

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგიები

სამეცნიერო რეზიუმირებადი ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES

SCIENTIFIC REVIEWED MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№2(716)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2014

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

**მეცნიერება და
ტექნოლოგიები**

№2(716), 2014 წ.

დამფუძნებლები:

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

CONSTITUENTS:

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

УЧРЕДИТЕЛИ:

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

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ი. გორგიძე (თავმჯდომარის მოადგილე), შ. ნაჭყებია (თავმჯდომარის მოადგილე), რ. ჩიქოვანი (თავმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიშვილი, ა. აბშილავა, გ. არაბიძე, რ. არველაძე, რ. ბაბაიანი (რუსეთი), ნ. ბაღატიური, თ. ბაციკაძე, გ. ბიბილეიშვილი, ვ. ბურკოვი (რუსეთი), გ. გავარდაშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ზ. გელაშვილი, ო. გელაშვილი, ალ. გრიგოლიშვილი, დ. გურგენიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშაქოვი (აშშ), ს. ვასილევი (რუსეთი), ნ. ვახანია (მექსიკა), მ. ზგუროვსკი (უკრაინა), ო. ზუმბურიძე, პ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავახელიძე, ა. თოფჩიშვილი, ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვესიტაძე, ლ. კლიმაშვილი, ფ. კრიადო (ესპანეთი), მ. კუხალაშვილი, რ. ლაზაროვი (აშშ), ჯ. ლაიტმანი (აშშ), ზ. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, დეკანოზი ლ. მათეშვილი, მ. მაცაბერიძე, ვ. მატიშვილი (რუსეთი), პ. მელაძე, ე. მეძმარიშვილი, გ. მიქიაშვილი, ო. ნათიშვილი, ო. ნამიჩეიშვილი, დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ს. პედროლო (იტალია), რ. უნგერ (ავსტრია), ი. ჟორდანი, ვ. ჟუკოვსკი (რუსეთი), პ. რიჩი (იტალია), მ. სალუკვაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუა, თ. სულაბერიძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ნ. ყავლაშვილი, ა. ჩხეიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ნ. წერეთელი, ზ. წერეთელი, გ. ხუბულური, თ. ჯაგოდნიშვილი, გ. ჯავახაძე, მიტროპოლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯერენაშვილი, მ. ჯიბლაძე, ჯ. ჯუჯარო (იტალია)

EDITORIAL BOARD:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), И. Горгидзе, (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдушелишвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабаиян (Россия), Н. Багатурия, Т. Бацикадзе, Г. Бибилишвили, В. Бурков (Россия), С. Васильев (Россия), Н. Вахания (Мексика), Г. Гавардашвили, З. Гаситашвили, З. Геденидзе, О. Гелашвили, Ал. Григолишвили, Д. Гургенидзе, Б. Гусев (Россия), Г. Джавахадзе, Т. Джагоднишвили, Митрополит А. Джапаридзе, Г. Джеренашвили, М. Джибладзе, Дж. Джуджаро (Италия), И. Елишаков (США), Р. Жиневичус (Литва), И. Жордания, В. Жуковский (Россия), М. Згуровский (Украина), О. Зумбуридзе, Х. Зункел (Австрия), Н. Кавлашвили, З. Какулия, В. Кварацхелия, Г. Квеситадзе, Л. Климиашвили, Ф. Криадо (Испания), М. Кухалеишвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лаитман (США), З. Ломсაძე, В. Матвеев (Россия), Протеиерей Л. Матешвили, Н. Махвилаძე, М. Мацаберидзе, Э. Медзмариашვილი, Г. Мელაძე, Г. Микиაშვილი, О. Намичеишвили, О. Натишвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салукваძე, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурუა, Т. Сулаберидзе, Д. Тавхелиძე, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулური, З. Цверaidze, Н. Церетели, Г. Цинцаძე, Т. Цинцаძე, А. Чхеიძე

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014
Publishing House “Technical University”, 2014
Издательский дом “Технический Университет”, 2014
<http://www.acnet.ge/publicut.htm>
scitech@gw.acnet.ge



შინაარსი

ფიზიკა

ბ. ბენდელიანი, გ. დგებუაძე, ი. მეცხვარიშვილი. სპეციალიზებული დროის ტაიმმერ-კონტროლერი	9
--	---

კიბერნეტიკა

ნ. ტყეშელაძე, ვ. ჯიხვაშვილი, გ. მამულაშვილი. სწავლებით სახმეთა ამოცნობის სისტემისა და მისი ერთი ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდის შესახებ	13
---	----

ენერგეტიკა

ლ. გუგულაშვილი, ზ. აზმაიფარაშვილი, ი. მეცხვარიშვილი. მძლავრი ჰიდროგენერატორების როტორის ფორმისა და ელექტრომაგნიტური მდგომარეობის გამოვლენა და შესწავლა ახალი ტიპის ინტეგრირებადი სენსორებით	19
---	----

ბიოლოგია

ნ. აღუქსიძე. წყალი, როგორც მემსიერების მატერიალური სუბსტრატი	23
--	----

ეკონომიკა

რ. ბერაია. კოლხეთის დაბლობის დასაშრობ ფართობებზე საბაზრო ინფრასტრუქტურის ფორმირების პრინციპები	30
---	----

ეკოლოგია

რ. ქავთარაძე, მ. დლონტი, თ. ნატრიაშვილი. საავტომობილო შიგაწვის ძრავების ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაუმჯობესების გზები	33
გ. ზეიკიძე, ს. ინგია, ლ. ხურცია, დ. მჭედლიშვილი, მ. ბერიშვილი, ლ. გოგალაძე, თ. გიგაური, რ. გაფრინდაშვილი, ნ. ბუაჩიძე. ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მდინარეების (ვერე, დიდგულა, გლდანულა) წყლის ხარისხის შეფასება	41

ბარემოს დაცვა

ზ. ჭარბაძე. ღვარცოფული ხასიათის პირითადი წყალსადინარები და მათი მთავარი პარამეტრები	46
--	----

სახოგადოებრივი გეოგრაფია

ნ. გაგარდაშვილი, ა. გაგარდაშვილი. საქართველოს რეგიონების მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის საზოგადოებრივ-გეოგრაფიული კვლევის ახალი ალტერნატიული მეთოდების დამუშავება	54
---	----

მასალათმცოდნეობა

მ. ტეტელოშვილი, ზ. ჯაბუა, ა. გიგინეიშვილი. თულიშმის მონოსულფიდის თხელი ვირების ელექტროფიზიკური თვისებები	61
---	----

საშენი მასალები

რ. სხეიტარიძე, ბ. კეშელავა, ი. გიორგაძე, შ. ვერულავა. ნანოარმირების გამოყენება ბეტონის ტექნოლოგიაში	65
--	----

სამთო საქმე

ე. ჩაგელიშვილი, ა. ფეიქრიშვილი, თ. ფირცხალავა, მ. წიკლაური, ბ. გოდიბაძე, ა. დგებუაძე. ფსვნილთა მეთალურბიის მეთოდის გამოყენება სამთო მრეწველობაში	71
---	----

მანქანათმშენებლობა

ბ. კორძაძე, რ. დემეტრაშვილი. დიდფშქტური კრავულ-მუხრუჭიანი საავტომობილო შიბაწვის კრავების სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევა	77
---	----

სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა

ჩგ. შარაშენიძე, ა. შარვაშიძე, ლ. თედიაშვილი, ს. შარაშენიძე. ელმავლის ოპტიმალური სამუხრუჭო გერკეტული გადაცემის დამუშავება	89
ჩგ. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი, ლ. თედიაშვილი, ს. შარაშენიძე. ვაბონის მოძრაობის კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრა შრიკების არასიმეტრიული განლაგების ბათვალისწინებით	94

ისტორია

თ. დიასამიძე. ქართული კვალი ჩერქეზეთში X–XII საუკუნეებში	100
--	-----

CONTENTS

PHYSICS

B. Bendeliani, G. Dgebuadze, I. Metskhvarishvili. THE SPECIALIZED TIMER-CONTROLLER	9
---	---

CYBERNETICS

N. Tkemaladze, V. Jikhvashvili, G. Mamulashvili. ABOUT THE SYSTEM OF PATTERN RECOGNITION WITH LEARNING AND THE METHOD OF DECISION OF ITS ONE OBJECTIVE	13
---	----

ENERGETICS

L. Gugulashvili, Z. Azmayparashvili, I. Metskhvarishvili. INVESTIGATION AND DETECTION OF POWERFUL HYDROGENERATORS ROTOR SHAPE AND ELECTROMAGNETIC STATE BY NEW INTEGRATING SENSORS	19
---	----

BIOLOGY

N. Aleksidze. WATER, AS A MATERIAL SUBSTRATE OF MEMORY	23
---	----

ECONOMY

R. Beraia. THE PRINCIPLES OF MARKET INFRASTRUCTURE FORMATION ON THE DRAINAGE TERRITORIES OF THE COLCHIS LOWLAND	30
--	----

ECOLOGY

R. Kavtaradze, M. Glonti, T. Natriashvili. THE WAYS OF IMPROVEMENT OF THE AUTOMOBILE TRANSPORT ECOLOGICAL INDICES	33
G. Zeikidze, S. Invia, L. khurtsia, D. Mchedlishvili, M. Berishvili, L. Gogaladze, T. Gigauri, R. Gaprindashvili, N. Buachidze. ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE RIVERS (VERE, DIGMULA, GLDANULA) ON THE TERRITORY OF TBILISI	41

ENVIRONMENTAL PROTECTION

Z. Charbadze. THE BASIC MUDFLOW TRIBUTARIES AND THEIR MAIN PARAMETERS	46
--	----

SOCIAL GEOGRAPHY

N. Gavardashvili, A. Gavardashvili. THE SOCIAL-GEOGRAPHICAL RESEARCH OF QUALITY OF POPULATION LIFE IN THE REGIONS OF GEORGIA WITH THE DEVELOPMENT OF NEW AND ALTERNATIVE RESEARCH METHODS	54
--	----

MATERIALS SCIENCE

M. Teteloshvili, Z. Jabua, A. Giginishvili. ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF TULIUM MONOSULFIDE THIN FILMS	61
--	-----------

BUILDING MATERIALS

R. Skhvitaridze, B. Keshelava, I. Giorgadze, Sh. Verulava. USE OF NANOREINFORCEMENT IN CONCRETE TECHNOLOGY	65
---	-----------

MINING

E. Chagelishvili, A. Peikrishvili, T. Pirtskhalava, M. Tziklauri, B. Godibadze, A. Dgebuadze. APPLICATION OF POWDER METALLURGY IN MINING INDUSTRY	71
--	-----------

MECHANICAL ENGINEERING

B. Kordzadze, R. Demetrasvili. SCIENTIFIC-TECHNICAL RESEARCH OF HIGH EFFECTIVE MOTOR BRAKE WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE	77
---	-----------

TRANSPORTATION ENGINEERING

† G. Sharashenidze, A. Sharvashidze, L. Tediashvili, S. Sharashenidze. DEVELOPMENT OF OPTIMAL BRAKE LEVERAGE TRANSMISSION OF ELECTRIC LOCOMOTIVE	89
† G. Sharashenidze, I. Zakutashvili, L. Tediashvili, S. Sharashenidze. DEFINITION OF RAIL-CAR KINETIC ENERGY WITH TAKING INTO ACCOUNT OF ASYMMETRIC ARRANGEMENT OF BOGIES	94

HISTORY

T. Diasamidze. GEORGIAN TRACE IN CHERKESSIA IN THE X-XII CENTURIES	100
---	------------

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Б. Бенделиани, Г. Дгебуадзе, И. Мецхваришвили. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ВРЕМЕННОЙ ТАЙМЕР-КОНТРОЛЛЕР	9
---	---

КИБЕРНЕТИКА

Н. Ткемаладзе, В. Джихвашвили, Г. Мамулашвили. О СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ С ОБУЧЕНИЕМ И МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ЕЁ ОДНОЙ ЗАДАЧИ	13
---	----

ЭНЕРГЕТИКА

Л. Гугулашвили, З. Азмаишвили, И. Мецхваришвили. ИЗУЧЕНИЕ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРА ГИДРОГЕНЕРАТОРА И ФОРМЫ РОТОРА МОЩНЫХ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ С НОВЫМИ ИНТЕГРИРУЮЩИМИ СЕНСОРАМИ	19
---	----

БИОЛОГИЯ

Н. Алексидзе. ВОДА, КАК МАТЕРИАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ ПАМЯТИ	23
--	----

ЭКОНОМИКА

Р. Бераи. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСУШАЕМЫХ ПЛОЩАДЯХ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	30
--	----

ЭКОЛОГИЯ

Р. Кавтарадзе, М. Глonti, Т. Натришвили. ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	33
Г. Зекидзе, С. Инвиа, Л. Хурция, Д. Мchedlishvili, М. Беришвили, Л. Гоголадзе, Т. Гигаури, Р. Гаприндашвили, Н. Буачидзе. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК (ВЕРЕ, ДИГМУЛА, ГЛДАНУЛА) НА ТЕРРИТОРИИ Г. ТБИЛИСИ	41

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

З. Чарбадзе. ОСНОВНЫЕ ВОДОТОКИ СЕЛЕВОГО ХАРАКТЕРА И ИХ ГЛАВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	46
--	----

ОБЩЕСТВЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Н. Гавардашвили, А. Гавардашвили. РАЗРАБОТКА НОВЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ГРУЗИНСКИХ РЕГИОНОВ.....	54
---	----

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

М. Тетелашвили, З. Джабуа, А. Гигинеишвили. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЁНОК МОНОСУЛЬФИДА ТУЛИЯ.....	61
---	-----------

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Р. Схвитаридзе, Б. Кешелава, И. Гиоргадзе, Ш. Верулава. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОАРМИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНОВ	65
---	-----------

ГОРНОЕ ДЕЛО

Э. Чагелишвили, А. Пеикришвили, Т. Пирцхалава, М. Циклаури, Б. Годибадзе, А. Дгебуадзе. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	71
---	-----------

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Б. Кордзадзе, Р. Деметрашвили. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО МОТОРНОГО ТОРМОЗА С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	77
---	-----------

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

† Г. Шарашенидзе, А. Шарвашидзе, Л. Тедиашвили, С. Шарашенидзе. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОВОЗА	89
† Г. Шарашенидзе, И. Закуташвили, Л. Тедиашвили, С. Шарашенидзе. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНА С УЧЕТОМ АСИММЕТРИЧЕСКОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛЕЖЕК	94

ИСТОРИЯ

Т. Диасамидзе. Грузинские следы Черкезии в X–XII веках	100
---	------------

სპეციალიზებული დროის ტაიმერ-კონტროლერი

ბ. ბენდელიანი, გ. დგებუაძე, ი. მეცხარიშვილი

(ი. ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი)

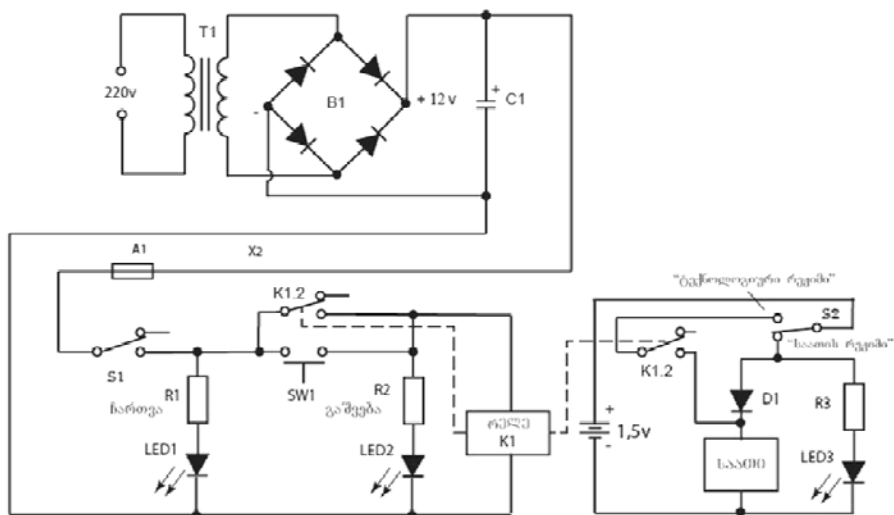
მაღალტემპერატურული ზეგამტარების ტექნოლოგიაში [1–3] მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია სინთეზის პროცესს. ჩვენს ინსტიტუტში მიმდინარე ახალი ზეგამტარი მასალების მიღებისა და კვლევის პროცესში საჭიროა ნაერთების სინთეზის ხანგრძლივი დროით განხორციელება სხვადასხვა ტემპერატურებზე. ამ მიზნით შეძენილ იქნა ამერიკული MTI ფირმის მაღალტემპერატურული ღუმელი KSL-1100X-S, რომელიც ადჭურვილია ტემპერატურის პროგრამირებადი კონტროლერით და მართვის სისტემით. ნიმუშების სინთეზისათვის კონტროლერის დაპროგრამება ხდება სათანადო ალგორითმით დროის ზუსტი ხანგრძლივობის გათვალისწინებით. მიუხედავად იმისა, რომ ღუმელი გამოირჩევა მთელი რიგი უპირატესობებით (საიმედოობა, კომპაქტურობა, გაზომვების მაღალი სიზუსტე, დაპროგრამების შესაძლებლობა), აქვს ნაკლიც – მისი მმართველი პროგრამა დაუცველია დენის ავარიული გამორთვისაგან.

თანამედროვე მაღალტექნოლოგიური მოწყობილობების პროგრამული მართვის საშუალებით შესაძლებელია ზუსტად განსაზღვრული დროის განმავლობაში ავტონომიურად დავიცვათ ტექნოლოგიური პროცესის საჭირო პარამეტრები და გავათავისუფლოთ მომსახურე პერსონალი არასამუშაო პერიოდში (ღამის საათები, შაბათ-კვირა) პროცესზე ზედამხედველობისაგან. გასათვალისწინებელია, რომ დიდი სიმძლავრის მოხმარებისას ასეთი აპარატურის უწყვეტ კვების წყაროსთან მიერთება საკმაოდ პრობლემურია, რის გამოც ელექტროენერგიის თუნდაც ხანმოკლე გამორთვისას მმართველი პროგრამა წაიშლება. შედეგად შეუძლებელი ხდება იმის განსაზღვრა, თუ ჩადებული ალგორითმის რა ნაწილი იქნა შესრულებული და რამდენ ხანს მიმდინარეობდა რეალურად პროცესი. ამ გაურკვევლობამ კი შესაძლებელია ფაქტობრივად ჩაშალოს დიდი ხნის განმავლობაში მიმდინარე ექსპერიმენტი.

დღეისათვის არსებული ტაიმერები ძირითადად გამოიყენება დროის სასურველ მონაკვეთებში გარკვეული მოწყობილობების ჩართვა-გამორთვისათვის და არა ავარიული სიტუაციების დროის დაფიქსირებისათვის.

ი. ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტში დამუშავებული და შექმნილი სპეციალიზებული დროის ტაიმერ-კონტროლერი წარმოადგენს ავტონომიურ ბლოკს, რომელიც დენის ავარიული გამორთვისას ზუსტად განსაზღვრავს ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტის არა მარტო დროს, არამედ თარიღსაც. ეს ინფორმაცია საშუალებას იძლევა კორექტირება გაუკეთდეს სამუშაო ალგორითმს, რათა გაგრძელდეს ექსპერიმენტი და მიღებულ იქნეს საბოლოო შედეგი.

ტაიმერის პრინციპული ელექტრული სქემა მოცემულია 1-ლ ნახ-ზე.



ნახ. 1. დროის ტაიმერ-კონტროლერის პრინციპული ელექტრული სქემა

სქემა აგებულია ჩვეულებრივ ელექტრომექანიკურ, კალენდრიან საათზე. ბლოკის უკანა პანელზე მოთავსებულია ტუმბლერი S2. როდესაც ის იმყოფება „საათის რეჟიმში“, კვება ბატარეიდან პირდაპირ საათს მიეწოდება და იგი მუშაობს ავტონომიურ რეჟიმში ქსელის დაბვისაგან დამოუკიდებლად. ამის მიმანიშნებელია ტაიმერის (ნახ. 2, ა) წინა პანელზე ანთებული წითელი შუქდიოდი LED3. თუ გვინდა ბლოკის ექსპერიმენტში ჩართვა, აღნიშნული ტუმბლერი გადაგვყავს „ტექნოლოგიურ რეჟიმში“. ამის შემდეგ ერთვით ბლოკის წინა პანელზე მდებარე S1 ტუმბლერს („ჩართვა“). ჩაირთვება ყვითელი შუქდიოდი LED1. ტექნოლოგიური პროცესის დაწყებისთანავე ვაწკაპუნებთ SW1 ღილაკზე – „გაშვება“. ჩაირთვება მწვანე შუქდიოდი LED2. ამ დროს გააქტიურდება ელექტრომაგნიტური რელე K1. პირველი ღია კონტაქტი (K1.1) შეიკვრება და უზრუნველყოფს მის კვებას „გაშვების“ ღილაკზე ზემოქმედების დასრულების შემდეგ. ამასთან ერთად შეიკვრება რელეს მეორე ღია კონტაქტი (K1.2), საათს მიეწოდება საჭირო 1,5 ვ მუდმივი ძაბვა ბატარეიდან და ჩართავს მას. თუკი მოხდება ქსელიდან დენის ავარიული გამორთვა, ტექნოლოგიური პროცესის დამპროგრამებული გაითიშება და მისი პროგრამა წაიშლება. ამის გამო დენის კვლავ ჩართვისას პროცესი ევლარ გაგრძელდება, საათიც გაჩერდება და აღარ ჩაირთვება იმიტომ, რომ მის ჩასართავად აუცილებელია გაშვების SW1 ღილაკზე ხელახალი ზემოქმედება. სამუშაო ადგილზე მისულ ოპერატორს მოწვობილობა გამორთული დახვდება. ავარიულ გამორთვას კი მიანიშნებს პანელზე მანათობელი ყვითელი შუქდიოდი. გაჩერებული საათი ზუსტად აჩვენებს ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტის თარიღსა და დროს.



ა



ბ

ნახ. 2. დროის ტაიმერ-კონტროლერი.

ა – ტაიმერის გარე ხედი, ბ – სრული ტექნოლოგიური კომპლექტი

ამ ინფორმაციის ცოდნა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს საჭირო რეჟიმში მუშაობის ხანგრძლივობა ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტამდე, რის შედეგადაც შესაძლებელია პროცესის ალგორითმის სათანადო კორექტირება და ექსპერიმენტის დასრულება.

აღნიშნული მოწყობილობა ტესტირებულია კომპლექსში ამერიკულ MTI ფირმის KSL-1100X-S მაღალტემპერატურულ ღუმელთან (ნახ. 2, ბ). ტაიმერ-კონტროლერის საშუალებით წარმატებით შეიძლება ზემოხსენებული პრობლემის გადაჭრა. ეს კი იმის გარანტიას იძლევა, რომ მომავალში უფრო საიმედოდ და სრულყოფილად ჩატარდეს ხანგრძლივი ექსპერიმენტების ციკლი. მოწყობილობა არ შეიცავს ძვირად ღირებულ დეტალებს, არის საიმედო და ეფექტური მუშაობისას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛІТЕРАТУРА:

1. I. R. Metskhvarishvili, G. N. Dgebuadze, B. G. Bendeliani, T. E. Lobzhanidze, M. R. Metskhvarishvili, G. N. Mumladze. Low ac field response of Bi-based superconductors with addition of Antimony oxide. Journal of Physics: Conference Series 507 (2014) 012032.
2. I. R. Metskhvarishvili, G. N. Dgebuadze, B. G. Bendeliani, M. R. Metskhvarishvili, T. E. Lobzhanidze, G. N. Mumladze. Low Field ac Susceptibility and High Harmonics Studies in PbMo_6S_8 Polycrystalline Superconductor, J. Low Temp. Phys. (2013) 170:68–74 DOI 10.1007/s10909-012-0686-4.
3. I. R. Metskhvarishvili, G. N. Dgebuadze, T. E. Lobzhanidze, B. G. Bendeliani, M. R. Metskhvarishvili and V. Gabunia. Low field ac susceptibility and high harmonics studies in Hg-based superconductors with edition of antimony oxide, 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUPERCONDUCTIVITY AND MAGNETISM (ICSM) 2014, Antalya, Turkey, Apr. 27-May 2, 2014, Abstract ID:1935.

სპეციალიზებული დროის ტაიმერ-კონტროლერი

ბ. ბენდელიანი, გ. დგებუაძე, ი. მეცხვარიშვილი

(ი. ვეკუას სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შექმნილი ტაიმერ-კონტროლერი საშუალებას იძლევა ელექტროენერგიის არაგეგმური გამორთვისას განისაზღვროს მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტის დრო, რათა შემდგომ ალგორითმის სათანადო კორექტირებით გაგრძელდეს ექსპერიმენტი.

PHYSICS

THE SPECIALIZED TIMER-CONTROLLER

B. Bendeliani, G. Dgebuadze, I. Metskhvarishvili

(I. Vekua Sukhumi Institute of Physics and Technology)

Resume: The timer-controller created by us gives the chance to define the time of the unplanned termination of technological process of experiment, for its further continuation with properly modified algorithm.

ФИЗИКА

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ВРЕМЕННОЙ ТАЙМЕР-КОНТРОЛЛЕР

Б. Бенделиани, Г. Дгебуадзе, И. Мецхваришвили

(Сухумский физико-технический институт им. И. Векуа)

Резюме: Представленный таймер-контроллер дает возможность определить время прекращения технологического процесса при внеплановом отключении электроэнергии, что дает возможность откорректировать алгоритм и продолжить эксперимент.

სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემისა და მისი ერთი ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდის შესახებ

ნ. ტყემალაძე, გ. ჯიხვაჭილი, გ. მამულაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გ. ჭავჭავაძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი)

სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა (სსას), რომელშიც შედის: საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების, მასწავლი და ამოცნობის მოდელები [1, 2], რეალიზებულია პერსონალურ კომპიუტერზე.

სისტემის ფუნქციონირებისთვის საჭირო საწყისი მასწავლი ინფორმაცია ობიექტების მახასიათებელი რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობების მიმდევრობების, ანუ ობიექტების რეალიზაციების, გარდა, შეიძლება წარმოდგენილი იყოს როგორც გრაფიკების შესაბამისი ცხრილების სახით, ისე მხოლოდ თვისებრივი პარამეტრების მნიშვნელობების შემცველი რეალიზაციების სახით. რეალიზაციები შეიძლება ერთდროულად შეიცავდეს ობიექტების მახასიათებელ როგორც რაოდენობრივი, ისე თვისებრივი პარამეტრების მნიშვნელობებს ან კიდევ მხოლოდ ორი ან სამი რაოდენობრივი პარამეტრის მნიშვნელობებს. ობიექტების რეალიზაციებს უწოდებენ ასევე ობიექტების აღწერებს [1, 3], ვექტორებს [4], გამოსახულებებს [5].

საწყისი ინფორმაციის წინასწარი დამუშავების მოდელი (სიწდმ) მცირე რაოდენობის პარამეტრების შემთხვევაში გააფართოებს საწყისი რაოდენობრივი პარამეტრების სიმრავლეს, ხოლო ზემოთ მითითებულ დანარჩენ შემთხვევებში საწყის ინფორმაციას გარდაქმნის ისეთ მასწავლ რეალიზაციებად, რომლებიც წარმოადგენს რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობების (ნიშან-თვისებების) მიმდევრობებს. მასწავლი რეალიზაცია წარმოადგენს ობიექტის (სახის) მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობების ისეთ მიმდევრობას, რომლისთვისაც წინასწარ არის ცნობილი კლასი, რომელსაც მიეკუთვნება ამ რეალიზაციით წარმოდგენილი ობიექტი.

სიწდმ მასწავლი რეალიზაციების სიმრავლიდან გამოყოფს საკონტროლო რეალიზაციებს, ხოლო დარჩენილი რეალიზაციებიდან შექმნის მასწავლი ამოსაცნობი, ანუ სწავლების პროცესში ამოსაცნობი, და მასწავლი რეალიზაციების ვარიანტებს.

მასწავლი მოდელი სიწდმ-დან მიღებულ მასწავლ რეალიზაციებს გარდაქმნის ინფორმაციული პარამეტრების მნიშვნელობების (ნიშან-თვისებების) შემცველ რეალიზაციებად, ხოლო შემდეგ განსაზღვრავს კლასების მახასიათებელ ნიშან-თვისებებს (რომელთა შორისაც არის მათი კომბინაციებიც) და მასწავლი რეალიზაციების ვარიანტების საფუძველზე შექმნის ცოდნისა და მონაცემთა ბაზებს.

ამოცნობის მოდელი თავდაპირველად ცოდნის ბაზების საფუძველზე გარდაქმნის ამოსაცნობი (მასწავლი ამოსაცნობი, საკონტროლო და ახალი ამოსაცნობი) ობიექტების რეალიზაციებს, ხოლო შემდეგ მონაცემთა ბაზების საფუძველზე განსაზღვრული კრიტერიუმების გამოყენებით ამოიცნობს მათ ვარიანტებთან მიმართებაში – ობიექტებს მიაკუთვნებს ამა თუ იმ კლასს შესაბამისი მიკუთვნების ხარისხით.

ამოცნობის მოდელი ასეთი გზით მიიღებს ობიექტის კლასთან მიკუთვნების პირველად გადაწყვეტილებებს ვარიანტებთან მიმართებაში, ხოლო მათ საფუძველზე – კლასთან მიკუთვნების საბოლოო გადაწყვეტილებას.

მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ სისტემა ამოცნობის მოდელის ბოლო ამოცანების მუშაობის – საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების, საფუძველზე მონაცემთა ბაზების კორექტირების დამთავრების, სისტემის მუშაობის ეფექტურობისა და ნდობის დეტექტორის განსაზღვრის შემდეგ

განმეორებით ამუშავებს ამოცნობის მოდელს. ეს პროცესი გაგრძელდება სანამ არ გახდება სტაბილური სისტემის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი. ამგვარად ხდება საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შედეგების დაზუსტება. რაც შეეხება ახალი ობიექტების რეალიზაციების ამოცნობის შემთხვევას, კორექტირება მოხდება მხოლოდ იმ ობიექტების ამოცნობის შედეგების საფუძველზე, რომელთა კლასთან მიკუთვნების ხარისხები ერთის ტოლი იქნება. ამოცნობის მოდელის განმეორებითი მუშაობა დამთავრდება მაშინ, როდესაც ამოცნობის შედეგები გახდება სტაბილური, რადგან სისტემის მუშაობის ეფექტურობა და ნდობის დეტექტორი განისაზღვრება მხოლოდ საკონტროლო რეალიზაციების ამოცნობის შემდეგ. სსას-ში ამ პროცედურის ჩართვის შემდეგ გაიზარდა სწორად ამოცნობილი ობიექტების რაოდენობა და შესაბამის კლასებთან მათი მიკუთვნების ხარისხები. სისტემა რეალიზებულია პერსონალურ კომპიუტერზე და შემოწმებულია სხვადასხვა კლასის ობიექტების ამოსაცნობად.

სსას-ში შემავალი სამივე მოდელი შეიცავს 21 ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდებსა და ალგორითმებს. მათგან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა მასწავლი მოდელის მიერ ხელოვნური (ფორმალური) პარამეტრების განსაზღვრა. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდი ითვალისწინებს გაწონასწორებული არასრული ბლოკ-სქემის (*BIB*-სქემის), ანუ (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციის ორჯერად გამოყენებას.

ზოგადად ეს კონფიგურაციები განისაზღვრება შემდეგნაირად:

დაეუშვათ, $A = \{a_i\}$, $i = 1, \dots, v$ არის v რაოდენობის ელემენტისგან შედგენილი სიმრავლე. თუ შესაძლებელია, რომ ამ ელემენტებისგან შედგეს ისეთი b რაოდენობის ბლოკების (ჯგუფების) სიმრავლე, რომლისთვისაც სრულდება შემდეგი პირობები:

1) თითოეული ბლოკი შეიცავს k რაოდენობის განსხვავებულ ელემენტს, 2) თითოეული ელემენტი გვხვდება r რაოდენობის ბლოკში, 3) ელემენტების თითოეული მოუწესრიგებელი წყვილი გვხვდება λ რაოდენობის ბლოკში. ასეთი ბლოკების სიმრავლეს ეწოდება გაწონასწორებული არასრული ბლოკ-სქემა, ასევე (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაცია [6–8].

ენიდან მასწავლი მოდელის მუშაობისთვის აუცილებელია რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობების მომცველი რეალიზაციების მიწოდება, განვიხილავთ შემთხვევას, როდესაც ობიექტების მასწავლი, შესაბამისად ამოსაცნობი რეალიზაციები შეიცავს მხოლოდ რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობებს (ნიშან-თვისებებს). ასეთი სახის რეალიზაციები მიიღება თავიდანვე, ან სიწმის მუშაობის შედეგად. მათი გარდაქმნა ინფორმატიულობის გაზრდის მიზნით ცოდნისა და მონაცემთა ბაზების შესაქმნელად შეიძლება მთელი რიგი მათემატიკური ოპერაციების გამოყენებით.

რაოდენობრივი პარამეტრების მნიშვნელობებში ჩაწერილი რეალიზაციების ინფორმატიულობის გაზრდისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს რეალიზაციებში ხელოვნური (ფორმალური) პარამეტრების – ფუნქციების მნიშვნელობების დამატებას. ეს პარამეტრები გვიჩვენებს შინაგან, დაფარულ კავშირებს საწყის პარამეტრებს შორის. მათი მნიშვნელობები აახლოებს ერთმანეთთან ერთსა და იმავე კლასის ობიექტების რეალიზაციებს და აშორებს სხვადასხვა კლასის ობიექტების რეალიზაციებს. ეს იმას ნიშნავს, რომ რეალიზაციებში ხელოვნური პარამეტრების მნიშვნელობების დამატებით იზრდება ამ რეალიზაციების ინფორმატიულობა ახალი ობიექტების ამოსაცნობად. დიდი რაოდენობის საწყისი პარამეტრების შემთხვევაში ხელოვნური პარამეტრები, თუ საჭირო იქნება, შეამცირებს ამ რაოდენობას. ამ შემთხვევაში იგულისხმება, რომ რამდენიმე ნაკლებად ინფორმატიული პარამეტრი შეიცვლება ერთი უფრო ინფორმატიული ფორმალური პარამეტრით. ზემოაღნიშნული თვისებების გამოა, რომ ხელოვნური პარამეტრების განსაზღვრა წარმოადგენს სსას-ის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ამოცანას.

შემუშავებული გვაქვს ხელოვნური პარამეტრების განსაზღვრის ისეთი მეთოდი [2, 5], რომელშიც გათვალისწინებულია გაწონასწორებული არასრული ბლოკ-სქემების – *BIB*-სქემების, ანუ (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციების, ორჯერადი გამოყენება.

აღნიშნულ მეთოდში ხელოვნური (ფორმალური) პარამეტრები მიუთითებს $n < v$ რაოდენობის პარამეტრებს შორის კავშირებზე *BIB*-სქემების ერთჯერადი ან ორჯერადი გამოყენების შემთხვევაში. v *BIB*-სქემის პარამეტრია, ანუ მასში განსხვავებული ელემენტების რაოდენობაა.

წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციის სამჯერად გამოყენებას. ამ მეთოდით განისაზღვრება v რაოდენობის პარამეტრებს შორის კავშირები, ხოლო გეომეტრიული კონფიგურაციების კოორდინატები კი განისაზღვრება [2, 5]-ში მოცემული მეთოდისაგან განსხვავებულად. *BIB*-სქემის გამოყენებისთვის აუცილებელია, რომ საწყისი პარამეტრების რაოდენობა ემთხვეოდეს ამ *BIB*-სქემის v პარამეტრის მნიშვნელობას. აღნიშნული ფაქტის უზრუნველყოფა შესაძლებელია ინფორმაციული პარამეტრების გამოყოფით. არსებობს პარამეტრების შერჩევის მეთოდები და ალგორითმები, მათ შორის ჩვენ მიერ შემუშავებულიც [2, 5]. მათი გამოყენებით შესაძლებელია მასწავლი რეალიზაციების საფუძველზე შეირჩეს v რაოდენობის ინფორმაციული პარამეტრი. $p_j, j = \overline{1, v}$ საწყისი პარამეტრებისგან უნდა შედგეს ისეთი *BIB*-სქემა, ანუ (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაცია, რომლის b პარამეტრის მნიშვნელობა დაემთხვევა რომელიმე *BIB*-სქემის v პარამეტრის მნიშვნელობას, მაგალითად, თუ ელემენტების, ანუ საწყისი პარამეტრების, რაოდენობა $v = 7$, შეგვიძლია შევადგინოთ $(7, 7, 3, 3, 1)$ კონფიგურაცია, ანუ $(7, 3, 1)$ კონფიგურაცია (როგორც აღინიშნება სიმეტრიული კონფიგურაცია) [6], რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$(p_1, p_2, p_4); (p_2, p_3, p_5); (p_3, p_4, p_6); (p_4, p_5, p_7); (p_5, p_6, p_1); (p_6, p_7, p_2); (p_7, p_1, p_3). \quad (1)$$

ამგვარად მიიღება $b = v$ რაოდენობის ბლოკი $B_\mu, \mu = \overline{1, b}$, ვუწოდოთ მათ პირველადი ბლოკები. თუ კვლავ შევადგენთ $(7, 7, 3, 3, 1)$ კონფიგურაციას, რომლის ელემენტებსაც წარმოადგენს პირველადი ბლოკები, მას ექნება შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} &[(p_1, p_2, p_4), (p_2, p_3, p_5), (p_4, p_5, p_7)]; [(p_2, p_3, p_5), (p_3, p_4, p_6), (p_5, p_6, p_1)]; \\ &[(p_3, p_4, p_6), (p_4, p_5, p_7), (p_6, p_7, p_2)]; [(p_4, p_5, p_7), (p_5, p_6, p_1), (p_7, p_1, p_3)]; \\ &[(p_5, p_6, p_1), (p_6, p_7, p_2), (p_1, p_2, p_4)]; [(p_6, p_7, p_2), (p_7, p_1, p_3), (p_2, p_3, p_5)]; \\ &[(p_7, p_1, p_3), (p_1, p_2, p_4), (p_3, p_4, p_6)]. \end{aligned} \quad (2)$$

თითოეული τ -რი პირველადი ბლოკის k რაოდენობის ელემენტის, ანუ საწყისი პარამეტრების, საფუძველზე განისაზღვრება ფუნქცია – ახალი მეორეული პარამეტრი

$$A_\tau = k^{-1} \sum_{\xi} p_{\tau\xi}, \quad \tau = \overline{1, v}, \quad (3)$$

სადაც k კონფიგურაციის პარამეტრია, ξ ღებულობს τ -რ პირველად ბლოკებში მოთავსებული ელემენტების (პარამეტრების) ნომრებს. ასეთი გზით განისაზღვრება საწყისი პარამეტრებით განსაზღვრული ახალი, მეორეული პარამეტრი კონფიგურაციაში შემავალი ყველა ბლოკისთვის. $A_\tau, \tau = \overline{1, v}$ მეორეული პარამეტრისგან უნდა შედგეს ისეთი მეორეული *BIB*-სქემა, რომლის b პარამეტრის მნიშვნელობა კვლავ დაემთხვევა რომელიმე *BIB*-სქემის v პარამეტრის მნიშვნელობას. ამგვარად მიიღება v რაოდენობის მეორეული ბლოკი B_j . როცა გადაინომრება ეს ბლოკები, ანუ მიიღება $B_1, B_2, \dots, B_v$, მათგან კვლავ შედგება ახალი *BIB*-სქემა, რომლის გამსხვილებული ბლოკის ელემენტები წარმოადგენს მეორეული ბლოკების კომბინაციებს. ზემოთ მითითებული მაგალითის შემთხვევაში მას ექნება (2) სახე, ოღონდ მასში p_j პირველადი პარამეტრის მაგივრად გვექნება A_τ მეორეული პარამეტრი.

ამრიგად, *BIB*-სქემების სამჯერადი გამოყენების შედეგად მიღებული *BIB*-სქემის თითოეული გამსხვილებული ბლოკი შეიცავს k რაოდენობის მეორეულ ბლოკებს, რომელთაგან თითოეული შეიცავს k რაოდენობის მეორეულ პარამეტრს. ორივე k შეესაბამება *BIB*-სქემის k პარამეტრს (თითოეულ ბლოკში შემავალი ელემენტების რაოდენობას). ასე განსაზღვრული თითოეული გამსხვილებული ბლოკი ჩაწერილი იქნება მასში შემავალი მეორეული პარამეტრების მნიშვნელობებში და გარდაისახება გეომეტრიულ კონფიგურაციაში, (2)-ის, ანუ $k=3$ -ის შემთხვევაში – სამგანზომილებიანი სივრცის სამკუთხედში. ეს ნიშნავს, რომ თითოეულ რეალიზაციას შეესაბამება b რაოდენობის გეომეტრიული კონფიგურაცია, რომლის წვეროების კოორდინატებსაც წარმოადგენს გამსხვილებულ ბლოკში შემავალი მეორეული პარამეტრების მნიშვნელობები, რომლებიც განსაზღვრული იქნება (3) ფორმულის შესაბამისად. მაგალითად, პირველ გამსხვილებულ ბლოკში შემავალი თითოეული ბლოკის (A'_1, A'_2, A'_4) , (A'_2, A'_3, A'_5) , (A'_4, A'_5, A'_7) ელემენტები იქნება პირველი გეომეტრიული კონფიგურაციის (სამკუთხედის) წვეროების კოორდინატები, რომლებიც წარმოადგენს შესაბამისი მეორეული პარამეტრების მნიშვნელობებს. ამ კონფიგურაციებიდან განისაზღვრება მათი მახასიათებლები, რომლებსაც განვიხილავთ ფორმალურ (ხელოვნურ) პარამეტრებად. ხელოვნურ პარამეტრებად შეგვიძლია განვიხილოთ, მაგალითად, ტრიგონომეტრიული ფუნქციები და სხვა ფუნქციები, რომლებიც განსაზღვრავს გეომეტრიული კონფიგურაციის გვერდებს შორის მოთავსებულ კუთხეებს, დააკავშირებს ერთმანეთთან კონფიგურაციის გვერდებს და ა.შ.

$$p_1^* = (A^2 + B^2 - C^2) / 2AB, \quad p_2^* = (A + B) / C, \quad (4)$$

სადაც A, B, C წარმოადგენს სამკუთხედის გვერდების სიგრძეებს, რომლებიც მეორეული პარამეტრების საშუალებით გვიჩვენებს საწყის პარამეტრებს შორის კავშირებს. ისინი განიხილება სამკუთხედების ყველა კუთხეებთან და გვერდებთან მიმართებაში.

არსებული *BIB*-სქემების გათვალისწინებით შეგვიძლია გამოვიყენოთ სიმეტრიული *BIB*-სქემები (მათთვის სრულდება პირობა $v=b$, ანუ ელემენტების რაოდენობა უდრის ბლოკების რაოდენობას), ამიტომ შესაძლებელია, რომ ერთი და იგივე *BIB*-სქემა იქნეს გამოყენებული სამჯერად, კერძოდ, (7, 3, 1) და (13, 4, 1) კონფიგურაციები. როდესაც გამოიყენება არასიმეტრიული *BIB*-სქემა, მაშინ შესაძლებელია, რომ b პარამეტრის მნიშვნელობა არ ემთხვეოდეს რომელიმე *BIB*-სქემის v პარამეტრის მნიშვნელობას მისი ერთჯერადი ან ორჯერადი გამოყენების შემდეგ. ასეთ შემთხვევაში ახალი *BIB*-სქემის გამოსაყენებლად შეირჩევა ისეთი *BIB*-სქემა, რომელიც დააკმაყოფილებს პირობას $v < b$ და წინა აგებული *BIB*-სქემიდან გამოირიცხება $b-v$ რაოდენობის ბლოკი შემდეგი ალგორითმით:

თითოეული B_j ბლოკის ელემენტებს (პარამეტრებს) შორის განისაზღვრება კორელაციის კოეფიციენტი $\rho_{\alpha\beta}^j$ (α და β შეესაბამება j -ური ბლოკის ელემენტების ნომრებს). ამგვარად მიიღება თითოეული ბლოკის შესაბამისი მატრიცა, რომლის ელემენტებსაც წარმოადგენს კორელაციის კოეფიციენტები. ამ მატრიცის ელემენტები მიუთითებს, თუ რამდენად ძლიერია კავშირი ბლოკის ელემენტებს შორის და, შესაბამისად, გვიჩვენებს უპირატესობას ბლოკებს შორის. ცხადია, რაც უფრო ძლიერია კავშირი ბლოკის ელემენტებს (პარამეტრებს) შორის, მით მეტი უპირატესობა აქვს ბლოკს. ბლოკების სიმრავლიდან $B = \{B_j\}$, $j = \overline{1, v}$ საუკეთესო ბლოკების გამოსაყოფად თითოეული $B_j \in B$ ბლოკისთვის განისაზღვრება შემდეგი ორი მახასიათებელი [2]:

1. მაქსიმალური კორელაციის კოეფიციენტი განსაზღვრული B_j ბლოკის შესაბამისი მატრიციდან

$$A_j = \max_{\beta} \max_{\alpha} \rho_{\alpha\beta}, \quad \alpha \neq \beta; \quad (5)$$

2. კორელაციის კოეფიციენტების ჯამი – მატრიცის ელემენტების ჯამი განსაზღვრული შემდეგნაირად

$$A_{2j} = \frac{1}{2} \left(\sum_{\beta} \sum_{\alpha} \rho_{\alpha\beta}^j - \sum_{\alpha} \rho_{\alpha\alpha}^j \right). \quad (6)$$

(5) და (6) მახასიათებლების განსაზღვრისა და შერჩევის ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდის გამოყენებით საუკეთესოდ ჩაითვლება ის ბლოკები, რომლებიც მიეკუთვნება პარეტოს სიმრავლეს. ბლოკების რაოდენობა თუ ნაკლებია v -ზე, მაშინ შერჩეული ბლოკები გამოირიცხება და კვლავ გამოიყენება ვექტორული ოპტიმიზაციის მეთოდი. ეს პროცედურა გაგრძელდება მანამ, სანამ არ მიიღება $b = v$ რაოდენობის ბლოკი. ამ ბლოკების გამოყენების შემდეგ მათგან შედგება ახალი *BIB*-სქემა.

ამრიგად, *BIB*-სქემების სამჯერადი გამოყენების შემდეგ მიიღება *BIB*-სქემა, რომლის ბლოკები უნდა გარდაისახოს გეომეტრიულ კონფიგურაციებში, რომელთა საფუძველზე განისაზღვრება ფორმალური (ხელოვნური) პარამეტრები. არ არის გამორიცხული, რომ სხვადასხვა ფორმალური პარამეტრის ინფორმატიულობა განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან. ამ ფაქტის გათვალისწინებით აუცილებელია, რომ გეომეტრიული კონფიგურაციის საფუძველზე განსაზღვრული ფორმალური პარამეტრებიდან შეირჩეს საუკეთესო (ინფორმატიულობის თვალსაზრისით) პარამეტრები. ამ შერჩევისთვის ვიყენებთ ჩვენ მიერ შემუშავებულ ინფორმატიული პარამეტრების გამოყოფის მეთოდს [2, 5].

აქვე შევნიშნავთ, რომ თუ კორელაციის კოეფიციენტები მიუთითებს ელემენტებს შორის კორელაციის არსებობაზე, *BIB*-სქემისა და გეომეტრიული კონფიგურაციის საშუალებით განსაზღვრული ხელოვნური პარამეტრები (ფუნქციები) წარმოადგენს ფორმულებს, რომლებიც გვიჩვენებს ამ კავშირების სახესაც.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. N. Tkemaladze. On the problems of the automated system of pattern recognition with learning. Journal of Biological Physics and Chemistry (JBPC). Vol.2 #34, AMSI, CB, 12/2002.
2. ნელი ტყემალაძე. სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემა და მისი თეორიული საფუძვლები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბ., 2013 (მონოგრაფია).
3. Журавлев Ю.И. Проблемы распознавания образов. Вып. 33. М., 1978.
4. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978.
5. ნ. ტყემალაძე. სწავლებით სახეთა გამოცნობის ავტომატიზებული სისტემა. “ლეგა.” თბ., 2000. (მონოგრაფია).
6. Холл М. Комбинаторика. М.: Мир, 1970.
7. Широкова С.А. Блок-схемы. УМН, т. XIII, вып. 5 (143), 1968.
8. Ткемаладзе Н.Т. О способах составления некоторых BIB-схем // Труды ИК АН ГССР, т. I, 1977.

სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემისა და მისი ერთი ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდის შესახებ

ნ. ტყემალაძე, ვ. ჯიხვაშვილი, გ. მამულაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ. ჭავჭავაძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია მოკლე ინფორმაცია ავტორთა მიერ შემუშავებული სწავლებით სახეთა ამოცნობის სისტემის (სსას-ის) შესახებ, რომელიც რეალიზებულია პერსონალურ კომპიუტერზე. სისტემა გამოყენებული იყო სხვადასხვა კლასის ობიექტების ამოსაცნობად. სტატიაში განხილულია აგრეთვე ამ სისტემის ერთ-ერთი ამოცანის – (v, b, k, r, λ) ტიპის კონფიგურაციების სამჯერადი გამოყენებით ხელოვნური (ფორმალური) პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდი.

CYBERNETICS

ABOUT THE SYSTEM OF PATTERN RECOGNITION WITH LEARNING AND THE METHOD OF DECISION OF ITS ONE OBJECTIVE

N. Tkemaladze, V. Jikhvashvili, G. Mamulashvili

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

Resume: There is given the brief information about the system of pattern recognition with learning (SPRL) elaborated by the authors and realized on the personal computer. The system was used for recognition of different class object.

The method of decision of one of the objectives of this system, i.e. the method of determination of artificial (formal) parameters by the three-fold usage of (v, b, k, r, λ) type configurations is also considered in this article.

КИБЕРНЕТИКА

О СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ С ОБУЧЕНИЕМ И МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ЕЁ ОДНОЙ ЗАДАЧИ

Н. Ткемаладзе, В. Джихвашвили, Г. Мамулашвили

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

Резюме: Дана краткая информация о нами разработанной системе распознавания образов с обучением (СРОО), которая реализована на персональном компьютере. Система была использована для распознавания объектов разных классов. В статье рассматривается также метод решения одной из задач этой системы, т.е. метод определения искусственных (формальных) параметров на основе трёхкратного использования конфигураций типа (v, b, k, r, λ) .

მძლავრი ჰიდროგენერატორების როტორის ფორმისა და ელექტრომაგნიტური მდგომარეობის გამოვლენა და შესწავლა ახალი ტიპის ინტეგრირებადი სენსორებით

ლ. გუგულაშვილი, ზ. აზმაიფარაშვილი, ი. მეცხვარიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

მძლავრი ჰიდროგენერატორების საიმედოობის ამაღლება, საექსპლუატაციო რესურსების ზრდა, მათი მოცდენა და კაპიტალურ რემონტებზე ხარჯების შემცირება დიდადაა დამოკიდებული ჰიდროაგრეგატის ვიბრაციულ მდგომარეობაზე.

ჰიდროგენერატორის ვიბრაციული მდგომარეობის შესწავლა გულისხმობს ჰიდროაგრეგატის ვიბრაციის მიზეზების გამოვლენას და, აუცილებლობის შემთხვევაში, ვიბრაციის აღმოფხვრას ბალანსირების გზით.

ჰიდროგენერატორის ვიბრაციის გამომწვევი ძირითადი მიზეზებია:

1. ჰიდროგენერატორის მბრუნავი ნაწილების გაუწონასწორებლობით გამოწვეული **მექანიკური დაუბალანსებლობა**;

2. ჰიდროტურბინაში მიმდინარე პროცესებით (ტურბინის მიმმართველი აპარატის არათანაბარი გაღება, უცხო სხეულის მოხვედრა ტურბინის სპირალური კამერის ნიჟარაში, ტურბინის მუშა თვლის ასიმეტრიული განლაგება ტურბინის კამერაში და სხვ.) გამოწვეული **ჰიდროდინამიკური დაუბალანსებლობა**;

3. გენერატორის სტატორის მიმართ როტორის ასიმეტრიული მდებარეობით, როტორის არასწორი მაგნიტური და მექანიკური ფორმით, გენერატორის სტატორის ელიფსური ფორმით, გენერატორის როტორის კონსტრუქციის ან სხვადასხვა კვანძის და ნაწილის ე. წ. სუნთქვა-გადაადგილებით, გენერატორის როტორის პოლუსის გრაგნილებში გაჩენილი მოკლედ შერთული ხვიების გავლენით გამოწვეული **ელექტრომაგნიტური დაუბალანსებლობა**.

ჰიდროგენერატორის ვიბრაციული მდგომარეობის გამოსავლენად და შესასწავლად მსოფლიოში არსებობს სხვადასხვა ტიპის გადასატანი და სტაციონარული ვიბროსაზომი კომპლექსები და ხელსაწყოები, რომლებიც ძირითადად გამოიყენება ვიბრაციის როგორც ამპლიტუდის, ისე სიხშირის სპექტრის, ფაზის, სიჩქარის, აჩქარების, ღერძის ცემის ფიქსირებისა და სპექტრული ანალიზისათვის. მაგრამ მათ არ შესწევთ უნარი გამოავლინონ და დაარეგისტრირონ ჰიდროგენერატორის ელექტრომაგნიტური დაუბალანსებლობის გამომწვევი ძირითადი მიზეზები, კერძოდ, გენერატორის როტორის ფორმის ფიქსირება და როტორის პოლუსის გრაგნილის კოჭაში გარდამავალი, არადამყარებული, მოკლედ შერთული ხვიების აღმოჩენა.

ასეთი მოკლედ შერთული ხვიების გამოვლენა ძალიან რთულია, რადგან გაჩერებულ ჰიდროგენერატორში ეს ხვიათშორისი იზოლაცია შეიძლება აღდგეს და ვერავითარი ლაბორატორიული გამოკვლევით ვერ მოხერხდეს მისი აღმოჩენა; ხოლო აგრეგატის ბრუნვით და ცენტრიდანული ძალების ამოქმედებით ხდება როტორის პოლუსის გრაგნილის ხვიათშორისი მოკლედ შერთვის გამოვლენა.

როტორის პოლუსის ხვიათშორისი მოკლედ შერთვა გამოიწვევს ჰიდროგენერატორის მაგნიტური ველის ასიმეტრიას, ხოლო ჰიდროგენერატორის როტორის მაგნიტური ველის ასიმეტრია, თავის მხრივ, ჰიდროგენერატორის მიმმართველ საკისრებზე იწვევს დამატებითი დატვირთვების გაჩენას და, შესაბამისად, ჰიდროაგრეგატის ზედა და ქვედა ჯვარედნებზე – ვიბრაციის გაზრდას.

დღეისათვის საქართველოში არსებობს მეთოდთა, რომელიც საშუალებას იძლევა აღმოვაჩინოთ როტორის პოლუსის გრაგნილის კოჭებში მოკლედ შერთული ხვიები და დავაფიქსიროთ როტორის ფორმა [1 – 4].

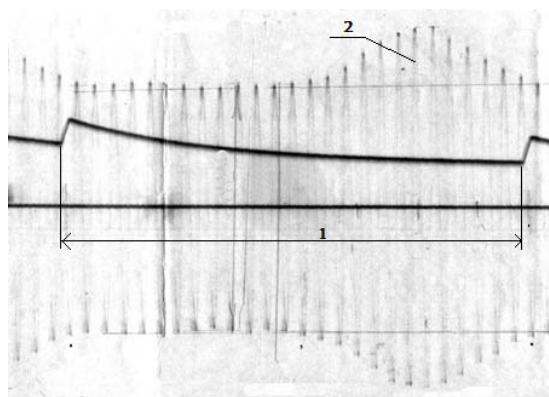
ამ მეთოდის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ელექტრომაგნიტური ძალის აღძვრის პროცესზე გენერატორის როტორსა და სტატორს შორის საჰაერო ღრეხოში გატარებულ ხვიაში როტორის ბრუნვით. ხვიაში აღძრული ელექტრომაგნიტური ძალისა და გენერატორის როტორის N1 პოლუსის გასწვრივ დამაგრებული ღერძის ბრუნვის აღმნიშვნელის დაფიქსირება ხდება სხივური გაღვანომეტრით შუქსხივური ოსცილოგრაფის სპეციალურ შუქმგრძნობიარე ფოტოქადაღებზე.

წარმოდგენილი მეთოდის ნაკლია:

1. ჰიდროგენერატორის სტატორზე ე.წ. საზომი ხვიის დაყენება-დამაგრების სირთულე;
2. ჰიდროგენერატორის როტორის პოლუსში მოკლედ შერთული ხვიის (1 – 2 ცალი) აღმოჩენა რთულია და პრაქტიკულად თითქმის შეუძლებელი;
3. ჰიდროგენერატორის როტორის პოლუსის გამჭექი სოლების მოშვების შემთხვევაში შეუძლებელია პოლუსის სივრცული სუნთქვა-გადაადგილების აღმოჩენა.

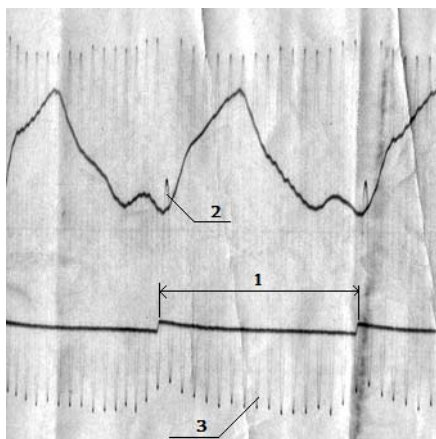
ჩვენ მიერ დამუშავებული, დამზადებული და პრაქტიკაში გამოყენებულია ე.წ. როტორის ფორმის ელექტრომაგნიტური გადამწოდი. იგი წარმოადგენს არამაგნიტური მასალისაგან დამზადებული ღეროს წვერზე დამაგრებულ ინტეგრირებად სენსორს ისეთი გათვლით და გაბარიტებით, რომ შესაძლებელი იყოს სტატორის ზურგის მხრიდან მისი თავისუფლად შეყვანა და ჩამაგრება ჰიდროგენერატორის სტატორის აქტიური რკინის სავენტილაციო არხში. გადამწოდის ღეროს წვერზე დამაგრებული სენსორი მცირე ზომისაა და თავსდება როტორსა და სტატორს შორის საჰაერო ღრეხოში არაუმეტეს 3 მმ სიღრმეზე.

აღწერილი როტორის ფორმის ელექტრომაგნიტური სენსორის სხვადასხვა ენერგობიექტებზე გამოყენებით ჰიდროგენერატორების ვიბრაციული მდგომარეობის კვლევისა და ვიბრაციის მიზეზების გამოვლენის პროცესში მიღებული და დაფიქსირებულია შემდეგი შედეგები: კერძოდ, 1-ლ ნახ-ზე (ვარციხეძესი, 11. 07. 2001) მოყვანილია ელიფსური ფორმის როტორი, ანუ როტორის ფორმის ცვლილება, როგორც როტორის მანების და როტორის ფერსოს სოლების მოშვებით გამოწვეული შედეგი.

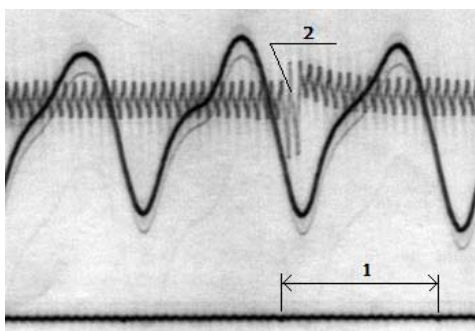


ნახ. 1. დეფორმირებული ელიფსური ფორმის როტორი.
1 – როტორის ერთი ბრუნი, 2 – ელიფსური ფორმის როტორი

მე-2 ნახ-ზე (ვარდნილძესი, 13. 06. 2009) წარმოდგენილია დიაგრამა როტორის N2 პოლუსში მოკლედ შერთული ხვიების ფიქსირებით, ხოლო მე-3 ნახ-ზე (ვარდნილძესი, 09. 09. 2003) – დიაგრამა, რომელზედაც დაფიქსირებულია გენერატორის მიმართველი საკისრების მწყობრიდან გამოსვლით გამოწვეული გენერატორის როტორის სივრცული შეშფოთება-შეხტომები.



ნახ. 2. როტორის ფორმა მოკლედ შერთული პოლუსის ფიქსირებით.
1 – როტორის ერთი ბრუნა, 2 – მოკლედ შერთვა N2 პოლუსში, 3 – როტორის ფორმა



ნახ. 3. გენერატორის როტორის შეშფოთება.
1 – როტორის ერთი ბრუნა, 2 – როტორის შეშფოთება

თუ ასეთი ტიპის როტორის ფორმის ელექტრომაგნიტურ გადამწოდებს განვაღებთ ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეში, გენერატორის სტატორის აქტიური რკინის ზედა და ქვედა პაკეტების სავენტილაციო არხებში გამოვავლენთ როტორის პოლუსების მდებარეობის ცვლილება-გადაადგილებას სივრცეში.

ამრიგად, პრაქტიკული და ძალზე მნიშვნელოვანია მძლავრი ჰიდროგენერატორების მუშაობის უწყვეტ რეჟიმში გენერატორის როტორის ფორმისა და გენერატორის პოლუსის გრაგნილებში მოკლედ შერთული ხვეების აღმოჩენის კომპიუტერული მონიტორინგი. აღნიშნულ საკითხებზე ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Элькин Ю.М. Контроль вибрации мощных гидрогенераторов. М.: Энергия, 1979.
2. Справочник по ремонту и модернизации гидрогенераторов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Эксплуатация гидроэлектростанций. М.: Энергия, 1977.
4. Смирнов А.М, Усталов В.А. Испытание и наладка гидроэнергетического оборудования гидроэлектростанций. М.: Энергия, 1980.

მძლავრი ჰიდროგენერატორების როტორის ფორმისა და ელექტრომაგნიტური მდგომარეობის გამომვლენა და შესწავლა ახალი ტიპის ინტეგრირებადი სენსორებით

ლ. გუგულაშვილი, ზ. აზმაიფარაშვილი, ი. მეცხვარიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მძლავრი გენერატორების საიმედოობის ამაღლებისა და მათი საექსპლუატაციო რესურსების ზრდის საკითხები და ნაჩვენებია, რომ ყოველივე ეს დამოკიდებულია ჰიდროაგრეგატის ვიბრაციულ მდგომარეობაზე.

ჰიდროგენერატორის ვიბრაციული მდგომარეობის შესწავლისათვის დღეს გამოყენებული მოწყობილობები ვერ უზრუნველყოფს როტორის ფორმის ფიქსირებას და მოკლედ შერთული ხვეების აღმოჩენას.

როტორის ფორმის ელექტრომაგნიტური გადამწოდის ახალი პრინციპული სქემა შეიძლება ადვილად ჩაერთოს გენერატორების კომპიუტერული მონიტორინგის ქსელში.

ENERGETHICS

INVESTIGATION AND DETECTION OF POWERFUL HYDROGENERATORS ROTOR SHAPE AND ELECTROMAGNETIC STATE BY NEW INTEGRATING SENSORS

L. Gugulashvili, Z. Azmayparashvili, I. Metskhvarishvili

(Georgian Technical University)

Resume: There are discussed the problems connection with enhanced trustworthiness and operating life of powerful hydrogenerators and there was find out, that it depends on their vibration state.

At present in use equipments for investigation vibration condition of generators is not able distinguish rotor shapes and definition of search of the shortly closed coils. There is presented the new electromagnetic sensor for detection of a form of a rotor, which can be easily included in a network of computer monitoring of the generator.

ЭНЕРГЕТИКА

ИЗУЧЕНИЕ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРА ГИДРОГЕНЕРАТОРА И ФОРМЫ РОТОРА МОЩНЫХ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ С НОВЫМИ ИНТЕГРИРУЮЩИМИ СЕНСОРАМИ

Л. Гугулашвили, З. Азмаифарашвили, И. Мечхваришвили

(Грузинский технический университет)

Резюме: Рассмотрены вопросы повышения надежности мощных гидрогенераторов и увеличения их эксплуатационного ресурса и показано, что это зависит от их вибрационного состояния.

Используемые в настоящее время для изучения вибрационного состояния генераторов измерительно-исследовательские приборы не в состоянии обеспечить выявление формы ротора и отыскание полюсов с короткозамкнутыми катушками.

Представлена принципиальная схема нового электромагнитного датчика формы ротора, которая легко может быть включена в сеть компьютерного мониторинга генератора.

წყალი, როგორც მემსიერების მატერიალური სუბსტრატი

ნ. ალექსიძე

(წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი)

წყალი ერთ-ერთი აუცილებელი ფაქტორია, რომელიც განსაზღვრავს დედამიწაზე ცოცხალი ორგანიზმების არსებობას.

ცოცხალ ორგანიზმებში წყლის შემცველობა საშუალოდ 70 %-ია, თუმცა მისი რაოდენობრივი განაწილება გაცილებით მკვეთრად იცვლება ორგანიზმების სახეობის, ქსოვილებისა და ასაკის მიხედვით. წყლის საერთო რაოდენობის 50 % უჯრედებშია, 20 % – უჯრედგარე სივრცეში, 15 % მოდის ნაწლავებზე, სისხლის პლაზმასა და სატრანსპორტო სითხეებზე. წყლის საერთო რაოდენობის 5 % ცერებროსპინალურ, სინოვიურ, ლიმფისა და სხვა სახის სითხეებშია წარმოდგენილი.

წყლის ფორმირებისათვის მნიშვნელოვანია “მკვრივი შეფუთვა”, სულიერება, სულიერისათვის დამახასიათებელი დადებითი ენერგია, რადგან იგი განიხილება, როგორც მოაზროვნე სუბსტანცია. საშუალო წონის ზრდასრული ადამიანი ყოველდღიურად 1500 მლ სითხეს გამოყოფს. აქედან 600 მლ გამოიყოფა სხეულის კანიდან, 400 მლ – აირთან ერთად, ხოლო 500 მლ – შარდის სახით.

წყლის გარეშე სიცოცხლე წარმოუდგენელია. კარგად გამოკვებილმა ცხოველებმა შეიძლება იშიმშილონ 100 დღე-ღამის განმავლობაში, მაგრამ უწყლოდ 10 დღე-ღამეზე მეტს ვერ ძლებენ.

წყლის “მკვრივი შეფუთვისას” პროცესი წარმართა ისე, რომ წყლის მინიმალური რაოდენობის დროსაც კი შენარჩუნებულ იქნა გარემო პირობებისადმი ადაპტირებული უჯრედის ნორმალური სტრუქტურული და ფუნქციური ორგანიზაცია. უახლესი მონაცემებით, წყალი არა მარტო გამხსნელის ფუნქციას ასრულებს და ცალკეული ქსოვილების სტრუქტურულ ორგანიზაციას განსაზღვრავს, არამედ იგი გარკვეული ინფორმაციის მატარებელიცაა. ადამიანის 2 თვის ემბრიონში 95 % წყალია. რა თქმა უნდა, ის ინფორმაციული წყალია, რომელიც გენეტიკურ აპარატთან ერთად მიზანმიმართულად აკონტროლებს ჩანასახის ზრდა-განვითარებას.

მეცნიერები უკვე საუბრობენ წყლის “სულიერებაზე”, როგორც ინფორმაციის მატარებელ სუბსტანციაზე (ალბათ, არც ისაა შემთხვევითი, რომ ქართველები ცუდ სიზმრებსა და ცოდვებს წყალს ატანენ). ამიტომაც ფიქრობენ, რომ მეორეული მოხმარების ტანსაცმელი აუცილებლად უნდა გაირეცხოს გამდინარე წყალში, რათა წყლის საშუალებით თავიდან იქნეს აცილებული ტანსაცმლის ყოფილი მფლობელის აურა, რადგან იგი შეიძლება შეუთავსებელი აღმოჩნდეს ახალი პატრონისათვის და საგრძნობლად დააზიანოს მისი ელექტრომაგნიტური ველი.

ნაკურთხი წყალი “ცოცხალ წყლად” პირველად 1920 წელს იქნა მოხსენიებული ავსტრიელი ინჟინერ-ჰიდროგეოლოგის ე. შაუბერგერის მიერ.* მისი აზრით, ბუნებრივ მდგომარეობაში წყალს აქვს გარკვეული ვიტალური (სასიცოცხლო) ძალა. წყაროს წყალში აღმოჩენილია ფიფქის მსგავსი ექვსკუთხა სტრუქტურები. მსგავსი სტრუქტურა გამოვლენილ იქნა ახალშობილი ბავშვის უჯრედშორის სითხეშიც, რაც დროთა განმავლობაში შესაძლებელია დაირღვეს და გამოიწვიოს სხვადასხვა სახის მძიმე დაავადება. წყლის თვისებები ფართოდ შეისწავლება მრავალი მეცნიერის მიერ. მაგალითად, სტ. ზენინს მიაჩნია, რომ წყალს აქვს უნიკალური თვისებები, რომლებიც განპირობებულია ე. წ. “ინფორმაციულ-ფაზური მდგომარეობით”, ინფორმაციული მექანიზმებით.

* „ცოცხალი წყალი“ ჯერ კიდევ ბიბლიასა და იოანეს სახარებაში გვხვდება.

წყალს შეუძლია მიიღოს, დაიმახსოვროს და გადასცეს ინფორმაცია ელექტრომაგნიტური რხევებით. დადგენილ იქნა, რომ წყალი შედგება კლასტერული უჯრედებისაგან, რომლებიც მინიატიურულ ბიოკომპიუტერებს წარმოადგენს. ადამიანის ორგანიზმში წყალი მოქმედებს დნმ-ის მოლეკულის სტრუქტურულ ორგანიზაციაზე და არსებითად ცვლის ადამიანის განწყობას. ამ თვალსაზრისით დიდი ინტერესი გამოიწვია ნაკურთხი წყლის გამოკვლევის შედეგებმა. დადასტურდა, რომ ნაკურთხი წყალი დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებს წმინდა თვისებას, რომლითაც შეუძლია მრავალი დაავადების განკურნება. როგორც წესი, წყლის კურთხევა ხდება მართლმადიდებლურ ეკლესიაში ზარების რეკვის ფონზე. ასეთ წყალს საოცარი აღდგენითი უნარი აღმოაჩნდა. როდესაც ნაკურთხი წყალი ჩვეულებრივ სასმელ წყალს შეურიეს (10გ/60ლ), სასმელმა წყალმა როგორც სტრუქტურულად, ისე ბიოლოგიური თვისებებით ნაკურთხი წყლის სახე მიიღო.

წყლის შესახებ უაღრესად საინტერესო გამოკვლევები იქნა ჩატარებული იაპონელი მეცნიერის ემოტო მასარუს მიერ. მან გამოთქვა მოსაზრება, რომ წყალს აქვს მეხსიერება და სამკურნალო თვისებები [1].

როგორც ირკვევა, წყალი პირდაპირ კავშირშია ადამიანის ფსიქიკასთან, აზროვნებასთან, განწყობასა და ემოციასთან. არსებობს ვარაუდი, რომ წყალს შეუძლია შეითვისოს ადამიანის ფსიქიკური ენერგია, რაც აძლიერებს მის როგორც ფიზიკურ, ისე სულიერ მდგომარეობას. ე. მასარუმ წყლის კრისტალების ფორმირებაზე ფსიქოემოციური ზეგავლენის შესწავლა დაიწყო 1987 წელს, მას შემდეგ, რაც მან ტკივილების გაყუჩების მიზნით საკუთარ თავზე გამოცადა წყლის სამკურნალო თვისებები. როდესაც იგი საუბრობს წყლის ინფორმაციული ბუნების შესახებ, მას მხედველობაში აქვს ყველა ის ფაქტორი, რომელიც შეეხება ადამიანის სხეულსა და გონებას.

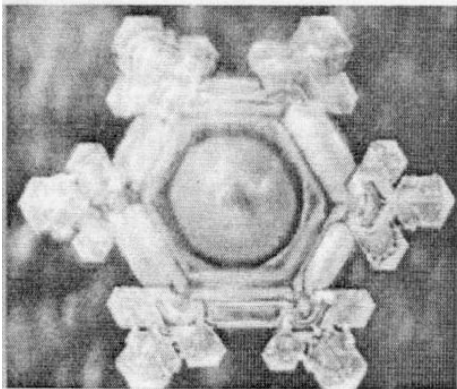
ე. მასარუმ პირველი ცდები ჩატარა 1994 წელს ახალგაზრდა ასისტენტ კ. ისიბასისთან ერთად გაყინული წყლის კრისტალებზე. მიღებული შედეგები წიგნის სახით გამოიცა 1999 წელს “წყლის გზავნილების” სახელწოდებით. წიგნი ეხება დადებითი ენერგიით დამუხტულ წყალს, რომელმაც მთელი მსოფლიოს მეცნიერთა ყურადღება მიიპყრო. აღნიშნულთან დაკავშირებით გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მიერ 2005 – 2014 წლები გამოცხადდა წყლის ათწლეულად.

იაპონელი მეცნიერები ცდებს ატარებდნენ -25°C-ზე გაყინული წყლის კრისტალებზე; აგრეთვე წყალზე, რომელიც განთავსებული იყო მინის ბოთლებში სხვადასხვა სახის ინფორმაციული ზემოქმედების (მუსიკალური, ვერბალური) პირობებში. შემდეგ წყალი გადაჰქონდათ 5 სმ დიამეტრის მქონე პეტრის ჯამებზე და ათავსებდნენ მაცივარში -25 °C-ზე ან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე. 3 სთ-ის შემდეგ წარმოიქმნებოდა 1 სმ-იანი კრისტალები. სტრუქტურებს აფიქსირებდნენ ფოტოგრაფიულად მიკროსკოპის ქვეშ. კრისტალების გაღობის შემდეგ წყალში აღმოჩნდა უაღრესად ლამაზი სტრუქტურის მქონე ბუტონები. სამწუხაროდ, მსგავსი სტრუქტურების წარმოქმნა არ აღინიშნა იმ წყალში, რომელიც დეზინფექციის მიზნით დამუშავებული იყო ქლორით. ასეთი წყალი უგემურია და აქვს უფრომო კრისტალები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, აუცილებელია სასმელად გამოვიყენოთ წყაროს ან მინერალური წყლები, რომლებიც დაქლორილი წყლებისაგან განსხვავებით, გამოირჩევა არაჩვეულებრივად ლამაზი კრისტალებით. ამერიკასა და ევროპაში გასაყიდ სასმელ წყლებში აღმოჩენილ იქნა ბიოლოგიურად აქტიური ალდეჰიდები, რომლებსაც შეუძლია დიდი ზიანი მიაყენოს ადამიანის ჯანმრთელობას. ალდეჰიდების რაოდენობრივი მაჩვენებელი 80 მკგ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

სამწუხაროდ, უცნობია ჩვენს სასმელ წყლებში ალდეჰიდების შემცველობა და, ალბათ, აუცილებელია ეს საკითხი დროულად იქნეს შესწავლილი. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ე. მასარუმ იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ წყლის კრისტალების წარმოქმნა უკავშირდება წყალში ჩანერგილ ინფორმაციას. ამის დასამტკიცებლად მან უაღრესად საინტერესო და ორიგინალური ცდები ჩატარა.

ორ ბოთლში ჩაასხა წყალი და ბოთლებს მიაკრა წარწერები: “მადლობა” და “თქვენ ბრიყვი ხართ”. წარწერიანი ბოთლები მოათავსა მაცივარში და ცდები ჩატარა ისე, როგორც ეს ზემოთ იყო აღწერილი იმ მოსაზრებით, რომ წყალი აითვისებდა პრინციპულად განსხვავებულ ამ ორ

გამოთქმას, რასაც, მისი თეორიის მიხედვით, გავლენა უნდა მოეხდინა წყლის სტრუქტურაზე. დადგინდა, რომ იმ წყლიან ბოთლში, რომლის წარწერაც იყო “მადლობა”, წარმოიქმნა უაღრესად ღამაზი კრისტალები; მაშინ როცა უხამსი სიტყვის გავლენით მე-2 ბოთლში მოხდა მხოლოდ კრისტალების ფრაგმენტების ფორმირება.

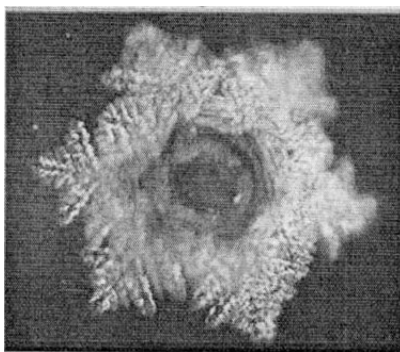


წყლის სტრუქტურა სიტყვა
“მადლობის“ ფონზე

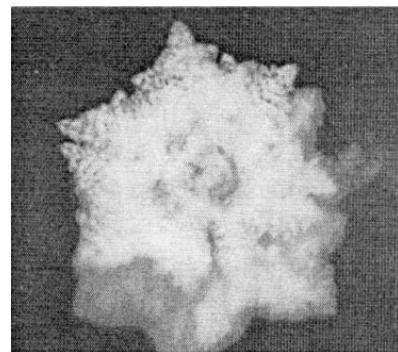


წყლის სტრუქტურა უხამსი
სიტყვების „თქვენ ბრიყვი ხართ“ ფონზე

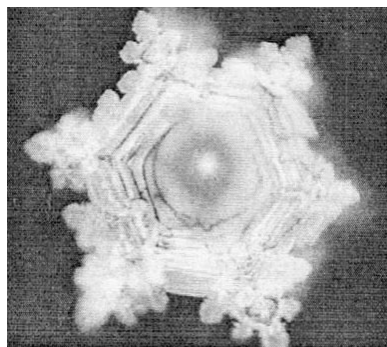
ე. მასარუს აზრით, კრისტალების ფორმირებაზე გავლენას ახდენს როგორც უხეში ვერბალური გამოთქმა, ისე უხამსი შინაარსის წარწერა. წყლის სტრუქტურა იცვლება ბოთლებზე სხვადასხვა ენაზე წარწერილი ერთი და იმავე სიტყვის შემთხვევაშიც.



წყლის სტრუქტურა გერმანულ
ენაზე წარწერილი სიტყვისა “მადლობა”



წყლის სტრუქტურა ინგლისურ ენაზე
წარწერილი სიტყვისა “მადლობა”



წყლის სტრუქტურა ჩინურ ენაზე
წარწერილი სიტყვისა “მადლობა”

წყლის კრისტალები მახინჯდება როგორც მძიმე ლითონების, ისე როკის, ჯაზისა და სხვა თანამედროვე მუსიკის ზემოქმედებით. წყლის კრისტალების ფორმირებაზე დადებით გავლენას ახდენს საგალობლები, ხალხური და კლასიკური მუსიკა, საეკლესიო ზარების რეკვა.



მძიმე ლითონების გავლენა
წყლის სტრუქტურაზე

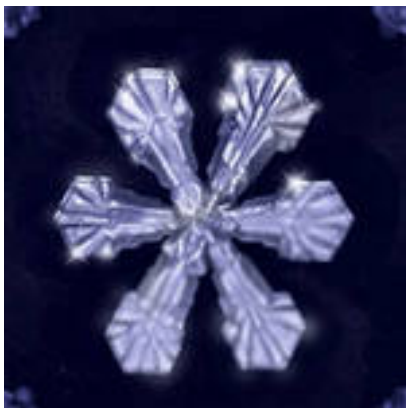


წყლის სტრუქტურა კლასიკური
მუსიკის ფონზე

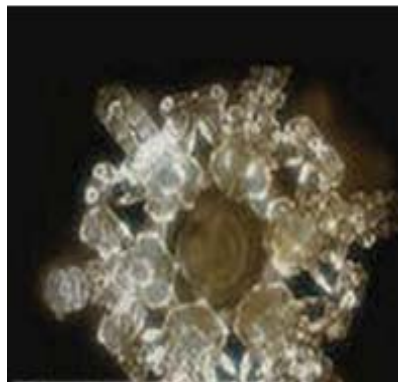


ბეთოვენის “პასტორალის” გავლენა
წყლის სტრუქტურაზე

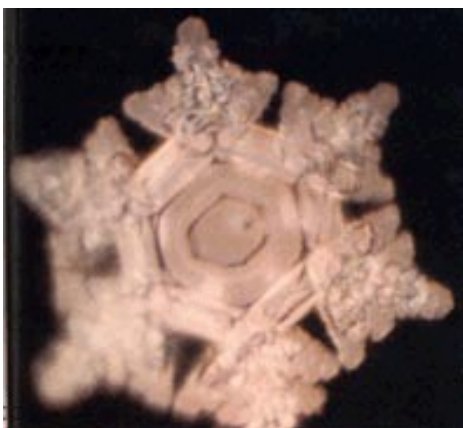
ქვემოთ წარმოდგენილია ე. მასარუს მიერ ფოტოგრაფიულად დაფიქსირებული სხვადასხვაგვარი წყლის (სასმელი, დისტილირებული) კრისტალები; ასევე ნაკურთხი წყლის სტრუქტურა ქრისტიანულ ღოცვამდე და ღოცვის შემდეგ, რაც, ჩვენი აზრით, განპირობებულია წყლის ქიმიური, ელექტრომაგნიტური და მექანიკური რხევებით. მართალია, ხშირად ეჭვს გამოთქვამენ წარმოდგენილ მონაცემებზე, თუმცა მსგავსი შედეგები სხვა მეცნიერების მიერაც არის დაფიქსირებული.



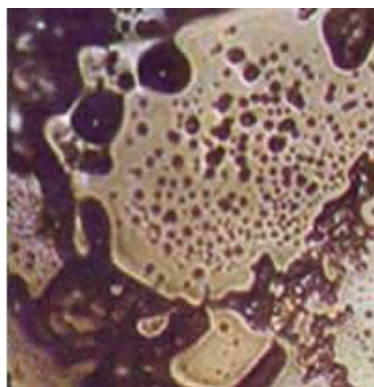
სასმელი წყლის სტრუქტურა



წყლის სტრუქტურა
ბუდისტური ღოცვისას



გამოხდილი წყლის სტრუქტურა



წყლის სტრუქტურა
ქრისტიანულ ღოცვამდე



ნაკურთხი წყლის სტრუქტურა

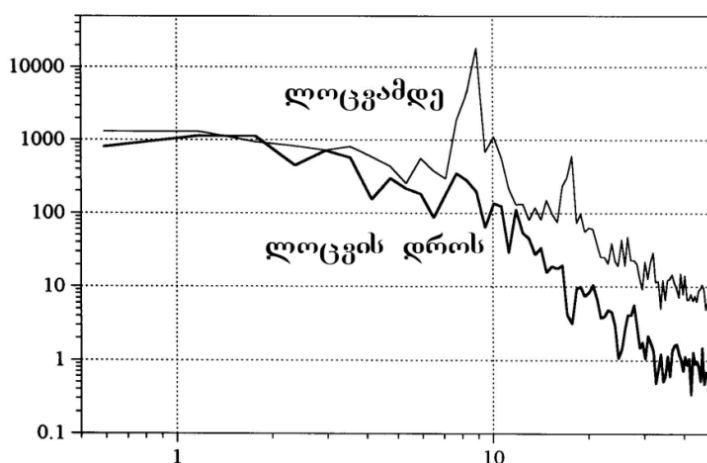


წყლის სტრუქტურა ქრისტიანული
ღოცვის შემდეგ

ბოლო ხანებში საზოგადოება და მეცნიერება დაინტერესდა ადამიანის რელიგიური ცხოვრების საკითხებით; კერძოდ იმით, თუ როგორ იცვლება ადამიანის თავის ტვინის ელექტროფიზიოლოგიური მდგომარეობა ღოცვის დროს. როგორც გამოკვლევები ცხადყოფს, ღოცვისას მნიშვნელოვნად იცვლება ადამიანის თავის ტვინის ცალკეული სტრუქტურების ელექტროფიზიოლოგიური აქტიურობა და ინტეგრალური მოქმედება. მაგალითად, ქრისტიანული ღოცვის დროს თავის ტვინის ფიზიოლოგიური აქტიურობა შესაძლებელია შეფასებულ იქნეს თავის ტვინის ქერქის აქტიურობითა და ემოციური განწყობით. ამ პრობლემის შესასწავლად გამოიყენეს “ენცეფალან 131-01” და “ერა-9”

ელექტროენცეფალოგრაფიული ხელსაწყოები. საკვლევ ობიექტად შერჩეულ იქნენ ადამიანები, რომლებიც გამოირჩეოდნენ რეგულარული ქრისტიანული ღოცვით. ღოცვის დაწყების შემდეგ თავის ტვინის ბიოელექტრულ აქტიურობაში სერიოზული ცვლილებები აღინიშნა, რაც იმით გამოიხატა, რომ ღოცვამდე ელექტროენცეფალოგრაფიულ აქტიურობასთან შედარებით ღოცვის დროს ფიზიოლოგიური აქტიურობა საგრძნობლად შემცირდა და აღინიშნა ალფა- და ბეტა-რიტმების სინქრონიზაცია.

თავის ტვინის ფუნქციურ აქტიურობაში განსაკუთრებული ცვლილებები შეინიშნება ღოცვაში ადამიანების ჩაღრმავების პარალელურად. ასეთი ფსიქომოციური მდგომარეობის პირობებში რეგისტრირებულ იქნა ელექტროენცეფალოგრამის ფონური რიტმის დათრგუნვა. ფონური რიტმი ვლინდება 5 მკვ-მდე, რაც გრძელდება 10 – 55 წმ-ის განმავლობაში ღოცვაში ჩართულობაზე დამოკიდებულებით.



ელექტროენცეფალოგრამის დათრგუნვა
ღოცვის დროს

ცხადია, ღოცვის დროს მლოცველთა თავის ტვინის ქერქული აქტიურობა მნიშვნელოვნად ითრგუნება. ამასთან, საგრძნობლად მცირდება ელექტროენცეფალოგრამის სიგნალების სიმძლავრე თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში. ასეთ პირობებში ადამიანი ტრანსულ მდგომარეობაშია. ღოცვის დამთავრების შემდეგ თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტიურობა საწყის ფონურ აქტიურობას უბრუნდება და არავითარ გავლენას არ ახდენს არც მეხსიერებაზე და არც ყურადღების ცენტრზე, საგრძნობლად უმჯობესდება ადამიანის ფსიქომოციური განწყობა.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Эмото Масару. Энергия воды для самопознания и исцеления. Изд. дом, София, 2006, (энциклопедия лекарственных средств. <http://www.36-6.net>).
2. ნ. აღექსიძე. ფსიქობიოლოგია. წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი, თბ., 2014.

წყალი, როგორც მემორიის მატერიალური სუბსტრატი

ნ. ალექსიძე

(წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია წყლის ბიოლოგიური როლი და მისი სტრუქტურები ფსიქოემოციური ზემოქმედების შემდეგ. ნაჩვენებია ნაკურთხი და სასმელი წყლის სტრუქტურები ქრისტიანულ ღოცვამდე და ღოცვის შემდეგ.

BIOLOGY

WATER, AS A MATERIAL SUBSTRATE OF MEMORY

N. Aleksidze

(Saint Andrew the First Called Georgian University)

Resume: There is discussed biological role of water and structures of water after various phsychoemocional influences. There is shown Holy and drinkable water structure before and after christian prayer.

БИОЛОГИЯ

ВОДА, КАК МАТЕРИАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ ПАМЯТИ

Н. Алексидзе

(Грузинский университет им. Андрея Первозванного)

Резюме: В статье рассматривается биологическая роль и структура воды после психоэмоционального воздействия. Показаны структуры святой и питьевой воды до и после христианской молитвы.

კოლხეთის დაბლობის დასაშრობ ფართობებზე საბაზრო ინფრასტრუქტურის ფორმირების პრინციპები

რ. ბერაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

საქართველოს, როგორც მცირემიწიანი ქვეყნის, ეკონომიკისა და სოციალური სფეროს განვითარებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჭაობების დაშრობას და კოლხეთის დაბლობის დაშრობილი მიწების ინტენსიურ ათვისებას თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის შესაბამისად.

კოლხეთის დაბლობი ბუნებრივ-კლიმატური თვალსაზრისით საქართველოს ერთ-ერთი უნიკალური რეგიონია, რომელიც შესაძლოა მძლავრ ბაზად იქცეს სუბტროპიკული კულტურების, მეცხოველეობისა და სოფლის მეურნეობის პროდუქციის საწარმოებლად, რითაც ადვილად გადაწყდება შავი ზღვისპირეთის საკურორტო ზონის ბოსტნეულითა და ხილით უზრუნველყოფის პრობლემა.

საქართველო შესაბამისი ინფრასტრუქტურის ჩამოყალიბების პროცესშია და მთლიანად იცვლება ძველი სტერეოტიპული მიდგომები. ამ რეგიონის ათვისებისას იდეოლოგიაში წინა პლანზე წამოიწია არსებული ეკოსისტემების მაქსიმალური შენარჩუნების, გარემოსდაცვითი და კაპიტალური დაბანდების ეფექტურად გამოყენების, ფერმერული მეურნეობების სპეციფიკის გათვალისწინების აქტუალურმა პრობლემებმა, რომლებმაც დღის წესრიგში დააყენა კოლხეთის მიწების ინტენსიური ათვისების ღონისძიებების შექმნა თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის საფუძველზე [1, 2].

საქართველოს მუდამ ჰქონდა სწრაფად განვითარებისა და ამავე დროს მისი ბუნებრივი გარემოს დაცვის მკვეთრად გამოხატული ინტერესი. მიუხედავად ამისა, ეკონომიკური განვითარება ქვეყანაში ყოველთვის მდგრადად არ მიმდინარეობდა.

კოლხეთის დასაშრობი მიწების, ისევე როგორც საქართველოს სხვა მელიორაციული მიწების, ეფექტური ათვისების ერთ-ერთი უმთავრესი პირობაა თანამედროვე საბაზრო ინფრასტრუქტურის შექმნა [3, 4], რომლის ცენტრალურ რგოლს წარმოადგენს ბანკები. რეალურად სწორედ მათი წარმატებული საქმიანობა განაპირობებს საბაზრო მექანიზმების შექმნას.

როგორც ცნობილია, ბანკი არის ორგანიზაცია, რომელიც ფულადი სახსრების მოზიდვას და შემდეგ თავისი პასუხისმგებლობით მათი დაბრუნების, გადახდის და ვადიანობის პირობის განსაზღვრას უზრუნველყოფს. კონკრეტული რეგიონის (მაგალითად, კოლხეთის დაბლობის) პირობებში გაცილებით პერსპექტიულია უფილიალო კომერციული ბანკების ჩამოყალიბება, რომლებიც, საწესდებო კაპიტალის ფორმირების მიხედვით, შეიძლება გაიყოს სააქციოდ და საპაიოდ. ჩვენი აზრით, უფრო პერსპექტიულია სააქციო ბანკების შექმნა. ასეთი ბანკების ორგანიზაციული მოწყობა შეესაბამება მიღებულ სააქციო საზოგადოების მართვის სქემას, რომლის უმაღლესი ორგანოა აქციონერთა კრება. ბანკის საქმიანობას ხელმძღვანელობს ბანკის საბჭო. მას აკისრია აგრეთვე ბანკის მართვის მუშაობის კონტროლი და მეთვალყურეობა. საბჭოს შემადგენლობა, მისი წევრების არჩევის წესი და ვადები განისაზღვრება კომერციული ბანკის წესდებით. ბანკის საბჭო განსაზღვრავს ბანკის საქმიანობის ზოგად მიმართულებას, განიხილავს ბანკის საკრედიტო და სხვა გეგმების პროექტებს, ამტკიცებს შემოსავლისა და გასავლის გეგმებს, მოგებას, განიხილავს კლიენტებთან ურთიერთობას და პერსპექტიულ განვითარებასთან დაკავშირებულ საკითხებს. კომერციული ბანკის საქმიანობას უშუალოდ ხელმძღვანელობს მმართველობა. იგი პასუხს აგებს აქციონერთა საერთო კრებისა და ბანკის საბჭოს წინაშე. მმართველობა შედგება თავმჯდომარის, მისი მოადგილეებისა და სხვა წევრებისაგან.

სარევიზიო კომისია ირჩევა მონაწილეთა საერთო კრების მიერ და ანგარიშვალდებულია ბანკის საბჭოს წინაშე.

მელიორაციასა და წყალთა მეურნეობაში საბაზრო სტრუქტურების ჩამოყალიბების უმთავრეს ელემენტს წარმოადგენს ფერმერულ მეურნეობათა ასოციაციების შექმნა, რომელთა დანიშნულებაა მელიორაციული სისტემების მომსახურება. კოლხეთის დაბლობის დაშრობის პირობებში მსგავსმა ასოციაციებმა უნდა უზრუნველყონ მელიორაციული ორგანიზაციების მიერ როგორც პირველი და მეორე რიგის დასაშრობ სამუშაოებზე გაწეული ხარჯების ანაზღაურება, ისე მესამე რიგისა (შიგასამეურნეო ქსელი). ამ საკითხების განხილვა საშუალებას იძლევა შესაბამისი სტრუქტურების წინაშე დღის წესრიგში გადაუდებელ ამოცანად დადგეს კოლხეთის დაბლობზე მელიორაციული ღონისძიებების შემუშავება, მათ შორის შემოთავაზებული რეკომენდაციებიც, რითაც ყურადღება მიექცევა არსებული მელიორაციული სისტემების ექსპლუატაციას, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების (წყალშემკრები, წყალგამტარი მდინარეებისა და ხელოვნური არხების კალაპოტების) გამტარუნარიანობის უზრუნველყოფას მათი ტექნიკური სრულყოფისა და მშენებლობის ტექნოლოგიების, მიწის რესურსების რაციონალური გამოყენების, საექსპლუატაციო პროდუქციის წარმოებაზე ორიენტირებული კულტურების მოსავლიანობის ამაღლების, ზედაპირული წყლების გამყვანი არხების მექანიზაციის, მძიმე თიხნარი ნიადაგების ათვისების ღონისძიებების გათვალისწინებით.

ასოციაციის საწესდებო ფონდის ჩამოყალიბება (მელიორაციული სისტემების ექსპლუატაციისათვის) უნდა განხორციელდეს საპაიო შენატანების საფუძველზე.

ასოციაციის საქმიანობა რეგლამენტირებული უნდა იყოს წესდებით. ჩვენი აზრით, წესდება უნდა მოიცავდეს შემდეგ ძირითად თავებს:

1. ასოციაციის მიზნები და ამოცანები;
2. ასოციაციის წევრობა, მეპაიეთა უფლებები და მოვალეობები;
3. ასოციაციის საკუთრება;
4. ასოციაციის საწარმოო-სამეურნეო და ფინანსური საქმიანობა;
5. შრომის ორგანიზაცია;
6. მმართველობის ორგანოები და სარევიზიო კომისია.

ასოციაცია წარმოადგენს შუამავალს ფერმერულ მეურნეობებსა და მელიორაციულ საექსპლუატაციო ორგანიზაციებს შორის. ასოციაცია ახდენს ფერმერული მეურნეობებიდან იმ ფულადი სახსრების აკუმულირებას, რომლებიც მიმართულია საექსპლუატაციო ორგანიზაციათა მომსახურებისა და შიგასამეურნეო დასაშრობი სისტემების საექსპლუატაციო სამუშაოთა ანაზღაურებაზე.

ფერმერთა ასოცირება უნდა მოხდეს განსაკუთრებით კეთილი ნების საფუძველზე. იგი ხელსაყრელი უნდა იყოს თითოეული ფერმერისათვის. ამასთან, ასოციაცია არავითარ შემთხვევაში არ უნდა გადაიქცეს კომერციულ ორგანიზაციად, არ უნდა იმუშაოს მოგებაზე.

აღნიშნულის გათვალისწინებით ყალიბდება ასოციაციის საკუთრება, ხორციელდება საწარმოო-სამეურნეო და ფინანსური საქმიანობა.

საბაზრო ინფრასტრუქტურის შექმნაში არსებითი როლი უნდა შეასრულოს სხვადასხვა კომერციულმა ორგანიზაციებმა.

ამრიგად, კოლხეთის დაბლობის მიწების რეაბილიტაცია მძლავრი ინფრასტრუქტურის შექმნის მთავარი ფაქტორია, რაც უმთავრესი პირობაა რეგიონის ეკონომიკური აღორძინებისათვის.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Моцерелия А.В. Мелиорация и сельскохозяйственное освоение Колхидской низменности. М.: Колос, 1974.
2. ს. გიორგაძე, თ. ქაცარავა, ე. კუხალაშვილი, შ. კუპრეიშვილი-ხარაიშვილი, ნ. უნდილაშვილი. მელიორაცია (დრენაჟი). სახელმძღვანელო. საზოგადოება „ცოდნა“, თბ., 2010.
3. Ковалев В. В. Методы оценки инвестиционных проектов. М.: „Финансы и статистика“, 1988.
4. Рабинович Б. М. Экономическая оценка земельных ресурсов и эффективность инвестиций. М.: Информационно-издательский дом, 1997.

კოლხეთის დაბლობის დასაშრობ ფართობებზე საბაზრო ინფრასტრუქტურის ფორმირების პრინციპები

რ. ბერაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: კოლხეთის დაბლობის დასაშრობ ფართობებზე საბაზრო სტრუქტურის ჩამოყალიბებისათვის აუცილებელია ფერმერულ მეურნეობათა ასოციაციების შექმნა, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ მედიორაციული ორგანიზაციების მიერ როგორც პირველი და მეორე რიგის დასაშრობი სამუშაოების შესრულებისას გაწეული ხარჯების ანაზღაურება, ისე მესამე რიგისა; ასევე პერსპექტიულია უფილიალო კომერციული (ძირითადად სააქციო) ბანკების ჩამოყალიბება.

ECONOMY

THE PRINCIPLES OF MARKET INFRASTRUCTURE FORMATION ON THE DRAINAGE TERRITORIES OF THE COLCHIS LOWLAND

R. Beraia

(Georgian Technical University)

Resume: There is established necessity of farm-association creation on the drainage territories of the Colchis lowland, which must provide payment of land-reclamation organization service on the first and second order of drainage network exploitation, as well as on the third order; it is also promising to form branchless commercial banks (mainly joint-stock).

ЭКОНОМИКА

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСУШАЕМЫХ ПЛОЩАДЯХ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Р. Бераиа

(Грузинский технический университет)

Резюме: Для формирования рыночной структуры на осушаемых площадях Колхидской низменности обоснована необходимость создания Ассоциации фермерских хозяйств, которые должны обеспечить оплату обслуживания мелиоративных организаций при эксплуатации осушительных сетей как первого и второго порядка, так и третьего, также перспективным является формирование нефилиальных коммерческих банков (в основном акционерных).

საავტომობილო შიგაწვის ძრავების ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაუმჯობესების გზები

რ. ქავთარაძე, მ. ღლონტი, თ. ნატრიაშვილი

(ნ. ბაუმანის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტი, რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

XXI საუკუნეში მთელ მსოფლიოში განუხრელად იზრდება დღეშიანი ძრავების რაოდენობა. ამ ძრავებში ძირითადად ნავთობპროდუქტების გადამუშავებით მიღებული საწვავები: ბენზინი და დი-ზელი გამოიყენება. მიუხედავად იმისა, რომ ნავთობის მოხმარების მასშტაბები ძალიან გაზრდილია, მისი მარაგი ჯერ კიდევ საკმაოა და ამიტომაც საგანგაშო თითქოსდა არაფერია, მაგრამ როგორი ოპტიმისტურიც არ უნდა იყოს პროგნოზი, დამწვადების უფლება მაინც არ გვაქვს. ნავთობის საძიებო სამუშაოების ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება და დანერგვა, ახალი საბადოების აღმოჩენა, გადამუშავებისა და მოპოვების ტექნოლოგიების განვითარება მხოლოდ დროებით შეაჩერებს ნავთობის მარაგის ამოწურვის საფრთხეს. ნავთობის მოპოვება, ცხადია, თანდათანობით გაძნელდება, გამოყენებული ტექნოლოგიები უფრო და უფრო გართულდება და გაძვირდება. არც ისაა გამორიცხული, რომ (რადაც მომენტში) ნავთობის საკმარისი მარაგის დროსაც კი შეწყვიტონ მისი მოპოვება მაღალი თვითღირებულების გამო.

აღსანიშნავია, რომ დღეშიანი ძრავების, კერძოდ დიზელების, გამოყენება პირდაპირ კავშირშია თანამედროვე ცივილიზაციის ორ გლობალურ პრობლემასთან – როგორც ენერგეტიკულთან, ისე ეკოლოგიურთან.

მსოფლიოში დღეშიანი ძრავების კუთრი სიმძლავრისა და ბრუნთა სიხშირის ზრდა განსაზღვრავს ბუნებრივი საწვავი რესურსების მოხმარების მატების ძირითად მიზეზებს. ამ თვალსაზრისით დიდფექტური, მაღალი მქიანი ან დაბალი საწვავის კუთრი ხარჯის მქონე ძრავების შექმნა და დანერგვა კარდინალურად ვერ გადაწყვეტს გლობალურ ენერგეტიკულ პრობლემას. საგულისხმოა, რომ დღეშიანი ძრავები, როგორც ბუნებრივი საწვავის მომხმარებელი, ჩვენს პლანეტაზე ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევის ძირითად წყაროს წარმოადგენს. მათი მუშაობის შედეგად ატმოსფეროში გამოიფრქვევა ისეთი მავნე ნივთიერებები, როგორიცაა: ნახშირჟანგი (CO), აზოტის ჟანგეულები (NOx), ნახშირწყალბადის ნაერთები (CH) და მყარი ნაწილაკები, რომელთა ძირითადი კომპონენტია ჭვარტლი.

ტრადიციულ (ნახშირწყალბადიან) საწვავებზე მომუშავე ე. წ. ნულოვანი მავნე გამონაბოლქვის მქონე ძრავა რჩება ნახშირორჟანგის (CO₂) წყაროდ, რომელიც ე. წ. სასაბურე ეფექტის გამო, ალბათ, უახლოეს წლებში კანონით შეიზღუდება. ამიტომ დღეშიანი ნულოვანი მავნე გამონაბოლქვის მქონე ძრავას შექმნა და დანერგვა სრულად ვერ გადაწყვეტს ეკოლოგიურ პრობლემას.

პრობლემები კიდევ უფრო რთულდება მაშინ, როცა ენერგეტიკული და ეკოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტის გზები არა მარტო განსხვავდება ერთმანეთისაგან, არამედ ხშირად ეწინააღმდეგება კიდევ ერთმანეთს. ამ ამოცანების რეალიზაციისას „მიზნების კონფლიქტის“ ნათელი მაგალითია ციკლის ტემპერატურული ზღვრების გაფართოება, რომელსაც, კარნოს ციკლის თანახმად, მოსდევს მქიის ზრდა და საწვავის კუთრი ხარჯის შემცირება. რეალურად ეს შესაძლებელია ციკლის ზედა ზღვრის საშუალებით, ანუ ციკლის მაქსიმალური ტემპერატურის გაზრდით, რადგან ციკლის ქვედა ზღვრის (მუხტის ტემპერატურა შევსებისას) მნიშვნელოვნად შეცვლა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ციკლის მაქსიმალური ტემპერატურის ზრდა, თავის მხრივ, ხელს უწყობს აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნას, რის შედეგადაც გამონაბოლქვ აირებში მათი რაოდენობა მატულობს. ე. ი.

სახეზეა „კონფლიქტი“ საწვავის ეკონომიურობასა და ეკოლოგიურობას შორის, ანუ სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ეფექტურობასა და ხარისხს შორის.

დღიურ დღეშიანი ძრავათი მომუშავე საავტომობილო ტრანსპორტის ეკოლოგიური და ენერგეტიკული პრობლემების ერთდროული გადაწყვეტის სამი ძირითადი გზა არსებობს:

1. საწვავის მოხმარებისა და ტოქსიკური გამონაბოლქვის შემცირება ავტოტრანსპორტის გადაადგილების შეზღუდვით, ანუ ექსპლუატაციაში არსებული ძრავების რაოდენობის შეკვეცით ან ძრავას მუშა მოცულობის შემცირებითა და მცირე სიმძლავრის ძრავების გამოყენებით;

2. დღეშიანი ძრავას შეცვლა ისეთი ალტერნატიული ენერგიით, რომელიც არ გამოიყენებს გარემოს გამჭუჭყიანებელ ნავთობპროდუქტებს;

3. ნავთობისაგან მიღებული ტრადიციული საწვავების შეცვლა ისეთი ალტერნატიული საწვავებით, რომლებიც არ ატუჭიანებს გარემოს.

ზემოაღნიშნული ეკოლოგიური და ენერგეტიკული პრობლემების გადაწყვეტის პირველი გზა, რომელიც გულისხმობს ავტოტრანსპორტის გადაადგილების რაოდენობის შემცირებას და მცირე-ლიტრაჟიანი ძრავების გამოყენებას, უშუალოდ ეხება სოციალურ ასპექტს. აშშ-ის სტატისტიკური მონაცემებით, ავტომობილების ყოველდღიური საერთო განარბენიდან – სახლიდან სამსახურში და პირიქით, მგზავრობს დაახლოებით 40 %, გასართობად – დაახლოებით 30 %, ხოლო ოჯახურ საქმეებზე (ძირითადად საყიდლებზე) – დაახლოებით 20 % [1]. როგორც ვხედავთ, თუ გამოირიცხება „არააუცილებელი მგზავრობა“ და ტრანსპორტით მარტო სამსახურში მისვლა განხორციელდება, მაშინ ავტომობილების განარბენი 2-ჯერ შემცირდება. ხოლო სახლიდან სამსახურში და პირიქით საზოგადოებრივი ტრანსპორტით მგზავრობისას საწვავის მოხმარება და მანევრ ნივთიერებების გამოტყორცნა კიდევ უფრო შემცირდება. ძრავას მუშა მოცულობის შემცირებით ასევე პროპორციულად დაიკლებს საწვავის ხარჯიც და მანევრ ნივთიერებებიც.

მგზავრობის რაოდენობისა და ძრავას მოცულობის შემცირება შესაძლებელია აკრძალვებითაც, მაგრამ ეს დიდ სოციალურ უკმაყოფილებას გამოიწვევს, რადგან აღიქმება ავტომფლობელების, ანუ მოქალაქეების, პირადი უფლებების ხელყოფად. როგორც გაირკვა გადასახადებისა და ჯარიმების შემოღებაც (დიდი ქალაქების ცენტრებში მგზავრობის აკრძალვა ან ფასიანი მგზავრობის დაწესება და ძრავას მოცულობებზე გადასახადების დაწესება) უმნიშვნელოდ მოქმედებს ექსპლუატაციაში არსებული ავტოტრანსპორტის გადაადგილების რაოდენობისა და ძრავების ლიტრაჟის შემცირებაზე. ასეთი მეთოდები ავტომფლობელების დიდ უკმაყოფილებას იწვევს.

აბსოლუტურად უპერსპექტივოა მასობრივი მოხმარების ავტომობილების ძრავას მოცულობების შეზღუდვაც, რადგან ხალხს მოუესპობთ მძლავრი და კომფორტული ავტომობილებით მგზავრობის საშუალებას. პროგნოზების მიხედვით [1, 5], უახლოესი 50 წლის განმავლობაში საერთო ტენდენციად რჩება მასობრივი მისწრაფება მძლავრძრავიანი საკუთარი ავტოტრანსპორტის ფლობისა. ეს ნიშნავს ექსპლუატაციაში არსებული ტრანსპორტის რაოდენობის კიდევ უფრო გაზრდას. როგორც ჩანს, თანამედროვე და მომავლის ძრავების საწვავის ეკონომიურობისა და ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაუმჯობესების მიუხედავად, მოსალოდნელია ნავთობის მოხმარებისა და ატმოსფეროში გამონაბოლქვი მანევრ აირების ზრდა.

ამრიგად, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მგზავრობისა და ექსპლუატაციაში მყოფი ძრავების რაოდენობის შემცირება, ასევე მცირე-ლიტრაჟიანი ძრავების გამოყენება ვერ წვევს ენერგეტიკულ და ეკოლოგიურ პრობლემებს; ამასთან, უპერსპექტივოა სამართლებრივი და სოციალური ნორმების თვალსაზრისითაც. უკეთეს შემთხვევაში ისინი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც კერძო ფაქტორი, რომელიც უმნიშვნელოდ მოქმედებს ისეთ გლობალურ პრობლემებზე, როგორიცაა: ენერგომომარაგება და ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესება. ამდენად, პირველი გზა აშკარად უპერსპექტივოა.

ეკოლოგიური და ენერგეტიკული პრობლემების გადაწყვეტის მეორე გზა გულისხმობს დღეშიანი ძრავების შეცვლას ენერგიის ისეთი ალტერნატიული წყაროთი, რომელიც არ ატუჭიანებს გარემოს ნავთობპროდუქტებით. დღეისათვის ენერგიის სხვადასხვა წყაროდან დღეშიანი ძრავებისათვის რეალური ალტერნატივაა ელექტროული ძრავა, რომელიც თავსდება აკუმულატორიანი ბატარეების მქონე ელექტრომობილებში.

პრობლემების გადასაწყვეტად შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ე. წ. „ჰიბრიდული ძრავები“, ანუ მძლავრაკუმულატორიანი სატრანსპორტო საშუალება, რომელიც აღჭურვილია ელექტრო- და დგუშიანი ძრავებით. ასეთ მანქანებში აჩქარებისას ელექტროძრავა გადასცემს ენერგიას დგუშიან ძრავას ლილვს, ხოლო დამუხრუჭებისას ელექტროძრავა მუშაობს გენერატორის რეჟიმში, ანუ დგუშიან ძრავას აართმევს ენერგიას და მუხტავს აკუმულატორს. ცხადია, ასეთი „ჰიბრიდული ძრავა“ ვერ იქნება დგუშიანი ძრავას ალტერნატივა და ის შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ერთ-ერთი მეთოდი ენერგეტიკული და ეკოლოგიური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად.

ამჟამად დგუშიანი ძრავას შეცვლა ელექტროძრავათი ითვლება რეალურ და რადიკალურ გზად. ეს კარგად ჩანს იმ დიდი ქალაქების მაგალითზე, რომლებშიც განვითარებულია ტრამვაი-ტროლეიბუსების ქსელი, მიწისზედა და მიწისქვეშა ტრანსპორტი, ხოლო საქალაქთაშორისო და საერთაშორისო მიმოსვლისათვის – ელექტრიფიცირებული რკინიგზა. პერსპექტივაში საზოგადოებრივი ტრანსპორტი შეივსება საკმარის რაოდენობის შიგასაქალაქო ელექტრომობილებით (ასეთი ტენდენცია განსაკუთრებით საგრძნობია აშშ-ში). აღსანიშნავია, რომ მარტო კერძო ტრანსპორტის პრობლემა რჩება გადაუჭრელი, რადგან ელექტრომობილი ვერ პასუხობს ადამიანის ბუნებრივ მოთხოვნებს – „ვიმტავრო საღაც მინდა და როცა მინდა“. ამ შემთხვევაში საქმე მარტო ის კი არაა, რომ სადღეისოდ არ არსებობს აკუმულატორის ბატარეები, რომელთა ენერგოტევადობა შეიძლება შევადაროთ დგუშიანი ძრავების ტრადიციული საწვავების ენერგოტევადობებს. რა თქმა უნდა, არ შეიძლება გამოვიციხოთ მეცნიერების გარღვევა ელექტრული ენერგიის აკუმულირების სფეროში, მაგრამ, თუ ეს მაინც მოხდება და ბაზარზე მასობრივად გამოჩნდება იაფი და ექსპლუატაციისთვის ხელსაყრელი, დიდი გარბენის მქონე ელექტრომობილები, მაშინ მათი აკუმულატორების დასამუხტავად არ იქნება საკმარისი სადღეისოდ არსებული ჰიდრო- და ატომური ელექტროსადგურების ელექტროენერგია [1–5]. ამაზე მეტყველებს ის ფაქტი, რომ დგუშიანი ძრავების მიერ გამოიშვავებული საერთო სიმძლავრე რამდენჯერმე აღემატება ყველა ელექტროსადგურის დადგენილ სიმძლავრეს. არარეალურია იმედის დამყარება იმაზე, რომ უახლოეს მომავალში ელექტრო-ენერგიის გამოიშვავება საგრძნობლად გაიზრდება, რადგან ეს დაკავშირებულია:

1. წიაღისეული საწვავების (პირველ რიგში ნახშირის) მოპოვების, წარმოებისა და მოხმარების გაზრდასთან, რაც აუცილებლად გამოიწვევს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესებას;
2. თერმობირთვული ენერგეტიკის დანერგვასთან. თუ 1970–1980-იან წლებში ამ მხრივ რაღაც იმედი არსებობდა, დღეს ფიზიკოსები ვარაუდობენ, რომ მართული თერმობირთვული რეაქციების განხორციელება შესაძლებელი იქნება რამდენიმე ათწლეულის შემდეგ;
3. ატომური ელექტროსადგურების ქსელის გაფართოებასთან. მაგრამ ჩერნობილისა და ფუკუშიმას ატომური ელექტროსადგურების კატასტროფებმა, ეტყობა, დიდი ხნით შეაჩერა ახალი სიმძლავრეების შექმნის საკითხი. ამჟამად მხოლოდ რამდენიმე ქვეყანაში ემსრობიან ატომური ენერგეტიკის განვითარებას.

ასე რომ, ეკოლოგიური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად პერსპექტივაში ორი ათწლეულის განმავლობაში დიდ ქალაქებში ელექტროძრავა, როგორც ძალური დანადგარი, ჩაანაცვლებს შიგასაქალაქო საავტომობილო ტრანსპორტში დგუშიან ძრავებს. დღეს ელექტროტრანსპორტი ფართოდ გამოიყენება შენობებში, მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ძნელია ელექტრომართვის განხორციელება სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში, გემთმშენებლობაში კი პრაქტიკულად შეუძლებელია.

დგუშიანი ძრავების პერსპექტივების პროგნოზირებისას გასათვალისწინებელია ის, რომ:

1. დღემდე სხვა თბურ ძრავებთან შედარებით დგუშიან ძრავებს საწვავის კუთრი ხარჯის მხრივ კონკურენტი არ ჰყავს, რაც საწვავების განუხრელი გაძირების ფონზე მნიშვნელოვანი ფაქტორია;
2. დგუშიანი ძრავების არსებობის თითქმის 150 წლის განმავლობაში შექმნილია მასობრივი წარმოების ისეთი ტექნოლოგიები, რომელთა თვითღირებულება გაცილებით ნაკლებია სხვა თბური ძრავების თვითღირებულებაზე.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ დგუშიანი ძრავები პერსპექტიულ ძრავებად რჩება XXI საუკუნეშიც როგორც სახმელეთო, ასევე საზღვაო ტრანსპორტში და ინარჩუნებს მონოპოლიურ მდგომარეობას მსოფლიო ენერგეტიკაში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ენერგეტი-

კული და ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა და სატრანსპორტო ენერგეტიკის შემდგომი განვითარება უახლოეს მომავალში დღის წესრიგში დააყენებს არანავთობური წარმოშობის არატრადიციული (ალტერნატიული) საწვავების გამოყენებას [1–4].

ეკოლოგიური და ენერგეტიკული პრობლემების გადაწყვეტის მესამე გზად თანამედროვე ეტაპზე დღეშია ძრავებისათვის განიხილება ნავთობპროდუქტების ალტერნატიული საწვავები: სინთეზური საწვავები, ნახშირის სუსპენზიები, სპირტი, მცენარეული ზეთი, აირის კონდენსატის და აირისებრი ნახშირწყალბადიანი საწვავები; წყალბადი, გათხევადებული აირი და სხვ.

დღეშია ძრავებისათვის ალტერნატიულ საწვავად ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია მინერული ბუნებრივი აირი, რომლის ძირითადი კომპონენტია მეთანი (98%) – CH_4 . ბუნებრივი აირი დიდი ხანია გამოიყენება აირსატუმბო სადგურების ძრავებში და ასევე საზღვაო ტრანსპორტში, კერძოდ, თხევადი აირის გადამზიდ ტანკერებში. ყველაზე ხშირად ესაა აირის საწვავით კონვერტირებული დიზელის ძრავები, რომელთა გამოყენების მასშტაბები სხვადასხვა ქვეყანაში 1-დან 10–15 %-მდე მერყეობს. პრაქტიკულად თითქმის ყველა დიდ დიზელმწარმოებელ ფირმას აქვს აირის ძრავად კონვერტირებული დიზელების საცდელ-სამრეველო ნიმუშები. მთლიანობაში ბუნებრივი აირი, როგორც ძრავას საწვავი, გამოირჩევა მთელი რიგი უპირატესობებით, კერძოდ:

1. ბუნებრივი აირის რეზერვები მნიშვნელოვნად აღემატება ნავთობის რეზერვებს და ზოგიერთი პროგნოზით (დღევანდელი მოპოვების ტემპების გათვალისწინებით), მაგალითად, ირანში 300 წლის მარაგია, ხოლო რუსეთში – 100 წლისა. გარდა ბუნებრივი რეზერვებისა, მსოფლიოს ბევრ რეგიონში არსებობს ბუნებრივი აირის მიწოდების განვითარებული ქსელი მაგისტრალური აირსადენების სახით, რაც სადღეისოდ მას იაფ საწვავად აქცევს [1];

2. დამატებით ბუნებრივი აირების რეზერვების გაზრდა შესაძლებელია ბუნებრივი აირით მომუშავე ელექტროსადგურებისა და საქვაბე დანადგარების ნახშირზე გადაყვანით. ამ პროცესის წარმართვა უფრო ადვილია და ენერგეტიკულად გამართლებული, ვინაიდან ნახშირისაგან თხევადი საწვავის მიღება არახელსაყრელია, რადგან ამ დროს იხარჯება მისაღები ენერგიის ნახევარი [2, 3];

3. ძრავას საწვავების ტრადიციულ სახეებთან შედარებით ბუნებრივი აირი ბევრად უფრო ეკოლოგიურია, რადგან იგი შეიცავს ნაკლებ ნახშირბადს (მასური წილის 74,9 %) ბენზინთან (85,6 %) და დიზელთან (86,1 %) შედარებით, რაც ხელს უწყობს გამონაბოლქვ აირებში „სასათბურე აირის“ (CO_2) კონცენტრაციის შემცირებას.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ ბუნებრივი აირის აირადი მდგომარეობა მუშა პროცესის ეფექტური წარმართვის თვალსაზრისითაც ძალზე მნიშვნელოვანია.

დღეისათვის მსოფლიოში შეკუმშული ბუნებრივი აირით მომუშავე დაახლოებით 10 მლნ-მდე ავტომობილია. ექსპერტთა შეფასებით, შეკუმშული ბუნებრივი აირით მომუშავე ავტომობილების წილი ბაზარზე განუწყვეტლივ იზრდება. ამის თქმის გარანტიას იძლევა ბუნებრივი აირის ძალიან დაბალი ფასი და ის, რომ აირიანი ძრავების გამონაბოლქვში დიზელთან შედარებით 70 %-ით ნაკლებია აზოტის ჟანგურები, 13 %-ით ნაკლები – ნახშირორჟანგი, ხოლო ბენზინთან ძრავებთან შედარებით 25 %-ით ნაკლებია ნახშირორჟანგის რაოდენობა. აქვე შევნიშნავთ, რომ აირადი საწვავის წვის პროცესში პრაქტიკულად არ წარმოიქმნება ჭვარტლის მყარი ნაწილაკები.

ტრადიციული ნავთობპროდუქტებისაგან მიღებულ საწვავებთან შედარებით ბუნებრივი აირის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, საკმაო რაოდენობის მარაგები, განვითარებული აირგამანაწილებელი ფართო ქსელები, დაბალი თვითღირებულება და ეკოლოგიურობა იმის თქმის საშუალებას იძლევა, რომ ბუნებრივი აირი XXI საუკუნის პირველი ნახევრისათვის ყველაზე პერსპექტიული ალტერნატიული საწვავია.

დღეშია ძრავას შეკუმშულ ან თხევად აირზე გადასაყვანად გამოიყენება ორი მეთოდი:

1. კონსტრუქციაში შედარებით მარტივი ცვლილებების განხორციელებით სერიული ძრავების კონვერტირება;

2. შეკუმშული ან თხევადი აირით მომუშავე ახალი ძრავების ქარხნული წარმოების შექმნა და ორგანიზება.

მატერიალური და დროითი დანაკარგების გათვალისწინებით უფრო მიმზიდველია პირველი მეთოდი, რომლის დროსაც შედარებით ადვილია სერიული ძრავებისა და ძალური აგრეგატების კონვერტირება, რომლებიც ტრადიციული (თხევადი) და ალტერნატიული (აირადი) საწვავით იმუშავებს. ერთი საწვავიდან მეორეზე გადასვლა და, პირიქით, უნდა ხორციელდებოდეს ძრავას გამორთვის გარეშე.

აირის გამოყენება შესაძლებელია როგორც ბენზინიან ძრავებში, ისე დიზელებში.

აირით კონვერტირებულ ბენზინით მომუშავე ძრავას აქვს მთელი რიგი უპირატესობანი ბაზური ბენზინით მომუშავე ძრავასთან შედარებით. აირადი საწვავების უმეტესობა დეტონაციისადმი მდგრადია. აირადი საწვავის მთავარი კომპონენტია მეთანი, რომელიც გამოირჩევა დეტონაციისადმი მაღალი მდგრადობით, ხოლო წყალბადი – უმცირესით. დეტონაციისადმი მეთანის მაღალი მდგრადობის გამო შესაძლებელია კუმშვის ხარისხის 20–25 %-ით გაზრდა. ასეთი საწვავების აალების უფრო ფართო ზღვრები გადარიბებული ნარევებით, ანუ გადიდებული ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტით ($\alpha=1,7-1,8$ -ზე უზრუნველყოფილია ელექტრონაპერვლური ნარევის საიმედო აალება), მუშაობის შესაძლებლობას იძლევა, რაც საწვავის ეკონომიურობის ზრდის გარანტიაა.

ბენზინით მომუშავე ძრავებში აირადი საწვავების ზემოაღნიშნული უპირატესობების (მათი დაწვა კუმშვის მაღალ ხარისხზე და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის დიდ მნიშვნელობებზე) მიუხედავად, უფრო ეფექტურია აირზე კონვერტირებული დიზელის, განსაკუთრებით კი ე. წ. თხევადი-რიანი დიზელის, ძრავას გამოყენება.

ძრავას საწვავად აირის გამოყენების დროს პრაქტიკულად გართულებულია დიზელის პროცესის წარმართვა თვითაალებით (აალება კუმშვით), რადგან, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, აირჰაერიანი ნარევის აალებისათვის საჭიროა ძალიან მაღალი ტემპერატურა, რისი მიღწევაც მისი კუმშვითაა შესაძლებელი. ამიტომაც იყენებენ ე. წ. ორსაწვავიან ციკლს, რომლის დროსაც ჰაერისა და შეკუმშული აირადი საწვავის ნარევის აალება ხორციელდება დიზელის საწვავის ამნთები დოზის შეფრქვევით. მისი ხარჯი სიმძლავრის მაქსიმალური რეჟიმის დროს მთლიანი ხარჯის 20 %-ს შეადგენს. მართალია, ქალაქის პირობებში მომუშავე საავტომობილო ძრავები ნაწილობრივი დატვირთვების დროს დიდხანს მუშაობს, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც კი დიზელის საწვავის ხარჯმა შეიძლება მთლიანი ხარჯის 50 %-ს მიაღწიოს.

შევსებისა და კუმშვისას ბუნებრივი აირის დიფუზია ჰაერთან გრძელდება მანამ, სანამ კუმშვის ბოლოს (თხევადი საწვავის ამნთები დოზის მიწოდების მომენტში) ცილინდრში აირჰაერიანი ნარევი არ გახდება ჰომოგენური. ამნთები დოზის შეფრქვევა ხორციელდება ბაზური ძრავას საწვავი აპარატურით. დიზელის თხევადი საწვავის შეფრქვევის შემდეგ ცილინდრში იწყება საწვავი ნაკადის წვეთებად დაშლის პროცესი, წვეთების აორთქლება და ჰომოგენურ აირჰაერიან ნარევი დიზელის საწვავის ორთქლის დიფუზია, რაც იმგვარადვე მიმდინარეობს, როგორც ნარევეწარმოქმნის პროცესი ჩვეულებრივ დიზელებში. ამის შედეგად ორსაწვავიანი ძრავას ცილინდრში წარმოიქმნება პეტეროგენული ნარევი, რომლის წვასაც თან სდევს ჭვარტლის მყარი ნაწილაკების წარმოქმნა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ორსაწვავიან ძრავად კონვერტირებულ დიზელის ძრავაში ჭვარტლის კონცენტრაცია წვის პროდუქტებში უფრო ნაკლები იქნება, ვიდრე ბაზურ ძრავაში, რადგან ორსაწვავიან ძრავად კონვერტირებული დიზელი ბაზურთან შედარებით ნებისმიერ შემთხვევაში მოიხმარს გაცილებით ნაკლებ თხევად საწვავს, რომელიც პეტეროგენული წვისას ჭვარტლის წარმოქმნის ძირითადი წყაროა; ამასთან, მუშაობს ჰაერის სიჭარბის უფრო მაღალი კოეფიციენტის პირობებში და ხასიათდება ცილინდრში მუშა ტანის ლოკალური ტემპერატურების შემცირებული მნიშვნელობებით.

მართლაც, თუ ცილინდრის მოცულობის ლოკალური ზონების უმეტესობას ახასიათებს ჰაერის სიჭარბის ლოკალური კოეფიციენტი $\alpha > 0,7$ -ზე, ხოლო ლოკალური ტემპერატურა $T < 1500$ K ან $T > 1900$ K (რადგან ტემპერატურის ინტერვალის მნიშვნელობა – 1500 K $< T < 1900$ K – არის ინტენსიური ჭვარტლწარმოქმნის „კრიტიკული ფანჯარა“), მაშინ გამონაბოლქვ აირებში ჭვარტლის კონცენტრაცია გაცილებით ნაკლებია [2, 6]. ბაზურ ძრავასთან შედარებით სამუშაო ციკლის სარეაქტიულობად ორსაწვავიან ძრავებში მითითებული ლოკალური პარამეტრებით უფრო მეტი შესაძლებლობა არსებობს. გარდა ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ ორსაწვავიანი ძრავას ზემოაღნიშნული მე-2 და მე-3 უპირატესობები ხელს უწყობს წვის პროდუქტებში აზოტის ჟანგულების შემცირებას.

ორსაწვავიან ძრავად კონვერტირებულ დიზელს აირიან ძრავად კონვერტირებულ დიზელთან შედარებით ის უპირატესობა აქვს, რომ ორსაწვავიანი ძრავას შემთხვევაში შესაძლებელია ძრავას გაჩერების გარეშე ორსაწვავიანი (აირდიზელური) პროცესიდან დიზელზე (თხევადზე) გადასვლა და პირიქით. ამასთან, არც კონვერტირებაა რთული, რადგან საჭიროა ძრავას აღჭურვა აირის ისეთი აპარატურით, რომელსაც იყენებენ ნაპერწკლური ანთების აირიან ძრავებში.

ბუნებრივი აირით კონვერტირებული დიზელის კონსტრუქციის აუცილებელი ცვლილებები მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი

ბუნებრივი აირით კონვერტირებული დიზელის კონსტრუქციის ცვლილებები

აირის ძრავა	ორსაწვავიანი ძრავა
ანთების ხერხი	
ელნაპერწკლური, ჩირაღდნული ანთება	დიზელის საწვავის ამნები დოზა
ნარევი	
ჰომოგენური	ჰეტეროგენული
აუცილებელი კონსტრუქციული ცვლილებები	
1. ბუნებრივი აირისა და ჰაერის ნარევის წარმოსაქმნელად შემშვებ სისტემაში შემრევის დაყენება; 2. დეტონაციური წვის თავიდან ასაცილებლად კუმშვის ხარისხის შემცირება (მიიღწევა დგუშის კონსტრუქციის და დგუშში მოთავსებული წვის კამერის ფორმის ცვლილებით); 3. წვის კამერაში ფრქვევანას ნაცვლად ამნები სანთლის დაყენება.	1. ბუნებრივი აირისა და ჰაერის ნარევის წარმოსაქმნელად შემშვებ სისტემაში შემრევის დაყენება; 2. ამნები დოზის მიწოდების მახასიათებლებისა და ხანგრძლივობის მიხედვით დიზელის არსებული საწვავმიწოდებელი სისტემის მორგება წინსწრების კუთხისა და წნევის საჭირო მნიშვნელობებისათვის; 3. ამნები დოზის მიწოდებისათვის დამატებითი ფრქვევანების დაყენება.

ამრიგად, ბუნებრივი აირით დიზელების კონვერტირების ორი სხვადასხვა კონცეფციის შედარებითი ანალიზით დადასტურდა ორსაწვავიანი ძრავას შემთხვევაში კონცეპტუალური მიდგომის უპირატესობა.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Галышев Ю. В., Магидович Л. Е. Перспективы применения газовых топлив в ДВС // Двигателестроение, № 3. М., 2001, с. 31–35.
2. R. Basshuysen, F. Schäfer (Hrsg.). Handbuch Verbrennungsmotor. Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven. aktualisierte und erweiterte Auflage. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden, 2007.
3. R. Pischinger, G. Krassnig, G. Taučar, Th. Sams. Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine. Wien-New-York: Springer-Verlag, 1989.
4. Кавтарадзе П. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
5. T. Lieuwen, V. Yang, R. Yetter Synthesis Gas Combustion. Fundamentals and Applications. New-York: CRC Press, 2009.
6. G. Merker, Ch. Schwarz, G. Stiesch, F. Otto. Verbrennungsmotoren. Simulation der Verbrennung und Schadstoffbildung. Auflage. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2010.

საავტომობილო შიგაწვის ძრავების ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაუმჯობესების გზები

რ. ქავთარაძე, მ. ღლონტი, თ. ნატრიაშვილი

(ნ. ბაუმანის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტი, რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია შიგაწვისძრავებიანი საავტომობილო ტრანსპორტის ეკოლოგიური და ენერგეტიკული პრობლემების ერთდროული გადაჭრის გზები ძრავას თერმოდინამიკური ციკლის თავისებურებების, საექსპლუატაციო პირობებისა და სოციალური პრობლემების გათვალისწინებით.

XXI საუკუნის პირველი ნახევრისათვის საკითხის გადაჭრის ყველაზე მისაღებ და რაციონალურ გზადაა მიჩნეული საავტომობილო შიგაწვის ძრავას კვების წყაროდ ბუნებრივი აირის გამოყენება. ნაშრომში გაანალიზებულია თანამედროვე დიზელების ბუნებრივ აირზე გადაყვანის გზები და ნაჩვენებია დიზელის ორსაწვავიან ძრავად კონვერტირების უპირატესობები.

მიუხედავად იმისა, რომ ავტომობილებში ელექტროამძრავების გამოყენება სულ უფრო პოპულარული ხდება, საავტომობილო ტრანსპორტში შიგაწვის ძრავები კიდევ დიდხანს შეინარჩუნებს დამკვიდრებულ ადგილს. შესაბამისად, აქტუალურია ყველა იმ ღონისძიების გატარება, რომელიც ხელს შეუწყობს მათ მიერ ატმოსფეროს გატუჩყიანების შემცირებას.

ECOLOGY

THE WAYS OF IMPROVEMENT OF THE AUTOMOBILE TRANSPORT ECOLOGICAL INDICES

R. Kavtaradze, M. Glonti, T. Natriashvili

(N. Bauman Moscow State Technical University, R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: There are considered the ways of simultaneous solution of the ecological and power problems of the automobile transport equipped with internal combustion engines, taking into account features of the engine thermodynamical cycle, operational conditions and social problems.

Use of the natural gas for feeding the automobile internal combustion engines is considered, as the most acceptable and rational way of solution of the problem for the first half of the XXI century. The ways of conversion of modern diesels on the natural gas are analyzed in the work and advantages of conversion of the diesel into double-fuel engine are shown.

In spite of the fact, that use of electro- driver in automobiles becomes more and more popular, it is shown, that internal combustion engines will retain a dominant position in the automobile transport for a long time. Consequently, elaboration of all these measures which will promote decrease of the environment pollution by them, is actual.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Р. Кавтарадзе, М. Глonti, Т. Натриашвили

(Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме: В статье рассмотрены пути совместного решения экологических и энергетических проблем автомобильного транспорта, оснащенного двигателями внутреннего сгорания, с учетом особенностей термодинамического цикла двигателя, эксплуатационных условий и социальных проблем.

В первой половине XXI века самым приемлемым и рациональным решением вопроса считается применение природного газа для питания двигателей внутреннего сгорания. В работе проанализированы пути перевода современных дизелей на природное топливо и показаны преимущества конвертирования дизеля на двухтопливный двигатель.

Несмотря на то, что использование электродвигателей в автомобилях с каждым днем становится все более и более популярным, в автомобильном транспорте двигатели внутреннего сгорания еще долго сохраняют свое господствующее положение. Поэтому пока актуально решение тех мероприятий, которые способствуют снижению загрязнения атмосферы.

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მდინარეების (ვერე, დიდშულა, გლდანულა) წყლის ხარისხის შეფასება*

გ. ზეიკიძე, ს. ინგია, ლ. ხურცია, დ. მჭედლიშვილი, მ. ბერიშვილი, ლ. გოგალაძე, თ. გიგაური, რ. გაფრინდაშვილი, ნ. ბუაჩიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ვ. კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის 199-ე საჯარო სკოლა)

საკვლევი მდინარეების – მდ. მტკვრის მცირე შენაკადების (ვერე, დიდშულა, გლდანულა) შესწავლის აუცილებლობა განპირობებულია იმით, რომ ისინი მდ. მტკვარს უერთდებიან დედაქალაქის ტერიტორიის ფარგლებში და თითოეულ მათგანზე აისახება ქ. თბილისის გავლენა. გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ მათზე მრავალი წლის განმავლობაში არ განხორციელებულა ეკოლოგიური მონიტორინგი. აქედან გამომდინარე, ამ მდინარეების თანამედროვე ეკოქიმიური მდგომარეობის შეფასებას ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს.

მდ. ვერეზე შერჩეულ იქნა დაკვირვების სამი წერტილი: ქვედა კვეთი (მდ. მტკვრის შესართავთან), შუა კვეთი (ვაკე-საბურთალოს ტერიტორია) და ზედა კვეთი (შუა კვეთიდან 2 კმ-ის დაშორებით), ხოლო დიდშულასა და გლდანულაზე – თითო-თითო წერტილი მდ. მტკვრის შესართავთან.

პორტატიული გადასატანი აპარატის საშუალებით მდინარეების ნაპირებზე იზომებოდა წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (pH, ტემპერატურა, ელექტროგამტარობა, მარილიანობა და წყალში გახსნილი ჟანგბადი), ხოლო ლაბორატორიულ პირობებში ტარდებოდა ადგილზე აღებული წყლის საანალიზო ნიმუშებში ჰიდროქიმიური (მთავარი იონები, ბიოგენური ელემენტები, მძიმე ლითონები) და მიკრობიოლოგიური (ეშერიხია კოლი, ტოტალური კოლიფორმები, ფეკალური სტრეპტოკოკები) ანალიზები.

საკვლევი ინგრედიენტების განსაზღვრა ხდებოდა თანამედროვე ISO სტანდარტის (პლაზმურ-ემისიური, იონ-ქრომატოგრაფიული და მემბრანული ფილტრაციის) მეთოდებით. შედეგები მოცემულია 1-ლ და მე-2 ცხრილებში.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სამივე საკვლევი მდინარის მდგომარეობა ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, დამაკმაყოფილებელია (ცხრილი 1). თუმცა მდ. ვერეს შუა კვეთში ელექტროგამტარობის მაჩვენებელი საკმაოდ მაღალია (1250 მსმ/სმ). ჰიდროქიმიური მაჩვენებლებიდან თავიანთ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზღვ) გადააჭარბა ამონიუმის იონის და ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილების (კბმ) შემცველობებმა იმ მდინარეთა წყალში, რომლებიც განსაკუთრებულად სენსიტიურია ფეკალიებით გატუჭყიანების მიმართ.

* პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №59/06). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლებელია არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

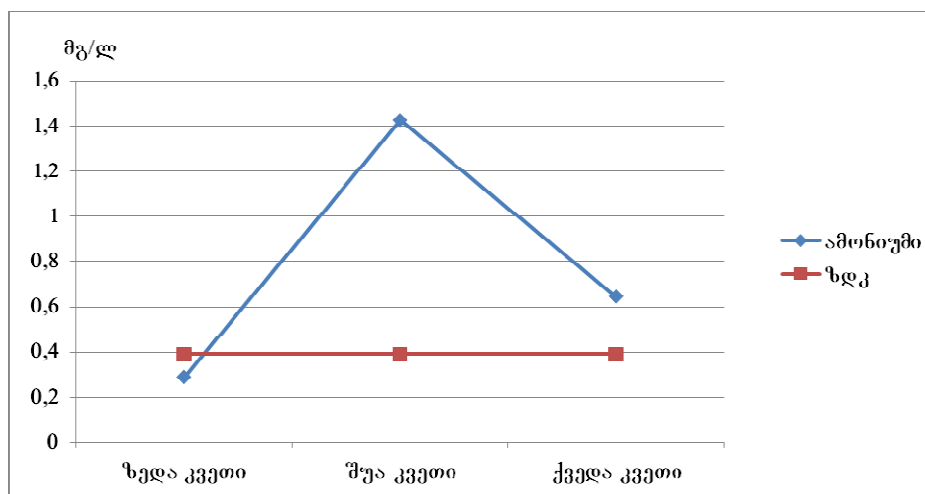
**მდ. მტკვრის მცირე შენაკადების (ვერე, დიდშულა, გლდანულა)
ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები (2014 წ.)**

№	წყლის აღების ადგილი	ტემპერატურა, t°C	pH	გაზსანილი უანგბადი, მგ/ლ	ელექტრო-გამტარობა, მსმ/სმ	მარილიანობა, ‰
1	მდ. ვერე (ზედა კვეთი)	10.2	7.82	4.65	269	0.01
2	მდ. ვერე (შუა კვეთი)	11.7	8.42	3.85	1250	0.06
3	მდ. ვერე (ქვედა კვეთი)	12.1	8.15	4.54	650	0.03
4	მდ. დიდშულა (ქვედა კვეთი)	12.9	7.92	3.61	645	0.03
5	მდ. გლდანულა (ქვედა კვეთი)	12.2	8.44	4.65	470	0.02

**მდ. მტკვრის მცირე შენაკადების (ვერე, დიდშულა, გლდანულა) ჰიდროქიმიური
მონაცემები (2014 წ.)**

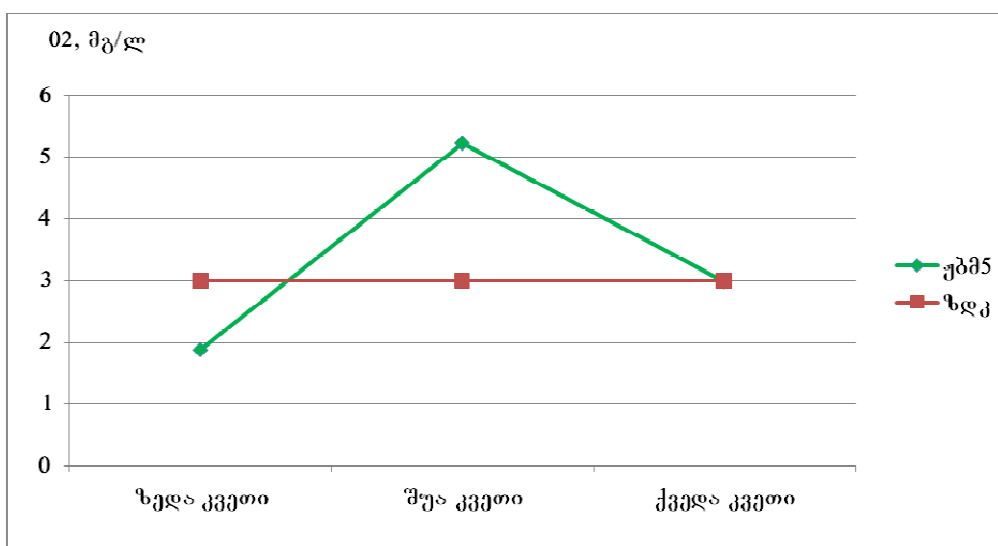
განსასაზღვრავი ინგრედიენტები	მდ. ვერე (ზედა კვეთი)	მდ. ვერე (შუა კვეთი)	მდ. ვერე (ქვედა კვეთი)	მდ. დიდშულა (ქვედა კვეთი)	მდ. გლდანულა (ქვედა კვეთი)
უბმე	1.88	5.22	2.98	3.15	2.66
ნიტრიტის აზოტი, მგN/ლ	0.005	0.030	0.036	0.026	0.006
ნიტრატის აზოტი, მგN/ლ	0.24	1.12	1.18	1.14	0.80
ამონიუმის აზოტი, მგN/ლ	0.290	1.425	0.645	0.742	0.502
ფოსფატი, მგ/ლ	0.002	0.002	0.005	0.003	0.002
სულფატები, მგ/ლ	18.2	20.6	22.2	21.2	18.0
ქლორიდები, მგ/ლ	1.99	2.2	2.2	2.8	2.0
ჰიდროკარბონატი, მგ/ლ	108	118	128	111	119
კალიუმი, მგ/ლ	1.1	1.2	1.2	1.2	1.0
ნატრიუმი, მგ/ლ	6.2	7.2	8.8	8.2	7.0
კალციუმი, მგ/ლ	24.8	26.9	32.5	28.4	25.5
მაგნიუმი, მგ/ლ	6.0	6.0	6.5	7.2	7.0
რკინა, მკგ/ლ	0.065	0.098	0.172	0.088	0.077
თუთია, მკგ/ლ	8.8	9.9	11.2	8.6	9.2
სპილენძი, მკგ/ლ	7.6	8.0	8.8	7.2	8.5
ტყვია, მკგ/ლ	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001

უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ ამ შემთხვევაშიც, მაღალი კონცენტრაციები დაფიქსირდა მდ. ვერეს შუა კვეთში (1-ლი და მე-2 ნახები).



ნახ. 1. ამონიუმის იონის კონცენტრაციის ცვლილების დინამიკა მდ. ვერეს წყალში (2014 წ.)

წყალში Na^+ -ის მაღალი კონცენტრაცია K^+ -ის შემცველობებთან შედარებით (თითქმის 6–8-ჯერ აღემატება) აიხსნება იმით, რომ K^+ არის მეტად საჭირო პროდუქტი მცენარეთა საფრისათვის და მისი ათვისება ხდება უფრო დიდი ინტენსიურობით, ვიდრე Na^+ -ის. K^+ -ც ასევე უფრო მტკიცეაა შთანთქმული ნიადაგში არსებულ კომპლექსებში, ხოლო Ca^{++} -ის შემცველობის მატება წყალში ღინების მიმართულებით გამოწვეულია საქართველოს ნიადაგების სპეციფიკურობით (ანუ ნიადაგში Ca^{++} -ის მაღალი შემცველობით) და, შესაბამისად, მათი წყალში გახსნისას კონცენტრაციების გაზრდით. რაც შეეხება მძიმე ლითონებს, მათი ხსნადი ფორმების შემცველობები წყალში მცირეა და ვერ აღწევს მათ ზღკ-ებს, რასაც განაპირობებს წყლის pH-ის მაღალი მაჩვენებლები (6,5–8,5). ამ დიაპაზონში მიმდინარეობს მათი ჰიდროლიზი და ისინი ჰიდროქსიდების სახით ილექებიან ფსკერულ ნალექებში, ანუ გადანაწილდებიან წყალში, შეტივტივებულ ნაწილაკებზე და სედიმენტებში. მე-3 ცხრილში მოცემულია ვერეს, დიდშულასა და გლდანულის წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები.



ნახ. 2. ნობ5-ის კონცენტრაციის ცვლილების დინამიკა მდ. ვერეს წყალში (2014 წ.)

**მდინარეების (ვერე, დიღმულა, გლდანულა)
წყლის მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები (2014 წ.)**

სინჯის აღების ადგილი	ტოტალური კოლიფორმები 1 ლ-ში	E.CoLi 1 ლ-ში
მდ. ვერე (ზედა კვეთი)	82000	3500
მდ. ვერე (შუა კვეთი)	137000	68000
მდ. ვერე (ქვედა კვეთი)	28500	15000
მდ. დიღმულა	15000	10000
მდ. გლდანულა	12400	7500
მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნდ-ს მიხედვით	—	არა უმეტეს 5000

მე-3 ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ როგორც ტოტალური კოლიფორმების, ასევე E.CoLi-ის კონცენტრაციები განსაკუთრებულად მაღალია მდ. ვერეს შუაკვეთში, თუმცა ყველა სხვა შემთხვევაშიც მათი შემცველობები მაინც მომატებულია.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მდ. მტკვრის სამივე შენაკადი ფეკალური გატუქციანების საფრთხის შემცველია, ხოლო განსაკუთრებული ანთროპოგენური დატვირთვით გამოირჩევა მდ. ვერეს შუა კვეთი (ვაკე-საბურთალოს მონაკვეთი), რომელიც იყო ჩვენი კვლევის ერთ-ერთი ობიექტი.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Фомин Г.С. Вода: Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам // Энциклопедический справочник «Протектор». М., 2010.
2. Фомин Г.С. Почва: Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. «ВНИИСтандарт», М., 2000.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семёнова. Л.: Гидрометеиздат, 1997.
4. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Под ред. Т.В. Гусевой. М.: ФОРУМ: ИНФРА, 2010.

ქ. თბილისის ტერიტორიაზე მდინარეების (ვერე, დიღმულა, გლდანულა) წყლის ხარისხის შეფასება

გ. ზეიკიძე, ს. ინვია, ლ. ხურცია, დ. მჭედლიშვილი, მ. ბერიშვილი, ლ. გოგალაძე, თ. გიგაური, რ. გაფრინდაშვილი, ნ. ბუაჩიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ვ. კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის 199-ე საჯარო სკოლა)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მდ. მტკვრის ზოგიერთი შენაკადის (ვერე, დიღმულა, გლდანულა) ეკოლოგიური მდგომარეობა. სამივე შენაკადზე შერჩეულ იქნა დაკვირვების წერტილები. შედგა გამჭუჭყიანებელი კომპონენტების ნუსხა და, შესაბამისად, მათი წყალში განსასაზღვრავი მეთოდები. საკვლევი მდინარეების ხარისხი შეფასდა კომპლექსურად. გაზომილ იქნა წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, ჰიდროქიმიური სიდიდეები და ასევე იმავე შესასწავლ სინჯებში ჩატარებულ იქნა მიკრობიოლოგიური ანალიზები. მიღებული მონაცემების საფუძველზე დაფიქსირდა მდ. ვერეზე საკმაოდ გაჭუჭყიანებული მონაკვეთი, რაც დადასტურდა კიდევ ყველა გამოყენებული ანალიზის საშუალებით.

ECOLOGY

ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE RIVERS (VERE, DIGMULA, GLDANULA) ON THE TERRITORY OF TBILISI

G. Zeikidze, S. Invia, L. khurtsia, D. Mchedlishvili, M. Berishvili, L. Gogaladze, T. Gigauri, R. Gaprindashvili, N. Buachidze

(Institute of hydrometeorology of Georgian Technical University, V. Komarov Tbilisi Phisico-Mathematical Public School №199)

Resume: There was considered ecological condicion of some inflows (Vere, digmula, gldanula) of the river Mtkvari. Observation points was selected on all there inflows. There was worked out the schedule of polluting components and their determinative methods in the water.

The quality of research rivers was estimated in complex, which is reflected in the fact, that in water was measured the physical-chemical features, hydrochemical parameters and also microbiological parameters. Respectively, on the basis of the obtained data It can be said, that the area of the river Vere was quite polluted, which was confirmed with full chemical and microbiological researches.

ЭКОЛОГИЯ

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК (ВЕРЕ, ДИГМУЛА, ГЛДАНУЛА) НА ТЕРРИТОРИИ Г.ТБИЛИСИ

Г. Зеикидзе, С. Инвиа, Л. Хурция, Д. Мchedlishvili, М. Беришвили, Л. Гогаладзе, Т. Гигаури, Р. Гаприндашвили, Н. Буачидзе

(Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета, 199-ая физико-математическая государственная школа им. Комарова)

Резюме: Рассмотрено экологическое состояние некоторых притоков (Вере, Дигмула и Глданула). На всех трех притоках были выбраны точки наблюдения. Была составлена опись компонентов, загрязняющих воды этих рек, и предложена методика их определения. Комплексно была оценена степень их загрязнения: были измерены физико-химические показатели этих вод, также их пробы, проведен микробиологический анализ. На основе полученных данных зафиксирован довольно загрязненный отрезок реки Вере, что подтвердили все использованные анализы.

ღვარცოფული ხასიათის ძირითადი წყალსადინარები და მათი მთავარი პარამეტრები

ზ. ჭარბაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი)

ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარები მათი განსხვავებული ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური რეჟიმების გამო გარემოზე ნეგატიური ხასიათის ზემოქმედებით მკვეთრად განსხვავდება ჩვეულებრივი მთის მდინარეების კალაპოტებისაგან. გარდა იმისა, რომ ისინი დიდი რაოდენობის და ხშირად კატასტროფული ხასიათის მყარი ჩამონადენით ზიანს აყენებენ გარემოს, გამოირჩევიან შენობა-ნაგებობებზე ზემოქმედების არაორდინალური ბუნებით და კალაპოტში გადაადგილების ძნელად პროგნოზირებადი ხასიათით. ამგვარი ნაკადები შეიძლება გაჩერდეს თვით წყალსადინარის სატრანზიტო ზონაშიც, ამასთან, გააგრძელოს მოძრაობა ნარიყის კონუსამდე და თავად მთავარი მდინარის შესართავამდეც კი. ღვარცოფების ამგვარი მოქმედება საგრძნობლად ართულებს მათ წინააღმდეგ ეფექტურად ბრძოლას – იქნება ამის საჭიროება სათავეში, სატრანზიტო ზონაში თუ ნარიყის კონუსის მიდამოებში [1, 3].

ღვარცოფების წინააღმდეგ ბრძოლის არსებული გამოცდილება ამ შემთხვევაში ცალსახად ანიჭებს უპირატესობას სხვადასხვა ზომისა და კონსტრუქციის ნაკადდამჭერი კაშხალების, ნაკადმიმართველი კედლების, ღვარცოფგამტარებისა და სხვ. ანალოგიური დანიშნულების ნაგებობების ჰიდროტექნიკურ ღონისძიებებს, რომელთა შერჩევა ხდება ღვარცოფული ნაკადის სახეობის, ადგილმდებარეობის სპეციფიკისა და თვით დასაცავი ობიექტის კატეგორიის გათვალისწინებით [4, 5]. პირველ რიგში აუცილებელია მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსახლეობის, ხოლო შემდგომ საკომუნიკაციო ხასიათის ობიექტების: სარკინიგზო ხაზები, საავტომობილო გზების, მაღალი ძაბვის ხაზებისა და წყალსამეურნეო დანიშნულების ნაგებობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.

ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე, განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს ისეთი მკვეთრად გამორჩეული ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარები, როგორიცაა მდ. ღურუჯი, თელავის ხევი, ანთოკის ხევი, მდ. არაგვის ხეობის ცალკეული შენაკადები ღუშეთის ხევის, ჩოხელთ ხევის, ნადიბანთ ხევის, არახეთის ხევისა და მლეითის ხევის სახით; აგრეთვე მდინარეები ლასკადურა და ხელელულა ქვემო სვანეთში, ნადვარევის ხევი და სხალთის ხევი მთიან აჭარაში.

აღნიშნულ წყალსადინარებში ღვარცოფული აქტიურობის შესამცირებლად (მათ სრულ გაუვნებლებაზე ლაპარაკიც კი არ შეიძლება) მიმართავენ როგორც კაპიტალური, ისე პალიატიური და დროებითი ხასიათის ღონისძიებებს, რისთვისაც გამოკვლეული და შეფასებული უნდა იქნეს იმ წყალსადინართა ძირითადი გეომეტრიული, ჰიდროლოგიური თუ ჰიდრაულიკური პარამეტრები, რომელთა სწორი შერჩევაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს ღვარცოფსაწინააღმდეგ ღონისძიებების წარმატებით გატარებას. ამგვარი პარამეტრებია: წყალსადინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, წყალსადინარის მაქსიმალურ და მინიმალურ ნიშნულთა სხვაობა, კალაპოტის სიგრძე, საშუალო ქანობი, მყარი ჩამონადენის საშუალო წლიური მოცულობა, ჰიდრონაგებობების განთავსება და ა.შ [4, 5, 6]. უნდა აღინიშნოს, რომ მსოფლიოს ღვარცოფების გავრცელების რეგიონებში თუ სადმე საჭიროა ღვარცოფსაწინააღმდეგ ღონისძიებების გატარება, ამის ყველაზე მეტი აუცილებლობა საქართველოშია, მაგრამ ისინი ისე უმნიშვნელო რაოდენობითაა და იმდენად მცირე ტერიტორიებს მოიცავს, რომ საკმარისი არ არის არსებული ღვარცოფსაწინააღმდეგ სიტუაციების განსამუხტავად. ლიტერატურული წყაროებისა და

ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების ანალიზის მიხედვით ნათელია, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე ამ მიმართებით ნაკლებადაა შესწავლილი რაჭის რეგიონი და მდ. რიონის შენაკადები, რომლებსაც დიდი ზიანი მოაქვს როგორც მოსახლეობისათვის (არაერთხელ დაფიქსირებულა ადამიანთა მსხვერპლიც კი), ასევე სოფლის მეურნეობისა და საკომუნიკაციო ქსელებისათვის.

რაჭის რეგიონის ძირითადი მდინარეა რიონი. მდ. რიონი მიედინება მთის ღრმა ხეობაში. მას სათავედან სოფ. გლოლამდე სამხრეთ აღმოსავლეთის მიმართულება აქვს, გლოლიდან ქ. ონამდე – დასავლეთის მიმართულება, ონის შემდეგ კი ძირითადად სამხრეთისკენაა ორიენტირებული. ხეობა ამ უბანზე ძირითადად V-სებრი, ალაგ-ალაგ ტრაპეციისებრია. მისი სიგანე ფსკერის გასწვრივ 0.1-დან 0.4 კმ-მდე იცვლება, სხვა შემთხვევაში კი 0.4–1.5 კმ-მდეა. სათავედან პირველი ოცი კმ-ის მანძილზე მისი სიგანე ზოგჯერ 50 მ-მდეც მცირდება. ხეობის ფერდობები უმეტესად დამრეცია, ზოგან ჩაზნექილ-ამოზნექილი. შენაკადები უმეტეს შემთხვევაში ღვარცოფული ხასიათისაა, მათ გამოაქვთ დიდი რაოდენობით მყარი მასალა და შესართავებთან ქმნიან გამოზიდვის კონუსებს [3]. ხეობის ტრაპეციისებრ ნაწილში გვხვდება ტერასები. მათი სიგანე სოფლებთან (ღები, ჭიორა) შეადგენს 250 – 300 მ-ს; ქ. ონთან და სოფლებთან (ნიგეზნარა, სორი, სევა) – 300 – 500 მ-ს; სოფ. ქვიშნართან კი – 300 – 600 მ-ს. 5 კმ სიგრძისა და 0.5 – 0.8 კმ სიგანის ყველაზე დიდი ტერასა არის მდინარის მარჯვენა სანაპიროზე სოფ. კვაცხუთსა და სოფ. ბოსტანას შორის. ხეობაში ტერასების სიმაღლე იცვლება ძირითადად 2 – 3 მ-დან 3 – 6 მ-მდე. გამონაკლისია 10–25 მ-მდე სიმაღლის ტერასები (ქ. ამბროლაური, სოფ. ბოსტანა). ტერასები აგებულია ალუვიურ-დელუვიური დანალექებით, რომლებიც გადაფარულია თიხნარი ნიადაგებით, სადაც განთავსებულია სახნავი მიწები, ვენახები, ხეხილის ბაღები და დასახლებული პუნქტები. წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დროს მდინარის ჭალები იფარება 0.3–0.5 მ სიმაღლის, იშვიათ შემთხვევაში კი 0.5 – 0.8 მ სიმაღლის წყლის ფენით. მდინარის კალაპოტის სიგანე სათავედან ქ. ქუთაისამდე იცვლება 6 მ-დან (მდ. სახნაგის წყლის შესართავი) 62 მ-ის ფარგლებში (სოფ. ჟონეთი), ხოლო წყლის ნაკადის სიღრმეა 0.5 – 3.6 მ-მდე; სიჩქარეები – 0.7 – 1.5 მ/წმ-დან 2 – 4.2 მ/წმ-მდე. მდინარის უდიდესი ქანობია (86.8 %) სათავესთან, უმცირესი კი (3.5%) – სოფ. ოფურჩხეთთან. კალაპოტის ფსკერი უსწორმასწოროა და 10%-ზე მეტი დახრილობის შემთხვევაში გვხვდება 2 მ-მდე დიამეტრის მქონე ღოდები. აღნიშნულ უბანზე მდ. რიონის ძირითადი ჰიდრაულიკური მახასიათებლები მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

მდ. რიონის ზოგიერთი შენაკადის ხეობის აღწერილობა რაჭის ტერიტორიაზე

მახასიათებლები	კვანძები					
	სოფ. ღები	სოფ. გლოლა	სოფ. უწერა	ქ. ონი	სოფ. ხიდიკარი	სოფ. ალპანა
წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ ²	222	629	707	1060	2010	2230
აუზის საშუალო სიმაღლე, მ	2370	2420	2400	2260	2040	1810
საშუალო მრავალწლიური ხარჯი, მ ³ /წ.	10.3	27.9	30.6	43.6	73.8	102
მაქსიმალური ხარჯი, მ ³ /წმ	46.3	125	–	191	350	569
ჩამონადენი, მ ³ /წ.	3,1	–	–	–	61	–

მდ. ნაცარულა სათავეს იღებს მყინვარ ნაცარულადან ზ. დ. 2878 მ სიმაღლეზე. იგი წარმოადგენს მდ. რიონის მარცხენა შენაკადს და უერთდება მას სოფ. გლოლამდე 1 კმ-ით ზემოთ.

მდინარის სიგრძე 14 კმ-ია, საერთო ვარდნა – 1728 მ, საშუალო დახრა – 123,4 %, წყალშემკრები აუზის ფართობი – 52 კმ², აუზის საშუალო სიმაღლე ზ. დ. – 2435 მ. წყალშემკრები აუზში, რომელიც კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზეა განთავსებული, მდინარეთა ქსელი ნაკლებადაა განვითარებული. თითქმის ყველა შენაკადი მის ზემო წელში მდებარეობს და სათავეს უშუალოდ მყინვარებიდან იღებს. რელიეფი ძლიერ დანაწევრებულია ღრმა ხეობებით და წარმოდგენილია გლაციალური ფორმებით, სადაც ძირითადი ქანებია გრანიტები და გნეისები. ხეობის ფერდობის დახრილობა აღემატება 30%-ს. მათი ზედაპირი მთელ სიგრძეზე ძლიერ ეროზირებულია და დახრამულია ეროზიული ჩატრებით, რომელთა შესართავებთან ქვა-ღორღისაგან შექმნილია გამოზიდვის კონუსები. მდინარის კალაპოტი უსწორმასწოროა და ჩახერგილია ქვის ლოდებით, რომელთა დიამეტრი 0.7–1.5 მ-ია.

მდ. ჭანჭახი სათავეს იღებს მყინვარ ჭანჭახიდან ზ. დ. 2660 მ-ზე. იგი მდ. რიონის მარცხენა შენაკადია და უერთდება მას სოფ. გლოლიდან 0,5 კმ-ით ზემოთ 1110 მ-ის სიმაღლეზე. მდინარის სიგრძე 20 კმ-ია, საერთო ვარდნა – 1550 მ, საშუალო დახრილობა – 77.5 %, წყალშემკრები აუზის ფართობია 185 კმ², ხოლო საშუალო სიმაღლე ზ. დ. – 2500 მ. მდინარეს ერთვის 34-მდე შენაკადი, რომელთა საერთო სიგრძე 131 კმ-ია. მდინარეთა ქსელის სიხშირეა 0.71. წყალშემკრები აუზი 2000 მ-ის ზემოთ წარმოდგენილია ალპური მდელოებით, რომლებსაც ქვემოთ მოჰყვება სუბალპური მცენარეულობის ვიწრო ზოლი. აუზის დანარჩენი ნაწილი კი დაფარულია შერეული ტყით, სადაც ჭარბობს წიწვოვან მცენარეთა ჯიშები. მდინარის ხეობა სათავე ნაწილში ვარცლისებრი ფორმისაა, შემდგომ ღებულობს V-სებრ ფორმას, ხოლო კურორტ შოვის ქვემოთ მართკუთხედს ემსგავსება და ასეთად რჩება შესართავამდე. ხეობის სიგანე ზედა კიდეზე ხშირად იცვლება. სათავესთან მისი სიგანეა 1500 მ, შემდეგ თანდათან მცირდება 450 მ-მდე, შესართავისაკენ ისევ ფართოვდება 800 – 850 მ-მდე. ხეობის ძირი სათავესთან საშუალოდ 30-40 მ-ია. ზოგ ადგილებში მისი სიგანე მცირდება 4–6 მ-მდე და მთლიანად ეთმობა კალაპოტს. ის შესამჩნევად ფართოვდება 120–550 მ-მდე შესართავისაკენ, სადაც ხეობას სწორკუთხა ფორმა აქვს. ფერდობის დაქანება უმეტეს შემთხვევაში 25–40%-ია, ზოგ შემთხვევაში კი 60%-ს აღწევს. ფერდობებზე ხშირია ეროზიული ღრმულები. კურორტ შოვთან მარჯვენა სანაპიროზე იწყება 400–500 მ სიგანის ტერასა, რომელიც დინების მიმართულებით ვიწროვდება და სოფ. გლოლის ზემოთ 2 კმ-ში გადადის მარცხენა სანაპიროზე. იქ, სადაც მარცხენა სანაპიროს ტერასა ვიწროვდება (სოფ. გლოლა), ვითარდება 150 – 200 მ სიგანის მარჯვენა სანაპიროს ტერასა და ასე გასდევს მდინარეს შესართავამდე. ხეობის ფსკერის მიმდებარე ფერდობებზე ხშირია გრუნტის წყლების გამოდინება მინერალური წყლების სახით (განსაკუთრებით კურორტი შოვის მიდამოებში). მდინარის სათავესთან ჭალა არ გვხვდება. შუა და ქვემო წელში კი შეინიშნება 10 – 15 მ სიგანის ჭალა ვიწრო ზოლების სახით, რომლის სიგანე შესართავთან ფართოვდება 60 მ-მდე. წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დროს ჭალები იტბორება 0.2–0.7 მ სიღრმეზე; შესართავთან დატბორვის სიღრმე 1.5 მ-ია. წყლის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის ცვალებადობა კალაპოტში – 1.5 – 4 მ/წმ.

წყალდიდობები დამახასიათებელია წყლის თბილი პერიოდისათვის. მდინარის წყლის დონის მატება იწყება აპრილის თვეში და თავის მაქსიმუმს აღწევს მაისში. ამ პერიოდში შეინიშნება წვიმებით და დღე-ღამური ტემპერატურული რყევებით გამოწვეული წყალმოვარდნებიც. ივლისის შემდეგ იწყება მდინარის წყლის დონის თანდათანობითი კლება, რაც გრძელდება სექტემბრის ბოლომდე, თუმცა, არც თუ ისე იშვიათად, აღინიშნება შემოდგომის წვიმების წყალმოვარდნებიც. წყლის მაქსიმალური დონეა 1.5 მ სათავეებთან, 1.3 მ – სოფ. გურშევკასთან, 1.8 მ – კურორტ შოვთან, 2.5 მ – ბუბისწყლის შესართავის ქვემოთ და 2.8 მ – სოფ. გლოლასთან. კატასტროფული წყალმოვარდნების დროს წყალი გადმოდის ჭალებში, რეცხავს ნიადაგს და ანგრევს ხიდებს. საშუალო წლიური ხარჯი

იცვლება 6.18 მ³/წმ-დან 7.72 მ³/წმ-მდე. საშუალო თვიური ხარჯია 17.3 მ³/წმ, წყლის მაქსიმალური ხარჯი – 34.2 მ³/წმ. მდინარეს დიდი რაოდენობის ნატანი მოაქვს მაისიდან აგვისტოს ჩათვლით. მისი საშუალო თვიური სიდიდე შეადგენს 3.3 და 7.9 კგ/წ-ს. უდიდესი საშუალო თვიური სიდიდეა 260 კგ/წ. (1950 წ.), უდიდესი საშუალო სიმძლავრე კი შეადგენს 15000 გრ/მ³-ს.

მდ. საკაო (საკაურა) სათავეს იღებს ლეჩხუმის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე ზ. დ. 2940 მ-ზე და ჩაედინება მდ. რიონში სოფ. ლაგვანთასთან. მისი სიგრძეა 30 კმ, საერთო ვარდნა – 2121 მ, საშუალო ქანობი – 77.0 %, წყალშემკრები აუზის ფართობი – 169 კმ², აუზის საშუალო სიმაღლე ზ. დ. – 2000 მ. მდინარეს აქვს 13 შენაკადი. მათი საერთო სიგრძეა 45 კმ (თითოეული მათგანი ნაკლებია 10 კმ-ზე), მდინარეთა ქსელის სისშირეა 0.46. წყალშემკრები აუზი ასიმეტრიული ფორმისაა და მერიდიანული მიმართულება აქვს. მთიანი რელიეფი გამოირჩევა მკვეთრი მოხაზულობით, წარმოდგენილია კლდოვანი მწვერვალებით, რომლებიც აღწევს და აჭარბებს კიდევ 3000 მ-ს. მდინარის შესართავთან რელიეფი შედარებით დადაბლებულია (1200 – 1300 მ) და ინარჩუნებს ძლიერ დანაწევრებულ სახეს. გეოლოგიური თვალსაზრისით აუზი ძირითადად წარმოდგენილია კრისტალური ქანებით, მდინარის ქვემო წელში კი ჭარბობს კირქვები. ძირითადი ქანები გადაფარულია ტყის სხვადასხვა ნიადაგით.

მცენარეული საფარი, რომლითაც დაფარულია ხევები და მდინარეთა ხეობები, ძალზე მრავალფეროვანია. 2000 მ-ზე მაღლა გავრცელებულია ალპური მდელოები, რომლებიც რელიეფის დადაბლებასთან ერთად იცვლება სუბალპური მცენარეებით. მის ქვემოთ კი შერეული ტყეებია კარგად განვითარებული ქვეტყით. მთელი ტერიტორიის 50 % ტყეს უკავია. მდინარე მიედინება ღრმა, V-სებრი ფორმის ხეობაში, რომელიც უმეტესად ტყითაა დაფარული. ზოგიერთ ადგილას ხეობა ღებულობს ტრაპეციის ფორმას.

ფერდობები მთელი მდინარის სიგრძეზე დახრილია 30 – 50 %-ით, იშვიათ შემთხვევაში 60%-ით (სოფ. ხიდემღები). ფერდობთა ძირი ავიწროებს ხეობას 5–10 მ-მდე. ზოგ ადგილას (სოფ. ხიდემღების ქვემოთ) ხეობის ძირი ფართოვდება და ორივე ნაპირზე წარმოდგენილია ტერასები, რომლებიც ცალკეული წვეტებით ვრცელდება შესართავამდე. ტერასების სიგანე ძირითადად 14–20 მ-ია, სიმაღლე – 2–2.5-დან 5–6 მ-მდე. მათი დახრილობა როგორც განივი, ისე გრძივი მიმართულებით 1 – 4%-ია. მდინარის მთელ სიგრძეზე თითქმის არ გვხვდება ჭალა. ის მხოლოდ სოფ. ლაგვანთის რაიონშია და აქვს 80 მ-მდე სიგანე და 0.2 – 0.3 მ სიმაღლე. ჭალის ზედაპირი უსწორმასწოროა და ძლიერაა დატვირთული მსხვილი ქვის ლოდებით და კლდის ნატეხებით. წყალდიდობების დროს ჭალა მთელ სიგანეზე იფარება 0.8 – 1 მ-მდე სიმაღლის წყლის ფენით. მდინარე აქ განშტოვების გარეშე მიედინება. მხოლოდ სოფ. ლაგვანთასთან იყოფა კალაპოტი ორ ტოტად და წარმოიქმნება 100 მ სიგრძის, 40 მ სიგანისა და 0.5 მ სიმაღლის კუნძული. წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დროს კუნძული წყლით იფარება. წყლის სიღრმე მდინარეში იცვლება 0.3–0.5 მ-დან 12 მ-მდე, დინების სიჩქარე კი – 0.8 მ/წმ-დან 1.6 მ/წმ-მდე.

წლის თბილი პერიოდი ხასიათდება ზამთარში დაგროვილი თოვლის მარაგის დნობით. წყალდიდობა იწყება აპრილის პირველ რიცხვებში, პიკს აღწევს მაის-ივნისში და გრძელდება სექტემბრის დასაწყისამდე. თავსხმა წვიმებით გამოწვეული დონეების მკვეთრი ცვალებადობა შეიმჩნევა აგვისტო-სექტემბერსა და ოქტომბერში. მდინარის საშუალო წლიური ხარჯი სოფ. ლაგვანთასთან წარმოადგენს 7.65 მ³/წ-ს, ხოლო მისი შესაბამისი ჩამონადენის მოღული ტოლია 45.5 ლ/წ კმ²-ისა; უდიდესი ხარჯის სიდიდე კი შეადგენს 52.0 მ³/წ-ს (1953 წ.).

მდ. ჯეჯორა წარმოიქმნა რამდენიმე მყინვარული ნაკადულისაგან კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობზე ზ. დ. 2119,7 მ-ის სიმაღლეზე და ერთვის მდ. რიონს ქ. ონთან 768 მ სიმაღლეზე. მდინარის სიგრძეა 50 კმ, საერთო ვარდნა – 1352 მ, საშუალო დახრილობა – 27%, წყალშემკრები აუზის ფართობი – 438 კმ², მისი საშუალო სიმაღლეა ზ. დ. 1865 მ, ძირითადი შენაკადებია **გრამულა** (სიგრძე 16 კმ) და **ქვედრულა** (სიგრძე 19 კმ). გარდა ამისა, მდინარეს აქვს 87 მცირე შენაკადი საერთო სიგრძით 147 კმ. წყალშემკრები აუზი სიმეტრიული ფორმისაა, რომლის

სიგრძე 52–53 კმ-ია, სიგანე – 10 კმ. წყალშემკრები აუზის ზედაპირი წარმოდგენილია მკვეთრად დანაწევრებული რელიეფით და მაღალი მწვერვალებით. მთავარი მდინარისა და მისი შენაკადების ხეობები ძალზე ჩაღრმავებულია. მდინარეთა სათავეებთან კარგადაა შენარჩუნებული მყინვარული ფორმები. ჩაღრმავებებში ჩაწოლილია 7.29 კმ² საერთო ფართობის მუდმივი თოვლი. მდინარის შუა და ქვემო წელში ბევრგანაა განვითარებული კარსტული ადგილები. გეოლოგიური თვალსაზრისით წყალშემკრები აუზში გავრცელებულია პორფირიტული ქანები და წარმოდგენილია ბრექჩიებითა და ტუფებით, აგრეთვე კირქვებით. ნიადაგის საფარი ძირითადად წარმოდგენილია თიხნარებით, რომლებშიც პატარა ქვების მინარევებია. მცენარეული საფარი ატარებს მკვეთრად გამოხატულ ზონალურ ხასიათს. მდინარის ხეობის ზედა ნაწილი უმეტესად V-სებრი ფორმისაა. ცალკეულ მონაკვეთებზე კი – ტრაპეციული ფორმის. V-სებრი ხეობის ფსკერი ძალზე ვიწროა (5–30 მ), ხოლო ტრაპეციისებრი ფორმის ხეობა ფართოა და 400 – 700 მ-მდე სიგანისაა. ხეობათა ფერდობები უმეტეს შემთხვევაში ამოხნეკილია და დიდი ქანობით (20–60 %) ხასიათდება. სოფლების – ლეთისა და კევსელტის რეგიონში შენაკადები ქმნის 0.6 – 0.8 კმ სიგრძის და 0.7 – 1.0 კმ სიგანის მძლავრ გამოზიდვის კონუსებს. ტერასების სიგანე იცვლება 10-დან (ზედა და შუა დინებასთან) 400 მ-მდე (სოფ. კიროვთან). მათი ზედაპირის ნაწილი მოხნულია, ნაწილი კი ტყესა და ბუჩქნარს უკავია. მდინარეს აქვს ჭალა სოფ. კიროვსა და შეუბანს შორის, აგრეთვე შესართავთან, რომელთა სიგანე იცვლება 70 – 250 მ-მდე. ტერასების ქვა-ღორღიანი ზედაპირი უმეტესად მოსწორებულია. წყალმოვარდნების პერიოდში ჭალები იფარება 0.3 – 1.4 მ-მდე სიმაღლის წყლით. მდინარის კალაპოტი მდ. ქვედრულას შესართავს ქვემოთ იტოტება და წარმოიქმნება 4 – 300 მ საერთო სიგრძისა და 1 – 1.3 მ სიმაღლის კუნძულები. წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების დროს ეს კუნძულები წყლით იფარება. მდინარის ნაკადის სიგანე მერყეობს 2-დან (სათავე) 20 მ-მდე (შესართავი), სიჩქარე იცვლება 1.2-დან 3 მ/წმ-მდე. დონეთა რეჟიმს ახასიათებს გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობა და წყალმოვარდნები. დონეების მატება იწყება მარტში და გრძელდება აგვისტომდე. მაქსიმალური დონე ფიქსირდება მაისში, წვიმისმიერი წყალმოვარდნები – შემოდგომაზე. მდინარის მყარი ნატანის რეჟიმი იცვლება წყლის რეჟიმთან შესაბამისობაში და მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობისას. წლიური მყარი ნატანის ოდენობა შეადგენს 16 000 ტ-ს.

მდ. ლუხუნი სათავეს იღებს მცირე წყაროდან, რომელიც განთავსებულია ლენხუმის ქედის სამხრეთ ფერდობზე ზ. დ. 2650 მ-ზე და უერთდება მდ. რიონს მარჯვენა სანაპიროდან სოფ. წესთან. მდინარის სიგრძე 39 კმ-ია, საერთო ვარდნა – 2038 მ, საშუალო დახრილობა – 52.2 ‰; წყალშემკრები აუზის ფართობი – 293 კმ², მისი საშუალო სიმაღლე – 1750 მ. ძირითადი შენაკადია ხეორის-წყალი (სიგრძე – 14 კმ). გარდა ამისა, მდინარეს ერთვის 32 მცირე შენაკადი. მათი საერთო სიგრძეა 81 კმ. მდინარეთა ქსელის სიხშირეა 0.5. წყალშემკრები აუზს აქვს ასიმეტრიული ფორმა. მას ზემო წელში მკვეთრად გამოხატული რთული ფორმა აქვს წვეტიანი მწვერვალებით და მდინარეთა ღრმა ხეობებით. ზოგიერთ ჩაღრმავებაში მუდმივი თოვლი და ყინულოვანი მასაა ჩაწოლილი. შუა და ქვემო დინებაში ასევე რთული რელიეფია, მაგრამ შედარებით ნაკლებად დანაწევრებული. აუზის ნიადაგური და მცენარეული საფარი ატარებს მკვეთრად ზონალურ ხასიათს. მდინარის ხეობა ზედა და შუა დინების ზონაში წარმოადგენს ღრმად ჩატრილ ხეობას, რომლის ფსკერის სიგანეა 5–7 მ. დანარჩენ ნაწილში ის V-სებრი ფორმისაა და მისი ფსკერის სიგანე შეადგენს 30–40 მ-ს. ფერდობები ძირითადად ამოხნეკილია, ქანობი შეადგენს 30–50%-ს. ხეობის ძირში მათი ქანობი მკვეთრად იზრდება და 70–80%-ს აღწევს. მდინარის ჭალა განვითარებულია მხოლოდ ქვემო წელის ზონაში და მოკლებულია მცენარეულ საფარს. წყალდიდობისა და წყალმოვარდნების პერიოდში იფარება 0.5 – 1 მ-მდე სიღრმის წყლის ფენით. მდინარის სიგანე იცვლება 5 – 12 მ-ის ფარგლებში, სიღრმეები – 0.4 – 1.0 მ-მდე; ნაკადის სიჩქარე – 1 მ/წმ-დან 3 მ/წმ-მდე. დონეების რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობებით, რომლებიც წარმოიქმნება სეზონური თოვლის და მყინვარების დნო-

ბით. ასევე ხშირია შემოდგომის წყალმოვარდნებიც, რომლებიც გამოწვეულია ხანგრძლივი წვიმებით და ზოგჯერ კატასტროფული ხასიათისაა (1953 წ.).

მდ. რიონისა და ზოგიერთი მისი შენაკადის შესახებ სტატიაში მოყვანილი მსჯელობა არ ასახავს სრულად რაჭის ტერიტორიაზე არსებულ მდინარეულ ქსელში მიმდინარე ღვარცოფული მოვლენების რეალურ სურათს, რადგან ისინი არ წარმოადგენენ წყალშემკრებ აუზებსა და ჩამონადენის არტერიებში მიმდინარე ღვარცოფული მასის ფორმირებისა და მისი გადაადგილების კლასიკურ მაგალითებს.

ადგილობრივი მაცხოვრებლების გამოკითხვის შედეგად დადგენილია, რომ მდ. რიონის სათავედან ქ. ონამდე არსებობს მცირე ზომის 50-მდე მარჯვენა და მარცხენა შენაკადი, რომლებზეც წარსულში დაფიქსირებული იყო ღვარცოფული პროცესების ფორმირებისა და მასთან დაკავშირებული კატასტროფული მოვლენების განვითარების მრავალი შემთხვევა. ამ შემთხვევებს უკავშირდება ისეთი ნეგატიური შედეგები, როგორიცაა რეგიონში არსებული ინფრასტრუქტურის დაზიანება, მდ. რიონის კალაპოტის გადაკეტვა და ადამიანთა მსხვერპლი. ეს უკანასკნელი ფაქტი მიგვანიშნებს ამ შენაკადების და მათი წყალშემკრები აუზების სათანადო კუთხით შესწავლის აუცილებლობაზე, რათა დროულად იქნეს დაგეგმილი და განხორციელებული შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები.

ქვეყანაში ღვარცოფული სიტუაციების შეფასების მიზნით და ადეკვატური დაცვითი ღონისძიებების შესამუშავებლად შექმნილია ცხრილები, სადაც მოყვანილია ღვარცოფული ხასიათის ძირითად წყალსადინართა დასახელება და მათი გეომეტრიული, ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური პარამეტრები როგორც მთლიანად ღვარცოფული ხასიათის შენაკადებისათვის, ისე ამ შენაკადების ცალკეული უბნებისათვის – ზედა უბანი, სატრანზიტო ზონა და ქვედა უბანი ნარიყის კონუსით, რაც იმის საშუალებას იძლევა, რომ ისინი შემდგომ გამოყენებულ იქნენ ცალკეული ობიექტებისათვის საპროექტო სამუშაოების შესასრულებლად (ცხრილები 2 და 3).

ცხრილი 2

მდ. რიონის ღვარცოფული ხასიათის მარცხენა შენაკადებისა და მათი ცალკეული უბნების (ზედა, სატრანზიტო ზონა და ქვედა ნარიყის კონუსით) ძირითადი ჰიდრაულიკური მაჩასიათებლები

№ რიგზე	ერთ-ერთი მარცხენა შენაკადი	აუზის ფართობი, F (კმ ²)	შენაკადის საერთო სიგრძე, L (მ)	სათავეს ნიშნული, ∇_1 (მ)	შესართავეს ნიშნული, ∇_2 (მ)	საშ. ქანობი, $i = \frac{\nabla_1 - \nabla_2}{L}$	უბნის სიგრძე, L_1	უბნის ზედა ნიშნ., ∇_1	უბნის ქვედა ნიშნ., ∇_2	უბნის ქანობი, $i = \frac{\nabla_1 - \nabla_2}{L_1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	–	131	25 000	2400	800	0. 064				
1.1							ზედა უბანი			
							5000	2400	1860	0.108
1.2							სატრანზიტო უბანი			
							9000	1860	1330	0.058
1.3							ქვედა უბანი ნარიყის კონუსით			
							11000	1330	800	0.048

ფიზიკურ-მექანიკური და რეოლოგიური ხასიათის თვისებების გარდა, ღვარცოფები ჩვეულებრივ წყლის ნაკადებთან შედარებით ხასიათდება 11 – 20 მ/წმ ანომალიური სიჩქარეებით, 5 – 10 მ სიღრმითა და, რაც მთავარია, დამანგრეველი ძალის მქონე დიდი მოცულობის (50 – 90 მ³) ქვებით [2 – 4].

მდ. რიონის ღვარცოფული ხასიათის მარცხენა შენაკადებისა და მათი ცალკეული უბნების (ზედა, სატრანზიტო ზონა და ქვედა ნარიყის კონუსით) ძირითადი ჰიდრაულიკური მახასიათებლები

№	ერთ-ერთი მარჯვენა შენაკადი	აუზის ფართობი, F (კმ ²)	შენაკადის საერთო სიგრძე, L (მ)	სათავის ნიშნული, ∇_1 (მ)	შესართავის ნიშნული, ∇_2 (მ)	საშ. ქანობი, $i = \frac{\nabla_1 - \nabla_2}{L}$	უბნის სიგრძე, L_1	უბნის ზედა ნიშნ., ∇_1	უბნის ქვედა ნიშნ., ∇_2	უბნის ქანობი, $i = \frac{\nabla_1 - \nabla_2}{L_1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	—	37	11 000	2300	800	0.136				
1.1							ზედა უბანი			
							3300	2300	1700	0.181
1.2							სატრანზიტო უბანი			
							3700	1700	1200	0.135
1.3							ქვედა უბანი ნარიყის კონუსით			
							4000	1200	800	0.100

აღნიშნულ თვისებათა არსებობასთან დაკავშირებით ღვარცოფების ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური გაანგარიშების დროს განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია მათი ისეთი პარამეტრების დადგენა, როგორიცაა ნაკადის საწყისი წინაღობა ძვრაზე, მისი სიღრმე, თვით კალაპოტის კონფიგურაცია გეგმაში და ქანობების მნიშვნელობები კალაპოტის ცალკეულ უბნებზე. თუ ნაკადის საწყისი წინაღობა ძვრაზე $\tau_0 > \gamma \cdot i \cdot h_0$, სადაც γ ნაკადის მოცულობითი წონაა, i – კალაპოტის ქანობი და h_0 – ნაკადის გაჩერების სიღრმე, ამ შემთხვევაში ღვარცოფსაწინააღმდეგ ნაგებობათა ჰიდრაულიკური გაანგარიშების პრინციპები ძირეულად განსხვავდება ტრადიციული მეთოდებისაგან. ამიტომ ამგვარი გაანგარიშებების განხორციელებამდე აუცილებელია ზემოთ მითითებული მახასიათებლების რაოდენობრივი მნიშვნელობების დადგენა.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Мирцхулава Ц. Е. Опасности и риски на некоторых водных и других системах. Тб., 2003.
2. Натишвили О. Г., Тевзадзе В.И. Работа водного потока по перемещению камня и прогнозирование экологической ситуации в русле горного водотока // Инженерная экология, №5, 2002, с. 34-38.
3. Таварткиладзе Н. Е. Аналитическое определение расхода и средних скоростей потока при ламинарном режиме течения жидкости в каналах со сложными поперечными сечениями // Труды ГПИ, №13(355), Тб., 1989, с. 30-33.
4. Гагошидзе М. С. Селевые явления и борьба с ними. Тб.: Сабчота Сакартвело, 1970.
5. Гавардашвили Г. В., Надарая М. Н. Защита горных ландшафтов от эрозии и селевых потоков // Сообщения АН Грузии, т. 158, №2, Тб., 1998, с. 297-299.
6. Виноградов Ю. Б. Этюды о селевых потоках. Л.: Гидрометиздат, 1980.
7. Гагошидзе М. С. Селевые явления и борьба с ними. Тб.: Сабчота Сакартвело, 1970.
8. Натишвили О. Г., Тевзадзе В.И. Работа водного потока по перемещению камня и прогнозирование экологической ситуации в русле горного водотока // Инженерная экология, №5, 2002, с. 34-38.
9. Натишвили О. Г. О переносе твердых взвешенных частиц турбулентным потоком // Труды Груз.НИИГиМ, вып. 23, 1965, с.159-174.
10. Натишвили О. Г., Тевзадзе В.И. Движение селей и их взаимодействие с сооружениями. Тб., 2001, с.147.
11. Таварткиладзе Н. Е. Аналитическое определение расхода и средних скоростей потока при ламинарном режиме течения жидкости в каналах со сложными поперечными сечениями // Труды ГПИ, №13(355), Тб., 1989.

ღვარცოფული ხასიათის ძირითადი წყალსადინარები და მათი მთავარი პარამეტრები

ზ. ჭარბაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია რაჭის რეგიონში მდ. რიონის ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარები. ღვარცოფის აქტიურობის შესამცირებლად გამოკვლეულ და შეფასებულ იქნა წყალსადინართა ძირითადი გეომეტრიული, ჰიდროლოგიური და ჰიდრაულიკური პარამეტრები, რაც საწინდარია ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების წარმატებით გატარებისათვის.

ENVIRONMENTAL PROTECTION

THE BASIC MUDFLOW TRIBUTARIES AND THEIR MAIN PARAMETERS

Z. Charbadze

(Institute for Water Resources of Georgian Technical University)

Resume: There is discussed the mudflow tributaries of the river Rioni. For the softening of water-course activity there was researched and estimated major geometrical, hydrologic and hydraulic parameters. There are considered anti-scour events that contribute to the functioning of the anti - mudflow.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОСНОВНЫЕ ВОДОТОКИ СЕЛЕВОГО ХАРАКТЕРА И ИХ ГЛАВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

З. Чарбадзе

(Институт водного хозяйства Грузинского технического университета)

Резюме: Рассмотрены водотоки селевого характера р. Риони. Для смягчения активности селея исследованы и оценены основные геометрические, гидрологические и гидравлические параметры водотоков, которые являются основой для проведения противоселевых мероприятий.

**საქართველოს რეგიონების მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის
საზოგადოებრივ-გეოგრაფიული კვლევის ახალი ალტერნატიული მეთოდების
დამუშავება***

ნ. გავარდაშვილი, ა. გავარდაშვილი

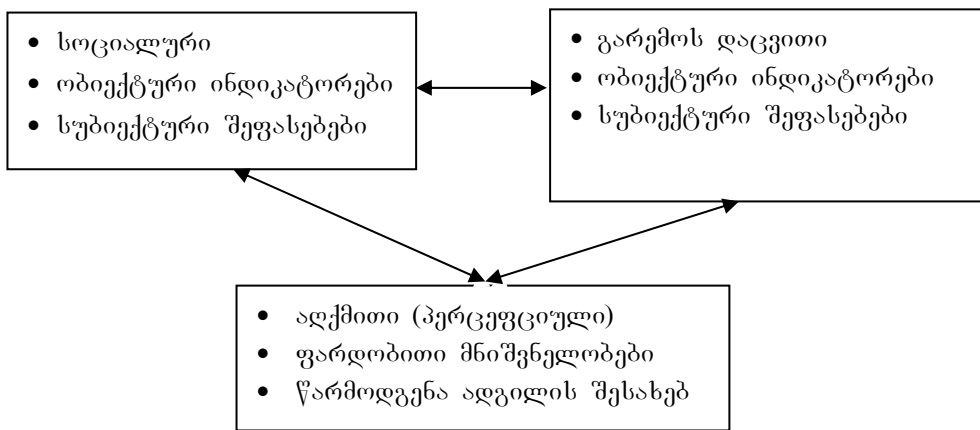
(გარემოს დაცვის ეკოცენტრი)

საერთაშორისო ინდექსები და რეიტინგები ერთ-ერთი საშუალებაა, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია შეფასდეს ამა თუ იმ ქვეყნის პროგრესი სხვადასხვა მიმართულებით. ინდექსი არის ემპირიული მონაცემის ან მონაცემების მიხედვით ფორმირებული მაჩვენებელი, რომელიც მნიშვნელობას იძენს და დროში იცვლება მონაცემების ცვლილების შესაბამისად. ინდექსი წარმოადგენს აბსტრაქტულ, ხელოვნურად შექმნილ მოდელს, რომელიც მხოლოდ მიახლოებით შეიძლება ასახავდეს არსებულ რეალობას. ინდექსის ვალიდურობა და მისი ინტერპრეტაცია დამოკიდებულია კვლევისას გამოყენებულ მეთოდოლოგიაზე. ინდექსებზე დაფუძნებული დასკვნების არასწორი განზოგადების თავიდან ასაცილებლად ყურადღება უნდა მიექცეს, თუ რომელ კონკრეტულ საკითხს/სფეროს აფასებს ინდექსი და რა მონაცემებია გამოყენებული მისი გამოთვლისას.

საზოგადოების ცხოვრების ხარისხის შესაფასებლად თანამედროვე მსოფლიოში ბევრი განსხვავებული თუ მსგავსი ეკონომიკური, სოციალური და ინტეგრირებული მაჩვენებელი და ინდექსი გამოიყენება. მათ შორის ყველაზე პოპულარულია ცხოვრების დონის ინდექსი, გაეროს ადამიანური განვითარების ინდექსი, ცხოვრების ხარისხის ინდექსი და ა.შ. ამასთანავე, საგრძნობლად იზრდება ცხოვრების ხარისხის, როგორც საზოგადოების მდგომარეობის ამსახველი და ადამიანების მიერ თავისი ცხოვრების სხვადასხვა მხარის სუბიექტური შეფასების მომცველი კომპლექსური მაჩვენებლის როლი. ცხოვრების ხარისხის გლობალური მაჩვენებლის განსაზღვრამ შესაძლებელია ხელი შეუწყოს კაცობრიობის განვითარების სოციალურად მისაღები ალტერნატივების შედარებით ანალიზს; რა თქმა უნდა, იმ ფაქტორთა ცვლილებების გათვალისწინებით, რომლებიც ცხოვრების ხარისხის მაჩვენებლის მიღებისას გამოიყენება.

ცხოვრების ხარისხი, როგორც ზოგადი ცნება, სხვა განზომილებებთან ერთად აერთიანებს სუბიექტურ და ობიექტურ ინფორმაციას. მოცემულ მოდელში გეოგრაფიული მეცნიერების პოზიციიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სამ მიდგომას. ესენია: სოციალური, გარემოს დაცვითი და აღქმითი. თითოეული მათგანი, თავის მხრივ, აერთიანებს მახასიათებლებს, რომლებიც იცვლება უკიდურესად ობიექტურიდან უკიდურესად სუბიექტურამდე. გეოგრაფიული მეცნიერებისათვის მნიშვნელოვანი სამივე ასპექტი წარმოდგენილია კონცეპტუალურ მოდელში (ნახ. 1).

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის სახელობის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (პრეზიდენტის სამეცნიერო გრანტი ახალგაზრდა მეცნიერთათვის №52/31 - 2013 წ.). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორს და შესაძლებელია არ ასახავდეს საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებას.



ნახ. 1. ცხოვრების ხარისხის კომპონენტები

ზოგიერთი ავტორი (მაგალითად, ჯ. ვეიჯერი) მიიჩნევს, რომ ცხოვრების ხარისხისა და სტანდარტის გამოთვლა სპეციალური ფორმულების საშუალებით ხორციელდება. მათი აზრით, ცხოვრების სტანდარტი წარმოადგენს პროდუქციის საერთო რაოდენობისა და მასზე გაწეული ხარჯების მოსახლეობის საერთო რაოდენობაზე გაყოფის შედეგს, ხოლო ცხოვრების ხარისხი – სამი კომპონენტის ჯამს, რომელშიც შედის ცხოვრების ძირითადი სტანდარტი, მომსახურებათა რაოდენობა და ცხოვრების ხარისხი დროის გარკვეული მონაკვეთისათვის, ადამიანთა მიერ დაგროვებული გამოცდილების ხარისხი.

თანამედროვე გეოგრაფიულ მეცნიერებაში სოციალური განვითარებისა და ეკონომიკური ზრდის შედეგად წარმოქმნილი მოვლენის შესწავლიდან მისი, როგორც “ადამიანის შესაძლებლობათა გაფართოების ხელშემწყობი ფაქტორის” გააზრებაზე გადასვლამ, უკანასკნელ ათწლეულებში ცხოვრების ხარისხისადმი ინტერესის ზრდა გამოიწვია. თუმცა სამეცნიერო კვლევათა თეორიულ-მეთოდოლოგიური ბაზის განვითარების დონე ჯერ კიდევ დაბალია. გარდა ამისა, დაზუსტებას საჭიროებს ტერმინი “ცხოვრების ხარისხი” და საზოგადოებრივ-გეოგრაფიულ მეცნიერებაში მისი ადგილის განსაზღვრა. კორექტირებას მოითხოვს მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის მონიტორინგის მეთოდები. მცირე რეგიონულ კვლევათა რაოდენობაც, აღნიშნული საკითხები განაპირობებს ცხოვრების ხარისხის თანამედროვე შესწავლის აქტუალურობას.

თემის აქტუალურობას ზრდის ის ფაქტიც, რომ ჯერჯერობით მსოფლიოში ვერ მოხერხდა იმ ერთიან მახასიათებელთა სისტემის ჩამოყალიბება, რომლის საფუძველზეც შესაძლებელი იქნება მომავალში ცხოვრების ხარისხის ინდექსის განსაზღვრა. მაგალითად, რ. ბაუერის რედაქტორობით გამოსულ შრომათა კრებულში დასახელებულია 12 მაჩვენებელი: პროფესიული განათლების შესაძლებლობები, განათლება ასაკობრივი ჯგუფების მიხედვით, ხმის მიცემის უფლება, საქონლის არჩევანი, ინფორმაცია საერთაშორისო და საწარმოო პრობლემების შესახებ, ცალკეული რეგიონისათვის თავისუფალი დროის მნიშვნელობა, პარკები და სპორტული დაწესებულებანი, სამართლებრივი დაცულობა, მოხმარების საერთაშორისო ფონდები, მოხუცებულთა უზრუნველყოფა, ქალაქების სილამაზე, კომუნალური საკითხების მოგვარებისას მოქალაქეთა ჩართულობა.

საქართველოსთვისაც თემის აქტუალურობა განპირობებულია ცხოვრების ხარისხის, როგორც ძალიან მრავალმხრივი ინდიკატორის, ჩამოყალიბებით, რომელიც ითვალისწინებს არა მარტო ეკონომიკურ მაჩვენებლებს, არამედ ადამიანის საქმიანობისა და ცხოველქმედების ისეთ სფეროებს, როგორიცაა პოლიტიკური თავისუფლება, რეკრეაცია, შრომის უსაფრთხოება და ა. შ. ჩვენი

ქვეყნისთვის ამ საკითხის კვლევა კიდევ უფრო აქტუალურია ნაკლებად შესწავლულობისა და მასთან დაკავშირებულ სამეცნიერო კვლევათა სიმცირის გამო.

ცხოვრების ხარისხის ინდექსი საკმაოდ სრულყოფილად გამოხატავს ქვეყანაში არსებულ სოციალურ-ეკონომიკურ, პოლიტიკურ თუ ფსიქოლოგიურ მდგომარეობას. თუმცა, გამომდინარე იქიდან, რომ აღნიშნული ინდექსი გარდა ობიექტურისა, სუბიექტურ და ფსიქოლოგიურ ფაქტორებსაც ითვალისწინებს, ამ უკანასკნელმა შესაძლოა მნიშვნელოვნად შეცვალოს ან დაამახინჯოს სურათი. დღესდღეობით მისი შესწავლა ძირითადად ცალკეული ქვეყნების დონეზე მიმდინარეობს (რამდენიმე გამონაკლისის გარდა). რაც შეეხება ამ მაჩვენებლის საფუძველზე ქვეყნის შიგა რეგიონული სხვაობების გამოვლენას, ეს საკმაოდ იშვიათია ინდექსის მისაღებად საჭირო მონაცემების არარსებობის გამო. ასეთივე მდგომარეობაა საქართველოში. მსგავსი კვლევა ჩვენს ქვეყანაში ფაქტობრივად არ ჩატარებულა.

ცალკე საკითხად შეიძლება გამოიყოს იმ ინდიკატორების განსაზღვრის საკითხი, რომლებიც ცხოვრების ხარისხის გამოთვლისას უნდა იქნეს მხედველობაში მიღებული. ძირითადი სიძნელეა ის, რომ ცხოვრების ხარისხის შემადგენელი ბევრი ელემენტის რაოდენობრივად განსაზღვრა ვერ ხორციელდება.

ჩვენ მიერ რამდენიმე წლის განმავლობაში მიმდინარეობდა ცხოვრების ხარისხის კვლევისა და მისი ინდექსის დათვლის სხვადასხვა ხერხის მოძიება და შესწავლა. უნდა აღინიშნოს, რომ თითქმის ყველა მათგანი ეფუძნებოდა მშრალ სტატისტიკურ ინფორმაციას, რომლის მოპოვებაც მთლიანად საქართველოში და მით უმეტეს მის რეგიონებში, ძალიან რთული ან თითქმის შეუძლებელი აღმოჩნდა.

კიდევ უფრო რთულია ცხოვრების ხარისხის ინდექსის შემადგენელი ბევრი კომპონენტისთვის რიცხვითი მნიშვნელობების მინიჭება და ცხოვრების ხარისხის ინდექსის ახალი ფორმულის შექმნა, რადგან არც ერთმა გაგლენიანმა ორგანიზაციამ, რომელიც აწარმოებს აღნიშნული ტიპის კვლევას, არ გაგვიზიარა ფორმულა. ჩვენ მიერ შესწავლილი ყველა კვლევა თუ ცხოვრების ხარისხის ინდექსის დათვლის მცდელობა ითვალისწინებდა მხოლოდ ობიექტურ სტატისტიკურ ინფორმაციას. არც ერთ მათგანში არ გვხვდება სუბიექტური ფაქტორების გამოყენება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ცხოვრების ხარისხი ყველაზე მეტად იმით განსხვავდება სხვა მსგავსი მახასიათებლებისგან (მაგალითად, ცხოვრების დონე), რომ მასში აუცილებლად უნდა აისახოს ადამიანის მიერ თავისი ცხოვრების შემადგენელი კომპონენტების სუბიექტური აღქმა.

გამომდინარე იქიდან, რომ საქართველოში მთლიანი ქვეყნის დონეზეც კი არ არსებობს ბევრი მონაცემი, რომლებიც აუცილებლად უნდა გამოვიყენოთ ცხოვრების ხარისხის ინდექსის დათვლისას, გადავწყვიტეთ, რომ მათემატიკური მოდელირების საშუალებით შეგვექმნა ცხოვრების ხარისხის ინდექსის დათვლის ალტერნატიული მოდელი, რომელიც სწორედ ადამიანების მიერ გარკვეული საკითხების სუბიექტურ შეფასებებს დაეფუძნებოდა. სწორედ ესაა ნაშრომის პიპოთეზა. ამისათვის შეირჩა რამდენიმე მნიშვნელოვანი ინდიკატორი (ჩვენს შემთხვევაში ასეთი არის 8). მათ საფუძველზე მოვახდენთ სოციოლოგიურ გამოკითხვას, რომლის დროსაც რესპონდენტებმა 1-დან 5-მდე ქულების მინიჭებით უნდა შეძლონ მათი შეფასება. რესპონდენტების არჩევა შემთხვევითი არჩევითობის პრინციპით მოხდება.

ცხოვრების ხარისხის განსაზღვრისათვის (რომლის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლები ყოველ წელს იცვლება) ვიყენებთ შემდეგ მათემატიკური მოდელს:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8), \quad (1)$$

სადაც X_1 სიცოცხლის უსაფრთხოებაა (იგულისხმება ქვეყანაში არსებული კრიმინალური მდგომარეობა, ადამიანზე ძალადობის – მკვლელობის, გაუპატიურების, ყაჩაღობის, ადამიანის გატაცების ფაქტები და ტერორისტული აქტები);

X_2 – ეკოლოგიური პრობლემები (ბუნებრივი ლანდშაფტისა და საცხოვრებელი გარემოს უსაფრთხო მდგომარეობა, გარემოს გატუჩყვანება, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების წარმოშობის რისკი);

X_3 – ჯანდაცვა (სამედიცინო დაზღვევით უზრუნველყოფა, მცირეწლოვანი ბავშვების აცრების მაჩვენებლები, პენსიონერთა მდგომარეობა, სამედიცინო მომსახურების ხარისხი);

X_4 – განათლების სისტემის ეფექტურობა (სკოლებში ახალგაზრდების პროფესიული სწავლების დონე და ახალგაზრდა მეცნიერთა განათლების დონის შესაბამისობა საერთაშორისო სტანდარტებთან);

X_5 – გენდერული ვითარება (ქალების/კაცების მდგომარეობა ოჯახსა და საზოგადოებაში, ოჯახური ძალადობა);

X_6 – მოსახლეობის ეკონომიკური მდგომარეობა (საზოგადოების საშუალო ფენის ხელფასების და პენსიების სიახლოვე ქვეყანაში დაფიქსირებულ საარსებო მინიმუმთან, ოჯახის შემოსავლებისა და მოთხოვნილების თანაფარდობა, უმუშევრობის სტატისტიკა და ასაკი, კომუნალური და საგადასახადო მაჩვენებლების, სასურსათო პროდუქტებისა და სამედიცინო მედიკამენტების ღირებულებების თანაფარდობა მინიმალურ ხელფასთან);

X_7 – ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობა (ქვეყნის ევროკავშირსა და მსოფლიო ბანკთან ურთიერთობა, საერთაშორისო-საინვესტიციო გარემო, ეროვნული ვალუტის ინფლაციის მაჩვენებლები, საერთაშორისო საფინანსო და სავაჭრო ორგანიზაციებში ქვეყნის წევრობა, ქვეყანაში ბიზნესის ხელშემწყობი გარემო, სახელმწიფო გადასახადების მაჩვენებლები);

X_8 – საზოგადოებაში ადამიანის მდგომარეობა (ქვეყანაში დემოკრატიის დონე), მასმედიის (ბეჭდვითი პრესა და რადიო-ტელევიზია) მოქმედების თავისუფლება, დემოკრატიულობა და ობიექტურობა, ტრეფიკინგი, სამოქალაქო საზოგადოების არსებობა, კანონის უზენაესობა.

საქართველოს რეგიონებში მცხოვრები მოსახლეობის სოციალური გამოკითხვის ჩატარებისათვის დამუშავებულ იქნა ბიულეტენი, რომლის შევსების სქემაც მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი

ბიულეტენის სქემა

ცვლადი ინდიკატორები	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
შეფასება	5	4	5	3	2	4	3	2

პირველ ეტაპზე საქართველოს რეგიონებში (სიღნაღის, დუშეთის, გორის რაიონებში, ქ. რუსთავსა და ქ. ბათუმში) მცხოვრები მოსახლეობის სოციოლოგიური გამოკითხვა (თითოეულში 300 რესპოდენტი) განხორციელდა 2014 წლის 1 მაისიდან 21 მაისამდე. ამჟამად მიმდინარეობს სოციოლოგიური გამოკითხვის შედეგად მიღებული სტატისტიკური რიგის დამუშავებისათვის ალგორითმის შედგენა მისი კომპიუტერზე შემდგომი გამოყენების მიზნით.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ:

- საქართველოს რეგიონებში მცხოვრები მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის დადგენისათვის დამუშავებულია ინფორმაციულ-თეორიული ბაზა და შეფასებულია არსებული მდგომარეობა და თანამედროვე ტენდენციები;

- ცხოვრების ხარისხის შეფასებისათვის დადგენილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც შედგება 8 ძირითადი განმსაზღვრელი კომპონენტისაგან;

- საქართველოს რეგიონებში (სიღნაღის, დუშეთის, გორის რაიონები, ქ. რუსთავი, ქ. ბათუმი) 2014 წლის 1 მაისიდან 21 მაისამდე განხორციელდა სოციოლოგიური გამოკითხვა (თითოეულში 300 რესპოდენტი). რესპოდენტების არჩევა მოხდა შემთხვევითი არჩევითობის პრინციპით;
- ცხოვრების ხარისხის განსაზღვრისათვის შედგენილია სტატისტიკური რიგი და მიმდინარეობს კომპიუტერზე მისი დამუშავება.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. ნ. ბენდელიანი. ადამიანის განვითარება ინდექსის მიღმა: ადამიანზე ორიენტირებული განვითარების შეფასება საქართველოში. განათლებისა და განვითარების პროგრამა. თბ., 2012, გვ. 3.
2. Гавардашвили Н. Г. Математическая модель для оценки качества жизни общества в Республике Армения // Известия Ереванского государственного университета архитектуры и строительства, № 3, Ереван, 2010, с. 91-95.
3. Гавардашвили Н. Г. Оценка качества жизни общества в Республике Азербайджан с применением математического моделирования // Вестник Бакинского государственного университета, № 4, Баку, 2010, с. 171-176.
4. ნ. გავარდაშვილი. საქართველოში საზოგადოების ცხოვრების ხარისხის შეფასება ევრისტიკული მოდელირების გამოყენებით // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1-3, თბ., 2012, გვ. 55-60.
5. ნ. გავარდაშვილი. მსოფლიოს საუკეთესო ცხოვრების ხარისხის მქონე ქალაქების ინდექსის განსაზღვრის მათემატიკური მოდელი // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №4-6, თბ., 2012, გვ. 33-39.
6. გ. გოგსაძე. მოსახლეობის გეოგრაფია. თბ.: "საარი", 2008.

საქართველოს რეგიონების მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის საზოგადოებრივ-გეოგრაფიული კვლევის ახალი ალტერნატიული მეთოდების დამუშავება

ნ. გავარდაშვილი, ა. გავარდაშვილი

(გარემოს დაცვის ეკოცენტრი)

რეზიუმე: საქართველოს რეგიონებში (სიღნაღის, დუშეთის, გორის რაიონები, ქ. რუსთავი, ქ. ბათუმი) მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის დადგენის მიზნით 2014 წლის 1 მაისიდან 21 მაისამდე განხორციელდა სოციოლოგიური გამოკითხვა (თითოეულში 300 რესპოდენტი).

რესპოდენტების არჩევა მოხდა შემთხვევითი არჩევითობის პრინციპით, რომლის დროსაც რესპოდენტებმა 1-დან 5-მდე ქულების მინიჭებით შეაფასეს ცხოვრების ხარისხი.

ცხოვრების ხარისხის განსაზღვრისათვის (რომლის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლები ყოველ წელს იცვლება) დამუშავდა მათემატიკური მოდელი რვა კომპონენტის გათვალისწინებით. ესენია: სიცოცხლის უსაფრთხოება, ეკოლოგიური პრობლემები, ჯანდაცვა, განათლების სისტემის ეფექტურობა, გენდერული მდგომარეობა, მოსახლეობის ეკონომიკური მდგომარეობა, ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობა, საზოგადოებაში ადამიანის მდგომარეობა.

SOCIAL GEOGRAPHY

THE SOCIAL-GEOGRAPHICAL RESEARCH OF QUALITY OF POPULATION LIFE IN THE REGIONS OF GEORGIA WITH THE DEVELOPMENT OF NEW AND ALTERNATIVE RESEARCH METHODS

N. Gavardashvili, A. Gavardashvili

(Environmental Protection Ecocentre)

Resume: With the aim of defining quality of life in the regions of Georgia (Sighnaghi, Dusheti, Gori districts, cities Rustavi, Batumi) the sociological survey was carried out during May 1-21, 2014. 300 respondents were participated in the survey.

The respondents were chosen by random selection. The respondents assessed the criteria defining the quality of life with scores from 1 (the lowest) to 5 (the highest).

With the aim of defining quality of life (its qualitative and quantitative meanings area changing from year to year) the mathematical model containing the following eight components was developed. They are: life security, environmental problems, healthcare quality, education system efficiency, gender status, economic state of population, socioeconomic state of the country, status of a person in the society.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ГРУЗИНСКИХ РЕГИОНОВ

Н. Гавардашвили, А. Гавардашвили

(Экоцентр охраны окружающей среды)

Резюме: Для оценки качества жизни населения регионов Грузии (Сигнагский, Душетский, Горийский районы, г. Рустави, г. Батуми) с 1 по 21 мая был проведен социологический опрос населения этих регионов (от каждого региона по 300 респондентов).

Выбор регионов осуществлен по принципу случайного отбора. Респонденты оценили качество жизни по 5-бальной шкале. Для определения качества жизни, качественные и количественные показатели которых изменяются каждый год, разработана математическая модель с учетом восьми компонентов: безопасность жизни, экологические проблемы, здравоохранение, эффективность системы образования, гендерное положение, экономическое положение населения, социально-экономическое положение страны, положение человека в обществе.

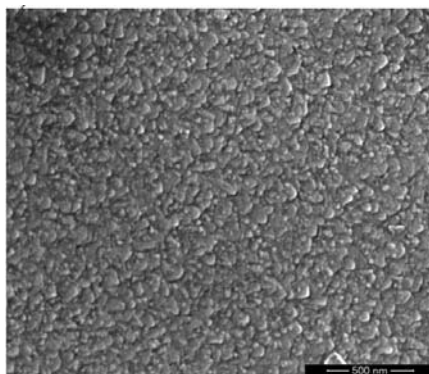
თულიუმის მონოსულფიდის თხელი ფირების ელექტროფიზიკური თვისებები

მ. ტეტელოშვილი, ზ. ჯაბუა, ა. გიგინეიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

იშვიათმიწა ელემენტების მონოსულფიდები მიეკუთვნება მასალათა კლასს, რომლებიც პერსპექტიულია მიკროელექტრონიკისათვის. მათ საფუძველზე შექმნილია მრავალი ხელსაწყო: ტენზოგადამწოდები, თერმოგენერატორები, ინფორმაციის ჩაწერისა და შენახვის მოწყობილობები და სხვ. ასეთ პერსპექტიულ, ნაკლებად შესწავლილ მასალას მიეკუთვნება TmS (თულიუმის მონოსულფიდი), რომელიც სამარიუმის მონოსულფიდთან ქმნის მყარ ხსნარებს, ე.წ. აუკსეტიკებს, რომლებსაც პუასონის კოეფიციენტის უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს და, ამდენად, ამ მასალის ყოველმხრივი შესწავლა დღეს ძალზე აქტუალურია.

ჩვენი კვლევის მიზანია თულიუმის მონოსულფიდის თხელი ფირების წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტისა და კონცენტრაციის მახასიათებელი მარცვლის ზომებზე დამოკიდებულების დადგენა. ფირები დაფენილ იქნა სხვადასხვა ფუძეშრზე ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით. ყველა შესასწავლი ფირის სისქე ერთნაირი იყო და შეადგენდა 0.5 მკმ-ს, ხოლო მათი მახასიათებელი ელემენტების ზომების მნიშვნელობა იცვლებოდა 8 – 55 ნმ-ის ფარგლებში. სულ შესწავლილ იქნა ექვსი ნიმუში. გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ, როდესაც კლასტერების ზომა აღემატება 20 ნმ-ს, მასალას ახასიათებს ნახევარგამტარის თვისება, ხოლო როდესაც ეს ზომა 20 ნმ-ზე ნაკლებია, მასალას ლითონური გამტარობა აქვს. მახასიათებელი ელემენტების ზომა დამოკიდებულია ფირის ზრდის ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე – ფუძეშრის ტემპერატურაზე, საწყისი მასალის სტექიომეტრიასა და დაფენის სიჩქარეზე. 1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია თულიუმის მონოსულფიდის ზედაპირის სურათი, რომელიც გადაღებულია მაღალი გარჩევის უნარის მქონე სკანირებადი ელექტრონული მიკროსკოპის მეთოდით. სურათის სტატისტიკურმა დამუშავებამ აჩვენა, რომ დამზერილი ელემენტების მახასიათებელი ზომები ტოლია 25 ± 1 ნმ-ისა, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მომზადებული ფირები ნანობიექტებს წარმოადგენს.

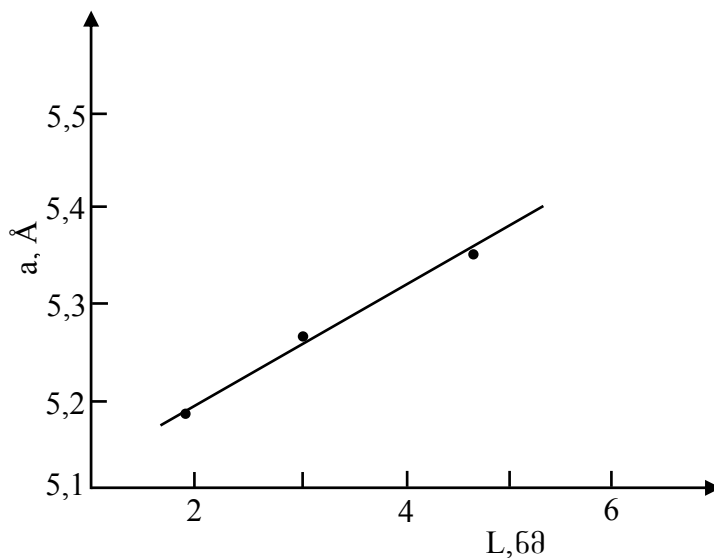


ნახ. 1. TmS (თულიუმის მონოსულფიდის) ფირის ზედაპირის სურათი, რომელიც გადაღებულია მეორეულ ელექტრონებში მაღალი გარჩევის უნარის მქონე სკანირებადი ელექტრონული მიკროსკოპით

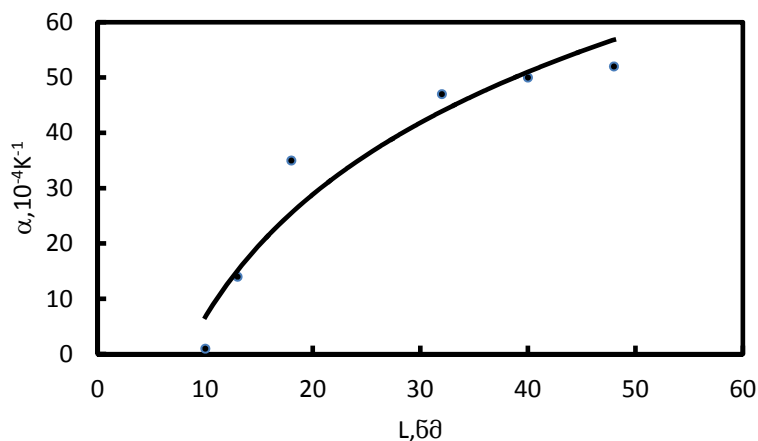
მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენებია TmS ფირის გისოსის მუდმივას დამოკიდებულება მახასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე. ნახაზიდან ჩანს, რომ მარცვლის ზომების გაზრდით გისოსის მუდმივა

იზრდება, რაც, ალბათ, აიხსნება მათ ზომებზე ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების გავლენით ფუძეში გაშვებული პროცესის წინ და აირადი ფაზიდან კონდენსაციის შემდეგ: ნაკლები ზომის ნაწილაკებს შეესაბამება მეტი წნევა, რომელიც წარმოიქმნება ნაწილაკის შიგნით ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების გავლენით [1].

მე-3 ნახ-ზე მოცემულია TmS ფირში ელექტროწინალობის ტემპერატურული კოეფიციენტის დამოკიდებულება მარცვლის მახასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე ოთახის ტემპერატურის პირობებში. როგორც ჩანს, ხდება წინალობის ტემპერატურული კოეფიციენტის ნახტომისებრი შემცირება მარცვლის მახასიათებელი ზომების შემცირებასთან ერთად.

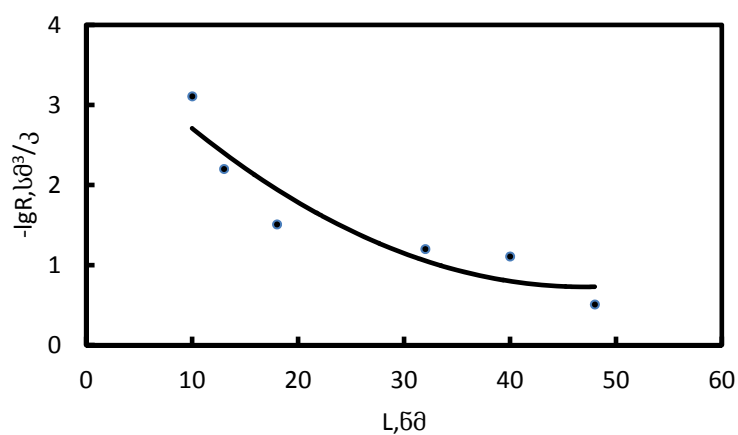


ნახ. 2. გისოსის მუდმივას დამოკიდებულება მახასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე TmS ფირებში

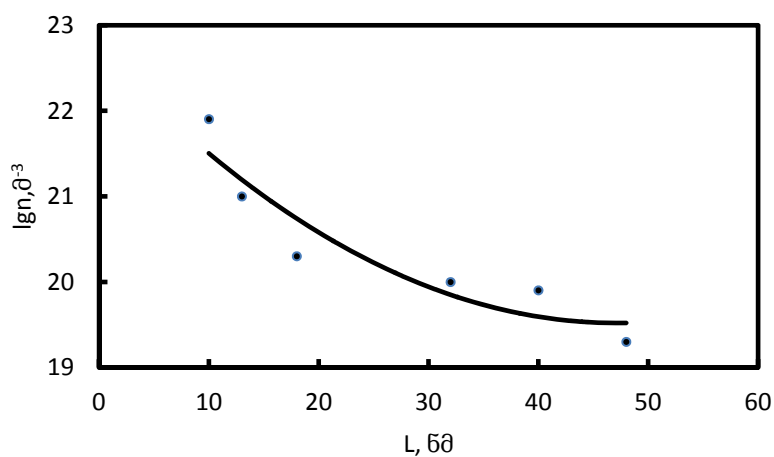


ნახ. 3. ელექტროწინალობის ტემპერატურული კოეფიციენტის დამოკიდებულება მახასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე TmS ფირებში

მე-4 ნახ-ზე მოყვანილია პოლის მუდმივას დამოკიდებულება მარცვლის მახასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე. პოლის მუდმივას ნიშნის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ელექტრონები წარმოადგენს მუხტის მატარებლებს. ნახაზიდან ჩანს, რომ მარცვლის ზომების გაზრდა იწვევს პოლის მუდმივას შემცირებას. ერთგვარადას მიახლოებით დათვლილ იქნა ელექტრონების კონცენტრაცია. როგორც მე-5 ნახ-დან ჩანს, მარცვლის ზომების შემცირება იწვევს ელექტრონების კონცენტრაციის მკვეთრ შემცირებას, რაც, თავის მხრივ, ზრდის წინალობის ტემპერატურული კოეფიციენტის სიდიდეს.



ნახ. 4. პოლის მუდმივას დამოკიდებულება მასხასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე TmS ფირებში



ნახ. 5. ელექტრონების კონცენტრაციის დამოკიდებულება მასხასიათებელი ნაწილაკების ზომებზე TmS ფირებში

ამრიგად, თულის მონოსულფიდის თხელი ფირების ელექტრული პარამეტრები დიდად არის დამოკიდებული ფირების შემადგენელი მარცვლების ზომებზე.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Погарев С. В., Куликова И. Н., Гончарова Е. В., Романова М. В., Финкельштейн Л. Д., Ефремова Н. Н., Жукова Т. Б., Гарцман К. Г., Смирнов И. А. Исследование тонких плёнок SmS параметрами решётки // ФТТ, т. 23 б, в. 2, 1981, с. 434-439.

თულიუმის მონოსულფიდის თხელი ფირების ელექტროფიზიკური თვისებები

მ. ტეტელოშვილი, ზ. ჯაბუა, ა. გიგინეიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატია ეხება თულიუმის მონოსულფიდის თხელი ფირების ელექტროფიზიკური პარამეტრების დამოკიდებულებას ფირების შემადგენელი მარცვლების ზომებთან. ნაჩვენებია, რომ მარცვლების ზომების შემცირება 55 ნმ-ზე ქვემოთ იწვევს ფირში ელექტრონების კონცენტრაციის მკვეთრ ზრდას, რაც, თავის მხრივ, ამცირებს წინააღობის ტემპერატურულ კოეფიციენტს.

MATERIALS SCIENCE

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF TULIUM MONOSULFIDE THIN FILMS

M. Teteloshvili, Z. Jabua, A. Gigineishvili

(Georgian Technical University)

Resume: There was investigated dependence of electrophysical parameters of TmS thin films from sizes of characteristic particles. There is shown, that with reduction of the sizes of particles lower, than 55 nanometers increases concentration of electrons of conductivity, that causes reduction of temperature coefficient of resistance.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЁНОК МОНОСУЛЬФИДА ТУЛИЯ

М. Тетелошвили, З. Джабуа, А. Гигинеишвили

(Грузинский технический университет)

Резюме: Исследована зависимость электрофизических параметров тонких плёнок моносulfида тулия от размеров характеризующих частиц. Показано, что уменьшение размера частиц ниже 55 нм вызывает резкое увеличение концентрации электронов, что в свою очередь уменьшает температурный коэффициент сопротивления.

ნანოარმირების გამოყენება ბეტონის ტექნოლოგიაში

რ. სხვიტარიძე, ბ. კეშელავა, ი. გიორგაძე, შ. ვერულავა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ლ. სამხარაულის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, კ. ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის, სეისმომდეგობის და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი)

სეისმომდეგეი მშენებლობა საქართველოსთვის მეტად აქტუალურია, რადგან იგი სეისმურად მაღალაქტიურ ზონაში მდებარეობს. ასეთ რეგიონებში საიმედო, სეისმომდეგეი შენობა-ნაგებობის მშენებლობა უნდა ხორციელდებოდეს ისეთი მასალების გამოყენებით, რომლებიც აკმაყოფილებს გარკვეულ მოთხოვნებს სიმტკიცისა და სტრუქტურის მხრივ.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, ასევე საქართველოშიც მშენებლობები ძირითადად ხორციელდება მონოლითური მეთოდით, ოღონდ ჯერჯერობით მხოლოდ საშუალო, C16/20-C45/55 კლასის ბეტონების გამოყენებით, რომელთა მექანიკური სიმტკიცე კუმშვაზე 20 – 55 მპა ფარგლებშია. მოსალოდნელია მშენებლობათა მასშტაბურობის გაზრდა, რასაც აუცილებლად დასჭირდება ახალი თაობის, C45/55 მაღალი კლასის ბეტონები.

პრაქტიკამ ცხადყო, რომ ზოგ შემთხვევაში მაღალი სიმტკიცის ახალი თაობის ბეტონები ძალიან მყიფეა და მგრძნობიარე ცვალებადი თერმული და მექანიკური ზემოქმედებების მიმართ, ამიტომ საჭირო ხდება მათგან დამზადებული კონსტრუქციების უფრო ხშირი არმირება, რაც ზრდის დეფორმაციური და ძვირად ღირებული ლითონის არმატურის ხარჯს და მშენებლობის თვითღირებულებას.

კონსტრუქციების (განსაკუთრებით პორიზონტალური კონსტრუქციების) ზედაპირზე ადვილად წარმოიქმნება ბზარები (ნახ.1), ხოლო ბეტონის მასაში უკონტროლოდ მცირდება მსხვილი ღია ტიპის ფორებისა და სიცარიელეების რაოდენობა, მაგრამ იზრდება წვრილი ასეთივე ტიპის ფორები და სიცარიელები, რაც ხელს უწყობს ბეტონის სიმყიფის გაზრდას.

ახალი თაობის მაღალი მექანიკური სიმტკიცის მატარებელი ბეტონები, ისევე როგორც საშუალო და დაბალი სიმტკიცის ბეტონები, ანიზოტროპიულებია სიმტკიცის მაჩვენებლების მიხედვით, რაც ბეტონის ძირითადი უარყოფითი თვისებაა.

ბეტონი XXI საუკუნეშიც რჩება უმთავრეს საშენ მასალად, ამიტომ საჭიროა მისი უარყოფითი თვისებების შესწავლა და აღმოფხვრის მეთოდების ძიება, ხოლო საქართველოს პირობებში ბაზარი უკვე მოითხოვს ახალი თაობის C 45/55-ზე მაღალი კლასის ბეტონების ტექნოლოგიების ათვისება-გამოყენებას.



ნახ. 1. ბზარები და დეფექტები პორიზონტალური ბეტონის ზედაპირზე

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ბეტონის უარყოფითი თვისებებიდან ყველაზე პრობლემურია ანიზოტროპიულობა.

ბუნებრივი ქვების, მაგალითად ნალექი წარმოშობის ქანების, მექანიკური სიმტკიცეც ანიზოტროპიულია, მაგრამ მათ სტრუქტურაში პრაქტიკულად არ არის ღია და გამჭოლი ფორები და სიცარიედეები, ამიტომ მათი მექანიკური სიმტკიცე ღუნვაზე უფრო მაღალია, ვიდრე ცემენტბეტონისა.

ბეტონი ხელოვნური ქვაა, იგი თავისი სტრუქტურითა და გენეზისით ახლოსაა ნალექი წარმოშობის ბუნებრივ ქვებთან.

მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მისაღებად მისი სტრუქტურა მაქსიმალურად უნდა დაემსგავსოს ბუნებრივი ქვის სტრუქტურას.

ბეტონის სიმტკიცე კუმშვაზე თითქმის 10-ჯერ აღემატება მის სიმტკიცეს ღუნვაზე და თითქმის 20-ჯერ – სიმტკიცეს გაჭიმვაზე.

ბეტონის მექანიკური სიმტკიცის ანიზოტროპიულობა ამცირებს მისგან აშენებული ნაგებობის ხანგამძლეობასა და სეისმომდეგობას.

მაღალი სიმტკიცის მისაღწევად ბეტონის სტრუქტურა უნდა გათავისუფლდეს მაკროდეფექტებისაგან. ამისათვის სხვადასხვა მიკრონაწილაკის შემცველ მასალებს, მაგალითად ნაცარს ან მიკროსილიციუმს (microsilica), ურევენ ბეტონის სხვა კომპონენტებთან. მიკროსილიციუმის ნაწილაკები (100 ნმ) უფრო წვრილია, ვიდრე ცემენტისა (20–80 მკმ), ამიტომ ისინი ნაწილობრივ შეავსებენ ცემენტის ნაწილაკებს შორის სიცარიედეებს და ეს სუპერ- და ჰიპერპლასტიფიკატორების გამოყენებასთან ერთად (რომლებიც ამცირებს ბეტონის ადუღაბებისათვის საჭირო წყალსა და, შესაბამისად, ფორების წარმოქმნას) ცემენტბეტონის ქვის სტრუქტურას ხდის უფრო ნაკლებფორიანს, მკვრივსა და ერთგვაროვანს.

ბეტონის ქვის ანიზოტროპიულობის აღმოსაფხვრელად აუცილებელია მისი არმირება. პრაქტიკულად ყველაზე გავრცელებულია ბეტონის პერიოდული პროფილის ლითონის არმატურის (ნახ. 2) ან მავთულბადის გამოყენებით არმირების ჩვეულებრივი და წინასწარ დაძაბული ხერხები.



(ა)



(ბ)

ნახ. 2. ლითონის არმატურა (ა) და ბადე (ბ)

XX საუკუნის 50-იან წლებში ინგლისში, აშშ-სა და იაპონიაში დაიწეს ბეტონის ე.წ. „დისპერსიული არმირება“, სხვადასხვა წარმოშობის, მაგალითად ბაზალტის ფიბრის (ნახ. 3), გამოყენებით. ზოგადად „დისპერსიული არმირება“ ნიშნავს ბეტონის მოცულობაში თანაბრად განაწილებული 50 მმ-ზე ნაკლები სიგრძის ნებისმიერი მასალისაგან დამზადებული ღეროებით არმირებას. არმირების ამ მეთოდს ზოგჯერ სამგანზომილებიან (3D), ანუ სრულ, მოცულობით არმირებას უწოდებენ.

საქართველოში ნაგებობათა მდგრადობის (ხანგამძლეობა, სეისმომდეგობა) გაზრდისათვის საჭიროა ახალი თაობის, მაღალი სიმტკიცის C50/60-C100/115 კლასის მოდიფიცირებული (დისპერსიულად არმირებული, ნაკლებფორიანი, ნაკლებზარიანი, ნაკლებმყიფე) სტრუქტურისა და ნაკლებად

ანიზოტროპიული (დუნვა-გაჭიმვაზე მომეტებული სიმტკიცის) თვისებების ბეტონების ტექნოლოგიების შექმნა და მათი გამოყენებით მშენებლობების განხორციელება.

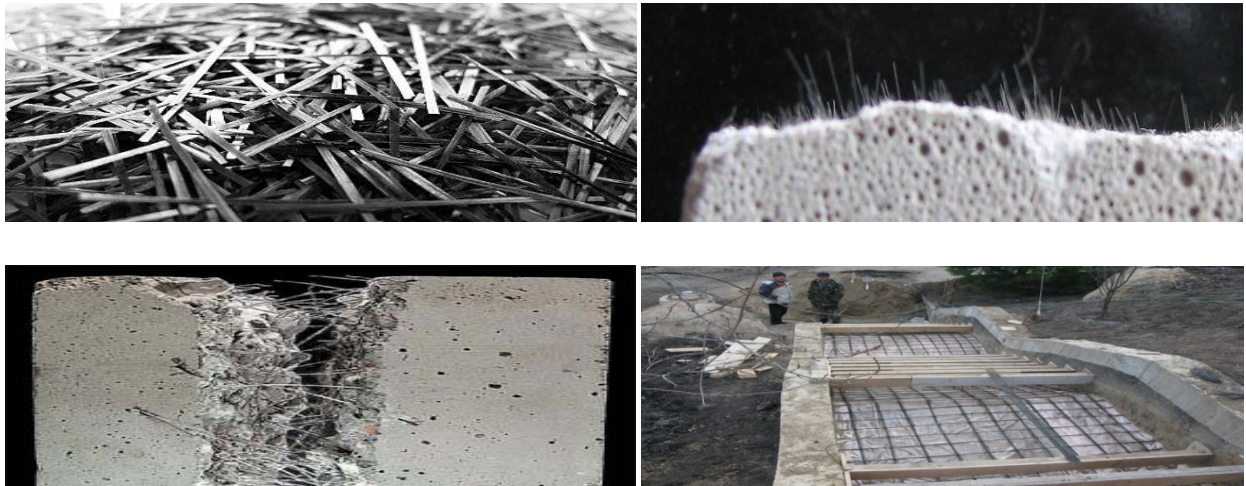
კვლევის მიზანი იყო:

- ახალი თაობის, მაღალი სიმტკიცის C50/60-C100/115 კლასის ბეტონების ტექნოლოგიების შექმნა-ათვისება საქართველოში;

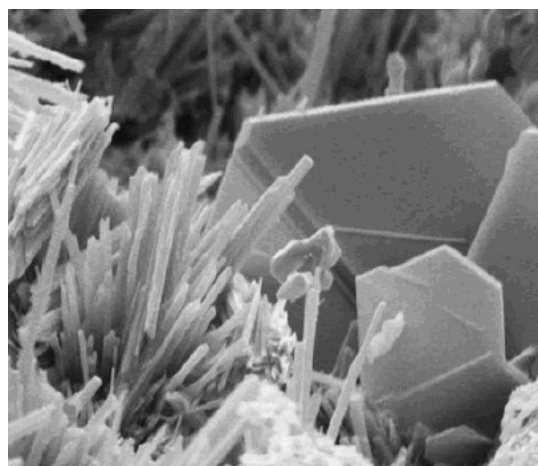
- ნაკლებანიზოტროპიული ბეტონების ტექნოლოგიების შექმნა არმირების ინოვაციური მეთოდების გამოყენებით;

- ნაგებობათა მდგრადობის (ხანგამძლეობა, სეისმომდევობა) გაზრდა.

სამგანზომილებიანი დისპერსიული არმირების განსახორციელებლად გამოვიყენეთ საქართველოში დამზადებული ბაზალტის ფიბრა (ნახ. 3), ხოლო ინოვაციად მივიჩნიეთ სამგანზომილებიანი დისპერსიულ არმირებას ნანოდონეზე, რომელიც გულისხმობს ცეოლითური ძაფისა და ნემსისმაგვარი ბოჭკოსებრი ნანოზომების კრისტალების გამოყენებას (ნახ. 4). ამ დროს ერთმანეთში „ჩაიხლართება“ ცეოლითისა და ეტრინგიტის მსგავსი კრისტალოჰიდრატები, რაც ხელს უწყობს თვითნაარმირების პროცესს.

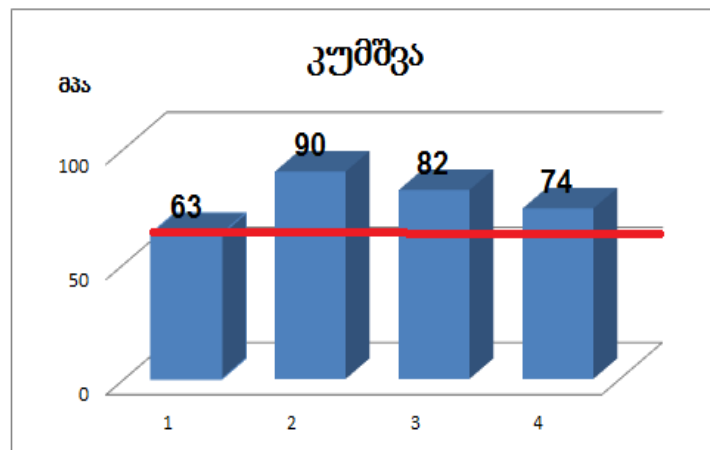


ნახ. 3. საბეტონე ბაზალტის ფიბრა და დისპერსიულად არმირებული ბეტონები

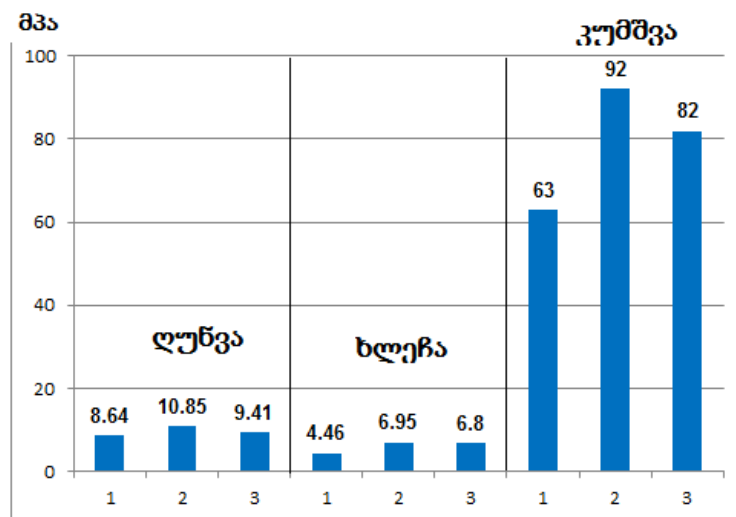


ნახ. 4. ცეოლით-ნატროლიტის და ეტრინგიტის კრისტალები

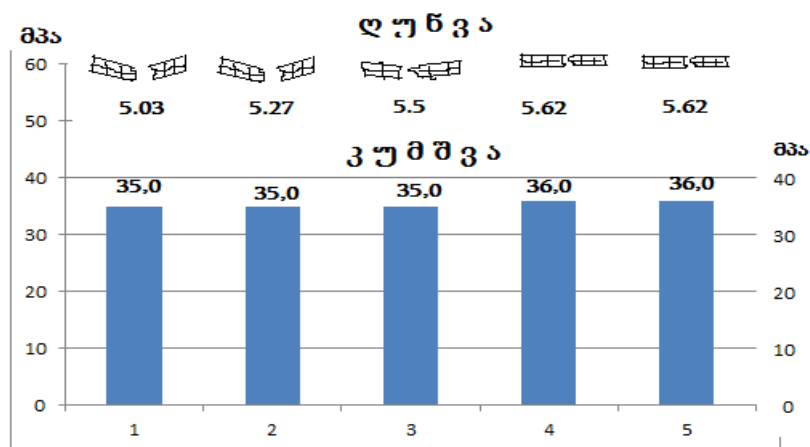
ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები მოყვანილია მე-5, მე-6 და მე-7 ნახ-ებზე, საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ ცეოლითური ტუფის დამატება, ისევე როგორც ბაზალტის ფიბრის და თიხაფიქლის დამატება, ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს კუმშვაზე, ღუნვასა და ხლეჩაზე.



ნახ. 5. ახალი თაობის C45/55-ზე მაღალი კლასის ბეტონების გამოცდის შედეგები
 1 – უდანამატო; 2 – ცეოლითის დანამატიანი; 3 – თიხაფიქლის დანამატიანი;
 4 – მიკროსილიციუმის დანამატიანი



ნახ. 6. სხვადასხვა დანამატებით ნანორმირებული და მოდიფიცირებული სტრუქტურის ნაკლებანიზოტროპიული ბეტონები. 1 – უდანამატო; 2 – ცეოლითის დანამატიანი;
 3 – თიხაფიქლის დანამატიანი



ნახ. 7. ბაზალტის ფიბრით მიკროარმირებული და მოდიფიცირებული სტრუქტურის ნაკლებანიზოტროპიული ბეტონები. 1 – უდანამატო, 2 – ბაზ. ფიბრ. 6 მმ; 3 – ბაზ. ფიბრ. 12 მმ;
 4 – ბაზ. ფიბრ. 16 მმ; 5 – ბაზ. ფიბრ. 24 მმ

ამრიგად, როგორც საილუსტრაციო მასალიდან ჩანს, სხვადასხვა სილიკატური წარმოშობის დანამატების (ბაზალტი, ცვოლითური ტუფი) გამოყენებამ შექმნა ბეტონის ინოვაციური არმირების შესაძლებლობა, რის საფუძველზეც მუშავდებოდა საქართველოში გზების, აეროდრომების, ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობებისათვის აუცილებელი მექანიკური (ღუნვა, კუმშვა, ცვეთა) და სეისმური, ტემპერატურული (სიცხე, ყინვა), ქიმიური (გამონაბოლქვი აირები, ანტიშემომყინავი მარილები, ზღვის და მინერალური წყლები) ზემოქმედებებისადმი გაზრდილი მდგრადობის, წყალ- და აირგაუმტარი, ახალი თაობის მოდიფიცირებული ბეტონების ინოვაციური ტექნოლოგიები, რომლებშიც მოიაზრება:

– ბაზალტის ფიბრით მოდიფიცირებული, მიკროდონეზე სამგანზომილებიანი არმირებული სტრუქტურის, ახალი თაობის C50-60 კლასის ბეტონები;

– ცვოლითური ტუფიდან დამზადებული აქტივატორით მოდიფიცირებული, ნანოდონეზე სამგანზომილებიანი არმირებული სტრუქტურის ახალი თაობის C50-90 კლასის ბეტონები.

ზემოაღნიშნული ორი ინოვაციური ტექნოლოგია მზადაა საქართველოში მიმდინარე საგზაო და სხვა ინფრასტრუქტურულ მშენებლობებში პრაქტიკული გამოყენებისათვის.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. R. Skhvitardze. Chemical and Technological Foundations of Development of Clay Shale Containing Cements Production in Georgia // *Ceramics*, 2(10), 2003, p. 17-23.
2. R. Skhvitardze, B. Keshelava, I. Giorgadze, G. Tatarashvili. USED OF CEMENTS MODIFIED AT THE NANOLEVEL MINERAL ADDITIVES. 12th International Conference on Mechanics and Technology of Composite Materials (MTCM). Varna, Bulgaria, 22-24 September, 2009, p. 126-129.
3. Wang Jia. Investigation of structure and properties of the interracial zone between Lime Aggregate and Cement Paste // *Chin.Silic Soc. N2*, 1987, p.114-121.

ნანოარმირების გამოყენება ბეტონის ტექნოლოგიაში

რ. სხვიტარიძე, ბ. კეშელავა, ი. გიორგაძე, შ. ვერულავა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ლ. სამხარაულის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო; კ. ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის, სეისმომედევობის და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი)

რეზიუმე: სტატიაში ინოვაციას წარმოადგენს სამგანზომილებიანი დისპერსიული არმირების განხორციელება ნანოდონეზე. იგულისხმება ცეოლითური ძაფისა და ნემსისმაგვარი ბოჭკოსებრი ნანოზომების კრისტალების გამოყენება, რომლის დროსაც ცეოლითისა და ეტრინგიტის მსგავსი ჰაბიტუსის კრისტალოჰიდრატები „ჩაიხლართება“ ერთმანეთში, რაც ხელს შეუწყობს თვითნაღარ-მირების პროცესს.

დამუშავებულია ტექნოლოგიები სხვადასხვა ზემოქმედების მიმართ მედეგი მონოლითური ბეტონისათვის; კერძოდ, ბაზალტის ფიბრით მოდიფიცირებული, მიკროდონეზე სამგანზომილებიანი (3D) არმირებული სტრუქტურის ახალი თაობის C50-60 კლასის ბეტონებისა და ცეოლითური ტუფისაგან დამზადებული აქტივატორით მოდიფიცირებული, ნანოდონეზე სამგანზომილებიანი (3D) არმირებული სტრუქტურის ახალი თაობის C50-90 კლასის ბეტონებისათვის.

BUILDING MATERIALS

USE OF NANOREINFORCEMENT IN CONCRETE TECHNOLOGY

R. Skhvitaridze, B. Keshelava, I. Giorgadze, Sh. Verulava

(Georgian Technical University, L. Samkharauli National Bureau of Forensic expertise, K. Zavriev Construction Mechanics, Seismostability and Engineering Expertize Centre)

Resume: An innovation of technology receiving concrete, at which in process of curing of concrete containing cement with an additive of a zeolite tuff, there is a texture of crystalline hydrates similar fibrous and needle habitus - ettringit and zeolite, there is a self-nanoreinforcing, that increases compressive strength and especially – strength on bend.

There are developed technologies of receiving monolithic concrete resistant against different influence: in particular technology of concrete of the class C50-60 reinforced on 3D at micro-level, with the additive of basalt fiber and technology of concrete of the class C50-90 reinforced on 3D, as a result of self-nanoreinforcing.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОАРМИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНОВ

Р. Схвитаридзе, Б. Кешелова, И. Гиоргадзе, Ш. Верулава

(Грузинский технический университет, Национальное бюро судебной экспертизы им. Л. Самхараули, Центр строительной механики, сейсмостойкости и строительной экспертизы им. К. Завриева)

Резюме: Инновацией представляется технология получения бетона, при которой в процессе твердения бетона, содержащего цемент с добавкой цеолитового туфа, происходит сплетение кристаллогидратов аналогичного волокнисто-игольчатого габитуса - этрингита и цеолита, происходит самонаноармирование, что повышает прочность на сжатие и особенно на изгиб.

Разработаны технологии получения стойкого против разных воздействий монолитного бетона: технология бетонов класса C50 ÷ 60, армированного по 3D на микроуровне, с добавкой базальтовой фибры, и технология бетонов класса C50 ÷ 90, армированного по 3D в результате самонаноармирования.

ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდის გამოყენება სამთო მრეწველობაში*

**ე. ჩაგელიშვილი, ა. ფეიქრიშვილი, თ. ფირცხალავა, მ. წიკლაური, ბ. გოდებაძე,
ა. ღებუაძე**

(გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი)

სამთო, მეტალურგიულ და ქიმიურ მრეწველობაში, აგრეთვე ენერგეტიკაში, მანქანათმშენებლობაში, კოსმოსური და საავიაციო ტექნიკის წარმოებაში დანახარჯების შემცირება აუცილებელი მასტიმულირებელი ფაქტორია მეცნიერებატევადი ტექნოლოგიების განვითარებისათვის, რაც დაკავშირებულია ფეთქებადი ნივთიერების მუხტის (წმ) გამოყენების შესაძლებლობასთან [1]. წმ წარმოადგენს კომპაქტურ, მსუბუქ, მაღალი სიმკვრივისა და სიმძლავრის მქონე იაფი ენერგიის წყაროს, რომელსაც შეუძლია სასარგებლო სამუშაოს შესრულება და, ამასთან, შედარებით უსაფრთხოცაა [2].

ცნობილია, რომ ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდით დამზადებული თანამედროვე სალი შენადნობების საჭრისების გამოყენებამ სამთო საქმეში ნამდვილი რევოლუცია გამოიწვია. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოში სამთო მრეწველობის აღდგენის თვალსაზრისით.

გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში ჩატარებული გამოკვლევები დიდად შეუწყოფს ხელს ტყიბული-შაორის ქვანახშირის საბადოს (ტშს) თანამედროვე დონეზე ათვისებას. ნახშირის მრეწველობის რესტრუქტურისაციის პრინციპებისა და მოწინავე ნახშირმომპოვებელი ქვეყნების გამოცდილების გათვალისწინებით დამუშავებულია საბადოს პირობებში მექანიზებული კომპლექსების ექსპლუატაციის ხელსაყრელი ტექნოლოგიური გადაწყვეტები, რაც გულისხმობს ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდით სალი მასალებისაგან დამზადებული საჭრისებით აღჭურვილი მანქანა-დანადგარების ფართო გამოყენებას [3].

ტშს-ს შახტებში ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური განვითარების კონცეფცია ითვალისწინებს საწმენდ და მოსამზადებელ გვირაბებში სტანდარტული ბლოკებისაგან ისეთი ინდივიდუალური პროექტით აწყობილი კომბაინების გამოყენებას, რომლებიც ადაპტირებული იქნება ტშს-ს სამთო-გეოლოგიურ პირობებთან. კომბაინებით ნახშირის ან ფუჭი ქანის მასივის რღვევისას სპეციალური ამძრავების სრული სიმძლავრე საჭრისების საშუალებით გადაეცემა სანგრევს, რაც იწვევს მათს სწრაფ ცვეთას. საჭრისების ცვეთამედევობის ამაღლების მიზნით ხდება მათი არმირება მაღალი სისალის მქონე მჭრელი სადგმელების გამოყენებით. სავარაუდოდ, როდესაც ტშს ახალი შახტი მიაღწევს 3,5 მლნ ტ წლიურ საპროექტო სიმძლავრეს, მარტო ნახშირის მოსაპოვებლად განკუთვნილი პროცესების შესასრულებლად მოხმარებული იქნება $125 \cdot 10^3$ ცალი სერიული საჭრისი. შახტის გვირაბების გაყვანის სამუშაოების შესრულებისას კომბაინების ტრადიციული საჭრისების მუშაობის ხანგრძლივობა არ აღემატება 80–90 წთ-ს, მჭრელ ინსტრუმენტზე მოსულმა კუთრმა დანახარჯებმა კი (სამთო-გეოლოგიური პირობების მიხედვით) შესაძლოა გადააჭარბოს გვირაბის გაყვანის სრული დანახარჯების 37 %-ს.

სავარაუდოა, რომ ტშს-ში ფართო გამოყენებას პოვნებს სალი შენადნობებისა და ალმასის თანამედროვე ინსტრუმენტები, რომლებიც მზადდება ლითონური, ორგანული და კერამიკული შემკვრელებისაგან. ასეთი ინსტრუმენტები გამოირჩევა უფრო მაღალი ცვეთამედევობით და სითბო-

* სტატია ეხება პროექტს, რომელიც განხორციელდა უკრაინის სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ცენტრის ხელშეწყობით (გრანტი STCU №p506).

გამტარობით, განსაკუთრებით ეფექტურია ექსტრემალურ რეჟიმში მუშაობისას. ამ შემთხვევაში აქტუალურია ძვირად ღირებული სპილენძის, კობალტის, ვოლფრამის მაგიერ იაფი და მტკიცე რკინაშემცველი შენადნობების ჩანაცვლება, რაც პრინციპულად ახალ პერსპექტივებს უხსნის აფეთქების ენერგიის გამოყენებას. აფეთქებით დაწნეხის მეთოდის შესაძლებლობები დაკავშირებულია იმ პროცესების ექსტრემალურობასთან, რომლებიც მიმდინარეობს მაღალი წნევების, სინქარების, ტემპერატურების და პრაქტიკულად მყისიერი, ინტენსიური ზემოქმედების შედეგად, როცა ხდება ფხვნილების კონსოლიდაცია, აირების აორთქლება, ჟანგულების დაშლა ან ახლის ჩამოყალიბება, გაცხელება და დეფორმირება. ამ დროს შესაძლებელია კრისტალური გისოსის ცვლილებაც, რასაც თან ახლავს ნაწილაკებს შორის ინტენსიური შედნობა-შეცხობა. იმავედროულად მაღალი წნევებისა და ტემპერატურების ხანმოკლე ზემოქმედება გამორიცხავს შენადნობთა კომპონენტთაშორისი ქიმიური ურთიერთობისა და მათ სტრუქტურაში მარცვლების ზრდის შესაძლებლობას.

აფეთქებით დაწნეხის პროცესების ტექნოლოგიური პარამეტრები შეიძლება გაერთიანდეს ოთხ ჯგუფად [4]:

1) **ფეთქებადი ნივთიერებების (ზნ) პარამეტრები:** დეტონაციის სინქარე, კვეთის მასა (სიმაღლე, დიამეტრი), ზნ-ის ტექნოლოგიური თვისებები, რომლებიც გავლენას ახდენს დაწნეხის სინქარეზე;

2) **ნამზადის პარამეტრები:** გეომეტრიული ზომები, ნაყარის საწყისი სიმკვრივე, დასაწნეხი მასალის ფიზიკურ-ქიმიური და ტექნოლოგიური თვისებები, ტემპერატურა;

3) **დარტყმითი დატვირთვის პარამეტრები:** წნევა დარტყმითი ტალღის ფრონტზე, მასური სინქარე, წნევის იმპულსი, დარტყმითი ტალღების პროფილი;

4) **დაწნეხის სქემის პარამეტრები:** ნამზადისა და მუხტის ურთიერთგანლაგება, გადამცემი გარემოს ტიპი და სისქე, აფეთქების პროდუქტების გაბნევის სისწრაფე, ფუძის მასალა, რომელზეც ხორციელდება დაწნეხა, მუხტის კონსტრუქცია და ინიცირების სქემა, მუხტის მასა და ტიპი (დეტონაციის სინქარე).

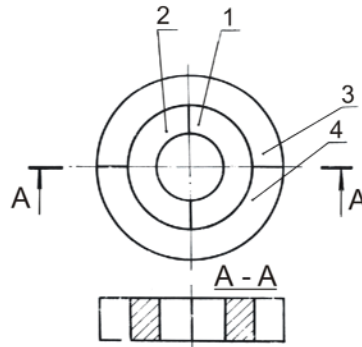
სტატიაში გაანალიზებულია აგრეთვე ფორიან გარემოში აფეთქების ზემოქმედების თანამედროვე მეთოდები და ხერხები; განხილულია დარტყმითი ტალღებით დატვირთვის სქემები, მოწყობილობები და შესაბამისი მექანიზმები, რაც დარტყმითი ტალღების საშუალებით ფხვნილების გარემოს ინტეგრირებულ სისტემას და ინსტრუმენტს გადაიყვანს სხვადასხვა თერმოდინამიკურ დონეზე და სტრუქტურულ-ფაზურ მდგომარეობებში [4, 5].

ტშს-ს დასაპროექტებელი შახტის საჭიროებისათვის რეკომენდებულია გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის თანამშრომლების მონაწილეობით დამუშავებული სადგმელის ლითონის განმტკიცების პერსპექტიული ტექნოლოგია, რომელიც ემყარება ვოლფრამის კარბიდისა და კობალტის ალმას-შემცველი შენადნობის აფეთქებით ცხლად დაწნეხას. WC-Co-ალმასის მჭრელი შრის და ფოლადის ფუძეთშორისი გარდამავალი ზონის ფორმირება უზრუნველყოფს ქანების ჭრისას წარმოქმნილი ძაბვების შემცირებას, ხოლო შენადნობში ალმასის ჩანართები ზრდის ინსტრუმენტის სისალეს და აუმჯობესებს ჭრის მახასიათებლებს [6, 7].

ლითონმატრიცულ კომპოზიციურ მასალებს (ლმკმ) აქვს მთელი რიგი უპირატესობები მონოლითურ ლითონურ მასალებთან შედარებით; კერძოდ: მაღალი სიხისტე და სიმტკიცე, ექსპლუატაციის პირობებში მაღალი ტემპერატურამდეგობა, ტემპერატურული გაფართოების დაბალი მნიშვნელობა და კარგი ცვეთამედეგობა.

დღესდღეობით სამთო მრეწველობაში არსებობს მოთხოვნილება აგრესიულ გარემოში (მაღალი ტემპერატურა და წნევა, რადიოაქტიურობა და სხვ.) მომუშავე ეფექტურ კომპოზიციურ მასალებზე. მეტად აქტუალურია მაღალტემპერატურული Al-B₄C კომპოზიტის დამუშავება, რომელიც გამოიყენება ნეიტრონებისაგან დამცავ კონსტრუქციულ მასალად ნამუშევარი ბირთვული საწვავის შესანახი და ტრანსპორტირებისათვის განკუთვნილი კონტეინერებისათვის [8]. ასეთ შემთხვევაში Al-B₄C კომპოზიციური მასალები განთავსდება ნამუშევარ სითბოგამომყოფ ნივთიერებათა ანაკრებებში

ნეიტრონების შთანთქმის მიზნით და კონსტრუქციის საჭირო სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად, აგრეთვე ნეიტრონების შთანთქმის პროცესში გამოყოფილი სითბოს არინებისათვის. აღსანიშნავია, რომ $Al-B_4C$ კომპოზიტები ხანგრძლივად უძლებს მომატებული ტემპერატურის ($250 - 350\text{ }^{\circ}C$) ზემოქმედებას.



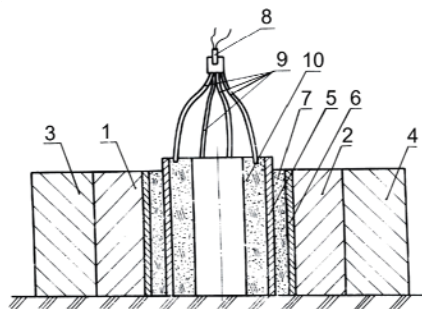
ნახ. 1. ორშრიანი ცილინდრული კონტეინერი (ორი სექციით თითოეულ შრეში): 1, 2 – შიგა ცილინდრული შრის სექციები; 3, 4 – გარე ცილინდრული შრის სექციები

როგორც ცნობილია, ალუმინის ფუძეზე დამზადებული ლმკმ-ის სიმტკიცე უპირველეს ყოვლისა დამოკიდებულია მატრიცის შენადნობის სიმტკიცეზე. შენადნობების ტიპის კომერციული ლმკმ-ების სიმტკიცეს, რომელთა მატრიცებია 11XX, 13XX და 19XX (ГОСТ4784-97), მომატებულ ტემპერატურაზე გარემოში გააჩნია ზღვარი. როდესაც გარემოს ტემპერატურის მნიშვნელობა $300\text{ }^{\circ}C$ -ს მიუახლოვდება, მათი სიმტკიცე მნიშვნელოვნად მცირდება გადაბერების ეფექტის გამო, ე. ი. მაშინ, როდესაც ხდება მეორეული ნივთიერებების (დისპერსიების) სწრაფი გამოყოფა.

მექანიკური სინთეზის ტექნოლოგია იძლევა იმ სირთულეების გადალახვის საშუალებას, რომლებიც დაკავშირებულია ალუმინის ნაღნობით ბორის კარბიდის ცუდ ადჰეზიასთან. რის შედეგადაც ნამზადში B_4C ფხვნილი თანაბრად განაწილდება, რაც სხვა მეთოდებით შეუძლებელია. კომპოზიციური მასალის გრანულებს სჭირდება კონსოლიდაცია მოცულობით ნამზადში, რისი განხორციელება შესაძლებელია მთელი რიგი მეთოდებით; მაგალითად, თერმული (ცხელი, ცივი, პიდროსტატიკური) დაწნეხვით, აფეთქებით დაწნეხვით, ექსტრუზიით, გაგლინვით და სხვ.

1-ლ ნახ-ზე გამოსახულია ორშრიანი ცილინდრული კონტეინერი, რომელსაც თითოეულ შრეში აქვს ორი სექცია. ასეთი მოწყობილობა გამოიყენება მრავალშრიანი ღრუ ნაკეთობების დასამზადებლად [9].

მე-2 ნახ-ზე ორ (5 და 6) თანადერძულ მილს შორის მოთავსებულია დასაწნეხი ფხვნილი (7). აღნიშნული ანაკრები განთავსებულია კონტეინერში. დეტონატორიდან (8) აფეთქების იმპულსი სადეტონაციო ზონრებით (9) გადაეცემა ფეთქებად ნივთიერებას (10). შნმ-ის დეტონაციის შედეგად მიიღება მრავალშრიანი ნამზადი [9].



ნახ. 2. კონტეინერში ორ მილს შორის მოთავსებული ფხვნილის აფეთქებით წნეხვის სქემა: 1, 2 – შიგა ცილინდრული შრის სექციები; 3, 4 – გარე ცილინდრული შრის სექციები; 5, 6 – თანადერძული მილები; 7 – დასაწნეხი ფხვნილი; 8 – დეტონატორი; 9 – სადეტონაციო ზონრის მონაკვეთები; 10 – შნ მუხტი

წარმოდგენილი შედეგები შეიძლება გათვალისწინებულ იქნეს საქართველოს სამთო მრეწველობის ობიექტებისათვის ინოვაციური ტექნოლოგიების დაპროექტებისას.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Селиванов В. В., Кобылкин И. Ф., Новиков С. А. Взрывные технологии: Учебник для вузов. МГТУ им. Н. Э. Баумана, М., 2008.
2. Рогозин В. Д.. Взрывная обработка порошковых материалов. ВолГТУ, Волгоград, 2002.
3. ი. რეხვიაშვილი, თ. ფირცხალავა. ტყიბულის ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური განვითარების კონცეფცია // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №10–12, თბ., 2010, გვ. 82–88.
4. ე. ჩაგელიშვილი, ა. ფეიქრიშვილი, მ. წიკლაური, თ. ფირცხალავა, ბ. გოდებაძე, ა. დგებუაძე. ფხვნილების აფეთქებით დაწნეხის შესახებ // სამთო ჟურნალი, №1(30), თბ., 2013, გვ. 47–50.
5. Чагелишвили Э. Ш., Пеикришвили А. Б., Пирцхалава Т. Г., Циклаური М. В. О режущих вставках для армирования резцов горных машин // Горный журнал, № 1(30), Тб., 2013, с. 68-72.
6. Elguja Chagelishvili, Merab Tziklauri, Akaki Peikrishvili et all. Fabrication of Diamond Containing Hard Alloy Precursors. Abstract Proceeding of X international Symposium on Explosive production of novel materials: Science, Technology, Buisness and Innovation, TOURUS PRESS, 2010, p. 76.
7. A. B. Peikrishvili, L. J. Kecskes, G. I. Mamniashvili, E. Sh. Chagelishvili et all. Hot Explosive Consolidation of Nanostructured Ta-Al Composites. Abstract Proceeding of X international Symposium on Explosive production of novel materials: Science, Technology, Business and Innovation, TOURUS PRESS, 2010, p. 88.
8. Чердынцев В. В., Горшенков М. В., Данилов В. Д., Калошкин С. Д., Гульбин В. Н. Металломатричные радиационно-защитные композиционные материалы на основе алюминия // Металловедение и термическая обработка металлов, №1, М., 2013, с. 14-18.
9. Оголихин В. М., Штерцер А. А., Шемелин С. Д. Прессование трубчатых заготовок наружными и внутренними зарядами // Известия ВолГТУ, Вып. 5, № 14, Волгоград, 2012, с. 64-70.

ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდის გამოყენება სამთო მრეწველობაში

ე. ჩაგელიშვილი, ა. ფეიქრიშვილი, თ. ფირცხალავა, მ. წიკლაური, ბ. გოდიბაძე,
ა. დგებუაძე

(გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში ჩატარებული კვლევების შედეგები, რომლებიც მიღებულია საქართველოს ნახშირის მრეწველობის რესტრუქტურისაციის პრინციპებიდან გამომდინარე.

ტყიბული-შაორის რთულ სამთო-გეოლოგიურ პირობებში ადაპტირებული კომბაინებისათვის რეკომენდებულია სადგმელის ლითონის განმტკიცების პერსპექტიული ტექნოლოგია (დამუშავებული გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ), რომელიც ეყარება ვოლფრამის კარბიდისა და კობალტის აღმასშემცველი შენადნობის აფეთქებით ცხლად დაწნეხას. WC- Co- აღმასის მჭრელი შრის და ფოლადის ფუძეთშორისი გარდამავალი ზონის ფორმირება უზრუნველყოფს სამთო ქანების ჭრისას წარმოქმნილი ძაბვების შემცირებას, ხოლო შენადნობის აღმასის ჩანართები ზრდის ინსტრუმენტის სისაღეს და აუმჯობესებს ჭრის მახასიათებლებს.

კომპოზიტის შექმნის მიზნით, განხილულია Al-B₄C ფხვნილის აფეთქებით დაწნეხის სქემა, რომელიც განკუთვნილია აგრესიულ გარემოში მომუშავე მრავალშრიანი ცილინდრული კონტეინერების დასამზადებლად.

MINING

APPLICATION OF POWDER METALLURGY IN MINING INDUSTRY

E. Chagelishvili, A. Peikrishvili, T. Pirtskhalava, M. Tziklauri, B. Godibadze, A. Dgebuadze

(G. Tsulukidze Institute of Mining)

Resume: There is presented research results of involving staff of G. Tsulukidze Mining Institute, in accordance with the principles of the restructuring of the coal industry in Georgia.

There is recommended for projected mine of Tkibuli-Shaori deposits to apply the strengthening technology of cutting tools developed by researchers of Tsulukidze Mining Institute, based on hot explosive treatment diamond containing tools from WC and Co. The formation of transient zone between the cutting material and steel basis provides decreasing of stresses arising during the cutting process of rocks. From the other hand the diamond inclusions provide increasing of hardness and cutting characteristics of cutting tools too.

There is discussed the scheme explosive pressing Al-B₄C powder to create a composite for multilayer cylindrical containers effectively working in hostile environments.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Э. Чагелишвили, А. Пеикришвили, Т. Пирцхалава, М. Циклаури, Б. Годибадзе, А. Дгебуадзе

(Горный институт им. Г. Цулукидзе)

Резюме: Приведены результаты исследований, полученные с участием сотрудников Горного института им. Г. Цулукидзе, связанные с вопросами реструктуризации угольной промышленности Грузии.

Для очистных и проходческих комбайнов, адаптированных к сложным горно-геологическим условиям разработки Ткибули-Шаорского месторождения, рекомендуется перспективная технология упрочнения металла вставок резцов, основанная на горячем взрывном прессовании алмазосодержащих сплавов из карбида, вольфрама и кобальта. Формирование переходной зоны между режущим слоем из WCCo-алмаза и стальной основой обеспечивает снижение возникающих при резании горных пород напряжений, а алмазные включения в сплаве обеспечивают увеличение твердости и улучшение режущих характеристик инструмента.

Рассмотрена схема взрывного прессования порошка Al-B₄C с целью создания композита для многослойных цилиндрических контейнеров, эффективно работающих в агрессивных средах.

დიდუშუბტური ძრავულ-მუხრუჭიანი საავტომობილო შიგაწვის ძრავების სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევა

ბ. კორძაძე, რ. დემეტრაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

გასული საუკუნის ბოლო მეოთხედში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო ინტერესები მეტწილად მოიცავდა მაღალი მთისა და ცხელი კლიმატის ბუნებრივ პირობებში ტურბოჩაბერვანი დიზელის ძრავების მუშაობის ნომინალური მაჩვენებლების შენარჩუნების პრობლემის გადაჭრას ექსპერიმენტული და თერმოდინამიკური საფუძვლების დამუშავების გზით და ასევე იმავე პირობებში მომუშავე ტურბოჩაბერვანი დიზელის ძრავების თანამდევ უარყოფით მოვლენას – არაეფექტურ ძრავულ მუხრუჭად გადაქცევას, რაც, ჩვეულებრივ, სამუხრუჭო და ეფექტურ სიმძლავრეთა ფარდობის შემცირების ბუნებრივი შედეგია. ამიტომაც საავტომობილო ტექნიკაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ძრავული მუხრუჭების ეფექტურობის გაზრდას მაღალმთიან პირობებში ავტომობილების ექსპლუატაციის დროს. ექსპლუატაციის ასეთ პირობებში ტურბოჩაბერვანი დიზელის ძრავას მუშაობის ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევების შედეგების გათვალისწინებით აღებულ თანაფარდობათა სისტემატიზაციით შედგა შიგაწვის ძრავას სიმძლავრის ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით ცვლილების მექანიზმის მათემატიკური მოდელი, რის საფუძველზეც ტურბოჩაბერვანი დიზელის ძრავას მუშაობის ნომინალური მაჩვენებლების შენარჩუნების პრობლემის გადაჭრის საშუალებად მიჩნეულ იქნა ჩაბერვის პაერის გაგრილება, ხოლო ძრავას სამუხრუჭო რეჟიმებზე მუშაობის გასაუმჯობესებლად – შიგაწვის ძრავას მაღალი წნევის კომპრესორად კონვერტირება. ამ საკითხებს ეხება ი. ჯებაშვილის, თ. ნატრიაშვილის და ბ. კორძაძის ფუნდამენტური შრომები და სტატიები, თუმცა მათში ნაკლებადაა კონკრეტული მონაცემები და მხოლოდ ზოგადი საკითხებია დასმული. მიუხედავად ამისა, შიგაწვის ძრავას მაღალი წნევის კომპრესორად კონვერტირების საფუძველზე შეიქმნა საავტომობილო ტექნიკაში არსებულთან შედარებით გაცილებით უფრო ეფექტური ძრავული მუხრუჭი, რომელიც ავტომობილის დამუხრუჭების დინამიკის მკვეთრი ამადლების, ტრანსპორტის საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების პრობლემის რადიკალური გადაჭრისა და მისი მუშაობის საექსპლუატაციო მაჩვენებლების თვისებრივი გაუმჯობესების შესაძლებლობას იძლევა.

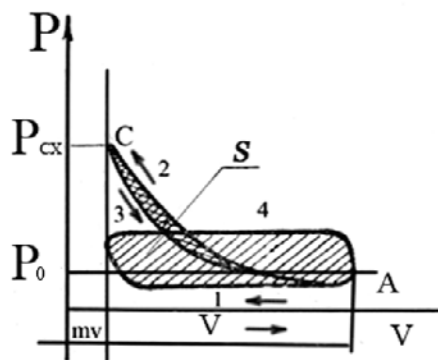
აღსანიშნავია, რომ ეს საკითხი იმდენად აქტუალურია შიგაწვის ძრავების თეორიაში, რომ იგი შიგაწვის ძრავების საერთაშორისო საბჭოს კომიტეტმა (SIMAC) აღიარა მსოფლიოში ამ დარგის სპეციალისტთა მიერ ჩატარებული კვლევის ერთ-ერთ ძირითად საგნად [1].

სატვირთო ავტომობილებისა და ავტობუსების სამუხრუჭო სისტემის გამართული მუშაობისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა მათი ენერგოტევადობის გაზრდა. ე.ი. გაზრდა უნარისა, რომელმაც უნდა შთანთქმას და სწრაფად გადასცეს გარემოს სითბოს განსაზღვრული რაოდენობა, რათა არ მოხდეს სამუხრუჭო სისტემის ეფექტურობის შემცირება. ამის მიღწევა შესაძლებელია დამხმარე სამუხრუჭო მოწყობილობის საშუალებით, რომელსაც შეუძლია სამუხრუჭო მექანიზმების ენერგოტევადობის გაზრდა დასამუხრუჭებელი ავტომობილის კინეტიკური ენერგიის მნიშვნელოვანი ნაწილის შთანთქმით, რითაც უზრუნველყოფს ძირითადი მუხრუჭების დაცვას გადახურებისაგან და საბოლოოდ მათი ეფექტურობის შემცირების თავიდან აცილებას. ამას ძალიან დიდი მნიშვნელობა

აქვს, რადგან მოძრაობის უსაფრთხოების პირობის თანახმად, ძირითადი სამუხრუჭო სისტემა ასეთ პირობებში მზადაა მაქსიმალური ეფექტურობით დამუხრუჭებისათვის.

დიზელის ტურბოჩაბერვით და ჩაბერვის ჰაერის გაგრილებით სიმძლავრის ფორსირების დროს მეტად საგრძნობი ხდება არსებული ძრავული მუხრუჭების შეუსაბამობა თანამედროვე მოთხოვნებისადმი. დღეს საავტომობილო ტექნიკაში ამ პრობლემის გადასაჭრელად იყენებენ კომპრესიულ-გამომშვებ მუხრუჭებს, რაც განაპირობებს ძრავას სამუხრუჭო თვისებების გაუმჯობესებას კუმშვის და განდევნის ერთობლივი მუშაობისას. ეს ემყარება იმ მუშა კონცეფციას, როცა სამუხრუჭო რეჟიმებში მუშაობისას საავტომობილო ძრავას შეუძლია უფრო ეფექტურად გამოიყენოს თავისი შესაძლებლობები, ვიდრე წვეის რეჟიმის დროს. აღსანიშნავია, რომ ამ პრობლემის გადაწყვეტა შესაძლებელია ძრავას სამუხრუჭო სიმძლავრის უფრო სრული გამოყენებით გამომშვები მუხრუჭის შემთხვევაშიც, თუ შევინარჩუნებთ კონსტრუქციის სიმარტივეს და მუშაობის საიმედოობას სხვა ძრავულ მუხრუჭებთან შედარებით; მით უმეტეს, რომ ბოლო დროს საავტომობილო ტექნიკაში ყველგან ცდილობენ გამოიყენონ შესაბამის მოწყობილობათა შედარებით სრულყოფილი კონსტრუქციები, რომელთა რეალიზაცია დაკავშირებულია ძრავას კონსტრუქციის უფრო სერიოზულ, რთულ ცვლილებებთან. ამიტომაც ჩვენთვის უფრო მისაღები აღმოჩნდა გამომშვები მუხრუჭის ეფექტურობის გაზრდის ის მიმართულება, რომელიც არ იყო დაკავშირებული ძრავას კონსტრუქციის რაიმე გართულებასთან. შესაბამისად, დასახული ამოცანის შესასრულებლად ინსტიტუტში ძრავების განყოფილების მეცნიერი თანამშრომლების (ი. ჯებაშვილი, ბ. კორძაძე, თ. ნატრიაშვილი) მიერ შემუშავდა ახალი სისტემის გამომშვები მუხრუჭი, რომელსაც შეუძლია საავტომობილო შიგაწვის ძრავას კომპრესიულ შესაძლებლობათა სრული რეალიზაცია. ასეთი მუხრუჭის შერჩევა კი განაპირობა ზოგიერთ ამერიკულ და პრაქტიკულად თითქმის ყველა ევროპულ სატვირთო ავტომობილზე გამომშვები მუხრუჭების ფართო გამოყენებამ, რაც ქმნის უფრო ხელსაყრელ პირობებს არსებული გამომშვები მუხრუჭების მოდერნიზაციისათვის.

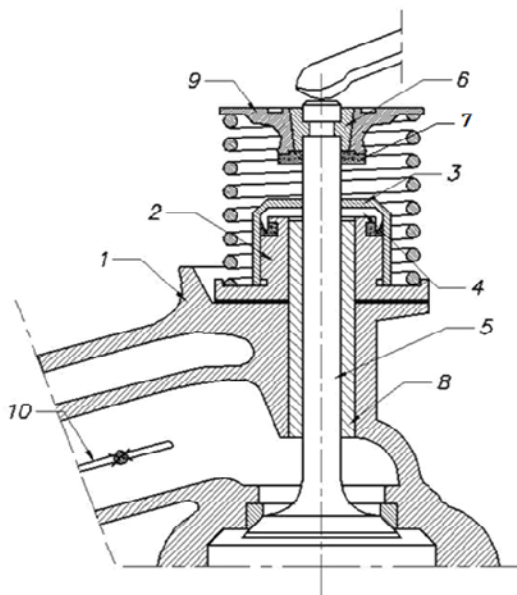
ზემოაღნიშნულის ნათელსაყოფად განვიხილოთ 1-ლ ნახ-ზე მოცემული დიაგრამა, რომელიც გამოსახავს ძრავას დამუხრუჭების პროცესს არსებული გამომშვები მუხრუჭით. ამ დროს გამომშვები მილსადენი გადაკეტილია და ცილინდრებში ჰაერის რაოდენობა შედის A2C მრუდის მიხედვით, რომელიც განისაზღვრება კუმშვის ხარისხით და ფართოვდება C3A-ს მიხედვით. ამასთან, გამაგრებელი სისტემით შთაინთქმება სითბო, რომელიც შეესაბამება S კუმშვასა და გაფართოების მრუდებს შორის არსებულ ფართობს.



ნახ. 1. გამომშვებმუხრუჭიანი ძრავას ინდიკატორული დიაგრამა

განდევნის ტაქტის დროს აირი შედის გამომშვებ მილსადენში და იკუმშება იმ სივრცეში, რომელიც შემოსაზღვრულია მილსადენის კედლებით და მილსადენის ჩამკეტი მოწყობილობის მილსაფრით. ეს წნევა კარბურატორიან ძრავაში აღწევს 3კგ/სმ²-ს, ხოლო დიზელებში – 4კგ/სმ²-ს. გამომშვები მილსადენში წნევა მატულობს მანამ, სანამ არ გადალახავს გამშვები სარქელის

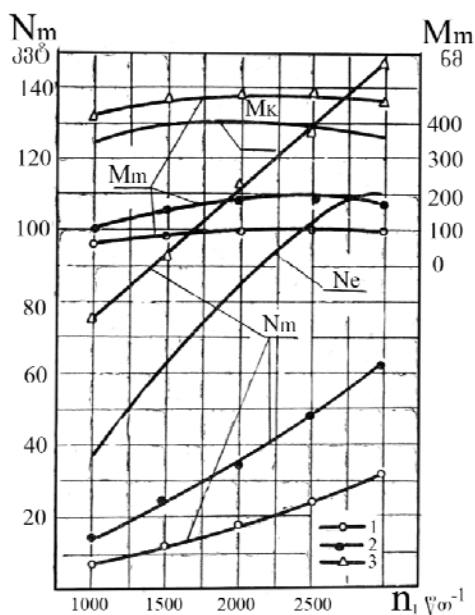
ზამბარის წინასწარი დაჭიმულობის ძალას. გამომშვები სარქველი ამ დროს გაიღება და ჰაერის ნაწილი შედის ცილინდრში. ამრიგად, უმაღლესი წნევა გამომშვებ მილსადენში და, შესაბამისად, უკუწნევა ცილინდრში იზღუდება სარქველების ზამბარის სიხისტით, ამიტომ გამომშვები მუხრუჭი ნაკლებეფექტურია. სხვადასხვა გამომშვები მუხრუჭის გამოცდის შედეგების მიხედვით, მათი სამუხრუჭო სიმძლავრე შეადგენს ეფექტური სიმძლავრის 50–80 %-ს. ისინი გამოირჩევიან კონსტრუქციის სიმარტივით; ამასთან, მათი სიმძლავრე გადაეცემა კოლოფის მეშვეობით, ამიტომ მაქსიმალური შენელება მიიღწევა გადაცემათა მთელ დიაპაზონში. უპირატესობად ითვლება ისიც, რომ აქვს მცირე მასა, იაფია და შესაძლებელია სერიულ ავტომობილებზე მისი მარტივად დაყენება. ამ პირობების გათვალისწინებით იზრდება ასეთი მუხრუჭის ეფექტურობა, რაც შეესაბამება ამ მუხრუჭისადმი წაყენებულ თანამედროვე მოთხოვნებს. სწორედ ამ მოსაზრებებისა და საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების პრობლემის გათვალისწინებით (იგულისხმება აგრეთვე ავტომობილების გაზრდილი დინამიკური თვისებების რეალიზაცია) დამუშავდა ახალი სისტემის ძრავული მუხრუჭი [2] და შედგა მისი სასტენდო გამოცდა ძრავების საცდელ ლაბორატორიაში. ეს ძრავული მუხრუჭი არსებული მუხრუჭებისგან განსხვავებით დამატებით შეიცავს გამომშვები სარქველების გაღების ხელშემშლელ სალიკვიდაციო მოწყობილობას, რომელიც გამორიცხავს გამომშვებ რესივერში წნევის შეუფერხებელ ზრდას და ასევე ამ უკანასკნელზე მისი შესაბამისი ზამბარების სიხისტის გაგლენას. ასეთი ძრავული მუხრუჭის საერთო კონსტრუქციული სქემა მოცემულია მე-2 ნახ-ზე.



ნახ. 2. ახალი სისტემის ძრავული მუხრუჭის კონსტრუქციული სქემა. 1 – ძრავის სახურავი, 2 – ზამბარის ქვედა თეფში, 3 – დგუში, 4 – კამერა, 5 – გამომშვები სარქველი, 6 – გარე ჭილიბი, 7 – შემამჭიდროებელი რგოლი, 8 – სარქელის მიმმართველი, 9 – ზამბარის ზედა თეფში, 10 – მილსაფარი

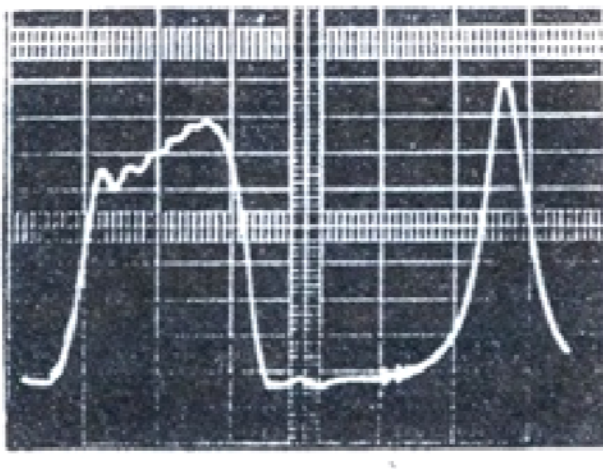
როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ძრავის გამომშვებ მილსადენში განვითარებული წნევა მოქმედებს სარქელის გაღების მიმართულებით, მაგრამ ამ მუხრუჭში ჩართულია მოწყობილობა, რომელიც მუშაობს შემდეგნაირად: ძრავის ნორმალური მუშაობის დროს გამომშვები მილსადენი ღიაა და ნამუშევარი აირი თავისუფლად გამოდის გამომშვები სარქელის (5) გავლით ატმოსფეროში. ამასთან, დგუშები (3) იმყოფება ქვედა უკიდურეს მდგომარეობაში და შეუღლებულია ზამბარის ქვედა თეფშთან (2). ძრავის სამუხრუჭო რეჟიმზე მილსადენის (10) გადაკეტვის შემდეგ გამომშვებ მილსადენში წნევა იზრდება, რომელიც სარქელის ღეროსა და მის მიმმართველს (8) შორის არსებული ღრეწობით ვრცელდება კამერაში (4), გადაადგილებს დგუშებს ზედა უკიდურეს მდგომარეობაში და აღმოჩნდება ზამბარის ზედა თეფშთან (9) შეუღლებული; ამასთან, შემამჭიდროებელი რგოლები (7) უზრუნველყოფს მისი ტორსის თეფშთან შეუღლების ჰერმეტიულობას. შესაბამისად, დგუშები

შეასრულებს უკუქცევით-წინსვლით მოძრაობას სამუხრუჭო რეჟიმში და გადასცემს გამომშვებ სარქველებს კამერებში არსებული ჰაერის წნევისაგან აღორულ საკომპენსაციო წნევას, რომლის საშუალებითაც შეწყდება სარქველების უმართავი მოძრაობა და, შესაბამისად, ჰაერის დანაკარგიც გამომშვები მილსადენიდან.

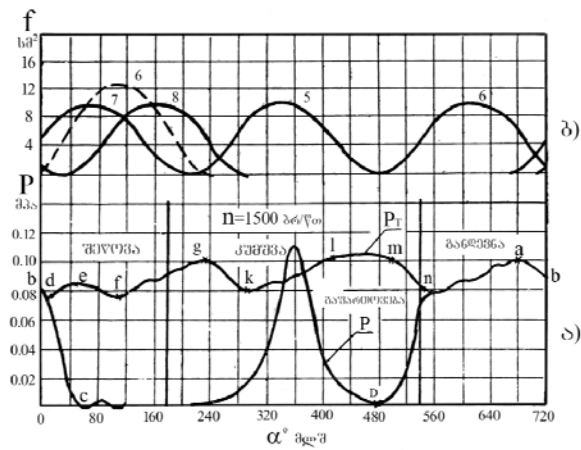


ნახ. 3. ბენზინის ძრავათი მომუშავე „ზილ-130“-ის სამუხრუჭო მახასიათებლები.
1 – იძულებითი უქმი სვლა, 2 – არსებული ძრავული მუხრუჭი, 3 – ახალი ძრავული მუხრუჭი

ახალი სისტემის ძრავული მუხრუჭი დამონტაჟდა ბენზინის ძრავათი და დაიდგა მუდმივი დენის ელექტრობადასირულ საგამოცდო სტენდზე სათანადო სამუხრუჭო მახასიათებლების მოხსნის მიზნით. ექსპერიმენტული გამოცდების შედეგად გაირკვა, რომ ახალ ძრავულ მუხრუჭს აქვს დიდი უპირატესობა არსებულთან შედარებით: ძრავას სამუხრუჭო სიმძლავრე მნიშვნელოვნად აღემატება მის ეფექტურ სიმძლავრეს, რაც თვალნათლივ ჩანს მე-4 ნახ-ზე, საიდანაც ცხადია, რომ ახალი ძრავული მუხრუჭის დიდეფექტური მოქმედება ეფუძნება განდევნის (გამობოლქვის) წნევის მკვეთრ გადიდებას, რომლის ზღვრული მნიშვნელობა კუმშვის მაქსიმალური წნევის ტოლია.

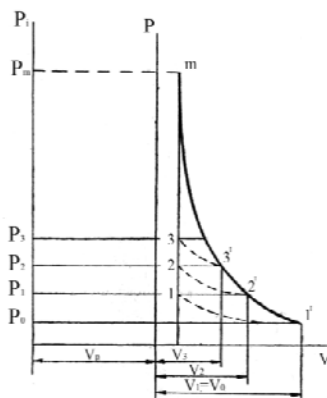


ნახ. 4. ახალი ძრავული მუხრუჭის სამუშაო პროცესის ინდიკატორული დიაგრამა



ნახ. 5. ახალი სისტემის ძრავულ მუხრუჭში და გამომშვებ მილსადენში წნევების (ა) და გამომშვები (მთლიანი წირი) და შემშვები სარქველების (წყვეტილი წირი) გამავალი გამომშვები კეეტების (ბ) ცვლილება მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხეზე დამოკიდებულებით

მე-7 ნახ-ზე წარმოდგენილია „ზილ-130“-ის ძრავას ინდიკატორული დიაგრამა ახალი ძრავული მუხრუჭით, რომელშიც გამომშვები სარქველების თვითგაღების გამომრიცხავი მოწყობილობით გამო-ბოლქვის წნევა მკვეთრად იზრდება და მიისწრაფვის ზღვარში კუმშვის მაქსიმალური წნევისაკენ. განდევნის ტაქტის დროს გამომშვებ მილსადენში მაღალი წნევის დონე m წერტილიდან ეცემა ცი-ლინდრის n წერტილში არსებულ დონემდე, ხოლო შემდეგ იწყება ამ წონასწორული წერტილიდან საერთო პოლიტროპული კუმშვა na წირის მიხედვით და გრძელდება c წერტილში არსებული შემშ-ვები სარქველის გაღებამდე, რასაც მოსდევს შემშვები ტაქტის დროს (სარქველების გადახურვის პერიოდი) ცილინდრში წნევის ვარდნა. გამობოლქვის წნევის მკვეთრი ზრდა განაპირობებს ინდი-კატორული პროცესის თეორიული კვლევისადმი და განსაკუთრებით მისი ცალკეული მონაკვეთები-სადმი ინტერესს. შეიქმნა სათანადო მათემატიკური მოდელი, რომელიც აღწერს ცილინდრსა და გა-მომშვებ მილსადენში მიმდინარე ურთიერთდაკავშირებული პროცესების ერთობლიობას. იგი ემყა-რება ენერგიის და მასის შენახვის კანონებსა და აირის მდგომარეობის განტოლებებს. ამ განტოლე-ბათა ამოხსნა ხდება ეგმ-ებზე მოდელირებით, რაც შესრულებულია ჯერ კიდევ 1977 წელს მანქა-ნათა მექანიკის ინსტიტუტის მეცნიერების მიერ [1]. თუმცა იგი არ შეიცავს სამუხრუჭო პროცესს გამომშვები მილსადენის გადაკეტვის მომენტიდან მასში მაქსიმალური წნევის დამყარებამდე, ე.ი. გა-მომშვებ მილსადენში წნევის ზრდის დინამიკის ანგარიშს, რომელიც აუცილებელია იმის გასარკვევად, თუ რა გავლენას ახდენს მუხრუჭის მუშაობაზე ძრავას ძირითადი კონსტრუქციული პარამეტრები. ამ საკითხების გამოსაკვლევად შედგა სათანადო საანგარიშო სქემა, რომელიც წარ-მოდგენილია მე-6 ნახ-ზე.



ნახ. 6. გადაკეტილ გამომშვებ მილსადენში წნევის ზრდის საანგარიშო სქემა

სქემა ითვალისწინებს მუხრუჭში მიმდინარე სამუშაო პროცესის ბუნებას, სახელობრ, ძრავაში გაფართოების ტაქტის დროს გამომშვებ მილსადენში არსებული ჰაერის პოლიტროპულ კუმშვას. ეს პროცესი ხასიათდება ე.წ. ციკლური კუმშვის ხარისხით თითოეული ციკლის მიხედვით, რომელთა მიმდევრობა ქმნის სასრულ რიცხვითა მწკრივს და მათი ნამრავლი ძრავას სტანდარტული კუმშვის ხარისხის ტოლია.

როგორც საანგარიშო სქემიდან ჩანს, ძრავული მუხრუჭის სამუშაო პროცესი ხასიათდება ძრავას საყოველთაოდ ცნობილი სტანდარტული კუმშვის ხარისხით და ციკლური კუმშვის ხარისხით, რომლებიც თანმიმდევრული ციკლებისათვის იქნება

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= \frac{V_p + V_a}{V_p + V_c}; & \varepsilon_{m-1} &= \frac{V_p + V_{m-1}}{V_p + V_c}; \\ \varepsilon_3 &= \frac{V_p + V_3}{V_p + V_c}; & \varepsilon_m &= \frac{V_p + V_m}{V_p + V_c} = \frac{V_p + V_c}{V_p + V_c} = 1.\end{aligned}$$

ბოლო გამოსახულების მიხედვით ε_m -ის საბოლოო ციკლში კუმშვის ხარისხი 1-ის ტოლია, რაც გამომშვებ მილსადენში მაქსიმალური წნევის მიღწევის პირობას ქმნის.

ციკლური კუმშვის ხარისხების მნიშვნელობათა შესაბამისად, გამომშვებ რესივერში მაქსიმალური წნევები თანმიმდევრულ ციკლებში ტოლი იქნება

$$\begin{aligned}P_1 &= P_0 \varepsilon_1^n, \\ P_2 &= P_1 \varepsilon_2^n = P_0 (\varepsilon_1 \varepsilon_2)^n = P_0 \left(\prod_{i=1}^2 \varepsilon_i \right)^n, \\ P_3 &= P_2 \varepsilon_3^n = P_0 \left(\prod_{i=1}^3 \varepsilon_i \right)^n, \\ &\dots\dots\dots \\ P_{m-1} &= P_{m-2} \varepsilon_{m-1}^n = P_0 \left(\prod_{i=1}^{m-1} \varepsilon_i \right)^n, \\ P_m &= P_{m-1} \varepsilon_m^n = P_{m-1};\end{aligned}$$

ე.ი. უკანასკნელ ციკლში არ ხდება წნევის მატება წინა ციკლთან შედარებით.

ზემოთ მიღებულ დამოკიდებულებათა პრაქტიკული გამოყენებისათვის ციკლური კუმშვის ხარისხების გამოსახულებაში უნდა განისაზღვროს V_i , სადაც $i=1,2,3,4,\dots,m-1,m$. მათი განსაზღვრისათვის გამოვიყენოთ პოლიტროპას განტოლება $PV^n = const$. მისი საშუალებით 1-ლი და მე-2 წერტილებისათვის გვექნება

$$P_0 V_a^n = P_1 V_2^n,$$

სადაც P_1 გამოსახულების გათვალისწინებით ვღებულობთ:

$$V_2 = \frac{V_a}{\varepsilon_1}.$$

ანალოგიურად V_i სიდიდეთა განსაზღვრისათვის კი

$$V_1 = V_a,$$

$$V_2 = \frac{V_a}{\varepsilon_1},$$

$$V_3 = \frac{V_a}{\varepsilon_1 \varepsilon_2},$$

$$V_4 = \frac{V_a}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3},$$

$$\dots\dots\dots$$

$$V_{m-1} = \frac{V_a}{\prod_{i=1}^{m-2} \varepsilon_i},$$

$$V_m = \frac{V_a}{\prod_{i=1}^{m-1} \varepsilon_i}.$$

რადგანაც ციკლური კუმშვის ხარისხი უკანასკნელი ციკლისათვის 1-ის ტოლია, ამიტომ $V_m = V_c$ და უკანასკნელი გამოსახულებიდან ვღებულობთ:

$$\prod_{i=1}^{m-1} \varepsilon_i = \varepsilon;$$

ე.ი. თანმიმდევრული ციკლების ციკლური კუმშვის ხარისხების ნამრავლი ტოლია ძრავას კუმშვის ხარისხისა. ამრიგად, ციკლური კუმშვის ხარისხი არის, სახელდობრ, ის პარამეტრი, რომლის მეშვეობითაც ხდება გამომშვებ მილსადენში წნევის ზრდის დინამიკის გამოკვლევა.

გამომშვებ რესივერში ჰაერის რაოდენობის (G_k) დასადგენად შესაბამისი k რაოდენობის ციკლის შესრულების შემდეგ აირების დამახასიათებელ განტოლებაში

$$G_k = \frac{V_p \cdot P_k}{R \cdot T_k}.$$

უნდა ჩავსვათ გამოსახულებები

$$P_k = P_0 \left(\prod_{i=1}^k \varepsilon_i \right)^n; \quad T_k = T_0 \left(\prod_{i=1}^k \varepsilon_i \right)^{n-1},$$

რომელთა საშუალებით საბოლოოდ მივიღებთ:

$$G_k = \frac{V_p \cdot P_0}{R \cdot T_0} \prod_{i=1}^k \varepsilon_i.$$

ე. ი. გამომშვებ რესივერში ჰაერის რაოდენობა k რაოდენობის ციკლის შემდეგ პროპორციულია ციკლური კუმშვის ხარისხების ნამრავლისა. სხვაობა ($G_k - G_{k-1}$) წარმოადგენს ჰაერის რაოდენობას, რომელიც შეიკუმშება რესივერში k -ური ციკლის დროს

$$\Delta G_k = G_k - G_{k-1} = \frac{V_p P_0}{R T_0} (\varepsilon_k - 1) \prod_{i=1}^{K-1} \varepsilon_i.$$

ΔG_k მნიშვნელობათა ცოდნა დაგვეხმარება გამომშვებ რესივერში ჰაერის მაქსიმალური წნევის სიდიდეზე სისტემის (ცილინდრი-გამომშვები რესივერის) ჰერმეტიზაციის გაგვეჩვენოს შეფასებაში.

იმ გარემოების გამოსაკვლევადა, თუ რამდენად სწრაფად არის შესაძლებელი გამომშვებ რესივერში ჰაერის წნევის დამყარება, საჭიროა მათემატიკურად შევისწავლოთ ε_i რიცხვითი თანმიმდევრობის რიგითი წევრების წარმოქმნის წესი და გავარკვიოთ, არის თუ არა ის სასრული. სასრულ რიცხვთა მწკრივის შემთხვევაში, ცხადია, რომ გამომშვებ რესივერში ჰაერის მაქსიმალური წნევა დამყარდება ციკლების განსაზღვრული სასრული რიცხვის შემდეგ, რაც ძრავას ბრუნთა განსაზღვრული სიხშირის დროს მოგვცემს წარმოდგენას იმ დროზე, რომელიც საჭიროა გამომშვებ რესივერში დამყარებული მაქსიმალური წნევის მისაღწევად.

ამრიგად, ციკლური კუმშვის ხარისხების $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_{m-1}, \varepsilon_m$ რიცხვთა სასრული მწკრივის პირველი წევრისათვის თუ შემოვიღებთ გარკვეულ აღნიშვნებს, გვექნება:

$$\varepsilon_1 = \frac{V_a}{V_p + V_c} + \frac{V_p}{V_p + V_c} = b + c; \quad \frac{V_a}{V_p + V_c} = b, \quad \frac{V_p}{V_p + V_c} = c.$$

ასე რომ, b და c რიცხვები არ შეიძლება იყოს ნებისმიერი; ისინი დამოკიდებულია ძრავას კონსტრუქციული პარამეტრების სიდიდეზე. თუ გავაგრძელებთ რიცხვითი თანმიმდევრობის რიგითი წევრების ჩაწერას, გვექნება:

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 &= \frac{b}{\varepsilon_1} + c = \frac{b}{b+c} + c; \\ \varepsilon_3 &= \frac{b}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} + c = \frac{b}{b(1+c) + c^2} + c; \\ \varepsilon_4 &= \frac{b}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3} + \frac{b}{b(1+c+c^2) + c^3} + c; \\ \varepsilon_5 &= \frac{b}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 \varepsilon_4} + \frac{b}{b(1+c+c^2+c^3) + c^4} + c; \\ &\dots\dots\dots \\ \varepsilon_m &= \frac{b}{b \sum_{i=0}^{m-1} c^i + c^{m-1}} + c; \end{aligned}$$

ამ ჩანაწერის მიხედვით, რიცხვითი თანმიმდევრობის ε_i წევრები შეიცავს

$$1 + c + c^2 + c^3 + c^4 + c^5 + \dots + c^m$$

რიგის ნაწილობრივ ჯამებს კრებადი გეომეტრიული პროგრესიის მნიშვნელით $0 < c < 1$. ასეთი რიგი კრებადია და მისი შესაბამისი ზღვარი $\varepsilon_m = \frac{1}{1-c}$;

ახლა გამოვიკვლიოთ საკითხი რიცხვითი თანმიმდევრობის ε_i ზოგადი წევრის ზღვრის შესახებ. ზღვრული გადასვლის გამოყენებით გვექნება

$$\lim \varepsilon_m = \lim \left(\frac{b}{b \sum_{i=0}^{m-1} c^i + c^{m-1}} + c \right) = \left(\frac{b}{b} + c \right) = 1,$$

ე.ი. თანმიმდევრობა ε_m -ის ზოგადი წევრი, როცა $m \rightarrow \infty$, მისწრაფვის 1-კენ.

გამომშვები რესივერის თანმიმდევრულ ციკლებში წნევის განსაზღვრისას საქმე გვაქვს კრებადი უსასრულო ნამრავლის ნაწილობრივ ნამრავლებთან $\left(\prod_{i=1}^m \varepsilon_i \right)$ და უნდა დავამტკიცოთ, რომ ძრავას კუმშვის ხარისხი ε არის ამ ნამრავლის ზღვარი. დასამტკიცებლად გამოვიყენოთ ნაწილობრივ ნამრავლთა შემდეგი გამოსახულება – $\prod_{i=1}^m \varepsilon_i$:

$$\prod_{i=1}^m \varepsilon_i = b \sum_{i=0}^{m-1} c^i + c^m,$$

რომელშიც ზღვარზე გადასვლით მივიღებთ

$$\prod_{i=1}^{\infty} \varepsilon_i = b \sum_{i=0}^{\infty} c^i = b \frac{1}{1-c} = \frac{V_a}{V_c} = \varepsilon,$$

რისი დამტკიცებაც გვინდოდა.

ამ მტკიცების თანახმად, ციკლების რაოდენობის უსასრულობისკენ სწრაფვის გამო გამომშვებ რესივერში ზღვრული წნევა

$$\lim P_m = p_0 \left(\prod_{n=1}^{\infty} \varepsilon_n \right)^n = p_0 \varepsilon^n;$$

გამომშვებ რესივერში ციკლური მიწოდების ზღვრული რაოდენობა

$$\lim \Delta G_k = \frac{V_p \cdot P_0}{R \cdot T_0} (\lim \varepsilon_k - 1) = 0,$$

ხოლო მასში ჰაერის საერთო მიწოდების ზღვრული სიდიდე

$$\lim G_k = \frac{V_p \cdot P_0}{R \cdot T_0} \prod_{m=1}^{\infty} \varepsilon_m = \frac{V_p \cdot P_0}{R \cdot T_0} \varepsilon.$$

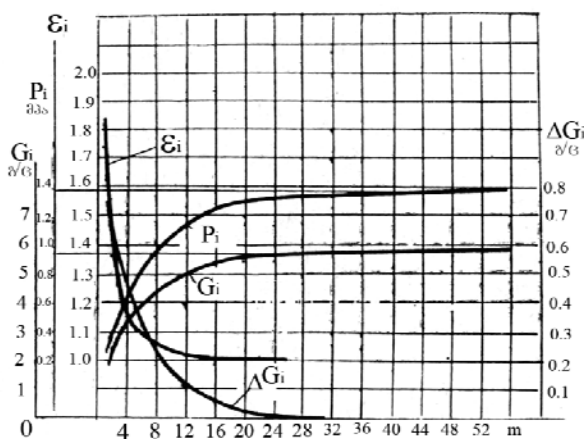
როგორც ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშებიდან ჩანს, გამომშვებ რესივერში ჰაერის ზღვრული მნიშვნელობის მისაღებად აუცილებელია ციკლების საკმაოდ მცირე რაოდენობა. თანამედროვე ძრავას დიდი მნიშვნელობის მქონე სამუშაო ციკლები უარყოფითად ვერ იმოქმედებს ავტომობილის დამუხრუჭების დინამიკაზე. ამის საილუსტრაციოდ განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი. პირველ მაგალითში, შესაბამისად, „ზილ-130“-ის ძრავას ცილინდრის ზომების მიხედვით შეიძლება მივიღოთ შემდეგი საწყისი მონაცემები

$$V_h = 747,5 \text{ სმ}^3, V_c = 136 \text{ სმ}^3, V_p = 747,5 \text{ სმ}^3, \varepsilon = 6,5.$$

ამ მონაცემებით გაანგარიშებული იყო ციკლური კუმშვის ხარისხი (ε_i), წნევა (P_i), გამომშვებ რესივერში ჰაერის საერთო და ციკლური მიწოდების რაოდენობა (G_i და ΔG_i). მათი გრაფიკული წარმოდგენისათვის ეს სიდიდეები პირობითად განვიხილოთ არგუმენტის X -ის ფუნქციების სახით. ე.ი.

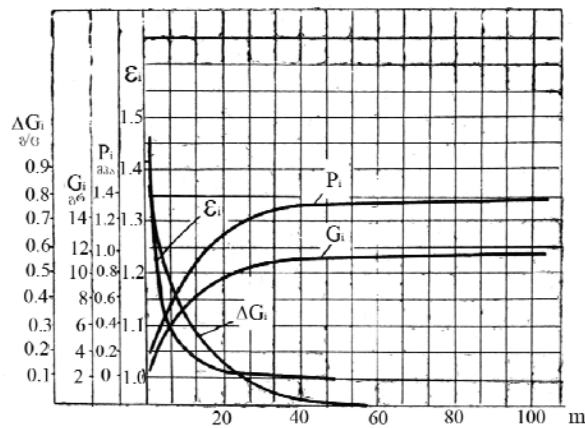
$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= f_1(x), & P_i &= f_2(x), \\ G_i &= f_3(x), & \Delta G_i &= f_4(x), \end{aligned}$$

სადაც თითოეული ამ თანმიმდევრობის წევრი გამოსახავს ორდინატის სიდიდეს $x = 1, 2, 3, \dots$ წერტილებში. ამგვარად აგებული გრაფიკი წარმოდგენილია მე-7 ნახ-ზე იმ თავისებურებით, რომ აბსცისა გაივლის მხოლოდ რიცხვთა ნატურალურ რიგს.



ნახ. 7. ციკლური კუმშვის ხარისხის, წნევის, რესივერში ჰაერის საერთო და ციკლური მიწოდების ცვლილება, როცა $V_p = 747,5 \text{ სმ}^3$ და კუმშვის ხარისხი $\varepsilon = 6,5$

მეორე მაგალითში წნევის ზრდის დინამიკაზე რესივერის მოცულობის გავლენის განსასაზღვრავად V_p მოცულობა გადიდებულია 2-ჯერ, ხოლო დანარჩენი საწყისი მონაცემები უცვლელი დარჩა. მე-8 ნახ-ზე წარმოდგენილია შესაბამისი გრაფიკი.



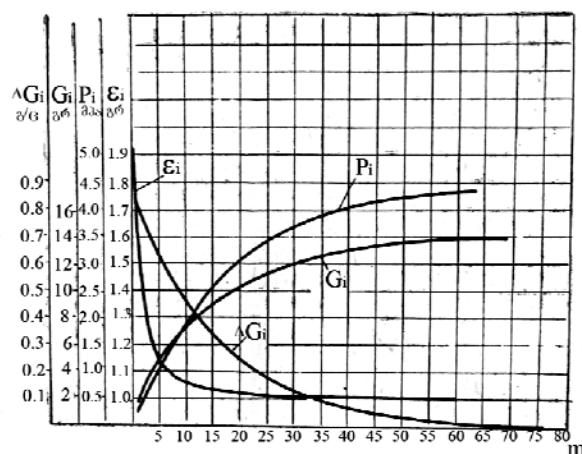
ნახ. 8. ციკლური კუმშვის ხარისხის, წნევის, რესივერში ჰაერის საერთო და ციკლურ მიწოდებათა ცვლილება, როცა $V_p=1495\text{ სმ}^3$ და $\varepsilon=6,5$

მე-7 და მე-8 ნახაზების შედარებით ირკვევა, რომ რესივერის 2-ჯერ გადიდება იწვევს თავდაპირველი რიცხვითი წევრების თანმიმდევრობის (ε_i) შემცირებას, რომლებიც შემდეგ რომელიღაც წერტილიდან იზრდება, მაგრამ ამის პარალელურად არ ხდება ნაწილობრივი ნამრავლების ($\prod_{n=1}^m \varepsilon_i$) აუცილებელი მატება, რაც იწვევს გამომშვებ რესივერში შესაბამისი წნევების შემცირებას. ამის შედეგად რესივერში ერთნაირი წნევების მისაღებად საჭიროა როგორც შესრულებული ციკლების უფრო მეტი რაოდენობა, ისე დროის მონაკვეთის გაზრდაც.

რამდენადაც ძრავას კუმშვის ხარისხი ერთნაირია, გამომშვებ რესივერში წნევების ზღვრული მნიშვნელობა უცვლელია, ამასთან ერთად გამოყენებული საანგარიშო სქემით შესაძლებელია განისაზღვროს ძრავას კუმშვის ხარისხის გაღებნა გამომშვებ რესივერში ჰაერის წნევის დინამიკაზე. ამ საკითხისადმი ინტერესი გამოწვეულია იმით, რომ შიგაწვის ძრავებს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება აალების მეთოდით და ფორსირების ხარისხით, აქვს სხვადასხვა კუმშვის ხარისხი. ამ მიზნით განვიხილოთ მესამე მაგალითი შემდეგი საწყისი მონაცემებით:

$$V_h = 747,5 \text{ სმ}^3, V_c = 50 \text{ სმ}^3, V_p = 747,5 \text{ სმ}^3, \varepsilon = 15,95.$$

იგი წინა მაგალითებისაგან განსხვავდება კუმშვის ხარისხით (ნახ. 9).



ნახ. 9. ციკლური კუმშვის ხარისხის, წნევის, რესივერში ჰაერის საერთო და ციკლური მიწოდების ცვლილება, როცა $V=747,5 \text{ სმ}^3$ და $\varepsilon=15,95$

განხილული მაგალითების შედარების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ძრავას კუმშვის ხარისხის გადიდებით რიცხვითი თანმიმდევრობის თითოეული წევრის სიდიდე იზრდება, შესაბამისად იზრ-

დება მისი ნამრავლიც $-\prod_{n=1}^m \varepsilon_i$. იგი, იმავე თანმიმდევრული ციკლების მიხედვით, აღმოჩნდება მეტი, რაც იწვევს შესაბამისი P_i წნევის გადიდებას გამომშვებ რესივერში, სადაც ძრავას კუმშვის ხარისხი და მაშასადამე ნამრავლიც $\prod_{n=1}^m \varepsilon_i$ მეტია. პარალელურად იზრდება, ერთი მხრივ, წნევის ზღვრული მნიშვნელობა და, მეორე მხრივ, ჰაერის ციკლური მიწოდება.

როგორც განხილული მაგალითებიდან ჩანს, ახალი პარამეტრის – ციკლური კუმშვის ხარისხის – საშუალებით შესაძლებელი ხდება ხარისხობრივად სწორად გამოვიკვლიოთ შემდეგი ფაქტორები: თანმიმდევრულ ციკლებში წნევის ზრდის დინამიკა, ძრავას კუმშვის ხარისხისა და გამომშვები რესივერის მოცულობის გავლენა გამობოლქვის მაქსიმალურ წნევაზე და, საერთოდ, წნევის ზრდის დინამიკაზე. საბოლოოდ, მისი დახმარებით შესაძლებელია გამომშვებ რესივერში როგორც მაქსიმალური წნევების ცვლილების, ისე ცვალებადი კუმშვის ხარისხის გამოკვლევა.

ამრიგად, სახეზეა საავტომობილო შიგაწვის ძრავების სამუხრუჭო მაჩვენებლების მკვეთრი ზრდის შესაძლებლობა. დღემდე არსებული გამომშვები მუხრუჭები, როგორც წესი, მუშაობს ამ შესაძლებლობების გამოყენების გარეშე. მაგალითად, გამომშვები მუხრუჭების ცნობილ მექანიზმებს შეუძლია განავითაროს 0,3-0,4 მპა უკუწნევა, რამდენადაც მისი შემდგომი გაზრდა შეზღუდულია გამომშვები სარქველების ზამბარების დრეკადობით. ასეთი წნევის მისაღწევად ერთცილინდრიან ძრავას (მაგალითების მიხედვით) დასჭირდება სულ ორი ციკლი. არადა ამ დროს ციკლური მიწოდება ძალიან მაღალია, მაგრამ შეკუმშული ჰაერი შეაღწევს გამომშვებ სისტემაში შეშვების ტაქტის დროს და გამოდის გარეთ. შეკუმშულ და გამომავალ ჰაერს შორის მყარდება რაოდენობრივი წონასწორობა და წნევის ზრდის პროცესი წყდება. აქედან გამომდინარე, შემოთავაზებული საანგარიშო სისტემით შესაძლებელი ხდება ჰერმეტიზებასა და მისაღწევ მაქსიმალურ წნევას შორის კავშირის დამყარება, რითაც შეიძლება განისაზღვროს ძრავას სიმძლავრის ფორსირების ხარისხი სამუხრუჭო რეჟიმების დროს.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Джебашвили И., Кордзაძე Б., Деметрашвили Р. Математическая модель для расчета рабочего процесса принудительно прокручиваемого автомобильного двигателя // Сообщения АН ГССР, 86, N2, 1977, с. 413 – 416.
2. Кордзაძე Б. И. Выпускной тормоз-замедлитель высокой эффективности // Двигателестроение, №7, Л., 1992, с.55-57.

**დიდუფექტური ძრავულ-მუხრუჭიანი საავტომობილო შიგაწვის ძრავების
სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევა**

ბ. კორძაძე, რ. დემეტრაშვილი

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია დიდუფექტური ძრავულ-მუხრუჭიანი შიგაწვის ძრავას სამუშაო პროცესის სამეცნიერო-ტექნიკური კვლევის შედეგები. ეს მუხრუჭი შექმნილია რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში და ხასიათდება მარტივი კონსტრუქციით, მცირე მასით, დამზადების მცირე ხარჯებით და სერიულ ავტომობილებზე დაყენების შესაძლებლობით, რაც მას აძლევს საგრძნობ უპირატესობას საავტომობილო მუხრუჭ-შემნელებლებს შორის.

MECHANICAL ENGINEERING

**SCIENTIFIC-TECHNICAL RESEARCH OF HIGH EFFECTIVE MOTOR BRAKE WITH
INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

B. Kordzadze, R. Demetrashvili

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: There is presented the results of scientific-technical research of working process of the high effective motor brake with internal combustion engine. This motor brake, made in R. Dvali Institute of Machine Mechanics, has simple construction, light weight, low expenses at making and possibility to install it on the serial automobile, which gives it a certain advantage over automobile brake-retarders.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО
МОТОРНОГО ТОРМОЗА С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Б. Кордзадзе, Р. Деметрашвили

(Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме: В статье приведены результаты научно-технического исследования высокоэффективного моторного тормоза с двигателем внутреннего сгорания. Этот моторный тормоз, созданный в Институте механики машин им. Р. Двали, характеризуется простотой конструкции, малым весом, малым расходом изготовления и возможностью установки на серийный автомобиль, что дает ему определенное преимущество среди автомобильных тормозов-замедлителей.

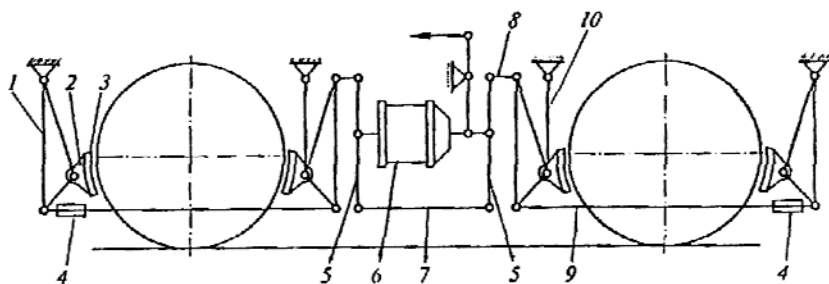
ელმავლის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დამუშავება

† გ. შარაშენიძე, ა. შარვაშიძე, ლ. თედიაშვილი, ს. შარაშენიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დანიშნულებაა სამუხრუჭო ცილინდრის მიერ განვითარებული დაწოლის ძალის სამუხრუჭო ხუნდებისათვის გადაცემა სახსრულ შეერთებებში მცირე ძალური დანაკარგებით. ნებისმიერი სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა უნდა ითვალისწინებდეს ყველა სამუხრუჭო ხუნდის მიმართ ერთნაირი დაწოლის ძალის გადაცემას; ამასთან, ხუნდზე დაწოლის მნიშვნელობა არ უნდა იყოს დამოკიდებული ბერკეტებისა და წვევების დახრის კუთხეებზე; უნდა ახასიათებდეს საკმარისი სიმტკიცე და სიხისტე; აღჭურვილი უნდა იყოს ავტომატურად აღჭურვილი მოწყობილობით; მუხრუჭის აშვების დროს საჭიროა სამუხრუჭო ხუნდების ერთნაირი მანძილით დაშორება ვაგონის თვლის გორგის ზედაპირიდან (ე.ი. აუცილებელია დადგენილი ღრეწოს უზრუნველყოფა თვლის გორგის ზედაპირსა და ხუნდის ზედაპირს შორის); უნდა ჰქონდეს ძალზე დიდი მქკ და ა.შ.

ასეთი ძირითადი მოთხოვნები ერცელებს ელმავლის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის მიმართაც. სასურველია სამუხრუჭო გადაცემას ჰქონდეს ბერკეტების, წვევებისა და სახსრული შეერთებების მინიმალური რაოდენობა, რაც დღეისათვის მეტად აქტუალურია. ჩვენ მიერ წარმოდგენილია არსებული БЛ 10 ელმავლის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის სქემა (ნახ. 1), რომელიც კონსტრუქციულად მეტად რთული სახსრული გადაცემაა, რადგან იგი დიდი რაოდენობით ბერკეტების, წვევებისა და სახსრული შეერთებებისაგან შედგება. სქემის მიხედვით, სამუხრუჭო გადაცემა შეიცავს 23 ბერკეტსა და წვევს და ამდენივე სახსრულ შეერთებას, რაც ზრდის სახსრულ შეერთებებში ხახუნის ძალების დაძლევაზე სამუხრუჭო ცილინდრიდან გადაცემული დაწოლის ძალის დანაკარგების სიდიდეს და ამცირებს დაწოლის ძალის მნიშვნელობას სამუხრუჭო ხუნდების მიმართ. გარდა ამისა, ურიკის ჩარჩოზე დიდი რაოდენობითაა გამოყენებული გადაცემის ბერკეტებისა და წვევების სამაგრი დეტალები, რაც ზრდის ეკონომიკურ ხარჯებს სამუხრუჭო გადაცემის აწყობასა და დამზადებაზე.



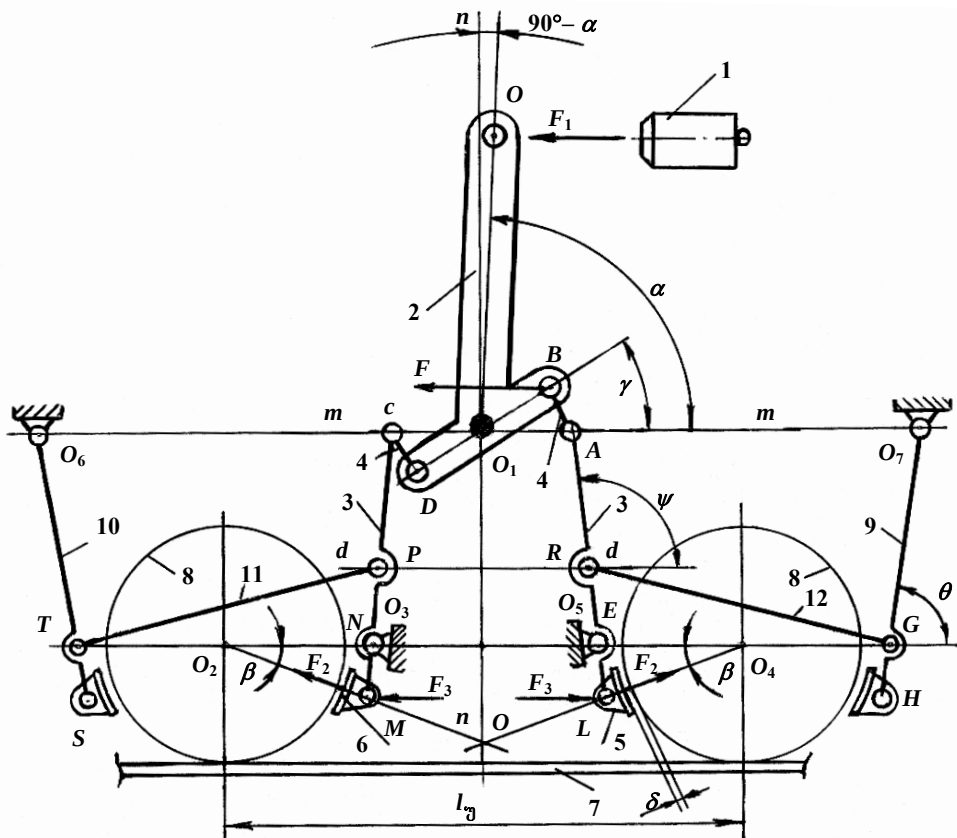
ნახ. 1. БЛ 10 ელმავლის არსებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის სქემა. 1, 10 – საკიდები;
2 – სამუხრუჭო ბუნიკი; 3 – სამუხრუჭო ხუნდი; 4 – ხრახნული მარეგულირებელი ქურო;
5 – საბალანსო ბერკეტი; 6 – სამუხრუჭო ცილინდრი; 7, 8, 9 – წვევები

სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა მოძრაობაში მოჰყავს 254 მმ დიამეტრის მქონე სამუხრუჭო ცილინდრს. მისგან გამომავალი ტოკის ზემოქმედებით დამწოლი ძალა გადაეცემა ბალანსირებს – საბალანსო ბერკეტებს (5), რომლებიც ქვედა სახსრებში შეერთებულია წვევით (7). ბალანსირების ზედა სახსრების წვევების (8) საშუალებით დაწოლის ძალა გადაეცემა საკიდს (1), ხოლო ბუნიკი (2)

უზრუნველყოფს ხუნდის (3) მიჭერას თვლის გორვის ზედაპირთან. წვეის (8) საშუალებით შემორუნდება ბერკეტი (10) უძრავი ბრუნვითი სახსრის მიმართ და წვეის (9) ზემოქმედებით დაწოლის ძალა გადაეცემა დანარჩენ ხუნდებს. მარგულირებელი ქურო (4) გამოიყენება ქვედა წვეების სიგრძეთა ცვლილებებისათვის.

განხილული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა კონსტრუქციულად რთულია, ამიტომ ჩვენ მიერ დამუშავებულ იქნა ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა, რომელიც შეიცავს 18 სახსრულ შეერთებას, 10 ბერკეტსა და წვეას. ოპტიმალური ბერკეტული გადაცემის სქემა წარმოდგენილია მე-2 ნახ-ზე.

ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა გამოირჩევა წინამორბედისაგან როგორც კონსტრუქციული სიმარტივით (იგი შეიცავს 5 სახსრითა და 13 სახსრული შეერთებით ნაკლებს), ისე საექსპლუატაციო და ხანგამძლეობის პარამეტრებით. სამუხრუჭო ცილინდრიდან (1) გადაცემულ ძალას ხუნდების სამუხრუჭო მდგომარეობაში მოყვანამდე აქვს 25 %-ით ნაკლები ძალური დანაკარგი არსებულთან შედარებით, ხოლო ბერკეტებისა და წვეების რაოდენობა შემცირებულია 52 %-ით. იგი უზრუნველყოფს სრულ სამუხრუჭო ეფექტს როგორც ნაკლებ დროში წვეებისა და ვერტიკალური ბერკეტების განლაგების, ასევე შესაძლო მოძრაობათა სრულყოფის შემთხვევაში. არსებულისაგან განსხვავებით, ოპტიმალურ სამუხრუჭო ბერკეტულ გადაცემაში პირველადია გამოყენებული დახრილი ბერკეტები (11 და 12), რომლებიც ვერტიკალურ ბერკეტებთან (3) ერთად იწვევს გადაადგილებას და უზრუნველყოფს ოთხივე სამუხრუჭო ხუნდის ერთდროულ დაწოლას ვაგონის თვლის გორვის ზედაპირის მიმართ.



ნახ. 2. БЛ 10 ელმავლის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის სქემა.

- 1 - სამუხრუჭო ცილინდრი, 2 - საერთო ამძრავი ბერკეტი, 3 - ვერტიკალური ხუნდებიანი ბერკეტები, 4 - მოკლე წვეები, 5 - სამუხრუჭო ხუნდის ბუნიკი, 6 - სამუხრუჭო ხუნდები; 7 - რელსი, 8 - ვაგონის თვალი, 9, 10 - მხრეულები, 11, 12 - დახრილი წვეები

არსებულ სამუხრუჭო ბერკეტულ გადაცემაში წევები (9) განლაგებულია ლიანდაგის რელსებთან და შპალებთან ახლოს, ამიტომ წევები განიცდის ატმოსფერულ და კოროზიულ ზემოქმედებას; ჭუჭყიანდება მიწის ვაკისი მტვრითა და ვაგონის ზეთოვანი ჩამონადენით, რის გამოც ხდება მათი ზედაპირული დაზიანება და მწყობრიდან ნაადრევი გამოსვლა. ოპტიმალურ სამუხრუჭო ბერკეტულ გადაცემაში ასეთი მოვლენები გამორიცხულია.

ოპტიმალურ სამუხრუჭო ბერკეტულ გადაცემას არ სჭირდება დიდი რაოდენობით ურიკის ჩარჩოსთან შემაერთებული სამაგრები, ხოლო მისი კონსტრუქციული გაუმჯობესება ზრდის ეკონომიკურ ეფექტიანობას გადაცემის დამზადებასა და აწვობაზე.

საინტერესოაა შერჩეული ურიკის ჩარჩოს მიმართ ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის შემადგენელი ბერკეტებისა და წევების ადგილმდებარეობა – ის, რომელიც განლაგებულია ვერტიკალურ სიბრტყეში ვაგონის ურიკის ჩარჩოს $m-m$ დონის დაბლა, წარმოადგენს სამუხრუჭო კვანძს, მეორე, რომელიც ურიკის ჩარჩოსადმი პორიზონტალურადაა განლაგებული, არ სცდება ჩარჩოს და გავლენას ვერ ახდენს ურიკის მიმართ ვაგონის ძარას მოძრაობაზე. ვერტიკალურ სიბრტყეში განთავსებულია ვერტიკალური ბერკეტები (3, 9, 10) და წევები (11, 12). პორიზონტალურ სიბრტყეში – მხოლოდ სამუხრუჭო ცილინდრი (1), საერთო ამძრავი ბერკეტი (2) და მოკლე წევები (4). ამძრავი ბერკეტი (2) გადახრილია საერთო ვერტიკალური სიმეტრიის $n-n$ ღერძიდან $90^\circ - \alpha$ კუთხით სამუხრუჭო ცილინდრისაკენ. ამავე კუთხით გადახრება ამძრავი ბერკეტი $n-n$ ღერძიდან სამუხრუჭო ცილინდრის ჭოკის ზემოქმედების შედეგად მარცხნივ საბოლოო დამუხრუჭებად. ე.ი. ამძრავი ბერკეტის შემობრუნების $180^\circ - 2\alpha$ კუთხე შეესაბამება ჭოკის გამოსვლის 20–25 სმ-ს. O_1 , O_3 და O_5 უძრავი სახსრული შეერთებების გარშემო შემობრუნდება საერთო ამძრავი (2) და ხუნდებიანი ბერკეტები (3), ხოლო ურიკის თვლები O_2 და O_4 ცენტრებით გადაადგილდება რელსის (7) მიმართ. უძრავი O_6 და O_7 ბრუნვითი სახსრების მიმართ შემობრუნდება მხრეულები (9, 10). ღრეჩო δ ვაგონის გორვის ზედაპირსა და სამუხრუჭო ხუნდის შიგა მუშა ზედაპირს შორის ყველგან ერთნაირია.

ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის მუშაობის პრინციპი ასეთია: ურიკის ჩარჩოს ზედაპირის $m-m$ პორიზონტალის მიმართ ამძრავი ბერკეტის შემობრუნება α კუთხით სამუხრუჭო ცილინდრის ჭოკის F_1 ძალის O სახსარში მოქმედების შედეგად იწვევს B და D სახსრების შემობრუნებას საათის ისრის მოძრაობის საპირისპირო მიმართულებით, რის გამოც A და C სახსრების მიმართ ურთიერთსაპირისპირო მიმართულებით შემობრუნდება სამუხრუჭო ხუნდებიანი (6) ბერკეტები (3). ამავე დროს ისინი შემობრუნდებიან O_3 და O_5 უძრავი სახსრების მიმართ ψ კუთხით და ხუნდები მიეხრებიან თვლის გორვის ზედაპირებს. დახრილი წევები (11, 12) შემობრუნდება P და R სახსარში ხუნდებიანი ბერკეტების (3) მიმართ და ახდენს მხრეულებით (9, 10) S და H თვლების გორვის ზედაპირზე ხუნდების ერთდროულ მიჭერას. G და T სახსრები განლაგებულია თვლების O_2 და O_4 ცენტრების შემაერთებელ ხაზზე, ხოლო P და R სახსრების მდებარეობა პრაქტიკულად უნდა გადაწყდეს გორვის ზედაპირებისადმი ხუნდების დაწოლის ძალის გაანგარიშების შემდეგ, ე. ი. სინთეზის ამოცანის გადაწყვეტის პროცესში უნდა დადგინდეს NP და ER მონაკვეთების სიგრძე. ცხადია, P და R სახსრები ძევს $d-d$ პორიზონტალურ წრფეზე და ამავე დროს CM და AL ხუნდებიან ბერკეტებზე.

ამრიგად, L_{Σ} ურიკის ბაზის არსებობისას გადაწყვეტილია ოპტიმალური ბერკეტული გადაცემის გეომეტრიული პარამეტრები და მოქმედების პრინციპი.

როგორც აღვნიშნეთ, ოპტიმალური სამუხრუჭო გადაცემის მცირე რაოდენობის სახსრულ შეერთებებში ძალური დანაკარგები ხახუნის ძალების დაძლევაზე შემცირებულია. გადაცემის ფარდობა ამძრავი ბერკეტისათვის (2) უდრის $U_1 = OQ_1/O_1B_1$ სიდიდეს, ამიტომ B სახსარში სამუხრუჭო ცილინდრის ჭოკის დაწოლის F_1 ძალის მნიშვნელობა გაიზრდება და მიმართული იქნება B სახსრიდან მარცხნივ. მისი მნიშვნელობა განისაზღვრება ტოლობით:

$$F = F_1 \frac{OO_1}{O_1B} \sin \alpha . \quad (1)$$

იგივე ძალა იმოქმედებს ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით A და C სახსრებში.

გადაცემის ფარდობა AL და CM ბერკეტებისათვის ერთნაირია და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$U_2 = \frac{AL + EL}{EL} . \quad (2)$$

(2) ტოლობის გათვალისწინებით, L და M ბრუნვის ცენტრებში იმოქმედებს ხუნდზე დაწოლის F_3 ძალა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$F_3 = FU_2 \sin \psi . \quad (3)$$

U_2 -ის მნიშვნელობის გათვალისწინებით

$$F_3 = F_1 \frac{OO_1}{O_1B} \cdot \frac{AL + EL}{EL} \sin \alpha \sin \psi . \quad (4)$$

რადგან ხუნდზე დაწოლის F_2 ძალა თვლის ცენტრის მიმართ ადგენს β დაწოლის კუთხეს, ამიტომ

$$F_2 = F_1 \frac{OO_1}{O_1B} \cdot \frac{AL + EL}{EL} \sin \alpha \sin \psi \cos \beta . \quad (5)$$

ხუნდის დაწოლის ასეთივე ძალა იმოქმედებს მხრეულების სამუხრუჭო ხუნდების H და S სახსრულ შეერთებებში.

ორღერძიანი ურიკა აღჭურვილია 8 სამუხრუჭო ხუნდით, ამიტომ $n = 8$ ხუნდის შემთხვევაში

$$F_2 = 8F_1 \frac{OO_1}{O_1B} \cdot \frac{AL + EL}{EL} \sin \alpha \sin \psi \cos \beta . \quad (6)$$

ზოგადად შეიძლება დაიწეროს:

$$F_{2(n)} = nF_1 \frac{OO_1}{O_1B} \cdot \frac{AL + EL}{EL} \sin \alpha \sin \psi \cos \beta . \quad (7)$$

საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ოპტიმალური ვარიანტის მიხედვით, საჭიროა ჩატარდეს გადაცემის სინოეზი გეომეტრიული და ძალური პარამეტრების შერჩევის გზით, რათა მიღებულ იქნეს გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ეფექტი.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Афонин Г. С. Автоматические тормоза подвижного состава. М.: Академия, 2010.
2. Крылов В. И., Кликов В. В., Ясенцев В. Ф. Автоматические тормоза. М.: Транспорт, 1976.
3. გ. ს. შარაშენიძე. ვაგონების დინამიკა. თბ.: განათლება, 2001.
4. Шарашенидзе Г. С., Долидзе М. Р. Оптимальная тормозная рычажная передача с двусторонним нажатием колодок моторного вагона электропоезда // Труды ГТУ, №2(472), Тб., 2009.

სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა

ელმავლის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დამუშავება

† გ. შარაშენიძე, ა. შარვაშიძე, ლ. თედიაშვილი, ს. შარაშენიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ნაშრომში დამუშავებულია ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა ВЛ 10 ტიპის ელმავლებისათვის. ოპტიმალური გადაცემა უზრუნველყოფს არსებულთან შედარებით საიმედო სამუხრუჭო ეფექტს ბერკეტების, წევებისა და სახსრული შეერთებების უფრო ნაკლები რაოდენობით გამოყენებისას. მიღებულია სამუხრუჭო ხუნდის დაწოლის ძალის მნიშვნელობის ანალიზური გამოსახულება სამუხრუჭო ცილინდრის მიერ განვითარებული დაწოლის ძალისა და სისტემის გადაცემის რიცხვის გათვალისწინებით.

TRANSPORTATION ENGINEERING

DEVELOPMENT OF OPTIMAL BRAKE LEVERAGE TRANSMISSION OF ELECTRIC LOCOMOTIVE

† G. Sharashenidze, A. Sharvashidze, L. Tediashvili, S. Sharashenidze

(Georgian Technical University)

Resume: There is developed optimal brake leverage transmission for VL 10 type electric locomotive. Due the optimal brake transmission there is provided reliable braking effect with less number of lever rods and joint connections. There is obtained value of the brake shoes pressing force in an analytical form, with taking into account the brake cylinder pressing force and system transmission ratio.

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОВОЗА

† Г. Шарашенидзе, А. Шарвашидзе, Л. Тедиашвили, С. Шарашенидзе

(Грузинский технический университет)

Резюме: Разработана оптимальная тормозная рычажная передача для электровозов типа ВЛ 10. Оптимальной тормозной передачей обеспечивается надежный тормозной эффект с меньшим количеством рычагов, тяг и шарнирных соединений. Получено значение силы нажатия тормозной колодки в аналитической форме, с учетом силы нажатия тормозного цилиндра и числом передачи системы.

ვაგონის მოძრაობის კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრა ურიკების არასიმეტრიული ბანჯაგების ბათვალისწინებით

ჩგ. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი, ლ. თედიაშვილი, ს. შარაშენიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

სარკინიგზო მოძრაობის შემადგენლობის უსაფრთხო მოძრაობას განაპირობებს მთელი რიგი ფაქტორები. მათ შორის აღსანიშნავია რკინიგზის ლიანდაგის რელსების ტექნიკური პარამეტრების სტანდარტული მდგომარეობის უზრუნველყოფა – რელსების დაგება გარკვეული დახრის კუთხით შპალებისადმი; შპალების ჩაჯდომის პარამეტრების დაცვა შემადგენლობის გავლისას; რელსების შეერთების (შეპირაპირების) სახეობა; რელსების თანაბარი განლაგება ლიანდაგის სიმეტრიის ღერძის მიმართ; შპალების მიწის ვაკის ვარგისიანობა ნებისმიერი კლიმატური პირობების შემთხვევაში; რელსის მასების თანაბარი განაწილება და ერთგვაროვნება რელსის მთელ სიგრძეზე რელსის თავის გორვის ზედაპირის უთანაბრობების მინიმიზაცია და გორვის წრის შესაბამისობა ვაგონის თვლის გორვის წრის ტრაექტორიასთან. ასევე აუცილებელია ვაგონის თვლის სტანდარტული პარამეტრების დაცვა; კერძოდ: თვლის გორვის ზედაპირების შენარჩუნება გარკვეული სახის ანაგლეჯების, ბზარების ან ნაცოცების გარეშე; თვლის გორვის წრის შესაბამისობაში მოყვანა რელსის თავის გორვის ზედაპირის მიმართ; თვლის დისბალანსის გამორიცხვა; წვეილთვალს ორივე თვლის გორვის ზედაპირების გასწვრივ კინემატიკური და გეომეტრიული ცენტრების თანხვედრის უზრუნველყოფა; თვლის ქიმის შიგა ზედაპირზე ცრუ ქიმის არსებობის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარება; თვლისა და რელსის თვლის კონტაქტის წერტილში განივი ძალების მინიმიზაცია; თვლის გორვის ზედაპირზე ნაცოცის გეომეტრიული ზომების დასაშვები ლიაპაზონის შენარჩუნება.

შემადგენლობის მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით უნდა გაირკვეს თითოეული ვაგონის მოძრაობის ძირითადი პარამეტრები, რაც გულისხმობს ამ პარამეტრების მიმართ მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების შედგენას და მათს ერთობლივ ამოხსნას კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით.

ამ მიზნის მისაღწევად პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი, თავისუფლების ხარისხის რაოდენობის მიხედვით კი – მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებათა რიცხვი.

როგორც ნებისმიერ ფიზიკურ სხეულს, ვაგონს უნდა ჰქონდეს მოძრაობის ექვსი თავისუფლების ხარისხი – გადაადგილება OX , OY , OZ ღერძების მიმართ და შემობრუნებები ამავე ღერძებისადმი. იმის გამო, რომ ვაგონი არ არის ხისტად შეკრული ფიზიკური სხეული, ამიტომ მისი მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი უნდა განისაზღვროს მისივე ელემენტების მოძრაობის თავისუფლების ხარისხთა ჯამით.

როგორც ზემოთაღნიშნულთა, ვაგონის შემადგენელ თითოეულ ელემენტს აქვს მოძრაობის ექვსი თავისუფლების ხარისხი. ასეთ ელემენტებს მიეკუთვნება ვაგონის ძარა, ორი ურიკა და ოთხი წვეილთვალის დრეკადი საბუქსე ზამბარული კომპლექტი. ერთმაგი საბუქსე ჩამოკიდების შემთხვევაში დადგენილი უნდა იქნეს ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი და კინეტიკური ენერგია.

ვაგონის სრული კინეტიკური ენერგია წარმოადგენს ძარასა და ურიკების კინეტიკური ენერგიების ჯამს. კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრისას გამოვიყენებთ ვაგონზე მცირე ძალით ზემოქმედებას, რაც გავლენას ვერ მოახდენს ვაგონის მოძრაობის კინეტიკურ ენერგიაზე. ვაგონის ძარას, ურიკის ჩარჩოს და ოთხივე წვეილთვალს წარმოვადგენთ აბსოლუტურად ხისტი სხეულების

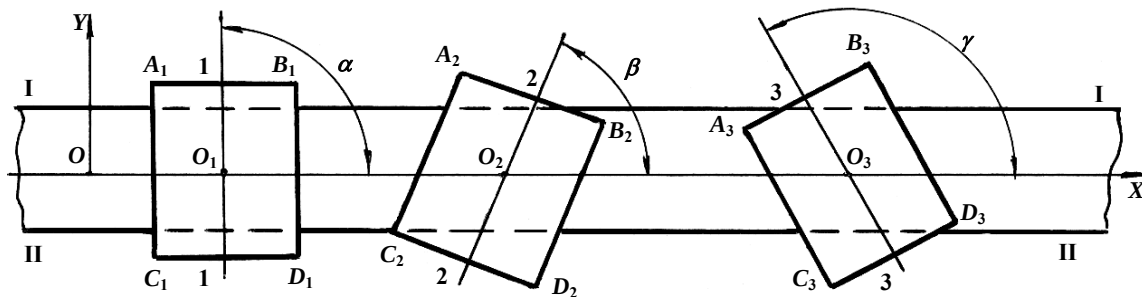
სახით რომელიმე კვეთში დრეკადობის გათვალისწინების გარეშე. აღნიშნული დაშვებების მიხედვით ვაგონის სრული კინეტიკური ენერგია გამოისახება ტოლობით:

$$T = T_0 + T_{y1} + T_{y2}, \quad (1)$$

სადაც T_0 , T_{y1} და T_{y2} არის ვაგონის ძარას, პირველი და მეორე ურიკების კინეტიკური ენერგიები.

აღსანიშნავია, რომ ურიკების მდებარეობა ლიანდაგის მიმართ ალბათური ხასიათისაა, რაც გამოწვეულია რელსისა და ვაგონის თვლის გორგის ზედაპირების უთანაბრობებით. ურიკის ჩარჩოს შესაძლო განლაგება ლიანდაგის მიმართ წარმოდგენილია 1-ელ ნახ-ზე.

ურიკის O_1 , O_2 და O_3 ცენტრების მიმართ ნებისმიერი განლაგების შემთხვევაში ურიკის და ლიანდაგის სიმეტრიის OX ღერძებს შორის შეიძლება არსებობდეს შემობრუნების სხვადასხვა კუთხე – ლიანდაგის ღერძის მიმართ სიმეტრიული განლაგებისას შემობრუნების კუთხეა α ($\alpha = 90^\circ$), ჩარჩოს $A_2B_2C_2D_2$ და $A_3B_3C_3D_3$ შემობრუნებისას კი – β და γ . ამ დროს წვეილთვლების ზემოქმედებით იცვლება განივი ძალები ლიანდაგის I და II რელსის თავის მიმართ, მაგრამ სწორხაზოვან უბანზე მოძრაობისას ისინი გავლენას ვერ ახდენენ ვაგონის კინეტიკურ ენერგიაზე. ამის დასადასტურებლად განვიხილოთ ვაგონის კინეტიკური ენერგიის საანგარიშო სქემა (ნახ. 2).

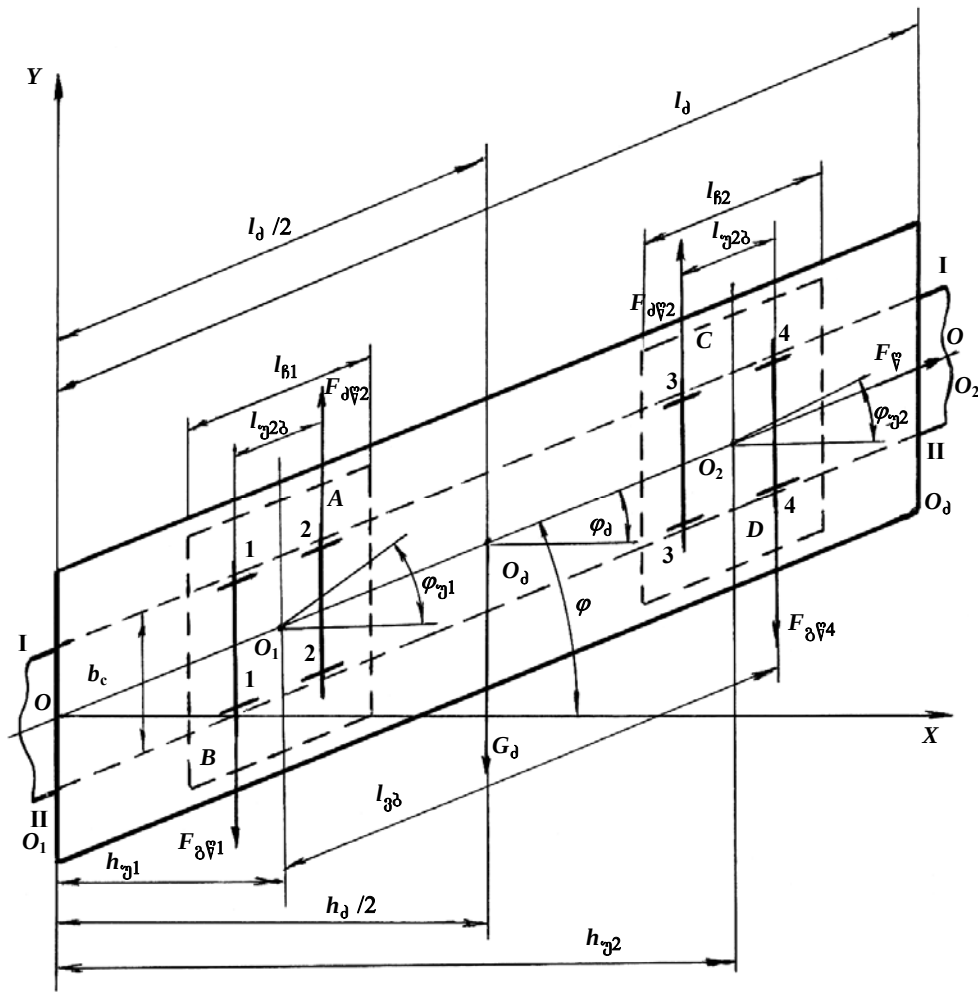


ნახ. 1. ვაგონის ურიკის ჩარჩოს შესაძლო განლაგება ლიანდაგის სწორხაზოვან უბანზე მოძრაობისას

OY და OZ საკოორდინატო ღერძების მიმართ ვაგონის ელემენტების მოძრაობის თავისუფლების ხარისხების გამორიცხვით კინეტიკური ენერგიის გაანგარიშებას ლოკომოტივის F_{ψ} ძალის ზემოქმედებისას ვახდენთ მხოლოდ XOY სიბრტყეში (ნახ. 2). ამ სქემის მიხედვით, ვაგონი მოძრაობს φ დახრის კუთხის მქონე ქანობზე. მივიჩნევთ, რომ ქანობი სწორხაზოვანია, პირველი და მეორე ურიკის მასები ასევე წარმოადგენს შესაბამისი ურიკის m_{fi} ჩარჩოსა და წვეილთვლების $m_{\psi i}$ მასების ჯამს, ე.ი.

$$\left. \begin{aligned} m_{y1} &= m_{f1} + m_{\psi 1} + m_{\psi 2}; \\ m_{y2} &= m_{f2} + m_{\psi 3} + m_{\psi 4}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

აქვე შევნიშნავთ, რომ ურიკების O_1 და O_2 ცენტრები ლიანდაგის სიმეტრიის OO ღერძზეა, რომლის გასწვრივაც მოქმედებს F წვეის ძალა. თვლისა და რელსის თავის გორგის ზედაპირების უთანაბრობათა გამო ურიკები შემობრუნდება φ_{y1} და φ_{y2} კუთხეებით OX ღერძის მიმართ, ხოლო ვაგონის ძარა – φ_0 კუთხით. შესაძლებელია I რელსზე წვეილთვლების განივი $F_{\delta\psi 2}$ და $F_{\delta\psi 3}$ ძალების, ხოლო II რელსის მიმართ $F_{\delta\psi 1}$ და $F_{\delta\psi 2}$ ძალების ზემოქმედება, რაც გათვალისწინებული იქნება ვაგონის მოძრაობის არაწრფივი დიფერენციალური განტოლებების შედგენის დროს. ძარას მასების O_0 ცენტრში მოქმედებს ძარას G_0 წონა.



ნახ. 2. ვაგონის მოძრაობის კინეტიკური ენერგიის საანგარიშო სქემა

(1) ფორმულის მიხედვით, მარჯვენა შესაკრების პირველი წვერი გამოითვლება ტოლობით:

$$T_{\delta} = \frac{1}{2} m_{\delta} V_{O_{\delta}}^2 + \frac{1}{2} I_{O_{\delta}} \dot{\phi}_{\delta}^2, \quad (3)$$

სადაც m_{δ} არის ძარას მასა;

$V_{O_{\delta}}$ – ვაგონის ძარას მასებისა და ამავე დროს გეომეტრიული ცენტრის O_{δ} -ის წრფივი სიჩქარე;

$I_{O_{\delta}}$ – ძარას ინერციის ძალა მასების O_{δ} ცენტრის მიმართ;

ϕ_{δ} – ძარას შემობრუნების კუთხური სიჩქარე OO სიმეტრიის ღერძის მიმართ.

ძარას მასების O_{δ} წრფივი სიჩქარის განსაზღვრის მიზნით უნდა დადგინდეს მისი კოორდინატები OX და OY ღერძების მიმართ. გვექნება:

$$\left. \begin{aligned} X_{O_{\delta}} &= \frac{l_{\delta}}{2} \cos \phi_{\delta}; \\ Y_{O_{\delta}} &= \frac{l_{\delta}}{2} \sin \phi_{\delta}; \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

სადაც l_{δ} არის ვაგონის ძარას სიგრძე.

(4) სისტემის დიფერენცირებით მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{O_{\delta}} &= -\frac{l_{\delta}}{2} \dot{\phi}_{\delta} \sin \phi_{\delta}; \\ Y_{O_{\delta}} &= \frac{l_{\delta}}{2} \dot{\phi}_{\delta} \cos \phi_{\delta}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(3) ტოლობაში შემავალი $V_{O_d}^2$ გამოითვლება ფორმულით:

$$V_{O_d}^2 = \dot{X}_{O_d}^2 + \dot{Y}_{O_d}^2. \quad (6)$$

(5) სისტემის მიხედვით

$$V_{O_d}^2 = \frac{l_d^2}{4} \dot{\phi}_d^2. \quad (7)$$

ძარას ინერციის ძალა

$$I_{O_d} = \frac{m_d}{12} l_d^2. \quad (8)$$

(6) და (8) ტოლობების გამოყენებით ვაგონის ძარას ენერგია გამოითვლება ფორმულით

$$T_d = \frac{1}{6} m_d \dot{\phi}_d^2 l_d^2. \quad (9)$$

პირველი ურიკის T_{y1} კინეტიკური ენერგია

$$T_{y1} = \frac{1}{2} m_{y1} V_{O1}^2 + \frac{1}{2} I_{O1} \dot{\phi}_{y1}^2, \quad (10)$$

სადაც I_{O1} არის პირველი ურიკის მასების O_1 ცენტრის მიმართ აღძრული ინერციის ძალა; V_{O1} – პირველი ურიკის მასების O_1 ცენტრის წრფივი სიჩქარე.

პირველი ურიკისათვის

$$V_{O1}^2 = \dot{X}_{O1}^2 + \dot{Y}_{O1}^2, \quad (11)$$

სადაც X_{O1} და Y_{O1} არის მასების O_1 ცენტრის კოორდინატები

$$\left. \begin{aligned} X_{O1} &= \frac{1}{2} (l_d - l_{3b}) \cos \phi_{y1}; \\ Y_{O1} &= \frac{1}{2} (l_d - l_{3b}) \sin \phi_{y1}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

აქ l_{3b} არის ვაგონის ბაზა.

(12) სისტემიდან მიიღება:

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{O1} &= -\frac{1}{2} (l_d - l_{3b}) \dot{\phi}_{y1} \sin \phi_{y1}; \\ \dot{Y}_{O1} &= \frac{1}{2} (l_d - l_{3b}) \dot{\phi}_{y1} \cos \phi_{y1}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

(13) ტოლობიდან გამომდინარე,

$$V_{O1}^2 = \frac{1}{4} (l_d - l_{3b})^2 \dot{\phi}_{y1}^2. \quad (14)$$

I_{O1} განისაზღვრება ტოლობით

$$I_{O1} = \frac{1}{12} m_{y1} l_{b1}^2, \quad (15)$$

სადაც l_{b1} არის პირველი ურიკის ჩარჩოს სიგრძე.

(14) და (15) ტოლობების გათვალისწინებით ფორმულა (10) მიიღებს ასეთ სახეს:

$$T_{y1} = \frac{1}{8} m_{y1} (l_d - l_{3b})^2 \dot{\phi}_{y1}^2 + \frac{1}{24} m_{y1} l_{b1}^2 \dot{\phi}_{y1}^2. \quad (16)$$

მეორე ურიკის კინეტიკური ენერგია

$$T_{y2} = \frac{1}{2} m_{y2} V_{O2}^2 + \frac{1}{2} I_{O2} \dot{\phi}_{y2}^2, \quad (17)$$

სადაც V_{O2} არის მეორე ურიკის მასების O_2 ცენტრის წრფივი სიჩქარე OX -ის მიმართ; I_{O2} – მეორე ურიკის მასების O_2 ცენტრის ინერციის ძალა.

თავის მხრივ,

$$\left. \begin{aligned} X_{O2} &= \frac{1}{2} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right) \cos \varphi_{32}; \\ Y_{O2} &= \frac{1}{2} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right) \sin \varphi_{32}, \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

სადაც l_{3b} არის ვაგონის ბაზა.

(18) სისტემის დიფერენცირებით მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{O2} &= -\frac{1}{2} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right) \dot{\varphi}_{32} \sin \varphi_{32}; \\ Y_{O2} &= \frac{1}{2} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right) \dot{\varphi}_{32} \cos \varphi_{32}. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

აქედან

$$V_{O2}^2 = \frac{1}{4} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right)^2 \dot{\varphi}_{32}^2. \quad (20)$$

(20) ტოლობის (17)-ში ჩასმით მივიღებთ:

$$T_{32} = \frac{1}{8} m_{32} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right)^2 \dot{\varphi}_{32}^2 + \frac{1}{24} m_{32} l_{62}^2 \dot{\varphi}_{32}^2. \quad (21)$$

საბოლოოდ, ვაგონის კინეტიკური ენერგიის მნიშვნელობა (1) მიღებული ტოლობების (9), (16), (21) სიდიდეთა გათვალისწინებით, შეიძლება ჩაიწეროს ასეთი სახით:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{6} m_d l_d^2 \dot{\varphi}_d^2 + \frac{1}{8} m_{31} (l_d - l_{3b})^2 \dot{\varphi}_{31}^2 + \frac{1}{24} m_{31} l_{61}^2 \dot{\varphi}_{31}^2 + \\ &+ \frac{1}{8} m_{32} \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right)^2 \dot{\varphi}_{32}^2 + \frac{1}{24} m_{32} l_{62}^2 \dot{\varphi}_{32}^2. \end{aligned} \quad (22)$$

(2) ტოლობის გათვალისწინებით ვაგონის კინეტიკური ენერგიის განმსაზღვრელმა (22) ტოლობამ შეიძლება მიიღოს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{6} m_d l_d^2 \dot{\varphi}_d^2 + \frac{1}{8} (m_{61} + m_{31} + m_{32}) (l_d - l_{3b})^2 \dot{\varphi}_{31}^2 + \\ &+ \frac{1}{24} (m_{61} + m_{31} + m_{32}) (l_d - l_{3b})^2 \dot{\varphi}_{31}^2 + \\ &+ \frac{1}{8} (m_{62} + m_{33} + m_{34}) \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right)^2 \dot{\varphi}_{32}^2 + \frac{1}{24} (m_{62} + m_{33} + m_{34}) \left(l_d - \frac{l_{3b}}{2} \right)^2 \dot{\varphi}_{32}^2. \end{aligned} \quad (23)$$

რელსის მიმართ წყვილთვლების გვერდითი დაწოლის $F_{\delta\varphi1}$, $F_{\delta\varphi2}$, $F_{\delta\varphi3}$ და $F_{\delta\varphi4}$ ძალების განგარიშება შესაძლებელი იქნება ვაგონის მოძრაობის დიფერენციალური მეორე რიგის არაწრფივი განტოლების შედგენის დროს განზოგადებული კოორდინატების მიმართ განზოგადებული ძალების მნიშვნელობათა დადგენით.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975.
2. Вершинский С. В. Динамика вагона. М.: Транспорт, 1978.
3. გ. ს. შარაშენიძე. ვაგონების დინამიკა. თბ.: განათლება, 2001.
4. გ. ს. შარაშენიძე. ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედება. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბ., 2008.
5. გ. ს. შარაშენიძე, ს. გ. შარაშენიძე. ვაგონების კონსტრუქციული ელემენტებისა და მექანიკური სისტემების კვლევის ძირითადი მეთოდები. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბ., 2013.

სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა

ვაგონის მოძრაობის კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრა ურიკების არასიმეტრიული განლაგების გათვალისწინებით

†გ. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი, ლ. თედიაშვილი, ს. შარაშენიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ვაგონის თვლისა და რელსის უთანაბრობანი, რომლებსაც არ შეუძლია გავლენა მოახდინოს ვაგონის მოძრაობის კინეტიკურ ენერგიაზე. კინეტიკური ენერგიის განსაზღვრის მიზნით შედგენილია ვაგონის მოძრაობის სქემა. მიღებულია ვაგონის მოძრაობის კინეტიკური ენერგიის ანალიზური გამოსახულება ძარასა და ურიკების კინეტიკური ენერგიების გათვალისწინებით.

TRANSPORTATION ENGINEERING

DEFINITION OF RAIL-CAR KINETIC ENERGY WITH TAKING INTO ACCOUNT OF ASYMMETRIC ARRANGEMENT OF BOGIES

†G. Sharashenidze, I. Zakutashvili, L. Tediashvili, S. Sharashenidze

(Georgian Technical University)

Resume: There are considered the inequalities of rail-car wheels and rail, that can not affect on the kinetic energy of rail-car motion. There is compiled the scheme of rail-car movement to calculate the kinetic energy of rail-car. The analytical expression for the kinetic energy of rail-car motion with taking into account the kinetic energies of bogies is obtained.

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНА С УЧЕТОМ АСИММЕТРИЧЕСКОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛЕЖЕК

†Г. Шарашенидзе, И. Закуташвили, Л. Тедиашвили, С. Шарашенидзе

(Грузинский технический университет)

Резюме: Рассмотрены неровности колеса вагона и рельса, которые не могут воздействовать на кинетическую энергию движения вагона. Составлена схема движения вагона для расчета кинетической энергии вагона. Получено аналитическое выражение кинетической энергии движения вагона с учетом кинетической энергии тележек.

ქართული კვალი ჩერქეზეთში X–XII საუკუნეებში*

თ. დიასამიძე

(წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი)

კავკასია არა მარტო გეოგრაფიული, არამედ ისტორიულ-კულტურული რეგიონია. საქართველო კი კავკასიის ცენტრია, რომელიც ხშირ შემთხვევაში კავკასიის განვითარების ბიძგის მიმცემი იყო.

ქართული ძეგლები გაფანტულია მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში. ყველგან, სადაც ქართველი კაცის ხელი მისწვდა, სამუდამოდ დარჩა ქართული კულტურის კვალი. კავკასიის რეგიონი გამორჩეულია ამ მხრივ – აქ ყველა ჩვენი მეზობლის ტერიტორიაზე, შეიმჩნევა ქართული ქრისტიანული და წინარექრისტიანული კულტურის ნაკვალევები.

ამ მხრივ არც ჩრდილოეთ კავკასიის რეგიონებია გამონაკლისი. ქართული ქრისტიანული კულტურის კვალი ვრცელდება მთელი ჩრდილოეთ კავკასიის ტერიტორიაზე, დაწყებული დაღესტნიდან დამთავრებული ადიღეთი.

სტატიის მიზანია ჩრდილოეთ კავკასიაში არსებული ქართული ქრისტიანული კულტურის ძეგლების ირგვლივ მოპოვებული და დამუშავებული მასალის ანალიზი. იგულისხმება ქართული ქრისტიანული კულტურის შესწავლა დღევანდელი ყარაჩაი-ჩერქეზეთის ტერიტორიაზე, სადაც დღემდეა შემორჩენილი X საუკუნის ორი ქრისტიანული ტაძარი შუანისა და სენტის სახელწოდებით.

ტაძრების შესწავლის ისტორია იწყება XIX საუკუნის დასაწყისიდან, როდესაც რუსეთის იმპერიის სამეფო კარი დაინტერესდა ჩრდილოეთ კავკასიის ქრისტიანული კულტურით. მათ მიზნად დაისახეს ქრისტიანული რელიგია გამოეყენებინათ ისლამის წინააღმდეგ. ამისათვის კი საჭირო იყო ქრისტიანული კვალის და გავლენის შესწავლა ჩრდილოეთ კავკასიაში, აღნიშნულ შემთხვევაში კი – ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიაში.

სამეცნიერო ექსპედიციამდე სხვადასხვა მოგზაური ცდილობდა შეესწავლა ადგილობრივი მოსახლეობის ყოფა და კულტურა. გზად ისინი ხვდებოდნენ ქრისტიანულ ტაძრებსაც და ამ ტაძრების შესახებ მხოლოდ ინფორმაციას იწერდნენ. ერთ-ერთი ასეთი მოგზაური იყო გერმანელი ი. რაინეგსი, რომელმაც იმოგზაურა ჩერქეზეთში XVIII საუკუნის 80-იან წლებში. რაინეგსი წერს: „სამხრეთით მაღალ მთაზე დგას კარგად შენახული, წმიდა გიორგისადმი მიძღვნილი ქვის ეკლესია. იქ ჯერაც ორი ზარია; ასევე ამტკიცებენ, რომ წიგნები, ბერების სამოსელი, თასი და ჯვარი ახლაც იმავე მთაზეა დაცული განსაკუთრებულ საიდუმლო ადგილას, რომელზედაც ეკლესია დგას, ეკლესიის ირგვლივ კი ბევრი ქვაბულია გამოკვეთილი.

ეს ეკლესია ცნობილი ყოფილა თავისი საკვირველმოქმედებით, განდევნვებითა და ბერებით. ქერის მოსავლის აღების შემდეგ აქ იკრიბებიან გლეხები, ქრისტიანი მღვდელი კი ატარებს ღოცვას.

თუ ვინმეს ამ ეკლესიის ახლოს მეხი მოკლავს, მას წმინდანად შერაცხავენ. იქვე მარხავენ მის გვამს, შემდეგ მართავენ დღესასწაულს, იკვლება შავი ვაცი. მის ტყავს გაბერავენ და საფლავის ახლოს მაღალ ძელზე გამოჰკიდებენ, რათა ამ წმინდანად შერაცხულის ხსოვნა გაახანგრძლივონ” [1]. ტაძართან ახლოს უნდა ყოფილიყო წიგნსაცავი, საიდანაც რაინეგსმა წაიღო ორი წიგნი: ერთი

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (პრეზიდენტის სამეცნიერო გრანტი ახალგაზრდა მეცნიერთათვის № 52/40). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორს და, შესაძლოა, არ ასახავდეს საქართველოს სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

საეკლესიო ცნობარი და მეორე, სავარაუდოდ, იესო ქრისტეს ცხოვრება. წიგნები დაწერილი უნდა ყოფილიყო ბერძნულ ენაზე, თუმცა ამის შესახებ ჩვენ ზუსტი ცნობები არ მოგვეპოვება.

შუანისა და სენტის პირველი სამეცნიერო შესწავლა დაიწყო გერმანელმა მეცნიერმა ი. ბერნადაცმა, რომელმაც იმოგზაურა ჩერქეზეთში 1829 წელს. მისი გადმოცემით „შუანის ტაძარი სრული სახით იყო შემორჩენილი. ტაძრის შიგნით შეიმჩნევა საღებავის კვალი, რომლითაც ტაძარი შეუთეთრებიათ“ [2]. შუანის ტაძრის შიგნით, საკურთხეველიდან მარჯვენა მხარეს ინახება ჯვარი, რომლის ირგვლივ იკითხება ბერძნული წარწერა „ოკ... ევონ... ღოს... ლეონოს“ (სახელითა მსახურითა ღვთისა ლეონ). ლეონი, სავარაუდოდ, უნდა იყოს ეგრის-აფხაზეთის სამეფოს მეფე ლეონ III (945 – 963 წწ.), სწორედ ამ პერიოდს უკავშირდება ტაძრის მშენებლობა, რადგან შუანის ტაძარი სტრუქტურულად ძალიან ჰგავს ლეონ III-ის მიერ აგებულ მოქვის ტაძარს.

რაინეკსის მსგავსად ბერნადაცმა აღწერა ტაძარი: „ტაძრის შიგნით შემორჩენილია ფრესკები, რომელთა ნაწილი წაშლილია, ტაძარს გვერდით აქვს აკლდამა, რომელიც სავარაუდოდ აქ მოღვაწე ბერების განსასვენებელი უნდა ყოფილიყო“ [2]. ი. ბერნადაცი იყო პირველი, ვინც შეეცადა შეესწავლა და რუსეთის საიმპერატორო კარისთვის მიეწოდებინა ტაძრის შესახებ ინფორმაცია. მისი ვარაუდით, ორივე ტაძრის არქიტექტურა ბიზანტიური წარმომავლობის უნდა ყოფილიყო. მართლაც, ეს ტაძრები აგებულებით ძალიან ჰგავს ბიზანტიურ საეკლესიო არქიტექტურას, თუმცა ხშირად მეცნიერები დასავლეთ საქართველოს, ანუ ეგრის-აფხაზეთის ქართველთა სამეფოს, ბიზანტიის ჭრილში მოიხსენიებენ, რის გამოც რთულდება მათი შეხედულების სისწორის დადგენა, ხოლო თანამედროვე მეცნიერები ამ დაკვირვებებს და აღნიშვნებს თავიანთ სასარგებლოდ იყენებენ და მიუთითებენ, რომ თითქოს ეს ორივე ტაძარი ბიზანტიელების მიერ არის აგებული.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, XIX საუკუნიდან ამ ტაძრებმა მეცნიერთა დიდი ინტერესი გამოიწვია: მოეწყო სამეცნიერო ექსპედიციები შუანისა და სენტის შესასწავლად, 1867 წელს ტაძრების შესწავლით დაინტერესდნენ ძმები ვ. და მ. ნარიშკინები, 1886 წელს ტაძრები შეისწავლა ა. ფელიცინმა, 1898 წელს სენტის ტაძარი მოინახულა და შეისწავლა ა. დიაჩკოვა-ტარასოვამ [3].

შუანის ტაძარი მდებარეობს მდ. ყუბანის მარცხენა სანაპიროზე, კარაჩაევსკის ჩრდილოეთით 7 კმ-ზე, ამავე სახელწოდების მთაზე. ტაძარი წარმოადგენს სამნავიან, სამაფსიდიან შენობას ოთხი კვადრატით, რომლებიც შეერთებულია ბოძებით. ჩრდილოეთიდან და სამხრეთიდან მას აქვს ეკვდერები, ცენტრალური აფსიდა უფრო დიდია გვერდით აფსიდებთან შედარებით. დასავლეთიდან ტაძარზე მიშენებულია საყრდენი კედელი კონტრფორსებით. ტაძრის სიგრძე 12,90 მ-ია, ხოლო სიგანე – 8,90 მ, სიმაღლე კი – 12 მ.

ტაძარი წმინდა გიორგის სახელობისაა და, სავარაუდოდ, X საუკუნისაა, ამაზე მრავალი ფაქტორი მიუთითებს: წარწერა შიგნით, სადაც მოხსენიებულია ლეონი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სწორედ ეგრის-აფხაზეთა მეფე ლეონ III უნდა იყოს, რომლის სახელს უკავშირდება ტაძრების მშენებლობა აფხაზეთის ტერიტორიაზე. მეცნიერთა ნაწილს მიაჩნია, რომ ტაძრის აგების დროს ეს ტერიტორია ალანეთის ეპარქიის გამგებლობაში შედიოდა, თუმცა არსებობს განსხვავებული მოსაზრებებიც.

ტაძრის დათარიღება X საუკუნით მთელი რიგი მოვლენებით არის განპირობებული. პირველ რიგში აღსანიშნავია აქ ქრისტიანობის გავრცელება. მართალია, ჯერ კიდევ ანდრია პირველწოდებულმა და მოციქულებმა იქადაგეს ქრისტიანობა ჩრდილოეთ კავკასიაში, სადაც ისინი აფხაზეთიდან გადავიდნენ, მაგრამ ეს არ გვაძლევს იმის თქმის უფლებას, რომ აქ მოსახლეობა პირველი საუკუნიდან იყო ქრისტიანული მრწამსის მიმდევარი, თუმცა ქრისტიანობის გავრცელებისათვის ბაზა უკვე მომზადებული იყო. შემდგომ პერიოდში ბიზანტია ცდილობდა აქტიურად ექადაგა და გაეგრძელებინა ამ ტერიტორიაზე ქრისტიანობა, რაც ნაწილობრივ გამოუვიდა კიდევ. ამ მხრივ სრულ წარმატებას მიაღწია ეგრის-აფხაზეთის მეფე გიორგი II-მ. ამის შესახებ ჩვენ ვიგებთ კონსტანტინეპოლის პატრიარქის ნიკოლოზ მისტიკოსის წერილიდან, რომელიც მან მისწერა გიორგი II-ს: „**შენმა ღვთისმოსავობამ და უმწიკვლო ქცევამ აღგვიძრა სიყვარული შენდამი, შენი ღვთისმოსავობის საბუთია ღვთისნიერი სწრაფვა, რომელიც გამოიჩინე ალანთა ტომის მიმართ, განანათლე ალანთა მმართველი**

და ყველა მასთან ერთად, ვინც ღირსი გახდა წმინდა ნათლისღებისა” [4]. ამ წერილის მიხედვით აშკარა ხდება მეფე გიორგის ღვაწლი ალანთა გაქრისტიანების საქმეში. ამ პერიოდში ალანები სწორედ აღნიშნულ ტერიტორიაზე სახლობდნენ ქართველებთან, კერძოდ სვანებთან, ერთად. გიორგი II-ის შემდეგ მისი კვალი გააგრძელა მისმავე ვაჟმა ლეონ III-მ. ტაძრის არქიტექტურულმა შესწავლამ ასევე ცხადყო, რომ ტაძარი X საუკუნის შუა ხანებში უნდა ყოფილიყო აგებული. ძველად შუანასთან გადიოდა დიდი აბრეშუმის გზა, რომელსაც იცავდა ხუმარას ციხე-სიმაგრე, აქვე იყო მიმოფანტული ქვის ჯვრები.

ხელოვნებათმცოდნეები აღნიშნავენ შუანის ჯვარ-გუმბათოვანი ტაძრის მსგავსებას „აფხაზური ჯგუფის“ ეკლესიებთან, კერძოდ სოფლების – ლოოს, ბზიფის, ლიხნის, ბიჭვინთის, ანაკოფიის, ახალი ათონის, მოქვის ეკლესიებთან. ყველა ეს ტაძარი X–XI საუკუნეებშია აგებული. ამ ტაძრებს ამსგავსებენ ტრაპიზონის ტაძრებსაც [5].

რაც შეეხება ტაძრის ამგებს, მეცნიერთა ნაწილი ტენდენციურად მიუთითებს, რომ ტაძარი აგებულია ბიზანტიელთა მიერ, ნაწილი კი შედარებით ლოიალურია და ტაძრის აგებისას არ გამოირიცხავს ეგრის-აფხაზეთის სამეფოს როლს, თუმცა ამ სამეფოს განიხილავს ბიზანტიურ და არა ქართულ სამეფოთა რიგებში. ვლ. კუზნეცოვი წერს: „ბიზანტიის იმპერია აფხაზეთა სამეფოდან ამარაგებდა ალანთა მეფე-მთავრებს“ ასევე აღნიშნავს, რომ „ტაძარი სიახლოვეს ავლენს აფხაზეთის არქიტექტურის ძველთან – მოქვის ტაძართან, რომლის აგებაც ლეონ III-ს უკავშირდება” [6]. თუმცა აქვე უნდა ითქვას, რომ ყოველივე ამის ფონზე ვლ. კუზნეცოვი არსად არ ახსენებს საქართველოს, ამ უბედურს ქვეყანას, რომელიც ოდითგან კავკასიის ცენტრს წარმოადგენდა. იგი ამ ეკლესიასაც ყუბანის დიდი ეპარქიის ტაძრად და აღგილობრივი ეპისკოპოსის რეზიდენციად მიიჩნევს.

ამ ტერიტორიაზე ქართველები, კერძოდ კი სვანები რომ სახლობდნენ, მიუთითებს ისიც, რომ მდინარეების ყუბანის და ბაქსანის, ჩეგემის, ჩერეკის და სხვ. სათავეების მნიშვნელოვანი ნაწილი, კერძოდ ყარაჩაის მხრიდან – ლაბგვიარი (ახლანდელი ულუ კამის ხეობა) და ყაბარდოს მხრიდან – თეგენი, XIX საუკუნის პირველ ნახევარში (1834 წლამდე) სვანეთის სამთავროში შედიოდა, რისთვისაც სვანები იღებდნენ სათანადო გადასახადს იქ დასახლებული ყაბარდო-ბაღყარელებისაგან [7].

წერილობითი წყაროებითაც დასტურდება, რომ 1834 წლამდე საქართველოს (სვანეთის სამთავროს და ზოგიერთ სვანურ თემს) ეკუთვნოდა შედარებით ვრცელი მიწები მდ. თერგის, ყუბანისა და ბაქსანის სათავეებთან. დადგენილიანები სვანეთის სამთავროს უკიდურეს ჩრდილოეთ პუნქტს – ურუსბიევის თავიანთ საკუთრებად თვლიდნენ და სივრცეს იალბუზიდან მოყოლებული ვიდრე ჩეგეამდე საქართველოს ტერიტორიად მიიჩნევდნენ. 1834 წელს ბარონ როზენის მიერ სვანეთში საზღვრების აღსაწერად გაგზავნილმა სამხედრო მოხელე ი. შახოვსკიმ სვანეთის სამთავროს ყოველი მხრიდან ჩამოაჭრა ტერიტორიები [8].

სვანეთის მთავრის ქერივი დიგორხან დადგენილიან-გარდაფხადისა, რომლის ტიტულატურა იყო „მბრძანებელი ბაქსანის მდინარის სათავისა, ყუბანისა, დაღისა და ანგურისა“, დიდი ხნის განმავლობაში ითხოვდა ისტორიული სამართლიანობის აღდგენას. არქივში დაცულია მისი წერილი ბარონ როზენისადმი, სადაც აღწერილია სვანეთის ტერიტორიების ჩამოჭრის ისტორია [9].

X–XII საუკუნეებში მდინარე ყუბანის სათავეებთან სვანთა დასახლების ერთი საყურადღებო ფაქტია მოხსენიებული ბერძენი ავტორების მიერ. ეს ეხება იქ მდებარე ისეთ ქალაქებს, როგორიც იყო ფუსტი და სხუმარისი. ფუსტი, როგორც სამლოცველო, დღესაც არის სვანეთში. სხუმარისი იგივე „ცხუმისი“ უნდა იყოს, რაც სვანურად რცხილნარს ნიშნავს [10]. როგორც აღვნიშნეთ, შუანის ეკლესია არის შუანის მთაზე. როგორც სამეცნიერო ლიტერატურაშია ცნობილი, ოსები მთასაც და მონასტერსაც შუნს ეძახიან და არა შუანას, ისინი მხოლოდ ლოცვის დროს იტყვიან ხოლმე: „შუან უასთირჯი“ (უასთირჯი ოსურად წმინდა გიორგის ნიშნავს). ეს ტერმინი ძველირანულ პერიოდს განეკუთვნება და ღვთაებას, ღვთაებრივ წმინდანს ნიშნავს. ასე რომ, „შუან უასთირჯი“ სვანეთის წმინდა გიორგია, რადგან „შუან“ სვანურ ენაზე „სვანეთს“ ნიშნავს, ოსურ ენაზე კი ეს ტერმინი გაუგებარია [10].

ამრიგად, ტერიტორია, სადაც შუანის ტაძარი მდებარეობს, საუკუნეების განმავლობაში ქართველთა საკუთრებას წარმოადგენდა. აქ დასახლებული იყო ქართული მოსახლეობა. დროთა განმავლობაში აღნიშნულ ტერიტორიაზე ალანები, ჩერქეზები და ყაბარდოელები დასახლდნენ, რამაც გამოიწვია ადგილობრივი მოსახლეობის ასიმილაცია ამ ხალხთან. დღეს მათ შესახებ მხოლოდ ტოპონიმებით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ. ყუბანისა და ბაქსანის ტერიტორიაზე სვანთა დასახლებამ თავისი კვალი დატოვა ისეთი ტოპონიმების სახით, როგორიცაა: „უშკულანი“ – უშკული, ხუმარა – ცხუმარა, სხუმარა; ლაშკუთ – ლაშხეთი. უშკული, ცხუმარა და ლაშხეთი დღევანდელ სვანურში მოქმედი ტოპონიმებია, უშკულანი და ხუმარა მოქმედი ტერმინებია მდ. ყუბანის სათავეებთან, ლაშკუთი კი – მდ. ბაქსანთან [11].

ის ავტორები, რომლებიც ტენდენციურად განიხილავენ აღნიშნულ საკითხს, გვერდს ვერ უვლიან ტოპონიმებისა და ისტორიის განხილვას, მაგრამ მათი მცდელობა, რომ დამახინჯებულად წარმოგვიდგინონ ჩვენი ისტორია, ხშირ შემთხვევაში წარმატებას აღწევს, თუმცა ისტორია არასოდეს იკარგება და ადრე თუ გვიან სიმართლე მაინც იჩენს თავს.

შუანის ტაძრიდან დახლოებით 15 კმ-ზე სოფ. სენტაში მდ. თებერდის სანაპიროზე შემადგენელ ადგილას – გორაზე დგას სენტის ტაძარი (ქვედა თებერდის ტერიტორიაზე ყარაჩაული მოსახლეობა გაჩნდა 1870 წლიდან). ადგილობრივთა გადმოცემით, სენტი ეწოდებოდა ქვის ძეგლს, რომელსაც ადამიანის გამოსახულება ჰქონდა და ინახებოდა მონასტერში. სენტი ქართული სვეტის იდენტური უნდა იყოს [10]. ისევე როგორც შუანის ეკლესია, სენტის ტაძარიც მეცნიერულად პირველად შეისწავლა გერმანელმა მეცნიერმა ი. ბერნადაციმა გენერალ ემანუელის დავალებით 1829 წელს. სენტი რომ სვეტს ნიშნავს, ამას აღნიშნავს ა. დიჩკოვა-ტარასოვაც, რომელმაც ასევე შეისწავლა ტაძარი, „სენტი იგივე ქართული სვეტია. ქართველებმა შემოიტანეს აქ ქრისტიანობა და ის სიწმინდეები, რომლებიც შემდეგ გავრცელდა ადგილობრივ მოსახლეობაში“ [3].

ი. ბერნადაცი იყო პირველი ევროპელი, რომელმაც XIX საუკუნეში მოინახულა ეს ტაძარი. იგი როგორც შუანის, ისე სენტის ტაძარსაც ბიზანტიურ არქიტექტურას უკავშირებს. ტაძრის შესახებ კი წერს: „ინტერიერი დაფარულია სხვადასხვა ფრესკით, გამოსახულებით, რომლებზედაც აღწერილია ქრისტეს მიწიერი ცხოვრება, კარგად არის შემონახული ფერები. ეკლესია, ისევე როგორც გუმბათი, ჩვენამდე კარგ ფორმაშია მოღწეული. ზოგან გამოყენებულია აგური, ზოგან უმაღლესი ხარისხის გამომწვარი თიხა. ტაძრის იატაკი აყრილია ჩერქეზების მიერ, რომლებიც აქ ოქროს ეძებდნენ“ [2].

გეგმით ტაძარი წარმოადგენს თანაბარმკლავიან ჯვარს სამი ეკვდრით. შენობის სიგრძე და სიგანე 8 მ-ია. ეკლესია ნაგებია ქვიშაქვით კარგად თლილი ბლოკებით და კირხსნარით. წყობაში ჩანს ბლოკები წარმართული ორნამენტებით. 1977 წელს ელ. კუზნეცოვმა აღადგინა ტაძარი. ის აღნიშნავს, რომ სენტი განსხვავდება შუანისაგან თავისი პროპორციებით. ტაძრის მოყვანილობა შეუდარებელია, კედლებზე არ არის ბზარი, ტაძარი აგებულია კლდეზე.

ტაძარი ფუნქციონირებდა XIX საუკუნის ბოლომდე, აქ მოღვაწეობდნენ ბერები. სწორედ მათ შეცვალეს მისი პროპორციები, რის შედეგადაც შეიცვალა ტაძრის პირველსახე. ტაძრის თავი იყო ცილინდრის ფორმის, ჰქონდა რვა ფანჯარა და სამი შესასვლელი. შიგნით ტაძარი უბრალო და მკაცრია. იგი არ ყოფილა გათვლილი მრავალრიცხოვან მრევლზე.

სენტის ტაძრის განხილვისას საინტერესოა წარწერა, რომელიც აქ აღმოაჩინა ა. ვინოგრადოვმა მისი შესწავლის დროს. წარწერა შესრულებულია შავი საღებავით ბერძნულ ენაზე:

+ Ἐνεκεν[ισ]θ(η), ἐνεα[θ(η)] ὁ να[θς] τ(ης)
 ὑπεραγ[ας] θ(εο[τ]κ)ου ἐπὶ βασιλ[είας]
 Νηκηφόρου βασιλ[έας] καὶ α. . . γ. . . (ὁ[υ]στου) (?) ΑΣ[...]
 καὶ Δα[υ]δ ἑξουσι[α]κράτο[ρ]ος [Ἀλ[α]ν[ας]
 κ(αὶ) Μω[υ]σ[ας] ἑξουσι[α]κράτ[ο]ρ[ισ]τος
 μ[η]ν(η) Ἀπ[ρ]ι[λ] (λ[ί]του) β', ἡμέρ[α] ἐγ[γ]ρη[ς] Α[ν]τι[σ]τω[χ]α (?)
 δ[ι]ὰ χ[ρ]ο[ν] Θεοδ[ω]ρου, μητ[ρ]οπο-
 λ[ι]του κα[θ]ογ[γ] (α[ρ]χ[ι]ε[π]ίσκου) Ἀλ[α]ν[ας], ἀπ[ὸ] κ[α]τ[ὰ]
 ο[φ] (α[ρ]χ[ι]ε[π]ίσκου) Ζ[η] (α[ρ]χ[ι]ε[π]ίσκου) ζ[ω]ν[τ]'. Ἀν[τ]ι-
 γράφ[η]το δ[ι]ὰ χ[ρ]ο[ν] [α]ν[τ]ι[σ]τω[χ]α δ[ε]λ[ε]το
 ἐπισκοπ[ο]ς (α[ρ]χ[ι]ε[π]ίσκου) π[α]τρι[α]ρχ[ος] (α[ρ]χ[ι]ε[π]ίσκου).

ქართულად წარწერა ასე ითარგმნება:

*„ღვთისმშობლის ტაძარი განახლეს
 ნიკიფორეს მეფობის დროს,
 ალანის მფლობელების
 დავითის და მარიამის დროს,
 დასაბამითგან 6473 წლის 2 აპრილს
 წმინდა ანტიპასხის ხსენების დღეს
 ალანეთის მიტროპოლიტ თეოდორეს შემწეობით.*

წარწერის მიხედვით, თარიღი უნდა გამოთვალათ ბიზანტიური ქორონიკონით. ამ გამოთვლით ეს გამოდის 965 წელი. სწორედ ამ დროს უნდა განახლებულიყო ან აგებულიყო ტაძარი [12]. აღნიშნული წარწერის გარდა, სენტიის ტაძარზე დასტურდება ბერძნულ ენაზე შესრულებული სხვა წარწერებიც. სავარაუდოდ, აქ ქართული წარწერებიცაა. ეს ყოველივე საჭიროებს სამეცნიერო ძიების გაგრძელებას.

თუ გავითვალისწინებთ ა. ვინოგრადოვის მიერ შესწავლილ წარწერას, შეიძლება დავადგინოთ, თუ რომელ საუკუნეს მიეკუთვნება ტაძარი. ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემების მიხედვით, ტაძარი X საუკუნის უნდა იყოს, ე. ი. იმ პერიოდის, როდესაც ქართული სამეფო-სამთავროები ერთმანეთს ბრძოლით ეცილებოდნენ კავკასიაში პირველობას.

სავარაუდოდ, სახეზეა ერთი და იმავე პერიოდის ორი ტაძარი, რომელთაც ქართული სახელწოდებები აერთიანებთ. თუ ამას დავუმატებთ ამ პერიოდში ქართული სამეფოების აქტიურობას კავკასიაში, ადვილი მისახვედრია, რომ ორივე ტაძრის შენების საქმეში ქართველებს თავიანთი წვლილი უნდა ჰქონდეთ შეტანილი. აქვე გასათვალისწინებელია ისიც, რომ X საუკუნიდან ბიზანტიის იმპერია ნელ-ნელა კარგავს თავის გავლენას დასავლეთ საქართველოზე, დასავლეთ საქართველო კი, თავის მხრივ, ცდილობს გააფართოოს თავისი გავლენა როგორც ქართულ სამეფო-სამთავროებზე, ისე ჩრდილოეთ კავკასიაზე. ამის ნათელი მაგალითია ეგრის-აფხაზეთის მეფის გიორგი II-ის მოღვაწეობა.

სენტიის ტაძარი გამორჩეულია თავისი ფრესკებით. როგორც აღვნიშნეთ, ფრესკები პირველად დააფიქსირა ი. ელადიმროვმა და აღწერა კიდევ. მანვე აღმოაჩინა ფრესკის ორი შრე. ისინი ან აღადგინეს, ანდა ოსტატურად არის ზედვე შესრულებული თეთრი, წითელი და მუქი ყავისფერი საღებავებით. ცენტრალური ფიგურა ღვთისმშობელი იყო, რომელსაც ხელები ზეცისკენ ჰქონდა აღპყრობილი. საკურთხევლის სამხრეთ და ჩრდილოეთ კედლებზე გამოსახულია წმინდანთა ორი ჯგუფი; თითოეულზე ოთხი ფიგურაა, რომელთაც ახლავს წარწერა.

ტაძრის ზედა ნაწილში წარმოდგენილია ქრისტეს ცხოვრების ამსახველი ეპიზოდები – სასამართლო, აღდგომა. დასავლეთ კედელზე გამოსახულია იერუსალიმში შესვლის სცენა; ქვედა იარუსზე კი – მოციქულთა და ეკლესიის მამათა ფიგურები, ასევე მთავარანგელოზი შუბით ხელში.

ფრესკები ძალიან დაზიანებულია, მათი ნაწილი XIX საუკუნეში დაიკარგა. ი. ელადიმროვი მიუთითებდა ფრესკების ბიზანტიურ წარმომადგენლობაზე, მაგრამ არ გამოირიცხავდა მათ სიახლოვეს ქართულთან.

სენტის ტაძართან ახლოს, მის ჩრდილო-დასავლეთით დგას უფრო გვიანი პერიოდის ქვის მავზოლეუმი (ამგები უცნობია). სამხრეთ კედელში გაკეთებულია შესასვლელი, შიგნით ჩანს სამარხების კვალი. ასეთი მავზოლეუმი არ არსებობს მთელი ჩრდილოეთი კავკასიის ტერიტორიაზე. სავარაუდოდ, იგი განკუთვნილი იყო უმაღლესი რანგის სასულიერო პირთათვის. მავზოლეუმი აგებული უნდა იყოს უფრო ძველი, ერთაფსიდიანი ტაძრის ნანგრევებზე ალანთა გაქრისტიანების დროს.

ჩვენ მიერ განხილული ორივე ტაძარი ძალიან პგავს აფხაზური ტაძრების არქიტექტურას [13]. მსგავსების შესახებ აღნიშნავს რუსი მეცნიერი ვლ. კუზნეცოვი, რომელიც ცდილობს გვერდი აუაროს ქართულ კვალს ჩრდილოეთ კავკასიაში და ძველი დაუკავშიროს მხოლოდ აფხაზურის გავლენას. როგორც ჩანს, ის აფხაზეთს განიხილავს, როგორც არაქართულ სახელმწიფოს. ეს მაშინ, როდესაც ეგრის-აფხაზეთის მეფეები იბრძოდნენ ქართული მიწების გაერთიანებისთვის. თვით იოანე მარუშისძე – ეგრის-აფხაზეთის მეფის მიერ დანიშნული ერისმთავარი – საქართველოს გაერთიანების ინიციატორი იყო. ასე რომ, აფხაზეთა სამეფო თავისი დაარსების დღიდან მუდმივად მოიაზრება ქართული სამეფო-სამთავროების გვერდით და განიხილება, როგორც ძირფესვიანად ქართული სამეფო.

ჯერ კიდევ ლეონ II-მ შეძლო და ეგრის-აფხაზეთის სამეფოს დედაქალაქი გადმოიტანა ქუთაისში. მომდევნო მეფეები ცდილობდნენ უფრო გაედრმავებინათ მათი გავლენა საქართველოს ყველა სამეფო-სამთავროზე. პარალელურად დასავლეთ საქართველოს ეკლესია ეტაპობრივად ჩამოშორდა კონსტანტინეპოლის საპატრიარქოს და დაუკავშირდა მცხეთის საკათალიკოსოს, რითაც კიდევ ერთხელ გაუსვა ხაზი ამ სამეფოს ქართულობას.

ამრიგად, ზემოაღნიშნული ტაძრების შესწავლით ცხადად გამოიკვეთა ქართული კულტურის კვალი ჩრდილოეთ კავკასიაში, კერძოდ კი ჩერქეზეთში. კვლევა კვლავაც გაგრძელდება და მომავალში უფრო საფუძვლიანად იქნება წარმოდგენილი ქართული კულტურის გავლენა და ჩერქეზეთში არსებული ტაძრების იდენტურობა ქართულ, კერძოდ კი აფხაზურ, არქიტექტურასთან. ტაძრის ისტორიის პარალელურად ჩვენ შეგვეძლება გავცნოთ საქართველოს კულტურულ, რელიგიურ და პოლიტიკურ წარსულს და ურთიერთობას ჩრდილოეთ კავკასიის ხალხებთან.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА:

1. იაკობ რაინგსი. მოგზაურობა საქართველოში. გ. გელაშვილის რედაქციით, თბ., 2002, გვ. 219.
2. Бернадацци И. Христианские древности за Кубанью. Журналъ министерства внутренних делъ, ч. III, С.-пб., 1830, с. 187, 189.
3. Дьячкова-Тарасова А.К. Сентинский храм и его фрески. 1898, с. 4.
4. ს. ყაუხჩიშვილი, გეორგიკა. ტ. IV, თბ., 1952, გვ. 247.
5. Кузьмин В. Христианские храмы Северного Кавказа. 2005, с. 27.
6. Кузнецов В. Христианство на Северном Кавказе до XV в. Владикавказ, 2002, с. 67.
7. ა. გელოვანი. დასავლეთ საქართველოს მთიანეთი (სვანეთი) XIX საუკუნეში, თბ., 2003, გვ. 42.
8. რ. გუჯუჯიანი. ქართული ქრისტიანული კულტურის ძეგლები ბალყარეთსა და ყარაჩაიში // კავკასიის ეთნოგრაფიული კრებული, ტ. X, თბ., 2007, გვ. 280.
9. საქ. ცსა. ფ., 2, აღწერა I, საქმე, 4465, გვ. 245-247.
10. თ. მიბჩუანი. მეგობრობის სათავეებთან. თბ., 1986, გვ. 80, 81, 83.
11. Лавров Л. И. Расселение сванов на Северном Кавказе до XIX века // Вопросы этнографии Кавказа. Тб., 1952, с. 338.
12. Виноградов А. Фрески Сентинского храма и проблема истории Аланского христианства X в // Российская археология, N1, 2005, с. 87.
13. Чачхалиа Д. К. Абхазская школа византийской архитектуры (к вопросу о принципах абхазского храмоустройства в IX-XIII вв.). Памяти проф. К. Н. Афанасьева, Сухуми, 2004, с. 57.

ქართული კვალი ჩერქეზეთში X–XII საუკუნეებში

თ. დიასამიძე

(წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატია ეხება ჩრდილოეთ კავკასიაში არსებული ქართული ქრისტიანული კულტურის ძეგლების შესწავლას მოპოვებული და დამუშავებული მასალის ანალიზის მიხედვით. იგულისხმება ქართული ქრისტიანული კულტურის შესწავლა დღევანდელი ყარაჩაი-ჩერქეზეთის ტერიტორიაზე, სადაც დღემდე შემორჩენილი X საუკუნის ორი ქრისტიანული ტაძარი შუანისა და სენტის სახელწოდებით; მოკლედ მიმოხილულია ქართული სახელმწიფოს გავლენის შესახებ ჩრდილოეთ კავკასიაში, კერძოდ კი ჩერქეზეთში.

HISTORY

GEORGIAN TRACE IN CHERKESSIA IN THE X-XII CENTURIES

T. Diasamidze

(Saint Andrew the First Called Georgian University)

Resume: The aim of the article is study of the Georgian Christian cultural monuments collected materials and processed analysis in the North Caucasus. It is meant study of Georgian Christian culture in the Karachay - Cherkessia area, where still preserve the X century's two Christian churches – named as Senty and Shuana.

There is presented a short review of the state of Georgian influence in the North Caucasus, in particular, in Cherkessia.

ИСТОРИЯ

ГРУЗИНСКИЕ СЛЕДЫ ЧЕРКЕЗИИ В X-XII ВЕКАХ

Т. Диасамидзе

(Грузинский университет им. Андрея Первозванного)

Резюме: Целью статьи является изучить грузинские христианские памятники культуры на Северном Кавказе по всем собранным материалам и обработать их для анализа. Изучается грузинская христианская культура на территории Карачаево-Черкессии, где до сих пор сохранены две христианские церкви X века – Шоана и Сенти.

Здесь же представлен краткий обзор состояния грузинского влияния на Северном Кавказе, в частности, в Черкессии.

რედაქტორები: ლ. გიორგობიანი, ე. იოსებიძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 25.09.2014. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15.07.2014. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 6,5. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent