

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

წოველკვარტალური გამოცემა
QUARTERLY PUBLICATION
ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

ISSN 1512-0996

Certificate
ICI Journals Master List

INDEX  COPERNICUS
I N T E R N A T I O N A L

შრომები
WORKS
ТРУДЫ
N3(505)



თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ
2017

დაარსებულია 1924 წელს.
პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

საქართველოს ჟეჟნიკური უნივერსიტე-
ტის სამეცნიერო შრომების კრებული
არის ყოველკვარცაღური რეფერირებადი
პერიოდული გამოცემა.

ყველა უფლება დაცულია. ამ კრებულში
გამოქვეყნებული ნებისმიერი სტატიის
(ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა)
გამოყენება არც ერთი ფორმითა და სა-
შუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკუ-
რი) არ შეიძლება გამომცემლის წერი-
ლობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯე-
ბა კანონით.

ავტორი (ავტორები) პასუხისმგებელია
სტატიის შინაარსზე და საავტორო უფლებე-
ბისა და სამეცნიერო ეთიკის საყოველ-
თაოდ მიღებული ნორმების დაცვაზე.

სტატიის ავტორის (ავტორების) პოზი-
ცია შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომ-
ცემლო სახლის პოზიციას.

საგამომცემლო სახლი „ჟეჟნიკური უნი-
ვერსიტეტი“ გუდწრფელი მადლიერებით
მიიღებს ყველა კონსტრუქციულ შენიშ-
ვნას, წინადადებას და გამოიყენებს საქ-
მიანობის შემდგომი სრულყოფისათვის.

მოგვწერეთ:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com

სარედაქციო კოლეგია

თავმჯდომარე

ა. ფრანგიშვიდი

პოპულარიზატი:

დ. კლიმაშვიდი

ბ. გასიწაშვიდი

წმმრები:

ა. აბრადავა, გ. აბრამიშვიდი, ა. აბშიდავა,
ე. ბარათაშვიდი, თ. ბაციკაძე, ჯ. ბერიძე,
ს. ბიელეცკი (პოდონეთი), პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი),
თ. გაბადაძე, ჯ. გახოკიძე, თ. გეღაშვიდი,
ა. გიგინეიშვიდი, გ. გობში (გერმანია),
ად. გრიგოლიშვიდი, ედ. ელიზბარაშვიდი, ს. ესაძე,
ვდ. ვარდოსანიძე, თ. ზუმბურიძე,
პ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავხელიძე,
პ. თოდუა (რუსეთი), ბ. იმნაძე, ი. კვესელავა,
ტ. კვიციანი, ა. კვევადიკი (ესტონეთი), ბ. კიკნაძე,
თ. ღომინაძე, ი. ღომიძე, ა. მამადისი (საბერძნეთი),
მ. მაცაბერიძე, თ. მეგრელიძე, მ. მესხი, ა. მონონელიძე,
დ. მძინარიშვიდი, დ. ნაწროშვიდი,
ნ. ნაცვლიშვიდი, შ. ნემსაძე, დ. ნოზაძე,
გ. საღუქვაძე, ქ. ქოქრაშვიდი, ე. ქუთელია,
ა. შარვაშიძე, ს. შმიდტი (გერმანია),
პ. შტროერი (გერმანია), მ. ჩხეიძე,
ბ. წვერიაძე, თ. ჯაგოდნიშვიდი, თ. ჯიშკარიანი.

© საგამომცემლო სახლი „ჟეჟნიკური უნივერსიტეტი“, 2017

ISSN 1512-0996



9 771512 099004



Founded in 1924.

Published in quarterly editions.

Georgian Technical University's Collection of Academic Works is a quarterly refereed periodical journal.

All rights reserved. No material appearing in this publication (texts, images, illustrations and other visual) can in any form or by any means (electronic or manual) be used by other parties without prior written consent of the publisher.

Infringement of copyright is punishable by law.

Author (authors) is (are) responsible for content of the article as well as protection of copyright and compliance with generally accepted norms of academic ethics.

Judgements of the author (authors) and the publishing house may vary.

Publishing House "Technical University" is open to constructive feedback and ideas for the purpose of continuous improvement.

Contact us:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com

EDITORIAL BOARD

CHIEF

A. Prangishvili

DEPUTIES:

L. Klimiashvili

Z. Gasitashvili

MEMBERS:

A. Abzalava, G. Abramishvili, A. Abshilava,
E. Baratashvili, T. Batsikadze, J. Beridze,
S. Bielecki (Poland), P. Bielik (Slovakia), M. Chkheidze,
E. Elizbarashvili, S. Esadze, T. Gabadadze,
J. Gakhokidze, O. Gelashvili, A. Gigineishvili,
G. Gobsch (Germany), Al. Grigolishvili, B. Imnadze,
T. Jagodnishvili, T. Jishkariani, A. Keevalik (Estonia),
Z. Kiknadze, K. Kokrashvili, E. Kutelia, I. Kveselava,
T. Kvitsiani, T. Lominadze, I. Lomidze,
A.G. Mamalis (Greece), M. Matsaberidze,
L. Mdzinarishvili, T. Megrelidze, M. Meskhi,
A. Motzonelidze, D. Natroshvili, N. Natsvlashvili,
Sh. Nemsadze, D. Nozadze, G. Salukvadze,
H. Stroher (Germany), H. Sunkel (Austria), S.M. Schmidt
(Germany), A. Sharvashidze, D. Tavkhelidze,
P. Todua (Russia), Z. Tsveraidze, Vl. Vardosanidze,
O. Zumburidze.

© Publishing House "Technical University", 2017

ISSN 1512-0996



Учрежден в 1924 году.
Периодичность – 4 номера в год

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным реферируемым периодическим изданием.

Защищены все права. Любую опубликованную в данном сборнике статью (текст, фото, иллюстрации) невозможно использовать ни одной из форм или средствами (электронными или механическими) без письменного разрешения издателя.

Нарушение авторских прав наказуемо законом.

Автор (авторы) несет ответственность за содержание статьи и защиту всеобщих принятых норм научной этики и авторских прав.

Мнение автора (авторов) статьи может не совпадать с мнением Издательского дома.

Издательский дом «Технический университет» с благодарностью учтет все конструктивные замечания, предложения и использует их для совершенствования дальнейшей деятельности.

Пишите:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

А.И. Прангишвили

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ:

Л.Д. Климиашвили

З.А. Гаситашвили

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

А.Г. Абралава, Г.С. Абрамишвили, А.В. Абшилава,
Е.Ш. Бараташвили, Т.В. Бацикадзе,
С. Биелецки (Польша), П. Биелик (Словакия),
Дж.Л. Беридзе, Вл.Г. Вардосанидзе, Т.Г. Габададзе,
Дж.В. Гахокидзе, О.Г. Гелашвили,
А.В. Гигинеишвили, Г. Гобш (Германия),
Ал.Р. Григолишвили, Т.А. Джагоднишвили,
Т.С. Джишкарцани, О.Г. Зумбуридзе,
Г. Зункел (Австрия), Б.Л. Имнадзе, И.С. Квеселава,
Т.А. Квициани, А. Кеевалик (Эстония),
З.Г. Кикнадзе, К.А. Кокрашвили, Е.Р. Кутелия,
И.Б. Ломидзе, Т.Н. Ломинадзе, А. Мамалис (Греция),
М.И. Мацаберидзе, Л.Д. Мдзинаришвили,
Т.Я. Мегрелидзе, М.А. Месхи, А.Н. Моцонелидзе,
Д.Г. Натрошвили, Н.В. Нацвлишвили,
Ш.А. Немсадзе, Д.А. Нозадзе, Г.Г. Салуквадзе,
Д.Д. Тавхелидзе, П. Тодуа (Россия), З.Н. Цвераидзе,
М.М. Чхеидзе, А.М. Шарвашидзе,
С. Шмидт (Германия), Г. Штроер (Германия),
Э.Н. Элизбарашвили, С.Ю. Эсадзе.

© Издательский дом «Технический университет», 2017

ISSN 1512-0996



შინაარსი

აბრარული და ბიოლოგიური მეცნიერებები

ლ. ტაბატაძე. „სამანი-2“ ოზონოგენერატორის გამოყენება ღვინის წარმოებაში.....	11
ლ. ტაბატაძე. „სამანი-2“ ოზონოგენერატორის გამოყენება წიბნების სადუნიფიქციოდ.....	17
ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, გ. აბაიშვილი. გაყინული ფიჭვის ლენტური ხერხით ხერხვის პროცესის დინამიკური პარამეტრების კვლევა.....	22

ხელოვნება და კუთხითარული მეცნიერებები

ლ. სუთიძე. ტექნიკური ტერმინოლოგიის სარედაქციო საკითხისთვის.....	27
---	----

ძიშიური ინჟინერია

ე. კუხალაშვილი, კ. ბზიავა, დ. ლორთქიფანიძე. კიპერკონცენტრირებული ნაკადის ენერგიის მახასიათებლები.....	35
---	----

კომპიუტერული მეცნიერება

შ. კვირკველია, ჯ. ბერიძე, მ. ჯორბენაძე. ფიჭური მობილური კავშირის ზოგიერთი პრობლემური საკითხის კვლევა პროგრამირებადი რადიოტექნოლოგიების გამოყენებით.....	41
---	----

მეცნიერება ბადაწყვეტილების მიღების შესახებ

გ. ღვინფაძე. ენების წარმოშობა-განვითარების საკითხი ეპოქათა მონაცვლეობის ჭრილში და ვიკილექსიკონი.....	49
--	----

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და პლანეტოლოგია

ტ. კვიციანი. მთის კლდოვან კალთაზე დაქრდნობილი ნებისმიერი მოხაზულობის ზედაპირის მქონე ბრუნტის ფერდოს ბაანგარიშება მდგრადობაზე.....	67
---	----

ენერგია

შ. ნემსაძე, მ. გიუაშვილი, ავ. ტორონჯაძე. კლიმური იმპულსური მახინტური ველის გენერატორის პარამეტრების განსაზღვრა.....	76
--	----

საინჟინრო საქმე

რ. ენაგელი. მაღნეშლის საბადოს სპილენძ-ოქროს ძნელად გასამდიდრებელი მაღნის ფლოტაციის პროცესის ოპტიმიზაცია.....	85
მ. ონიანი. ოპტიმიზაციის შედეგების პროგნოზირება.....	93
მ. სანიკიძე, ნ. წიგნაძე, გ. მექმარიაშვილი. სწრაფად ასაბები, გასაწვლელი, ერთმალიანი მძვინვარეობის ხილვები ექსტრემალური სიტუაციებისათვის	101
ნ. მუხიგულაშვილი, ნ. ჭედია, მ. ჩხარტიშვილი. ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის მოწყობილობების მუშაობის საიმედოობის საკითხები.....	119
თ. მეგრელიძე, გ. გუგულაშვილი, თ. ისაკაძე. ვხვიერი პროდუქტების ვიბრომდურღარე შენაში საშრობი მანქანა მუშა აბენტის კულსატორით	126
თ. მეგრელიძე, თ. ისაკაძე, გ. გუგულაშვილი. უნივერსალური პარადა მაცივარ-კონდიციონერი	133
ნ. რაზმაძე, ნ. რატიანი. სტატისტიკური მონაცემები სამუშაო აღბილებზე მომხმ და სასიკვდილო ტრავმების შესახებ.....	138
ნ. შავიშვილი. დიზაინის სწავლების საერთაშორისო საბანგანატლებლო მოდელების გამოყენება საქართველოს უნივერსიტეტებში	145

ფარმაცოლოგია, ტოქსიკოლოგია და ფარმაცევტიკა

რ. ქუთათელაძე, ე. კობლატაძე. ფარმაცევტული პროდუქტების დისტრიბუციის რეგულირების საერთაშორისო სტანდარტები	158
რ. მელქაძე. კავკასიური მამვლის ფოთლის (RUBUS CAUCASICUS) მორფოლოგიურ-ანატომიური ანალიზი	164
რ. მელქაძე. ბალზამი „ბრაალის“ სამკურნალო მოქმედება გულსისხლძარღვთა, სხივური და სქესობრივი ღაავადებებისას.....	172

ავტორთა საძიებელი	182
-------------------------	-----

ავტორთა საჭურადღებოდ	183
----------------------------	-----

CONTENTS

AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

L. Tabatadze. USING AN OZONE GENERATOR „SAMANI - 2" IN WINEMAKING	11
L. Tabatadze. USING AN OZONE GENERATOR „SAMANI - 2" FOR THE DISINFECTION OF BOOKS ABSTRACT	17
Z. Chitidze, I. Gelashvili, V. Abaishvili. RESEARCH OF DYNAMIC PARAMETERS OF BAND SAWING PROCESS OF FROZEN PINE.....	22

ARTS AND HUMANITIES

L. Sutidze. FOR THE EDITORIAL ISSUES OF THE TECHNICAL TERMINOLOGY	27
--	----

CHEMICAL ENGINEERING

E. Kukhalashvili, K.Bziava, D. Lortkipanidze. CHARACTERISTICS OF HYPERCONCENTRATED FLOWS ENERGY	35
---	----

COMPUTER SCIENCE

S. Kvirkvelia, J. Beridze, M. Jorbenadze. RESEARCH OF SOME ISSUES RELATED TO MOBILE CELLULAR TECHNOLOGY WITH SOFTWARE DEFINED RADIO	41
---	----

DECISION SCIENCES

G. Gvinepadze. ISSUES OF ORIGINS AND DEVELOPMENT OF LANGUAGES THROUGH THE AGES AND THE WIKTIONARY	49
---	----

EARTH AND PLANETARY SCIENCES

T. Kvitsiani. CALCULATION OF THE STABILITY OF THE GROUND SLOPE WITH THE SURFACE OF ANY SHAPE LOCATED ON THE MOUNTAIN ROCKY SLOPE	67
--	----

ENERGY

Sh. Nemsadze, M. Giuashvili, A. Toronjadze. DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF A STRONG PULSED MAGNETIC FIELD GENERATOR.....	76
---	----

ENGINEERING

R. Enageli. OPTIMIZATION OF THE FLOTATION PROCESS OF THE REFRACTORY COPPER - GOLD ORE OF THE MADNEULI DEPOSIT.....	85
M. Oniani. FORECAST OF THE OPTIMIZATION RESULTS	93
M. Sanikidze, N. Tsignadze, G. Medzmariashvili. PORTABLE AND RAPIDLY DEPLOYABLE, SINGLE SPAN MECHANIZED BRIDGES FOR EXTREME SITUATIONS	101
N. Mukhigulashvili, N. Chedia, M. Chkhartishvili. ON MAINTAINING OF WORKING CAPACITY OF AUTOMATED AND TELECOMMUNICATION INSTALLATIONS	119
T. Megrelidze, G. Gugulashvili, T. Isakadze. MACHINE FOR DRYING OF BULK MATERIALS IN A VIBRATING FLUID BED WITH A PULSATOR OF WORKING AGENT	126
T. Megrelidze, T. Isakadze, G. Gugulashvili. UNIVERSAL CABINET REFRIGERATOR-AIR CONDITIONER.....	133
N. Razmadze, N. Ratiani. STATISTICAL DATA ABOUT SEVERE AND FATAL WORKPLACE INJURIES	138
N. Shavishvili. USE OF INTERNATIONAL EDUCATIONAL MODELS OF DESIGN TEACHING AT GEORGIAN UNIVERSITIES	145

PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY AND PHARMACEUTICS

R. Kutateladze, E. Koplatadze. INTERNATIONAL STANDARDS FOR REGULATION OF PHARMACEUTICAL DISTRIBUTION	158
R. Melkadze. MORPHOLOGICAL-ANATOMICAL ANALYSIS OF CAUCASIAN BLACKBERRY (RUBUS CAUCASICUS) LEAVES.....	164
R. Melkadze. THE THERAPEUTIC EFFECT OF THE BALM "GRAAL" FOR CARDIOVASCULAR, RADIOTHERAPY AND SEXUALLY TRANSMITTED DISEASES	172

AUTHOR'S INDEX	182
GUIDE FOR AUTHORS.....	189

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Л.В. Табатадзе. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНОГЕНЕРАТОРА „САМАНИ - 2” В ВИНОДЕЛИИ	11
Л.В. Табатадзе. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНОГЕНЕРАТОРА „САМАНИ - 2” ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ КНИГ	17
З.Д. Читидзе, И.Н. Гелашвили, В.В. Абаишвили. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЛЕНТОЧНОГО ПИЛЕНИЯ МЕРЗЛОЙ СОСНЫ	22

ИСКУССТВО И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Л.Н. Сутидзе. К РЕДАКЦИОННОМУ ВОПРОСУ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ	27
--	----

ХИМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Э.Г. Кухалашвили, К.Г. Бзиава, Д.Г. Лорткипанидзе. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГИИ ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПОТОКОВ	35
---	----

КОМПЬЮТЕРНАЯ НАУКА

Ш.В. Квирквелия, Д.Л. Беридзе, М.Б. Джорбенадзе. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСОВ СОТОВОЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ	41
--	----

НАУКА О ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Г. Ш. Гвинефадзе. ВОПРОСЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ-РАЗВИТИЯ ЯЗЫКОВ В РАЗРЕЗЕ СМЕНЫ ЭПОХ И ВИКИСЛОВАРЬ	49
---	----

НАУКИ ИЗУЧАЮЩИЕ ЗЕМЛЮ И ПЛАНЕТОЛОГИЯ

Т.А. Квициани. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ЛЮБОГО ОЧЕРТАНИЯ, ПРИСЛОНЕННЫХ НА ГОРНОМ СКАЛЬНОМ СКЛОНЕ	67
--	----

ЭНЕРГИЯ

Ш.А. Немсадзе, М.А. Гиуашвили, А.Г. Торонджадзе. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРА СИЛЬНОГО ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ	76
--	----

ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

Р.П. Энагели. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ ТРУДНООБОГАЩАЕМОЙ МЕДНО-ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	85
М.Ш. ОНИАНИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПТИМИЗАЦИИ	93
М.М. Саникидзе, Н.Г. Цигнадзе, Г.Э. Медзмаришвили. БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ РАСКРЫВАЕМЫЕ ОДНОПРОЛЕТНЫЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ МОСТЫ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ	101
Н.И. Мухигулашвили, Н.Л. Чедия, М.В. Чхартишвили. К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ	119
Т.Я. Мегрелидзе, Г.Л. Гугулашвили, Т.А. Исакадзе. МАШИНА ДЛЯ СУШКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ВИБРОКИПАЮЩЕМ СЛОЕ С ПУЛЬСАТОРОМ РАБОЧЕГО АГЕНТА	126
Т.Я. Мегрелидзе, Т.А. Исакадзе, Г.Л. Гугулашвили. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ШКАФ ХОЛОДИЛЬНИК-КОНДИЦИОНЕР	133
Н.А. Размадзе, Н.Г. Ратиани. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ТЯЖЕЛЫХ И СМЕРТЕЛЬНЫХ ТРАВМАХ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ	138
Н.К. Шавишвили. ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ ДИЗАЙНУ В ГРУЗИНСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ	145

ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ И ФАРМАЦЕВТИКА

Р.Г. Кутателадзе, Е.Р. Коплатадзе. МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДИСТРИБУЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ	158
Р.Г. Мелкадзе. МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИСТЬЕВ КАВКАЗСКОЙ ЕЖЕВИКИ (RUBUS CAUCASICUS)	164
Р.Г. Мелкадзе. ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ БАЛЬЗАМА «ГРААЛЬ» ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ, ЛУЧЕВЫХ И ПОЛОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ	172

ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ	182
К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	192

UDC 351.773

SCOPUS CODE 1106

„სამანი-2“ ოზონოგენერატორის გამოყენება ღვინის წარმოებაში

ლ. ტაბატაძე კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: l.tabatadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. ბერუაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: giorgiberua1@mail.ru

გ. გუგულაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: givigugulashvili@gmail.com

ანოტაცია. ნაშრომში აღწერილია ოზონის გამოყენება კვების მრეწველობაში, მედიცინასა და ქიმიურ მრეწველობაში – სადუხინფექციოდ და მიკრობიოლოგიური დამბინძურებლების წინააღმდეგ. ამ მიზნით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და თსუ-ს სამეცნიერო ჯგუფის „ველიმისიონის“ მიერ შემუშავდა ნახევრად პოლიმერული კონსტრუქციის ოზონოგენერატორი „სამანი-2“, რომელიც გამოიყენეს მეღვინეობაში ღვინის წარმოებისათვის საჭირო აპარატურის დეზინფექციისათვის და სტერილიზაციისათვის, ასევე მიკრობული დამბინძურებლების წინააღმდეგ.

ყველა ოპერაცია საჭიროებს წარმოებისათვის აუცილებელი მიღების, დამხმარე მოწყობილობების სპეციალურ მომზადებას, რადგან აღჭურვილობის შიგა ზედაპირების დეზინფექცია და

სტერილიზაცია განსაზღვრავს ღვინის წარმოებაში ღვინის ხარისხს აგრეთვე პირდაპირ ზეგავლენას ახდენს ორგანოლექტიურ მაჩვენებლებზე.

მეღვინეობაში ოზონის გამოყენებას აქვს უდიდესი უპირატესობა თავისი თვისების – მაღალი ანტიბაქტერიული აქტიუობის გამო, მინიმალური კონტაქტის პირობებში. ოზონის გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში, კერძოდ ღვინის წარმოებაში შეუძლია თითქმის მთლიანად შეცვალოს ყველა ქიმიური საშუალება, რომელსაც ადრე იყენებდნენ, რაც გულისხმობს პესტიციდების გამოყენების და გარემოს გაბინძურების შემცირებას.

საპასუხო სიტყვა: დეზინფექცია; მიკრობები; მეღვინეობა; ოზონოგენერატორი.

შესავალი

საქართველოში სოფლის მეურნეობა უძველესი და მნიშვნელოვანი დარგია. ვაზის კულტურის ისტორია მჭიდროდაა დაკავშირებული ქართველი ერის ისტორიასთან. საქართველო მსოფლიოში ითვლება მევენახეობა-მეღვინეობის ერთ-ერთ უძველეს კერად და ერთ-ერთი საუკეთესო ქვეყანაა მაღალი ხარისხის ღვინოების წარმოების მხრივ.

ოზონის გამოყენება სოფლის მეურნეობაში და სახალხო მეურნეობის როგორც დეზინფექციის და სტერილიზაციის საშუალება დღეისათვის ძალიან აქტუალურია. ოზონი ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე მოღუწვით მოციფრო, დამახასიათებელი სუნის აირია. ის მაშინ შეიგრძნობა, როდესაც ჰაერში მისი კონცენტრაცია არის 0,015 მგ/მ³-ზე მეტი. ოზონი წარმოიქმნება ჟანგბადიდან ან ჰაერიდან. მისი გენერირება ხორციელდება სხვადასხვა მეთოდით. დღესდღეობით ოზონის მიღების სამრეწველო ხერხია ელექტროსინთეზი, რომელიც ეფუძნება ელექტრული განმუხტვის დროს გამოყოფილი ენერგიის ხარჯზე ოზონის მოლეკულის წარმოქმნას.

ჯერ კიდევ 1985 წელს მოლდავეთის აკადემიის კვლევით ინსტიტუტში კვების მრეწველობის ტექნოლოგიური მოწყობილობების შიგა ზედაპირის სტერილიზაციისათვის შესწავლილი და გამოკვლეულია ოზონის გამოყენება [1-3]. შემუშავდა მეთოდები, კონტროლის საშუალებები და ოზონირების პროცესის ტექნოლოგიური სქემა. დადგინდა, რომ ოზონით ობიექტის დამუშავებისას უმნიშვნელო რაოდენობაც საკმარისია. ასევე მიკრობიოლოგიისა და ეპიდემიოლოგიის ცნობილი ინსტიტუტების მონაცემებით: E.coli, st.albus, Ps. Fluorescent კულტურის, ასევე სხვადასხვა ზედაპირის მიკროფლორის დამუშავებისას,

106-124 მგ/მ³ ოზონის კონცენტრაციით 30-40 წუთის განმავლობაში მიიღება დეზინფექციის მაღალი მაჩვენებლები.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენს ქვეყანაში ოზონის ფართო გამოყენებას აფერხებდა პრაქტიკული გამოყენებისათვის საჭირო კონცენტრაციის ოზონის მისაღები საიმედო და სრულყოფილი გენერატორის არარსებობა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და კომპანია „ველიმისიონის“ სამეცნიერო ჯგუფის მიერ შემუშავდა სხვადასხვა მოდიფიკაციის და დანიშნულების ოზონოგენერატორის ვარიანტი, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია ცალკეული სახეობის ობიექტების შედარებით იაფად და მასობრივი მომხმარებლისათვის ხელმისაწვდომ ფასებში დეზინფიცირება.

ელექტროენერგიის ხარჯი თავისი მსოფლიო ანალოგებისაგან განსხვავებით სულ რაღაც 5 ვატ/საათს შეადგენს (3,5- ჯერ იაფი – ანალოგებთან შედარებით) [4-5]. შემუშავებულია და მიმდინარეობს ახალი ოზონოგენერატორების ჰიბრიდული ვარიანტის გამოცდა. მოწყობილობების მიზიდველი ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების გამო სხვადასხვა სფეროში ბევრი მომხმარებელი ჰყავს და წარმატებით გამოიყენება ჩვენს ქვეყანაში სხვადასხვა საწარმოში: მინერალური წყლის “ლიკანის” ჩამომსხმელ საწარმოებში; ნატახტრის ხორცკომბინატში; თბილისის პურის საცხობ 4 ქარხანაში; ორხევის საკვების გადამამუშავებელ კომბინატში და სხვ. სულ საქართველოში დაახლოებით 18 კვების ობიექტზე.

ჯანსაღი და სტაბილური ღვინოს წარმოებისათვის, პირველ რიგში აუცილებელია მეღვინეობაში სუფევედეს განსაკუთრებული ჰიგიენა.

ღვინის წარმოებაში მიკრობიოლოგიური დამბინ-
ძურებლების წინააღმდეგ ხშირად იყენებენ
ორთქლს, კაუსტიკურ სოდას, ძმარმუავას ზე-
ჟანგს, ცხელ წყალს. ყველა ამ საშუალებას
აქვს შესაბამისი ანტიმიკრობული მოქმედება,
მაგრამ აღინიშნება უარყოფითი ზემოქმედებაც.
კაუსტიკური სოდა და ძმარმუავას ზეჟანგი კო-
როზიული ნივთიერებებია და შესაძლოა ზიანი
მიაყენოს მეღვინეობაში მომუშავე პერსონალს.
წყალი და ორთქლი ასევე ეფექტური საშუალე-
ებია, თუმცა კონტაქტის დრო აღინიშნება მი-
ნიმუმ 20-30 წუთი. მეღვინეობაში ოზონის
გამოყენების უპირატესობა ის არის, რომ აქვს
ძალიან მაღალი ანტიბაქტერიული აქტიურობა
მინიმალური კონტაქტის პირობებში. ოზონის
კონცენტრაცია წყალხსნარში არის 0.02-2 მგ/ლ.

სოფლის მეურნეობის სამინისტროსთან და
მევენახეობის სპეციალისტებთან ერთად ქარე-
ლის რაიონში სამეცნიერო ჯგუფის მიერ კონ-
სტრუირებული ოზონოგენერატორით ჩატარდა
ღვინის საწარმოს და მევენახეობის პლანტაციის
დამუშავება. ოზონატორში გამომუშავებული
ოზონი შემრევ ბლოკში შედის წყალთან ერთად.
ოზონის ხსნადობა 11-ჯერ მეტია, ვიდრე ჟანგ-
ბადის. დასამუშავებლად გამოიყენება ოზონის
წყალხსნარი, რომელიც გარკვეული წნევის ქვეშ
იმყოფება ბლოკში, მას პულვერიზატორით შეას-
ხურებენ ყურძენს. ასეთი ნარევის გამოყენება
შესაძლებელია ასევე ღვინის ქარხანაში ღვინის
ქვევრების და სათავსების დეზინფექციისათვის,
რომელთა დამუშავება ხდებოდა გოგირდის
ორჟანგით და სხვა ქიმიური საშუალებებით.

ღვინის საწარმოს შენობაში ტექნოლოგიური
მოწყობილობების ზედაპირული სტერილიზაცი-
ისათვის და ჰაერის გასაწმენდად ჩატარდა
„სამანი-2“ ოზონოგენერატორის გამოცდა. 3 და-
უმუშავებელი დანადგარის ნარეცხიდან მეორეში

აღმოჩნდა ნაწლავური ჩხირის ბაქტერიები. ოზო-
ნირების შემდეგ 20 წუთის განმავლობაში სა-
წარმოში აღნიშნულ დანადგარებზე ნაწავური
ჩხირის ბაქტერიები არ აღინიშნებოდა.

ადგილის დამუშავების დრო

ფარ- თობი კვ/მ	ოთახის მოცულო- ბა კუბ/მ	დამუშა- ვების დრო, წუთი	მომსახურე პერსონალის მოცდის დრო, წუთი
20	60	20	15
40	120	30	20
60	180	50	30
100	300	70	50

ჭერის სიმაღლე შეადგენს 3 მეტრს. ჩატარე-
ბული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ „სა-
მანი-2“ ოზონოგენერატორი შესაძლებელია წარ-
მატებით გამოვიყენოთ ღვინის წარმოების სხვა-
დასხვა მოცულობის ტექნოლოგიური დანად-
გარის დამუშავებისას.

მევენახეობის პლანტაციაზე სამუშაოები ამჟა-
მადაც მიმდინარეობს. წინასწარი მონაცემები
დადებითია და კვლევა-ძიება გრძელდება.

დასკვნა

სამეცნიერო ჯგუფის მიერ კონსტრუირებული
ოზონოგენერატორში ელექტროდებად გამოყენე-
ბულია დაბალი წნევის პლაზმა და სპირალუ-
რად დახვეული გამტარი. ოზონოგენერატორი

მუშაობს მაღალ სიხშირეზე და დაბალ წნევაზე. ჩვენმა კვლევამ აჩვენა ოზონის აშკარა უპი-
ლიელექტრიკად გამოყენებულია კერამიკა. ხელ- რატესობა სხვა სადგენეფიქციო საშუალებებთან
საწყო შესრულებულია საეთაშორისო ტექნიკუ- შედარებით.
რი პირობებით: GOCT 26582-85[6 m].

ლიტერატურა

1. Litinsky G.A. Modern methods of disinfection in the food industry and the prospects of their application in the conditions of Moldova. Chişinău. 1993, 6 p. (in Russian).
2. Styazhkina S.N., Matusevich A.E., Ivanova M.K., Akimov A.A. Bactericidal and deodorizing features portable ionizer in healthcare. Izhevsk State Medical Academy. 16-2(19). 2016, 381-185 pp. (in Russian).
3. Nikolaenko C.A., Nikolaenko E.V. The prospects of using ozone in the dairy industry. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. № 102. 2014. (in Russian).
4. Tabatadze L. Transport and environment. Universali. Tb., 2011, 31-35 pp. (in Georgian).
5. Tabatadze L., Shvelidze V., Burjanadze J., Gakhokidze R. Use of ozone in sugar production technology. Proceedings of international scientific conference "Problems of quality improvement in the food industry". Saqartvelos teqniki universiteti. Tb., 2016, 54 p. (in Georgian).
6. Tsomaia G., Burjanadze J., Burdzhnadar G. Sterilization equipment. Georgian Patent GE P 2006 3772 BB.

UDC 351.773

SCOPUS CODE 1106

USING AN OZONE GENERATOR „SAMANI - 2" IN WINEMAKING

L. Tabatadze

Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68a M. Kostava str, 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: l.tabatadze@gtu.ge

Reviewers:

G. Beruashvili, Associate Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: giorgiberua1@mail.ru

G. Gugulashvili, Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: givigugulashvili@gmail.com

ABSTRACT. The paper considers the use of ozone in the food industry, in medicine and in chemical industry as a means of disinfection and sterilization. In this regard, the research teams of the Georgian Technical University, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University and company “Velimisioni” developed ozone generator “Samani– 2” to use it in winemaking and winegrowing for disinfection of the equipment and as a protective agent in vineyards against microbiological contamination.

Most operations require special preparation of process pipelines, and service equipment. Disinfection and sterilization of the internal surfaces of the equipment determine the quality and shelf life of the wine, since they directly affect the organoleptic characteristics and the resistance of the wine to obtain an ecologically clean product.

In winemaking, the use of ozone has tremendous advantage for its high antibacterial activity in minimal contact conditions. The use of ozone in agriculture, particularly in winemaking, can almost completely replace all the chemicals used in the vineyard. As a result it means the end to pesticides and environmental pollution.

KEY WORDS: Disinfection; microbes; ozone generator; winemaking.

UDC 351.773

SCOPUS CODE 1106

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНОГЕНЕРАТОРА „САМАНИ - 2” В ВИНОДЕЛИИ

Табатадзе Л.В. Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: l.tabatadze@gtu.ge

Рецензенты:

Г. Беруашвили, асоц. профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: giorgiberua1@mail.ru

Г. Гугулашвили, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: givigugulashvili@gmail.com

АННОТАЦИЯ. В работе отмечается применение озона в пищевой промышленности, в медицине и в химической промышленности как средства дезинфекции и стерилизации. С этой целью научная группа Грузинского технического университета, ТГУ и компания „Велимисиони” специально для этой цели разработали озоногенератор «Самани-2», который был использован в виноделии и в виноградарстве для дезинфекции оборудования и в качестве защитного агента на виноградниках для борьбы с микробиологическими загрязнениями.

Большинство операций требуют особой подготовки технологических трубопроводов и вспомогательного оборудования. Дезинфекция и стерилизация внутренних поверхностей оборудования определяют качество и срок хранения вина, так как напрямую влияют на органолептические показатели и стойкость вина для получения экологически чистого продукта.

В виноделии использование озона имеет огромное преимущество ввиду своей высокой антибактериальной активности в минимальных контактных условиях. Использование озона в сельском хозяйстве, в частности в виноделии может почти полностью заменить все химические средства, используемые на винограднике. А это означает конец пестицидам и загрязнению окружающей среды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: виноделие; дезинфекция; микробы; озоногенератор.

UDC 351.773

SCOPUS CODE 1106

„სამანი-2“ ოზონოგენერატორის გამოყენება წიგნების სადებიფიკაციოდ

ლ. ტაბატაძე კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: l.tabatadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. ბერუაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: giorgiberua1@mail.ru

გ. გუგულაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: givigugulashvili@gmail.com

ანოტაცია. ოზონის ტექნოლოგიების გამოყენების მაღალეფექტურობა არის მისი განხორციელების და აპარატურის დაბალი ღირებულება და ეკოლოგიური უსაფრთხოება. უნდა აღინიშნოს რომ ოზონი არ არის აბსოლუტურად უსაფრთხო ნივთიერება, ის მაღალი კონცენტრაციების დროს ითვლება მომწამლავ აირად. ჰაერში ოზონის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,1 მგ/მ³ 273K ტემპერატურაზე და 1 ატმოსფერული წნევის ქვეშ. ამასთან დაკავშირებით, ოზონის ტექნოლოგიები მოიცავს ოზონის კონცენტრაციის კონტროლის მეთოდებს ტექნოლოგიურ პროცესებში. ოზონი მკვეთრად ამცირებს ბაქტერიციდულ დაბინძურებას სხვადასხვა ხელსაწყო, ინვენტარის, საგნის ზედაპირზე. განსაკუთრებით წარმატებით ხდება მისი გამოყენება

მუავებით და ტუტეებით დაზიანებული ზედაპირის დასამუშავებლად.

ნაშრომში აღწერილია ოზონის გამოყენება სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში – დეზინფექციისა და სტერილიზაციისათვის. ამ მიზნით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და თსუ-ს სამეცნიერო ჯგუფის „ველიმისონის“ მიერ შემუშავებულია სხვადასხვა ოზონოგენერატორი, რომელთა საშუალებით შესაძლებელი გახდა ცალკეული ობიექტების და ნივთების დეზინფიცირება. ერთ-ერთი ასეთი „სამანი-2“ ოზონოგენერატორია, რომელიც გამოიყენეს ბიბლიოთეკებში წიგნების სადებიფიკაციოდ.

საკვანძო სიტყვები: ბიბლიოთეკა; დეზინფექცია; ოზონოგენერატორი; წიგნები.

შესავალი

დღეს ოზონის ტექნოლოგიებს მაღალეფექტური უპირატესობა გააჩნია. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ოზონი მაღალი კონცენტრაციის დროს მომწამლავი გაზია, ხოლო მცირე კონცენტრაციებში საუკეთესო სადეზინფექციო საშუალებაა. ის შლის მიკროორგანიზმების გარეთა შრეებს და ანადგურებს სტაფილოკოკებს, სტრეპტოკოკებს, ჩხირებს, ჰეპატიტის და გრიპის ვირუსებს. ოზონი ასევე შლის პესტიციდებს, პერბიციდებს, ანტიბიოტიკებს მძიმე მეტალების მარილებს, ორგანიზმში აღადგენს ჰომოსტაზის სისტემას, ხელს უწყობს სისხლში ჟანგბადის ტრანსპორტირებას [1-4]. ოზონი მკვეთრად ამცირებს ბაქტერიციდულ დაბინძურებას როგორც ცოცხალი ორგანიზმის დაზიანებულ კანზე, ისე სხვადასხვა ტარის, მასალის, ინვენტარის, შესაფუთი მასალების ზედაპირზე. მისი ოპტიმალური კონცენტრაცია ხანმოკლე დამუშავების შემთხვევაში დაახლოებით არის 0,5 გ/მ³. სხვადასხვა მასალის საყოფაცხოვრებო საგნის დამუშავება ტარდება ოზონირებული წყლით.

ძირითადი ნაწილი

კალიფორნიის უნივერსიტეტის 2001 წლის ოზონის ასოციაციის საერთაშორისო კონგრესზე შრომათა სერიაში მოყვანილია უნივერსიტეტში მეტალის და პლასტმასის ნაკეთობების ზედაპირზე ჩატარებული სამუშაოები. ოზონის წყალხსნარის შესასხურებლად გამოიყენეს პულვერიზატორი. მიწოდების სიჩქარე შეადგენდა 10 გრამს წუთში. მიკრობები უბრალოდ ირეცხებოდა წყლის ნაკადთან ერთად, შემდეგ კი იხოცებოდა [5-6].

ჩვენს ქვეყანაში ოზონის ფართო გამოყენებას აფერხებს დამუშავების შედარებით დაბალი ხარისხი, რაც განპირობებულია იმით, რომ საგნების დამუშავება ოზონით არ წარმოებს ვაკუუმის პირობებში, რაც იწვევს დამუშავების ეფექტურობის შემცირებას.

სადეზინფექციო ფილტრი ბოლომდე ვერ გამოირიცხავს ოზონის მოხვედრას გარემოში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და კომპანია „ველიმისიონის“ სამეცნიერო ჯგუფის მიერ შემუშავდა სხვადასხვა კონსტრუქციის ოზონოგენერატორის ვარიანტი, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია ცალკეული ობიექტების, სამომხმარებლო საგნების და ნივთების შედარებით იაფად და მასიური მომხმარებლისათვის ხელმისაწვდომ ფასებში დეზინფიცირება-სტერილიზაცია. წარმოდგენილი ოზონოგენერატორი არის მოწყობილობა აირით, რომელიც შეიცავს სასტერილიზაციო აგენტის გენერატორს, სადეზინფექციო კამერას, აირსადენებს, ფილტრს, მართვის ბლოკს, რევერსიული ტიპის ტუმბო-კომპრესორს. ოზონატორში მოხვედრილი ჯერ გამთბარი, ტენზოცილებული და შემდეგ გაფილტრული ჰაერი უზრუნველყოფს სადეზინფექციო პერმეტულ კამერაში საგნების და ნივთების ოზონით ეფექტურ და სრულყოფილ დამუშავებას, ხოლო დანადგარში სასტერილიზაციო აგენტის ნეიტრალიზაციის მოწყობილობის არსებობა გამოირიცხავს ოზონის მოხვედრას გარემოში, რითაც უზრუნველყოფილია მისი ეკოლოგიური უსაფრთხოება [7].

ამჟამად, მოსამზადებელი კვლევებითი სამუშაოები მიმდინარეობს ოსუ-ის ცენტრალურ ბიბლიოთეკაში წიგნების ოზონოთერაპიის ჩასატარებლად. წიგნების სადეზინფექციოდ გამოყოფილი ოზონი არის ნარევი ჰაერის დანარჩენ კომპონენტებთან (წყლის ორთქლი, წყალბადის ზეჟანგი, აზოტი, ნახშირორჟანგი და სხვ.) ერთად. ოზონის ამგვარი ნარევი შედის კამერაში ზევიდან, თანაბრად გადანაწილდება და დაეფინება წიგნებს სადეზინფექციო კამერის ფსკერზე. შემდეგ ხელთათმანებით ხდება წიგნის გადაფურცვლა.



დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის ლაბორატორიაში ჩატარდა აღნიშნული ბიბლიოთეკის წიგნების ბაქტერიოლოგიური ანალიზი. სა-

კვლევი მასალის ნიმუშის საიდენტიფიკაციო ნომრებია: 1GE012159 და 1GE012153. კვლევის შედეგად ორივე ნიმუშს აღმოაჩნდა *Aspergillus* spp. ჩხირები. ნიმუშების კვლევა გრძელდება.

დასკვნა

სამეცნიერო ჯგუფის მიერ კონსტრუირებული ოზონატორის ტექნიკური შედეგია არის დეზინფექციის ხარისხის გაუმჯობესება და ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.

შემუშავებული ოზონოგენერატორის გამოყენების პოტენციური მომხმარებელი არის საქართველოს ხელნაწერთა ინსტიტუტი და ეროვნული მუზეუმი.

ლიტერატურა

1. Hosgeson J. A., Baumgardner R. E., Martin B. E., Rehme K.A. Stoichiometry in the neutral iodometric procedure for ozone by gas-phase titration with nitric oxide. Analytical chemistry. Vol. 52. № 8. 1971, 1123-1126 pp. (in English).
2. Chelnokov A. A., Trukhacheva T.V. Experience and prospects of ozone complex application in the microbiological industry. ONTIDI Mikrobioprom. M., 1984, 35 p. (in Russian).
3. Vahid F., Howarth C.R. Synthesis of ozone in dielectricless discharges. Chemical engineering journal. №32. 1986, 43-51 pp. (in English).
4. Yang P.P.W., Chen T.C. Effects of ozone treatment on microflora of poultry meat. Journal of food processing and preservation. Vol. 3. № 2. 1979, 177-185 pp. (in English).
5. Whistler P.E., Sheldon B.W. Biocidal activity of ozone versus formaldehyde against poultry pathogens inoculated in a prototype setter. Journal "Poultry science". Vol. 68. № 8. 1989, 1068-1073 pp. (in English).

UDC 351.773

SCOPUS CODE 1106

USING AN OZONE GENERATOR „SAMANI - 2" FOR THE DISINFECTION OF BOOKS ABSTRACT

L. Tabatadze

Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68a M. Kostava str, 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: l.tabatadze@gtu.ge

Reviewers:

G. Beruashvili, Associate Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: giorgiberua1@mail.ru

G. Gugulashvili, Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: givigugulashvili@gmail.com

ABSTRACT. Undoubted advantages of ozone technologies are high application efficiency, low cost of installation and maintenance costs and environmental safety. However, it should be noted that ozone is not an absolutely safe substance and at high concentrations it's considered a toxic gas. The maximum allowable concentration of ozone in the air is assumed to be 0.1 mg/m³, at a temperature of 273 K and at a pressure of 1 atm. In this regard, the use of ozone technology involves the use of techniques for monitoring the concentration of ozone in technological processes. Ozone drastically reduces bactericidal contamination of surfaces. It's especially successful to use ozone when processing surfaces not resistant to temperature treatment and also destroyed by acids or alkalis as well.

The article describes the use of ozone in various areas of the national economy as a means of disinfection and sterilization. In this regard, the research teams of the Georgian Technical University, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University and company "Velimisioni" developed ozone generator of various power and modifications to disinfect specific objects. One of these ozone generators is "Samani- 2" which was used in libraries for the disinfection of books.

KEY WORDS: Books; disinfection; library; ozone generator.

UDC 351.773

SCOPUS CODE 1106

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНОГЕНЕРАТОРА „САМАНИ - 2” ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ КНИГ

Табатадзе Л.В. Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: l.tabatadze@gtu.ge

Рецензенты:

Г. Бериашвили, ассоц. профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: giorgiberua1@mail.ru

Г. Гугулашвили, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: givigugulashvili@gmail.com

АННОТАЦИЯ. Несомненным преимуществом озонных технологий являются высокая эффективность применения, низкая стоимость затрат на внедрение и обслуживание установок и экологическая безопасность. Однако необходимо отметить, что озон не является абсолютно безопасным веществом и при высоких концентрациях считается ядовитым газом. Предельно допустимая концентрация озона в воздухе принята равной 0,1 мг/м³, при температуре 273K и давлении 1 атм. В связи с этим применение озонных технологий предполагает использование методик контроля концентрации озона в технологических процессах. Озон резко снижает бактерицидную обсемененность поверхностей. Особенно успешно его использование при обработке поверхностей, нестойких к температурной обработке, а также разрушаемых кислотами или щелочами.

В статье описывается использование озона в различных областях национальной экономики как средства дезинфекции и стерилизации. С этой целью научная группа Грузинского технического университета, ГТУ и компания «Велимисиони» специально для этой цели разработала разные мощные и модификационные озоногенераторы, с помощью которых возможна дезинфекция отдельных объектов и предметов. Одним из этих озоногенераторов является «Самани – 2», который был использован в библиотеках для дезинфекции книг.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: библиотека; дезинфекция; книги; озоногенератор.

UDC 621.935

SCOPUS CODE 1107

გაყინული ფიჭვის ლენტური ხერხით ხერხვის პროცესის დინამიკური პარამეტრების კვლევა

- ზ. ჩიტაძე** სატყეო-ტექნიკური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: zaurchitidze@gtu.ge
- ი. გელაშვილი** სატყეო-ტექნიკური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: igorgelashvili@gtu.ge
- ვ. აბაიშვილი** სატყეო-ტექნიკური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: vaxtangabaishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ლ. გიგინეიშვილი**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სატყეო-
ტექნიკური დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: Leri@caucasus.net
- თ. მჭედლიშვილი**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის საწარმო
ტექნოლოგიური მანქანებისა და მექატრონიკის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: tamaz mchedlishvili@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია გაყინული ფიჭვის ლენტური ხერხით ხერხვის პროცესის ვიბრომდგრადობის საკითხები, რომლის აქტუალურობა განპირობებულია იმით, რომ ეს პროცესი სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება როგორც მერქანდამამუშავებელ აგრეთვე სახალხო მეურნეობის ცალკეულ დარგებში. ამიტომ, სახალხო მეურნეობის ცალკეულ დარგებში, დამუშავებული ზედაპირის სისუფთავესა და ხარისხზე მუდმივად იქნება მაღალი მოთხოვნები.

კვლევის მიზანი იყო დადგენილიყო მათემატიკური და გრაფიკული დამოკიდებულება ლენტური ხერხის რტყელას მოძრაობის ტრაექტორი-

იდან გადახრის სიდიდისა გაყინული ფიჭვის ხერხვის სხვა რეჟიმებს შორის.

სტატიაში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო მათემატიკური პლანირების მატრიცის თანახმად. ზემოაღნიშნული მეთოდის თანახმად მიღებული რეგრესიის განტოლებები, როგორც პირობითი, აგრეთვე ფაქტობრივი სახით. გამოთვლილია რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები და აგებულია ხერხის რტყელას რხევის სიდიდისა და ჭრის სიჩქარეს შორის დამოკიდებულების გრაფიკები, ჭრის სიმაღლის სამ დონეზე. მიღებული გრაფიკებიდან ჩანს, რომ ჭრის სიჩქარეების და ჭრის სიმაღლის გაზრდის შემთხვევაში ხერ-

ხის რტყელას რხევის ამპლიტუდა მუდმივად მცირდება, რაც დადებითად აისახება ხერხის რტყელას მოძრაობის მდგრადობის ამაღლებახე და თავის მხრივ დამუშავებული ზედაპირის ხარისხზე და სისუფთავეზე.

საკვანძო სიტყვები: ლენტური ხერხები; გაყინული ფიჭვი; ჭრის სიმაღლე; ჭრის სიჩქარე; ხერხის რტყელას რხევა.

შესავალი

ლენტური ხერხით ხერხვის პროცესი არის მერქნის და მერქნული მასალების დამუშავების მარტივი და იაფი მეთოდი. თავისი დინამიკური და ძალური მახვენებლებით ლენტური ხერხებით დამუშავება უფრო პროგრესულია, ვიდრე ჩარჩო და დისკური ხერხებით ხერხვა. ამიტომ მისი გამოყენება წარმოებაში უფრო იაფია და საჭიროა გამოკვლევა ლენტური ხერხის მუშაობა არა მარტო ჩვეულებრივ პირობებში, აგრეთვე ცივ კლიმატურ პირობებში, სადაც დასამუშავებელი მასალა გაყინულ მდგომარეობაშია. გარდა ამისა ლენტური ხერხის რხევის პარამეტრი 2α დიდ გავლენას ახდენს დამუშავებულ ზედაპირის სისუფთავეზე და მის მდგრადობაზე, ამიტომ აუცილებელია ლენტური ხერხის რხევის პარამეტრუს 2α -ს შესწავლა სხვადასხვა ჭრის რეჟიმზე.

ძირითადი ნაწილი

ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო სტუ-ს სატყუო-ტექნიკური დეპარტამენტის ლაბორატორიაში ЛС-80 ტიპის ჩარხზე, შემდეგი ჭრის რეჟიმებზე.

1. მიწოდების სიჩქარე $U = 10$ მ/წთ.
2. დასამუშავებელი მასალა: გაყინული ფიჭვი (-40°C).

3. საიარაღო მასალა: სწრაფმჭრელი ფოლადით (P6M5) ფორფიტებით არმირებული ლენტური ხერხი.

ცვლადი ფაქტორები:

$$X_1 - \text{ჭრის სიჩქარე } V = 25 \div 40 \text{ მ/წმ.}$$

$$X_2 - \text{ჭრის სიმაღლე } h = 40 \div 80 \text{ მმ.}$$

ექსპერიმენტებს ვატარებდით ქვემოთ მოყვანილი მეთოდური ბადის გამოყენებით.

ცხრილი 1

ცდის №	X_0	X_1 (V)	X_2 (h)	$X_1 X_2$ (V · h)
1	+1	+1	+1	+1
2	+1	-1	+1	-1
3	+1	+1	-1	-1
4	+1	-1	-1	+1

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები შეგვაქვს მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ცდის №	X_1 V, მ/წმ	X_2 h, მმ	დაკვირვება ცდებში		
			Y_1	Y_2	$Y_{\text{საშ}}$
1	40	80	0,125	0,115	0,12
2	25	80	0,16	0,18	0,17
3	40	40	0,32	0,28	0,30
4	25	40	0,36	0,38	0,37

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად უნდა მივიღოთ შემდეგი სახის რეგრესიის განტოლება:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2. \quad (1)$$

სადაც Y არის ლენტური ხერხის გადახრის (2α) პარამეტრი, ხოლო b_0 , b_1 , b_2 და b_{12} რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები და მე-3 ცხრილის გამოყენებით ვსაზღვრავთ.

ცხრილი 3

№ ცდის	γ	X_0Y_s b_0	X_1Y b_1	X_2Y b_2	$X_1X_2Y_s$ b_{12}
1	0,12	+0,12	+0,12	+0,12	+0,12
2	0,17	+0,17	-0,17	+0,17	-0,17
3	0,30	+0,30	+0,30	-0,30	-0,30
4	0,37	+0,37	-0,37	-0,37	+0,37
$\sum_{i=1}^n$	–	0,96	-0,12	-0,28	0,02

მაშასადამე რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები იქნება:

$$b_0 = \frac{0,96}{4} = 0,24 ;$$

$$b_1 = \frac{-0,12}{4} = -0,03 ;$$

$$b_2 = \frac{-0,38}{4} = -0,095 ;$$

$$b_{12} = \frac{0,02}{4} = 0,005 .$$

რეგრესიის განტოლება კი მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 =$$

$$= 0,24 - 0,03 X_1 - 0,095 X_2 + 0,005 X_1 X_2 .$$

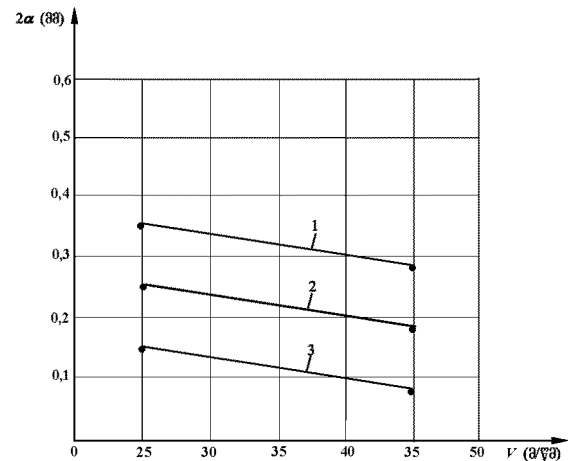
გადავიყვანოთ განტოლების პირობითი ცვლადები ფაქტობრივ ცვლადებში, მაშინ

$$X_1 = \frac{V - 32,5}{7,5} ; X_2 = \frac{h - 60}{20} .$$

თუ (1) განტოლებაში ჩავსვამთ, გავამარტივებთ და ამოვადგებთ უმნიშვნელო კოეფიციენტებს. განტოლების საბოლოო სახე იქნება შემდეგი:

$$Y = 0,66 - 0,004V - 0,005h . (3)$$

მიღებული განტოლების მიხედვით აიგება სათანადო გრაფიკი:



ხერხის რტყელას რხევის 2α დამოკიდებულება ტრის სიქარზე V მ/წმ, ღენტური ხერხის კბილები არმირებული P6M5 მარკის სწრაფმჭრელი ფოლადის ფირფიტებით, დასამუშავებელი გაყინული ფიჭვი (-40°C), მიწოდების სიქარე $U=10$ მ/წთ; ტრის სიმაღლე, გრაფიკზე
1) $h = 40$ მმ; 2) $h = 60$ მმ; 3) $h = 80$ მმ

დასკვნა

მაშასადამე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად მივიღეთ რეგრესიის განტოლება, რომლის მიხედვით შესაძლოა ნებისმიერი ტრის რეჟიმის ჩასმით დავადგინოთ ღენტური ხერხის გადახრის (2α)-ს მნიშვნელობა. გრაფიკული გამოსახულებიდან ჩანს, რომ ღენტური ხერხის რხევა კლებულობს ტრის სიქარის მომატებისთანავე და აგრეთვე მცირდება ტრის სიმაღლის მომატებისთანავე.

ლიტერატურა

- Chitidze Z., Gelashvili I., Gogotishvili M., Zhgenti M. Study of dynamics of band sawing of wood shaving tiles. Transport and mechanical engineering. №3. Tbilisi. 2016. (in Georgian).
- Chitidze Z. Effective methods of wood materials processing. Teqnikuri universiteti. Tbilisi. 2006. (in Russian).

UDC 621.935

SCOPUS CODE 1107

RESEARCH OF DYNAMIC PARAMETERS OF BAND SAWING PROCESS OF FROZEN PINE

- Z. Chitidze** Department of Forestry Engineering, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str., 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: zaurchitidze@gtu.ge
- I. Gelashvili** Department of Forestry Engineering, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str., 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: igorgelashvili@gtu.ge
- V. Abaishvili** Department of Forestry Engineering, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str., 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: vaxtangabaishvili@gtu.ge

Reviewers:

L. Giginishvili, Professor, Department of Forestry Engineering, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: leri@caucasus.net

T. Mchedlishvili, Professor, Department of Production Machines and Mechatronics, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: tamaz mchedlishvili@gtu.ge

ABSTRACT. In the article are considered the issues of vibration resistance of band sawing process of frozen pines. The urgency of this issue is stipulated due to increasing use of this process in woodworking as well as in certain branches of the national economy. Therefore increased requirements constantly are imposed to quality and purity of the processed surface.

The purpose of the study was to define the mathematical and graphical values of the deviation of the band saw from the trajectory of motion under different sawing modes of frozen pines. The article presents the results of experimental studies that were carried out according to the mathematical matrix of planning. According to the above mentioned method there are defined the regression equations in conditional and in explicit form as well. The coefficients of the regression equation are calculated and the plots of the oscillation of the band saw are plotted at change in the sawing speed at three levels of the cutting height.

Based on the obtained dependency diagrams it's obvious that with increasing sawing speed and cutting height, the amplitude of the oscillation of band saw constantly decreases that positively affects on the increase in stability of the motion of the band saw and in turn on the quality and cleanliness of the processed surface.

KEY WORDS: Band saw; cutting height; frozen pine; oscillation of band saw; sawing speed.

UDC 621.935

SCOPUS CODE 1107

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЛЕНТОЧНОГО ПИЛЕНИЯ МЕРЗЛОЙ СОСНЫ

- Читидзе З.Д.** Лесотехнический департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: zaurchitidze@gtu.ge
- Гелашвили И.Н.** Лесотехнический департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: igorgelashvili@gtu.ge
- Абаишвили В.В.** Лесотехнический департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: vaxtangabaishvili@gtu.ge

Рецензенты:

Л. Гигинеишвили, профессор лесотехнического департамента факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: leri@caucasus.net

Т. Мchedlishvili, профессор Департамента производственно-технологических машин и мехатроники факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: tamaz mchedlishvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены вопросы вибростойкости процесса ленточного пиления мерзлой сосны. Актуальность данного вопроса обусловлена все более широким применением данного процесса как в деревообработке, так и в отдельных отраслях народного хозяйства. Поэтому к качеству и чистоте обработанной поверхности постоянно предъявляются повышенные требования.

Целью исследования было установить математическую и графическую величины отклонения ленточной пилы от траектории движения при разных режимах пиления мерзлой сосны. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, которые проводились согласно математической матрице планирования. Согласно вышеупомянутой методике установлены уравнения регрессии как в условном, так и в явном виде. Вычислены коэффициенты уравнения регрессии и построены графики зависимости величины колебания ленточной пилы от изменения скорости пиления при трех уровнях высоты пропила.

Исходя из полученных графиков зависимостей, видно, что с увеличением скорости пиления, а также увеличением высоты пропила амплитуда колебаний ленточной пилы постоянно уменьшается, что положительно влияет на повышение устойчивости движения ленточной пилы и, в свою очередь, на качество и чистоту обработанной поверхности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высота резки; колебание ленточной пилы; ленточное пиление; мерзлая сосна; скорость пиления.

UDC 001.4

SCOPUS CODE 1203

ტიქნიკური ტერმინოლოგიის საძეგლად საპითხისთვის

ლ. სუთიძე სამშენებლო მანქანების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: l.sutidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ბარბაქაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის საზღვაო და სპეციალური ტექნოლოგიური ტრანსპორტის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: mblk2@mail.ru

გ. პაპასკირი, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ქართული ფილოლოგიისა და მედიატექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: papaskiri@pisem.net

ანოტაცია. ქართული სამეცნიერო-ტექნიკური ენა კრიზისის განიცდის, რაც უარყოფითად აისახება ცალკეულ სახელმძღვანელოებსა და დამხმარე ლიტერატურაზე. ტექნიკური პროგრესის არნახულმა შემოტევამ უკიდურესად გააუარესა ქართული ენის, ზოგადად კი ტექნიკური ტერმინოლოგიის ნორმატიული სტანდარტები. მკვეთრი ტერმინოლოგიური ცვლილებები განიცადა მეცნიერების თითქმის ყველა დარგმა და განსაკუთრებით ინფორმატიკის სფერომ. მადუნად, უკვე არსებული ტექნიკური ტერმინოლოგიის რუსული და ქართული ნაწილები ვეღარ აკმაყოფილებს თანამედროვე მოთხოვნებს და დღის წესრიგში დგება სრულიად ახალი სტრუქტურული აგებულების ტექნიკური ტერმინოლოგია – ლექსიკონის გამოცემა, რომელშიც მოკ-

ლედ იქნება განმარტებული ტექნიკური ტერმინები. ტერმინოლოგია უნდა დაიხვეწოს და გამარტივდეს, განახლდეს და შეივსოს ახალი ტერმინებით, ხოლო მოძველებული ტერმინები და ე.წ. ტერმინთა ბუდეები, რომლებიც ამჟამად ტერმინოლოგიას, ამოსადებია.

იმედია, “კანონი სახელმწიფო ენის შესახებ” ხელს შეუწყობს ტექნიკური ტერმინოლოგიის მოწესრიგებას.

სტატიაში განხილულია ტერმინოლოგიაში საერთო ზოგად ტექნიკური ტერმინების განმარტებისა და მათი ე.წ. ბუდეების მიზანშეწონილობის საკითხი.

საკვანძო სიტყვები: აგრეგატი; ბუდე; დანადგარი; მანქანა; მოწყობილობა; ტექნიკური ტერმინოლოგია.

შესავალი

ტერმინოლოგიის დახვეწა და გამარტივება, განახლება და შევსება ტექნიკური პროგრესის განუყოფელი და თანმდევი პროცესია. 21-ე საუკუნე არ გვაძლევს იმის უფლებას, რომ დროს ჩამოვრჩეთ და არ ვიზრუნოთ ენის კანონზომიერ განვითარებაზე, რომლის ერთ-ერთი უდიდესი შემადგენელი ნაწილი სწორედ ტექნიკური ტერმინოლოგიაა. ლექსიკონზე მუშაობას ქვის კოდეკს სჯობსო, უთქვამს ცნობილ ენათმეცნიერს ეუკოლ ბერიძეს და მართლაც, დიდია იმ ადამიანების დამსახურება, რომლებმაც წლების მანძილზე უზარმაზარი შრომა და ენერგია ჩადეს ქართული დარგობრივი ლექსიკონებისა და ახალი ტექნიკური ტერმინების შექმნაში, რითაც დიდი დახმარება გაგვეწია რუსული ტექნიკური სასწავლო ლიტერატურის ქართულით ჩანაცვლების საქმეში.

ტექნიკური ტერმინოლოგიის ახალი გამოცემის მოსამზადებელი სამუშაოები ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 90-იან წლებში დაიწყო, როდესაც შეიქმნა სახელმწიფო კომისია აკად. არჩილ ძიძიგურის ხელმძღვანელობით. ამ კომისიაში საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს სხვებთან ერთად წარმოვადგენდი მეც. ჩემი მოსაზრებები, შეჯერებული მექანიკის სპეციალისტებთან, ეხებოდა მოძველებულ და გამოუყენებელ ტერმინებს, რომლებიც მრავლად დაგროვდა ტექნიკურ ტერმინოლოგიაში. ნაშრომი, რომელიც რამდენიმე ათეულ ტერმინს ეხებოდა, გადავეცი მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტს, საიდან სხვათა ნაშრომებთან ერთად კომისიაში უნდა მოხვედრილიყო. როგორც ცნობილია, ტერმინოლოგიის კომისიის მუშაობა შეწყდა და დღემდე არც ახალი სახით განახლებულა.

ტექნიკური პროგრესის არნახულმა შემოტევამ უკიდურესად გააუარესა ქართული ენის, ზოგადად და ტექნიკური ტერმინოლოგიის ნორმატიული სტანდარტები. მკვეთრი ტერმინო-

ლოგიური ცვლილებები განიცადა მეცნიერების თითქმის ყველა დარგმა და ინფორმატიკის სფერომ. როგორც არნ. ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის დირექტორი, პროფ. ა. არაბული აღნიშნავს, “თითქმის მეოთხედი საუკუნის განმავლობაში და განსაკუთრებით ბოლო 10-12 წელიწადში ყველაფერი გაკეთდა იმ ფორმალური ინსტიტუციების საბოლოოდ მოსაშლელად, რომელთაც ნაწილობრივ მაინც შეეძლოთ პრობლემასთან გამკლავება”.

2016 წლის 1 იანვრიდან ამოქმედდა საქართველოს კანონი “სახელმწიფო ენის შესახებ”, რომლის მიხედვითაც “ტექნიკური დოკუმენტაციისა და საქმის წარმოებაში გამოიყენება ერთიანი ტერმინოლოგია. ტერმინოლოგიის დადგენისა და გამოყენების ნორმებს განსაზღვრავს სახელმწიფო ენის ექსპერტთა კომისია”.

სამეცნიერო-ტექნიკური ენის კრიზისი აისახა უმაღლესი სასწავლებლების ცალკეულ სახელმძღვანელოებსა და დამხმარე ლიტერატურაში, რაზედაც ჩვენ მიუუთითებდით ადრე გამოქვეყნებულ სტატიებში. იმედია, რომ “კანონი სახელმწიფო ენის შესახებ” ტერმინოლოგიის მოწესრიგებასთან დაკავშირებით შექმნის დასაყრდენს სწრაფი და საჭირო ინსტიტუციური ღონისძიებების განსახორციელებლად.

ამ მეტად საშურ საქმეს უკვე შეუდგა და მოსამზადებელ სამუშაოებს ატარებს არნ. ჩიქობავას სახ. ენათმეცნიერების ინსტიტუტის ტერმინოლოგიის განყოფილება, რომელთანაც უკვე მეორე წელია ვთანამშრომლობ და ტერმინოლოგიის საკითხებისადმი მიძღვნილ ორ კონფერენციაშიც მივიღე მონაწილეობა. ბედნიერი შემთხვევის წყალობით აქვე აღმოვაჩინე ჩემი ოცი წლის წინანდელი ნაშრომი, რომელიც კორექტირდება და მუშავდება აღნიშნული განყოფილების თანამშრომლების მიერ.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში 55 წლიანი სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის

პერიოდში, როდესაც მუშაობა მიწევდა სამეცნიერო-კვლევითი ხასიათის სტატიების, სახელმძღვანელოებისა და დამხმარე სახელმძღვანელოების მომზადებაზე, ბევრი შენიშვნა და სურვილი დამიგროვდა ტექნიკური ტერმინოლოგიის მიმართ. ამავე დროს, მოყვარულის დონეზე ვაწარმოებდი ტექნიკურ სასწავლო ლიტერატურაში გამოყენებული ტერმინების კვლევას და შედეგად გამიჩნდა სურვილი და მოთხოვნა, თავიდან ბოლომდე ყურადღებით ჩამეკითხა ტექნიკური ტერმინოლოგიის ქართულ-რუსული და რუსულ-ქართული ნაწილები, რამაც გამიყვანა გარკვეულ მოსაზრებებზე ტექნიკური ტერმინოლოგიის სტრუქტურული აგებისა და ზოგიერთი ტექნიკური ტერმინის შესაბამისობის თვალსაზრისით. ამის თაობაზე მე მოვახსენე ზემოთ ხსენებულ კონფერენციაზე (23.09. 2016 წ.) და ახლა გამომაქვს მკითხველის სამსჯავროზე.

ძირითადი ნაწილი

უპირველესად თვალში მოსახვედრია საერთო, ზოგადი ტერმინების ე.წ. ბუდეების სიმრავლე და მოცულობა ტექნიკურ ტერმინოლოგიაში. თუ მიზნად დავისახავთ, რომ ნებისმიერი ტექნიკური საშუალება თავისი კონსტრუქციულ-დანიშნულებითი მაჩვენებლებით უნდა მოხვდეს მხოლოდ ერთი ტერმინის ბუდეში, არაფერი გამოგვივა. პირიქით, საერთო (ზოგადი) ტერმინების განმარტებებს თუ მოვიშველიებთ, ესა თუ ის ტექნიკური საშუალება ერთდროულად შეიძლება რამდენიმე მათგანს მივაკუთვნოთ. სინამდვილეში ასეც არის ტექნიკური ტერმინოლოგიის ე.წ. ტერმინთა ბუდეებში, თუმცა განმარტებების არარსებობის გამო მკითხველი შეიძლება დაიბნეს და ვერ გაარკვიოს – კომპრესორი ძალური დანადგარია თუ აგრეგატი?

ზემოთ აღნიშნულის გამო ამჯერად, ჩვენი კვლევის საგანია რამდენიმე ტერმინი, კერძოდ: მოწყობილობა; მანქანა; დანადგარი; აგრეგატი. განვიხილოთ მათი განმარტებები სხვადასხვა

დარგის განმარტებითი ლექსიკონის, ენციკლოპედიური გამოცემისა და საცნობარო წყაროს მოშველიებით, ასევე ჩვენეული გაგებით.

1. *მოწყობილობა* – ზოგადი ცნებაა და მოიცავს მანქანების, აპარატების, მექანიზმების, აგრეგატების, დანადგარების, ხელსაწყოების, სამარჯვთარაღების, ჩარხების, დაზგების, ამწე-სატრანსპორტო და მრავალი სხვა ტექნიკური საშუალებების ერთობლიობას, რომელიც აუცილებელია საწარმოს ტექნოლოგიური ხაზების, ქარხნების, საამქროების, კარიერების და სხვათა ასამუშავებლად და პროდუქციის გამოსაშვებად. მოწყობილობას ხშირად აღჭურვილობასაც უწოდებენ, რაც თვით მანქანების, დანადგარების, აგრეგატების და სხვა მოწყობილობათანაც ასოცირდება (მაგალითად, ტრაქტორის სავალი მოწყობილობა, ექსკავატორის მუშა მოწყობილობა). აქედან გამომდინარე, რა შეიძლება მოხვდეს “მოწყობილობის” ბუდეში? – რა თქმა უნდა, ათობით, ათასობით და ათიათასობით ტექნიკური საშუალება, რომელთა ჩამოთვლაც, ცხადია, შეუძლებელია და ჩემი აზრით, სულაც არ არის ამის საჭიროება. რატომ უნდა ეძებდეს მკითხველი ამა თუ იმ ტექნიკურ საშუალებას მოწყობილობის ბუდეში, მაშინ როდესაც მას თავისი ადგილი ექნება ტერმინოლოგიაში. და თუ რომელიმე მათგანი ვერ მოხვდა ბუდეში, ის რა, მოწყობილობა არ არის? ამდენად, “მოწყობილობის” ბუდის არსებობა ჩემთვის მიუღებელია, თუმცა მაგალითის სახით ძალზე მოკლე ჩამონათვალი შეიძლება დაერთოს ტერმინს.

2. *დანადგარი* – გარკვეული დანიშნულების მოწყობილობების ერთობლიობაა, რომელიც ასრულებს რაღაც სამუშაოს და იძლევა პროდუქტს, ენერგიას. მაგალითად, სამსხერვე-სახარისხებელი დანადგარი, მიწისმწოვი დანადგარი, საბურღი დანადგარი და სხვ. «Установка – установленный где-нибудь механизм, приспособление. Заводские установки» [7]. როგორც ვხედავთ, დანადგარი შეიძლება ეწოდოს ნებისმიერ ტექნიკურ საშუალებას ან მათ

ერთობლიობას, დაეყენებულს სადღაც, ქარხანაში ან, დაეუშვათ, კარიერში, რომელთაც არ გააჩნიათ რაიმე დამახასიათებელი ნიშან-თვისება (კონსტრუქციული ან დანიშნულებითი) და ამგვარად, მისი ე.წ. “ბუდეც” განწირულია სიმრავლისა და გაუგებრობებისთვის.

3. მანქანა ეწოდება ნებისმიერ მექანიკურ მოწყობილობას, რომელიც გარდაქმნის ენერგიის ერთ სახეს მეორეში და ასრულებს მუშაობას. იგი შედგება კორპუსით ან სადგარით გაერთიანებული ერთი ან რამდენიმე მექანიზმისგან, რომლებსაც აქვთ გარკვეული დანიშნულება – გადაადგილების, მოძრუნების, ტვირთის ასაწევი და სხვ.

დანიშნულების მიხედვით განასხვავებენ ენერგეტიკულ, სამუშაო და საინფორმაციო მანქანებს. ცნობილია მანქანების კონსტრუქციულ-უნიფიცირებული ოჯახი და რიგი. მაშასადამე, “მანქანა” გარკვეულწილად გასაგები და მისაღები ნიშნებით ხასიათდება და მის ე.წ. ბუდეში შეიძლება მოხედეს, მაგალითისთვის, რამდენიმე მანქანა და არაა საჭირო ათიათასობით დასახელების მანქანის შეტანა ბუდეში. და თუ რომელიმე მანქანა ვერ მოხვდა ბუდეში, ის მანქანა არ არის?

4. რაც შეეხება ტერმინს “აგრეგატი” – აქვე შევნიშნავ, რომ მის ე.წ. ბუდეში არის სრული ბუნდოვანება და არეულობა, რაც განპირობებულია თვით აგრეგატის ადგილითა და დანიშნულებით მოწყობილობებსა და კომპლექსებში და არ გააჩნია რაიმე ნიშან-თვისობრივი განმასხვავებელი მახასიათებელი. თვით “აგრეგატის” განმარტებაც განსხვავებულია ავტორთა ლექსიკონებში. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი:

1. “რთული მანქანა, რომელიც შედგება ერთმანეთთან შეერთებული სხვადასხვა ტიპის რამდენიმე მანქანისგან. მაგალითად, ტრაქტორი და კომბაინი; ტურბოგენერატორი”. [4]

2. ა) Соединение для общей работы двух или нескольких разнотипных машин. Уборочный агрегат (трактор и комбайн);

б) Часть какой-то машины, узел для выполнения определённых операций; узел: часть механизма или механическое устройство, представляющее собой сложное соединение деталей, отдельных частей. [7].

3. а) Унифицированный узел машины (напр. электродвигатель, редуктор, насос), выполняющий определённые функции. Агрегаты обладают взаимозаменяемостью;

б) Несколько машин, работающих в комплексе (машино-тракторный и др.) [3].

ჩამოთვლილი განმარტებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ “აგრეგატი” არ არის რომელიმე კონკრეტული კონსტრუქციისა და დანიშნულების მექანიკური მოწყობილობა, მანქანის ნაწილი ან კვანძი, არამედ ნებისმიერი მათგანი, რომელსაც შეუძლია ჩაანაცვლოს მისი ანალოგი. ამდენად, “აგრეგატის” განმარტებაში მნიშვნელოვანია, რომ “აგრეგატები ხასიათდება ურთიერთშეცვლადობით”.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, “აგრეგატის” ბუდის შექმნა მიმართა უაზროდ (გარდა რამდენიმე მაგალითის მოტანისა), მით უმეტეს, რომ ტექნიკურ ლიტერატურაში (მაგალითად, სამშენებლო მასალებისა და ნაკეთობების წარმოებაში) ერთი და იგივე მოწყობილობას აგრეგატსაც უწოდებენ და დანადგარსაც. მაგალითად, საფქვავე და სალუმელე აგრეგატები ან საფქვავე და სადუმელე დანადგარები, რომლებიც შედის ცემენტის წარმოების ტექნოლოგიურ ხაზებში [5]; რუბეროიდის დამამზადებელი აგრეგატი (СМА-184) შედგება რამდენიმე დანიშნულების მანქანა-დანადგარისგან (დახვევისგან) [2]. მსხვილი, საშუალო და წვრილი მსხვრევის აგრეგატები [2, გვ. 301...310] სხვა ტექნიკურ ლიტერატურაში [6] განიხილება როგორც მანქანები და მოწყობილობები და ა.შ.

როგორც ცნობილია, სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების რამდენიმე ერთად მომუშავე მანქანის ერთობლიობა ქმნის კომპლექსს (მაგალითად, საგზაო მშენებლობაზე) და მას აგრეგატს ვერ ვუწოდებთ. პირიქით, კომპლექსში შეიძლება შედიოდეს რომელიმე აგრეგატი, კერძოდ, უნიფი-

ცირებული ამბრაგი აგრეგატი [1, გვ. 366], აგრეთვე აგრეგატირებული აპარატურის კომპლექტი [1, გვ. 372]. პერსპექტიულია პროგრესული ჰიდრომოწყობილობა აგრეგატული შესრულების ჰიდროტუმბოების (ანუ ურთიერთშეცვლადი [1, გვ. 391] და ა.შ.

ახლა ვნახოთ და გავაანალიზოთ შეძლებისამებრ რას წარმოადგენს ტექნიკურ ტერმინოლოგიაში “აგრეგატის” ეწ. ბუდე.

აგურსაკეთებელი აგრეგატი – თვით დასახელებაც არ არის მიზანშეწონილი, მოძველებულია და ახალი გამოცემის ცნობარში [1, გვ. 226-227; 314; 324] განხილულ ტექნოლოგიურ სქემებში არანაირი “აგურსაკეთებელი აგრეგატი” არ არის ნახსენები. ეს ტერმინი საერთოდ ამოსადგება.

აგტომობილის აგრეგატი – აგტომობილი თავისთავად მანქანაა, მაგრამ აგრეგატიზაციის პროცესში შესაძლოა აგრეგატად მოგვევლინოს. ასევე ითქმის ნებისმიერ სხვა მანქანაზეც.

3. *აირსაშემდუღებლო აგრეგატი* – შედის აგრეთვე “აპარატის” ბუდეში, რაც, ჩემი აზრით, უფრო უპრიანია და მას “აირშემდუღების” აპარატს ეწოდებოდა.

4. *აკუსტიკური აგრეგატი*, სავარაუდოდ, უფრო აგრეგატია, თუმცა სად და რა შეწყვილებით (ან დამოუკიდებლად) გამოიყენება იგი როგორც აგრეგატი, უცნობია.

5. *ამგზნები აგრეგატი* – ბუნდოვანი ტერმინია. თუ საუბარია ვიბრაციის აღმძვრელ მოწყობილობაზე, მაშინ მას ვიბრაციული მანქანა ჰქვია და ფართოდ გამოიყენება სამშენებლო მასალების და ნაკეთობების წარმოებაში [1, გვ. 348...357]. ამასთან, იგი აპარატის ბუდეშიც არის განთავსებული აგზნების აპარატის სახით (возбудительный და возбуждение პრაქტიკულად ერთი და იგივეა). მაშ, რითი განსხვავდება ამგზნები აგრეგატი აგზნების აპარატისგან, გაუგებარია და მკითხველის დაბნევა გამოიწვევს.

აგრეგატის ბუდე საესეა გაუგებარი, დაუკონკრეტებული ტერმინებით, როგორებიცაა: ამოსადგები

ა; გამოსაძახებელი ა; იგნიტრონული ა; ორმანქანიანი ა; სამუხტ ა; უკუძახვის ა; ხაზის ა; ხისტად შეწყვილებული ა; ხლართულბოჭკოვანი ა; ხმა-მადლამოლაპარაკე ა; ჰიდრაულიკური ა; ქერცლოვანი ა; ფართო პირმოდების ა და სხვ.

ცხადია, ბუდეში განთავსებული უმეტესი ტერმინი აგრეგატზე მიგვანიშნებს, მაგრამ მათი აქ წარმოდგენა სულაც არ არის სრული, განმარტებების გარეშეა და მკითხველსაც დააბნევს. მაგალითად, კომპრესორის აგრეგატი. კომპრესორი არის მანქანა – ძალური დანადგარი, მოთავსებული ტერმინოლოგიაში მისთვის განსაზღვრულ ადგილზე და ჩამოთვლილია მისი ნაირსახეობები. აგრეგატად ის მაშინ გადაიქცევა, როდესაც ურთიერთშეცვლადობის პრინციპით მოხვდება აგრეგატიზაციის პროცესში. ასევე ითქმის ყველა სხვა, აგრეგატის ბუდეში ჩამოთვლილ მანქანაზე, ჩარხზე, აპარატზე და სხვ.

ტექნიკური ტერმინოლოგია მოიცავს რამდენიმე საერთო ტექნიკური დასახელების ტერმინს, რომლებსაც თან ახლავს საკმაოდ მოცულობითი ეწ. ბუდეები (აგრეგატი, აპარატი, დანადგარი, მანქანა, მექანიზმი, მოწყობილობა). ტექნიკური საშუალებების სიმრავლე როგორც დანიშნულებით, ასევე კონსტრუქციული შესრულებით განაპირობებს პარალელიზმს მათ განთავსებაში ბუდეებში, ბუნდოვანებას მათ აღქმაში და რაც მთავარია, მკითხველის სრულ დაუინტერესებლობას, რომელ ბუდეში ეძებოს მისი ინტერესის საგანი. მიმაჩნია, რომ ამ ბუდეების გაუქმება ბევრს ვერაფერს დააკლავს ტერმინოლოგიას.

ტერმინოლოგიაში მრავლად გვხვდება უცხოური ტერმინი, რომელსაც არ აქვს ქართული შესატყვისი და ამდენად გაუგებარია მისი მნიშვნელობაც. მაგალითად, გამოდგება ტერმინი “ბრემს-ბერგი”, რომელიც ქართულადაც და რუსულადაც ბრემსბერგია, ახლავს ბუდე რამდენიმე ირიბი ტერმინით, მაგრამ სრულიად გაუგებარია მათი

მნიშვნელობა (თუმცა სამთო-მომპოვებელი დარგის სპეციალისტისთვის ალბათ ნაცნობია).

მიმაჩნია, რომ ტექნიკური ტერმინოლოგიის სტრუქტურული აგება მოითხოვს ახლებურ მიდგომას: ძირითადი ტერმინების მოკლე განმარტება ახალ სიცოცხლეს შესძენს ტექნიკურ ტერმინოლოგიას.

ტექნიკურ ტერმინოლოგიაში მცირე რაოდენობით, მაგრამ მაინც გვხვდება ქართულის გვერდით რუსული დასახელება, მაგალითად: მძღოლი, შოფერი; კარადა, შკაფი; შოფერი, შოფერ-მექანიკოსი. კარგა ხანია ქართულმა ენამ მოიშორა შკაფიც, შოფერიც, სტოლიც, სტაქანიც და სხვა, ამიტომ ახალ ტერმინოლოგიაში არ უნდა დავუშვათ მსგავსი შეცდომა.

ამჟამად მოქმედ ტექნიკურ ტერმინოლოგიასთან დაკავშირებით ბევრი შენიშვნა და სურვილი მაქვს ჩანიშნული, რომელთა ნაწილი ადრინდელ სტატიებში დაბეჭდვ. არის რამდენიმე ახალი ტექნიკური ტერმინის შემოტანის მცდელობაც, რაც მოითხოვს შეჯერებას სპეციალისტებთან და მათთან თანამშრომლობას. მთავარი სიტყვა კი არნ. ჩიქობავას სახ. ენთიმეცნიერების ინსტიტუტს და ტექნიკურ ინტელიგენციას ეკუთვნის.

დასკვნა

ტექნიკა ძალზე მრავალფეროვანია როგორც დანიშნულებით, ისე კონსტრუქციული შესრულებით. შესაძლოა ზოგიერთი მანქანის მოქმედების პრინციპი არ შეიცვალოს ათწლეულების და ზოგჯერ საუკუნეების განმავლობაში (მაგა-

ლითად, ლეონარდო და ვინჩის ქვასამსხვრევი კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი, ცხენებში შებმული სკრეპერი ან გრეიდერი, მრავალციცხვიანი მიწახაპია და სხვა), მაგრამ ტექნიკურ პროგრესს მოაქვს ახალი საკონსტრუქციო მასალები, ახალი ტექნოლოგიები, გაანგარიშების უახლესი და უზუსტესი მეთოდები, ადამიანისა და ტექნიკის ურთიერთობის ახალი სფეროები (დიზაინი, ერგონომიკა, მართვის სისტემები, ფსიქოლოგიური და ტექნიკური უსაფრთხოების საშუალებები...). დიდი ხანია წარსულს ჩაბარდა ე.წ. “უვიცობის კოეფიციენტი”, რომელიც გაათქვამებული მარაგის კოეფიციენტს ითვალისწინებდა კონსტრუქციების საიმედოობის კუთხით. ეს ყველაფერი ახალ ტერმინებთანაა დაკავშირებული, რომელიც ნიადაგირივით შემოედინება ჩვენს ენაში, სწრაფად მკვიდრდება და, ჩვენც უძლურები ვართ, ასევე სწრაფად ჩავანაცვლოთ ისინი ქართული ტერმინებით. ამას სჭირდება თითოეული დარგის სპეციალისტების მოტივირებული დაინტერესება და შრომა, შესაბამისი განმარტებითი ლექსიკონებისა და სრულიად ახალი სტრუქტურული აგებულების ტექნიკური ტერმინოლოგიის შექმნა, მოძველებული და გამოუყენებადი ტერმინების შეცვლა უფრო კომპაქტური და მარტივად გასაგები ტერმინებით.

ტექნიკური ტერმინოლოგია, გარდა უცხო ენაზე თარგმნილი ტერმინებისა, უნდა შეიცავდეს ტერმინთა მოკლე განმარტებას და გათავისუფლდეს ზოგადი ტერმინების დიდი მოცულობის ბუდეებისგან.

ლიტერატურა

1. Rannev A. V., Korelin V. F. and others. Construction machinery. Reference book. Vol. 1. Machinery for construction of industrial, civil structures and roads. “Mashinostroenie”. Moscow. 1991, 406 p. (in Russian).
2. Liamin V. M., Gorbovets M. N. and others. Construction machinery. Reference book. Vol. 2. Equipment for production of construction materials and items. “Mashinostroenie”. Moscow. 1991, 406 p. (in Russian).
3. Soviet encyclopedic dictionary. Editor A.M. Prokhorov. "Soviet Encyclopedia". Moscow. 1990, 1632 p. (in Russian).
4. Dictionary of foreign words. M. Chabashvili. Tbilisi. 1964, 434 p.

5. Loskutov Y. The mechanical equipment for the manufacturing of binding materials. "Mashinostroenie". Moscow. 1986, 376 p. (in Russian).
 6. Martinov V. and others. Construction machinery and mounting facilities. "Mashinostroenie". M., 1990, 352 p. (in Russian).
 7. Ozhegov S. The dictionary of the Russian language. The State Publishing House of Foreign and National Dictionaries. Moscow. 1961, 900 p.
-

UDC 001.4

SCOPUS CODE 1203

FOR THE EDITORIAL ISSUES OF THE TECHNICAL TERMINOLOGY

L. Sutidze

Department of Building Machines, 68b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: l.sutidze@gtu.ge

Reviewers:

M. Barbakadze, Associate Professor, Department of Marine and Special Technological Transport, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: mblk2@mail.ru

V. Papaskiri, Professor, Department of the Georgian Language, Literature and Mass Media, Faculty of Engineering Economic, Media Technology and Social Sciences, GTU
E-mail: papaskiri@pisem.net

ABSTRACT. Georgian scientific and technical language and terms encounter difficulties negatively affecting some textbooks and manuals. Technical progress extremely declined normative standards of Georgian language and especially, technical terms.

Rapid terminological changes have been occurred in nearly all the fields and especially, in the field of Informatics therefore existing Georgian and Russian technical terms are not sufficient for modern requirements and edition of newly structured vocabulary of technical terms with its brief explanations is of great importance. Terminology should be improved and simplified, renewed and updated with new terms while old ones and term families should be excluded from the vocabulary.

Hopefully, the "Law of Georgia on official language" will provide solution of the problems related to technical terminology.

The article deals with issues of the explanation of general technical terms and the rationality of term families.

KEY WORDS: Device; installation; machine; technical terminology; term families; unit.

UDC 001.4

SCOPUS CODE 1203

К РЕДАКЦИОННОМУ ВОПРОСУ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

Сутидзе Л.Н. Департамент строительных машин, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: l.sutidze@gtu.ge

Рецензенты:

М.И. Барбакадзе, ассоц. профессор Департамента морского и специального технологического транспорта транспортного и машиностроительного факультета ГТУ
E-mail: mblk2@mail.ru

В. Папаскири, профессор Департамента грузинского языка, литературы и массмедии факультета бизнес инженеринга ГТУ
E-mail: papaskiri@pisem.net

АННОТАЦИЯ. Грузинский научно-технический язык переживает кризис, что отрицательно отражается на отдельные технические учебники и учебные пособия. Невиданное наступление технического прогресса резко ухудшило нормативные стандарты грузинского языка и, в частности, технической терминологии. Резкие терминологические изменения произошли в сфере информатики. Поэтому уже существующие грузинская и русская части технической терминологии не удовлетворяют современные требования и становится необходимым издание технической терминологии совершенно с новой структурной системой, в которой в краткой форме будут изложены понятия технических терминов. Терминология должна быть очищена от ненужных и устаревших терминов и упрощаться по мере возможности, обновляться и пополняться новыми терминами, надо отказаться от весьма весомых, т.н. гнёзд, которые усложняют терминологию.

Надеемся, что «Закон о государственном языке» будет содействовать урегулированию проблем технической терминологии.

В статье рассматривается вопрос о целесообразности разъяснения общих технических терминов и их т.н. «гнёзд».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агрегат; гнездо; машина; техническая терминология; установка; устройство.

UDC 556.164:556.01

SCOPUS CODE 1507

CHARACTERISTICS OF HYPERCONCENTRATED FLOWS ENERGY

- E. Kukhalashvili** Tsotne Mirtskhulava Water Management Institute of the Georgian Technical University, 60 Chavchavadze Ave., 0162 Tbilisi, Georgia
E-mail: e.kukhalashvili@agruni.edu.ge
- K.Bziava** Department of Water Supply, Canalization, Heating and Air Conditioning System and Plumbing Installation, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: k.bziava@gtu.ge
- D. Lortkipanidze** Department of Agriculture, Georgian Technical University, 17 Guramishvili ave., 0192 Tbilisi, Georgia
E-mail: lortkipanidzedimitri@gmail.com

Reviewers:

D. Gubeladze, Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: davidgubeladze14@yahoo.com

G. Soselia, Professor, Department of Water Supply, Canalization, Heating and Air Conditioning System and Plumbing Installation, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: soselia@mail.ru

ABSTRACT. On the basis of theoretical studies and taking into account variation of the soil rheological characteristics, it was determined, that the movement of the debris-flow mass is not occurred and by changing the angle of internal friction, i.e., by its increasing, the velocity of flow is reduced in case

the equivalent depth of the cohesion is equal to the depth of the flow.

It was found that a sharp jump-type variation in the free surface of cohesive debris flow occurs not only due to the dam failures that have originated as a consequence of the debris-flow storages and debris-flow mass, but every time, when the flow proceeds from the rough mode to calm.

KEY WORDS: Debris flow; hydraulic jump; hyperconcentrated flow; natural disasters; reclamation construction.

INTRODUCTION

In the context of sustainable development of the population, the damage caused by natural disasters is an

issue of global importance. According to the World Conference on Natural Disasters, the number of accidents, causing great economic losses (which is 1% and more of a Gross Domestic Product), are globally increased by 4.1 times in 1962-1992 years, the number of victims – by 3,5 times, and the number of deaths – by 2,1 times [1].

Worldwide strong influence of catastrophic debris-flows is periodically experienced by many settlements, farmlands, roads, oil and gas-pipeline route, hydraulic reclamation constructions, mining and tourist complexes, etc. The range of natural hazards covers the mountain and foothill regions where settlements are located that are characterized by a complex geological situation. The negative socio-economic, demographic and environmental impacts identified as a result of the impact of debris flows, cover all areas of human activity [2, 3].

Formation of floods, feature of their dynamics and conditions of movement on the debris cones, distinguish ability among other phenomena, selection and adaptation of the design model of motion, require a special approach and proper selection of design schemes for solving individual problems [4, 5, 6, 7].

MAIN PART

According to the statement of the practice of engineering problems, among the parameters in the equations, a special place occupies the critical depth, consequently, for its calculation, when the real depth of the debris-flow is equal to H , we use the energy equation:

$$\varepsilon = h \left(1 - \frac{h_0}{h} \right) \varphi + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (1)$$

or

$$\varepsilon = h + \frac{\alpha V^2}{2g} - h(1 - \varphi) - h_0 \varphi. \quad (2)$$

In the equation (2), determination of the h_0 value is based on the method of seepage of planar surfaces, i.e., shear stress equation is:

$$P = \frac{\gamma h^2}{2} \left(1 - \frac{h_0}{h} \right)^2 \varphi. \quad (3)$$

Since as, pressure force value $P = \gamma h_{c.g.} \omega$ and, accordingly, $h_{c.g.} = h/2$. In that case, when $B = 1, \omega = h$, we may write:

$$\frac{\gamma h^2}{2} = \frac{\gamma h^2}{2} \left(1 - \frac{h_0}{h} \right)^2 \varphi. \quad (4)$$

With the simplification of the equation (4) and solution of the quadratic equation towards h_0 , we will get:

$$h_0 = h \frac{\sqrt{\varphi}-1}{\sqrt{\varphi}}. \quad (5)$$

If we consider h_0 in (2) equation, we will get:

$$\varepsilon = h - h(1 - \varphi) - h \varphi \frac{\sqrt{\varphi}-1}{\sqrt{\varphi}} + \frac{\alpha V^2}{2g}. \quad (6)$$

By differentiating the equation (6), we will get:

$$\frac{d\varepsilon}{dh} = d \left(h + \frac{\alpha V^2}{2g} \right) - \frac{1-\varphi}{\varphi} \frac{dh}{dh} - \frac{\sqrt{\varphi}-1}{\sqrt{\varphi}} \frac{dh}{dh}. \quad (7)$$

And finally we will get:

$$\frac{d\varepsilon}{dh} = -\frac{\alpha Q^2}{g \omega^3} B + \varphi \left(1 - \frac{h_0}{h} \right). \quad (8)$$

When the energy of cross-section is minimal, i.e., $\frac{d\varepsilon}{dh} = 0$, then:

$$\frac{\alpha Q^2}{g \omega^3} B = \varphi \left(1 - \frac{h_0}{h} \right). \quad (9)$$

Equation (9) coincides with the water flow equation.

By transforming and simplifying the equation (9), we will receive equation for calculation of critical depth:

$$h_{cr}^3 - h_0 h_{cr}^2 - \frac{\alpha Q^2}{g \varphi} = 0. \quad (10)$$

Estimated equation of critical depth, presented in the given form (Eq. 10), can be obtained using the momentum equation that indicates the accuracy and appropriateness of the use of this model.

According to the above mentioned, when the velocity of the wave is equal to the flow movement velocity, the process can be examined as a jumping phenomenon.

Transition from the rough mode to calm, or vice versa, is conducted by means of a hydraulic jump. During the movement in the open debris-flow channels, as in classical hydraulics and in this case we are faced with different flow conditions: rough, calm and critical.

Similar phenomena may occur in cohesive debris-flow processes. This splitting is not of a formal nature, and with a certain accuracy determines the assignment of the boundary conditions. In addressing these objectives, it is necessary to: build and analyze the free surface of flow motion, compute the energy disruption systems, estimate flow motion modes, determine the flow characteristics arising in consequence of failure of dams created by debris-flow storages and landslides, determine the critical height, velocity, flow rate and other parameters.

In the case of movement of a cohesive debris-flow, the flow state can be described by the following equation:

$$\frac{\alpha Q^2}{g \omega^3} B \geq T, \quad (11)$$

where: T is a dimensionless parameter and during the year it equals to 1.

In our case, T looks like:

$$T = \varphi \left(1 - \frac{h_0}{h} \right), \quad (12)$$

where: φ is a coefficient and depends on the angle of internal friction of the debris-flow;

h_0 – Equivalent depth of coherency;

α – Coriolis factor;

Q – Flow rate of coherence debris-flow;

B, ω – Width of the free surface and the area of cross-section;

g – Acceleration of gravity.

Determination of critical characteristics of cohesive debris-flow is presented below.

The differential equation of one-dimensional unsteady motion of coherent debris-flow has a discontinuity in the event, when the derivative $\frac{dh}{dl} = \infty$ and the denominator is 0. In such case, the following equation is relevant to the discontinuity of a flow:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_{cr}^3}{B} \varphi \left(1 - \frac{h_0}{h_{cr}} \right). \quad (13)$$

Similarly to the hydraulics of Newtonian fluids, in the case of critical state, the condition determining the critical depth is represented by the equation (13), which can also be represented graphically (see fig. 1).

In the equation (13), when $h = h_{cr}$ and the right side is equal to 1, i.e.:

$$\varphi \left(1 - \frac{h_0}{h_{cr}} \right) = 1, \quad (14)$$

and the solution towards h_0 will be looked like:

$$h_0 = -h_{cr} \frac{1-\varphi}{\varphi}. \quad (15)$$

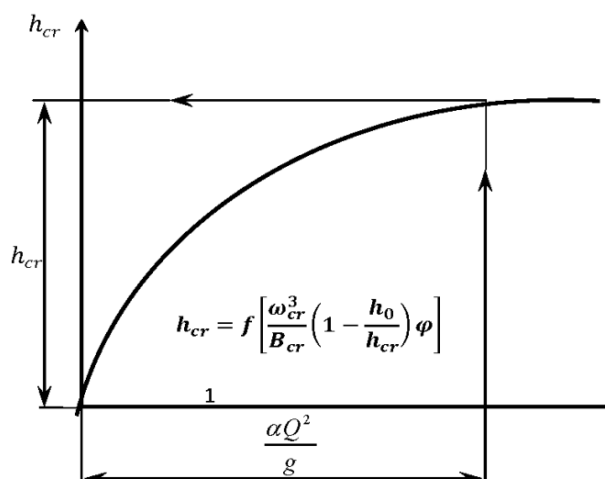


Fig. 1. $h_{cr} = f \left[\frac{\omega_{cr}^3}{B_{cr}} \left(1 - \frac{h_0}{h_{cr}} \right) \varphi \right]$ graph.

From equation (15) it is clear that the equivalent depth of the coherency is in the opposite direction. Its

value is a function of rheological properties, as in the coherence debris-flow cohesion is c , angle of internal friction is φ and volume weight is γ , then equation for calculation of critical depth will be looked like:

$$h_{cr} = -\frac{2c}{\gamma} \frac{\sqrt{\varphi}}{1-\varphi}. \quad (16)$$

According to the above mentioned, in the equation (13), when the left part is equal to 1, than the equation for calculation of critical depth will be looked like:

$$h_{cr} = \frac{1}{\varphi} \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} + h_0. \quad (17)$$

If we consider equation (17) in the equation (15), the equation for calculation of the height of flow passage will be looked like:

$$h_0 = -\sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} \frac{1-\varphi}{\varphi}. \quad (18)$$

When evaluating the conditions of movement of debris-flow on the transition sites, its critical characteristics require a special significance. In order to evaluate the critical characteristics, particularly, during determination of the critical depth, flow energy equation may be used, which is represented by the equation (10). Using Cardano's formulas, approximate solution of equation (10) will be as follows:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{2g\varphi} \left[1 + \frac{2g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3 + \sqrt{1 + \frac{4g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3} \right]} \left(1 + \sqrt[3]{\frac{1 + \frac{2g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3 - \sqrt{1 + \frac{4g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3}}{1 + \frac{2g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3 + \sqrt{1 + \frac{4g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3}}} \right). \quad (19)$$

In the equation (19), when $\varphi=1$, $\beta=0$ and $h_0=0$, it became similar to the equation for calculation of the critical depth of water:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}. \quad (20)$$

In a case of equality of water and debris flow rates, when $q_{df} = q_w$, the equation (19) will be looked like:

$$\frac{h_{cr.df}}{h_{cr.w}} = \sqrt[3]{\frac{1}{2\varphi} \left[1 + \frac{2}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3 + \sqrt{1 + \frac{4\varphi}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3} \right]} \left(1 + \sqrt[3]{\frac{1 + \frac{2}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3 - \sqrt{1 + \frac{4\varphi}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3}}{1 + \frac{2}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3 + \sqrt{1 + \frac{4\varphi}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3}}} \right). \quad (21)$$

If we consider the definition:

$$K = \frac{2}{27} \left(\frac{h_0}{h_{cr.w}} \right)^3, \quad (22)$$

the equation for calculation of critical depth will be:

$$h_{cr.df} = \sqrt[3]{\frac{1}{2\varphi} (1 + K + \sqrt{1 + 2K})} \left(1 + \sqrt[3]{\frac{(1+K-\sqrt{1+2K})}{(1+K+\sqrt{1+2K})}} \right). \quad (23)$$

In the presented equation (23), the member $\left(1 + \sqrt[3]{\frac{(1+K-\sqrt{1+2K})}{(1+K+\sqrt{1+2K})}} \right)$ has a small value and in a case of its ignoring, the equation for calculation of critical depth will be:

$$h_{cr.df} = K \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}, \quad (24)$$

where:

$$K = \sqrt[3]{\frac{1}{2\varphi} \left[1 + \frac{2g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3 \right]} + \sqrt{1 + \frac{4g\varphi}{\alpha q^2} \left(\frac{h_0}{3} \right)^3}. \quad (25)$$

CONCLUSION

According to the implemented methodology, it was found that the sharp jump-type variation in the free surface of cohesive debris flow occurs not only due to the dam failures that have originated as a consequence of the debris-flow storages and debris-flow mass, but every time the flow proceeds from the rough mode to calm.

This work was supported by Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF) [grant number FR/607/10-170/13].

References

1. Yokohama strategy and plan of action for a safer world: Guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation. World conference on natural disaster. Yokohama. 1994, 19 p. (in English).
2. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Klimiashvili I. Definition of the disturbed equilibrium of debris-flow mass accumulated in the debris-flows original site, using of degree function. Scientific-technical journal "Hydroengineering". GTU. #1-2 (17-18). 2014, 63-72 pp. (in Georgian).
3. Kruashvili I., Kukhalashvili E., Inashvili I., Klimiashvili I. Determination of debris-flow original site characteristics on the basis of non-stationarity. Scientific-technical journal "Hydroengineering". GTU. #1-2 (17-18). 2014, 46-54 pp.. (in Russian).
4. Natishvili O. Cohesive mudflow wave motion. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 157, N2.1998, 258-260 pp. (in Russian).
5. De Wrachien D., Brebbia C. A. Monitoring, simulation, prevention and remediation of dense debris flows III. Wessex Institute of Technology. WIT Press. 2010, 288 p. (in English).
6. Scotto di Santolo A., Evangelista A. Some observations on the prediction of the dynamic parameters of debris flows in pyroclastic deposits in the Campania region of Italy. International journal "Natural hazards". 50. 2009, 605-622 pp. (in English)
7. Takahashi T. Debris flow mechanics, prediction and countermeasures. Taylor & Francis Group. London. 2007, 465 p. (in English).

UDC 556.164:556.01

SCOPUS CODE 1507

ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადის ენერგიის მახასიათებლები

- ე. კუხალაშვილი** ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0162, ჭავჭავაძის გამზირი 60
E-mail: e.kukhalashvili@agruni.edu.ge
- კ. ბზიავა** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგების და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68ბ
E-mail: k.bziava@gtu.ge
- დ. ლორთქიფანიძე** აგრარული დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, გურამიშვილის გამზ. 17
E-mail: lortkipanidzedimitri@gmail.com

რეცენზენტები:

დ. გუბელაძე, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემის ინჟინერინგის ფაკულტეტის აგრარული დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: davidgubeladze14@yahoo.com

გ. სოსელია, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგების და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: soselia@mail.ru

ანოტაცია. ნაშრომში, თეორიული კვლევების საფუძველზე და ნიადაგ-გრუნტების რეოლოგიური მახასიათებლების ცვლილების გათვალისწინებით, დადგენილია, რომ როცა ბმულობის ეკვივალენტური სიღრმე ნაკადის სიღრმის ტოლია, მაშინ ღვარცოფული მასის მოძრაობას ადგილი არ აქვს, ხოლო შინაგანი ხახუნის კუთხის ცვლილებით ანუ მისი გაზრდით, ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე მცირდება.

მიღებულია, რომ ბმული ღვარცოფის თავისუფალი ზედაპირის მკვეთრი ნახტომისებრი ცვლილებები ხდება არა მხოლოდ ღვარცოფსაცავებისა და ღვარცოფის მასის მიერ წარმოქმნილი კაშხლების გარღვევის შემთხვევაში, არამედ ყოველთვის, როდესაც ნაკადი მძაფრიდან წყნარ რეჟიმში გადადის.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი კატასტროფები; სამელიორაციო ნაგებობები; ღვარცოფული ნაკადი; ჰიდრაულიკური ნახტომი; ჰიპერკონცენტრირებული ნაკადი.

UDC 556.164:556.01

SCOPUS CODE 1507

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГИИ ГИПЕРКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПОТОКОВ

- Кухалашвили Э.Г.** Аграрный департамент, Институт водного хозяйства им. Цотнэ Мирцхулава, Грузинский технический университет, Грузия, 0162, Тбилиси, пр. И. Чавчавадзе 60
E-mail: e.kukhalashvili@agruni.edu.ge
- Бзиава К.Г.** Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 68^б
E-mail: k.bziava@gtu.ge
- Лорткипанидзе Д.Г.** Аграрный департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0192, Тбилиси, пр. Гурамишвили 17
E-mail: lortkipanidzedimitri@gmail.com

Рецензенты:

Д. Губеладзе, профессор Аграрного департамента, факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: davidgubeladze14@yahoo.com

Г. Соселия, профессор Департамента водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий строительного факультета ГТУ

E-mail: soselia@mail.ru

АННОТАЦИЯ. В статье, на основе теоретических исследований и с учетом изменения реологических характеристик почво-грунтов, установлено, что когда глубина, эквивалентная связности, равна глубине потока, то селевая масса не движется, а с изменением угла внутреннего трения, т.е., с его увеличением, скорость потока уменьшается.

Получено, что резкое прыжкообразное изменение свободной поверхности связного селя происходит не только при прорыве селехранилищ и селевых плотин, а постоянно, когда поток из бурного состояния переходит в спокойное.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидравлический прыжок; гиперконцентрированный поток; мелиоративные сооружения; природные катастрофы; селевой поток.

UDC 004.71

SCOPUS CODE 1711

ფიზური მობილური კავშირის ზოგიერთი პრობლემური საკითხის კვლევა პროგრამირებადი რადიოტექნოლოგიების გამოყენებით

- შ. კვირკველია** ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: shakoshalvashako@gmail.com
- ჯ. ბერიძე** ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: jberidze@rambler.ru
- მ. ჯორბენაძე** ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: mamukajorbenadze@yahoo.com

რეცენზენტები:

- თ. ქორთუა**, სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: tkortua@gmail.com
- გ. მურჯიენელი**, მობილური კავშირის კომპანია „მაგთიკომის“ გადაცემის სისტემების დავგემარე-ბის, გაშვებისა და ექსპლუატაციის დეპარტამენტის დირექტორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი
E-mail: givi@magticom.ge

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია პროგრამულად განსაზღვრული რადიო მოწყობილობების (SDR – Software Defined Radio) გამოყენებით მობილური კავშირის სიხშირული სპექტრის ანალიზისა და სიხშირეთა კალიბრაციის ამოცანები. SDR მოწყობილობების შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფით ჩატარებულია მობილური კავშირის GSM დიაპაზონში დაკავებული და თავისუფალი სიხშირული ზოლების პარამეტრების კვლევა – ზოლების სიგანეების განსაზღვრა, პარამონიკები და ინტერმოდულაციური დონეები, არხების სიმძლავრეები, ინტერფერენციები, სპექტრული

სიმკვრივე. ჩატარებულია ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების შედარება თეორიულ მნიშვნელობებთან (გაუსის არხებისათვის) და მათი ანალიზი. ჩატარებულია გენერატორების სიხშირის სტაბილურობის (გადახრის) კვლევა RTL-SDR ბლოკის გამოყენებით და მისი Matlab Simulink პროგრამირებით. ნაჩვენებია საჭიროების შემთხვევაში სიხშირის კორექციის შესაძლებლობები.

საპასნძო სიტყვები: აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფა; მობილური ქსელები; სინქრონიზაცია; სიხშირული სპექტრი; სიხშირის კალიბრება; სპექტრის ანალიზი;

შესავალი

თანამედროვე სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიები ვითარდება სწრაფი ტემპებით, რაც გულისხმობს პრაქტიკაში ახალი და ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვას. ელექტროინჟინერიის, ტელეკომუნიკაციის და სხვა საინჟინერო ტექნოლოგიების განვითარება შეიძლება გავყოთ ორ ნაწილად – აპარატურულ და პროგრამულ უზრუნველყოფად. განვითარების ტენდენციები ასეთია – უნივერსალური აპარატურული პლატფორმა და მასზე რეალიზებული პროგრამული ტექნოლოგია. ამის ერთ-ერთი პრაქტიკული მაგალითია პროგრამულად განსაზღვრული რადიო - SDR. ამჟამად შემუშავებულია SDR მოწყობილობების ფართო სპექტრი (მაგალითად DVB-T+DAB+FM, UV HF RTL-SDR USB Tuner Receiver/ R820T+8232 100KHz-1.7GHz), რომელთა გამოყენებით და შესაბამისი პროგრამებით შესაძლებელია სატელეკომუნიკაციო მოწყობილობების რადიოტექნიკურ ნაწილში განსაზღვრული ოპერაციების შესრულება. ასეთ ოპერაციათა რიცხვს მიეკუთვნება რადიოსიგნალების მოდულაცია-დემოდულაცია, ხელშეშლამდგარი კოდირება-დეკოდირება, სიხშირული სპექტრის ანალიზი, სინქრონიზაცია, სიგნალიზაცია და ა. შ. თუ ავიღებთ მობილური კავშირის მაგალითს, პროგრამირებადი ტექნოლოგიები აქაც მნიშვნელოვანია, რაც იმაში გამოიხატება, რომ მათი გამოყენებით მობილური ქსელების თაობების ცვლილებისას ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა ხდება ახალი მოწყობილობების შემუშავების გარეშე, არსებული მოწყობილობებით, სათანადო პროგრამული უზრუნველყოფით.

SDR ტექნოლოგიები ფართო გამოყენებას პოულობს სასწავლო და სამეცნიერო კუთხითაც. შესაძლებელია სამეცნიერო ან სასწავლო ამოცანის გადაჭრა მარტივი დაბალბიუჯეტიანი RTL-SDR (RTL – Realtek RTL 2832U) მოწყობილობებით.

ძირითადი ნაწილი

სტატიაში განხილულია მობილური კავშირის პრობლემატიკასთან დაკავშირებული ორი პრაქტიკული ამოცანა – სიხშირული სპექტრის ანალიზი და სიხშირის გადახრის კალიბრაცია, რისთვისაც ვიყენებთ NooElec-ის წარმოების R820T SDR & DVB-T მოდელის SDR მოწყობილობას [1, 2], (სურ. 1).

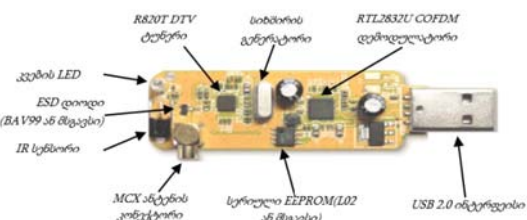
მოცემულ მოწყობილობას შეუძლია რადიოსიხშირული სპექტრის სკანირება სიხშირულ დიაპაზონში 0 მჰც-დან 1,7 გჰც-მდე, რაც მოიცავს FM რადიო დიაპაზონს, ფიქსირებულ და მობილურ ტელეფონებს, სატელევიზიო სიგნალებს, 4G-LTE, GSM, GPS, ISM ტექნოლოგიების სიხშირეებს, ციფრულ აუდიო და ვიდეო მაუწყებლობების, და სხვა სისტემების სიხშირულ დიაპაზონებს.



ა)

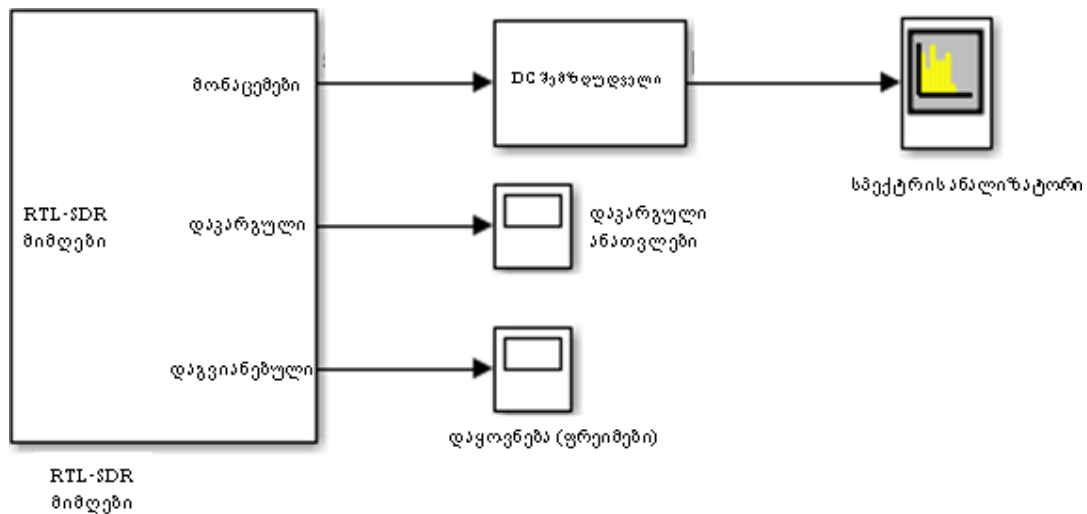


ბ)



გ)

სურ. 1. ა) RTL-SDR მინი USB მოწყობილობა; ბ) ლეპტოპზე მიერთებული ტიპური ბლოკი RTL-SDR MATLAB და Simulink პროგრამებით; გ) RTL-SDR-ის ძირითადი შიგა კომპონენტები



სურ. 2. სიხშირული სპექტრის ანალიზი

სიხშირული სპექტრის ანალიზის პროგრამული უზრუნველყოფისთვის ვიყენებთ MathLab-Simulink-ში რეალიზებულ მოდელს – Spectral Analysis with RTL SDR Radio [3].

სიხშირული სპექტრის ანალიზი ხორციელდება მე-2 სურათზე ნახვენები მოდელით. მოდელი შედგება RTL-SDR მიმღებისაგან, DC ბლოკერისაგან, დაკვიანებული ფრეიმების და დაკარგული დისკრეტების ოსცილოგრაფებისაგან და სპექტრის ანალიზატორისაგან. მოდელის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ფურიეს სწრაფი გარდაქმნის ალგორითმზე FFT (Fast Fourier Transform) (1):

$$\left. \begin{aligned} X(k) &= \sum_{n=0}^{N-1} X(n) e^{-j\left(\frac{2\pi}{N}\right)nk} (k = 0, 1, \dots, N-1) \\ X(n) &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j\left(\frac{2\pi}{N}\right)nk} (n = 0, 1, \dots, N-1) \end{aligned} \right\} (1)$$

სადაც $X(k)$ და $X(n)$ არხების სიხშირული მდგენელების ამპლიტუდებია. მთლიანი სიგნალი არის ცალკეული სიხშირული მდგენელების ჯამის, რითაც ხდება სპექტრის ანალიზი და ვიდეო გრაფიკულ ინფორმაციას ვიზუალურად ეკრანზე – მიმღებზე თავისუფალი სიხშირული ზოლების და SNR-ის (Signal-to-Noise Ratio) დონის შესახებ. მოდელის გამოყენებით ასევე შეგვიძლია გავზომოთ სიგნალის მახასიათებლები, პიკური მნიშვნელობები, დაკავებული სიხშირე

ლი ზოლი, ჰარმონიკები და ინტერმოდულაციური დონეები, არხის სიმძლავრე, ინტერფერენციები, სპექტრული სიმკვრივე – PSD (Power Spectral Density) (2):

$$PSD(f) = \frac{1}{p} \sum_{p=1}^p \frac{\sum_{n=1}^{N_{BW}} X(p)[n] e^{-j2\pi f(n-1)T}}{F_s X \sum_{n=1}^{N_{window}} W^2[n]}, (2)$$

სადაც p არის პერიოდოგრამა, $X[n]$ – დისკრეტული სიგნალი, f – სიხშირე, F_s – დისკრეტიზაციის სიხშირე, BW – დაკავებული სიხშირული ზოლი, T – პერიოდი, N_{window} ხმაურის ზოლის ეფექტური ნორმალიზებული სიგანე, W – ჰარმონიკების სიხშირული ზოლის სიგანე.

პრაქტიკული ამოცანა

ექსპერიმენტალურად ჩატარებულია მობილური კავშირის 890,2 მგჰც გადამტან სიხშირეზე 200 კჰც სიგანის სიხშირული ზოლის მონაკვეთზე სიგნალის სიმძლავრის კუმულაციური განაწილების კვლევა CCDF (Complementary Cumulative Distribution).

მიღებული მონაცემებით აგებულია გრაფიკი და შედარებულია არხთან გაუსის ხმაურით (სურ. 3), საიდანაც ჩანს დამოკიდებულება რეალურ და თეორიულ სიდიდეებს შორის. პრაქტიკაში მიღებული შედეგებით შეცდომების ალბა-

თობა უფრო მეტია ვიდრე გაუსის განაწილების დროს, თუმცა მოცემული გრაფიკიდან საინტერესოა მნიშვნელობები 7 დბ-ს ქვემოთ. 890,2 მგპც-ის გადამტანი სიხშირის გარდა ექსპერიმენტი ჩავატარეთ სიხშირული ზოლის კიდურა სიხშირეებისთვის. შედეგი ნაჩვენებია გრაფიკებზე. როგორც სურათებზე ჩანს შეცდომები ყველაზე ნაკლებია 935.2 მგპც გადამტან სიხშირეზე.

მიღებული შედეგების განზოგადებით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ უმჯობესი იქნება საბაზო სადგურის სიხშირის შერჩევა მოხდეს კონკრეტული ადგილმდებარეობის მიხედვით, ბიტური შეცდომების (Bit Error) გათვალისწინებით.

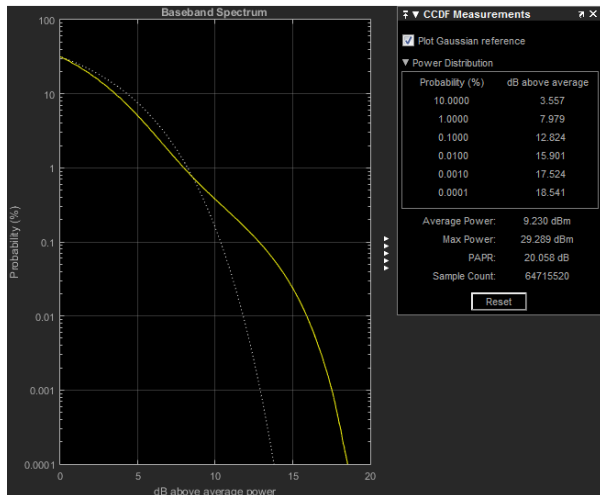
მეორე ამოცანა არის მობილური კავშირის და საერთოდ ტელეკომუნიკაციის პრობლემური საკითხი – სინქრონიზაცია. ცნობილია რომ ტელეკომუნიკაციის თანამედროვე ციფრულ სისტემებში უდიდესი წილი უკავია სინქრონულ სისტემებს, რომელთა მუშაობის ხარისხი მთლიანად განისაზღვრება მიმღებ და გადამცემ მოწყობილობებს შორის სინქრონიზაციით (კოჰერენტულობით). დღეს საჭირო სინქრონიზაცია მიიღწევა ქსელის სატაქტო სინქრონიზაციის სისტემებით, რომელთა დანიშნულებაა ტელეკომუნიკაციის ციფრული ქსელების კვანძებისადმი ე. წ. „სატაქტო სინქრონიზაციის“ მიწოდება ერთი საწყისი წყაროდან. სატაქტო სიხშირის მიწოდება ხდება სატაქტო სინქრონიზაციის სპეციალური ქსელით ან თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემით (GNSS).

სინქრონიზაციის დარღვევის საბოლოო შედეგია ე. წ. „დაცურება“ (Split). დაცურება არის ბიტის ამოვარდნა (ჩაგდებას) მიღებულ ციფრულ მიმღევრობაში და ის წარმოიქმნება მაშინ როცა მიმღები და გადამცემი გენერატორების

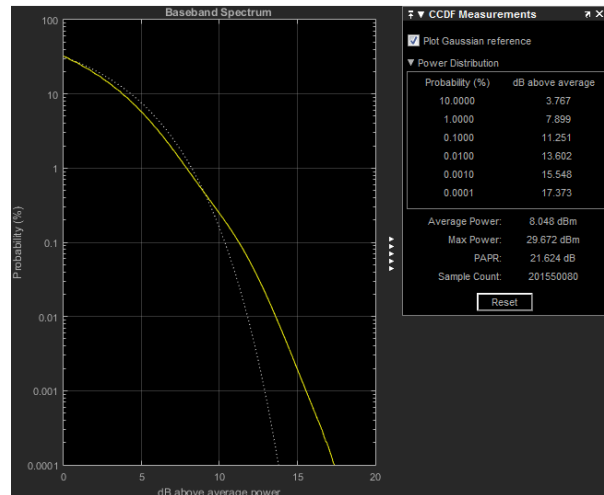
ფაზებს შორის განსხვავება მიაღწევს ერთ სატაქტო ინტერვალს, რომელიც ციფრული სისტემებისთვის სტანდარტულია და შეადგენს $125 \cdot 10^{-6}$ წმ. ასეთი ფაზური ძვრა აღინიშნება ყოველ 21 წუთში სიხშირეებს შორის განსხვავებისას 10^{-7} , და 144 დღე-ღამეში (≈ 5 თვე) სიხშირეების განსხვავებისას 10^{-11} [4, 5]. ცხადია გადამცემი და მიმღები სიხშირეების ზუსტი აწეობისათვის აუცილებელია მათი ზუსტი გაზომვითობა, რაც ხორციელდება იგივე SDR მოწყობილობაზე, სადაც პროგრამულ უზრუნველყოფად გამოყენებული იქნება Matlab Simulink მოდელი - Frequency Offset Calibration Ratio with RTL-SDR Radio (სურ. 3) [3].

მოდელი ისევე როგორც წინა მოდელი დაფუძნებულია FFT ფურიეს სწრაფი გარდაქმნის ალგორითმზე და ახორციელებს მიმღებისა და გადამცემის სატაქტო სიხშირეებს შორის გადახრის გამოთვლას. მოდელი შედგება შემდეგი ბლოკებისაგან: RTL-SDR მიმღებისაგან, მიმღებისაგან, ცენტრალური სიხშირის წყაროსაგან, PPM (Parts Per Million) გარდამქმნელისაგან, გამყოფისაგან, სიხშირის გადახრის და კორექციის დისპლეებისაგან.

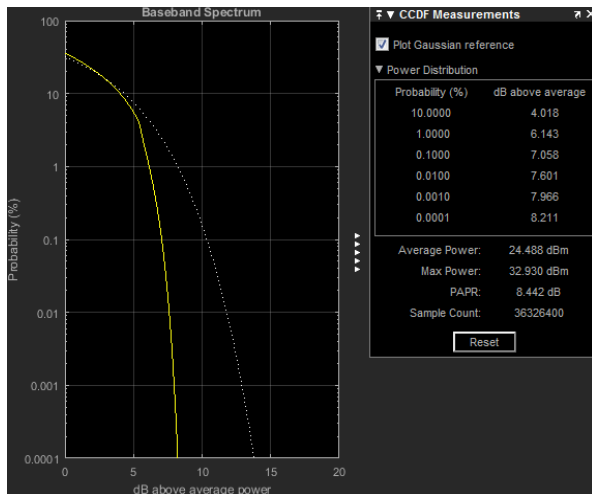
თავის მხრივ, მიმღების ქვესისტემა შედგება მედიანური ფილტრისაგან, პიკური სიხშირის მძებნელისაგან და სპექტრის ანალიზატორისაგან. პიკური სიხშირის მძებნელი ბლოკი იყენებს FFT ალგორითმს და მიღებულ სიგნალში ეძებს სიხშირეს მაქსიმალური სიმძლავრით. სპექტრის ანალიზატორი ითვლის და გვიჩვენებს მიღებული სიგნალის სიმძლავრის სპექტრულ სიმკვრივეს. სიხშირული გადახრა F_o (Frequency Offset) ტოლია (3),



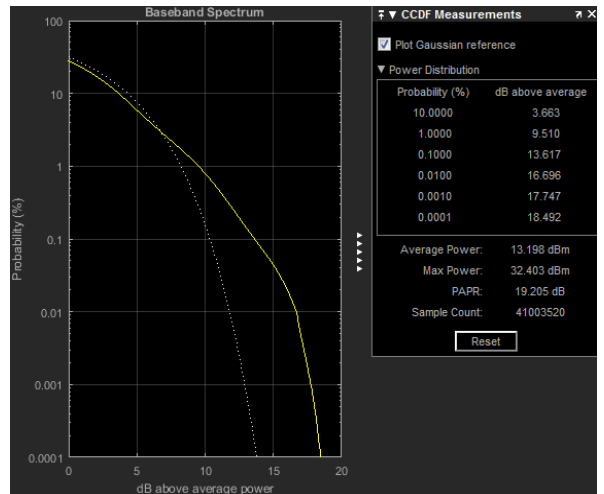
ა)



ბ)



გ)

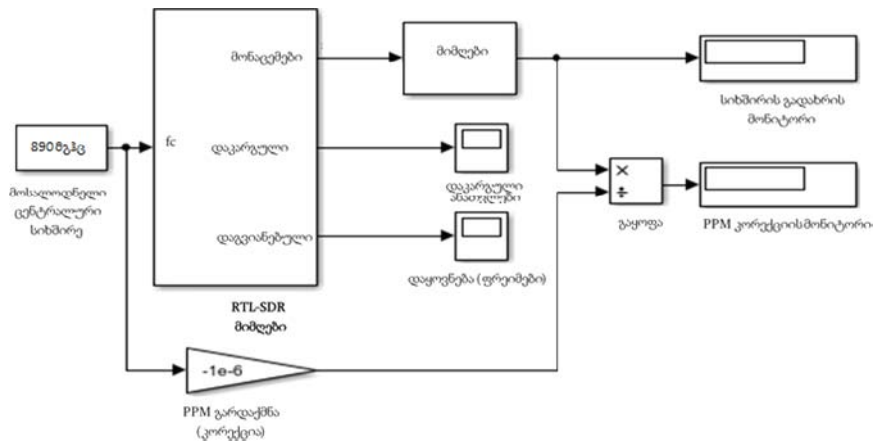


დ)

..... - გაუსის „თეთრი სმაური“

..... - CCDF-ის მნიშვნელობა

სურ. 3. CCDF-ის გაზომვის შედეგები ა) 890,2 მგჰც, ბ) 914,8 მგჰც, გ) 935,2 მგჰც, დ) 959,8 მგჰც GSM900 სტანდარტის 0,2 მგჰც სიგანის სიხშირული ზოლის მქონე არხებისთვის



სურ. 4. სიხშირის კალიბრაციის ორგანიზაციის სქემა SDR-ის გამოყენებით

$$FO = IoMA * \frac{FS}{FFTL * FST}, \quad (3)$$

ცხრილი

გადამტანი სიხშირეების გადახრები

სიხშირე (MHz)	890.2	914.8	935.2	959.8
SFDR (dbc)	0 – 6	0 – 2	0 – 2.5	0 – 3
THD (dbc)	0 – 2	0 – 4	0 – 4.5	0 – 7.5

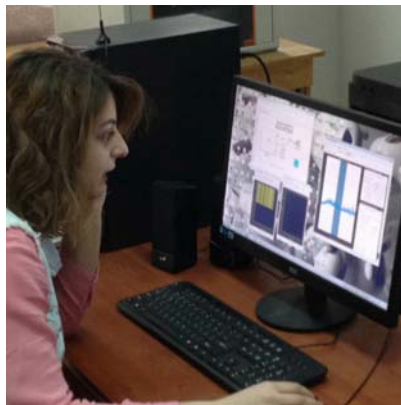
სადაც IoMA – მაქსიმალური ამპლიტუდის მქონე ჰარმონიკის ინდექსია (Index of Max Amplitude), FS – ფრეიმის ზომა (Frame Size), FFTL – ფურიეს სწრაფი გარდაქმნის სიგრძე (FFT Length), FST – დრო ფრეიმებს შორის (Frame Sample Time).

პრაქტიკული ამოცანა

მეორე ამოცანაში ჩატარებულია პირველ ამოცანაში გამოყენებული გადამტანი სიხშირეების სიხშირული გადახრის გაზომვები. ფსევდოდინამიკური ზღვარი SFDR (Spurious-Free Dynamic Range) ძირითადად მერყეობს ცხრილში მოყვანილ ფარგლებში. ცხრილში ასევე მოცემულია ჰარმონიკების მთლიანი დამახინჯება THD (Total Harmonic Distortion).

მოცემული პარამეტრების ანალიზით შესაძლებელია სიხშირის კორექციის კოგნიტური ალგორითმის შემუშავება.

ეს და სხვა მსგავსი ამოცანები სრულდება სტუდენტების მიერ სასწავლო-ლაბორატორიული სამუშაოების სახით, გამარტივებული ფორმით, მობილური კავშირის კურსის ფარგლებში (სურ. 5).



სურ. 5. სპექტრის ანალიზის პროცესი მობილური ქსელებისა და სისტემების სასწავლო ლაბორატორიაში RTL-SDR ბლოკის გამოყენებით

დასკვნა

მობილური კავშირის სისტემებსა და ქსელებში ტექნოლოგიების ხშირი ცვლილება დაკავშირებულია ახალი აპარატურის, ტექნიკური საშუალებების შექმნასთან, რომლებიც რეალიზებას უკეთებს ახალ ტექნოლოგიებს. ამ პრობლემის უფრო ეფექტური გადაწყვეტა შესაძლებელია პროგრამულად განსაზღვრული რადიომოწყობილობების გამოყენებით – მოწყობილობების ფუნქციების შეცვლით შესაბამისი პროგრამირებით. სტატიაში

დასმული პრობლემების გადაწყვეტა – მობილური კავშირის GSM დიაპაზონში სიხშირული სპექტრის გამოყენების ანალიზი და სიხშირის კალიბრაცია ჩატარებული RTL-SDR პროგრამული რადიომოწყობილობის გამოყენებითა და მისი Matlab Simulink დაპროგრამებით. მიღებული შედეგები გვიჩვენებს მობილური კავშირის ქსელებში გამოყენებული სიხშირული დიაპაზონის დიდ ფარგლებში (0 – 1,7 გჰც) სიხშირული სპექტრის ყოველმხრივი ანალიზის, ყველა საჭირო პარამეტრის

განსაზღვრის შესაძლებლობას და საჭირო გადამტანი სიხშირის შერჩევისათვის Bit Error მაჩვენებლის გამოყენების საჭიროებას. სტატიაში ჩატარებული ექსპერიმენტი გვიჩვენებს, რომ მობილური მოწყობილობების კოპერენტულობის მისაღ-

წევად საჭირო სიხშირეების კორექციისათვის აუცილებელი პარამეტრების გაზომვა შესაძლებელია RTL-SDR მოწყობილობებით, რაც შემდგომ კორექციის კოგნიტური ალგორითმის შექმნის შესაძლებლობას იძლევა.

ლიტერატურა

1. Stewart R.W., Crockett L., Atkinson D., Barlee K., Crawford D., Chalmers I. A low cost desktop software defined radio design environment using MATLAB, Simulink and the RTL-SDR. 2015 (In English).
2. <https://www.mathworks.com> (In English).
3. Network clock synchronization. Eco-Trends. M., 2004, 205 p. (In Russian).
4. Technical diagnostics of modern digital communication networks. Goryachaya liniya - Telekom. 2012, 480 p. (In Russian).
5. Roupheal T. J. RF and digital signal processing for software defined radio. 2009. (In English).

UDC 004.71

SCOPUS CODE 1711

RESEARCH OF SOME ISSUES RELATED TO MOBILE CELLULAR TECHNOLOGY WITH SOFTWARE DEFINED RADIO

- | | |
|-----------------------|---|
| Sh. Kvirkvelia | Department of Telecommunication, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia 75
E-mail: shakoshalvashako@gmail.com |
| J. Berid | Department of Telecommunication, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia 75
E-mail: jberidze@rambler.ru |
| M. Jorbenadze | Department of Telecommunication, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia 75
E-mail: mamukajorbenadze@yahoo.com |

Reviewers:

T. Kortua, Professor Department of Telecommunication, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU
E-mail: tkortua@gmail.com

G. Murjikneli, Professor, Manager of Planning, Rollout and Operations Department, Company Magticom Operator of Mobile Communications
E-mail: givi@magticom.ge

ABSTRACT. This article considers frequency spectrum analysis and frequency calibration of mobile communication devices using the software defined radio – SDR. With appropriate software of SDR devices is conducted research of occupied

and vacant frequency bands in GSM range - to define the width of bands, harmonica and intermodulation levels, channel power, interferences, spectral density. The experiment was carried out to compare the results with theoretical values (Gaussian channels) and their analysis. Conducted generators frequency stability (deviation) survey using RTL-SDR block and its Matlab Simulink programming. It's shown frequency correction capabilities in case of need as well.

KEY WORDS: Frequency analysis; frequency calibration; frequency spectrum; hardware and software; mobile networks; synchronisation.

UDC 004.71

SCOPUS CODE 1711

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСОВ СОТОВОЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ

- Квирквелия Ш.В.** Департамент телекоммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: shakoshalvashako@gmail.com
- Беридзе Д.Л.** Департамент телекоммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: jberidze@rambler.ru
- Джорбенадзе М.Б.** Департамент телекоммуникаций, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: mamukajorbenadze@yahoo.com

Рецензенты:

Т. Кортауа, профессор Департамента телекоммуникаций факультета энергетики и телекоммуникаций ГТУ
E-mail: tkortua@gmail.com

Г. Мурджикнели, к.т.н., директор Департамента планирования, пуска и эксплуатации компании мобильной связи «Магтикком»
E-mail: givi@magticom.ge

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены задачи анализа частотных спектров мобильной связи и калибровки частот с использованием программируемых радио (SDR – Software Defined Radio). Соответствующим программированием SDR-устройств проведено исследование параметров занятых и свободных частотных полос GSM диапазона мобильной связи – определение ширины полосы, гармоник и интермодуляционных уровней, мощностей каналов, интерференции, спектральной плотности. Выполнено сравнение экспериментально полученных результатов с теоретическими (для Гауссова канала) и их анализ. Проведено исследование стабильности частот генераторов с использованием блоков RTL-SDR с их соответствующим программированием в Matlab-Simulink. Показана возможность коррекции частот при необходимости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: анализ спектра; аппаратное и программное обеспечение; калибровка частоты; мобильные сети; синхронизация; частотный спектр.

UDC 004.5

SCOPUS CODE 1801

ენების წარმოშობა-განვითარების საკითხი ეპოქათა მონაცვლეობის ჰრილში და ვიპილმეტიკონი

გ. ღვინეჟაძე მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის) დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. სურგულაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის ფაკულტეტის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის) დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: usurg@gmx.net

ბ. ცხადაძე, ფილოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: b.tskadadze@gtu.ge

ანოტაცია. სიტყვებისათვის ეტიმოლოგიის დადგენა არის რთული ლინგვისტიკური ამოცანა, განსაკუთრებით მაშინ, როცა საქმე ეხება საწყის ლექსიკას. ზოგიერთი მეცნიერი თვლის, რომ თავდაპირველი ტერმინების უმეტესობისათვის ასეთი ძიებების ჩატარებას საერთოდ არ აქვს აზრი, რადგანაც ისინი უბრალოდ უმოტივაციო ტერმინებია. სტატიის ავტორი მის მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა ასეთ შედეგებამდე მიიყვანა: თავდაპირველი სიტყვების უმეტესობისათვის ეტიმონი – ამოსავალი, ბაზისური ცნება გახლავთ წყალი. ამ ვარაუდიდან გამომდინარე, რიგი, ამ მიმართებით სრულიად “უიმედოდ” მიჩნეულ ქართული (და არა მარტო ქართული) სიტყვებისათვის დადგინდა მათი წარმოქმნის გზები. შემდეგ, სტატიაში განიხილება ენის (ენების) განვითარების ეტაპები ავტორის მიერ შემოთავაზებული წყლის, ცეცხლის და საცხოვრისების მშენებლობის ეტაპების ჰრილში. ცხადია, რომ კვლევების არეალის გასაფართოებლად აუცილებელი ხდება

ამ პროცესში კომპიუტერის გამოყენება. შემუშავებულია სიტყვების ეტიმოლოგიის ავტომატიზებული წესით განმსაზღვრელი სისტემის კონცეფცია – ორიგინალური კონცეფცია ვიკილექსიკონის სრულყოფის მიზნით. კომპიუტერული პროგრამა მსგავსი ჟღერადობის სიტყვებისათვის აფასებს მათ შორის ეტიმოლოგიური კავშირის შესაძლებლობას. ამასთან ერთად, ხაზგასმულია, რომ საბოლოო სიტყვა ეკუთვნით ექსპერტებს.

საკვანძო სიტყვები: ენები; ექსპერტული სისტემები; ვიკილექსიკონი.

შესავალი

ენა ისეთი ფენომენია, რომლის წარმოშობისა და განვითარების თაობაზე კვლევების ჩატარება, ჰიპოთეზების წამოყენება და დასმული საკითხების გადაწყვეტა მხოლოდ ენათმეცნიერთა ანუ ლინგვისტიკის დარგის სპეციალისტთა სამოღვაწეო ასპარეზი არ გახლავთ.

როდესაც ენათმეცნიერი აკვირდება კონკრეტულ ენაში არსებულ ფაქტებს და აღმოაჩენს ერთმანეთისაგან მეტნაკლებად დაცილებულ ენებში (ერთი ოჯახის შიგნით თუ ოჯახებს შორის) ტერმინებსა თუ ენის სტრუქტურებს შორის მსგავსებებს, კავშირებს, რის საფუძველზეც გამოთქვამს ამა თუ იმ ვარაუდს, იგი ხშირად კონსულტაციისათვის ისედაც მიმართავს ხოლმე სხვადასხვა დარგის პროფესიონალს, მაგალითად, მეტალურგიასთან დაკავშირებული ტერმინოლოგიის საკითხებში გასარკვევად ლითონმცოდნეობის დარგისა და მისი განვითარების ისტორიაში კარგად გარკვეულ სპეციალისტებს, მიწათმოქმედების საკითხებზე მუშაობისას – შესაბამისი პროფილისას და ა. შ.

და ჩვენც კვლევების პროცესში ვეყრდნობოდით როგორც უძველეს წყაროებში – ბიბლიასა და მითოლოგიებში მოცემულ მინიშნებებს, ისე – ლინგვისტიკის, ქიმიის, ფიზიკის და სხვ. დარგების მიღწევებს, კომპიუტერული სისტემების პროექტირებისათვის რეკომენდებულ მეთოდებს.

ზოგჯერ კი ასეც ხდება – ენთუზიასტების როლში გამოსული სხვადასხვა დარგის სპეციალისტები ლინგვისტიკისაგან დამოუკიდებლად ცდილობენ, თავიანთი სიტყვა თქვან სხვადასხვა, მათ შორის ლინგვისტიკის სფეროშიც, რასაც, ხდება ხოლმე, რომ მნიშვნელოვანი შედეგი მოაქვს!

საერთოდ, დილექტანტების მიერ თავიანთი სპეციალობისაგან დიდად განსხვავებულ დარგებში შესრულებული ასეთი როლის შესახებ მრავალი ინფორმაცია მოიპოვება (ინტერნეტსა და სხვა წყაროებშიც)! „პარალელის“ მკითხველს ამ მიმართებით შევასხენებლით 2011 წელს ჟურნალის მეორე ნომერში ჩვენ მიერ გამოქვეყნებულ სტატიას სათაურით:

„ზოგიერთი მოსაზრება წარმართული პანთეონის და დამწერლობის წარმოშობის სათავეების შესახებ“.

მასში განვიხილეთ და მხარი დაეჭირეთ (ამასთან, შევეცადეთ, ახალი არგუმენტებით გაგ-

ვემდიდრებინა) აწ გარდაცვლილი, შესანიშნავი ქართველი მსახიობის (და, ბუნებრივია, მოცემულ დარგში არასპეციალისტის) ზურაბ ქაფიანიძის მიერ წამოყენებულ, ჩვენი აზრით, მართლაც ბრწყინვალე ჰიპოთეზას:

ბატონმა ზურაბმა საბავშვო თამაშ „ბიჭილის“ ნახაზში ამოიკნო უძველესი ანბანისათვის განკუთვნილი ჩარჩო-ბადე.

ახალბედა მკვლევრის, ასე ვიტყვოდით, ბავშვურმა ხედვამ, სიტყვათა ამ წყვილის საუკეთესო გაგებით, და, არ მოვერიდებით თქმას, გენიალურმა მიგნებამ მრავალ სხვა, მეტად საინტერესო მოსაზრებამდეც მიგვიყვანა ენათა შორის რიგი კავშირების არსებობის კუთხით!

საქმე ისაა, საზოგადოდ, დილექტანტი მისთვის ახალ სფეროში ნაბიჯების გადასადგმელად მთლად ცარიელი ხელებით არ მოდის, ხშირად იგი ცდილობს შედეგების მისაღებად მიმართოს მისი სამოდგაწეო სფეროსთვის ტრადიციულ მიდგომებს, მეთოდებს, რომლებიც ახლად შერჩეული ასპარეზისათვის, როგორც წესი, „უცხო ხილია“ და სწორედ ამის ხარჯზე აღწევს წარმატებას (თუკი აღწევს).

სწორედ, საკითხისადმი ასეთმა, არასტანდარტულმა მიდგომამ განაპირობა ის გარკვეული წარმატება, რომელიც მიღწეულ იქნა ქართული (და არა მარტო ქართული) ენის წარმოშობა-განვითარების შესახებ ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად:

ძიებათა პროცესში ეცდილობდით, გამოგვეყენებინა სწორედ ის მეთოდები, რომლებსაც კომპიუტერული სისტემების დამპროექტებლები მიმართავენ თავიანთ საქმიანობაში.

აღნიშნულმა მიდგომამ, ვფიქრობთ, გარკვეული შედეგი ნამდვილად მოიტანა – კონფერენციებზე გაკეთებულმა მოხსენებებმა და ჟურნალებში გამოქვეყნებულმა ნაშრომებმა სპეციალისტების ყურადღება დაიმსახურა [1-8], 2015 წელს კი მასალები ამ კვლევების შესახებ მოხსენდა იუნესკოს მიერ ჩატარებულ კონფერენციას და ერთი წლის შემდეგ გამოქვეყნდა ამ ორგა-

ნიშაცის ეგიდით გამოცემულ ჟურნალში [9].

წინამდებარე სტატია ასახავს ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების მომდევნო საფეხურის შედეგებს. კერძოდ, მასში განვიხილავთ:

ენებში ახალი პლასტების გაჩენის ჰიპოთეზებს კაცობრიობის მიერ ცხოვრების წესის შეცვლის შედეგად, როდესაც ის ხელს ჰკიდებს მიწათმოქმედებას, ძირითადად ადგილზე მკვიდრდება, აშენებს სახლებს, მერე სოფლებს, დასასრულ – ქალაქებსაც.

მაგრამ, რადგან ყველაფერს აქვს წინაისტორია, მათ შორის ბინათმშენებლობასაც (მოცემულ შემთხვევაში ბინაში ვგულისხმობთ პრიმიტიულ თავშესაფარს), ჯერ შევეხებით ჩვენ მიერ ადრე გამოთქმულ ჰიპოთეზებს ენათა სამყაროში იმ ცნებების სახელდების თაობაზე, რომელთა წარმოშობაც, ვთვლით, განპირობებული იყო ჩვენ მიერ წყლისა და ცეცხლის ეპოქებად წოდებულ პერიოდებში მცხოვრები ადამიანის საქმიანობით და ამის შემდეგ განვიხილავთ ენის (ენების) განვითარების ასპექტებს პერიოდისათვის, როცა მოვიდა სოფლის შენების დროც!

ძირითადი ნაწილი

*„აქ სწერია, რომ პირველთაგან
სიტყვა იყო...
უკვე შექმერდი! სხვა რამ ცნება
უნდა ვიპოვო!“*

„ფაუსტი“

ვიწყებთ წყლის თეორიის არსის გადმოცემით:

- ფრიად ნიშანდობლივია, რომ ეს თეორია ეთანხმება ბიბლიურ და ტერიტორიულად და დროში დიდად დაცილებული ხალხების მითოლოგიურ წარმოდგენებს – თავდაპირველი ლექსიკურ მარაგს ადამიანი ქმნიდა წყლის ცნებასთან რაიმე სემანტიკურ კავშირში მყოფ არსთა, ქმედებების, მათი ატრიბუტების და ა.შ. სახელდებისათვის;

- ამასთან, იგი არ ეწინააღმდეგება ენის (ენების) წარმოშობის შესახებ აქამდე არსებულ მეცნიერულ თეორიებს, ვთვლით, რომ ყოველი მათგანი უდავოდ შეიცავს რაციონალურ მარცვალს, ახალი თეორია, უბრალოდ, მათ აერთიანებს;

- გამოვთქვით ვარაუდი, რომ ამ მოსაზრების თაობაზე მინიშნება არსებობს იოანე-ზოსიმეს „ქებაში“;

- ვთვლით, რომ წყლის თეორია, ფაქტობრივად, აღმოჩენილი ჰქონდა სახელოვან მეცნიერს ნიკო მარს. ჩვენ მხოლოდ გავაგრძელებთ მისი გზა;

- კვლევებისას ვეყრდნობოდით სხვადასხვა მეცნიერული დარგისათვის (ფიზიკა, ქიმია...) ცნობილ ფაქტებს, მიდგომებს [2, 4-6] (თვით ემპატიის მეთოდის ჩათვლით, რომელიც ტრადიციული „ინსტრუმენტი“ გახლავთ გამომგონებლის, მწერლის, მსახიობისა თუ გამოძიებლისათვის);

- აღნიშნული თეორიის არსის შესახებ 1994 წელს ინფორმაცია გავავრცელებთ ინტერნეტით – ე.წ. მსოფლიო საინფორმაციო დაფაზე, რუბრიკით „მეცნიერება. ენები“, ინგლისურ ენაზე გამოვავტყვენთ მოკლე ტექსტი¹.

¹ მოგეყავს ეს წერილი

Sciences and “Praise and Glory of Georgian Language” of Ioanne-Zosime “Praise and Glory of Georgian Language” – the compact work of monk Ioanne-Zosime, writer of the X century, explains the anthology of centuries-old Georgian literature.

This singular merit is implied by interest caused by monk’s assertion – in Georgian language is put a key of many mysteries which will appear to “all languages” in proper time.

The author, having compared the auguries of “Praise” with those of Bible and taken into account the facts from mythology of different peoples and particular branches of science, has come to conclusion that the main clue put in aforementioned work is gentle hinting at WATER – basic notion. Namely this notion is a primary point for etymology of many words.

We shall make only one among many quotations from the Bible, proving the same:

“But they deliberately forget that long ago by God’s word the heavens existed and the earth was formed out of water and by water...”

წელის თეორიის თაობაზე ჩვენი მოსაზრებების უფრო დეტალურად გასაცნობად მკითხველს შეუძლია მიმართოს სტატიის ბოლოს მითითებულ წყაროებს. მოგვაქვს ამონარიდი ერთ-ერთი მათგანიდან:

„საგამომგონებლო თეორიების შემსწავლელთათვის რეკომენდებულია ასეთი ამოცანის დახმა:

სად და როგორ დამალავდით ოთახში ქვას ისე, რომ მისი მიგნება, რაც შეიძლება მეტად, გაძნელდეს?“

პასუხია: ...

და კიდევ ერთი, ჩვენი აზრით, ფრიად საინტერესო და მრავლისმეტყველი ფაქტი:

აზიაში არსებობს მდინარე, რომლის ხუთ-მარცვლიან სახელწოდებაში თითოეული მარცვლი ახლომასლო მცხოვრები (ან უკვე გამქრალი) ტომების ენაზე აღნიშნავს წყალს (ან მდინარეს)!

ჩვენსკენ გადმოვინაცვლოთ – საქართველოში არსებულ მდინარეებს შორის ხევი კომპონენტის გამოკვეთილად შემცველი მრავალი პიდრონიმი მოგვეპოვება!

ვსვამთ შემდეგ კითხვას: მდინარეთა შეერთების შედეგად მიღებულ ნაკადსაც ხომ არ დაერქმეოდა „დედ-მამის“ გაერთიანებული სახელი, ასევე -თავდასაცავად და მიწათმოქმედებისათვის მეტად გამოსადეგი შეერთების ადგილის ტოპონიმსაც?!

შეიძლება, მაგალითად, ამ კუთხით შევხედოთ მატკვარი → მტკვარი მდინარის სახელწოდებას და არა მარტო მას?

ქვემოთ მოგვყავს მოსაზრებები **ცეცხლის ეპოქის** შესახებ, რომელმაც კაცობრიობის ისტორიის მომდევნო ეტაპზე უდიდესი როლი შეასრულა როგორც ცივილიზაციის, ასევე ენის (ენების) განვითარების საქმეში:

- უცეცხლოდ ადამიანი ვერ სრულყოფდა მისთვის საჭირო იარაღებს... ცეცხლის გაჩენის ხერხების ათვისებასთან ერთად, მან ხელი მოჰკიდა არა მარტო მიწათმოქმედებას, არამედ მე-

თუნეობას, მეტალურგიას, მკურნალობას; ჯერ ჩონიალა ურემი ააგო, შემდგომ საკაცობრიო მნიშვნელობის უდიდესი გამოგონების მწვერვალზე – ბორბალზე – შეაყენა იგი (მოგვიანებით კი, საბრძოლო ეტლიც გამოიგონა);

- ცეცხლის დანთება-შენარჩუნება უძველესი ადამიანებისათვის მარტივი საქმე ვერ იქნებოდა. ლოგიკურია, ამ და მის თანამდევ პროცესებს (ნა-ნადირევის შეწვა, ზეიმი) ნელ-ნელა საკრალური, ცეცხლის თავყვანისცემაში გადაზრდილი ფორმა მიეღო! შემდგომ კი, როცა ადამიანი, ძირითადად, ადგილზე დამკვიდრდა და სხვა საჭიროებებიც გაუჩნდა, მას უნდა შერწყმოდა მზისა და სხვა, „სპეციალიზებული“ ღვთაებების კულტიც: კერპებს შესთხოვდნენ წვიმას, კარგ ამინდს, წარმატებებს ყოველგვარ საქმიანობაში...

- ცეცხლის გაჩენისა და სხვა მხრივაც ტომში გამორჩეული ნიჭით დაჯილდოებული ადამიანები თემს მოველინნენ მიღმიერ სამყაროსთან შუამავლების როლშიც – შეიქმნა ქურუმების, შამანების, ქადაგთა ინსტიტუტი, რომელმაც, ნიკო მარის მიერ წამოყენებული, ე. წ. მოგვების თეორიის მიხედვით, უზარმაზარი როლი შეასრულა კაცობრიობისათვის ენათა გამდიდრება-განვითარების პროცესშიც.

- უმარტივესი წესით უნდა მომხდარიყო ცეცხლის გაჩენის საშუალებების და შესაბამისი ქმედებების სახელდება. ზოგიერთი ტომის წარმომადგენლები დღესაც კი უძველესი ხერხებით აჩენენ ცეცხლს: ჯოხის ჯოხზე ხახუნით, კაჟის კაჟზე დაკვესებით, გამომშრალი ხის ნაჭრის ფოსოში ხელისგულებს შორის მოქცეული მაგარი ხის წკირის აქეთ-იქით სწრაფი ტრიალით და შეხების ადგილას ადვილად ააღებადი ნაფხვენების მიყრით.

- ემპატიისა და სხვა მეთოდებზე დაყრდნობით, გამოვთქვით ვარაუდი, რომ ცეცხლის ფენომენთან, ამა თუ იმ მიმართებით, ეტიმოლოგიურ ნათესაობაში უნდა იმყოფებოდეს შემდეგი ცნებები:

• ჩახჩახი, ცაცახი; პარპალი (შდრ. ფერფლი, пурпурный, пе(р)пел). ასევე, - ბ(*)რ+წ(*)ყინვა, ბ(*)რ+ჭ(*)ყვიალი, ბ(*)რ+დ(*)ღ-ვიალი;

• ცეცხლის დანთებისთვის საჭირო ქმედებანი და მასალა: ბ(*)რ+დ(*)ღ-ვანა, ბ(*)რ+წ(*)კენა, ფ(*)რ+ჩ(*)ხ-ვანა, ბარტყი-ბრტყუნა-ბურტყელი [საბა] – ბუმბული; пыль [მტვერი] – пыль (пылать) [ალი];

• ასეთი მასალის მოსამზადებლად საჭირო „ინსტრუმენტი“ – ფ(*)რ+ჩ(*)ხ-ილი;

• მიღებული შედეგის აღმწერი სიტყვები: ბურჯღული – დიდ-დიდი ნაბერწყალი [საბა]; ნა-პერ+წ(*)კალი; შდრ.: ბორჯღალი, ბაჯადლო, ბარჩხალა (მზეზე იტყვიან), ვერცხლი...

• ცეცხლის გაჩენის სხვა, სპეციფიკური ხერხების აღმნიშვნელი კომპოზიტები: ტალ-კვესი, კვეს-აბედი, სავარაუდოდ, – გაორმაგებული კაუ ფუძიანი ტერმინი კაშკაშიც;

• დასასრულ, გამოვთქვამთ ჰიპოთეზებს ზემოთ აღნიშნული ღვთაებების სახელდების სა-ფუძვლების შესახებაც. ამ მიმართებით „ეჭვმი-ტანილებად“ ვთვლით ისეთ ტერმინებს, როგო-რიცაა, მაგალითად: ღერ+მათ, კარ+მა, ჰერ+მეტ და დღეს ირონიული შეფერილობის მქონე ან სულაც საღანძღავად მიჩნეული სიტყვები: ფარ+ჩაკ; ბორ+(მ)ოტ, нормотать; ტარტარ(ოზ)... (უძველესი ღვთაებების სახელდების ამ და სხვა მოტივების შესახებ უფრო დაწვრილებით ქვე-მოთ ვისაუბრებთ).

და გადავდივართ კაცობრიობის ისტორიაში მომდევნო, უმნიშვნელოვანეს ეტაპზე: განვიხი-ლავთ საცხოვრებელი გარემოს ფორმირების – ქოხის, სახლის, სოფლის, ქალაქის მშენებლობის ანუ თითქმის ჩვენი თანამედროვე ადამიანის საქმიანობის როლს ენის შემდგომი განვითარების პროცესში.

მაშ, ასე:

ადამიანი მკვიდრდება ადგილზე,

ანუ დადგა სოფლის შენების დრო!

ამთავითვე აღვნიშნავთ, რომ ქვემოთ მოყვა-ნილი მასალა დამუშავების სტადიაშია და ჩვენ

მიერ გამოთქმული მოსაზრებები პრეტენზიას არ აცხადებს ბოლო ინსტანციის ჭეშმარიტებაზე.

ვთვლით მხოლოდ, რომ ეს შეიძლება ასე იყოს, ანდა, კონტამინაციის შესაძლებლობის გათვალისწინებით, ასეც იყოს!

წინამდებარე სტატიაში, მეტნაკლებად დამა-ჯერებელ ვარაუდებზე დაყრდნობით, ვცდი-ლობთ აღვადგინოთ ენის (ენების) განვითარების სურათი ცივილიზაციის იმ ეტაპისათვის, რო-დესაც ადამიანები მკვიდრდებიან ადგილზე, აშე-ნებენ ჯერ სახლს, მერე – სოფელს, დასასრულ, აგებენ ქალაქს.

ამთავითვე აღვნიშნავთ, რომ ქვემოთ აღწერი-ლი, ჩვენი აზრით, არსებობის უფლების მქონე ვა-რაუდების განსამტკიცებლად საჭიროდ მიგვაჩნია დამატებითი მასალების, ფაქტების მოძიება და ამ პროცესში მეტი წარმატებების მისაღწევად ფრიად პერსპექტიულ ნაბიჯად გვესახება დამხმარედ სპეციალიზებული კომპიუტერული პროგრამების შემუშავება [7].

ისევე, როგორც წინა ორ შემთხვევაში – (ჩვენ მიერ წყლის და ცეცხლის ეპოქებად წო-დებული ენების წარმოშობა-განვითარების ეტა-პების თაობაზე მსჯელობისას) – ენის ამ ახალ საფეხურზე ასვლის პერიოდისთვისაც მივმარ-თავთ ემპატიის მეთოდს:

ამოვიღვართ მოსაზრებიდან, რომ ერთნაირ ბუნებრივ და ასევე ერთნაირი განვითარების დონის პირობებში მცხოვრები ადამიანების ყოფა-ცხოვრების წესები ახლო უნდა ყოფილიყო ერთ-მანეთთან. შესაბამისად, იმდროინდელი ადამიანის ცხოვრების წესის შესწავლისა და ანალიზის საფუძველზე, ვცდილობთ, გავაკეთოთ დასკვნები და წამოვაყენოთ ჰიპოთეზები. ამასთან, ვთვლით, რომ კვლევა-ძიებების პროცესში მნიშვნელოვანი დახმარების გაწევა შეუძლია დღემდე არსებული, ზოგიერთი ჩამორჩენილი ტომის წევრების ყოფისა და საქმიანობის წესებზე დაკვირვებასაც.

ცხადია, საცხოვრებელი ადგილების შერჩევა-მოწყობას ადამიანმა ჯერ კიდევ მაშინ მიჰყო

ხელი, როდესაც განვითარების მეტად პრიმიტიულ დონეზე იმყოფებოდა. სტიქიური მოვლენებისა, მტაცებელთა თუ სხვა ტომელთაგან თავის დაცვის მიზნით, იგი თავშესაფრად ირჩევდა გამოქვაბულებს და ხეებზეც ახერხებდა მოკალათებას (აფრიკაში გვხვდება ტომები, რომლებიც დღესაც მიმართავენ ბოლო ხერხს!).

მაგრამ იმ ეპოქაშიც კი, როცა პირველყოფილი ადამიანისათვის უმთავრესი საზრუნავი მხოლოდ წელისა და საკვების მოძიებაა, ის, ამ პროცესში თავისი ჯოგისა (თუ ტომის) ადგილსამყოფლისაგან საკმაოდ დაშორებული, იძულებული ხდება მოსასვენებლად, მზისა და წვიმისაგან თავის დასაცავად ააგოს მართალია, მეტად პრიმიტიული და დროებითი სახის, მაგრამ მაინც უკვე **ხელოვნური** თავშესაფარი, ანუ ის, რასაც შესაძლებელია ვუწოდოთ თანამედროვე სახლის პროტოტიპი!

და როგორი იქნებოდა ასეთი საცხოვრისი?!

ემპატიით მიღებულ ვარაუდს ამყარებს თვით დღევანდელ სამყაროშიც კი ზოგიერთი ტომის (გადატანითი თუ პირდაპირი მნიშვნელობით) ველური ცხოვრების წესზე დაკვირვება...

მაგრამ ჯერ აღვნიშნოთ ის უდავო ფაქტი, რომ ადამიანი ხეს უძველესი დროიდან იყენებდა მრავალი დანიშნულების მქონე ინსტრუმენტად. მართლაც, ქვასთან ერთად იგი მის ხელში გვევლინება შრომისა და ნადირობის დროს გამოსადეგ ერთ-ერთ პირველ, მეტად საჭირო იარაღად. ამასთან, ხე (ჯოხი, სარი, კეტი, ჭოკი, კომბალი...) იყო არა მარტო მტრისა თუ ნადირისაგან თავდაცვის (გნებათ, მათზე თავდასხმის) იარაღი, არამედ, როგორც ზემოთ ვისაუბრეთ, ცეცხლის გაჩენის საშუალებაც; მასვე შეთავსებული ჰქონდა სასიგნალო აღმის, დროშის ფუნქციებიც; ხეს იყენებდნენ დაბრკოლებების (მაგალითად, ღელეს) გადასალახავ ჭოკად და თავისებური მობილური ხიდის როლშიც... მომდევნო ხანებში ეს ინსტრუმენტი ტომის ბელადობის თუ სულიერი წინამძღო-

ლობის სიმბოლო-ატრიბუტად – კვერთხის წინარე სახედაც – კი იქცა!

მაგრამ ამჯერად ხისგან დამზადებულ ინსტრუმენტებსა და შესაბამის ტერმინებთან მიმართებით ჩვენს განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს მისი, როგორც **დროებითი საცხოვრებლის ასაშენებლად საჭირო უმთავრესი ელემენტის როლი** და, აქედან გამომდინარე – ჩვენი მიზანი ხდება ამ ინსტრუმენტისა და სახლის სახელწოდებებს შორის შესაძლო ეტიმოლოგიური კავშირების გამოკვლევა და შესაბამისი ჰიპოთეზების წამოყენება:

თავდაპირველად აღვნიშნოთ ასეთი ფაქტი:

ზოგიერთ ტომში დღესაც კი საკვების ძიებით მოქანცული ადამიანები **მიწაში არჭობენ შუბს (ბოლოწამახულ სარს) და მის წვერზე ამაგრებენ შეფოთლილ ტოტებს**. შედეგად იღებენ კონუსის ფორმის მქონე, მზისა და წვიმისაგან დამცავ დროებით თავშესაფარს; მოისვენებენ, გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ ახდენენ თავიანთი დინამიკური საცხოვრებლის „დემონტაჟს“ და გზას აგრძელებენ!

ცხადია, რომ ასეთი ნაგებობის უმთავრესი ელემენტია **შუბი** (კეტი, სარი, ტარი, კომბალი...) და საესებით ლოგიკურად გვესახება ვარაუდი, რომ სწორედ ეს, როგორც ჩანს, უძველესი წარმოშობის ტერმინი (ტერმინები) ქვეუნიყოფი ფუძედ საცხოვრებლის აღმნიშვნელი სიტყვებისათვის და მეტ-ნაკლები მოდიფიკაციებით შემორჩენილიყო დღეს ბაბილონის გოდოლივით დაშლილ-დაფანტული ხალხების ენებში.

მაშასადამე, აზრი უნდა ჰქონდეს ასეთ მიდგომას:

ძველი ადამიანის მიერ აგებული საცხოვრისების აღმნიშვნელი ტერმინებისათვის ეტიმოლოგიური ფუძეები (როგორც ქართულ, ისე – სხვა ენებზე) ვეძებთ სწორედ ზემოთ აღნიშნულ სიტყვებში.

ამასთან, ვთვლით, რომ კიდევ უფრო შორეულ ეპოქებში პირველყოფილ ადამიანთა საცხოვრისის

აღმნიშვნელი ტერმინების სახელდებისათვის უნდა არსებულიყო სხვა მოტივებიც და, შესაბამისად, განსხვავებული ეტიმოლოგიური საფუძვლებიც:

- გამოქვაბულში, ხეებსა თუ ხევში თავშეფარებულთათვის – ერთი;

- ცეცხლის დასაცავად აგებული უმარტივესი ნაგებობებისათვის, რომელთაც შემდგომ სახლის ფუნქციაც დაეკისრათ, – მეორე!

სანამ ძირითად სათქმელზე გადავიდოდეთ, მოკლედ ვისაუბროთ ბოლო ორი ვერსიის შესახებ:

უძველეს, მომთაბარე ადამიანებს შორის განაწილებულია ფუნქციები – ქალებისა და ბავშვებისათვის ტომი ირჩევს უფრო დაცულ და წყალთან ახლოს მყოფ ადგილებს: ქვაბებს (გამოქვაბულებს, გვირაბებს), ხეებს... შესაბამისად, მდედრის – ქალის (←ქაელი?, შდრ. მხევალს) სახელი, ლოგიკურია, ასოცირდებოდეს ასეთ საცხოვრებელ ადგილთან, ამ უკანასკნელის სახელწოდება კი, ჩვენ მიერ შემუშავებული წყლის თეორიის მიხედვით, ეტიმოლოგიურ კავშირშია წყლის ცნებასთან.

(აქვე შევნიშნავთ, რომ ლინგვისტების დაკვირვებით, წყლის ცნებასთან ეტიმოლოგიურ კავშირშია ქალის აღმნიშვნელი ტერმინები ინდოევროპულ და, ჩვენი ვარაუდით, – არა მარტო ამ ენებზე).

ჩანს, სრულებით არაა შემთხვევითი, რომ დედამიწაზე მოვლინებულ პირველ ქალბატონს, ბიბლიის მიხედვით, ერქვა ევა - הַוָּה (havaḥ)!

K*V არქაულ ფუძესთან ეტიმოლოგიურად დაკავშირებული საცხოვრისის აღმნიშვნელი მრავალი ტერმინი არსებობს, მით უფრო ბგერითი გადასვლების გათვალისწინებით!

ვფიქრობთ, სწორედ ფუძედ აღებულ ამ კომპლექსზე დაყრდნობით უნდა შექმნილიყო ტერმინები:

ქვაბი (შემდგომში გამოქვაბული, შესაძლოა, – მღვიმეც), გვარი, გუბერნია, კაბ(ალი), ქობ, კობ... და თვით კავკ(ე)სიაც!

შენიშვნა: ადამთან დაკავშირებითაც გვაქვს მსგავსი მოსაზრება... ედემში მცხოვრები?! მეკლუვარი ავთანდილ გიორგობიანი, ვრცელ ფაქტოლოგიურ მასალაზე დაყრდნობა-გაანალიზების შედეგად, ვარაუდობს, რომ ბიბლიური ედემი სულაც რაჭაში მდებარეობდა და იგი გაიგივდა აქ რეალურად არსებულ პუნქტ ედენთან!

უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ საცხოვრებლის სახელდების მეორე, „ცეცხლოვანი“ ვერსია:

ჩვენი ყურადღება მიიქცია იმ ფაქტმა, რომ ბევრ ენაში შეიმჩნევა ასეთი მოვლენა – ხდება სახლისა და ცეცხლის (კერის) ცნებების გაიგივება, რის თაობაზე საუბარი გეჰქონდა ადრე გამოქვეყნებულ სტატიებში. ამჯერად, ადრე მოტანილთ ვუმატებთ კიდევ რამდენიმე მაგალითს (ამასთან, დარწმუნებული ვართ, თუ ამ საქმეს ლინგვისტებს მივანდობთ, რომ მათი რიცხვის გაზრდა პრობლემას არ უნდა წარმოადგენდეს):

კერა – კერია;

კომლი – კვამლი, (თუშეთში კომლის ნაცვლად დღესაც ტერმინ კვამლს იყენებენ);

ოყაგ (ოჯახი) – оყаг (კერა);

ყადო (ძვ.-რუს. ყადო, ყадъ – дети, люди, народ) – чадить (სლავურ ენებში чад – gap);

ბომ – бѹм;

племя – пламя;

la famille (ფრ. ოჯახი) – la fumée (ფრ. კვამლი);

hearth (ინგლ. ოჯახი) – hearth (ინგლ. ბუხარი);

camīnāta (ლათ. ოთახი გათბობით) – camīnus (ლათ. ღუმელი);

комната (რუს. ოთახი) – камин (რუს. ღუმელი).

სავსებით ლოგიკურად მოგვანია ამ ცნებებს შორის ეტიმოლოგიური კავშირის არსებობა. საინტერესო ისაა, რომ თანამედროვე ეპოქაშიც კი (თვით კორპუსში) მცხოვრები პატარა, როდესაც პირველად იღებს ხელში ფანქარს და სახლს ხატავს, როგორც წესი, მის სახურავზე განათავსებს საკვამურ მილს!

გარკვეულ პერიოდში კერა, კერია ადამიანე-

ბისათვის თავიანთი ცემის ობიექტად იქცა. არსებობს ვარაუდი, რომ, მაგალითად, ტერმინი **ფუტი**, რომელიც კვამლის აღმნიშვნელიცაა, შემდგომში საფუძვლად დაედო ჯერ ღვთაების სახელს, შემდგომ რიგ ტოპონიმებს და ეთნონიმსაც კი [10].

დავუბრუნდეთ ამ სტატიის მთავარ სათქმელს – ადამიანის მიერ ხელოვნური საცხოვრისის აგებისა და შესაბამისი ცნების სახელდების პირველ ვერსიას (აქვე შევნიშნავთ, რომ ჩვენ მიერ წამოყენებული სამივე ვერსია ურთიერთგამომრიცხავი არაა – ისინი ერთმანეთს აგებს).

ამრიგად, განვიხილავთ ეპოქას, როდესაც ადამიანი ადგილზე მკვიდრდება, ადრინდელ პერიოდში მიღებულ ცოდნაზე დაყრდნობით და დროთა განმავლობაში მისი თანდათანობითი სრულყოფის შედეგად, იწყებს ჯერ ცალკეული სტაციონარული ნაგებობების, შემდგომ კი – დასახლებული პუნქტების მშენებლობას. ოდნავ მოგვიანებით (ან პარალელურადაც) ადამიანი ხელს ჰკიდებს საკულტო დანიშნულების მქონე უმარტივესი ობიექტების, დასასრულ, – მთელი კომპლექსების აგებასაც!

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ადგილზე დაფუძნებული ადამიანი ქოხის, სახლის ასაშენებლად ჯერ ისევ ტრადიციულ ხერხებს იყენებს. გადის დრო და სტაციონარული, ხელოვნურად შექმნილი საცხოვრისის მთავარი ელემენტი – შუბი, კეტი, სარი, ტარი, კომბალი... (ტომის წინამძღოლის ხელში საბრძოლო თუ მრავალი სხვა დანიშნულების ინსტრუმენტი – სადღეისოდ ჩვენამდე სკიპტრის, კვერთხის სახით მოღწეული რეგალია) უკვე **დედაბოძად** იქცევა – მასზე ჩნდება ყოფითი თუ საკრალური დანიშნულების მქონე სიმბოლოები!

– მომდევნო პერიოდში სახლის ცნება ფართოვდება და ის არა მარტო ნაგებობათა ერთობლიობას ანუ დასახლებულ პუნქტებზე ვრცელდება, არამედ ადამიანთა კოლექტივის აღმნიშვნელიც ხდება! (ლინგვისტებისთვის კარგად არის

ცნობილი, რომ დროთა განმავლობაში იშვიათობა არ არის ცნებათა არეალის გაფართოება-დავიწროება).

ქვემოთ მოგვყავს ამ მიმართებით ჩვენ მიერ წამოყენებული რამდენიმე სამუშაო ჰიპოთეზა. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ნაწილი სიტყვებისა, რომლებიც ქართულში შემოსულად ითვლება, სავარაუდოდ, იმ შორეულ ეპოქაში უნდა იყოს წარმოქმნილი, როდესაც ენები აგრე რიგად დიფერენცირებული არ იყო... ასევე, არ გამოვრიცხავთ ქართულში მათი დაბრუნების შესაძლებლობასაც. შესაბამისად, ამ ტერმინებს ჩვენი ენის კუთვნილებადაც მივიჩნევთ და ქართულადვე ვწერთ:

- **შუბი** – სობა, სუბ (თავშეყრის ადგილი), სოფელი, სვეტი, свет, свая, совет, свой,...
- **პალ** (палка, ფალოსი) – ფალ (ჩა-ფ(ა)ლობა), პალატა, ...
- **ტარ** – ენათმეცნიერები ხედავენ ამ სიტყვის კავშირს რუსულ дѣрево-ს, ინგლისურ tree (ხე)-სთან და ამოსავლად მიიჩნიან ძვ.-ინდ. dāru (ხე, მასალა). ხეს აღნიშნავს, აგრეთვე, ხეობის ტერმინი ტარუ. სავარაუდოდ, რომ ამ სიტყვებთან უნდა იყოს ნათესაურ კავშირში ქართული ტერმინები: ტარი და ტარო. გამორიცხული არ არის, ტარ ტერმინიდან მოდიოდეს სიტყვები (ან ტარ კომპონენტად შედიოდეს მათში): деревня, დარბაზი, დარბაზი, დერეფანი...
- ***k(*)l** (kill, კლვა → კელა, кол) – cella, კელია, ხალხი, კოლექტივი...

და კიდევ რამდენიმე „ნედლი“ მოსაზრება სახლის ცნების სახელდების საკითხთან მიმართებით:

coxa – სახლი, საკანი(?); **сено** (ძნა) – შინ(?); **კომბალი**(?).

შემდეგ, ტომის რაოდენობრივ ზრდასა და საერთოდ, ცხოვრების წესის გართულებასთან დაკავშირებით, ჩანს, მისი წევრებისათვის უფრო და უფრო მკაცრად განისაზღვრებოდა თანაცხოვრების ნორმები. კერძოდ, ხდება ქალების და მამაკაცების საცხოვრებლების განცალკევება, იქმ-

ნება როგორც მხოლოდ ქალებისა და ბავშვებისათვის ე. წ. სალიაცო (სვ. ლე-ზურ-ალ), ასევე, მხოლოდ მამაკაცებისათვის განკუთვნილი ნაკვეთურები. და ეს ხდება თითქმის ყველა ტომში. ზოგან, მაგალითად, პავაელებისათვის, საცხოვრებლის ამგვარად მოწყობას ადგილობრივთა რელიგიაც მკაცრად მოითხოვდა. დღემდე ძალაშია ნაგებობის ორგანიზების ეს წესი აზიის ქვეყნებში ადრე ფრიად გავრცელებული და აქამდე შემორჩენილი, იურტის ტიპის საცხოვრისებისათვის.

შენიშვნა: შეზღუდვებთან მიმართებით მოვიყვანოთ ერთი ასეთი საინტერესო ფაქტიც – ზოგიერთ აფრიკულ ტომში პირთა შეუღლებაზე ნებართვის გაცემა-აკრძალვის განმსაზღვრელი, ე. წ. დგმების რიცხვი ჩვენში დაწესებულზე რამდენჯერმე მეტია!

და, რაც, განსახილველი თემიდან გამომდინარე, განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს:

- გარკვეულ დღეებში, საკულტო დღესასწაულებზე თავს იყრიან არა მარტო ერთმანეთთან მეტნაკლებად ნათესაურ კავშირში მყოფი ადამიანები, არამედ თვით მტრულად განწყობილი ტომების წევრებიც კი (ანუ შეუღლებ ცხადდება მორატორიუმი);

- სატომო ღვთაებების ირგვლივ ისინი აღაფლენენ ღოცვებს, იმართება რიტუალური ცეკვოსიმღერები...

სწორედ ზემოაღნიშნულ გარემოებას უსვამს ხაზს ენათა წარმოშობა-განვითარების ორი თეორიიდან ერთ-ერთში – ე. წ. მოგვების თეორიაში – მათი ავტორი ნიკო მარი!

მთლიან თუ გაყოფილ ოჯახებს საკუთარი, „მინი-კერპებიც“ ჰყავთ დაბრძანებული საცხოვრისის წინ ან სულაც შინ, მაგალითად, კერიასთან (აღმოჩენილია შესაბამისი არტეფაქტები „დახარისხებული“ თუ ორმაგი ნიშნის მქონე ფიგურების სახით).

ბუნებრივია, რომ ზემოაღნიშნული შეკრებებისას რიტუალების აღსრულებასთან ერთად ხდებოდა ენის როგორც ლექსიკური მარაგის შევსება,

ასევე – მისი სტრუქტურული განვითარება, რაშიც ლოგიკურია, რომ წამყვან როლს ითამაშებდნენ ტომში გამორჩეული ადამიანები. მართლაც, გადის წლები... ადამიანი თანდათანობით კარგავს სხვა სულიერთათვის (მცენარეებისთვისაც კი) დამახასიათებელ, სამყაროში ორიენტირების სპეციფიკურ უნარებს, სამაგიეროდ მას ენიჭება **თავისუფლება** – ეძლევა არჩევანის გაკეთების საშუალება. ამავე დროს ტომის სულიერ ლიდერებს (შამანებს, ქადაგებს, მოგვებს...) ეს ნიჭი არამცთუ შემორჩათ, გაუღრმავდათ კიდევ – მათ სპეციალური, ე. წ. გამწმენდი რიტუალების შესრულების შედეგად უფლება ეძლევათ, მიღმიერი სამყაროდან მიიღონ კოლექტივისათვის სასარგებლო ინფორმაცია. ტრანსში გადასვლაში ამ ადამიანებს ეხმარებიან ტომის რიგითი წევრებიც – საკულტო ნაგებობების გარშემო სრულდება რიტმული როკვოსიმღერები...

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ნიკო მარის მტკიცებით, აღნიშნული პროცესების შედეგად ენათა განვითარებას დიდი სტიმული ეძლევა:

მართლაც, ლოგიკურია, რომ ტოპონიმების, ჰიდრონიმების თუ ერთმანეთის სახელდების მსგავსად, ადამიანებს კერპებისთვისაც დაერქმიათ საკუთარი სახელები და დღევანდელ ენებში ფრაგმენტული სახით მაინც შემოგვრჩენოდა ადრინდელი თავყანისცემის ობიექტების, მათდამი მიძღვნილი რიგი ქმედებების, რიტუალების სახელწოდებანი!

სწორედ ზემოთ აღნიშნული გარემოებით უნდა იყოს განპირობებული ის, ცოტა არ იყოს, მოულოდნელი და, ერთი შეხედვით, უცნაური ფაქტი, რომ ქართველურ ენებში (მეგრულში, სვანურსა და საკუთრივ ქართულში) უამრავი ისეთი ტერმინი გვხვდება, რომლებიც ერთდროულად აღნიშნავს **უთავბოლო სიარულს** და **უთავბოლო ლაპარაკს**.

აღნიშნულ გარემოებას ასეთ ახსნას ვუძებნით: ერთ ეპოქას მომდევნო ცვლის („დრონი მეფობენ...“), ადრე ფრიად საპატივცემულო კერ-

პების მსხვერველს თან სდევს არა მხოლოდ თავ-
ვანისცემის ამ ობიექტებისადმი აღვლენილი ღოც-
ვებისა და რიტუალური ცეკვა-სიმღერების დის-
კრედიტაცია-აკრძალვა, არამედ მათი ხსენებაც კი!
მიუხედავად იმისა, რომ ახალი წესების დამრღ-
ვევითაღვის უმკაცრესი სასჯელები წესდებოდა,
უძველესი ღვთაებების თაყვანისცემის ნაშთებმა
საქართველოში ჩვენს დრომდე მოაღწია, განსა-
კუთრებით – მთიანეთში. პარადოქსია, მაგრამ ამ
კვალის შემორჩენის სხვა წყაროებად იქცა კერ-
პებისა და მათთვის პატივის მისაგებად შესრუ-
ლებული რიტუალური ცეკვა-სიმღერებისადმი
უკვე ირონიული ან სულაც მტრული დამოკი-
დებულება. ნათქვამს ადასტურებს დღეს უკვე
სულ სხვა შინაარსის სიმღერებში ფრაგმენტული
სახით შემორჩენილი ცალკეული „უაზრო“ თუ
მეტყველებაში არსებული სალანძღავი სიტყვები
და ამგვარივე დატვირთვის ფრაზები (ძირითადად
მისამღერის სახით გადარჩენილი).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ლოგიკურად
ჩავთვალეთ, უძველეს წარმართულ ღვთაებათა
ეტიმოლოგიის დასადგენად სავარაუდოდ გამო-
სადგე სიტყვათა სიაში შეგვეტანა რიგი ასეთი
ტერმინებისა და „ექვმიტანილთა“ გაანალიზებით
გვეცადა დასახული მიზნის მიღწევა.

შევნიშნავთ, რომ ამ მხრივ ქართველური ენები
ძალიან მდიდარ მასალას იძლევა, რაც იმ ფაქტზე
უნდა მიუთითებდეს, რომ შორეულ წარსულში
თითქმის ყოველ ცალკეულ თემს უნდა ჰყოლოდა
ჩვენში საკუთარი მფარველი. ზოგიერთი მათგანი
კი თაყვანისცემის ობიექტად უნდა ქცეულიყო იმ
ეპოქაში, როდესაც დღეს ერთმანეთისგან (მრავ-
ალი თვალსაზრისით) შორს მყოფი ერები და
შესაბამისად, ენათა სამყარო გაცილებით ნაკლე-
ბად იყო დიფერენცირებული. ზოგი ასეთი ტერმი-
ნის ეტიმოლოგიის თაობაზე იხ. სტატია [3]. მასში
განვიხილავდით სწორედ ამგვარ, ერთდროულად
უთაბოლო სიარულისა და ლაპარაკის აღმნიშ-
ნელ ტერმინებს:

ბოლიაღს, ლაქლაქს, ტლიკინს...

ამჯერად მათ რიცხვს ვამატებთ კიდევ რამ-
დენიმე სავარაუდოს:

- ჩერჩეობა (ჩერჩეობს, წაჩერჩეტდა); კინ-
ტაური ← cantare(?) [ამ ტერმინის თაობაზე უფრო
დაწვრილებით სხვა დროს ვისაუბრებთ];
- მხოლოდ ერთი „ფუნქციის“ სახით შემორ-
ჩენილი: კუნტრუში, ხუნტრუცი, ცუნდრუკი, ფუნ-
დრუკი, შალახო (შდრ. სალახანა).

ეფიქრობთ, მოიძიება მრავალი სხვა ტერმინიც.

და რაც განსაკუთრებით საინტერესო და ყუ-
რადსაღებია – ამ ტერმინების სახელდება, რო-
გორც ჩანს, ხდებოდა იმ შორეულ წარსულში,
როდესაც ადამიანები უფრო უშუალო დამოკი-
დებულებაში იყვნენ ერთმანეთსა თუ გარე სამ-
ყაროსთან და „საგნებს თავის სახელებს არქმე-
დნენ“. სწორედ ასეთმა ვითარებამ მიიყვანა
ადამიანი ორბუნებოვანი ღვთაებებისა და მზისა
და მთვარის კულტის თაყვანისცემამდე (ჯერ
ცალკე-ცალკე და შემდგომ კი მათ გაერთიანე-
ბამდე), დასასრულ, – **ინ** და **იანის**, ანუ თავისე-
ბური ორობითი სისტემის („0“ და „1“-ის) ფილო-
სოფიამდე.

*შენიშვნა: აქვე უპრიანია, გავიხსენოთ გერმა-
ნელი მათემატიკოსის ლეოპოლდ კრონეკერის
ცნობილი ფრაზა: „ღმერთმა შექმნა მთელი რიცხ-
ვები, ყოველი დანარჩენი – ადამიანის ხელმა“.
ჰოდა, ამ მთელ რიცხვებში პირველ ორ საპატიო
ადგილზე წარმოგვიდგება სწორედ 0 და 1
ციფრები, რომელთა კომბინაციებითაც შეიძლება
გამოისახოს ნებისმიერი ტერმინი, ფრაზა და
კომპიუტერშიც დაფიქსირდეს, იქნება ეს (ტრი-
ვიალური გაგებით) სიტყვა, თუ რუსთაველის,
ლენინარდო და ვინჩის, მიქელანჯელოს, ბეთჰო-
ვენის ქმნილებანი, გნებავთ, – ჩვენ მიერ შექმ-
ნილი ექსელის ფაილი!*

აღვნიშნავთ, რომ ზემოხსენებულ კულტებს
ფრიად უტილიტარული დანიშნულებაც ჰქონდათ,
კერძოდ, მათი მსახურნი განსაზღვრავდნენ – რა,
როდის, სად და როგორ უნდა მომხდარიყო,
კერძოდ:

მიწათმოქმედი ადამიანისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობას იძენდა მისი საქმიანობისათვის ფრიად საჭირო კრიტიკულ ვადებსა და, ჩვენი ვარაუდით, თვით – შთამომავლობის ჩასახვა-დაბადებისათვის დაწესებული ინსტრუქციების აღსრულების დროში გარკვევა!

მაგალითად, ამინდის „სამინისტროს“ განაგებდა **მემარგე**, ლოგიკურია, რომ თავიდან ის ემსახურებოდა მხოლოდ მზის ღვთაებას. საქართველოს მთიანეთში დღემდე შემორჩენილი თანამედროვე ობსერვატორიების უძველესი წინაპრები, ადგილობრივ მოსახლეობაში **მზის ბუდეებად** ცნობილი **წრიული ყორები** ცენტრში ვერტიკალურად მდგარი ქვის სვეტით ე.წ. **მენჭირით** (საბას მიხედვით, ქვაკაცით, იმავე ჭორტით) და მზის შუქით დროის ყველაზე საჭირო მომენტების დამაფიქსირებელი **ბუდეებით**.

აქვე შევნიშნავთ, რომ კიდევ უფრო შორეულ წარსულში მომთაბარე ხალხი დროის გასაგებად, ჩანს, იყენებდა ზემოთ ჩამოთვლილ იარაღებს: შუბს, სარს, სოლს, კომბალს...

აი, რას გვიმბობს მკვლევარი გიორგი გიგაური:
*„...მზე რიგრიგობით ბუდობს მზის ბუდეებში...
 ხელოვნურად ნაგებ ქვის სვეტების წყობაში...
 ავიდოდა მემარგე გორაზე, დახედავდა მზისა და მთვარის ჩრდილებს, დააკვირდებოდა ვარსკვლავებს; ასევე, პირველად ამოსული მზის დისკოს მოხვედრისა და თანდათანობით მორიგ ბუდეზე გადანაცვლების ადგილს და ასე არკვევდა, როდის ღებოდა ახალი წელი, თვე, სეზონი, წვიმიანი იქნებოდა თუ ცხელი და ა.შ. ანუ ეს ნაგებობა ერთგვარი ხალხური ობსერვატორია იყო. ხევში... 'მზის ბუდეზე' კომპასი დაედგ, ქვების განლაგება ზუსტად უჩვენებდა აღმოსავლეთ-დასავლეთ-ჩრდილოეთ-სამხრეთ მხარეებს“.*

ჩვენს ქვეყანაში მზის კულტის გავრცელება-გავლენის თაობაზე ნათლად მეტყველებს ისტორიული ცნობები. მოგვყავს ამონარიდი ერთ-ერთი მეცნიერული ნაშრომიდან [10]:

„კოლხეთში არგონავტების შემოსვლის ეპოქაში, როცა გაბატონებული იყო მზის თაყვანისცემა, კოლხთა ქვეყნის უმთავრეს საკულტო ცენტრს წარმოადგენდა უმაღლესი ქალღვთაების ფუტის (ფასიანეს) ტაძარი, სადაც მთავარი ქურუმი იყო თვით მზის შვილის – მეფე აიეტის (პაიტ?! - გ. დ.) გრძნეული ქალიშვილი მედეა, ვისი დახმარებითაც ბერძნებმა მოიტაცეს მედიოთნეობის ცოდნის წიგნი ეფუტი ანუ 'ოქროს საწმისი“.

და გადახვევა (თემასთან კავშირში მყოფი):

გავრცელების მიხედვით ქართულ გვარებში მესამე ადგილზეა **გელაშვილი**, ხოლო იმ გვარებს შორის, რომელთა ფუძე გახლავთ პირსახელი (აქ გელა) – **პირველი**!

ფიქრობთ, ამის მიზეზი არ უნდა ყოფილიყო მხოლოდ გელა (მეგრ., გერა) სახელის პირველწყარო ტოტემის [მგელი → მეგლა (მგელიკა) → გელა] პოპულარობა შორეულ წარსულში, ტოტემისა, რომლის თაყვანისცემის კვალი დღემდე შემორჩა საქართველოსა და კიდევ უფრო მეტად ჩრდილოკავკასიურ ტომებში (რაც ჩვენი ნათესაობის ერთ-ერთი საფუძვლიანი არგუმენტიც გახლავთ).

შემდეგ ფაქტებზე დაყრდნობით, გამოვთქვამთ ვარაუდს, რომ გელა (ან მასთან ახლოს მდგომი ტერმინები) ძალიან შორეულ ეპოქებში უნდა ყოფილიყო მზის უძველესი კულტის სახელწოდება. მართლაც:

- გელა ჩვენი მეზობელი და მონათესავე ინგუშებისათვის მზის ღვთაებაა, ძველი ბერძნებისათვის კი მზის ღმერთი არის ჰელიოსი;
- სიტყვა გელა ქართულში აღნიშნავს ძალა-ყინსაც (რკინის კეტს). თვით **კეტი** კი ეტიმოლოგიურ კავშირში მყოფად წარმოგვესახება ასევე მზის აღმნიშვნელ **ქათ** ტერმინთან, რომლიდანაც გამომდინარედ ლინგვისტები მიიჩნევენ ტერმინ **ქათინაურს**. შესაძლოა, ეს **ქათ** ტერმინი კავშირში იყოს შემდეგ სიტყვებთანაც: ხელი, ხუთი, ხატი;

• Hell-ის წინაპრად თუ არა, მასთან ეტიმოლოგიურ კავშირში მყოფად მოვიანებთ ქართულ გა-ხელ-ებას (სავარაუდოდ, აღნიშნავდა ტრანსში გადასვლას). ასევე, გავიხსენოთ ტერმინები: *прость*, რეტი, რატრატი.

დასასრულს, გამოვთქვამთ შემდეგ ვარაუდებს **საღ (სარ)** ფუძის მქონე ზოგიერთი სიტყვის ეტიმოლოგიის თაობაზე მზის, შესაბამისი ღვთაებებისა და მათ საპატივცემულოდ აღსრულებულ რიტუალებთან მიმართებითაც:

სული, Seele, soul;

Солнце – Сурья;

о-шал-еть, шило, шельмовать, სულელი, სალოსი;

яркий, Jahr – юродивый;

ძელი, ძალა, сила;

სღვა, с-сылать.

ვავრძელებთ მნათობების კულტად ქცევის თემას – **მზის კულტს უნდა მოჰყოლოდა მთვარის ღვთაების თაყვანისცემაც...**

მოგვყავს ამონარიდი იმავე წყაროდან [10]:

„ძვ.წ. აღ-ის პირველი საუკუნის ბოლოს სტრაბონი იბერიაში მთვარის კულტის უპირველესობაზე გვაძლევს ცნობას. (ივ. ჯავახიშვილი, „ქართველი ერის ისტორია“, ტ. I, 1960 წ., გვ. 50-52). ძველ სამყაროში მზისა და მთვარის თაყვანისმცემლებს შორის პირველობის გამო ხშირად იყო შეხლა-შემოხლა და ამ მხრივ არც ჩვენი ქვეყანა იქნებოდა გამონაკლისი“.

მეცნიერები თვლიან, რომ **თეთრი გიორგი** იყო ამ კულტის მიმდევართა თაყვანისცემის ობიექტი!

ჩანს, ზოგან ხდებოდა კულტების „დამეგობრება“ (მზისა და მთვარის კულტთან დაკავშირებით იხ. ქვეთავი „ნებრას დისკო“ ნაშრომში [12]). მაგალითად, ვვარაუდობთ, რომ ამის კვალი შემორჩენილი უნდა იყოს ღვთისშვილ იახსარის (ახ+სარ(?)) სახელწოდებაში. მივაქციოთ ყურადღება სიტყვებსაც:

აღ+სარება, სარი, საარი, ახალი (მთვარე), ახ! შორისდებულს.

ორმაგბუნებოვანი ღვთაებებთან მიმართებით განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ჩვენში საკმაოდ გავრცელებული გვარის – **ქავთარაძის** (ქავთარაშვილის, არსებობს გვარი ქავთარაძეც) ეტიმოლოგია. გვარების ეტიმოლოგიის დადგენაზე მომუშავე მეცნიერები ქავთარ ფუძეს ხედავენ სხვა ქართულ გვარებშიც: ქანთარია, ქანდარია,...

საგულისხმო აქ ისაა, რომ გვარი ქავთარაძე, როგორც მიჩნეულია ფუძედ ქავთარ საკუთარი სახელის მქონე, საქართველოში რაოდენობით წინ უსწრებს ისეთ გვარებს, რომლებიც მომდინარეობს ჩვენში თვით ყველაზე გავრცელებული სახელებისაგან:

დავითი, ზურაბი, ლევანი, ალექსანდრე, ირაკლი (გამონაკლისია მხოლოდ *გიორგი* ფუძისაგან მიღებული გვარები).

ჩვენი აზრით, აღნიშნული მოულოდნელობის მიზეზი აქაც გახდა ზემოთ, გელაშვილის გვარის თაობაზე მსჯელობისას აღნიშნული ფაქტორი – უძველეს ეპოქაში საკუთარ სახელად (და, სავარაუდოდ, რიგ ტოპონიმებად) ტოტემის სახელწოდების გადაქცევამ ჩვენში სხვა, ასევე ფუძედ სახელის მქონე გვარებიდან გაცილებით მეტად რომ განავრცო სწორედ გვარი გელაშვილი.

ვვარაუდობთ, რომ **ქავთარ** უნდა ყოფილიყო ტოტემის სახელი იმ შორეულ ეპოქაში, როდესაც ჩვენ და ინდოევროპელები ენების ერთ ოჯახს ვეკუთნოდით, ეპოქას, როდესაც ადამიანები თაყვანს სცემდნენ ორბუნებოვან ღვთაებებს. ვეყრდნობით შემდეგ მოსაზრებებს:

– ჯერ ერთი, არსებობს ნათქვამის დამადასტურებელი არტეფაქტები. მაგალითად, ერთი მათგანი – პრიმიტიული მანერით შესრულებული ბრინჯაოს ფიგურა (რაც სწორედ მის არქაულობაზე მეტყველებს) ინახება ქუთაისის მხარეთმცოდნეობის მუზეუმში;

– ვთვლით, რომ ამ მიმართებით ყურადღებას იმსახურებს ასეთი, ცოტა არ იყოს, უცნაური ლინგვისტური ფაქტი: სპარსულ ენაზე ქავთარ

სიტყვასთან კავშირდება როგორც **მტრედი**, ისე – **აფთარი**.

ბოლო გარემოებას ჩვენ ამგვარ ახსნას ეუძებნით:

მტრედი – ძველი ადამიანების წარმოდგენებსა თუ ხილვებში უნდა ყოფილიყო ღვთაების, თაყვანისცემის ობიექტის სუფიერი პიპოსტაზი (რის თაობაზეც უფრო დაწვრილებით ქვემოთ ვისაუბრებთ), ხოლო აფთარი – ამავე ღვთაების მიწიერი „რეალიზაცია“.

არ გამოვრიცხავთ, რომ სიტყვა ქავ(ა)თარ და ინდუისტურ მითოლოგიურ-რელიგიური წარმოდგენებიდან ცნობილი ტერმინი ავატარა – ღმერთის (ღვთაების) მიერ დედამიწაზე ჩამობრძანება და რომელიმე ცოცხალ არსებაში განსხეულება, რათა იგი ადამიანებს დაეხმაროს მათთვის კრიტიკულ მომენტებში – ერთი წყაროდან იღებდნენ სათავეს.

ძველი ადამიანების წარმოდგენებში მტრედი სასიხარულო ამბების მაცნეა. მართლაც:

- სწორედ მტრედი ატყობინებს ნოეს, რომ მისი სანუკვარი ოცნება ახდა!

- მტრედს აღნიშნავს ბიბლიური იონას სახელობით, რომელსაც ეუწყა და შემდგომ მან კაცობრიობას აუწყა ყველაზე დიდი საიდუმლო (აქადური ტრადიციის მიხედვით, სწორედ იონას გაანდობს თევზი ადამიანებისათვის ფარულ მრავალ საიდუმლოს)!

- დასასრულ, მტრედის სახით ეცხადებოდა ადამიანებს **სულიწმიდა**!

ცნობილი ფაქტია, რომ თეონიმები ხშირად გვევლინებოდნენ ტოპონიმების წარმოშობის წყაროდ. შემორჩენილია ასეთი ისტორიული ცნობა – XIII საუკუნის პირველ ნახევარში ქართლში ცხოვრობდნენ **ქავთარელი** გვარის მატარებელი გლეხები. ამრიგად, სავსებით ლოგიკურად ეთვლით მოსაზრებას, რომ დღევანდელი ან ისტორიული საქართველოს ტერიტორიაზე არსებულიყო **ქავთარ** სახელწოდების მქონე დასახლებული პუნქტი. ვარაუდს ამყარებს ის ფაქტიც,

რომ, ჩვენ მიერ კომპოზიტად მიჩნეული **ქავთარ** ტერმინის მეორე კომპონენტი **თორი** (მიგვაჩნია, რომ კავშირშია თეონიმ ტაროსთან) ძველად ისტორიული საქართველოს მთელ მხარესაც კი აღნიშნავდა!

მეცნიერთა ვარაუდებზე დაყრდნობით, **ქავთარ** ფუძის მქონე გვარების ნაწილის თაობაზე ზემოთ ვისაუბრეთ, მაგრამ, საკვლევი – ხომ არ „შეიმაღლა“ ეს კომპოზიტი შემდეგი პუნქტებისა და გვარების დასახელებაში, როგორებიცაა:

ღვითორი (ჰიდრონიმიცაა), ს-ხვითორი, ქვითორი, კავთ(რ)ისხევი(?), ხვედურეთი და მასში შემავალი თრეხვი, ხვით(რ)ი, საცხვითარა?!

ასევე, შემდეგ გვარებში:

ხვითარია, ხვითარია, ხ(ე)იტარიშვილი, ხ(ე)ითარიშვილი, ხვით(რ)ია, ხ(ე)თრიძე, ხავთ(რ)ასი... ?!

და ამ მიმართებით ხაზგასმით გამოვეყენოთ იონონიმი **თარგამოსი** (თარ+გამ+ოსი[?])!

სავარაუდოდ, საცხოვრისის წინ (და/ან შინაც) საკუთარი კერპის გარშემო ყოველდღიურად სრულდებოდა რაიმე წეს-ჩვეულება, ხოლო სადღესასწაულო დღეებში ტომის მიერ გამორჩეულ ადგილას თავს იყრიდა მისი ყველა წევრი, ანუ ხდებოდა შე - **ხ*ე + ღ*რ** - ა და შესაბამისი რიტუალების აღსრულება.

შეენიშნავთ, რომ ქავთარ ტერმინთან მიმართებით გვაქვს სხვა, საინტერესო მოსაზრებები, კვლევები გრძელდება და „ნედლი“ ვარაუდების გამოქვეყნებისაგან თავს ვიკავებთ.

და კიდევ ზოგიერთი მოსაზრება ენის წარმოშობა-განვითარების თაობაზე:

ფიქრობთ, ამ პროცესში დიდი როლი შეასრულა პირველყოფილი ადამიანის მიერ ათასწლეულების მანძილზე საგნების, მოვლენების თუ მის მიერ განხორციელებული ქმედებების სახელებისათვის შემოღებული ცალკეული ტერმინების ერთ ცნებად გაერთიანებამ. თავდაპირველად ეს მოხდებოდა უმარტივესი გზით – სიტყვის წარმოთქმისას მისი გაორმაგებით და, შესაბამისად, მისთვის მეტი ექსპრესიულობის მინიჭებით ახალი

ცნება-ფენომენის შექმნით. ამ მხრივ, მართლაც რომ მდიდარია ქართული ენა:

ხამხამი, ციმციმი, ლაპლაპი, თავთავი, ტივტივი, ტუსტუსი, ქათქათი, ფუსფუსი, ნარნარი, ძაგძავი, ღი(ნ)ღინი (შდრ. ღნავილი), წუ(ნ)წუნი (შდრ. წუნობს), ღასღასი, ჭიკჭიკი, ჭახჭახი, ღიკღიკი, ხარხარი, ტარტარი და მრავალი სხვ.

დღეს ბევრი ასეთი ტერმინისათვის ამოსავალი ფუძის მნიშვნელობა დაკარგულია (ან თითქმის დაკარგულია), მაგალითად, *ლაპ* სიტყვა ქართულ დიალექტში აღნიშნავს დიდ ცეცხლს. გარდა ამისა, ასეთი ორმაგფუძიანი ტერმინები იმ მხრივაც არის განსაკუთრებით საინტერესო, რომ ისინი (უფრო სწორედ კი, მათი საწყისი ფუძეები) ძალიან ძველი წარმოშობის უნდა იყოს და, აქედან გამომდინარე, დიდი შანსია, სხვა ენებშიც მოექცნოთ „ახლობლები“.

ეს პროცესი ამგვარადაც წააგავს სამშენებლო საქმეს – აგურს ედება მისივე ალი-კვალი აგური!

ენის სრულყოფა-გამდიდრების საქმეში შემდგომ ნაბიჯად უნდა ქცეულიყო ისეთ ცნებათა სახელდება, რომლებშიც ადამიანი აერთიანებს ორ, უკვე განსხვავებული დატვირთვის მქონე და მის მიერ კარგად ათვისებულ სიტყვას. ამ მხრივ, საინტერესოდ გვესახება ისეთი ტერმინების გაანალიზება, როგორიცაა, მაგალითად:

ბორბალი, კომბალი, ხორბალი (შდრ. Herba-ს), ბერკეტი, ბეხრეკი, (პ)არ+მატ+..., არ+მათ-იონი, ქერემეტი (ყაზახ., ჩუვაშ. და სხვ.), კვეს-აბედი, ტალ-კვესი, პერი ოგა, კარმა და მრავალი სხვ.

ძალიან ლოგიკურია, ვივარაუდოთ, რომ ამავე მიდგომას უნდა ემყარებოდნენ თავი რიგი – ე. წ. ორბუნებოვანი ღვთაებების – სახელდებისას (იქნებოდნენ ისინი მზისა და მთვარის თუ ქალისა და მამაკაცისადმი კულტისადმი მიძღვნილი, ასე ვთქვათ, კომბინირებული კერპები), მაგალითად, ღერ+მათ-ისათვის. მეტიც, შესაძლოა, ამგვარი წესით მომხდარიყო თვით ცალკეული ღვთაებების (მზის, მთვარის და სხვ.) სახელდება: კერპების თავდაპირველი სახელები შერწყმოდა მათადმი

მიმართვის აღმნიშვნელ სიტყვებს. ქართულ ენას არცთუ ცოტა ასეთი სიტყვა შემორჩენია. ჩვენი ვარაუდით, ამ გზით შეიქმნა ტერმინები: არაქათი (→ არიქა), და, რაც განსაკუთრებით საინტერესოა, – **ალაპი**, რაც უნდა მომხდარიყო იმ უძველეს ეპოქაში, როცა ენები ნაკლებად იყო დიფერენცირებული (ალაპის ეტიმოლოგიური წარმოშობის ჩვენგანი ვერსიის თაობაზე იხ. წყარო [3]).

თუ ზემოთ გამოთქმულ მოსაზრებებს შევაჯამებთ და ამასთან, ცოტა შორიდანაც შევხედავთ, ძნელი არ იქნება, შევამჩნიოთ, რომ ისინი რეზონანსში მოდიან **ინ** და **იან**-ის ჩინურ ფილოსოფიასთან (რის თაობაზეც ზემოთ მოკლედ აღვნიშნეთ)! დარწმუნებული ვართ, ამ მიმართულებით, ჩვენგან განსხვავებით, უკვე პროფილური სპეციალისტების მიერ კვლევების განგრძობას მართლაც საინტერესო შედეგების მოტანა ძალუძს.

ქართულ ენობრივ სამყაროს დაეუბრუნდეთ და ვიკითხოთ, ხომ არ დადგა დრო, მოხდეს ისეთი ტერმინების ეტიმოლოგიის გადააზრება (ასე ვთქვათ, ლინგვისტიკური „კერპების“ მსხვერველ, როგორიცაა, მაგალითად:

Georgia, გიორგი, კვირია, ჯგ+რაგ (სვ. წმ. გიორგი), თარგამ-ოსი, მტკვარი და სხვ.?...

აღნიშნულ თემებთან მიმართებით ჩვენს მოსაზრებებს მკითხველს სხვა დროს წარმოუდგენთ, ხოლო დაინტერესებულ პირებს, პირველ რიგში სპეციალისტებს, ვთავაზობთ, იფიქრონ ამ საკითხებზე. კარგი იქნება, თუ ჩვენი მოსაზრებები ერთმანეთს დაემთხვევა.

შემდეგ, უკანასკნელი წლების განმავლობაში მთელს მსოფლიოში შეიმჩნევა ცხოველი ინტერესი ენების სამყაროსადმი, რაზეც მეტყველებს თუნდაც მხოლოდ ერთი ასეთი ფაქტი – დამატებით იმისა, რომ ვიკიპედიაში მსოფლიოში არსებული მეტნაკლებად მნიშვნელოვანი თითქმის ყველა ენისადმი არის მიძღვნილი სტატია, ბოლო ხანებში გაჩნდა მისი განშტოება – ვიკილექსიკონის სახელით ცნობილი საიტების მთელი

წეება მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების ენებზე. თითოეული მათგანი არის მულტიფუნქციური, მრავალენოვანი ლექსიკონი და თეზაურუსი. ვიკილექსიკონმა სწრაფად მოიპოვა პოპულარობა, მაგალითად, მისი რუსული ვარიანტი, დღეისათვის შეიცავს თითქმის მილიონამდე სტატიას სიტყვების, სიტყვათწარმოქმნელი ერთეულების და სიტყვათშეთანხმებების შესახებ მსოფლიოს 450-ზე მეტ ენაზე, ხოლო თვით ინგლისურისათვის სტატიების რაოდენობა 5 მლნ ერთეულს, ენების რიცხვი კი – 3 400-ს აჭარბებს (სამწუხაროდ, საქართველოს ჯერჯერობით ამ მიმართულებით ქმედითი ნაბიჯები არ გადაუდგამს).

მაგრამ უდავო ღირსებებთან ერთად ამ სისტემას გააჩნია მნიშვნელოვანი ნაკლიც. კერძოდ, მასში არ გამოიყენება ის შესაძლებლობები, რომლის რეალიზებაც ძალუძთ კომპიუტერულ ექსპერტულ სისტემებს – მხედველობაში გვაქვს ექსპერტული შეფასებების ავტომატიზება და პროგრამული პროცედურების დონეზე დაყვანილი ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების მეშვეობით *ადამიანი-მანქანა* დიალოგში გადაწყვეტილებების მიღება.

სწორედ, აღნიშნული მიდგომისათვის შესატყვისი კონცეფციის შემუშავება შეადგენს წამოღებულ ნაშრომის ერთ-ერთ მიზანს.

შესაბამისი დანიშნულების კომპიუტერული სისტემისათვის ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია, დავეყრდნოთ არსებულ ორიენტირებულ მიდგომას:

არსი წარმოგვიდგება მნიშვნელოვან, “დასაბამიდან არსებულ” რაიმე ობიექტად, მოვლენად თუ ქმედებად (იგი შესაძლებელია იყოს მდინარე, მიწა, ქვა, ცა, მნათობი... მცენარე, ცხოველი, ადამიანი, სხეულის ნაწილი, მოძრაობა... წვიმა, ელვა, რიტუალური წესჩვეულება...). არსები მოდელირდება კლასების მეშვეობით, მათი რეალიზება კი ხდება კლასის ეგზემპლარებით, რომელშიც დაკონკრეტდება კლასში აღწერილი არსის თვისებები და გამოიძახება შესაბამისი მეთოდები,

რომლებიც შეაფასებენ, მაგალითად, ორ კონკრეტულ სიტყვას შორის ეტიმოლოგიური კავშირის არსებობაზე ჰიპოთეზის მართებულობის ხარისხს. დასაშვებია, ეს სიტყვები სხვადასხვა ენაზეც იყოს მოცემული. კლასთან აგრეგატული მიმართებით დაკავშირდება ქვეკლასები, ხოლო ასოციაციური მიმართებით – განსხვავებული სახის ცნებებიც.

კომპიუტერული სისტემის ცოდნის ბაზაში შეტანილი იქნება არა მარტო რამდენიმე ათეულ ენაზე არსებული “საინტერესო” სიტყვების მარაგი, არამედ ის ცოდნაც, რომლის ბაზაში გადაგზავნაზე თანხმობას განაცხადებს ექსპერტთა ჯგუფი, გაანალიზებს რა სისტემის მიერ მოწოდებულ ვარიანტებს.

მივდივართ სტატიის დასასრულისაკენ და გვსურს, კიდევ ერთ საკითხზე გავამახვილოთ მკითხველის ყურადღება:

არ გამოვირიცხავთ, რომ სიტყვები *срок, сорок*, ასევე ამ ტერმინებთან შინაარსობრივად დაკავშირებული ქართული *ორმოცი* (რელიგიური თვალსაზრისით), *ფრანგული* *quarante* (ორმოცი) და იტალიური *quarantina* (კარანტინი) ერთი და იმავე მოვლენის დაფიქსირების შედეგად იყოს წარმოშობილი – ადამიანის სული მისი გარდაცვალებიდან სწორედ 40 დღე-ღამის შემდეგ ემშვიდობება სააქოს, რასაც ადრე მოგვები აღიქვამდნენ და დღეს ფრიად სერიოზული მკვლევრებიც ეთანხმებიან ამ წარმოდგენებს.

მოგვყავს ამონარიდი აკად. ივერი ფრანგიშვილის მიერ თბილისში წაკითხული მოხსენებიდან [1]:

“როდესაც ადამიანს ვასაფლავენ, ჩვენ ემარხავთ სკაფანდრს, ზედაპირს და არა – სულს. სული უმთავრესია ადამიანში, პოლოგრამის ფანტომის სახით. ის 40 დღის განმავლობაში დასაფლავებულ ადამიანთან იმყოფება, ხოლო შემდეგ ჩვენი სამგანზომილებიანი სამყაროდან გადადის

ოთხ- და ხუთგანზომილებიან ერთგვაროვან სამყაროში, სადაც ღმერთი იმყოფება...”

ძალიან იშვიათად, მაგრამ ღმერთს გარდასული სული შეეხმინება ხოლმე ადამიანებს, ძირითადად ახლობლებს, ზოგჯერ – ერსაც და მათ გარკვეულ რჩევა-დარიგებებს თუ დავალებებსაც აძლევს...

გასათვალისწინებელია ეს რჩევები, მით უფრო – დავალებები...

დასასრულ, ნაწყვეტი კორეელი ქრისტიანი მღვდლის ქადაგებიდან:

„მითხრა რა ეს, ხელი მომიკიდა და მაღალ მთაზე ამიყვანა, იქიდან დამანახა დედამიწა – ბურთისოდენა, რომელიც სწრაფად ახლოვდებოდა. ახლოს რომ მოვიდა, მე დავინახე მრავალი დამშრალი წყარო. როცა შენ ღოცულობდი იმ უცნაური ღოცვით, მე იესომ მითხრა, რომ ჰეშმარიტება მეთქვა შენთვის. შენ იცნობ ამ წყაროებს: ეს იესო ქრისტეა და სულიწმიდა, ნუთუ არ გინდა წახვიდე და აჩვენო ადამიანებს ეს წყაროები. იესო ძალიან მაღე მოვა. სანამ იგი

მოვა, შენ უნდა მიხვიდე ადამიანებთან და შესთავაზო წყალი, რათა მათ დალიონ და განიბანონ ამ წყლით“.

დასკვნა

ენების წარმოშობა-განვითარების საკითხთან მიმართებით მნიშვნელოვანი როლის შესრულება ძალუძს ათასწლეულების მანძილზე ხალხების, ცივილიზაციების, მათი კულტურების გზაჯვარედინზე მყოფი ქართველი ერის ენას და მის განშტოებებს, მით უფრო, თუ ძიებათა პროცესში დავეყრდნობით თანამედროვე მეცნიერული დარგების მიერ შემოთავაზებულ კვლევის მეთოდებს. ნაშრომი არის არგუმენტების მოძიების მცდელობა ამ მიმართულებით, რამაც გარკვეული შედეგები უკვე მოიტანა. კვლევების პროცესის მეტი ეფექტიანობით წარმართვის მიზნით, ვიკილექსიკონისათვის შემუშავებულია სტატიების კრებულიდან მისი დიალოგის რეჟიმში მომუშავე კომპიუტერულ სისტემად გადაქცევის კონცეფცია.

ლიტერატურა

1. Gvinepadze G. The subject-oriented linguistics. II international scientific conference "Processing of natural languages. Georgian language and computer technologies". Tbilisi. 2004, 28-29 pp. (in Georgian).
2. Gvinepadze G. Sciences and Ioane-Zosime "Praise and Exaltation of the Georgian Language". I international scientific conference "Science and religion". Tbilisi. 2005. (in Georgian).
3. Gvinepadze G. Some opinions about the origins of Georgian pagan pantheon and script. Journal "Paraleli". #2. 2011, 188-194 pp. (in Georgian).
4. Gvinepadze G. Computer system for etymologic research automation. Scientific-historical journal "Svetitskhoveli". #2. 2011, 35-39 pp. (in Georgian).
5. Gvinepadze G. Concept for etymologic research computer system. International-scientific conference devoted to the automated control systems department 40th anniversary. 2011, 244-247 pp. (in Georgian).
6. Gvinepadze G. New water theory about the origin of languages through mythological, biblical and scientific views. III international conference "Science and religion". Tbilisi. 2014, 313-320 pp. (in Georgian).
7. Gvinepadze G. Using control theory methods for the problems of language origins and development and Wiktionary improvement. International scientific conference "Science and religion" devoted to Academician Iv. Prangishvili 85th anniversary. Tbilisi. 2015, 191-197 pp. (in Georgian).

8. Gvinepadze G. Issues of origins and development of languages through the ages. IV International scientific conference „Computing/informatics, educational sciences, teacher education”. Tbilisi. 2016, 359-364 pp. (in Georgian).
9. Chachanidze G., Gvinepadze G. Advancing language technology to build cross-cultural bridges. Multilingualism in cyberspace proceedings of the Ugra Global Expert Meeting. Interregional Library Cooperation Centre. Moscow. 2016, 257-263 pp. (in Georgian).
10. Giorgobiani A. Fusts – Georgian church military knight's order. 2010. (in Georgian).
11. Prangishvili Iv. Systematic relationship between science and religion, knowledge and faith. I international scientific conference “Science and religion”. Tbilisi. 2005, 42-52 pp. (in Georgian).
12. http://gtu.ge/View/index.html#http://gtu.ge/book/monografiebi/G_Gvinepadze_shemoqmedebiTi_azrpvneba.pdf (in Georgian).
13. <http://www.kvirispalitra.ge/history/31998-chveni-istoriis-ra-saidumlos-inakhavs-qmzis-budeebiq-thanamedrove-observatoriis-tsinapari-dzvel-saqarthveloshi.html> (in Georgian).

UDC 004.5

SCOPUS CODE 1801

ISSUES OF ORIGINS AND DEVELOPMENT OF LANGUAGES THROUGH THE AGES AND THE WIKTIONARY

G. Gvinepadze Department of Software Engineering of Automated Control Systems, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com

Reviewers:

G. Surguladze, Professor, Department of Software Engineering of Automated Control Systems, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: gsurg@gmx.net

B. Tskhadadze, Doctor of Philology

E-mail: b.tskadadze@gtu.ge

ABSTRACT. Definition of the etymology of words is a complex linguistic challenge, especially when it comes to the original (initial) lexicon. Some scientists consider that study of the etymology of the majority of initial terms is meaningless as these words are considered as not having any motivation for an origin. The research carried out by us gave the following results: for the most part of the original words the key point is the basic concept which is believed to be WATER. According to this supposition, 'hopeless' sequence of the ways of formation of Georgian (and not only Georgian) words has been ascertained. Afterwards, an author defined the stages of the development process of languages related to fire and housing construction. Obviously, in order to extend the investigation, the use of the computer has become necessary. The conception concerning the automated system of the etymological search of words has been elaborated. The program estimates the possibilities of etymological linkage between the words of the similar sounding but at the same time, the paper states that the concluding remarks are to be made by the experts.

KEY WORDS: Expert systems; languages; wiktinary.

UDC 004.5

SCOPUS CODE 1801

ВОПРОСЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ-РАЗВИТИЯ ЯЗЫКОВ В РАЗРЕЗЕ СМЕНЫ ЭПОХ И ВИКИСЛОВАРЬ

Гвинепадзе Г.Ш.

Департамент автоматизированных систем управления, (программная инженерия),
Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com

Рецензенты:

Г. Сургуладзе, профессор Департамента автоматизированных систем управления (программная инженерия)
факультета информатики систем управления ГТУ

E-mail: usurg@gmx.net

Б. Цхададзе, доктор филологических наук

E-mail: b.tskadadze@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. Установление этимологии слов является сложной лингвистической задачей, особенно когда речь идет об оригинальной (начальной) лексике. Некоторые ученые считают, что для большинства первоначальных терминов поиск этимологии вообще не имеет смысла, так как эти слова не имеют мотивации для происхождения. Проведенные автором статьи исследования дали следующие результаты: для большей части первоначальных слов этимологом является такое исходное, базовое понятие, как ВОДА. Исходя из этого предположения, были определены пути образования ряда «безнадежных» до сих пор в данном плане грузинских (и не только грузинских) слов. Дальше в статье рассматриваются этапы развития языка (языков) по предложенным автором периодам, условно названным им этапами огня и жилищного строительства. Очевидно, чтобы расширить поле для исследований, необходимо в данном процессе использовать компьютер. Разработана концепция системы для автоматизированного определения этимологии слов – оригинальная концепция по совершенствованию викисловаря. Компьютерная программа оценивает возможности этимологической связи между словами подобного звучания, в то же время в статье подчеркивается, что заключительное слово остается за экспертами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: викисловарь; экспертные системы; языки.

UDC 624.137.2.046.3

SCOPUS CODE 1909

მთის კლდოვან კალთაზე დაჟრღნოვილი ნებისმიერი მოხაზულობის ზედაპირის მქონე ბრუნვის შემდგომ ბანაბარიშება მდგრადობაზე

ტ. კვიციანი საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი,
მ. კოსტავას 68ბ
E-mail: tarielk @ mail.ru

რეცენზენტები:

გ. ჭოხონელიძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის აგული სოხაძის სამოქალაქო და სამრეწ-
ველო მშენებლობის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: dep45@gtu.ge

ნ. შავლაყაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის მათემატიკის დეპარ-
ტამენტის პროფესორი

E-mail: nucha @rmi.ge

ანოტაცია. განხილულია პორიზონტისადმი სხვადასხვა კუთხით დახრილ მთის სამ ბრტყელ კლდოვან კალთაზე მდებარე გრუნტის ფერდოს სტატიკური მდგრადობის ამოცანა. ფერდოს გეომეტრული პარამეტრების, გრუნტის ძირითადი მახასიათებლების, ფორული წნევის კოეფიციენტის, დამჭერი და მძვრელი (სეისმური დატვირთვის გათვალისწინებით) ძალების საშუალებით განსაზღვრულია ნებისმიერი განივკვეთის მქონე ფერდოს მდგრადობაზე ძვრის მარაგის $\bar{K}_{\text{ფ}}$ კოეფიციენტი. ამოცანა სტატიკურად განსაზღვრული, რომ იყოს ფერდო ორი ვერტიკალური სიბრტყით პირობითად დაყოფილია სამ მცურავ ბლოკად. ბლოკების ბუნებრივი ზედაპირის გამარტივების მიზნით გამოყენებულია წრფივი აპროქსიმაცია. ფერდოზე მოქმედ ძალებს შორის გვაქვს ხუთი

უცნობი ძალა: P , P_2 , $\bar{N}_1$, $\bar{N}$, $\bar{N}_2$ და მეექვსე მარაგის $\bar{K}_{\text{ფ}}$ კოეფიციენტი. სტატიკის პირობებიდან გამომდინარე, მათ გამოსათვლელად შედგენილია ექვსი განტოლება (ორ-ორი თითოეული ბლოკისთვის), სადაც $\bar{N}_1$, $\bar{N}$ და $\bar{N}_2$ ძვრის სიბრტყის მიმართ ეფექტური ნორმალური ძალებია. განტოლებათა სისტემის ამოხსნით მიღებულია საძიებელი სიდიდის ($\bar{K}_{\text{ფ}}$ -ს) გამოსათვლელი გამოსახულება. ფერდოს გეომეტრული პარამეტრების, გრუნტის მახასიათებლების, ფორული წნევის კოეფიციენტის და სეისმურობის კოეფიციენტის რიცხვითი მონაცემებით შესაძლებელია ვიპოვოთ $\bar{K}_{\text{ფ}}$ -ს რიცხვითი მნიშვნელობა.

საპასუხო სიტყვები: გრუნტი; დაცურების ზედაპირი; მარაგის კოეფიციენტი; მდგრადობა; სიმტკიცე; ფერდო; შეჭიდულობა.

შესავალი

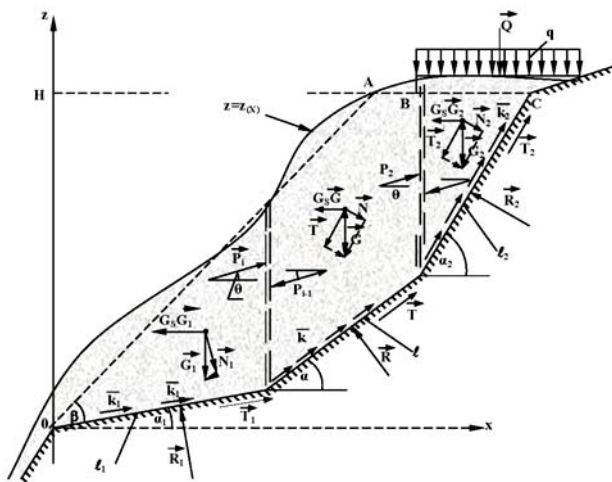
ხშირად დამეწყრილ, დიდი დამრეციანობის მქონე ფერდობზე ხდება მრავალი მასშტაბური პროექტის განხორციელება, როგორებიცაა: სარკინიგზო და საავტომობილო მაგისტრალების მშენებლობა; ჰიდროტექნიკური მშენებლობა და სხვა. მისასვლელი გზების მშენებლობისას ფერდობზე მოქმედი რთული ბუნებრივი ფაქტორების და დატვირთვების (მიწისძვრები და აფეთქებები) ზემოქმედებით ირღვევა ქანებში დამყარებული ბუნებრივი რეჟიმი, იცვლება დაძაბულობის ველი და წარმოიშევა დეფორმაციები. მაშასადამე, ბევრ ადგილას წარმოიქმნება ფერდოს ჩამონაცქევი მასის შესაძლო საშიში დაცურების ზედაპირები. ამიტომ მთის კალთებზე სატრანსპორტო გზების, დამბების, მიწის გაფართოებითი სამუშაოების და სხვა მრავალი მიწის ნაგებობის დაპროექტებისას ფართოდ გამოიყენება და მეტწილად აუცილებელია წინასწარ შევასრულოთ ნებისმიერი მოხაზულობის ფერდობის, მთის კალთებისა და ფერდობზე ნაყარის სტატიკურ მდგრადობაზე გაანგარიშება [1,2,3,4]. საჭიროა აგრეთვე განისაზღვროს დაცურების ზედაპირის ფორმები და მხოლოდ ყოველივე ამის შემდეგ უნდა განხორციელდეს მიწის ნაგებობის დაპროექტება [4,5].

დაპროექტების წინა სტადიისათვის ძალიან მწირი მონაცემები მოიპოვება, რადგან აღნიშნული პრობლემების გადასაწყვეტად თითქმის არ ტარდება სავსე დაკვირვებითი და თეორიული სამეცნიერო კვლევები. სწორედ აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტა, მეცნიერულ-თეორიული ბაზის შექმნა, აგრეთვე რეალურ გეოლოგიურ პირობებში ფერდობის სტატიკური მდგრადობაზე გაანგარიშების საკმაოდ ზუსტი და მარტივად გამოყენებადი საინჟინრო მეთოდების დამუშავება არის კვლევის ობიექტი.

ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ერთგვაროვანი გრუნტის ფენე-ბისაგან შემდგარი ნებისმიერი მოხაზულობის ზედაპირის მქონე ფერდოს (ნაყარის) სტატიკური მდგრადობის ამოცანა. ამასთან ფერდოს გრუნტი ხასიათდება ეფექტური შიგა ხახუნის $\bar{\varphi}$ კუთხით (გრადუსი), γ კუთრი წონით (კნ/მ³), ეფექტური შეჭიდულობა $\bar{K}$ (კპა) და ფორული წნევის r_u კოეფიციენტით. ფერდო ეყრდნობა პორიზონტისადმი სხვადასხვა კუთხით დახრილ სამ კლდოვან ბრტყელ მთის კალთას ან მაგარი ქანებისაგან შემდგარ გრუნტის მასივს (საშიში დაცურების ზედაპირებს). შევარჩიოთ Oxz კოორდინატთა სისტემა ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე (იხ. სურ. 1). ფერდო ზევიდან შემოსაზღვრულია ნებისმიერი მოხაზულობის $z=z(x)$ წირით, რომლის ანალიზური სახით ჩაწერა საკმაოდ რთულია, ამიტომ საჭიროა გამოვიყენოთ ფერდოს განიკეთის გამარტივების ბიშოფის მეთოდი, რომელიც ფერდოს მდგრადობაზე გაანგარიშებისას დამპროექტებელს პრობლემას მნიშვნელოვნად გაუადვილებს. ამასთან მიღებული შედეგები რეალურ სურათს კარგი მიახლოებით ასახავს. განსახილველი ფერდო სტატიკურად განუსაზღვრელია, რადგან ფერდოს მასივზე მოქმედი უცნობი ძალების რიცხვი მარაგის კოეფიციენტის ჩათვლით აღემატება სტატიკის წონასწორობის განტოლებათა რიცხვს. იმისათვის, რომ ამოცანა სტატიკურად განსაზღვრული იყოს და შევძლოთ ფერდოს მარაგის კოეფიციენტის განსაზღვრა, საჭიროა ფერდო ორი ვერტიკალური სიბრტყით პირობითად დავეოთ სამ მცურავ ბლოკად და მივიღებთ სამ ნაკვეთურს. შემდეგ მოვახდინოთ მიღებული ნაკვეთურის განიკეთის ზედაპირის აპროქსიმაცია პორიზონტალური და დახრილი წრფეებით. მიღებული სამი ბლოკიდან პირველ მარცხენას და მესამე მარჯვენას სამკუთხედის განიკეთის ფორმა აქვს.

ამასთან თითოეული ნაკვეთური ქვევიდან შემოსაზღვრულია ბუნებრივად არსებული კლდოვანი სიბრტყეებით (საშიში დაცურების ზედაპირებით), რომელთა სიგრძეები ნაკვეთურის ფარგლებში შესაბამისად არის ℓ_1 , ℓ , ℓ_2 . ეს სიბრტყეები პორიზონტისადმი შესაბამისად დახრილია α_1 , α და α_2 კუთხეებით. ბლოკებზე მოდებული გარე ძალები: ბლოკის გრუნტის მოცულობის წონა, დროებითი დატვირთვა, ზედაპირზე მოდებული განაწილებული დატვირთვის ჩათვლით შევცვალოთ შესაბამისად ქვედა, შუა და ზედა ბლოკებზე მოდებულ $\vec{G}_1$, $\vec{G}$ და $\vec{G}_2$ ტოლქმედი ძალებით (სურ. 1). ნაკვეთურის სიმიძის ძალის განსაზღვრის მიზნით (გეომეტრიული პარამეტრების დასადგენად) საჭიროა დავწეროთ თითოეული ბლოკის შემოსაზღვრული წრფეთა განტოლება და მათ საშუალებით გამოვთვალოთ ნაკვეთურის განივკვეთის ფართობი.



სურ. 1. კლდოვან კალთაზე დაყრდნობილი ფერდოს მდგრადობაზე საანგარიშო სქემა

ვიხილავთ ბრტყელ ამოცანას, ე.ი. ნაკვეთურის სისქე $b=1$ მ, მაშინ $\vec{G}_1$, $\vec{G}$ და $\vec{G}_2$ სიმიძის ძალები განისაზღვრება ფორმულებით:

$$G_1 = \frac{1}{2} \gamma \cdot 1 \cdot S_1 \text{ კნ; } G = \frac{1}{2} \gamma \cdot 1 \cdot S \text{ კნ;}$$

$$G_2 = \frac{1}{2} \gamma \cdot 1 \cdot S_2 \text{ კნ,}$$

სადაც γ არის გრუნტის კუთრი წონა (კნ/მ³); S_1 , S და S_2 – ბლოკების განივკვეთის ფართობი (მ²). ფართობის გამოსათვლელად დავწეროთ მათი განივკვეთის შემოსაზღვრული წრფის განტოლებები, გვაქვს:

ქვედა მარცხენა ბლოკი 1 შემოსაზღვრულია წრფეებით (იხ. ნახ. 1):

$$x = \ell_1 \cos \alpha_1; \quad z = x \operatorname{tg} \beta; \quad z = x \operatorname{tg} \alpha_1,$$

მაშინ

$$G_1 = \frac{1}{2} \gamma \cdot S_1 = \frac{1}{2} \gamma \ell_1^2 \left(\operatorname{tg} \beta \cdot \cos^2 \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha_1 \right), \text{ კნ. (1)}$$

შუა ბლოკი შემოსაზღვრულია წრფეებით:

$$x = \ell_1 \cos \alpha_1; \quad x = \ell_1 \cos \alpha_1 + \ell \cos \alpha; \quad z = x \operatorname{tg} \beta;$$

$$z = H = \ell_1 \sin \alpha + \ell \sin \alpha + \ell_2 \sin \alpha_2;$$

$$z = x \operatorname{tg} \alpha - (\cos \alpha_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha_1) \ell_1,$$

მაშინ

$$\begin{aligned} G = \frac{1}{2} \gamma S = \frac{1}{2} \gamma \{ & (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) (H^2 \operatorname{ctg}^2 \beta - \ell_1^2 \cos^2 \alpha_1) + \\ & + [H^2 \operatorname{ctg}^2 \beta - (\ell_1 \cos \alpha_1 + \ell \cos \alpha)^2] \operatorname{tg} \alpha + \\ & + 2 \ell_1 (\cos \alpha_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha_1) (H \operatorname{ctg} \beta - \ell_1 \cos \alpha_1) + \\ & + 2 [H + (\cos \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha_1) \ell_1] \times \\ & \times (\ell_1 \cos \alpha_1 + \ell \cos \alpha - H \operatorname{ctg} \beta) \}. \end{aligned} \quad (2)$$

ზედა მარჯვენა ბლოკი 2 შემოსაზღვრულია წრფეებით:

$$x = \ell_1 \cos \alpha_1 + \ell \cos \alpha; \quad z = H;$$

$$z = x \operatorname{tg} \alpha_2 + \ell_1 \sin \alpha_1 +$$

$$+ \ell \sin \alpha - (\ell_1 \cos \alpha_1 + \ell \cos \alpha) \operatorname{tg} \alpha_2,$$

მაშინ

$$G_2 = \frac{1}{2} \gamma \cdot S_2 = \frac{1}{2} \gamma \ell_1^2 \sin 2\alpha_2. \quad (3)$$

წარმოდგენით ფერდოს მასივის სამ ნაკვეთურად განცალკევების შემთხვევაში აღიძვრება ბლოკებს შორის ურთიერთქმედების შიგა ძალები.

ბი. მაგალითად, ქვედა და შუა ბლოკების გაყოფის ზედაპირის i -ურ წერტილზე მოქმედი შიგა ძალები აკმაყოფილებს პირობას: $\vec{P}_i = -\vec{P}_{i-1}$, $|\vec{P}_i| = |\vec{P}_{i-1}|$, ხოლო ნაკრები ვექტორების მოდულუ-ბია: $P_1 = \sum \vec{P}_{1i} = \sum \vec{P}_{1i-1}$ და $P_2 = \sum \vec{P}_{2i} = \sum \vec{P}_{2i-1}$ - თი. დავუშვათ, რომ ეს ვექტორები პორიზონტი-სადმი დახრილია θ კუთხით, სადაც $\bar{\theta} = \arctg(tg \bar{\theta} / K_{\theta})$ არის ნაყარის მასალის შიგა ხახუნის კუთხე. დაცურების წრიულ-ცილინდ-რული ზედაპირისაგან განსხვავებით უნდა გა-ვითვალისწინოთ ბლოკებზე ძვრაზე სეისმური დატვირთვის გავლენა. ლიტერატურაში არსებობს სეისმურად აქტიურ ზონებად დაყოფის რუკები, სადაც მოცემულია თითოეული ზონის სეისმუ-რობის C_s კოეფიციენტი. მიწისძვრის შემთხვევაში თითოეულ ბლოკის სიმძიმის ცენტრში იმოქმე-დებს შესაბამისი სეისმური ძალის $C_s \vec{G}_1$, $C_s \vec{G}$ და $C_s \vec{G}_2$ პორიზონტალური მდგენელები [6,7,8]. კვლე-ვებით დადგენილია, რომ სეისმურობის კოეფი-ციენტის სიდიდე იცვლება 0.03-დან 0.27-მდე ფარგ-ლებში. ახლა $\vec{G}_1$, $\vec{G}$ და $\vec{G}_2$ ტოლქმედი ძალები მათ მოდების წერტილებში დავშალოთ შესა-ბამისად ნორმალურ $\vec{N}_1$, $\vec{N}$, $\vec{N}_2$ და მხები $\vec{T}_1 = \vec{G}_1 \sin \alpha_1$, $\vec{T} = \vec{G} \sin \alpha$, $\vec{T}_2 = \vec{G}_2 \sin \alpha_2$ ძალებად [9]. გარდა ამისა, ბმებისაგან განთავისუფლების პრინციპის თანახმად ბლოკებზე მოდებული იქნე-ბა დაცურების ზედაპირის ჯამური რეაქციები: $\vec{R}_1 = \sum \vec{R}_{1i} = \vec{N}_1 + r_u \vec{G}_1 \cos \alpha_1$, $\vec{R} = \sum \vec{R} = \vec{N} + r_u \vec{G} \cos \alpha$ და $\vec{R}_2 = \sum \vec{R}_{2i} = \vec{N}_2 + r_u \vec{G}_2 \cos \alpha_2$ აგრეთვე ამ ზედა-პირებზე მოდებული იქნება ძვრაზე წინააღმდე-გობის ანუ დამჭერი ძალები: $F_{1\bar{\theta}} = T_1 = (\vec{K}_1 \ell_1 + \vec{N}_1 tg \bar{\theta}_1) / K_{\theta_1}$, $F_{\bar{\theta}} = T = (\vec{K} \ell + \vec{N} tg \bar{\theta}) / K_{\theta}$ და $F_{2\bar{\theta}} = T_2 = (\vec{K}_2 \ell_2 + \vec{N}_2 tg \bar{\theta}_2) / K_{\theta_2}$ [9,10]. ამრიგად,

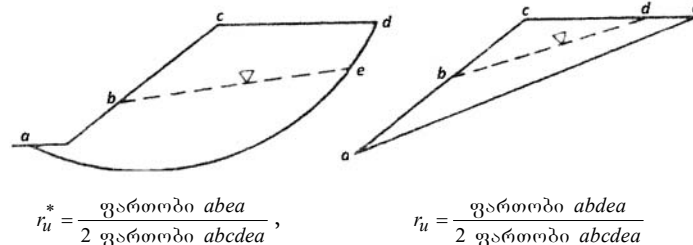
სამ ბლოკზე მოდებული შიგა და გარე ძალები-დან გვაქვს ექვსი უცნობი სიდიდე: P_1 , P_2 , $\vec{N}_1$, $\vec{N}$, $\vec{N}_2$ და K_{θ} . სტატიკის პირობებიდან გამომ-დინარე, მათ გამოსათვლელად შეიძლება შევად-გინოთ ექვსი განტოლება (ორ-ორი თითოეული ბლოკისთვის), სადაც $\vec{N}_1$, $\vec{N}$ და $\vec{N}_2$ ძვრის სიბრტყის მიმართ ეფექტური ნორმალური ძალე-ბია. მაშასადამე, ვიხილავთ შემთხვევას, როცა არსებობს ფორული წნევები. ფერდობის მდგრა-ლობაზე გაანგარიშებისას, როცა ვიხილავთ დამყარებულ ფილტრაციას და სწრაფი დამუშა-ვების მეთოდს, სასურველია დეპრესიის პროგ-ნოზირებული ზედაპირის საშუალებით წინას-წარ განისაზღვროს ფორული წნევა. მაგრამ გა-მარტივებული მეთოდით გაანგარიშებისას ამ პი-რობის შესრულება შეუძლებელია. ამიტომ ფერ-დოს მდგრალობის გაანგარიშებებში ფორული წნევის ეფექტის გასათვალისწინებლად გამოი-ყენება გრუნტის მდგომარეობის პარამეტრი, რომელსაც ფორული წნევის კოეფიციენტი ეწო-დება და აღინიშნება r_u სიმბოლოთი [6]. ფორუ-ლი წნევის კოეფიციენტს გამოსახავენ სრული ფორული წნევის ფარდობით დეპრესიის ზე-დაპირის ზემოთ მდებარე გრუნტით გამოწვეულ სრულ წნევასთან ანუ წყლის ზემოქმედებით გა-მოწვეულ და ზემოთ მიმართულ სრული ძალის ფარდობით დეპრესიის ზედაპირის ზემოთ მდე-ბარე გრუნტის წონით გამოწვეულ და საპი-რისპიროდ მიმართულ სრულ ძალასთან. არქი-მედეს კანონის თანახმად ამომგდები ძალა ტო-ლია ჩამონაქცევი პრიზმის მიერ განდევნილი წყლის მოცულობის წონის. ქვევით მიმართული ძალა კი ჩამონაქცევი პრიზმის წონის ტოლია. მაშასადამე, ფორული წნევის კოეფიციენტი შეიძლება განესაზღვროთ შემდეგი ფორმულით:

$$r_u = \frac{V_1 \gamma}{V \gamma_s}, \quad (4)$$

სადაც V_1 არის წყალქვეშ მოქცეული ჩამონაქცევი პრიზმის მოცულობა; γ – წყლის კუთრი წონა; V – ჩამონაქცევი პრიზმის მოცულობა; γ_g – გრუნტის კუთრი წონა. რადგან წყლის კუთრი წონა მიახლოებით გრუნტის ხვედრითი წონის ნახევრის ტოლია, ამიტომ ფორული წნევის კოეფიციენტი მიახლოებით გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$r_u = \frac{S_1}{2S}, \quad (5)$$

სადაც S_1 არის წყალქვეშ მოქცეული პრიზმის ფართობი; S – ჩამონაქცევი პრიზმის საერთო ფართობი.



სურ. 2. ფორული წნევის განსაზღვრის სქემები

იმისათვის, რომ დაცურების ზედაპირზე შევამციროთ ეფექტური ძაბვები მდგრადობის ყველა გამარტივებული მეთოდით გაანგარიშების დროს ვსარგებლობთ (4) ფორმულით განსაზღვრულ ფორული წნევის კოეფიციენტის მნიშვნელობით. ამისათვის შესაბამის ფორმულებში ნამრავლის სახით შეგვყავს $(1-r_u)$ გამოსახულება. ამრიგად, განსახილველი ამოცანა შეიძლება ასე ჩამოვაყალიბოთ: ფერდოს გეომეტრული პარამეტრების, გრუნტის ძირითადი მახასიათებლების, ფორული წნევის კოეფიციენტის, დამჭერი და მძვრელი ძალების (სეისმური დატვირთვების გათვალისწინებით) საშუალებით განესაზღვროთ ფერდოს ძვრაზე მდგრადობის მარაგის $\bar{K}_{\partial\partial}$ კოეფიციენტი, როცა ის ეყრდნობა ჰორიზონტისადმი სხვადასხვა კუთხით დახრილ მთის სამ ბრტყელ კლდოვან კალთას ან მაგარ ქანებს.

მე-2 სურათზე ნახვენებია ფორული წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრის მაგალითები, როცა ჩამონაქცევი პრიზმის დაცურების ზედაპირი ბრტყელი ან წრიულცილინდრულია. თუ ცნობილია დაცურების ზედაპირის ფორმა, მაშინ ფორული წნევის კოეფიციენტი შეიძლება განესაზღვროთ (1) ან (2) ფორმულების საშუალებით. თუ დაცურების ზედაპირი უცნობია, მაშინ ფორული წნევის კოეფიციენტის განსაზღვრის მიზნით აუცილებელია სათანადო დასაბუთება ან აპრიორული ცდა.

ვიხილათ ბრტყელ ამოცანას, ე.ი. ფერდოს ნაკვეთურზე (ბლოკზე) მოქმედებს Oxy სიბრტყეში მდებარე ნებისმიერი ძალთა სისტემა. სტატიკის პირობებით თითოეული ნაკვეთურისათვის შევადგინოთ წონასწორობის განტოლებები. მარცხენა ქვედა ბლოკისათვის გვექნება:

$$\sum_{i=1}^n F_{iz} = T_1 \sin \alpha_1 + \bar{N}_1 \cos \alpha_1 + r_u G_1 \cos^2 \alpha_1 - G_1 - P_1 \sin \theta = 0, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = T_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 -$$

$$-r_u G_1 \sin^2 \alpha_1 \cos \alpha_1 - P_1 \cos \theta - C_s \cdot G_2 = 0, \quad (7)$$

სადაც T_1 ძვრის ზედაპირზე მძვრელი ძალევაა, მის საწინააღმდეგოდ მიმართული ხახუნის ძალის გამრავლებით $K_{\partial\partial}$ -ზე, მივიღებთ:

$$T_1 = (\bar{K}_1 \ell_1 + \bar{N}_1 \cdot tg \bar{\phi}) / K_{\partial\partial}. \quad (8)$$

(6), (7) და (8) განტოლებების საშუალებით ვიპოვოთ $\bar{N}_2$ და, მივიღებთ

$$\bar{N}_1 = \frac{G_1 [\cos \bar{\theta} - r_u \cos \alpha_1 \cos(\bar{\theta} - \alpha_1) - C_s \sin \theta] + [C_1 \ell_1 \sin(\bar{\theta} - \alpha_1)] / K_{\partial 3}}{\cos(\theta - \alpha_1) - [tg \bar{\varphi}_1 \cdot \sin(\bar{\theta} - \alpha_1)] / K_{\partial 3}}, \quad (9)$$

ხოლო (7) განტოლებიდან მივიღებთ:

$$P_1 = (T_1 \cos \alpha_1 - \bar{N}_1 \sin \alpha_1 - r_u G_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - C_s \cdot G_1) / \cos \bar{\theta}, \quad (10)$$

სადაც $\bar{N}_1$ განისაზღვრება (9) ფორმულით. ზედა მარჯვენა ბლოკისათვის (ბლოკი 2) გვექნება:

$$\sum_{i=1}^n F_{iz} = P_2 \sin \bar{\theta} + \bar{N}_2 \cos \alpha_2 + r_u G_2 \cos^2 \alpha_2 + T_2 \sin \alpha_2 - G_2 = 0, \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = P_2 \cos \bar{\theta} - \bar{N}_2 \sin \alpha_2 - r_u G_2 \cos^2 \alpha_2 \sin \alpha_2 - C_s G_2 + T_2 \cos \alpha_2 = 0, \quad (12)$$

$$F_{2g} = T_2 = (\bar{K}_2 \ell_2 + \bar{N}_2 tg \bar{\varphi}_2) / K_{\partial 3}. \quad (13)$$

(11), (12) და (13) განტოლებების საშუალებით გამოვსახოთ $\bar{N}_2$ და P_2 , გვექნება:

$$\bar{N}_2 = \frac{G_2 [\cos \bar{\theta} - r_u \cos \alpha_2 \cos(\bar{\theta} - \alpha_2) - C_s \sin \bar{\theta}] + \bar{K}_2 \ell_2 [\sin(\bar{\theta} - \alpha_2)] / K_{\partial 3}}{\cos(\theta - \alpha_2) - [tg \bar{\varphi}_2 \cdot \sin(\bar{\theta} - \alpha_2)] / K_{\partial 3}}, \quad (14)$$

ხოლო (12) განტოლებიდან მივიღებთ:

$$P_2 = (\bar{N}_2 \sin \alpha_2 - T_2 \cos \alpha_2 + r_u G_2 \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + C_s \cdot G_2) / \cos \bar{\theta}, \quad (15)$$

სადაც T_2 და $\bar{N}_2$ განისაზღვრება (13) და (14) განტოლებებიდან. შუა ბლოკისათვის გვექნება:

$$\sum_{i=1}^n F_{iz} = P_1 \sin \bar{\theta} - P_2 \sin \theta + \bar{N} \cos \theta + r_u G \cos^2 \alpha + T \sin \alpha - G = 0, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = P_1 \cos \bar{\theta} - P_2 \cos \theta - \bar{N} \sin \theta - r_u G \cos \alpha \sin \alpha + T \cos \alpha - C_s G = 0, \quad (17)$$

$$T = (\bar{K} \ell + \bar{N} tg \bar{\varphi}) / K_{\partial 3}. \quad (18)$$

(16), (17) და (18) განტოლებების საშუალებით გამოვსახავთ $\bar{N}$ და P_2 -ს გვექნება:

$$\bar{N} = \frac{G(1 - r_u \cos^2 \alpha) + (P_2 - P_1) \sin \theta - K \ell \sin \alpha / K_{\partial 3}}{\cos \alpha + tg \bar{\varphi} \cdot \sin \alpha / K_{\partial 3}}. \quad (19)$$

P_1 , P_2 , T და $\bar{N}$ სიდიდეებიდან თითოეული K_{ϕ} ფუნქციებია, და შეიძლება განესაზღვროთ შესაბამისად (10), (15), (18) და (19) განტოლებებიდან. მაშასადამე, (17) განტოლება შეიძლება ჩაეწეროს შემდეგი სახით:

$$f(K_{\phi}) = (P_1 - P_2) \cos \bar{\theta} - \bar{N} \sin \alpha - \\ - r_u G \cos \alpha \sin \alpha + T \cos \alpha - C_s G = 0. \quad (20)$$

შენიშვნა: თუ (8), (9), (10), (13), (14), (15), (18) და (19) გამოსახულებებს მნიშვნელობებს თანდათან ჩავსვამთ შესაბამის ადგილებში, მაშინ მივიღებთ $\bar{K}_{\phi}$ -ს მიმართ ალგებრულ განტოლებას, რომლის გამოსავლელად საჭიროა ეგმ-ის გამოყენება. ამასთან $\vec{G}_1$, $\vec{G}$ და $\vec{G}_2$ სიმძიმის ძალების განსაზღვრისას (1), (2) და (3) ფორმულებში ჩავსვათ შემდეგი მონაცემებიდან: $\alpha_1 \in [0; 14]^\circ$; $\beta \in [28^\circ; 42^\circ]$; $\ell_1 \in [50; 95]$, მ; $\alpha \in [14^\circ; 30^\circ]$; $\ell \in [30; 65]$, მ;

$\alpha_2 \in [20^\circ; 48^\circ]$; $\ell_2 \in [50; 140]$ მ; $\gamma = 19,6$ კნ/მ³; $\gamma = 18,8$ კნ/მ³.

დასკვნა

სტატიკურად განსაზღვრული ამოცანის მისაღებად [10] ნაშრომში ფერდოს ნაკვეთურებად განცალკევებით წარმოქმნილი შიგა ძალები განგარიშების გამარტივების მიზნით მიემართეთ ჰორიზონტალურად და მარაგის კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობის გამოთვლა შესაძლებელი გახდა კალკულატორითაც. ამოცანა საკმაოდ რთულდება, თუ შიგა ძალებს ჰორიზონტალში დავხრით $\bar{\theta}$ კუთხით, რომელიც დამოკიდებულია ნაყარის მასალის შიგა ხახუნის კუთხეზე, ამ შემთხვევაში მარაგის კოეფიციენტის გამოსათვლელად მიიღება K_{ϕ} -ს მიმართ არაწრფივი ალგებრული განტოლება, რომლის ამოსახსნელად საჭიროა შედგეს კომპიუტერული პროგრამა ეგმ-ის გამოსაყენებლად.

ლიტერატურა

1. Bishop A.W. The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Geotechnique. Vol . 5. No. 1. 1955, 7-17 pp. (in English).
2. Arsentyev A. I., Bukin I. I., Mironenko V. A. Wall stability and quarry reclamation. Nedra. M., 1982, 164 p. (in Russian).
3. Morgenstern N. Stability chart for earth slopes during rapid drawdown. The institution of civil engineers. London. 1963. (in English).
4. Kvitsiani T., Gedenidze Z., Khutsishvili G. Assessment of slope stability in case of sliding over a smooth curvilinear surface. GTU Collection of Works. N4 (470). Tbilisi. 2008, 13-18 pp. (in Georgian).
5. Kvitsiani T. Change of the boundary deflected mode of a slope ground during the mining works. Scientific-technical journal "Mshenebloba". Tbilisi. 2016, 15-21 pp. (in Georgian).
6. Huang Yang H. Stability analysis of earth slopes. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 1983, 49 p. (in English).
7. Verruijt A. Soil mechanics. Delft University of Technology. 2001. (in English).
8. Chowdhury R. Geotechnical slope analysis. CRC Press (Taylor & Francis). 2010. (in English).
9. Tsitovich N.A. Soil mechanics. Vysshaya shkola. Moscow. 1983. (in Russian).
10. Kvitsiani T. Calculation of the fill shear strength over a flat sloping ground. GTU Collection of Works N2 (504). Tbilisi. 2017, 43-55 pp. (in Georgian).
11. Kvitsiani T. Calculation of the stability of the ground slope with a trapezoid section located on the mountain rocky slope. GTU Collection of Works N2 (504). Tbilisi. 2017, 56-68 pp. (in Georgian).

UDC 624.137.2.046.3

SCOPUS CODE 1909

CALCULATION OF THE STABILITY OF THE GROUND SLOPE WITH THE SURFACE OF ANY SHAPE LOCATED ON THE MOUNTAIN ROCKY SLOPE

T. Kvitsiani

Department of Engineering Mechanics and Civil Engineering Technical Expertise, Georgian
Technical University, 68^b M. Kostava str., 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tarielk@mail.ru

Reviewers:

G. Chokhanelidze, Professor, Aguli Sokhadze Department of Civil and Industrial Engineering, Faculty of Civil
Engineering, GTU

E-mail: dep45@gtu.ge

N. Shavlakadze, Professor, Department of Mathematics, Faculty of informatics and control systems, GTU

E-mail: nucha@rmi.ge

ABSTRACT. The problem of static stability of a ground slope based on three rocky mountain slopes inclined to the horizon at different angles is considered. The geometric parameters of the slope, principal properties of the ground, pore pressure coefficient and retention and shear forces (taking into account the seismic load) were used to calculate the shear assurance factor for the stability of a slope with the section of any shape. The calculation is done through the theoretical analysis of homogenous slopes in effective stresses. A statistically undefined problem is reduced to the statistically defined one, and the slope is divided into three sloping blocks with two vertical planes for this purpose, and a Bishop method of the natural surface simplification for the blocks is used. Out of the internal and external forces acting on the slope cells, there are six unknown parameters. They are calculated by using six equations (two equations for each block) following the condition of statics. An expression to calculate the reserve coefficient is obtained from the system of equations and a method to determine the pore pressure coefficient is given. The equation obtained through the numerical results of the real geometric parameters of the slope, ground properties, pore pressure and seismicity factors is used to calculate the numerical value of the reserve coefficient.

KEY WORDS: Adherence; ground; reserve coefficient; slope; sloping surface; stability.

UDC 624.137.2.046.3

SCOPUS CODE 1909

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ЛЮБОГО ОЧЕРТАНИЯ, ПРИСЛОНЕННЫХ НА ГОРНОМ СКАЛЬНОМ СКЛОНЕ

Квициани Т.А. Департамент технической экспертизы инженерной механики и строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^б
E-mail: tarielk @ mail.ru

Рецензенты:

Г. Чохонелидзе, д.т.н., профессор Департамента гражданского и промышленного строительства А. Сохадзе строительного факультета ГТУ

E-mail: dep45@dtu.ge

Н. Шавлакадзе, профессор Департамента математики факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: nucha@rmi.ge

АННОТАЦИЯ. Рассмотрена задача статической устойчивости грунтового откоса посредством: геометрических параметров откоса, основных характеристик грунта, коэффициента порового давления, действующих на откос, задерживающих и сдвигающих (с учетом сейсмической нагрузки) сил. Следует определить коэффициент запаса на сдвиг откоса любого очертания, когда он опирается на три плоских скальных склона, наклоненных к горизонту под различными углами. Расчеты проведены для однородного откоса по методу анализа в эффективных напряжениях.

Задача статически определена таким образом, что откос условно разделен на три плавающих блока и при расчете применен метод упрощения природной поверхности блоков с помощью линейной интерполяции. Среди внешних и внутренних сил, действующих на блоки, имеем 6 неизвестных с учетом коэффициента запаса. Исходя из условия статики, составлена система уравнений равновесия (по две длины каждому блоку), которая доведена до алгебраического уравнения по отношению к искомому неизвестному. По числовым значениям геометрических параметров одного из реальных откосов, характеристике грунта, коэффициенту порового давления и коэффициенту сейсмичности можно определить коэффициент запаса на сдвиг откоса любого очертания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: грунт; коэффициент запаса; откос; поверхность скольжения; сцепление; устойчивость.

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2105

კლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის პარამეტრების განსაზღვრა

- შ. ნემსაძე** ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: sh-nemsadze@mail.ru
- მ. გიუაშვილი** ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: m_giuashvili@mail.ru
- აგ. ტორონჯაძე** ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: toronjadze.a@yandex.ru

რეცენზენტები:

- მ. ცეცხლაძე**, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტის ასოც. პროფესორი
E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru
- გ. ცხომელიძე**, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტრომოსხმარების ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ასოც. პროფესორი
E-mail: guram.65@mail.ru

ანოტაცია. მოყვანილია ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გამოყენების სფეროები, აღნიშნულია მათი გამოყენების ეფექტურობა და შესაბამისად დასმული პრობლემის აქტუალობა. მოყვანილია აგრეთვე ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის ძირითადი ნაწილის იმპულსური დენის გენერატორის პრინციპული ელექტრული სქემა და ძირითადი პარამეტრები, გენერატორის პროექტირების დროს მათი განსაზღვრის მეთოდოლოგია. აღნიშნულია, რომ იმპულსური მაგნიტური ველი ლითონის კონსტრუქციაზე ზემოქმედებისას წარმოშობს იმპულსურ დეფორმაციებს და აჩქარებებს კონს-

ტრუქციაში (ლითონის დეროში), რომელიც ვრცელდება ტალღების სახით და შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც მექანიკური დარტყმითი მოქმედების დანადგარი კონსტრუქციული მასალების დინამიკური მახასიათებლების დასადგენად, აგრეთვე სხვადასხვა ობიექტის (ნახევარგამტარული ხელსაწყო, პიეზოელექტრული, ტენზომეტრული გამზომი გარდამსახები) დარტყმამედგობის, დარტყმამდგრადობის და სხვა დინამიკური მახასიათებლების დასადგენად. აღნიშნულია აგრეთვე ეფექტურობა მაგნიტურ-იმპულსური მეთოდით სპილენძის, ალუმინის და მათი შენადნობებისაგან დამზადებული ღერძული სიმეტრიის მქონე დეტალების აწობა-შედულების

ტექნოლოგია, როდესაც შესაძლებელი დეტალები ისეა განლაგებული, რომ მათი შეხების ზედაპირის საკონტაქტო წინაღობა ჩართულია იმპულსური მაგნიტური ველით ინდუქცირებული დენის კონტურში და ხდება მათი შედუღება. ამ დროს შესაძლებელი დეტალების საკონტაქტო ზონაში გამოიყოფა სითბური ენერგია, დეტალების შეხების ზედაპირების მოღებობა, მათი მაგნიტურ-იმპულსური შედუღება დიდი იმპულსური წნევების ქვეშ, რაც უზრუნველყოფს შედუღების მაღალ ხარისხს. ასევე ეფექტურია მაგნიტურ-იმპულსური და ელექტრორკალური პლაზმატრონული ტექნოლოგიების სინთეზი, რაც საშუალებას იძლევა ჩანაცვლდეს ძვირად ღირებული დეტონაციური ტექნოლოგიები. აღნიშნულია, რომ გენერატორის ეფექტური მუშაობისათვის მნიშვნელოვანია მუშა სიხშირის შერჩევა. დასმულია და გადაწყვეტილი მუშა სიხშირის განსაზღვრის ოპტიმიზაციის ამოცანა და მიღებული შედეგებით აგებულია ნომოგრამა, რომლის საშუალებით მაგალითისათვის, ილუსტრაციის მიზნით, განსაზღვრულია ოპტიმალური სიხშირე მოცემული პარამეტრების მქონე დანადგარისათვის მაქსიმალური წნევის განვითარების თვალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: ინდუქტორი; ინდუქციურობა; კონდენსატორების ბატარეა; მუშა სიხშირე; ოპტიმალური სიხშირე; ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველი; წნევა ლითონის ზედაპირზე.

შესავალი

ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველი ახდენს ლითონის ზედაპირზე ძალურ დარტყმით ზემოქმედებას და ფაქტიურად გადაქცეულია ეფექტურ ინსტრუმენტად მრეწველობაში ფურცლოვანი ან მილის ფორმის ლითონის ნამზადის დეფორ-

მირებისათვის, მაგალითად, მოწნეხა, ტვიფრა, ღუნვა, სწორება, დაკალიბრება და სხვა მაფორმირებელი და დამყოფი ოპერაციები, რომლებიც სრულდება დეფორმაციის რომელიმე სქემით: მოჭერა, გაშლა ან ბრტყელი ტვიფრა. ყველა შემთხვევაში იმპულსური მაგნიტური ველი ასრულებს პუანსონის ან მატრიცის როლს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ძნელად დეფორმირებადი ლითონების დამუშავებისას [1].

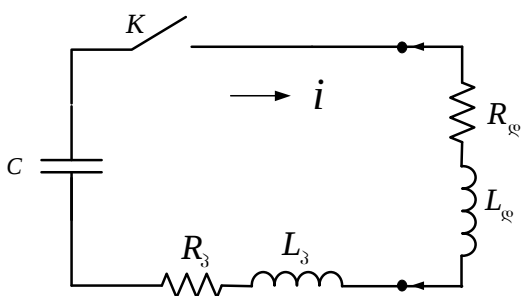
იმპულსური მაგნიტური ველი ლითონის კონსტრუქციაზე ზემოქმედებისას წარმოშობს იმპულსურ დეფორმაციებს და აჩქარებებს კონსტრუქციაში (ლითონის ღეროში), ვრცელდება ტალღების სახით და შეძლება გამოიყენოთ, როგორც მექანიკური დარტყმითი მოქმედების დანადგარი კონსტრუქციული მასალების დინამიკური მახასიათებლების დასადგენად, აგრეთვე სხვადასხვა ობიექტის (ნახევარგამტარული ხელსაწყოები, პიეზოელექტრული, ტენზომეტრული გამზომი გარდამსახები) დარტყმამდეგობის, დარტყმამდგრობის და სხვა დინამიკური მახასიათებლების დასადგენად.

ეფექტურია აგრეთვე მაგნიტურ-იმპულსური მეთოდით სპილენძის, ალუმინის და მათი შენადნობებისაგან დამზადებული ღერძული სიმეტრიის მქონე დეტალების აწობა-შედუღების ტექნოლოგია, როდესაც შესაძლებელი დეტალები ისეა განლაგებული, რომ მათი შეხების ზედაპირის საკონტაქტო წინაღობა ჩართულია იმპულსური მაგნიტური ველით ინდუქცირებული დენის კონტურში და ხდება მათი შედუღება. ამ დროს შესაძლებელი დეტალების საკონტაქტო ზონაში გამოიყოფა სითბური ენერგია, დეტალების შეხების ზედაპირების მოღებობა, მათი მაგნიტურ-იმპულსური შედუღება დიდი იმპულსური წნევების ქვეშ, რაც უზრუნველყოფს შედუღების მაღალ ხარისხს. ასევე ეფექტურია მაგნიტურ-იმპულსური და ელექტრორკალური პლაზმატრონული ტექნოლოგიების სინთეზი, რაც საშუალებას იძლევა

ჩანაცვლდეს ძვირად ღირებული დეტონაციური ტექნოლოგიები.

პრობლემის ატულობა და არსი

ზემოთ აღნიშნულ ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესისათვის გამოყენებული მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარის ძირითადი ნაწილია იმპულსური დენის გენერატორი, რომლის პრინციპული ელექტრული სქემა ნაჩვენებია 1-ელ სურათზე. სადაც C არის კონდენსატორების ბატარეის ტევადობა, K – კომუტატორი, R_3, L_3 – განმუხტვის კონტურის პარამეტრები (დატვირთვის გარეშე), R_{Σ}, L_{Σ} – დატვირთვის (ინდუქტორი) პარამეტრები. აქ განმუხტვის კონტურის პარამეტრები (პარაზიტული) R_3 არის კონდენსატორების ბატარეის, კომუტატორის და დატვირთვის შემადგენელი სადენების აქტიური წინაღობა და $L_3 = L_{\text{კონ}} + L_{\text{კომ}} + L_{\text{შს}}$ – მათი ჯამური ინდუქციურობა. გენერატორის სქემატური და რეჟიმული პარამეტრების ოპტიმალურ შერჩევას აქვს გადაწყვეტი მნიშვნელობა ტექნოლოგიური პროცესის მაღალი ეფექტურობისათვის.



სურ.1. ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის განმუხტვის კონტურის სქემა

გენერატორის პარამეტრებიდან უმნიშვნელოვანესია მუშა სიხშირე, რომელიც მკვეთრად რეგულირებადი მთელი რიგი ფაქტორების გამო. ნებისმიერი მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარის მოქმედება ემყარება ზედაპირულ და სიახლოვის

ეფექტებს, როდესაც ცვალებადი მაგნიტური ველის ლითონში შეღწევის სიღრმე შეზღუდულია. დაბალი სიხშირეების დროს ველი ღრმად აღწევს ლითონში, მაგნიტური ველი განაწილებულია დიდ სივრცეში და ძნელია ლითონის ზედაპირთან მაგნიტური ინდუქციის მაღალი მნიშვნელობის მიღწევა. დიდი სიხშირეების დროს ველი ვერ შედის ღრმად ლითონში. მაგნიტური ველი შემოფარგლული და კონცენტრირებულია შეზღუდულ გარემოში, რაც საშუალებას იძლევა მივაღწიოთ მაგნიტური ნაკადის დიდ სიმკვრივეს (მაგნიტური ინდუქცია). როგორც წესი, ლითონების დეფორმაციის პროცესის წარმართვისათვის მის ზედაპირზე მაგნიტური ინდუქცია უნდა აღწევდეს 30-50 ტესლას მაინც, ამიტომ იმპულსური დენის გენერატორის სიხშირე პრაქტიკულად არ შეიძლება იყოს 8-10 კჰც-ზე ნაკლები. სიხშირის ზედა ზღვარი შემოფარგლულია გენერატორის კონსტრუქციული პარამეტრებით და შეადგენს 100-150 კჰც.

ძირითადი ნაწილი

იმპულსური დენის გენერატორებში ენერგიის წყაროდ უმთავრესად გამოიყენება მაღალი ძაბვის იმპულსური კონდენსატორები, რომლებშიც კონსტრუქციული სრულყოფით მიღწეულია მცირე საკუთარი ინდუქციურობა. ბატარეაში დაგროვილი ენერგია პროპორციულია ტევადობის, მაგრამ მძლავრი გენერატორის ასაგებად ტევადობის გაზრდა იწვევს გენერატორის სიხშირის შემცირებას, რაც ამცირებს გენერატორის გამოყენების არეალს და მის ეფექტიანობას. მეორე მხრივ, საჭირო რაოდენობის ენერგიის დაგროვებისათვის კონდენსატორების ელექტრულ ველში დაგროვოლი ენერგიის გამოსათვლელი ფორმულიდან $w_e = CV^2 / 2$ გამომდინარე საჭირო იქნება ენერგიის დაგროვებისას კონდენსატორების დამუხტვა მაღალი ძაბვით. ამგვარად, მაგნიტურ-იმპულსურ ტექნოლოგიებში მისაღები სიხშირეების მისაღწევად საჭი-

როა მაღალი ძაბვის იმპულსური კონდენსატორების გამოყენება და საერთოდ გენერატორის შესრულება, როგორც მაღალი ძაბვის მოწყობილობისა. n რაოდენობის მქონე პარალელურად შეერთებული ერთნაირი კონდენსატორების ბატარეის ეკვივალენტური ტევადობა $C_{\text{კვ}} = nC$, ხოლო ბატარეის ინდუქციურობა $L_{\text{კვ}} = L/n$, ე.ი. ბატარეის საკუთარი რხევების კუთხური სიხშირე $\omega = 1/\sqrt{L_{\text{კვ}}C_{\text{კვ}}} = \sqrt{LC}$ იგივეა, რაც ერთი კონდენსატორის საკუთარი რხევების სიხშირე. მაგალითად, რუსეთის ფედერაციაში წარმოებული მაღალი ძაბვის იმპულსური კონდენსატორის ИК-25-12У4 პარამეტრებია $C=12\text{მკფ}$, $L=40\text{ნჰ}$, $V=25\text{კვ}$ და მისი საკუთარი რხევების ციკლური სიხშირე $f = 2\pi/\sqrt{40 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \cdot 10^{-6}} \approx 9 \text{ მგჰც}$. ამ სიდიდის პრაქტიკული განსაზღვრის დროს მიღებული შედეგი გაცილებით დაბალია, ვინაიდან განმუხტვის კონტურში ერთვება კონდენსატორის პოლუსების შემაერთებული გამტარი, რომლის ინდუქციურობა გაცილებით მეტია, ვიდრე კონტურის დანარჩენი ნაწილის ინდუქციურობა.

ამრიგად, ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის პროექტირებისას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მუშა ძაბვისა და ტევადობის გარდა ოპტიმალური მუშა სიხშირის შერჩევას. ვინაიდან მოწყობილობის მოქმედება ემყარება ზედაპირული ეფექტის მოვლენას, თითქოს უპირატესობა უნდა მიეცეს მაღალ სიხშირეს, რადგან სწორედ ამ დროს მაგნიტური ველი ვერ შედის ღრმად გამტარ გარემოში. დენს აქვს პრაქტიკულად ზედაპირული ხასიათი და მაგნიტური ველი კონცენტრირდება ინდუქტორის ფორმით წარმოდგენილი გენერატორის დატვირთვის გამტარ სხეულებს შორის არსებულ მინიმალურ საჰაერო (არადენგამტარ) სივრცეში. შესაბამისად, დიდი იქნება მაგნიტური ნაკადის სიმკვე-

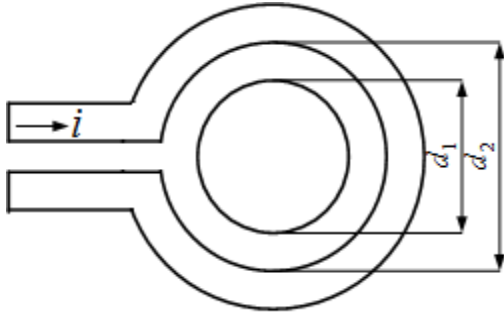
რივე (მაგნიტური ინდუქცია) და გამტარ სხეულებზე განვითარებული მექანიკური ზემოქმედება.

მუშა სიხშირეზე დამოკიდებული აგრეთვე დატვირთვის ტექნოლოგიურ სივრცეში დეფორმაციის ენერგიასა და კინეტიკურ თუ სითბურ ენერგიებს შორის თანაფარდობა. თუ დატვირთვა არის ლითონების დეფორმაციისათვის განკუთვნილი მოწყობილობა, სასურველია, რომ დატვირთვაში ლითონის დეფორმაციის ენერგია იყოს განმსაზღვრელი, რაც მიიღწევა შედარებით დაბალი სიხშირეების დროს. თუ დატვირთვა არის იმპულსური შედეგების, პლაზმური და სხვა მსგავსი ტექნოლოგიური პროცესის განსახორციელებელ დანადგარს, დატვირთვაში უნდა სჭარბობდეს სითბური ენერგია.

განსაზღვრით იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის ოპტიმალური სიხშირე დატვირთვაში ლითონის ზედაპირზე მაქსიმალური წნევის განვითარების თვალსაზრისით, როდესაც დატვირთვა არის ცილინდრული ფორმის ინდუქტორი დიამეტრით d_2 , რომელიც ახორციელებს იმპულსურ მოჭერას d_1 დიამეტრის მქონე ღეროზე.

იდეალური განმუხტვის კონტურის მქონე გენერატორისათვის, როდესაც კონტურს პარაზიტული ინდუქციურობა და აქტიური წინაღობა არ აქვს ($L_3 = 0, R_3 = 0$), და სიხშირე იმდენად მაღალია, რომ დენს აქვს ზედაპირული ხასიათი, მაგნიტური ველი მთლიანად კონცენტრირებულია საჰაერო ღრეოში ინდუქტორსა და ღეროს შორის. საჰაერო ღრეოს მოცულობა არის $\pi(d_2^2 - d_1^2)/4$.

მივიღოთ, რომ ამ პირობებში კონდენსატორების ბატარეაში დაგროვილი ენერგია მთლიანად გადადის აღნიშნულ მოცულობაში (სურ. 2). მაშინ მაგნიტური ველის ენერგიის სიმკვერვე და შესაბამისად გამტარ ზედაპირზე განვითარებული მაქსიმალური წნევა იქნება



სურ. 2. ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის დატვირთვა-ერთხეიანი ინდუქტორი შიგა d_2 დიამეტრით და დასაშუალებელი ღეროთი d_1 დიამეტრით

$$P_m = \frac{2CV^2}{\pi(d_2^2 - d_1^2)}, \quad (1)$$

სადაც C აქ და შემდგომ არის კონდენსატორის ბატარეის ტევადობა, l – ინდუქტორის სიმაღლე.

სინამდვილეში განმუხტვის კონტურს აქვს გარკვეული პარაზიტული ინდუქციურობა $L_3 = L_{კონ} + L_{კომ} + L_{შს}$ და მისი ეფექტურობა განისაზღვრება შემდეგი თანაფარდობით:

$$\eta = \frac{L_{ფ}}{L_{ფ} + L_{კონ} + L_{კომ} + L_{შს} + L_{ფ}}. \quad (2)$$

შესაბამისად, განმუხტვის კონტურის რხევების მუშა სიხშირე (იგულისხმება, რომ განმუხტვის პროცესს აქვს რხევითი ხასიათი) იქნება

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_{ფ} + L_3)C}}. \quad (3)$$

კონტურის საკუთარი რხევების სიხშირე დამოკლებული ინდუქტორით არის

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_3C}}. \quad (4)$$

მაშინ განმუხტვის კონტურის ეფექტურობა იქნება

$$\eta = \frac{L_{ფ}}{L_{ფ} + L_3} = 1 - \frac{L_3}{L_{ფ} + L_3} = 1 - \frac{f^2}{f_0^2} = 1 - x^2, \quad (5)$$

სადაც $x = \frac{f}{f_0}$ არის ფარდობითი სიხშირე, რომლის ვარირების დიაპაზონი $0 < x < 1$. შესაბამისად, ენერგია, რომელიც გადაეცემა დატვირთვას იდეალური ზრდაპირული ეფექტის დროს არის

$$(1 - x^2) \frac{CV^2}{2}. \quad (6)$$

სინამდვილეში იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის მუშა სიხშირე და იქ გამოყენებული გამტარი მასალების ხვედრითი გამტარობა სასრულო სიდიდეებია და მაგნიტური ველი ამ სიხშირის დროს შედის გამტარ სხეულში სასრულ სიღრმეზე $\Delta = 1/\sqrt{\pi f \mu_a}$ და მაგნიტური ველის მიერ დაკავებული მოცულობა იზრდება სიდიდემდე

$$V_{\text{მ3}} = \frac{\pi l \Delta_1^2}{2} \left(\frac{d_1}{\Delta_1} - 1 + e^{-d_1/\Delta_1} \right) + \frac{\pi l}{4} (d_2^2 - d_1^2) + \frac{\pi l \Delta_2^2}{2} \left(\frac{d_2}{\Delta_2} - 1 \right), \quad (7)$$

სადაც Δ_1 , Δ_2 არის მაგნიტური ველის შეღწევის სიღრმე მუშა სიხშირის დროს დატვირთვაში გამოყენებული მასალებისათვის.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$d_1/\Delta_1 \gg 1, \quad d_2/\Delta_2 \gg 1 \quad \text{და} \quad \exp(-d_1/\Delta_1) \approx 0.$$

მაგნიტური ველის მოცულობა იქნება

$$V_{\text{მ3}} = \frac{1}{2} \pi l \left(\Delta_1 d_1 + \frac{d_2^2 - d_1^2}{2} + \Delta_2 d_2 \right). \quad (8)$$

მაგნიტური ველის ენერგიის სიმკვრივე და შესაბამისად გამტარი სხეულების ზედაპირზე მოქმედი წნევა იქნება

$$P = (1 - x^2) \frac{CV^2}{\pi l \left(\Delta_1 d_1 + \frac{d_2^2 - d_1^2}{2} + \Delta_2 d_2 \right)}, \quad (9)$$

ამ სიდიდის ფარდობა წნევის შესაძლო მაქსიმალურ მნიშვნელობასთან იქნება

$$\frac{P}{P_m} = \frac{1-x^2}{1+\frac{m}{\sqrt{x}}}, \quad (10)$$

სადაც უგანზომილებო პარამეტრი

$$m = \frac{\Delta_{01} + \Delta_{02}(1 + \frac{2\delta}{d_2})}{2\delta(1 + \frac{\delta}{d_1})}. \quad (11)$$

აქ განმუხტვის კონტურის საკუთარი სიხშირის დროს მაგნიტური ველის შეღწევის სიღრმე ინდუქტორისა და ღეროს მასალებისათვის არის Δ_{01} , Δ_{02} და საპერო ღრეო $\delta = d_2 - d_1$. ჩვეულებრივ $\delta/d_1 \ll 1$ და შესაბამისად უგანზომილებო პარამეტრი $m \approx \frac{\Delta_{01} + \Delta_{02}}{2\delta}$.

პრაქტიკულად არსებული დატვირთვების დროს საპერო ღრეო $\delta = (0.2-1.5)$ მმ და მაგნიტური ველის შეღწევის სიღრმე სიხშირეებისათვის (104-105) კც, როდესაც გამოყენებული მასალებისათვის ხვედრითი გამტარებლობით $(5-50) \cdot 10^6$ სიმ/მ, შეადგენს $\Delta_0 = (0.02-2.0)$ მმ და შესა-

ბამისად უგანზომილებო პარამეტრი შეიძლება ფართო დიაპაზონში იცვლებოდეს $m=0.013-10$.

ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის ოპტიმალური სიხშირის დასადგენად გამოვიყენოთ (10) ფუნქციის ექსტრემუმი

$$\frac{P}{P_m} = f(x, m). \quad (12)$$

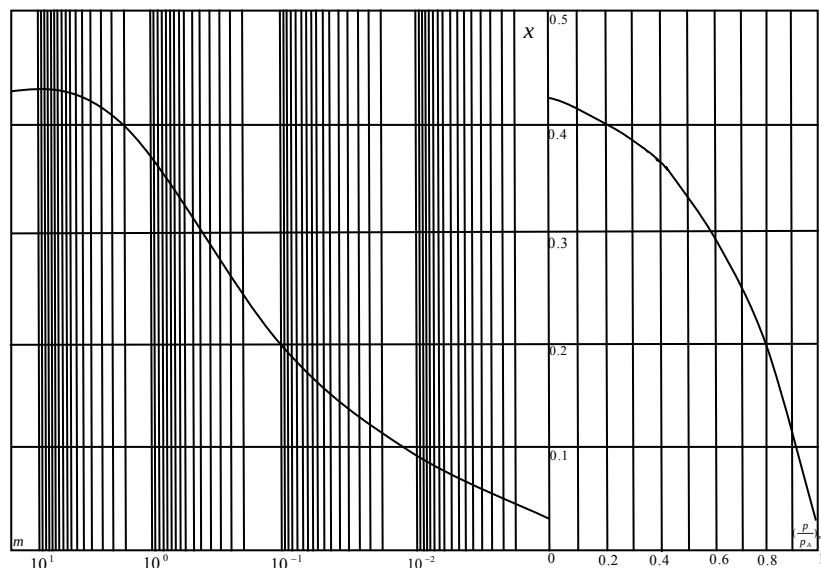
ამისათვის განვსაზღვროთ შემდეგი განტოლების ფესვები:

$$f'(x, m) = 4x^{\frac{5}{4}} + 5mx^2 - m = 0. \quad (13)$$

პარამეტრის დადებითი მნიშვნელობებისათვის და (13) განტოლების დადებითი ნამდვილი ფესვებისათვის $f(x, m)$ ფუნქციას აქვს ექსტრემუმი. (13) განტოლების ამონახსნი მოვიძიოთ ფორმულით

$$x = \sqrt{\frac{m}{4\sqrt{x} + 5m}} \quad (14) \text{ იტერაციის მეთოდით. მი-}$$

ღებული შედეგების გათვალისწინებით (12) ფუნქციური დამოკიდებულების გრაფიკი ნომოგრამის სახით ნაჩვენებია მე-3 სურათზე.



სურ. 3. ნომოგრამა ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის ოპტიმალური სიხშირის განსაზღვრისათვის

ნომოგრამიდან, მაგალითისათვის განსაზღვროთ ოპტიმალური სიხშირე დანადგარისათვის, სადაც გამოყენებულია ინდუქტორი შიგა დიამეტრით $d_2 = 28$ მმ, რომელიც დამზადებულია 162 მარკის თიბერისაგან ხვედრითი გამტარობით $\gamma_2 = 13.89 \cdot 10^6$ სიმ/მ და მასში განთავსებული M1 მარკის სპილენძისაგან ხვედრითი გამტარობით $\gamma_1 = 56 \cdot 10^6$ სიმ/მ. საპაერო ღრეხო $\delta = 1.5$ მმ. მაგნიტური ველის შეღწევის სიღრმე ამ მასალებით განმუხტვის კონტურის საკუთარი რხევების სიხშირისათვის (120 კჰც) იქნება $\Delta_{01} = 0.19$ მმ და $\Delta_{02} = 0.39$ მმ, ასე რომ დანადგარის პარამეტრი $m = 0.267$. ნომოგრამის მიხედვით დანადგარის ოპტიმალური სიხშირე $f = f_0 \cdot 0.3 = 36$ კჰც. ამ სიხშირის დროს დანადგარში განვითარებული ფარდობითი წნევა $\frac{P}{P_m} = 0.555$.

დასკვნა

ჩამოთვლილია ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის გამოყენების ძირითადი მართულებები. მოყვანილია გენერატორის ძირითადი პარამეტრები და განხილულია გენერატორის ოპტიმალური სიხშირის განსაზღვრის ამოცანა, მიღებულია მაქსიმალური წნევის გამოსათვლელი გამოსახულება და მისი მაქსიმალური სიდიდის მისაღწევად გენერატორის გეომეტრული პარამეტრების და გამოყენებული კონსტრუქციული მასალების თვისებების გათვალისწინებით გადაწყვეტილია ოპტიმალური სიხშირის განსაზღვრის ამოცანა. მიღებული შედეგებით აგებულია შესაბამისი ნომოგრამა და მისი საშუალებით განსაზღვრულია მოცემული პარამეტრების მქონე ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერატორის ოპტიმალური მუშა სიხშირე ლითონის ზედაპირზე მაქსიმალური წნევის განვითარებისას.

ლიტერატურა

1. Nemsadze SH.A. Strong pulsed power techniques. Publishing House „Teqnikuri Universiteti“. Tbilisi. 2016. (in Georgian).
2. Magnetic-pulse processing of materials: The ways of improvement and development. Proceedings of international-technical conference MIOM-2007. Samara. 2007. (in Russian).
3. Nemsadze SH.A., Toronjadze A.G. Determination of optimal frequency of magnetic-pulse installation. Elektrichestvo. №8. 1981. (in Russian).

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2105

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF A STRONG PULSED MAGNETIC FIELD GENERATOR

- Sh. Nemsadze** Department of Electrical Engineering and Electronics, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: sh-nemsadze@mail.ru
- M. Giuashvili** Department of Electrical Engineering and Electronics, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: m_giuashvili@mail.ru
- A. Toronjadze** Department of Electrical Engineering and Electronics, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: toronjadze.a@yandex.ru

Reviewers:

M. Tsetskhladze, Associate Professor, Department of Electrical Engineering and Electronics, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU

E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru

G. Tskhomelidze, Associate Professor, Department of Power Consumption Technology, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU

E-mail: guram.65@mail.ru

ABSTRACT. Areas of use of strong pulsed magnetic fields are given, effectiveness of this method and, respectively relevance of the problem posed are noted. The article considers principal electrical circuit and essential problems of the main part of a strong pulsed magnetic fields generator such as current pulse generator, main parameters of the generator, as well as the designing methods for their determination. It is noted that pulsed magnetic field acting on a metal construction causes impulse deformations and acceleration of the construction (metal rod), in which they propagate in the form of wave and may be used as an impact booth for determination of mechanical dynamic characteristics of construction materials, as well as for determination of shockproof, impact durability and other dynamic characteristics of a variety of objects (semiconductor devices, piezoelectric, strain gauge measuring sensors). It is also noted the effectiveness of assembly and welding technology of parts having axial symmetry and made of copper, aluminum and their alloys by magnetic pulse method, when the details are located so that their contact surface resistance is included in the circuit of induced current loop and their welding takes place. In this case at the contact area of welding parts heat energy is released, causing melting of the contact surfaces under high impulsive pressure, which provides a high degree of welding. A combination of magnetic-pulse and plasma technologies is also effective, which makes it possible to replace expensive detonation technologies. It is noted that the effective operation of the generator is important to select the operating frequency. The problem of optimization of operating frequency is set and solved and based on the results obtained, appropriate nomogram is built. For the illustration, example of determination of the optimal frequency of installation having given parameters and operating at optimal frequency (when maximum pressure is developed) is given by this nomogram.

KEY WORDS: Capacitor battery; inductance; inductor; operating frequency; optimal frequency; strong pulsed magnetic field; surface pressure of metal.

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2105

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРА СИЛЬНОГО ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

- Немсадзе Ш.А.** Департамент электротехники и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: sh-nemsadze@mail.ru
- Гиуашвили М.А.** Департамент электротехники и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: m_giuashvili@mail.ru
- Торонджадзе А.Г.** Департамент электротехники и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: toronjadze.a@yandex.ru

Рецензенты:

М. Цецхладзе, ассоц. профессор Департамента электротехники и электроники факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru

Г. Цхомелидзе, ассоц. профессор Департамента технологии электропотребления факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: guram.65@mail.ru

АННОТАЦИЯ. Приведены области применения сильного импульсного магнитного поля, отмечена эффективность ее применения и соответственно актуальность поставленной проблемы. Приведены также принципиальная электрическая схема и основные проблемы основной части генератора сильного импульсного магнитного поля - генератора импульсного тока, методика их расчета при проектировании генератора. Отмечено, что при воздействии импульсного магнитного поля на металлическую конструкцию, в ней возникают импульсные деформации и ускорения (в металлическом стержне), которые распространяются в виде волн и могут быть использованы как установка ударного воздействия для определения динамических характеристик конструкционных материалов, а также для определения ударопрочности, удароустойчивости и динамических характеристик различных объектов (полупроводниковые приборы, пьезоэлектрические, тензометрические измерительные преобразователи). Отмечена также эффективность магнитно-импульсного метода технологии сборки-сварки осесимметричных деталей, изготовленных из меди, алюминия и их сплавов, когда свариваемые детали расположены так, что контактное сопротивление поверхности соприкосновения включено в контур тока, индуцируемого магнитным полем, и происходит их сварка. При этом в зоне контакта свариваемых деталей выделяется тепловая энергия, происходит оплавление поверхностей соприкосновения деталей, их магнитно-импульсное сваривание под большим импульсным давлением, что обеспечивает высокое качество сварки. Также эффективен синтез магнитно-импульсных и электролучевых плазмотронных технологий. Отмечено, что для эффективной работы генератора большое значение имеет подбор рабочей частоты. Поставлена и решена задача оптимизации рабочей частоты и по полученным результатам построена номограмма, с помощью которой, с целью иллюстрации, определена оптимальная частота установки с определенными параметрами для развития ею максимального давления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: батарея конденсаторов; давление на поверхность металла; магнитное поле; индуктивность; индуктор; оптимальная частота; рабочая частота; сильное импульсное.

UDC 625.75

SCOPUS CODE 2201

მადნეულის საბადოს სპილენძ-ოქროს ძნელად გასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციის პროცესის ოპტიმიზაცია

რ. ენაგელი სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: Enageli@mail.ru

რეცენზენტები:

მ. ონიანი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: moniani@gmail.com

მ. ქიტოშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის შრომის უსაფრთხოების და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: m.qitoSvili@gtu.ge

ანოტაცია. სტატია ეძღვნება მადნეულის სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელად გასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციის პროცესის მმართველი პარამეტრების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენას. პროცესის ოპტიმიზაცია განხორციელდა ტექნოლოგიური კრიტერიუმის – მმართველი ზემოქმედების დადგენილ ზღვრებში ცვალებადობის დროს კონდიციური კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავლის მიღების მიხედვით. პროცესის მათემატიკური აღწერა მოხდა ალბათური მოდელის საფუძველზე. შედეგად მიღებულია მიზნის (კონცენტრატის გამოსავლის) და შეზღუდვის (კონცენტრატის ხარისხი) ფუნქციები. იმის გამო, რომ ეს ფუნქციებია მონოტონური ფუნქციები, პროცესის ოპტიმიზაცია განხორციელდა წრფივი დაპროგრამების მეთოდის გრაფიკული ვარიანტით. ოპტიმიზაციის დროს

მორიგეობით იცვლებოდა რეაგენტების (ამქაფე-ბელი, დეპრესორი, კოლექტორი) ხარჯი მანამ, სანამ კონცენტრატის გამოსავლი არ მიაღწევდა თავის მაქსიმუმს. ძებნის შედეგად დადგინდა თითოეული რეაგენტის ხარჯის სიდიდე, როცა მისი გავლენა გამოსავალზე მაქსიმალურია. აგებული იქნა მიღებულ კონცენტრატში როგორც სპილენძის, ასევე ოქროს შემცველობისაგან კონცენტრატის გამოსავლის ცვალებადობის გრაფიკები. მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს გამოვეყოთ თითოეული რეაგენტის ცვალებადობის უბანი, რომლის ფარგლებში უნდა იცვლებოდეს შესაბამისი რეაგენტის ხარჯი. განისაზღვრა მმართველი ზემოქმედებების (რეაგენტების ხარჯების) ოპტიმალური სიდიდეები, რომლებიც უზრუნველყოფს სპილენძის და ოქროს კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავლის მიღებას.

საკვანძო სიტყვები: კონცენტრატის ხარისხი და გამოსავალი; ოპტიმიზაცია; ოპტიმიზაციის კრიტერიუმი; ოქრო; რეაგენტი; სპილენძი; ფლოტაციის პროცესი.

შესავალი

სპილენძისა და ოქროს შემცველი მადნის გამდიდრების სირთულეს განაპირობებს ერთი მხრივ მადანში სპილენძის ნაკლები და პირიტის მომეტებული შემცველობა და, მეორე მხრივ, სპილენძისა და ოქროს მინერალების ფუჭი ქანის მინერალებთან სხვადასხვა ზომით ჩაწინააღმდეგება. აღნიშნული მასალის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების შედეგად მიღებულ ცალკეულ კონცენტრატებში შესაბამისი სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის გაზრდისა და მიღებული პროდუქტების თვითღირებულების შემცირების მიზნით საჭიროა პროცესის შესწავლა ავტომატიზაციის თვალსაზრისით, მათემატიკური მოდელის აგება და ოპტიმიზაციის კრიტერიუმის მიხედვით პროცესის ოპტიმიზაციის შედეგად მმართველი ზემოქმედებების ოპტიმალური სიდიდეების განსაზღვრა.

ძირითადი ნაწილი

სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავების (გამდიდრების) პროცესის ოპტიმიზაცია გულისხმობს მმართველი ზემოქმედებების ისეთი სიდიდეების მოძებნას, რომლებიც შემაშფოთებელი ზემოქმედებების ცვალებადობის მიუხედავად უზრუნველყოფს მართული სიდიდეების – პროცესის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ოპტიმალური მნიშვნელობების მიღებას. ამ მიზნის ფორმულირებისათვის მიღებულია ტექნოლოგიური კრიტერიუმი: დასახული β ხარისხის კონცენტრატის მაქსიმალური γ გამოსავლის მი-

ღება მმართველი ზემოქმედებების გარკვეულ ფარგლებში ცვალებადობის პირობებში [2,4].

$$\gamma(q_1, q_2, q_3) \rightarrow \max;$$

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha) = \text{const}; \quad (1)$$

$$q_{1\min} \leq q_1 \leq q_{1\max};$$

$$q_{2\min} \leq q_2 \leq q_{2\max};$$

$$q_{3\min} \leq q_3 \leq q_{3\max}.$$

მადნეულის საბადოს სპილენძ-ოქროს ძნელად გასამდიდრებელი მადნის ლაბორატორიულ პირობებში ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესზე ჩატარდა ექსპერიმენტები. ექსპერიმენტის შედეგები დამუშავდა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით კომპიუტერული პროგრამა «Matlab»-ის მეშვეობით. პროცესის მათემატიკური აღწერა მოხდა ალბათური მოდელით. მიღებული მოდელისა და (1) კრიტერიუმის საფუძველზე კონცენტრატის გამოსავლისა და ხარისხის დამოკიდებულებები მმართველი და შემაშფოთებელი სიდიდეებისაგან ანუ მიზნის

$$\gamma = 0.003q_1^{0.91}q_2^{1.54}q_3^{0.228}e^{(-0.027q_1-0.056q_2-0.002q_3)} \quad (2)$$

და შეზღუდვის

$$\beta_{Cu} = 49.93q_1^{0.107}q_2^{-0.112}q_3^{-0.021}\alpha^{0.919}, \quad (3)$$

$$\beta_{Au} = 23.5q_1^{0.073}q_2^{-0.166}q_3^{0.024}\alpha^{1.075} \quad (4)$$

ფუნქციები. განისაზღვრა მმართველი ზემოქმედებების ცვალებადობის ზღვრები [3,5].

$$5 \leq q_1 \leq 35; 12 \leq q_2 \leq 40; 50 \leq q_3 \leq 400. \quad (5)$$

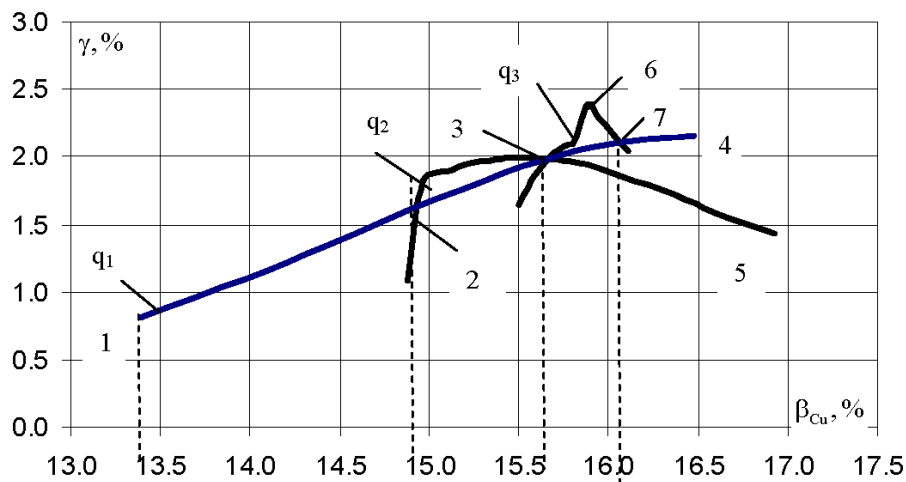
ამ გამოსახულებებში q_1 , q_2 და q_3 არის მმართველი სიდიდეები, (შესაბამისად, კოლექტორი, ამქაფებელი და დეპრესორი, გრ/ტ); β_{Cu} არის სპილენძის კონცენტრატის, ხოლო β_{Au} – ოქროს კონცენტრატის ხარისხი %; γ – კონცენტრატის საერთო გამოსავალი, %; α – სასარგებლო კომპონენტის (სპილენძი, ოქრო) შემცველობა გასამდიდრებელ მადანში. %.

როგორც მართვის ობიექტი – ფლოტაციის პროცესი ხასიათდება იმით, რომ თითოეული მმართველი სიდიდე განსხვავებულად ზემოქმედებს კონცენტრატის ხარისხზე და გამოსავალზე. მმართველი სიდიდეების ოპტიმალური მნიშვნელობების მოსაძებნად წრფივი დაპროგრამების მეთოდის გრაფიკულ ვარიანტს ვიყენებთ [14]. ოპტიმიზაცია ჩატარდა პროცესის მათემატიკული მოდელის საფუძველზე მიღებული (2) მიზნის და (3), (4) შეზღუდვის ფუნქციების მიხედვით. ასევე გათვალისწინებული იყო მმართველი ზემოქმედებების ცვალებადობის ზღვრები (5). ამ მეთოდის მიხედვით კოორდინატთა სიბრტყის აბსცისათა ღერძზე გადაიზომება კონცენტრატის ხარისხი (3) ან (4), ხოლო ორდინატთა ღერძზე კი კონცენტრატის საერთო გამოსავალი (2). მიზნის ფუნქციაში (2) შევიტანოთ q_2 და q_3 მმართველი სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობები, ხოლო q_1 კი ვცვალოთ ცვალებადობის ზღვრებში (5). შეზღუდვის ფუნქციებში (3), (4) შევიტანოთ q_2 , q_3 და α -ს საშუალო მნიშვნელობები, ხოლო q_1 კი ვცვალოთ ცვალებადობის ზღვრებში (5). შედეგად მივიღებთ წყვილის $\beta_{Cu} - \gamma$ და წყვილის $\beta_{Au} - \gamma$ მნიშვნელობებს, რომელთა მიხედვით აგებულია შესაბამისი q_1 მრუდი (სურ. 1 და სურ. 2). ანალოგიურად მოვძებნით $\beta_{Cu} - \gamma$ და $\beta_{Au} - \gamma$ -ს მნიშვნელობებს, როდესაც იცვლება q_2 , ხოლო q_1 და q_3 კი დაფიქსირდება მათ საშუალო სიდიდეზე. ძეხნის შედეგად აგებულ იქნა 1-ელ და მე-2 ნახაზებზე ნაჩვენები q_2 მრუდი. ასევე მოიძებნა $\beta_{Cu} - \gamma$ და $\beta_{Au} - \gamma$ წყვილების მნიშვნელობები, როდესაც იცვლება მხოლოდ q_3 , q_1 და q_2 კი შენარჩუნდება მათ საშუალო სიდიდეზე. ძეხნის შედეგად აგებულ იქნა 1-ელ და მე-2 სურათებზე მოყვანილი q_3 მრუდი.

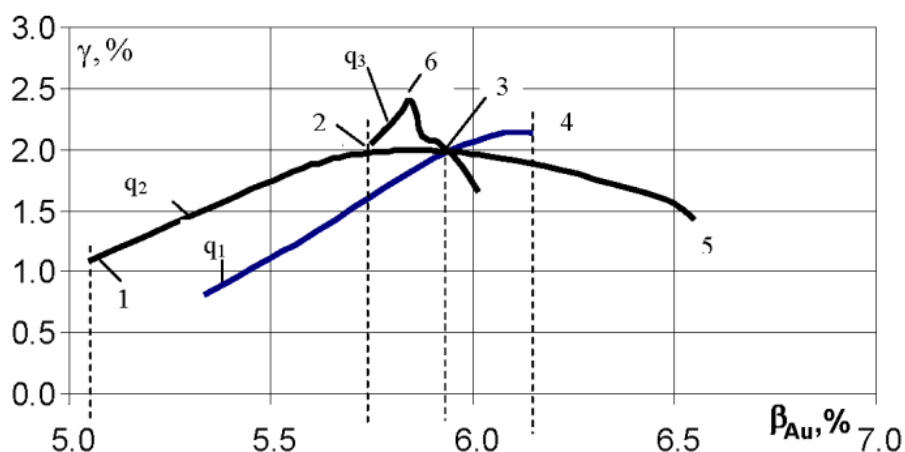
როგორც მიღებული გრაფიკებიდან ჩანს, როგორც სპილენძის, ასევე ოქროს ფლოტაციის პროცესის ოპტიმალური მართვისათვის ტექნოლოგიური (1) კრიტერიუმის მოთხოვნის (გეგმური ხარისხის კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავალი) შესაბამისად, საჭიროა თითოეული რეაგენტის ხარჯი ვმართოთ ცვალებადობის (5) ზღვრების გარკვეულ უბანზე. მაგალითად, სპილენძის ფლოტაციის შემთხვევაში (სურ. 1) q_1 რეაგენტის ცვალებადობა უნდა მოხდეს 1-2 და 7-4 შუალედებში. q_2 რეაგენტი უნდა ვცვალოთ 2-3 უბანზე მაშინ, როცა (3-5) უბანზე მისი ცვალებადობა არაა მიზანშეწონილი, რადგან კონცენტრატის გამოსავალი მკვეთრად იკლებს. ასეთი შედეგის მქონე უბნები არის ოქროს ფლოტაციის ოპტიმიზაციის გრაფიკებზეც (სურ. 2). ორივე პროცესის ოპტიმალური მართვის (სურ. 1) და (სურ. 2)-ზე ნაჩვენები გრაფიკებიდან მოვაცილოთ ის უბნები, რომლებიც არ უზრუნველყოფს კონცენტრატის გამოსავლის მატებას. მე-3 სურ-ზე ნაჩვენებია, თუ როგორი სახე მიიღო ასეთი მიდგომის შედეგად 1-ელ სურ-მა. პროცესის ოპტიმალური მართვისათვის პირველ რიგში უნდა დადგინდეს სპილენძის კონცენტრატის დავალებული (გეგმური) ხარისხი. მაგალითად, თუ ის 15%-მდეა, q_2 და q_3 რეაგენტების ხარჯი უნდა დავაყენოთ მათ საშუალო სიდიდეზე და ვცვალოთ მხოლოდ რეაგენტის ხარჯი მრუდის მონაკვეთზე 1-დან 2 წერტილამდე (კოორდინატებით $\beta_{Cu}=14,9\%$, $\gamma=1,53\%$.) ამ დროს q_1 რეაგენტის ხარჯი შეადგენს 12,5 გ/ტ-ს. შემდგომ, სპილენძის კონცენტრატის გამოსავლის და ხარისხის გაზრდის მიზნით q_1 რეაგენტის ხარჯი უნდა დავაფიქსიროთ ამ სიდიდეზე და ვცვალოთ მხოლოდ q_2 რეაგენტი წერტილამდე 3, რომლის კოორდინატებია $\beta_{Cu}=15,66\%$ და $\gamma=1,98\%$. კონცენტრატის გამოსავლის გაზრდის მიზნით q_1 და q_2 რეაგენტების ხარჯი უნდა დავა-

ფიქსიროთ აღნიშნულ სიდიდეებზე და ვცვალოთ q_3 რეაგენტი. შედეგად მივაღწევთ სპილენძის კონცენტრატის მაქსიმალურ გამოსავალს $\gamma=2,4\%$, როდესაც $\beta_{Cu}=15,88\%$ -ია (წერტილი 6). თუ გავაგრძელებთ q_3 ცვლილებას იმავე მიმართულებით, კონცენტრატის ხარისხი იზრდება, მაგრამ γ მცირდება. შემცირება გრძელდება, ვიდრე არ მივაღწეოთ მე-4 წერტილში კოორდინატებით

$\beta_{Cu}=16,1\%$ და $\gamma=2,12\%$. ამის შემდეგ q_3 -ის ცვალებადობა იმავე მიმართულებით მიუღებელია, რადგან მცირდება γ . დაეაფიქსიროთ q_3 შესაბამის სიდიდეზე და გავაგრძელოთ q_1 -ის ცვალებადობა. მივიღებთ კონცენტრატის გამოსავლის და მასში სპილენძის შემცველობის უფრო მაღალ სიდიდეებს. ოპტიმიზაცია სრულდება წერტილში 5, რომლის კოორდინატებია $\beta_{Cu}=16,95\%$ და $\gamma=2,15\%$.



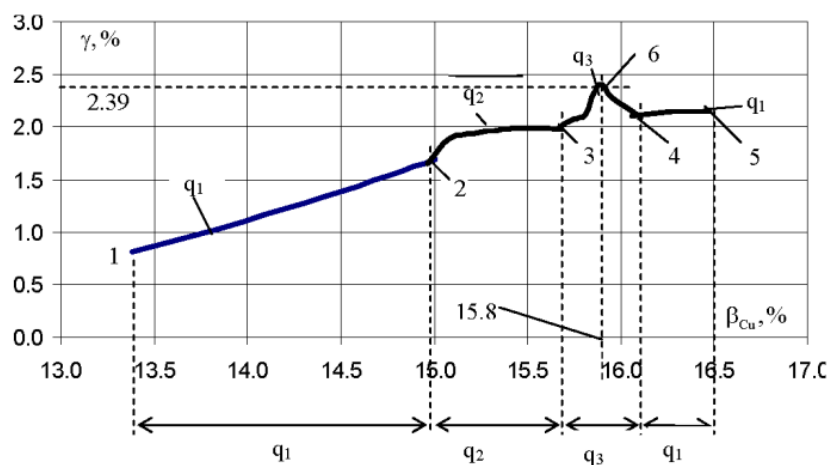
სურ. 1. ფლოტაციის პროცესის ოპტიმიზაცია სპილენძის კონცენტრატის მიხედვით



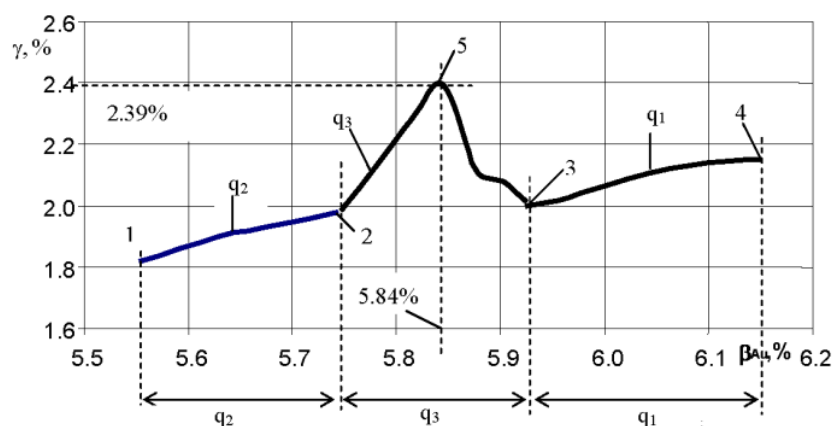
სურ. 2. ფლოტაციის პროცესის ოპტიმიზაცია ოქროს კონცენტრატის მიხედვით

ანალოგიურად აიგება ოქროს კონცენტრატის მიხედვით ოპტიმიზაციის საბოლოო გრაფიკი (სურ. 4) მე-2 სურ-ზე წარმოდგენილი ოპტიმიზაციის გრაფიკების მიხედვით. როგორც ვხედავთ, ოქროს კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავლის მისაღებად საჭიროა რეაგენტების ხარჯების განსხვავებული თანამიმდევრობა. კერძოდ უბანზე, 1-ელ წერტილიდან მე-2 წერტილამდე, უნდა ვცვალოთ q_2 რეაგენტი (q_1 და q_3 რეაგენტების ხარჯი დაფიქსირებულია მათ საშუალო მნიშვნელობაზე). მე-2 წერტილიდან მე-3 წერტილამდე მოქმედებაში შედის q_3 რეაგენტი (q_1 რეაგენტის ხარჯი დაფიქსირებულია მე-2 წერტილის შესა-

ბამის სიდიდებზე). ამ უბანზე, მე-3 წერტილში კონცენტრატის გამოსავალი აღწევს თავის მაქსიმუმს $\gamma=2.39\%$, ხოლო ოქროს შემცველობა მიღებულ პროდუქტში შეადგენს $\beta_{Au}=5.84\%$ -ს. მე-3 წერტილიდან მე-4 წერტილამდე გრაფიკი დაღმავალია, რაც ნიშნავს, რომ კონცენტრატის გამოსავალი იკლებს 2%-მდე. მეორე მხრივ ოქროს შემცველობა იზრდება 5.93%-მდე, რაც გამოსავლის შემცირების მიუხედავად შეიძლება მისაღები იყოს მწარმოებლისათვის. ამ წერტილიდან მოქმედებაში შედის q_1 რეაგენტი. შედეგად მივაღწიოთ მე-5 წერტილში, სადაც $\gamma=2.15\%$ და $\beta_{Au}=6.15\%$.



სურ. 3. ფლოტაციის პროცესის სპილენძის კონცენტრატის მიხედვით ოპტიმიზაციის საბოლოო გრაფიკი



სურ. 4. ფლოტაციის პროცესის ოქროს კონცენტრატის მიხედვით ოპტიმიზაციის საბოლოო გრაფიკი

მე-3 და მე-4 სურათებზე გამოყოფილია უბნები, რომლებიც მიგვითითებს თუ კონცენტრატის ხარისხის დავალებული სიდიდის მიხედვით რომელი რეაგენტი უნდა ვცვალოთ, რათა მივაღწიოთ კონცენტრატის მაქსიმალურ გამოსავალს. მე-3 და მე-4 სურათებზე ნახვენები გრაფიკები მიუთითებს იმაზე, რომ ოპტიმუმის წერტილის მოსაძებნად აუცილებელია განსაზღვრული იყოს კონცენტრატის ხარისხის დავალებული მნიშვნელობა, რომლის გათვალისწინებით განისაზღვრება კონცენტრატის გამოსავალის სავარაუდო მაქსიმალური სიდიდე.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევების შედეგები დაფუძნებულია სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელად გასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციის პროცესის მათემატიკურ მოდელზე, ოპტიმიზაციის კრიტერიუმზე და წრფივი დაპროგრამების მეთოდის გრაფიკული ვარიანტის გამოყენებაზე. ოპტიმიზაციის შედეგად განისაზღვრა მმართველი ზემოქმედებების (რეაგენტების ხარჯები) ცვალებადობის თანამიმდევრობა და უბნები, რომლებიც გვაძლევს საშუალებას რეგულირების ფარგლებში მივიღოთ როგორც სპილენძის, ასევე ოქროს სხვადასხვა ხარისხის კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავალი.

ლიტერატურა

1. Butskhrikidze G., Oniani M. Flotation process optimization by the linear programming method. Samto zhurnali. #1(8). 2002, 48-49 pp. (in Georgian).
2. Butskhrikidze G., Oniani M. Optimization criterion and tasks for the ore enrichment processes. Samto zhurnali. #2(15). 2005, 79-81 pp. (in Georgian).
3. Enageli R., Gamtsemlidze M., Talakhadze D. and others. Study of flotation process of the refractory copper – gold of the Madneuli deposit for optimal control. Saqartvelos sainzhinro siakhleni. #4. Tbilisi. 2016. (in Georgian).
4. Barsky L. A., Kozin V.Z. The system analysis in mineral processing. Nedra. Moscow. 1978, 486 p. (in Russian)
5. Butskhrikidze G. Method of optimizing identification of technological processes of enrichment at many control parameters. Scientific and technical journal “News of the higher institutions. Mining journal”. №11. 1980, 82-86 pp. (in Russian).

UDC 625.75

SCOPUS CODE 2201

OPTIMIZATION OF THE FLOTATION PROCESS OF THE REFRACTORY COPPER - GOLD ORE OF THE MADNEULI DEPOSIT

R. Enageli

Department of Mining Technology, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str., 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: enageli@mail.ru

Reviewers:

M. Oniani, Associate Professor, Department of Mining Technology, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: moniani@gmail.com

M. Kitoshvili, Associate Professor, Department of Labor Safety and Emergency Control, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: m.qitoshvili@gtu.ge

ABSTRACT. The article is concerned with the determination of optimal values for the control parameters of the flotation process of the Madneuli refractory ore, containing copper and gold. Optimization of the process has been carried out according to the technological criterion - obtaining the maximum yield of the conditioned concentrate when the control actions are changed within limits. The mathematical description is based on the probability model. As a result, the target (concentrate yield) and constraint (concentrate quality) functions have been obtained. Taking into account that these functions are monotonous, the process optimization has been carried out by a graphical version of the linear programming method. During optimization, the reagent consumption is alternatively changed (frothing agent, depressor, collector) to achieve the maximum yield of the concentrate. As a result of the research, the values of the reagent consumption have been determined, under which their effect on the process is maximal. The graphs of the change in the concentrate yield, depending on the content of copper and gold, have been plotted. The obtained results allow to determine the areas, within which the reagent consumption should be regulated. The optimal values of control actions (reagent consumption), which ensure the maximum yield of the conditioned concentrate, have been defined.

KEY WORDS: Copper; flotation process; gold; optimization; optimization criterion; quality and concentrate yield; reagent.

UDC 625.75

SCOPUS CODE 2201

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ ТРУДНОБОГАЩАЕМОЙ МЕДНО-ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Энагели Р.П.

Департамент горных технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: enageli@mail.ru

Рецензенты:

М. Ониани, ассоц. профессор Департамента горных технологий горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: moniani@gmail.com

М. Китошвили, ассоц. профессор Департамента безопасности труда и чрезвычайных ситуаций горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: m.qitoshvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена установлению оптимальных величин управляющих параметров процесса флотации маднеульской труднобогатеющей руды, содержащей медь и золото. Оптимизация процессов осуществлена согласно технологическому критерию – получению максимального выхода кондиционного концентрата при изменении управляющих воздействий в установленных пределах. Математическое описание проведено на основе вероятностной модели. В результате получены функции цели (выхода концентрата) и ограничения (качество концентрата). Ввиду того, что эти функции являются монотонными, оптимизация процессом проведена графическим вариантом метода линейного программирования. При оптимизации поочередно менялся расход реагентов (вспениватель, депрессор, коллектор) с целью достижения максимального выхода концентрата. В результате поиска установлены величины расхода реагентов, при которых их влияние на процесс максимально. Построены графики изменения выхода концентрата от содержания в нем меди и золота. Полученные результаты дают возможность определить участки, в пределах которых следует регулировать расход реагентов. Определены оптимальные величины управляющих воздействий (расходов реагентов), которые обеспечивают получение максимального выхода кондиционного концентрата.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: качество и выход концентрата; критерий оптимизации; золото; медь; оптимизация; процесс флотации; реагент.

UDC 622

SCOPUS CODE 2201

ოპტიმიზაციის შედეგების პროგნოზირება

მ. მონიანი სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: moniani@gmail.com

რეცენზენტები:

რ. ენაგელი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: Enageli@mail.ru

მ. წერეთელი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: mi-tseret@rambler.r

ანოტაცია. სტატიაში მოცემულია მანგანუმის მადნის ფლოტაციური ხერხით გამდიდრების პროცესის ოპტიმალური მართვის ალგორითმი. კვლევები ჩატარებულია პროცესის მათემატიკური მოდელისა და წრფივი დაპროგრამების მეთოდის გრაფიკული ვარიანტის გამოყენებით. მიღებული მართვის ალგორითმი ასახავს მმართველი სიდიდის (თხევადი მინის ხარჯი) ოპტიმალურ დამოკიდებულებას შემაშვოთებელ ზემოქმედებაზე (გასამდიდრებელ მადანში მანგანუმის შემცველობა). ამ უკანასკნელის მნიშვნელობების ცვლილების არე დაყოფილია გარკვეული ბიჯით. ნაანგარიშებია მიზნის ფუნქცია მანგანუმის შემცველობის თითოეული მნიშვნელობისათვის. გათვალისწინებულია ექსპერიმენტის დროს ჩატარებული გაზომვების რაოდენობა თითოეულ შუალედში და ნაპოვნია გამდიდრების პროცესის მაჩვენებლები მათი ხვედრითი წილის გათვალისწინებით. ამის საფუძველზე გაკეთებულია პროგნოზი - ოპტიმიზაციის საფუძველზე

აგებული ავტომატური მართვის სისტემა უზრუნველყოფს შემაშვოთებელი ზემოქმედების ცვალებადობის მიუხედავად კონდიციური კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავლის მიღებას.

საკვანძო სიტყვები: ავტომატური მართვის სისტემა; მართვის ალგორითმი; მმართველი სიდიდე; ოპტიმიზაცია; ფლოტაციის პროცესი; შემაშვოთებელი ზემოქმედება.

შესავალი

სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ტექნოლოგიური ამოცანა ზოგად შემთხვევაში დაიყვანება მმართველი სიდიდეების რეგულირებაზე შემაშვოთებელი სიდიდეების მიხედვით. ტექნოლოგიური პროცესის მათემატიკური მოდელისა და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე

მოსდა შემაშფოთებელი ზემოქმედების (გასამდიდრებელ მადანში მანგანუმის შემცველობის) ცვლილების ფარგლების დაყოფა გარკვეული ბიჯით, თითოეულ შუალედს შევუსაბამეთ ექსპერიმენტის დროს ჩატარებული გაზომვების რაოდენობა ამ შუალედში. მის საფუძველზე გავითვალისწინეთ გამდიდრების პროცესის მანევრების ხვედრითი წილი, რამაც შესაძლებელი გახდა გაგვეკეთებინა მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულების პროგნოზირება.

ძირითადი ნაწილი

ჭიათურის ცენტრალური საფლოტაციო ფაბრიკის პირობებისათვის შემუშავებულია ფლოტაციის ტექნოლოგიური პროცესის მათემატიკური მოდელი (მიზნისა და შეზღუდვის ფუნქციები) [1, 3]:

$$\gamma(q_1, q_2, q_3) =$$

$$= 1.25 \cdot 10^{-8} q_1^{0.62} q_2^{-6.45} q_3^{22.9} e^{-5.95 \cdot 10^{-6} q_1 + 11.07 q_2 - 5.37 q_3} \rightarrow \max, \quad (1)$$

შეზღუდვის ფუნქცია

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) =$$

$$= \alpha + 6.68 q_1^{0.68} q_2^{-0.2} q_3^{0.87} \alpha^{-1} Q^{-0.0084} = \beta_0 \quad (2)$$

და რეაგენტების დასაშვები ცვალებადობის საზღვრები

$$6.3 \leq q_1 \leq 7; \quad 0.56 \leq q_2 \leq 0.75; \quad 4.4 \leq q_3 \leq 5, \quad (3)$$

სადაც γ არის კონცენტრატის გამოსავალი, %; β – კონცენტრატის ხარისხი, %; β_0 – კონცენტრატის ხარისხის დავალებული მნიშვნელობა, %; α – გასამდიდრებელი მადნის ხარისხი (Mn-ის შემცველობა), %; Q – გასამდიდრებელი მადნის ხარჯი (მწარმოებლობა), ტ/სთ; q_1, q_2, q_3 – რეაგენტების (შესაბამისად, გასაპნული ტალის ზეთის, სოლარის ზეთისა და თხევადი მინის) ხარჯები, კგ/წთ;

q_1, q_2, q_3 – მმართველი სიდიდეებია, ხოლო α და Q – შემაშფოთებელი.

ოპტიმიზაციის ამოცანის გადასატრედად გამოყენებულია წრფივი დაპროგრამების მეთოდის გრაფიკული ვარიანტი [2, 3]. ჩამოყალიბებულია პროცესის მართვის ალგორითმი, რაც მდგომარეობს გასამდიდრებელი მადნის α ხარისხზე q_1, q_2, q_3 მმართველი სიდიდეების (რეაგენტების ხარჯების) ოპტიმალური დამოკიდებულებების პოვნაში, რომელიც უზრუნველყოფს დავალებული β_0 ხარისხის კონცენტრატის მაქსიმალურ გამოსავალს [3].

ოპტიმიზაცია გვაძლევს ტექნოლოგიური პროცესის ხარისხის მანევრების პროგნოზირების საშუალებას. კერძოდ, შესაძლებელი ხდება გავივით, თუ როგორია შემოსული მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულება.

თუ გავანალიზებთ ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგებს, შევნიშნავთ, რომ შემოსულ გასამდიდრებელ მასალაში მანგანუმის შემცველობა უმთავრესად მერყეობს 10 – 14 %-ის ფარგლებში [3]. ჩატარებული 98 ცდიდან ამ შუალედზე მოდის 85 ცდის შედეგი. დავით α -ს მნიშვნელობები $\Delta\alpha=0.5$ ბიჯით. თითოეულ შუალედს შევუსაბამეთ ექსპერიმენტის დროს ჩატარებული გაზომვების რაოდენობა ამ შუალედში (f). ეს საშუალებას მოგვცემს მოგვიანებით ვიპოვოთ პროცესის მანევრებლები მათი ხვედრითი წილის გათვალისწინებით. საწყის წერტილად ავიღოთ მართვის საწყისი, მე-4 წერტილი [1, 3].

ამ წერტილში რეაგენტების ხარჯების მნიშვნელობებია:

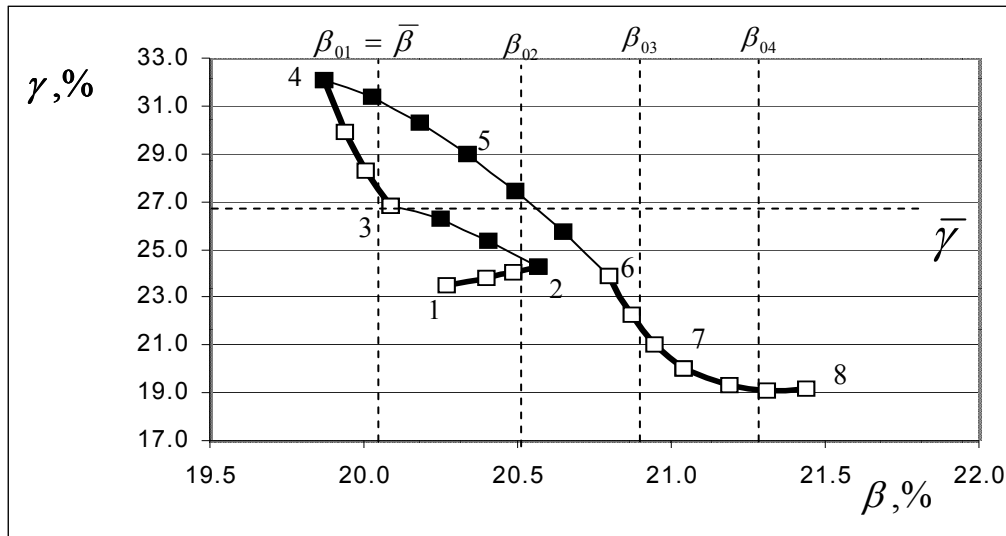
$$q_1 = q_{1\max} = 7;$$

$$q_2 = q_{2\max} = 0.75; \quad (4)$$

$$q_3 = q_{30} = 4.4.$$

ოპტიმიზაცია განვახორციელოთ მართვის ალგორითმით [3]:

$$q_3 = 0.0235(\beta_0 - \alpha)^{1.15} \alpha^{1.15},$$



სურ. 1. ოპტიმიზაციის გრაფიკი

რაც ნიშნავს, რომ α -ს მნიშვნელობების ცვლილებისას 10-დან 14%-მდე, q_3 მიიღებს შესაბამის ცვლად მნიშვნელობებს. ამ დროს q_1 , q_2 ფიქსირებულია. რეაგენტების q_1 , q_2 , q_3 ხარჯების მნიშვნელობების ჩასმით (1) და (2) გამოსახულებებში მივიღებთ ყოველი α -თვის შესაბამის β -ს და γ -ს მნიშვნელობებს. საშუალო γ გამოსავლის ანგარი-

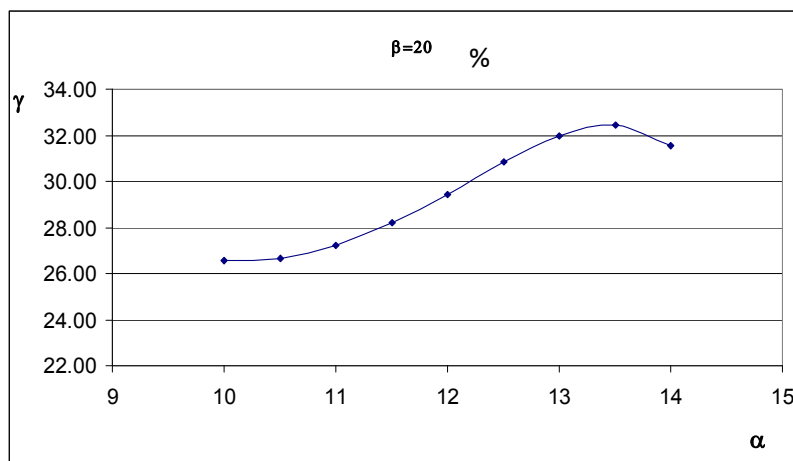
შის დროს გავითვალისწინოთ α -ს თითოეულ შუალედში მისი მნიშვნელობების სიხშირე.

ასეთი ანგარიში ჩავატაროთ კონცენტრატის ხარისხის სამი სხვადასხვა დავალებული მნიშვნელობისთვის: 20, 20.3 და 20.6. ანგარიშის შედეგები მოცემულია ცხრილში.

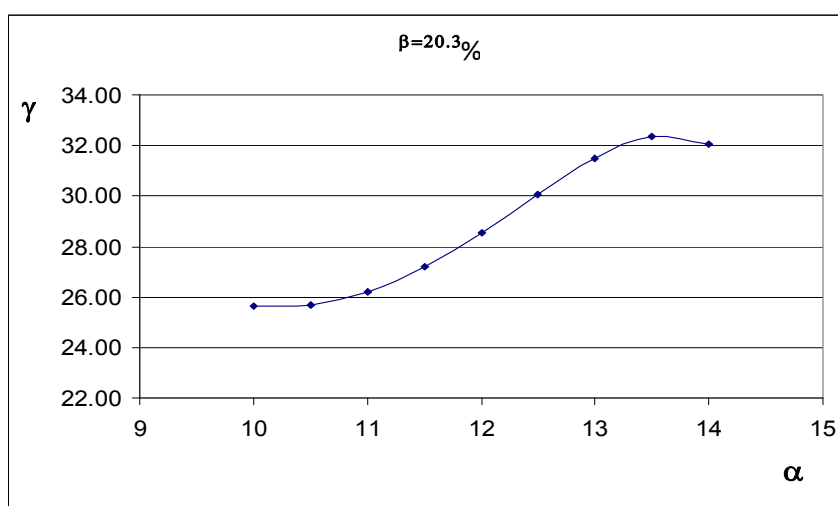
Nº	α	q_1	q_2	q_3	β	γ	β_0	$\Delta\alpha$	f	$\Sigma\gamma_n$
1	10	7	0.75	4.85	19.99	26.58	20.00			
2	10.5	7	0.75	4.85	19.99	26.68	20.00	10-10.5	5	133.4
3	11	7	0.75	4.81	19.99	27.23	20.00	10.5-11	10	272.3
4	11.5	7	0.75	4.75	19.99	28.19	20.00	11-11.5	8	225.52
5	12	7	0.75	4.67	19.99	29.46	20.00	11.5-12	16	471.36
6	12.5	7	0.75	4.55	19.99	30.83	20.00	12-12.5	9	277.47
7	13	7	0.75	4.41	19.99	31.98	20.00	12.5-13	12	383.76
8	13.5	7	0.75	4.25	19.99	32.42	20.00	13-13.5	15	486.3
9	14	7	0.75	4.06	19.99	31.55	20.00	13.5-14	10	315.5
									85	2565.61
									$\gamma_{საშ}$	30.1836

N°	α	q_1	q_2	q_3	β	γ	β_0	$\Delta\alpha$	f	$\Sigma\gamma_n$
1	10	7	0.75	4.91	20.28	25.63	20.30			
2	10.5	7	0.75	4.9	20.29	25.68	20.30	10-10.5	5	128.4
3	11	7	0.75	4.87	20.29	26.21	20.30	10.5-11	10	262.1
4	11.5	7	0.75	4.82	20.29	27.19	20.30	11-11.5	8	217.52
5	12	7	0.75	4.73	20.29	28.52	20.30	11.5-12	16	456.32
6	12.5	7	0.75	4.62	20.29	30.05	20.30	12-12.5	9	270.45
7	13	7	0.75	4.48	20.29	31.49	20.30	12.5-13	12	377.88
8	13.5	7	0.75	4.32	20.29	32.36	20.30	13-13.5	15	485.4
9	14	7	0.75	4.13	20.29	32.07	20.30	13.5-14	10	320.7
									85	2518.77
									$\gamma_{\text{საშ}}$	29.6326
N°	α	q_1	q_2	q_3	β	γ	β_0	$\Delta\alpha$	f	$\Sigma\gamma_n$
1	10	7	0.75	5.01	20.58	23.62	20.60			
2	10.5	7	0.75	5.02	20.59	23.57	20.60	10-10.5	5	117.842
3	11	7	0.75	4.99	20.59	24.03	20.60	10.5-11	10	240.307
4	11.5	7	0.75	4.94	20.59	24.99	20.60	11-11.5	8	199.925
5	12	7	0.75	4.86	20.59	26.40	20.60	11.5-12	16	422.395
6	12.5	7	0.75	4.76	20.59	28.15	20.60	12-12.5	9	253.336
7	13	7	0.75	4.62	20.59	30.02	20.60	12.5-13	12	360.239
8	13.5	7	0.75	4.47	20.59	31.64	20.60	13-13.5	15	474.542
9	14	7	0.75	4.28	20.59	32.42	20.60	13.5-14	10	324.231
									85	2392.82
									$\gamma_{\text{საშ}}$	28.1508

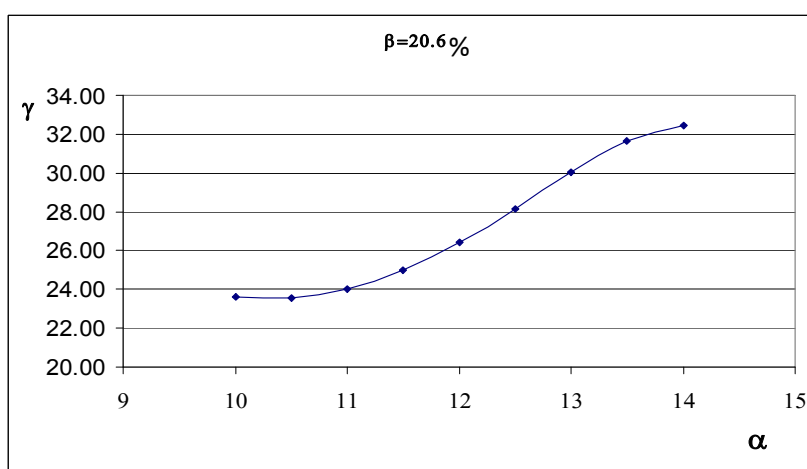
ცხრილის მონაცემების მიხედვით შემოსული მასალის ხარისხზე (α) გამოსავლის დამოკიდებულების გრაფიკები სხვადასხვა β_0 -ის შემთხვევაში მოცემულია მე-2, მე-3 და მე-4 სურათებზე.



სურ. 2. ოპტიმიზაციის შედეგად მიღებული შემოსული მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულების გრაფიკი $\beta=20\%$ -ის შემთხვევაში



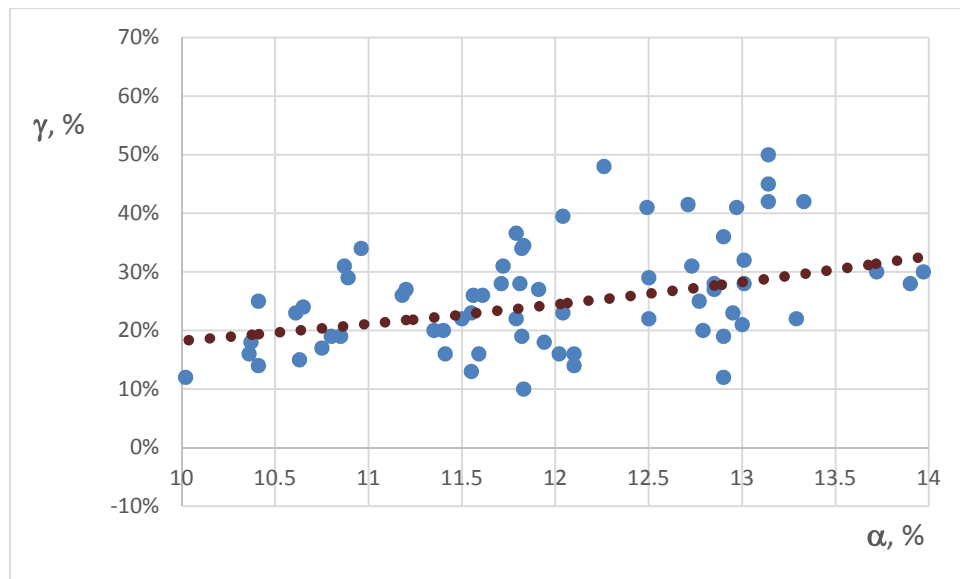
სურ. 3. ოპტიმიზაციის შედეგად მიღებული შემოსული მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულების გრაფიკი $\beta=20.3\%$ -ის შემთხვევაში



სურ. 4. ოპტიმიზაციის შედეგად მიღებული შემოსული მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულების გრაფიკი $\beta=20.6\%$ -ის შემთხვევაში

მე-5 სურათზე მოცემულია შემოსული მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულების გრაფი-

კი, რომელიც აგებულია ფლოტაციის პროცესის სტატისტიკური მონაცემების [3] მიხედვით.



სურ. 5. შემოსული მასალის ხარისხზე გამოსავლის დამოკიდებულების გრაფიკი ოპტიმიზაციამდე

ცხრილის მონაცემების გაანალიზება, და შესაბამისად, ნახაზების შედარება, აშკარად გვიჩვენებს ოპტიმიზაციით მიღებულ ეფექტს. ფლოტაციის პროცესის ოპტიმიზაციის შედეგად $\beta_0 = 20\%$ -ის შემთხვევაში კონცენტრატის საშუალო გამოსავალი გახდა 30.2% (სურ. 2), $\beta_0 = 20.3\%$ -ის შემთხვევაში 29.6% (სურ. 3), ხოლო $\beta_0 = 20.6\%$ -ის შემთხვევაში – 28.2% (სურ. 4), რაც ყველა შემთხვევაში გაცილებით მაღალია ოპტიმიზაციამდე გამოსავლის საშუალო მნიშვნელობაზე – $\bar{\gamma} = 26.4\%$ (სურ. 5) [3].

დასკვნა

ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებულია მანგანუმის მადნის ფლოტაციური ხერხით გამდიდრების პროცესის ოპტიმალური მართვის ალგორითმი. კვლევები ჩატარებულია პროცესის მა-

თემატიკური მოდელისა და წრფივი დაპროგრამების მეთოდის გრაფიკული ვარიანტის გამოყენებით. მიღებული მართვის ალგორითმი ასახავს მმართველი სიდიდის – თხევადი მინის ხარჯის დამოკიდებულებას შემამუშოთებელ ზემოქმედებაზე. ამ უკანასკნელის ცვლილების ფარგლები დაყოფილია გარკვეული ბიჯით. ნაანგარიშევა თითოეულის შესაბამისი მიზნის ფუნქცია. გათვალისწინებულია გაზომვების რაოდენობა თითოეულ შუალედში და ამის საფუძველზე ნაპოვნი გამდიდრების პროცესის მაჩვენებლები მათი ხვედრითი წილის გათვალისწინებით. ყოველივე ამან მოგვცა პროგნოზირების საშუალება: ოპტიმიზაციის საფუძველზე აგებული მართვის სისტემა უზრუნველყოფს შემამუშოთებელი ზემოქმედების ცვალებადობის მიუხედავად კონდიციური კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავლის მიღებას.

ლიტერატურა

1. Butskhrikidze G., Oniani M. Optimization criterion and tasks for the ore enrichment processes. „Samto zhurnali”. #2(15). 2005, 79-81 pp. (in Georgian).
2. Butskhrikidze G., Oniani M. Flotation process optimization by the linear programming method. „Samto zhurnali”. #1(8). 2002, 48-49 pp. (in Georgian).
3. Oniani M. Flotation process optimization. Publishing house „teqniki universiteti”. Tb., 2012. (in Georgian).

UDC 622

SCOPUS CODE 2201

FORECAST OF THE OPTIMIZATION RESULTS

M. Oniani Department of Mining Technology, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: moniani@gmail.com

Reviewers:

R. Enageli, Professor, Department of Mining Technology, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: Enageli@mail.ru

M. Tsereteli, Professor, Department of Mining Technology, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: mi-tseret@rambler.r

ABSTRACT. The paper deals with the algorithm for manganese ore enrichment process by flotation method. The research is performed using the mathematical model of the process and graphical option of linear programming. The obtained control algorithm reflects the optimal relation of the controlling quantity (consumption of the liquid glass) on the disturbing influence (manganese content in the ore to be enriched). The range of the change of the latter is divided into certain steps. The aim function is calculated for each value of manganese content. Number of measurements in each interval of the experiment is considered and enrichment process identifiers are found taking into their share as well. Based on this the forecast is made - optimization based automated control system provides maximum outcome of conditional concentrate regardless changes in disturbing influence.

KEY WORDS: Automated control system; control algorithm; controlling quantity; disturbing influence; flotation process; optimization.

UDC 622

SCOPUS CODE 2201

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПТИМИЗАЦИИ

Ониани М.Ш. Департамент горных технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: moniani@gmail.com

Рецензенты:

Р. Энагели, профессор Департамента горных технологий горно-геологического факультета ГТУ
E-mail: Enageli@mail.ru

М. Церетели, профессор Департамента горных технологий горно-геологического факультета ГТУ
E-mail: mi-tseret@rambler.r

АННОТАЦИЯ. Приводится алгоритм управления процессом обогащения марганцевой руды методом флотации. Исследования проведены с помощью применения математической модели и графического варианта метода линейного программирования. Полученный алгоритм управления дает зависимость управляющей величины (расхода жидкого стекла) от возмущающего воздействия (содержания марганца в обогащаемой руде). Область изменения значений последнего разделена определенным шагом. Проведен расчет целевой функции для каждого значения содержания марганца. Предусмотрено количество измерений в каждом интервале и найдены показатели процесса обогащения с учетом их удельной доли. На основе вышеуказанного сделан прогноз – построенная на основе оптимизации система автоматического управления обеспечивает получение максимального выхода кондиционного концентрата независимо от изменения возмущающего воздействия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: алгоритм управления; возмущающее воздействие; оптимизация; процесс флотации; система автоматического управления; управляющая величина.

UDC 624.21.8

SCOPUS CODE 2205

PORTABLE AND RAPIDLY DEPLOYABLE, SINGLE SPAN MECHANIZED BRIDGES FOR EXTREME SITUATIONS

- M. Sanikidze** Institute of Constructions, Special Systems and Engineering Maintenance of the Georgian Technical University, 68b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: sanikidze@gtu.ge
- N. Tsignadze** Institute of Constructions, Special Systems and Engineering Maintenance of the Georgian Technical University, 68b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tsignadze@gtu.ge
- G. Medzmariashvili** Institute of Constructions, Special Systems and Engineering Maintenance of the Georgian Technical University, 68b M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: georgesmaximilian@gmail.com

Reviewers:

O. Khazaradze, Professor, Department of Civil and Industrial Engineering, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: khazaradze@gtu.ge

G. Gratiashvili, Dr. Scientific Worker at the Institute of Constructions, Special Systems and Engineering Maintenance, GTU
E-mail: george_gratiashvili@yahoo.com

ABSTRACT.

The present work considers the existing and possible logical schemes of deployment and laying of the rapidly deployable, single span bridges on the obstacle.

The considered schemes are classified according to basic principles of shaping the engineering transformable systems. As a result, the fact that the accomplished single span bridges are based on one of the transformation principles becomes clear.

The further enlargement of deployable bridge spans is becoming possible by using a composed – complex principle of transformable engineering systems. The work reviews the development of bridge structural designs by combination of folding and telescopic principles and principles of folding and rolling to enable overcoming obstacles with the width of 40-48 meter, instead of existing 20-24 meter width barriers, by deployable single span bridges.

KEY WORDS: Bridge; extreme; mechanized; portable; rapidly deployable; single span; shaping; transformable.

INTRODUCTION

One of the pressing problems in the bridge engineering is the development of rapidly deployable single span bridges capable of being placed on a single vehicular mounting means. Such bridge constructions may be used in instances where it is impossible to erect intermediate supports in a short time period. The reason is short time allotted for laying a bridge on the one hand, and, in case of availability of the intermediate supports on an obstacle, their big length, lack of information about physical and mechanical properties of soil, very fast flow of rivers, complicated outline of a profile and many more factors on the other hand.

The so called mechanized rapidly deployable single span bridges are used in practice under extreme conditions, both in military and civil circumstances.

For example, mechanized military bridges, also known as “assault” bridges, are laid over an obstacle in 3÷10 minutes. The bridge’s length is 22-24-32 meters at the most. The whole process proceeds from the personnel

armoured equipment, without having to leave a tank. The folded bridge unit load height is 2.5 meters at the maximum, and width is up to 4 meters, the length often being 10-12 meters, sometimes reaching 16 meters. Their weight varies within the range of 12÷20 tones.

As can be seen from the above parameters, the folded pallet length of the bridge reaches the transportation size limit and sometimes even exceeds it. This contributes to the difficulties in maneuvering of a bridgelay – tank or motorcar.

In modern stage, various modifications of state equipment of a bridge and a bridgelay illustrated in figures 1 to 4, having the bridge weight-carrying ability within 50÷100 tones, have found wide application among the mentioned class bridges (<http://www.army-technology.com/contractors/engineering./man>; <http://www.globalsecurity.org/military/world/rok/k1-pics.htm>; <http://tewton.narod.ru/texnica/>).



Fig. 1. The deployable bridge built by mutual displacement and sliding of the stacked span blocks



Fig. 2. The stowed bridge transport package disposed on a tank bridgelay and developed in "scissors" like deployment principle

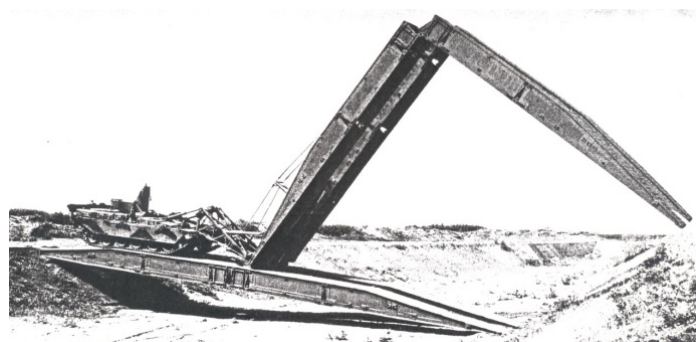


Fig. 3. The bridge mounting process with individual blocks of span parts deployed in "scissors" like principle



Fig. 4. The bridge built in the principle of “double scissors” deployment of individual blocks of the span parts

It is just the sizes and weight of the folded unit load that impose a constraint on the condition that the existing solutions do not allow to build bridges having spans of 32-48 meters in deployed state by a single vehicular mounting means. Otherwise, if it was possible to create such bridges it would be possible to cross all existing dry or wet gaps by 85-95% even for military purposes, not to say anything on the use for civil purposes.

The mentioned bridges are deployed in appropriate places according to different schemes.

MAIN PART

1. THE BRIDGE DEPLOYMENT SCHEMES

By systematizing the folding/deployment and laying of single span bridges over an obstacle, the following logical schemes are obtained after deployment:

I. THE BRIDGE CONSTRUCTION IS DELIVERED WITHOUT BEING FOLDED OR DEPLOYED AND LAID OVER AN OBSTACLE (Fig. 5).

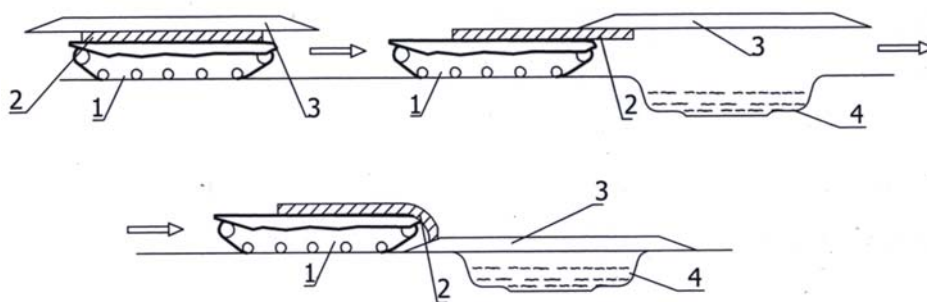


Fig. 5. 1 – Vehicle; 2 – Mounting means; 3 – The bridge construction; 4 – Obstacle

Such bridges must not be longer than 12 meters due to the unit load size limits.

II. THE BRIDGE CONSTRUCTION IS LAID OVER AN OBSTACLE BY APPLICATION OF A METHOD OF THROWING (Fig. 6).

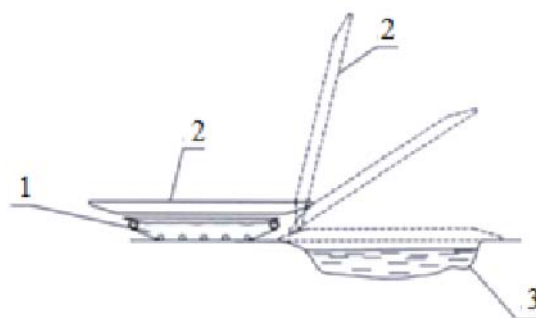


Fig. 6. 1 – Vehicle; 2 – The bridge span construction; 3 – Obstacle

III. THE BRIDGE SPANS WITH BIDIRECTIONAL OPENING (Fig. 7).

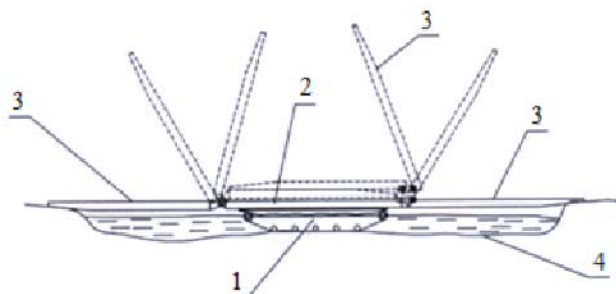


Fig. 7. 1 – Vehicle; 2 – Fixed span of a bridge; 3 – Opening spans; 4 – Obstacle

IV. SETTING A BRIDGE SPAN SUPERSTRUCTURE OVER AN OBSTACLE BY MEANS OF DISMEMBERED UNITS AND A TELESCOPIC BOOM (Fig. 8).

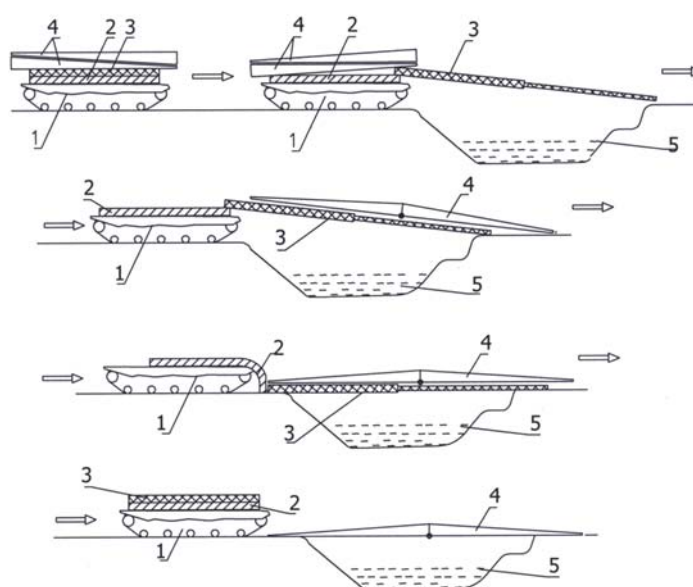


Fig. 8. 1 – Vehicle; 2 – Mounting means; 3 – Telescopic arrow; 4 – Dismembered units of the bridge span; 5 – Obstacle

V. SETTING THE ENTIRE SPAN SUPERSTRUCTURE BY DISMEMBERED UNITS OF THE BRIDGE SPANS AND LAYING THEREOF OVER AN OBSTACLE (Fig. 9).

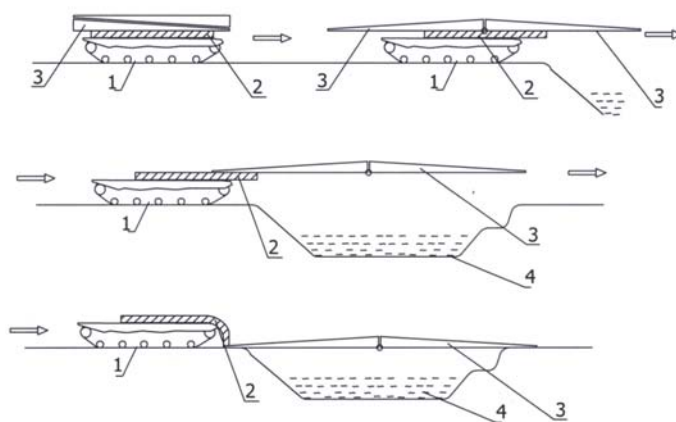


Fig. 9. 1 – Vehicle; 2 – Mounting means; 3 – Dismembered units of the bridge span; 4 – Obstacle

VI. THE ROLLED-DEPLOYABLE CONSTRUCTION OF THE BRIDGE SPAN (fig. 10).

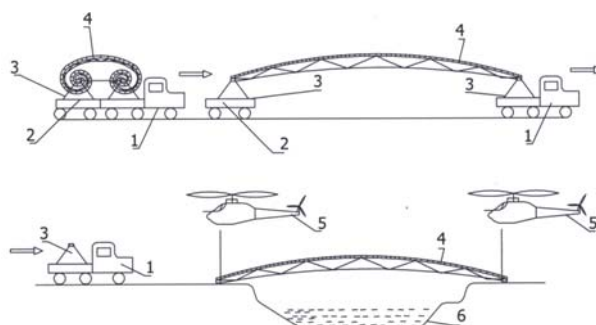


Fig. 10. 1 – Vehicle; 2 – Follower vehicle; 3 – Mounting elements; 4 – Rollable bridge construction; 5 – Helicopter; 6 – Obstacle

VII. “SCISSORS” LIKE CONSTRUCTION OF THE BRIDGE SPAN (Fig. 11).

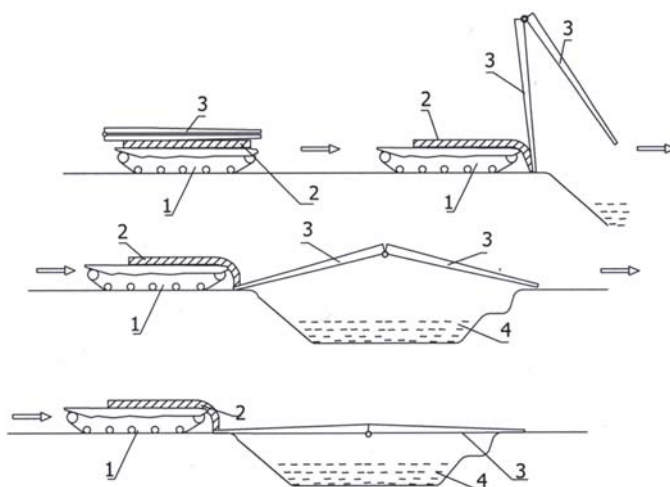


Fig. 11. 1 – Vehicle; 2 – Mounting means; 3 – The span construction consisting of two parts and united by scissors principle; 4 – Obstacle

VIII. THE “SCISSORS” LIKE CONSTRUCTION OF THE BRIDGE SPAN ATTACHED TO A VEHICLE (Fig. 12).

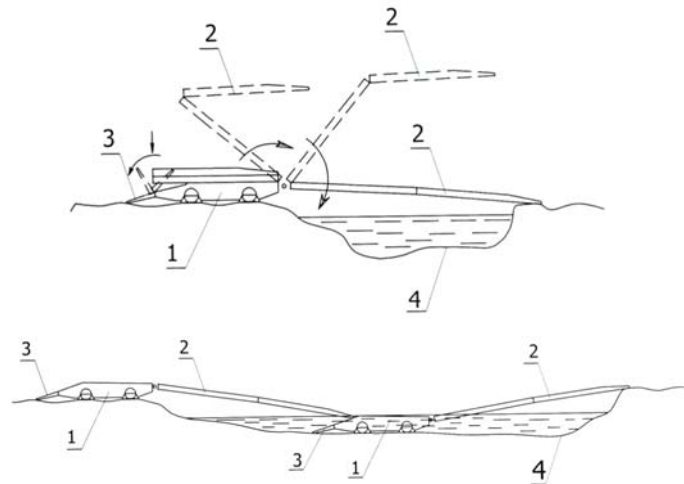


Fig. 12. 1 – Vehicular mounting means; 2 – “Scissors” like span;
3 – Bridge entrance; 4 – Obstacle

IX. THE DOUBLE HINGE FOLDABLE-DEPLOYABLE CONSTRUCTION OF THE BRIDGE – “DOUBLE SCISSORS” (Fig. 13).

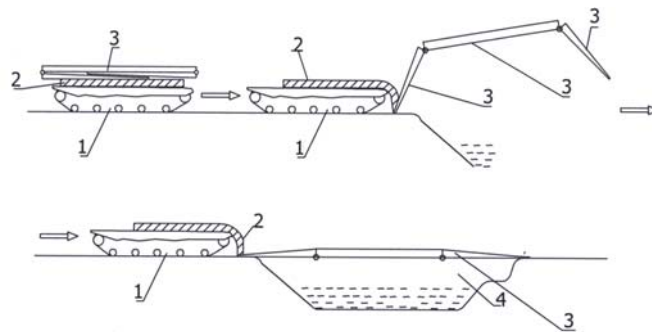


Fig. 13. 1 – Vehicle; 2 – Mounting means; 3 – The bridge span construction consisting of hingedly coupled three units; 4 – Obstacle

According to the engineering systems theory [1], shaping of the deployment encompasses three basic principles, that are used in form shaping of the space reflectors [2]. Let us discuss each independently:

In such a model, when the system is rolling or deploying, its opposite sides (+ -) are coming nearer to or move away from each other respectively, which can be expressed by symbols in the following way:

1. Rolling principle (Fig. 14).

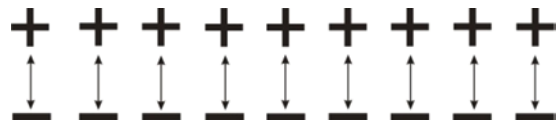
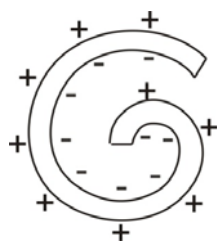
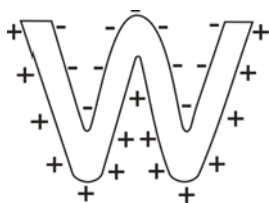


Fig. 14

2. Folding principle (Fig. 15).



In such a model, when the system is folding or deploying, its same sides (+ ; -) and (_ ; _) are coming nearer to or move away from each other respectively, which can be expressed by symbols in the following way:

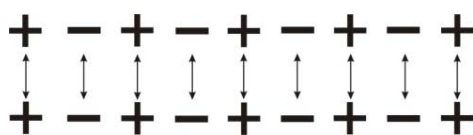
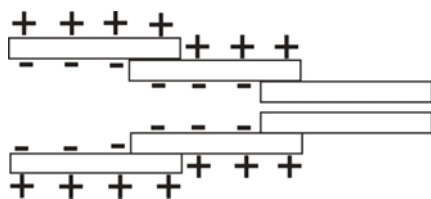


Fig. 15

3. Telescopic principle (Fig. 16).



In such a model, when the system is folding or deploying, its different elements, surfaces with different symbols (+ _) are mutually displaced longitudinally. This leads to folding and deployment, which can be expressed by symbols in the following way:

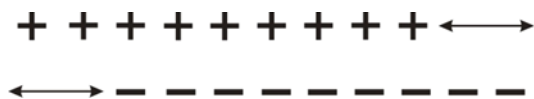


Fig. 16

If we consider the logical schemes for deployment and folding of the deployable bridges according to the shaping principles of the transformable engineering systems, it can be concluded that all represented schemes correspond to one of the principles of transformations only.

The classification of the schemes is as follows (see figures 5 to 13):

- I scheme – telescopic principle;
- II scheme – folding principle;
- III scheme – rolling principle;
- IV scheme - telescopic principle;
- V scheme - telescopic principle;
- VI scheme – rolling principle;
- VII scheme – folding principle;
- VIII scheme – folding principle;
- IX scheme – rolling principle.

As it can be seen from the above classification, none of the schemes for deployment and folding of the bridge involve the complicated principle of deployment encompassing two or three principles of shaping. The present study will consider this approach for the purposes of developing new, bigger span bridge schemes.

In addition, a modification will be made in the bridge superstructure design, instead of a whole section bar, the span construction will be implemented as trusses and combined systems to enable the own weight to be remained within the range of 15 – 20 tones in enlarged 32 – 48 meter bridges.

According to the transformation, the complicated shaping schemes were defined. Each of them consists of two simple shaping schemes:

- I – Folding principle + telescopic principle;
- II – Folding principle + rolling principle.

According to the different designs of the I principle - folding principle + telescopic principle – the third case was also defined –

- III - Folding principle + telescopic principle.

While the deployment principles are considered, it should be agreed that various types of designs can be selected with the same transformation principle.

Let us discuss each transformation scheme individually.

2. DESIGNS OF THE DEPLOYABLE BRIDGE

I – Folding principle + telescopic principle.

A design of the deployable bridge (Fig. 17) was developed according to the mentioned principles.

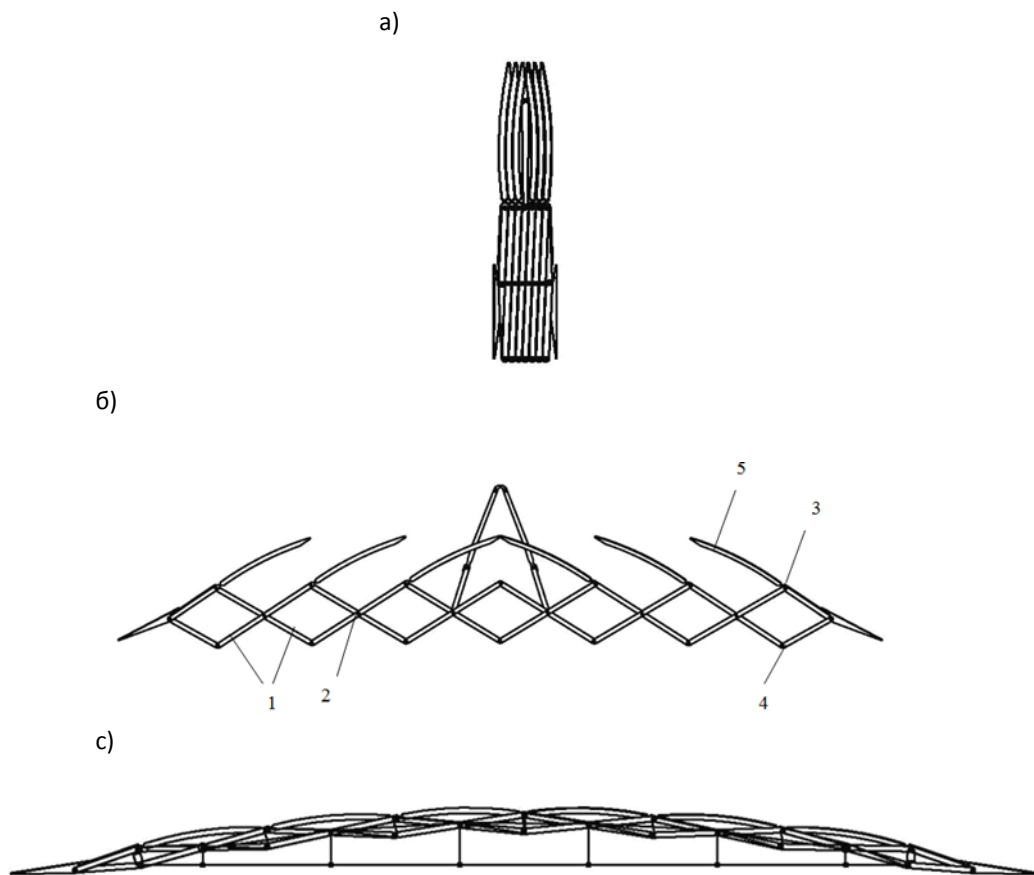


Fig. 17. a - The folded package of the bridge; b - The deployment process of the bridge; c - The deployed bridge design

As it can be seen from the illustrated design, the bridge construction is built in accordance with a pantograph scheme, crossed elements 1 that are coupled to one another by means of central cylindrical hinges 2, upper edge cylindrical hinges 3 and lower cylindrical hinges 4. An element 1 following to the upper cylindrical

hinges 3 is represented as cantilever 5. Just these cantilever extensions constitute the running part of the bridge. This condition is assumed after full deployment of the bridge, when the cantilever extensions 5 lean against the next upper cylindrical unit 3 by their ends and are fixed thereto (Fig. 18).

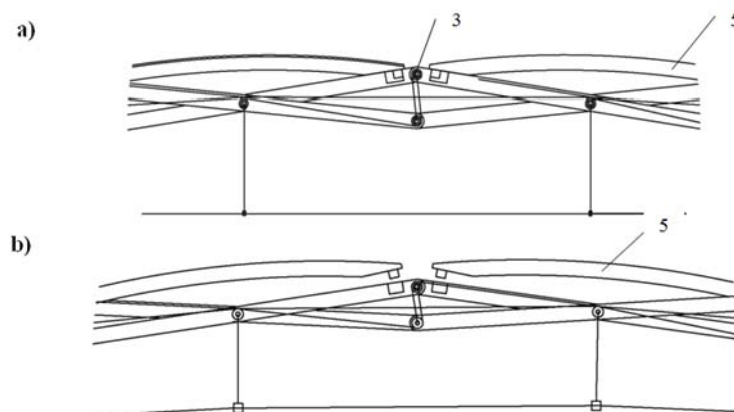


Fig. 18. a - The locking unit prior to the full deployment of the construction; b - The unit in locked state

Thus in the deployed bridge construction, the cantilever extensions 5 will be converted into an arc that is fixed in two supports. Schematically, one end of the arc is rigidly fixed, while the another end is hingedly fixed.

In general, the entire bridge construction in a deployed state is a double hinge arc with a tie and consists of two tracks and connections between them (Fig. 19).

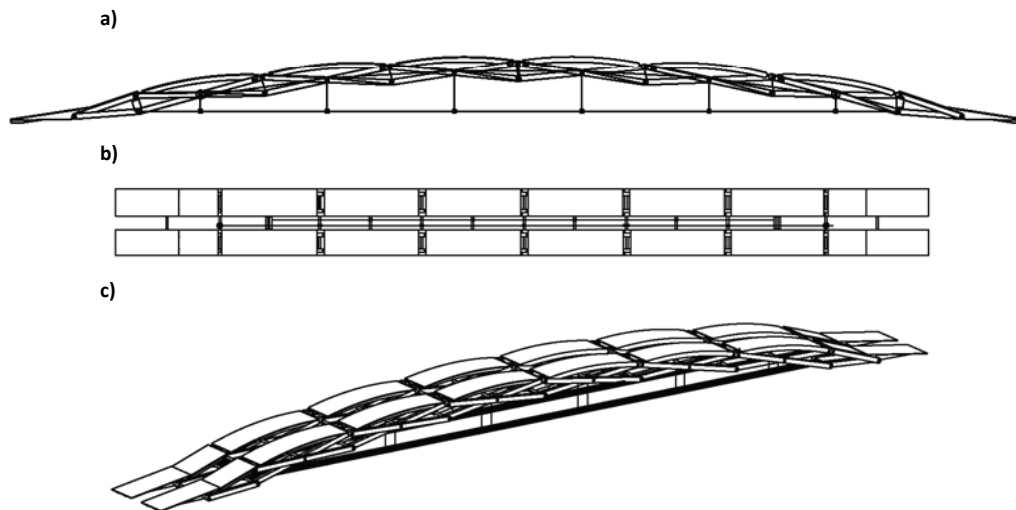
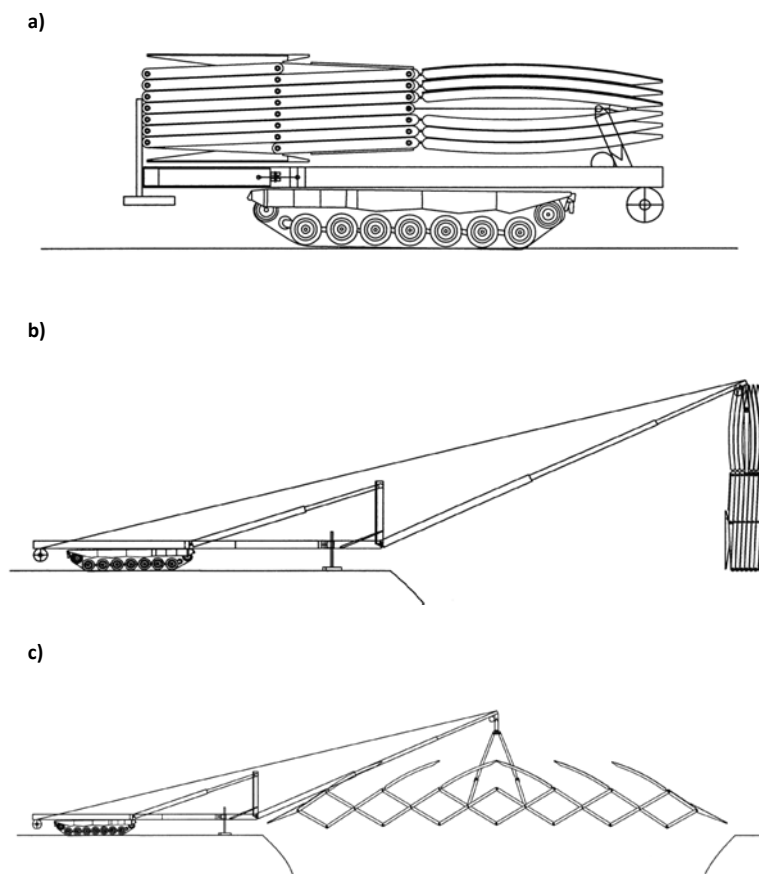


Fig. 19. a - The bridge side view; b - The bridge top view; c - The bridge in a deployed state

It can be provided the bridge laying scheme over an obstacle herein, which is performed by a tank bridgelayer (Fig. 20).



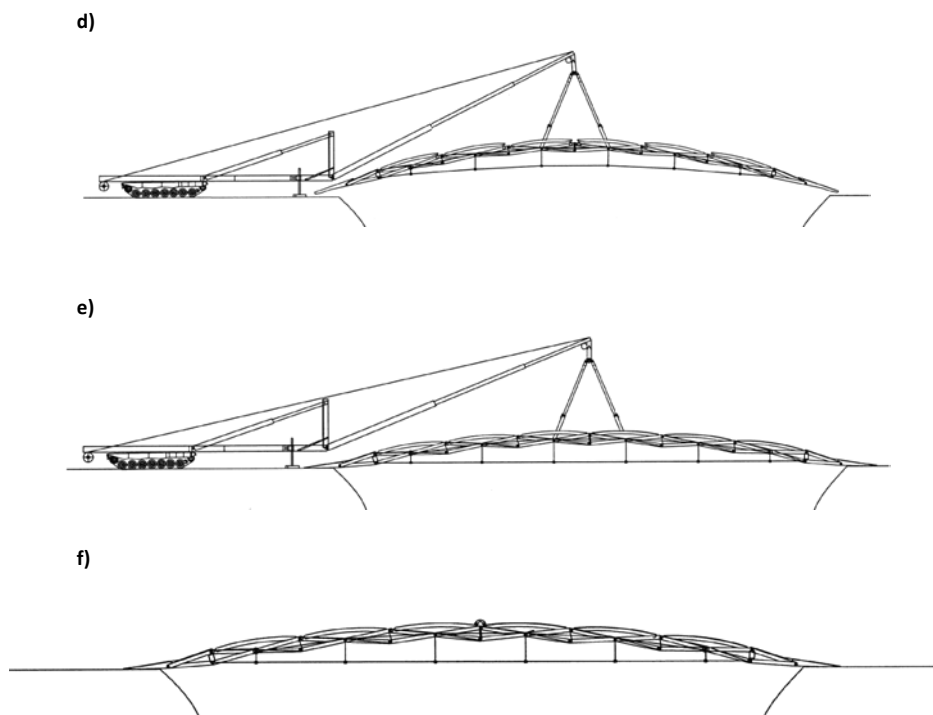


Fig. 20. a - The bridgelaying machine with a transport package of the folded bridge; b - The folded transport package of the bridge is placed at the end of the bridgelaying machine's boom; c - The bridge laying process; d - The deployed bridge prior to laying over an obstacle; e - The bridge placed on the ends of an obstacle at the final stage of mounting; f - The bridge in operational condition

It should be noted herein that fixing the cantilever extensions end part in sockets (see Fig. 18) is performed at the c) and e) stages of the bridge deployment (see Fig. 20). At the stage d), the upper chord of the bridge is bended and stretched, projections are easily placed in the socket, and then, at the stage e), the projections tightly lean against the socket edge since the upper chord assumes the designed state and is already shrunk.

The deployable bridge has the following advantages:

1. The design of the bridge enables to overcome an obstacle of 48 meters in width;
2. The bridge is deployed in a short time period;
3. The bridge is deployed in the process of being transformed without the need in a human intervention;
4. The transport package sizes - 11.2 x 4.1 x 2.85 in meters;
5. Weight - 17000 Kg;
6. No need in additional locking means after having been deployed;

7. The running part of the bridge is involved in common operation of the bridge arc so as to save materials.

The disadvantages of the bridge are as follows:

1. Multiple cylindrical hinges in the bridge cause increase in the degree of the displacement of the bridge in a transversal direction by their arrangement;
2. The bridge can be mounted by suspending it in its middle part which leads to additional material expenditures to properly equip the bridgelaying machine, especially for setting the 28-30 meter telescopic boom;
3. The bridge has very low rigidity in longitudinal bending since the intercrossing members solely are involved in operation during deployment. They have critical points, wherein its rigidity is minimal.

Thus to eliminate the above disadvantages, we propose the novel bridge design [3, 4].

II – Folding principle + rolling principle.

A novel design of the bridge has been developed in accordance with the mentioned principle (Fig. 21).

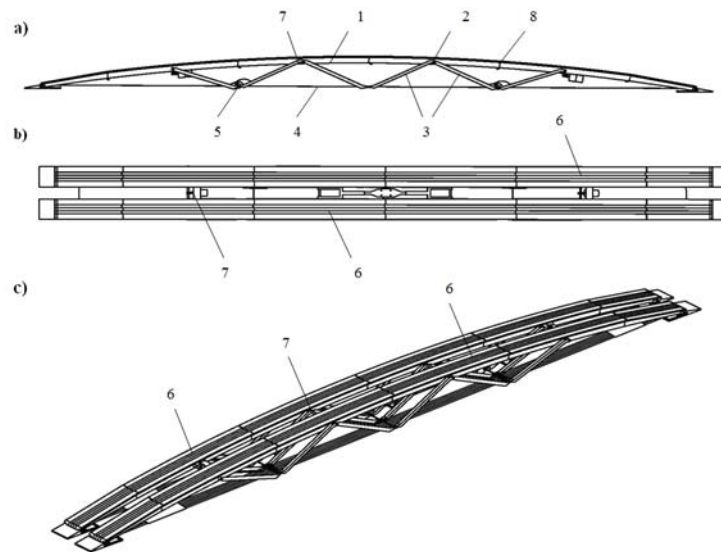
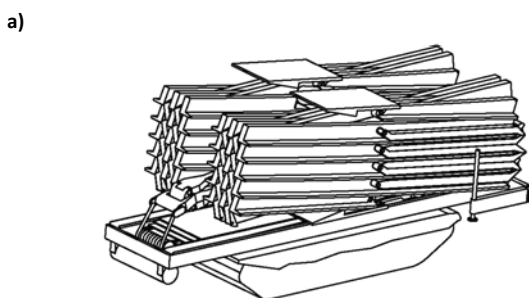


Fig. 21. a - The bridge side view; b - The bridge top view; c - The deployed bridge construction

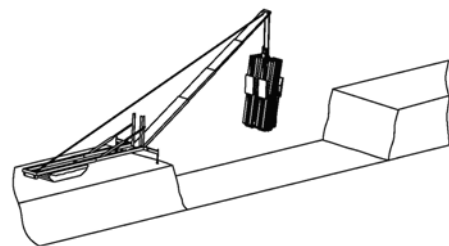
In a deployed state, the bridge is a combined segmented truss having an upper rigid chord 1 operating on bending-shrinking, rigid struts 3 hingedly fixed in central units 2 and arranged in a triangular manner, and a lower elastic chord 4 that rolls onto the struts on connecting transversal axes in lower hinge units 5 of the struts during folding of the bridge.

The bridge consists of two tracks 6 interconnected by means of central shafts 7 connected to the central hinge units.

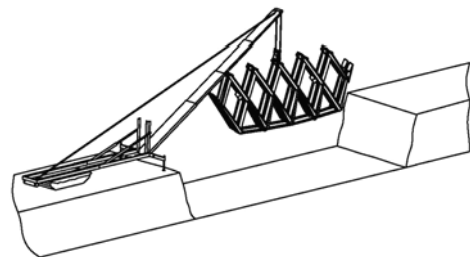
The bridge construction is characterized by the rigid elements 1 interconnected by a pantographic scheme and coupled to one another in a cross like fashion by means of central cylindrical hinges 2 and the edge cylindrical hinges 8, at the deployment stages (Fig. 22), are playing the role of deployment elements only, to provide shaping process by transforming. However, at the final deployment stage they are arranged with the outline of the arc and are already representing the chord of the bridge upper running part.



b)



c)



d)

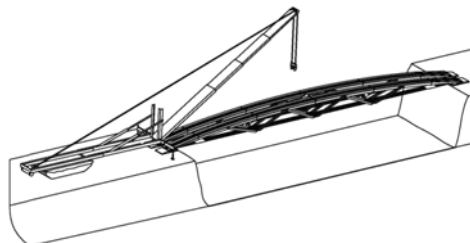


Fig. 22. a) The folded transport package of the bridge placed on a mounting vehicular means – bridgelayer; b) The bridgelayer is ready for deploying the bridge over an obstacle; c) The bridge deployment process; d) The bridgelayer laid down the completely deployed bridge on the opposite end of an obstacle

All the properties of the bridge have been studied by use of 4.8 meter model that represents the 48 meter bridge in scale 1:10 (Fig. 23).

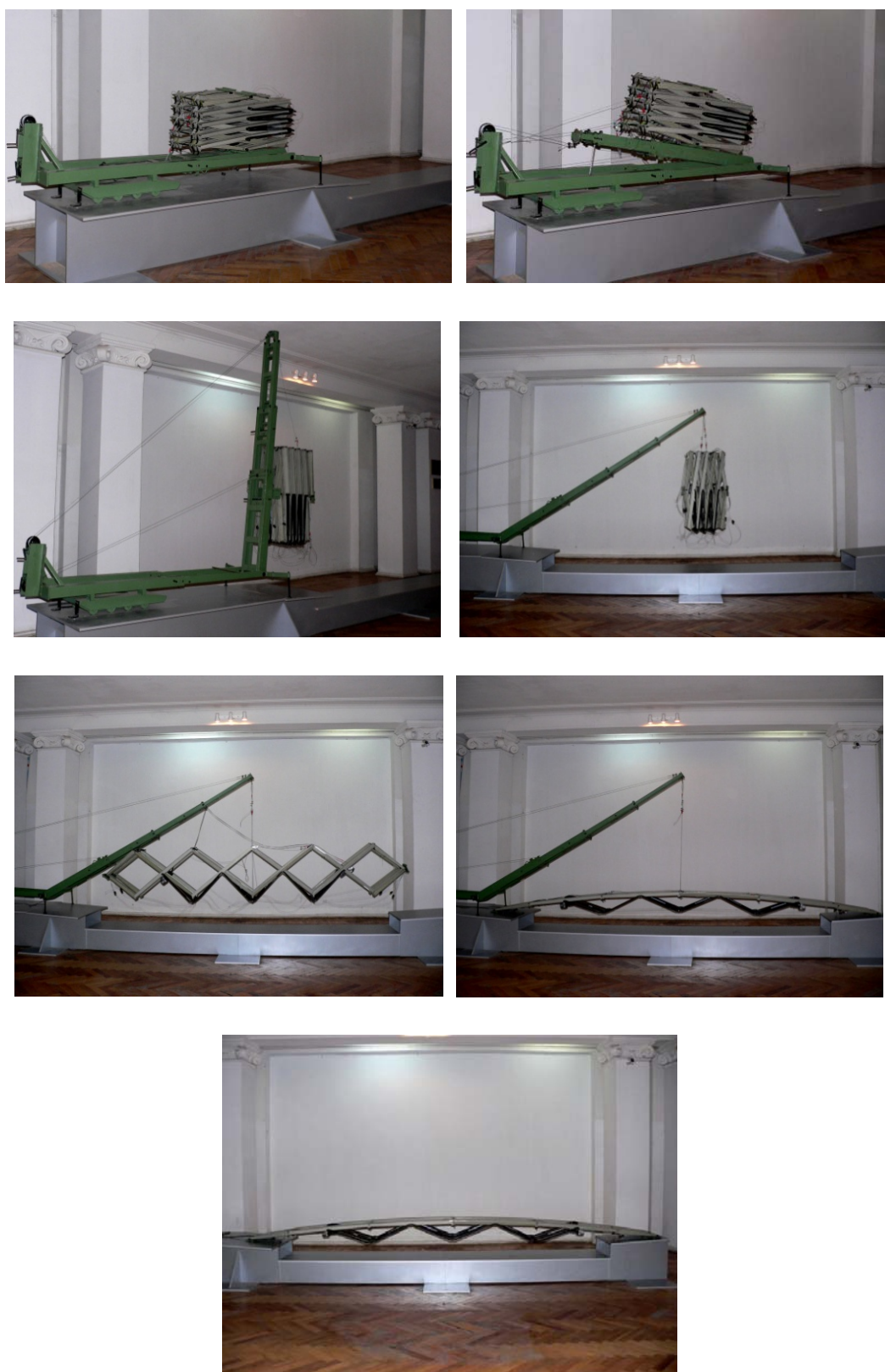


Fig. 23. Deployment stages of the experimental bridge model

Based on the study of the mentioned model, the lower chord of the bridge was modified and the folding principle “folding principle + rolling principle” was replaced by “folding principle + folding principle” (Fig. 24).

The transformable bridge construction based on “folding principle + folding principle” differs from that based on “folding principle + rolling principle” (see Fig. 21) mainly by arrangement of struts and the lower chord

and their construction. In the given modification (Fig. 24) the lower chord 1 is constructed with “V-fold” rigid rods 1 that “break” in the hinges 2 mounted thereon. The lower chord 1 is hingedly 3 connected to rigid posts 4 and rigid foldable struts 5, the later being folded by “breaking” them in cylindrical hinges 6 mounted on the struts. The bridge is provided with two tracks 7.

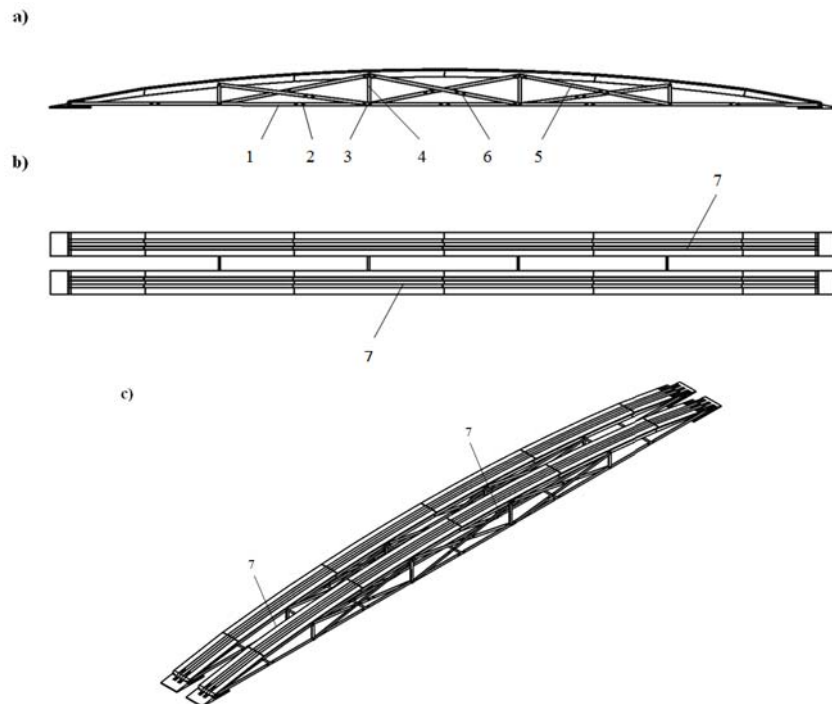


Fig. 24. a -The bridge side view; b - The bridge top view; c - The deployed bridge construction

The deployment and folding of the mentioned bridge is illustrated in Fig. 25.

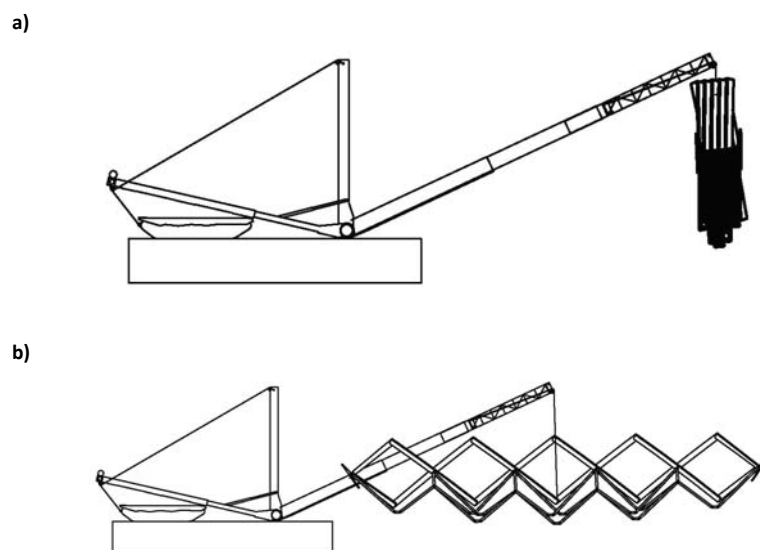




Fig. 25. a) The bridgelayer is ready for deploying the bridge over an obstacle; b) The bridge deployment process; c) The bridge in operational condition

Notwithstanding some modifications, the following advantages and disadvantages are still remaining in the bridge construction.

Advantages:

1. The design of the bridge enables to overcome an obstacle of 48 meters in width;
2. The bridge is deployed in a short time period;
3. The bridge is deployed in the process of being transformed without the need in a human intervention;
4. Weight - 19000 Kg.

In addition:

5. The enhanced longitudinal rigidity in vertical state during mounting;
6. The bridge deployment mechanism will be converted into the running part of the bridge – upper combined chords of the truss - at the final stage of deployment;
7. Enhanced transversal rigidity;
8. The power mechanisms may not be needed for deploying and folding the bridge.

Disadvantages:

1. The bridge can be deployed and folded in its middle part only, that leads to increase in the weight of a bridgelayer mounting elements;

2. Difficulty in locking the bridge units at the final stage, being not subjected to prediction;

3. The sizes of the connection units in the running part of the bridge are limited which makes them non-reliable in operation with big dynamic forces and blow;

4. The desirable picture of rolling the lower chord elements and further modification of folding was not attained;

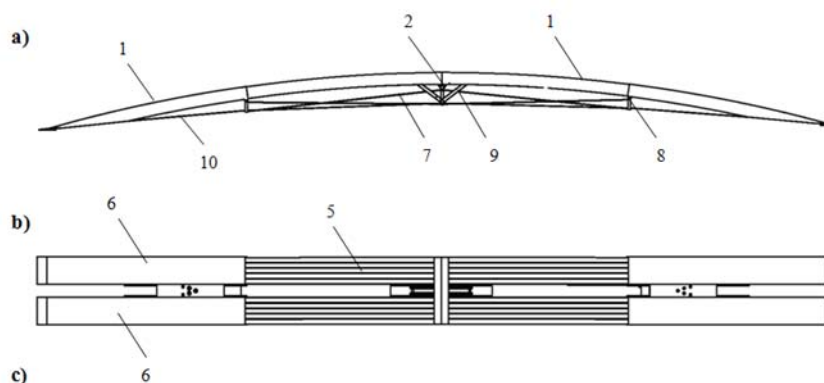
5. Increased sizes of the bridge transport package 11.4x4.0x3.4 in meters.

In order to eliminate the above mentioned disadvantages, a novel design of the bridge has been developed.

Thus the construction logic of the above described modifications require development of a new design taking the advantages and disadvantages into consideration. In this case, instead of modifying the principles in the basic formula of the bridge deployment shaping (e.g. “folding principle + telescopic principle”) it is possible to change the design that carries the mentioned principles. The different deployable bridge design has been assumed just in this way.

III – folding principle + telescopic principle.

The bridge construction illustrated in Fig. 26 has been developed according to the mentioned scheme.



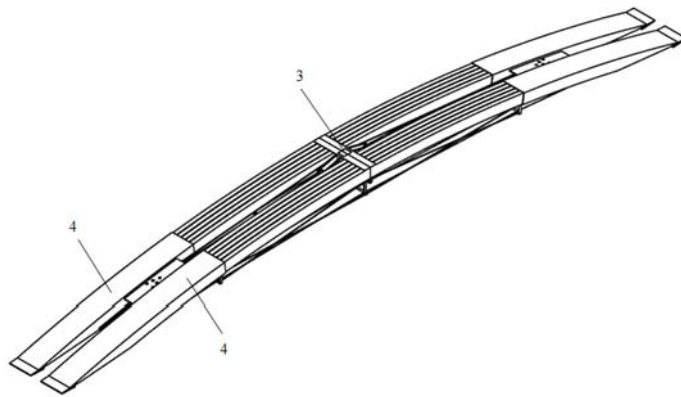
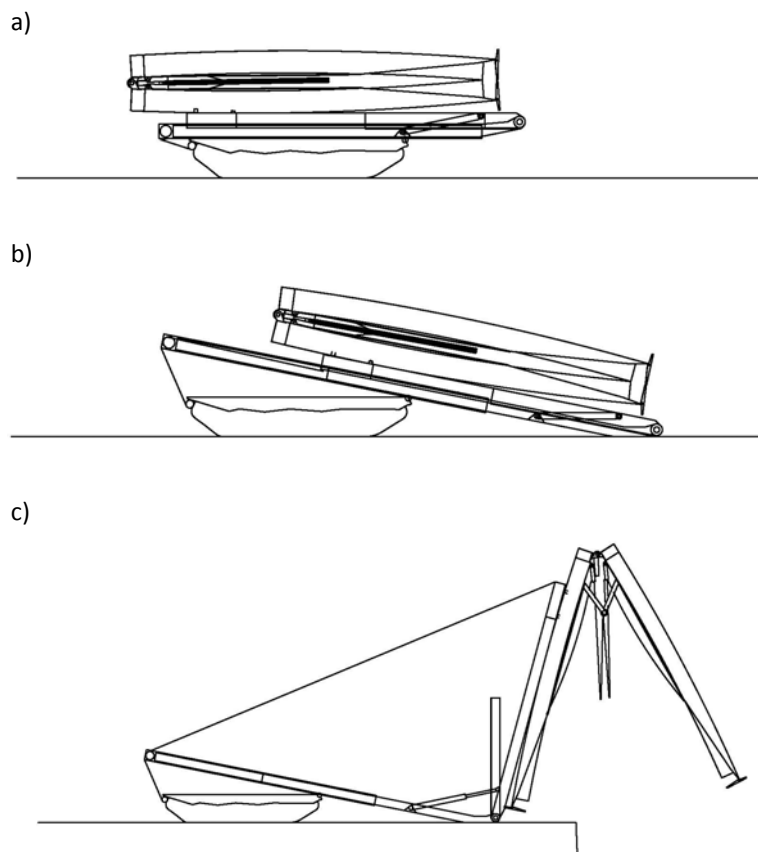


Fig. 26. a) The bridge side view; b) The bridge top view;
c) The deployed bridge construction

The construction consists of two central running parts 1 interconnected by means of a cylindrical hinge 2 wherein an apex 3 is disposed. Each running part 1 consists of two tracks 4, each being longitudinally arranged as rows of individual bars 5. The bars are interconnected near the apex portion 3. Each individual bar 5 is disposed in units 6 of the edge running part by telescopic insertion. There are only four such edge units. Pairs of the edge units are united at the apex side, while their other ends are free.

Beneath the bridge construction, elastic struts 7, rigid posts 8, deploying devices 9 and elastic lower chords 10 are provided. Each of them is disposed between the central parts and edge units during the folding of the bridge.

The bridge construction will be disposed on a tank bridgelayer. It is attached to the bridgelayer by means of one of the edge units. The bridge is laid over an obstacle according to the described scheme (Fig. 27).



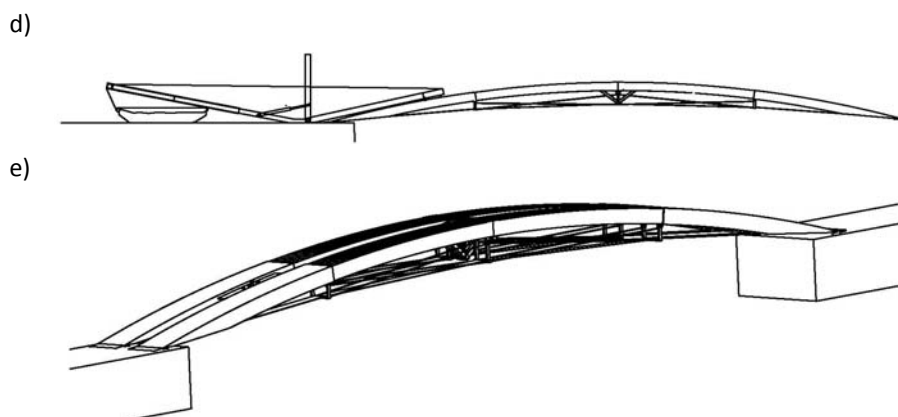


Fig. 27. a) A bridgelayer together with the bridge transport package; b) The bridgelayer is ready for deploying over an obstacle; c) The bridgelayer in starting moment of bridge deployment; d) The bridge deployment process; e) The deployable bridge in operational condition

Advantages and disadvantages.

The bridge design enables to reduce the transport package height, in addition to attaining the advantages of the above described bridges. In the given case, the height is 2 meters in 45÷48 meter span bridge.

Particularly important is that multiple small cylindrical hinges are not used in the bridge, and it can be deployed by engaging the short mounting part of a bridgelayer with the end unit, thereby the bridgelayer construction weight is reduced.

The deployment and folding of the bridge is performed by mechanisms that are supplied by power from a bridgelayer.

The mentioned bridges have been studied in terms of stressed conditions in deployment and deployment processes [5, 6, 7], that proved the reality of their manufacture.

CONCLUSION

Thus it can be concluded that further enlargement of the rapidly deployable bridge span is possible solely by combining two or more shaping principles of transformable engineering systems in a single design.

As concerns the selection of an optimal modification of a concrete design based on complex principles of shaping after transformation, this can be regarded as the next task.

References

1. Medzmariashvili E. Transformable space and ground structures. Monograph. 1995, 447 p. (In Russian).
2. Medzmariashvili E., Tserodze Sh., Gogilashvili V., Sarchimelia A., Chkhikvadze K., Siradze N., Tsignadze N., Sanikidze M., Nikoladze M., Datunashvili G. New variant of the deployable ring-shaped space antenna reflector. IOS Press. International journal "Space communications". № 1 (22), 2009, 41-48 pp. (in English).
3. Medzmariashvili E. Transformable multiple use of assault bridge with 48 meter span. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. vol 2, no 4. 2008. (in English).
4. Medzmariashvili E., Tsignadze N., Sanikidze M., Medzmariashvili G. Patent - P 2014 6066 B "Mechanized bridge and bridge stacker". National intellectual property center of Georgia "Sakpatenti", 2014.
5. Gogilashvili V., Medzmariashvili E., Sanikidze M., Tsignadze N., Tserodze Sh., Philipenko L. Structural analysis of the spatially transformable system mechanisms. International scientific journal of IFToMM "Problems of mechanics". Tbilisi. № 2 (39). 2010, 15–25 pp. (in English).
6. Medzmariashvili E., Gogilashvili V., Sanikidze M., Tsignadze N., Bedukadze G., Medzmariashvili G. Cinematic analysis and structure of 48 meter deployable bridge. Scientific-technical journal "Building". Tbilisi. № 1 (12), 2009, 6 – 17 pp. (in Georgian).

7. Medzmariashvili E., Sanikidze M., Gogilashvili V., Tsignadze N., Bedukadze G., Medzmariashvili G. Deployable 48 m span assault bridge. International scientific journal of IFToMM "Problems of mechanics". Tbilisi. № 2 (31). 2008, 24 – 38 pp. (in English).

UDC 624.21.8

SCOPUS CODE 2205

სწრაფად ასაგები, გასაშლელი, ერთმალღიანი მძანოზიხეული ხიდები მძსტრემალური სიტუაციებისათვის

- მ. სანიკიძე** ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: sanikidze@gtu.ge
- ნ. წიგნაძე** ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: tsugnadze@gtu.ge
- გ. მექმარიაშვილი** ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: georgesmaximilian@gmail.com

რეცენზენტები:

- ო. ხაზარაძე**, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის აგული სოხადის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: khazaradze@gtu.ge
- გ. გრატიაშვილი**, სტუ-ს ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომელი, აკადემიური დოქტორი
E-mail: george_gratiashvili@yahoo.com

ანოტაცია. წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია სწრაფად ასაგები, ერთმალღიანი ხიდების გაშლისა და გადასალახ წინააღმდეგობაზე გადების არსებული და შესაძლო ლოგიკური სქემები.

განხილული სქემები კლასიფიცირებულია ტრანსფორმირებადი საინჟინრო სისტემების ფორმატ-წარმოქმნის ძირითადი პრინციპების მიხედვით. ამის შედეგად ირკვევა, რომ განხორციელებული ერთმალღიანი ხიდები ეფუძნება ტრანსფორმაციის ერთ-ერთ რომელიმე პრინციპს.

გასაშლელი ხიდების მალის შემდგომი ზრდა შესაძლებელი ხდება ტრანსფორმირებადი საინჟინრო სისტემების შედგენილ – რთულ პრინციპზე გადასვლით. ასეთი ლოგიკით ნაშრომში განხილულია დაკეცვის და ტელესკოპის პრინციპების და დაკეცვისა და დახვევის პრინციპების შეთავსებით ხიდის კონსტრუქციული სქემების შექმნა, რომელიც საშუალებას იძლევა, ნაცვლად

არსებული 20-24 მეტრი სიგანის წინააღმდეგობისა, გასაშლელი ერთმალისი ხიდი დაძლეულ იქნეს 40-48 მეტრი სიგანის წინააღმდეგობები.

საკვანძო სიტყვები: გასაშლელი; ერთმალისი; ექსტრემალური; მექანიზებული; სწრაფად ასაგები; ტრანსფორმირებადი; ფორმატწარმოქმნა; ხიდი.

UDC 624.21.8
SCOPUS CODE 2205

БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ РАСКРЫВАЕМЫЕ ОДНОПРОЛЕТНЫЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ МОСТЫ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ

- Саникидзе М.М.** Институт сооружений, специальных систем и инженерного обеспечения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 68⁶
E-mail: sanikidze@gtu.ge
- Цигнадзе Н.Г.** Институт сооружений, специальных систем и инженерного обеспечения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 68⁶
E-mail: tsignadze@gtu.ge
- Медзмаришвили Г.Э.** Институт сооружений, специальных систем и инженерного обеспечения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 68⁶
E-mail: georgesmaximilian@gmail.com

Рецензенты:

- О. Хазарадзе**, профессор Департамента гражданского и промышленного строительства Агули Сохадзе строительного факультета ГТУ
E-mail: khazaradze@gtu.ge
- Г. Гратишвили**, академический доктор, научный сотрудник Института сооружений, специальных систем и инженерного обеспечения ГТУ
E-mail: george_gratiashvili@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. В работе рассмотрены существующие и возможные логические схемы раскрытия и укладки на препятствие быстровозводимых однопролетных мостов.

Рассмотренные схемы классифицированы по основным принципам формообразования трансформируемых инженерных систем. Вследствие этого выясняется, что существующие однопролетные мосты основаны на одном из принципов трансформации.

Дальнейшее увеличение пролета раскрываемых мостов становится возможным переходом на комбинированный - сложный принцип трансформируемых инженерных систем. Такой логикой в работе рассмотрено создание конструктивных схем моста совмещением принципов складывания и телескопа, а также складывания и свертывания, что дает возможность, вместо препятствий шириной 20-24 м, раскрываемыми однопролетными мостами преодолевать препятствия шириной 40-48 м.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: быстровозводимый; механизированный; мост; однопролетный; раскрываемый; трансформируемый; формообразование; экстремальный.

UDC 681.3

SCOPUS CODE 2208

ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის მოწყობილობების მუშაობის საიმედოობის საკითხები

- ნ. მუხიგულაშვილი** სარკინიგზო ტრანსპორტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: ninom2008@gmail.com
- ნ. ჭეღია** ინჟინერიისა და მშენებლობის დეპარტამენტი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 6010, ბათუმი, ფიროსმანის 12
E-mail: nugzar.chedia@mail.ru
- მ. ჩხარტიშვილი** ინჟინერიისა და მშენებლობის დეპარტამენტი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 6010, ბათუმი, ფიროსმანის 12
E-mail: marine.chkhartishvili@mail.ru

რეცენზენტები:

ზ. გამიშიძე, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკისა და კომპიუტერულ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: zaur.gamishidze@bsu.edu.ge

აგ. შარვაშიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სარკინიგზო ტრანსპორტის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: a.sharvashidze@gtu.ge

ანოტაცია. განხილულია ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის (ატ) მოწყობილობების საიმედოობის შემცირების მიზეზები; მათი ფუნქციონირების ხარისხის მოთხოვნილი დონის განხორციელებისათვის აუცილებელი პირობები – დაპროექტებისას რაციონალური გადაწყვეტილებების მიღება და საექსპლუატაციო პარამეტრების უზრუნველყოფის სისტემის სტრუქტურის შერჩევა მუშაობის პირობების თავისებურებათა გათვალისწინებით. წარმოდგენილი მასალა ხელს შეუწყობს მოქმედი ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის (ატ) სისტემის ფუნქციონირების ეფექტიანობის დონის შენარჩუნებასა და გაუმჯობესებას.

საშვანდო სიტყვები: აღდგენა; დაზიანება; მართვის სისტემა; ტექნიკური მომსახურება; მტყუნება.

შესავალი

საიმედოობა ობიექტის თვისებაა, დროის გარკვეულ მონაკვეთში შეინარჩუნოს ყველა პარამეტრის მნიშვნელობა დადგენილ საზღვრებში, რომლითაც ხასიათდება მოთხოვნილი ფუნქციების (მომსახურების, ტექნიკური მომსახურების, შენახვისა და ტრანსპორტირების) შესრულების შესაძლებლობა მოცემულ რეჟიმებსა და პირობებში [1].

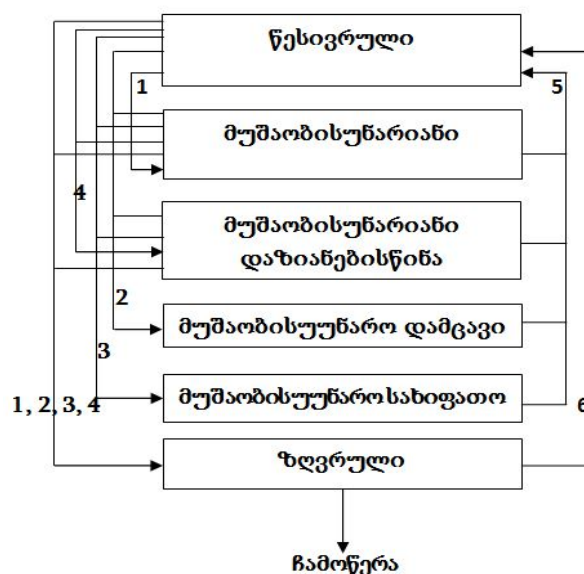
ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის ნებისმიერმა მოწყობილობამ მუშაობის პროცესში შეიძლება დაკარგოს ფუნქციური შესაძლებლობები, არ არის გამორიცხული საიმედოობის შემცირება მოთხოვნილ დონესთან შედარებით. ამასთან საიმედოობის შემცირების გამომწვევი მიზეზი დაზიანების ან მტყუნების წარმოშობაა. შესაბამისად, დონის შეფასების მიხედვით ტექნიკური ობიექტი შეიძლება იმყოფებოდეს ორ ძირითად მდგომარეობაში: წესიერული ან უწესიერო.

წესიერულ მდგომარეობაში ობიექტი შეესაბამება ნორმატიულ-ტექნიკური და კონსტრუქციული დოკუმენტაციის ყველა მოთხოვნას. უწესიერო მდგომარეობაში ობიექტი შესაძლებელია აღმოჩნდეს აღნიშნული მოთხოვნებიდან ერთ-ერთის დარღვევის შემთხვევაშიც კი. უწესიერო მდგომარეობა შეიძლება გავყოთ რამდენიმე დასახელების ქვემდგომარეობად: მუშაობისუნარიანი, მუშაობისუნარო დაზიანებისწინა, მუშაობისუნარო დამცავი, მუშაობისუნარო სახიფათო და ზღვრული.

მუშაობისუნარიანი მდგომარეობა, როგორც ცნობილია, ხასიათდება ყველა პარამეტრის იმ მდგომარეობაში შენარჩუნებით, რომლებიც ახასიათებს ტექნიკური ობიექტის უნარს, შეასრულოს მოცემული ფუნქციები. ნორმის ფარგლებიდან ერთ-ერთი პარამეტრის გამოსვლის შემთხვევაშიც კი, ობიექტი ხშირად გადადის მუშაობისუნარო მდგომარეობაში. ობიექტის ზღვრული მდგომარეობა ის შემთხვევაა, როდესაც არ არის მიზანშეწონილი ობიექტის შემდგომი გამოყენება დანიშნულების მიხედვით. ამასთან, ობიექტის აღდგენა შეუძლებელია ან მიუღებელია მორალური, ან ეკონომიკური მოსაზრებით.

ობიექტის მუშაობისუნარო მდგომარეობიდან შეგვიძლია გამოვყოთ ე.წ. „დამცავი“ და „სახიფათო“ მდგომარეობები. „დამცავი“ – ტექნიკური ობიექტის ისეთი მდგომარეობაა, როდესაც დადგენილ საზღვრებშია ყველა იმ პარამეტრის ის მნიშვნელობები, რომლებიც საჭიროა ობიექტზე დაკისრებული ფუნქციების შესასრულებლად.

„სახიფათო“ მდგომარეობა ფიქსირდება ნორმის ფარგლებიდან თუნდაც ერთი პარამეტრის გამოსვლის შემთხვევაში.



სურ. 1. ტექნიკური ობიექტის სხვადასხვა მდგომარეობაში გადასვლის სტრუქტურული სქემა

მუშაობისუნარიანი მდგომარეობის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილია დაზიანებისწინა მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში ტექნიკური ობიექტის შემდგომი ექსპლუატაცია იწვევს მისი მუშაობის უნარის დაკარგვას. ობიექტის დაზიანებისწინა მდგომარეობის გამოყოფა და დაფიქსირება ქმნის მტყუნების თავიდან აცილების წინაპირობას. ტექნიკური ობიექტის ერთი მდგომარეობიდან მეორე მდგომარეობაში გადასვლა ხდება მისი ტექნიკური მონაცემების გაუარესებით ან გაუმჯობესებით.

1-ელ სურათზე წარმოდგენილ სქემატურ გამოსახულებაზე ნაჩვენებია ტექნიკური ობიექტის ერთიდან სხვა მდგომარეობაში ყველა (ცნობილი) შესაძლო გადასვლა:

1. წესიერული მდგომარეობიდან მუშაობისუნარიანი მდგომარეობაში გადასვლა აღნიშნავს ტექნიკური ობიექტის დაზიანებას;

2. წესიერული მდგომარეობიდან მუშაობის უნარო, დამცავ მდგომარეობაში გადასვლა ხორციელდება დამცავი მტყუნების ზეგავლენით;

3. წესიერული მდგომარეობიდან მუშაობის უნარო, სახიფათო მდგომარეობაში გადასვლა წარმოებს სახიფათო მტყუნების ზეგავლენით;

4. წესიერული მდგომარეობიდან მუშაობის უნარიან, დაზიანების წინა მდგომარეობაში გადასვლა არის მტყუნების წინა პერიოდი;

5. გადასვლა წესიერულ მდგომარეობაში ხდება ობიექტის ფუნქციური შესაძლებლობების აღდგენის შედეგად გაუმჯობესების შემთხვევაში;

6. გადასვლა წესიერულ მდგომარეობაში ხდება ობიექტის ფუნქციური შესაძლებლობების, კაპიტალური რემონტის შედეგად გაუმჯობესების შემთხვევაში.

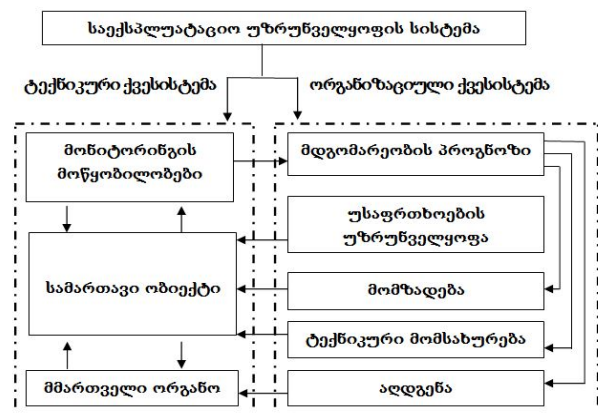
დამცავი მტყუნების მაგალითებად შეიძლება მოვიყვანოთ სარკინიგზო ავტომატიკაში: სარელსო წრედის ყალბი დაკავება; წითელი ჩვენების გადატანა გადასარბენის სასიგნალო წერტილიდან მის წინ მდებარე სასიგნალო წერტილზე ნათურის გადაწვის შემთხვევაში; რელეს ზურგული და საერთო კონტაქტების შედუღება და ა.შ., ხოლო სახიფათო მტყუნებებს მიეკუთვნება, მაგალითად: სარელსო წრედის ყალბი თავისუფლების ჩვენება; შუქნიშანზე მეტად ნებადართველი ჩვენება ნაკლებად ნებადართველის ნაცვლად (მწვანე ფერის ჩვენება ყვითელის ნაცვლად); ისრის გადაყვანა მოძრავი შემადგენლობის ქვეშ და ა.შ.

ძირითადი ნაწილი

ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის სისტემის (ატს) ფუნქციონირების ეფექტიანობა, როგორც ცნობილია, დიდად არის დამოკიდებული დაპროექტებისას მიღებულ მოწყობილობათა შერჩევაზე, ტექნიკურ გადაწყვეტაზე, რაც ხორციელდება მათი მუშაობის პირობებისა და სხვა თავისებურებათა გათვალისწინებით [1]. ატს შემ-

ცველ საწარმოებში დიდ როლს თამაშობს საექსპლუატაციო უზრუნველყოფის (სუ) ორი მიმართულება [2]:

პირველი – უნდა დამუშავდეს მართვის ობიექტის ტექნიკურ საშუალებათა, საექსპლუატაციო უზრუნველყოფის სისტემა, (სუს), რაც შეიცავს ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებების დიდ რაოდენობას და არის მნიშვნელოვანი ქვესისტემა. ტექნოლოგიური პროცესის განვითარებისათვის აგრეთვე აუცილებელია ტექნიკური ექსპლუატაციის ორგანიზაციული ქვესისტემა (სურ. 2).



სურ. 2. საექსპლუატაციო უზრუნველყოფის სისტემის შემადგენელ ნაწილთა ურთიერთკავშირის სტრუქტურული სქემა

მეორე – აუცილებელია თვით ატს-ის ფუნქციონირების ხარისხი იქნეს უზრუნველყოფილი, რისთვისაც ტექნიკური საშუალებების კომპლექსის ექსპლუატაციის ორგანიზება ხდება.

საექსპლუატაციო უზრუნველყოფის სისტემა შეიძლება განიხილებოდეს როგორც ტექნიკური საშუალებების ფუნქციონირების ხარისხის მართვის დინამიკური სისტემა, სადაც მონიტორინგის (კონტროლის) დახმარებით ტექნიკური ხასიათის ინფორმაციას იღებენ და მისი მდგომარეობის შესახებ პროგნოზს აკეთებენ. ამ ინფორმაციის გათვალისწინებით, მოწყობილობების მუშაობის უნარის გაუმჯობესებისათვის გამოაქვთ

გადაწყვეტილებები მათზე ზემოქმედების შესახებ, სადაც ძირითადია: ტექნიკური მომსახურება (ტმ) – პროფილაქტიკა (ესე იგი ზემოქმედების წარმოება მტყუნებამდე) და ტექნიკური აღდგენა (ტა) – მტყუნების შემდგომი მოქმედებები. შესაბამისად საექსპლუატაციო უზრუნველყოფის სისტემაში გამოყოფენ ტექნიკური მომსახურებისა (ტმ) და ტექნიკური აღდგენის (ტა) ქვესისტემებს.

პროფილაქტიკური დათვალიერებები და სამუშაოები ტარდება მტყუნებათა ნაკადების პარამეტრების შესამცირებლად და ობიექტების ხანგამძლეობის გასადიდებლად. ტექნიკური მომსახურების დაგეგმარებისათვის აუცილებელია ჩამოყალიბდეს სამუშაოების გეგმა და შეირჩეს შესრულების დრო. შეიძლება გამოვიყენოთ ტმ-ის ჩატარების ვადების დანიშვნის რამდენიმე მეთოდი: კალენდარული, რეგლამენტური (ნამუშევრის შესაბამისად), კომბინირებული (ობიექტის გამოყენებისას – ნამუშევრის შესაბამისად, შენახვისას – კალენდარული მეთოდი) და ობიექტის მიმდინარე მდგომარეობის მიხედვით. უკანასკნელი მეთოდის დროს ტმ-ის ჩატარების ან გამოცვლის შესახებ გადაწყვეტილება მიიღება ობიექტის პერიოდული (არააპარატურული ან აპარატურული) კონტროლის შედეგების გათვალისწინებით.

ტექნიკური მომსახურების სამუშაოები შეიძლება შესრულდეს ორი რეჟიმით: გეგმური და შერეული. გეგმური რეჟიმით ტმ ტარდება ნამუშევრის ტოლი პერიოდის და მოწყობილობების მუშაობის პირობების თავისებურებების გათვალისწინებით. შერეული რეჟიმისას შესაძლებელია შესრულდეს გეგმური და არაგეგმური ტმ. გეგმური ტექნიკური მომსახურება ტარდება ნამუშევრის გარკვეულ პერიოდში უმტყუნებო ფუნქციონირების დროს. თუ მტყუნება წარმოიქმნება, მას გაასწორებენ და ობიექტზე ატარებენ ავარიულ ტექნიკური მომსახურებას. გეგმური

და/ან ავარიული ტმ-ის დამთავრების მომენტიდან იწყება ობიექტის ნამუშევრის პერიოდის ათვლა ახალი გეგმური ტმ-ის დაწყებამდე. ტექნიკური მომსახურების დროს უნდა შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები: ძირითადი პარამეტრების რეგულირება; დეფექტების აღმოფხვრა; მუშაობის უნარის კონტროლი და აღდგენა.

პირველი ამ სამუშაოებიდან ტარდება განმსაზღვრელი (ძირითადი) პარამეტრების დასაშვები საზღვრებიდან გამოსვლის შესაძლებლობის აღკვეთის მიზნით. გეგმური ტექნიკური მომსახურების ჩატარების ვადა ნამუშევრის დროზე ნაკლები უნდა იყოს (განმსაზღვრელი პარამეტრების დაშვების საზღვრების მასიურად დარღვევამდე).

დეფექტების წარმოქმნა მიუთითებს ჯერ კიდევ მუშა რეჟიმში მყოფი ტექნიკური ობიექტის მტყუნებამდე მიახლოებას. ტექნიკური მომსახურების დროს აღმოჩენილი დეფექტებისა და მათი გამომწვევი მიზეზების აღმოფხვრა განაპირობებს მტყუნებების აცდენას და ობიექტის მათი გაფლენისაგან დაცვას.

ტექნიკური მომსახურების სამუშაოები განისაზღვრება რამდენიმე ეტაპით. პირველად აყალიბებენ ჩასატარებელ სამუშაოებს და აღგენენ სიას. შემდეგ ყოფენ მათ შესრულების ვადების ხანგრძლივობის შესაბამისად, მაგალითად, 100-საათიანი, 500 საათიანი, 1000 საათიანი და ა.შ. (ე.ი. ჩატარდება ობიექტის 100, 500, 1000 საათიანი ნამუშევრის შემდეგ). ამასთან, ხდება განსახილველი სისტემის ყოველი მოწყობილობისათვის ტექნიკური მომსახურების ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტა. პრაქტიკაში ტმ-ის ოპტიმიზაციისათვის განიხილავენ სამუშაოთა შედგენილობას და მიმდევრობას. არსებული რესურსების გათვალისწინებით შესაძლებელია შესრულების ვადების გადანაცვლება.

ტექნიკური აღდგენის (ტა) ქვესისტემა შეიძლება იყოს ავტონომიური ან მიბმული (სხვას-

თან დაკავშირებული). ავტონომიურ ქვესისტემებში ტექნიკურ საშუალებათა კომპლექსის (ტსკ) ყოველ კომპლექტს გააჩნია ყველა სარეზერვო ელემენტი, საკონტროლო (მონიტორინგის) და სარემონტო დანადგარები, აგრეთვე მომსახურე პერსონალი. გათვალისწინებული რემონტის სამი ძირითადი სახიდან (წვრილმანი, საშუალო და კაპიტალური) უნდა შეირჩეს იმ მომენტისათვის საჭირო და შესაბამისად შესრულდეს სამუშაოები: წვრილმანი მტყუნებებისას ჩატარდეს სათადარიგო ელემენტების და ხელსაწყოების გამოცემა; სერიოზული მტყუნებების დროს მოხმარებულ იქნეს სარემონტო სახელოსნოები; თუ სისტემამ ამოწურა თავისი რესურსები, ის უნდა გაიგზავნოს სარემონტო ქარხანაში კაპიტალური რემონტის ჩასატარებლად. კომპიუტერული ტექნიკის ექსპლუატაციის გამოცდილებამ აჩვენა, რომ რამდენიმე დონის აღდგენის ყველაზე ეფექტური სისტემაა ცენტრალიზებული იერარქიული სისტემა. ტექნიკური აღდგენის ქვესისტემის პროექტირებისას აუცილებელია დამუშავდეს მისი სტრუქტურა, განისაზღვროს ტექნიკური მომსახურების ორგანიზების სხვადასხვა დონის საწყობში სარეზერვო ელემენტების ტერიტორიული განლაგება, სპეციალისტების ბრიგადების ოპტიმალური რიცხვი და შემადგენლობა, სარემონტო-გაწყოების სტენდების რაოდენობა და სხვა მანქანებლები (ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის სისტემის ტექნიკური შედგენილობის) სახეობის თავისებურებათა გათვალისწინებით.

ტექნიკური აღდგენის ქვესისტემამ უნდა უზრუნველყოს ობიექტის მუშაობის უნარი მტყუნების შემდეგ გარკვეული დროითი ინტერვალით გადამეტების გარეშე. აღდგენის ხანგრძლივობა გაუმართაობის მოძებნის სამუშაოთა სისტემატიზაციით მნიშვნელოვნად მცირდება. შესაბამისი

ალგორითმების აგებისას იღებენ შემდეგ დაშვებებს: იძებნება ერთადერთი გაუმართავი ელემენტი; გაუმართაობის ძებნისა და აღმოფხვრის პროცესში საინჟინერო-ტექნიკური პერსონალის მიერ ობიექტში არ შეიტანება ახალი გაუმართაობები; არ ხდება არსებულ გაუმართაობათა გამოტოვება.

გაუმართაობის მოძებნის ოპტიმალური ალგორითმის აგების ამოცანა მდგომარეობს მორიგი გასინჯვის წესის არჩევაში, რომელიც უზრუნველყოფს დანახარჯების (დროის, მატერიალურის, ენერგეტიკულის და სხვ.) მაქსიმალურ ეფექტურობას. ოპტიმალურობის კრიტერიუმების სახით გამოიყენება: აუცილებელი გასინჯვების საშუალო რიცხვის მინიმუმი; გაუმართაობის მოძებნის საშუალო ხანგრძლივობის მინიმუმი; ძებნის ყოველ საფეხურზე მაქსიმალური ინფორმაციის მიღება და ა. შ.

ტექნიკური მომსახურებისა და ტექნიკური აღდგენის თანამედროვე და პერსპექტიული მეთოდები უშუალოდ დაკავშირებულია ავტომატიზაციის მაღალ ხარისხთან. სისტემაში ძირითადი სტრუქტურების გარდა უნდა გავითვალისწინოთ დამატებითიც (ჩაშენებული), რომლებიც მუშაობს ან ავტომატიზებულად, ან ავტომატურად (აღამიანის მინიმალური მონაწილეობით) და ასრულებს ტექნიკური მომსახურების საჭირო ფუნქციებს.

დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი მასალა ხელს შეუწყობს მოქმედი ავტომატიკისა და ტელეკომუნიკაციის სისტემების ფუნქციონირების ხარისხისა და ეფექტიანობის მოთხოვნილი დონის შენარჩუნებას და შემდგომ ამადლებას სხვადასხვა სახეობის მოწყობილობის მუშაობის პირობების თავისებურებების გათვალისწინებით.

ლიტერატურა

1. Elizbarashvili M. I., Elizbarashvili P. M., Mukhigulashvili N. I. Basis of railway regulation, safety and information security. Tbilisi. 2016. (In Georgian).
2. Druzhinin G.V. Reliability of automated systems. M. 1986. (In Russian).

UDC 681.3

SCOPUS CODE 2208

ON MAINTAINING OF WORKING CAPACITY OF AUTOMATED AND TELECOMMUNICATION INSTALLATIONS

- N. Mukhigulashvili** Department of Railway Transportation, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: ninom2008@gmail.com
- N. Chedia** Department of Engineering and Construction, Batumi Shota Rustaveli State University, 35/32 Ninoshvili/12 Pirosmeni str., 6010 Batumi, Georgia
E-mail: nugzar.chedia@mail.ru
- M. Chkhartishvili** Department of Engineering and Construction, Batumi Shota Rustaveli State University, 35/32 Ninoshvili/12 Pirosmeni str., 6010 Batumi, Georgia
E-mail: marine.chkhartishvili@mail.ru

Reviewers:

Z. Gamishidze, Associate Professor, Department of Physics, Faculty of Physics, Mathematics and Computer Sciences, BSU

E-mail: zaur.gamishidze@bsu.edu.ge

Av. Sharvashidze, Associate Professor Department of Railway Transportation, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: a.sharvashidze@gtu.ge

ABSTRACT. The article considers the issues of reducing the reliability of automated and telecommunication installations as well as the necessary standards for the quality assurance of their functioning, such as making rational decisions at design and selection of appropriate structure to ensure operational parameters taking into account features of automated and telecommunication installations.

The presented material will contribute to the maintaining and improvement of effective functioning of automated and telecommunication systems.

KEY WORDS: Control system; damage; fault; maintenance service; reconstruction.

UDC 681.3

SCOPUS CODE 2208

К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

- Мухигулашвили Н.И.** Департамент железнодорожного транспорта, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: ninom2008@gmail.com
- Чедия Н.Л.** Департамент инженерии и строительства, Батумский государственный университет им. Шота Руставели, Грузия, 6010 Батуми, ул. Пиросмани 12
E-mail: nugzar.chedia@mail.ru
- Чхартишвили М.В.** Департамент инженерии и строительства, Батумский государственный университет им. Шота Руставели, Грузия, 6010 Батуми, ул. Пиросмани 12
E-mail: marine.chkhartishvili@mail.ru

Рецензенты:

З. Гамишидзе, ассоц. профессор Батумского государственного университета им. Шота Руставели, Департамента инженерии и строительства факультета физико-математических и компьютерных наук

E-mail: zaur.gamishidze@bsu.edu.ge

А. Шарвашидзе, ассоц. профессор Департамента железнодорожного транспорта факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: a.sharvashidze@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены причины уменьшения надежности устройств систем автоматики и телекоммуникации (АТ); необходимые условия для осуществления требуемого уровня качества их функционирования – при проектировании принятие рациональных решений и подбор структуры обеспечения эксплуатационных параметров с учетом особенности условий работ. Представленный материал будет способствовать сохранению и улучшению уровня эффективности функционирования действующей системы автоматики и телекоммуникации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: восстановление; неисправность; повреждение; система управления; техническое обслуживание.

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2210

ფსვიერი პროექტების ვიბრომდულარე ფენაში საშრობი მანქანა მუშა აგენტის კულსატორი

- თ. მეგრელიძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- გ. გუგულაშვილი** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com
- თ. ისაკაძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

რეცენზენტები:

- ზ. ჯაფარიძე**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com
- რ. მელქაძე**, სტუ-ის სურსათის უვნებლობისა და ხარისხის სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრის სპეციალისტი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: remeisi@mail.ru

ანოტაცია. დასაბუთებულია მცენარეული ნედლეულის გადამამუშავებელი მოწყობილობის სრულყოფის აუცილებლობა. ნაჩვენებია, რომ მცენარეული ნედლეულის საშრობი მანქანის სრულყოფა შესაძლებელია ვიბრომდულარე ფენის წარმოქმნისათვის მუშა აგენტის პულსირებული მიწოდების გამოყენებით. წარმოდგენილია მუშა აგენტის პულსირებული მიწოდების ახალი მოწყობილობა, რომელიც იძლევა პულსაციის სიხშირის და მიწოდებული ჰაერის რაოდენობის რეგულირების შესაძლებლობას. მოწყობილობის ძირითადი მუშა ორგანოებია პორიზონტალურად განლაგებული ორი დისკო, რომლებსაც გაკეთებული

აქვთ ნახერტები მუშა აგენტის (ცხელი ჰაერის) გასასვლელად. ქვევიდან განლაგებული დისკო დასმულია ვერტიკალურ ლილეზე, რომელიც უზრუნველყოფს დისკოს ბრუნვას საჭირო სიჩქარით. ზედა დისკო განლაგებულია ვერტიკალურ მიღში, რომელსაც დისკოს ზემოთ გაკეთებული აქვს ზამბარა, რომელიც უზრუნველყოფს ზედა დისკოს მჭიდროდ მიბჯენას ქვედა დისკოზე. ზედა დისკოს გააჩნია ვერტიკალური ღერო, რომელიც გამორიცხავს ზედა დისკოს ბრუნვის შესაძლებლობას. ვერტიკალური მილი ზედა მხრიდან მიერთებულია საშრობ კამერაში მუშა აგენტის შემყვან ჰაერგამანაწილებელთან, რომელიც მოწყობილობაში წარმოქმნილ ჰაერის

პულისირებულ ნაკადს აწოდებს საშრობი კამერის ქვედა ნაწილში. ვერტიკალური მილის ქვედა ნაწილზე კი მიმაგრებულია მუშა აგენტის შემომყვანი მილგაყვანილობა. ახალი მოწყობილობა გამოირიცხავს საშრობი კამერის მექანიკური ვიბრაციის აუცილებლობას და ამით ამცირებს მანქანის ლითონტევადობას და ადიდებს მის საიმედოობას.

საკვანძო სიტყვები: ვიბრომდულარე ფენა; პულსაცია; საშრობი მანქანა; ფხვიერი პროდუქტები; ჰაერის მიწოდება.

შესავალი

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № 30/26) განხორციელებული პროექტის ფარგლებში დამუშავდა საკვებ-სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის გადამამუშავების ახალი ტექნოლოგია და სატყელეტ-საქუცმაცებელი საფიქსაციო-საშრობი დანადგარი [1], რომლის გამოცდამ აჩვენა ტექნოლოგიური პროცესის მაღალი ეფექტურობა და მოწყობილობის მუშაობის საიმედოობა. დანადგარი უზრუნველყოფს მცენარეული ნედლეულის საწყისი სასარგებლო თვისებებისა და ანტიოქსიდანტური პოტენციალის შენარჩუნებას. შესაბამისად, აღნიშნული მოწყობილობების კონსტრუქციების შემდგომ სრულყოფას დიდი პრაქტიკული და ეკონომიკური მნიშვნელობა ენიჭება.

მცენარეული ნედლეულის გადამამუშავებელ დანადგარში თავისი ფუნქციური მნიშვნელობით ერთ-ერთი ძირითადია საშრობი მანქანა მცენარეული ნედლეულის დატყელეტილ-დაქუცმაცებულ-ფიქსირებული მასის ვიბრომდულარე ფენაში. [2]. აღნიშნული მანქანის უარყოფით მხარედ უნდა ჩაითვალოს საშრობი კამერის ვიბრაციული მოძრაობა. სადგარზე ზამბარებით დაკიდე-

ბული კამერა მასთან სახსრულად დაკავშირებული ვიბროამძრავიდან მიღებული რხევების დახმარებით იწვევს ვიბრაციულ მოძრაობას, რაც განაპირობებს გასაშრობი მასის ვიბრომდულარე ფენაში გადაყვანას. საშრობი კამერის რხევითი მოძრაობა კი განაპირობებს მთლიანად მანქანაში ვიბრაციების წარმოშობას აქედან გამომდინარე ყველა უარყოფითი შედეგით.

ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე პირობებში ინჟინერთა ყურადღებას სულ უფრო მეტად იპყრობს მყარი წვრილდისპერსიული მასალების ვიბრომდულარე ფენაში გადაყვანის შესაძლებლობა ჰაერის პულისირებული მიწოდების მეთოდით [3, 4], რაც უზრუნველყოფს თბოგადაცემის პროცესის ინტენსიფიკაციას და თბური დამუშავების ეფექტურობის ამაღლებას. ამასთან, ეს მეთოდი გამოირჩევა თავისი ტექნოლოგიური სიმარტივით.

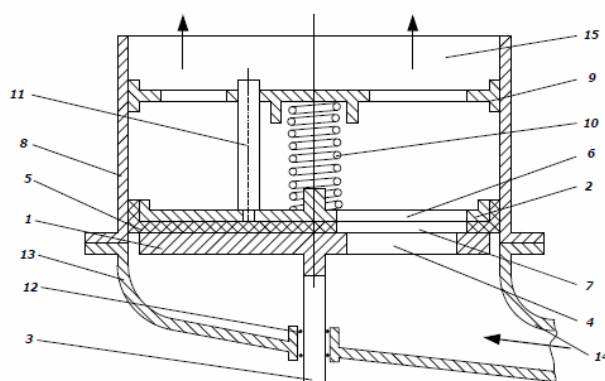
წვის პროცესზე აკუსტიკური და ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების კვლევის სამუშაოები ჯერ კიდევ XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან დაიწყო [5]. ამ სამუშაოების ნაწილი წარმატებით დაინერგა წარმოებაში, ნაწილზე კი ისევ მიმდინარეობს მუშაობა. აღნიშნული სამუშაოებიდან განსაკუთრებით შეიძლება აღინიშნოს საცეცხლე მოწყობილობები სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების მყარი სათბობის დასაწვავად [6, 7]. ორივე მოწყობილობაში მყარი წვრილდისპერსიული საწვავის ნაწილაკების წვის პროცესი მიმდინარეობს ჰაერის პულისირებული მიწოდებით შექმნილ ვიბრომდულარე ფენაში. თუმცა, თვით ვიბრომდულარე ფენის შესაქმნელად ჰაერის პულსაცია ხორციელდება ცხურას ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეებში ვიბრაციის ხარჯზე, რაც მათ ნაკლოვან მხარედ უნდა ჩაითვალოს.

იმის გათვალისწინებით, რომ მცენარეული ნედლეულის დაჭყლელი-დაქუცმაცებულ-ფიქსირებული მასის შრობისათვის მუშა აგენტია 95-100°C-მდე გაცხელებული ჰაერი, ნედლეულის ვიბრომდულარე ფენაში გადაყვანისათვის შესაძლებელია ამ ჰაერის პულსირებული მიწოდების ცნობილი მეთოდის გამოყენება. ეს გამოიწვევს საშრობი კამერის ვიბრაციული მოძრაობის საჭიროებას, რაც განაპირობებს საშრობი მანქანის კონსტრუქციის გამარტივებას და საიმედოობის ამაღლებას, ლითონტევადობის შემცირებას, აგრეთვე ვიბროამძრავზე ენერგოდანახარჯების შემცირებას.

დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად საჭიროა ჰაერის პულსირებული მიწოდების ისეთი მოწყობილობის დამუშავება, რომელიც არ იქნება დაკავშირებული ვიბრაციულ მოძრაობასთან. აღნიშნულ საკითხზე ლიტერატურული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დამუშავებულია ჰაერის ახალი პულსატორის კონსტრუქცია, რომლის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია 1-ელ სურათზე.

მოწყობილობის ძირითადი მუშა ორგანოები არის ჰორიზონტალურად განლაგებული ორი დისკო 1, 2, რომლებსაც გაკეთებული აქვს ნახვრეტები 4, 6 მუშა აგენტის (ცხელი ჰაერის) გასასვლელად. ქვევიდან განლაგებული დისკო 1 დასმულია ვერტიკალურ ლილვზე 3, რომელიც

უზრუნველყოფს დისკოს ბრუნვას საჭირო სიჩქარით. ზედა დისკოს 2 გარე ზედაპირზე დამაგრებული აქვს მცირე ხახუნის კოეფიციენტის მქონე მასალისაგან (მაგალითად, ფტოროპლასტისაგან), დამზადებული მილისა 5, რომელიც ამცირებს მასთან მეორე დისკოს 1 კონტაქტის პროცესში წარმოქმნილ ხახუნს. დისკო 2 სრიალის საშუალებით განლაგებულია ვერტიკალურ მილში 8. აღნიშნულ მილს 8 დისკოს 2 ზემოთ გაკეთებული აქვს ტრავერსა 9. ტრავერსას 9 და ზედა დისკოს 2 შორის განლაგებულია ზამბარა 10, რომელიც უზრუნველყოფს ზედა დისკოს 2 მჭიდროდ მიბჯენას ქვედა დისკოზე 1. ზედა დისკოს 2 გააჩნია აგრეთვე ვერტიკალური ღერო 11, რომელიც ღრეწოთი განლაგებულია ტრავერსას 9 ნახვრეტში და გამოიწვევს ზედა დისკოს ბრუნვის შესაძლებლობას. ვერტიკალური მილი 8 ზედა მხრიდან მიერთებულია საშრობი კამერაში მუშა აგენტის შემყვან პაერგამანაწილებელთან 6 (სურ. 2), რომელიც მოწყობილობაში წარმოქმნილ ჰაერის პულსირებულ ნაკადს აწოდებს საშრობი კამერის ქვედა ნაწილში. ვერტიკალური მილის 8 ქვედა ნაწილზე კი მიმაგრებულია მუშა აგენტის შემომყვანი მილგაყვანილობა 13, რომელსაც ვერტიკალური ლილვის 3 შეყვანის ადგილზე გაკეთებული აქვს გამამკვრივებელი მოწყობილობა 12 ცხელი ჰაერის გაპარვის თავიდან აცილების მიზნით.

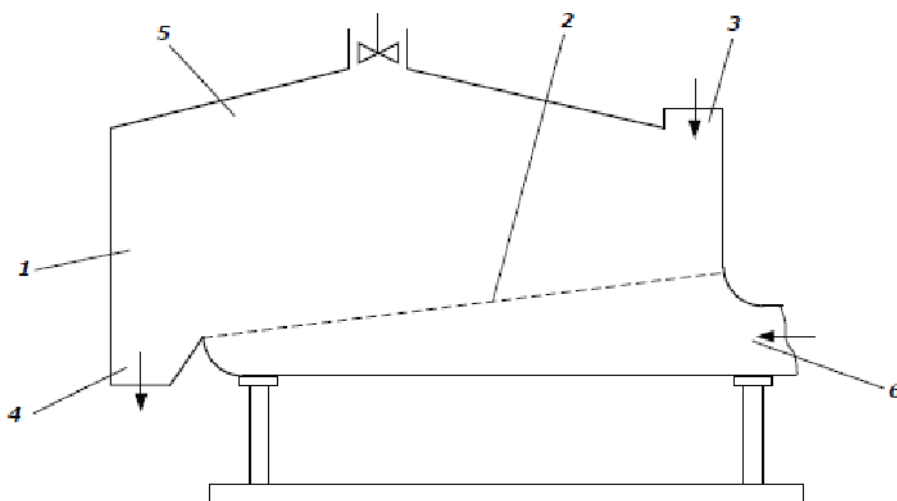


სურ. 1. ვიბრომდულარე ფენაში ნედლეულის საშრობი მანქანის მუშა აგენტის პულსატორი

მოწყობილობა შემდგენიერად მუშაობს:

მუშა აგენტი (95-110°C ტემპერატურამდე გაცხელებული ჰაერი) კალორიფერიდან მიეწოდება მუშა აგენტის შემომყვან მილგაყვანილობას 13, რომლის გავლით მოხვდება ქვედა დისკოს 1 ქვედა ზედაპირზე. აღნიშნული დისკო ვერტიკალური ლილვის 3 დახმარებით ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას, რის შედეგად ქვედა 1 და ზედა 2 დისკოების ნახვრეტები 4, 6, 7 პერიოდულად ემთხვევა ერთმანეთს. აღნიშნული ნახვრეტების ერთმანეთთან დამთხვევის მომენტში მუშა აგენტი შემომყვანი მილგაყვანილობიდან 13 გაიჭრება ზევით განლაგებულ ვერტიკალურ მილში 8 და აქედან მიეწოდება ამ უკანასკნელის ზედა მხარესთან მიერთებულ საშრობ კამერაში მუშა აგენტის შემყვან პაერგამანაწილებელს, საიდანაც მოხვდება საშრობ კამერაში მოთავსებულ პროდუქტთან და აწარმოებს შრობის პროცესს. ლილვის 3 ბრუნვის გამო დისკოების ნახვრე-

ტების 4, 6, 7 გადაკეტვის მომენტში მუშა აგენტის საშრობ კამერაში მიწოდება შეწყდება და კვლავ განახლება მხოლოდ აღნიშნული ნახვრეტების ერთმანეთთან დამთხვევის შემდგომ მომენტში. შესაბამისად, მოწყობილობა პაერგამანაწილებელში აწოდებს პაერის პულსირებულ ნაკადს. ცხელი მუშა აგენტის პულსირებული მიწოდება კი უზრუნველყოფს ნედლეულის მდულარე ფენაში შრობის პროცესის წარმართვას. პაერის ნაკადის მიწოდების პულსაციის სიხშირე დამოკიდებულია ვერტიკალური ლილვის 3 ბრუნვის სიხშირეზე, ხოლო თვით მიწოდებული პაერის რაოდენობა – დისკოებში 1, 2 არსებული ნახვრეტების 4, 6, 7 დიამეტრზე და რაოდენობაზე. შესაბამისად, შრობისათვის მიწოდებული მუშა აგენტის ოპტიმალური რაოდენობის და მისი პულსაციის სიხშირის შერჩევა არ არის რთული.



სურ. 2. ფხვიერი პროდუქტების ვიბრომდულარე ფენაში საშრობი მანქანა

საშრობ კამერაში (სურ. 2) პროდუქტის მდულარე ფენის წინ – გამოსატვირთი ბოლოსაკენ გადაადგილება ხდება ამ კამერაში 1 მუშა აგენტის შემყვანი პაერგამანაწილებლის 2 ჰორი-

ზონტისადმი დახრის ხარჯზე. პროდუქტი კამერაში მიეწოდება ჩამტვირთი ფანჯრის 3 გავლით, ხოლო გამშრალი პროდუქტი გამოიტვირთება გამომტვირთი ფანჯრიდან 4. საშრობი

კამერიდან ნამუშევარი ჰაერის გამოყვანა ხდება შემკრები ქოლგის 5 გავლით.

დასკვნა

ამრიგად, წარმოდგენილი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს საშრობ კამერაში მუშა აგენტის პულსირებულ მიწოდებას პულსაციის სიხშირისა

და ჰაერის ხარჯის ოპტიმალური მნიშვნელობების პირობებში. ეს, თავის მხრივ, განაპირობებს ფხვიერი პროდუქტის ვიბრომდუღარე ფენაში შრობას საშრობი კამერის მექანიკური რხევითი მოძრაობის გარეშე, რაც ამცირებს საშრობი მანქანის ლითონტევადობას და აღიძებს მის საიმედოობას.

ლიტერატურა

1. Megrelidze T., Gvachiani V., Gugulashvili G., Sadagashvili E., Pirveli G. The new technology and technological equipment for processing plant materials. Proceedings of the international scientific conference "Problems of technological processes and equipment of the food industry". Tbilisi. 2015, 101-110 pp. (in Georgian).
2. Megrelidze T., Goletiani G., Shubladze Z., Pirveli G., Gugulashvili G. A new machine for drying plant material in a vibrating fluid bed. Proceedings of the international scientific conference "Problems of improving the quality of food". Tbilisi. 2016, 63-67 pp. (in Georgian).
3. Volkov V., Senachin P., Utemesov M. Influence of low-frequency oscillations on ignition process of air and coal-dust mix. Problems of energetics. #3-4. 2000. (in Russian).
4. Utemesov M., Utemesov R. Influence of the interrupter on the viscous incompressible flow in a cylindrical pipe. Journal "The ASU news". #1. 2000, 19-21 pp. (in Russian).
5. http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/va2000_2/pages/08/08.htm (in Russian).
6. AP 1998 003056, 1998.03.11
7. Georgian Patent GE P 2000 2114 B, F 24 B 1/26, #3, 2000.02.10

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2210

MACHINE FOR DRYING OF BULK MATERIALS IN A VIBRATING FLUID BED WITH A PULSATOR OF WORKING AGENT

- T. Megrelidze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- G. Gugulashvili** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com
- T. Isakadze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tamazsakadze@gmail.com

Reviewers:

- Z. Japaridze**, Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com
- R. Melkadze**, Specialist, Educational-Scientific Center for Food Safety and Quality, GTU
E-mail: remeisi@mail.ru

ABSTRACT. The necessity of improving the equipment for the processing of vegetable raw materials is justified. It is shown, that the improvement of the drying machine is possible with creating a vibrating fluid bed by using pulsated flow of the working agent. Presented new device to pulsate the air supply, providing the possibility of regulation of pulsation frequency and the amount of air supplied as well.

The main working elements of the device are two horizontally disposed discs, which have openings for the passing of the working agent (hot air). The disc is placed on the bottom of the vertical shaft, which ensures the rotation of the disc at the required speed. The upper disc is placed in a vertical pipe and is loaded from above by a spring, ensuring a close fit of the upper disc to the lower one. The upper disc is also equipped with a vertical axis, which prevents its rotation. The vertical pipe from the upper side is connected to the air distributor of the working chamber and provides a pulsated flow of the working agent. The pipeline of supply of the working agent is connected to the bottom of the vertical pipe. The new device excludes the need for mechanical vibrations of the drying chamber and thereby reduces the metal consumption of the equipment and increases reliability of its operation.

KEY WORDS: Air supply; bulk materials; drying machine; pulsation; vibrating fluid bed.

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2210

МАШИНА ДЛЯ СУШКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ВИБРОКИПАЮЩЕМ СЛОЕ С ПУЛЬСАТОРОМ РАБОЧЕГО АГЕНТА

- Мегрелидзе Т.Я.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: l.sutidze@gtu.ge
- Гугулашвили Г.Л.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com
- Исакадзе Т.А.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Рецензенты:

З. Джапаридзе, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

Р. Мелкадзе, доктор технических наук, специалист Учебно-научного центра безвредности и качества продуктов ГТУ

E-mail: remeisi@mail.ru

АННОТАЦИЯ. Обоснована необходимость совершенствования оборудования для переработки растительного сырья. Показано, что совершенствование машины для сушки возможно созданием виброкипящего слоя материала путем использования пульсированной подачи рабочего агента. Представлено новое устройство для пульсированной подачи воздуха, которое обеспечивает возможность регулирования частоты пульсаций и количества подаваемого воздуха. Основными рабочими органами устройства являются два горизонтально расположенных диска, которые имеют отверстия для прохода рабочего агента (горячего воздуха). Размещенный снизу диск насажен на вертикальный вал, который обеспечивает вращение диска с необходимой скоростью. Верхний диск размещен в вертикальной трубе и сверху нагружен пружиной, обеспечивающей плотное прилегание верхнего диска к нижнему. Верхний диск снабжен также вертикальной осью, которая предотвращает его вращение. Вертикальная труба с верхней стороны присоединена к воздухораспределителю рабочей камеры и подает пульсированный поток рабочего агента. К нижней части вертикальной трубы присоединен трубопровод подвода рабочего агента. Новое устройство исключает необходимость механических колебаний сушильной камеры и тем самым уменьшает металлоемкость оборудования и повышает надежность его работы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: виброкипящий слой; подача воздуха; пульсация; сушильная машина; сыпучие материалы.

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2210

შენიშნავალი კარადა მაცივარ-კონდიციონერი

- თ. მეგრელიძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- თ. ისაკაძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tamazsakadze@gmail.com
- გ. გუგულაშვილი** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. ბერუაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის ასისტენტ-პროფესორი

E-mail: giorgiberue1@mail.ru

ლ. კობახიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის აკადემიური დოქტორი

E-mail: Leri-k@hotmail.com

ანოტაცია. განხილულია სპეციალური კარადა, რომელსაც აკისრია, როგორც მაცივრის, ისე კონდიციონერის ფუნქცია. მაცივარს და კონდიციონერს აქვს საერთო კომპრესორი და კონდენსატორი, ხოლო ყველა სხვა კვანძი: საორთქლებელი, კაპილარული მილი და ავტომატიკის ხელსაწყოები აქვს დამოუკიდებელი. უნივერსალური დანადგარი მუშაობს სამ რეჟიმში: 1) როგორც მშრალი ყინვის მაცივარი, 2) როგორც ფანჯრის ტიპის კონდიციონერი, 3) ერთდროულად როგორც მაცივარი, ასევე კონდიციონერი. ეს დანადგარი არის ეკოლოგიურად უსაფრთხო. მასში ჩატვირთულია ბუნებრივი მაცივარ-აგენტი პროპანი მ290, რომელსაც, როგორც ოზონ-

დამშლელი, ისე გლობალური დათბობის პოტენციალი ნულის ტოლი აქვს.

საკვანძო სიტყვები: მაცივარი; მაცივარ-აგენტი; კომპრესორი; კონდიციონერი; ოზონი.

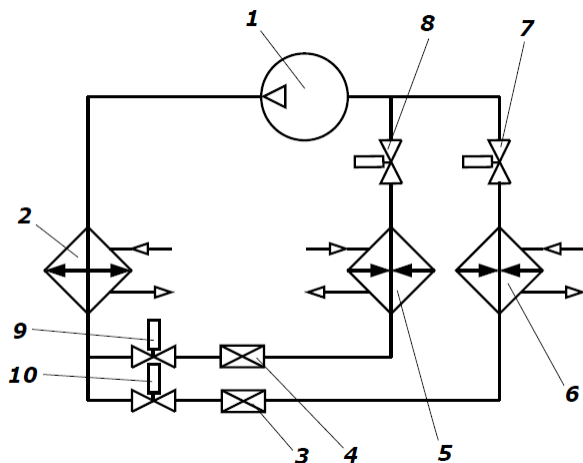
შესავალი

დღევანდელი ცხოვრების პირობებში, როდესაც დიდი ყურადღება ენიჭება ელექტროენერგიის, ლითონტევადობის, მაცივარ-აგენტების და სამაცივრე ზეთების, ავტომატიკის ელემენტებისა და აპარატურის დანახარჯების ეკონომიას, ასეთი კარადული ტიპის მაცივარ-კონდიციონერებია თითქმის ყველა ამ პრობლემის გადაჭრის საუკეთესო ნოვატორები. კონდიციონერს შეუძლია სა-

თავსში კომფორტული კლიმატის შექმნა და შენარჩუნება $19 \div 25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურით და $60 \div 75\%$ ფარდობითი ტენიანობით. მშრალი ყინვის მაცივრის საყინულე საკანში მინიმალური ტემპერატურა მიიღება -24°C -ის ტოლი, ხოლო გასაცივებელ საკანში ჰაერის ტემპერატურა მერყეობს $0 \div 5^{\circ}\text{C}$ საზღვრებში.

ძირითადი ნაწილი

კარადული ტიპის მაცივარ-კონდიციონერის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია სურათზე. იგი შედგება: როტაციული კომპრესორისაგან 1, ჰაერით გაგრილების კონდენსატორისაგან 2, კაპილარული მილებისაგან 3 და 4, საორთქლებლებისაგან 5 და 6, და ორსფლიანი სოლენოიდური ვენტილებისაგან 7, 8, 9 და 10.



კარადული ტიპის მაცივარ-კონდიციონერის პრინციპული სქემა

სისტემა მუშაობს შემდეგნაირად:

სამაცივრე რეჟიმი, როდესაც საჭიროა მაცივარ-კონდიციონერის მუშაობა საყოფაცხოვრებო მაცივრის როლში. ორსფლიანი სოლენოიდური ვენტილები 7 და 10 იკეტება, ხოლო 8 და 9 იღება. ამიტომ სამაცივრო რეჟიმში მაცივარ-გენტი ცირკულირებს შემდეგ კონტურში: კომპრესორი 1, კონდენსატორი 2, სოლენოიდური ვენტილი 9, კაპილარული მილი 4, საორთქლე-

ბელი 5, სოლენოიდური ვენტილი 8 და კომპრესორი 1.

კონდიციონერის რეჟიმი, როდესაც საჭირო ხდება მაცივარ-კონდიციონერის მუშაობა საყოფაცხოვრებო კონდიციონერის როლში. ორსფლიანი სოლენოიდური ვენტილები 8 და 9 იკეტება, ხოლო 7 და 10 იღება. ამიტომ კონდიციონერის რეჟიმში მაცივარ-გენტი ცირკულირებს შემდეგ კონტურში: კომპრესორი 1, კონდენსატორი 2, სოლენოიდური ვენტილი 10, კაპილარული მილი 3, საორთქლებელი 6, სოლენოიდური ვენტილი 7 და კომპრესორი 1.

კარადული ტიპის მაცივარ-კონდიციონერის სამაცივრო აგრეგატი დამზადებულია БК-1500 საყოფაცხოვრებო კონდიციონერის ბაზაზე. მისი სიცივის მწარმოებლობა, როდესაც მაცივარ-გენტის დუილის ტემპერატურაა 5°C , ტოლია $Q_0 = 1500 \text{ კკალ/სთ} = 1740 \text{ ვტ}$. როდესაც აგრეგატი გადაგვყავს სამაცივრო რეჟიმში სამუშაოდ, მისი დუილის ტემპერატურა დაეცემა -24°C -მდე, ხოლო სიცივის მწარმოებლობა კი გახდება $Q_0 = 700 \text{ კკალ/სთ} = 812 \text{ ვტ}$. იმისათვის, რომ სისტემას შეძლებოდა სამაცივრო რეჟიმში მუშაობა, Danfos-ის კომპიუტერული პროგრამის მიხედვით შეირჩა საჭირო სიდიდის დროსელური ხელსაწყო – კაპილარული მილი, რომლის გაბარიტები, როდესაც $Q_0 = 812 \text{ ვტ}$ ტოლია: კაპილარის სიგრძე $l = 3,4 \text{ მ}$, ხოლო მისი შიგა დიამეტრია $d = 1,24 \text{ მმ}$.

განგარიშებული სიცივის მწარმოებლობის მიხედვით ($Q_0 = 812 \text{ ვტ}$) დამზადდა გაწიბოვებული ზედაპირებიანი საორთქლებელი, რომელიც დამონტაჟდა გასაყინ კამერაში. მის მთელ ფართობს უბერავდა ცენტრიდანული ტიპის ვენტილატორი, რომელსაც ჰაერის ნაკადის ნაწილი გასაცივებელ საკანში გადაჰქონდა. საორთქლებელზე ასევე დამონტაჟდა დეფროსტის სისტემა, რომელიც შედგება: დნობის ელექტროტაიმერის,

თერმორელეს და ელექტროგამახურებლისაგან. აგრეგატის ჩართვა-გამორთვას უზრუნველყოფდა Ranko-ს ფირმის თერმორეგულატორი.

სამაცივრო რეჟიმიდან დეფროსტის რეჟიმზე გადასვლა ხორციელდება თერმორელესა და დნობის ტაიმერის მეშვეობით. როდესაც საორთქლებელის ზედაპირზე ტემპერატურა მიაღწევს უკიდურეს მინიმალურ მნიშვნელობას (-24°C), თერმორელე გაიხსნება და მიაწვდის დენს დნობის ელექტროტაიმერს, რომელიც შერთავს გამახურებელ ხელსაწყოს და ავტომატურად განრთავს კომპრესორს და საორთქლებლის ვენტილატორს. ამის შემდეგ იწყება დნობის რეჟიმი, რომელიც მიმდინარეობს 25 წუთიდან 35 წუთამდე. ამ დროის განმავლობაში საორთქლებლის ზედაპირზე მთლიანად მოიხსნება თოვლის ქურქი. დნობის პერიოდის გასვლის შემდეგ კი ავტომატურად ჩაირთვება კომპრესორი და საორთქლებლის ვენტილატორი, ხო-

ლო თერმორელე ჩაიკეტება და აღარ მიაწვდის დენს გამახურებელ ხელსაწყოს.

თერმორეგულატორი მუშაობს დამოუკიდებელ რეჟიმში. მას დნობის რეჟიმთან კავშირი არ გააჩნია. იგი კომპრესორის ჩართვა-გამორთვას აწარმოებს სამაცივრო კამერაში არსებული ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით.

რაც შეეხება დანადგარის კონდიციონერის რეჟიმში მუშაობას იგი გადაყვანილ იქნა პულტით მართვაზე, როგორც სპლიტ სისტემის კონდიციონერები.

დასკვნა

ამრიგად, ინოვაციური კარადული ტიპის მაცივარ-კონდიციონერი, არის ძალიან ეკონომიური და დიდად მოთხოვნადი საყოფაცხოვრებო დანიშნულების საქონელი, რომლის წარმოებაც ფართოდ უნდა დაინერგოს მაცივრების და კონდიციონერების წამყვან კომპანიებში.

ლიტერატურა

1. Megreldze T., Japaridze Z., Suladze S., Gugulashvili G., Goletiani G., Tepnadze A., Kvirikashvili G., Omiadze Z. Refrigerator machines (Piston compressors). Technikuri Universiteti. Tbilisi. 2009, 52-53 pp. (in Georgian).
2. Megreldze T., Sadagashvili E., Beruashvili G., Gugulashvili G. Study of the optimal working regimes of refrigerator machines with difficult cycle. Technikuri Universiteti. Tbilisi. . # 2 (480). 2011, 91-96 pp. (in Georgian).
3. Meyer. Training manual refrigeration-AC, ICCT. 2004. (in English).
4. System trouble shooting measuring instruments. Danfoss A/S (RC-SM/MWA), 09-2002. (in Russian).
5. Honeywell refrigerants. Honeywell International Inc. 2006. (in English).

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2210

UNIVERSAL CABINET REFRIGERATOR-AIR CONDITIONER

- T. Megrelidze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- T. Isakadze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- G. Gugulashvili** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

G. Beruashvili, Assistant Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: giorgiberue1@mail.ru

L. Kobakhidze, PhD, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: Leri-k@hotmail.com

ABSTRACT. The article presents the concept of a special cabinet, which also performs the functions of refrigerator and air conditioner. Refrigerator and air conditioning have a common compressor and condenser, and other nodes (capillary tubes, evaporators, and automatic devices) are separate. Universal unit operates in three modes: 1) no frost freezer, 2) windows air conditioning, 3) refrigerator and air conditioning at the same time. This unit is environmentally friendly. It is loaded R290 refrigerant, with zero potential of ozone depletion and global warming.

KEY WORDS: Air-conditioning; compressor; refrigerant; refrigerator; ozone.

UDC 621.8

SCOPUS CODE 2210

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ШКАФ ХОЛОДИЛЬНИК-КОНДИЦИОНЕР

- Мегрелидзе Т.Я.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- Исакадзе Т.А.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- Гугулашвили Г.Л.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

Г. Бериашвили, ассистент-профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: giorgiberue1@mail.ru

Л. Кобахидзе, академич. доктор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: Leri-k@hotmail.com

АННОТАЦИЯ. Представлена принципиальная схема специального шкафа, который одновременно выполняет функции холодильника и кондиционера. Холодильник и кондиционер имеют общие компрессор и конденсатор, а остальные узлы (капиллярные трубы, испарители и устройства автоматики) у них разделены. Универсальная установка работает в трех режимах: 1) холодильник сухой заморозки, 2) подоконный кондиционер, 3) холодильник и кондиционер одновременно. Установка является экологически безопасной. В нее загружен холодильный агент R290, у которого потенциалы разрушения озонового слоя и глобального потепления равны нулю.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: компрессор; кондиционер; озон; холодильник; холодильный агент.

UDC 658.382

SCOPUS CODE 2213

STATISTICAL DATA ABOUT SEVERE AND FATAL WORKPLACE INJURIES

- N. Razmadze** Department of Labour Safety and Emergency Control, Georgian Technical University, 75 M. kostava Str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: n.razmadze@gtu.ge
- N. Ratiani** Department of Labour Safety and Emergency Control, Georgian Technical University, 75 M. kostava Str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: n.ratiani@yahoo.com

Reviewers:

O. Lanchava, Professor, Chief Specialist at G.Tsulukidze Mining Institute (TMI), GTU
E-mail: O.Lanchava@yahoo.com

N. Machavariani, Professor, Department of Labour Safety and Emergency Control, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: n.machavariani@gtu.ge

ABSTRACT. The article provides analysis of the statistics of severe and fatal accidents occurred at workplaces. The article comprises global data covering the worldwide experience, including Georgia. The role and goals of International Labour Organization have been defined in order to provide suitable and safe working conditions. Quantitative data of severe and fatal accidents are represented in the tables and diagrams according to the geographical zones. Etiologic (physical and chemical) factors, that cause occupational diseases statistics in Georgia during the recent years have also been discussed.

The study also considers new mechanisms of employees' social security, which should consider hazardous and harmful factors in the working environment, the difficulty and strain of the working process. The article represents the recommendations for the social security schemes based on the examples of the developed countries.

KEY WORDS: Industrial injuries; International Labour Organization; labour safety; labour protection; occupational diseases; statistical data.

INTRODUCTION

International Labour Organization (ILO) regularly publishes accidents and occupational diseases statistics. ILO was founded in 1919. In 1949 it became the first specialized institution of the newly established United Nations Organization.

ILO practices four strategic principles in its work, which are as follows:

1. The development and realization of the main principles and rights in the working field;
2. Safe employment guarantee with wide opportunity;
3. Upgrading of workers' social protection;
4. The support of a social dialogue and the concept of its three-sided realization.

To specify the above-said, ILO cultivates Rome International Standards through concepts and recommendations, which refer to social insurance, labour safety and health, as well as other important points of labour law.

ILO promotes the formation and development of independent organizations of employers and employees. It provides them with trainings and recommendations. ILO is the only agency in the UN whose functioning is based on a three-sided structure: a close collaboration of employers, employees and government organizations.

The role of trade unions is also great in determining occupational safety matters.

ILO headquarters is in Geneva (Switzerland).

The highest body of International Labour Organization is International Labour Conference, which is held annually. Every two years, a two-year programme and a budget are approved, which are funded by the member countries. In addition, the administrative council operates between the conferences, three times a year.

International Institute of Social-Labour problems operates within ILO (Geneva, Switzerland) and International Training Centre (Turin, Italy).

MAIN PART

Provision of occupational safety and health at workplace is realized by a target programme “Safe Work”, which is comprised of the international network of national and collaborative information centres (ILO/CIS). The latter is composed of 160 centres worldwide.

ILO activity and work in place are implemented via regional and sub-regional bureaus. The sub-regional bureau of Eastern Europe and Central Asia is in Moscow.

When ILO was founded after the WW I, its resolution included the creation of labour inspection in all member countries. It resulted in documents that are still valid nowadays. 130 states convention # 81 was published in 1947. It still proves timely these days. Several important conventions followed afterwards, including Labour Inspection in Agriculture (1969, #129) and Child Labour (1973, #138 and 1999, #182). These conventions did not change basic regulations of convention # 81, but completed it.

According to International Labour Organization information, every 15 seconds one person in the world dies in a working place, while 6,000 people die every day. The number of accidents amounts to 270 million a year, among which 350,000 are fatal. The deplorable reality shows that more people die in working places than in a war.

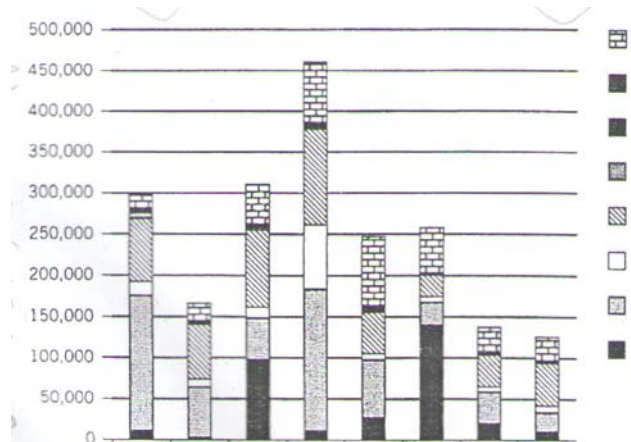
Workers should have decent working conditions. Their labour should not only be highly paid, but safe as well. They must have social security directly in the working place as well as for their family members. They should be granted the opportunity for individual professional growth and social integration.

Labour protection is a key component of a decent labour conception. In other words, if the work is paid well, but is unsafe, it cannot be considered decent. If a person's labour is free, but puts his health at risk, this labour is not decent either. If the working conditions in the contract are good, but the work is harmful for the health and welfare, such work is not decent either.

ILO regularly publishes statistical data on work-related accidents and occupational diseases.

In Diagram 1, statistical data of work-related fatal incidents in the regions worldwide are shown (in absolute units).

DIAGRAM 1



Accidents and Abuse
Urinary Systems Diseases
Digestive System Diseases
Neuropsychiatric Factors
Blood Circulatory System Diseases
Respiratory System Diseases
Malignant Growths
Infectious Diseases 1 2 3 4 5 6 7 8

- 1 _ Established Market Economy Countries;
- 2 _ Former Socialist Economy Countries;
- 3 _ India;
- 4 _ China;
- 5 _ Asia-Pacific;
- 6 _ Sub-Saharan Africa;
- 7 _ Latin America and the Caribbean;
- 8 _ North Africa and Middle East.

Calculations were conducted using two methods. At first, different age groups were studied separately and then - according to the gender.

The research in developing countries was conducted on a limited scale. Despite this fact, quantitative relation between influence factors and diseases coincided with the parallel figures of developing countries (but for few exceptions).

According to the statistical data of International Labour Organization member countries, accidents generally take place in the following sectors:

1. Agriculture/ fisheries/ wood processing.
2. Industry and construction.
3. Service sphere.

As stated in Diagram 1, the number of work-related accidents is rising each year. The reasons vary. The main reasons are:

1. The general growth of workers;
2. Particular age groups results (2.03 million people) are different based on various calculations. These age groups are: 15-29, 30-44, 45-59, 60-69 and 70 +. The majority have already retired, and the data have been

retrieved from those diseases that have continued for a longer latent (hidden) period.

3. The number of fatal accidents has increased insignificantly: decreased in developing countries and increased in developed ones.

4. According to the latest data, fatal accidents have risen in China and some countries in Asia-Pacific. (ref. Diagram 2). However, work-related infectious diseases, for instance, malaria etc, represent a serious problem for African countries, India and others.

In spite of the fact that poisonous substances use in developing countries is strictly controlled compared to the recent years, death toll and longer latent (hidden) periods of diseases have risen. This is particularly typical of asbestos. Chief experts from Britain estimate that 3,500 people die annually in their countries due to mesothelioma and lung tumors, caused by asbestos. This applies to all those countries, where asbestos is still used in manufacturing processes.

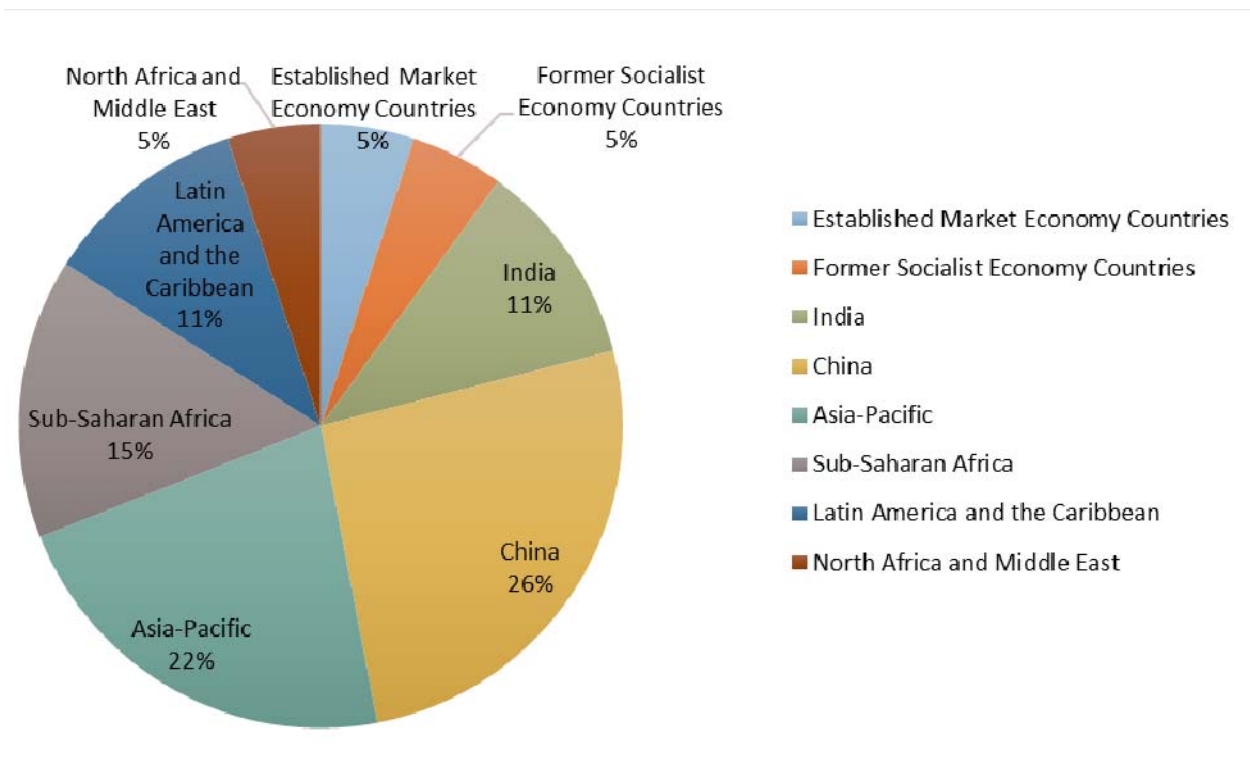


Diagram2. The number of fatal work-related injuries in 2001 according to the regions (total of 351,000)

The decrease of fatal accidents in economically developed countries is caused by employment structure changes: nowadays, dangerous industries, such as steel industry, ship-building and vessel utilization, agriculture, wood processing, mining industry etc, employ far less people. The majority of workers constitute service sector, which is much safer. In developing countries, however, industrialization is often accompanied by a sharp increase of fatal and non-fatal accidents. This fact is connected with the opening of factories, plants, development of infrastructure, construction of roads and buildings. Unskilled and unqualified workers (including migrants) are employed there. A strange industrial environment raises the risk of injuries. If the historical experience the developed countries possess is applied in other countries, then initially the number of fatal or severe accidents, as well as diseases, will rise drastically. Then this number will be set at a particular index, until the state policy applies the historical experience and starts to provide safe working conditions.

The fast growth of number of accidents in developing countries can be solved by perfecting the accountability and compensation systems, which increases statistical indexes. However these data do not include rural residents and unreported employees.

According to 2011 figures, 4609 fatal accidents were reported, among which 3% due to crushed-betweens; 9% - due to electrical shock; 10%- due to fallen objects; 35% - due to falls; other accidents – 43%.

The statistics indicate that falls are the main cause of death on construction sites. Even in developed countries like USA, where the safety of construction and assembly works is protected at legislative level (by means of major fines and other forms of liability), the death toll of workers fallen from heights reaches 35%.

In developing countries with frail democracy, those that have neither a legislative base nor working place technical security matters organized (properly arranged scaffolding, protective nets, safety harness etc.), construction and assembly works connected with high risks are characterized by high index of injuries and often result in death.

The existing conditions in labour protection sphere in Georgia were studied and analyzed by the association of trade unions within the project sponsored by Friedrich Ebert Foundation.

The studies recorded a staggering number of accidents, occupational, and oncological diseases. In 2006,

5 accidents were recorded only by the network of trade unions. The Ministry of Internal Affairs registered 87 fatal accidents and 6 severe injuries; technical inspectors were allowed to investigate only 2 of them.

Official statistics in Georgia for the period of 2007-2012 according to Table 1 and Diagram 3 are as follows:

DIAGRAM 3

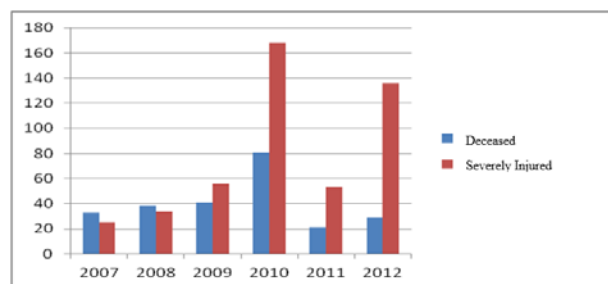


TABLE 1

Years	Deceased	Severely injured
2007	33	25
2008	38	34
2009	41	56
2010	81	168
2011	21	53
2012	29	136

Indexes of the united trade unions of Georgia differ significantly from the official statistics.

According to the data provided by the united trade unions, the total number of the severely injured and the deceased in the recent years is as follows:

2011	137 injured and 54 deceased;
2012	289 injured and 48 deceased;
2013	111 injured and 23 deceased;
2014	72 injured and 45 deceased;
2015	82 injured and 42 deceased.

2016 according to the data of 9 months' period, there were 40 severe injuries and 20 fatal accidents.

Occupational diseases indexes in Georgia:

In 2005, 28 workers fell ill and 4 of them were women, 3 of whom worked for "Chiaturmanganum" and one - for "Ferroalloy". However "Georgian Manganese" still occupies the "leading" position: its 19 workers fell ill, which amounts to 67% of the total number of patients.

In 2006, 25 occupational diseases were registered, among which 18 were registered in “Georgian Manganese”. The above-mentioned organization still shows the highest number of accidents (70% out of total number).

In 2007, 2 accidents were registered, both in “Georgian Manganese”.

In 2008, not a single instance of occupational diseases was registered, since special pensions for such incidents were no longer issued, and there was no point in suing the employer.

Occupational diseases distribution in Georgia from 1970 – 2006 is shown in Table 2.

TABLE 2

Vibration disease	237
Chronic manganese intoxication	234
Chronic Bronchitis	169
Pneumoconiosis	140
Auditory nerve inflammation	96
Bronchial asthma	81
Different intoxications	23
Manganosis	20

According to Table 2, vibration diseases occupy 1st position among occupational diseases (22.7%).

Etiologic factors, that cause occupational diseases, are as follows: physical factors (vibration, noise and physical overstrain, overexertion of particular organs);

chemical factors: industrial and agricultural toxic substances; industrial aerosols: dust, industrial allergens – organic and non-organic.

Occupational diseases distribution according to age and work experience from 1970 – 2006 is given in Table 3.

TABLE 3

Work experience (year)	age (year)				
	20 – 30	31 – 39	40 – 49	≥ 50	total
1 – 5	7	27	40	22	96
6 – 10	15	62	177	74	328
11 – 20	13	47	145	162	367
≥ 21	-	-	126	170	296
Total	35	136	488	428	1087

The results in Table 3 show that occupational diseases occur in young, able-bodied individuals, which leads to a decrease of qualified manpower.

CONCLUSION

Transfer of a country's economy to market economy requires the creation of new mechanisms of employees' social security, which should take into consideration

hazardous and harmful factors in the working environment, the difficulty and strain of the working process.

Governments in developing countries and their partners created social security schemes that aim to compensate (at least partly) income decreases due to accidents and occupational diseases as well as to cover medical and rehabilitation expenses for the injured, to provide financial benefits to the family in case of the breadwinner's death.

References

1. Decent work – Safe work – HIV/AIDS. ILO report for world day for safety and health at work 2006. 2006. (in English).
2. Zhordania T., Tevzadze D., Razmadze N. Occupational safety in construction. Publishing house “Technical University”. 2006. (in Georgian).
3. Machavariani N., Kanchaveli L. Occupational diseases. Publishing house “Technical University”. 2005. (in Georgian).
4. Bochorishvili N., Arabidze G., Neverovi A., Razmadze N., Bochorishvili I. Labour protection and fundamentals of security techniques in power engineering. Publishing house “Technical University”. 2012. (in Georgian).
5. Ratiani N. Psychological factors of safety risk in mining industry. GTU. Tbilisi. 2011. (in Georgian).
6. Machavariani N., Ratiani N. Industrial injuries and occupational diseases. Publishing house “Technical University”. 2013. (in Georgian).

UDC 658.382

SCOPUS CODE 2213

სტატისტიკური მონაცემები სამუშაო ადგილებზე მძიმე და სასიკვდილო ტრავმების შესახებ

- ნ. რაზმაძე** შრომის უსაფრთხოების და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: n.razmadze@gtu.ge
- ნ. რატიანი** შრომის უსაფრთხოების და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: n.ratiani@yahoo.com

რეცენზენტები:

ო. ლანჩავა, გრ. წულუკიძის სახ. სამთო ინსტიტუტი, სტუ-ის მოწვეული პროფესორი

E-mail: O.Lanchava@yahoo.com

ნ. მაჭავარიანი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის შრომის უსაფრთხოების და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: n.machavariani@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში გაანალიზებულია სამუშაო ადგილებზე მძიმე და სასიკვდილო უბედური შემთხვევების სტატისტიკა როგორც მსოფლიო, ისე საქართველოს მასშტაბით. განსაზღვრულია შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის როლი და ამოცანები ღირსეული და უსაფრთხო შრომის პირობების შესაქმნელად. ცხრილებსა და დიაგრამებში მოცემულია გეოგრაფიული ზონების მიხედვით მძიმე და სასიკვდილო უბედურ შემთხვევათა რაოდენობრივი მონაცემები. განხილულია, აგრეთვე, ბოლო წლების ტრავმატიზმისა და პროფდავადებათა სტატისტიკა საქართველოს მასშტაბით, პროფესიულ დაავადებათა განაწილება გასული წლების ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედებით.

აგრეთვე მოცემულია სოციალური დაცვის ახალი მექანიზმები, რომლებიც უნდა ითვალისწინებდეს საწარმოო გარემოს მანვე და საშინო ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში სამუშაო პროცესის სიმძიმეს. სოციალური დაცვის სქემების სახით სტატიაში წარმოდგენილია რეკომენდაციები განვითარებული ქვეყნების მაგალითზე.

საკვანძო სიტყვები: პროფესიული დაავადებები; სტატისტიკური; საწარმოო ტრავმატიზმი; შრომის დაცვა; შრომის უსაფრთხოება; შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია.

UDC 658.382

SCOPUS CODE 2213

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ТЯЖЕЛЫХ И СМЕРТЕЛЬНЫХ ТРАВМАХ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Размадзе Н.А. Департамент безопасности труда и управления чрезвычайными ситуациями, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: n.razmadze@gtu.ge

Ратиани Н.Г. Департамент безопасности труда и управления чрезвычайными ситуациями, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: n.ratiani@yahoo.com

Рецензенты:

О. Ланчава, глав. специалист, профессор Горного института им. Гр. Цулукидзе ГТУ

E-mail: O.Lanchava@yahoo.com

Н. Мачавариани, профессор Департамента безопасности труда и управления чрезвычайными ситуациями горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: n.machavariani@gtu.ge

АННОТАЦИЯ. Проанализирована статистика тяжелых и смертельных несчастных случаев, как во всем мире, так и в Грузии. Определены роль и задачи Международной организации труда для создания безопасных условий работы. В таблицах и в диаграмме приводятся количественные данные о тяжелых и смертельных несчастных случаях по географическим областям. Также рассмотрены последние статистические данные по профессиональным заболеваниям в Грузии; распределение профессиональных заболеваний в последние годы под воздействием физических (таких как вибрация, шум, физическое переутомление) и химических (промышленные и сельскохозяйственные опасности, индустриальные аэрозоли: пыль, промышленные аллергены - органические и неорганические) факторов.

Приведены новые механизмы социальной защиты, которые должны быть адаптированы к производственной среде от тяжести вредных и опасных факторов рабочего процесса. В статье представлены схемы социального обеспечения, рекомендации на примере развитых стран.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасность труда; международная организация труда; охрана труда; производственный травматизм; профессиональные заболевания; статистические данные.

UDC 371

SCOPUS CODE 2216

USE OF INTERNATIONAL EDUCATIONAL MODELS FOR TEACHING DESIGN AT GEORGIAN UNIVERSITIES

N. Shavishvili

International Design School, Georgian Technical University, 75. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia

E-mail: n.shavishvili@gtu.ge

Reviewers:**G. Mikiashvili**, Professor, International Design School, GTU

E-mail: gochamikia@yahoo.com

D. Bostanashvili, Associate Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Design, GTU

E-mail: d_bostanashvili@yahoo.com

ABSTRACT. The idea to introduce English-language design studies to a leading engineering school in Georgia was first articulated in 2011. It led to an implementation of an international curriculum more familiar to European schools of design but largely untested in most of the post-Soviet countries (with a notable exception of Strelka Institute for Media, Architecture and Design in Moscow, formed in 2008). Initial bachelor and master degree programs for the International Design School (IDS) of Georgian Technical University (GTU) in Tbilisi was completed in 2012, first students enrolled in 2013. The program - since only moderately modified to better adapt to the Georgian realities - had effectively been written by a Portuguese scholar Alex Velasco, an alumni of London's Central Saint Martin's College of Art and Design and a PhD researcher at Istanbul Technical University, who, prior to his assignment in Tbilisi, had implemented his teaching skills to neighboring Turkey where he had helped to successfully launch two modern curricula plans for design studies - at Middle East Technical University in Ankara and İzmir University of Economics: both of the plans had resulted in creation of new design schools highly valued, by now, not only in Eastern Europe but worldwide.

KEY WORDS: Design thinking; brainstorming; higher education; hybrid teaching form; mental model; trend-setting; user-experience (UX).

INTRODUCTION**Design Thinking**

The concept of the curricula plans for IDS has been broadly based on “design thinking” philosophy - long in the air but finally formulated, at the beginning of this century, by Tom and David Kelley, with Tim Brown, the founders of IDEO - the American think-tank for creative innovation. In their understanding, “design thinking” is “a methodology that imbues the full spectrum of innovation activities with a human-centered design ethos... powered by a thorough understanding, through direct observation, of what people want and need in their lives and what they like and dislike about the way particular products are made, packaged, marketed, sold and supported” (Brown, 2008 : 86). The “design thinking” approach had since been embraced by the leading North-American and European design schools, initially Hasso Plattner Institute of Design (or simply “d.school” as it has become known) in Stanford University, then Harvard University/MIT and later moving further to Europe. Design thinking philosophy has been strengthened and enhanced by its increasing application to widening methods of solving problems of modern society, since it “incorporates constituent or consumer insights in depth and rapid prototyping, all aimed at getting beyond the assumptions that block effective solutions” (Brown & Wyatt, 2010 : 32).

MAIN PART**Human Centered Ethos and User (UX) Experience**

The key advantages of design thinking model for education in Georgian universities cannot be overestimated. This approach to creative learning has been tested in various economic conditions and business transactions, and since it helps the companies to be more innovative, make products and services consumers really need, and bring them to market faster, it will be able to better address social issues in Georgia and spread the positive experience of design thinking to the entire region, which has also inherited problems of the post-Soviet transition. Applying “user-experience” (UX) solutions based on thorough understanding of interests of both the clients and consumers, and thus crossing traditional boundaries between government, business and non-profit sectors, design thinking model has the ability to bring to the society an entirely new generation of designers with better understanding of how the relations between the market and the consumer work, and what needs are to be prioritized and met. Such a model is placed better than anything else to prepare the graduates for a successful practice.

Design thinking meets volatile criteria set by ongoing phase of social and economic transformation in the world order, characterized by the free flow of talents and ideas. Previously, such movements were dictated by market forces and were financially constrained, but since the educators concluded that “designers have always been agents of change in society because their future-oriented dispositions and willingness to frame and address pressing issues in a holistic way force us to ask fundamental questions and create new solutions” (Zenke, 2014 : 251), the designers gradually became undisputable leaders of the new world order and lead the innovators’ pack by creating opportunities and helping decision makers to face growing challenges. As “information technology is leading us towards a postcapitalist economy” (Mason, 2015 : 118), it is the people armed with design thinking tools who constantly generate, prototype and realize new ideas, and remove constraints preventing the market from adequately responding to rapid societal changes. These designers systematically enter the just-forming postcapitalist market, which is already overloaded with a free flow of information, and - while such an abundant market, most

likely, is largely unwilling to be surprised by any novelty - still manage to vigorously and successfully attack it with products and services that had never existed before.

Design thinking “relies on our ability to be intuitive, to recognize patterns, to construct ideas that have emotional meaning”, hence never relying on the over-rational and the analytical, and “is best thought of as a system of overlapping spaces rather than a sequence of orderly steps. There are three spaces to keep in mind: inspiration, ideation, and implementation” (Brown & Wyatt, 2010 : 33).

As a result, the three-spatial design thinking education model is future oriented, primarily concerned with “the conception and realization of new things” and focused on “planning, inventing, making, and doing” (Zenke, 2014 : 252), helping students succeed in the “world of flows”. Design thinking differs from deductive logic of presumption and preconception, and after the exhaustive process of research and exploration involving “inspiration, ideation, and implementation”, at the end, inevitably identifies a solution which is closest to the one that can, at once, be regarded as the optimal and which at times, during the process, seemed to be non-existent.

Design thinking is therefore justifiably described in terms of “designerly ways of knowing” and, as such, massively influences the specialist education with its ability “to define, redefine and change the problem-as-given in the light of the solution that emerges from the designers’ minds and hands. People who seek the certainty of externally structured, well-defined problems will never appreciate the delight of being a designer” (Cross, 2006 : 7). This kind of delight can only be felt by gradually acquiring the tools and experiences of “thinking” design school students who usually tackle problems “characterised as illdefined, or ill-structured, and... quite distinct from the kinds of well-structured problems that lie in the educational domains of the sciences and the humanities” (Cross, 2006 : 10).

Hence the key to understanding design problems: they cannot be formulated rationally. They are inherent in the system which regularly looks to improve its ability to survive and develop, so their mathematically precise articulation is not possible: if it was, the designers would not be needed; the well-defined problems, rationally explained, carry their own solutions inside. “Design problems are considered ill structured because their solutions cannot normally be found by applying mathe-

mathematical formulas or algorithms in a routine or structured way... it is not possible to apply formulas to problems that are not well bounded or even defined.... Design problems are open-ended because they typically have several acceptable solutions. Uniqueness, so important in many mathematics and analysis problems, simply does not apply to design solutions. In fact, more often than not, designers work to reduce or bound the number of design options they consider, lest they be overwhelmed by the possibilities” (Dym, Little & Orwin, 2014 : 13).

Therefore, the harmony and proportion of the artefact, beauty of its composition and aesthetics of its representation, talent and drawing abilities of the author-artist capable to produce a striking, unique imagery, or come up with a brilliant, one-off idea worthy of a genius mind, are the qualities that usually are located very far from the murky waters in which the modern designer – most likely, designers team – navigates its way to identify a qualified optimum in an abundance of available solutions.

Hands-on Engineering Method

There is another international model of teaching design school students also very well applicable to the curriculum of IDS which is a faculty of GTU - the oldest Georgian engineering institution. This model can be simply described as a “hands-on approach”. By origin, it is mostly British method for educating both engineers and, paradoxically, artists. Such schools or, as an example, Royal College of Art, are characterized by “individual experimentation, a close contact with materials and technologies, and an encouragement to take risks and to explore the limits of the subject. Bachelors’ level... includes a wide-ranging diagnostic Foundation course. Their work consists largely of projects... Firsthand experience is valued above textual description... Students learn important skills through undertaking project work and research, many skills which are never explicitly taught. This approach emphasises the experiential nature of design, acknowledging that designers are best able to innovate when they have an intimate understanding of their craft” (Boyd Davis, 2000 : 64).

Design as “craft” rather as “art” form is key to understanding and successfully applying this model to a modern design school curricula plan. Design and manufacturing always went hand-in-hand in British universities inspired by technological changes brought by industrial

revolution and heroic scale of grand engineering tasks undertaken during the Victorian age: sewage system of London, Thames Embankment, London Underground, and further afield - the railway lines of British Empire designed and built across the world. All these works were effectively planned and carried out by “a motley crew” of “men engaged in practical works of construction and land drainage” who in fact were “skilled artisans” (Buchanan, 1989 : 11) along with mechanics, smiths, molders, and millwrights, but who had nevertheless become true predecessors of those whom we may want to call “the thinking designers”.

Design/Build Studio for Tangible Projects

To educate those who, until very recently, had been mostly engaged with tangible results of their innovation and experimentation - architecture, interior, furniture, product, engineering design etc., - the best method of the “hands-on approach” to learning can be implemented in “design/build studios”. These are the classes of students led by instructors and based on a “3-c” principle: “collaboration, communication, and construction”. The most memorable example of such a unique collective “research and development” institute lays outside Britain - Rural Studio in the state of Alabama, USA, founded by arguably the greatest architectural design tutor and experimenter, the late Samuel Mockbee who once famously “said that students were “snake bit”: though they might not immediately know the whole significance of what they had learned, their experience stays with them-as a kind of benign venom-and might indeed inspire them in the future. Design/build projects transform values, which in turn inform how people continue to design and build” (Hailey, 2016 : 21).

Design/build studio teams collaborate on conceiving plans, exploring various avenues of design opportunities, manufacturing and testing early prototypes, and - as it happens primarily in architectural design schools - engage in calculating loads, choosing sustainable materials and construction technologies, estimating practical costs, detailing joints and finally realizing the studio project(s): constructing a building on an available site. The entire process takes the instructor/student collaborative network to the roots of design-and-build sequence, fostering a collaborative and consensus-driven design experience, teaches “the value of collaborative thinking and understanding through building”, helps “to

propose, discuss, revise, and edit design ideas through drawing and models to arrive at a collective design for construction...integrating technology into design studio with focus on issues of sustainability, accessibility, contextual fit, permanence, comfort, and beauty among other considerations” (Hailey, 2016 : 22).

For developing countries like Georgia, applying this model to IDS curricula plan is even more important for another, financial reason: it gives a certain direction to identify sources of funding design projects which will become key factors for a successful application of design thinking to the real world. Combining realization prospects to the “hands-on approach” always has a better chance to bring positive results to tutor/student collaboration than can be brought by a science-driven rationale which had been, traditionally, based on theoretical models. However Rural Studio was far from being the first to implement tutor/student collaboration for practical outcomes. The master/apprentice workshop method, indeed revolutionary at the time, was launched by Bauhaus in the post-WWI Germany.

Relevance of Bauhaus

Bauhaus had become a true predecessor to all modern design schools since it “attempted to organize and codify the revolutionary ideas of the early twentieth-century “isms” and protomodern experiments into an educational method for the new industrial era. The modernist imperative for abstraction and experimentation was applied to a system of design education fundamentals. The Bauhaus Basic Course was the first in design education to declare that... primary design education should begin with abstract problems to introduce these universal elements before students proceed to tackle programmatic design problems applied to specific scales, needs, and media. This emphasis on abstraction and experimentation, and the rejection of accepted traditional formulas, represented a radical new attitude in education” (McCoy, 2005 : 5). Probably the main difference from the Bauhaus method to the one widely used by the design thinking schools today is that, after foundation courses, the modern schools tend to switch students to applied projects because they consider it simulates “professional practice - a modern version of the apprentice system - rather than continuing an orderly sequence of fundamental design concepts and methods” (McCoy, 2005 : 6).

Nevertheless, in most forms of modern design but especially in visual communications and graphics the Bauhaus teaching methods and functionalist ethic continue to be valid even a century later because they highly value the qualities of minimalism, universality, rationality, abstraction, simplicity, and plain geometry. They continue to be valid even as rapid advances in information technology transform visual communications. Over and over again, this proves the fact how far reaching had revolutionary ideas of visionary founders of the Bauhaus been. Although interactive information and communication technologies require profoundly new visual strategies, the Bauhaus curriculum still seems to be centrally located in this communications revolution, as well as in teaching future graphic designers.

Moreover, the philosophy of design thinking education models has even been strengthened by recent dramatic changes in digital technologies and acceleration of information exchanges. Some authors argue “that the actions and events of innovative practice are emergent within its artefacts”, basing such a claim on a historical breakthrough made by famous American designer Henry Dreyfuss, whose design solution quoted below had effectively prompted XX Century most dramatic change in the direction of US design style - from Art Deco to Functionalism: “advent of the all-metal Douglas Dakota aircraft is a reason for Dreyfuss’ streamlining of the Hudson locomotives for the New York Central Railroad in 1935” (Brown, 2016 : 283). The author of this claim thinks that these types of ground-breaking design decisions are function of “successful track record in investigation”, in which the author lists “The field - representing the literature, discourse, professional associations, and institutional authorities that accredit value and legislate the agenda in a particular domain or discipline, ...Theory - representing principle, assumption, inference, prediction, forecasting, hypothesizing, well formulated guessing, borrowing and linking, inductions from the evidence, statistical tendencies, and neurotic compulsion, ...The object - representing what the artefact is about. Represented as constraints exercised by: the brief, the tender, scope and focus of purpose, context/site, exceptions or adaptations, external regulation, traditional use and application, ...The “designer”” (Brown, 2016 : 287), and so forth. The primary outcome for the author is “The artefact -... publication,

authentication, iteration, and valuation, of design practice” (*ibid*, 287).

Universal Appeal of Abstraction

Another historic example of the same period in American design history clearly demonstrates that primary design education should, indeed, start by an “investigation” and abstraction of problems, and introduction of universal mindsets, and then proceed to tackle design briefs: “When László Moholy-Nagy formed the New Bauhaus in Chicago in 1937..., he included lectures by philosophers and scientists. Since then, various other programs have introduced semiotics, literary theory, etc., to their curricula, and there is a growing recognition that a wide-ranging education is needed for a synthetic and integrative field such as design to progress” (Swanson, 2005 : 23). Others think that morphology - the study of form and shape, or social weight of historicism, or exposition of technology as well as deconstruction which has “no rules, only possibility” - are ensuring that methodology prevails over product and each one of the seemingly distant signals transmitted to students by ecology, urbanism, semiology and so on, actually represents “medium for the transfer of messages; it represents ideas, has rhetorical or metaphoric significance, and teaches through association” (Lewis, 2009 : 53).

There is no contradiction between seemingly distant concepts of “abstracting problems and introducing universal mindsets” by “teaching through association”, from one side, and “hands-on approach” in historical “master/apprentice workshop” or modern “tutor/student collaborative team” - from the other. These allegedly “conflict” sides are, in fact, heavily interwoven within design thinking teaching philosophy that had initially been adopted by North American and European schools but had now become increasingly relevant beyond these geographies. Design solutions from the best students of these schools profit from the enrichment of information base, abstraction of the briefs, data mining and mind-mapping, systematic brainstorming, while simultaneously they continue to engage in tireless sketching and comparing, choosing and rejecting materials, defining and refining alternatives, rapid prototyping and modeling solutions, and gradually approach the optimal ones which are, at the end, always well informed: that ensures, depending on the talents, experiences and

efforts put by instructors and teams, that if they are not the most exciting ones - they always are, at least, good and innovative.

But only a decade or two ago “the teaching strategies in most design schools discouraged systems-level thinking by asking students to design products (a book, brochure, multimedia presentation, etc.), usually outside the context of the systems to which they belong and even, in some instances, outside the context of use...Students rarely asked whether the problem is worth solving, moved beyond simple demographics in defining audience, or explored how the product fits into the larger context of the client’s organization - let alone the audience’s culture and everyday lives” (Davis, 2005 : 16). In contrast, the current curricula instruct students to simulate client’s function basing it on the manufacturer’s standpoint at the highest levels of corporate decision making, or on the customer’s standpoint as the manufactured product’s end-user, but more frequently - on both. The UX design solutions, initially applied to human-to-computer interactions, display interfaces, mobile applications, website designs and other forms of digital communication, now tend to expand from information technologies to the realm of “user-centered” or “user oriented” tangible projects which previously were listed in “custom designed” category. It finds its outcome in a form of “designer capitalism... centered on the ego as a form of self-reflexivity” (Jagodzinski, 2010 : 155).

Top design schools pursue the extension of valleys of communication, standard for historic design presentations - sketches, schemes, plans and icons, perspective drawings, three-dimensional models, working prototypes - to other modes of communicating. It is especially relevant for students learning the skills of the most sought-after design profession of today: “visual communication designer” or “graphic designer”. “Writing should be an integral part of a graphic design curriculum... from project briefs and proposals to the text for a book, from headlines to taglines and catchphrases since it is an essential part of being a graphic designer. In an Identity course, students should write a detailed position paper describing the kind of establishment or institution for which they will be creating an identity, thinking long and hard before they actually begin to “design” anything. Encourage this brainstorming, this conceptualization, and require students to do research

on their projects even before they begin to design” (Baseman, 2005: 20). Thus, liberal arts, languages and cultures acquire growing prominence with migration, multiculturalism, the age of globalization, and accelerating information.

Hybrid Teaching Form

Another specific point distinguishing graphic design from other design disciplines is that although the graphic designers are now encouraged to work collaboratively and form teams, they still manage to maintain “their specific identity as the originators, “authors,” or controllers of visual ideas” (Wild, 2005: 42). Seeing it as a conflict between teamwork and individualism, some tutors try to promote a co-existence of the two working methods - “the artisan” and “the craftsman”, while emphasizing that “authorship is, by and large, a way to train young designers as thinkers - and not merely as service providers... At the same time, to encourage them to seek references beyond the obvious: the richness of their sources testifies to an ability to engage a larger universe, and their work benefits from locating itself along a trajectory they’ve chosen and defined for themselves” (Helfand, 2006 : 12). As a result, a hybrid teaching form has been recently created and, actually, tested as whether it is expandable from the visual communications to other design disciplines. “No scheduled lectures or demonstrations are held. Fewer assignments, defined in less detail are presented to the students with the open requirement to make progress from one session to the next instead of any prescription regarding project milestones or process... Students spend a good deal of time showing each other practical skills, giving each other design suggestions, establishing their credentials within the group and assessing their own work in the light of everyone else’s work... The individual elements of studio worked best when all were employed together... Students assessed their own work critically... They chose and learned new tools strategically, ...developed an appreciation of the impact one decision in design might have on those made previously and those yet to come” (Boling and Smith, 2014 : 41).

This method well serves a “prime purpose of education in design - to cultivate the generative, creative spirit. The essential benefit to society is that it frees the student from the bonds of purely commercial interests, from the mass culture of the empty self, and from moribund

tradition. The creative spirit both defines society and gives it direction” (Hiebert, 2005 : 61). Such a hybrid model, addressing individual abilities yet heavily tying the outcome’s success to a well-instructed team-building effort, “involves creative thinking, imagination and visualization as well as ‘not-so creative’ activities and skills such as coordination, management, making presentations and persuasive skills” (NCERT, 2011 : 11), and is currently being enthusiastically expanded to design schools worldwide.

This hybrid method, in conjunction with simulations of client’s function (manufacturer/customer/both), helps to expand teaching experiments by encouraging design students to participate in a “game play”. Game play has become strategically important in teacher-student interactions. We can trace this concept back to over fifty years but it has only recently become part of main curricula in major design schools, initially in North America. In 1965 one of the greatest designers and theorists of XX Century Paul Rand wrote essay “Design and the Play Instinct” where he stressed the importance of introduction of “play” into design education, because “producing work in the spirit of play had to do with such basic elements as harmony, balance, and composition, the hand-drawn gesture against the manufactured one” (Helfand, 2016 : 52). In modern digital times, play can be illusion-optical, perceptual, scale-confusing, image-distorting, or even mechanical. When play finally takes a part in a day-to-day practice activity of a design firm and in teaching syllabi of a design school we then can claim that “design thinking has entered the cultural mainstream, ...working for a growing number of cogent and increasingly multidisciplinary educational programs that have successfully introduced design within the context of social innovation” (Helfand, 2016 : 154).

Artisan and Craftsman Meet

As we can witness from the above examples reflecting various design thinking education models - artisan, craftsman or hybrid, they all are located in overlapping sectors covering engineering and art studies, and requiring philosophic abstraction before moving to programmatic explorations related to context, site, scales, ergonomics, and other specifics. User centered or UX explorations preceded by brainstorming, mind mapping, trend setting, mental modeling, insight building, and finally framing insights, are central to a successful

modern design project. These days, sketching no longer necessarily starts with drawing the object in consideration – whether for a real commission, a studio project or a freelance speculative job. Most likely, initial forms are abstract, but with a clear aim to lead to a desired optimal solution. “Some of the shape making exercises such as cube and cylinder building relate in spirit to the eighteenth and nineteenth century practice of drawing solid geometric bodies... Design courses represented a distinct shift from technique-based courses, towards a more open-ended experimental approach which encouraged a critical attitude of mind” (Yeomans, 2005 : 209).

Design industries which students of IDS can pursue in their studies and professionally, such as graphic/visual communications, web, product/industrial, exhibition, interior/furniture, architecture, animation, photography/videography/TV - and even automotive design - are located in the art and design sector, but the accelerating pace of information technologies, with ever-growing common accessibility of designers to various digital tools, effectively blur boundaries between design and fine art. Design culture today is more “design-as-process” rather “design-as-solution”. There are no longer any identifiable final outcomes, only the optimal ones for a given time and context. Design today is merely a part of general critical discourses, “which move the focus of discussion away from design’s formal qualities to its broader contexts... where the creative and iterative design thinking process is revealed” (Charman, 2012 : 125). Today we accept that “the meaning of a product extends far beyond its direct function, and this is where thinking critically and analytically about design finds its foothold” (*ibid*, 127), and this is where applications of international models to teaching design in Georgian universities should be addressed.

Applying Models

Application of design thinking to studies in GTU is a process, success of which shall lead to breaking a new ground in Georgian higher education. The core of this concept is that “designing” (planning) the artefacts will not be seen as a separate from actually “making” (producing) them. During this process designers think mostly “intuitively” and not “rationally”. Such thinking “is not based upon conventional forms of logical inferences... [because it] is abductive... different from the

more familiar concepts of inductive and deductive reasoning... It is this particular logic of design that provides the means to shift and transfer thought between the required purpose or function of some activity and appropriate forms for an object to satisfy that purpose” (Cross, 2011: 17). This process involves more informed view on the design from analysis of its strengths and weaknesses, to sudden “illumination” and “parallel design” ability related to drawing with the simple tools of pencil and paper which “gives the flexibility to shift levels of detail instantaneously; allows partial, different views at different levels of detail to be developed side by side, or above and below and overlapping; keeps a record of previous views, ideas and notes that can be accessed relatively quickly and inserted into the current frame of reference; and permits and encourages the simultaneous, non-hierarchical participation of co-workers, using a common representation” (Cross, 2011 : 93). Students should form teams of 2 to 4 people for every design studio assignment. Each team should start with a brief, which allows for a certain level of unpredictability. After the field observing and design research, a team goes through a process of synthesis to distill what the members “saw and heard into insights that can lead to solutions or opportunities” (Brown & Wyatt, 2010 : 34).

Methodologies for various assignments – either for interior and furniture, or graphics and visual communication, or product design and engineering, taught in the current curriculum of IDS, may vary on a case by case basis. For instance, product designers may follow the path of “product planning and clarification of the task, conceptual design, embodiment design, detail design” (Riitahuhta, Lehtonen, Pulkkinen and Huhtala, 2011: 138). Engineering designers may want to follow those who “clarified requirements, by asking sets of related questions which focused on the problem structure

- actively searched for information, and critically checked given requirements
- summarised information on the problem formulation into requirements and... prioritized them
- did not suppress first solution ideas; they held on to them, but returned to clarifying the problem rather than pursuing initial solution concepts in depth
- detached themselves during conceptual design stages from fixation on early solution concepts

- produced variants but limited the production and kept an overview by periodically assessing and evaluating in order to reduce the number of possible variants” (Cross, 2000: 27). Interior designers may follow the world’s leading architect Rem Koolhaas who focuses “on programmatic effects rather than formal configurations, and has recommended overlaying incompatible programs into a discontinuous whole that is expected to engender new events” (Jormakka, 2007 : 39). For graphic designers, Bannan-Ritland and Baek (2008) devised the following sequence: Informed Exploration Phase, Needs Analysis, Survey Literature, Audience Characterization, The Enactment Phase, Research / System Design, Articulated Prototype, Detailed Design, and finally various phases related to evaluations and refinements; and so on.

It is informed intuition and sensual abilities and not the rational or technical choices based on budget restraints and client’s limitations which are instrumental in bringing success to this design method and, as its consequence – to the design thinking educational programs. User experience, sustainability, product usability, life-cycle assessment, and brand-driven innovation are the tools for thinking designers. They “translate technical choices to the realm of product and/or user by means of expressive representations of the product. These representations are communicated in a language understood by all and this enables the other specialists to reflect on their choices and those of others, i.e. cross-disciplinary” (de Bont, 2013 : 148).

Creativity and innovation are on the forefront of design thinking when it is engaged in applying its ideology to practical tasks, as well as framing and communicating its insights to the stakeholders. It translates “innovation plans into messages and images that make them understandable to stakeholders and end user... [and] divides all communications into three aspects: the message, the intended audience, and medium through which it is delivered. Empathy, metaphor, analogy, visualization, and emotional design are all employed in conjunction with planning activities” (Kumar, 2013: 555). Empathy, visualization, and emotion are all categories of user-centered design methodology when the teacher and his student finally agree that “habit of thinking from the user’s point of view should be ingrained [before] switching from research mode to design mode” (Young, 2008 : 351).

There are two other outcomes when applying the international model to teaching design in Georgia which needs to be constantly addressed while in the “thinking” mode: sustainability and simplicity.

Sustainability today moved from construction sites to influence all other areas of design activity. The latest data demonstrates that the eco-design issues now extend to graphic design which provides at least “project messaging” for “re-nourished” projects that “must not impede basic human rights or be designed so as to negatively impact the biological environment” (Benson and Perullo, 2017 : 49); moreover, the issue of sustainability now concerns even IT industry including digital communications and software, because “significant portion of the Internet’s total footprint—some say up to 40%—occurs on the frontend, the part created by designers” (Frick, 2016 : 71)

As a result of studies in Nortumbria University, one of the best designers of modern times – Apple’s Jonathan Ive became a typically British “T-shaped designer”, “one with depth of discipline in a single area but also a breadth of empathy for other areas of design” (Kahney, 2013 : 18). His plain philosophy focuses on creation of a simple product that “believes something very complex” (Kahney, 2013 : 189), following Steve Jobs’s mantra: “Simplicity is the ultimate sophistication.” (Kahney, 2013 : 125).

CONCLUSION

Outcomes

- International Design School of GTU pursues design thinking philosophy - a creative strategy of collaborative design activity in an instructor/team (2-4 members) format, based on collective settings (cognitive offloading, reminding, keeping track, communication, storage, organizing, reasoning, and discovery), where representations provide additional functions through different forms of linguistic, graphical, and gestural interaction, with the aim to frame solutions for open, complex, dynamic and networked problems specific for post-capitalist information-based societies, primarily in the fields of visual communication, conventional graphic, interior, furniture, product and industrial engineering.

- IDS embraces human centered ethos and user (UX) experience placing “the concerns for the most fragile, the most unpredictable, but the most crucial component (the human) at the very center of system conception and thus

temporally at the earliest initiation phases of design” (Hancock, Pepe & Murphy, 2005 : 9).

- IDS exploits hands-on engineering method integrating advanced design thinking strategy with learning of engineering techniques and durable handcrafts such as metalworking, injection molding, carpentry, woodworking, precision carving, weaving, pottery and so on, in order to provide students with a complementary blend of skills.

- IDS uses so-called design/build studio model for tangible projects of architecture, interior, furniture, product design, packaging, printing, bookbinding, and other physical outcomes, offering students the opportunity to experience different stages of a small, but real project from the initial design sketch to the development of models and detailed drawings, all the way through the actual structure to the final appropriation of the finished result. This teaching model expands the hands-on experience, helps students to learn structural techniques and detailing, deal with the budget, schedule and unexpected obstacles, and work in collaboration with others and communicate with real clients, prospective users, local authorities, consultants and material suppliers, thus evaluating the quality of their thinking against the constraints of the real world and to understand the implications of their decisions in a broader context.

- Relevance of Bauhaus is a constant reminder that the principles of the IDS philosophy were first tested a century ago in Germany. As long as the school tries to meet all the goals set by design thinking, UX design, hands-on engineering, and design/build models, the Bauhaus method – especially its Basic Course - lies as a historical foundation, a practical background for the creative strategy of collaborative design activity in modern university design education system.

- Universal appeal of abstraction converts into teaching through association when, at the initial stage of design, instructor/student teams are engaged in introduction of universal mindsets based on information available through the Internet, libraries, interviews with leading trend experts, insight exchanges, and generalizing the flow of ideas rather than immediately limiting them to tackle a concrete client brief or to meet a current market demand.

- Hybrid teaching form translates into fewer assignments, less detailed briefs, open-ended programs instead of prescriptions on project features. Individual elements of hybrid design studio work when all students collaborate in data mining, brainstorming, mind mapping sessions and have an instructor-led open platform to assess their own work critically. At this stage IDS is engaged, using hybrid teaching techniques and leading instructors, in certain mechanical engineering projects of the GTU - stair-climber wheelchair for people with moving disabilities, wind-and-solar power-operated self-sufficient street lamp, and interior restructuring and redecoration of a lift to be produced in Georgia. The IDS is involved in these projects with the aim to ergonomically and functionally refine and frame design solutions for them and prepare for CAD-CAM production cycle at a Georgian machinery plant with a modern manufacturing equipment.

- Artisan and craftsman meet at overlapping sectors of engineering and art studies. They both request philosophic abstraction before moving to programmatic explorations. Basic freehand drawing and engineering (technical) drawings skills become important factor in the process of exploration. In 2017 IDS modified curricula plan, significantly increased a number of hours allocated to freehand and technical drawing lessons, equipped students with simple but meaningful tools, and assigned them with a job to sketch, record, schematize, register and memorize the findings far from the given goal of an object but more related to the world around it – other objects, city, landscape, nature, faces and figures, and even subconscious images. The students therefore focus on programmatic effects rather than formal configurations and delightfully attack ill-defined ill-structured programs to frame optimal solutions.

- Methodology is everything. IDS students won't gain much from the college years unless they are given a clear methodological guidance through the creative process rather than a set of striking images hand-sketched by brilliant artist-turn-teacher left on a paper as a template for their course work: a pathway well-worn over the centuries in traditional art schools. So applying international educational models to teach design in Georgian universities should, in author's opinion, involve guidance methods instead of drawings. Or, to be more precise, the drawing abilities, as important as they are because they shorten the timescale from the idea to an optimal

product solution, should follow, on a parallel line of a mental highway, the buzz, fury and mess of an idea generation and its exploration in the “design thinking” process, but never precede it. Ill-defined problems can, neither, be solved by maths - which in itself is very important discipline for a design school curricula plan

from the very first year because students learn abstracting problems by applying mathematical thinking to them – since an open-ended nature of design problem is caused by the fact that it never has, indiscriminately, a single, but always a good number of acceptable solutions.

References

1. Brown T. Design thinking. Harvard business review. 2008, 84-95 pp. (in English).
2. Brown T., Wyatt J. Design thinking for social innovation. Stanford Graduate School of Business. Stanford social innovation review. 2010, 31-35 pp. (in English).
3. Zenke P. F. Higher education leaders as designers. Design in educational technology: Design thinking, design process, and the design studio. Springer. 2014, 249-260 pp. (in English).
4. Cross N. Designerly ways of knowing. 2006. (in English).
5. Dym C. L., Little P., Orwin E. J. Engineering design: A project-based introduction. John Wiley & Sons. 4th Edition. 2014. (in English).
6. Davis S. B. Educating the multimedia designer. Becoming designers: Education and influence. 2000, 63-80 pp. (in English).
7. Buchanan R. A. The engineers: A history of the engineering profession in Britain, 1750-1914. 1989. (in English).
8. Hailey C. Design Build with Jersey Devil. A handbook for education and practice. 2016. (in English).
9. McCoy K. Education in an adolescent profession. The education of a graphic designer. Allworth Press. New York. 1998, 3-12 pp. (in English).
10. Brown N. C. M. Studies in philosophical realism in art, design and education. Springer international publishing. 2016. (in English).
11. Swanson G. Graphic design education as a liberal art: Design and knowledge in the University and the “Real World”. The education of a graphic designer. Allworth Press. New York. 1998, 22-32 pp. (in English).
12. Lewis R. Philosophy in architecture. Linking architecture and education: Sustainable design for learning environments. Albuquerque: University of New Mexico Press. 2009, 52-54 pp. (in English).
13. Davis M. Raising the Bar for Higher Education. The education of a graphic designer. Allworth Press. New York. 2005, 13-18 pp. (in English).
14. Jagodzinski J. Visual art and education in an era of designer capitalism: Deconstructing the oral eye. New York: Palgrave Macmillan. 2010. (in English).
15. Baseman F. Liberal arts is old news. The education of a graphic designer. Allworth Press. New York. 2005, 19-21 pp. (in English).
16. Wild L. That was then: Corrections and amplifications. The education of a graphic designer. Allworth Press. New York. 2005, 41-54 pp. (in English).
17. Helfand J. Method designing: The paradox of modern design education. Looking closer 5. Critical writings of graphic design. Allworth Press. New York. 2006, 11-13 pp. (in English).
18. Boling E., Smith K. M. Critical issues in studio pedagogy: Beyond the mystique and down to business. Design in educational technology: Design thinking, design process, and the design studio. Springer. 2014, 37-56 pp. (in English).
19. Hiebert K. Legacy of a 1960s Credo. The education of a graphic designer. Allworth Press. New York. 2005, 57-62 pp. (in English).
20. Towards a new age. Graphic design. Textbook in graphic design for class XII. National Council of Educational Research and Training (NCERT). 2011. (in English).

21. Yeomans R. Basic design and the pedagogy of Richard Hamilton. Histories of art and design education: Collected essays. Bristol: Intellect books. 2005, 195-210 pp. (in English).
22. Charman H. Critical about design. Debates in art and design education. London: Routledge. 2013, 121-137 pp. (in English).
23. Cross N. Design thinking: Understanding how designers think and work. 2011. (in English).
24. Riitahuhta A., Lehtonen T., Pulkkinen A., Huhtala P. Open product development. The future of design methodology. Springer. 2011, 135-146 pp. (in English).
25. Cross N. Engineering design methods strategies for product design. 4th Edition. 2000. (in English).
26. Jormakka K. Basics design methods. 2007. (in English).
27. Bannan-Ritland B., Baek J. Y. Investigating the act of design in design research: The road taken. Handbook of design research methods in education. New York: Routledge. 2008, 299-319 pp. (in English).
28. De Bont C. and others. Advanced design methods for successful innovation. 2013. (in English).
29. Young I. Mental models: Aligning design strategy with human behavior. 2008. (in English).
30. Benson E., Perullo Y. Design to renourish: Sustainable graphic design in practice. 2017. (in English).
31. Frick T. Designing for sustainability: A guide to building greener digital products and services. 2016. (in English).
32. Hancock P. A., Pepe A. A., Murphy L. L. Hedonomics: The power of positive and pleasurable ergonomics. Ergonomics in design, Vol.13 No 1. 2005, 8-14 pp. (in English).

UDC 517

SCOPUS CODE 2216

დიზაინის სწავლების საერთაშორისო საბანგანოთელელო მოდელის გამოყენება საქართველოს უნივერსიტეტებში

ნ. შავიშვილი დიზაინის საერთაშორისო სკოლა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: n.shavishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. მიქიაშვილი, სტუ-ის დიზაინის საერთაშორისო სკოლის პროფესორი
E-mail: gochamikia@yahoo.com

დ. ბოსტანაშვილი, სტუ-ის არქიტექტურის, ურბანისტიკის და დიზაინის ფაკულტეტის არქიტექტურის და ურბანისტიკის დეპარტამენტის ასოც. პროფესორი
E-mail: d_bostanashvili@yahoo.com

ანოტაცია. დიზაინის საერთაშორისო სკოლა (IDS) სტუდენტებს 2013 წლიდან იღებს. სტატიაში განიხილება IDS-ში ე.წ. „დიზაინ აზროვნების“ სასწავლო მოდელის დანერგვა. იგი აშშ-ის სტენფორდის უნივერსიტეტმა შეიმუშავა. სასურველია მისი სტუ-თან მისადაგება, რადგან დიზაინ-აზროვნება ვითარდება ინსტრუქტაჟით, კოლაბორაციული სამუშაოების შესრულებით 2-4 კაციან ჯგუფებში, რომელთა კომუნიკაცია და იდეების გაცვლა ხდება ლინგვისტური, გრაფიკული, კესტების საშუალებით და შედეგად რთული, დინამიკური და ქსელური პრობლემების ოპტიმალური გადაწყვეტა მუშავდება. სასწავლო პროგრამაში შემოდის მომხმარებელზე ორიენტირებული (UX) გამოცდილება:

მასში ადამიანის მისწრაფებები, სურვილები სრულადაა გათვალისწინებული, ობიექტი მომხმარებლის თვალთახედვით იგეგმება, რისთვისაც დიზაინის სკოლა იყენებს ხელით საინჟინრო დამუშავების მეთოდს ლითონზე, ხეზე, ქსოვილსა ან სხვა მასალაზე, ხოლო პრაქტიკული შედეგის მისაღწევად მიმართავს ე.წ. „შენით დაგეგმე/შენით ააშენე სტუდიოს“ მეთოდს.

დიზაინ-აზროვნების ფესვები პირველი ომის შემდგომ გერმანულ „ბაუჰაუსში“ მოიძიება; იქ ამოცანების აბსტრაგირების, ფილოსოფიის და სოციოლოგიის შესწავლის და წინასაპროექტო კვლევების მეთოდები პირველად გამოსცადეს. სტუდენტი დაკავებულია პრობლემის გადაწყვეტის უნივერსალური გზების მოძიებით, კრეატიული აზროვნების გამოყენებით, ინოვაციისკენ სწრაფვით და არა უბრალოდ საპროექტო დავალების დეტალების განხილვით. წარმატებული შედეგის მიღწევა ხდება ჰიბრიდული სასწავლო მეთოდით: მონაცემთა ბაზა, გონებრივი რუკა, brainstorming ჯგუფის მუშაობის წარმატების და დასმული ამოცანის ოპტიმალური გადაწყვეტის წინაპირობაა. სტუდენტის სახელოსნოებში და წამყვან ქართულ საწარმოებში კი ამ მოდელების გამოყენებით CAD-CAM სრული საპროექტო-საწარმოო ციკლის დანერგვის საშუალება იქმნება.

საკვანძო სიტყვები: უმაღლესი განათლება; დიზაინ-აზროვნება; მომხმარებელზე ორიენტირებული დიზაინი; სწავლების ჰიბრიდული ფორმა; გონებრივი იერიში; გონებრივი რუკები; ტენდენციის ინიცირება; მენტალური მოდელი.

UDC 517

SCOPUS CODE 2216

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ ДИЗАЙНУ В ГРУЗИНСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

შავიშვილი ნ.კ.

Международная школа дизайна, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: n.shavishvili@gtu.ge

Рецензенты:

Г. Микиашвили, профессор, акад. доктор Международной школы дизайна ГТУ

E-mail: gochamikia@yahoo.com

Д. Бостанашвили, ассоц. профессор, акад. доктор Департамента архитектуры и урбанистики факультета архитектуры, урбанистики и дизайна ГТУ

E-mail: d_bostanashvili@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. Международная школа дизайна (IDS) принимает студентов с 2013 г. В статье рассмотрены вопросы внедрения учебной модели т.н. «дизайн-мышления», которая была создана в США в Стенфордском ун-те, в программе IDS. Она желательна для ГТУ, т.к. «дизайн-мышление» предполагает работу над проектами в групповом формате, командами из 2-4 студентов, под инструктажем, в режиме коммуникации и

взаимообмена идеями внутри групп с применением лингвистических, графических, жестикулярных средств с выходом на оптимальное решение комплексных, динамических и сетевых проблем. В учебную программу включается т.н. «опыт взаимодействия» (UX), иными словами, ориентированный на потребителя метод дизайна, при котором учитываются стремления и желания клиента, и объект планируется исходя из точки зрения потребителя, для чего школа дизайна прибегает к ручным средствам инженерного решения с применением металлообработки, деревообработки, текстиля и др. материалов, а практические результаты достигаются методом «сам спроектировал / сам построил».

Корни «дизайн-мышления» прослеживаются еще с периода после Первой мировой войны с германского Баухауза: именно там впервые начали абстрагировать задачи, экспериментировать с введением философии и социологии в учебные программы и применять предпроектное исследование. Сегодня студент больше занят поиском универсальных путей решения проблем, развитием креативного мышления, стремлением к инновации, а не просто рассмотрением деталей проектного задания. Удачное решение приходит с гибридным методом обучения, применением баз данных, карт мышления, мозговых атак – brainstorming в групповых форматах работы, которые являются предпосылкой получения положительных результатов по дизайну и нахождения оптимальных ответов на поставленные проектные задачи. В мастерских же ГТУ и на ведущих предприятиях Грузии, где применяются современные виды оборудования для полных проектно-производственных циклов CAD-CAM, формируется возможность тестирования и внедрения практических результатов «дизайн-мышления».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высшее образование; дизайн-мышление; опыт пользователя; гибридная форма обучения; мозговой штурм; картографирование памяти; настройка тренда; умственное моделирование.

UDC 615.07:389.6

SCOPUS CODE 3003

ფარმაცევტული პროდუქტების დისტრიბუციის რეგულირების საერთაშორისო სტანდარტები

რ. კუთათელაძე ბიზნესადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

ე. კობლატაძე ბიზნესადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: eka@gmpgeo.com

რეცენზენტები:

ლ. თაკალანძე, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი

E-mail: larok2706@gmail.com

თ. როსტიაშვილი, სტუ-ს ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ბიზნესადმინისტრირების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: tamar_rostiasvili@mail.ru

ანოტაცია. მოცემულ სტატიაში ზოგადად განვიხილავთ ფარმაცევტული პროდუქტის დისტრიბუციის საერთაშორისო რეგულირების სფეროში ბოლო პერიოდში შესული ცვლილებების ტენდენციებს. გავანალიზებთ იმ ძირითად მიზეზებს, რამაც გამოიწვია ცვლილებების აუცილებლობა, შევეხებით გამოწვევებს, რომელთა დაძლევა უწევს ფარმაცევტული პროდუქტის სადისტრიბუციო კომპანიებს საერთაშორისო ბაზარზე.

ფარმაცევტული ბიზნესის რეგულირება დაკავშირებულია ფარმაცევტული პროდუქციის ფორმულის შემუშავების, განვითარების, წარმოების და დისტრიბუციის ყველა ეტაპზე არსებული სათანადო საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნათა დაცვასა და ამ მოთხოვნების უწყვეტ განვითარებასთან. რასაკვირველია, ძირითადი დატვირთვა მოდის პროდუქციის წარმოების და ხარისხის

კონტროლის სფეროზე, თუმცა ბოლო პერიოდში განვითარებული ტენდენციები გვიჩვენებს, რომ არანაკლები ყურადღება ექცევა ფარმაცევტული პროდუქტების დისტრიბუციის საკითხებსაც.

საკვანძო სიტყვები: დისტრიბუცია; პროდუქტი; რეგულირება; ფარმაცევტული კომპანია.

შესავალი

„სათანადო დისტრიბუციის პრაქტიკა“- სტანდარტის სტრუქტურა და შინაარსი – საერთაშორისო სტანდარტი „ადამიანის გამოყენებისთვის განკუთვნილი სამედიცინო პროდუქტების სათანადო დისტრიბუციის პრაქტიკის თანამედროვე ვარიანტმა Directive 2001/83/EC ჩაანაცვლა 1994

წელს გამოცემული ვერსია და ძალაშია 2012 წლიდან. ცვლილების საფუძველია ფალსიფიცირებულ მედიკამენტებთან ბრძოლის საკანონმდებლო ბაზის განახლებები ევროკავშირის მარეგულირებელ დოკუმენტებში.

საერთაშორისო სტანდარტის სტრუქტურა შემდეგია – შედგება 10 თავისგან, შეგვიძლია მოკლედ განვიხილოთ თითოეულის მოთხოვნები:

ხარისხის მართვის პრინციპები – საბითუმო გაყიდვის დისტრიბუტორს დანერგილი უნდა ჰქონდეს ხარისხის უზრუნველყოფის სისტემა სათანადო პასუხისმგებლობების განაწილების და რისკის მართვის ღონისძიებების ჩათვლით მის საქმიანობასთან მიმართებაში. მათ უნდა უზრუნველყონ, რომ სამედიცინო პროდუქციის ხარისხი და დისტრიბუციის ჯაჭვის ერთიანობა მიწოდების მთელი პროცესის მანძილზე შენარჩუნებული იყოს.

სტანდარტი არ განსაზღვრავს კონკრეტულ მოთხოვნებს პერსონალის კვალიფიკაციის ან რაოდენობის მიმართ, თუმცა მითითებულია, რომ ორგანიზაციაში უნდა იყოს „სათანადო რაოდენობის პერსონალი დისტრიბუტორის მიერ განსახორციელებელი ყველა ოპერაციის შესრულებისათვის“. შენობა დანადგარების შესახებ – სტანდარტის თანახმად, შენობის დიზაინი უნდა უზრუნველყოფდეს შენახვის სათანადო პირობების დაცვას. სათანადოდ დაცული უნდა იყოს, ასევე განათების დონე. აგრეთვე ყველა ოპერაცია განხორციელდეს უსაფრთხოდ და ზუსტად.

ტემპერატურის და გარემოს სხვა პარამეტრების კონტროლი – სამედიცინო პროდუქტის შენახვის განმავლობაში დაცული უნდა იყოს ტემპერატურული რეჟიმი შესაბამისი აღჭურვილობის და პროცედურების გამოყენებით. გარემოს ფაქტორები უნდა მოიცავდეს ტემპერატურის, ტენიანობის ან სისუფთავისადმი მოთხოვნებს. ჩატარებული უნდა იყოს ე. წ. „ტემპერატურული რუკის კვლევა“ (ან „მაფირება“, როგორც მას ხშირად უწოდებენ), რაც

უნდა ითვალისწინებდეს სეზონური ვარიაციების ფაქტორსაც.

კვალიფიკაცია და ვალიდაცია – სამედიცინო პროდუქციის შენახვის და დისტრიბუციის ორგანიზაციამ უნდა უზრუნველყოს შესაბამისი ვალიდაციის და კვალიფიკაციის განხორციელება რათა მოახდინოს მისი ძირითადი ფუნქციების ქმედუნარიანობის დემონსტრირება. ვალიდაციის სამუშაოების მასშტაბი განსაზღვრული უნდა იყოს რისკის ანალიზის საფუძველზე. ნებისმიერი გადახრა უნდა იყოს დოკუმენტირებული და სათანადოდ მართული CAPA (მაკორექტირებელი და გამაფრთხილებელი) სისტემის გამოყენებით.

დოკუმენტაცია - სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამისად, სათანადო დოკუმენტაცია ხარისხის უზრუნველყოფის მნიშვნელოვანი ნაწილია. ხარისხის მართვის სისტემაში აღწერილი უნდა იყოს გამოყენებული დოკუმენტების ყოველი ტიპი. გამოყენებული დოკუმენტაციის სისტემის მთავარი ამოცანაა ყველა იმ ღონისძიების დადგენა, კონტროლი და მონიტორინგი, რომელიც პირდაპირ ან არაპირდაპირ ახდენს გავლენას სამედიცინო პროდუქტის ხარისხის სხვადასხვა ასპექტზე.

განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა სავარაუდოდ ფალსიფიცირებულ სამედიცინო პროდუქციას. დისტრიბუტორი ვალდებულია მოახდინოს კომპეტენტური მარეგულირებელი ორგანოების ინფორმირება სავარაუდოდ ფალსიფიცირებული მედიკამენტის შესახებ, ასეთი პროდუქტი იზოლირებულად უნდა განთავსდეს სხვა მედიკამენტისგან.

ტრანსპორტირება – სამედიცინო პროდუქტის ტრანსპორტირების დროს შენარჩუნებული უნდა იყოს პროდუქტის ხარისხი რათა დაცული იყოს დაზიანებისა და გაყალბებისაგან. პერსონალის სწავლების პროგრამაში გავითვალისწინოთ სატრანსპორტო საშუალებების მძღოლების ტრენინგიც. სატრანსპორტო საშუალებების დასუფთავებისთვის გა-

მოყვებული ქიმიური საშუალებები რისკს არ უნდა წარმოადგენდეს სამედიცინო პროდუქტისთვის.

ძირითადი ნაწილი

საქართველო, ფარმაცევტული პროდუქტის დასაწყობების ამჟამად გამოყენებული პრაქტიკა – საქართველოში GMP და GDP სერტიფიკატების გამცემი სააგენტო არ არსებობს, თუმცა მთავრობა ასეთი სააგენტოს შექმნას 2018 წლისთვის გეგმავს, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის საქართველოში წარმოებული მედიკამენტების უსაფრთხოებასა და სანდოობას.

სომხეთის რესპუბლიკა, წამყვანი სადისტრიბუციო კომპანიების მიერ ამჟამად გამოყენებული პრაქტიკა და გამოწვევები ახალ რეგულაციებთან მიმართებაში – კვლევის ფარგლებში შემოწმდა ორი სადისტრიბუციო კომპანია, წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილი იქნება ანალიზი მათი ინფრასტრუქტურის, შენობისა და აღჭურვილობის, ასევე ხარისხის სისტემის მდგომარეობის შესახებ. ერთ-ერთი დისტრიბუტორი, რომელიც უკვე 17 წელია ბაზარზეა, ფლობს როგორც საბითუმო გაყიდვის კომპანიას, ისე საააფთიაქო ქსელსაც. ხარისხის სისტემა აგებულია მინიმალური მოთხოვნების საფუძველზე – პერსონალის სამუშაო აღწერილობები, სამოქმედო ინსტრუქციები, ე. წ. „სტანდარტული მოქმედების ოპერაციები სოპ“. საწყობი განთავსებულია 4000 კვ. მ. ფართობზე და მთლიანად არის ავტომატიზებული, პროდუქციის შეკვების შესახებ ოპერატორი აწვდის საწყობს შესაბამის ჩამონათვალს, ხოლო საწყობში შეკვების ფორმირება მთლიანად ავტომატურად ხდება. მეორე კომპანიაში, სადაც კომპიუტერიზებული სისტემა არ გამოიყენება, შესაბამისად, საქონლის გამზადება შეკვების შესაბამისად ხორციელდება ხელით, ოპერატორების მიერ, თუმცა აქ დანერგილი ხარისხის უზრუნველყოფის სისტემა საშუალებას

იძლევა, მართული იყოს საქონლის აღრეკასთან დაკავშირებული რისკები.

პროდუქტის განთავსების პირობები – ტექნიკურად ორივე კომპანიაში სათანადო პირობებია შექმნილი როგორც ტემპერატურული რეჟიმის, ისე ფარდობითი ტენიანობის კონტროლის მხრივ. თუმცა, სახელმწიფო რეგულირების სფეროში არსებული ხარვეზები აქაც შესამჩნევია – კერძოდ, ტემპერატურისა და ტენიანობის გამზომი ხელსაწყოების დაკალიბრების სტატუსი ხშირ შემთხვევაში ბუნდოვანია ან დაკალიბრების შესახებ ინფორმაცია არაინფორმატიულია, არ არის მიკვლევალობის საკმარისი ხარისხი გაზომვათა საერთაშორისო სისტემასთან. რაც შეეხება ხარისხის მართვის სისტემას, ამ კომპანიებში საკმაოდ კარგი პრაქტიკაა გამოყენებული დოკუმენტრუნვის მიმართ, თუმცა ხშირად დოკუმენტებში აღწერილი ინსტრუქციები და პროცედურები არ შეესაბამება რეალობას. ასევე არ არის დაცული პერსონალის დროული და ადეკვატური სწავლების მოთხოვნაც.

სიტუაციის ანალიზი – მოცემულ სტატიაში განხილული ორი ქვეყნის სამი კომპანიის გამოცდილება გვაჩვენებს, რომ ფარმაცევტული პროდუქტის დისტრიბუციის საერთაშორისო სტანდარტის მოთხოვნათა დანერგვა მოითხოვს დიდ ძალისხმევას კომპანიების მხრიდან, როგორც ინფრასტრუქტურის განახლების, ისე მართვის სისტემაში გასატარებელი ცვლილებების მხრივ, რაც თავის მხრივ, ასევე მოითხოვს საჭირო რესურსებს. მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენს მეზობელ ქვეყანაში რეგულირების სფეროში გარკვეული წინგადადგმული ნაბიჯებია, კერძოდ კი 2016 წლის 15 დეკემბრიდან სავალდებულო წესით GDP სათანადო დისტრიბუციის პრაქტიკის მოთხოვნა, კონკრეტული კომპანიები კვლავ გაურკვევლობაში იმყოფება, თუ როგორ და ვის მიერ მოხდება მათი სისტემის შეფასება. სახელმწიფო მარეგულირებელს ჯერ არ ჰყავს

სათანადო ინსპექტორთა გუნდი მომზადებული, რომელთაც უნდა შეაფასონ კომპანიები, შესაბამისად, მხოლოდ რეგულაციის მიღება თუნდაც ევროკავშირის შესაბამისი დირექტივის სრული ტექსტის (ე.წ. თავფურცლის მეთოდით) არ წარმოადგენს ხარისხის გარანტიას, რაც პაციენტის ინტერესებიდან გამომდინარე უპირველესია.

დასკვნა

როგორც სტატიიდან ჩანს, კვლევის ფარგლებში შესწავლილ იქნა სამი კომპანიის პრაქტიკა სამედიცინო პროდუქციის შენახვის და დისტრიბუციის პირობების თვალსაზრისით. კვლევა ჩატარდა ორ ქვეყანაში, რომელთაც რეგულირების სხვადასხვა წესი გააჩნიათ მოცემულ მომენტში. შესაბამისად, საშუალება გვქონდა შეგვედარებინა მარეგულირებლის მოთხოვნების პრაქტიკული დანერგვის გამოცდილებაც.

იმდენად, რამდენადაც სომხეთის რესპუბლიკაში დისტრიბუციის საერთაშორისო სტანდარტი GDP Good Distribution Practice “სათანადო დისტრიბუციის პრაქტიკა” ამჟამად უკვე საკანონმდებლო მოთხოვნაა (2016 წლის 15 დეკემბრიდან), კომპანიები უკვე

მუშაობს ამ რეგულაციების პრაქტიკულ დანერგვაზე – კერძოდ, ცდილობს პროცედურები ააგოს სტანდარტის მოთხოვნებზე. ფიზიკურად დაგეგმილი აქვთ ტემპერატურული რუკის კვლევის ჩატარება და ამისთვის იწვევენ წამყვანი ევროპული კომპანიების წარმომადგენლებს შესაბამისი ტექნიკური და პროგრამული უზრუნველყოფით. ხოლო ქართულ კომპანიაში კი საერთაშორისო სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამის ნაბიჯებს განსაზღვრავს კომერციული პროექტები, კერძოდ ევროპულ კომპანიებთან მიმდინარე ერთობლივი პროექტები, რაც თავის მხრივ, მოითხოვს ხარისხის მართვის სისტემისა და ინფრასტრუქტურის შესაბამისობაში მოყვანას. კვლევამ აჩვენა, რომ საერთაშორისო სტანდარტის მოთხოვნათა დანერგვის მოტივი და მიზეზები შეიძლება სრულიად სხვადასხვა იყოს სხვადასხვა კომპანიაში, მიუხედავად რეგულირების განსხვავებულობისა, თუმცა შედეგი, რაც უპირველეს ყოვლისა პაციენტზე ზრუნვას ისახავს მიზნად, შესაძლებელია მივაღწიოთ ხარისხის მართვის საიმედო სისტემის დანერგვის გზით და ამისთვის ხშირად მხოლოდ კომპანიის მენეჯმენტის ნებაც საკმარისია.

ლიტერატურა

1. The Georgian pharmaceutical market. Transparency International Georgia. 2012. (in English).
2. Guidelines on good distribution practice of medicinal products for human use. Directive 2001/83/EC. European Commission. 2001. (in English).
3. Directive 2011/62/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June, relating to medicinal products for human use, as regards the prevention of the entry into the legal supply chain of falsified medicinal products. Directive 2011/62/EU. European Commission. 2011. (in English).
4. Commission guidelines on good distribution practice of medicinal products for human use. European Commission Health and Consumers Directorate-General. Brussels. 2010. (in English).
5. The anti-falsification legislation: Potential consequences for QPs. GMP Journal. #8. 2012. (in English).
6. Good distribution practices: The new guideline and its consequences for industry. GMP Journal. #8. 2012. (in English).

UDC 615.07:389.6
SCOPUS CODE 3003

INTERNATIONAL STANDARDS FOR REGULATION OF PHARMACEUTICAL DISTRIBUTION

R. Kutateladze Department of Business Administration, 77 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

E. Koplatadze Department of Business Administration, 77 M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: eka@gmpgeo.com

Reviewers:

L. Takalandze, Professor, Sokhumi State University
E-mail: larok2706@gmail.com

T. Rostiashvili, Associate Professor, Department of Business Administration, Faculty of Business Technology
E-mail: tamar_rostiashvili@mail.ru

ABSTRACT. The article reviews the recent trends in pharmaceutical distribution business regulations, analyzing its basic grounds as well. We will consider the challenges that pharmaceutical distribution company should overcome in international market.

Regulation of pharmaceutical business is connected with relevant international standards for all the steps of development and manufacturing of pharmaceutical products (development, production and distribution) as well as continuous development of these standards requirements. Obviously the most important issues are manufacturing and quality control of products, however, the recent tendencies reveal that distribution of the pharmaceutical products is not of less importance.

KEY WORDS: Distribution; pharmaceutical company; product; regulation.

UDC 615.07:389.6
SCOPUS CODE 3003

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДИСТРИБУЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Кутателадзе Р.Г. Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: r. kutateladze@gtu.ge

Коплатадзе Е.Р. Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: eka@gmpgeo.com

Рецензенты:

Л. Такаландзе, профессор Сухумского государственного университета
E-mail: larok2706@gmail.com

Т. Ростиашвили, ассоц. профессор Департамента бизнес-администрирования факультета бизнес-технологии ГТУ
E-mail: tamar_rostiasvili@mail.ru

АННОТАЦИЯ. В общих чертах рассмотрены тенденции изменений, вошедшие за последний период в сферу международного регулирования дистрибуции фармацевтической продукции. Анализируются те основные причины, которые вызвали необходимость изменений; рассмотрены вызовы, которые придется преодолеть дистрибьюторским компаниям фармацевтической продукции на международном рынке.

Регулирование фармацевтического бизнеса связано с разработкой, развитием, производством и дистрибуцией формулы фармацевтической продукции, с защитой на всех этапах существующих соответствующих требований международных стандартов с непрерывным развитием этих требований.

Конечно, основная нагрузка приходится на производство продукции и сферу контроля качества, хотя за последний период развивающиеся тенденции показывают, что не меньшее внимание уделяется и вопросам дистрибуции фармацевтических продуктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дистрибуция; продукт; регулирование; фармацевтическая компания.

UDC 582.734.4

SCOPUS CODE 3004

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИСТЬЕВ КАВКАЗСКОЙ ЕЖЕВИКИ (RUBUS CAUCASICUS)

Р.Г. Мелкадзе

Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175,
Тбилиси, ул. М. Костава 68^а

E-mail: remeisi@mail.ru

Рецензенты:

Л. Гулуа, доктор биологических наук, профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: lgulua@agruni.edu.ge

Т. Мегрелидзе, доктор техн. наук. профессор Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

АННОТАЦИЯ. Исследованы морфолого-анатомические признаки листьев Кавказской ежевики (*Rubus caucasicus*). Средние показатели измерения листьев следующие: длина листочка - 9,72 см, ширина - 7,17 см, ширина листочка сложного листа - 6,14 см. Фитохимическими исследованиями установлено наличие в образцах различных серий сырья фенолкарбоновых кислот, арбутина, катехинов, дубильных веществ, флавонов и флавонолов.

Установлены различия в локализации природных соединений в листьях ежевики и в листьях малины. Во всех видах данного рода ацетатом свинца в среде уксусной кислоты осаждаются гидролизующиеся дубильные вещества. Однако после добавления солей окисного железа экстракт листьев малины дает положительную реакцию на конденсированные дубильные вещества (образуется темно-зеленое окрашивание), в то время, как с листьями ежевики получается фиолетовое окрашивание.

Вторая качественная реакция предложена на гидролизующиеся дубильные вещества по образованию черно-синего окрашивания осадка с раствором железомоноаммониевых квасцов.

Предложено стандартизовать сырье по содержанию дубильных веществ, количественное содержание которых достигает в пределах 8,6-9,2%.

Листья Кавказской ежевики являются полноценным сырьем для использования их по разному назначению (средство лечебного действия, дубителя, для корма, изготовления чайных напитков и др.).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биоактивные вещества; листья Кавказской ежевики; микроскопия; товароведческие показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Rubus* богат и разнообразен по количеству входящих в его состав видов, которые нередко трудно различить друг от друга даже квалифицированному ботанику. Однако, основываясь на законе гомологических рядов и наследственной изменчивости, считают, что виды данного рода существенно не различаются между собой по химическому составу, хотя и различаются по соотношению химических соединений [1].

Листья ежевики - традиционное средство народной медицины [2-5]. Особенно много свидетельств и публикаций о фармакологической активности ежевики, листья которой используют как суррогат чая, для монотерапии заболеваний желудочно-кишечного тракта или в составе многочисленных фитотерапевтических прописей для лечения истерических припадков, атеросклероза и гипертонической болезни [6-12].

Основные районы распространения ежевики Кавказской – весь Кавказ, на лесных опушках, вырубках, вблизи чайных плантаций и др. Запасы сырья не ограничены. Время сбора сырья устанавливается на основе накопления фармакологически активных веществ. Из литературных источников известно о наличии в листьях различных родов ежевики аскорбиновой кислоты, полисахаридов, следов эфирного масла, органических кислот, флавоноидов, танинов [13-18].

В сырье Кавказской ежевики преобладают дубильные вещества. По данным литературы их количество достигает до 14% [19-21]. Фармакологическая активность листьев ежевики (вяжущее, противовоспалительное, бактерицидное, противовирусное) также согласуется с наличием танинов, проявляющих подобное действие.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы. Морфолого-анатомические исследования листьев ежевики проведены в лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники АН Белоруссии.

Для идентификации сырья применяли количественные реакции. Для этого измельченные листья в количестве 0,5 г кипятят с 25 мл воды в течение 2-3 мин и фильтруют через бумажный фильтр.

К 5 мл фильтрата прибавляют 10 мл 10% уксусной кислоты, 5 мл 10% раствора ацетата свинца и перемешивают. Через 5 мин отфильтровывают образовавшийся осадок. К 2 мл фильтрата прибавляют 0,1 г натрия ацетата, 5 капель 1% раствора железоммониевых квасцов и перемешивают; образуется фиолетовое окрашивание (отличное от листьев малины).

3 мл фильтрата разводят водой до объема 20 мл. К 10 мл полученного раствора прибавляют 2 капли раствора хлорида окисного железа, появляется черно-синее окрашивание и осадок (дубильные вещества).

Для количественного определения дубильных веществ аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 3 мм. Около 2 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в коническую колбу вместимостью 500 мл. Заливают 250 мл нагретой до кипения воды и кипятят с обратным холодильником на электрической плитке с закрытой спиралью в течение 30 мин при периодическом перемешивании. Жидкость охлаждают до комнатной температуры и процеживают около 100 мл в коническую колбу вместимостью 200-250 мл через вату так, чтобы частицы сырья не попали в колбу. Затем отбирают пипеткой 25 мл полученного извлечения в другую коническую колбу вместимостью 750 мл, прибавляют 500 мл воды, 25 мл раствора индигосульфокислоты и титруют при постоянном перемешивании 0,02 моль/л раствором перманганата калия до золотисто-желтого окрашивания.

Параллельно проводят контрольный опыт.

1 мл 0,02 моль/л раствора перманганата калия соответствует 0,004157 г дубильных веществ в пересчете на танин.

Содержание дубильных веществ (X) в процентах в пересчете на танин вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(V-V_1) \times K \times 0,004157 \times 250 \times 100 \times 100}{m \times 25 \times (100 - W)},$$

где: V-объем раствора перманганата калия (0,02 моль/л), израсходованного на титрование экстракта, мл;

V₁-объем раствора перманганата калия (0,02 моль/л), израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл;

0,004157 – количество дубильных веществ, соответствующее 1 мл раствора перманганата калия (0,002 моль/л) в пересчете на танин, в г;

K – поправочный коэффициент;

250 – общий объем извлечения, в мл;

25 – объем извлечения, изъятый для титрования, в мл;

m – масса сырья, г;

W – потеря в массе при высушивании, в %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

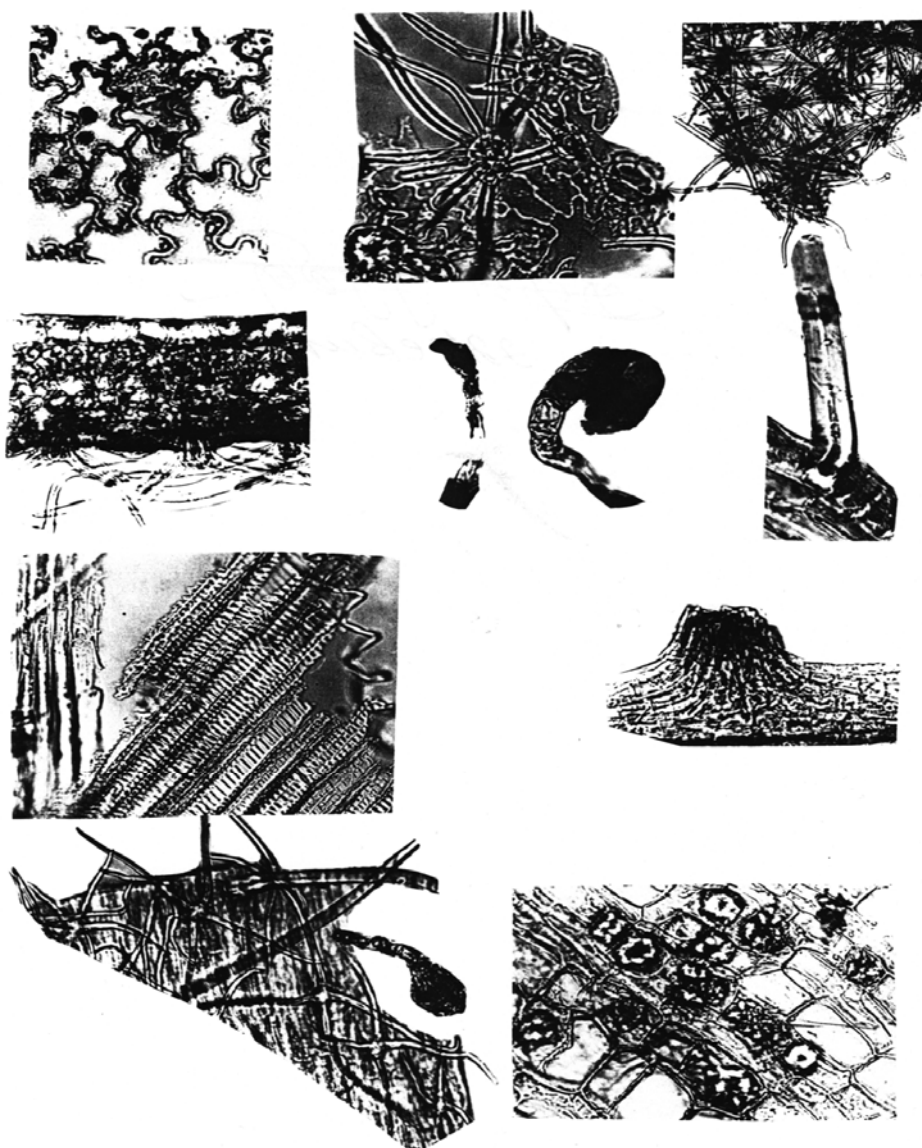
Полученные результаты легли в основу для установления внешних признаков и микроскопии сырья. Данные по измерениям листьев ежевики приведены в табл.1

ТАБЛИЦА 1

Данные измерений листьев ежевики

Номер измерения	Длина, см		Ширина листочка сложного листа, см
	листочка	черешка	
1	8,7	7	7
2	7	7	5,4
3	9,5	7,5	6,1
4	8	9	8,2
5	8,4	5,6	6,6
6	10,5	7	8,1
7	12,6	8	7,5
8	14,2	7,5	8
9	9,5	7	5
10	8,8	6,1	6,5
Среднее	9,72	7,17	6,14

На риунке представлены основные диагностические признаки сырья.



Микроскопия листа ежевики Кавказской

Изучен качественный химический состав листьев близких видов ежевики и установлены показатели и нормы на 5 опытных партиях сырья. Фитохимическими исследованиями установлено наличие в образцах различных серий сырья фенолкарбоновых кислот, арбутина, катехинов, дубильных веществ, флавонов и флавонолов.

Результаты проведенных нами гистохимических реакций на некоторые классы БАВ приведены в табл. 2 и подтверждают литературные данные о качественном составе сырья.

ТАБЛИЦА 2

Локализация БАВ в тканях листа ежевики

Класс природных соединений	Реакция	Локализация БАВ	
		В листьях малины (<i>Rubus idaeus</i>)	В листьях ежевики (<i>Rubus caucasicus</i>)
Дубильные вещества	С хлоридом окисного железа	Почернели все ткани	Окрасились основания волосков, верхняя эпидерма, кутикула
	С молибденово-кислым аммонием (по способу Гардинера)	Окрасилась верхняя и нижняя эпидерма, слабо - жилки	Окрасились волоски, нижняя эпидерма, мезофилл
	С двуххромовокалиевой солью	Окрашивается жилка, постепенно - мезофилл	Аналогично малине и волоски
Катехины	По способу Рива	Слабая окраска жилок	Колленхима жилок
Арбутин	С раствором аммиака и 10% раствором фосфорно-молибденовой кислоты в HCl	Положительная реакция клеток верхней эпидермы	Синее окрашивание колленхимы и флоемы
Флавоноиды	С металлическим Mg и концентрированной HCl	Красная окраска проводящих элементов	Окрасились интенсивно волоски, менее – мезофилл
Производные флороглюцина и резорцина, катехины	С 1% спиртовым раствором ванилина и концентрированной HCl	Общий фон – малиновый. Окрасились колленхима, отдельные клетки паренхимы, элементы флоемы, обкладки вокруг тяжей склеренхимы и ее отдельные клетки	Общий фон – светлый. Окрасились волоски, колленхима, слабо окрашена флоема и первичная ксилема

Таким образом, установлены различия в локализации природных соединений в листьях ежевики и в листьях малины. Отличать их друг от друга возможно качественной реакцией. Во всех видах данного рода ацетатом свинца в среде уксусной кислоты осаждаются гидролизующие дубильные вещества. Однако, после добавления солей окисного железа экстракт листьев малины дает положительную реакцию на конденсированные дубильные вещества (образуется темно-зеленое окрашивание), в то время, как с листьями ежевики получается фиолетовое окрашивание.

Вторая качественная реакция предложена на гидролизующие дубильные вещества по образованию черно-синего окрашивания осадка с раствором железосаммониевых квасцов.

Числовые показатели сырья определены как средние статистические 5-ти опытных серий в соответствии с требованиями ГФ XI, вып. I [22]. Результаты представлены в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

Результаты товароведческого анализа листьев ежевики Кавказской

Наименование показателя	Норма	Методы испытания
Внешние признаки	Смесь цельных тройчатых листьев, отдельных листочков сложного листа или частично измельченных листочков; листья черешковые, тонкие, по краю пильчато-зубчатые, верхний листочек обратнойцевидной формы, с закругленными верхушкой и основанием, на котором (около 1 см) полуцилиндрическом черешке; боковые листочки округлые, асимметричные, почти сидячие; жилкование перистое, жилки сверху вдавленные, снизу выдающиеся; боковые жилки прямые, отходят от главной жилки под углом 45° и расположены друг по отношению к другу параллельно, к краю листочка слегка веерообразно расходятся; черешки листа и главная жилка усажены отогнутыми вниз шипами; длина листовой пластинки сложного листа 7-15 см, ширина 5-9 см, длина черешка до 9 см. Цвет листьев с верхней стороны зеленый, опушение, видимое под лупой, редкое, с нижней – беловатый от войлочного опушения. Запах слабый, травянистый	ГФ XI, вып. I, с.252
Микроскопия	Клетки верхнего эпидермиса многоугольные, с толстыми извилистыми стенками; волоски двух типов: простые, длинные, слегка изогнутые, конические, тупозаостренные, редкие и звездчатые, с 3-7 короткими, одноклеточными ветвями, расположены на одноклеточной, возвышающейся над эпидермисом, подставке; клетки нижнего эпидермиса более мелкие, тонкостенные, устьица мелкие, немногочисленные, окружены двумя околоустьичными клетками, опушение сходное, но более интенсивное, простые волоски длинные, толстые; звездчатые волоски расположены равномерно, их лучи длинные, переплетенные	ГФ XI, вып. I, с.277

Нами предложено стандартизовать сырье по содержанию дубильных веществ. В табл.4 приведены результаты статистической обработки данных количественного содержания дубильных веществ в листьях ежевики.

ТАБЛИЦА 4

Результаты статистической обработки

Метод	X	x	s	P, %	t _(p,f)	ΔX	ε
ГФ XI, вып. I, с.286-287	9,0 8,8 8,7 8,6 9,2 9,0	8,9	0,2608	95	2,57	0,2736	3,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований и полученных результатов можно заключить, что листья Кавказской ежевики являются полноценным сырьем для

использования его по разному назначению (средство лечебного действия, дубителя, для корма, изготовления чайных напитков и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Torre L.C., Barritt B.H. Quantitative evaluation of Rubus fruit anthocyanin pigments. J. Food Sci. Vol.42, #2. 1977, 488-490 pp. (in English).
2. Grossgeim A.A. Vegetable Caucasian wealth. 2nd ed. M.: 1952, 631 p. (in Russian).
3. Gubanov I.A, Krylova I.A., Tikhonova V.L. Wild useful plants SSSR. M.: 1976, 360 p. (in Russian).
4. Makharashvili E.Z. Pharmacological-botanical study of the internal structure of the root system of some species Rubus L. Proceedings of I. Kutateladze Institute of Pharmacochimistry of the Georgian Academy of Sciences. Vol.9. 1960, 195-203 pp. (in Russian).
5. Lavrenov V.K., Onilko V.D. Phytotherapy of chronic colitis in outpatient settings. New culture in the national economy and medicine: in 2 parts. Part 1. Kiev. 1976, 90-91 pp. (in Russian).
6. Popov A.P. Forest healing plant. M.: 1973, 192 p. (in Russian).
7. Drobotko V.G. and others. Antimicrobial substances of higher plants. Kiev. 1958, 335 p. (in Russian).
8. Medicinal plants in dentistry. Edited by I.S. Chekman. Kishinev. 1981, 192 p. (in Russian).
9. Medicinal plants in science and medicine. 5th edition. Saratov. 1978, 359 p. (in Russian).
10. Komandar V. Pharmaceutical plants of the Transcarpathian region. Uzhgorod. 1961, 184 p. (in Ukraine).
11. Sternfeld L.G. Tea - coffee surrogates. M: -. L. 1935, 86 p. (in Russian).
12. Modern herbal medicine. Edited by V. Petkov. Sofia. 1982, 517 p. (in Bulgarian).
13. Strik B.C., Berry crops: Worldwide area and production systems. Berry fruit value added products for health promotion. Taylor & Francis, Boca Raton, FL. Vol. 1. 2007, 3–49 pp. (in English).
14. Bonenber G.K. Rośliny użyteczne człowiekowi. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych. Warszawa. 1988, 5–20 pp. (In Polish).
15. Patel A.V., Rojas-Vera J., Dacke C.G. Therapeutic constituents and actions of Rubus species. Current medicinal chemistry. Vol. 11. No. 11. 2004, 1501–1512 pp. (in English).
16. Martini S. D, Addario C., Colacevich A., Focardi S., Borghini F., Santucci A., Figura N., Rossi C. Antimicrobial activity against *Helicobacter pylori* strains and antioxidant properties of blackberry leaves (*Rubus ulmifolius*) and isolated compounds. International journal of antimicrobial agents. 34. 2009, 50–59 pp. (in English).
17. Larrosa M., García-Conesa M.T., Espín J.C., Tomás-Barberán F.A. Ellagitannins, ellagic acid and vascular health. Journal "Molecular aspects of medicine". 31. 2010, 513–539 pp. (in English).
18. Oszmiański J., Wojdyło A., Nowicka P., Teleszko M., Cebulak T., Wolanin M. Determination of Phenolic compounds and antioxidant activity in leaves from wild Rubus L. species. Journal "Molecules". 20(3). 2015, 4951-4966 pp. (in English).
19. Melkadze R., Chikovani N., Kachniashvili E. Characteristics of the composition of Caucasian Blackberry (*Rubus caucasicus* L.) leaves as a raw material for tea production. Journal "Applied biochemistry and microbiology". Vol.44. No 6. 2008, 647-651 pp. (in Georgian).
20. Melkadze R.G., Kintsurashvili K.M. The Phenolic complex and antioxidant activity of Caucasian Blackberry (*Rubus caucasicus* L) leaves. Cambridge Journal of Education and Science. V.II. No1. 2016, 150-155 pp. (in English).
21. Melkadze R.G. The chemical complex of Caucasian blackberry (*Rubus caucasicus* L.) Leaves. International journal of applied research (IJAR). #1(12). 2015, 802-808 pp. (in English).
22. State Pharmacopoeia of the USSR. Issue 1, M.:1989, 400 p. (in Russian).

UDC 582.734.4

SCOPUS CODE 3004

კავკასიური მაცვლის ფოთლის (RUBUS CAUCASICUS) მორფოლოგიურ- ანატომიური ანალიზი

რ. მელქაძე კვების ინდუსტრის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: remeisi@mail.ru

რეცენზენტები:

ლ. გულუა, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის
კვების ტექნოლოგიის პროგრამის ხელმძღვანელი, კახა ბენდუქიძის საუნივერსიტეტო კამპუსი

E-mail: lgulua@agruni.edu.ge

თ. მეგრელიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტ-
რიის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

ანოტაცია. გამოკვლეულია კავკასიური მაცვლის (*Rubus caucasicus*) ფოთლის მორფოლოგიურ-
ანატომიური ნიშნები. ფოთლის გაზომვის საშუალო მაჩვენებლები შეადგენს: ფოთლის სიგრძე –9,72
სმ, სიგანე –7,17 სმ, რთული ფოთლის სიგანე – 6,14 სმ.

ფიტოქიმიური გამოკვლევებით ნედლეულის სხვადასხვა სერიის ნიმუშში დადგენილია
ფენოლკარბონის მჟავების, არბუთინის, კატექინების მთრიმლავი ნივთიერებების ფლავონებისა და
ფლავონოიდების არსებობა.

დადგენილია ბუნებრივი ნაერთების ლოკალიზების განსხვავებულობა მაცვლისა და ჟოლოს
ფოთლებში. მოცემული გვარის ყველა სახეში მმარმუაგას არეში ტყვიის აცეტატით ადგილი აქვს
ჰიდროლიზური მთრიმლავი ნივთიერებების გამოლექვას. მაგრამ რკინის ჟანგის მარილების
დამატების შემდეგ ჟოლოს ფოთლების ექსტრაქტი იძლევა დადებით რეაქციას კონდენსირებულ
მთრიმლავ ნივთიერებებთან (წარმოქმნის მუქ-მწვანე შედეგას), მაშინ როცა მაცვლის ფოთლების
შემთხვევაში მიიღება იისფერი შედეგა.

მეორე ხარისხობრივი რეაქცია შემოთავაზებულია ჰიდროლიზებულ მთრიმლავ ნივთიერებებზე
რკინის ამონიუმის შაბის ხსნარით ნალექის მოშავო-მოცისფრო შედეგის წარმოქმნაზე.

შემოთავაზებულია ნედლეულის სტანდარტიზება მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობის
მიხედვით, რომელთა რაოდენობრივი შემცველობა აღწევს 8,6–9,2 %.

კავკასიური მაცვლის ფოთოლი არის სრულყოფილი ნედლეული რომელსაც იყენებენ სხვადასხვა
დანიშნულებით (სამკურნალო მოქმედების საშუალება, სათრიმლი, ცხოველთა საკვები, ჩაის
სასმელების დამზადებისათვის და სხვა).

საკვანძო სიტყვები: ბიოაქტიური ნივთიერებები; კავკასიური მაცვლის ფოთოლი; მიკროსკოპია;
სასაქონლო მაჩვენებლები.

UDC 582.734.4

SCOPUS CODE 3004

MORPHOLOGICAL-ANATOMICAL ANALYSIS OF CAUCASIAN BLACKBERRY (RUBUS CAUCASICUS) LEAVES

R. Melkadze

Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: remeisi@mail.ru

Reviewers:

L. Gulua, Professor, Doctor of Biological Sciences, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: l.gulua@agruni.edu.ge

T. Megrelidze, Professor, Doctor of Technical Sciences, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: tmegrelidze@yahoo.com

ABSTRACT. Morphological and anatomical characteristics of the leaves of the Caucasian blackberry (*Rubus caucasicus*) are investigated. The average parameters for measuring leaves are as follows: length of the leaf is 9.72 cm, width - 7.17 cm, width of the leaf of the complex leaf - 6.14 cm.

Phytochemical studies revealed the presence of phenolic carboxylic acids, arbutin, catechins, tannins, flavones and flavonols in the samples of various series of raw materials.

Differences in the localization of natural compounds in the leaves of blackberries and in raspberry leaves have been established. In all kinds of this type of lead acetate in acetic acid environment, hydrolysable tannins precipitate. However, after the addition of iron oxide salts, the raspberry leaf extract gives a positive reaction to the condensed tannins (dark green color is formed), while the violet leaves are obtained with the leaves of the blackberry.

The second qualitative reaction is proposed for hydrolyzed tannins by the formation of a black-blue coloration of the precipitate with a solution of iron ammonium alum.

It is proposed to standardize the raw materials by the content of tannins, the quantitative content of which reaches in the range of 8.6-9.2%.

Leaves of the Caucasian blackberry is a full-fledged raw material for its use for various purposes (therapeutic remedy, tanning agent, forage, making tea drinks, etc.).

KEY WORDS: Bioactive substances; Caucasian blackberry leaves; merchandising metrics microscopy.

UDC 665.526+616-08

SCOPUS CODE 3004

ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ БАЛЬЗАМА «ГРААЛЬ» ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ, ЛУЧЕВЫХ И ПОЛОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Мелкадзе Р.Г. Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: remeisi@mail.ru

Рецензенты:

А. Цалугелашвили, профессор, доктор технических наук, академик Академии медицинских наук Грузии
Департамента общехирургической онкологии Центра Мартина Д. Абелофа
E-mail: tsal.45@mail.ru

Г. Гугулашвили, профессор, доктор технических наук Департамента пищевой индустрии факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

АННОТАЦИЯ. Приводятся результаты клинических испытаний бальзама «Грааль» на больных сердечно-сосудистой патологией, пострадавших от ионизирующего излучения и влияния на половую систему.

Установлено, что бальзам является иммуномодулирующим средством, восстанавливая сугубо нарушенные (повышенные и сниженные) факторы клеточного и гуморального иммунитета: снижается до нормальных величин число Т-хелперов, натуральных киллеров, количество нейтрофилов, способных образовывать спонтанные розетки, внутриклеточный кислородзависимый метаболизм фагоцитов, концентрацию I_g класса M и G , повышаются до уровня нормы общее число Т-лимфоцитов и поглотительная способность нейтрофилов; у больных с воспалительными заболеваниями миокарда, нейроциркуляторной дистонией и гипертонической болезнью I степени после проведения комплексного лечения бальзамом нормализуются вегетативные и функциональные нарушения: дрожь, внутреннее напряжение, потливость, сердцебиение, нехватка воздуха, а также АД, ритм сердечных сокращений, содержание гемоглобина в эритроцитах, суточный диурез. Клиническое применение бальзама у больных, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, показало, что препарат уменьшает вегетативные и функциональные нару-

шения при гипертонической болезни I стадии, вегето-сосудистой дистонии, дисциркуляторной энцефалопатии, благоприятно влияет на функцию желудочно-кишечного тракта. Курсовое введение бальзама (1 и 3 мл/кг в день) оказывает активирующее влияние на половое поведение у животных с возрастным снижением либидо. Клинически здоровые животные, которые при фоновых испытаниях были пассивны, при подсадке к самкам в состоянии течки, после курсового введения бальзама демонстрировали половую активность, а животные с вялым половым поведением, становились более активными по числу садок и стойкости цикла полового поведения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бальзам «Грааль»; гипертония; иммуномодуляция; ионизирующее излучение; миокард; сердечно-сосудистые заболевания; нейроциркуляторная дистония; половая активность.

ВВЕДЕНИЕ

Бальзам «Грааль» [1-8] был создан в качестве радиопротекторного средства для профилактики и лечения пострадавших от аварии Чернобыльской АЭС и людей, проживающих в местах с повышенным радиационным фоном. Кроме главного – радиозащитного

эффекта, у препарата выявлен целый ряд фармакологического действия на разные заболевания [9-12], в частности на сердечно-сосудистых лучевых и половых заболеваниях результаты экспериментов представлены в данной статье.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сердечно-сосудистая патология. Клиническое испытание бальзама «Грааль» (БГ) на больных сердечно-сосудистой патологией проведено в Киевском НИИ кардиологии им. Стражеско на 38 больных, в том числе 16 больных с воспалительными заболеваниями миокарда (ревматическим миокардитом-8, инфекционно-аллергическим-8), 10-гипертонической болезнью (ГБ) I степени, 12-нейроциркулярной дистонией (НЦД). Средний возраст больных $36,4 \pm 5,6$ лет. Бальзам с терапевтической целью назначался по 2 столовой ложки на 50 мл воды 3 раза в день за 20 мин до еды. Курс лечения длился от 2 (у больных НЦД) до 4 недель (больные ГБ и миокардитами).

Для иммунологического исследования определяли: количество и субпопуляционный состав лимфоцитов (Т-, В-, Т-хелперы, Т-супрессоры, натуральные киллеры) методом проточной цитофлюорометрии при помощи моноклоальных антител; количество и функциональное состояние нейтрофилов крови; поглотительную способность относительно частиц латекса с учетом процента фагоцитоза и фагоцитарного числа; рецептурную активность НФ с определением рецепторов к эритроцитам барана и комплименту; внутриклеточный кислородзависимый метаболизм НФ по НСТ-тесту спонтанному и индуцированному, с учетом разницы этих показателей и выявлением резервных возможностей НФ; уровень иммуноглобулинов класса А, М, G, комплементарную активность сыворотки крови по 50%-ному гемолизу; содержание циркулирующих комплексов.

При назначении бальзама нами была учтена индивидуальная чувствительность к нему клеток (лимфоцитов и фагоцитов) в реакции розеткообразования (спонтанным взаимодействием с бальзамом) и НСТ-тесте (спонтанным и индуцированным бальзамом).

Отсутствие реакции (до 25%) расценивали как отсутствие резервных возможностей ЛФ и НФ. Бальзам *in vitro* (табл.1) не влияет на интенсивность клеточных реакций Е-РОК и НСТ-тесте у здоровых; у больных

воспалительными заболеваниями миокарда его действие зависит от исходного уровня показателей. Он нормализует исходно сниженную и исходно высокую интенсивность Т-розеткообразования и исходно сниженный внутриклеточный кислородзависимый метаболизм НФ в индуцированном НСТ-тесте.

Апробация у больных лучевыми поражениями.

Бальзам был применен в комплексном лечении сотрудников органов внутренних дел Украины, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

Бальзам получили 33 больных, находившихся на лечении в отделении лучевой патологии Центрального госпиталя МВД Украины (г.Киев).

Препарат назначался по 1 ст.ложке на 50 мл воды 3 раза в день за 20 минут до еды. Средняя продолжительность лечения составляла 24 дня.

Средний возраст больных – $43,3 \pm 6,4$ года. Все больные страдали сочетанной патологией внутренних органов: 10 больных – гипертонической болезнью I стадии, 7 Больных – ишемической болезнью сердца. У всех названных 17 больных был установлен диагноз атеросклероза сосудов головного мозга с дисциркуляторной энцефалопатией. У 16 больных- вегетососудистая дистония.

Все 33 больных, кроме того, страдали заболеваниями желудочно-кишечного тракта: 8 больных язвенной болезнью, 7-эрозивным гастродуоденитом, 10-хроническим персистирующим гепатитом.

В план обследования больных помимо клинических, лабораторных и инструментальных, подтверждающих диагноз, были включены иммунологические исследования до и после лечения.

Для этой цели количественную оценку содержания Т-лимфоцитов и определение соотношения иммунорегуляторных субпопуляций лимфоцитов крови производили с помощью реакций Е-РОК и ЕАС-РОК.

Из факторов гуморального иммунитета определяли содержание иммуноглобулинов различных классов (А, М, G) в сыворотке крови по методу Манчини.

Циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) определяли по методу Меншикова В.В.

Исследование половой активности. Эксперименты проведены на 30 крысах-самцах линии Вистар массой 350-450 г в возрасте 10-12 месяцев и самках массой 220-280 г. в период оптимальной половой активности.

Для синхронизации менструального цикла самкам подкожно вводился фолликулин в количестве 0.1 мл 0.05% масляного раствора по следующей схеме: 1-е сутки – 3 раза, 2-е – 2 раза, 3-й – 1 раз, 4-5-е сутки – перерыв, а затем следовал еще один 3-суточный цикл введения. Через 24 часа после последнего введения самок помещали в отдельную камеру вместе с опытным или контрольным самцом. К этому времени 100% самок находились в состоянии течки. Половую активность самцов оценивали по методике, основанной на своеобразной цикличности поведения половозрелого самца при помещении его с самкой. Учитывая установленную в указанной работе и проверенную в наших условиях „серийность“ полового поведения, регистрировали каждую садку относительно шкалы времени (в течение 60 минут) после спаривания. Получали общее число садок за 1 час. Для удобства анализа весь период был разбит на 5-минутные интервалы, приблизительно соответствующие сериям половой активности самца. Количество садок за каждый такой интервал суммировали.

В предварительных экспериментах было установлено, что, несмотря на значительные индивидуальные отличия поведения всех самцов, средние фоновые величины по 5-минутным интервалам-сериям колебались незначительно, а при однофакторном анализе подтвердилось отсутствие влияния параметра времени (в пределах 1 часа), прошедшего после помещения самца с самкой.

Отобранные самцы после 2-кратного фонового тестирования (с недельными промежутками) были разделены на три равноценные группы по параметрам полового поведения (числу и цикличности садок).

Через 3 дня после последнего фонового тестирования двум группам самцов назначали интрагастрально бальзам на протяжении 11 суток (по 1 и 3 мл/кг 1 раз в день), а третьей группе животных – водопроводную воду в качестве плацебо. Одновременно начинали синхронизацию менструальных циклов у самок. На 11-е сутки самцов и самок ссаживали попарно для оценки половой активности самцов, готовность самок определяли по наличию лордоза. Последний раз бальзам вводили за 1 час до испытания.

Статистический анализ различий в половом поведении самцов проводили с использованием непараметрических критериев сравнения выборок – парного Т-критерия Вилкоксона для сравнения с фоном, U-критерия Вилкоксона-Манна-Уитни для межгрупповых сравнений и медианного критерия χ-квадрат.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сердечно-сосудистая патология. Полученные результаты исследования показали, что у больных с воспалительными заболеваниями миокарда после приема курса бальзама отмечено улучшение общего самочувствия, уменьшение головных болей, болей в области сердца, слабости, выявлена нормализация процессов пищеварения, улучшение сна.

Объективно отмечено: у больных с миокардитами и со склонностью к гипотонии повышение АД в среднем на 10-15 мм.рт.ст., а у больных с незначительно повышенным АД (до 140-150 систолическим и 90-95 мм.рт.ст. диастолическим) снижение АД на 15-20 мм.рт.ст. через 0,5-1 час после приема препарата. Нормализация АД у пациентов поддерживалась на протяжении всего курса лечения.

ТАБЛИЦА 1

Динамика изменения показателей ИКП in vitro при взаимодействии с бальзамом

№ пп	Группы обследованных	Внутриклеточный кислородзависимый метаболизм-НСТ-тест			Розеткообразование	
		спонтанное	индуцированное бальзамом	резервные возможности	спонтанное	индуцированное бальзамом
I.	Нормальные	2.0-3.0	2.9-3.9	0.9	40-60	43-56
II.	Повышенные	3.1-4.0	3.2-3.9	0.1	64-67	50-63
III.	Сниженные	1.2-1.5	1.9-2.6	0.7	26-32	39-47

При исследовании динамики показателей активности воспалительного процесса крови (С-реактивный белок, величины чисел антигиалуронидазы и антитрептолизина О) в группе больных, которые наряду с противовоспалительной терапией получали препарат, выявлены более выраженные сдвиги в сторону нормализации патологических изменений (табл.2). При этом наблюдается увеличение концентрации гемоглобина, уменьшается степень выраженности лейкоцитоза, СОЭ.

При динамическом электрокардиографическом исследовании на фоне проводимой терапии препарата отмечено уменьшение экстрасистолии, у больных с тахикардией-урежение частоты сердечных сокращений.

Нам удалось установить, что у больных воспалительными заболеваниями миокарда наблюдаются значительные изменения в клеточном и гуморальном звеньях иммунитета. Преимущественное изменение отмечено в функционировании НФ крови.

Как видно из табл.3, у данного контингента лиц увеличено количество НФ, высокий уровень внутриклеточного кислородзависимого метаболизма, повышена экспрессия рецепторов к эритроцитам барана и комплименту. Все это выявлено при низкой поглотительной способности фагоцитов и практически отсутствии резервных возможностей клеток.

Среднестатистические данные показали, что проведенное базовое противовоспалительное лечение в сочетании с бальзамом оказывает более выраженный иммуномодулирующий эффект (табл.4), нежели обычная базовая противовоспалительная терапия.

В V группе обследованных снижается до нормальных величин количество спонтанных НФ розеток, внутриклеточный кислородзависимый метаболизм, повышается процент клеток, способных поглощать ла-

текс, намечается тенденция к увеличению резервных возможностей фагоцитов. Нормализуется соотношение Т-лимфоцитов и натуральных киллеров.

При более подробном анализе полученных результатов, по уровню исходных значений Т-лимфоцитов, являющихся центральной иммунокомпетентной клеткой, нами выделено три группы.

В I группу вошли больные с нормальными исходными показателями Т-клеточного иммунитета, во II-включены пациенты с повышенным количеством Т-Лф и их субпопуляций. В III группе были больные со сниженным количеством Т-клеток. На фоне базового противовоспалительного лечения больных показатели II и III групп имели лишь тенденцию к восстановлению, в то время как при сочетании применения бальзама и базового лечения уровень Т-лимфоцитов, Т-хелперов и натуральных киллеров во II и III группах лиц нормализовался. У пациентов I группы отсутствовала динамика показателей после проведенного курса лечения. Эти данные совпадают с результатами исследования, проведенными *in vitro* (табл.4)

Нам удалось установить некоторую динамику изменений в показателях, характеризующих гуморальные факторы системного иммунитета у больных с воспалительными заболеваниями миокарда, при лечении бальзамом (табл. 10.4) нормализуется: уровень I_g класса M и G, комплементарная активность сыворотки крови. Концентрация циркулирующих иммунных комплексов достаточно возрастает. Это можно расценивать как положительный сдвиг, свидетельствующий об увеличении образования циркулирующих иммунных комплексов из фиксированных, что способствует их элиминации из кровотока фагоцитами.

ТАБЛИЦА 2

Показатели активности воспалительного процесса крови в группе больных с воспалительными заболеваниями миокарда в динамике базового противовоспалительного лечения и бальзама

№	Показатели	H ₂ крови	Кол-во лейкоцитов	СОЭ	С-реактивный белок	Антигиалуронидаза	Антитрептолизин О
1	К	120,3±3,2	4,2±1,3	6,5±3,0	«---»	163,0±2,4	163,0±5,7
2	ДЛ-1	110,1±2,8	7,21±0,8*	24,3±3,1*	++	313,0±4,1*	500,0±10,1*
3	ПЛБК	113,0±3,1*	6,8±1,1*	14,4±2,1**	+	305,0±4,9*	313,0±14,9**
4	ДЛ-2	108,1±3,4*	7,8±0,7*	27,4±3,2*	++	313,0±7,2*	500,0±6,2*
5	ПЛБК+БГ	126,1±1,1**	4,3±1,2**	12,3±3,1**	«---»	163,0±2,3**	185,0±1,7**

Обозначены: К-контроль; ДЛ-1, ДЛ-2 –до лечения; ПЛБК-после лечения базовым комплексом; ПЛБК+БГ – после лечения базовым комплексом + бальзам.

*) достоверные отличия показателей у больных от доноров

**) достоверные отличия показателей после проведенного лечения

ТАБЛИЦА 3

**Количество и функциональное состояние иммунокомпетентных
 клеток в динамике лечения**

Группы обследованных	Нейтрофилы							Лимфоциты				
	Розеткооб- разование		НСТ-тест			Поглощение		Количество и субпопуляционный состав				
	Е-РОН	ЕАКРОН	Спонтанные	Индукци- рованные	Резервн. воз	НФ%	ФЧ, усл. ед.	Т-Л _ф	Т-Х	Т-S	В-Л _ф	NK
К	10,6± 1,2	26,6± 2,7	2,8± 0,3	5,5± 0,9	2,7	53,3± 4,5	7,8± 0,5	69,5± 0,5	42,9± 0,6	26,1± 0,7	11,9± 1,2	17,0± 0,3
ДЛ-1	17,1± 2,1	32,9± 1,6	3,5± 0,2	3,6± 0,6	0,1	40,1± 2,1	7,2± 0,2	61,2± 0,3	45,1± 0,6	24,5± 0,9	10,5± 0,9	20,3± 0,8
ПСБК	15,3± 1,7	30,1± 0,9*	3,0± 0,1*	2,7± 0,4	0,2	44,3± 1,6*	7,1± 0,9	64,8± 1,9*	43,3± 1,9	25,7± 2,0	13,1± 2,3*	19,2± 1,2
ДЛ-2	19,4± 2,6	34,1± 2,0	3,9± 0,1	4,1± 0,1	0,2	42,0± 1,9	7,4± 0,1	60,7± 0,5	46,2± 0,8	25,3± 1,0	11,1± 1,6	20,5± 0,4
ПЛБК +БГ	12,5± 1,9**	29,7± 2,1**	2,4± 0,3**	3,0± 0,2	0,6*	50,4± 1,5**	7,7± 0,7	66,4± 1,8**	40,1± 1,2	25,1± 2,0	10,0± 1,5	16,5± 1,2**

Обозначения те же, что в табл.1

*) достоверные отличия показателей больных от доноров

**) достоверные отличия показателей после проведенного лечения

Все вышеизложенное свидетельствует о противовоспалительном и иммунокорректирующем действии бальзама и о необходимости дифференцированного подхода к лечению больных с ревматизмом.

Нами было проведено лечение бальзамом больных нейроциркулярной дистонией (НЦД) по гипотоническому и гипертоническому типу, а также гипертонической болезнью I стадии. У больных нейроциркуляторной дистонией по гипотоническому типу артериальное давление достоверно повысилось с $94 \pm 2 / 61 \pm 2$ мм.рт.ст. в контрольном исследовании до $105 \pm 3 / 71 \pm 2$ мм.рт.ст. ($P < 0.05$) в конце трехнедельного приема бальзама.

После курсового лечения у 86% больных отмечены исчезновение головной боли и значительное улучшение самочувствия: исчезли слабость, головокружение, исчезли ортостатические синдромы, улучшился сон и аппетит. У 89% пациентов повысилась трудоспособность. К концу лечения мощность выполненной нагрузки при велоэргометрии возросла у них на 25 ватт.

У больных нейроциркуляторной дистонией по гипертоническому типу и гипертонической болезнью I

стадии уменьшалась частота симпатоадреналовых кризов и выраженность их протекания. Криз протекал более сглажено. Исчезли некоторые симптомы, сопровождавшие подъем артериального давления, а именно: ощущение нехватки воздуха и затрудненного дыхания, чувство дрожи, ощущение внутреннего напряжения.

У 5 больных НЦД на фоне приема бальзама исчезла дыхательная аритмия. Практически у всего контингента больных отмечено увеличение диуреза.

Таким образом, проведенные исследования показали, что бальзам является эффективным средством для лечения вегетативных и функциональных нарушений при гипертонической болезни I стадии и нейроциркуляторной дистонии.

Результаты проведенных клинических испытаний бальзама позволяют заключить:

бальзам оказывает противовоспалительное действие у больных с воспалительными заболеваниями миокарда: нормализует уровень С-реактивного белка, величины чисел антигалактуронидазы и антистрептолизина О, уменьшает степень выраженности лейкоцитоза и скорости СОЭ.

ТАБЛИЦА 4

Состояние гуморальных факторов системного иммунитета у
 больных заболеваниями миокарда

№	Группы обследованных		Иммуноглобулины			ЦИК	КАСК
			А	В	Г		
1	Доноры		1,0±0,1	1,8±0,2	10,5±0,4	41,7±5,0	193,7±9,2
2	Больные воспалительными заболеваниями миокарда	До лечения	2,2±0,2*	1,7±0,3	12,0±0,2	105,2±7,3*	59,3±1,8*
3		После базового лечения	1,9±0,1	1,9±0,1	13,3±0,9	98,9±6,3*	160,0±2,0*
4		До лечения	2,1±0,12	2,0±0,3	13,4±0,7*	112,1±3,9*	60,2±1,0*
5		После базового противовос- палительного лечения + бальзам	1,2±0,09**	1,8±0,1	9,6±0,5**	158,0±4,2**	155,0±2,9**

*¹) достоверные отличия показателей с контролем

**¹) достоверные отличия показателей после лечения

Апробация у больных лучевыми поражениями. До лечения у большинства больных (27 чел.) наблюдалась умеренная лимфопения, снижение процентного содержания активных Т-лимфоцитов. Кроме того, отмечалось увеличение содержания Т-хелперов и снижение содержания Т-супрессоров с увеличением соотношения Т-хелп./ Т-супр. Выше 2,5 (16 чел.). У 7 больных Т-хелперы были снижены и их отношение к Т-супрессорам было ниже 1,1. Изменения в содержании сывороточных иммуноглобулинов протекали по типу дисиммуноглобулинемии у 29 больных. Наиболее существенным явилось снижение $I_g A$ у 15 чел. У 7 больных содержание $I_g A$ было повышенным. Содержание $I_g G$ выше 15,5 г/л было у 10 больных.

После комплексного лечения больных с применением бальзама наблюдались практически во всех случаях выраженные сдвиги в сторону нормализации клеточного и гуморального звена иммунитета, восстановления сугубо нарушенных (повышение и понижение) его факторов: повысилось до уровня нормы содержание активных Т-лимфоцитов. Нормализовались соотношение Т-хелп./ Т-супр. концентрация А, Г.

У больных гипертонической болезнью I стадии и вегето-сосудистой дистонией по гипертоническому типу (15 чел.) уменьшились частота и выраженность симпатоадреналовых кризов. У больных вегетососудистой дистонией по гипотоническому типу (11 чел.)

артериальное давление повысилось с 90-95/60 мм.рт.ст. до 105-110/70 мм.рт.ст.

У всех больных, принимавших бальзам, улучшилось общее состояние, повысилась работоспособность, они чувствовали себя бодрее.

У 30 больных (91%) отмечены исчезновение головной боли, головокружения; 25 больных (76%) указали на повышение аппетита, исчезновение диспептических явлений, болей в животе.

Половая активность. Половая мотивация является одной из наиболее значимых в природе, но далеко не первой по стабильности и относительной силе. Известно, например, что у крыс сложные безусловные рефлексы по относительной силе располагаются от более сильного к более слабому в такой последовательности: оборонительный, ориентировочно-исследовательский, пищевой, половой и стадный, т.е. половой находится в конце этого списка. Возможно поэтому половой рефлекс столь нестабилен при изменении соматического и психосоматического состояния организма, стрессах, неврозах и т.п.

Для коррекции полового рефлекса (либидо) применяют многочисленные средства народной медицины, к числу которых относятся фитопрепараты на основе растений из семейства аралиевых. Учитывая, что бальзам содержит такие компоненты (корень родиолы розовой, корень женьшеня, панты, пыльца растений, элеутерококк), а также многочисленные рас-

тительные начала с общеукрепляющим и нормализующим действием на обменные процессы в организме, было изучено влияние его на половое поведение крыс-самцов с возрастным снижением половой функции.

Половое поведение самцов крыс в возрасте одного года характеризуется относительно низкой активностью (табл. 5).

При фоновых испытаниях зарегистрированное число садок у этих крыс было в 2-4 раза снижено по сравнению с молодыми самцами, а в 15 случаях из 30 (50%) садки отсутствовали (<2) при данных условиях оценки полового поведения. В положительных случаях число садок колебалось в широких границах – от 2–4 до 28 и составляло в среднем около 10-13.

ТАБЛИЦА 5

Влияние курсового введения бальзама „Грааль“ на половое поведение крыс-самцов с возрастным снижением половой активности

Группы	Дозы мл/кг	n	Общее количество садок и доля активных самцов					
			Фон			Опыт		
Плацебо	3	10	10.7	(0-28)	50%	9.3	(0-24)	40%
Бальзам	1	10	11.2	(0-25)	40%	18.4	(0-38)* ^U	70%
Бальзам	3	10	10.3	(0-24)	50%	24.7	(3-45)* ^U	80% ^T

Примечания: в таблице приведены средние значения числа садок, размах вариантов и доля активных самцов, имевших не менее двух садок.

* - Достоверное различие с фоном ($P \leq 0.05$) по T-критерию Вилкоксона; ^U – то же в сравнении с плацебо по критерию U; ^T – то же в сравнении с фоном по альтернативному критерию (ТМФ).

Распределением на группы по результатам фоновых испытаний была обеспечена практически полная идентичность исходных показателей (вероятность нулевой гипотезы различия фоновых выборок составляла больше 0.3-0.5).

Как видно из табл.5, курсовое назначение бальзама оказало активирующее влияние на половое поведение самцов. Так, если контрольная группа крыс фактически воспроизводила результаты фоновых испытаний с небольшим декрементом, то подопытные крысы обеих групп, получавших бальзам, проявляли большую половую активность по сравнению с фоном. Хотя у этих животных, как и при фоновых испытаниях, отмечалась значительная индивидуальная вариабельность количества садок за 60-минутный цикл, однако, суммарный сдвиг в направлении активации полового поведения был статисти-

чески достоверен как по сравнению с собственным фоном, так и с группой крыс, получавших плацебо. Примечательно, что половая активность появилась у большинства самцов, которые при фоновых испытаниях были пассивны. Фактор дозы бальзама оказался также значимым – при дозе 3 мл/кг активация полового поведения оказалась более стойкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Препарат БГ является иммуномодулирующим средством, восстанавливая сугубо нарушенные (повышенные и сниженные) факторы клеточного и гуморального иммунитета: снижается до нормальных величин число Т-хелперов, натуральных киллеров, количество нейтрофилов, способных образовывать спонтанные розетки, внутриклеточный кислородзави-

симый метаболизм фагоцитов, концентрация I_g класса M и G , повышается до уровня нормы общее число Т-лимфоцитов и поглотительная способность нейтрофилов.

2. У больных с воспалительными заболеваниями миокарда, НЦД и гипертонической болезнью I степени после проведения комплексного лечения бальзамом нормализуются вегетативные и функциональные нарушения: дрожь, внутреннее напряжение, потливость, сердцебиение, нехватка воздуха, а также АД, ритм сердечных сокращений, содержание гемоглобина в эритроцитах, суточный диурез.

3. Клиническое применение бальзама у больных, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, показало, что препарат уменьшает вегетативные и функциональные нарушения при гипертонической болезни I стадии, вегето-сосудистой дистонии, дисциркуляторной энцефалопатии, благоприятно влияет на функцию желудочно-кишечного тракта.

4. Курсовое введение бальзама (1 и 3 мл/кг в день) оказывает активирующее влияние на половое поведение у животных с возрастным снижением либидо. Клинически здоровые животные, которые при фоновых испытаниях были пассивны при подсадке к самкам в состоянии течки, после курсового введения бальзама демонстрировали половую активность, а животные с вялым половым поведением, становились более активными по числу садок и стойкости цикла полового поведения. Поскольку бальзам не вызывает обнаружимых признаков полового возбуждения, существенное значение в активации полового поведения при курсовом введении бальзама, вероятно, играет его тонизирующее действие. Стимулирующий эффект бальзама в данном тесте может расцениваться как индикатор общеукрепляющего влияния бальзама на соматическое и психосоматическое состояние организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Melkadze R.G. Ingredients composition of "Graal" balsam. Patent # 2018519. Russian Federation. 1993. (in Russian).
2. Balsamum "Graal".1997. Pharmacopea article of Georgia #111/97. 1997. (in Georgian).
3. Balsamum "Graal". Temporary pharmacopea Article of Ukraine. #42 U-235-96. 1996. (in Russian).
4. Balsamum "Graal".1997. Pharmacopea article of Byelorussia # 42 B-57-97. 1997. (in Russian).
5. Melkadze R.G., Shalamberidze M. Counter-radiation balm and its medical properties at radiation injuries and functional disorders in gastrointestinal tract. Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biology series "A". Vol. 32, #1. 2006, 91-96 pp. (in Russian).
6. Melkadze R.G. Anti-narcotic and anti-alcoholic activity of the balsam "Graal". Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biology series "A". Vol. 32, #6, 1195-1206 pp. (in Russian).
7. Melkadze R.G. Results of the tests of balsam "Graal" in the patients with iron deficiency Anemia. Proceedings of the Georgian Academy of Sciences. Biology series "A". 2007, Vol. 33. #2. 147-152 pp. (in Russian).
8. Melkadze R.G. Antioxidant potential and polyphenolic complex of "Georgian Elixir". Journal "Novation". #3. Kutaisi. 2008, 10-13 pp. (in Georgian).
9. Melkadze R.G. and others. Effective anti-stressful means. International congress "Progress in fundamental and applied sciences for human health". Crimea. 2004, 50-51 pp. (in Russian).
10. Melkadze R. Balm "Graal" - a potential antinarcotic and antialcoholic remedy. Journal "Health" (USA). Vol.2. Number 10. 2010. 1226-1231 pp. (in English).
11. Melkadze R., Kintsurashvili K. Radioprotective properties of bioactive additive "Grail". The proceedings of the 2nd European conference on biology and medical sciences. "East-west" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014, 228-236 pp. (in English).
12. State Pharmacopoeia of the USSR. Issue 1, M.:1989, 400 p. (in Russian).

UDC 665.526+616-08

SCOPUS CODE 3004

ბალზამი „გრალის“ სამეურნეო მოქმედება გულსისხლძარღვთა, სხივური და სქესობრივი დაავადებებისას

რ. მელქაძე კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: remeisi@mail.ru

რეცენზენტები:

ა. ცალუღელაშვილი, საქართველოს მედიცინის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, შპს კიბოს კვლევის ცენტრი, მარტინ დ. აბელოვის ცენტრის ზოგადქირურგიული ონკოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, პროფესორი

E-mail: tsal.45@mail.ru

ბ. გუგულაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

ანოტაცია. სტატიაში მოყვანილია ბალზამი „გრალის“ კლინიკური გამოცდის შედეგები გულსისხლძარღვთა პათოლოგიით და დაიონებული გამოსხივებით დაავადებულებზე, აგრეთვე გავლენა სქესობრივ სისტემაზე.

დადგენილია, რომ ბალზამი არის იმუნომოდულატორულ საშუალება ძირითადად დარღვეული (მომატებული ან შემცირებული) უჯრედული და ჰუმორალური იმუნიტეტის ფაქტორების ნორმალიზებისათვის: ნორმალურ სიდიდემდე ამცირებს სპონტანური როზეტების წარმოქმნილი T-ხელპერების, ნატურალური კილერების, ნეიტროფილების რაოდენობას, ფაგოციტების უჯრედშორის უანგბადდამოკიდებულ მეტაბოლიზმს, M და G კლასის იმუნოგლობულინების კონცენტრაციას, ნორმის დონემდე ამაღლებს T-ლიმფოციტების რიცხვს და ნეიტროფილების შთანთქმით უნარს.

მიოკარდის ანთებით, ნეიროცირკულატორული დისტონიით და I ხარისხის ჰიპერტონიით დაავადებულებს ბალზამით კომპლექსური მკურნალობის შემდეგ აღენიშნებათ ვეგეტატიური და ფუნქციური დარღვევების (კანკალი, შინაგანი დაძაბულობა, ოფლიანობა გულისცემა, ჰაერის უკმარობა, აგრეთვე არტერიული წნევა, გულის შეკუმშვის რითმი, ერითროციტებში ჰემოგლობინის შემცველობა, დღეღამური დიურეზი) ნორმალიზება.

დაიონებული გამოსხივებით დაზიანებულ ავადმყოფზე ბალზამის კლინიკურმა გამოყენებამ აჩვენა, რომ პრეპარატი ამცირებს I სტადიის ჰიპერტონული დაავადების, ვეგეტატიურ-სისხლძარღვოვან დისტონიას, დისცირკულატორული ენცელოპათიის დარღვევებს, დადებით გავლენას ახდენს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტზე.

ბალზამის საკურსო გამოყენება (1 და 3 მლ/კგ დღეში) მაპქტიურებელ გავლენას ახდენს ცხოველის სქესობრივ ქცევაზე. კლინიკურად ჯანმრთელი ცხოველი, რომელიც ფონური გამოცდისას ავლენდა პასიურობას მღედრის მიმართ, ბალზამის საკურსო მიღების შემდეგ ხდებოდა სქესობრივად

აქტიური, ხოლო დუნე სქესობრივი ქცევის ცხოველი სქესობრივი აქტის რაოდენობისა და სქესობრივი ქცევის ციკლის სტაბილურობის მიხედვით – გაცილებით აქტიური.

საკვანძო სიტყვები: ბალზამი „გრაალი“; იმუნომოდულარული; იონიზებული გამოსხივება; მიოკარდი; ნეიროცირკულარული დისტონია; სქესობრივი აქტიურობა; ჰიპერტონია.

UDC 665.526+616-08

SCOPUS CODE 3004

THE THERAPEUTIC EFFECT OF THE BALM "GRAAL" FOR CARDIOVASCULAR, RADIOTHERAPY AND SEXUALLY TRANSMITTED DISEASES

R. Melkadze

Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175
Tbilisi, Georgia
E-mail: remeisi@mail.ru

Reviewers:

A. Tsalugelashvili, Professor, Academician of Georgian Academy of Medical Science, General Surgery Department at Cancer Research Center -Martin D. Abeloff laboratory

E-mail: tsal.45@mail.ru

G. Gugulashvili, Professor, Department of Food Industry, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

ABSTRACT. The article presents the results of clinical trials of balsam "Graal" for patients with cardiovascular disease, the casualty of ionizing radiation and the effect on the reproductive system.

It was found that Balsam "Graal" is an immunomodulatory agent, restoring purely violated (higher and lower) factors of cellular and humoral immunity: decreases to normal values the number of T-helper cells, natural killer cells, neutrophils, capable of forming a spontaneous outlet intracellular oxygen-dependent metabolism of phagocytes, class concentration and increased to the level of standards, the total number of T lymphocytes and neutrophils absorbability. In patients with inflammatory diseases of the myocardium, cardiopsychoneurosis and hypertension of I degree after the complex treatment balm normalizes vegetative and functional disorders: tremors, internal tensions, sweating, palpitations, shortness of breath, and blood pressure, heart rate, hemoglobin in red blood cells, daily urine output. Clinical application of balm in patients exposed to ionizing radiation, showed that preparation reduces vegetative and functional disorders in stage 1 hypertension, vegetative-vascular dystonia, vascular encephalopathy, making a positive effect on the function of the gastrointestinal tract. Course introduction balm (1 and 3 ml / kg per day) has an activating effect on sexual behavior in animals with age-related decrease in libido. Clinically healthy animals, which at baseline tests were passive when replanting a female in heat, after a course of administration balm showed sexual activity, and animals with flaccid sexual behavior, become more active on the number of tank and durability cycle of sexual behavior.

KEY WORDS: Balm "Graal"; cardiopsychoneurosis; cardiovascular disease; immunomodulation; ionizing radiation; hypertension; myocardium; sexual activity.

ავტორთა საძიებელი

Author's index

Указатель авторов

აბაიშვილი ვ. 22	მუხიგულაშვილი ნ. 119	ჯორბენაძე მ. 41
ბერიძე ჯ. 41	ნემსაძე შ. 76	Bziava K. 35
გელაშვილი ი. 22	ონიანი მ. 93	Kukhalashvili E. 35
გიუაშვილი მ. 76	სუთიძე ღ. 27	Lortkipanidze D. 35
გუგულაშვილი გ. 126, 133	ტაბატაძე ღ. 11, 17	Medzmariashvili G. 101
ენაგელი რ. 85	ტორონჯაძე ავ. 76	Ratiani N. 138
ისაკაძე თ. 126, 133	ქუთათელაძე რ. 158	Razmadze N. 138
კვირკველია შ. 41	ღვინეფაძე გ. 49	Sanikidze M. 101
კვიციანი ტ. 67	ჩიტძე ზ. 22	Shavishvili N. 145
კოპლატაძე ე. 158	ჩხარტიშვილი მ. 119	Tsignadze N. 101
მეგრელიძე თ. 126, 133	ჭედიკა ნ. 119	Мелкадзе Р.Г. 164, 172

ავტორთა საყურადღებოდ!

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის ყოველკვარტალური რეგულირებადი პერიოდული გამოცემა, რომელიც რეგისტრირებულია რამდენიმე საერთაშორისო მონაცემთა ბაზაში.

- სტატია (მიიღება ქართულ, ინგლისურ, რუსულ ენებზე) ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.
- სტატიის ავტორთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს სამს.
- ავტორს შეუძლია საგამომცემლო სახელში პუბლიკაციისათვის მოგვარდოს ან ელექტრონული ფოსტით sagamomcemlosakhli@yahoo.com მისამართზე გამოგვიგზავნოს ერთი ან რამდენიმე სტატია, აგრეთვე თანდართული დოკუმენტაციის დასკანერებული ფაილები, მაგრამ კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება მხოლოდ ორი ნამუშევარი.

ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

- Subject ველში (თემა) მიუთითეთ კრებულის დასახელება და ავტორის (ავტორების) გვარი.
- გამოიყენეთ ფაილის მიმაგრება (Attach).
- დიდი მოცულობის ფაილის შემთხვევაში გამოიყენეთ არქივატორი (ZIP, RAR).

• სტატია შედგენილი უნდა იყოს მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით. ავტორი (ავტორები) და რეცენზენტები პასუხს აგებენ სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

• ვინაიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების კრებული არის არაკომერციული გამოცემა, ჩვენი მეცნიერი თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

• საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს № 200 დადგენილებით (22.01.2010წ.), ფიზიკურმა პირმა, რომელიც არ არის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელი, შრომების კრებულში სტატიის გამოქვეყნებისთვის წინასწარ უნდა შეიტანოს ან გადმორიცხოს საჭირო თანხა (1 გვერდი – 10 ლარი) და სტატიის დოკუმენტაციას (ორი რეცენზია და ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ) დაურთოს გადახდის ქვითარი. გრაფაში „გადახდის დანიშნულება“ უნდა ჩაიწეროს „სტატიის გამოქვეყნების ღირებულება“.

სტუ-ის საბანკო რეკვიზიტებია: სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; საიდენტიფიკაციო კოდი 211349192; მიმღების ბანკი: სახელმწიფო ხაზინა; მიმღების დასახელება: ხაზინის ერთიანი ანგარიში; ბანკის კოდი: TRESGE22; მიმღების ანგარიში: სახაზინო კოდი 708977259.

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები – 2 სმ, ინტერვალი – 1,5).

- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი – ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ შრიფტი Acadnux, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტებისთვის – შრიფტი Times New Roman, ზომა 12;

სტატიას უნდა ერთვოდეს შემდეგი ინფორმაცია:

- უაკ (უნივერსალური ავტობიოთი კლასიფიკაცია) კოდი.
- ცნობები ავტორის (ავტორების) და რეცენზენტების შესახებ ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე:
 - ყველა ავტორის სახელი და გვარი სრულად, E-mail-ი, სამეცნიერო წოდება და საკონტაქტო ტელეფონი;
 - დეპარტამენტის დასახელება. ორგანიზაციის სრული სახელწოდება – ყოველი ავტორის მუშაობის ადგილი, ქვეყანა, ქალაქი.
 - რეცენზენტთა გვარები და სახელები სრულად, ელექტრონული ფოსტის მისამართი, სამეცნიერო წოდება, დეპარტამენტის ან სამუშაო ადგილის დასახელება.

სტატია უნდა შეიცავდეს:

- ანოტაციას ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე (100–150 სიტყვა). *უცხოელი მკითხველისათვის ანოტაცია არის სტატიის შინაარსისა და მასში გადმოცემული კვლევის შედეგების შესახებ ინფორმაციის ერთადერთი წყარო. სწორედ იგი განსაზღვრავს ინტერესს მეცნიერის ნაშრომის მიმართ და, მაშასადამე, სურვილს, დაიწყოს დისკუსია ავტორთან, გამოითხოვოს სტატიის სრული ტექსტი და ა.შ.*

ანოტაცია უნდა იყოს:

- ინფორმაციული (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს);
- ტექსტი ინგლისურ და რუსულ ენებზე უნდა იყოს ორიგინალური;
- უნდა ასახავდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს;
- სტრუქტურირებული (მიჰყვებოდეს სტატიაში შედეგების აღწერის ლოგიკას).

უნდა შეიცავდეს:

- სტატიის საგანს, თემას, მიზანს (რომლებსაც უთითებთ იმ შემთხვევაში, თუ ეს არ არის ცხადი სტატიის სათაურიდან);
- კვლევის ჩატარების მეთოდს ან მეთოდოლოგიას (სამუშაოს ჩატარების მეთოდის ან მეთოდოლოგიის აღწერა მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, თუ იგი გამოირჩევა სიახლით, საინტერესოა მოცემული ნაშრომის თვალსაზრისით);
- კვლევის შედეგებს;
- შედეგების გამოყენების არეალს;
- დასკვნას;

- საკვანძო სიტყვებს, დალაგებულს ანბანის მიხედვით (ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე);
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილ შესავალს, ძირითად ნაწილს და დასკვნას;
- სურათების ან ფოტოების კომპიუტერულ ვარიანტს, შესრულებულს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით, გარჩევადობა – არანაკლებ 150 dpi-სა.
- ლიტერატურა
 - საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით, გამოყენებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს არანაკლებ ათისა.

წარმოდგენთ გამოსაქვეყნებელ სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის გაფორმების წესს:

ყველა ავტორის გვარი და ინიციალები მოცემული უნდა იყოს ლათინური ანბანის ასოებით, ე.ი. ტრანსლიტერაციით, სტატიის სახელწოდება – თარგმნილი ინგლისურად, წყაროს (ჟურნალის, შრომების კრებულის, კონფერენციის მასალების) სახელწოდება – ტრანსლიტერაციით; გამოსასვლელი მონაცემები – ინგლისურ ენაზე (სტატიის ენა მიეთითება ფრჩხილებში).

ლიტერატურა (ნიმუში)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. “Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>” (In English).
3. International Energy Agency “Key World Energy Statistics” 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian)
5. G.G. Svanidze, V.P. Gagua, E.V. Sukhishvili “Rene-wable energy resources of Georgia”, Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze “The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower”. Sakartvelos Teqniki Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის:

- ორი რეცენზია (იხ. ნიმუში)

http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx

- ფაკულტეტის საგამომცემლო საქმის დარგობრივი კომისიის ოქმის ამონაწერი

(იხ. ნიმუში) http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx

დოკუმენტები დამოწმებული უნდა იყოს ფაკულტეტის ბეჭდით.

ავტორს შეუძლია ნიმუშად გამოიყენოს კრებულის ერთ-ერთი ბოლო ნომერი.

აქტის ნიმუში

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის _____ ფაკულტეტის

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის _____ დარგობრივი კომისიის

აქტი № _____

„_____”

სხდომას ესწრებოდნენ:

დარგობრივი კომისიის წევრები:

(მიუთითეთ კომისიის შემადგენლობა) _____

განსახილველი სტატიის ავტორი/ავტორები: (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი).

1. _____

2. _____

3. _____

რეცენზენტები: (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი).

1. _____

2. _____

დარგის მოწვეული სპეციალისტები:

1. ნაშრომის განხილვა

2. (მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიაში განსახილველად შემოვიდა ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიის მიერ გამოყოფილი რეცენზენტები:

1. _____

2. _____

2. ნაშრომის საჯარო განხილვა

1. მოისმინეს: ავტორის/ავტორების (მიუთითეთ) ინფორმაცია განსახილველად წარმოდგენილი სტატიის შესახებ. _____

ნაშრომის ანოტაცია

3. მოისმინეს: რეცენზენტის/რეცენზენტების (მიუთითეთ) არგუმენტირებული შეფასება სტატიის აქტუალობის, სიახლის და გამოცემის მიზანშეწონილობის შესახებ. _____

4. მოისმინეს: ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის დასკვნა-რეკომენდაცია (მიუთითეთ მომხსენებლის ვინაობა) _____ სტატიის გამოცემის შესახებ.

აზრი გამოთქვას:

დაადგინეს:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფაკულტეტის

(მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივ კომისიაში განსახილველად შემოვიდა
ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

რეკომენდაციას უწევს სტატიის გამოქვეყნებას სტუ-ის შრომათა კრებულში.

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარე

კომისიის მდივანი

კომისიის წევრები:

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარის

ხელმოწერის სინამდვილეს ვადასტურებ

ფაკულტეტის დეკანი (ხელმოწერა)

რეცენზიის ნიმუში

1. ნაშრომის დასახელება სრულად

2. ავტორის/ავტორების სამეცნიერო წოდება, სამუშაო ადგილი, საკონტაქტო ინფორმაცია ელ. ფოსტა

3. ნაშრომში დასმული ამოცანის მოკლე მიმოხილვა

4. გამოსაქვეყნებლად მომზადებული ნაშრომის აქტუალობა

5. ძირითადი ასპექტები, რომლებიც განხილულია ავტორის მიერ

6. რეკომენდაცია ნაშრომის გამოქვეყნებისათვის (იმ შემთხვევაში თუ სარეცენზიო ნაშრომი სამეცნიერო სტატიაა, აუცილებელია სამეცნიერო ჟურნალის დასახელების მითითება)

7. რეცენზენტის გვარი და სახელი სრულად, სამუშაო ადგილი, სამეცნიერო წოდება, საკონტაქტო ინფორმაცია – ელ. ფოსტა (სტატიის რეცენზირების შემთხვევაში რეცენზენტის მონაცემები გამოქვეყნებული იქნება სტატიასთან ერთად)

Guidelines for Authors!

Collection of Academic Works of Georgian Technical University is a quarterly refereed periodical included in several international journal lists.

- An article (accepted in Georgian, English or Russian) is published in the original language;
- The number of authors of an article should not exceed three;
- Authors should submit original copies of one or more articles for publication to the publishing house or send scan versions to sagamomcemlosakhli@yahoo.com along with supporting documentation, but only two articles from the same author(s) will be published in one edition;

To submit scan versions via email please follow the instructions:

- *In the Subject line indicate the collection of works and the name(s) of author(s).*
 - *Attach the file(s) properly;*
 - *Use ZIP or RAR file compressors in case of large files to attach.*
-
- The article should be literal, well-structured and apply proper terminology to convey the author's constructive arguments relevant to the subject. The authors and reviewers are responsible for the content and quality of an article;
 - The collection of works of GTU is a non-commercial publication and running the articles of our researchers and for PhD students is free of charge;
 - According to the Resolution No.200 of GTU Academic Council (22.01.2010), authors who are not the employees at the University, should make the preliminary payment by cash or transfer to have their paper published (10 GEL per page). Copy of the payment receipt should be enclosed with the supporting documentation (two reviews and a reference by the organization's academic board on publishing the article in GTU collection of scientific papers). "Cost of article publication" shall appear as subject in the "purpose of payment" field.

GTU bank details: LEPL Georgian Technical University; organization's identification number 211349192; beneficiary bank: State Treasury; beneficiary: joint treasury account; bank code: TRESGE22; Account number: treasury code 708977259.

How to form an academic article:

- The text should be presented in print-out form (A4), no less than 5 pages (margins - 2 cm, line spacing - 1,5);
- Only MS Word versions of texts are accepted (doc or docx) presented electronically on any magnetic carrier;
- For Georgian texts: font - Acadnux, font size - 12 pt;
- For English and Russian texts: font - Times New Roman, font size - 12 pt.

The accompanying information to the article should include:

- Universal Decimal Classification (UDC)

- Information about the author(s) and reviewers in Georgian, English and Russian:
 - Full name, academic title, email and phone number of each author;
 - Department, full name of organization – place of employment of each author, area/town, country;
 - Full name, email, academic title, department or place of employment of each reviewer.

The article should include:

- An abstract in Georgian, English and Russian (100-150 words long). ***For foreign readers an abstract is the only source of information about the content of an article and results of the research conveyed by it. An abstract therefore defines the reader's interest towards the article and possibility of further outreach to the author for the full text, etc.***

An abstract should be:

- *Informative (free of generalized terms and statements);*
- *Original (with quality translations in English and Russian with the proper application of terminology);*
- *Specific (conveying the core content of an article);*
- *Properly structured (consistent with the research results given in the article).*

An abstract should contain:

- *The subject, topic and objective of an article (indicated in case if these are not clear from the title);*
- *Method or methodology of research performed (expected to be described when and if this method or methodology are new and interesting with reference to the article);*
- *Research results;*
- *Area of application of research results;*
- *Conclusion.*

- Key words sorted by alphabet (Georgian, English and Russian);
- Sections should be outlined Introduction, Main Part and Conclusion;
- Digital version of drawings or images in any graphic format, resolution 150 dpi;

- Reference

- By the recommendations of Databases of International Scientific Journals the number of references should be no less than ten.

How to form the reference section in the article:

Name and surname of each author should be given in Latin letter initials, title of the articles – translated in English, name of the source (journal, collection of works, conference materials) – with transliteration (original language of the article should be indicated in brackets).

References (sample)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. "Official website of the International Energy Agency:

<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>" (In English).

3. International Energy Agency "Key World Energy Statistics" 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian).
5. Svanidze G.G., Gagua V.P., Sukhishvili E.V. "Renewable energy resources of Georgia", Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze "The Georgian Full Independence of Electric Power Is Supported By Hydropower". Sakartvelos Teqniki Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

Requirements for the submission of articles by the employees and for PhD students of Georgian Technical University:

- Two reviews (see the sample at)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- Minutes of the sectoral committee of the faculty publishing (see the sample at)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx
Documents should be verified with the faculty stamp.

Notice to Authors

Authors may consider one of the previous editions of GTU Collection of Academic Works as an example

К сведению авторов!

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным реферируемым периодическим изданием, которое зарегистрировано в нескольких международных базах данных.

- Статьи (принимаются на грузинском, английском, русском языках) публикуются на языке оригинала.
- Количество авторов статьи не должно превышать 3.
- Автор может предоставлять для публикации в Издательском доме или по электронной почте (на следующий адрес: sagatomcemlosakhli@yahoo.com) одну или несколько статей, а также в сканированных файлах сопутствующую документацию, но в одном номере могут быть опубликованы только две работы.

- ***В случае статей, присылаемых по эл. почте, просьба предусмотреть следующие требования:***

- указать в эл. Subject-е название сборника (тема) и фамилию автора (авторов);
- использовать Attach (приложить файл);
- в случае большого объема файла применить архиватор (ZIP, RAR).

- Статья должна быть составлена грамотно, с соблюдением терминологии. Автор (авторы) и рецензенты несут ответственность за содержание и качество статьи.

- Поскольку сборник трудов Грузинского технического университета является некоммерческим изданием, для сотрудников статьи публикуются бесплатно.

- Согласно постановлению академического совета №200 (22.01.2010 г.), физическое лицо, не являющееся сотрудником университета, для публикации статьи в сборнике трудов должно заранее внести или перечислить необходимую сумму (1 страница стоит 10 лари) за статью и соответствующую документацию (две рецензии и направление научного совета организации о публикации статьи в сборнике трудов ГТУ), приложив справку об оплате. В графе «Назначение оплаты» следует записать «стоимость публикации статьи».

Банковские реквизиты ГТУ: Юридическое лицо публичного права (ЮЛПП); Грузинский технический университет; идентификационный код 211349192; банк приема; государственная казна; название получателя: единый счет казны; код банка: TRESGE22; счет получателя: код казны 708977259.

Предлагаем порядок оформления научной статьи:

- статья должна быть представлена в напечатанном виде на странице формата А4, содержать не меньше 5 страниц (поля – 2 см, интервал – 1,5);
- статья должна быть выполнена в виде файла doc или docx (MS Word) и записана на любом магнитном носителе;
- для грузинского текста применять шрифт Acadnux, размер 12;
- шрифт для английского и русского текстов Times New Roman, размер 12;

Статья должна сопровождаться следующей информацией:

- код УДК (Универсальная десятичная классификация).

Сведения об авторе (авторах) на грузинском, английском и русском языках:

- полностью имя и фамилия автора (авторов), E-mail, научная степень и контактный телефон;
- название департамента, полное название организации – место работы каждого автора – страна, город;
- полностью фамилии и имена рецензентов, адрес электронной почты, научное звание, название департамента или места работы.

К статье должны прилагаться:

- Аннотация на грузинском, английском и русском языках (100-150 слов). **Для иностранных читателей аннотация является единственным источником информации о результатах исследований, приведенных в содержании статьи. Именно это определяет интерес ученого к работе и, соответственно, желание начать дискуссию с автором, познакомиться с полным текстом статьи и т.д.**

Аннотация должна быть:

- информационной (не должна содержать общих слов и фраз);
- оригинальной (перевод на английском и грузинском языках должен быть качественным, при переводе следует использовать специальную терминологию);
- содержательной (должна отражать основное содержание статьи и результаты исследования);
- структурированной (следовать в статье логике описания результатов).

Должна содержать:

- предмет статьи, тему, цель (которые указывают в том случае, если это не ясно из заглавия статьи);
- метод или методологию проведенного исследования (описание метода или методологии проведенной работы целесообразно в том случае, если они выделяются новизной, интересны с точки зрения данной работы);
- результаты исследования;
- ареал использования результатов;
- выводы;

- ключевые слова, расположенные по алфавиту (на грузинском, английском и русском языках);
- в статье должны быть выделены подзаголовки: введение, основная часть и заключение (выводы);
- компьютерные варианты чертежей или фотографий должны быть выполнены в любом графическом формате, разрешением – не менее 150 dpi.

- Литература

По рекомендации базы данных международных научных журналов, число использованной литературы желательно должно быть не меньше 10.

Представляем порядок оформления в публикуемой статье использованной литературы:

Фамилия и инициалы всех авторов должны быть выполнены буквами латинского алфавита, т.е. транслитерацией; название статьи с переводом на английский язык; название источников (журнала, сборника трудов, материалов конференции) – транслитерацией (язык статьи указан в скобках).

Литература (Образец)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. "Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>" (In English).
3. International Energy Agency "Key World Energy Statistics" 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian)
5. G.G. Svanidze, V.P. Gagua, E.V. Sukhishvili "Rene-wable energy resources of Georgia", Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze "The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower". Sakartvelos Teqniki Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

Для представления статьи должен быть приложен перечень необходимых документов для сотрудников и докторантов Грузинского технического университета:

- две рецензии (см. образец)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- выписка из протокола отраслевой комиссии по издательскому делу факультета (см. образец)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx
документы должны быть удостоверены печатью факультета.

Автор может использовать в качестве образца один из последних номеров издания.

რედაქტორები: ნ. დოლიძე, ნ. ჟიუილაშვილი, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 03.07.2017. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2017. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 12. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

