v}\vec{i} = y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{i} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{i} = y(\vec{\omega} \times \vec{j})\vec{i} + z(\vec{\omega} \times \vec{k})\vec{i} = y[(\omega_x \vec{i} + \omega_y \vec{j} + \omega_z \vec{k}) \times \vec{j}]\vec{i} + z[(\omega_x \vec{i} + \omega_y \vec{j} + \omega_z \vec{k}) \times \vec{k}]\vec{i} =$$

$$= y(\omega_x \vec{k} - \omega_z \vec{i})\vec{i} + z(-\omega_x \vec{j} + \omega_y \vec{i})\vec{i} = \omega_y z - \omega_z y;$$

$$V_y = \vec{v}\vec{j} = y \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{j} + z \frac{d\vec{k}}{dt} \vec{j} = x(\vec{\omega} \times \vec{i})\vec{j} + z(\vec{\omega} \times \vec{k})\vec{j} = x[(\omega_x \vec{i} + \omega_y \vec{j} + \omega_z \vec{k}) \times \vec{i}]\vec{j} + z[(\omega_x \vec{i} + \omega_y \vec{j} + \omega_z \vec{k}) \times \vec{k}]\vec{j} =$$

$$= x(-\omega_y \vec{k} + \omega_z \vec{j})\vec{j} + z(-\omega_x \vec{j} + \omega_y \vec{i})\vec{j} = \omega_z x - \omega_x z,$$

$$V_z = \vec{v}\vec{k} = x \frac{d\vec{i}}{dt} \vec{k} + y \frac{d\vec{j}}{dt} \vec{k} = x(\vec{\omega} \times \vec{i})\vec{k} + y(\vec{\omega} \times \vec{j})\vec{k} = x[(\omega_x \vec{i} + \omega_y \vec{j} + \omega_z \vec{k}) \times \vec{i}]\vec{k} + y[(\omega_x \vec{i} + \omega_y \vec{j} + \omega_z \vec{k}) \times \vec{j}]\vec{k} =$$

$$= x(-\omega_y \vec{k} + \omega_z \vec{j})\vec{k} + y(\omega_x \vec{k} - \omega_z \vec{i})\vec{k} = \omega_x y - \omega_y x.$$

დასკვნა

ამრიგად, ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, სიხქარის ვექტორი იქნება

$$\vec{V} = V_x \vec{i} + V_y \vec{j} + V_z \vec{k} = (\omega_y z - \omega_z y)\vec{i} + (\omega_z x - \omega_x z)\vec{j} + (\omega_x y - \omega_y x)\vec{k} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \omega_x & \omega_y & \omega_z \\ x & y & z \end{vmatrix} = \vec{\omega} \times \vec{r},$$

სადაც $\vec{\omega}$ ბრუნვის მყისი კუთხური სიხქარეა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. გ. ბაღათურიძე, დ. გორგიძე. მყარი სხეულის სფერული მოძრაობის დროს სიხქარეთა განაწილების შესახებ // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 1-3, 2009.
2. Бутенин Н. В., Лунц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики. Т. I. М.: Наука, 1979.
3. Лойценский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики. Т. I. М.: ГИТТЛ, 1955.

OBTAINING EULER'S FORMULA FOR THE SPHERICAL MOTION OF THE SOLID BODY

G. Baghaturia

(Georgian Technical University)

Resume: There is obtained Euler's formula for determining velocities in case of spherical motion of solid body. Projections of the instant angular velocity are expressed by unit direction vectors and their derivatives of moving co-ordinate system of the rigid body. Uniqueness of the instant angular velocity is proved. Accordingly, we obtain Euler's formula, that connects the velocity of arbitrary point of the solid body, with the instant angular velocity of the same body.

Key words: direction vector; Euler's formula; instant angular velocity; mixed product; solid body; spherical motion; unit vector; velocity.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

ВЫВОД ФОРМУЛЫ ЭЙЛЕРА ПРИ СФЕРИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Багатурия Г. Г.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Дается вывод формулы Эйлера распределения скоростей при сферическом движении твердого тела. Проекции мгновенной угловой скорости выражаются через единичные направляющие векторы и их производные в подвижной координатной системе.

Показано, что мгновенная угловая скорость единственна. После этого получена формула Эйлера, которая связывает скорость произвольной точки твердого тела с его мгновенной угловой скоростью.

Ключевые слова: единичный вектор; мгновенная угловая скорость; направляющий вектор; скорость; смешанное произведение; сферическое движение; твердое тело; формула Эйлера.

ინერციული და გრავიტაციული მასების სწავლება ფიზიკის კურსში

იამზე კალანდაძე, მანანა ბერიძე, მაგდა მეცხვარიშვილი, მარინე შოგირაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია ზოგადი ფიზიკის მექანიკის კურსის შესწავლის საკითხი, რომელიც ფილოსოფიურ დატვირთვას ატარებს და საკმაოდ ართულებს მის შესწავლას. თუმცა ყურადსადეობა ის უდიდესი მნიშვნელობა, რომელიც ამ საკითხს უკავია სხვა ფიზიკურ პრობლემებსა და მოვლენებს შორის.

წარმოდგენილია საკითხის შესწავლის საუკეთესო მეთოდობა, რომელშიც შერწყმულია შესასწავლი მასალის თეორია და მისი მათემატიკური აღწერილობა.

საკვანძო სიტყვები: გრავიტაციული ველი; გრავიტაციული მუდმივა; ინერცია; მსოფლიო მიზიდულობის კანონი.

შესავალი

ფიზიკის შესწავლას რომ დიდი მნიშვნელობა აქვს, ამას თვით ფიზიკის მიღწევები და ტექნიკის სხვადასხვა დარგში მოპოვებული უდიდესი წარმატებები ადასტურებს.

ფიზიკის შესწავლა, როგორც წესი, საკვლევი ობიექტის მეცნიერული განმარტებით უნდა დაიწყოს და ცოდნა ამ ობიექტის შესახებ ყოველი შემდგომი საკითხის შესწავლით უნდა გაღრმავდეს.

აუცილებელია, ნათლად განიმარტოს, რომ ფიზიკა არის მეცნიერება ბუნების შესახებ, რომელიც შეისწავლის ჩვენ გარშემო არსებულ სამყაროს, მასში მიმდინარე მოვლენებს და ადგენს ამ მოვლენათა კანონზომიერებებს. კერძოდ, საჭიროა ზოგადად გავარკვიოთ, თუ რას მოიცავს მისი შინაარსი, რით არის განპირობებული მოვლენათა მრავალფეროვნება და სხვ. უდავოა, რომ ამ საკითხებზე თანამედროვე მეცნიერულ წარმოდგენათა მიხედვით პასუხის გაცემა აამაღლებს ფიზიკის დარგში საერთო განათლების დონეს და ხელს შეუწყობს მეცნიერული მსოფლმხედველობის ჩამოყალიბებას, რაც ფიზიკის სწავლების ერთ-ერთი მთავარი მიზანია.

ძირითადი ნაწილი

მსოფლიო მიზიდულობის კანონის

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ან ვექტორული სახით გამოსახული ამავე კანონის

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^3} \vec{r}$$

შესწავლისას ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმ გარემოებას, რომ ამ კანონში შემავალი m_1 და m_2 მასები არ ახასიათებს სხეულების იმავე თვისებას, რასაც ნიუტონის მეორე კანონში ($\vec{F} = m \vec{a}$) შემავალი მასა. ეს მასების ორ სხვადასხვა თვისებასთან არის დაკავშირებული. მაგალითად, ნიუტონის მეორე კანონის მიხედვით, რაც უფრო დიდია მასა, მით ნაკლებია სხეულის აჩქარება, ე. ი. მით უფრო ძნელია უძრაობის ან წრფივი თანაბარი მოძრაობის მდგომარეობიდან მისი გამოყვანა. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში m ახასიათებს სხეულის ინერციულობას, ამიტომ მას (ე. ი. ნიუტონის მეორე კანონში შემავალ მასას) **ინერციულ მასას** უწოდებენ. მსოფლიო მიზიდულობის კანონში კი მასა ინერციულობის თვისებებთან აღარ არის დაკავშირებული. აქ, რაც მეტია m_1 და m_2 მასები, მით უფრო დიდი ძალით იზიდავს ერთმანეთს სხეულები, ე. ი. ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონში მასა სხეულის მიზიდულობის, ანუ გრავიტაციის, მახასიათებელია. ასეთ მასას **გრავიტაციულ მასას** უწოდებენ. ინერციული და გრავიტაციული მასები ერთმანეთის პროპორციულია (ტოლია). ვთქვათ, ერთ-ერთი სხეულთაგანი არის დედამიწა M გრავიტაციული მასით. განვიხილოთ მის მახლობლად მდებარე M_1 გრავიტაციული და m_1 ინერციული მასის მქონე სხეულები. მსოფლიო მიზიდულობის კანონის თანახმად, ამ სხეულზე იმოქმედებს დედამიწის მიზიდულობის ძალა, რომელიც შემდეგი ფორმულითაა გამოსახული:

$$F = G \frac{MM_1}{r^2}. \quad (1)$$

ამ ძალის გავლენით სხეული აჩქარებით დაიწყებს ვარდნას დედამიწის ზედაპირისკენ, რომელიც, ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად, გამოითვლება ფორმულით

$$\alpha_1 = \frac{F_1}{m_1}. \quad (2)$$

თუ (1) ფორმულიდან F_1 -ის მნიშვნელობას ჩავსვამთ (2) ფორმულაში, მივიღებთ აჩქარების შემდეგ გამოსახულებას

$$\alpha_1 = G \frac{MM_1}{r^2 m_1}. \quad (3)$$

შევცვალოთ ახლა ეს სხეული მეორე, M_2 გრავიტაციული და m_2 ინერციული მასის მქონე სხეულებით, მაშინ, იმავე მსჯელობის თანახმად, მეორე სხეულის აჩქარებისათვის გვექნება:

$$\alpha_2 = G \frac{MM_2}{r^2 m_2}. \quad (4)$$

ანალოგიური შედეგი მიიღება სხვა სხეულების შემთხვევაშიც. ცდებით დადგენილია, რომ დედამიწის ზედაპირიდან ერთნაირი მანძილებით დაშორებული სხეულები ერთსა და იმავე g აჩქარებით მოძრაობს. მაშასადამე, ჩვენს შემთხვევაში $\alpha_1 = \alpha_2$, რაც ბოლო ფორმულების შედარებისას გვაძლევს შემდეგ დამოკიდებულებას

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{m_1}{m_2}, \quad (5)$$

ე. ი. გრავიტაციული და ინერციული მასები ერთმანეთის პროპორციულია. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ, რაც უფრო ინერციულია სხეული, მით მეტად მიიზიდება იგი სხვა სხეულების მიერ ან თვითონ მიიზიდავს მათ. ურთიერთქმედების (მიზიდვის) ეს ხასიათი (რომელიც დამახასიათებელია გრავიტაციული ურთიერთქმედებისათვის) მკვეთრად განსხვავდება სხვა სახის (კერძოდ კულონური) ურთიერთქმედებისაგან. მაგალითად, m_1 და m_2 ინერციული მასები ელექტრულად მხოლოდ იმ შემთხვევაში შეიძლება მოქმედებდეს ერთმანეთზე, როდესაც მათ აქვთ q_1 და q_2 ელექტრული მუხტები. კულონის კანონის თანახმად, ურთიერთქმედების ეს ძალა შემდეგი ფორმულით გამოისახება

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ან ვექტორული სახით:

$$\vec{F} = K \frac{q_1 q_2}{r^3} \vec{r}. \quad (6)$$

ამ შემთხვევაში გრავიტაციული M_1 და M_2 მასების როლს ასრულებს q_1 და q_2 მუხტები, მაგრამ გრავიტაციული ურთიერთქმედებისაგან განსხვავებით დიდი ელექტრული მუხტი სრულებითაც არ ნიშნავს დიდ ინერციულ მასას. ელექტრულ მუხტსა და ინერციულ მასას შორის არავითარი უშუალო კავშირი არ არსებობს. ანალოგიური მდგომარეობაა ყველა სხვა სახის ურთიერთქმედების შემთხვევაში. მხოლოდ გრავიტაციული ურთიერთქმედება გამოირჩევა იმ განსაკუთრებული თვისებით, რის მიხედვითაც მისი სიძლიერის მახასიათებელი სიდიდე (გრავიტაციული მასა) ინერციული მასის პირდაპირპროპორციულია. ყოველივე ეს ადასტურებს გრავიტაციული ურთიერთქმედების განსაკუთრებულ ხასიათს – მის მჭიდრო კავშირს ინერციულობასთან.

ამ კავშირის ბუნება, რაც სრულიად გაუგებარი იყო კლასიკური ფიზიკისათვის, გაარკვია ალბერტ აინშტაინმა ფარდობითობის ზოგად თეორიაში და დაადგინა, რომ მატერიალური სხეულების ორი თვისება – გრავიტაცია და ინერცია, მატერიის ერთი თვისების ორი მხარეა.

მსოფლიო მიზიდულობის კანონისა და „მიზიდულობის ველის“ შესწავლისას ყურადღების გამახვილება საჭიროა აგრეთვე იმ მოვლენაზე, რომ ნივთიერი წერტილები, როდესაც ისინი დაშორებულია ერთმანეთისაგან r მანძილით, ერთმანეთს იზიდავს F ძალით. ისმება კითხვა:

როგორია ამ ურთიერთქმედების ბუნება?

ამ კითხვაზე პასუხის გაცემის ძიებამ წარმოშვა ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული თვალსაზრისი, რომლებიც ცნობილია ახლოქმედებისა და შორსქმედების სახელწოდებით.

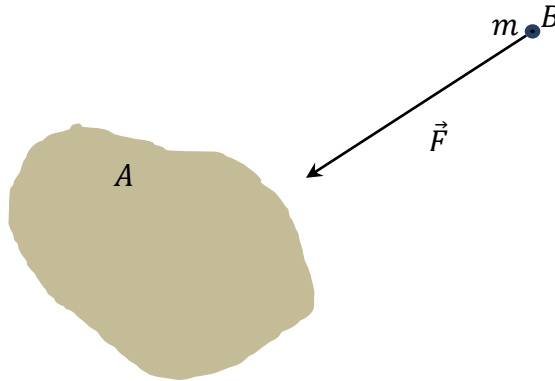
შორსქმედების თეორიის თანახმად, ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე ყოველგვარი გადამცემი გარემოს გარეშე და ეს მოქმედება მყისიერად გადაეცემა ერთი სხეულიდან მეორეს. ურთიერთქმედების ძალა დამოკიდებულია მანძილზე, ამიტომ მანძილის შეცვლა რაიმე მომენტში მაშინვე ცვლის მეორე სხეულზე მოქმედ ძალას, ე. ი. მოქმედება გადაეცემა ერთი სხეულიდან მეორეს უსასრულოდ დიდი სიჩქარით.

ახლოქმედების თეორიის მიხედვით, სხეულების ურთიერთქმედება ხორციელდება ამ სხეულების ირგვლივ არსებული მატერიალური გარემოს – გრავიტაციული ველის – საშუალებით. დაშვებულია, რომ ყოველი სხეულის ირგვლივ არსებობს გრავიტაციული ველი განფენილი მთელ სივრცეში. როდესაც ამ ველში მოვათავსებთ მეორე სხეულს, მასზე სწორედ ეს ველი იწვებს მოქმედებას. ეს იმას ნიშნავს, რომ ერთი სხეული მეორეზე მოქმედებს არა უშუალოდ, არამედ გრავიტაციული ველის მეშვეობით. ახლოქმედების ეს თეორია ახლა საყოველთაოდ მიღებულია არა მარტო გრავიტაციული, არამედ ყველა სხვა ურთიერთქმედების დროს. ყოველი ურთიერთქმედება განიხილება, როგორც სათანადო ველით (ელექტრომაგნიტურით, გრავიტაციულით, ბირთვულით და სხვ.) გამოწვეული.

გრავიტაციული ველის დამზერა შეუძლებელია, თუმცა მისი ბუნებისა და ხასიათის გარკვევა შეიძლება მხოლოდ მისი მოქმედების გამოკვლევით.

როგორც აღვნიშნეთ, გრავიტაციული ველი უწყვეტად არის განფენილი მთელ სივრცეში, ამიტომ მისი დახასიათება შეიძლება სივრცის ყოველ წერტილში მისი შესწავლით.

მასალის აღსაქმელად საჭიროა სტუდენტებს მივაწოდოთ ცნობები გრავიტაციული ველის დაძაბულობის შესახებაც. აქ ვითარება ასეთია: თუ სხეულის გრავიტაციული ველის რომელიმე წერტილში მოვათავსებთ საცდელ m მასის მქონე მატერიალურ წერტილს (იხ. ნახ.), მაშინ მასზე იმოქმედებს ძალა, რომელსაც უნდა მიეწეროს წერტილზე მოცემული ველის მოქმედება.



სხეულის გრავიტაციულ ველში მოთავსებული m მასის მქონე მატერიალური წერტილი

აღვნიშნოთ ეს ძალა $\vec{F}$ -ით. ამ ძალის სიდიდე დამოკიდებულია არა მარტო A სხეულის გრავიტაციულ ველზე, არამედ მასში შეტანილ მატერიალური წერტილის m მასაზე. ცდები ამტკიცებს, რომ როგორი სიდიდის მასაც არ უნდა შევიტანოთ ველის მოცემულ B წერტილში, სათანადო ძალის შეფარდება ამ მასასთან ყოველთვის ერთი და იგივე იქნება ე. ი.

$$\vec{F}/m = \vec{F}_1/m_1 = \vec{F}_2/m_2 = \dots$$

ეს სიდიდე ახასიათებს გრავიტაციულ ველს, რომელსაც გრავიტაციული ველის დაძაბულობას უწოდებენ და აღნიშნავენ $\vec{E}_G$ სიმბოლოთი, რომელიც მათემატიკურად ასე გამოიხატება:

$$\vec{E}_G = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (7)$$

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ გრავიტაციული ველის რომელიმე წერტილში შეტანილ სხვადასხვა მასის მქონე სხეულებზე მოქმედი ძალის ფარდობა ამავე სხეულების მასებთან მუდმივია.

თუ დავაკვირდებით გრავიტაციული ველის ამ თვისებას, ადვილად შევაძინებთ, რომ იგი ერთნაირ აჩქარებას ანიჭებს ყველა სხეულს, რომელიც მასში მოძრაობს.

გრავიტაციული ველის ეს თვისება მეტად უცნაურია: იგი მკვეთრად განსხვავდება სხვა სახის ველებისაგან. გარდა ამისა, გრავიტაციული ველის განსხვავება სხვა სახის ველებისაგან ძირითადად ასეთია: გრავიტაციული ველი დაკავშირებულია მასასთან (სულ ერთია, უძრავია, თუ მოძრავი), მაშინ როდესაც ელექტრულ მუხტს, რომელიც ქმნის, მაგალითად, ელექტრულ ველს, არავითარი კავშირი არა აქვს მასასთან. სხვა ველებისაგან განსხვავებით, გრავიტაციული ველისათვის დამახასიათებელია მხოლოდ მიზიდულობა.

ველის თვისებების შესახებ სტუდენტების ცოდნის გაღრმავებისა და შემდგომი შესწავლის მიზნით საჭიროა მათი ყურადღება გავამახვილოთ ელექტრული ველის თვისებებზე, ასევე გრავიტაციული ველის ზოგიერთ მსგავს და განსხვავებულ თვისებაზე. კერძოდ, აღვნიშნოთ, რომ გრავიტაციული ველი არსებობს იქ, სადაც გარკვეული მასის მქონე ნაწილაკია (სულ ერთია, მოძრავია ის, თუ უძრავი): მაშინ როდესაც ელექტრული ველი

დაკავშირებულია ელექტრულ მუხტთან. ე. ი. თუ არსებობს ელექტრული მუხტი, არსებობს ელექტრული ველიც.

აქვე შევნიშნავთ, რომ ზოგ სახელმძღვანელოში ელექტრული ველი განმარტებულია, როგორც სივრცე, სადაც მოქმედებს ელექტრული ძალები. როგორც ცნობილია, სივრცე, ისევე როგორც დრო, მატერიის არსებობის ფორმაა. იმის გამო, რომ ველი სივრცეში არსებობს, არ ნიშნავს იმას, რომ ველი არის სივრცე. ველი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, წარმოადგენს მატერიის სახეს, რომლითაც ხორციელდება ნივთიერების ნაწილაკების ურთიერთქმედება. გრავიტაციული და ელექტრული ველების შემთხვევაში მოქმედი ძალების ერთნაირი ხასიათი იმით განისაზღვრება, რომ ეს ძალები ველის წარმომშობი წყაროდან მანძილის კვადრატის (r^2) უკუპროპორციულად მცირდება:

$$F = G \frac{MM_1}{r^2}, \quad F = K \frac{q_1q_2}{r^2}.$$

ასევე შეიძლება ანალოგის გატარება გრავიტაციული ველის $\vec{E}_G$ დაძაბულობასა და ელექტრული ველის $\vec{E}_E$ დაძაბულობას შორის, რომ გრავიტაციული ველის მსგავსად ელექტრული ველიც ხასიათდება ძალური მოქმედებით:

$$\vec{E}_G = \frac{\vec{F}_G}{m}, \quad \vec{E}_E = \frac{\vec{F}_E}{q}.$$

უწყურადებოდ ნუ დავტოვებთ იმ გარემოებასაც, რომ გრავიტაციული (მიზიდულობის) ველისაგან განსხვავებით, ელექტრული ველისათვის დამახასიათებელია როგორც მიზიდვა, ასევე განზიდვა.

დასკვნა

ამრიგად, წინამდებარე ნაშრომში მინიშნებულია მსოფლიო მიზიდულობისა და კულონის კანონების შესწავლისას თუ რა ასპექტებზე უნდა იქნეს გამახვილებული სტუდენტთა ყურადღება. ამასთან, განხილულია გრავიტაციული და ინერციული მასების თვისებები, ახსნილია კავშირი და განსხვავება კულონის კანონთან მიმართებაში.

წარმოდგენილია ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული მოსაზრება ახლოქმედებისა და შორსქმედების თეორიების შესახებ. პარალელურია გავლენიანი გრავიტაციული და ელექტრული ველების მოქმედებას შორის მაშინ, როდესაც ამ ველებში შეტანილია სხეულები. ყურადღებაა გამახვილებული იმ ფაქტზეც, რომ გრავიტაციული ველი სივრცე კი არ არის, არამედ მატერიის სახეა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Усова А. В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий. Учебное пособие. Челябинск: ЧГПИ. 1986,-88 с.
2. Усова А. В., Вологодская З. А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе. Учебное пособие. М.: Просвещение, 1981,-158 с.

METHODS OF TEACHING PHYSICS

LEARNING OF INERTIAL AND GRAVITATIONAL MASSES IN COURSE OF PHYSICS

I. Kalandadze, M. Beridze, M. Metskhvarishvili, M. Shogiradze

(Georgian Technical University)

Resume: Questions discussed in the paper are important for the studying of the course of the mechanics in the general physics. This question carries philosophical load that, sufficiently complicates its studying. However the greatest meaning of this question is significant, that this question possesses among other physical problems and phenomenon.

Tere is presented the best method of studying of this question. In it there is combined the theory of studied materials and their mathematical description.

Key words: gravitational constant; gravitational field; inertia; law of universal gravitation.

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

ОБУЧЕНИЕ ИНЕРЦИОННОЙ И ГРАВИТАЦИОННОЙ МАССАМ В КУРСЕ ФИЗИКИ

Каландадзе И. Г., Беридзе М. Г., Метхваришвили М. Р., Шогирадзе М. Х.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Для изучения курса механики общей физики рассмотрен вопрос, который несет философскую нагрузку, что значительно усложняет его изучение. Но следует принять во внимание то огромное значение, которое этот вопрос занимает среди других физических проблем и явлений.

Приведена лучшая методика изучения данного вопроса, в которой объединены теория изучаемого вопроса и его математическое описание.

Ключевые слова: гравитационная постоянная; гравитационное поле; закон всемирного тяготения; инерция.

ჩაისაგან კოფეინის გამოყოფა და მიღებული ნიმუშების იდენტიფიკაცია

რევაზ მელქაძე, პაატა დოლიძე, რომან კენკიშვილი, რევაზ დემეტრაშვილი

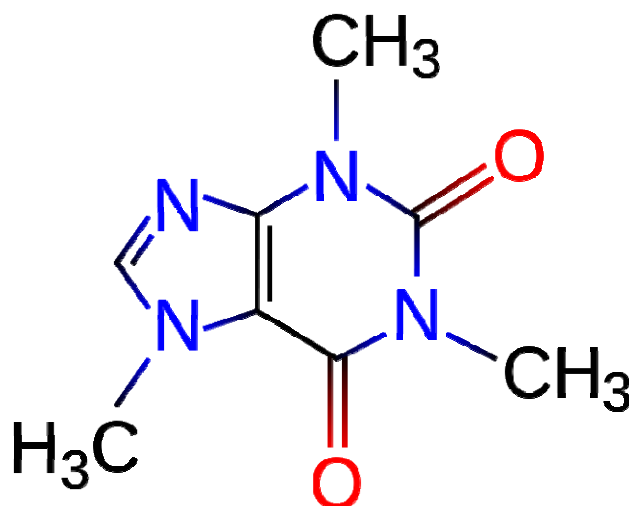
(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: წარმოდგენილია კოფეინის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები და მისი სამრეწველო მიღება სინთეზის გზით. აღწერილია ჩაის მასალისაგან კოფეინის გამოყოფისათვის საჭირო აპარატურა და რეაქტივები, ექსპერიმენტის ჩატარების პირობები, თანმიმდევრობა და მიღებული ნიმუშების იდენტიფიკაციის მეთოდები.

საკვანძო სიტყვები: კოფეინი; კოფეინის გამოყოფა და იდენტიფიკაცია; ჩაი.

შესავალი

კოფეინი პურინის რიგის ალკალოიდია. მისი ემპირიული ფორმულაა $C_8H_{10}N_4O_2$, მოლეკულური მასა – 194,19 გ/მოლი, სიმკვრივე – 1,23 გ/სმ³, ღვობის ტემპერატურა – 234 °C, სუბლიმაციის ტემპერატურა – 180 °C.



კოფეინი (1,3,7-ტრიმეთილქსანტინი)

კოფეინი მწარე გემოს, უსუნო, თეთრი ფერის ნემსისებრი კრისტალები ან თეთრი კრისტალური ფხვნილია (ნახ. 1). კარგად იხსნება ქლოროფორმსა და ცხელ წყალში (1 : 2), ცუდად – ცივ წყალსა (1:60) და ეთანოლში (1 : 50) [1–5].



ნახ. 1. კოფეინის თეთრი კრისტალური ფხვნილი

ბუნებრივ კოფეინს წინათ ჩაის მტვრის ან ყავის მარცვლების მოხალვისას წარმოქმნილი ნარჩენისგან ღებულობდნენ, მაგრამ დღეისათვის მისი მიღება უშუალოდ ყავის მარცვლების ბენზოლით დამუშავების გზით ხდება.

ჩაის მტვრისაგან კოფეინის გამოყოფის მეთოდი ითვალისწინებს მასალის კირთან შერევას (1 : 0,5) მასური თანაფარდობით, ნარევის ქლოროფორმით ან ტოლუოლით ექსტრაქციას, გამხსნელის მოშორებას და კოფეინის გამოკრისტალებას.

ექსტრაქცია შესაძლებელია ცხელი წყლითაც. ამისათვის წყლიან გამონაწვლილს ამატებენ ძმარმჟავა ტყვიას, გამონალექს ფილტრავენ და ტყვიას აშორებენ გოგირდწყალბადით. შემდეგ ხსნარს ადუღებენ ჭარბი H_2S -ის მოსაცილებლად, ისევ ფილტრავენ და ასქელებენ გარკვეულ სისქემდე. გაცივებისას კოფეინი გამოკრისტალდება, მაგრამ ამ მეთოდით მიღებული პროდუქტი ორგანული გამხსნელებით მიღებულთან შედარებით უსუფთაოა და საჭირო ხდება მისი ცხელ წყალში ან ქლოროფორმში განმეორებით გახსნა, ნახშირით დამუშავება, გაფილტვრა და ფილტრატის დაკრისტალება.

აღსანიშნავია, რომ მხოლოდ ბუნებრივი კოფეინით ბაზრის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება (120 ათას ტ-ზე მეტი წელიწადში) დღეისათვის შეუძლებელია. ამიტომ მის მისაღებად ფართოდ იყენებენ სინთეზურ მეთოდებს. ასეთი მეთოდი კი რამდენიმეა. მათგან საუკეთესოა ფიშერის მეთოდი, რომელიც კოფეინის დამზადებას გულისხმობს შარდოვანასაგან. შარდის მჟავასაგან კოფეინის მიღება ძალზე მარტივია: შარდოვანას შენჯღრევისას იოდის მეთილის წყალტუტის ხსნარში წყალბადის ოთხივე იონს ჩაენაცვლება შარდოვანას მოლეკულების მეთილის ჯგუფები და წარმოქმნის ტეტრამეთილშარდოვანას მჟავას. ეს მჟავა ფოსფორის ქლორუანგით გაცხელებისას გადადის ქლორკოფეინში. მიღებული ქლორკოფეინი აღდგენისას იძლევა კოფეინს.

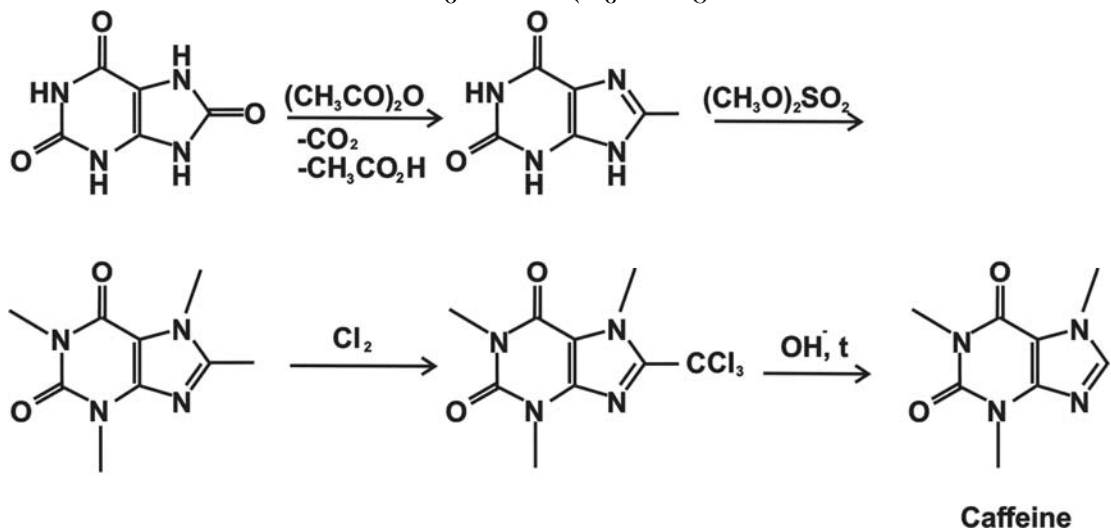
შარდმჟავა პირველად აღმოჩენილ იქნა ა. ფურკრუას (Fourcroy) და ლ. ვოკლენის (Voquelin) მიერ ფრინველთა ექსკრემენტში (გუანო). შემდეგ იგი წარმატებით შეცვალა კოფეინის მიღების ახალმა წყარომ – გუანინმა ($C_5H_5N_5O_2$), რომელსაც დიდი რაოდენობით შეიცავს თევზის ქერცლის ჰიდროლიზის პროდუქტები.

კოფეინის გუანინიდან სინთეზის მეთოდი შედგება შემდეგი სტადიებისაგან: გუანინ-სულფატი მწვავე ორთქლით შეჰყავთ გოგირდმჟავას წყალხსნარში (წყალი გუანინზე 14–15-ჯერ მეტი უნდა იყოს). ამის შემდეგ შეჰყავთ 2-ჯერ მეტი აზოტმჟავა ნატრიუმის წყალხსნარში (დაახლოებით 40 %-იანი). კარგად არევის შემდეგ დაახლოებით $80^\circ C$ ტემპერატურაზე

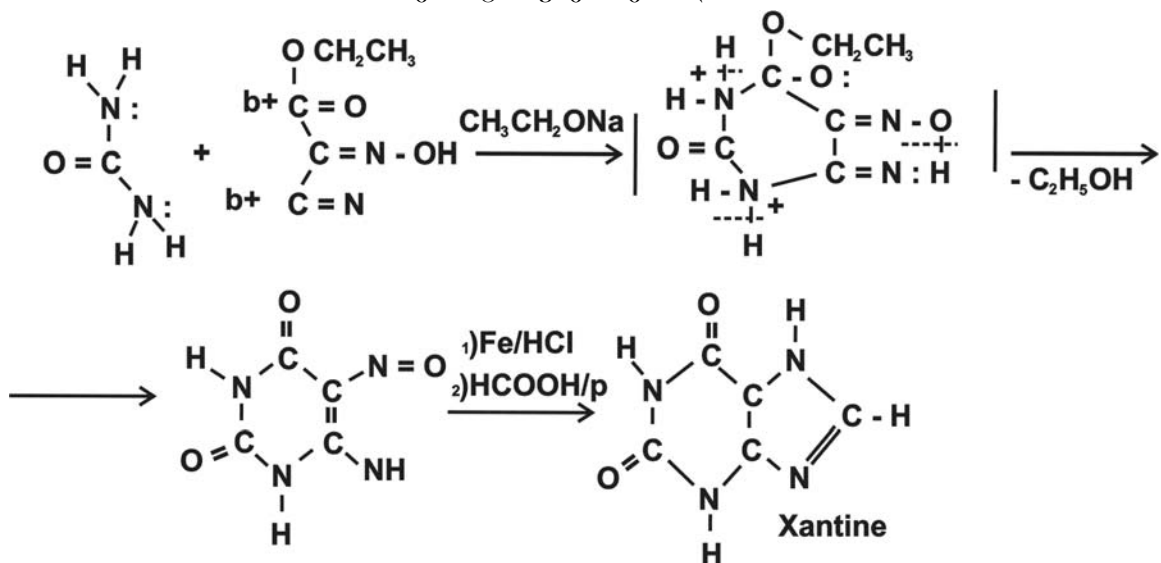
30–45 °C-ის გასვლის შემდეგ დაღეჟვას იწვევს ქსანთინი, რომელსაც გარეცხავენ წყლით და აშრობენ. შემდეგ ხდება მიღებული ქსანთინის მეთილირება, რისთვისაც მას ხსნიან ჭარბი რაოდენობის განზავებულ ტუტეში, შემდეგ სარეაქციო ნარევს არა უმეტეს 30° C ტემპერატურაზე წვრილი ნაკადით ამატებენ ქსანთინის რაოდენობაზე 3-ჯერ მეტ დიმეთილსულფატს მუდმივი ტემპერატურის (30–35° C) პირობებში. დიმეთილსულფატის მთლიანად შერევის შემდეგ ხსნარს კიდევ ურევენ 1 სთ-ის განმავლობაში, სარეაქციო ნარევს ფილტრავენ და ღებულობენ კოფეინის პირველ ულუფას. აორთქლების შემდეგ გამოყოფენ კოფეინის მეორე ულუფას. დარჩენილ დედოს ისევ ააორთქლებენ და სპირტის დამატებით გამოლექავენ ნატრიუმის მეთილგოგირდმუავას, ხოლო სპირტული ფილტრატისაგან სპირტის მოცილების შემდეგ გამოაკრისტალებენ კოფეინის მესამე ულუფას. მიღებულ ულუფებს ჯერ ასუფთავებენ თხევადი ნახშირით, შემდეგ უმატებენ მცირე რაოდენობით გოგირდმუავას და გამოაკრისტალებენ.

ქვემოთ ნაჩვენებია კოფეინის სამრეწველო სინთეზის მეთოდები შარდოვანასაგან და ტრაუბეს მიხედვით [6–10].

სინთეზი შარდოვანასაგან



სინთეზი ტრაუბეს მეთოდით



ძირითადი ნაწილი

პრაქტიკული თვალსაზრისით, ჩვენთვის საინტერესო იყო ბუნებრივი კოფეინის მიღებისა და მისი იდენტიფიკაციის საკითხები. ცდები ჩატარდა ლაბორატორიულ პირობებში.

ექსპერიმენტისათვის გამოყენებულ იქნა ნედლეული, რეაქტივები (50 გ ჩაის მტვერი, 25 გ მაგნიუმის ჟანგი, 150 მლ ქლოროფორმი, 25 მლ მარილმჟავა, 25 მლ 5 %-იანი მწვავე ნატრიუმის ტუტე) და ლაბორატორიული აპარატურა – მრგვალძირიანი კოლბა, თერმომდეგი მინის ჭიქა, გამყოფი ძაბრი, ბუნხენის კოლბა, ბიუნხენის ძაბრი (ნახ. 2).



ნახ. 2. კოფეინის მისაღები ლაბორატორიული აპარატურა

ექსპერიმენტი ჩატარდა შემდეგი თანმიმდევრობით: ჯერ დავამზადეთ მაგნიუმის ჟანგის რეაქტივი (25 გ + 150 მლ წყალი); როდინში ჩანაყილი ჩაის მტვერი მოვათავსეთ კოლბაში, დავამატეთ მაგნიუმის ჟანგის რეაქტივი და 250 მლ წყალი. კოლბა დავდგიტ ელექტროქურახე და ვადუღეთ 15 წთ-ის განმავლობაში. მიღებული ხსნარი გავწურეთ მარლაში, დავუმატეთ 150 მლ წყალი და ისევ ავადუღეთ.

დეკანტირებული წყლიანი ხსნარი გავატარეთ ბამბის ტამპონში.

წყლის დანაწდომი შევამჟავეთ 25 მლ განზავებული მარილმჟავათი ნარევის pH-3-მდე და დავაკონცენტრირეთ საორთქლებელ ფინჯანში წყლის აბაზანის საწყისი მოცულობის 1/3-მდე.

ცხელი ხსნარი გავფილტრეთ ნაკეცებიან ფილტრში და 5-ჯერ მოვახდინეთ ექსტრაქცია ქლოროფორმით, რომლის ხარჯი თითოეული ექსტრაქციის დროს შეადგენდა 30 მლ-ს;

ქლოროფორმიანი დანაწდომი მოვაცილეთ ჯერ 25 მლ 5 %-იანი ტუტის ხსნარით, შემდეგ წყლით. გამხსნელი მოვაშორეთ როტორულ საორთქლებელს (ნახ. 3).



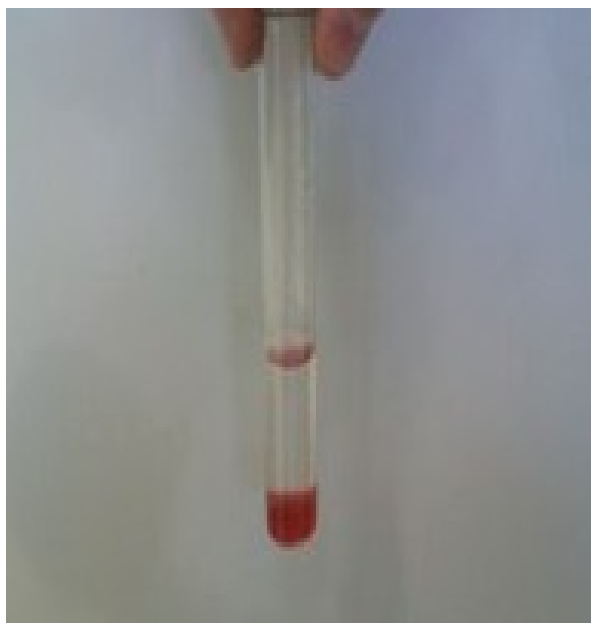
ნახ. 3. როტორული საორთქლებელი

კოფეინის დაკრისტალება განვახორციელეთ 8–10 მლ ცხელი წყლით, რის შედეგადაც მივიღეთ თეთრი, ნემსისებრი კრისტალები (ნახ. 4).



ნახ. 4. კოფეინის კრისტალები (x200)

მიღებული კრისტალები შევამოწმეთ თვისებრივად, რისთვისაც 1 მლ ქლოროფორმის დანაწდომს დაეუმატეთ 10 წვეთი 0,1 N იოდის ხსნარი, რასაც არ გამოუწვევია არც ნალექის წარმოქმნა და არც სიმღვრივე. რამდენიმე წვეთი 8 %-იანი HCl-ის დამატებისას კი წარმოიქმნა შებურული ნალექი, რომელიც იხსნება ჭარბ ტუტეში (ნახ. 5).



ნახ. 5. კოფეინის შემოწმება თვისებრივად

დასკვნა

კოფეინის გამოყოფისა და იდენტიფიკაციის შემოთავაზებული ლაბორატორიული მეთოდი მარტივი და ადვილად განსახორციელებელია. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კვებისა და ფარმაცევტული დარგების სტუდენტთა სწავლების პროცესში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Мелентьева Г. А., Антонова Л.А. Фармацевтическая химия. М., 1985.
2. Столяров Г. В. Лекарственные психозы и психотропические средства. М., 1964.
3. http://www.ic.omskreg.ru/nou/bibliog/metod88/3_14.html
4. http://www.nioch.nsc.ru/cafedra/2k_xim_m/hetero/purine.hm
5. <http://chemfiles.narod.ru/nature/cofein.html>
6. Мелкадзе Р., Долидзе П. Технический кофеин из чая и экспресс-метод его тестирования// Новация, №13, Кутаиси, 2014, с.190-195.
7. R. Melkadze, P. Dolidze. Method for producing caffeine from tea and express-method of its Testing // International journal of Applied research, 1(9), 2015, p. 822-824.
8. Мелкадзе Р. Экспресс-метод определения кофеина в растительном сырье и продуктах. VI Всероссийская конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Тр.Алтайского Госуниверситета, Барнаул, РФ, 2014. с.154-156.
9. რ. მელქაძე, პ. დოლიძე, რ. კენკიშვილი. კოფეინის მიღების ახალი მეთოდი//მეცნიერება და ტექნოლოგიები, № 3 (720), 2015, გვ. 39-43.
10. თ. ნატრიაშვილი, რ. მელქაძე, რ. დემეტრაშვილი. კოფეინის მიღების ტექნოლოგია და დანადგარი. საერთ. სამეცნ. კონფ. „ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარებისათვის“, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია, თბ., 2016, გვ. 592-594.

ALLOCATION AND IDENTIFYING CAFFEINE FROM TEA

R. Melkadze, P. Dolidze, R. Kenkishvili, R. Demetrashvili

(R. Dvali Institute of Machine Mechanic)

Resume: There are presented data on the physical-chemical properties of caffeine, synthetical pathways of its industrial production. There is described apparatus and reagents for isolation of caffeine from tea material, the conditions of the experiment and the sequence and methods of identification of the samples.

Key words: caffeine; selection and identification caffeine; tea.

БИОХИМИЯ

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИЦИРОВАНИЕ КОФЕИНА ИЗ ЧАЯ

Мелкадзе Р. Г., Долидзе П. Р., Кенкишвили Р. А., Деметрашвили Р. С.

(Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме. Представлены данные о физико-химических характеристиках кофеина и его промышленного получения путем синтеза. Описаны аппаратура и реактивы для выделения кофеина из чайного материала, условия и последовательность проведения эксперимента и методы идентификации полученных образцов.

Ключевые слова: выделение и идентификация кофеина; кофеин; чай.

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული გრანიტების გენეზისის შესახებ

გიორგი ბერიძე, ირაკლი ჯავახიშვილი

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აღ. ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული გრანიტების ფორმირების პირობები მათი პეტროგეოქიმიური, მინერალოგიური და აქცესორული მინერალების – გრანატისა და ალანიტის მიკროზონდური შესწავლის საფუძველზე. გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ გრანიტებში განვითარებულია ორი გენერაციის კალიუმის მინდვრის შპატი: მაგმური და პოსტმაგმური. დადგინდა, რომ ხრამის მასივის გრანიტოიდების ალანიტები მიეკუთვნება Ce_2O_3 , La_2O_3 და Nd_2O_3 მაღალი შემცველობის ცერიუმთან სახესხვაობას, რომლის წარმოშობა განპირობებულია გრანიტულ მაგმაში იშვიათმიწა ელემენტების დიდი რაოდენობით კონცენტრაციითა და ჰიდროთერმული ხსნარების მიერ კალციუმის შემოტანით. გრანატი ზონალური ხასიათისაა: მისი ბირთვი ჩამოყალიბდა მაგმურ სტადიაზე პარაგენეტულ ასოციაციაში $\text{Bt}+\text{Pl}+\text{Ort}+\text{Grt}+\text{Qrt}$, ხოლო მისი პერიფერია – გრანიტული მაგმის გაცივების პოსტმაგმურ სტადიაზე განვითარებულ პარაგენეზისში – $\text{Ab}+\text{Mikr}+\text{Grt}+\text{Qrt}\pm\text{Ms}$. გრანატის წარმოქმნა არ იყო დაკავშირებული ასიმილაციის მოვლენებთან, როგორც ეს ადრე მიაჩნდათ. გრანიტოიდების საწყისი და, შესაბამისად, ყველაზე მაღალტემპერატურული ფაზა ბიოტიტიან-რქატყუარიანი სახესხვაობით არის წარმოდგენილი. გრანიტწარმოქმნის შემდგომ ფაზებს შეესაბამება ბიოტიტიანი და ბიოტიტიან-გრანატიანი სახესხვაობები. ეს პროცესი მთავრდება ალიასკიტური ფაზით.

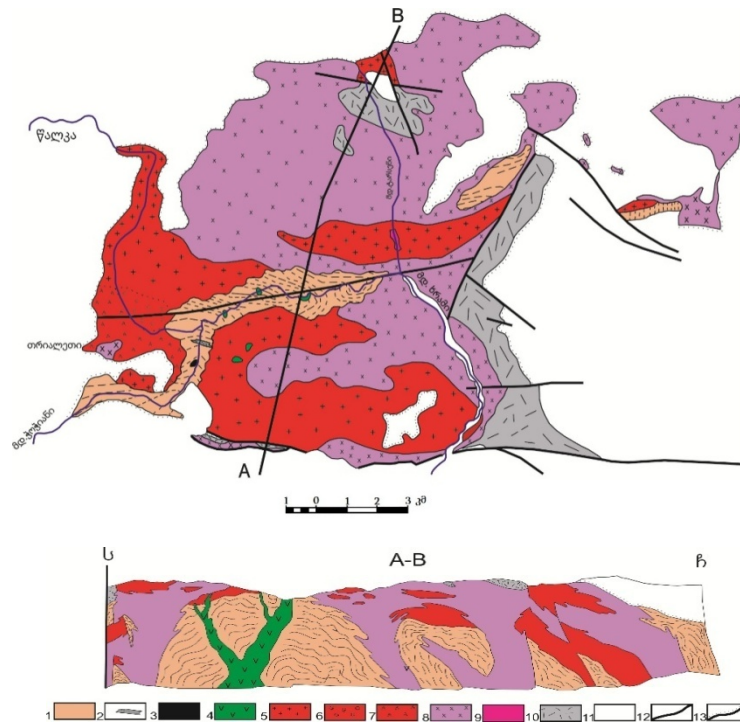
საკვანძო სიტყვები: ალანტი; გრანატი; გრანიტების გენეზისი; სკაპოლიტი.

შესავალი

ხრამის კრისტალური მასივი შიშვლდება შავი ზღვა-ცენტრალური ამიერკავკასიის ტერეინის ფარგლებში და წარმოადგენს ართვინ-ბოლნისის ბელტის ჰორსტისებრი აზეცების გადარეცხილ ნაწილს [1, 2].

ხრამის ალპურისწინა კრისტალური მასივის აგებულებაში მონაწილეობს კამბრიულამდელი გნეისურ-მიგმატიტური, გვიანვარისკული გრანიტოიდული კვარცპორფირგრანიტპორფირული და ზედა პალეოზოური ვულკანოგენურდანალექი წარმონაქმნები – ქვედა ტუფიტები (ნახ. 1).

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული გრანიტოიდების ასაკი დამაჯერებლად არის დადგენილი U-Pb LA ICP MS ცირკონული მეთოდით. კერძოდ, 27-წერტილოვანი ანალიზის მონაცემები მოიცავს $321\text{--}331\pm 6.0$ მლნ წლების პერიოდს [3].



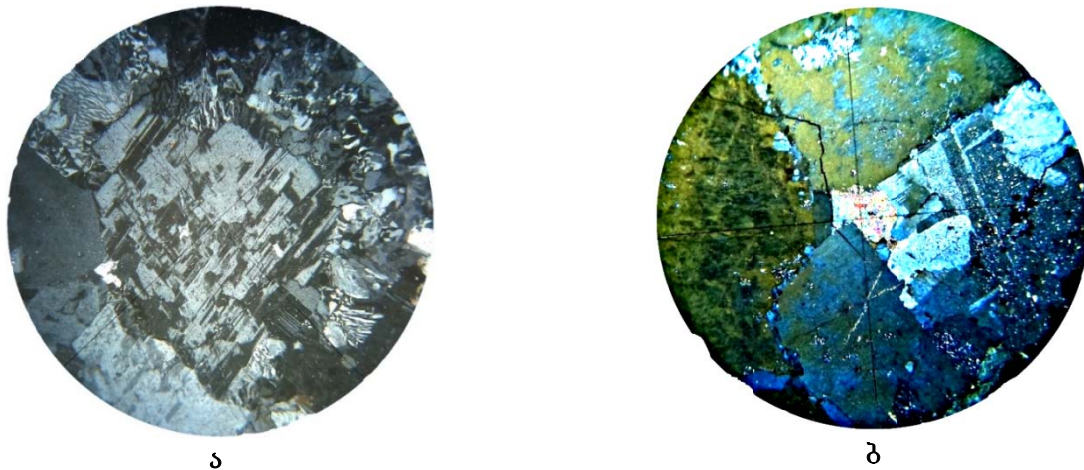
ნახ. 1. ხრამის კრისტალური მასივის გეოლოგიურ-სტრუქტურული რუკა ე. გამყრელიძის და დ. შენგელიას [4] და გ. ბერიძის მიხედვით: 1 – კამბრიულამდელი გნეისურ-მიგმატიტური კომპლექსი; 2 – შუა პალეოზოური (?) მეტაქვიშაქვების დასტა გნეისურ-მიგმატიტურ კომპლექსში; 3 – მანტიური სერპენტინიტების პროტრუზივები; 4 – პალეოზოური გაბროიდები; 5 – 8 – გრანიტოიდული კომპლექსი: 5 – გვიანვარისკული მიკროკლინიანი გრანიტები; 6 – გვიანვარისკული გრანატიანი გრანიტები; 7 – გვიანვარისკული ბიოტიტიან-რქატყუარიან-ალანიტიანი გრანიტები; 8 – ზედა პალეოზოური კვარცპორფირები; 9 – ზედა პალეოზოური გრანიტპორფირები; 10 – ზედა პალეოზოური ეულკანოგენურ-დანადექი კომპლექსი; 11 – მეზოზოურ-კაინოზოური დანადექი ზეწარი; 12 – რღვევები; 13 – ტრანსგრესიული განლაგება

ხრამის მასივის გვიანვარისკული გრანიტოიდები ოთხი სახესხვაობით არის წარმოდგენილი: ბიოტიტიან-რქატყუარიან-ალანიტიანი, ბიოტიტიანი, ბიოტიტიან-გრანატიანი გრანიტებითა და ალიასკიტებით. მათი მინერალოგიური შედგენილობა ასეთია: ბიოტიტიან გრანიტებსა და ალიასკიტებში გვხვდება კვარცი, პლაგიოკლაზი, მიკროკლინი და ბიოტიტი (ალიასკიტებში ბიოტიტი მეორეხარისხოვანი მინერალია); გრანატიან გრანიტებში – კვარცი, პლაგიოკლაზი, მიკროკლინი, ბიოტიტი და გრანატი (<3.5 %); ბიოტიტიან-რქატყუარიან-ალანიტიან გრანიტებში – კვარცი, პლაგიოკლაზი, მიკროკლინი, ბიოტიტი, რქატყუარა და ალანიტი.

ძირითადი ნაწილი

გრანიტებში კალიუმის მინდვრის შპატი ორი გენერაციისაა: მაგმური მდნარიდან გამოკრისტალებული და მეორეული (უპირატესად მუავე პლაგიოკლაზის ჩანაცვლების პროდუქტი). კალიუმის მინდვრის შპატი მესრიანი ან უმესრო ქსენომორფული გაპელიტებული მიკროკლინია; გვხვდება შედარებით საღი კრისტალებიც. გრანატიან გრანიტებში კალიუმის მინდვრის შპატის $-2V=74-76^\circ$, ბიოტიტიან-რქატყუარიან და ბიოტიტიან გრანიტებში კი $67-86^\circ$ ფარგლებში მერყეობს. სხვა მინერალებთან კონტაქტის ზონაში იგი დაკბილულია

და ძალზე შეცვლილი. კალიშპატი ხშირად ანაცვლებს პლაგიოკლასს და თითქმის ყოველთვის იძლევა მასთან პერტიტულ შენაზარდებს. არცთუ ისე იშვიათია კალიუმის მინდვრის შპატის და კვარცის პეგმატიტური შენაზარდები. ფიქსირდება პლაგიოკლასის მიკროკლინიზაციის პროცესში გამოთავისუფლებული კალციუმის ხარჯზე სპორადულად განვითარებული სკაპოლიტი (ნახ. 2).



ნახ. 2. პლაგიოკლასის მიკროკლინიზაციის პროცესი ბიოტიტიან გრანიტებში (ა – ჯვარედინ ნიკოლში); პლაგიოკლასის გამიკროკლინების პროცესში განვითარებული სკაპოლიტი (ბ – ჯვარედინ ნიკოლში 3.9X8)

გრანიტოიდებში პირველადი კალიუმის მინდვრის შპატი წარმოდგენილია მოუწესრიგებელი სახესხვაობით, სადაც $\Delta\alpha$ 0.32–0.92 ფარგლებშია, ხოლო ალიასკიტებში 0.83–0.97 ფარგლებში. მინდვრის შპატების კრისტალიზაციის ტემპერატურა ორმინდვრის შპატიან დიაგრამაზე მერყეობს 350–500 °C-ის ფარგლებში [5].

პლაგიოკლასი მიეკუთვნება მაღალმოწესრიგებული სტრუქტურის მქონე სახესხვაობას, რომელიც ალბიტ-ოლიგოკლასით არის წარმოდგენილი. იგი მიკროკლინთან ერთად ქმნის პერტიტულ და ანტიპერტიტულ სტრუქტურას. მათი კრისტალიზაციის ტემპერატურა მერყეობს 350–550 °C-ის ფარგლებში.

ალანიტი ბიოტიტიან-რქატყუარიანი გრანიტების ქანმაშენი მინერალია [6], სადაც იგი ყვეისფერ-მწვანე შეფერილობის, ფირფიტისებრი და კარგად გამოხატული პრიზმული კრისტალების სახით არის წარმოდგენილი; ზოგჯერ დამრჩობლილია. მისი შემცველობა 756 გ/ტ-ს შეადგენს. დანარჩენ გრანიტებში ასევე გვხვდება აქცესორული მინერალის სახით და სპორადულადაა გავრცელებული. ალანიტში ჩანართის სახითაა ბიოტიტი, ზოგჯერ გრანატი.

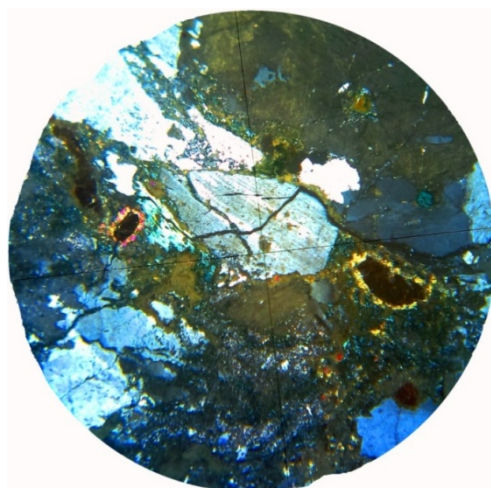
დადგენილია მაგმური და პოსტმაგმური გენეზისის ალანიტები [7]. მაგმური ალანიტისთვის დამახასიათებელია კარგად გამოხატული ზონალურობა და ხშირად მას თან ახლავს მეორეული ეპიდოტის არშია (ნახ. 3).

ვ. ლიახოვიჩის მიხედვით, მაგმური გენერაციის ალანიტს ახასიათებს კარგად გამოხატული კრისტალური ფორმები და პლაგიოკლასის ჩანართები [8]. ამავე ავტორის მიხედვით, პოსტმაგმური ალანიტი დაკავშირებულია ეპიდოტთან. იგი აღნიშნავს მეტასომატური წარმოშობის ალანიტსაც, რომლისთვისაც დამახასიათებელია არასწორი ნიჩბისებრი ფორმა და სხვადასხვა მინერალის ჩანართი [8]. ლიტერატურული მონაცემებით, ალანიტის დიდი რაოდენობით კონცენტრაცია ბიოტიტიან-რქატყუარიან გრანიტებში კალციუმით გამდიდრებას უკავშირდება. ვ. ლიახოვიჩი [8] და სხვები ვარაუდობენ, რომ გრანიტებში

დიდი რაოდენობით ალანიტის არსებობა დაკავშირებულია ასიმილაციის პროცესთან, კერძოდ, ბიოტიტიან-რქატყუარიან გრანიტებში მონაციტ-ილმენიტიან ასოციაციას ანაცვლებს ალანიტ-სფენიანი. ალანიტი პარაგენეტულია აპატიტთან, ცირკონთან, სფენთან და მაგნეტიტთან. ალანიტის წარმოშობა ბიოტიტიან, განსაკუთრებით ბიოტიტიან-რქატყუარიან, გრანიტებში განპირობებულია გრანიტულ მაგმაში დიდი რაოდენობით იშვიათი ელემენტების არსებობით, ასევე შემდგომ ჰიდროთერმული ხსნარების მიერ კალციუმის შეტანით [9].



ა



ბ

ნახ. 3. ზონალური ალანიტი (ა – ერთ ნიკოლში); ალანიტის კრისტალი ეპიდოტის არშიით (ბ – ჯვარედინ ნიკოლში 3.9X8)

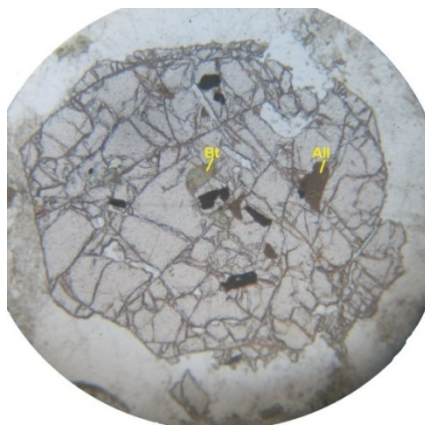
მიკროზონდური კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ხრამის მასივის გრანიტოიდების ალანიტები მიეკუთვნება Ce_2O_3 , La_2O_3 და Nd_2O_3 მაღალი შემცველობის ცერიუმიან სახესხვაობას, რომლის წარმოშობა განპირობებულია გრანიტულ მაგმაში დიდი რაოდენობით იშვიათი ელემენტების კონცენტრაციითა და ჰიდროთერმული ხსნარების მიერ კალციუმის შეტანით [10] (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ხრამის კრისტალური მასივის გრანიტოიდების ალანიტების მიკროზონდური ანალიზები (მას. %-ში)

მას. %	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	SrO	ThO ₂	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	UO ₂	F	H ₂ O
გული	29.56	1.82	14.17	16.77	0.20	0.34	10.2	-	0.84	6.62	12.0	3.92	1.86	0.11	0.16	0.08	0.29	1.6
ქერქი	29.93	1.62	14.31	16.32	0.23	0.29	10.0	0.14	0.68	6.60	12.1	3.36	1.68	0.09	0.13	0.09	0.03	1.9

გრანატიანი გრანიტები შიშვლდება ხრამ-I-ის მიდამოებში და მისი გამოსავლები $\approx 1-1.5$ კმ²-ია. ეს არის ლეიკოკრატული, მსხვილკრისტალური პორფირისებრი ქანი. ქანში გრანატის შემცველობა 5–10 %-ია. გრანატი განვითარებულია კარგად გამოხატული ტეტრაგონ-ტრიოქტაედრული კრისტალების სახით (ზომა 2–10 მმ-ის ფარგლებში). მასში გვხვდება აპატიტის, ბიოტიტის, ცირკონის, ალანიტის ჩანარები (ნახ. 4).



**ნახ. 4. გრანატის კრისტალი ბიოტიტის და ალანტიტის ჩანართებით.
ერთი ნიკოლი 3.9X8**

გრანატის მიკროზონდური ანალიზისა და მისი მინალური შედგენილობის მონაცემებით, კრისტალის ბირთვი პრაქტიკულად ჰომოგენურია, ხოლო გარე ზონა – მკვეთრად ზონალური. რკინის რაოდენობა ბირთვიდან პერიფერიისაკენ უმნიშვნელოდ, ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის – მკვეთრად მცირდება; მანგანუმის შემცველობა კი მნიშვნელოვნად იზრდება. ალმანდინის შემცველობის ვარიაცია უმნიშვნელოა, პიროპის და გროსულარის რაოდენობა ბირთვიდან პერიფერიისაკენ მკვეთრად ეცემა, ხოლო სპესარტინისა – იზრდება (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

ბიოტიტ-გრანატიანი გრანიტების გრანატის მიკროზონდური ანალიზი

	გრანატი						
	1 (ბირთვი)	2	3	4	5	6	7 (პერიფერია)
SiO ₂	36.39	36.47	36.43	36.48	36.18	36.59	36.81
Al ₂ O ₃	20.91	20.86	20.76	20.77	20.84	20.60	20.48
FeO	37.01	36.90	36.81	36.86	36.87	36.59	35.70
MnO	1.87	1.94	1.9	2.31	3.06	3.79	6.49
MgO	2.27	2.29	2.37	1.96	1.53	1.23	0.70
CaO	1.43	1.43	1.44	1.55	1.25	1.18	0.53
ჯამი	99.88	99.89	99.71	99.93	99.73	99.98	100.71
Si	2.96	2.96	2.96	2.97	2.96	3.00	3.01
Al	2.00	2.00	1.99	1.99	2.01	1.99	1.97
Fe ³⁺	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.02	0.01
Fe ²⁺	2.43	2.43	2.42	2.44	2.45	2.48	2.43
Mn	0.13	0.13	0.13	0.16	0.21	0.26	0.45
Mg	0.27	0.28	0.29	0.24	0.19	0.15	0.09
Ca	0.12	0.12	0.13	0.14	0.11	0.10	0.05
X _{Fe2+}	0.90	0.90	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96
Alm	0.84	0.84	0.84	0.84	0.85	0.84	0.83
Prp	0.08	0.08	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
Sps	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.08	0.13
Grs	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ქანში არსებული პირველადი (მაგმური სტადიის) მაღალტემპერატურული პლაგიოკლაზები და კალციუმის მინდვრის შპატები პოსტმაგმურ სტა-

დიაზე გარდაქმნილია დაბალტემპერატურულ მინერალებად (ალბიტად, რომელიც შეიცავს 1 % ანორთიტს და მიკროკლინად, რომელშიც 3 % ალბიტის მოლეკულაა; ცხრილი 3), დავასკენით, რომ გრანატის ბირთვი ჩამოყალიბდა მაგმურ სტადიაზე პარაგენეზისებში Bt+Pl+Ort+Grt+Qtz, ხოლო მისი პერიფერია გრანიტული მაგმის პოსტმაგმურ სტადიაზე (სავარაუდოდ 450–500 °C პირობებში) პარაგენეზისში – Ab+Mikr+Grt+Qtz±Ms.

ცხრილი 3

კალიუმის მინდვრის შპატის და პლაგიოკლასის მიკროზონდური ანალიზები

	გრანიტები		გნეისური კომპლექსი					
			10-kh		21-kh		9-kh	10-1
	Kfs	Pl	Ort	Pl	Ort	Pl	Pl	Pl
SiO ₂	64.07	68.27	63.88	56.14	64.66	56.47	56.00	55.80
Al ₂ O ₃	18.58	19.66	17.96	27.25	21.00	27.53	27.50	28.02
FeO	-	0	0.25	0.09	0.08	0.10	0.08	0
CaO	-	0.19	0.03	10.54	0.02	10.41	11.54	11.41
Na ₂ O	0.31	11.51	1.60	5.87	0.88	6.00	4.87	5.90
K ₂ O	16.08	0.15	16.08	0.12	16.16	0.10	0.13	0.10
BaO	1.04	0.23	0	0	0	0	0	0
ჯამი	100.08	100.02	99.80	100.01	102.8	100.38	100.12	101.23
Ort	0.92	0.01	0.87	-	0.92	-	-	-
Ab	0.03	0.97	0.13	0.50	0.08	0.57	0.49	0.54
An	-	0.01	-	0.50	-	0.43	0.51	0.46
Cs	0.05	0.01	-	-	-	-	-	-

ამრიგად, გრანატის ფორმირება მიმდინარეობდა ორ სტადიაზე: გრანიტული მაგმის კრისტალიზაციის პროცესსა და მის მომდევნო პოსტმაგმურ სტადიაზე და არ იყო დაკავშირებული ასიმილაციის პროცესთან, როგორც ეს ადრე მიაჩნდათ [11].

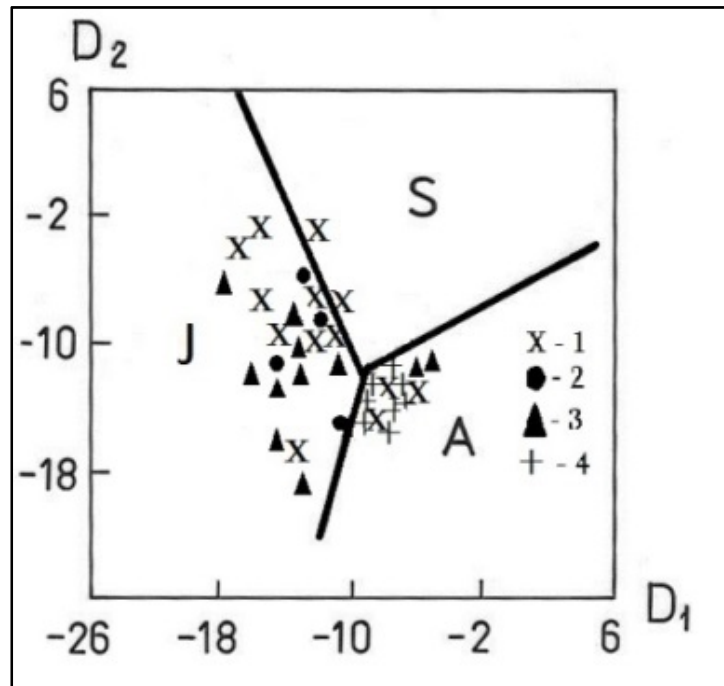
ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტების ქიმიური და იშვიათმიწა ელემენტების საშუალო შემცველობები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტოიდების ქიმიური ანალიზის საშუალო შემცველობები (მას. %-ში)

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
ბიოტიტ-ან-რქატყუარ-ალანიტ-ანი გრანიტები										
14 ნიმ. საშ.	67.80	0.36	14.47	5.28	0.97	0.97	2.64	4.03	2.77	0.10
ბიოტიტ-ანი გრანიტები										
16 ნიმ. საშ.	71.10	0.27	14.45	2.97	0.05	0.53	1.6	3.70	3.83	0.08
ბიოტიტ-ან-გრანატ-ანი გრანიტები										
4 ნიმ. საშ.	70.91	0.26	14.40	4.7	0.05	0.45	1.79	3.97	3.31	0.07
აფლასკიტები										
10 ნიმ. საშ.	75.80	0.13	12.20	1.97	0.03	0.30	1.07	3.60	3.68	0.04

S, I და A დისკრიმინაციული დიაგრამის (ნახ. 5) [12] მიხედვით, გრანატიანი გრანიტები I, ბიოტიტ-რქატყუარიან-ალანიტ-ანი I და ნაწილობრივ A, ბიოტიტ-ანი I, A და S, ხოლო ალიასკიტები გრანიტების A ტიპს მიეკუთვნება.



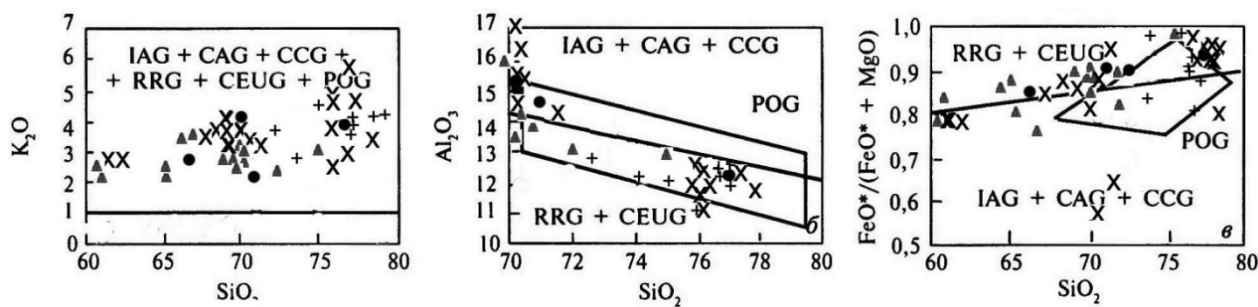
ნახ. 5. S, I და A დისკრიმინაციული დიაგრამა [12]. 1 – ბიოტიტ-ანი გრანიტები; 2 – გრანატიანი გრანიტები; 3 – ბიოტიტ-ანი-რქატყუარიან-ალანიტ-ანი გრანიტები; 4 – ალიასკიტები

პ. მანიარის და ფ. პიკოლის მიერ შემოთავაზებულ იქნა დიაგრამები (ნახ. 6), რომლებიც საშუალებას იძლევა რამდენიმე საფეხურიანი ინტერპრეტაციის შედეგად გამოიწვევს სხვადასხვა გეოლინამიკურ პირობებში განვითარებული გრანიტოიდები [13].

პირველ საფეხურზე K_2O-SiO_2 მონაცემებით ხდება ოკეანური პლაგიოგრანიტების გამოიწვევა დანარჩენი ტიპის გრანიტოიდებისაგან. ჩვენს შემთხვევაში, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო, ოკეანური პლაგიოგრანიტების აღმნიშვნელ ველში არც ერთი წერტილი არ მოხვდა.

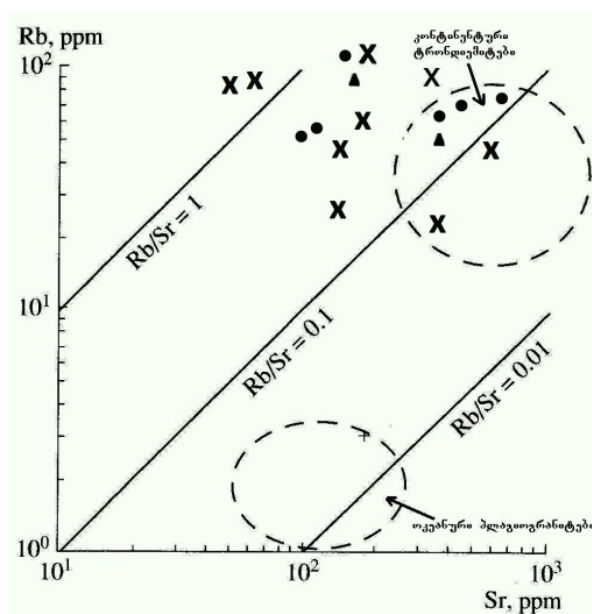
მეორე საფეხურზე ამ წერტილების გამოიწვევა ხდება ფორმირების გეოლინამიკური პირობების მიხედვით. $Al_2O_3-SiO_2$ დიაგრამაზე ბიოტიტ-ანი გრანიტები IAG+CAG+CCG-ისა და RRG+CEUG/POG-ის, გრანატიანი გრანიტები IAG+CFG+CCG/POG-ისა და RRG+CEUG/POG-ის, ბიოტიტ-ანი-რქატყუარიან-ალანიტ-ანი გრანიტები IAG+CAG+CCG-ისა და RRG+CEUG/POG-ის, ხოლო ალიასკიტები RRG+CEUG/POG გრანიტების ველში განლაგდა.

$FeO^*/(FeO^*+MgO)$ დიაგრამაზე ბიოტიტ-ანი გრანიტების ფიგურული წერტილების უმრავლესობა RRG+CEUG/POG გრანიტების ველში, ხოლო ნაწილი IAG+CAG+CCG გრანიტების ველში განთავსდა. გრანატიანი გრანიტები RRG+CEUG/POG გრანიტების ველში მოხვდა. ბიოტიტ-ანი-რქატყუარიან-ალანიტ-ანი გრანიტები RRG+CEUG/POG გრანიტების ველში განთავსდა, ხოლო ოთხი წერტილი განთავსდა IAG+CAG+CCG გრანიტების ველში. ალიასკიტების ფიგურული წერტილები RRG+CEUG/POG გრანიტების ველში განლაგდა.



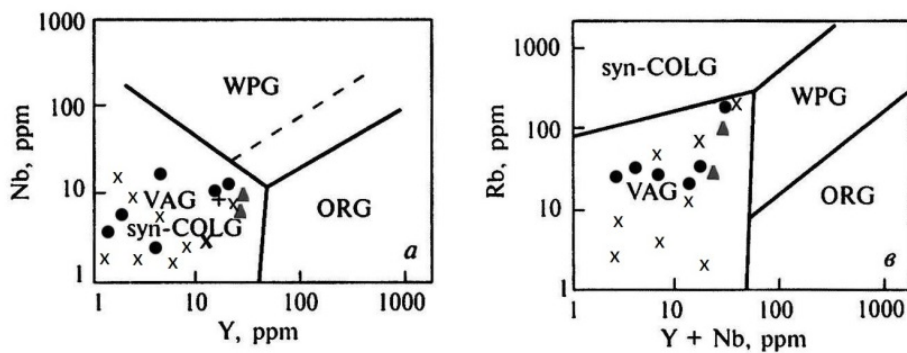
ნახ. 6. სხვადასხვა გეოქიმიკურ პირობებში ჩამოყალიბებული გრანიტების განმსაზღვრელი დისკრიმინაციული დიაგრამები [13]. გრანიტიდები: IAG – კუნძულთა რკალის, CAG – კონტინენტური რკალის, CCG – კონტინენტური კოლიზიის, POG – პოსტოროგენული, RRG – რიფტებთან დაკავშირებული, CEUG – კონტინენტური ეპიროგენული აზეგების, OP – ოკეანური პლაგიოგრანიტები (პირობითი ნიშნები იგივეა, რაც მე-5 ნახ-ზე)

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკულ გრანიტებში რ. კოლემანის და ზ. დონატოს დიაგრამაზე (ნახ. 7) Rb და Sr შემცველობის განაწილების მიხედვით: გრანატიანი გრანიტების ფიგურული წერტილების ნაწილი განთავსდა კონტინენტურ ტრონდიემიტის ველთან ახლოს, ხოლო ნაწილი – უშუალოდ ველში, ასევე განლაგდა ბიოტიტ-ან-რქა-ტყუარიან-ალანიტიანი გრანიტების ფიგურული წერტილები, ხოლო ბიოტიტ-ანი გრანიტები კი – უშუალოდ კონტინენტურ ტრონდიემიტის ველში [14].



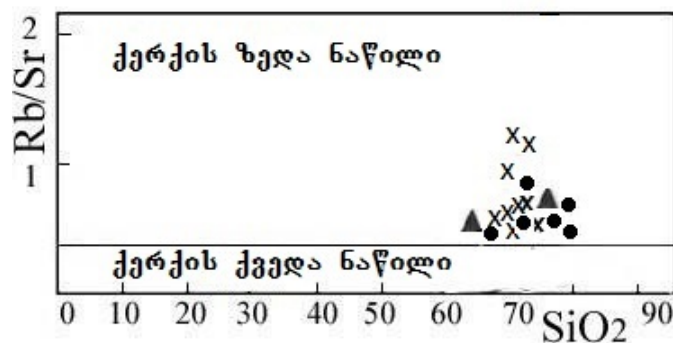
ნახ. 7. კონტინენტური ტრონდიემიტების და ოკეანური პლაგიოგრანიტების განსაზღვრა დისკრიმინაციული დიაგრამის მიხედვით [14] (პირობითი ნიშნები იგივეა, რაც მე-5 ნახ-ზე)

ა. პირსის Nb-Y დიაგრამაზე (ნახ. 8) ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკულ გრანიტები VAG+synCOLG ველში განთავსდა, ხოლო Rb-(Y+Nb) დიაგრამაზე გვიანვარისკული გრანიტები მოხვდა VAG ველში [15].



ნახ. 8. Nb-Y, Rb-(Y+Nb) გრანიტების დისკრიმინაციული დიაგრამა. ORG – ოკეანური ქედის, WRG – შიგაფილაქნური, VAG – კუნძულთა რკალის და synCOLG – კოლიზიური გრანიტები [15] (პირობითი ნიშნები იგივეა, რაც მე-5 ნახ-ზე)

Rb/Sr-SiO₂ დიაგრამაზე (ნახ. 9) ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტების ყველა სახესხვაობა ქერქის ზედა ნაწილის გამყოფ ველთან განთავსდა [16].



ნახ. 9. Rb/Sr-SiO₂-ის დისკრიმინაციული დიაგრამა [16] (პირობითი ნიშნები იგივეა, რაც მე-5 ნახ-ზე)

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტების პეტროგეოქიმიური მახასიათებლების 1-ლი და მე-2 ცხრილების საშუალო მონაცემების შედარება ს. ტეილორის და ს. მაკლენანის [17] ქვედა და ზედა ქერქულ წარმონაქმნებთან ცხადყოფს, რომ შესწავლილი გრანიტოიდები თავისი მახასიათებლებით უპირატესად შეესაბამება ზედა ქერქულ წარმონაქმნებს (ცხრილი 5).

ცხრილი 5

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტების საშუალო პეტროგეოქიმიური მახასიათებლების შედარება ზედა და ქვედა ქერქულ გრანიტოიდებთან ს. ტეილორის და ს. მაკლენანის მიხედვით [17]

ქიმიური ელემენტები	ქერქის ქვედა ნაწილი	ქერქის ზედა ნაწილი	ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული და ზედა პალეოზოური წარმონაქმნები (გრანიტები)*			
			I	II	III	IV
SiO ₂	54,40%	66%	70,91%	71,10%	67,80%	76,14 %
Al ₂ O ₃	16,10%	15,20%	14,40%	14,45%	14,47%	12,66%
K	0,28%	2,80%	2,75%	3,18%	2,30%	4,43 %
K/Rb	530	250	304	292	307	295
Rb/Sr	0,023	0,32	0,39	0,44	0,30	1,51

* I – გრანატიანი, II – ბოტიტიანი, III – ბოტიტიან-რქატყუარაიან-ალანიტიანი, IV – კვარცპო-რფირ-გრანიტპორფირები.

დასკვნა

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული გრანიტების იშვიათი და იშვიათმიწა ელემენტების შემცველობების და ქანმაშენი მინერალების მიკროზონდური და მიკროსკოპული კვლევა ცხადყოფს, რომ გვიანვარისკული გრანიტოიდების საწყისი და, შესაბამისად, ყველაზე მაღალტემპერატურული ფაზა ბიოტიტიან-რქატყუარიანი სახესხვაობით არის წარმოდგენილი. იგი მის მომყოლ ბიოტიტიან და ბიოტიტიან-გრანატიან სახესხვაობებთან შედარებით ნაკლები რაოდენობით შეიცავს SiO_2 -სა და K_2O -ს და უფრო გამდიდრებულია FeO -თი და MgO -თი. გრანიტწარმოქმნის პროცესი მთავრდება ალიასკიტური ფაზით, სადაც შესამჩნევად გაზრდილია SiO_2 -ის რაოდენობა და შემცირებულია ფემური კომპონენტები.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ზოგიერთ მკვლევარს მიაჩნდა, რომ გრანატიან გრანიტებში გრანატი ასიმილაციური წარმოშობისაა, რაც განპირობებული იყო გრანიტული მაგმის მიერ თიხოვანი ქანების ასიმილაციით. ჩვენი მონაცემებით, ეს არ დასტურდება. კერძოდ, Al_2O_3 -ის რაოდენობა გრანატიან გრანიტებში ისეთივეა, როგორიც ბიოტიტიან-რქატყუარიან და ბიოტიტიან გრანიტებში. ქანებში არ ფიქსირდება ჰიბრიდული გრანიტებისთვის დამახასიათებელი TiO_2 -ის მაღალი შემცველობა (0.5–0.69) [8]. ასევე არ ფიქსირდება კონტამინირებული გრანიტებისთვის CaO -ს მომატებული რაოდენობა, რომელიც 32.5 %-ია, ხოლო არაკონტამინირებულში – 0.7–45 %; მაგნიუმის შემცველობა და სპესარტინული მოლეკულა 5 %-მდეა შემცირებული.

პეტრო-გეოქიმიური და მინერალოგიური მონაცემები ადასტურებს, რომ გვიანვარისკული გრანიტები მიეკუთვნება მაღალთიხამიწიან კირ-ტუტე სერიის ქანებს. ისინი უპირატესად წარმოდგენილია I ტიპის გრანიტოიდებით, ალიასკიტები და კვარცპორფირები კი A ტიპის გრანიტოიდებს მიეკუთვნება, ხოლო ფორმირების გეოდინამიკური პირობების მიხედვით, კუნძულთა რკალურ გრანიტებს შეესაბამება. მათი საწყისი მაგმა ქერქის ზედა და ქვედა ნაწილების გამყოფ საზღვართან ყალიბდებოდა, სადაც დიდი როლი შეასრულა ქერქის ზედა ნაწილის ქანებმა, რაზეც მიუთითებს Rb/Sr თანაფარდობა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гамкrellidze П. Д. Основные черты тектонического строения Кавказа // Геотектоника, №3, 1966, с. 3-13.
2. I. Gamkrelidze. Terranes of the Caucasus and adjacent areas // Bull. of Georgian National Acad. of Sci; 155, N3, 155, 1997, p.75-81.
3. I. Gamkrelidze, D. Shengelia, T. Tsutsunava, Sun-Lin Chung, Han-Vi Chiu, K. Chikhelidze et all. New data on U-Pb zircon age of Pre-Alpine crystalline basement of the Black-Sea-Central Transcaucasian terrane and it's geological significance // Bull. of Georgian National Acad. of Sci., vol. 5, №1, 2011, p. 64-76.
4. Гамкrellidze И. П., Шенгелиа Д. М. Докембрийско-палеозойский региональный метаморфизм, гранитоидный магматизм и геодинамика Кавказа. М.: Научный мир, 2005. - 460 с.
5. Манвелидзе Р. М. Калий-натриевые полевые шпаты палеозойских гранитоидов Храмского и Локского массивов // Тр. ГИН АН Грузии, Нов.сер., вып.59, 1978, с.14-20.
6. Цхелишвили М. С. Ортитсодержащие гранитоиды Храмского массива // Сообщ. АН ГССР, №3, 83, 1976, с. 649-652.

7. Beridze G. Allanite of late variscan granites of the Khrami crystalline massif (Georgia). The 5Rd international scientific conferenct of young scientists and studenys: „Fundamental and applied geological science: Achievements, prospects, problem and ways of the solutions”. Baku, Azerbaijan, 2013, p. 66-67.
8. Ляхович В. В. Акцессорные минералы в гранитоидах Советского Союза. М.:Наука, 1976. - 315 с.
9. Ляхович В. В. Акцессорные минералы. М.: Наука, 1968. - 275 с.
10. გ. ბერიძე. ალანიტი ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარიკულ გრანიტებში //თსუ-ის აღ. ჯანგლიძის გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ახალი სერია, ნაკვ. 127, 2015, გვ. 155-159.
11. Цхелишвили М. С. Петрографические, минералогические и геохимические особенности гранитоидов Храмского массива. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. 1974, - 197 с.
12. H. Hassan, A. Mc Allister. An integrated geological geochemical investigations of uranium metallogenesis in selected granitic plutons of the Miramichi anticlinorium, New Brunswick //Geol. Surv. Canada, 1992, p. 15-91.
13. P. D. Maniar, P. M. Piccoli. Tectonic discrimination of granitoids // Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 101, 1989, p. 635-643.
14. R. G. Coleman, Z. E. Peterman. Oceanic plagiogranite // Journal of Geophysical Research, 80, 1975, p. 1099-1108.
15. J. A. Pearce, N. B. W. Harris, A. G. Tindle. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol. Vol. 25, 1984, p. 956-983.
16. R. Altherr, A. Holl, E. Hegner, C. Langer and H. Kreuzer. High-potassium, calc-alkaline plutonism in the European Variscides: northern Vosges (France) and northern Schwarzwald (Germany). Lithos, 50, 2000, p. 51–73.
17. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора, ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. - 379 с.

ABOUT THE GENESIS OF LATE VARISCAN GRANITES OF THE KHRAMI CRYSTALLINE MASSIF

G. Beridze, I. Javakhishvili

(Al. Janelidze Institute of Geology of I. Javakhishvili Tbilisi State University)

Resume: The paper deals with the conditions of the Khrami crystalline massif Late Variscan granite-formation based on petrologic-geochemical and mineralogical study and microprobe analysis of accessory minerals garnet and allanite. The researches established two generations of K-feldspar in granites formed – magmatic and post-magmatic. It was stated, that allanites of the Khrami massif granites belong to the Ce variety with high Ce_2O_3 , La_2O_3 and Nd_2O_3 content. Its formation is induced by high REE concentration in granite magma and the delivery of Ca by hydrothermal solutions. The garnet is of zonal character: its core formed at the magmatic stage in paragenetic association $Bt+Pl+Ort+Grt+Qrt$ and its peripheral part at the post-magmatic stage of granitic magma cooling in the paragenesis $-Ab+Mikr+Grt+Qrt\pm Ms$. Garnet-formation was not connected with the assimilation events, as it was believed earlier. The initial, correspondingly the most high temperature phase of granites is represented by biotite-hornblende bearing varieties. To the following phases of granite-formation corresponds biotite- and biotite-garnet bearing varieties. This process is terminated by the alaskite phase.

Key words: allanite; garnet; granite genesis; scapolite.

ГЕОЛОГИЯ

О ГЕНЕЗИСЕ ПОЗДНЕВАРИЙСКИХ ГРАНИТОВ ХРАМСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

Беридзе Г. М., Джавахишвили И. Р.

(Институт геологии им. Ал. Джанелидзе, Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили)

Резюме. Рассмотрены условия формирования поздневарийских гранитов Храмского кристаллического массива на основе изучения их петрохимических и минералогических параметров, а также микронзондового исследования акцессорных минералов – граната и алланита. Установлено, что в гранитах развиты две генерации калиевых полевых шпатов – магматическая и постмагматическая. Установлено, что алланиты гранитов Храмского массива относятся к насыщенным Ce_2O_3 , La_2O и Nd_2O_3 церием разновидностям, появление которых обусловлено высоким содержанием редкоземельных элементов в гранитной магме и привносом кальция гидротермальными растворами. Гранат зонального характера: ядро образовалось на магматической стадии в парагенетической ассоциации – $Bt+Pl+Ort+Grt+Qrt$, а периферия развита на постмагматической стадии в парагенезисе $-Ab+Mikr+Grt+Qrt\pm Ms$. Формирование граната не связано с явлением ассимиляции, как считали ранее. Начальная гранитовая и самая высокотемпературная фаза представлена биотит-рогово-обманковыми разновидностями. За ними следуют биотитовые и биотит-гранатовые разновидности, а процесс гранитообразования оканчивается аляскитовой фазой.

Ключевые слова: алланит; генезис гранитов; гранат; скаполит.

ბიოკოროზიის გამომწვევი მიკროორგანიზმების ფიზიოლოგიური ჯგუფების განსაზღვრა სარეაგირებადობით მილსადენის ლითონის მილზე და მათი ბანთაშესების ბრუნვაში (ღიღმის ველზე)

თინათინ ძაძამია, ჭუჩა ზვიადაძე, მარინე მარდაშოვა, ზურაბ კაკულია, დალი ჩუტკერაშვილი, ლუდმილა ღლონტი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შესწავლილია კოროზიის გამომწვევი მიკროორგანიზმების (გოგირდის ბაქტერიები, რკინის დამჟანგველი, სულფატმარედუცირებელი ბაქტერიები და ობის სოკოები) შემცველობა ტრანშეის გრუნტის სხვადასხვა მონაკვეთზე; განსაზღვრულია მათი თვისებრივი მახასიათებლების კავშირი გრუნტის ქიმიურ შედგენილობასა და ფიზიკურ თვისებებს შორის; დადგენილია გამოვლენილი მიკროორგანიზმების როლი რკინის მილზე კოროზიული პროცესების განვითარებაში, მათი რაოდენობრიობის გავლენა ბიოკოროზიის ხარისხსა და მის მიმდინარეობაზე.

საკვანძო სიტყვები: ბიოკოროზია; ორგანული მჟავები; რემედიაცია; ფერმენტები.

შესავალი

ლითონთა კოროზიას ბევრი ფაქტორი განაპირობებს. პირველ რიგში ეს არის გრუნტის, როგორც გარემოს, აგრესიულობა, რომელიც გრუნტში მოთავსებული ლითონის კონსტრუქციებისა და მიწისქვეშა კომუნიკაციების (მილსადენები, მიწისქვეშა რეზერვუარები, კაბელები და ა.შ.) კოროზიულ დაშლას იწვევს. ამ უარყოფითი ფაქტორების წარმმართველი და მთავარი მოქმედი ძალა მიკროორგანიზმებია.

ლითონთა კოროზია, რომელსაც ცოცხალი ორგანიზმები და მათი ცხოველმყოფლობის პროდუქტები იწვევენ, ლითონთა “ბიოკოროზიის” სახელწოდებითაა ცნობილი. კოროზიის გამომწვევია მიკროორგანიზმების როგორც აერობული, ისე ანაერობული ფორმები.

განსაკუთრებული აგრესიულობით გამოირჩევა გრუნტი, რადგან ის მრავალი კომპონენტისაგან შედგება. გრუნტის აგრესიულობას ბევრი პარამეტრი განსაზღვრავს. მათგან მნიშვნელოვანია ტენიანობა, წყალბადიონების კონცენტრაციის მაჩვენებელი – pH , ფორიანობა და სხვ. ჭაობიანი, ტორფიანი და თიხნარი გრუნტები გამოირჩევა მაღალი ტენიანობით, წყლის მარაგის დიდი ხნით შენარჩუნების უნარით, ლბობის პროცესების ინტენსიური მიმდინარეობით, რაც გრუნტში ორგანული მჟავების დაგროვებას იწვევს. ეს უკანასკნელი დაბლა სწევს pH -

ის სიდიდეს, აძლიერებს ლითონების ზედაპირზე კოროზიული პროცესების განვითარებას და ფაქტობრივად გამოირიცხავს კოროზიებული ადგილების რემედიაციის შესაძლებლობას.

ბიოკოროზიის პროცესში მიკროორგანიზმები არსებობისათვის განსხვავებული საკვების სახით იყენებენ საწარმოო მასალას – როგორც ლითონებს, ასევე პლასტმასის, ლაქსადებავებისა და სხვათა ნარჩენებს, ხოლო მათი „კოლონიზაციის“ შედეგად საპროფიტები ქმნიან სხვადასხვა სახეობის ბაქტერიების კრების ჯგუფებს და ხელს უწყობენ ტექნოფილური სოკოების დაგროვებას გარკვეულ ეკოლოგიურ ნიშაში, სადაც მათი ზემოქმედებით მრავალი უარყოფითი ფაქტორის გავრცელება და ტირაჟირება ხდება [1].

მრავალრიცხოვან და მრავალფეროვან ყველა ბიოქიმიურ რეაქციაში, რომლებიც ნივთიერებათა ცვლასთან დაკავშირებით ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარეობს, ფერმენტები მონაწილეობს.

ობის სოკოების მიერ ლითონის ნაკეთობებისა და მასალების ბიოდაზიანება უმეტეს შემთხვევაში განპირობებულია სოკოების მიცელიუმის განუწყვეტელი ზრდით, რაც ლითონების მექანიკურ დაშლას იწვევს, ხოლო ძირითადი დამაზიანებელი ფაქტორი არის ფერმენტებისა და სხვადასხვა მჟავას ზემოქმედება, ბაქტერიების აგრესიული მოქმედება კი პირველ რიგში თავს იჩენს მიკროორგანიზმების მეტაბოლიზმის პროდუქტებში (ფერმენტები, მინერალური და ორგანული მჟავები და ნივთიერებათა ცვლის სხვა პროდუქტები). ამასთან, ბაქტერიების არსებობისთვის მეტად მნიშვნელოვანია აუცილებელი გაცვლითი რეაქციების დროს დაფიქსირებული სხვადასხვა ელემენტისა და ნაერთის გამოყოფის პირობები – ანაერობული და აერობული გარემო, pH , ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი და ა.შ. [2].

ყოველ ბაქტერიასა თუ სოკოს ახასიათებს მრავალნაირი ფერმენტის კომპლექსი, რომელიც გარკვეულ გარემოში ასრულებს შერჩევით ბიოქიმიურ მოქმედებას, მონაწილეობს ბუნებაში ნივთიერებათა წრებრუნვის პროცესებში და ამავედროულად ეკოსისტემაზე დესტრუქციულ ზემოქმედებაშიც. ლითონების კოროზიასა და დაშლაში განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტები, ანუ ოქსიდორედუქტაზები [3, 4].

დიდი რაოდენობით ორგანული მჟავების სინთეზირებას ახდენს სოკოები, მათ შორის ობის სოკოები *Aspergillus* და *Penicillium* [2].

რაც შეეხება ლითონების ბაქტერიულ კოროზიას, ის უფრო ნაკლებად აგრესიულია, თუმცა გაცილებით დიდი მოცულობისაა იმის გამო, რომ ბაქტერიები, რომლებიც ლითონების დესტრუქციას ახდენენ, შედარებით ადვილად მრავლდებიან გარემო პირობების ხშირი ცვალებადობის პირობებშიც კი და უფრო ინტენსიურად გამოყოფენ აგრესიულ მეტაბოლიტებს – ორგანულ ნაერთებს, მათ შორის ორგანულ მჟავებს, ფერმენტებს, მინერალურ მჟავებს და ა.შ. [1].

ძირითადი ნაწილი

მილსადენების კოროზიისაგან დასაცავად აუცილებელია იმ მიკროორგანიზმთა რაოდენობის განსაზღვრა, რომლებიც წარმოადგენენ ძირითად პასუხისმგებელ მიკროფლორას და, რომლებიც განაპირობებენ ბიოკოროზიის გავრცელებას მიწების გარე ზედაპირზე, რაც იწვევს ლითონთა სიმტკიცის რღვევას [6].

ამ მიზნის მისაღწევად ჩვენ შევარჩიეთ მიკროორგანიზმთა სამი ძირითადი ჯგუფი, რომლებიც ხასიათდება მაღალი აგრესიულობით ლითონების მიმართ და მიეკუთვნება ერთმანეთისაგან განსხვავებულ კლასებს. ესენი არიან ობლიგატური ანაერობული სულფატ-აღმდგენი ბაქტერიები, ობლიგატური და ფაკულტატიური აერობული რკინის ბაქტერიები და ობის სოკოები.

ანალიზისთვის შერჩეულ იქნა მილის მიმდებარე გრუნტის 6 ნიმუში და მილზე არსებული დაჟანგული, კოროზიებული მასალის 3 ნიმუში.

მიკროორგანიზმთა სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფის შესწავლა ხდებოდა სტანდარტული კვლევის მეთოდების გამოყენებით [3, 5].

სულფატრედუქტორი ბაქტერიების კვლევა მიმდინარეობდა ვან-დელდენის თხევად საკვებ არეზე, რომლის $pH=7.0$, ხოლო ინკუბაციის პერიოდი $28-30^{\circ}C$ ტემპერატურის პირობებში 8 – 10 დღე გრძელდება.

რკინის მჟანგავი ბაქტერიების შემცველობა საკვლევ ნიმუშებში განსაზღვრულ იქნა ვინოგრადსკის საკვებ არეზე. არის რეაქცია – $pH=5,5-6.0$. ინკუბაციის პერიოდი ხანგრძლივია და 10 – 15 დღეს მოიცავს.

ლითონების ბიოკოროზიის გამომწვევი ერთ-ერთი ძლიერი აგენტია ობის სოკოები. საკვლევ ობიექტზე აღებულ საანალიზო ნიმუშებში ობის სოკოების რაოდენობისა და იმ დომინანტური ჯგუფების გამოსავლენად, რომელთა დესტრუქციული მოქმედების შედეგად ლითონის მიღების კოროზიული დაზიანება ხდება, შეირჩა ობის სოკოების კვლევისათვის განკუთვნილი ელექტური სინთეზური ჩაპეის საკვები არე. არე აგარიზებულია და მყარი, რომლის pH მერყეობს 3.5 – 4.5 შორის. ინკუბაციის ტემპერატურაა $25 - 28^{\circ}C$, ხანგრძლივობა – 5 – 8 დღე.

მილსადენის ძველი, კოროზიებული მილების გამოცვლის გამო აუცილებელი გახდა კოროზიის გამომწვევი მიზეზების დადგენა, დესტრუქციული ფაქტორების აღმოფხვრის შესაძლებლობების განსაზღვრა და შემდეგ კოროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების დახვეწა და გაუმჯობესება.

300 მ სიგრძისა და 2.0 – 2.5 მ სიღრმის ტრანშეაში უმეტეს შემთხვევაში გაშიშვლებულია ძველი, დაჟანგული მილები; შერჩეულია წერტილები, საიდანაც ანალიზებისათვის ამოღებულ იქნა გრუნტის ნიმუშები, ხოლო თვით კოროზიებული მილების ზედაპირიდან – ჟანგის ნიმუშები, ანუ დაჟანგული მასალა.

გრუნტისა და ჟანგების ვიზუალური, ქიმიური, მექანიკური და საინჟინრო-გეოლოგიური მახასიათებლები დაწვრილებითაა აღწერილი ავტორთა მიერ გამოქვეყნებულ სტატიებში [7, 8], ამიტომ შემოვიფარგლეთ მხოლოდ ნიმუშების აღების წერტილებში ჩატარებული გრუნტის შედგენილობის ლაბორატორიული კვლევის შედეგებიდან ამოკრეფილი ზოგადი, საჭირო პარამეტრების მოძიებით. ეს საშუალებას გვაძლევს ავხსნათ და დაწვრილებით გავანალიზოთ მონაცემები, რომლებიც მიღებულია მიკროორგანიზმთა სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფის შესწავლის შედეგად.

1-ლ ცხრილში მოცემულია გრუნტისა და ჟანგის გამონატუტების ქიმიური ანალიზის ზოგიერთი მაჩვენებელი, რომლებიც უშუალოდაა დაკავშირებული ჩვენ მიერ ცდებისათვის შერჩეული გოგირდოვანი ნაერთების აღმდგენი, რკინის დამჟანგავი ბაქტერიებისა და ობის სოკოების ფიზიოლოგიურ თავისებურებებთან და გარემოს ეკოლოგიური პირობების ცვალებადობასთან.

ცხრილი 1

გრუნტისა და ჟანგის გამონატუტის ქიმიური ანალიზის ზოგიერთი მაჩვენებელი

№	ნიმუშის და გრუნტის დასახელება	წყალბადიონების კონცენტრაცია	საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი	აზოტი		სულფატ-იონი
				ამიაკური	ნიტრატული	
გრუნტის გამონატუტებიდან მიღებული შედეგი						
1	ნიმუში 1 – ერთგვაროვანი თიხა	5,40	0,76	1,20	27,80	0,46
2	ნიმუში 2 – ხრეშკენჭებიანი თიხა	6,10	0,99	7,60	67,60	0,64
3	ნიმუში 3 – ხრეშკენჭებიანი თიხა, რბილპლასტიკური	5,70	1,00	12,10	45,10	0,71
4	ნიმუში 4 – ღორღიანი, ნახევრად მაგარი თიხა	5,90	0,18	0,20	20,30	0,07
5	ნიმუში 5 – თაბაშირისა და კარბონატების შემცველი თიხნარი	6,10	1,00	0,,15	8,50	0,67
6	ნიმუში 6 – კენჭების ჩანართებიანი თიხნარი	5,50	0,16	0,14	12,60	0,07
ჟანგის გამონატუტიდან მიღებული შედეგები						
7	ჟანგი 1	5,50	0,55	5,40	17,80	0,32
8	ჟანგი 2	5,40	0,35	2,80	21,70	0,18
9	ჟანგი 3	5,50	0,24	1,30	12,10	0,10

წარმოდგენილი გრუნტისა და ჟანგის ქიმიური მაჩვენებლები უმეტესწილად განსაზღვრავს ბაქტერიებისა და სოკოების შემცველობას საანალიზო ნიმუშებში, მათ თვისებრივ განსხვავებებს და გარემო პირობების ცვალებადობისაღმძი ადაპტაციის უნარს, რასაც ადასტურებს ჩვენ მიერ შესწავლილი ბიოკოროზიის გამომწვევი ჯგუფის მიკროორგანიზმების რაოდენობრივი მონაცემები (ცხრილი 2).

ბიოკოროზის გამომწვევი მიკროორგანიზმები გრძელი მილსადენის გრუნტისა და ჟანგის ნიმუშებში
(ათასობით აბსოლუტურად მშრალი ნიმუშის ერთ გრამში)

№	ნიმუშის აღების ადგილი	ბუნებრივი % ბუნებრივი ფორმები	გოგირდის აღმდგენი ბაქტერიები		რკინის მუანგვი მიკროორგანიზმები		ლბის სოკოები			
			რაოდენობა	დომინანტური ჯგუფები	რაოდენობა	დომინანტური ჯგუფები	რაოდენობა	დომინანტური ჯგუფები		
			მიკროორგანიზმების რაოდენობის გრუნტის ნიმუშებში							
1	ტრანშეიდან ახალი მილსადენის დასაწყისში (სამხრეთის მხარე)	20	1625	ძირითადად სუფოგატორები; Spirillum desulfuricans; თაიხურის ბაქტერიები მცირე რაოდენობით Thiobacillus ferrooxidans	875	უფრო მეტია Gallionella ferruginea მცირე რაოდენობითაა Leptothrix ochracea			706	Penicillium Aspergillus
2	საწყისი წერტილიდან 63 მ-ის დაშორებით	25	2660		1729				1044	
3	№ 2 ნიმუშიდან 50 მ-ზე ტრანშეის მარჯვენა ფერდოს ძირში	24	3300		1716				1122	
4	წინა ნიმუშის აღების წერტილიდან 55 მ-ის დაშორებით ტრანშეის ძირში	17	720		840				216	
5	№ 4 ნიმუშიდან 60 მ-ის დაშორებით, ტრანშეის სამხრეთი ფერდოს ძირში	12	2850		684				450	
6	გრუნტის დასისჯვის ბოლო წერტილი, მილი ამოღებული არ არის, თუმცა გვერდები გაშიშვლებულია	18	610		610				153	
			მიკროორგანიზმების რაოდენობის ჟანგის ნიმუშებში							
7	ამოღებული ძველი მილის ზედა მხრიდან № 2 ნიმუშთან ახლოს	7	1391	სუფოგატორები და თაიხურის ბაქტერიები და სხვა თანაბარი რაოდენობითაა	2140	ნეკროფილი-Callionella ferruginea		1305	Penicillium Aspergillus	
8	ამოღებული № 3 და № 4 ნიმუშებს შორის ძველი მილის გვერდითა მხრიდან	7	749		1391					
9	№ 6 ნიმუშთან ახლოს, ძველი მილსადენის ბოლოს	8	660		1417	468				

როგორც ცხრილის მონაცემებით ირკვევა, გოგირდის ნაერთების აღმდგენი ბაქტერიები ძირითადად სულფატაღმდგენი მიკროორგანიზმების სახით დიდი რაოდენობით გვხვდება გრუნტის და ჟანგის საანალიზო ნიმუშებში. გრუნტის ზოგიერთ ნიმუშში (2, 3, 5) მათი რაოდენობა 2 – 3 მლნ-ს აღწერს, ხოლო გამონატუტების მინერალიზაცია 1 გ/ლ-ის ტოლია, რაც აგრესიულობის აღმდგენი ბაქტერიების მაღალ ხარისხზე მიუთითებს. აღსანიშნავია ისიც, რომ ამ ნიმუშებში მაღალია სულფატიონების კონცენტრაცია.

მექანიზმი, რომლითაც ეს მიკროორგანიზმები მოქმედებენ, დაკავშირებულია ანაერობიოზისის არსებობასთან იმ ეკოლოგიურ ნიშაში, სადაც სულფატაღმდგენი ბაქტერიები ბინადრობენ. ლითონთა კოროზიის გამომწვევი სულფატაღმდგენი ბაქტერიები *Spirillum Desulfuricans*, *Sporovibrio Desulfuricans* ანაერობულ პირობებში იწვევენ რკინის კოროზიას, გადაჰყავთ ის რკინის სულფიდში (FeS), რომელიც სუბსტრატს შავ ფერს აძლევს.

გრუნტში ორვალენტური რკინისა (Fe^{++}) და ნიტრატების არსებობის პირობებში აერობული და ანაერობული ფაზების მონაცვლეობის პროცესში ერთვება რკინის ბაქტერიებიც, კოროზია ძლიერდება და აზიანებს წყლის მილგაყვანილობას, რაც საფრთხეს უქმნის მოსახლეობის სუფთა წყლით მომარაგებას [1, 6].

გოგირდის დაჟანგვაში აქტიურად მონაწილეობს აგრეთვე ნიადაგში ფართოდ გავრცელებული ავტოტროფული გოგირდის ბაქტერიების სპეციფიკური ჯგუფი, რომელიც თიონური ბაქტერიების სახელითაა ცნობილი. ისინი გრამ-უარყოფითი, მცირე ზომის მოძრავი მიკრობები არიან, მათი მრავალი სახეობა მიეკუთვნება *Thiobacillus*-ის ერთ გვარს [9]. გოგირდოვანი ბაქტერიები საკმაოდ ბევრია ჟანგის ნიმუშებშიც. აქაც იკვეთება მათ შემცველობასთან მინერალიზაციის სიდიდისა და სულფატიონების კონცენტრაციის პირდაპირი დამოკიდებულება.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, რკინის ბაქტერიების მონაწილეობა გოგირდწყალბადის ჟანგის პროცესში ააქტიურებს ლითონების კოროზიას, რაც ამ ბაქტერიების შესწავლისადმი გარკვეულ ინტერესებთან არის დაკავშირებული. რკინის მუანგავ ბაქტერიებზე დაკვირვებამ ცხადყო, რომ ეს მიკროორგანიზმები საკმაოდ რაოდენობით გვხვდება საკვლევ ნიმუშებში, განსაკუთრებით კოროზიებული მიწებიდან აღებულ ჟანგის ნიმუშებში.

ლითონის ნაკეთობების ფართოდ გავრცელებული კოროზია წარმოადგენს ელექტროქიმიურ პროცესს, რომელიც ძლიერდება რკინის, თიონური და სულფატაღმდგენი ბაქტერიების ზემოქმედებით [2, 5].

იმ მრავალრიცხოვან მიკროორგანიზმთა შორის, რომლებიც ლითონების ბიოკოროზიას განაპირობებენ, აუცილებელია აღინიშნოს ბაქტერიების ორი ძალიან აგრესიული ჯგუფი: ერთია ზემოთ ნახსენები ავტოტროფული მიკროორგანიზმები – *Thiobacillus*, რომელთა კოროზიული ზემოქმედება ხორციელდება მათი ცხოველმყოფელობის პროდუქტების, მჟავების წარმოქმნის გამო, ხოლო მეორე – ანაერობები *Desulfovibrio*-ს გვარიდან. ისინი გოგირდწყალბადის პროდუცენტები არიან, რაც ძალიან ააქტიურებს კოროზიულ პროცესებს, გოგირდწყალბადური კოროზია სულფატრედუქტორი ბაქტერიების მეტაბოლიზმს უკავშირდება [6].

სწორედ სულფატრედუქტორი ბაქტერიების მიერ შექმნილ მჟავე არეში ვითარდება ავტოტროფული რკინის მუანგავი ბაქტერია *Thiobacillus*-ის გვარიდან, რომელთა სხვადასხვა სახეობა აქტიურად ჟანგავს ორვალენტური რკინის (Fe^{++}) ქვეჟანგს სამვალენტური რკინის

(Fe^{+++}) ჟანგამდე, უფრო ხშირად კი აერობულ და ტენიან გარემოში – რკინის ჟანგის ჰიდრატამდე $Fe(OH)_3$ [1].

აქედან გამომდინარე, ცხადი ხდება, რომ ბუნებაში მიკროორგანიზმების მიერ განხორციელებული პროცესები, მათ შორის კოროზიაც, ბაქტერიების სხვადასხვა ტაქსონომიური ჯგუფების ურთიერთკავშირით და მონაცვლეობით მიმდინარეობს.

რკინის მჟანგავ ბაქტერიათა შორის ჟანგვის პროცესების ინტენსიურობით გამოირჩევა ბაქტერიები *Gallionella ferruginea*-ს გვარიდან. ისინი საპროფიტები არიან და განსაკუთრებით კარგად მრავლდებიან ისეთ სუბსტრატებზე, რომლებშიც მათთვის აუცილებელი მინერალური აზოტი წარმოდგენილია ამიაკური და ნიტრატული სახით.

Gallionella-ს კოლონიები შედგება ძალიან წვრილი ღეროებისაგან, რომელთა ბოლოებზე განლაგებულია ბურთისებრი პაწაწინა უჯრედები. კვლევის შედეგებიდან ირკვევა, რომ იმ ნიმუშებში, სადაც მეტია ამიაკური და ნიტრიტული აზოტის შემცველობა, დიდია რკინის ბაქტერიების რაოდენობაც, რასაც მე-2 ცხრილის მონაცემებიც ადასტურებს.

ბიოკოროზიის გამომწვევ აგრესორთა შორის, როგორც წესი, სოკოებსაც მოიხსენიებენ. ჩვენ მიერ გამოკვლეული სოკოები მიეკუთვნება ჩანთოსანი სოკოების *Ascomycetes*-ის კლასს, *Plectascales*-ის რიგს, ანუ ობის სოკოებს, ხოლო მათი ძირითადი წარმომადგენლებია *Aspergillus* და *Penicillium* სპორაწარმომქმნელი სოკოები.

თავისი აქტიურად მზარდი პიფების საშუალებით ეს სოკოები ერთმანეთს აწებებს გრუნტის ფხვიერ ნაწილაკებს, რომლებიც მჭიდროდ ეკვრის რკინის მილებს და თავისი მეტაბოლიზმის პროდუქტებით იწვევს კოროზიას.

თუ დავაკვირდებით კვლევის შედეგებს, ამიაკური აზოტის შემცველობა გრუნტის ნიმუშებში შედარებით დაბალია, რაც გრუნტის თითქმის ყველა საანალიზო ნიმუშში ერთმნიშვნელოვნად უკავშირდება ობის სოკოების რაოდენობრივ მაჩვენებლებს.

რაც შეეხება ჟანგის ნიმუშებს, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი აღებულია ძველი, ამორტიზებული მილის გაშიშვლებული ზედაპირიდან, რაც ნამდვილად არ შეესაბამება სოკოების გამრავლებისა და განვითარების ოპტიმალურ პირობებს, ობის სოკოების შემცველობა ჟანგი 1-ისა და ჟანგი 2-ის ნიმუშებში საკმაოდ მაღალია და მილიონს აჭარბებს.

ასობით ათასი სოკო ამოითესა ჟანგი 3-ის ნიმუშიდან, თუმცა მისი რაოდენობა ჟანგის სხვა ნიმუშებთან შედარებით თითქმის 3-ჯერ ნაკლებია. საყურადღებოა, რომ ჟანგის ეს ნიმუში აღებულ იქნა დაზიანებული გუდრონის ქვეშ გაშიშვლებული, მაგრამ ჯერ კიდევ მიწაში მყოფი მილის გვერდითა ზედაპირიდან. სავარაუდოდ, ჟანგბადის დეფიციტის გამო ობის სოკოების გამრავლება ლიმიტირებული იყო, რასაც ხელი სუღფატაღმდგენი და თიონური ბაქტერიების სიმცირემაც შეუწყო.

როგორც ირკვევა, გრუნტის ნიმუშებში ბიოკოროზიის გამომწვევი აგრესიული მიკროფლორა წარმოდგენილია გოგირდის აღმდგენი და რკინის მჟანგავი მიკროორგანიზმებით, რასაც ამ ბაქტერიების დიდი რაოდენობით არსებობა ადასტურებს.

აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ საკვლევ ობიექტებში კოროზიული პროცესების გამომწვევი მიკროორგანიზმების ოჯახების ჩამოთვლა ვარაუდის დონეზეა და მოიხსენიება, როგორც დომინანტური ჯგუფები. ამის მიზეზია ის, რომ ჩვენ არ ჩავვიტარებია ცდების შედეგად გამოვლენილი მიკროფლორის სახეობრივი იდენტიფიკაცია და შემოვიფარგლეთ მხოლოდ შესაბამისი კოლონიების ვიზუალური და მიკროსკოპული კვლევის შედეგებით.

დასკვნა

ყოველივე ზემოაღნიშნული ცხადყოფს, რომ ლითონთა ბიოკოროზია, რომელსაც სხვადასხვა ოჯახის წარმომადგენელი მიკროორგანიზმები იწვევენ, განყენებული პროცესი არ არის. იგი გამომდინარეობს თვით ამ მიკრობების ფიზიოლოგიური თავისებურებებიდან და გარემო ფაქტორების ზემოქმედების შედეგებიდან.

ლითონთა მიმართ მიკროორგანიზმების აგრესიულობის ხარისხი ცვალებადია და უშუალოდ უკავშირდება დროის იმ მონაკვეთში არსებული ბიოლოგიური და ეკოლოგიური პარამეტრების გადახრას ამა თუ იმ მიმართულებით. ამიტომ ლითონების, კერძოდ კი მილსადენების, კოროზიისაგან დაცვის მეთოდი შეიძლება იყოს მხოლოდ კომპლექსური.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Пошон Ж., Де Баржак Г. Почвенная микробиология. М.: Иностранная литература, 1960, с. 219-250.
2. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1972. с. 148-155, 291-197.
3. Большой практикум по микробиологии. М.: Высшая школа, 1962, с. 158-164; 263-273.
4. გ. წილოსანი. მიკრობიოლოგია. თბ.: თსუ-ის გამომცემლობა, 1984, - 547 გვ.
5. Заварзин Г. А. Литотрофные микроорганизмы. М.: Наука, 1972, с. 138-154, 180-196.
6. Илялетдинов А. Н. Микробиологические превращения металлов. Алма-Ата: Наука, 1984, с. 135-151.
7. მ. ლაბიაშვილი, ზ. კაკულია, ხ. ავალიანი. გრუნტის ფიზიკური თვისებების შესწავლა თბილისში, დიდმის ველზე, სასმელი წყლის მილსადენის განთავსების ტრანშეაში // სტუ-ის შრომათა კრებული, №4(502), თბ., 2016, გვ. 46-54.
8. უ. ზვიადაძე, თ. ძაძამია, მ. მარდაშოვა. ლითონის მიღებზე გრუნტის წყლების აგრესიული ზემოქმედების შესწავლა დიდმის ველის სარეაბილიტაციო მილსადენის მაგალითზე // სტუ-ის შრომათა კრებული, №4(502), თბ., 2016, გვ. 40-45.
9. Соколова Г. А., Каравайко Г. И. Физиология и геохимическая деятельность тионовых бактерий. М.: Недра, 1964, с. 152-158.

ENVIRONMENTAL PROTECTION

DETERMINATION OF MICRO-ORGANISM'S PHYSIOLOGICAL GROUPS CAUSING BIOLOGICAL CORROSION IN METAL PIPES OF REHABILITATIVE PIPE-LINE AND IN THE SOIL OF THEIR PLACEMENT (DIGOMI VALLEY)

T. Dzadzamia, †U. Zviadadze, M. Mardashova, Z. Kakulia, D. Chutkerashvili, L. Glonti

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

Resume: There is studied the content of micro-organisms in the different sections of the trench soil, correlation between the characteristic properties of microbes and physico-chemical composition of the soil. The role of selected bacteria and fungus in the development of corrosion processes in metal pipes, the their number impact on the degree of metals biodamages and on the flow processes of biocorrosion are installed.

Key words: biocorrosion; enzymes; organic acids; remediation.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ БИОКОРРОЗИЮ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБАХ РЕАБИЛИТИРУЕМОГО ТРУБОПРОВОДА И В ГРУНТЕ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ (ДИГОМСКАЯ ДОЛИНА)

Дзадзамия Т. Д., †Звиададзе У. И., Мардашова М. Л., Какулия З. Г.,

Чуткерашвили Д. Г., Глonti Л. Е.

(Институт гидрогеологии и инженерной геологии Грузинского технического университета)

Резюме. Изучено содержание микроорганизмов на различных участках грунта траншеи, определена связь между характерными свойствами микробов и физико-химическим составом грунта. Установлена роль выделенных бактерий и грибов в развитии коррозионных процессов в железных трубах, влияние их численности на степень биоповреждения металлов и на процессы протекания биокоррозии.

Ключевые слова: биокоррозия; органические кислоты; ремедиация; ферменты.

**თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი
სტრუქტურის განმსაზღვრელი ფაქტორები***

გიორგი მელაძე, ნოდარ ელიზბარაშვილი

(ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურა მრავალი ფაქტორითაა განპირობებული. ამ ფაქტორთაგან აღსანიშნავია: ახალშობილ ვაჟებსა და გოგონებს შორის თანაფარდობა, მამაკაცებისა და ქალების გარდაცვალებათა დონეებს შორის განსხვავება და მიგრაცია.

თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის თანამედროვე ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურა დემოგრაფიული გადასვლის პროცესში ევოლუციური ცვლილებების შედეგად ჩამოყალიბდა, როგორც შობადობისა და მოკვდაობის გლობალური შემცირების და პერტურბაციული პროცესების ზემოქმედების შედეგი, რომელიც დაკავშირებული იყო გასული საუკუნის ეკონომიკურ და სოციალურ კატასტროფებთან. 1990-იან წლებში საქართველოში მკვეთრად გაუარესდა შობადობისა და მოკვდაობის მაჩვენებლები, ფართო მასშტაბებს მიაღწია გარე მიგრაციამ. აღნიშნულმა პროცესებმა თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიწვია.

2002 და 2014 წლების აღწერათშორისი პერიოდი გამოირჩეოდა მოსახლეობის დაბერების პროცესით. თბილისში 15 წლამდე ასაკის ბავშვების წილი 0.4, ხოლო რუსთავში 1.9 %-ით შემცირდა. აღნიშნულ პერიოდში 65 წლისა და უფრო მეტი ასაკის ხანდაზმულთა წილი თბილისსა და რუსთავში, შესაბამისად, 1.5 და 1.0 %-ით გაიზარდა.

აღწერათშორისი პერიოდში მამაკაცების რაოდენობა განუხრელად იკლებდა. 2014 წლის აღწერის მონაცემების მიხედვით, მამაკაცების რაოდენობამ თბილისში ყოველ 1000 ქალზე 946 შეადგინა, ხოლო რუსთავში – 917.

ანალიზის შედეგების მიხედვით, თბილისში მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის ცვლილებაში გადამწყვეტ როლს მიგრაციული პროცესები ასრულებდა, რუსთავის შემთხვევაში კი მიგრაციულ პროცესებთან ერთად საგრძნობი იყო მოსახლეობის ბუნებრივი მატების წვლილიც.

საკვანძო სიტყვები: ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურა; მიგრაცია; მოკვდაობა; შობადობა.

შესავალი

ქვეყანაში მიმდინარე დემოგრაფიული პროცესები და მისი განმსაზღვრელი ფაქტორები უდიდეს ზეგავლენას ახდენს მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის ჩა-

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № FR /142/ 9 – 280 /13). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შეიძლება არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

მოყალიბებაზე. თავის მხრივ, ეს უკანასკნელიც განსაზღვრავს არსებული დემოგრაფიული ვითარების ჩამოყალიბებასა და მიმდინარე დემოგრაფიულ პროცესებს, რამაც მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის მიხედვით, შესაძლებელია ქვეყნის დემოგრაფიული განვითარების ისტორია წარმოგვადგენინოს.

აღნიშნული სტრუქტურის ცვლილებებსა და მის ჩამოყალიბებაზე სამი უმთავრესი ფაქტორი ახდენს ზემოქმედებას:

1. ახალშობილ ვაჟებსა და გოგონებს შორის არსებული თანაფარდობა (რომელიც მუდმივია და ყოველ 100 ახალშობილ გოგონაზე 105–106 ვაჟი მოდის);
2. ქვეყანაში არსებული ქალებისა და მამაკაცების მოკვდაობის დონე;
3. მიგრაციული პროცესები.

ძირითადი ნაწილი

მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის ევოლუცია გარკვეულ კავშირშია დემოგრაფიული გადასვლის ფაზებთან.

- პირველ ფაზაში მოსახლეობის საერთო რაოდენობაში იზრდება ბავშვების როგორც აბსოლუტური რაოდენობა, ასევე მათი წილი, რაც განპირობებულია შობადობის მაღალ დონეზე შენარჩუნების პირობებში მოკვდაობის კლებით ახალგაზრდა და განსაკუთრებით ბავშვთა ასაკში. აღნიშნულ ფაზაში საერთო დემოგრაფიული დატვირთვა დაბალ დონეზეა და თითქმის მთლიანად ბავშვების რაოდენობით განისაზღვრება;
- მეორე ფაზაში შობადობის კლების შედეგად ბავშვების რაოდენობა მცირდება, მოზრდილი ასაკის მოსახლეობა კი განაგრძობს მატებას. შექმნილ ვითარებაში საერთო დემოგრაფიული დატვირთვის მაჩვენებელი მინიმუმამდე მცირდება. აღნიშნული მდგომარეობა ხელსაყრელია ქვეყნისათვის, ვინაიდან იწვევს ერთ სულ მოსახლეზე წარმოებული პროდუქციის გაზრდას, რის შედეგადაც მოსახლეობა იღებს ე. წ. „დემოგრაფიულ დივიდენდს“;
- მესამე ფაზაში შობადობის კლების შედეგად მცირდება 15-დან 65 წლამდე ასაკის მოსახლეობის რაოდენობა. აღნიშნული პროცესის პარალელურად პროგრესულად მატულობს ხანდაზმულთა რაოდენობა, რაც მოსახლეობის დემოგრაფიულ დაბერებას განაპირობებს. ამ უკანასკნელის დონე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენად შემცირდება შობადობა. ამასთან, რაც უფრო დაბალი იქნება მისი დონე, მით მეტი იქნება დემოგრაფიული დატვირთვა ხანდაზმული მოსახლეობით [1].

დემოგრაფიული განვითარების თვალსაზრისით, თანამედროვე თბილისის და რუსთავის მოსახლეობა ბოლო – მეოთხე ფაზის დასრულების სტადიაშია. აღნიშნულ ფაზაში შობადობისა და მოკვდაობის მაჩვენებლები ერთმანეთს უახლოვდება და დაახლოებით 13–14 ‰-ის ფარგლებშია.

თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის თანამედროვე ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის ჩამოყალიბებაზე ზეგავლენა მოახდინა როგორც წარსულში, ასევე უახლეს ისტორიაში განვითარებულმა უმნიშვნელოვანესმა პერტურბაციულმა მოვლენებმა (მსოფლიო მასშტაბის ომებმა, გასული საუკუნის 30-იან და 90-იან წლებში მომხდარმა სოციალურმა კატაკლიზმებმა და სხვ.).

მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის შესახებ ინფორმაციას მოსახლეობის საყოველთაო აღწერები იძლევა.

2002 და 2014 წლების მოსახლეობის აღწერებს შორის პერიოდში მნიშვნელოვანი ცვლილებები განიცადა თბილისის და რუსთავის მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივმა სტრუქტურამ (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურა 2002 და 2014 წლების მოსახლეობის აღწერების მიხედვით*

ასაკობრი- ვი ჯგუფები	თ ბ ი ლ ის ი						რ უ ს თ ა ვ ი					
	2002 წ.			2014 წ.			2002 წ.			2014 წ.		
	ორივე სქესი	მამაკაცი	ქალი	ორივე სქესი	მამაკაცი	ქალი	ორივე სქესი	მამაკაცი	ქალი	ორივე სქესი	მამაკაცი	ქალი
ა თ ა ს ი												
15 წლამდე	210.5	107.8	102.7	205.8	106.5	99.3	26.5	13.6	40.1	26.0	13.5	12.5
15-დან 65 წლამდე	757.2	340.8	416.4	743.4	337.7	405.7	80.7	38.0	118.8	88.0	42.3	45.7
65 წელზე მეტი	113.8	39.8	74.0	129.1	44.0	85.1	9.2	3.6	12.8	11.1	4.1	7.0
სულ	1081.5	488.4	593.1	1078.3	488.2	590.1	116.4	55.2	171.6	125.1	59.9	65.2
პ რ ო ც კ ე ნ ტ ი												
15 წლამდე	19.5	22.1	17.3	19.1	21.8	16.8	22.7	24.6	23.3	20.8	22.5	19.2
15-დან 65 წლამდე	70.0	69.8	70.2	68.9	69.2	68.8	69.4	68.9	69.2	70.3	70.6	70.1
65 წელზე მეტი	10.5	8.1	12.5	12.0	9.0	14.4	7.9	6.5	7.5	8.9	6.8	10.7
სულ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*საქსტატის მონაცემები

ცხრილიდან იკვეთება ის გლობალური ტენდენციები, რომლებიც შობადობის კლება და 65 წლის და უფრო მეტი ასაკის მოსახლეობის მატებით გამოიხატება. 2002 წელს 15 წლამდე ასაკის ბავშვების წილი თბილისში 19.5 %-ს შეადგენდა, 2014 წლის აღწერის თანახმად კი – 19.1 %-ს. 1.5 პუნქტით გაიზარდა 65 წელზე მეტი ასაკის ადამიანთა წილი, რომელმაც 2014 წელს 12 % შეადგინა. რაც შეეხება რუსთავს, დროის იმავე მონაკვეთში 15 წლამდე ასაკის ბავშვების წილი 1.9 პუნქტით შემცირდა, ხოლო 2014 წელს 20.8 %-ის ტოლი იყო. 65 წლის და უფრო მეტი ასაკის მოსახლეობის წილი 1 პუნქტით გაიზარდა და უკანასკნელი აღწერის მონაცემებით 8.9 %-ს მიაღწია.

როგორც აღვნიშნეთ, ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში გადამწყვეტ როლს ასრულებს მოსახლეობის ბუნებრივი მატება (შობადობისა და მოკვდაობის მაჩვენებლებს შორის სხვაობა) და მიგრაციული პროცესები. ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე 2002–2015 წლებში, ზემოაღნიშნული პროცესების ზეგავლენის შედეგად, ორივე ქალაქში მოსახლეობის მეტ-ნაკლები კლება-მატების ტენდენცია დაფიქსირდა (ცხრილი 2).

თბილისისა და რუსთავის მოსახლეობის რაოდენობის დინამიკა და საერთო მატების
კომპონენტების აბსოლუტური მონაცემები 2002–2015 წლებში*

წლები	თბილისი				რუსთავი			
	მოსახლეობის რაოდენობა (ათასი)	საერთო მატება	მათ შორის		მოსახლეობის რაოდენობა (ათასი)	საერთო მატება	მათ შორის	
			ბუნებრივი მატება	მიგრაციული მატება			ბუნებრივი მატება	მიგრაციული მატება
2002	1073.4	-2500	4592	-7092	116.4	-884	-46	-838
2003	1070.9	-900	4211	-5111	115.5	-500	62	-562
2004	1070	1500	-107	1607	115.0	500	344	156
2005	1071.5	23600	1630	21970	115.5	2700	243	2457
2006	1095.1	-2200	1319	-3519	118.2	-300	94	-394
2007	1092.9	13600	2089	11511	117.9	-600	110	-710
2008	1106.5	100	3073	-2973	117.3	100	368	-268
2009	1106.6	15700	4167	11533	117.4	2100	405	1695
2010	1122.3	9700	4470	5230	119.5	1300	729	571
2011	1132.0	10100	4336	5764	120.8	1700	971	729
2012	1142.1	-1500	3987	-5487	122.5	0	619	-619
2013	1140.6	-62303	4499	-66802	122.5	400	634	-234
2014	1078.3	203	5511	-5308	122.9	2300	985	1315
2015	1078.5	3900	4915	-1015	125.2	800	936	-136

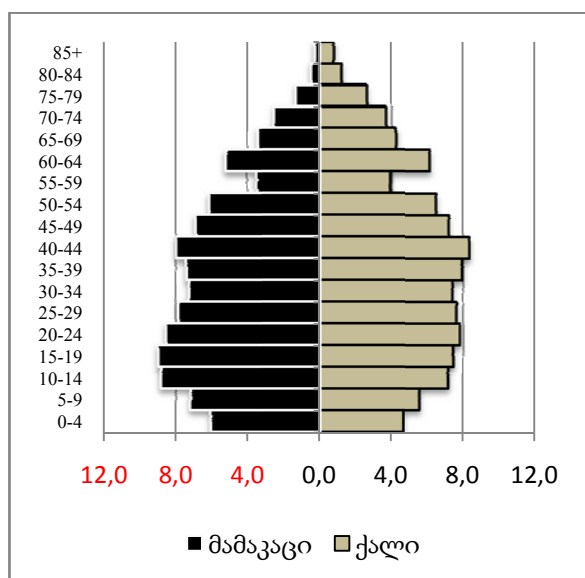
*გაანგარიშებულია ავტორთა მიერ საქსტატის მონაცემების საფუძველზე.

აღსანიშნავია, რომ 2014 წლის მონაცემები ეყრდნობა მოსახლეობის საყოველთაო აღწერას, რომლის მიხედვითაც თბილისის მოსახლეობამ 1078.3 ათასი მცხოვრები შეადგინა, რაც, 2013 წლის ანალოგიურ მონაცემებთან შედარებით, 62.3 ათასით ნაკლები იყო. რუსთავის შემთხვევაში 2013–2014 წლებში მოსახლეობა უმნიშვნელოდ გაიზარდა და, 2014 წლის აღწერის მიხედვით, 122.9 ათასი შეადგინა.

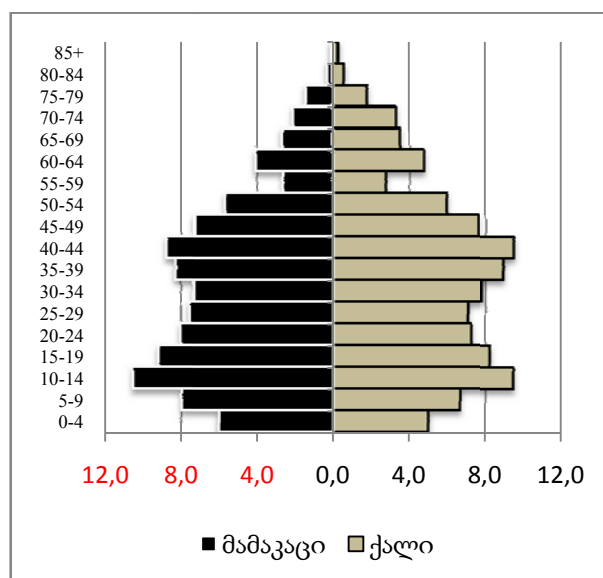
საინტერესო ანალიზის საშუალებას იძლევა მოსახლეობის საერთო მატების შემადგენელი კომპონენტების (ბუნებრივი მატება და მიგრაცია) განხილვა, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია ცალკეული წლების მიხედვით დადგინდეს თითოეული კომპონენტის როლი მოსახლეობის ცვლილებაში. ბუნებრივი მატების მაჩვენებლები ეყრდნობა საქსტატის ოფიციალურ მონაცემებს. მიგრაციის შემთხვევაში ოფიციალური სტატისტიკური მონაცემები არ არსებობს, რის გამოც მისი აბსოლუტური მაჩვენებლები ჩვენ მიერ ირიბი მეთოდის გამოყენებით იქნა გაანგარიშებული (ცხრილი 2). ანალიზის შედეგად ირკვევა, რომ თბილისის მოსახლეობის რაოდენობისა და ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის ცვლილებაში გადამწყვეტ როლს მიგრაციული პროცესები ასრულებდა. რუსთავის შემთხვევაში მიგრაციულ პროცესებთან ერთად ცალკეულ წლებში საგრძნობი იყო ბუნებრივი მატების წვლილიც.

1989 წლის აღწერის მონაცემების მიხედვით, თბილისში ყოველ 1000 ქალზე 851 მამაკაცი მოდიოდა. 2014 წლის აღწერის მიხედვით, აღნიშნული მაჩვენებელი შემცირდა და 827 შეადგინა. იდენტური მაჩვენებლები რუსთავეში 946-ის და 917-ის ტოლი იყო.

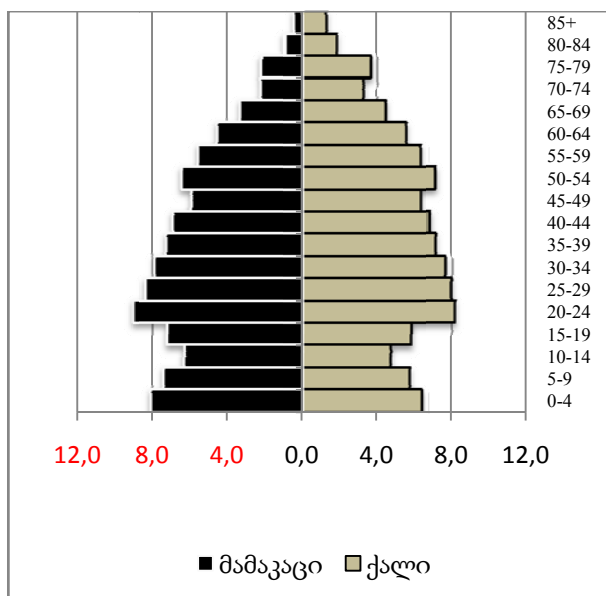
მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი სტრუქტურის გრაფიკულ გამოსახულებას ასაკობრივ-სქესობრივი პირამიდები წარმოადგენს, რომლებიც შობადობის და მოკვდაობის რეჟიმების ევოლუციური ცვლილებებისა და მიგრაციული პროცესების ზეგავლენის შედეგად ყალიბდება (იხ. ნახ. ა, ბ, გ, დ). 2002 წლის პირამიდებზე ჯერ კიდევ შეიმჩნევა მეორე მსოფლიო ომისდროინდელი შობადობის საგრძნობი კლება და აღნიშნული კლების შედეგად 20 წლის შემდეგ გამოწვეული „ექო“, რაც 1960-იან წლებში შობადობის შემცირებაზე აისახა.



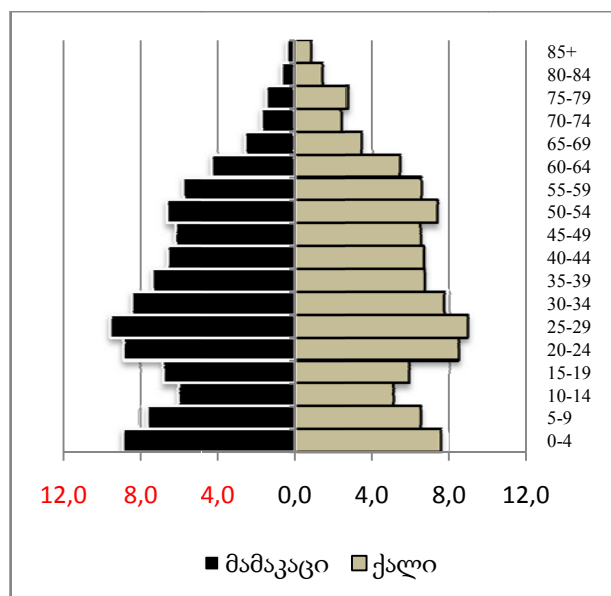
ა



ბ



გ



დ

თბილისისა (ა, გ) და რუსთავის (ბ, დ) მოსახლეობის ასაკობრივ-სქესობრივი პირამიდები 2002 და 2014 წლების მოსახლეობის აღწერების მიხედვით

დემოგრაფიული დანაკარგების მასშტაბურობითა და მოვლენების დრამატიზმით 1990-იანი წლები არ ჩამოუვარდება გარდასულ ეპოქებში ქვეყნის მიერ სოციალური კატასტროფებისა და გლობალური მნიშვნელობის სამხედრო კონფლიქტების შედეგად განცდილ უმძიმეს პერიოდებს. ბოლო წლებში, მიუხედავად დემოგრაფიული პარამეტრების ერთგვარი გაუმჯობესებისა, მათი მაჩვენებლები უნდა შეფასდეს, როგორც არასახარბიელო [2].

1990-იან წლებში საქართველოში საგრძნობლად შემცირდა შობადობის ზოგადი კოეფიციენტები. აღნიშნული მაჩვენებლის კლება თბილისში 1990–1995 წლებს მოიცავდა. 1995 წელს შობადობის უმცირესი მნიშვნელობა დაფიქსირდა (10.3 ‰). რუსთავეში 1990–2003 წლებში შობადობის კოეფიციენტების დინამიკა ძირითადად კლების ტენდენციით გამოირჩეოდა, ხოლო შობადობის ზოგადი კოეფიციენტის უდაბლესი მნიშვნელობა 2003 წელს აღინიშნა (8.1 ‰). დაფიქსირებული მოვლენა შესაბამისად აისახა ასაკობრივ-სქესობრივ პირამიდებზე.

დასკვნა

პირამიდების განხილვამ ცხადყო, რომ ისინი მიისწრაფვიან რეგრესული პირამიდის ფორმისაკენ, რაც 15 წლამდე ასაკის ბავშვების კლებასა და ხანდაზმული მოსახლეობის (65 წლისა და მეტი) მატებას გულისხმობს.

ზემოთ განხილული პროცესების შედეგად მოსახლეობა დემოგრაფიულად კიდევ უფრო დაბერდება; ეს კი საკმაოდ გაართულებს არსებულ დემოგრაფიულ ვითარებას.

ხანდაზმული ადამიანების მატებას თან უნდა ახლდეს მათი მოთხოვნილებების და-საკმაყოფილებელი რესურსების გაზრდა, ამიტომ, რეალობიდან გამომდინარე, საზოგადოებამ ხელისუფლებასთან ერთად უნდა გამონახოს ახალი საშუალებები მოსალოდნელ ცვლილებებთან დაკავშირებული პრობლემების გადასაჭრელად, რაც მხოლოდ კომპლექსურად გადაწყდება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛІТЕРАТУРА

1. გ. მელაძე. საქართველო და გლობალური დემოგრაფიული პროცესები. თბ., 2013, - 38 გვ.
2. გ. მელაძე, ნ. ელიზბარაშვილი. სამხრეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ქალაქების გეოდემოგრაფიული ანალიზი (თბილისის, რუსთავეისა და ახალციხის მაგალითზე). „რეგიონული განვითარების პერსპექტივები: სამცხე-ჯავახეთი“ – სამეცნიერო კონფერენციის მასალები. თსუ, 2016, გვ. 62-68.

DETERMINANTS OF THE AGE-SEX STRUCTURE OF THE POPULATION IN TBILISI AND RUSTAVI

G. Meladze, N. Elizbarashvili

(I. Javakhishvili Tbilisi State University)

Resume: The age-sex structure of the population is formed under the influence of many factors. Among them one should note the ratio of girls and boys among the new-borns and gender difference in mortality and migration.

The present age-sex structure of the population of Tbilisi and Rustavi is formed under the influence of the evolutionary changes, as a consequence of global decline of mortality and fertility in the process of demographic transition and the perturbing impact of the economic and social disasters of the last century.

Since the 1990s, in Georgia, there has been a sharp deterioration in the demographic indicators of natality, mortality and external migration have reached an unprecedented scale. Some famous processes caused significant changes in the age and sex structure of Tbilisi and Rustavi.

In the period between the 2002 and 2014 censuses, the process of aging of the population was observed. In Tbilisi, the proportion of children under 15 years old declined by 0.4 % and by 1.9 % in Rustavi. In the same period, the proportion of population aged 65 and older in Tbilisi and Rustavi increased by 1.5 % and 1.0 %, respectively.

In the period between the censuses, there has been a steady decline in the number of men per 1,000 women. According to the 2014 census, the number of men was 946 in Tbilisi, and it was 917 in Rustavi.

The analysis showed, that a decisive role in the change of the age-sex structure of Tbilisi has been played by the migration processes, while in Rustavi, migration contributed much to the natural growth of population.

Based on the explored materials, it can be concluded, that in the future in the cities under the analysis, the number of children under 15 years old will decline and the number of population aged 65 and older will increase leading to the deteriorated age-sex structure of the population.

Key words: age-sex structure; migration; mortality; natality.

ДЕМОГРАФИЯ

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ТБИЛИСИ И РУСТАВИ

Меладзе Г. Г., Элизбарашвили Н. К.

(Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили)

Резюме. Возрастно-половая структура населения формируется под влиянием многих факторов. Среди них надо отметить: соотношение родившихся мальчиков и девочек, различия в уровнях мужской и женской смертности и миграция.

Современная возрастно-половая структура населения Тбилиси и Рустави сформировалась под влиянием эволюционных изменений, как следствие глобального снижения смертности и рождаемости, в процессе демографического перехода и пертурбационных воздействий, связанных с экономическими и социальными катастрофами прошлого века. В 1990-х годы в Грузии произошло резкое ухудшение показателей рождаемости и смертности, широких масштабов достигла внешняя миграция. Отмеченные процессы вызвали значительные изменения возрастно-половой структуры Тбилиси и Рустави.

В период между переписями 2002 и 2014 гг. наблюдался процесс старения населения. В Тбилиси доля детей до 15 лет уменьшилась на 0.4 %, а в Рустави на 1.9 %. В отмеченный период доля пожилых в возрасте 65 лет и старше в Тбилиси и Рустави выросла на 1.5 и 1.0 % соответственно.

В межпереписной период наблюдалось неуклонное сокращение числа мужчин. По данным переписи населения 2014 года число мужчин в Тбилиси составило 946, а в Рустави 917 на каждую 1000 женщин.

По результатам анализа выявилось, что в изменении возрастно-половой структуры решающую роль в Тбилиси играли миграционные процессы, а в случае Рустави – вместе с миграционными процессами ощутимым был вклад естественного прироста населения.

На основе рассмотренных материалов можно заключить, что в будущем в анализируемых городах число детей до 15 лет сократится и возрастет число пожилых в возрасте 65 лет и старше, что приведет к ухудшению возрастно-половой структуры населения.

Ключевые слова: возрастно-половая структура; миграция; рождаемость; смертность.

ელვის ზემოქმედება სხვადასხვა შენობა-ნაგებობაზე

მარიკა ტატიშვილი, ლიანა ქართველიშვილი, ირინე მკურნალიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შესწავლილია ელჭექების გავლენა სამშენებლო ობიექტებზე. შემუშავებულია ელვადამცავი საშუალებების გამოყენებისა და უსაფრთხოების ზომების რეკომენდაციები. მშენებლობაში კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მსუბუქი კონსტრუქციების გამოყენებისას, რადგანაც ეს კონსტრუქციები სხვასთან შედარებით ბევრად უფრო მგრძნობიარეა კლიმატის ცვლილებებისადმი. გამოყენებითი კლიმატოლოგიის მთელი რიგი პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად საჭიროა მეტეოროლოგიური ელემენტების ცვალებადობის შესწავლა, რადგან მასზეა დამოკიდებული ობიექტის საექსპლუატაციო დონე.

საკვანძო სიტყვები: ელვა; ელვადამცავი ღონისძიებები; კლიმატი; სამშენებლო კლიმატოლოგია.

შესავალი

სამშენებლო პრაქტიკაში კლიმატის გავლენის გათვალისწინება ხდება ამა თუ იმ ობიექტის როგორც დაგეგმარების, ისე მშენებლობის სტადიაში. კლიმატის ზემოქმედების შესწავლის საფუძველზე მიმდინარეობს სამშენებლო ობიექტების არქიტექტურულ-გეგმარებითი ღონისძიებების გადაწყვეტა, რადგან მათზეა დამოკიდებული ობიექტის საექსპლუატაციო დონე; ადამიანის ცხოვრების, მუშაობისა და დასვენების კომფორტული პირობები. სამშენებლო კლიმატოლოგიის ამოცანაა უზრუნველყოს მშენებლები მშენებლობისათვის შერჩეული რაიონის კლიმატური მონაცემებით, რათა შეძლონ კლიმატის დადებითი მხარეების გამოყენება და უარყოფითი ზემოქმედებისაგან დასაცავად შესაბამისი ზომების მიღება. კლიმატის გავლენის სწორი გათვალისწინება ხდება იმ კლიმატური მახასიათებლების ხარისხის მიხედვით, რომლებსაც მხედველობაში იღებენ სამშენებლო ობიექტების დაგეგმარებისას და ცვლილებები შეაქვთ დაპროექტებისათვის საჭირო გაანგარიშებებში.

კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მშენებლობაში მსუბუქი კონსტრუქციების გამოყენებისას, რადგან ისინი უფრო მგრძნობიარე არიან კლიმატის ცვლილებებისადმი. ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილება, ელჭექების, თავსხმა წვიმებისა და ძლიერი ქარების ზემოქმედება დიდ ზიანს აყენებს სამშენებლო ობიექტებს, რაც იწვევს მათი საექსპლუატაციო ვადის შემცირებას. გამოყენებითი კლიმატოლოგიის მთელი რიგი პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად საჭიროა მეტეოროლოგიური ელემენტების დროში ცვლილების, წლიური და დღიური სვლის, ასევე მკაცრი ამინდის სიხშირისა და ხანგრძლივობის, ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილების და სხვათა ცოდნა. წინამდებარე ნაშრომში გამოკვლეულია ელჭექების გავლენა

სამშენებლო ობიექტებზე, შემუშავებულია ელვადამცავი საშუალებების გამოყენებისა და უსაფრთხოების ნორმების დასაცავი რეკომენდაციები.

ძირითადი ნაწილი

ელჭექი ბუნების უნიკალური მოვლენაა. ელჭექის დროს ელვის სახით დედამიწაზე ეცემა მძლავრი ელექტრული მუხტი. ადამიანებს უძველესი დროიდან ეშინოდათ ელვის და არც თუ უსაფუძვლოდ. ელვის დაცემით გამოწვეულ სიკვდილიანობას მხოლოდ წყალდიდობის შედეგად დაღუპულთა რაოდენობა ჭარბობს. ყოველ წელს ელვას ათასობით ადამიანის სიცოცხლე ეწირება. ამის გარდა, ელჭექები დიდ მატერიალურ ზარალს აყენებს სხვადასხვა სამრეწველო, საკომუნიკაციო, საცხოვრებელ ობიექტებს, მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემ ხაზებს, აირ- და ნავთობსადენებს და სხვ.

ყოველდღიური გამოცდილებიდან ცნობილია, რომ ელვა უფრო ხშირად ეცემა მაღალ შენობებს. დაბლობზე ელვის დაცემა უმეტეს შემთხვევაში ხდება ცალკე მდებარე შენობა-ნაგებობებზე, კოშკებზე, საკვამლეებზე და სხვაგან. მთიან ადგილებში ზოგჯერ ზიანდება დაბალი შენობებიც, თუ ისინი განლაგებულია ცალკეულ მაღლობებზე ან მთის წვერზე.

აღსანიშნავია, რომ დედამიწის კლიმატის ცვლილების ფონზე, NASA-ს ბოლო ცნობით, ელჭექის აქტიურობა 100-ჯერ არის მომატებული.

მაშასადამე, ნებისმიერი სახის მშენებლობის დროს აუცილებელია ელვისაგან დაცვის უზრუნველყოფა.

ყველა დასაცავი ობიექტისათვის უნდა დადგინდეს ელვადამცავი საშუალებების მოწყობის აუცილებლობა და თუ ეს დადგინდა, მაშინ უნდა აირჩეს ელვადამცავობის დონე.

სამეცნიერო დაკვირვებებით დადგენილია, რომ ელვის განმუხტვის რაოდენობას და ობიექტების სიმაღლეს შორის დაახლოებით კვადრატული დამოკიდებულება არსებობს [1].

შენობაზე ელვის პირდაპირი დაცემის შემთხვევაში დენი გადის ობიექტის გამტარ კონსტრუქციებში, რომლებიც ხურდება და შედეგად შეიძლება გაჩნდეს ხანძარი. ამიტომ ხშირია კონსტრუქციების დნობა. თუმცა გამტარების თერმული დაზიანება მაინც შედარებით იშვიათია. იშვიათია ელვის ელექტროდინამიკური ზემოქმედებაც, რაც არანაკლებ საშიშია. ამ დროს შეიძლება დაზიანდეს ხელსაწყოები და შეიქმნას ავარიული სიტუაცია. ბევრად უფრო საშიში და სახიფათოა ელექტროჰიდრავლიკური ზემოქმედება.

თანამედროვე ტექნოლოგიები ფართოდ იყენებს კომპოზიციურ მასალებს, რომელთა შედგენილობაში, გარდა პლასტიკისა, შედის ლითონის ძალიან თხელი ფენა (როგორც გარე, ასევე შუა ნაწილში), არმატურა წვრილი მესრის სახით, მინიატიურული გამტარები, რომლებიც დიელექტრიკულ კედელთან მონოლითს ქმნის. ასეთ მასალაში ელვის დენის გავლისას ლითონის ელემენტები ორთქლდება და ჩნდება მუხტგამტარი არხები. ისინი აღნობენ პლასტიკს, რის შედეგადაც გამოიყოფა საშიში აირი და წარმოიქმნება დარტყმითი ტალღა, რომელიც შლის კომპოზიციურ კედელს. გასაგებია, რომ კომპოზიციურ მასალებს დიდი მომავალი აქვს, მაგრამ საჭიროა მათი ელვასთან მშვიდობიანი თანაარსებობის უზრუნველყოფაც.

ელვის პირდაპირი დაცემის შედეგად გაჩენილი ჭარბი ძაბვა ძალიან საშიშია მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზებისა და ელექტრონული ხელსაწყოებისათვის. თანამედროვე ტექნიკისათვის ასევე საკმაოდ გავრცელებული და საშიშია ელვის დაინდუქციებული ჭარბი ძაბვის დისტანციური ზემოქმედება, რასაც საფუძვლად უდევს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის ეფექტი. ელვის დენი მუხტგამტარ არხსა და დაზიანებული ობი-

ექტის ლითონკონსტრუქციებში წარმოქმნის ცვლად მაგნიტურ ველს, რომელიც ნებისმიერ კონტურში აღძრავს ელექტრომაგნიტურ ველს.

ელვის ზემოქმედების ერთ-ერთი სახეობაა ელექტროსტატიკური ინდუქცია, რომელიც აღძრავს მუხტს ნებისმიერ დამიწებულ გამტარზე ან ლითონის საგანზე. მართალია, ეს ზემოქმედება ხანმოკლეა, მაგრამ, თუ მის სიახლოვეს აღმოჩნდება ადვილად აალებადი აირი, ხანძარი გარდაუვალია.

ელვის დაცემისას შეიძლება მოხდეს ე. წ. მაღალი ძაბვის შემოჭრა. ეს ეხება შენობა-ნაგებობების მიწისზედა და მიწისქვეშა კომუნიკაციებს. მათი მეშვეობით ობიექტში შეაღწევს დამიწების პოტენციალისაგან განსხვავებული დამატებითი პოტენციალი და ეს შესაძლებელია მაშინ, როცა კომუნიკაციის ელექტროსადენი ეხება ან ახლოს გადის იმ ობიექტის დამიწებასთან, რომელშიც გავიდა ელვის დენი. ეს შეიძლება იყოს ბუნებრივი დამიწება, რომელიც მიწაში წარმოიქმნება ელვის დაცემის მომენტში გრუნტის იონიზაციის გამო. ელვით აღძრული პოტენციალით შესაძლო ნაპერკელის გაჩენის გამოსარიცხად (განსაკუთრებით ფეთქებასაშიშ შემთხვევებში) კომუნიკაციებს შენობაში შესვლის წერტილში დამიწებას უერთებენ. თუ შემოჭრილი პოტენციალი დიდია, შეიძლება მოხდეს განმუხტვა კომუნიკაციებსა და ახლომდებარე ლითონკონსტრუქციებს შორის და მაშინ ავარია გარდაუვალია. აღსანიშნავია, რომ ელვას შეუძლია მიწისქვეშა კომუნიკაციების დაზიანებაც. ეს ხდება მაშინ, როცა ელვის დენი სრიალებს გრუნტის ზედაპირზე [1].

არსებული მონაცემების თანახმად [2, 3], ელვისაგან დაცვის თვალსაზრისით ობიექტები იყოფა: ჩვეულებრივ, სპეციალურ შეზღუდული საშიშროების, სპეციალურ (რომელიც საშიშროებას წარმოადგენს ახლომდებარე შენობა-ნაგებობებისათვის) და ეკოლოგიისათვის საშიშ ობიექტებად.

მიწაზე განლაგებულ ობიექტებზე ელვის პირდაპირი დაცემისას და ღრუბელთშორისი განმუხტვებისას ზემოთ ჩამოთვლილ ობიექტებზე შესაძლოა განვითარდეს შემდეგი ნეგატიური ზემოქმედებები:

- **ჩვეულებრივ ობიექტებზე** (რომლებშიც შედის სამრეწველო საწარმოები მათი დანიშნულების მიხედვით) შესაძლოა მოხდეს როგორც მცირე დაზიანებები, ასევე პროდუქციის დიდი დანაკარგი;
- **შეზღუდული საშიშროების სპეციალურ ობიექტებზე** (რომლებშიც შედის ელექტროსადგურები და ხანძარსაშიშ საწარმოები) ელვის დაცემა იწვევს კომუნალური მომსახურების ობიექტების დაზიანებას; ამასთან, ხანძარსაშიშა ახლომდებარე ობიექტებისათვის;
- **სპეციალურ ობიექტებზე** (რომლებიც საფრთხის შემცველია ახლომდებარე ისეთი ობიექტებისათვის, როგორიცაა ნავთობგადამამუშავებელი საწარმოები, საწვავგასამართი სადგურები, ფოიერვერკების და პეტარდების საწარმოები და სხვ.) ელვის დაცემა იწვევს ხანძრებს და აფეთქებებს როგორც თვით ობიექტებზე, ისე მათ მახლობლად;
- **ეკოლოგიისათვის საშიშ სპეციალურ ობიექტებზე** (ატომური და ელექტროსადგურები, ქიმიური ქარხნები, ბიოქიმიური ფაბრიკები და ბაქტერიოლოგიური ლაბორატორიები) ელვის დაცემა იწვევს ხანძრებს, რაც დაკავშირებულია ტექნოლოგიური პროცესების მოშლასთან; ელექტრომაგნიტური დანადგარების, ელექტრონული მართვის და რეგულირების მოწყობილობების დაზიანებასთან, რასაც დიდი მატერიალური ზარალი მოაქვს შედარებით პატარა ქვეყნებისთვისაც კი.

ეს ნეგატიური მოვლენები წარმოიქმნება ელვის როგორც პირდაპირი, ისე ღრუბელთშორისი განმუხტვებით, როდესაც ჩნდება ჭარბი პოტენციალი.

ამრიგად, ნებისმიერი სამრეწველო ობიექტის დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის დროს აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს ელვადამცავი საშუალებები როგორც ელვის პირდაპირი, ისე არაპირდაპირი დაცემის შემთხვევაში.

მიღებულია დაცვის სხვადასხვა დონე, რომელიც განისაზღვრება ობიექტის მნიშვნელობით და ელვით მიყენებული ზარალით. მაგალითად, ჩვეულებრივი სამრეწველო საწარმოები დაცვის თვალსაზრისით იყოფა I, II, III და IV კატეგორიებად [2, 3]. მათი დაცვის საიმედოობა, შესაბამისად, უნდა იყოს არანაკლებ 0.98; 0.95; 0.90 და 0.80, მრეწველობის სპეციალური ობიექტებისათვის კი – 0.9–0.999 ფარგლებში.

დაზიანების რისკი ყოველი შენობა-ნაგებობისთვის განისაზღვრება ელვის პირდაპირი დაცემის ალბათობით და მიყენებული ზარალით. ელვის პირდაპირი განმუხტვების საშუალო წლიური სიხშირე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [4]:

$$N_d = N_g \cdot A_1 \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

სადაც N_g დედამიწის ზედაპირის 1 კმ²-ზე განმუხტვების საშუალო წლიური რიცხვია განსახილველ რეგიონში, A_1 – შენობა-ნაგებობის ეკვივალენტური ფართობი (მ²). [5] ნაშრომის თანახმად:

$$N_g = 0.04 \cdot T_d^{1.25}, \quad (2)$$

სადაც T_d ელქექიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვია განსახილველ რეგიონში.

აღსანიშნავია, რომ T_d კლიმატური პარამეტრი ელქექური აქტიურობის ძირითადი მახასიათებელია. ელქექიან დღეთა რიცხვსა და დედამიწაზე განმუხტვებს შორის არსებობს კარგი კორელაციური კავშირი, რაც მისი გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა მაშინ, როდესაც ინსტრუმენტული გაზომვები არ არსებობს.

შენობის ეკვივალენტური ფართობი წარმოადგენს მიწის ნაკვეთის ისეთ ფართობს, რომელზეც მოდის ელვის განმუხტვების იგივე რაოდენობა, რაც განსახილველ ობიექტზე [4]. ახლომდებარე ობიექტები არსებითად მოქმედებს A_1 -ის მნიშვნელობაზე, თუ ისინი განლაგებულია $3(h+h_s)$ -ზე ნაკლებ მანძილზე, სადაც h მოცემული შენობის სიმაღლეა, h_s – ახლომდებარე შენობის სიმაღლე. ამ შემთხვევაში A_1 ფართობის საზღვრის მნიშვნელობა განსახილველ შენობას უახლოვდება X_s მანძილზე.

$$X_s = [d + 3(h_s - h)] / 2, \quad (3)$$

სადაც d მანძილია განსახილველ შენობასა და ახლომდებარე ობიექტს შორის. ყველა შემთხვევაში A_1 -ის მნიშვნელობა არ შეიძლება იყოს ნაკლები, ვიდრე განსახილველ შენობა-ნაგებობის დედამიწის ზედაპირზე პროექციის ფართობი.

მჭიდროდ განლაგებული შენობა-ნაგებობებისათვის (ანძები, კოშკები, საკვამლეები) ელვის მოსალოდნელი დაცემის რაოდენობა 1 კმ²-ზე გამოითვლება ფორმულით [4]:

$$N_d = 9\pi \cdot h^2 \cdot N_g \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

მართკუთხა ფორმის შენობა-ნაგებობებისათვის კი – შემდეგი ფორმულით:

$$N_d = [(S + 6h) \cdot (L + 6h) - 7 \cdot h^2] \cdot N_g \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

სადაც S , L , h შენობის სიგრძე, სიგანე და სიმაღლეა მეტრებში.

რთული კონფიგურაციის შენობებისთვის S და L მნიშვნელობები შემოხაზული მართკუთხედის სიგრძე და სიგანე იქნება.

ქვემოთ მოცემულ ცხრილებში მოყვანილია აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ელქექიან დღეთა საშუალო წლიური რიცხვი და (5) ფორმულით გამოთვლილი განმუხტვების რაოდენობის საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები განგარიშებული 1 კმ² ფართობზე.

აღსანიშნავია, რომ ელვისაგან დაცვის უზრუნველსაყოფად არსებითია განმუხტვების მაქსიმალური მნიშვნელობების ცოდნა.

ცხრილების შესადგენად გამოყენებულია 33 მეტეოსადგურის 70-წლიანი დაკვირვებების საშუალო მონაცემები [6, 7].

როგორც 1-ლი ცხრილიდან ჩანს, დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე განმუხტვების მაქსიმალური რაოდენობა მოდის ჩაქვის, ხულოს, ცაგერის და ამბროლაურის მიდამოებში, სადაც 9–12 განმუხტვაა 1 კმ²-ზე. ხშირად მეორდება საშუალოდ 4 განმუხტვა, მაქსიმალური კი – 9 განმუხტვა.

ცხრილი 1

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ელჭექიან დღეთა (T) და ელვის განმუხტვების საშუალო წლიური რიცხვი (N) 1 კმ² ფართობზე

	№	მეტეოსადგური	სიმაღლე ზ. დ. (მ)	ელჭექიან დღეთა რიცხვი		განმუხტვების რაოდენობა (1 კმ ²)		M (მოდა)
				$\bar{T}$	$T_{\max}$	$\bar{N}$	$N_{\max}$	
დასავლეთ საქართველო	1	ანაკლია	3	25	42	2	4	საშ. – 4 მაქს.– 9
	2	ფოთი	4	39	56	4	6	
	3	ბათუმი	10	41	69	4	8	
	4	ლანჩხუთი	20	28	46	3	5	
	5	ჩაქვი	30	51	80	6	10	
	6	ქუთაისი	114	37	69	4	8	
	7	ზუგდიდი	117	41	59	4	7	
	8	ჯვარი	280	32	65	3	7	
	9	ცაგერი	474	39	82	4	10	
	1	ამბროლაური	544	41	93	4	12	
	11	საირმე	910	25	46	2	5	
	12	ხულო	923	41	75	4	9	
	13	ონი	988	30	70	3	8	
	14	შოვი	1507	40	58	4	6	
	15	ბახმარო	1925	28	50	3	5	

აღმოსავლეთ საქართველოში (ცხრილი 2) 18 განხილული სადგურიდან ცხრაზე მოდის განმუხტვების მაქსიმალური რაოდენობა 9-დან 12-მდე. ეს რეგიონში ძალიან დიდ ელვასა-შიშროებაზე მიუთითებს, რაც რეგიონის რელიეფის გავლენით შეიძლება იყოს გამოწვეული.

ელჭექი განსაკუთრებით საშიშია მთაში. ცნობილია, რომ მთის თხემები და მწვერვალები იზიდავს და აგროვებს ელვის მუხტს. მთის ფერდობზე ნებისმიერი ამოზნექილობა წარმოადგენს ელვის დაცემის ადგილს. აღსანიშნავია, რომ ელვის დენი ძალიან საშიშია და ნაკლებად შესწავლილი. როცა ელვა ხვდება მთის შვერილში, წარმოქმნილი დენი ეძებს უმცირესი წინაღობის გზას და გადადის კლდეების ზედაპირზე, ჩადის ნაპრალებში, მცირე ღრმულებში და კლდეების კალთებში.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ელექტიან დღეთა (T) და ელვის განმუხტვების
საშუალო წლიური რიცხვი (N) 1 კმ² ფართობზე

	№	მეტეოსადგური	სიმაღლე ზ.დ. (მ)	ელექტიან დღეთა რიცხვი		განმუხტვების რაოდენობა (1კმ ²)		M (მოდა)
				$\bar{T}$	$T_{\max}$	$\bar{N}$	$N_{\max}$	
აღმოსავლეთ საქართველო	16	ლაგოდეხი	362	44	65	5	7	საშ. – 6 მაქს. – 10
	17	თბილისი	403	34	48	3	5	
	18	ყვარელი	443	40	59	4	7	
	19	ბოლნისი	534	49	69	5	8	
	20	მუხრანი	550	46	87	5	11	
	21	თელავი	568	49	69	5	8	
	22	გორი	588	35	53	3	6	
	23	ბორჯომი	789	35	61	3	7	
	24	დუშეთი	922	44	77	5	9	
	25	ახალციხე	982	55	81	6	10	
	26	თიანეთი	1099	44	71	5	8	
	27	თეთრი წყარო	1140	54	71	6	8	
	28	მანგლისი	1194	56	76	6	9	
	29	აბასთუმანი	1265	51	76	6	9	
	30	ბაკურიანი	1665	52	83	6	10	
	31	ახალქალაქი	1716	54	86	6	11	
	32	ფარავანი	2100	55	84	6	10	
	33	გუდაური	2194	49	73	5	9	

საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის (IEC) სტანდარტების თანახმად, დასა-
ცავი ნაგებობის შეფასება ხდება მისი მომავალში გამოყენების თვალსაზრისით [8, 9]. სა-
ჭიროა დადგინდეს ობიექტის ზომები, კლასი, ადგილმდებარეობა და ასევე მოცემული რე-
გიონის ელექტის აქტიურობა. ეს მონაცემები საფუძვლად ედება შემდეგ შეფასებებს:

- ელვის პირდაპირი დარტყმის საშუალო წლიური სიხშირე, N_d ;
- განსახილველი შენობისათვის საშიში შედეგების მომტანი ელვის განმუხტვების სიხში-
რე, N_c .

N_c -ს მნიშვნელობა დგინდება საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული სახელმწიფო
სტანდარტებით, რომელიც ადგილობრივი ხელისუფლების ორგანოებთან ერთად ითვალის-
წინებს კულტურულ, სოციალურ და მატერიალურ ფასეულობებზე მიყენებულ ზარალს.
 N_c -ს უფრო ხისტი მნიშვნელობა შესაძლოა დაადგინოს თვით მომხმარებელმაც.

ამ ორი სიდიდის შედარებით დგინდება ელვადამცავი საშუალებების მოწყობის აუცი-
ლებლობა და მათი ეფექტიანობა (საიმედოობა) – E.

თუ $N_d < N_c$ -ზე, მაშინ ელვადამცავი საშუალებების დაყენება არ არის აუცილებელი.

თუ $N_d > N_c$ -ზე, მაშინ დგინდება ელვადამცავი საშუალების ეფექტიანობა, რომელიც
უნდა აყმაყოფილებდეს ტოლობას:

$$E = 1 - N_c/N_d. \quad (6)$$

E-ს მნიშვნელობის მიხედვით დგინდება ელვადამცავი საშუალების დონე.

დასკვნა

ამრიგად, ელვადამცავი სისტემის დაყენებისას უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად გათვალისწინებული უნდა იქნეს:

- მაღალი პოტენციალის შემოჭრისა და ბიჯური ძაბვისაგან დასაცავი ზომები;
- ხანძრის გავრცელების შეჩერების ზომები;
- დანადგარების მგრძნობიარე ელემენტებზე ინდუქციებული ძაბვის ზემოქმედების შეზღუდვა.

ზემოთ მოყვანილი კვლევა შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი შენობა-ნაგებობის ელვადამცავი საშუალებების შერჩევის დროს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Базелян Э. М., Райзер Ю. П. Физика молнии и молниезащита. М.: Физматлит, 2001.- 319 с.
2. Халилов Ф. Х., Хохлов В. И., Лехмус А. И. Ещё раз о молниезащите зданий, сооружений и промышленных зданий // СтройПРОФиль, 7(45), С.-П., 2005.
3. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. С.-П.: ДЕАН, 2005. - 31 с.
4. Верёвкин В. Н., Смелков Г. И., Черкасов В. Н. Электростатическая искробезопасность и молниезащита. М.:МИЭЭ, 2006. - 170 с.
5. Колоколов В.П., Павлова Г. П. Соотношения между некоторыми грозовыми параметрами// Труды ГГО, вып. 277, Л.: Гидрометиздат, 1972, с. 38-41.
6. საქართველოს ტერიტორიაზე ბოლო ათწლეულების ელექტ-სეტყვური პროცესების აქტიურობის ვარიაციების გამოკვლევა. სტუ-ის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის დასკვნითი ანგარიში 32130321/8, თბ., 2010. - 52 გვ.
7. Амиранашвили А. Г., Бериташвили Б. Ш., Мкурналидзе И. П. Исследование пространственно-временных изменений числа дней с грозой на территории Грузии. Вопросы физики облаков (Облака, осадки и атмосферное электричество). Сборник статей. С.-П.: Гидрометиздат, 2004, с. 155-168.

LIGHTNING IMPACT ON VARIOUS BUILDINGS

M. Tatishvili, L. Kartvelishvili. I. Mkurnalidze

(Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University)

Resume: There has been studied the lightning impact on building object, also lightning protection measure application and safety recommendations have been given. The consideration of climatic parameters in construction is important especially regarding the application of light structures, that are more sensitive to climate change. To solve a number of applied climatology issues investigation of meteorological parameters variation has to be needed, as object exploitation level is depended on it.

Key words: building climatology; climate; lightning; lightning protection measure.

КЛИМАТОЛОГИЯ

ВОЗДЕЙСТВИЕ МОЛНИИ НА РАЗЛИЧНЫЕ ЗДАНИЯ

Татишвили М. Р., Картвелишвили Л. Г., Мкурналидзе И. П.

(Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета)

Резюме. Было изучено воздействие молнии на строительный объект. Были применены меры молниезащиты и даны рекомендации по безопасности. Учет климатических параметров в строительстве особенно важен в связи с применением легких конструкций, которые более чувствительны к изменению климата. Для того чтобы решить ряд прикладных вопросов климатологии необходимо исследовать изменения метеорологических параметров, поскольку уровень эксплуатации объекта зависит от него.

Ключевые слова: климат; молниезащитные меры; молния; строительная климатология.

ქარის და წვიმის ერთობლივი ზემოქმედების ბათვალისწინება მშენებლობასა და სოფლის მეურნეობაში*

ლიანა ქართველიშვილი, ლიკა მეგრელიძე, ნაირა დეკანოზიშვილი,
ქეთევან როყვა

(გარემოს ეროვნული სააგენტო, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: გამოთვლების საფუძველზე დადგენილია საქართველოს ზოგიერთ პუნქტში ქარის და წვიმის ერთობლივი ზემოქმედების (ე. წ. ირიბი წვიმები) განაწილებათა კანონზომიერებანი დროსა და სივრცეში; განსაზღვრულია ირიბი წვიმების მრავალწლიური რაოდენობა მთელი წლისა და თბილი პერიოდის შესაბამისად; მათი განაწილება თვეების განმავლობაში.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებულია საქართველოს ტერიტორიის დარაიონების რუკა ირიბი წვიმების საშუალო თვიური რაოდენობის მიხედვით. ირიბი წვიმების ზემოქმედების ინტენსიურობის გათვალისწინებით გამოყოფილია საშუალო, ზომიერი და ინტენსიური ზონები.

საკვანძო სიტყვები: ინტენსიური ზემოქმედების ზონა; ირიბი წვიმა; საშუალო-მრავალწლიური; ტერიტორიული განაწილება; წვიმასაზომი.

შესავალი

სხვადასხვა ორიენტაციის დახრილ ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექების განსაზღვრა დღევანდელ დღემდე წარმოადგენს კვლევის საგანს. ნალექების გაზომვის არსებული მეთოდი გამოიყენება როგორც დაბლობზე, ისე მთაში. ვაკე ადგილზე წვიმასაზომი უზენეებს რეალურად მოსული ნალექების რაოდენობას, მთიან პირობებში კი აღინიშნება შეუსაბამობა ფერდობების დატენიანებასა და გაზომილი ნალექების რაოდენობას შორის.

სხვადასხვა დახრილ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა ძირითადად დამოკიდებულია ქარის სიჩქარესა და მიმართულებაზე. ფერდობებზე რეალურად მოსული ნალექების განსაზღვრის საკითხს ძალიან დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ეკონომიკის ზოგიერთ დარგში (მშენებლობა, სოფლის მეურნეობა) წყლის რესურსების სწორი მართვისა და დაპროექტებისათვის.

* აღნიშნული პროექტი ხორციელდება შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №FR /476/9-110/14). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნით ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ძირითადი ნაწილი

ტენის ბრუნვის ყველა პროცესი მიმდინარეობს ფერდობების რეალურ ზედაპირზე. ამიტომ ფერდობებზე მოსული ნალექების განსაზღვრა მთიანი ადგილების წყლისა და სითბური ბალანსის გაანგარიშების მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს. ფერდობებზე მოსული ნალექების განსაზღვრა აუცილებელია ფერდობების ეროზიისა და სასოფლო-სამეურნეო და სახნავ-სათესი მიწების წყლის ბალანსის შედგენისას. წყლის ეროზიის პროგნოზირების მეთოდური რეკომენდაციების მიხედვით, ეროზიული პროცესების ინტენსიურობა დამოკიდებულია არა მარტო ნალექების საშუალო წლიურ რაოდენობაზე, არამედ მათ ინტენსიურობაზეც.

ეროზიის პროცესების შეფასებისას აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს ყოველი მოსული წვიმის ინტენსიურობა. ამ საკითხის შესწავლის მიზნით ჩატარდა მთელი რიგი თეორიული და სამეცნიერო კვლევები, როგორც საერთაშორისო დონეზე, ისე ჩვენი ქვეყნის პირობებში. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ფერდობებზე მოსული წვიმით გამოწვეული ეროზიის გაანგარიშებისას მიზანშეწონილია შეტანილ იქნეს დაზუსტებები ფერდობებზე მოსული ნალექების რაოდენობის განმსაზღვრელ ფორმულაში.

ამ პრობლემის თეორიული საფუძვლები დამუშავდა პროფესორ ა. სულაქველიძის ხელმძღვანელობით. საწყის მოდელად აღებულია ლ. სტრუხერის ფორმულა.

ამოცანის გადასაწყვეტად პირველ რიგში განხილულია მონოდისპერსიული წვიმის წვეთების დაცემა; ამასთან, დაშვებულ იქნა, რომ:

- წვიმის წვეთების დაცემის სიჩქარის ჰორიზონტალური მდგენელი ქარის სიჩქარის ტოლია;
- წვიმის წვეთების დაცემის სიჩქარის გადახრის კუთხის (ტანგენსი) ტრაექტორია წვიმასაზომის განლაგების ადგილას და მთლიანად განსახილველ ტერიტორიაზე ერთნაირია.

ეს დაშვებები ჩვეულებრივად მიღებულია ირიბი წვიმების გამოკვლევისას. ამოცანა გადაწყვეტილ იქნა ანალიზური გეომეტრიის გამოყენებით. მიღებული მათემატიკური გამოსახულება საშუალებას იძლევა განსაზღვრულ იქნეს ნებისმიერი დახრილობის და ორიენტაციის მქონე დახრილ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა.

$$H_n = H_g \cos \alpha \sin \beta (\theta - \theta_0) / \cos \alpha, \quad (1)$$

სადაც:

H_n დახრილ ზედაპირზე მოსული წვიმის რაოდენობა;

H_g – ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოსული წვიმის რაოდენობა;

α – წვიმის დახრის კუთხე;

β – ზედაპირის დახრის კუთხე;

θ – წვიმის ორიენტაცია;

θ_0 – დახრილი ზედაპირის ორიენტაცია.

მხოლოდ ერთ შემთხვევაში, კერძოდ, როდესაც ზედაპირი გადადის ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ($\beta = 90^\circ$), შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მეტეოსადგურის მონაცემები ნალექების შესახებ. ყველა დანარჩენ შემთხვევაში, როდესაც ზედაპირი დახრილია ჰორიზონტისადმი რაღაც კუთხით ($\beta \neq 90^\circ$), დახრილ ზედაპირზე მოსული ნალექების რეალური რაოდენობა განსხვავდება სტანდარტული წვიმასაზომის მიერ გაზომილი ნალექის სიდიდისაგან.

ისეთ წვიმებს, რომლებიც გადაიხრება ვერტიკალის მიმართ რაღაც კუთხით ქარის მიმართულებით, ეწოდება ირიბი წვიმები. ნაგებობათა გარე კედლები განიცდის სხვა-

დასხვა ინტენსიურობის და ხანგრძლივობის ირიბი წვიმების ზემოქმედებას. განსაკუთრებით ინტენსიურად ტენიანდება შენობის გარე კედლები ძლიერი ქარების დროს.

იმ რაიონებში, სადაც ატმოსფერული ნალექები ინტენსიურად მოდის და თანაც ძლიერი ქარებია გაბატონებული, წვიმის წყალი აღწევს შენობის შიგნითაც. ამ დროს, თუ არ იქნება მიღებული სპეციალური ზომები შენობების დატენიანებისაგან დასაცავად, შესაძლებელია ამან არა მარტო შენობების საექსპლუატაციო დრო შეამციროს, არამედ მისი ნაადრევი დანგრევაც გამოიწვიოს.

შენობის ელემენტებს შორის გაუონვები აღინიშნება მთელ რიგ ქვეყნებში, მათ შორის ისეთებშიც, სადაც მშენებლობის ხარისხის მაღალი დონეა. იმისათვის, რომ შენობები დაცული იყოს ირიბი წვიმების ნეგატიური ზემოქმედებისაგან, საჭიროა განსაზღვრულ იქნეს ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა და მისი განაწილება ორიენტაციების მიხედვით. დაკვირვების ორი პერიოდისათვის (1939–1969 და 1969–2010 წწ.) საქართველოს ნებისმიერი პუნქტისათვის, რომლებიც მდებარეობს სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში, განსაზღვრულია ირიბი წვიმების საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობები (იხ. ცხრილი). მიღებული მონაცემები მოცემულია ელექტრონულ ფორმატში სათანადო ცხრილების სახით გარემოს ეროვნული სააგენტოს სერვერზე.

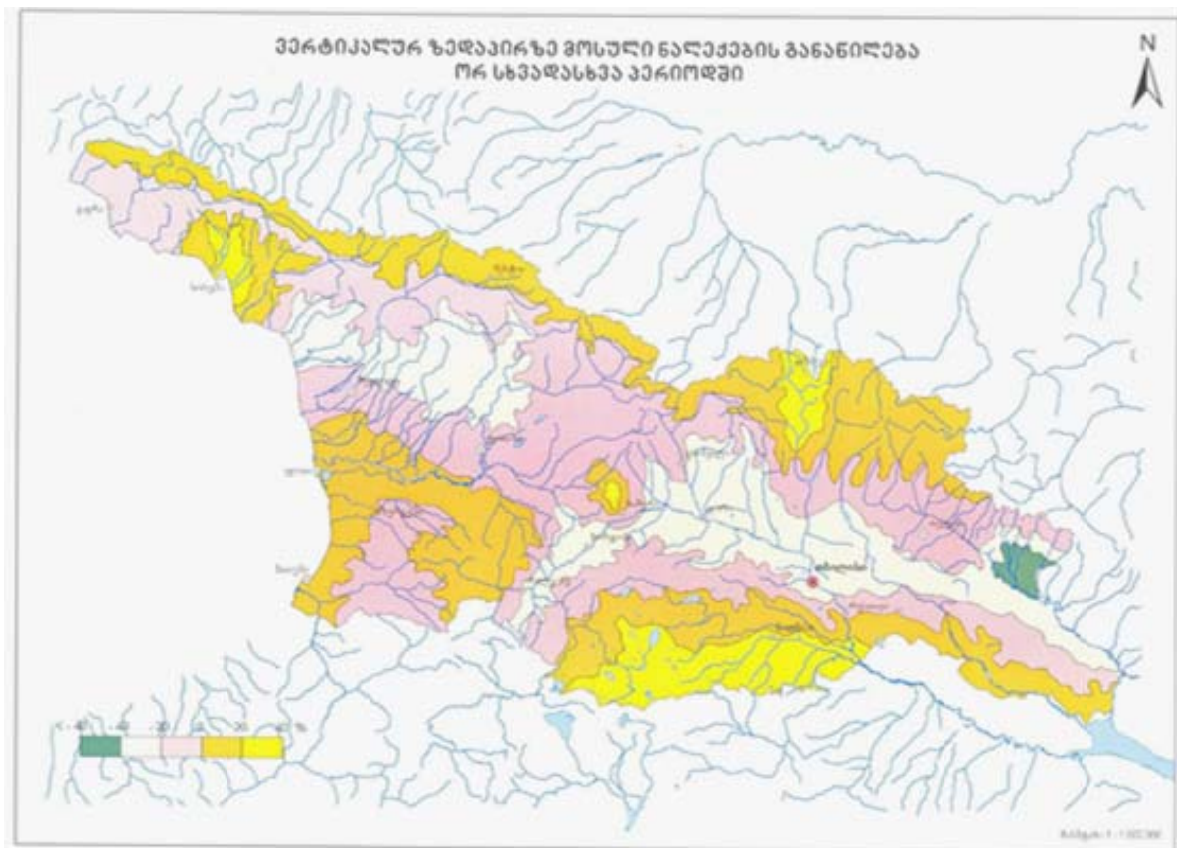
სხვადასხვა ორიენტაციის ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა დაკვირვების I (1939–1969 წწ.) და II (1969–2010 წწ.) პერიოდებში ორიენტაციების მიხედვით (მრიცხველში მოცემულია ნალექების ჯამი, მნიშვნელში – ნალექების განაწილება %-ში)

სადგური	პერიოდი	ქარის მიმართულება								
		ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	შტილი
ამბროლაური	I	6/2	13/14	124/39	25/8	6/2	16/5	118/37	10/3	318
	II	6/2	12/4	112/39	23/8	6/2	14/5	107/37	9/3	288
ახალქალაქი	I	23/10	5/2	27/12	63/28	25/11	18/8	11/5	54/2	225
	II	32/15	2/4	21/10	57/27	27/13	15/7	11/5	4/21	214
ახალციხე	I	6/5	18/16	19/17	13/11	8/7	21/18	23/20	7/6	114
	II	4/5	13/16	13/17	9/11	6/7	14/18	16/20	5/6	76
ბაკურიანი	I	14/6	21/9	52/22	9/4	21/9	24/10	71/30	24/10	236
	II	11/6	17/9	40/22	7/4	17/9	18/10	55/30	18/10	184
ბათუმი	I	67/9	60/8	82/11	97/13	90/12	180/24	105/14	67/9	749
	II	68/9	60/8	83/11	121/16	91/12	173/23	98/13	60/8	756
ბახმარო	I	20/4	64/13	84/17	50/10	45/9	79/16	139/28	15/3	496
	II	18/4	58/13	76/17	44/10	40/9	72/16	125/28	3/13	448
გარდაბანი	I	21/9	2/2	6/5	13/2	8/7	3/3	8/7	50/45	112
	II	27/19	3/2	7/5	17/2	10/5	4/3	10/7	64/45	143

ირიბი წვიმების ზემოქმედების მრავალფეროვნებას საქართველოში განაპირობებს ტერიტორიის რთული ოროგრაფიული და კლიმატური პირობები. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათი გავლენა კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში, კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ, შიგა და სამხრეთ რაიონებში, აგრეთვე აჭარის სანაპირო ზოლში, სადაც ნალექების დიდი რაოდენობა (150 მმ) მოდის. აღნიშნულ რაიონებში ვერტიკალურ ზედაპირზე

მოსული ნალექების რაოდენობა შეიძლება აღემატებოდეს მათი საერთო რაოდენობის 50–60 %-ს. ირიბი წვიმების ზემოქმედების ზომიერ ზონას მიეკუთვნება დასავლეთ საქართველოს დანარჩენი ნაწილი. ირიბი წვიმების ზემოქმედება შედარებით უმნიშვნელოა აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკე რაიონებში.

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე შეიცვალა რეგიონული კლიმატიც. საქართველოს კლიმატის ეს ცვლილება კარგად ჩანს „კლიმატის ცვლილების კვლევის ეროვნული პროგრამის“ შესაბამისად შესრულებულ თემებში (რომლებიც ეხება ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების ცვლილებას). თუ როგორ აისახა ეს ცვლილებები ქარისა და წვიმის ერთობლივი ზემოქმედებისას, შეიძლება ვიმსჯელოთ რუკის მიხედვით, რომელზედაც წარმოდგენილია ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა და მათი ცვლილება 1939–1969 და 1969–2010 წლებში.



ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების განაწილება 1939–1969 და 1969–2010 წლებში

მიღებული მონაცემების ანალიზი ადასტურებს, რომ ვერტიკალურ ზედაპირებზე მოსული ნალექების რაოდენობა (იხ. რუკა) ორ განსახილველ პერიოდს შორის ზოგან უმნიშვნელოდ, ზოგან კი მნიშვნელოვნად შეიცვალა. მაგალითად, სამხრეთ საქართველოში ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა ძირითადად შემცირდა 5-დან 30 %-მდე. გამონაკლისს წარმოადგენს აბასთუმანი, სადაც აღინიშნა ნალექების ზრდა 16 %-ით. ნალექების საერთო ჯამი ამ რაიონში ასევე შემცირდა, ოდნოდ შედარებით ნაკლები სიდიდით (-5 %). ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების შემცირება შეიძლება აისახოს ქარის სიჩქარის შემცირებით.

დასკვნა

ირიბი წვიმების I (1939–1969 წწ.) და II (1969–2010 წწ.) პერიოდების მონაცემების ანალიზით დადგინდა, რომ ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა ზოგან უმნიშვნელოდ, ზოგან კი საგრძნობლად შეიცვალა. ირიბი წვიმების შემცირება აღინიშნა ძირითადად აღმოსავლეთ და სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიის დიდ ნაწილზე.

ვერტიკალურ ზედაპირზე მოსული ნალექების რაოდენობა გაიზარდა კოლხეთის ბარის ცენტრალურ ნაწილში; სამტრედიაში (10 %-ით), ფოთსა და სოხუმში ირიბი წვიმების რაოდენობის მნიშვნელოვანი მატება გამოიწვია დიდი სიჩქარის ქარის გაზრდილმა განმეორებადობამ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. ქართველიშვილი. კომპლექსური კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება. თბ., 2001, - 150 გვ.
2. J. B. Wijngaard, A.M.G. Klein Tank and G.P. Können. Homogeneity of 20 th century European daily temperature and precipitation series. Int. J. Climatol., vol. 23, 2003, p. 679-692.
3. E. Gilleland and R.W Katz. Analyzing seasonal to interannual extreme weather and climate variability. Preprints: 18th Conference on Climate Variability and Change, 86th American Meteorological Society (AMS) Annual Meeting, 29 January – 2 February, Georgia, 2006, p. 2-15.

ACCOUNTING FOR JOINT ACTION OF RAIN AND WIND IN CONSTRUCTION AND AGRICULTURE

L. Kartvelishvili, L. Megrelidze, N. Dekanozishvili, K. Rokva

(National Environmental Agency, Georgian Technical University)

Resume: There were identified some common points of Georgia against precipitation and wind (called the slanting rain) and their distribution in a temporary space. Determine the average number of perennial slanting rain and the warm period of the year, these values are distributed within a month. Based on the data of territorial maps of distribution slanting rains on average values depending on the intensity of the slanting rain there is allocated zones average, moderate and severe exposure of slanting rain.

Key words: average perennial; intensive impact zone; rain measuring instrument; slanting rain; territorial distribution.

ПРИКЛАДНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ

УЧЕТ СОВМЕСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ВЕТРА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Картвелишвили Л. Г., Мегрелидзе Л. Д., Деканозишвили Н. И., Роква К. Ш.

(Национальное агентство окружающей среды, Грузинский технический университет)

Резюме. В работе для некоторых пунктов Грузии определено совместное воздействие осадков и ветра (т.н. косых дождей) и их распределение во временном пространстве. Определено среднее многолетнее количество косых дождей года и теплого периода, распределены эти значения в течение месяца. На основе полученных данных построены карты территориального распределения косых дождей по средним значениям; в зависимости от интенсивности косых дождей выделяются зоны среднего, умеренного и интенсивного воздействия косых дождей.

Ключевые слова: дождемер; зона интенсивного воздействия; косой дождь; среднее многолетнее; территориальное распределение.

ტყიბული-შაორის საბადოზე თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ

ლევან ჯაფარიძე, თეიმურაზ ფირცხალავა

(გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია რთული საწარმოო სისტემა „შახტის“ სტრუქტურულ-ფუნქციური მოდელი. დადგენილია, რომ ტყიბული-შაორის საბადოს (ტშს) ნახშირშემცველი მოედნის სამთო-გეოლოგიური პირობების ტექნოლოგიურობის ინტეგრალური შეფასების კოეფიციენტი დაახლოებით 2-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე დონეცის, 1,7-ჯერ ნაკლები, ვიდრე რურის და 35 %-ით ნაკლები – ყარაღანდის ქვანახშირის საბადოების შესაბამის მაჩვენებლებზე. აღსანიშნავია, რომ დასახელებული საბადოების შახტებში ნახშირის მოპოვება მთლიანად მექანიზებული წესით მიმდინარეობს.

ტშს-ს პერსპექტიული შახტისათვის შემოთავაზებულია მოსამზადებელი გვირაბების გაზრდილი წნევების გამოვლენის პირობებში (რაც დამახასიათებელია წმენდითი სანგრევის ზონისათვის) ფოლადპოლიმერული ანკერული სამაგრების გამოყენება, რომლებიც დაიცავს ჭერის ქანების მასივს დეფორმაციების უმართავი განვითარებისაგან, შეანელებს ჭერის რღვევას; სქელი დამრეცი ფენების გამოღება მოხდება მექანიზებული კომპლექსებით ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით, რაც ხელს შეუწყობს სამთო სამუშაოების მაღალ კონცენტრაციას, მნიშვნელოვნად შეამცირებს ნახშირის საექსპლუატაციო დანაკარგებს და ენდოგენური ხანძრის წარმოშობის საფრთხეს; ასევე 1,5 – 2-ჯერ შემცირდება მოსამზადებელი გვირაბების მოცულობა და დანახარჯები მათ გაყვანა-შენახვაზე, დანახარჯები წმენდითი გვირაბების მოწყობასა და ნახშირის ტრანსპორტირებაზე ამოსადები ველის ფარგლებში; ამასთან, შემცირდება ნახშირის თვითღირებულება, რაც განპირობებული იქნება ლავის მწარმოებლურობის გაზრდით.

საკვანძო სიტყვები: თანამედროვე მექანიზებული ნახშირმოპოვებელი ტექნოლოგიები; რთული საწარმოო სისტემა „შახტის“ სტრუქტურულ-ფუნქციური მოდელი; ტყიბული-შაორის საბადო; შაორის ნახშირშემცველი მოედნის სამთო-გეოლოგიური პირობების ტექნოლოგიურობის ინტეგრალური შეფასების კოეფიციენტი.

შესავალი

საქართველოს ინდუსტრიულად განვითარებული ქვეყნების მსგავსად შეუძლია სათბობო-ენერგეტიკული კომპლექსის ეკონომიკური მაჩვენებლების გაზრდა, ქვეყნის ენერგოსაფრთხოებისა და ენერგოდამოუკიდებლობის განმტკიცება ტყიბული-შაორის საბადოს თანამედროვე დონეზე ათვისებისა და მოპოვებული ნახშირის ელექტროენერგიის წარმოებაში გამოყენების ხარჯზე [1, 2].

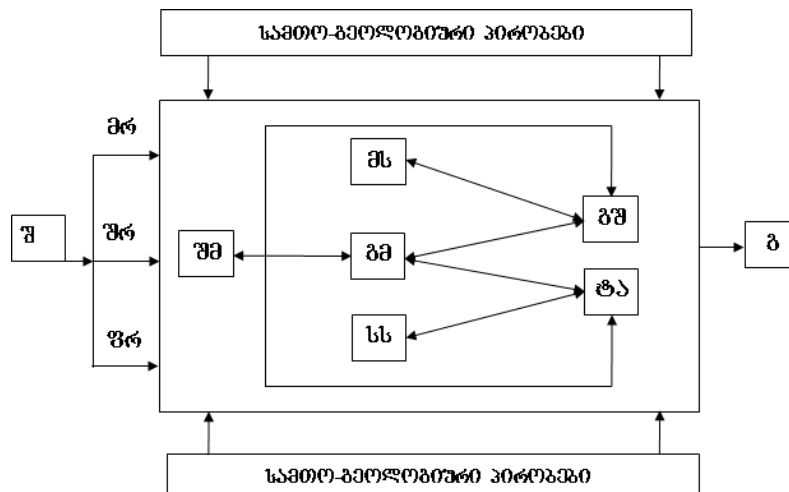
ტშს-ს სამთო-გეოლოგიური პირობების სირთულის მიუხედავად, ტყიბულის შახტების დაბალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები განაპირობა საბადოს ათვისების არსებული კონცეფციის შეუსაბამობამ საბადოს სამთო-გეოლოგიურ პირობებთან. ეს კონცეფცია ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 50-იან წლებში დამუშავდა. მასში არ არის გათვალისწინებული მიწისქვეშა წესით ნახშირის მოპოვების სფეროში თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური

პროგრესის მიღწევები; იგი საბადოს ათვისების ექსტენსიურ მოდელზეა აგებული. მიუხედავად იმისა, რომ ტყიბულის ყველა შახტი ღრმა შახტების კატეგორიას მიეკუთვნება, საბადოს დამუშავება მცირე მწარმოებლურობის მქონე შახტებით სრულდება; თუმცა საბადოს დამუშავების სიღრმეების ზრდასთან ერთად შახტის წლიური მწარმოებლურობა მკვეთრად უნდა იზრდებოდეს. მაგალითად, რურის, ყარაღანდის და დონეცის აუზებში, რომელთა სამთო-გეოლოგიური პირობები გაცილებით რთულია ტშს-თან შედარებით, ღრმა შახტების წლიური მწარმოებლურობა 3 – 5 მლნ ტ ნახშირზე ნაკლები არ არის [3].

ტყიბულის შახტების რეკონსტრუქციისა და ტექნიკური გადაიარაღების დასაბუთებული პროექტის შემუშავება დღეისათვის აქტუალურ და მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს. მსოფლიოს 75 ნახშირმომპოვებელი საბადოს სამთო-გეოლოგიური პირობები, როგორც წესი, არაერთგვაროვანია და ხშირ შემთხვევაში განსაკუთრებული სირთულით გამოირჩევა, რის გამოც თითქმის ყველა საბადოზე ნახშირის ფენების დამუშავების განსხვავებული სისტემები და მეთოდები, ტექნოლოგიური პროცესები და მოწყობილობები გამოიყენება და მათი ერთი საბადოს პირობებში მიღწეული შედეგების მეორე საბადოზე გადმოტანა ხანგრძლივი და შრომატევადი გამოცდების ჩატარებას საჭიროებს.

ძირითადი ნაწილი

რთული საწარმოო სისტემა „შახტი“ შეიძლება აღიწეროს სტრუქტურულ-ფუნქციური მოდელის სახით (ნახ. 1). სისტემა „შახტის“ შესავალს სხვადასხვა სახის რესურსი (მატერიალური, ფინანსური და შრომითი) წარმოადგენს, გამოსავალს კი – მზა პროდუქცია (ნახშირი); სისტემაში სამთო-გეოლოგიური პირობების როლი კი შეზღუდულია. სამთო-გეოლოგიური პირობები მიეკუთვნება იმ ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც ზემოქმედებს, როგორც საწარმოო სიმძლავრეზე, ისე ქვანახშირის შახტების პერიოდულ ტექნიკურ გადაიარაღებაზე. კვლევები ადასტურებს, რომ შახტების მუშაობის მაჩვენებლებზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს: ნახშირის ფენათა საშუალო სიმძლავრე, ფენათა დახრის კუთხე, აირიანობა (მეთანსიუხვე), დამუშავების სიღრმე, სამრეწველო მარაგების რაოდენობა, ნახშირის მოცულობითი წონა, მუშა ფენების რაოდენობა, მარაგის მასა, აშლილობა, ნახშირის თბოუნარიანობა, ნაცრიანობა და სხვ. [3, 4].

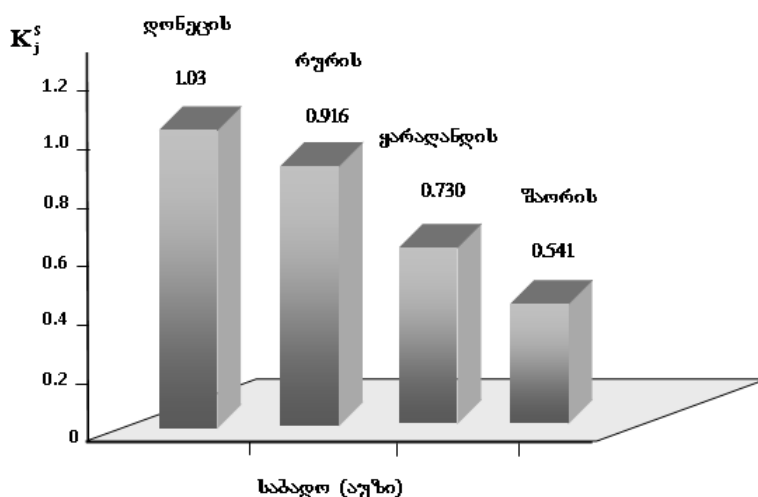


ნახ. 1. შახტის სტრუქტურულ-ფუნქციური მოდელი: უ, მრ, მრ, მრ – სისტემის შესავალი, მატერიალური, შრომითი და ფინანსური რესურსები; შმ – შახტის მართვა; მს, ბმ, სს – მოსამზადებელი სამუშაოები, გახსნა-მომზადება (საშახტო ევლის), საწმენდი სამუშაოები; ბშ, ტა – გვირაბების შენახვა, ტრანსპორტი და აწვევა; გ – სისტემის გამოსავალი (ნახშირი)

საბადოთა სამთო-გეოლოგიური პირობების ტექნოლოგიურობის შეფასება ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიურობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა და შესაძლებელი ხდება მათი რანჟირება მიწისქვეშა დამუშავების სირთულის მიხედვით. სამთო-გეოლოგიური მახასიათებლების ინტეგრალური შეფასებისას შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რთულ გადაწყვეტილებათა მიღების თეორია. ამ თეორიაში ალტერნატივათა უპირატესობები ზოგადად განისაზღვრება ქვესისტემათა ცალკეული ელემენტების სარგებლიანობის ერთობლიობით კომპრომისული სიტუაციების პირობებში. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ნებისმიერი შეფასების მაჩვენებლის ერთეული წყვილი შეიძლება განვიხილოთ როგორც შემთხვევითი სიდიდე; საშუალო სტატისტიკური (ინტეგრალური) სიდიდე კი – როგორც კანონზომიერი. ამ კონტექსტში ინტეგრალური ფუნქციონალი წარმოადგენს ძალზე სარწმუნო და მდგრად მახასიათებელს. ინტეგრალური მაჩვენებელი K_j^S გამოითვლება ფორმულით [4]

$$K_j^S = f\{R_{ij}, \varphi_i\} = f\{\delta_{ij}, \varphi_i\} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij}, \varphi_i)^2}, \quad (1)$$

სადაც R_{ij} შეფასების კრიტერიუმების კერძო მნიშვნელობებია; δ_{ij} – ეტალონური და ფაქტობრივი ნატურალური შეფასების მაჩვენებლების ფარდობა; φ_i – შეფასების კრიტერიუმის სარგებლიანობის ფუნქცია; m – შეფასების მაჩვენებელთა რაოდენობა.



ნახ. 2. დონეცის, რურის, ყარადანდის აუზებისა და ტყიბული-შაორის საბადოს სამთო-გეოლოგიური პირობების ტექნოლოგიურობის ინტეგრალური მაჩვენებლის გრაფიკული გამოსახულება

როგორც მე-2 ნახ-დან ჩანს, შაორის ნახშირშემცველი მოედნის სამთო-გეოლოგიური პირობების ტექნოლოგიურობის ინტეგრალური შეფასების კოეფიციენტი დაახლოებით 2-ჯერ ნაკლებია დონეცისაზე, თითქმის 1,7-ჯერ ნაკლები – რურისაზე და 35 %-ით ნაკლებია ყარადანდის ქვანახშირის აუზების შესაბამის მაჩვენებელზე. ე. ი. ტშს-ს სამთო-გეოლოგიურ პირობებში მექანიზებული ტექნოლოგიების მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით ექსპლუატაციის გაცილებით უფრო მეტი შესაძლებლობა არსებობს, ვიდრე მსოფლიოს იმ სამთო-გეოლოგიური პირობების სირთულით გამორჩეულ ნახშირის აუზებში, რომელთა შახტებში ნახშირის მოპოვება მთლიანად (100 %-ით) თანამედროვე, დიდ-მწარმოებლური მექანიზებული ტექნოლოგიების გამოყენებით სრულდება.

გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში დამუშავდა **ტშს-ს** ათვისების ინტენსიურ მოდელზე დაფუძნებული ახალი კონცეფცია, რომელშიც საბადოს სამთო-გეოლოგიური პირობებისა და სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე მიღწევების გათვალისწინებით გადაწყვეტილია მექანიზებული ტექნოლოგიების ეფექტურად გამოყენების საკითხები [5]. **ტშს-ს** ქვანახშირის შახტებზე ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური განვითარების კონცეფცია ითვალისწინებს საწმენდ და მოსამზადებელ გვირაბებში კომბაინების გამოყენებას, რომლებიც აწყობილია სტანდარტული ბლოკებისაგან ისეთი ინდივიდუალური პროექტით, რომელიც ადაპტირებული იქნება ტშს-ს სამთო-გეოლოგიურ პირობებთან. დამუშავებულია პრიორიტეტული ტექნოლოგიური და ტექნიკური გადაწყვეტები, რომლებიც უზრუნველყოფს ნახშირის მიწისქვეშა მოპოვების დიდმწარმოებლურობას და უსაფრთხოებას ნახშირის მრეწველობის რესტრუქტურისაციისას, რაც გულისხმობს არსებული საშახტო ველების მეცნიერულად დასაბუთებულ გაერთიანებას ერთიან ნახშირმომპოვებელ კომპლექსში, საერთო საშახტო მიწისქვეშა კონვეიერული მაგისტრალის აშენებასა და 5,2 კმ-მდე სიგრძის დახრილი ჭაურის საშუალებით სამთო მასის (მოცულობა 2,5 – 3,5 მლნ ტ/წელიწადში) გადასამუშავებლად გამოტანას უშუალოდ გამამდიდრებელი ფაბრიკის ტექნოლოგიურ ხაზზე [6, 7].

ტშს-ს შახტების ახალ მოდელზე გადასვლისას საჭიროა დიდმწარმოებლური გრძელი სანგრევეებისათვის (ლავეებისათვის) ნახშირის დიდი მარაგის მქონე ამოსადები უბნების დაჭრა, რაც ამცირებს როგორც არასაწარმოო დროის წილს მექანიზებული კომპლექსების გამოყენებისას, ისე მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულებას; ზრდის შრომისნაყოფიერებას. ამოსადები უბნების მოსამზადებელი გვირაბების მდგრადობის უზრუნველყოფის პრობლემა ერთ-ერთი ძირითადია ტყიბული-შაორის საბადოს შახტებში. მაგალითად, წმენდითი სამუშაოების გავლენის ზონაში ისინი კარგავენ საწყისი კვეთის 60 – 70 %-ს. დამუშავების სიღრმის ზრდასთან დაკავშირებით მატულობს სახიფათო შემთხვევები სანგრევის შესასვლელთან და გამომუშავებული სივრცის მხრიდან, რაც უბედური შემთხვევების საერთო რაოდენობის 80 – 90 %-ს შეადგენს.

გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში ჩატარებული მრავალწლიანი თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების, აგრეთვე მიწისქვეშა მშენებლობის მსოფლიო გამოცდილების განზოგადების საფუძველზე შედგენილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს გრძელი გვირაბების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ძირითად გეომექანიკურ და ტექნოლოგიურ ფაქტორებს. დადგენილია განზოგადებული კრიტერიუმები გვირაბის ოპტიმალური ფორმისა და ზომების, ამასთან, ზიდვის უნარის შესარჩევად, სხვადასხვა ტიპის სამაგრის დამონტაჟებისას ქანთა მასივში მოქმედი გრავიტაციული, ტექტონიკური, სეისმური და ტექნოლოგიური წარმოშობის დაძაბულობის ველების სტრუქტურული თავისებურებების გასათვალისწინებლად. დამუშავებულია საექსპლუატაციო მოთხოვნები, რომლებიც წარმოადგენს სახელმძღვანელოს გრძელი გვირაბების საწარმოო ამოცანების ამოხსნისას ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით დასაბუთებული გადაწყვეტილებების მისაღებად [8, 9].

ტშს-ს შახტების ამოსადები უბნების მოსამზადებელი გვირაბების მდგრადობის უზრუნველყოფის პრობლემის გადასაწყვეტად შემოთავაზებულია ჩინეთში დამუშავებული „კონსოლური კოჭის ჭრის თეორია“ („cutting cantilever beam theory“ – CCBT) [10], რომელიც ამჟამად მსოფლიოში გამომუშავებულ სივრცეში ჭერის მიზანმიმართული ჭრის ერთ-ერთი წამყვანი ტექნოლოგიაა, რაც გამორიცხავს სამთო წნევის პიკური დატვირთვის გადაცემას მოსამზადებელი გვირაბის ჭერის მდგრად ნაწილზე. ჩამოქცეული ჭერის ქანების გაფხვიერება გამოიყენება ზედაპირული დაჯდომის შესამცირებლად. ნახშირის მოპოვების ეს მეთოდი სავარაუდოდ 50 %-ით ამცირებს გამოღებული სივრცის ჭერის დაჯდომის სამუ-

შაოების მოცულობას და უზრუნველყოფს ნახშირის სვეტის სრულ გამოღებას, რითაც მიიღწევა ნახშირის თვითღირებულების მნიშვნელოვანი შემცირება და, რაც მთავარია, მცირდება ავარიების საშიშროება სანგრევში.

ტშს-ს შახტებში გვირაბების ეფექტური გამაგრებისას წმენდითი სანგრევის გაზრდილი წნევის ზონაში ფოლადპოლიმერული ანკერული სამაგრის გამოყენება პროგრესული და ეკონომიკურად სარგებელიანია. მისი გამოყენება შესაძლებელია სამთო-ტექნიკური პირობების ცვალებადობის ფართო დიაპაზონშიც. ანკერის ფოლადის ღეროს ჩამაგრება შპურში ხდება სწრაფად გამყარებადი პოლიმერული ნარევით. გაზრდილი წნევების გამოვლენის პირობებში, რაც დამახასიათებელია წმენდითი სანგრევის ზონისათვის, ანკერული სამაგრი უნდა განთავსდეს ორ დონეზე. ჭერის ქანების ქვედა შრეები შეიკვრება პირველი დონის მოკლე ანკერებით, ხოლო მეორე დონის ღრმა განლაგების ანკერები, რომელთა სიგრძე 3 მ-ს აღემატება, იცავს ჭერის ქანების მასივს დეფორმაციების წარმოქმნისა და უმართავი პროცესის განვითარებისაგან, ანელებს ჭერის რღვევის პროცესს და წმენდითი სანგრევის დამცავ კონსტრუქციებთან ერთად განაპირობებს მეორეული გამოყენების გვირაბების რემონტის გარეშე ექსპლუატაციის შესაძლებლობას [11, 12].

გრძელი, უწყვეტი გადაადგილების უნარის მქონე საწმენდი სანგრევებით სქელი ნახშირის ფენების დამუშავების შესაძლებლობის და აუცილებლობის დადგენის შემთხვევაში ტშს-ს შახტებში იქმნება ტექნიკური ბაზა ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური ციკლის მექანიზაცია-ავტომატიზაციისათვის, რაც შრომისნაყოფიერების ზრდისა და მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულების შემცირების საფუძველია [5, 12].

დღესდღეობით სულ უფრო ფართოდ ვრცელდება ჩინეთში შექმნილი სქელი ნახშირის ფენების დამუშავების ტექნოლოგია კომპლექსურ-მექანიზებული სანგრევების (**კმს**) გამოყენებით და ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით. მასში ჩადებულია ჭერისეული ან შრეთშორისი ნახშირის შრის ნგრევის ფიზიკური ეფექტი, რომელიც ეფუძნება „საყრდენი“ წნევის ძაბვების გამოყენებას. ამ ფაქტმა მექანიზებულ კომპლექსებს დამატებითი ფუნქცია მიანიჭა, რომელიც დაკავშირებულია სამაგრის ზემოთ განლაგებულ ნახშირის შრის გამოღების პროცესის მართვასთან. 2006 – 2008 წლებში კუზნეცის საბადოზე (шахта «Ольжеронская – Новая») გამოიცადა თანამედროვე ჩინური კომპლექსი ZFS ნახშირის ფენის გამოსადებად, რომლის სისქე იცვლებოდა 6,25 – 9,75 მ დიაპაზონში. ღლავაში ნახშირის მონგრევა ხორციელდებოდა სასანგრეო კონვეიერზე განლაგებულ MG 400/930 WD კომბაინით. გამომუშავებული სივრცის მხრიდან ხდებოდა ჭერისეული ნახშირის დასტის ჩამოშლა სპეციალურ SGZ 800/800 კონვეიერზე, რომელიც მდებარეობდა სამაგრის უკან გამომუშავებული სივრცის მხარეს. აღნიშნული ტექნოლოგიის ეკონომიკური არსის განხილვისას ტრადიციული შრეობრივი დამუშავების სისტემებთან შედარებით შესაძლებელია შემდეგი ასპექტების გამოყოფა: მოსამზადებელი სამუშაოების დანახარჯების შემცირება 30 %-მდე და ღავის კომპლექსის სამონტაჟო სამუშაოებისა – თითქმის 2-ჯერ; ნახშირის მოპოვების მოცულობის გაზრდა და ნახშირის თვითღირებულების შემცირება [13].

ზემოთ მოყვანილი მასალის ანალიზის საფუძველზე ვვარაუდობთ, რომ ტშს-ს პირობებში შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს პერსპექტიული დამუშავების ტექნოლოგიური მიმართულება; კერძოდ, სქელი დამრეცი ფენების მექანიზებული კომპლექსების გამოყენებით ჭერისეული ნახშირის შრის გამოღება. ლოგიკურია, რომ აღნიშნულმა ტექნოლოგიურმა სქემამ ჩაანაცვლოს დამრეცი სქელი ფენების ტრადიციული სქემები (ნახ. 3), რადგან მნიშვნელოვნად შეიძლება შემცირდეს მოსამზადებელი სამუშაოების მოცულობა; კაპიტალური და საექსპლუატაციო ხარჯები; სისტემის ენერგოტევადობა; ნახშირის თვითაღების საშიშროება. ამასთან, შესაძლებელია ურთულეს პირობებში ნახშირის მარაგების სრული

გამოდება, დამცავი მთელანების დამუშავება. საბოლოოდ ამაღლდება სქელი დამრეცი ფენების დამუშავების უსაფრთხოება და ეფექტურობა, გაიზრდება დატვირთვა ფენაზე და სამთო სამუშაოების წარმოების კონცენტრაცია.



ნახ. 3. თანამედროვე მექანიზებული სამაგრის (ფირმა “Caterpillar”) სექცია (ა) და მისი გამოყენებით სქელი ფენის დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა (ბ)

მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილია აშშ-ის ფირმა “Caterpillar”-ის მიერ შექმნილი [14] სქელი დამრეცი ფენების მექანიზებული კომპლექსის საშუალებით ჩამოქცევით დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა, როდესაც ხდება ჭერისეული ნახშირის შრის “გამოშვება” სამაგრის უკან განლაგებულ სპეციალურ კონვეიერზე. ჩვენი აზრით, ნახშირის სქელი ფენის გამოდების ტექნოლოგიური სქემა (ნახ. 3) შეიძლება გათვალისწინებულ იქნეს ტშს-ზე თანამედროვე შახტის მშენებლობის დაპროექტებისას. ასეთი ტექნოლოგია ფართოდ გამოიყენება 5 – 14 მ სისქის ფენების ერთსტადიური დამუშავებისას [13, 15]. სტატისტიკური მონაცემებით, ნახშირის სქელი ფენების დამუშავების ტექნოლოგიის კმს-ის გამოყენებით და ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით ლავის საშუალო წლიურმა მწარმოებლურობამ 700 ათას ტ-ს გადააჭარბა. ჩინეთში, სადაც ეს ტექნოლოგია ძირითადია ნახშირის სქელი ფენების დამუშავებისას, ლავის წლიურმა მწარმოებლურობამ სხვადასხვა შახტის სანგრევში 6 მლნ ტ-ს მიაღწია [15].

საზღვარგარეთის ქვეყნების გამოცდილება ცხადყოფს აღნიშნული ტექნოლოგიის დიდ უპირატესობას სქელი ფენების დამუშავებისას. ჭერისეული ნახშირის შრის ჩამოსაქცევად იყენებენ საყრდენი წნევის ძაბვებს, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ნახშირის მოპოვებაზე გაწეულ ენერგოდანახარჯებს; სქელი ფენის გამოდება ხდება მთელ სიზრქეზე, რაც ხელს უწყობს სამთო სამუშაოების მაღალ კონცენტრაციას, მნიშვნელოვნად ამცირებს ნახშირის საექსპლუატაციო დანაკარგებს და ენდოგენური ხანძრის გაჩენის საფრთხეს; 1,5 – 2-ჯერ მცირდება მოსამზადებელი გვირაბების მოცულობა და დანახარჯები მათ გაყვანა-შენახვაზე; ასევე ხარჯები წმენდითი გვირაბების მოწყობილობასა და ნახშირის ტრანსპორტირებაზე ამოსაღები ველის ფარგლებში; გარდა ზემოაღნიშნულისა, მცირდება ნახშირის თვითღირებულებაც, რადგან მკვეთრად იზრდება ლავის მწარმოებლურობა [13, 15].

დასკვნა

ტშს-ს სამთო-გეოლოგიური პირობების სირთულის მიუხედავად, მისი შახტების დაბალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები განპირობებულია საბადოს ათვისების არსებული კონცეფციის შეუსაბამობით საბადოს სამთო-გეოლოგიურ პირობებთან. ეს კონცეფცია ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 50-იან წლებში დამუშავდა. მასში არ არის გათვალისწინებული ნახშირის მოპოვების სფეროში თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის მიღწევები, იგი საბადოს ათვისების ექსტენსიურ მოდელზეა აგებული.

გრძელი, უწყვეტი გადაადგილების უნარის მქონე საწმენდი სანგრევებით ნახშირის სქელი ფენების დამუშავების შესაძლებლობის დადგენით ტყიბულის შახტებში იქმნება ტექნიკური ბაზა ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური ციკლის მექანიზაცია-ავტომატიზაციისათვის, რაც შრომისნაყოფიერების ზრდისა და მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულების შემცირების საფუძველია. პერსპექტიულია მოსამზადებელი გვირაბების ეფექტური გამაგრება წმენდითი სანგრევის გაზრდილი წნევის გავლენის ზონაში ფოლადპოლიმერული ანკერული სამაგრით, რომელიც პროგრესული და ეკონომიკურად სარგებელიანია. ტშს-ს პირობებში შესაძლოა გამოყენება პოვოს თანამედროვე დამუშავების ტექნოლოგიურმა მიმართულებამ, კერძოდ, სქელი დამრეცი ფენების მექანიზებული კომპლექსების საშუალებით მოხდეს ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვება.

წარმოდგენილი მასალა გარკვეულ დახმარებას გაუწევს სპეციალისტებს ტშს-ზე თანამედროვე შახტის მშენებლობის დაპროექტებისას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Рехвиашвили Ю. С., Пирцхалава Т. Г. Перспективы развития угольной промышленности Грузии // Уголь, №9, М., 2009, с. 39-41.
2. ზ. გორდეზიანი, თ. ჯიშკარიანი, თ. ფირცხალავა. გლობალური ენერგეტიკა და ტყიბულის-შაორის საბადოს ნახშირის გამოყენების პერსპექტივები // სამთო ჟურნალი, № 2(27), თბ., 2011, გვ. 74-77.
3. ი. რეხვიაშვილი, თ. ფირცხალავა, მ. ბასილაძე. ტყიბულის შახტებში თანამედროვე მექანიზებული კომპლექსების გამოყენების მიზანშეწონილობის შესახებ // სამთო ჟურნალი, № 2(23), თბ., 2009, გვ. 21-23.
4. ი. რეხვიაშვილი, თ. ფირცხალავა. ნახშირის საბადოების სამთო-გეოლოგიური პირობების ტექნოლოგიურობის შეფასების შესახებ // სამთო ჟურნალი, №1(22), თბ., 2009, გვ. 58-60.
5. ი. რეხვიაშვილი, თ. ფირცხალავა. ტყიბულის ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური განვითარების კონცეფცია // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №10-12, თბ., 2010, გვ. 82-88.
6. Рехвиашвили Ю. С., Пирцхалава Т. Г., Басиладзе М. А., Махарадзе С. Д. Принципы реструктуризации угольной промышленности Грузии // Уголь, №12, М., 2010, с. 74- 76.
7. Рехвиашвили Ю. С., Пирцхалава Т. Г. Оптимальные технологические параметры разработки брахисинклинальной формы залегания угольных пластов на примере Ткибули-Шаорского месторождения // Горный журнал, №1(26), Тб., 2011, с. 33-39.
8. Джапаридзе Л. А. Расчет крепи протяженных горных выработок по предельным состояниям. М.: Недра, 1991. - 224 с.
9. Джапаридзе Л. А. Расчет подземных сооружений на статические и сейсмические воздействия. Тб.: Мецниереба, 1990. - 68 с.

10. Manchao He, Guolong Zhu, Zhibiao Guo. Longwall mining. Cutting cantilever beam theory and 110 mining method in China – The third mining science innovation // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. Vol. 7, Issue 5, October, 2015, p. 483-492.
11. Джапаридзе Л. А., Пирцхалава Т. Г. О возможности применения анкерного крепления в подготовительных выработках угольных шахт Ткибули // Горный журнал, №1(36), Тб., 2016, с. 36-41.
12. ლ. ჯაფარიძე, თ. ფირცხალავა, თ. გობეჯიშვილი. წმენდითი ამოღება მოსამზადებელი გვირაბების დამცავი ნახშირის მთელანების დატოვების გარეშე // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №2(722), თბ., 2016, გვ. 83-89.
13. Клишин В. И., Николаев А. В., Егоров А. П., Фрянов В. Н.. Перспективные технические решения отработки мощных пологих угольных пластов с выпуском // Уголь, № 12, М., 2011, с. 6 - 10.
14. The Principle of Longwall Top Coal (LTCC) // <https://www.youtube.com/watch?v=KjGanr-wSj8>
15. Хомченко В. Н., Карасев В. А. Разработка мощных угольных пластов. Кемерово: КузГТУ, 2015. - 61 с.

ABOUT POSSIBILITY OF MODERN TECHNOLOGIES APPLICATION ON TKIBULI-SHAORI DEPOSIT

L. Japaridze, T. Pirtskhalava

(Gr. Tzulukidze Institute of Mining)

Resume: There is considered the structural-functional model of complicated production model "mine". There is established, that coefficient of integral estimation of mining and geological conditions of coal area of mine Tkibuli-Shaori deposit (TShD) is approximately twice less, than analogical index for Donetsk one, in 1,7 times less, what for Ruhr and on 35 % less than, than for Karaganda pools, where mining fully on 100 % comes true by the mechanized method.

For the designed mine TShD there is offered: in the conditions of enhanceable intensity of display of mountain pressure, that characteristically for the preparatory making in the affectiveness of the cleansing making zone, setting of the roof bolting, that protects the breeds of roof from the out of control process of deformations development, slows the process of destruction of roof; development of powerful declivous layers of the mechanized complexes, with producing of subroofing coal layer, that will assist the high concentration of mountain works, substantially will bring down the operating losses of coal and danger of origin of endogenous fires; in 1,5 – 2-fold the specific volume of driving of the preparatory making and charges will go down on their maintenance, charges on the equipment of the cleansing making and transport within the limits of the hollow field, prime price of coal from the increase of booty of long-wall cleansing face.

Key words: coefficient of integral estimation of mining and geological conditions of deposit of coal; modern mechanized technologies of mining; the structural-functional model of difficult production system "mine"; Tkibuli-Shaori deposit.

ГОРНОЕ ДЕЛО

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТКИБУЛИ-ШАОРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Джапаридзе Л. А., Пирцхалава Т. Г.

(Горный институт им. Гр. Цулукидзе)

Резюме. Рассмотрена структурно-функциональная модель сложной производственной модели «шахта». Установлено, что коэффициент интегральной оценки горно-геологических условий угленосной площади Ткибули-Шаорского месторождения (ТШМ) приблизительно вдвое меньше, чем аналогичный показатель для Донецкого, в 1,7- раза, чем для Рурского и на 35 % меньше, чем для Карагандинского бассейнов, где добыча угля полностью на 100 % осуществляется механизированным способом.

Для проектируемой шахты ТШМ предложено: в условиях повышенной интенсивности проявления горного давления, что характерно для подготовительных выработок в зоне влияния очистных выработок, установка сталеполимерной анкерной крепи, которая предохраняет породы кровли от неуправляемого процесса развития деформаций, замедляет процесс разрушения кровли; разработка мощных пологих пластов механизированными комплексами с выпуском подкровельной угольной толщи, что будет способствовать высокой концентрации горных работ, существенно снизит эксплуатационные потери угля и опасность возникновения эндогенных пожаров; в 1,5 – 2 раза снизится удельный объем проходки подготовительных выработок и расходы на их содержание, расходы на оборудование очистных выработок и транспорт в пределах выемочного поля, себестоимость угля из-за повышения производительности лавы.

Ключевые слова: коэффициент интегральной оценки горно-геологических условий месторождения угля; современные механизированные технологии добычи угля; структурно-функциональная модель сложной производственной модели «шахта»; Ткибули-Шаорское месторождение.

რადიალური მოჭიმვის პროცესში ძალების ექსპერიმენტული კვლევა

სლავა მებონია, დავით გვენცაძე, მამუკა ბააკაშვილი-ანთელავა,
ალფრედ გაგნიძე

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია თანამედროვე რადიალურ-საჭედ მანქანებში მოქმედი ძალები, რომელთა მნიშვნელობა მძლავრ მანქანებში 3000 ტ-ს აღწევს. რადიალურ-საჭედ მანქანებში მოქმედი ძალების ზუსტი განსაზღვრა აუცილებელია მანქანის სათანადო დაპროექტებისა და საიმედო ექსპლუატაციისათვის.

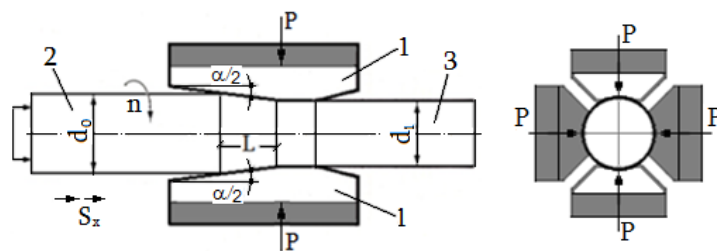
წარმოდგენილია რადიალური მოჭიმვის პროცესში მოქმედი ძალების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. კვლევა ჩატარდა რადიალური მოჭიმვის სპეციალურ მოწყობილობაზე, რომელიც სტანდარტული გამოსაცდელი წნეხის მეშვეობით რადიალური დეფორმაციის სხვადასხვა რეჟიმში ცილინდრული ფორმის ნიმუშებზე მოქმედი ძალების გაზომვის საშუალებას იძლევა. ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების ანალიზით დადგინდა, რომ 20 და 24 მმ დიამეტრის ნიმუშების დეფორმაციის დროს ნიმუშის დიამეტრი და დიამეტრალური მოჭიმვა თითქმის თანაბარ გავლენას ახდენს რადიალური მოჭიმვის ძალაზე.

საკვანძო სიტყვები: მოჭიმვა; რადიალურ-საჭედი მანქანა; ძალა; წნეხი.

შესავალი

რადიალურ-საჭედ მანქანებზე ლითონების დამუშავებით მიიღება მანქანათმშენებლობის სხვადასხვა დარგში გამოსაყენებელი დერძიმეტრიული დეტალები, რომლებსაც მიეკუთვნება საფეხურებიანი ლილვები და ღერძები, კონუსური და შლიცებიანი მილისები, შიგასაფეხურებიანი პროფილის მქონე დეტალები და შიგასპირალურშლიცებიანი მილები. რადიალური ჭედვა უზრუნველყოფს ნაკეთობათა მაღალ სიზუსტეს, გამოირჩევა დიდი მწარმოებლურობით და ლითონის ეკონომიით. გარდა ამისა, რადიალური ჭედვის მეთოდი უზრუნველყოფს ლითონის სტრუქტურისა და მექანიკური თვისებების გაუმჯობესებას [1, 2].

რადიალურ-საჭედი მანქანის ნაწილებზე დამუშავების პროცესში საკმაოდ დიდი ძალები მოქმედებს. ძალთა მოქმედების სქემა მოცემულია 1-ლ ნახ-ზე.



ნახ. 1. ძალთა მოქმედების სქემა რადიალური ჭედვის პროცესში:

1 – საცემელები; 2 – ნამზადი; 3 – ნაჭედი

თანამედროვე როტაციულ და რადიალურ-საჭედ მანქანებში, რომელთა ძირითადი მწარმოებელია ავსტრიული ფირმა „Gesellschaft Fur Fertigungs-technik und Maschinenbau (GFM)“, მადეფორმირებელი ძალის საშუალო მნიშვნელობა შეადგენს 150 – 250 ტ-ს, ხოლო მძლავრ მანქანებში იგი 3000 ტ-ს აღწევს [3].

რადიალურ-საჭედ მანქანებში მოქმედი ძალების ზუსტი განსაზღვრა მეტად საპასუხისმგებლო და მნიშვნელოვანი ამოცანაა. საერთოდ, ლითონების წნევით დამუშავების თეორიაში ამ ამოცანის გადაწყვეტის მთელი რიგი საანგარიშო მეთოდებია მიღებული. ამ მეთოდებიდან აღსანიშნავია მახასიათებლების მეთოდი [4], მასალების პლასტიკური დეფორმაციისადმი წინაღობის მეთოდი [5], ვარიაციული მეთოდი [6] და სხვ. მიუხედავად იმისა, რომ ეს მეთოდები საკმაოდ ზუსტ პასუხებს იძლევა, მიღებული შედეგების შემოწმებისათვის აუცილებელია ძალთა დადგენის ექსპერიმენტული მეთოდების გამოყენება; კერძოდ, ტენზომეტრული და პოლარიზაციულ-ოპტიკური მეთოდები. ძაბვებისა და დეფორმაციების შესწავლისათვის საკმაოდ გაგრძელებულია გამყოფი ბადეების, მუარის ზოლების, ოპტიკურად მგრძნობიარე დანაფარების და სისაღის გაზომვის მეთოდები [7-8].

ძირითადი ნაწილი

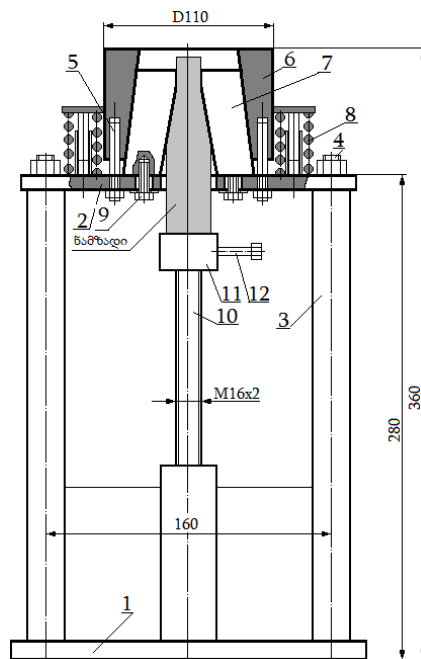
კვლევა ჩატარდა რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის მექანიკურ საამქროში დამზადებულ რადიალური მოჭიმვის სპეციალურ მოწყობილობაზე (ნახ. 2), რომელიც სტანდარტული გამოსაცდელი წნეხის მეშვეობით რადიალური დეფორმაციის სხვადასხვა რეჟიმებზე ცილინდრული ფორმის ტყვიის ნიმუშებზე მოქმედი ძალების დადგენის საშუალებას იძლევა.



ნახ. 2. ექსპერიმენტული მოწყობილობა რადიალური მოჭიმვისათვის

მოწყობილობის კონსტრუქციული სქემა მოცემულია მე-3 ნახ-ზე. მოწყობილობა შეიცავს სადგარს, რომელიც შედგენილია ქვედა (1) და ზედა (2) ფილებისაგან, ოთხი მილისებრი კოლონისაგან (3). ეს დეტალები ერთმანეთთან შეერთებულია სარტყებით (4). სადგარის ზედა ფილაზე დამაგრებულია ორი მიმმართველი შტიფტი, რომლებზედაც გადაადგილდება დამწოლი მილისა (6). ეს მილისა თავისი შიგა კონუსური ზედაპირით შეუღლებულია მომჭერების (7) გარე კონუსურ ზედაპირებთან. ასეთი მომჭერი ოთხია. მომჭერების შიგა ზედაპირი დახრილია საჭედი მანქანების საცემელების მუშა ზედაპირის ანალოგიურად.

მომჭერების გვერდით ზედაპირებზე ამოჭრილია ცილინდრული ჩაღრმავებები, რომლებშიც ჩაწყობილია ზამბარები (ნახ-ზე ნაჩვენები არ არის). ეს ზამბარები უზრუნველყოფს მომჭერების გარე კონუსური ზედაპირების მუდმივ კონტაქტს დამწოლი მილისას კონუსურ ზედაპირთან. დამწოლი მილისა დაყრდნობილია ორ ზამბარაზე (8). ყველა მომჭერის ფუძეში ჩახრახნილია ჭანჭიკი (9), რომლის დანიშნულებაცაა მომჭერის დაკავება ღერძული გადაადგილებიდან. ნამზადის მიწოდება დეფორმაციის კერაში ხდება ხრახნით (10), რომლის წინა თავზე დამაგრებულია ნამზადის დამჭერის ბუდე (11). ჭანჭიკით (12) ხდება ნამზადის დამჭერის ბუდეში დაფიქსირება.



ნახ. 3. მოწყობილობის კონსტრუქციული სქემა

რადიალური მოჭიმვის მოწყობილობა მუშაობს შემდეგი პრინციპით: ნიმუშის ქვედა ბოლო ჭანჭიკით მაგრდება ნამზადის დამჭერის ბუდეში. მოწყობილობა თავსდება წნეხის მაგიდაზე. ამის შემდეგ ნიმუში მიეწოდება დეფორმაციის კერაში ხრახნით (10). პროცესი გრძელდება მანამ, სანამ ნიმუშის წინა ტორსი არ მიაღწევს მომჭერების შიგა ზედაპირს. ჩაირთვება წნეხი, რომლის ყვინთა გადაადგილებს დამწოლი მილისას ქვედა მიმართულებით ზუსტად გათვალისწინებულ მანძილზე. დამწოლი მილისა თავისი შიგა კონუსური ზედაპირით აწვებს მომჭერების გარე კონუსურ ზედაპირებს და აიძულებს მათ მიუახლოვდნენ ერთმანეთს, რის შედეგადაც ხორციელდება ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია და ნიმუშის დიამეტრის მოჭიმვა გარკვეულ სიდიდეზე. შემდეგ ხდება წნეხის რევერსი და დამწოლი მილისა (6) ზამბარების (8) მეშვეობით უბრუნდება საწყის მდგომარეობას. ასევე საწყის მდგომარეობას უბრუნდება მომჭერები (7) და ათავისუფლებს ადგილს დეფორმაციის კერაში ნიმუშის მომდევნო მიწოდებისათვის და შემდგომი მოჭიმვისათვის.

რადიალური მოჭიმვის პროცესში მოქმედი ძალების ექსპერიმენტული კვლევა ჩატარდა რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის მასალების საცდელი ლაბორატორიის წნეხზე, რომელიც ფაქტობრივად კუმშვაზე გამოსაცდელი მანქანა MC-500-ია (ნახ. 4).



ნახ. 4. კუმშვაზე გამოსაცდელი მანქანა MC-500 და რადიალური მოჭიმვის მოწყობილობა

საცდელი მანქანა MC-500 განკუთვნილია სამშენებლო მასალების სტანდარტული ნიმუშების სტატიკური გამოკვლევისათვის კუმშვაზე. წნეხი აღჭურვილია ჰიდრავლიკური ტიპის ძალის საზომი ხელსაწყოთი, რომლის გაზომვის დიაპაზონი 20–200 და 50–500 კნ ფარგლებში მერყეობს.

წნეხის ტექნიკური მახასიათებლებია: მუშა ცილინდრის დიამეტრი – 160 მმ; მუშა ცილინდრის ფართობი – 201 სმ²; მუშა ცილინდრის დგუშის სვლა – 50 მმ; მუშა ცილინდრის დგუშის საყენებელი სვლა – 150 მმ; საყრდენი ფილების ზომები – 320 x 320 მმ; სამუშაო არის სიმაღლე – 360 მმ; მაღალი წნევის ტუმბოს ტიპი – ყვინთიანი, არარეგულირებადი; ნომინალური მუშა წნევები – 25 მპა; ტუმბოს მწარმოებლურობა – $1,3 \times 10^{-5}$ მ³/წმ; ლილვის ბრუნთა რიცხვი – 930 ბრ/წთ; ზეთის რეკომენდებული მარკები – C-14, MC-20; გაბარიტული ზომები – 1050 x 600 x 1370 მმ; მასა – 420 კგ.

საცდელი ნიმუშები: მასალა – ტყვია; სიმტკიცე გაჭიმვაზე – 12–13 მპა, კუმშვაზე – 50 მპა; დიამეტრი – 20; 24 მმ; სიგრძე – 100 მმ.

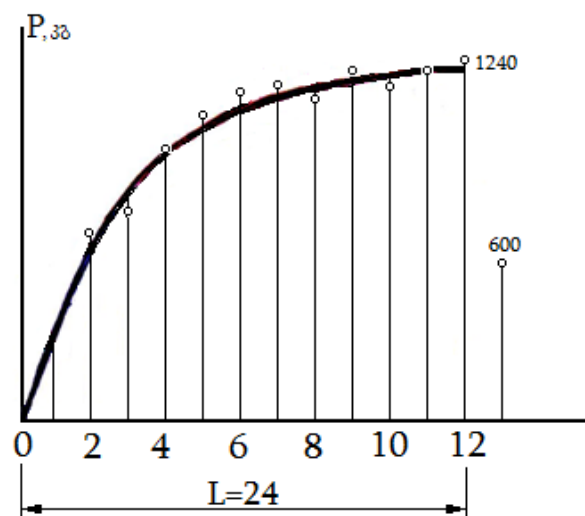
დეფორმაციის რეჟიმი: საერთო დიამეტრული მოჭიმვა D20 ნიმუშისათვის – 4 მმ; D24 ნიმუშისათვის – 8 მმ; ერთეული მოჭიმვა ორივე ნიმუშისათვის – $\max \Delta d = 2$ მმ, $\min \Delta d = 1,33$ მმ.

ჩატარებული ცდების მსვლელობისას გამოიყენა D20 და D24 ნიმუშები, რომელთა მიწოდება დეფორმაციის კერაში შეადგენდა 2 მმ-ს. ყველა ცდის პროცესში ფიქსირდებოდა ძალის საზომის ჩვენება. დეფორმირებული ნიმუშები წარმოდგენილია მე-5 ნახ-ზე.

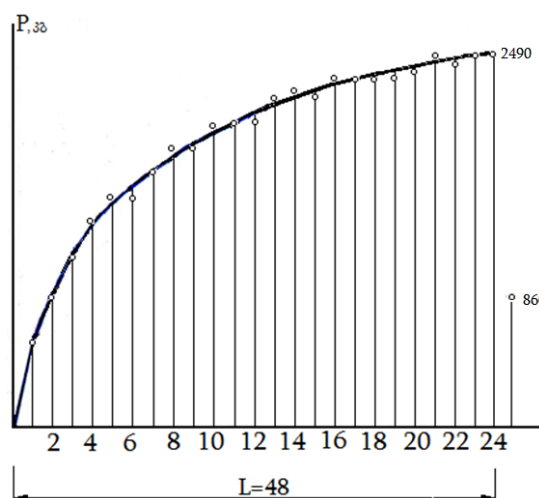


ნახ. 5. დეფორმირებული ნიმუშები: ა – D20; ბ – D24

ცდების შედეგების საფუძველზე აგებულ გრაფიკებზე (მე-6 და მე-7 ნახ-ები) ნათლად ჩანს, თუ როგორ იზრდება მოჭიმვის ძალა დეფორმაციის კერის ლითონით შევსებისას.



ნახ. 6. მოჭიმვის ძალის გრაფიკი (ნამზადი D20): წნეხის ძალა $P = 1240$ კგ, დეფორმაციის ძალა – 12916 კგ



ნახ. 7. მოჭიმვის ძალის გრაფიკი (ნამზადი D24): წნეხის ძალა $P = 2490$ კგ, დეფორმაციის ძალა – 28147კგ

მიღებული გრაფიკების ანალიზი ცხადყოფს, რომ ორივე ვარიანტში (D20 და D24 ნამზადები) დეფორმაციის კერის ლითონით შევსების პროცესში რადიალური მოჭიმვის ძალა ჯერ შედარებით სწრაფად იზრდება (ცდები №1,2,3,4,5 და 6), შემდეგ კი უფრო ნელა უახლოვდება დეფორმაციის დამყარებული პროცესის ძალას. როგორც ექსპერიმენტიდან ჩანს, ნამზადის დიამეტრი და დიამეტრული მოჭიმვა თითქმის თანაბარ გავლენას ახდენს რადიალური მოჭიმვის ძალაზე, რაც მკაფიოდ ჩანს ცდების შედეგების შედარებისას: D20 ნამზადისათვის წნეხის მაქსიმალური ძალა იყო 1240 კგ, ხოლო D24-ისათვის – 2490 კგ, რაც თითქმის 2-ჯერ მეტია. მოჭიმვის 1,33-დან 2,0 მმ-მდე გაზრდით პირველ შემთხვევაში (D20 ნამზადი) წნეხის მაქსიმალური ძალა ასევე 2-ჯერ, ხოლო მეორე შემთხვევაში (D24 ნამზადი) – თითქმის 2,2-ჯერ მატულობს.

დასკვნა

ამრიგად, დამზადებულია რადიალური მოჭიმვის სპეციალური მოწყობილობა, რომელმაც სტანდარტულ ჰიდრაულიკურ წნეხზე საშუალება მოგვცა რადიალური დეფორმაციის სხვადასხვა რეჟიმზე დაგვედგინა ცილინდრული ფორმის ტყვიის ნიმუშებზე მოქმედი ძალების მნიშვნელობები;

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების საფუძველზე აგებულია გრაფიკები, რომელთა ანალიზი ცხადყოფს, რომ დეფორმაციის კერის ლითონით შევსების პროცესში რადიალური მოჭიმვის ძალა ჯერ შედარებით სწრაფად იზრდება, შემდეგ კი უახლოვდება დეფორმაციის დამყარებული პროცესის ძალას;

გამოსაკვლევი ფაქტორები – ნამზადის დიამეტრი და დიამეტრული მოჭიმვა თითქმის თანაბარ გავლენას ახდენს რადიალური მოჭიმვის ძალაზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Богуслаев В. А., Борисевич В. В., Борисевич В. К. и др. Обработка металлов давлением. Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т, Харьковский авиационный ин-т, 2002. - 419 с.
2. Семенов Е. И. Ковка и горячая штамповка. М.: МГИУ, 2011. - 414 с.
3. Тюрин В. А., Лазоркин В. А., Пospelов И. А., Флаховский Х. П. Ковка на радиально-обжимных машинах. М.: Машиностр., 1990. - 331 с.
4. Томленов А. Д. Теория пластического деформирования металлов. М.: Металлургия, 1972. - 408 с.
5. Смирнов-Аляев Г. А. Сопrotивление металлов пластическому деформированию. М.: Машгиз, 1961. - 328 с.
6. Тарновский Н. Я. Деформации и усилия при обработке металлов давлением. М.: Машгиз, 1959. - 356 с.
7. Чиченев Н. А., Кудрин А. Б., Полухин П. И. Методы исследования процессов обработки металлов давлением. М.: Металлургия, 1977. - 310 с.
8. Чекмарев А. П., Ольдзиевский С. А. Методы исследования процессов прокатки. М.: Металлургия, 1969. - 294 с.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF EFFORTS IN THE PROCESS OF RADIAL FORGING

S. Mebonia, D. Gventsadze, M. Baakashvili-Antelava, A. Gagnidze

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics, Georgian Technical University)

Resume: There are considered in modern radial-forging machines enough significant forces, which size in powerful machines reaches up to 3000 tons. Exact determination of forces operating in radial-forging machines is surely for appropriate design and reliable operation of the machine.

Here results of a pilot study of forces operating in process of radial sinking, are presented. Research was conducted on the special device for radial sinking, which by means of a standard test press has allowed to measure the efforts operating on samples of a cylindrical form at various modes of radial deformation. By the analysis of the results received from experiment there is established, that at deformation of samples with a diameter of 20 and 24 mm the studied factors – diameter is model also diametrical sinking – almost equally influence effort of radial sinking.

Key words: loading; press; radial-forging machine; sinking.

МЕТАЛЛУРГИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЙ В ПРОЦЕССЕ РАДИАЛЬНОГО ОБЖАТИЯ

Мебония С. А., Гвенцадзе Д. А., Баакашвили-Антелава М. В., Гагнидзе А. Н.

(Институт механики машин им. Р. Двали, Грузинский технический университет)

Резюме. В современных радиально-ковочных машинах действуют довольно значительные силы, величина которых в мощных машинах достигает до 3000 тонн. Точное определение действующих в радиально-ковочных машинах сил обязательно для надлежащего проектирования и надежной эксплуатации машины. Представлены результаты экспериментального исследования действующих в процессе радиального обжатия сил. Исследование проводилось на специальном устройстве для радиального обжатия, которое с помощью стандартного испытательного пресса позволило при различных режимах радиальной деформации измерить усилия, действующие на образцы цилиндрической формы. Путем анализа полученных из эксперимента результатов установлено, что при деформации образцов диаметром 20 и 24 мм исследуемые факторы – диаметр образцов и диаметрально обжатие – почти одинаково влияют на усилие радиального обжатия.

Ключевые слова: обжатие; пресс; радиально-ковочная машина; усилие.

კასკადური ტიპის ინოვაციური მაცივარი მანქანა

თამაზ მეგრელიძე, თამაზ ისაკაძე, გივი გუგულაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია დაბალი ტემპერატურების მნიშვნელობა დღევანდელ წარმოებაში, აღწერილია ძალზე დაბალი ტემპერატურების მიღების გზები; შემოთავაზებულია კასკადური ტიპის მაცივარი მანქანები, რომლებშიც თითოეული კასკადი მუშაობს ორსაფეხურიან საცივარ ციკლზე თითო კომპრესორით; როტაციული კომპრესორების გამოყენებით განხორციელებული კასკადური ტიპის მაცივარი მანქანის თითოეული ციკლი უტოლდება ორსაფეხურიან საცივარ ციკლს და ორკასკადიანი მაცივარი მანქანით შესაძლებელია -90°C ტემპერატურის მიღება.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომიკური; კომპრესორი; კონდენსატორი; საორთქლებელი; სოლენოიდური ვენტილი.

შესავალი

თანამედროვე მრეწველობის სხვადასხვა დარგის განვითარებამ განაპირობა დაბალ ტემპერატურებზე მოთხოვნილების გაზრდა. დღეისათვის ბევრია ისეთი საწარმოო ტექნოლოგიური პროცესი, რომელშიც ტემპერატურის შემცირების გარეშე ჩერდება ყველანაირი ტექნოლოგიური პროცესი ან ძალზე ნელა მიმდინარეობს.

დაბალი ტემპერატურული რეჟიმების გამოყენება აუცილებელია კვების პროდუქტების გადამუშავების, შენახვისა და გადაზიდვის პროცესებში; ჰაერის კონდიცირებისათვის; ზღვის მღაშე წყლის გამტკნარებისათვის; ამიაკის, სინთეზური კაუჩუკის, ხელოვნური ბოჭკოებისა და სხვათა წარმოებისას. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დაბალი ტემპერატურების გამოყენება კრიოგენულ ტექნიკაში. იგი უზრუნველყოფს აირების (აზოტის, ჟანგბადის, ჰელიუმის და სხვ.) გათხევადებას, შენახვასა და ტრანსპორტირებას, დაბალტემპერატურული მეთოდებით აირების ნარევების გაყოფას და სხვ.

ასეთი მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური პროცესების უზრუნველსაყოფად საჭირო დაბალი ტემპერატურების მიღება ჩვეულებრივი ერთსაფეხურიანი საცივარი ციკლებით შეუძლებელია. ამიტომ აუცილებელია მრავალსაფეხურიანი ციკლების გამოყენება. მაგრამ მრავალსაფეხურიან საცივარ ციკლებს რამდენიმე ისეთი ნაკლი აღმოაჩნდა, რომლებიც ხელს უშლის მათი თერმოდინამიკური ეფექტიანობის გაზრდას. ამ ნაკლთაგან შეიძლება აღინიშნოს ის, რომ:

- მაცივებელი აგენტის მაღალი ტემპერატურების შემთხვევაში სისტემაში წნევა საკმაოდ იზრდება, რაც განაპირობებს ძვირად ღირებული მოწყობილობის გამოყენების აუცილებლობას;

- მაცივებელი აგენტის დაბალი ტემპერატურების შემთხვევაში კი წნევა ეცემა (ხშირად უარყოფითი ხდება), რაც სისტემაში ჰაერის შეწოვისა და, შესაბამისად, კონდენსატორის მწარმოებლურობის შემცირების მიზეზი ხდება. ამასთან, შეწოვილი ჰაერის ხარჯზე ორთქლის მოცულობა იზრდება და დღის წესრიგში კვლავ ძვირად ღირებული მოწვობილობის გამოყენების აუცილებლობა დგება;
- მრავალსაფეხურიანი ციკლების შემთხვევაში მოსალოდნელია საფეხურებს შორის ზეთის არათანაბარი გადანაწილება, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, თუ მაღალი ტემპერატურების პირობებში ზეთი მაცივებელ აგენტში კარგად იხსნება, დაბალ ტემპერატურებზე კი – არა. ეს გამოიწვევს კომპრესორის შეზეთვის გაუარესებას ან მოითხოვს ძვირად ღირებული შეზეთვის სისტემების დაყენებას.

აღნიშნულის გამო ძალზე დაბალი ტემპერატურების მიღების თვალსაზრისით, ყველაზე მოსახერხებელია კასკადური საცივარი ციკლით მომუშავე ისეთი მაცივარი მანქანების გამოყენება, რომელთა ციკლში ზედა საფეხურის საორთქლებელი წარმოადგენს ქვედა საფეხურის კონდენსატორს. ასეთი ციკლით მომუშავე მანქანები კარგად მუშაობს მცირე ტემპერატურული სხვაობის პირობებშიც კი.

ძირითადი ნაწილი

კასკადური საცივარი ციკლი წარმოადგენს თანამიმდევრობით შეერთებულ ორთქლის კომპრესიულ მანქანებს სხვადასხვა მაცივებელი აგენტებით, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება დუდილის ტემპერატურით. ციკლის მუშაობის პრინციპი გულისხმობს მაღალ ტემპერატურაზე გათხევადების უნარის მქონე მაცივებელი აგენტის მიერ უფრო ძნელად კონდენსირებადი მაცივებელი აგენტის ორთქლის კონდენსაციას.

როგორც ჩანს, სითბო უდაბლესი ტემპერატურული დონიდან გადაეცემა უმაღლეს დონეს რიგი საფეხურების გავლით. მათგან ყველა საფეხური ჩვეულებრივ ორთქლის კომპრესიულ მაცივარ მანქანას წარმოადგენს.

ასეთი კასკადური საფეხურებით მაცივებელი აგენტის გაცივება დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ენერგეტიკულ ხარჯებთან. მის განსახორციელებლად საჭიროა დიდი რაოდენობით მაცივარი მანქანებისა და თბოგადამცემი აპარატების გამოყენება, რაც, შესაბამისად, ზრდის ეკონომიკურ ხარჯებს.

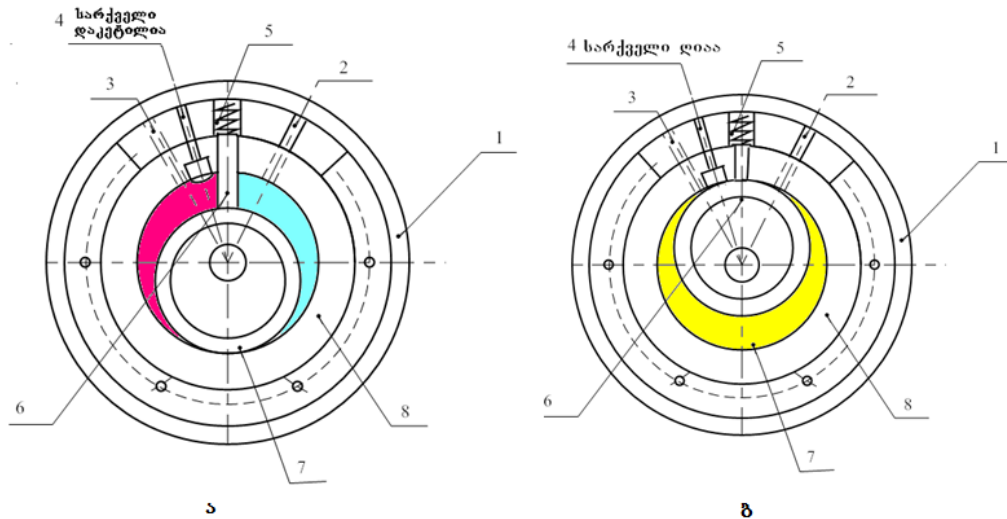
კასკადური მაცივარი მანქანების მუშაობის ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით დამუშავებულია ინოვაციური კონსტრუქცია, რომელშიც შესაძლებელი ხდება თითოეულ კასკადში ორსაფეხურიანი საცივარი ციკლის განხორციელება თითო კომპრესორის გამოყენებით. ასეთი საცივარი ციკლების მუშაობას საფუძვლად უდევს იტალიელი მეცნიერი ჯიმბალვიოს იდეა, რომელიც გულისხმობს კომპრესორის ცილინდრში თხევადი მაცივებელი აგენტის შეშხეფებას. ამის შედეგად კასკადური მაცივარი მანქანის თითოეული საცივარი ციკლი უტოლდება ორსაფეხურიან საცივარ ციკლს.

1-ლ ნახ-ზე გამოსახულია ინოვაციური კონსტრუქციის როტაციული კომპრესორის პრინციპული სქემა, რომლითაც აღჭურვილია მაცივარი მანქანის თითოეული კასკადი.

როტაციული კომპრესორის მუშაობის პრინციპი ემყარება მუშა ცილინდრში თხევადი მაცივებელი აგენტის შეშხეფების იდეას. თხევადი მაცივებელი აგენტის შეშხეფების სარქველი (4) იხსნება მხოლოდ იმ მომენტში, როდესაც როტორი (7) მიაღწევს ზედა მკვდარ წერტილს (ნახ. 1, ბ). ეს სარქველი მუშაობს შრედერის პრინციპით: იგი იღება მექანიკურად – საკმარისია როტორის შეხება შრედერის თითთან. ამ დროს მაცივებელი აგენტის

ორთქლი კომპრესორის ცილინდრში შედის შუალედური წნევით (ნახ. 1, ბ), რის შემდეგაც კომპრესორის ცილინდრში იწყება დაჭირხვნის პროცესი (ნახ. 1, ა). როტორის ყველა დანარჩენ მდგომარეობაში შუალედური შეშხეფების სარქველი (4) დაკეტილია.

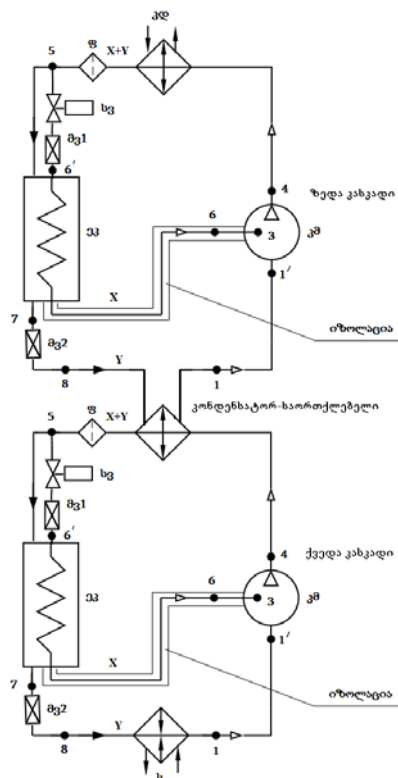
აღწერილი კონსტრუქციის ორი კომპრესორი ჩართულია კასკადური მაცივარი მანქანის სქემაში (ნახ. 2). ორივე (ზედა და ქვედა) კასკადის როტაციული კომპრესორები შეშხეფების მილაკით დაკავშირებულია ეკონომიზერთან. ეკონომიზერი წარმოადგენს რეგენერატორს, რომელშიც ხორციელდება რეგენერაციის პროცესი, ანუ მაცივებელი აგენტის გადახურება, რის შედეგადაც საცივარ ციკლში იზრდება მაცივარი მანქანის ხვედრითი სიცივის მწარმოებლურობა. ეს კი, თავის მხრივ, ზრდის სისტემის ეფექტიანობას.



ნახ. 1. ინოვაციური როტაციული კომპრესორის პრინციპული სქემა:
1-კომპრესორის კორპუსი, 2-შემწოვი სარქველი, 3-საჭირხნი სარქველი,
4-შუალედური შეშხეფების სარქველი, 5-ზამბარა, 6-გამყოფი ფირფიტა,
7-როტორი, 8-ცილინდრი

კონდენსირებული თხევადი მაცივებელი აგენტის ნაწილი დროსელირდება თერმომარეგულირებელი ვენტილის (მე 1) მეშვეობით და მოხვდება ეკონომიზერის თბოგადამცემში, სადაც დუღდება. დუღილის შედეგად გადახურებული ორთქლი კომპრესორის შეშხეფების პორტის გავლით მოხვდება კომპრესორის დაჭირხვნის შუალედურ არეში. კონდენსირებული სითხის ძირითადი ნაწილი კი დროსელის გავლით გადადის საორთქლებელში და დუღს P_0 წნევაზე. შეშხეფების ხაზზე დაყენებულია სოლენოიდური ვენტილი (სვ), რომელიც კომპრესორის ჩართვისას გაიხსნება, ხოლო კომპრესორის გამორთვისას – იკეტება. ეს კომპრესორს იცავს ავარიული რეჟიმისა და ჰიდრაულიკური დარტყმებისაგან.

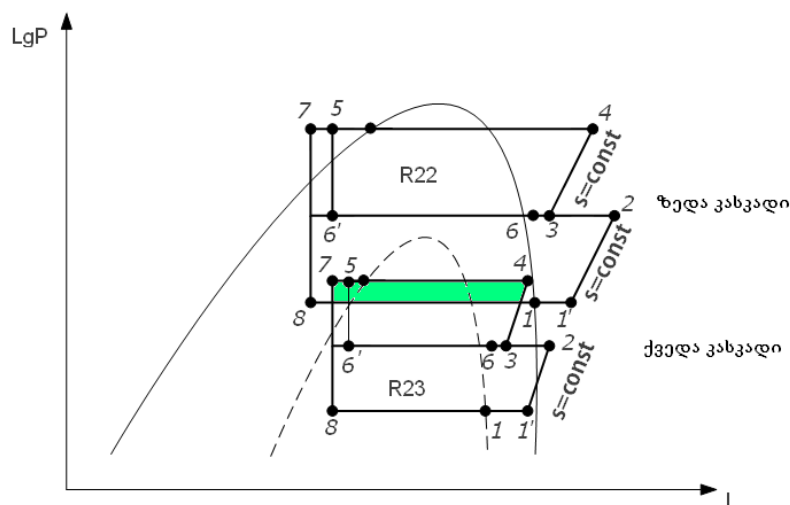
ასეთი საცივარი ციკლი თითოეულ კასკადში (როგორც ქვედა, ისე ზედა) ტოლფასია ორსაფეხურიანი ციკლისა, ოღონდ მხოლოდ ერთი კომპრესორის გამოყენებით, რაც ხარჯების მნიშვნელოვან ეკონომიას იძლევა. მაქსიმალური ეფექტი დამოკიდებულია შეშხეფების პორტის ადგილის ზუსტად შერჩევაზე, რაც მაცივარი მანქანის სიცივის მწარმოებლურობას გაზრდის მაქსიმალურად.



ნახ. 2. ინოვაციური კასკადური მაცივარი მანქანის პრინციპული სქემა

ინოვაციური კასკადური მაცივარი მანქანის საცივარი ციკლი წარმოდგენილია მე-3 ნახ-ზე.

ჩატარებული ცდების მიხედვით, კასკადური მაცივარი მანქანის ზედა კასკადი მუშაობდა მაცივებელ აგენტ მ22-ზე, ხოლო ქვედა კასკადისათვის გამოყენებული იყო თანამედროვე ოზონუსაფრთხო ნივთიერება მ23. ცდების შედეგად დადგინდა, რომ მაცივარი მანქანის სიცივის მწარმოებლურობა გაიზარდა 25 %-ით. ინოვაციური კასკადური მაცივარი მანქანა გამოირჩევა მაღალი მწარმოებლურობით და საშუალებას იძლევა მაცივებელი აგენტის დუდილის ტემპერატურა -90°C -მდე შეამციროს.



ნახ. 3. ინოვაციური კასკადური მაცივარი მანქანის საცივარი ციკლი I-LgP დიაგრამაზე

დასკვნა

ამრიგად, ინოვაციურ მაცივარ მანქანაში მხოლოდ ორი კასკადის და ოზონუსაფრთხო მაცივებელი აგენტის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება ისეთივე დაბალი ტემპერატურის (-90°C , ანუ 183 K) მიღება, როგორიც ჩვეულებრივი კასკადური ტიპის საცივარი ციკლით შეიძლება იქნეს მიღწეული მხოლოდ ეთილენის გამოყენებით, რომელსაც გაცილებით დაბალი დუდილის ტემპერატურა აქვს. შესაბამისად, შეიძლება ითქვას, რომ წარმოდგენილი კასკადური ტიპის მაცივარი მანქანის გამოყენება კრიოგენული (ძალზე დაბალი) ტემპერატურების მისაღებად არა მარტო შესაძლებელია, არამედ დიდ ეკონომიკურ ეფექტსაც იძლევა, რადგან მისი თითოეული საცივარი ციკლი უტოლდება ორსაფეხურიან საცივარ ციკლს, რაც ამცირებს გამოყენებული კომპრესორებისა და თბოგადამცემი აპარატების რაოდენობას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. მეგრელიძე, ზ. ჯაფარიძე, გ. გოლუთიანი, ვ. ღვაწლიანი, გ. გუგულაშვილი, გ. ბერუაშვილი, თ. ჭუჭულაშვილი, ე. სადალაშვილი. კვების პროდუქტების წარმოების და სიცოცხლის მიღების პროცესები და აპარატები. თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2012, - 275 გვ.
2. თ. მეგრელიძე, ვ. ღვაწლიანი, დ. გუგულაშვილი, გ. მეგრელიძე, ლ. გუგულაშვილი, გ. გუგულაშვილი. კომპრესორი. საპატენტო სიგელი GE P 5663 B. 10.10.2012. F 04 C 21/00.
3. თ. მეგრელიძე, ე. სადალაშვილი, გ. ბერუაშვილი, გ. გუგულაშვილი. რთული ციკლის მქონე მაცივარი მანქანების მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმების განსაზღვრა // საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, №2 (480), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2011, გვ. 91-96.
4. თ. მეგრელიძე, თ. ისაკაძე, გ. გუგულაშვილი, გ. მეგრელიძე. კასკადური ტიპის თერმოელექტრული მაცივარი // საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, №4 (494), თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2014, გვ. 33-37.
5. თ. მეგრელიძე, თ. ისაკაძე, გ. გუგულაშვილი. მაცივარი მანქანების ეფექტურობის ზრდა თბომცვლელი აპარატების მოდერნიზაციის გზით. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის – „კვების მრეწველობის ტექნოლოგიური პროცესების და მოწყობილობების პრობლემები“ – შრომათა კრებული. თბ., 2015, გვ. 194-199.

INNOVATIVE REFRIGERATORY CASCADE-TYPE MACHINE

T. Megrelidze, T. Isakadze, G. Gugulashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There is shown the role of low temperatures in the modern workplace. There are described methods of obtaining low temperatures. There are offered uses refrigerating machine operating in cascade cycle, in which each stage operates on a two-stage refrigerating cycle using a compressor. There is shown, that every stage is carried out using a rotary compressors cascade refrigeration cycle which is equivalent to a two-stage refrigerating cycle and using a similar two-stage refrigeratory machine may get the temperature -90°C .

Key words: compressor; condenser; evaporator; economizer; solenoid valve.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА КАСКАДНОГО ТИПА

Мегрелидзе Т. Я., Исакадзе Т. А., Гугулашвили Г. Л.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Показана роль низких температур в современном производстве. Описаны методы получения низких температур. Предложено использование холодильных машин, работающих в каскадном цикле, в котором каждый каскад работает на двухступенчатом холодильном цикле с использованием одного компрессора. Показано, что каждый каскад осуществляемого с использованием ротационных компрессоров каскадного холодильного цикла приравняется к двухступенчатому холодильному циклу и с использованием подобной двухкаскадной холодильной машины возможно получить температуру -90°C .

Ключевые слова: компрессор; конденсатор; испаритель; соленоидный вентиль; экономайзер.

**საქართველოს ელექტროსადგურების გენერატორებზე განხორციელებული
ვიზრაციული დაცვისა და მდგომარეობის კონტროლის სტაციონარული
სისტემები და მოწყობილობები**

**ლევან გუგულაშვილი, ზაალ აზმაიფარაშვილი, იოსებ მეცხვარიშვილი,
გივი გუგულაშვილი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია ჰიდროელექტროსადგურებში გენერატორების მუშაობის პრინციპები; ნაჩვენებია, რომ გენერატორებში აღძრული ვიბრაციები იწვევს მათ დაზიანებას და ღრობით მწყობრიდან გამოყვანას. ამის გამო სხვა ხარჯებს ემატება რემონტით განპირობებული ეკონომიკური დანახარჯებიც.

აღწერილია ჰიდროგენერატორებში ვიბრაციების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზები. წარმოდგენილია სტაციონარული სისტემები, რომლებიც გამოიყენებოდა და ამჟამადც გამოიყენება საქართველოს ჰიდროგენერატორების ვიბრაციული მდგომარეობის კონტროლისა და დიაგნოსტიკისათვის; შეფასებულია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. აღსანიშნავია, რომ არც ჩვენთან და არც საზღვარგარეთ ჯერ კიდევ არაა დამუშავებული ისეთი სრულყოფილი სისტემა, რომელიც გარანტირებულად უზრუნველყოფს გენერატორის მუშაობის რეჟიმში მის სრულ დაცვას ვიბრაციებით გამოწვეული დაზიანებებისაგან.

საკვანძო სიტყვები: გადამწოდი; დეფექტი; დიაგნოსტიკა; ვიბრაცია; ჰიდროგენერატორი.

შესავალი

საქართველო ჰიდროენერგეტიკული რესურსებით მდიდარი ქვეყანაა. აქ თავმოყრილია მთის მდინარეები თავისი შენაკადებით, ხეობებითა და მკვებავი აუზებით. დღეს ძალზე აქტუალურია ამ მდინარეთა მდიდარი ჰიდროპოტენციალის პრაქტიკული და მიზანმიმართული გამოყენება, მთის მდინარეთა ჰიდროენერგიის ათვისება, ახალი ჰესების მშენებლობა, არსებულის რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციის, ჰიდროელექტროსადგურებისა და თვით ჰიდროგენერატორების უსაფრთხო და საიმედო მუშაობის უზრუნველყოფა.

ძირითადი ნაწილი

1950 – 1980 წლებში მთელ მსოფლიოში ინტენსიურად დაიწყო მაღლივი კაშხალებისა და დიდი სიმძლავრის ჰესების მშენებლობა. მაგალითად, ტაჯიკეთში აშენდა ნურეკიჰესი 300 მ სიმაღლის ქვანაყარ-მიწანაყარი კაშხლითა და 2700 მეგვტ დადგმული სიმძლავრით; საქართველოში – ენგურჰესი 271,5 მ სიმაღლის რკინა-ბეტონის თაღოვანი კაშხალითა და 1300 მეგვტ დადგმული სიმძლავრით. ნურეკიჰესის კაშხალი 2013 წლამდე ითვლებოდა

მსოფლიოში ყველაზე მაღალ მიწაყრილ კაშხლად, ხოლო ენგურჰესის უნიკალურ თაღოვან კაშხალს მსოფლიოში დღესაც ანალოგი არ გააჩნია (ნახ. 1).



ნახ. 1. ენგურჰესის რკინაბეტონის თაღოვანი კაშხლის საერთო ხედი

XX საუკუნის 60 – 70 წლებში მსოფლიოში ჰიდროენერგეტიკის ფართო განვითარებამ, მძლავრი ელექტროსადგურების დაპროექტებამ, გიგანტური ჰესების მშენებლობამ, სრულყოფილი ენერგოაგრეგატების მონტაჟი და ექსპლუატაციამ მასში გამოყენებული ჰიდროაგრეგატების ვიბრაციული მდგომარეობის შესწავლა-შეფასებისა და ვიბრაციული კონტროლის აუცილებლობა განაპირობა, რაც გამოწვეულია მთელი რიგი გარემოებებით. როგორც ცნობილია ჰიდროელექტროსადგურები ძირითადად განლაგებულია დასახლებული პუნქტებიდან მოშორებით, მდინარის ხეობებსა თუ კალაპოტებში. ჰესების მშენებლობის რეგიონში დამამზადებელი ქარხნებიდან ხდება ჰიდროაგრეგატის ნაწილებისა და კვანძების ტრანსპორტირება. საერთაშორისო სატრანსპორტო გადაზიდვებისათვის არსებობს ნორმები დიდგაბარიტიან ტვირთებზე. მაგალითად, ყოფილ საბჭოთა კავშირში არსებობდა ნორმა, რომლის მიხედვითაც სარკინიგზო გადაზიდვებზე დეტალის ან დანადგარის დიამეტრი 4,5 მ-ით განისაზღვრებოდა, მაგრამ, თუ ამაზე დიდი ზომისა იქნებოდა, მაშინ ქარხანას იგი აუცილებლად დასაშლელი კონსტრუქციისა უნდა დაემზადებინა. შესაბამისად, გიგანტური ენერგოაგრეგატების დაშლილი გენერატორის სტატორის, როტორისა და ტურბინის სპირალური კამერის კონსტრუქციების აწყობა, მათი დიდტონაჟიანი და დიდი გაბარიტების მქონე სხვადასხვა ნაწილისა და დეტალის ერთმანეთთან მორგება, შეპირაპირება, გაწყობა და მონტაჟი ჰესის პირობებში ჰიდროგენერატორის დამონტაჟების რეალურ ტერიტორიაზე სპეციალიზებული პერსონალის მონაწილეობით უნდა განხორციელებულიყო. ხშირად ქარხნული წუნი ან დეტალების დამზადების უზუსტობა თავს იჩენდა მონტაჟის დროს და მათი აღმოფხვრა ნაწილობრივ ჰესების მშენებლობის პროცესში მიმდინარეობდა. იყო შემთხვევები, როდესაც ჰიდროგენერატორის დამზადებისა თუ მონტაჟის წუნი ჰიდროგენერატორის ექსპლუატაციაში გაშვების მომენტშივე კი არ იჩენდა თავს, არამედ მათი რამდენიმეწლიანი ექსპლუატაციის შემდეგ გამოვლინდებოდა.

მძლავრი ჰიდროგენერატორების საიმედოობისა და საექსპლუატაციო რესურსების ზრდა, ჰიდროგენერატორის დაზიანებით გამოწვეული მოცდენა და ჰიდროგენერატორის კაპიტალურ რემონტებზე ხარჯების შემცირება დამოკიდებულია ჰიდროაგრეგატის ვიბრაციულ მდგომარეობაზე. ჰიდროგენერატორის დაუშვებელი ვიბრაციის დროულ გამოვლენაზე, გენერატორის დასაშვები ვიბრაციული პარამეტრების საექსპლუატაციო ნორმების დაცვაზე, ჰიდროგენერატორის ვიბრაციული მდგომარეობის პერიოდულ შესწავლაზე, დროულად გამოვლენილი ვიბრაციის მიზეზებისა და აუცილებლობის შემთხვევაში ვიბრაციის ლიკვიდაციაზე, რაც შესაძლებელია ჰიდროაგრეგატის მბრუნავი კვანძების ან გენერატორის როტორის ბალანსირებით.

საქართველოში XX საუკუნის 70-იან წლებში თბილისის ვინტერის სახელობის ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა (ТНЦГЭИ) დაამუშავა და საქთავარენერგოს სისტემაში დანერგა მოწყობილობა, რომელიც ახდენდა საქართველოს ენერგოსისტემის ჰიდროაგრეგატების გაზრდილი ვიბრაციის ზემოქმედებისაგან დაცვას. მოწყობილობა შედგებოდა ვიბროგადამწოდისა და სპეციალური ლოგომეტრული სქემისაგან. ვიბრაციის დონის დაუშვებელ სიდიდემდე გაზრდის შემთხვევაში ხელსაწყო იძლეოდა გამაფრთხილებელ სიგნალს ან ჰიდროაგრეგატს ავარიულად გამორთავდა ელექტროსისტემიდან.

მოწყობილობის ვიბროგადამწოდი სტაციონარულად იყო მიმაგრებული ჰიდროაგრეგატის ჯვარედზე, შესაძლო მაქსიმალური ვიბრაციის სავარაუდო ადგილზე. ვიბროგადამწოდში ვიბრაციით აღძრული ელექტრომამოძრავებელი ძალა (ემძ) მიეწოდებოდა სპეციალურ სქემას. სქემის გამოსასვლელში ჩართული მგრძნობიარე ლოგომეტრის სკალა ტარირებული იყო ვიბრაციის მნიშვნელობების შესაბამისად. ჰიდროაგრეგატის ვიბრაციის დაუშვებელ დონემდე მიღწევის შემთხვევაში ლოგომეტრის ისარი გადაკვეთდა მოწყობილობის ფოტოელემენტისკენ მიმავალ სინათლის სხივს. ფოტოელემენტს მოქმედებაში მოჰყავდა ფოტორელე, რომელიც იძლეოდა სიგნალს ვიბრაციის გადიდებაზე ან გამორთავდა ჰიდროაგრეგატს ელექტროსისტემიდან.

ექვევარეშეა, ეს მოწყობილობა იმ პერიოდისათვის იყო პროგრესული და ნოვატორული, რადგან მაშინ არ არსებობდა არც ვიბრაციის საზომი ხელსაწყოები და არც შესაბამისი სპეციალიზებული სამუშაოების შესასრულებლად მომზადებული პერსონალი.

მოწყობილობის უარყოფით მხარედ უნდა ჩაითვალოს მისი ვიბროგადამწოდის მაღალი მუშა სიხშირე – 10 ჰც-დან 20 ჰც-მდე, რომელიც შეესაბამება ჰიდროაგრეგატის ბრუნთა რიცხვს 600 ბრ/წთ-დან 1200 ბრ/წთ-მდე, ამასთან, მისი ელექტრული სქემაც არაა სრულყოფილი. ხშირად ამ მოწყობილობას აყენებდნენ ისეთ ჰიდროაგრეგატებზე, რომლის ბრუნთა რიცხვი ბევრად უფრო ნაკლები იყო, ვიდრე ვიბროგადამწოდის მუშა სიხშირე (10 – 20 ჰც); მაგალითად, ხრამჰესი-1 – 375 ბრ/წთ; ლაჯანურჰესი – 250 ბრ/წთ; ზაჰესი – 214 და 167,5 ბრ/წთ; რიონჰესი – 300 ბრ/წთ; გუმათჰესი – 214 და 150 ბრ/წთ; ორთაჭალჰესი – 125 ბრ/წთ; შესაბამისად, ვიბროგადამწოდის მახასიათებლიდან გამომდინარე, ვიბრაციის გაზომვის სიზუსტის აღბათობა ძალიან დაბალია.

მოწყობილობის ელექტრული სქემის არასრულყოფილების წარმოსახენად ერთმანეთს შევადაროთ ორი ტექნოლოგიური შემთხვევა: პირველი, როცა ჰიდროაგრეგატზე დაუშვებლად გაზრდილია ვიბრაცია და, მეორე, როცა მოწყობილობის ფოტოელემენტის ნათურა მწყობრიდანაა გამოსული.

ორივე შემთხვევაში მოწყობილობა მუშაობს ერთნაირად, ანუ უზრუნველყოფს ჰიდროაგრეგატის ავარიულ გამორთვას ელექტროსისტემიდან. ეს პირობა მეორე შემთხვევისათვის დაუშვებელი და მიუღებელია, რადგან მოწყობილობის ფოტოელემენტის ნათურის

მოწყობრიდან გამოსვლამ (გადაწვამ) არ შეიძლება ჰიდროაგრეგატის ავარიულად გაჩერება გამოიწვიოს.

ჰიდროაგრეგატების გაზრდილი ვიბრაციებისაგან დაცვის იმ პერიოდისათვის ნოვატორული და პროგრესული სისტემა დრომ მორალურად და ფიზიკურად გაცივითა.

დღეს ჰესებისა და ჰიდროგენერატორების ექსპლუატაციის გამოცდილებამ დღის წესრიგში დააყენა ჰიდროგენერატორების უწყვეტი ვიბრაციული კონტროლის განხორციელების აუცილებლობა, რაც საქართველოს პირობებში პირველად განხორციელდა ენგურჰესზე სარეაბილიტაციო პროგრამით გათვალისწინებული სამუშაოებით, რომლებიც მოიცავს ტექნოლოგიურ დანადგარებს და ითვალისწინებს ვიბრაციული კონტროლის ფუნქციონალურ შესაძლებლობებს.

ენგურჰესის 260 მეგავტ სიმძლავრის ხუთივე ჰიდროგენერატორი სარეაბილიტაციო პროგრამის ფარგლებში აღიჭურვა ფირმა „სიმენს-ვოიტის“ მიერ დამონტაჟებული **VIBROCONTROL 4000** ტიპის ვიბრაციის საკონტროლო საზომ-სარეგისტრირებელი მოწყობილობებით.

პირველად ვიბრაციის კონტროლის საზომ-სარეგისტრირებელი მოწყობილობა დამონტაჟდა ენგურჰესის №3 ჰიდროგენერატორზე და ექსპლუატაციაშია 2006 წლიდან.

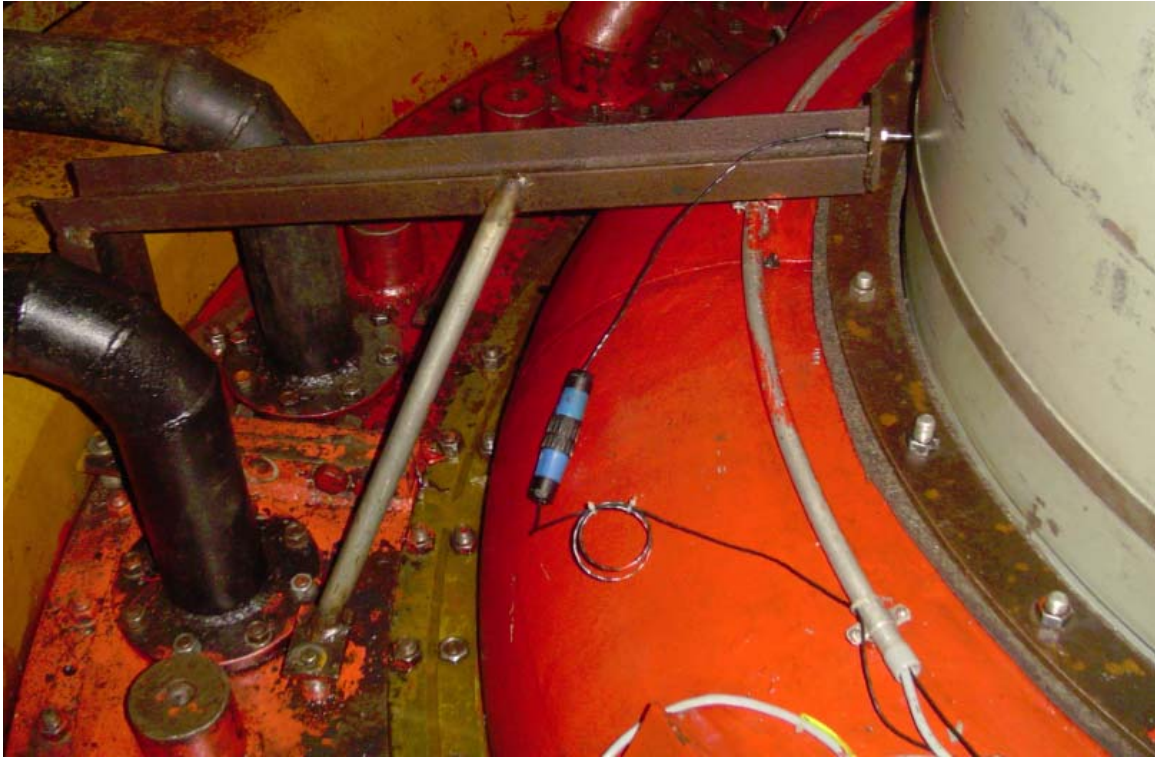
ვიბრაციის კონტროლის სამზომ-სარეგისტრირებელი მოწყობილობა ახორციელებს ჰიდროაგრეგატის ღერძის საკისრის საყელურის გადაადგილების ფიქსირებას საკისრის კორპუსის ან გენერატორის ჯვარედების მიმართ. ღერძული ცემა იზომება მიკრომეტრებში (მკმ).

ღერძული ცემის საზომი მოწყობილობით აღჭურვილია გენერატორის ზედა და ქვედა მიმმართველი საკისრები და ტურბინის საკისარი, ხოლო თვით გადამწოდები განლაგებულია ჰორიზონტალურად ზედა ბიეფისა და მარჯვენა ნაპირის მხრიდან.

ჰიდროგენერატორის ქუსლის აბაზანაში დაყენებულია ვიბროგადამწოდი, რომელიც აფიქსირებს ჰიდროაგრეგატის ვერტიკალური ვიბრაციის ვიბროსინქარეს.

მოწყობილობა ჩართულია ჰიდროაგრეგატის მექანიკური დაცვის პროცესში და აგრეგატის მუშაობის უწყვეტ რეჟიმში აკონტროლებს ღერძულ ცემას. ჰიდროაგრეგატის ღერძული ცემის საშიშ ან დაუშვებელ ზღვრამდე აწევისას მოწყობილობა იძლევა გამაფრთხილებელ სიგნალს ან მყისიერად გამორთავს ჰიდროგენერატორს ელექტროსისტემიდან.

VIBROCONTROL 4000 სისტემის სპეციალიზებული დანადგარის დადებითი მხარეა ამ სისტემის ფუნქციონალური შესაძლებლობები, რომლებიც უზრუნველყოფს ჰიდროგენერატორის რთულ საექსპლუატაციო პირობებში და გენერატორის მუშაობის უწყვეტ რეჟიმში ჰიდროაგრეგატის ღერძული ცემის კონტროლს, ახორციელებს საზომ-სარეგისტრირებელ სისტემასთან მიერთებული სხვადასხვა ტიპის ყველა გადამწოდიდან მიღებული ინფორმაციული პარამეტრების სრულ ჩაწერას და შენახვას. ჰიდროაგრეგატის ღერძული ცემის დასაშვები ნორმებიდან გამოსვლის შემთხვევაში სისტემა იძლევა გამაფრთხილებელ სიგნალს ან ავარიულად გამორთავს ჰიდროგენერატორს ელექტროსისტემიდან. მაგრამ ამ სისტემას აქვს უარყოფითი მხარეებიც, რომლებიც გამოვლინდა და საგრძნობი გახდა ღერძული ცემის საზომ-სარეგისტრირებელი სისტემის მრავალწლიანი ექსპლუატაციის შემდეგ; კერძოდ, ღერძული ცემის საზომ-სარეგისტრირებელი სისტემა, რომელიც აღჭურვილია ინდუქციური უკონტაქტო გადამწოდებით, განლაგებულია გენერატორის ზედა, ქვედა და ტურბინის მიმმართველ საკისრებში ზედა ბიეფისა და მარჯვენა ნაპირის მხრიდან. თვით გადამწოდები მყარადაა დამაგრებული მიმმართველი საკისრის აბაზანაში სპეციალურ საყრდენზე, ხოლო ეს სპეციალური საყრდენი ასევე მყარადაა დამაგრებული საკისრის აბაზანის ან გენერატორის ჯვარედის კონსტრუქციაზე (ნახ. 2).



ნახ. 2. ღერძული ცემის საზომი მოწყობილობით აღჭურვილი ტურბინის მიმმართველი საკისარი

ჰიდროაგრეგატის მიმმართველი საკისრის საყელურსა და ღერძული ცემის უკონტაქტო ინდუქციურ გადამწოდს შორის მუშა შუალედი 2–4 მმ-ს შეადგენს. თუ დავუშვებთ და განვიხილავთ ისეთ შემთხვევას, როდესაც ჰიდროგენერატორის ექსპლუატაციის პირობებში მოხდა გენერატორის ზედა ან ქვედა ჯვარედის განმბჯენი საწევრების (დომკრატების) ან ჯვარედის დამჭერი ფუნდამენტის საანკერო ჭანჭიკების თვითმოშვება, ჰიდროგენერატორის ღერძი და ჯვარედზე დამაგრებული ღერძული ცემის გადამწოდები ერთნაირი სიხშირითა და თითქმის ერთი და იმავე ამპლიტუდით იწყებს ვიბრირებას. მათ შორის არ იქნება არავითარი წანაცვლება და, შესაბამისად, ღერძული ცემის მოწყობილობიდან მიღებული ინფორმაცია აღმოჩნდება მცდარი.

ზემოთქმულის გარდა, ღერძული ცემის საზომ-სარეგისტრირებელი მოწყობილობის უკონტაქტო ინდუქციური გადამწოდის მცირე მუშა შუალედის გამო (რომელიც, როგორც აღვნიშნეთ, 2–4 მმ-ს შეადგენს) გენერატორის მოძრავი ღერძი მექანიკურად წამოედება ხოლმე ღერძული ცემის ინდუქციურ გადამწოდს. ამ მოვლენას ხშირად მწყობრიდან გამოჰყავს ღერძული ცემის ინდუქციური უკონტაქტო გადამწოდი, ამიტომ **VIBROCONTROL 4000** სისტემის სპეციალიზებული დანადგარი პრაქტიკულად ფუნქციის გარეშე რჩება და ვერ პასუხობს წაყენებულ მოთხოვნებს.

დასკვნა

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოში დღეისათვის ჯერ კიდევ არ არსებობს ჰიდროგენერატორების მონიტორინგის ისეთი სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს მათი მუშაობის უწყვეტ რეჟიმში ვიბრაციული მდგომარეობის ფიქსირება-კონტროლსა და სიგნალიზაციას და საჭიროების შემთხვევაში მათ ავარიულ

გამორთვას. შესაბამისად, მძლავრი ჰიდროგენერატორების ვიბრაციული მდგომარეობის კონტროლისა და დიაგნოსტიკის კომპიუტერული სისტემის დამუშავების საკითხი ძალზე აქტუალურია და აქვს როგორც თეორიული, ასევე დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Чоговадзе Г. И. Гидроэлектростанции. М.: Энергия, 1971. - 270 с.
2. პ. შენგელია. ჰიდროელექტრული სადგურები. თბ.: განათლება, 1967. - 272 გვ.
3. ვ. მაღლაკელიძე. ჰიდროლოგია, ჰიდრომეტრია და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები. თბ.: განათლება, 1990. - 422 გვ.
4. Защита от повышенной вибрации гидроагрегатов. Отчет по теме №34. Министерство энергетики и электрификации СССР. Тбилисский научно-исследовательский институт сооружений и гидроэнергетики им. А. В. Винтера. Тб., 1965.

STATIONARY SYSTEMS AND EQUIPMENTS OF CONTROL AND PROTECTION OF A VIBRATING CONDITION OF GEORGIAN HYDRAULIC GENERATORS

L. Gugulashvili, Z. Azmaifarashvili, I. Metskhvarishvili, G. Gugulashvili

(Georgian Technical University)

Resume. There are considered the conditions of operation of hydro-generators and there is shown, that arising in generators vibrations damage them and increase the economic cost of an emergency stop and the necessary repair. There are described the basic causes of the vibrations in hydro-generators. There are presented stationary systems, that are currently used for the diagnosis and control of a vibrating condition of generators and are described their positive and negative sides. It is shown, that at present there is not still a perfect system, which is guaranteed to be able to ensure the protection of hydraulic generators from damage, caused by vibrations in the course of their work.

Key words: defect; diagnostics; hydro-generator; transmitter; vibration.

СТАЦИОНАРНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ НА ГИДРОГЕНЕРАТОРАХ ГРУЗИНСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Гугулашвили Л. Т., Азмаипарашвили З. А., Метхваришвили И. Р.,

Гугулашвили Г. Л.

(Грузинский технический университет)

Резюме. Рассмотрены условия работы гидрогенераторов и показано, что возникающие в генераторах вибрации приводят к их повреждению и увеличению экономических расходов на вынужденную остановку и необходимый ремонт оборудования. Описаны основные причины возникновения вибраций в гидрогенераторах. Представлены стационарные системы, которые использовались и в настоящее время используются для диагностики и контроля вибрационного состояния генераторов на электростанциях Грузии, описаны их положительные и отрицательные стороны. Показано, что к настоящему времени еще не существует такой совершенной системы, которая сможет гарантированно обеспечивать защиту гидрогенераторов от вызванных вибрациями повреждений в процессе их работы.

Ключевые слова: вибрация; гидрогенератор; датчик; дефект; диагностика.

მცირე ბიზნესის მღვრომარეობა ზოგიერთ განვითარებულ ქვეყანაში

რამაზ ოთინაშვილი, მაგდა იაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია სამეწარმეო საქმიანობის ერთ-ერთი უძველესი და ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ფორმის – მცირე და საშუალო ბიზნესის (მსბ) განვითარების საკითხი. მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების გამოცდილება ადასტურებს, რომ ნებისმიერი ეკონომიკური წინსვლა დამოკიდებულია ეფექტიანი მცირე და საშუალო ბიზნესის არსებობასა და მის სწორად წარმართვაზე.

გერმანიის მთავრობა დიდ ყურადღებას უთმობს მსბ-ის განვითარებას და კერძოდ, მსბ-ის პროდუქციის ექსპორტის ხელშეწყობასა და გაფართოებას. აშშ-ში დღეისათვის დარეგისტრირებულია 20 მლნ-ზე მეტი მსბ-ის საწარმო. ამერიკელ მეცნიერთა გაანგარიშებით ყოველი მესამე ამერიკელი ოჯახი დაკავებულია ბიზნესით, უმრავლეს შემთხვევაში კი მსბ-ით.

დღეისათვის იაპონიაში ეკონომიკის 40 % წარმოდგენილია მსბ-ის საწარმოებით, რომლებიც ძირითადად მშენებლობის, მსუბუქი მრეწველობის და სხვადასხვა მომსახურების სფეროში საქმიანობს. ქვეყანაში არსებობს მსბ-ის განვითარების ძალზე ხელსაყრელი პირობები. მსბ-ის განვითარებას განსაკუთრებულ როლს ანიჭებს ჩინეთის მთავრობა და ცდილობს სხვადასხვა მეთოდით ხელი შეუწყოს ამ პროცესს.

მსბ-ის განვითარების მხრივ, CNN-ის მონაცემებით, სინგაპურს უკავია მეხუთე ადგილი მსოფლიოში. დღეისათვის სინგაპურში მოქმედებს 140 000-ზე მეტი მცირე და საშუალო საწარმო, რომელთაგან დიდ უმრავლესობას სწორედ მცირე საწარმოები წარმოადგენს. განვითარებული ქვეყნების ეს მაგალითები ცხადყოფს მსბ-ის განვითარების აუცილებლობას.

საკვანძო სიტყვები: განვითარების ტენდენციები; მთლიანი შიგა პროდუქტი (მშპ); მოსახლეობის დასაქმება; მცირე და საშუალო ბიზნესი (მსბ).

შესავალი

მსბ სამეწარმეო საქმიანობის ერთ-ერთი უძველესი და ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ფორმაა. მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების გამოცდილება ნათლად ამტკიცებს ნებისმიერ ეკონომიკაში მაღალგანვითარებული და ეფექტიანი მცირე და საშუალო ბიზნესის არსებობის აუცილებლობას. ევროპის, აზიისა და ამერიკის განვითარებული ქვეყნების ეკონომიკაში სწორედ ეს სექტორი წარმოადგენს ეკონომიკური და სოციალური განვითარების განმაპირობებელ ფაქტორს.

მცირე ბიზნესის როლი ასევე მნიშვნელოვანია მოსახლეობის დასაქმებისა და, აქედან გამომდინარე, სოციალური პრობლემების გადაჭრის საკითხშიც. საშუალო ბიზნესთან ერ-

თად იგი სამუშაო ადგილების შექმნის ძირითად წყაროს წარმოადგენს. მსოფლიოს ძლიერი, წარმატებული და განვითარებული ქვეყნების გამოცდილებიდან ირკვევა, რომ მათ მცირე საწარმოებში უფრო მეტი ადამიანი ჰყავთ დასაქმებული, ვიდრე ყველა სხვა საწარმოში ერთად აღებული. მსოფლიოს ზოგიერთ ქვეყანაში მცირე საწარმოები მშპ-ის ნახევარზე მეტს აწარმოებენ. მაგალითად, აშშ-სა და გერმანიაში მცირე ბიზნესის სფეროში იქმნება მშპ-ის 57–60 %; ევროკავშირის ქვეყნებში – 63–67 %; იაპონიაში – 52–55 %; საფრანგეთში – 55–62 %; დიდ ბრიტანეთში – 50–53 %. ზემოაღნიშნული ქვეყნების მცირე ბიზნესში დასაქმებულია მოსახლეობის მნიშვნელოვანი ნაწილი: გერმანიაში სამუშაო ძალის 46 %; დიდ ბრიტანეთში – 49 %; იტალიაში – 73 %, იაპონიაში – 78.8 % და ა.შ.

მცირე და საშუალო ბიზნესის მნიშვნელობასა და როლზე მეტყველებს კიდევ ერთი მაგალითი, რომელიც ეხება ფირმა ბოინგს, მსოფლიოს ერთ-ერთ უდიდეს კომპანიას თვითმფრინავების, სარაკეტო და კოსმოსური ტექნიკის დარგში. იგი თანამშრომლობს 5200 მცირე და საშუალო ბიზნესის საწარმოსთან, რომლებიც განლაგებულია მსოფლიოს ხუთივე კონტინენტზე. ეს საწარმოები ამზადებენ კორპორაცია ბოინგისათვის სხვადასხვა დეტალს, კვანძს, ხელსაწყოსა და მოწყობილობას. სწორედ ამ მცირე და საშუალო საწარმოებში დამზადებული პროდუქციისაგან იწყობა საბოლოოდ ასე სახელგანთქმული ბოინგის თვითმფრინავები, რაკეტები და კოსმოსური ხომალდები. რა თქმა უნდა, ამ მცირე და საშუალო საწარმოებში ბოინგისათვის დამზადებული პროდუქცია გადის მეტად მკაცრ კონტროლს და მხოლოდ შემდეგ ხდება მათი მიღება საბოლოო პროდუქციის ასაწყობად და გამოსაშვებად.

საქართველოში მსბ-ის განვითარების ტემპები მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მსოფლიოს ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნების ბიზნესის განვითარების ტემპებს. აღნიშნული ფაქტორი განპირობებულია საქართველოში საბაზრო ურთიერთობების ჩამოყალიბების ხანმოკლე პერიოდით, აგრეთვე იმითაც, რომ ქვეყნის ხელისუფლება ჯეროვნად ვერ აფასებს მცირე და საშუალო ბიზნესის მნიშვნელობას.

[1]-ში განხილული იყო ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების თანამედროვე ეტაპზე მცირე ბიზნესის ხელშემშლელი ფაქტორები. საქართველოში არსებული მსბ-ის განვითარების შესწავლისა და ტენდენციების გასარკვევად მეტად მნიშვნელოვანი და ამავე დროს აუცილებელიცაა მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების მდგომარეობის გათვალისწინება და შედარებითი ანალიზის ჩატარება, რათა შევძლოთ იმ ძირითადი მიმართულებების განსაზღვრა, რომლებიც შემდგომში განაპირობებს საქართველოში მსბ-ის განვითარების პრიორიტეტებს.

ძირითადი ნაწილი

მცირე და საშუალო ბიზნესს (მსბ) გერმანიაში დიდი ხნის ისტორია აქვს. ჯერ კიდევ 1870 წელს გერმანიაში ჩატარდა გამოკვლევები, რომლის მიზანი იყო ქვეყნის ეკონომიკაში მცირე ბიზნესის მნიშვნელობის გარკვევა და მისი განვითარების გზების განსაზღვრა. სწორედ ამ წელს დაადგინეს, რომ მსბ მათი ქვეყნისთვის ეკონომიკური სტაბილურობის საფუძველი იქნებოდა.

მრეწველობის და ეკონომიკის სფეროში გერმანია ასოცირდება ისეთ გიგანტ კომპანიებთან, როგორებიცაა „სიმენსი“, „დაიმლერი“, „ფოლკსვაგენი“, „მერსედეს-ბენცი“ და სხვ. თუმცა მოსახლეობის ფართო ფენებში ნაკლებად არის ცნობილი ის ფაქტი, რომ გერმანიის, როგორც ერთ-ერთი მაღალგანვითარებული და ეკონომიკურად ძლიერი ქვეყნის, სიმყარის საფუძველს სწორედ მცირე და საშუალო ბიზნესი წარმოადგენს.

მცირე და საშუალო ბიზნესი ყოველთვის იყო გერმანიის მთავრობის პოლიტიკის ერთ-ერთი მიმართულება, მაგრამ ეს უფრო მეტად სოციალური პოლიტიკის სფერო იყო, ვიდრე ეკონომიკურისა. მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ კი მიდგომები მკვეთრად შეიცვალა. ეკონომისტები და პოლიტიკოსები იმ საერთო დასკვნამდე მივიდნენ, რომ თავისუფალი საბაზრო ურთიერთობები ძალზე პერსპექტიული იქნებოდა ქვეყნის განვითარებისთვის. გერმანიაში მიაჩნდათ, რომ თავისუფალი კონკურენციის პოლიტიკა წარმოადგენდა საუკეთესო ეკონომიკურ თავისუფლებასა და დამოუკიდებლობას. მსხვილი საწარმოების მუშაობის გამოცდილებამ ცხადყო, რომ არსებობს საშიშროება მათი მონოპოლიებად გადაქცევისა, რაც უარყოფითად იმოქმედებდა ქვეყნის განვითარებაზე. გერმანიის ეკონომიკური მდგომარეობის მიხედვით, მცირე საწარმოთა დიდი რაოდენობა განსაზღვრავდა და არეგულირებდა ფასწარმოქმნის პოლიტიკას. მათ გააცნობიერეს, რომ ასეთი საწარმოები უფრო მოქნილია, ვიდრე გიგანტური საწარმოები და შეუძლიათ ეკონომიკისა და საზოგადოების მოთხოვნილებებზე სწრაფი რეაგირება. მაგალითად, მსხვილ საწარმოებს, მცირე საწარმოებისგან განსხვავებით, არ შეუძლია მოკლე ვადებში წარმოების გაჩერება და ახლის დაწყება. სწორედ ეს გახდა მნიშვნელოვანი საფუძველი იმისა, რითაც მოხდა მსბ-ის პრიორიტეტულ მიმართულებად აღიარება.

გერმანიაში მსბ წარმოდგენილია მიკრო-, მცირე- და საშუალო საწარმოების ფორმით. კომპანია ითვლება მიკროსაწარმოდ, თუკი მასში დასაქმებულია რაოდენობა 10 ადამიანზე ნაკლებია და წლიური ბრუნვა არ აღემატება 2 მლნ ევროს. მცირეა საწარმო, სადაც დასაქმებულია 10-დან 50-მდე მუშაკი და წლიური ბრუნვის მოცულობა 10 მლნ ევროს არ აღემატება. რაც შეეხება საშუალო ბიზნესს, აქ დასაქმებულია რაოდენობა ათეულზე 50-დან 250-მდე და წლიური ბრუნვა განისაზღვრება არა უმეტეს 50 მლნ ევროთი.

დღეისათვის გერმანიაში მსბ-ში დასაქმებულია შრომისუნარიანი მოსახლეობის 65.5 %. მეტ-ნაკლებად პერსპექტიულ მიმართულებებად ითვლება: მომსახურების სფერო (31 %) და ვაჭრობა (20 %), ასევე მშენებლობა და კვების პროდუქტების წარმოება. გერმანიის მსბ-ის სტრუქტურაში ერთ-ერთი განმასხვავებელი ნიშანია ის, რომ უშუალოდ ბიზნესს ეკუთვნის კაპიტალის მხოლოდ 20 %-მდე, ხოლო მისი ძირითადი ნაწილი (80 %) კომერციული ბანკების კუთვნილებაა.

გერმანიის მთავრობა დიდ ყურადღებას უთმობს მსბ-ის განვითარებას; მათ შორის საზღვარგარეთ მსბ-ის პროდუქციის ექსპორტის ხელშეწყობასა და გაფართოებას, რაც ნათლად ჩანს ჩვენი ქვეყნის მაგალითზეც. დღეისათვის გერმანიიდან საქართველოში ექსპორტის დიდ ნაწილს შეადგენს ტექნოლოგიური მოწყობილობები, ფარმაცევტული, ელექტროტექნიკური და ოპტიკური პროდუქცია. გერმანიის სახელმწიფო ბანკი (KfW) გასცემს შეღავათიან კრედიტებს საწარმოებზე და ამავდროულად კომერციული რისკის ნახევარს იღებს საკუთარ თავზე.

მცირე ბიზნესი აშშ-ში. დღეისათვის აშშ-ში დარეგისტრირებულია 20 მლნ-ზე მეტი მსბ-ის საწარმო. ამერიკელ მეცნიერთა გაანგარიშებით, ყოველი მესამე ამერიკული ოჯახი დაკავებულია ბიზნესით, მათ შორის ძირითადად – მსბ-ით.

ევროპის ქვეყნებისგან განსხვავებით, აშშ-ში მსბ-ს მიეკუთვნება საწარმოები, სადაც მუშაობს არა უმეტეს 500 დასაქმებული, ხოლო წლიური ბრუნვა არ აღემატება 15 მლნ აშშ დოლარს. იმის მიხედვით, თუ რა სფეროში ფუნქციონირებს მსბ-ის საწარმო, მასში დასაქმებულია რაოდენობა შეიძლება მერყეობდეს 1-დან 1500-მდე.

აშშ-ში მცირე ბიზნესის ხელშეწყობა გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან დაიწყო. აღნიშნულ პერიოდში ქვეყანაში შეიქმნა მცირე ბიზნესის საქმიანობის ადმინისტრაცია, რომელიც მოწოდებული იყო მთავრობის დონეზე დაეცვა მსბ. დღეისათვის ადმინისტრაციას აშშ-ის თითქმის ყველა დიდ ქალაქსა თუ შტატში გახსნილი აქვს წარმომადგენლობა.

აშშ-ში მსბ-ის განვითარების სახელმწიფო სტრატეგია განისაზღვრება სპეციალური კანონით მცირე ბიზნესის შესახებ, რომელშიც ნათქვამია, რომ კერძო მეწარმეობისა და თავისუფალი კონკურენციის პრინციპებზე დაფუძნებული ეკონომიკა ვერ განვითარდება, თუ არ ექნება სახელმწიფოს მხრიდან მუდმივი მხარდაჭერა.

მსბ-ის მხარდამჭერი ადმინისტრაცია დღეისათვის წარმოადგენს ერთ-ერთ უდიდეს სამთავრობო ორგანიზაციას. იგი ფლობს ასზე მეტ წარმომადგენლობას ქვეყნის ყველა რეგიონში, რომელშიც დასაქმებულია 4000-ზე მეტი მუშაკი. ადმინისტრაცია მჭიდროდ თანამშრომლობს სამეწარმეო საქმიანობის განვითარების ცენტრებთან. მათი უმთავრესი მიზანი მიმართულია მსბ-ის წარმომადგენელთა სწავლებაზე, მათთვის მეწარმეობის უნარ-ჩვევების განვითარებაზე, დაფინანსების წყაროების მოძიებასა და კონსულტაციების გაწევაზე. გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, აშშ-ში მოქმედებს მრავალი სხვადასხვა პროგრამა, რომლებიც ორიენტირებულია მსბ-ის განვითარებაზე. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ინოვაციურ საქმიანობას. აშშ-ში მიაჩნიათ, რომ ინოვაციური საწარმოო საქმიანობა მეტად ეფექტურია. აქ მნიშვნელოვანია მსბ-ის წარმომადგენელთა წვლილი პატენტების რაოდენობაში, რომლებიც გაცემულია ამ საწარმოებზე.

მცირე ბიზნესი იაპონიაში. იაპონია მსოფლიოს იმ მოწინავე და განვითარებულ ქვეყანათა რიცხვს მიეკუთვნება, რომლებმაც წარმატებებს მცირე მსოფლიო ომის შემდგომ ეკონომიკის სწრაფი განვითარებით მიაღწია. აღნიშნულმა ქვეყანამ მსბ-ში ძალზე დიდი როლდენობის ახალი ტექნიკური მიღწევები დანერგა, რამაც მისი ეკონომიკის უპრეცედენტოდ სწრაფი განვითარება განაპირობა. დღეისათვის იაპონიაში ეკონომიკის 40 % წარმოდგენილია მსბ-ის საწარმოებით, რომლებიც ძირითადად მშენებლობის, მსუბუქი მრეწველობის და სხვადასხვა მომსახურების სფეროში საქმიანობენ. იაპონიის ეკონომიკის ერთ-ერთი განმასხვავებელი ნიშანია ის, რომ ავტომობილების და, ზოგადად, ტექნიკური პროდუქციის, წარმოებაში გადამწყვეტია მეცნიერებატევადი მსხვილი კომპანიები და კონცერნები, ხოლო მსბ-ის როლი აღნიშნულ საკითხში შედარებით მცირეა. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, იაპონიის მთავრობა ყოველმხრივ ცდილობს ხელი შეუწყოს ტექნიკურ და მეცნიერებატევად საწარმოებში მსბ-ის როლის გაზრდას და განვითარებას.

მცირე საწარმოთა საქმიანობის რეგულირებისათვის იაპონიაში შექმნილია მცირე საწარმოთა სამმართველო, რომელიც განსაზღვრავს მსბ-ის პოლიტიკას. აღნიშნული სამმართველოს ერთ-ერთი მიმართულებაა მსბ-ის მიერ ანტიმონოპოლიური კანონმდებლობის დაცვა.

იაპონიის კანონით დადგენილია მსბ-ის საწარმოთა სტატუსი, შეღავათების დაწესება მათი საქმიანობის შესაბამისად, აგრეთვე პროდუქციის საბაზრო ფასების მკაცრად რეგულირება, რათა შესაძლებელი იყოს ფასების ზრდის შეჩერება და ინფლაციასთან ბრძოლა. მსბ-ის საწარმოთა ფინანსური მხარდაჭერისათვის იაპონიის მთავრობამ შექმნა მსბ-ის დაზღვევის კორპორაცია და გარანტირებული კრედიტების ასოციაცია. მთავრობა მხარს უჭერს მსბ-ის საწარმოებს კონსალტინგის, რეკლამის, კადრების შერჩევის საქმეში და ორგანიზაციული საკითხების გადაწყვეტაში. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ იაპონიაში შეიქმნა მსბ-ის განვითარებისათვის ძალზე კარგი პირობები, რითაც სახელმწიფო აქტიურად ეხმარება ასეთ საწარმოებს თითქმის ყველა მიმართულებით.

მცირე ბიზნესი ჩინეთში. ჩინეთის მთლიან შიგა პროდუქტში მსბ-ის საწარმოთა წილი შეადგენს 55 %-ს, რაც ბევრად ნაკლებია ევროკავშირის ქვეყნების აღნიშნულ მაჩვენებელზე. ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ ჩინეთმა ამ შედეგს უკანასკნელი 30 წლის განმავლობაში მიაღწია. ქვეყნის მთავრობის წარმომადგენლებს მიაჩნიათ, რომ მსბ ეკონომიკური ზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც ხელს შეუწყობს საბაზრო ეკონომიკური ურთიერთობების გამოცოცხლებასაც.

ჩინეთის მთავრობა მსბ-ის განვითარებას განსაკუთრებულ როლს ანიჭებს და ცდილობს სხვადასხვა მეთოდით ხელი შეუწყოს ამ პროცესს. აღნიშნული ხელშეწყობა გამოიხატება: კანონმდებლობის დახვეწითა და სრულყოფით, გადასახადების პოლიტიკის სწორად რეგულირებით, წარმოების ორგანიზებით, ინვესტიციების ჩადებით, დაკრედიტების ახალი სისტემის შექმნით და მსბ-ის საწარმოებში ახალი მეცნიერებატექვადი ტექნოლოგიების დანერგვით.

ჩინეთში აქტიურად ფუნქციონირებს მსბ-ის მხარდაჭერის სახელმწიფო ფონდები, რომლებმაც ივალდებულა საბანკო კრედიტების გაცემით დაეხმაროს ამ ტიპის საწარმოებს. მეტად პოპულარული გახდა სახელმწიფოს მიერ შექმნილი მსბ-ის განვითარების ფონდი, რომელიც ბიუჯეტიდან ფინანსდება და იცავს მსბ-ის ინტერესებს. მსხვილი ბიზნესის სუბიექტებისგან განსხვავებით, მსბ-ის საწარმოებისათვის მოქმედებს საგადასახადო შეღავათები და დამატებითი დაფინანსების სხვადასხვა წყარო. ჩინეთის მთავრობა დიდ ყურადღებას უთმობს საკანონმდებლო ბაზის სრულყოფას ქვეყანაში მსბ-ის განვითარების მიზნით. 2001 წელს ჩინეთში შეიქმნა სპეციალური საინფორმაციო სამსახური, რომლის დანიშნულებაა მოსახლეობისთვის საინფორმაციო-საკონსულტაციო მომსახურება მსბ-ის საკითხებში ინტერნეტ-საიტების მეშვეობით. შეიძლება ითქვას, რომ მსბ-ის საწარმოებში ახალი სამუშაო ადგილების შექმნა დადებითად მოქმედებს ჩინეთის ეკონომიკაზე. მსბ ჩინეთის ეკონომიკის მამოძრავებელი ფაქტორია, რადგან მასში იქმნება დიდი რაოდენობით ინოვაციური პროდუქცია და ტექნოლოგიური გამოგონებები, რომელთა უდიდესი ნაწილიც გადის ექსპორტზე მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში. მცირე საწარმოთა დახმარებისთვის ჩინეთში შექმნილია აგრეთვე ბიზნესის კოორდინაციისა და კოოპერაციის ცენტრი.

მცირე ბიზნესი სინგაპურში. სინგაპურიც მსოფლიოში ეკონომიკურად ყველაზე განვითარებულ ქვეყანათა რიცხვს მიეკუთვნება. მრავალ ექსპერტს მიაჩნია, რომ სწორედ სინგაპურშია შესაძლებელი სამეწარმეო საქმიანობის საუკეთესოდ წარმართვა. CNN-ის მონაცემებით სინგაპურს მეხუთე ადგილი უკავია მსოფლიოში მსბ-ის განვითარების მხრივ. დღეისათვის სინგაპურში მოქმედებს 140 000-ზე მეტი მცირე და საშუალო საწარმო. მათგან დიდი უმრავლესობა მცირე საწარმოებია. ქვეყნის საწარმოთა 90 % მსბ-ს ეკუთვნის და სწორედ ისინი განსაზღვრავენ სამუშაო ადგილებით მოსახლეობის უზრუნველყოფას.

ეკონომისტების აზრით, ამ აზიური ქვეყნის ეკონომიკის აყვავებისა და სამეწარმეო საქმიანობის წარმატებით ფუნქციონირების მთავარ მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ:

1. სინგაპურის მსბ-ის საფუძველია სხვადასხვა სახის მომსახურება: ვაჭრობა, ტრანსპორტი, ტურიზმი და სხვ;
2. ქვეყნის კანონმდებლობა ხელსაყრელ პირობებსა და გარემოს ქმნის მსბ-ის განვითარებისთვის;
3. ქვეყანა მიმზიდველია ინვესტიციების ჩადების თვალსაზრისით.

სინგაპურში მოქმედებს სხვადასხვა სახის საგადასახადო შეღავათები, რომლებიც მიმართულია უცხოური კაპიტალის მოსაზიდად. კერძოდ, გაუქმებულია გადასახადები მოგების თანხის გადარიცხვაზე; არსებობს გარანტიები ფულადი თანხების დაბანდებაზე და მთელი რიგი ღონისძიებები, რომლებიც ხელს უწყობს ქვეყანაში მსბ-ის განვითარებას, რასაც სინგაპურში სპეციალური სააგენტო არეგულირებს.

დასკვნა

ამრიგად, აშშ-ის, გერმანიის, იაპონიის, ჩინეთისა და სინგაპურის მაგალითზე განხილულია ამ ქვეყნების ეკონომიკის განვითარებაში მცირე და საშუალო ბიზნესის როლი.

ჩვენი ქვეყანა აშკარად ჩამორჩება მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებს მცირე ბიზნესის განვითარების ტემპებით. ჩვენთან ჯერ კიდევ არ არსებობს მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების კონცეფცია და სტრატეგია. აღსანიშნავია, რომ ამ მიმართულებით იყო მცდელობები შექმნილიყო ბიზნესის ხელშემწყობი გარემო და შემუშავებულიყო შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზა, მაგრამ ეს საკმარისი არ აღმოჩნდა იმისათვის, რომ მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებაზე მნიშვნელოვანი გავლენა მოეხდინა. ასე რომ, წამყვანი ქვეყნების გამოცდილება კარგი მაგალითია ჩვენი ქვეყნის მცირე და საშუალო ბიზნესის სწრაფი განვითარებისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. რ. ოთინაშვილი, მ. იაშვილი. საქართველოში მცირე ბიზნესის განვითარების ხელშემწყობი ზოგიერთი ფაქტორის შესახებ. ჟურნალი მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №3 (720), თბ., 2015.
2. რ. ოთინაშვილი. საქართველოს ეკონომიკა. სახელმძღვანელო. თბ.: სტუ, 2012, - 556 გვ.
3. რ. ოთინაშვილი. ეკონომიკური უსაფრთხოება, ანალიზის ანტიკრიმინალური ასპექტები. თბ.: სტუ, 2005.
4. ო. გოგიაშვილი. მცირე და საშუალო ბიზნესის პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები საქართველოში. დისერტაცია ეკონომიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი, 2013.
5. დ. ჯაფარიძე. საქართველოში მცირე ბიზნესის ხელშეწყობის პოლიტიკის ანალიზი. თბ., 2012.
6. მცირე და საშუალო ბიზნესი საქართველოში. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტრო, თბ., 2009.
7. თ. როსტიაშვილი. მცირე და საშუალო ბიზნესის მხარდაჭერის და განვითარების სტრატეგია. დისერტაცია ეკონომიკის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბ.: სტუ, 2009.
8. www.geostat.ge

THE STATE OF SMALL BUSINESS IN SOME DEVELOPED COUNTRIES

R. Otinashvili, M. Iashvili

(Georgian Technical University)

Resume: Small and medium enterprises (SMEs) is one of the oldest and the most common form of business. World experience of the leading countries of the world shows, that any economic progress depends on the effective existence of small and medium-sized businesses.

The German government attaches great importance to the development of SMEs, in particular to the production, export promotion and expansion. Today in the US there are more, than 20 million SMEs. The American scientists have estimated, that one out of every three American Family is engaged in business, in the most cases it SMEs.

Currently, Japan's economy is 40% of the SMEs, which is mostly in construction, light industry and activity in the services sector. There are very favorable conditions for the development of SMEs.

Chinese government attaches great importance to the development of SMEs and trying different ways to this process.

The development of SMEs, according to CNN Singapore ranked fifth in the world. Currently, Singapore has more, than 140 000 small and medium-sized enterprises, of which vast majority of small businesses. These examples illustrate the need for the development of developed countries NSEs.

Key words: development trends; employment of population; gross domestic product(GDP); small and medium enterprises (SME).

БИЗНЕС

О СОСТОЯНИИ МАЛОГО БИЗНЕСА В НЕКОТОРЫХ РАЗВИТЫХ СТРАНАХ

Отинашвили Р. Г., Иашвили М. Н.

(Грузинский Технический Университет)

Резюме. Малый и средний бизнес (МСБ) является одним из старейших и наиболее распространенной формой бизнеса. Мировой опыт ведущих стран мира показывает, что любой экономический прогресс зависит от эффективного существования малого и среднего бизнеса.

Немецкое правительство уделяет большое внимание развитию МСБ, в частности к производству, продвижению и расширению экспорта. На сегодняшний день в США зарегистрировано более 20 миллионов предприятий МСБ.

В настоящее время в экономике Японии 40 % составляют предприятия МСБ, которые в основном функционируют в строительстве, легкой промышленности и в секторе услуг. Созданы очень благоприятные условия для развития МСБ.

Китайское правительство придает большое значение развитию МСБ и пытается различными способами поддерживать этот процесс.

Согласно данным CNN по развитию МСБ, Сингапур занимает пятое место в мире. В настоящее время в Сингапуре работает более 140 000 малых и средних предприятий, из которых подавляющее большинство малые фирмы.

Эти примеры иллюстрируют необходимость развития в стране МСБ.

Ключевые слова: внутренний валовой продукт (ВВП); занятость населения; малый и средний бизнес (МСБ).

იუხტის ტყავის კლასიფიკაცია და გამოყენებული სათრიმლაში ნივთიერებები

თინათინ მაღლაკელიძე, სტეფანო როტელი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საერთაშორისო ასოციაცია „ST- GEORGITALI“)

რეზიუმე: განხილულია ინფორმაციული მასალები, რომლებიც ეხება სამხედრო და სხვა დანიშნულების სპეცფესსაცემლების საზედაპირედ გამოყენებული იუხტის ტყავის საკლასიფიკაციო ნიშნებს. განმარტებულია გათრიმელის პროცესის არსი და წარმოდგენილია იუხტის ტყავის გათრიმელისათვის საჭირო სათრიმლავე ნივთიერებების ჯგუფები. მოცემულია მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და დანიშნულებები გათრიმელის პროცესში.

განსაკუთრებით საინტერესოდ და დეტალურადაა აღწერილი მონაცემები ცხრილების სახით; კერძოდ, ტყავის მოხარშვის ტემპერატურა სათრიმლავე ნივთიერებების მიხედვით, სათრიმლავე მასალების (ქრომის ცირკონიუმის, ტიტანის, ამონიუმის სულფატის, კომპლექსური, მინერალური, მცენარეული და სინთეზური სათრიმლავეების) თვისებები და მათი მრავალფუნქციური დანიშნულება, საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ფიზიკური, ქიმიური და მექანიკური მახასიათებლები და სხვ.

საკვანძო სიტყვები: იუხტის ტყავის კლასიფიკაცია; სათრიმლავე ნივთიერებები; ქიმიური და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

შესავალი

ფესსაცემლის მრეწველობაში ტექნოლოგიის ტრადიციული მეთოდები შეიცვალა ახალი, უფრო პროგრესული მეთოდებით, ტყავის მასალები – პოლიმერული მასალებით, მექანიკური მეთოდები – ქიმიურით, მაგრამ სპეციალისტების მცდელობა იუხტის ფესსაცემლის დასამზადებლად გამოეყენებინათ ქიმიური მეთოდები, წლების განმავლობაში უშედეგოდ რჩებოდა. ამის მიზეზი იუხტის ტყავის მაღალი ცხიმშემცველობა იყო, ამიტომაც ძირის მისამაგრებლად წებოს მეთოდს ვერ იყენებდნენ იუხტის ტყავის ძირთან შეწებების დაბალი უნარის გამო. ამასთან, დაწებება-დაღურსმვის მეთოდი ვერ აკმაყოფილებდა მოთხოვნებს ფესსაცემლის კონსტრუქციის სიხისტის, დიდი მასის, დაბალი წყალმედვეობისა და სხვა უარყოფითი თვისებების გამო.

სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში ქიმიური ტექნოლოგიების გამოყენებით მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები საშუალებას იძლევა იუხტის ტყავი უმეტესად მიზნობრივად იქნეს გამოყენებული სამუშაო და სპეციალური დანიშნულების სპეცფესსაცემლის საპასუხისმგებლო საზედაპირე დეტალებისათვის, მათ შორის სამხედრო დანიშნულების ფესსაცემლებში.

ქიმიური ტექნოლოგიის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით იუხტის ფესსაცემლის დამზადებისას საინტერესო შედეგები იქნა მიღებული. გამოკვლევები ჩაატარა უკრაინის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მეცნიერ მუშაკთა ჯგუფმა, რომლებმაც კიევის №1

ფეხსაცმლის ფაბრიკაში შეიმუშავეს ქრომცირკონსინტანური მეთოდით იუხტის ტყავის დამზადების ტექნოლოგია და დანერგეს სამხედრო დანიშნულების იუხტის ფეხსაცმლის წარმოების პროგრესული მეთოდები ცხელი ვულკანიზაციისა და თხევადი ფორმირების მეთოდების სახით. ეს მეთოდები განაპირობებს ფეხსაცმლის წყალმედვეობას, საჭირო თბო-დამცავ თვისებებს და ზედაპირთან ძირის მიმაგრების საიმედოობას. ტყავის ქრომსინტან-ტანიდური მეთოდით გათრიმვლასთან შედარებით ახალი მეთოდები უფრო პროგრესულია, უზრუნველყოფს ტყავის ხარისხის გაუმჯობესებას და მისი წარმოების ეფექტიანობის გაზრდას [1-6].

ძირითადი ნაწილი

იუხტის ტყავის კლასიფიკაცია. იუხტის ტყავი კლასიფიცირდება ნედლეულის სახეობის, გათრიმვლის მეთოდის, ტყავის ფართობის, სისქისა და კონფიგურაციის მიხედვით. იგი გამოიყენება სანდლების, სამუშაო და სპეცდანიშნულების ფეხსაცმელების საზედაპირე მასალად.

არსებული სტანდარტის (ГОСТ 3123-78 და სხვ.) თანახმად, გათრიმვლის მეთოდის, თერმომედვეობისა და ცხიმშემცველობის მიხედვით, იუხტის ტყავი იყოფა თერმომედვე და საფეხსაცმლე იუხტად. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს კომბინირებული მეთოდით გათრიმვლულ მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის, ცხენის წინარის ან ღორის ტყავს, რომლებიც ხასიათდება მაღალი ცხიმშემცველობით და, რაც მთავარია, აკმაყოფილებს ГОСТ 485-82 სტანდარტის მოთხოვნებს. თერმომედვე იუხტი მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის საზედაპირე ქრომის ტყავია, რომელიც გაჟღენთილია პოლიმერების წყლიანი დისპერსიებით, ცხიმებით და გამოირჩევა დაბალი წყალშედწევადობით.

ფეხსაცმლის სახეობისა და, აქედან გამომდინარე, მასალებისადმი წარდგენილი მოთხოვნების მიხედვით, იუხტი იყოფა სპეცფეხსაცმელების და, ზოგადად, საზედაპირე იუხტად. მათი წარმოების სქემა ძირითადად იდენტურია, ოღონდ მცირედ განსხვავდება გათრიმვლისა და გამოყვანის ოპერაციების რეჟიმებით.

საფეხსაცმლე იუხტი განკუთვნილია სამუშაო და სპეცფეხსაცმელების საზედაპირედ და უნდა ხასიათდებოდეს საკმაოდ დიდი სისქით, სირბილით, წყალმედვეობით და მაღალი ცხიმშემცველობით (22–28 %). საზედაპირე იუხტი გამოიყენება სანდლებისთვისაც. იგი საფეხსაცმლე იუხტისაგან განსხვავდება ნაკლები ცხიმშემცველობით (7–15 %) და დაბალი წყალმედვეობით, აგრეთვე მაღალი დრეკადობით, რაც განაპირობებს ფეხსაცმლის ფორმის უკეთ შენარჩუნებას.

თერმომედვე იუხტი ხასიათდება შედარებით დაბალი ცხიმშემცველობით (8–12 %), აქვს შედარებით კარგი იერ-სახე და მისი გამოყენება შეიძლება ცხელი ვულკანიზაციისა და თხევადი ფორმირების მეთოდებით ძირის მიმაგრებისას. ამ მასალის მაღალი წყალმედვეობა მიიღწევა მასში ჰიდროფობური პოლიმერებისა და ცხიმოვანი ნივთიერებების შეყვანის გზით.

იუხტი მზადდება მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის, ცხენისა და ღორის ტყავებით. მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის იუხტი შეიძლება დამზადდეს მთლიანი და ნახევარტყავის სახით. სანდლებისათვის განკუთვნილი იუხტი შეიძლება დამზადდეს აგრეთვე საკისურისა და კალთების სახითაც, ცხენის იუხტი – მთლიანი ტყავის, წინარის და ნახევარტყავის სახით, ღორის იუხტი – მთლიანი ტყავის ან თევზურას სახით.

გამოყვანის მეთოდის მიხედვით, იუხტი შეიძლება იყოს ნატურალური ან გაკეთილშობილებული, გლუვი ან დაჭდეკებული ზედაპირით; შეღებვის მიხედვით – შავი, ფერადი და

ნატურალური ფერის; სისქის მიხედვით – თხელი (სტანდარტულ H წერტილში იუხტის სისქეა 1,5 – 1,8 მმ), საშუალო (1,8 – 2,2 მმ) და სქელი (2,2 – 3,0 მმ).

ნატურალური სქელი იუხტით შესაძლებელია უსარჩულო ფეხსაცმლის დამზადება [1].

გათრიმვლის პროცესის არსი. გათრიმვლა კოლაგენის სათრიმლაგი ნივთიერებებით სტრუქტურირების პროცესია, რომლის შედეგადაც იცვლება ცილის ქიმიური აგებულება და თვისებები, რაც იწვევს კოლაგენის ფერმენტებისა და სხვადასხვა ჰიდროლიზებადი აგენტებისადმი მდგრადობის ამაღლებას, გაჯირჯეების შემცირებას, დერმის მოხარშვის ტემპერატურის გაზრდას, მისი მოცულობის ფორმირებასა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შეცვლას.

კოლაგენი შეიცავს სხვადასხვა ფუნქციონალურ ჯგუფს: კარბოქსილურს (COOH), ამინურს (NH_2), გუანიდინის (NH-C-NH), იმინოჯგუფებს (NH), სპირტულ ჰიდროქსილებს (OH) და პეპტიდურს (NH-CO) [2-4].

კოლაგენსა და სათრიმლაგი ნივთიერებების შედგენილობაში სხვადასხვა ფუნქციური ჯგუფის არსებობა იწვევს განსხვავებული ბუნებისა და სიმტკიცის ქიმიური ჯგუფების წარმოქმნას, რაც არსებით გააღებნას ახდენს მიღებული ტყავის თვისებებზე. ამრიგად, სხვადასხვა სათრიმლაგი ნივთიერების გამოყენებით იუხტის ტყავის თვისებები (მოცულობის ფორმირება, დაჯდომა და სხვ.) იქნება სხვადასხვა, რასაც ამტკიცებს ის, რომ ასეთი სათრიმლაგი ნივთიერებებით გათრიმვლი ნახევარფაბრიკატის ხარშვის ტემპერატურა სხვადასხვაა (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ტყავის ხარშვის ტემპერატურა სათრიმლაგი ნივთიერებების მიხედვით

სათრიმლაგი ნივთიერებები	ხარშვის ტემპერატურა, °C
ექსტრაქტი	
ნაძვის	68,3
მუხის	75,0
ტირიფის	76,3
კვებრახოს	85,5
სინთეზური სათრიმლაგი	
№2	80,0
СПC	73,0
БHC	71,0
არაორგანული სათრიმლაგი	
ქრომის	125,0
ციროკონიუმის	105,0
ტიტანის	96,0

იუხტის ტყავის წარმოებისას გამოიყენება გათრიმვლის რამდენიმე მეთოდი: ქრომსინ-ტანტანიდური, ქრომსინტანური, ქრომციროკონსინტანური, ტიტანციროკონსინტანური. საინტერესოა უკრაინის ტყავ-ფეხსაცმლის წარმოების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში შემუშავებული წყალმედვეი იუხტის ტყავის წარმოების მეთოდი, რაც გულისხმობს გათრიმვლისას ქრომკარბამიდუროტროპინის და ქრომალუმინსინტანური ნაერთების გამოყენებას და გათვალისწინებულია სპორტული და სამუშაო ფეხსაცმელების დასამზადებლად.

სათრიმლავეს მიეკუთვნება არაორგანული (მინერალური) და ორგანული ნივთიერებები, რომლებსაც ცილებთან ურთიერთქმედებისას ტიტველას ტყავად გარდაქმნის უნარი აქვს.

იუხტის წარმოებაში გამოიყენება აგრეთვე არაორგანული სათრიმლავე (ქრომის, ცირკონიუმის, ტიტანისა და ალუმინის ნაერთები), მცენარეული წარმოშობისა (ტანიდები) და სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებები, რომლებიც მიღებულია არომატული ნივთიერებების სინთეზით [1].

არაორგანული სათრიმლავე ნივთიერებები და ქრომის სათრიმლავე ნაერთები. ქრომის სათრიმლავე მშრალი ნაერთი წარმოადგენს სამგალენტიანი ქრომის გოგირდმჟავა მარილს სხვადასხვა ფუძით. ძირითადი ნივთიერებისა და მინარევების შემცველობის მიხედვით, იგი ორი ხარისხისაა: უმაღლესი და პირველი ხარისხის. ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების მიხედვით, ეს ნივთიერება უნდა შეესაბამებოდეს მე-2 ცხრილში მოცემულ ნორმებს.

ცხრილი 2

სათრიმლავე ქრომის მასალების თვისებები

მაჩვენებელი	საზ. ერთ.	უმაღლესი ხარისხის სათრიმლავე ნაერთი	პირველი ხარისხის სათრიმლავე ნაერთი
მასალის იერ-სახე		მწვანე ფერის ფხვნილი ან მარცვლები	მწვანე ფერის ფხვნილი ან მარცვლები
მასალის კუთრი წილი: ქრომი (Cr_2O_3), არანაკლები რკინა Fe_2O_3 გადაანგარიშებით, არანაკლები წყალში უხსნადი ნაშთი, არა უმეტესი ქრომის ანჰიდრიდი (Cr_2O), არა უმეტესი ფორმალდეჰიდი, არა უმეტესი ტენი, არა უმეტესი	%	27 0,04 0,2 უნდა გაუძლოს გამოცდას სტანდარტის მიხედვით 0,2 6,0	25 0,1 1,0 უნდა გაუძლოს გამოცდას სტანდარტის მიხედვით 0,7 6,0
ფუძიანობა: დაბალი I საშუალო II მაღალი III	%	– – 36 – 42	20 – 26 27 – 35 36 – 42

ცირკონიუმის სათრიმლავე ნაერთები. ეს სათრიმლავე ნივთიერება წარმოადგენს ცირკონიუმისა და ნატრიუმის ორმაგ ნაერთს. გარეგნულად ნატრიუმის სულფატცირკონატი თეთრი ან მოყვითალო კრისტალური მასაა მექანიკური მინარევების გარეშე. მისი ხარისხი უნდა შეესაბამებოდეს ქვემოთ მოცემულ ნორმებს:

მასური წილი, %;

ცირკონიუმის დიოქსიდი – ZrO_2 , არანაკლები – 27 – 30;

წყალში უხსნადი ნაშთი, არა უმეტესი – 2;

რკინის ოქსიდი – 0, 025;

ფუძიანობა, % – 36 – 42.

გარდა ამისა, გამოიყენება ამონიუმის სულფატცირონატი, რომლის ხარისხიც განისაზღვრება შემდეგი მაჩვენებლებით:

მასური წილი, %;

ცირონიუმის დიოქსიდი – ZrO_2 , არანაკლები – 27 – 30;

წყალში უხსნადი ნაშთი, არა უმეტესი – 2.

ტიტანის სათრიმლავი – ტიტანისა და ამონიუმის სულფატი. ეს სათრიმლავი ნივთიერება წარმოადგენს მონოჰიდრატის ფორმის ტიტანისა და ამონიუმის სულფატს $(NH_4)_2TiO_2(SO_4)_2 \cdot H_2O$, რომელიც გარეგნულად თეთრი ფერის ფხვნილია. მიკროსკოპული კვლევისას აღმოჩნდა, რომ იგი იზოტროპული კრისტალებია (ტეტრაედრი). ამ ნივთიერების ხარისხის მაჩვენებელი უნდა შეესაბამებოდეს შემდეგ ნორმებს:

მასური წილი, %

ტიტანის ჰიდროქსიდი TiO_2 , არანაკლები – 19;

მინარეგები, არა უმეტესი: Fe_2O_3 – 0,05;

CaO – 0,1;

ფუძიანობა, % – 42–47;

ტიტანისა და ამონიუმის სულფატი არა უმეტეს 4 სთ-ის განმავლობაში მორევით უნდა გაიხსნას $50^\circ C$ ტემპერატურის წყალში. მიღებული ხსნარი უნდა შეიცავდეს არანაკლებ 70 გ/ლ TiO_2 -ს. დასაშვებია ნალექი ტიტანისა და ამონიუმის სულფატის მასიდან არა უმეტეს 0,3 %-ისა.

კომპლექსური მინერალური სათრიმლავები. ტყავის მრეწველობაში დიდ ინტერესს იწვევს ცირკონქრომული, ცირკონტიტანქრომული, ცირკონტიტანქრომალუმინური კომპლექსური მინერალური სათრიმლავი ნივთიერებები. მათი გამოყენებისას იზრდება ტყავის გამოსავლიანობა, უმჯობესდება ტყავის ხარისხის მაჩვენებლები. ამასთან, მკვეთრად იზრდება სათრიმლავი ნივთიერებების ხარჯიც. მე-3 ცხრილში მოცემულია აღნიშნული მასალების მახასიათებლები.

ცხრილი 3

კომპლექსური მინერალური სათრიმლავი ნივთიერებების მახასიათებლები

სათრიმლავები	შემცველობა, %				
	ZrO_2	TiO_2	CrO_2	Al_2O_3	ხსნარის pH
ცირონიუმქრომული	30,2	–	5,8	–	3,2
ცირონიუმტიტანქრომული	32,1	8,0	3,3	–	2,3
ცირონიუმტიტანქრომალუმინური	25,4	6,5	3,0	3,9	2,5

მცენარეული სათრიმლავები მიეკუთვნება ორგანულ სათრიმლავ ნივთიერებებს. სათრიმლავები არსებობს როგორც ფხვნილის სახით, ისე მყარი და თხევადი (ტენშემცველობა, შესაბამისად, 5 – 8 და 20). ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით სათრიმლავი ექსტრაქტები უნდა შეესაბამებოდეს სტანდარტებითა და ტექნიკური პირობებით დადგენილ ნორმებს (ცხრილი 4).

მუხის ექსტრაქტი მზადდება მუხის მერქნისაგან. იგი შეიძლება იყოს მყარი ან თხევადი. მუხის ექსტრაქტი გამოიყენება საძირე, ტექნიკური და სასარაჯო-საუნაგირე ტყავების დასამზადებლად. მცენარეულ სათრიმლავ ნივთიერებათაგან ყველაზე მეტად გამოყენებულია მუხის ექსტრაქტი.

ტირიფის ექსტრაქტი მიიღება ტირიფის ქერქისაგან. იგი მიეკუთვნება საუკეთესო სათრიმლავ ნივთიერებებს და ტყავს აძლევს საკმაო სისრულეს (სისქეს), განაპირობებს ტყავის წყალმედვეობის მაღალ მაჩვენებელსა და ღია ფერს. ექსტრაქტი წარმოადგენს ერთგვაროვან მუქ ყავისფერ მასას, რომელიც იხსნება ცხელ წყალში.

ნაძვის ექსტრაქტს გამოიმუშავენ ნაძვის ქერქისაგან. იგი მუქი ყავისფერი ერთგვაროვანი მასაა, რომელიც იხსნება ცხელ წყალში. ნაძვის ექსტრაქტის უარყოფითი მხარეა ტყავის ნაწილობრივ არასრულყოფილი გათრიმვლა, ამიტომ მას იყენებენ სხვა მცენარეულ (მუხის, ტირიფის) ექსტრაქტებთან ერთად კომბინაციაში; ასევე სინთეზურ და მინერალურ (ქრომისა და ცირკონიუმის) ექსტრაქტებთან ერთად.

ფიჭვის ექსტრაქტი მზადდება ფიჭვის ქერქისაგან მყარი პროდუქტის სახით. ის ძვირფასი სათრიმლავი ნივთიერებაა. ფიჭვის ექსტრაქტი გამოიყენება, როგორც საძირე, ასევე საზედაპირე ტყავების დასამზადებლად.

ცხრილი 4

მცენარეული სათრიმლავი ნივთიერებების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

მაჩვენებელი	განზომილება	მუხის ექსტრაქტი						ტირიფის ექსტრაქტი		ნაძვის ექსტრაქტი		ფიჭვის ექსტრაქტი
		მყარი			თხევადი			მყარი	თხევადი	მყარი	თხევადი	
		I	II	III	I	II	III					
ხვედრითი წილი: ტენი, არანაკლები ბელტში, ნაჭრებში, ფხენილში	%	19 16 8	19 16 8	19 16 8	— — —	— — —	— — —	18 8 8	— — —	19 8 8	— — —	21 — —
ტანიდები, არანაკლები ბელტში და ნაჭრებში, ფხენილში	%	56 —	50 —	45 —	54 —	48 —	43 —	50 46	45 —	46 43	42 —	52 —
წყალში უხსნადი ნივთიერებები, არა უმეტესი	%	4,5	5,0	5,8	4,5	5	5,8	4	3	4	3	4
ნაცარი, არა უმეტესი	%	—	—	—	—	—	—	6	6	6	6	—
რეინის დიოქსიდი, არა უმეტესი	%	—	—	—	—	—	—	0,02	0,02	0,035	0,035	—
კეთილხარისხოვნება არანაკლები ბელტში, ნაჭრებში და ფხენილში;	%	58 —	52 —	47 —	56 —	50 —	45 —	52 48	— —	48 44	43 —	54 —
ხსნარის pH;		4,2	4,5	4,8	4,2	4,5	4,8	4-5,5	4-5,5	4-5,5	4-5,5	4-5
ხსნარის ფარდობითი სიბლანტე, არა უმეტესი ბელტში და ნაჭრებში, ფხენილში		— —	— —	— —	— —	— —	— —	45 30	30 —	65 40	— —	50 —

სინთეზური სათრიმლავეები. ყველა სახეობის ტყავის დამზადებისას მცენარეულ და მინერალურ სათრიმლავეებთან ერთად ფართოდ გამოიყენება სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებები, რომელთა ძირითადი ნედლეულია ფენოლური ნაერთები.

სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებების მცენარეულ და მინერალურ ნივთიერებებთან ერთად კომბინაციაში გამოყენება განაპირობებს გათრიმვლის პროცესის შემცირებას, მოცემული ტყავის ცალკეული სამომხმარებლო თვისებების გაუმჯობესებას, მცენარეული სათრიმლავე ნივთიერებების ეკონომიას ან მთლიანად ჩანაცვლებას და მიღებული ტყავის თვითღირებულების შემცირებას [2].

არსებობს სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებების რამდენიმე კლასიფიკაცია, რომელთა შორის უპირატესობა ენიჭება დანიშნულების მიხედვით შედგენილ კლასიფიკაციას. ამ კლასიფიკაციით სათრიმლავეები შეიძლება იყოს დამხმარე, ტანიდების შემცველი და სპეციალური დანიშნულების [3].

დამხმარე სინთეზურ სათრიმლავეებს მიეკუთვნება ისეთი სინთეზური სათრიმლავეები, რომლებსაც შეუძლია ტანიდების დისპერსირება და გათრიმვლის პროცესის დაჩქარება. ტყავის მრეწველობაში შედარებით ფართოდ გამოიყენება ნაფტალინის ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციის ბაზაზე მიღებული სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებები. მათი მიღების პროცესი დაყოფილია ისეთ სტადიებად, როგორიცაა: სულფიდირება, კონდენსაცია, ნეიტრალიზაცია და სტანდარტიზაცია.

ასეთი სქემით მზადდება ნაფტალინკონდენსირებული და ნაფტალინფორმალდეჰიდური სინთეზური სათრიმლავეები.

ტანიდების შემცველები წარმოებული ორგანული სათრიმლავე ნივთიერებების საერთო რაოდენობის 45–48 %-ს შეადგენს. ისინი უფრო ტექნოლოგიურია, ვიდრე დამხმარე სინთეზური სათრიმლავეები. მათი საშუალებით გათრიმლული ტყავები უფრო რბილია და საკმაო სისქისა. ხარშვის ტემპერატურაა 75–80°C.

სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებებით არა მარტო მნიშვნელოვნად მცირდება, არამედ მთლიანად იცვლება გათრიმვლის პროცესში მცენარეული ტანიდების გამოყენება და უმჯობესდება ტყავის ცალკეული თვისებები (მდგრადობა დაობების, დაბერების, აგრესიული გარემოს ზემოქმედებისადმი და სხვ.). მაგალითისათვის განვიხილოთ რამდენიმე სათრიმლავე ნივთიერება:

№2 სათრიმლავეი ხასიათდება გათრიმვლის საუკეთესო თვისებებით და დისპერსირების უნარით. მას იყენებენ სხვა მცენარეულ და სინთეზურ სათრიმლავეებთან ნარევის სახით სხვადასხვა სახეობის ტყავის დასამზადებლად და დამოუკიდებლადაც ტყავის დამატებითი გათრიმვლისათვის; ასევე იყენებენ მინერალურ სათრიმლავე ნივთიერებებთან ერთად კომბინირებული გათრიმვლისათვის [1-6].

ომეგასუღფორებით მიღებულ სინთეზურ სათრიმლავეებს მიეკუთვნება №5, 6 და 12 სათრიმლავეები [9]. ისინი ერთმანეთისაგან ძირითადად განსხვავდებიან მათ მისაღებად გამოყენებული საწყისი ფენოლებით. ამ სინთეზური სათრიმლავეების უდიდეს ღირსებას წარმოადგენს კარგი ფორმირებისა და შევსების უნარი [1].

№5 სათრიმლავეის დამახასიათებელი თვისებებურებაა ის, რომ კარგად შედის კომბინაციაში ნაძვის ექსტრაქტთან. ამ ნივთიერებით გათრიმლული ტყავი (მინერალური სათრიმლავეების გარეშე) გამოირჩევა ხარშვის მაღალი ტემპერატურით (დაახლოებით 80°C) და

გათრიმვლის რიცხვი მიახლოებულია მცენარეული ტანიდებით გათრიმვლის რიცხვთან, გამოდის მყარი სახით და მუქი ყავისფერია.

№6 სათრიმლაგი წარმოადგენს ფისის ომეგასულფიროვან პროდუქტს, რომელიც მიიღება სინთეზური ფენოლის კონდენსაციის მეთოდით. შემდეგ მუშავდება ნატრიუმის სულფატით, ფორმალინით, აგრეთვე გოგირდმჟავათი და ძმარმჟავათი.

№12 სათრიმლაგი ფიქლის ფენოლების ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციის პროდუქტია, რომელიც დამუშავებულია ფორმალდეჰიდისა და სულფატის ნარევით. აღნიშნული მასალით დამუშავებულ ტყავს კარგი ფერი აქვს; გათრიმვლის რიცხვი 70 – 74.

БНФ სათრიმლაგი ფართოდ გამოიყენება იუხტისა და ფეხსაცმლის საძირე ტყავების დასამზადებლად. იგი წარმოადგენს ტანიდების კარგ შემცველს იუხტის გათრიმვლისას, კარგად თავსებადია მცენარეულ, მინერალურ და სინთეზურ სათრიმლაგებთან.

БНС სათრიმლაგს კარგ სათრიმლავ თვისებებთან ერთად აქვს დისპერსირების უნარი; მისი გამოყენებისას მიიღება ნათელი ფერის იუხტის ტყავი.

ერთ-ერთ პერსპექტიულ მეთოდად ითვლება ფენოლფორმალდეჰიდის ფისის ლიგნოსულფონურ მჟავებში დისპერსირების საფუძველზე სინთეზური სათრიმლაგების მიღება. ამ ტიპის სათრიმლაგების წარმოება ეკონომიკურია, რადგან მიღების მეთოდი რთული არაა (ისინი წარმოადგენენ ცელულოზა-ქაღალდის წარმოების ნარჩენებს) და მათი გამოყენების შემდეგ ნედლეულის ნარჩენები პრაქტიკულად აღარ რჩება. ამ მეთოდით მზადდება **1М, №3** და **СНС სათრიმლაგები**.

1М სათრიმლაგი დიოქსიდფენილსულფონის ფორმალდეჰიდთან ტუტე გარემოში კონდენსაციის პროდუქტია, რომელიც დისპერსირებულია ლიგნოსულფონის მჟავებში, რის საფუძველზეც ტყავი ღებულობს თანაბარ, ღია შეფერილობას. მას იყენებენ იუხტისა და ფეხსაცმლის საძირე ტყავის დასამზადებლად.

№3 სათრიმლაგი ფენოლფორმალდეჰიდის ფისის კონცენტრატთან დისპერსირების პროდუქტია. გარეგნულად მუქი ყავისფერი ბლანტი სითხეა. გამოიყენება ყველა სახის ტყავის დასამუშავებლად.

№9 სათრიმლაგი წარმოადგენს დიოქსიდფენილსულფონის და სულფიდური სპირტის ფორმალდეჰიდთან ერთობლივი კონდენსაციის პროდუქტს, რომელიც დისპერსირებულია ნაფტალინსულფომჟავაში და ნაწილობრივ ნეიტრალიზებულია ნატრიუმის კარბონატით.

СНС სათრიმლაგს აწარმოებენ ფიქლის ფენოლების ფორმალდეჰიდთან და სულფიდური სპირტის კონცენტრატთან კონდენსაციის გზით (კონცენტრატში დისპერსირებით). ეს სათრიმლაგი ნივთიერება ფართოდ გამოიყენება იუხტისა და ფეხსაცმლის საძირე ტყავების დასამზადებლად, აგრეთვე ქრომით გათრიმვლილი საზედაპირე ტყავების დამატებითი გათრიმვლისათვის. აღნიშნული სათრიმლაგი ნივთიერებების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მოცემულია მე-5 ცხრილში.

უფრო პერსპექტიულია კომპლექსური ქიმიური პრეპარატები, რომლებსაც აქვს მრავალფუნქციური თვისებები სათრიმლაგის, საღებავისა და შემგვსების ან სათრიმლაგისა და საცხიმავის და სხვ. რითაც ისინი ტექნოლოგიური პროცესების გაერთიანების საშუალებას იძლევიან [1-4].

საღებავ სინთეზურ სათრიმლაგებს მიეკუთვნება ლითონკომპლექსური ყავისფერი და ლითონკომპლექსური მწვანე სათრიმლაგები, რომლებიც წამოადგენს რკინის ან კობალტის

კომპლექსს, 1-ნიტროზო-2-ნაფტოლსულფომჟავების ფენოლებთან პოლიკონდენსაციის პროდუქტს [3]. მე-6 ცხრილში მოცემულია ორივე სათრიმლავე მასალის ანალიზური მაჩვენებლები.

სათრიმლავე ნივთიერებებს იყენებენ სხვადასხვა სახის ტყავნედლეულისაგან ველურას, საზედაპირე ქრომის ტყავისა და ზოგიერთი სახის იუხტის ტყავის დასამზადებლად. საღებავი სათრიმლავე ნივთიერებების დამახასიათებელი თვისებებია შუქმდევობისა და მშრალი ან სველი ხახუნისადმი ტყავის მდგრადობის ამაღლება.

საცხიმავე და მაფიქსირებელი სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებები ძალიან პერსპექტიულია იუხტის ტყავის წარმოებაში. მაფიქსირებელ სინთეზურ სათრიმლავეთაგან გამოიყენება ფიქსატორი, რომელიც მიიღება ფენოლის ან მისი წარმოებულების ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციის შედეგად ამონიუმის სულფატის თანაობისას.

ცხრილი 5

სინთეზური სათრიმლავე ნივთიერებების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

მაჩვენებელი		სინთეზური სათრიმლავეები										
		№2	№5	№6	№12	БНФ	БНС	1М	№3	№9	СПС	
											მყა- რი	თხე- ვადი
მასური წილი ტენი, არა უმეტესი ფხვნილში ან მარცვლებში, თხევად მდგომარეობაში	%	14	25	25	24-26	17	17	20	30	30	30	—
		50	—	—	—	60-65	60-65	—	—	—	—	—
ტანიდები, არანაკლები	%	56	55	50	56	57	62	49	44	45	48,5	47
წყალში უხსნადი ნივ- თიერება, არა უმეტესი	%	0,5	2,5	0,5	—	0,5	0,5	2,5	3,5	—	0,5	—
ნაცარი, არა უმეტესი	%	0,8	28	28	3	1	2	9	3	32	5	3
რკინის დიოქსიდი, არა უმეტესი	%	0,05	0,08	0,1	0,1	0,02	0,5	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04
კალციუმის ოქსიდი, არა უმეტესი	%	—	—	—	—	—	—	1,2	1	—	1	0.95
თავისუფალი ფენოლი, არა უმეტესი	%	—	—	—	—	—	—	—	3,8	—	2	2
კეთილხარისხოვნება არანაკლები	%	—	—	—	56	—	—	—	—	—	—	—
ანალიზური ხსნარის pH		4-6	4-5	3,5- 4,5	4,5- 5,5	3,8- 4,7	3,5- 4,5	3,8- 4,5	3,8-5,5	3,6-4,0	4-5	4-5

ფიქსატორს აქვს კათიონური ხასიათი და ანიონური ხასიათის ნივთიერებებთან (სათრიმლავეები, საღებავები, ცხიმები) ურთიერთქმედებისას წარმოქმნის უხსნად ნაწილებს, არ გამოირეცხება და მტკიცედ კავდება ტყავის ქსოვილებში, რაც იწვევს მასალების ეკონომიას და ტყავის ხარისხის გაუმჯობესებას [1- 4].

სადგებავი სინთეზური სათრიმლაკების ანალიზური მაჩვენებლები

მაჩვენებელი	სათრიმლაკი MK	სათრიმლაკი M3
სადგებავის იერ-სახე	ყავისფერი ფხვნილი	მწვანე ფხვნილი
მასური წილი, % არა უმეტესი:		
ტენი	10	10
წყალში უხსნადი ნივთიერებები	5	5
ნაცარი	50	50
სიმკვრივე, გ/სმ, არანაკლები	0,35	0,35
pH	7 - 8,5	7 - 8,5

სინთეზურ სათრიმლაკებს, რომლებსაც ერთნაირი სათრიმლაკი და საცხიმავე თვისებები აქვს, მიეკუთვნება ДЖ და ДЖО სათრიმლაკები, რომელთაგან პირველი მიღებულია ტექნიკური ფენოლების ბაზაზე, ხოლო მეორე – ფენოლებისა და ხელოვნური ცხიმოვანების (დაჟანგული პარაფინების) ბაზაზე. ამ სინთეზური სათრიმლაკების საცხიმავე მოქმედება მიიღწევა მათ ნახშირბადოვან ჯაჭვში სათრიმლაკი ნაწილაკების არსებობით.

დასახელებული სათრიმლაკების გამოყენება განსაკუთრებით რაციონალურია იუხტის ტყავის დამზადებისას, რადგანაც ისინი შედარებით თანაბრადაა განაწილებული სტრუქტურულ ელემენტებში და მტკიცედ დაფიქსირებული – ცილებში, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად იზრდება ტყავის წყალმედვეობა და სხვა თვისებები.

სინთეზურ სათრიმლაკ ნივთიერებებთან ერთად ტყავის წარმოებაში გამოიყენება სათრიმლაკი შარდოვანაფორმალდეჰიდის, მელამინოფორმალდეჰიდის, დიციამიდამიდური და სხვა ფისები. სათრიმლაკ ფისებს ძირითადად იყენებენ ტყავის დამატებითი გათრიმვლისა და შეესებისათვის, ხოლო დამოუკიდებლად მათი გამოყენება არ ხდება. ამ ფისებით გათრიმვლილი ტყავები გამოირჩევა მაღალი საექსპლუატაციო თვისებებით (ცვეთამედვეობით, წყალმედვეობით და სხვ.). ტოპოგრაფიულ უბნებში კი მათ უფრო თანაბარი თვისებები ახასიათებთ, ვიდრე იმ ტყავებს, რომლებიც ამ ფისებით არაა დამუშავებული [8–10].

დასკვნა

ამრიგად, დამუშავებულია იუხტის ტყავის დამზადების ახალი ტექნოლოგია, რომელიც დაინერგა სამხედრო დანიშნულების იუხტის ფეხსაცმლის წარმოებაში. ცხელი უულკანიზაციისა და თხევადი ფორმირების მეთოდი განაპირობებს ფეხსაცმლის წყალმედვეობას, საჭირო თბოდამცავ თვისებებს და ზედაპირთან ძირის მიმაგრების საიმედოობას. ახალი მეთოდი პროგრესულია, უზრუნველყოფს ტყავის ხარისხის გაუმჯობესებას და მისი წარმოების ეფექტიანობას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Лаевская Г. И. Композиция для получения полиуретанов // Пластмассы, №1–5, 1988.
2. Андреева С. М., Кириченко Н. Г., Цоколаева Н. М. Экономические аспекты развития производства полиуретанов // Пластмассы, №7, 1985.

3. Быховский Е. Б. Основные направления химизации и автоматизации в производстве обуви // Кожно-обувная промышленность, №6, 1987.
4. Тарасюк П. Е., Цитрина И. Л., Елитнек Д. Н. и др. Исследование гидролитической стойкости пенополиэфируретанов // Кожно-обувная промышленность, №4, 1984.
5. Тарасюк П. Е., Лаевская Г. И., Соколюк Л. Г. и др. Разработка литевой полиуретановой системы для низа юфтевой обуви из отечественного сырья // Кожно-обувная промышленность, №8, 1987.
6. Тарасюк П. Е., Соколюк Л. Г., Лаевская Г. И., Липатников Н. А. Эластичные полиуретановые материалы для низа специальной рабочей юфтевой обуви // Кожно-обувная промышленность, №2, 1988.
7. S. L Cooper., J. C. West, R.W. Seymour. Encyklopedia of Polymer Science and Technology. New-York: Inter Science, 1976.
8. თ. მაღლაკელიძე, მ. ქარქაშაძე. იუხტის სპეცფეხსაცმლის დამზადების ტექნოლოგია. ქუთაისი: აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2013.
9. თ. ა. მაღლაკელიძე. 1980–1985 წლის სახელმწიფო თემის მასალები ავსტრო-გერმანულ ფირმასთან „Polier-Lim“.
10. თ. ა. მაღლაკელიძე. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის GNSF/ST № 07/7-262 გრანტის მასალები. ქუთაისი: აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2008–2010.

CLASSIFICATION OF YUFTED LEATHER AND TANNING MATTERS

T. Maglakelidze, S. Rotteli

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

Resume: There is provided information materials about the classification signs of yufted leather used for the surface of military and other special shoes, there is explained the essence of tanning process and are presented the groups of tannins, used for yufted leather. There are also given their physical- mechanical properties and purposes in the tanning process.

The article is particularly distinguished with detailed information, which is presented in the tables: leather boiling temperature according to tanning substances; properties of tanning materials (chromium zirconium, titanium and ammonium sulfate, complex, mineral, vegetable and synthetic tannins) and their multi-functional purposes; physical-mechanical characteristics with relevant exploitation properties, etc.

Key words: chemical and physical-mechanical properties; classification of yufted leather; tanning matters.

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

КЛАССИФИКАЦИЯ ЮФТЕВОЙ КОЖИ И УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Маглакелидзе Т. А., Роттели С. Д.

(Грузинский технический университет, международная ассоциация „ST- GEORGITALI“)

Резюме. Рассмотрены материалы, относящиеся к классификационным знакам юфтовой кожи употребляемой для поверхности спецобуви военного и другого назначения; разъяснена суть процесса дубления и представлены группы употребляемых дубильных веществ для дубления юфтовой кожи. А также приведены их физико-механические свойства и назначение в процессе дубления.

Особенно интересна подробная информация, которая представлена в таблицах: температура варки кожи по дубильным (циркон хрома, титан, сульфат аммония, комплексные, минеральные, растительные и синтетические дубильные вещества) веществам и их многофункциональное назначение; физические, химические и механические характеристики с соответствующими эксплуатационными свойствами и др.

Ключевые слова: дубильные вещества; классификация юфтовой кожи; химические и физико-механические свойства дубильных веществ.

ეკოტურიზმი – ტურიზმის ინდუსტრიაში**ნინო შავიშვილი, მანანა კაიშაური**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: წარმოდგენილია ტურიზმის ერთ-ერთი აქტუალური მიმართულების – ეკოტურიზმის განმარტება, განხილულია მისი მნიშვნელობა მსოფლიო ტურიზმის თანამედროვე ინდუსტრიაში; შეფასებულია ეკოტურიზმის ეკოლოგიური დატვირთვა გარემოსდაცვითი პრობლემების გადასაწყვეტად ქვეყნის კეთილდღეობისთვის და ეკონომიკის მდგრადი განვითარებისთვის; აგრეთვე მასზე ანთროპოგენური უარყოფითი გავლენისაგან თავის დაცვა; დახასიათებულია ეკოლოგიური ტურიზმის ძირითადი პრინციპები და მისი სახეობები; მოცემულია საქართველოში ეკოტურიზმის განვითარების პერსპექტივები.

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგია; ეკოტურიზმი; ტურიზმი; ტურიზმის ინდუსტრია.

შესავალი

ტურიზმი თანამედროვე ცივილიზაციის განუყოფელი ნაწილია. იგი აღიარებულია XX საუკუნის სოციალურ-კულტურულ ფენომენად და მას ახალი მსოფლიო რელიგიაც კი უწოდეს. ცხადია, ამ შემთხვევაში ნაგულისხმებია ის გლობალური მასშტაბი და მნიშვნელობა, რაც ტურიზმმა XX საუკუნეში შეიძინა.

ეკოტურიზმს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ტურიზმის მსოფლიო ინდუსტრიაში. მსოფლიო ტურიზმის ორგანიზაციის ექსპერტების პროგნოზით, მისი ზრდის ტემპი XXI საუკუნეშიც მაღალი დარჩება და თავის წვლილს შეიტანს ტურიზმის მდგრადი განვითარების კონცეფციის რეალიზაციაში.

ძირითადი ნაწილი

ტურიზმი უნდა იყოს ეკოლოგიურად ორიენტირებული ხანგრძლივ პერსპექტივაზე, ეკონომიკურად სიცოცხლისუნარიანი და პასუხობდეს ადგილობრივი მოსახლეობის ეთიკურ და სოციალურ ინტერესებს; ამ მოთხოვნებს ყველაზე სრულად პასუხობს ეკოლოგიური ტურიზმი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ბუნების შეცნობა.

ეკოტურიზმი მსოფლიო ტურისტული ინდუსტრიის ერთ-ერთი სწრაფად განვითარებადი და პერსპექტიული დარგია. იგი ბუნებრივი ტურიზმის კონტროლირებადი ფორმაა და ხასიათდება რეკრეაციული ტერიტორიების რესურსების გამოყენების ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად გადამოწმებული პოლიტიკით, ამოუწურავი ბუნებათსარგებლობის რეჟიმის დაცვით, რაც უზრუნველყოფს როგორც რეკრეაციული ტერიტორიების ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნებას, ისე ტურისტული საქმიანობის მდგრადობას.

ეკოტურიზმი მოიაზრება დასვენების, ბუნებაში მოგზაურობის, საგანმანათლებლო, შემეცნებით-კულტურულ და ეკონომიკურ საქმიანობათა ერთობლიობად. ეკოტურიზმის განვითარება დამოკიდებულია როგორც ხელშეუხებელი ბუნების არსებობაზე, ისე გარემოს დაცვის კარგ ორგანიზაციაზე. იგი ორიენტირებულია ბუნებრივი ტურისტული რესურსების გამოყენებაზე.

სახელმწიფოთა შორის არსებული საზღვრების მიუხედავად, ჩვენი პლანეტა საერთოა. ამიტომ ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება და დაბინძურებისაგან გარემოს დაცვის პრობლემების გადაწყვეტა შესაძლებელია მხოლოდ ეკოლოგიური განათლების საფუძველზე პლანეტის მოსახლეობის ერთობლივი ძალისხმევით, მათი საცხოვრებელი ადგილის თუ პროფესიისაგან დამოუკიდებლად.

ეკოტურიზმის ობიექტს წარმოადგენს მთები, კანიონები, სამკურნალო წყაროები, ფაუნის და ფლორის იშვიათი წარმომადგენლები, ბუნებრივი და ისტორიულ-კულტურული ღირსშესანიშნაობები; ეკოტურიზმის მნიშვნელოვანი რესურსია აგრეთვე ადგილობრივი მოსახლეობის ტრადიციები და ეროვნული თავისებურებები [1].

მსოფლიო ტურიზმის ორგანიზაციის პროგნოზით, ეკოტურიზმი შედის 2020 წლამდე ტურიზმის განვითარების ხუთ ძირითად სტრატეგიულ მიმართულებათა რიცხვში.

საქართველო ეკოტურიზმის განვითარების დიდ პოტენციალს ფლობს. ეროვნული პარკების ტერიტორიაზე ეკოტურიზმის განვითარება ხელს უწყობს ბუნებრივი რესურსების აღდგენა-განახლებას და რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებას, ადგილობრივი ხალხური რეწვის საქონლის რეალიზაციას და მომსახურების ბაზრის გაფართოებას, უცხოური ვალუტის მოდინებას, ქმნის დამატებით სამუშაო ადგილებს.

საქართველო მცირე ტერიტორიების მქონე იმ სახელმწიფოთა რიცხვს მიეკუთვნება, რომელთაც აქვთ უღამაზესი ბუნება, ენდემურ მცენარეთა და ცხოველთა პოპულაციები, სადაც ეროვნული პარკები იქმნება ბუნების დასაცავად, ხოლო მათ ტერიტორიაზე ეკოტურიზმის განვითარება უზრუნველყოფს ეკონომიკური სარგებლის მოტანას, რომლის ნაწილიც უნდა მოხმარდეს ეკოსისტემების აღდგენას და ეროვნული პარკების ტერიტორიაზე ჩასატარებელ აუცილებელ სამუშაოებს.

ამდენად, ტურიზმის პრაქტიკულად ყველა დროს არსებული მოტივაცია და ტურიზმთან დაკავშირებული სფეროების ფუნქციონირება უკვე ათასწლეულებს ითვლის და შეიძლება დაბეჭდვით ითქვას, რომ ტურიზმი ძველი და თანამედროვე კულტურისა და ყოფის ორგანული შემადგენელი ნაწილია.

ტურიზმის თანამედროვე ინდუსტრია ერთ-ერთი უმსხვილესი მაღალშემოსავლიანი და დინამიკური დარგია. ეს განპირობებულია მოგზაურობაზე განუხრელად მზარდი მოთხოვნილებით და დარგის რენტაბელობის მაღალი დონით. ტურიზმი არსებით როლს ასრულებს მრავალი ქვეყნის ეკონომიკაში. მასზე მოდის მსოფლიოში მთლიანი ეროვნული პროდუქტისა და ინვესტიციების დაახლოებით 10 %. ტურიზმის სფეროში პირდაპირი ან ირიბი გზით მსოფლიო მასშტაბით ჩართულია დასაქმებული მოსახლეობის მეთედზე მეტი [2].

საქართველო საკმაოდ მძლავრ საკურორტო-ტურისტულ ინფრასტრუქტურას ფლობდა. ბუნებრივია, მძლავრი და კარგად განვითარებული იგი მხოლოდ საბჭოთა კავშირის კვალობაზე იყო, რადგან მარტო პრეტენზიის თითქმის არმქონე საბჭოეთის მოსახლეობას თუ დააკმაყოფილებდა მომსახურების იმუამად არსებული დონე. ეს ინფრასტრუქტურა იმთავითვე გათვლილი იყო არა იმდენად ხარისხზე, რამდენადაც დამსვენებელთა რაოდენობაზე და მთავარი მაჩვენებელიც დასასვენებელ სახლებსა თუ სანატორიუმებში არსებული საწოლების რაოდენობა იყო.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ საქართველო, ისევე როგორც სხვა ყოფილი მოკავშირე რესპუბლიკები, დიდი პრობლემის წინაშე აღმოჩნდა. რესპუბლიკების საგარეო-

პოლიტიკური ორიენტაციის მიუხედავად, შიგა პრობლემები და, კერძოდ, პრობლემები ტურიზმის სფეროში, პრაქტიკულად იდენტური აღმოჩნდა.

ძირეული ცვლილებები მოხდა საერთაშორისო თანამშრომლობის ისეთ სფეროშიც, როგორიცაა ტურისტული გაცვლები. საბჭოთა პერიოდში ქვეყანაში შემომსვლელთა რაოდენობა დიდად სჭარბობდა გამსვლელთა რაოდენობას. პოსტსაბჭოთა პერიოდში ვითარება დიამეტრალურად შეიცვალა. დღესდღეობით წარმატებით ვითარდება როგორც საზღვარგარეთ გამსვლელთა ტურიზმი, ისე საზღვარგარეთიდან შემომსვლელთა ტურიზმი.

საქართველოში ეკოტურიზმის განვითარების კარგი პერსპექტივებია. ეს განპირობებულია მრავალი ფაქტორით. კერძოდ, ბუნებრივი ლანდშაფტების დიდი ნაირფეროვნებით, კლიმატური ზონების ფართო დიაპაზონით, უნიკალური ეკო-სისტემით, ბუნებისა და კულტურის ძეგლების სიუხვით. რესურსს ავსებს წეს-ჩვეულებათა მრავალფეროვნება, ფოლკლორის უნიკალურობა, რეწვა და განთქმული სამზარეულო.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, საქართველოში, გარდა ტრადიციული კულტურული ობიექტებზე ორიენტირებული ტურიზმისა, პრიორიტეტულად უნდა ჩაითვალოს ეკოლოგიური ტურიზმი, რადგან მას არ სჭირდება მაღალი დონის განვითარებული ინფრასტრუქტურა და დიდი ინვესტიციები.

კაცობრიობის ისტორიის ძალზე დიდ მონაკვეთზე ბუნებასა და საზოგადოებას შორის წონასწორობის დარღვევის გამოძწევე ძირითადი მიზეზი მჭიდროდ დასახლებული მოსახლეობა იყო. კრიზისულ სიტუაციაში შეუძლებელი იქნებოდა ადამიანების შემდგომი ცხოვრება მათ მიერ დაკავებულ და ათვისებულ ტერიტორიაზე. ასეთი ლოკალური კრიზისის დაძლევა შესაძლებელი იყო დეგრადირებული ლანდშაფტიდან სხვა ახალ ლანდშაფტზე გადასვლით, რომელიც ხორციელდებოდა ათვისებული ან სხვა ეთნოსების მიერ დაკავებული მიწების ექსპანსიით.

თუ საზოგადოების განვითარების ადრეულ საფეხურებზე ანთროპოგენური ფაქტორი სხვა ბუნებრივ ფაქტორებთან შედარებით სუსტი იყო, შემდეგ იგი თავისი მასშტაბებითა და მნიშვნელობით გაუტოლდა მათ და გადააჭარბა კიდევ.

ანთროპოგენური ფაქტორის მძლავრი განვითარება შედარებით ახლო წარსულში დაიწყო, როდესაც ერთმანეთს ორი მოვლენა დაემთხვა. ეს იყო მოსახლეობის რაოდენობის მკვეთრი ზრდა და ტექნიკური პროგრესი.

ჩვენს პლანეტაზე მოსახლეობის რაოდენობა, ენერგეტიკული რესურსების ხარჯვა და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული და სამივე ექსპონენციურად იზრდება.

როგორც წესი, გარემოს ლოკალური ცვლილებები უფრო მასშტაბურ მოვლენებს უდევს საფუძვლად, საბოლოო ჯამში კი ანთროპოგენური ცვლილება გლობალურ ხასიათს იძენს. ეს, თავის მხრივ, მრავალი უარყოფითი ხასიათის მქონე მოვლენის მიზეზია; ივარაუდება კლიმატის გლობალური ცვლილება, ოზონის შრეში ცვლილებები, მჟავე წვიმები და სხვ.

გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედება ხშირად ისეთ მოვლენებს იწვევს, რომელთა წინასწარ გათვალისწინება თითქმის შეუძლებელია, ხოლო ზემოქმედების შემდგომი გადრმავება თვით ადამიანის ჯანმრთელობას და საბოლოო ჯამში მის არსებობას უქმნის საფრთხეს.

მომავალში ბუნებაზე ანთროპოგენური გავლენის ზრდასთან ერთად კაცობრიობა შესაძლოა ახალი ტიპის ეკოლოგიური კრიზისების საფრთხის წინაშე აღმოჩნდეს. მათგან მთავარი „გლობალური თერმოდინამიკური“ და „ეკოლოგიური სისტემის საიმედოობის“ კრიზისებია.

ამ ახალი ტექნოლოგიების ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილია ეკოლოგიური ტურიზმი, რომელიც ითვალისწინებს ბუნებაში ადამიანთა არაორგანიზებული, ქაოსური ხასიათის მქონე დასვენების ჩანაცვლებას ბუნების დაცვაზე ორიენტირებული ტურიზმით.

ეკოტურიზმი ეფუძნება რამდენიმე ძირითად, წარუშლელი ფასეულობების მქონე პრინციპს – სარეკრეაციო ბუნებრივი ტერიტორიების, ბიოლოგიური მრავალფეროვნებისა და ეთნოგრაფიული სტატუსის შენარჩუნებას, ამავდროულად რეგიონების ეკოლოგიური მდგომარეობის ამაღლებას.

1990 წელს ეკოლოგიურ ტურიზმს ოფიციალური სტატუსი მიენიჭა.

თავად ტერმინი “ეკოტურიზმი” ეკუთვნის მექსიკელ ეკონომისტს ჰექტორ ცებალოს-ლასკურიენს. მისი აზრით, ეკოტურიზმი აერთიანებს მოგზაურობასა და ბუნებისადმი საოთოთ დამოკიდებულებას, შესაძლებელს ხდის ფლორისა და ფაუნის ნიმუშების ნახვითა და შესწავლით განცდილი სიხარული დააკავშიროს მათი ხელშეწყობის შესაძლებლობასთან.

ეკოტურიზმის ამომწურავი განსაზღვრის არარსებობის გამო ხშირად სპეციალისტები შემოიფარგლებიან ეკოტურიზმის ძირითადი ნიშნების დაფიქსირებით: ეკოტურიზმი დაფუძნებულია უშუალოდ ბუნების სარეკრეაციო რესურსებზე; მისთვის აუცილებელია ხელუხლებელი ან ნაკლებად სახეცვლილი ბუნება; იგი დამოკიდებულია ეკოლოგიური ტექნოლოგიების გამოყენებასა და ქვეყნის გარკვეული წესების დაცვაზე, ამიტომ დიდ ზიანს არ აყენებს გარემოს, არ არღვევს გარემოს ეკოლოგიურ მდგრადობას; ეკოტურიზმი უნდა იყოს ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკურად ეფექტური ფორმა, რომელიც ჩანაცვლებს მეურნეობის ეკოლოგიურად საშიშ სახეობებს და ხელს შეუწყობს რეგიონის მდგრად განვითარებას.

ეკოტურიზმის ძირითადი პრინციპებია: ბუნებრივი რესურსების არაგამომფიტავი, მდგრადი გამოყენება; ბუნებრივი, სოციალური და კულტურული მრავალფეროვნების შენარჩუნება; ტურიზმის სხვა სახეობებთან შედარებით ბუნებრივი რესურსების ნაკლები ინტენსიურობით გამოყენება; ტურისტული ეკოლოგიური განათლება და განათლებული ტურისტების მონაწილეობა ადგილობრივ კულტურულ და ბუნებისდაცვით საქმიანობაში; ეკოტურიზმის ინტეგრაცია ტერიტორიების რეგიონული განვითარების გეგმებში; ადგილობრივი მოსახლეობის მონაწილეობა ეკოტურიზმის განვითარებაში და ამ საქმიანობისაგან ფინანსური და სხვა სახის სარგებლის მიღება.

ეკოლოგიური ტურიზმის სახეობებია:

სამეცნიერო ეკოტურიზმი, რომლის მიზანია ნაკლებად შესწავლილი რაიონების შესახებ ისეთი ინფორმაციის მოპოვება, რომელიც ესაჭიროება ფუნდამენტურ მეცნიერებას და ეკოტურიზმის განვითარების ეფექტურ დაგეგმვას;

შემეცნებითი ეკოტურიზმი ითვალისწინებს ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების ისეთი ღირშესანიშნაობების შესწავლას, როგორიცაა გეომორფოლოგიური და ჰიდროლოგიური ობიექტები, ცალკეული ბიოლოგიური სახეობები და ბიოცენოზები;

სარეკრეაციო ტურიზმი შეისწავლის ბალნეოლოგიურ და ჰელიოთერაპიასთან დაკავშირებულ ადგილებში ცხოვრებას.

„ეკოტურიზმის“ პარალელურად ტურისტულ ლიტერატურაში გამოიყენება შემდეგი ტერმინები:

ტურიზმი ბუნებაში, რომლის ობიექტია ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნება;

ტურიზმი ველურ ბუნებაში. მისი ობიექტია ტურიზმის განვითარება როგორც დაცულ, ასევე მიუვალ და პირვანდელი სახის მქონე ტერიტორიებზე;

მწვანე ტურიზმი ტურიზმის ისეთი სახეა, რომელიც გარემოზე მინიმალური ზემოქმედების მქონე ტექნოლოგიებს იყენებს;

ეთნოეკოლოგიური ტურიზმის მიზანია კონკრეტულ ტერიტორიაზე მცირერიცხოვანი ეთნოსებისა და სუბეთნოსების ბუნებრივ გარემოში ჩამოყალიბების გზების გაცნობა;

სარეაბილიტაციო ტურიზმი ემსახურება რეკრეაციაში ჩართული ტერიტორიების დაცვას, შენარჩუნებას და მდგომარეობის გაუმჯობესებას;

აგროტურიზმი გულისხმობს სოფლად ტურიზმის განვითარებას. ეს ძირითადად ეხება ინდუსტრიული ქვეყნების დიდ ქალაქებში მცხოვრებთ, რომელთა სურვილია ცოტა ხნით მაინც დააღწიონ თავი მეგაპოლისებში ცხოვრების წესს და ქალაქგარეთ გავიდნენ.

დასკვნა

ეკოტურიზმის განვითარება შესაძლოა შეიზღუდოს ორი მიზეზით: 1. ეკოტურისტული პროდუქტი შეიძლება ზედმიწევნით ძვირად ღირებული და ელიტარული გახდეს; 2. ტურისტების რაოდენობის ზრდამ შესაძლოა ეკოსისტემის რღვევა გამოიწვიოს.

ეკოტურიზმი მიმართულია ურთიერთჰარმონიზაციის დამყარებაზე, რაც გულისხმობს, ერთი მხრივ, სარეკრეაციო საქმიანობისაგან მიღებულ ეკონომიკურ მოგებას, და, მეორე მხრივ, ამ საქმიანობისათვის გამოყენებული ბუნებრივი ტერიტორიების უსაფრთხოების დაცვას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. მაისურაძე, ი. ვერბეცკი, თ. ხუციშვილი. ეკოლოგიური ტურიზმის საფუძვლები. თბ., 2009.
2. ნ. აღხანაშვილი. ეკოლოგიური ტურიზმი. თბ., 2010.
3. www.apa.ge
4. www.ecotourism.org
5. www.nature.org

ECOTOURISM – TOURISM INDUSTRY

N. Shavishvili, M. Kaishauri

(Hydrometeorological Institute of Georgian Technical University)

Resume: There is presented one of the actual direction of a tourism – explanation of ecotourism, reviewed its meaning in a modern industry of the world tourism; there is evaluated ecological meaning of ecotourism to solve problems of safety environment for prosperity of country and stable development of its economics; also protecting from an anthropogenic negative influence on it; it is characterized the basis principles of the ecological tourism and its nature: there are given perspectives of ecotourism development in Georgia.

Key words: ecology; ecotourism; tourism; tourism industry.

ТУРИЗМ

ЭКОТУРИЗМ В ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА

Шавишвили Н. Г., Кайшаури М. Н.

(Институт гидрометеорологии грузинского технического университета)

Резюме. Представлено определение экотуризма—одного из актуальных направлений туризма; рассмотрено его значение в современной индустрии мирового туризма; оценено экологическое значение для решения проблем окружающей среды, благополучия страны и стабильного развития экономики; а также самозащиты от антропогенного негативного влияния. Характерны основные принципы экологического туризма и его виды; даны перспективы развития экотуризма в Грузии.

Ключевые слова: индустрия туризма; туризм; экология; экотуризм.

ბორჯომის ხეობის კურორტების ტურისტულ-რეკრეაციული მნიშვნელობა**მანანა კაიშაური, ნინო შავიშვილი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია ბორჯომის ხეობის კურორტების კლიმატური და სამკურნალო თავისებურებები. აღწერილია მინერალური წყლების რამდენიმე წყარო და ჩატარებულია მათი კლასიფიკაცია სამკურნალო თვისებების მიხედვით; შეფასებულია ბორჯომის რაიონის საკურორტო-რეკრეაციული რესურსები, დადგენილია თანამედროვე პოტენციალი, ჩამოყალიბებულია მათი ეფექტურად გამოყენების რეკომენდაციები; მოცემულია ბორჯომის ხეობის კურორტების ტურისტულ-რეკრეაციული მნიშვნელობა და მისი განვითარების პერსპექტივები.

საკვანძო სიტყვები: ბორჯომის ხეობა; კურორტები; მინერალური წყლები; რეკრეაცია; ტურიზმი.

შესავალი

ბორჯომის ხეობის კურორტები თრიალეთის მთიანი მასივის შემადგენელი ნაწილია და მდებარეობს საქართველოს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში; გამოირჩევა მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობებით, ლანდშაფტებით, კლიმატური, ჰიდროლოგიური და საკურორტო-რეკრეაციული რესურსების უდიდესი მარაგით და დიდი პოტენციალით (რაც რეგიონის მომავალი სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორად უნდა ჩაითვალოს) და დადებით ზეგავლენას ახდენს როგორც მხარის საკურორტო-ტურისტულ განვითარებაზე, ისე მთლიანად ქვეყნის ეკონომიკის მდგრად განვითარებაზე [5].

ბორჯომის ხეობის კურორტები საქართველოს საკურორტო-რეკრეაციული რაიონებიდან ერთ-ერთია, რომელსაც მდიდარი კლიმატურ-ბალნეოლოგიური რესურსული პოტენციალი და განვითარების დიდი პერსპექტივები აქვს. აქ აღრიცხულ მრავალ კურორტსა და საკურორტო ადგილს შორის უმეტესობა კლიმატური პროფილისაა. ამას გარდა, რაიონში თავმოყრილია როგორც კლიმატური და ბალნეოლოგიური, ისე კომპლექსური პროფილის საკურორტო ადგილები. კლიმატური კურორტების სამკურნალო თვისებები მათი განსაკუთრებული ჰავისა და ადგილმდებარეობის დამსახურებაა [1].

ძირითადი ნაწილი

ბორჯომის ხეობის კურორტები და საკურორტო ადგილები განლაგებულია ზ. დ. 790–2000 მ სიმაღლის ფარგლებში, რომლებიც მიეკუთვნება დაბალი მთის (500–1000 მ), საშუალო მთის ქვედა სარტყლის (1000–1500 მ) და საშუალო მთის ზედა სარტყლის (1500–2000 მ) საკურორტო ზონებს.

დაბალი მთის ზომიერად მშრალი ქვეზონის კურორტებია: ახალდაბა, ბორჯომი და ჩითახევი, ხოლო საკურორტო ადგილები – დაბა, სადგერი და დვირი. ამ ზონისათვის დამახასიათებელია ზომიერად მშრალი ჰავა, რბილი მცირეთოვლიანი ზამთრით და ზომიერად მშრალი ზაფხულით. კლიმატოთერაპიული მნიშვნელობა აქვს იმ ადგილებს, სადაც მდიდარი ფოთლოვანი და წიწვოვანი მცენარეულობაა.

საშუალო მთის საკურორტო ზონის ქვედა სარტყელის კურორტებია: წაღვერი, ცემი, ტბა, ლიბანი და პატარა ცემი, ხოლო საკურორტო ადგილები – მზეთამზე, ტიმოთესუბანი, მიტარბი, მაჭარწყალი, ვარდევანი და ნეძვი. აღნიშნული ზონისათვის დამახასიათებელია ზომიერად ცივი თოვლიანი ზამთარი და ზომიერად თბილი და ზომიერად მშრალი ზაფხული. საკურორტო ზონის ჰავა ხასიათდება მაღალი თერაპიული თვისებებით და მისი გამოყენება პერსპექტიულია ძირითადად სასუნთქი ორგანოებით დაავადებულთა სამკურნალოდ.

საშუალო მთის საკურორტო ზონის ზედა სარტყელში შედის კურორტები: ბაკურიანი და ციხისჯვარი, საკურორტო ადგილი – წინუბანი. ეს ზონა ხასიათდება ზომიერად ცივი ზამთრით, მდგრადი თოვლის საფრთხა და ზომიერად გრილი და ზომიერად მშრალი ზაფხულით. საკურორტო ზონის ჰავა ნაჩვენებია სასუნთქი ორგანოებით დაავადებულთა სამკურნალოდ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ არ არის გამოკვეთილი სისხლის მიმოქცევის უკმარისობა [2].

ბორჯომის რაიონი მდიდარია მიწისქვეშა წყლებით, რომელთაგან სახალხო მეურნეობაში ყველაზე მეტად მინერალური წყაროებია გამოყენებული. აქ აღრიცხული და ათვისებულია რამდენიმე უმსხვილესი და თავისი სამკურნალო თვისებებით გამორჩეული მინერალური წყლების საბადოები, რომელთა ბაზაზე შექმნილია და ფუნქციონირებს მთელი რიგი სამთო-კლიმატური და კლიმატურ-ბალნეოლოგიური ბორჯომის კურორტთა ჯგუფი. გარდა ამისა, რაიონში ცნობილია მრავალი ბუნებრივი მინერალური წყლის წყაროები, რომლებიც შესწავლა-ათვისებას საჭიროებს.

ბორჯომის ხეობაში განლაგებულია სამკურნალო თვისებებით ცნობილი მრავალი კურორტი და საკურორტო ადგილი, მათ შორის:

ბორჯომი – საერთაშორისო მნიშვნელობის ბალნეოლოგიური და კლიმატური კურორტი, მდებარეობს მესხეთისა და თრიალეთის ქედების მარადმწვანე ფერდობებს შორის, მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების – ბორჯომულასა და გუჯარეთისწყლის ხეობაში, ზ. დ. 800–1000 მ სიმაღლეზე. მცენარეულობა შედგება უმეტესად წიწვოვანი (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი) და ფოთლოვანი (მუხა, წიფელი, რცხილა, არყის ხე) ტყეებისაგან. აქ რელიეფი მთაგორიანია.

კლიმატის თავისებურება განპირობებულია კურორტის განლაგებით სუბტროპიკული ზონის დაბალმთიანი ტყის ზონაში. ზაფხული თბილია, ჭარბობს მზიანი დღეები. ზამთარი ზომიერად ცივია, მცირეთოვლიანი, მზის ნათება პლატოზე 1900 სთ-ია წელიწადში. ხშირია მთა-ხეობის სუსტი ქარები, რომლებიც უზრუნველყოფს კურორტის ტერიტორიის კარგ ვენტილაციას.

მდ. ბორჯომულას ხეობაში გაშენებულ პარკში მრავალი მინერალური წყაროა. ზ. დ. 1000 მ სიმაღლეზე ასწლოვანი ფიჭვით დაფარულ პლატოზე პარკია გაშენებული.

ბორჯომის წამყვანი ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია როგორც სასარგებლო კლიმატი, ასევე მისი საყოველთაოდ ცნობილი სამკურნალო მინერალური წყლები, რომლებიც ქიმიური შედგენილობით მიეკუთვნება ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ, ნატრიუმიან წყლებს საერთო მინერალიზაციით 5,0–7,5 გ/დმ³ და ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატული, ნატრიუმიანი, ბორიანი (და კაჟმჟავა-ბორიანი) მინერალური წყლები საერთო მინერალიზაციით 5,6–6,4 გ/დმ³, რომელიც შეიცავს თავისუფალ ნახშირმჟავას 0,5-დან

1,0–1,5 გ/ლ-ს. მათში შედის აგრეთვე ქლორის იონები, მცირე რაოდენობით ბრომი, ლითიუმი, ბარიუმი და ზოგი სხვა ნივთიერება. მინერალური წყლის ტემპერატურა სხვადასხვა წყაროში მერყეობს 17-დან 38 °C-მდე.

ბორჯომის წყალს ხმარობენ სასმელად და აბაზანების სახით.

ბორჯომის მინერალური წყლის სამკურნალო თვისებების გამო მას იყენებენ ძირითადად კუჭ-ნაწლავის, გულის, თირკმელების, სასუნთქი ორგანოების, ნერვული სისტემის დაავადებათა სამკურნალოდ; ბორჯომის ტუტე-ნახშირმჟავა წყალს კი – კუჭ-ნაწლავის, ღვიძლის, ნივთიერებათა ცვლის მოშლისა და სხვა დაავადებათა სამკურნალოდ; გამოიყენება აგრეთვე სააბაზანო პროცედურებისთვის, ინჰალაციის, კუჭისა და ნაწლავების გამოსარეცხად, დასალევად, როგორც სამკურნალო სასმელი წყალი [3].

მინერალური წყლისათვის ტარას ამზადებენ იქვე მდებარე მინის ქარხანაში.

მკურნალობის სახეები: პასიური კლიმატოთერაპია, მინერალური წყლის მიღება (დალევა), მინერალური წყლის აბაზანები, გამორეცხვები და ინჰალაციები.

ბაკურიანი კურორტია. იგი ქალაქის ტიპის დაბაა და მდებარეობს თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, ზ. დ. 1700–2000 მ სიმაღლეზე. კურორტის ტერიტორია და მისი მიდამოები მდიდარია მცენარეულობით: მუქწიწვოვანი ჯიშების ტყის მასივებით (ნაძვი, სოჭი), ტყეების საზღვრების ზემოთ იწყება ალპური მდელოები. რელიეფი მთაგორიანია.

კურორტის კლიმატის თავისებურება განპირობებულია მისი განლაგებით სუბტროპიკულ ზონაში მთის შედარებით მაღალ სიმაღლეზე (საშუალო მთის ზედა სარტყელი). გაზაფხული აქ ხანმოკლეა. შემოდგომაზე უფრო გრილა და ამინდიც არამდგრადია; ზამთარი ცივია. თოვლი დევს 4–5 თვის განმავლობაში. ზაფხული ზომიერად გრილია. დამახასიათებელია მზიანი დღეები დიდი რაოდენობით და ჭარბადაა ზომიერად ყინვიანი დღეები. მზის ნათების ხანგრძლივობა წელიწადში 2000 სთ-ს აღემატება. საკმაოდ მაღალია ულტრაიისფერი რადიაციის ინტენსიურობა. გვხვდება მუქწიწვოვანი ჯიშების (ნაძვი, სოჭი) ტყის მასივები, ალპური მდელოები. შეინიშნება მზის რადიაციის სიუხვე. მთის მშრალი ჰაერი გაჟღენთილია წიწვიანი ტყეების არომატით, რაც ქმნის ხელსაყრელ პირობებს სუნთქვის ორგანოთა ქრონიკული არატუბერკულოზური ხასიათის, მათ შორის ბრონქული ასთმით დაავადებულთა სამკურნალოდ. კურორტის თავისებური კლიმატი შესანიშნავ გარემოს ქმნის გამაჯანსაღებელი და პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩასატარებლად, განსაკუთრებით ბავშვებში.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია საშუალო მთის ზედა სარტყელის ჰავა, რომელიც წარმატებით გამოიყენება პასიური და აქტიური (ჰაერისა და მზის აბაზანები) კლიმატოთერაპიისათვის.

წალვერი – კურორტი ბორჯომის რაიონში, განლაგებულია თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, მდ. გუჯარეთისწყლის ხეობაში, ზ. დ. 1020–1050 მ სიმაღლეზე. კურორტის ირგვლივ მდებარე მთების ფერდობები დაფარულია ძირითადად წიწვოვანი ტყეებით (ნაძვი, სოჭი, ფიჭვი). რელიეფი მთაგორიანია.

კლიმატი შუამთის ტიპისაა. ზამთარი ცივია და საკმაოდ თოვლიანი, ზაფხული ზომიერად თბილი და მშრალი. ჰაერი სუფთა და გამჭირვალეა, გაჟღენთილია წიწვის არომატით. მცენარეულობა წარმოდგენილია წიწვოვანი (ნაძვი, სოჭი, ფიჭვი) ტყეებით.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია: საშუალო მთის ქვედა სარტყელის ჰავა და ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატული, მაგნიუმიან-კალციუმიან-ნატრიუმიანი მინერალური წყლები 45 მგ/დმ³ რკინის შემცველობითა და 3–5 გ/დმ³ საერთო მინერალიზაციით, რომელიც გამოიყენება სასმელად კუჭ-ნაწლავის დაავადებათა სამკურნალოდ. შუამთის ტიპის კლიმატი კი სასუნთქ ორგანოთა არატუბერკულოზური წარმოშობის სნეულებისა და სისხლნაკლებობის ზოგიერთი ფორმის მკურნალობისთვისაა განკუთვნილი.

წადგერი ბავშვთა პოპულარული კურორტია.

მკურნალობის სახეებია: პასიური და აქტიური კლიმატოთერაპია (ჰაერისა და მზის აბაზანები, სეირნობა, ტერენკური), მინერალური წყლის სასმელად მიღება.

მზეთამზე საკურორტო ადგილია ბორჯომის რაიონში, მდებარეობს თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, ზ. დ. 1200 მ-ზე. რელიეფი მთაგორიანია.

კლიმატი – საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავა. ზამთარი ცივია და თოვლიანი, ზაფხული – ზომიერად მშრალი და ზომიერად თბილი. ჰაერი სუფთაა და გამჭირვალე. მცენარეულობა წარმოდგენილია წიწვოვანი (ნაძვი, ფიჭვი) ტყეებით.

მთის კლიმატი კურორტის ძირითადი სამკურნალო ბუნებრივი რესურსია. ის გამოიყენება სასუნთქი გზების ორგანოთა დაავადებების მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის განსაკუთრებით ბავშვობის ასაკში.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავა. მკურნალობენ პასიური კლიმატოთერაპიით.

ცემა კურორტია. მდებარეობს თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, სადგერის პლატოზე, ზ. დ. 1120 მ სიმაღლეზე. რელიეფი მთაგორიანია. მთის ფერდობები, რომლებიც ეკერის კურორტის ტერიტორიას, უმთავრესად დაფარულია წიწვოვანი ტყეებით (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი).

კლიმატი საშუალო მთის (ქვედა სარტყელი), ხასიათდება ცივი, საკმაოდ თოვლიანი ზამთრით და ზომიერად თბილი, მშრალი ზაფხულით.

განსაკუთრებით სუფთა და გამჭვირვალე ჰაერის წყალობით საკმაოდ მაღალია ულტრაიისფერი რადიაცია. კურორტის რაიონში გაბატონებული ზომიერი მთა-ხეობის ქარები უზრუნველყოფს კურორტის ბუნებრივ ვენტილაციას.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავა.

აღსანიშნავია, რომ შუამთის ტიპის კლიმატი გამოირჩევა თავისი სამკურნალო თვისებებით. აქ მკურნალობენ სასუნთქი ორგანოებით დაავადებულ ავადმყოფებს, მათ შორის ფილტვების ტუბერკულოზის მსუბუქ ფორმებსაც.

ცემა ცნობილია ასთმით დაავადებული ბავშვების სამკურნალო-სარეაბილიტაციო კურორტად.

მკურნალობის სახეობაა პასიური კლიმატოთერაპია.

ლიბანი – კურორტი მდებარეობს თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, ზ. დ. 1370 მ სიმაღლეზე. პლატო დაფარულია წიწვოვანი ტყეებით.

კლიმატი ხასიათდება საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავით. ზამთარი ცივი და თოვლიანია. ზაფხული ზომიერად თბილია. მცენარეულობა წარმოდგენილია წიწვოვანი (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი) ტყეებით.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორები: საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავა და ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული, კალციუმიან-ნატრიუმიანი მინერალური წყლები 3,5–4,5 გ/დმ³ საერთო მინერალიზაციით, კაჟმჟავას (150 მგ/დმ³) და მცირე რაოდენობით დარიშხანისა და ფოსფორის შემცველობით.

ლიბანის კლიმატი გამოიყენება სასუნთქი ორგანოთა დაავადებების მკურნალობისათვის. იგი ტუბერკულოზით დაავადებულთა სამკურნალო კურორტია. შესაბამისი ინფრასტრუქტურის შექმნის შემთხვევაში მას განვითარების დიდი პერსპექტივა აქვს.

მკურნალობის სახეებია: პასიური კლიმატოთერაპია და მინერალური წყლის სასმელად მიღება.

მიტარბი – საკურორტო ადგილი, რომელიც მდებარეობს ბორჯომის ხეობაში, მდ. მიტარბუღას სანაპიროზე, მოიცავს ორ სოფელს (დიდი და პატარა მიტარბი). დიდი მიტარბი

მდებარეობს ზ. დ. 1480 მ სიმაღლეზე, პატარა მიტარბი – 1300 მ სიმაღლეზე. ბორჯომიდან მიტარბი დაშორებულია 25 კმ-ით. აქ მთაგორიანი რელიეფია.

კლიმატი ხასიათდება საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავით, რომელიც გარდამავალია კონტინენტურ-სუბტროპიკულიდან ზღვის სუბტროპიკულზე. ორივე სოფელში ზამთარი ცივია და უხვთოვლიანი. ამასთან, აღინიშნება მდგრადი თოვლის საფარი. ზაფხული ზომიერად გრილია და მშრალი. მცენარეულობა წარმოდგენილია შერეული წიწვოვან-ფოთლოვანი (ნაძვი, სოჭი, წიფელი და სხვ.) ტყეებით.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია: საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავა და ნახშირმჟავა, კალციუმიან-ნატრიუმიანი მინერალური წყლები საერთო მინერალიზაციით 3,8–4,2 გ/დმ³.

მიტარბი განახლებისა და განვითარების მხრივ მეტად პერსპექტიულია. მინერალური წყლის ხარჯზე მას საკმაოდ დიდი რესურსული პოტენციალი აქვს და შეუძლია მომავალში შეინახოს საკუთარი თავი და ისევ მნიშვნელოვან კურორტად იქცეს. სამკურნალო და სასმელი მინერალური წყალი „მიტარბი“ საჭმლის მომნელებელი სისტემის დაავადებების, მათ შორის: ქრონიკული გასტრიტის, კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის, ქრონიკული კოლიტისა და ენტეროკოლიტის, ჰეპატიტებისა და ღვიძლის ფუნქციის გადახრების უმეტესი წამალი და ამ დაავადებათა პრევენციის კარგი საშუალებაა.

მკურნალობის სახეობებია: მინერალური წყლის მიღება სასმელად და პასიური კლიმატოთერაპია.

ტიმოთესუბანი საკურორტო ადგილია, რომელიც მდებარეობს მდ. გუჯარეთისწყლის ხეობაში, ზ. დ. 1100 მ სიმაღლეზე. აქ რელიეფი მთაგორიანია. კლიმატი ხასიათდება საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავით, სადაც ზამთარი ცივია და თოვლიანი, ზაფხული ზომიერად მშრალი და ზომიერად თბილი. მცენარეულობა წარმოდგენილია წიწვოვანი (ფიჭვი, ნაძვი) ტყეებით.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია საშუალო მთის ქვედა სარტყლის ჰავა და ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული, ნატრიუმიანი მინერალური წყლები 5,0–7,5 გ/დმ³ საერთო მინერალიზაციით.

მკურნალობის სახეობებია: პასიური კლიმატოთერაპია და მინერალური წყლის სასმელად მიღება.

წინუბანი – საკურორტო ადგილი მდებარეობს მდ. გუჯარეთისწყლის ხეობაში, ზ. დ. 1520–1550 მ სიმაღლეზე. აქ რელიეფი გაშლილია.

კლიმატი ხასიათდება საშუალო მთის ზედა სარტყლის ჰავით, სადაც ზამთარი ცივია და გამოირჩევა მდგრადი თოვლის საფრით. ზაფხული კი გრილია. მცენარეულობა წარმოდგენილია სამხრეთის კალთებზე წიწვოვანი (ფიჭვი, ნაძვი) ტყეებით, ჩრდილოეთისაზე – იალღებით.

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორებია საშუალო მთის ზედა სარტყლის ჰავა და ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატული, კალციუმიან-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანი მინერალური წყლები 3,2 გ/დმ³ საერთო მინერალიზაციით და ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული, ნატრიუმიანი მინერალური წყლები 10,9 გ/დმ³ საერთო მინერალიზაციით.

მკურნალობის სახეობებია პასიური კლიმატოთერაპია და მინერალური წყლის მიღება სასმელად.

1-ლ ცხრილში მოცემულია ბორჯომის ხეობის ზოგიერთი კურორტისა და საკურორტო ადგილის მინერალური და თერმული წყლების კლასიფიკაცია სამკურნალო თვისებების მიხედვით.

ბორჯომის ხეობის კურორტების სამკურნალო მინერალური წყლები

№	წყაროები	მინერალი- ზაცია, გ/ლ	გამოყენება	წყლის შედგენილობა
1	ბორჯომი (თერმული)	5.0–7.5	სასმელად, აბაზანები	ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატული, ნატრიუმიანი, ბორიანი, კაჟმჟავა- ბორიანი
2	წალკური	3.0–5.0	სასმელად	ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატული, მაგნიუმიან-კალციუმიან- ნატრიუმიანი
3	ნეძვი	1.7–8.0	სასმელად	ჰიდროკარბონატული, ნატრიუმიან- კალციუმიანი
4	ტიმოთესუბანი	5.0–7.5	სასმელად	ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ- ქლორიდული, ნატრიუმიანი
5	მიტარბი	3.8–4.2	სასმელად	ნახშირმჟავა, კალციუმიან-ნატრიუმიანი
6	მაჭარწყალი	7.0	სასმელად	ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ- ქლორიდული, ნატრიუმიან- კალციუმიანი
7	ლიბანი	3.5–4.5	სასმელად	ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ- ქლორიდული, კალციუმიან-ნატრიუმიანი
8	ვარდევანი	3.2	სასმელად	ნახშირმჟავა-რკინიანი, ჰიდროკარბონატული
9	წინუბანი (თერმული)	3.2–10.9	სასმელად	ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ- ქლორიდული, კალციუმიან-ნატრიუმიან- მაგნიუმიანი

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბორჯომის ხეობაში მინერალური წყლების უმრავლესობის მინერალიზაცია საშუალოდ 3–10 გ/ლ-მდეა, ამიტომ მათი უმეტესობა კარგ სასმელ წყლად ითვლება. დიდი გამოყენება აქვს თერმულ წყლებსაც, რომელთა ბაზაზე გაშენებულია ბალნეოლოგიური კურორტები.

რეკომენდაციის სახით უნდა აღინიშნოს, რომ, თუ მთლიანად მოხერხდება ბორჯომის რაიონის მინერალური და თერმული წყლების პოტენციალის გამოყენება და ათვისება, მაშინ შესაძლებელია სასმელი წყლის ჩამოსხმის დიდმწარმოებურობის ტექნოლოგიური ხაზების დანერგვით და კარგად ორგანიზებული რეკლამის წყალობით უფრო მეტად გავიკვლით გზა მსოფლიო ბაზარზე, რაც ქვეყნის ეკონომიკისათვის ძალზე მნიშვნელოვანია.

მე-2 ცხრილში წარმოდგენილია ბორჯომის ხეობის კურორტებსა და საკურორტო ადგილებზე სამკურნალოდ ნაჩვენები დაავადებები.

ბორჯომის ხეობის კურორტებზე დაავადებების მკურნალობის ჩვენებები

№	კურორტები*, საკურორტო ადგილები	აღმშენებლის სიმძლავრე (მ)	პროფილი	სამკურნალოდ ნაჩვენები დაავადებები
1	ბორჯომი*	800	ბალნეოლ.- კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი, საჭმლის მომწელებელი, შარდ-სასქესო, ძვალ-სახსართა, ნერვული, ენდოკრინული სისტემები და ნივთიერებათა ცვლის მოშლა, გინეკოლოგიური, რადიაქტიური დასხივებით ან ქრონიკული ინტოქსიკაციით გამოწვეული
2	ჩითახევი*	870	კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი და ნერვული სისტემები
3	სადგერი	900	კლიმატურ- ბალნეოლ.	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი, შარდ-სასქესო, ძვალ-სახსართა და ნერვული სისტემები, ენდოკრინული სისტემა და ნივთიერებათა ცვლის მოშლა
4	წაღვერი*	1020	კლიმატურ- ბალნეოლ.	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი და საჭმლის მომწელებელი სისტემები, ანემია, შაქრიანი დიაბეტი, პოდაგრა, სხივური დაავადება, მოწამვლები
5	ტიმოთესუბანი	1100	ბალნეოლ.- კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი და საჭმლის მომწელებელი სისტემები, ანემია, შაქრიანი დიაბეტი, ნიკრისის ქარი, მოწამვლა
6	ცემი*	1120	კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემები, ნევროზი, შაკიკი, ანემია
7	მზეთამზე	1200	კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემები, ნევროზი, შაკიკი, ანემია
8	ტბა*	1250	კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემები, ნევროზი, შაკიკი, ანემია
9	მიტარბი	1300/1480	ბალნეოლ.- კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი და საჭმლის მომწელებელი სისტემები, ანემია, შაქრიანი დიაბეტი, ნიკრისის ქარი, სხივური დაავადება, მოწამვლა
10	ლიბანი*	1370	კლიმატურ- ბალნეოლ.	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი და ნერვული სისტემები, ანემია
11	წინუბანი	1520	ბალნეოლ.- კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი, საჭმლის მომწელებელი, შარდ-სასქესო, ძვალ-სახსართა და ნერვული სისტემები, ენდოკრინული სისტემა და ნივთიერებათა ცვლის მოშლა, გინეკოლოგიური, ანემია, ქრონიკული ინტოქსიკაცია
12	ბაკურიანი*	1700	კლიმატური	გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემები, ანემია
13	ციხისჯვარი*	1800	კლიმატურ- ბალნეოლ.	გულ-სისხლძარღვთა, სასუნთქი, შარდ-სასქესო, ძვალ-სახსართა და ნერვული სისტემები, ენდოკრინული სისტემა და ნივთიერებათა ცვლის მოშლა, ანემია, გინეკოლოგიური

შენიშვნა: *-ით აღნიშნულია კურორტების დასახელება.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბორჯომის ხეობის კურორტებისა და საკურორტო ადგილების კლიმატით და მინერალური წყლებით მკურნალობა უხდება ძირითადად შემდეგ დაავადებებს: **დაბალი მთის საკურორტო ზონის კურორტები** – გულ-სისხლძარღვთა სისტემას, სასუნთქ ორგანოებს, საჭმლის მომნელებელ, ნერვულ და ენდოკრინულ, ასევე ძვალ-სახსართა სისტემით დაავადებულთა მკურნალობას; **საშუალო მთის ქვედა სარტყლის კურორტები** – გულ-სისხლძარღვთა, ნერვული და სასუნთქი სისტემების, ასევე სისხლის დაავადებათა და ენდოკრინული, უროლოგიური, გინეკოლოგიური და ძვალ-სახსართა სისტემის დაავადებათა მკურნალობას; **საშუალო მთის ზედა სარტყლის კურორტები** კი ძირითადად გამოიყენება გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი ორგანოებით დაავადებულთა მკურნალობისათვის.

დასკვნა

ბორჯომის ხეობის საკურორტო ადგილების კურორტებად ჩამოყალიბება ხელს შეუწყობს მთლიანად რეგიონის ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებას. ამისათვის საჭიროა სწორად ორგანიზებული მუშაობა როგორც დაგეგმვისას, ასევე პრაქტიკაში ეკოლოგიური ნორმების სრული დაცვით. ეს ხელს შეუწყობს სამთო ტურიზმის განვითარებას ქვეყნის მასშტაბით. აუცილებელია შეიქმნას და განვითარდეს საკურორტო ინფრასტრუქტურა, მოხდეს კომუნიკაციების, გზების გაყვანა, დაიდოს განაშენიანების გეგმა და სხვ. მიზანშეწონილი იქნებოდა პარკების მოწყობა ან მოდერნიზება. ყველა კურორტი გათვლილი უნდა იყოს ოჯახური ტიპის დამსვენებელზე, უნდა მოხდეს საოჯახო ტიპის სასტუმროების განვითარება, რომლებიც დაბალბიუჯეტიან მომხმარებელზეც იქნება გათვლილი.

სამთო-სათხულამურო კურორტების განვითარების მიმართულებით რეგიონში სამთო ტურიზმის განვითარება და მიმზიდველი საინვესტიციო გარემოს შექმნაა აუცილებელი, რაც, თავის მხრივ, უზრუნველყოფს ასევე უცხოელი ტურისტების მოზიდვას ჩვენს ქვეყანაში.

ასე რომ, მინერალური წყლის რესურსები ჩვენი ქვეყნის ნამდვილი საგანძურია. მისი სწორად მოპოვება და გამოყენება ხელს შეუწყობს მოსახლეობის არა მარტო ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუმჯობესებას, არამედ სოფლად სეზონური სამუშაო ადგილების გაჩენას, და, საერთოდ, ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკის მდგრად განვითარებას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბ., 2007, გვ. 241-262.
2. მ. კაიშაური. მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო რესურსები. ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის შრომები, ტ. 117, თბ., 2011, გვ. 92-94.
3. ნ. სააკაშვილი, ი. თარხან-მოურავი, მ. ტაბიძე, ნ. ქუთათელაძე. საქართველოს კურორტო-გრაფია და საკურორტო თერაპია. თბ., 2011.
4. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი. მ., 1989.
5. ნ. შავიშვილი. თრიალეთის მთიანი მასივის კლიმატურ-რეკრეაციული რესურსები და ტურისტული პოტენციალის შეფასება. თბ., 2009.

TOURISTIC-RECREATIONAL IMPORTANCE OF HEALTH – RESORTS DISTRICT OF BORJOMI GORGE

M. Kaishauri, N. Shavishvili

(Hydrometeorological Institute of Georgian Technical University)

Resume: There is considered climatic and medical peculiarities of health-resorts of Borjomi district. There are described several mineral water sources and there are conducted their classification by medical features.

There were evaluated, health-resort and recreational resources of Borjomi region. their modern potential was established, their effective use recommendation methods was formed.

There are given development prospects of touristic recreational importance of Borjomi district's health-resorts.

Key words: district of Borjomi; mineral waters; recreation; resorts; tourism.

ТУРИСТИЧЕСКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ВАЖНОСТЬ КУРОРТОВ БОРЖОМСКОГО УЩЕЛЬЯ

Кайшаури М. Н., Шавишвили Н. Г.

(Институт гидрометеорологии грузинского технического университета)

Резюме. Рассмотрены климатические и лечебные особенности курортов Боржомского ущелья. Описано несколько источников минеральных вод и проведена их классификация по лечебным свойствам. Оценены курортно-оздоровительные ресурсы Боржомского района, установлен современный потенциал, даны рекомендации их эффективного использования. Описано туристско-рекреационное значение курортов Боржомского ущелья и перспективы их развития.

Ключевые слова: Боржомское ущелье; курорты; минеральные воды; рекреация; туризм.

კოსმონავტის სიცოცხლისუნარიანობის უზრუნველყოფის შესახებ

არჩილ ბეთანელი

(საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია კოსმონავტის კოსმოსში ფრენის დროს წარმოქმნილი უწონობის პრობლემები. უწონობის პირველი და აშკარა შედეგია კუნთების სწრაფი ატროფია, რაც ფაქტობრივად გამოწვეულია მუსკულატურის მოქმედების შეზღუდვით. ამ დროს იცვლება ადამიანის ორგანიზმის თითქმის ყველა ფიზიკური მახასიათებელი.

კოსმონავტის ქმედობაუნარიანობის უზრუნველსაყოფად მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს იდეები მეექვსე რასის და ზეადამიანის შექმნის შესახებ [1, 2, 3], რისთვისაც მიზანშეწონილია გენეტიკური ტექნოლოგიის გამოყენება [4].

საკვანძო სიტყვები: ზეადამიანი; კოსმონავტი; რასა; უწონობა.

შესავალი

კოსმონავტის პროფესია ჯერ კიდევ გასული საუკუნის დასაწყისში მიაჩნდათ ფანტასტიკურ და არარეალურ საქმიანობად, მაგრამ XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან კოსმონავტი კოსმოსში ფრენას უკვე ახორციელებს და გარკვეულ სამუშაოებსაც ასრულებს.

კოსმოსში ფრენის დროს უწონობის პირობებში კოსმონავტის მუსკულატურა ფაქტობრივად „გამოირთვება“ და კუნთის ქსოვილის აქტიურობის მკვეთრი შემცირების გამო ორგანიზმის მიერ ჟანგბადის მოხმარება და ჰემოგლობინის წარმოქმნა კლებულობს, რაც განაპირობებს ორგანიზმის ყველა ფიზიკური მახასიათებლის ცვლილებას; მაგალითად, ძელებში ფოსფორის ნაკლებობა იწვევს ძელების სიმტკიცის შემცირებას.

უწონობის პირობებში კოსმონავტის არსებითი ქმედობაუნარიანობის გაძლიერებისათვის საჭიროა არსებული ადჟურვილობის რეკონსტრუქცია და მეექვსე რასის [1] – ზეადამიანის [2, 3] – იდეების გამოსაყენებლად მომზადება.

რასა [ფრანგ. race] საერთო წარმოშობის მქონე ადამიანთა ისტორიულად ჩამოყალიბებული ჯგუფია, რომელსაც ახასიათებს მემკვიდრეობით გადაცემული ზოგი საერთო ნიშან-თვისება: სხეულის აგებულება; კანისა და თმის ფერი; თავის ფორმა და სხვ.

მსოფლიოში ხუთი რასა არსებობს. აქედან სამი ძირითადია: ევროპეიდული, მონღოლოიდური და ნეგროიდული; ორი კი ამერიკანოიდულიდან და ავსტრალიოიდურიდან წარმოქმნილი. ადოლფ ჰიტლერს მიაჩნდა, რომ უმაღლესი რასა იყო არიული რასა, ანუ ადამიანები ღია ფერის თმით და ცისფერი თვალებით, თუმცა თვითონ შავი თმა და შავი თვალები ჰქონდა.

პროფესორმა ო. მანოილოვმა წამოაყენა ჰიპოთეზა „ცისფერი სისხლის“ მქონე მეექვსე რასის ადამიანის ქმედობაუნარიანობის შესახებ. მას მიაჩნდა, რომ მეექვსე რასა სხვა რასებთან შედარებით ყველაზე უფრო ქმედობაუნარიანი იყო და იგი გამოდგებოდა ზეადამიანის შესაქმნელად.

ძირითადი ნაწილი

ხანგრძლივი კოსმოსური ექსპედიციებისთვის ზეადამიანის შესაქმნელად XX საუკუნეში დიდი მუშაობა ჩატარდა. ამ საუკუნის 30-იან წლებში საბჭოთა მთავრობის გადაწყვეტილებით პროფესორ ო. მანოილოვს დაევალა მისი ხელმძღვანელობით საიდუმლო სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიაში ჩატარებულიყო კვლევები, რათა გაექარწყლებინათ ფაშისტური თეორია სხვა რასებთან შედარებით ე. წ. თეთრი რასის უპირატესობის შესახებ. ი. სტალინი დიდ ყურადღებას უთმობდა რასათმცოდნეობის პრობლემებს. ამიტომ ო. მანოილოვის გამოკვლევებისათვის შექმნილი იყო ყველანაირი ხელშემწყობი პირობა.

თანამედროვე კაცობრიობა სხვადასხვა სახის იმ მაღალი განვითარების არსებათა შთამომავალია, რომლებიც ოდესღაც დედამიწაზე დასახლდნენ.

ამჟამად დედამიწაზე წითელსისხლიანების გარდა, ცხოვრობენ ცისფერი სისხლის მქონე არსებანი. ესენია: რვაფეხები, მეღანთევზები, მორიელები, ზოგიერთი სახეობის ობობები და რეპტილიები.

წითელი სისხლის ძირითადი კომპონენტია ჰემოგლობინი, რომელიც რკინის იონებს შეიცავს. ცისფერი სისხლის ძირითადი ნაწილი კი ჰემოციანინია, რომელიც სპილენძის იონებს შეიცავს. აქვე შევნიშნავთ, რომ დედამიწაზე უფრო გავრცელებულია რკინა. ეჭვგარეშეა, რომ ჩვენს გალაკტიკაში შესაძლებელია იყოს პლანეტა, სადაც მოჭარბებულია სპილენძის იონების რაოდენობა. უნდა ვივარაუდოთ, რომ შორეულ წარსულში დედამიწაზე დასახლებული იყვნენ იმ პლანეტებიდან ჩამოფრენილი გველისა და რეპტილიის მსგავსი არსებანი.

ჰემოციანინის შემცველ სისხლს ახასიათებს სპეციფიკური თვისებები, კერძოდ, დაბალი შედედების უნარი, ფლუორესცენცია და გაძლიერებული იმუნიტეტი.

ისტორიულ ქრონიკებში მოცემულია იმ ცისფერსისხლიანი რაინდების ამბავი, რომლებიც ბრძოლისას ხშირად იჭრებოდნენ, მაგრამ სისხლი არ სდიოდათ. ალბათ, სწორედ ისინი იყვნენ ცისფერსისხლიანი ადამიანების წინაპრები, ე. წ. კიანეტიკები, რომელთა რაოდენობა თანამედროვე სამყაროში 10000-ს არ აღემატება.

ადამიანთა საზოგადოებაში ისინი გამოირჩევიან ისეთი თვისებებით, როგორიცაა ძალაუფლების პათოლოგიური წყურვილი და მბრძანებლობისადმი დაუშრეტელი სწრაფვა.

მეექვსე რასის წარმომადგენლები შეიძლება იყვნენ მთელ მსოფლიოში. მათი არსებობით ევოლუციონისტების თეორია, რომ ადამიანი მაიმუნისაგან წარმოიშვა, უარყოფილია.

საბჭოთა დაზვერვის მიერ დადგენილი იყო, რომ გერმანიაში ტარდებოდა ცდები ახალი ტიპის ადამიანის – ზეადამიანის შესაქმნელად. ალბათ, გერმანელ მეცნიერებს ფრიდრიხ ნიცშეს იდეები ასულდგმულებდათ. მეცნიერთა ჩანაფიქრით, ზეადამიანს უნდა ახასიათებდეს დიდი ფიზიკური ძალა, ტკივილის შეუგრძნობლობა და სწრაფი განაყოფიერება.

1925 წლის ზაფხულში ეს ინფორმაცია აცნობეს ი. სტალინს. იგი დიდი ინტერესით მოეკიდა საკითხს, რომელიც გატანილი იყო პოლიტბიუროს სხდომაზე განსახილველად. საკითხის გადაწყვეტის აუცილებლობა ერთხმად იყო აღიარებული. მეცნიერებათა აკადემიის ამ დარგის სპეციალისტებს დაევალებათ ე. წ. „ცოცხალი სამხედრო მანქანის“ შექმნა.

გადაწედა კვლევის მაქსიმალურად დაფინანსება 10 ათასი აშშ დოლარის ოდენობით. პროექტზე მუშაობა დაეწადა პროფესორ ი. ივანოვს.

ყირიმში „ასკანიანოვას“ საცდელ სადგურზე პროფესორმა ი. ივანოვმა შეჯვარებით შექმნა სხვადასხვა სახის ახალი ცხოველები: ზებროიდი, ხარირემი, ბიზონი. მან მოახერხა თეთრი თაგვის და ზღვის გოჭის, კურდღლისა და ბოცვრის შეჯვარება. მანვე შეძლო თაგვების და ვირთაგვების შთამომავლობის მიღება. წარმატებებმა გაათამაშა ი. ივანოვი და გადააწყვეტინა შეექმნა ადამიანის ახალი გენი ადამიანის გორილასთან და შიმპანზე-სთან შეჯვარებით.

1924 წელს ი. ივანოვის პროექტი დასკვნისთვის გადასცეს პასტერის ინსტიტუტს პარიზში. პროექტი მოწონებული იყო და ფრანგმა კოლეგებმა შესთავაზეს მას ემუშავა საფრანგეთის გვინეაში განლაგებულ სამეცნიერო დაწესებულებაში. შემდეგ სამეცნიერო-კვლევითმა სამუშაოებმა სოხუმის ნაკრძალში გადაინაცვლა. სამწუხაროდ, შედეგი ვერ იქნა მიღწეული. საჭირო გახდა სხვა გზების ძიება.

XX საუკუნის 1990-იან წლებში პრესაში გავრცელდა ინფორმაცია საბჭოთა ზეადამიანის შექმნის შესახებ. 1991 წელს საბჭოთა კავშირში პრემიერ-მინისტრ ვ. პავლოვის თაოსნობით დაიგეგმა ზეადამიანის შექმნის ახალი ეტაპი. კერძოდ, ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტის ბაზაზე (რექტორი ნ. კარლოვი) უნდა ჩატარებულიყო კვლევა.

სამხედრო უწყების წარმომადგენლებთან ერთად პროფესორმა მცენიკოვმა შეარჩია 20 ფრიადლოსანი სტუდენტი, რომლებმაც გაიარეს დამატებითი სწავლება ისეთ საგნებში, როგორიცაა ევრისტიკული დაპროგრამება, ანალიზის ლინგვისტიკური მეთოდები და ექსტრასენსორული უნარის განვითარება. აღმოჩნდა, რომ ვისაც ზემოქმედებარობა ახასიათებდა, საუცხოოდ აითვისა სასწავლო პროგრამა. ზოგიერთმა შესანიშნავი ლექსების წერა დაიწყო. პროგრამაში მონაწილეთა დასაბინავებლად შეიქმნა სამხედრო ნაწილი 10003, რომლის უფროსად დაინიშნა გენერალ-ლეიტენანტი ა. სავინი. აღნიშნულ სამხედრო ნაწილში შემუშავებული იყო მეთოდები, რომლებიც გამოიყენებოდა თაგვის ტკივილის მოსახსნელად; სიბნელეში კარგი ორიენტაციის შესაქმნელად; მეხსიერების, ინტუიციისა და შრომისუნარიანობის გასაუმჯობესებლად.

პროგრამა გამოყენებულ იქნა სახელმწიფო უშიშროების და შინაგან საქმეთა ორგანოების ოფიცერთა მოსამზადებლად [3]. იგი ბოლომდე ვერ შესრულდა საბჭოთა კავშირის დაშლის გამო.

რადგან კოსმონავტიკა სპეციფიკური დარგია, ამიტომ მსგავსი სამხედრო ნაწილის გამოცდილება არ გამოდგება კოსმონავტების გადამზადებლად. საჭიროა მოდელირებით და უშუალო კოსმოსური ფრენის განხორციელებით ზემოხსენებული პროგრამის შემოწმება მისი გამოყენებისა და განვითარების თვალსაზრისით.

გენეტიკური ტექნოლოგიების საშუალებით შეიძლება მომავალში განხორციელდეს ადამიანთა გენის გაუმჯობესება [4] და ისეთი ზეადამიანის შექმნა, რომელიც უწონობის სიძნელეებს ადვილად დაძლევეს.

დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მეექვსე რასის და ზეადამიანის პრობლემებთან დაკავშირებული გამოკვლევები [1–3] ყურადსადებია და ნაწილობრივ გამოყენებადიც;

კოსმოსური ხომალდის მართვის სისტემებში მიზანშეწონილია მეექვსე რასის წარმომადგენლების, ე. წ. კიანეტიკების (ცისფერი სისხლის მქონე ადამიანები), გამოყენება, რომლებსაც განსაკუთრებული ორგანიზატორული ნიჭი აქვთ;

სათანადო მოდერნიზაციის შემდეგ სამხედრო ნაწილი 10003-ის გამოცდილებას დიდი როლის შესრულება შეუძლია კოსმონავტიკის პრობლემების გადაწყვეტაში.

აღბათ, მომავალში გენეტიკური ტექნოლოგიების საშუალებით შესაძლებელი იქნება ისეთი ზეადამიანის შექმნა, რომელიც უწონობით გამოწვეულ სიძნელებებს დაძლეოს [4].

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Юрьев М. Шестая раса //Тайны XX века, №16, апрель, 2016, с.20-21.
2. Черкасов Г. Гуманоиды для Красной армии //Тайны XX века, №26 июнь, 2016, с. 28-29.
3. Соколов Д. Фабрика сверхлюдей // Тайны XX века, №26,14 декабря, 2016, с. 20-21.
4. Шаховская И. Дизайнерские люди //Тайны XX века, №36, сентябрь, 2016, с. 4-5.

REGARDING TO THE ENSURING COSMONAUT'S VITAL CAPACITY

A. Betaneli

(Georgian Aviation University)

Resume: It is known, that the first and obvious result of weightless, which arises during the flight of cosmonaut into the space is rapid muscles atrophy. In fact, musculature is shutting down from the human action arena. That's why all physical characteristics of the body are falling.

According to the author in order to ensure effectiveness of cosmonaut we have to use the ideas about the sixth race and superhuman. Besides it is advisable to use genetic technologies.

Key words: cosmonaut; race; superhuman; weightless.

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТА

Бетанели А. И.

(Грузинский авиационный университет)

Резюме. Известно, что невесомость, возникающая при космическом полете, мгновенно вызывает атрофию мышц космонавта. Фактически мускулатура выключается из поля деятельности космонавта. В связи с этим изменяются все физические характеристики организма.

Для обеспечения жизнедеятельности космонавта в космическом полете могут быть использованы идеи о применении шестой расы и сверхчеловека. Кроме этого, можно использовать генетические технологии.

Ключевые слова: космонавт; невесомость; раса; сверхчеловек.

ავტორთა საჟურნალუბროდ

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;
- შპპ (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია) კოდი.

2. სტატია ამობეჭდილი უნდა იყოს A4 ფორმატის ფურცელზე. მოცულობა ფორმულების, ცხრილებისა და ნახაზების (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 Acadnux 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 სამივე ენაზე დალაგებული უნდა იყოს ალფაბეტის მიხედვით. რეზიუმე შედგენილი უნდა იყოს 100 – 150 სიტყვისაგან; უნდა ასახავდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს); უცხო ენებზე თარგმანი უნდა იყოს ხარისხიანი და ეყრდნობოდეს 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 რომელ ენაზე იყო გამოქვეყნებული სტატია.

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

დამატებითი ცნობებისათვის მიმართეთ შემდეგ მისამართზე: 0108 თბილისი, რუსთაველის გამზირი 52, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. IV სართული, ოთახი 434, ტელ.: 299-58-27.

ელ.ფოსტა: metsn.technol@gmail.com

რედაქტორები: ლ. გიორგობიანი, ე. იოსებიძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ქ. ფხაკაძის

გადაეცა წარმოებას 10.01.2017, ხელმოწერილია დასაბეჭდად 31.03.2017. ქაღალდის
ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 9. ტირაჟი 110 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent