

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ყოველკვარტალური გამოცემა
QUARTERLY PUBLICATION
ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

ISSN 1512-0996

უ რ თ მ ე ბ ი

TRANSACTIONS

Т Р У Д Ы

№4(498)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2015

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ლ. კლიმაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ზ. გასიტაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ა. აბრალავა, გ. აბრამიშვილი, ა. აბშილავა, თ. ამბროლაძე, ე. ბარათაშვილი, თ. ბაციკაძე, ჯ. ბერიძე, ს. ბიელეცკი (პოლონეთი), პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), თ. გაბადაძე, ჯ. გახოკიძე, ო. გელაშვილი, ა. გიგინეიშვილი, გ. გობში (გერმანია), ალ. გრიგოლიშვილი, ე. ელიზბარაშვილი, ს. ესაძე, ვლ. ვარდოსანიძე, უ. ზვიადაძე, ო. ზუმბურიძე, კ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავხელიძე, პ. თოდუა (რუსეთი), ბ. იმნაძე, ა. კევეალიკი (ესტონეთი), ი. კვესელავა, ტ. კვიციანი, ზ. კიკნაძე, თ. ლომინაძე, ი. ლომიძე, ა. მამალისი (საბერძნეთი), მ. მაცაბერიძე, თ. მეგრელიძე, მ. მესხი, ა. მოწონელიძე, ლ. მძინარიშვილი, დ. ნატროშვილი, ნ. ნაცვლიშვილი, შ. ნემსაძე, დ. ნოზაძე, გ. სალუკვაძე, ქ. ქოქრაშვილი, ე. ქუთელია, ა. შარვაშიძე, ს. შმიდტი (გერმანია), კ. შტროერი (გერმანია), მ. ჩხეიძე, ზ. წვერაიძე, თ. ჯაგოდნიშვილი, თ. ჯიშკარიანი.

EDITORIAL BOARD:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.И. Прангишвили (председатель), Л.Д. Климиашвили (зам. председателя), З.А. Гаситашвили (зам. председателя), А.Г. Абралава, Г.С. Абрамишвили, А.В. Абшилава, Т.А. Амброладзе, Е.Ш. Бараташвили, Т.В. Бацакадзе, С. Биелецки (Польша), П. Биелик (Словакия), Дж.Л. Беридзе, Вл.Г. Вардосанидзе, Т.Г. Габададзе, Дж.В. Гахокидзе, О.Г. Гелашвили, А.В. Гигинеишвили, Г. Гобш (Германия), Ал.Р. Григолишвили, Т.А. Джагоднишвили, Т.С. Джишкარიани, У.И. Звиададзе, О.Г. Зумбуридзе, Г. Зункел (Австрия), Б.Л. Имнадзе, И.С. Квеселава, Т.А. Квициани, А. Кеевалик (Эстония), З.Г. Кикнадзе, К.А. Кокрашвили, Е.Р. Кутелия, И.Б. Лომидзе, Т.Н. Ломинадзе, А. Мамалис (Греция), М.И. Мацабериძე, Л.Д. Мдзинარიшвили, Т.Я. Мегрелиძე, М.А. Месхи, А.Н. Моцонелиძე, Д.Г. Натрошвили, Н.В. Нацвлишвили, Ш.А. Немсаძე, Д.А. Нозაძე, Г.Г. Салუკვაძე, Д.Д. Тавхелиძე, П. Тодуа (Россия), З.Н. Цвераიძე, М.М. Чхеიძე, А.М. Шарвашиძე, С. Шмидт (Германия), Г. Штроер (Германия), Э.Н. Элизбарашвили, С.Ю. Эсаძე.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015

Publishing House “Technical University”, 2015

Издательский дом “Технический Университет”, 2015

<http://www.gtu.ge>



Verba volant,
scripta manent

შინაარსი

ბიზნესი, მართვა და აღრიცხვა

- ნ. ფაილოძე, ჟ. გაბარაევი. იმპორტის და ექსპორტის ოპერაციების აუდიტი.....9
- მ. მეტრეველი, ბ. ხოტენაშვილი. ტურიზმის ბავშვთა მსოფლიო ეკონომიკაზე.....18

ქიმიური მრეწველობა და ტექნოლოგიები

- გ. ხიტირი, რ. კოკილაშვილი. მაღალუფქმური ლუმინოფორის მიღების ინოვაციური ტექნოლოგია26
- რ. ლაბაძე, გ. ხიტირი, რ. კოკილაშვილი, ა. სულამანიძე, ჯ. ქერქაძე. ამორტიზებული საპურავების უტილიზაციის ახლებური ხედა31
- ზ. ჯავაშვილი, თ. ჭეიშვილი. ალბილობრივი ბუნებრივი ქანების გამოყენებით ფოროვანი მასალების მიღება და შესწავლა 37

ქიმია

- პ. თუშურაშვილი, დ. ჩორგოლაშვილი, თ. ხუჭუა, ნ. კობალაძე, მ. ალელიშვილი, ე. გელაშვილი. გაცვეთილი საავტომობილო საპურავების უტილიზაცია დაბალტემპერატურული პირობების შედეგად და მიღებული თხევადი პროდუქტის ფიზიკურ-ქიმიური კვლევა..... 43
- ნ. ჩიჯავაძე, თ. ჭეიშვილი. მანბანუმისა და სპილენძის ოქსიდების შემცველი ამორფულ-კრისტალური მატრიცის მქონე მასალების შესწავლა და გამოყენების პერსპექტივები 50

ეკონომიკა, ეკონომეტრიკა და ფინანსები

- დ. ჯაფარიძე, ზ. ჯაყელ-ხუნდაძე, ა. იოსელიანი. მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიების ფინანსური მდგომარეობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირება და მართვა 55

ენერგეტიკა

- გ. არაბიძე, ი. ფხალაძე. საქართველოს ენერგეტიკის სექტორის ბიზნესის ტრადიციული გზით განვითარების (BAU) სცენარი..... 68

ინჟინერია

ო. ხაზარაძე, ფ. ვერულაშვილი, ვ. ტურაშვილი. მოქნილკედლიანი ლითონის
შედგენილი კოჭები..... 78

მასალათმცოდნეობა

ა. მეტრეველი, ა. სულამანიძე. ვოლტამპერული მასასიათმებლის აბეზა და ბანხილვა..... 84

ო. მიქაძე, ი. ნახუცრიშვილი, ნ. მაისურაძე, თ. ლოლაძე. ალუმინის ოქსიდის
ფორმირებადი მსურველმედიები შენადნობების მაღალტემპერატურული ქანბვის
კინეტიკა..... 88

მ. ხუციშვილი, ლ. შენგელია. პლასმური დაფრქვევის ეფექტურობის ამაღლება..... 93

გ. ქაშაკაშვილი, ი. ქაშაკაშვილი, ბ. ქაშაკაშვილი. ფოლადის წარმოების ინოვაციური
ტექნოლოგია 99

მ. მიქაუტაძე, ალ. გორდუზიანი, ნ. კანთელაძე, ნ. კენჭიაშვილი. საბრძოლო იარაღის
ლულის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის კვლევა..... 110

ა. სულამანიძე, გ. კახიშვილი. კონტაქტური შეღებვის წერტილის
აღბილმდებარეობის მართვა..... 116

ი. ბერძენიშვილი, მ. სირაძე. მსხვილი ინფრასტრუქტურული პროექტების
ეფექტურობის ამაღლებაზე ორიენტირებული გადაწყვეტილება 122

ავტორთა საძიებელი 128

ავტორთა საჩურაღებოდ..... 129

CONTENTS

BUSINESS, MANAGEMENT AND ACCOUNTING

- N. Pailodze, J. Gabaraevi.** THE AUDIT OF OPERATIONS OF IMPORT AND EXPORT 9
- M. Metreveli, B. Khotenashvili.** TOURISM INFLUENCE ON THE WORLD ECONOMY 18

CHEMICAL ENGINEERING

- G. Khitiri, R. Kokilashvili.** INNOVATION TECHNOLOGY OF OBTAINING HIGHLY EFFECTIVE LUMINOPHORE 26
- R. Labadze, G. Khitiri, R. Kokilashvili, A. Sulamanidze, J. Kerkadze.** INNOVATIVE APPROACH TO
RECYCLING OF SHOCKPROOF TIRE-CASING 31
- Z. Javashvili, T. Cheishvili.** OBTAINING AND STUDY OF POROUS MATERIALS WITH THE USE OF LOCAL
NATURAL ROCKS 37

CHEMISTRY

- P. Tushurashvili, D. Chorgolashvili, T. Khuchua, N. Kobaladze, M. Alelishvili, E. Gelashvili.** UTILIZATION OF
SCRAP TIRES BY LOW-TEMPERATURE PYROLYSIS AND PHYSICAL-CHEMICAL EXAMINATION OF OBTAINED
LIQUID PRODUCTS..... 43
- N. Chidzavadze, T. Cheishvili.** STUDY AND PROSPECTS OF APPLICATION OF AMORPHOUS-CRYSTALLINE
MATRIX MATERIALS CONTAINING MANGANESE AND COPPER OXIDES 50

ECONOMICS, ECONOMETRICS AND FINANCE

- D. Japaridze, Z. Jakeli-Khundadze, A. Ioseliani.** OPTIMAL ECONOMETRICAL MODELLING AND MANAGEMENT
OF FINANCIAL SUSTAINABILITY AT THE MAJOR ELECTRIC POWER PROCESSING INSTITUTION..... 55

ENERGETICS

- G. Arabidze, I. Pkhaladze.** BUSINESS-AS-USUAL SCENARIO (BAU) FOR GEORGIAN ENERGY SECTOR
DEVELOPMENT..... 68

ENGINEERING

- O. Khazaradze, F. Verulashvili, V. Turashvili.** METALLIC COMPOSITE BEAM WITH FLEXIBLE WALL..... 78

MATERIALS SCIENCE

A. Metreveli, A. Sulamanidze. CONSTRUCTION AND CONSIDERATION OF CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTIC	84
O. Mikadze, I. Nakhutsrishvili, N. Maisuradze, T. Loladze. ON THE KINETICS OF HIGH-TEMPERATURE OXIDATION FOR ALUMINA FORMING HEAT-RESISTANT ALLOYS.....	88
M. Khutsishvili, L. Shengelia. IMPROVEMENT OF EFFECTIVENESS OF PLASMA SPRAYING	93
G. Kashakashvili, I. Kashakashvili, B. Kashakashvili. INNOVATIVE TECHNOLOGY OF STEELMAKING	99
M. Mikautadze, A. Gordeziani, N. Kanteladze, N. Kenchiashvili. RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MANUFACTURING MUZZLES OF COMBAT WEAPON.....	110
A. Sulamanidze, G. Kakhishvili. CONTROLLING THE LOCATION OF PRESSURE CONTACT WELDING POINT.....	116
I. Berdzenishvili, M. Siradze. ORIENTED SOLUTION INCREASE THE EFFICIENCY OF MAJOR INFRASTRUCTURE PROJECTS.....	122
AUTHOR'S INDEX	128
TO THE AUTORS ATTENTION	129

СОДЕРЖАНИЕ

БИЗНЕС, МЕНЕДЖМЕНТ И БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

Н.Р. Паилодзе, Ж.Р. Габараева. АУДИТ ОПЕРАЦИЙ ПО ИМПОРТУ И ЭКСПОРТУ.....	9
М.Ш. Метревели, Б.Г. Хотенашвили. ВЛИЯНИЕ ТУРИЗМА НА МИРОВУЮ ЭКОНОМИКУ	18

ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИИ

Г.Ш. Хитири, Р.Г. Кокилашвили. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ЛЮМИНОФОРА	26
Р.Д. Лабадзе, Г.Ш. Хитири, Р.П. Кокилашвили, А.К. Суламанидзе, Дж.В. Керкадзе. НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА УТИЛИЗАЦИЮ АМОРТИЗИРОВАННЫХ ПОКРЫШЕК	31
З.Г. Джавашвили, Т.Ш. Чеишвили. ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОРОД.....	37

ХИМИЯ

П.Р. Тушурашвили, Д.Г. Чорголашвили, Т.Т. Хучуа, Н.З. Кобаладзе, М.В. Алелишвили, Э.Г. Гелашвили. УТИЛИЗАЦИЯ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН МЕТОДОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННОГО ЖИДКОГО ПРОДУКТА	43
Н.Л. Чиджавадзе, Т.Ш. Чеишвили. ИЗУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРФНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОКСИДЫ МАРГАНЦА И МЕДИ.....	50

ЭКОНОМИКА, ЭКОНОМЕТРИКА И ФИНАНСЫ

Д.А. Джапаридзе, З.Н. Джакели-Хундадзе, А.М. Иоселиани. АДАПТИВНОЕ ЭНТРОПИЙНОЕ КОДИРОВАНИЕ МАССИВА ГЛАВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИСКРЕТНОГО КОСИНУСНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	55
---	----

ЭНЕРГЕТИКА

Г.О. Арабидзе, И.Э. Пхаладзе. СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ СЕКТОРА ЭНЕРГЕТИКИ ГРУЗИИ ТРАДИЦИОННЫМ ПУТЕМ БИЗНЕСА (BAU)	68
---	----

ИНЖЕНЕРИЯ

О.Г. Хазарадзе, Ф.Г. Верулашвили, В.Ш. Турашвили. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОСТАВНЫЕ БАЛКИ С ГИБКОЙ СТЕНКОЙ.....	78
--	-----------

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

А.Б. Метревели, А.К. Суламанидзе. ПОСТРОЕНИЕ И РАССМОТРЕНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	84
---	-----------

О.И. Микадзе, И.Г. Нахуцришвили, Н.И. Майсурадзе, Т.О. Лоладзе. О КИНЕТИКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ ОБРАЗУЮЩИХ ГЛИНОЗЕМ.....	88
---	-----------

М.Г. Хуцишвили, Л.Б. Шенгелиа. УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ	93
---	-----------

Г. Б. Кашакашвили, И. Г. Кашакашвили, Б. Г. Кашакашвили. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ.....	99
--	-----------

М.М. Микаутадзе, А.Г. Гордезиани, Н.В. Кантеладзе, Н.А. Кенчишвили. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТВОЛОВ БОЕВОГО ОРУЖИЯ	110
---	------------

А.К. Суламанидзе, Г.С. Кахишвили. УПРАВЛЕНИЕ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЕМ ТОЧКИ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ	116
--	------------

И.Г. Бердзенишвили, М.Г. Сирадзе. РЕШЕНИЕ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ	122
--	------------

ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ	128
-------------------------------	------------

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	129
---------------------------------	------------

UDC 339.92

SCOPUS CODE 1401

იმპორტის და ექსპორტის ოპერაციების აუდიტი

- ნ. ფაილოძე** ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: n.pailodze@gtu.ge
- ჟ. გაბარაევი** ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: girina83@yahoo.com

რეცენზენტები:

თ. როსტიაშვილი, სტუ-ის ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტის ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: tamar_rostiashvili@mail.ru

ს. ბლიაძე, სტუ-ის ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტის ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: sofo_4@mail.ru

ანოტაცია: საგარეო ეკონომიკური საქმიანობა თანამედროვე ეკონომიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და განუყოფელი ნაწილია. გლობალიზაციის პირობებში იმპორტის და ექსპორტის ოპერაციები ჩვენი ეკონომიკის მამოძრავებელი ძალა გახდა. ამ პროცესებში, ჩვენი ქვეყნის აქტიურად მონაწილეობის მიუხედავად, უამრავი პრობლემა არსებობს, რომლის გადაწყვეტაში არსებითი როლი აუდიტს ენიჭება. სწორი გადაწყვეტილების მისაღებად საჭიროა სრულყოფილ და ზუსტ ინფორმაციას ფლობდნენ როგორც სახელმწიფო სტრუქტურები, ასევე სამეურნეო სუბიექტები. ასეთი ტიპის ოპერაციების აუდიტი საკმაოდ რთული და ხანგრძლივი პროცესია, ვინაიდან ეკონომიკური საქმიანობის არეალი სცილდება ქვეყნის საზღვრებს. გასათვალისწინებელია ადგი-

ლობრივი, საერთაშორისო და იმ ქვეყნის კანონმდებლობა, რომელთანაც ხორციელდება საქმიანი ურთიერთობები. ამგვარად, აუდიტი მაღალკვალიფიციურმა სპეციალისტებმა უნდა ჩატარონ. მათ მიერ მომზადებულ დასკვნებზე დამოკიდებულია ექსპორტის და იმპორტის ოპერაციების მოცულობა, რაც ეკონომიკური ზრდის და მდგრადობის საწინდარია.

საკვანძო სიტყვები: ექსპორტის ოპერაცია; იმპორტის ოპერაცია; საგარეო ეკონომიკური საქმიანობა.

შესავალი

თანამედროვე ეკონომიკის საბაზრო ურთიერთობაზე გადასვლას მოჰყვა საკუთრების ფორმე-

ბის ახალი ორგანიზაციული სტრუქტურების მრავალფეროვნება. საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლასთან ერთად შეიცვალა საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობებიც. სამეურნეო სუბიექტებმა ისეთი საქმიანობა დაიწყეს, რაც საბჭოთა კავშირის დროს სახელმწიფო ორგანიზაციების პრეროგატივად ითვლებოდა. უპირველეს ყოვლისა, სამეურნეო სუბიექტებმა დამოუკიდებლად დაიწყეს იმპორტის ოპერაციების განხორციელება და შემდგომ უკვე ექსპორტზეც გაიტანეს პროდუქცია. ეს თავისუფალი ნიშა საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობის კერძო კომპანიებმა წარმატებით აითვისეს და ახორციელებენ მის განვითარებას. იმპორტის და ექსპორტის ოპერაციები უმნიშვნელოვანესი ეკონომიკური საქმიანობაა ჩვენი ქვეყნისთვის, ვინაიდან ქვეყანა იმპორტზეა დამოკიდებული და უარყოფითი ბალანსის შესამცირებლად მნიშვნელოვანია ექსპორტის ზრდაც.

საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობები, კერძოდ ექსპორტის და იმპორტის ოპერაციები ჩვენი ქვეყნის თანამედროვე ეკონომიკის განუყოფელი და მნიშვნელოვანი ნაწილია, რომლის განხორციელება კერძო სამეურნეო სუბიექტებმა 90-იანი წლების დასაწყისში დაიწყეს.

ძირითადი ნაწილი

ტერმინი საგარეო ეკონომიკური საქმიანობა (სეს) ფართოდ გამოიყენება ჩვენს ქვეყანაში მე-20 საუკუნის 70-იანი წლებიდან, თუმცა თავდაპირველად ეს მოიცავდა საბჭოთა კავშირის ვაჭრობას სხვა ქვეყნებთან. საქართველომ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ დაიწყო საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობა სხვა ქვეყნებთან და საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლა, რაც თავისთავად რთული და ხანგრძლივი პროცესია, რომელიც ჯერაც არ დასრულებულა. სეს-ის ცნება მოგვიანებით გაფართოვდა და მოიცვა არა მხოლოდ ნივთობრივი ვაჭრობა, არამედ სხვა ტიპის თანამშრომლობაც, როგორცაა კოოპერაცია სხვა

ქვეყნის კომპანიებთან, თანამშრომლობა მომსახურების სფეროში, საერთაშორისო გადაზიდვები, საბანკო მომსახურება, დაზღვევა და ა.შ.

საგარეო ეკონომიკური საქმიანობის განვითარებაში თავისთავად იგულისხმება ეკონომიკის განვითარება, რაც უზრუნველყოფს მის მდგრადობასაც, ამ საქმიანობის განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კერძო კომპანიები. მაგალითად, საქსტატისტიკის სამმართველოს მონაცემებით, 2007 წელს საგარეო ბრუნვამ შეადგინა 6444, ხოლო 2014 წლის მონაცემებით 11457 მლნ აშშ დოლარი. ეს ეკონომიკური მაჩვენებლები ეკონომიკური ზრდის ერთ-ერთი პარამეტრია, მათი სიზუსტე არსებითია, ამიტომაც ამ ტიპის ოპერაციების აუდიტი მნიშვნელოვანია როგორც ქვეყნისთვის, ასევე იმ კომპანიებისთვის, ვინც ამ საქმიანობას ახორციელებს.

საგარეო ვაჭრობა მოიცავს სხვადასხვა საქონლის ან მომსახურების ექსპორტს და იმპორტს. ამ ფორმით ხდება ფართო მოხმარების საგნებით ვაჭრობა: ტანსაცმელი, ფეხსაცმელი, პარფიუმერია, კვების პროდუქტები და ა.შ. ასევე ამაში შედის ინტელექტუალური საკუთრებით ვაჭრობა, როგორცაა ლიცენზიების, ფრანჩიზის გაყიდვა და სხვა. საერთაშორისო ვაჭრობაში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მომსახურების სფეროს, რომელშიც შედის საბანკო სექტორის მიერ არარეზიდენტი პირებისთვის გაწეული მომსახურება, დაზღვევა, საერთაშორისო გადაზიდვები და ა. შ.

ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაში გადამწყვეტი როლი სახელმწიფოს აკისრია. მნიშვნელოვანია სახელმწიფომ შექმნას ისეთი საკანონმდებლო ბაზა, რომელიც ხელს შეუწყობს ბიზნესის განვითარებას, გაამარტივებს ბიზნესის წარმართვის შესაძლებლობას, შეძლებს ადგილობრივი მწარმოებლებისთვის შეღავათების შემოღებით წახალისოს ადგილობრივი წარმოება და მათ მიერ წარმოებული პროდუქციის ქვეყნის გარეთ გატანა. ამ მხრივ მნიშვნელოვან საკანონმდებლო

ცვლილებად და ბიზნესის ხელშეწყობად შეგვიძლია ჩავთვალოთ საგადასახადო კოდექსში შესული ცვლილება, რომლითაც მეწარმეები გათავისუფლდნენ დღგ-ს გადასახადისაგან. ექსპორტის ოპერაციების დროს საქართველოს საგადასახადო კოდექსის 168-ე მუხლის მე-4 პუნქტით ჩათვლის უფლებით დღგ-სგან გათავისუფლებულია საქონლის რეექსპორტი ან ექსპორტი მხოლოდ იმ საანგარიშო პერიოდისათვის, რომელშიც განხორციელებულია დეკლარირება საქონლის რეექსპორტის ან საქონლის ექსპორტში გაშვების შესახებ.

რომ გავერკვეთ საგარეო ეკონომიკური საქმიანობის ამოცანებში, ფუნქციებსა და ანალიზის მეთოდებში უნდა ვიცოდეთ, ვინ არის ამ საქმიანობის სუბიექტი და ობიექტი. საგარეო ეკონომიკურ საქმიანობას შეიძლება ეწოდეს როგორც ცალკე აღებული იურიდიული პირი ან ცალკეული სამეურნეო სუბიექტი, ასევე ქვეყნები და რეგიონები, რომლებსაც შეუძლიათ ერთმანეთთან ითანამშრომლონ ნებისმიერი ფორმით და არ არსებობს შეზღუდვები, გარდა იმ შემთხვევისა, როცა საკანონმდებლო შეზღუდვა არსებობს.

გლობალიზაციის პირობებში მუდმივად ვითარდება და ფართოვდება ეკონომიკური ზონები, საწარმოების უმრავლესობა მიზნად ისახავს საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობების გამოყენებას ეკონომიკური საქმიანობის ეფექტურობის ასამაღლებლად და კონკურენტუნარიანობის შესანარჩუნებლად. ამ ურთიერთობას აქვს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მხარეები. მაგალითად, სხვა ქვეყნების ბაზრებზე გასვლას თან სდევს დამატებითი ხარჯები, როგორცაა სატრანსპორტო, იურიდიული, მარკეტინგული და სხვა, რომლებიც გასაწევია ახალი პროდუქტის დასაწერად ახალ ბაზრებზე. ამავდროულად ახალ ბაზრებზე გასვლისას ხდება შემოსავლების გაზრდა, კომპანიის განვითარება, ახალი ტექნოლოგიების გაზიარება, ახალი ინვესტიციების მოზიდვა, რენტაბელურობის ზრდა და ა.შ.

ბევრი კომპანია განვითარების ახალ ეტაპზე გადასვლისას ან სხვა ქვეყნის ბაზრებზე გასვლისას არ იყენებს ბაზრის წინასწარ ანალიზს, კომპანიის აუდიტს და ეყრდნობა საორიენტაციო პროგნოზებს და ზოგად მჩვენებლებს, რაც არასწორი მიდგომაა და ზოგ შემთხვევაში სავალალო შედეგებამდე მიყვავართ. ასეთი ტიპის აუდიტის ჩატარების მიზანია არა მხოლოდ ახალი ბაზრის შესწავლა და დასკვნის დადება თუ რამდენად რენტაბელურია განვითარების ახალ ეტაპზე გადასვლა, არამედ კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი საკითხის შესწავლაც, რამდენად მომზადებულია კომპანია გაუმკლავდეს ახალ გამოწვევებს, აქვს თუ არა რესურსები როგორც მატერიალური, ასევე ახალი საკადრო ამოცანების სრულყოფილად შესასრულებლად. უპირველეს ყოვლისა, სხვა ქვეყნების ბაზრებზე გასვლისას მნიშვნელოვანია იმ ქვეყნების კანონმდებლობის შესწავლა, რომელშიც შესვლას და დამკვიდრებას აპირებს სამეურნეო სუბიექტი, გამოვლინდეს განსხვავება ადგილობრივ და უცხოურ კანონმდებლობას შორის, მათი ზეგავლენა კომპანიის შემდგომ განვითარებაზე, გათვალისწინებულ იქნეს ვალუტის საკურსო სხვაობები, შეფასდეს რისკები და მხოლოდ ამის შემდეგ გადაწყდეს სამომავლო გეგმები.

ექსპორტის ოპერაციების ანალიზს და ძირითად მჩვენებლებს სახელმწიფო საბაჟო სამსახური გვაწვდის. საბაჟო სამსახური იყენებს აღრიცხვის სხვადასხვა მეთოდს – ანალიზის სტატისტიკურ, გრაფიკულ, საინდექსო, საბალანსო, საგარეო ვაჭრობის დინამიკურს და სხვა.

სტატისტიკური დაკვირვებით მიღებულ მჩვენებლებზე დაყრდნობით, შეუძლებელია სრულყოფილი გამოკვლევის ჩატარება. საჭიროა პირველადი მონაცემების სისტემატიზაცია, ყველა მონაცემის შეგროვების შემდეგ სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება და დახარისხება.

სტატისტიკური მონაცემების ერთობლიობის დაყოფა ხდება ჯგუფებად, ჯგუფებისა კი – ოპერაციების ტიპებად.

საბაჟო სამსახურები საგარეო ვაჭრობის სტატისტიკური ინფორმაციის დაჯგუფებისას იყენებენ შემდეგ ქვეჯგუფებს: ზოგადი მონაცემები ექსპორტზე, ექსპორტის მონაცემები რევიონების მიხედვით, ექსპორტის მონაცემები ცალკეული ქვეყნების მიხედვით, საქონლის ექსპორტი ნომენკლატურების მიხედვით, საქონლის ექსპორტის მოცულობა თანხობრივად და რაოდენობრივად.

სტატისტიკური დაჯგუფებები შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს საბაჟო რეჟიმების მიხედვით. სტატისტიკური მონაცემები ანალიზის ერთ-ერთი ინსტრუმენტია, რითაც შეგვიძლია გამოვაველინოთ მახვენებლების კანონზომიერება. მახვენებლების გარდა ანალიზში გვეხმარება დიაგრამები და გრაფიკები, რითაც მარტივდება პროცესების შესწავლა.

ექსპორტის ოპერაციების ანალიზის დროს ვიყენებთ შემდეგ მახვენებლებს: ექსპორტის საშუალო ზრდა და ზრდის ტემპები.

კვლევის მიზანია ზრდის დინამიკის მოდელირება და სამომავლო დინამიკის განჭვრეტა, რაც საშუალებას მოგვცემს სწორად დავგეგმოთ ეკონომიკური პროცესი. მიუხედავად იმისა, რომ მოდელირება გვაძლევს საკმაოდ სრულ ინფორმაციას და მასზე დაყრდნობით შეგვიძლია ზრდის პროგნოზირება და სამომავლო დაგეგმარება, მაინც მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება შიგა და გარე ბაზარს, რომლის მიმართ ჩვენი ეკონომიკა სენსიტიური რჩება. სწორედ აუდიტის მიზანია ამ მონაცემების სისტემატიზაცია და სიზუსტის დადგენა.

იმპორტი არის საქონლის, მომსახურების, სამუშაოს, ინტელექტუალური საქმიანობის შედეგების საზღვარგარეთიდან შემოტანა, რომელიმე ქვეყნის საბაჟო ტერიტორიაზე მათი ქვეყნიდან გატანის ვალდებულების გარეშე. იმპორტი იყოფა კატეგორიებად: ნივთობრივი, არამატერიალური. არამა-

ტერიალურში შედის სხვადასხვა მომსახურება, მაგალითად, ტურიზმი, დაზღვევა, გადაზიდვები, ფულადი გზავნილები და სხვა.

იმპორტის მოცულობა განისაზღვრება საქონლის იმპორტიორი ქვეყნის საზღვრის გადაკვეთის მომენტიდან.

იმპორტის ოპერაციები შეგვიძლია გავანალიზოთ შემდეგი მიმართულებებით: სტრუქტურის, იმპორტიორების რაოდენობის, იმპორტის მოცულობისა და გადარიცხვების მიხედვით, მათი წილი საერთო გადარიცხვებში, ბანკის შემოსავლების მიხედვით – რა წილი უკავია მომსახურებაში, საბაჟო დეკლარაციების, ქვეყნების და პროდუქციის მიხედვით. საგარეო ეკონომიკური საქმიანობის განხორციელებისას სამეურნეო სუბიექტები ამყარებს საქმიან ურთიერთობას როგორც უცხოურ, ასევე ადგილობრივ კომპანიებთან, ბანკებთან, ახდენს ბიუჯეტთან ანგარიშსწორებას და დებს ხელშეკრულებებს. კონტროლი ვალდებულებების ზუსტ და დროულ შესრულებაზე ხორციელდება ფინანსური აღრიცხვის მეშვეობით, რომელიც აღრიცხავს ექსპორტის და იმპორტის ოპერაციებს. განხორციელებული ოპერაციები უნდა შეესაბამებოდეს საერთაშორისო აღრიცხვის სტანდარტებს და ადგილობრივ კანონმდებლობას.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ასეთი ტიპის საქმიანობის აუდიტის ძირითადი ამოცანებია:

1. შიგა კონტროლის სისტემის შესწავლა. კონტოლდება თუ არა ექსპორტის ან იმპორტის ოპერაციების აღრიცხვა სრულად;
2. საგარეო ვალდებულებების სწორად აღრიცხვა, რესურსების რაციონალური გამოყენება და შესაბამისობა ექსპორტ-იმპორტის ოპერაციებთან;
3. შეუსრულებელი ვალდებულებებისა და დასახული ამოცანების შესრულება;
4. საგარეო ეკონომიკური ოპერაციების შედეგების საერთო შეფასება;
5. შიგა გამოყენებელი რეზერვებისა და სამომავლო პერსპექტივების შეფასება.

საწარმოს მუშაობის შეფასებისას მნიშვნელოვანია ექსპორტის და იმპორტის მაჩვენებლების გაანალიზება, რომლის დროს შესწავლილი უნდა იქნეს მაჩვენებლები ცალკეული ქვეყნების და წინა წლებში მიღებული შემოსავლების მიხედვით. რაოდენობრივი და თანხობრივი მაჩვენებლების შეფასებით ხდება იმ მიზეზის გამოვლენა, რომლის გამოც ვერ შესრულდა ან შემცირდა ექსპორტის ან იმპორტის მოცულობა, მაგ., ექსპორტის შემცირება ან არგაზრდა შეიძლება დამოკიდებული იყოს გადაზიდვის პრობლემებთან, როგორცაა პორტის გადატვირთულობა, აგრეთვე საკურსო ან სავალუტო შეზღუდვები, ცვლილებები საერთაშორისო ბაზარზე და ა.შ.

სამეურნეო სუბიექტები ყურადღებას უნდა ამახვილებდნენ როგორც საექსპორტოდ განკუთვნილ პროდუქციის ხარისხზე, ასევე იმპორტირებულზეც. პროდუქციის ხარისხი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტვირთბრუნვის მოცულობაზე. აუდიტის მიზანია შეისწავლოს პროდუქციის ხარისხი, დაადგინოს მისი შესაბამისობა წარმოდგენილ სერტიფიკატებთან დოკუმენტურად (ხარისხის სერტიფიკატი, საექსპორტო დასკვნა და სხვა დოკუმენტაციებთან შესაბამისობა) და გამოავლინოს ფიზიკური ნაკლოვანებები, ასევე დაადგინოს ნაკლოვანებების მოცულობა მთლიან ექსპორტში ან იმპორტში, წუნდებული საქონლის დაბრუნება და ახლით შევსების ვალდებულების არსებობის შემთხვევაში რამდენად დროულად და სრულყოფილად მოხდა ზარალის ანაზღაურება.

იმპორტის ოპერაციების აუდიტის დროს აუდიტორმა უნდა შეისწავლოს იმპორტის მოცულობა, მიწოდების პირობები, ხარისხი და ამის საფუძველზე მოამზადოს სარეკლამაციო აქტები. ამ აქტის შედგენისას ფიქსირდება ყველა პრეტენზია ხარისხთან დაკავშირებით, წუნდებული პროდუქციის რაოდენობა, ზარალი. ზარალში იგულისხმება არა მხოლოდ პროდუქციის ღირებულება, არამედ ყველა ის ხარჯი, რომელიც დაკავშირე-

ბულია პროდუქციის მიწოდებასთან და ხარჯები, რომლის გაწევაც კომპანიას მოუწევს ამ ზარალის ასანაზღაურებლად. აუდიტორმა აგრეთვე უნდა გამოავლინოს კომპანიის მარკეტინგული სტრატეგიის შედეგები, რომელზეც პირდაპირაა დამოკიდებული ექსპორტის ან იმპორტის მოცულობა, რამდენად სწორად არის ან იყო დაგეგმილი მარკეტინგული ღონისძიებები, შესაძლებელია თუ არა გაყიდვების მოცულობის გაზრდა შერჩეული სტრატეგიით თუ საჭიროა სტრატეგიის შეცვლა. აუდიტმა საბოლოო დასკვნაში უნდა ჩაწეროს რეკომენდაციები ამასთან დაკავშირებით.

შემდეგი შესასწავლი საკითხია აუდიტის მიერ გაფორმებული კონტრაქტები, მათი შესაბამისობა კანონმდებლობასთან, ტვირთმომძრაობის დროს შედგენილი დოკუმენტების სისწორე და შიგა კონტროლის სამსახურების მიერ მათი სწორი აღრიცხვა – თუ რამდენად სწორად ასახავს ლოგისტიკის სამსახური ტვირთის მოძრაობას და არსებობს თუ არა ტვირთის დაზიანების ან დაკარგვის საშიშროება იმ ეტაპების გაელისას, სანამ ტვირთი მყიდველს ჩაბარდება. შესწავლის საგანია შემდეგი ოპერაცია და დოკუმენტაცია:

- ტვირთის გადაზიდვის დოკუმენტები, კონოსამენტი, ავიახედლებული და ა.შ.;
- მიღება-ჩაბარების აქტი, რომლითაც დასტურდება ტვირთის მიღება პორტში ან საწყობში;
- მყიდველის მიერ გადახდილი თანხების შესაბამისობა მიწოდებულ პროდუქციასთან;
- მყიდველის დასტური საქონლის მიღებაზე დანაკლისის ან ზედმეტობის შემთხვევაში, ასევე წერილობითი პრეტენზიის არსებობა.

აუდიტის ყურადღების საგანია – რამდენად სწორადაა ბუღალტრის მიერ ეს ოპერაციები ასახული, ახდენს თუ არა კონტროლს ტვირთის გადაზიდვაზე, აკონტროლებს თუ არა თანხების გადახდისას შედგენილი დოკუმენტაციის სის-

წორეს და შესაბამისობას მიწოდებულ პროდუქციასთან ან გაწეულ მომსახურების ღირებულებასთან, ასახულია თუ არა ყველა ოპერაცია, საქონელი სუბანგარიშებზე, როგორცაა, მაგალითად, საქონელი გზაში ან ხდება თუ არა იმ დამატებითი ხარჯების სრულყოფილად და სწორად ასახვა, რომელიც დაკავშირებულია არა მხოლოდ წარმოებასთან, არამედ მიწოდებასთანაც – გადასახადები, ტრანსპორტირების ხარჯი, დაზღვევა და სხვა. შესწავლის საგანია აგრეთვე გაწეული ხარჯების აუცილებლობა და გზები მათი შემცირების რენტაბელურობის გასაზრდელად, მიწოდებული პროდუქციის გადახდის პირობები და ვადები; მათი შესრულებისას ხდება თუ არა ამ ვადების დარღვევა და სხვა საკითხები, რომლებიც დაკავშირებულია სამეურნეო სუბიექტის ეკონომიკურ საქმიანობასთან.

ექსპორტის ოპერაციების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს სხვაობას შიგა ბაზარზე გაყიდულ საქონლის ღირებულებასა და ქვეყნის გარეთ გაყიდულ საქონლის ღირებულებას შორის, რაც ექსპორტის ეფექტურობაზე მიუთითებს. როგორც წესი, ექსპორტი გათავისუფლებულია გადასახადებისგან. ეს საკითხიც შესწავლის ობიექტია – რომელი გადასახადებისგან არის ექსპორტი გათავისუფლებული და რამდენად სწორად არის გაანგარიშებული ექსპორტის დროს გადასახადები ან მოსაკრებლები; იმპორტის დროს საჭიროა შედარება საბაჟო სამსახურებთან, გადასახადებზე და გადახდილ გადასახადებთან დაკავშირებით.

აუდიტი ვალდებულია შეამოწმოს შემდეგი:

- აქვს თუ არა კომპანიას უფლება განახორციელოს ექსპორტის ან იმპორტის ოპერაციები;
- შედგენილი დოკუმენტების სისწორე ექსპორტის დროს;
- საბაჟო დეკლარაციის შესაბამისობა გაფორმებულ კონტრაქტთან;

- ჩარიცხული თანხების შედარება მიწოდებულ საქონელთან ან გაწეულ მომსახურების ღირებულებასთან;
- გადასახადების სწორი გაანგარიშება და დროულად გადახდა;
- წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულების გაანგარიშების სისწორე;
- ექსპორტზე გაშვებული პროდუქციიდან მიღებული მოგების სწორი გაანგარიშება;
- ექსპორტის ოპერაციის დროს წარმოშობილი მოთხოვნების სწორი ასახვა კონსიგნაციით მიწოდების დროს;
- სხვა ქვეყანაში არსებული საწყობებიდან პროდუქციის მიწოდების სწორი აღრიცხვა და დროული ასახვა ფინანსურ ანგარიშგებაში;
- გადასამუშავებლად ქვეყნის გარეთ გატანილი პროდუქციის სწორი აღრიცხვა, საბაჟო რეჟიმების სწორი აღრიცხვა;
- პროდუქციის შუამავლის დახმარებით გაყიდვის ოპერაციების სისწორე;
- იმპორტირებული საქონლის ღირებულების სწორი გაანგარიშება;
- გადასახადები გადასახადების გაანგარიშება ტვირთის განბაჟებისას;
- იმპორტის ოპერაციების დროს შედგენილი საბუთების შესაბამისობა განბაჟებულ ტვირთთან;
- უცხოურ ვალუტაში გაყიდული საქონლის სწორი ასახვა;
- რეექსპორტის ან ბარტერული ოპერაციების არსებობისას მათი სწორი და დროული ასახვა ფინანსურ ანგარიშგებაში;
- სავალუტო ოპერაციების დროს შექმნილი ან გაყიდული უცხოური ვალუტის ოპერაციების სწორი ასახვა;
- ლიზინგის არსებობისას სალიზინგო ოპერაციების და ხელშეკრულების შემოწმება;

- საგარეო ეკონომიკურ საქმიანობასთან დაკავშირებული ყველა ოპერაციის შემოწმება და არსებული შეცდომების აღმოფხვრა;
- საგარეო ეკონომიკური საქმიანობისგან მიღებული ან გაცემული კრედიტების აღრიცხვა და მათი მიზნობრიობასთან შესაბამისობის შესწავლა, რათა თავიდან იქნეს აცილებული არამიზნობრივად მოზიდული სახსრების დახარჯვა.

დასკვნა

საგარეო ეკონომიკური საქმიანობა ყოველდღე განიცდის ცვლილებებს. იზრდება ექსპორტის და

იმპორტის ოპერაციების მოცულობა და მათი ნაირსახეობა, ამიტომ საჭიროა ამ ტიპის ოპერაციებში მონაწილე სუბიექტების ინფორმირება, სრულყოფილი და უტყუარი ინფორმაციის მიწოდება, რაც დადებით გავლენას მოახდენს ეკონომიკურ ზრდასა და სამომავლო ოპერაციების სწორ დაგეგმვაზე, თავიდან იქნება აცილებული დამატებითი ხარჯები. ასეთი ოპერაციების აუდიტი მნიშვნელოვანია როგორც ქვეყნისთვის, ასევე ცალკეული სამეურნეო სუბიექტებისთვის. ამ მიმართულებით აუდიტის განვითარებისათვის სახელმწიფო ხელშეწყობას გრძელვადიან პერსპექტივაში დადებითი შედეგები მოჰყვება.

ლიტერატურა

1. International Auditing Standards, Tbilisi, 1998. (In Georgian).
2. The Law on Entrepreneurs, Tbilisi, 1994. (In Georgian).
3. <http://notes4.state.ak.us/wa/postapps.nsf/JobsByDept?OpenView>.
4. <http://MUNI-AUDITS@OSC.STATE.NY.US>.
5. <http://www.dpi.state.wi.us/dpi/grants.html>.
6. www.nbg.gov.ge

UDC 339.92

SCOPUS CODE 1401

THE AUDIT OF OPERATIONS OF IMPORT AND EXPORT

N. Pailodze Department of business administration, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: n.pailodze@gtu.ge

J. Gabaraevi Department of business administration, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: girina83@yahoo.com

Reviewers:

T. Rostiashvili, associated professor, Department of business administration, faculty of business-engineering of GTU
E-mail: tamar_rostiashvili@mail.ru

S. Bliadze, associated professor, Department of business administration, faculty of business-engineering of GTU
E-mail: sofo_4@mail.ru

ABSTRACT: Externally, the economic activity is one of the most important sectors of the modern economy. With globalization, the operation of export and import became locomotive and driving force of our economy, despite the fact, that our country is an active participant in these processes there are many problems in this area, to solve these problems an important role is played by the audit. State structures, as individuals to make decisions necessary to have reliable and accurate information. Audit FEA-a is fairly complex and lengthy process, because range of activities exceeds the limits of state borders and the need to take into account both local legislation and international. Based on the data submitted by the audit planned operations on export and import, in turn, affect the growth of the economy. The study of this question is a positive impact on our economy.

KEY WORDS: export operation; foreign economic activity; import operation.

UDC 339.92

SCOPUS CODE 1401

АУДИТ ОПЕРАЦИЙ ПО ИМПОРТУ И ЭКСПОРТУ

Паилодзе Н.Р. Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: n.pailodze@gtu.ge

Габараева Ж.Р. Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: girina83@yahoo.com

Рецензенты:

Т. Ростиашвили, асоц. профессор Департамента бизнес-администрирования факультета бизнес-инженеринга ГТУ

E-mail: tamar_rostiashvili@mail.ru

С. Блиядзе, асоц. профессор Департамента бизнес-администрирования факультета бизнес-инженеринга ГТУ

E-mail: sofo_4@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Внешняя экономическая деятельность - одна из значимых отраслей современной экономики. В условиях глобализации операции по экспорту и импорту стали локомотивом и движущей силой нашей экономики. Несмотря на то что наша страна является активным участником этих процессов, существует масса проблем в этой сфере; в решении этих проблем важную роль играет аудит. Госструктурам, как и частным лицам, для принятия решений нужно иметь достоверную и точную информацию. Аудит ВЭД-а достаточно сложный и длительный процесс, т.к. ареал деятельности выходит за рамки гос. границ и надо учитывать как местное законодательство, так и международное. На основе данных, представленных аудитом, планируются операции по экспорту и импорту, которые, в свою очередь, влияют на рост экономики. Изучение этого вопроса положительно отразится на нашей экономике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: внешнеэкономическая деятельность; операция импорта; операция экспорта.

UDC 339.92

SCOPUS CODE 1409

ტურიზმის ბავლენა მსოფლიო ეკონომიკაზე

- მ. მეტრეველი** ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: marinametreveli@yahoo.co.uk
- ბ. ხოტენაშვილი** ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: belakho88@yahoo.com

რეცენზენტები:

- რ. ქინკლაძე**, სტუის ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტის ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: ruso1103@yahoo.com
- ნ. ნადარეიშვილი**, სტუის ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტის ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: n.nadareish3005@gmail.com

ანოტაცია: ტურიზმი მსოფლიო ეკონომიკის ერთ-ერთი წამყვანი და დინამიკური დარგია. მრავალი ქვეყნის ეკონომიკაში ტურიზმს წამყვანი როლი ეკისრება სახელმწიფო ბიუჯეტის შევსებაში, მთლიანი შიგა პროდუქტისა და დამატებითი სამუშაო ადგილების შექმნაში. ტურიზმი უდიდეს გავლენას ახდენს ეკონომიკის ისეთ დარგებზე, როგორებიცაა: ტრანსპორტი, კომუნიკაციები, მშენებლობა, სოფლის მეურნეობა, მრეწველობა, ფართო მოხმარების საქონლის წარმოება და სხვა. თავის მხრივ, ტურიზმის განვითარებაზე მოქმედებს შემდეგი ფაქტორები: დემოგრაფიული, ბუნებრივ-გეოგრაფიული, სოციალურ-ეკონომიკური, ისტორიული, კულტურული, რელიგიური, პოლიტიკურ-საკანონმდებლო და სამეცნიერო-ტექნიკური. ტურიზმის დარგის განვითარებისათვის ასევე მნიშვნელოვანია ქვეყ-

ნის მოსახლეობის ცხოვრების დონე, თავისუფალი დროის ხანგრძლივობა, კულტურული მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების სურვილის ზრდა, ეკონომიკური, პოლიტიკური სტაბილურობა. ამგვარად, ტურიზმი სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების კატალიზატორია.

საკვანძო სიტყვები: მთლიანი შიგა პროდუქტი; მსოფლიოს ტურისტული ბაზარი; ტურისტული პროდუქტი; ტურიზმის განვითარება.

შესავალი

მსოფლიოს ტურისტულ ბაზარზე, XX საუკუნის 70-იანი წლების შუა პერიოდში, ტურისტულ პროდუქტზე მოთხოვნის თვალსაზრისით, შესამჩნევი გარდატეხა მოხდა. შეიცვალა თავისუფალი დროის გამოყენებისადმი მიდგომა,

კერძოდ იმპლაგრა „ცხოვრების ხარისხის“ ამაღლების ტენდენციებმა – არა მხოლოდ შთაბეჭდილებისა და სიამოვნების მიღების ზოგადმა სურვილმა, არამედ იმატა მოთხოვნამ მკვეთრ შთაბეჭდილებასა და დახვეწილ სიამოვნებაზე.

ბუნებრივია, რომ თავისუფალი დროისადმი ასეთი მიდგომა შესაბამისად აისახა ტურისტული პროდუქტის მოთხოვნის ფორმირებაზეც.

ტურიზმზე მოთხოვნა მასობრივ ხასიათს ინარჩუნებდა. ტურიზმის მონაწილეებად ძველებურად რჩებოდნენ ელიტარული საზოგადოებისა და საშუალო ფენის წარმომადგენლები. შედარებით დაბალი შემოსავლების მქონე ფენა ტურიზმში მხოლოდ XX საუკუნის ოთხმოციან წლებში ჩაერთო. ბაზარზე ცვლილებებს განსაზღვრავდა არა იმდენად შემოსავლის დონე, რამდენადაც ტურისტული მოთხოვნილების ხასიათი. მასობრივი კონვეიერული ტურიზმი, რომელიც გამოირჩეოდა მომსახურების სტანდარტული ფორმებით, შეიცვალა დიფერენცირებული ტურიზმით, რადგან უფრო სრულად ითვალისწინებდა ტურისტის მოთხოვნილებებს.

ძირითადი ნაწილი

მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში ცხოვრების დონის ამაღლება განაპირობებს დასაქმებულთა საშვებულებო დროის ზრდასა და საპენსიო უზრუნველყოფის მაღალ დონეს. ამ ქვეყნებში პენსიაზე გასვლა ხდება შედარებით ადრეულ ასაკში, იზრდება ფინანსურად დამოუკიდებელ მარტოხელათა რიცხვი, მომუშავე ქალთა რაოდენობა, შესაბამისად მატულობს გვიანი ქორწინებები, უშვილო ოჯახთა რიცხვი და ა.შ. ყველაფერი ეს იწვევს მოგზაურობაზე ადამიანთა სურვილის და შემდგომ უკვე მოთხოვნის ზრდას. დემოგრაფიულ და სოციალურ სტრუქტურებში ცვლილებები განაპირობებს მსოფლიოში მოგზაურობის მსურველთა რიცხვის ზრდას.

მოსახლეობის შემოსავლებისა და ცხოვრების დონის ცვლილებას მრავალი საერთაშორისო ორგანიზაცია სწავლობს, მათ რიცხვშია ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ორგანიზაციათა კავშირი. 1980წ. აღნიშნულმა კავშირმა დაამტკიცა სოციალური ინდიკატორების სია, რომელშიც შედის ინდიკატორი „დრო და დასვენება“ – თავისუფალი დრო და მისი გამოყენება. ოჯახთა ხარჯების რაციონალურობის კრიტერიუმად გამოყენებულია გერმანელი ეკონომისტ ელჰარდო ენგელის კანონი, რომლის თანახმად, ოჯახის შემოსავლების ზრდასთან ერთად ეცემა დანახარჯების წილი კვებაზე, ხოლო დანახარჯების წილი ფუფუნების საგნებზე, კულტურულ და სხვა არამატერიალური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებაზე შესამჩნევად იზრდება.

დღეს მიმდინარე პროცესებიდან მსოფლიო ტურიზმში შეიძლება გამოიკვეთოს შემდეგი ტენდენციები:

- საერთაშორისო მასშტაბით ტურისტულ პროდუქტზე მოთხოვნის ზრდა;
- ტურისტული ინდუსტრიის ცალკეული დარგების განვითარების წინმსწრები ტემპები;
- საერთაშორისო ტურიზმის როლის მკვეთრი ზრდა ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებაში;
- შემომყვანი და გამყვანი ტურიზმის გეოგრაფიული სტრუქტურის ცვალებადი ხასიათი.

ზოგადად, ტურიზმის გავლენა ქვეყნის ეკონომიკაზე გამოიხატება: ტურიზმიდან მიღებული შემოსავლებით, ტურიზმის ხვედრითი წილით ქვეყნის ექსპორტსა და საგადასხდელ ბალანსში, ქვეყნის ბიუჯეტში ტურიზმიდან მიღებული შემოსავლებით, ტურიზმის განვითარებით მიღებული ახალი სამუშაო ადგილებით.

ტურიზმის დარგის უნიკალურობას განსაზღვრავს ისიც, რომ ტურისტების შემოყვანა მთლიანად მუშაობს ქვეყნის შიგა ბაზრის გაფართოებაზე. აქედან გამომდინარე, როგორც ზემოთ

აღნიშნეთ, ტურიზმი სხვადასხვა ხარისხით შეხებაშია ეკონომიკის მრავალ დარგთან და ხელს უწყობს მათ განვითარებას.

ტურისტული საქმიანობის პრაქტიკაში არსებობს ქვეყნების ორი ჯგუფი: 1. ქვეყნები, რომლებიც უფრო მეტ ტურისტს აგზავნიან, ვიდრე იღებენ (მიმწოდებელი ქვეყნები ანუ ქვეყნები, რომლებიც გამოირჩევა საერთაშორისო ტურიზმში მაღალი მიმდევლობითი უნარით) და 2. ქვეყნები, რომლებიც უფრო მეტ ტურისტს იღებენ, ვიდრე აგზავნიან (მიმღები ქვეყნები ანუ ქვეყნები, რომლებიც ტურიზმიდან ღებულობენ შემოსავლებს). მიმწოდებელ ქვეყნებს შეიძლება მივაკუთვნოთ გერმანია, აშშ, გაერთიანებული სამეფო, ჩინეთი, იაპონია, იტალია და სხვა, ხოლო მიმღებ ქვეყნებს – საფრანგეთი, ესპანეთი და სხვა.

საერთაშორისო ტურისტთა შემოსვლები

2013 წელს საერთაშორისო ტურისტების შემოსვლის მაჩვენებელი 5%-ით გაიზარდა და რეკორდულ მაჩვენებელს მიაღწია (1087 მლნ მსოფლიო მასშტაბით). 2012 წელს ჩამომსვლელთა რიცხვი შეადგენდა 1035 მილიონს, როდესაც ტურისტების რაოდენობამ პირველად გადააჭარბა 1 მილიარდს. მიუხედავად გლობალური ეკონომიკური დაღმასვლისა, საერთაშორისო ტურიზმზე მოთხოვნამ მოლოდინს გადააჭარბა და 2013 წელს ჩამოსული ტურისტების რაოდენობა 52 მლნ-ით გაიზარდა.

ევროპამ 2013 წელს 29 მილიონზე მეტ საერთაშორისო ტურისტს უმასპინძლა, დაიკავა მოწინავე პოზიცია და ჯამური მაჩვენებელი 563 მილიონამდე გაზარდა. დაფიქსირდა 5%-იანი ზრდა, რამაც ამ რეგიონში 2005–2012 წლების (2.5%-იანი ზრდა) საშუალო მაჩვენებელი გააორმაგა.

2014 წელს შენარჩუნდა ტურისტების რაოდენობის ზრდის ტენდენცია და მერყეობდა 4%–4,5%-მდე მსოფლიო მასშტაბით. გაეროს

საერთაშორისო ტურისტული ორგანიზაციის პროგნოზით, აზიისა და წყნარი ოკეანის ქვეყნებში ტურისტების რიცხვი გაიზარდა 5 – 6 %-ით, აფრიკაში – 3 – 4 %-ით, ევროპასა და ამერიკის ქვეყნებში – 3 – 4 %-ით. რაც შეეხება ახლო აღმოსავლეთს, მოსალოდნელია 0–5 %-იანი ზრდა, რაც გულისხმობს, რომ იმედის საფუძველი არსებობს, მაგრამ ზუსტი გათვლა ამ ეტაპზე შეუძლებელია. ტურისტთა უმეტესობა დასასვენებლად მოგზაურობს და უპირატესობას საჰაერო ტრანსპორტს ანიჭებს.

2013 წელს ტურისტთა ნახევარზე მეტმა (53%) საჰაერო ტრანსპორტით ისარგებლა, დანარჩენმა (47%) უპირატესობა სხვა ტიპის ტრანსპორტს მიანიჭა, აქედან 40% – საგზაო, რკინიგზა – 2% და საზღვაო – 5%. დროთა განმავლობაში შეინიშნება საჰაერო ტრანსპორტით სარგებლობის ზრდის ტენდენცია.

2013 წელს ტურისტთა უმეტესობამ იმოგზაურა დასვენების მიზნით და შეადგინა საერთაშორისო ტურისტების საერთო შემოსვლების ნახევარზე მეტი (52% ანუ 568 მლნ) მაშინ, როცა ტურისტების 14% საქმიანი და პროფესიული ვიზიტით შემოიფარგლა, 27%-მა იმოგზაურა მეგობრებისა და ახლობლების მოსანახულებლად, სამკურნალოდ, რელიგიური ან სხვა განზრახვით, ხოლო დარჩენილი 7%-ის მიზანი დაუდგენელია.

შემოსავლები საერთაშორისო ტურიზმიდან

2013 წელს, ვალუტის კურსის ცვალებადობისა და ინფლაციის გათვალისწინებით, საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლები 5%-ით გაიზარდა მსოფლიო მასშტაბით და მიაღწია 1159 მილიარდ დოლარს (873 მლრდ ევრო). საერთაშორისო ტურისტების რაოდენობის ზრდა ადეკვატურად აისახა შემოსულ თანხებზე (+5%) და დაადასტურა მჭიდრო კავშირი საერთაშორისო ტურიზმის ამ ორ მთავარ ინდიკატორს შორის.

საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლები 81 მლრდ დოლარით გაიზარდა (34 მლრდ ევრო). ეს შედარებით ნაკლები ზრდა გამოწვეული იყო დოლარის კურსის ვარდნით. 2013 წელს მსოფლიო მასშტაბით ზრდის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ევროპაში, რამაც შეადგინა საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლების 42% და 35 მლრდ დოლარიდან 489 მილიარდ დოლარამდე გაიზარდა (368 მლრდ ევრო), რაც განაპირობა ევროს, როგორც ვალუტის სიმყარემ აზიისა და წყნარი ოკეანის ქვეყნებში.

საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსულმა თანხებმა მსოფლიო მასშტაბით 31% შეადგინა და 30 მილიარდიდან 359 მილიარდ დოლარამდე გაიზარდა (270 მლრდ ევრო). ამერიკის ქვეყნების წილი 20%-ს შეადგენს და შემოსავლები 16 მლრდ-იდან 229 მლრდ დოლარამდე გაიზარდა (173 მლრდ ევრო). ახლო აღმოსავლეთის წილია 4% (47 მლრდ დოლარი (36 მლრდ ევრო)), ხოლო აფრიკის – 3% (34 მლრდ დოლარი (26 მლრდ ევრო)).

ცხრილი 1

შემოსავლები საერთაშორისო ტურიზმიდან

						შემოსავლები (დოლარში)			შემოსავლები (ევროში)		
						მლრდ	შემოსავლა	მლრდ	შემოსავლა		
	10/09	11/10	12/11	13*/12	2013*					2012	2013*
მსოფლიო	5.2	4.5	4.2	5.3	100	1,078	1,159	1,070	839	873	800
მზარდი ეკონომიკა	5.8	5.9	4.0	6.0	64.3	688	745	1,280	536	561	970
განვითარებადი ეკონომიკა	4.0	2.1	4.5	4.0	35.7	390	413	820	303	311	610
ევროპა	-0.2	4.9	1.9	3.8	42.2	454.0	489.3	870	353.4	368.4	650
აზია და წყნარი აუზის ქვეყნები	14.9	8.3	6.7	8.2	31.0	329.1	358.9	1,450	256.1	270.3	1,090
ამერიკა	4.2	5.1	5.7	6.4	19.8	212.9	229.2	1,360	165.7	172.6	1,030
აფრიკა	2.6	1.7	7.3	0.0	3.0	34.3	34.2	610	26.7	25.8	460
შუა აღმოსავლეთი	16.3	-17.2	2.2	-1.9	4.1	47.5	47.3	920	36.9	35.6	690

აზიასა და წყნარი ოკეანის ქვეყნებში, წინა წლების მონაცემებთან შედარებით, დაფიქსირდა

საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლების ზრდის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი (+8%), მათ

მოსდევს ამერიკა (+6%) და ევროპა (+4%). აფრიკაში შენარჩუნდა წინა წლების მაჩვენებელი, მაშინ, როცა ახლო აღმოსავლეთში 2012 წელთან შედარებით ეს მაჩვენებელი 2%-ით დაეცა.

საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლები გულისხმობს მასპინძელ ქვეყანაში სხვადასხვა მიზნით გაწეულ დანახარჯებს, კერძოდ საცხოვრებელი ადგილისთვის, კვებაზე, ტრანსპორტზე, გართობაზე, საყიდლებზე და ასევე სხვა მომსახურებასა თუ პროდუქტზე. მაკროეკონომიკური თვალსაზრისით, საერთაშორისო ვიზიტორების მიერ გაწეული ხარჯები მასპინძელი ქვეყნისთვის მოიაზრება, როგორც ექსპორტი, ხოლო ვიზიტორის ქვეყნისთვის იმპორტად მიიჩნევა. გადახდების ბალანსით შემოსული ტურისტების დანახარჯები “ტურისტულ კრედიტად” ითვლება, ხოლო მომსახურების ბალანსითა და დანახარჯებით ტურიზმი საზღვრებს გარეთ მოიაზრება, როგორც “ტურისტული დებიტი.” ბევრი ქვეყნისათვის ტურიზმი წარმოადგენს უცხოური ვალუტის მოზიდვის ძირითად წყაროს, რაც, თავის მხრივ, დიდ როლს ასრულებს ეკონომიკურ განვითარებაში, ხელს უწყობს სამუშაო ადგილების შექმნასა და ქვეყნის ზოგად განვითარებას.

გარდა საერთაშორისო ტურიზმიდან მასპინძელ ქვეყანაში შემოსავლებისა, ტურიზმი ასევე საექსპორტო შემოსავალს ქმნის საერთაშორისო სატრანსპორტო მომსახურების საშუალებით. 2013 წელს ამ უკანასკნელის საექსპორტო ღირებულებამ შეადგინა 218 მლრდ დოლარი, რამაც საერთო ტურისტული საექსპორტო შემოსავლები 14 ტრილიონ დოლარამდე გაზარდა (1 ტრილიონი ევრო), რაც დღეში საშუალოდ 3.8 მილიარდ დოლარს (2.8 მლრდ ევრო) შეადგენს.

საერთაშორისო ტურიზმი (მოგზაურობა და ტრანსპორტი) შეადგენს მსოფლიო მომსახურების ექსპორტის 29%-ს და მთლიანი სასა-

ქონლო და მომსახურების ექსპორტის 6%-ს. მსოფლიო ექსპორტის კატეგორიათა ჩამონათვალში ტურიზმს მეხუთე ადგილი უჭირავს საწვავის, ქიმიკატების, საკვებისა და საავტომობილო პროდუქციის შემდეგ, ხოლო განვითარებად ქვეყნებში – პირველი ადგილი.

მსოფლიოს ყველაზე მოთხოვნად ტურისტულ მარშრუტებზე საერთაშორისო ტურისტული შემოსვლებისა და დანახარჯების ტოპათეულში მხოლოდ მცირე ცვლილებები დაფიქსირდა.

2013 წელს საერთაშორისო ტურისტული შემოსვლებისა და დანახარჯების ტოპათეულში ორი ცვლილება დაფიქსირდა. შემოსვლების თვალსაზრისით, ესპანეთმა (61 მლნ) რეიტინგში მესამე პოზიცია დაიბრუნა, რომელიც 2010 წელს ჩინეთს (56 მლნ) დაუთმო. ტაილანდმა ტურისტული შემოსვლების თვალსაზრისით მეათე ადგილი დაიკავა და 5 პოზიციით მაღლა გადაინაცვლა, ხოლო ტურისტული შემოსავლებით 2 პოზიციით დაწინაურდა და მეშვიდე პოზიციაზე აღმოჩნდა.

მსოფლიოს ყველაზე მოთხოვნადი ტურისტული მარშრუტების რეიტინგის შედგენისას სასურველია გათვალისწინებულ იქნეს ერთზე მეტი მაჩვენებელი. საინტერესო ფაქტია, რომ ორი ძირითადი ტურისტული ინდიკატორის (საერთაშორისო ტურისტული შემოსვლები და საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსული თანხები) საფუძველზე შედგენილი ტოპათეულებიდან რვა ტურისტული მარშრუტი ფიქსირდება ორივე სარეიტინგო ჩამონათვალში, მიუხედავად იმისა, რომ განსხვავდება როგორც იმ ტურისტთა ტიპი, რომელსაც ეს მარშრუტები მოიზიდავს, ასევე თითოეული ვიზიტისას თითოეული დამით მათი დარჩენის ხანგრძლივობა თუ დანახარჯების ოდენობა. საერთაშორისო ტურიზმიდან შემოსავლების შემთხვევაში ცვლილებები ფიქსირდება

მსოფლიოს ყველაზე მოთხოვნილი ტურისტული მარშრუტები

	საერთაშორისო ტურისტა შემოსვლები								საერთაშორისო ტურიზმის შემოსავლები				
	(1000)				ცვლილებები (%).საბაზრო წილი								საბაზრო წილი (%)
	2010	2011	2012	2013	11/10	12/11	13/12	2013	2010	2011	2012	2013	2013
კერძო	484,842	516,020	534,376	563,441	6,4	3,6	5,4	100	411,361	464,733	454,047	489,253	100
ჩრდილოეთ კერძო	62,654	64,480	65,088	68,862	2,9	0,9	5,8	12,2	59,353	66,323	67,631	74,210	14,3
დასავლეთ კერძო	154,374	161,477	167,193	174,276	4,6	3,5	4,2	30,9	144,159	162,885	157,934	167,861	34,3
ცენტრალური	94,497	103,133	111,655	118,944	9,1	8,3	6,5	21,1	48,082	56,024	56,297	59,928	12,2
	173,317	186,930	190,441	201,3	7,9	1,9	5,7	35,7	159,767	179,50	172,185	187,254	38,3

არა მარტო ვიზიტის პირობების გათვალისწინებით, არამედ, გარკვეულწილად, მასზე აისახება ვალუტის გადაცვლის კურსის მერყეობა ამერიკულ დოლართან მიმართებაში.

ტაილანდმა ორი საფეხურით მაღლა აიწია საერთაშორისო ტურიზმით შემოსავლების რეიტინგში და დაიკავა მე-7 პოზიცია, ხოლო მე-10 ადგილით შევიდა ტოპათეულში ტურისტების შემოსვლის რაოდენობრივ რეიტინგში, კერძოდ 2013 წელს ტაილანდში შემოსული ტურისტების რიცხვი 19%-ით გაიზარდა და 27-მილიონიან მაჩვენებელს გაუტოლდა, ხოლო საერთაშორისო ტურიზმით შემოსავლები გაიზარდა 23%-ით და 42 მლრდ აშშ დოლარი შეადგინა.

რაც შეეხება გერმანიასა და დიდ ბრიტანეთს, შემოსვლების რეიტინგში ინარჩუნებენ ძველ პოზიციებს და მე-7 და მე-8 ადგილებს იყოფენ, ხოლო საერთაშორისო ტურიზმით შემოსავლების რეიტინგში თითო საფეხურით დაქვეითდნენ და ამჟამად მე-8 და მე-9 პოზიციებს იკავებენ. რუსეთის ფედერაცია შემოსვლების

რეიტინგში მე-9 პოზიციაზე გვევლინება, ხოლო ჩინეთის ორი ადმინისტრაციული რეგიონი – მაკაო და ჰონგკონგი საერთაშორისო ტურიზმით შემოსავლების რეიტინგში მე-5 და მე-10 ადგილებს იკავებენ.

დასკვნა

საქართველოში ტურიზმის განვითარების სტრატეგია ეყრდნობა ტურიზმის მდგრადი განვითარების მსოფლიოში აღიარებულ პრინციპებს, უდავოა ქვეყნის შემოსავლების ზრდაში მისი დიდი პოტენციალი, როგორცაა: მოსახლეობის დასაქმების მასშტაბური შესაძლებლობა; რეგიონალური ეკონომიკური განვითარების დონის გათანაბრების რეზერვების არსებობა, ეკონომიკის სხვა დარგების განვითარების სტიმულირება და სხვა. ტურიზმს დადებითი ზეგავლენის მოხდენა შეუძლია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ის ქვეყანაში განვითარდება კომპლექსურად, რაც ნიშნავს, რომ ტურიზმი ქვეყანაში სხვა დარგებთან ერთად და მათ პარალელურად უნდა განვითარდეს.

ლიტერატურა

1. Metreveli M., Timothy D., „Tourism, Progress and Peace“, Chapter 9., „Effects of the August 2008 War in Georgia on Tourism and Its Resources“, Edited by I Kelly, University of Western Australia, Australia, O Moufakkir, Stenden University, Netherlands, 2010. (In English).
2. Metreveli M., The English-Georgian Explanatory Dictionary of Tourism. Tbilisi., 2006. (In Georgian).
3. Metreveli M., Tourism Economics and Politics. Tbilisi., 2011. (In Georgian).
4. UNWTO World Tourism Barometer (2013). (In English).
5. The Travel & Tourism, Report 2013. (In English).
6. <http://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic%20impact%20research/regional%202015/world2013.pdf>
7. <http://www.wttc.org/research/economic-research/economic-impact-analysis/>
8. http://www3.weforum.org/docs/WEF_TT_Competitiveness_Report_2013.pdf

UDC 339.92

SCOPUS CODE 1409

TOURISM INFLUENCE ON THE WORLD ECONOMY

- M. Metreveli** Department of business administration, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: marinametreveli@yahoo.co.uk
- B. Khotenashvili** Department of business administration, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: belakho88@yahoo.com

Reviewers:

R. Kiknadze, professor, Department of business administration, faculty of business-engineering, GTU
E-mail: ruso1103@yahoo.com

N. Nadareishvili, associated professor, Department of business administration, faculty of business engineering, GTU
E-mail: n.nadareish3005@gmail.com

ABSTRACT: Tourism in is one of the leading and dynamic field. Many of the country's economy with tourism leading role in filling the state budget, gross domestic product and more job creation. Tourism influences on the fields of economy, such as transport, communications, construction, agriculture, industry, consumer goods and others. For one's fart the following factors influences on the development of tourism: demographic, natural-geographic, socio-economic, historical, cultural, religious, political, legal and scientific-technical. It is also important for the development of the tourism sector of the country's population living standards, the length of free time, an increase in the desire to accommodate with the needs of the cultural, economic, political stability and so forth. Thus, tourism acts as a catalyst for socio-economic development.

KEY WORDS: cross domestic product; tourist product; tourism development.

UDC 621.397.2

SCOPUS CODE 1409

ВЛИЯНИЕ ТУРИЗМА НА МИРОВУЮ ЭКОНОМИКУ

Метревели М.Ш. Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: marinametreveli@yahoo.co.uk

Хотенашвили Б.Г. Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: belakho88@yahoo.com

Рецензенты:

Р. Кинкладзе, ассоц. профессор Департамента бизнес-администрирования факультета бизнес-инженеринга ГТУ
E-mail: ruso1103@yahoo.com

Н. Надареишвили, ассоц. профессор Департамента бизнес-администрирования факультета бизнес-инженеринга ГТУ
E-mail: n.nadareish3005@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Туризм является одной из ведущих и динамически развивающихся областей в экономике многих стран. Туризму принадлежит ведущее место в заполнении государственного бюджета страны, в создании валового внутреннего продукта и дополнительных рабочих мест. Со своей стороны, развитию туризма содействуют такие факторы: природно-географические условия, потенциал страны, культура, история, религия, экономика.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: валовой внутренний продукт; туристический продукт; развитие туризма.

UDC 621.3.032.3

SCOPUS CODE 1501

მაღალეფექტური ლუმინოფორის მიღების ინოვაციური ტექნოლოგია

- გ. ხიტერი** ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის გამზირი 1
E-mail: guram2011@yahoo.com
- რ. კოკილაშვილი** გარემოს დაცვის ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: kokilashvilir@mail.ru

რეცენზენტები:

- ი. ჩიკვაიძე**, თსუ-ის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ქიმიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: iosebc@yahoo.com
- ზ. გელიაშვილი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

ანოტაცია: შემუშავებულია მაღალეფექტური ლუმინოფორის მიღების ახალი ტექნოლოგია, რომლის მიხედვით ხდება ლუმინოფორის ხარისხის საერთაშორისო სტანდარტების დონეზე ამაღლება და თვითღირებულების 26%-ით შემცირება. ეს მიღწეულია პეტროლეინის ეთერის გათხევადებული პროპან-ბუტანის ნარევიტ ჩანაცვლებით და ტექნოლოგიური პროცესის ექსტრაქციის დროს სოქსლეტის აპარატით შეცვლით. მნიშვნელოვანია, რომ ენერგოდანახარჯები გაცილებით ნაკლებია, რადგან პროპან-ბუტანის აორთქლება, პეტროლეინის ეთერთან შედარებით, გაცილებით ადვილია.

ძველი ლუმინოფორის ლუმინესცენციური მახასიათებლები ახალთან შედარებით გაცილებით დაბალია, რადგან პეტროლეინის ეთერი ხსნის

ფისოვანი ნივთიერებების მცირე რაოდენობას, ხოლო საყოფაცხოვრებო გაზი ფისოვანი ნივთიერების მიმართ ნაკლებად აქტიურია. ამიტომ, ახალი ლუმინოფორის ლუმინესცენციური ინტენსიურობა ორჯერ მაღალია და ეტალონ აზოტ-მჟავა-ურანილთან შედარებით 480% შეადგენს.

უნდა აღინიშნოს ახალი ლუმინოფორის გაცილებით დაბალი ფასი და არატოქსიკურობა, აგრეთვე დაბალი ჩარეცხვის უნარი და მაღალი სტაბილურობა.

იგი ლუმინესცენციური დეფექტოსკოპიის გარდა გამოიყენება ისეთ დარგებში, როგორცაა: მედიცინა, ბიოლოგია, ანალიზური ქიმია, კრიმინალისტიკა, ლუმინესცენციური საღებარეობის წარმოება, პოლიგრაფია და ა.შ. ახალი მაღალეფექტური ლუმინოფორი ხარისხის ყველა საერთაშორისო სტანდარტებს აკმაყოფილებს.

საკვანძო სიტყვები: დეფექტოსკოპია; ინტენსიურობა; ლუმინესცენცია; ლუმინოფორი; სინთეზური.

შესავალი

ლუმინოფორების მიმოხილვა

ლუმინესცენციური დეფექტოსკოპია დაფუძნებულია ლუმინესცირებადი გამოსაცდელი სითხის – პენტრანტის (ლუმინოფორის ხსნარი გამხსნელში) თვისებაზე შეაღწიოს თვალით უხილავ ზედაპირულ დეფექტებში და შემდგომ ულტრაიისფერი დასხივებისას გაანათოს და აჩვენოს ნაკეთობაში არსებული დეფექტების ხასიათი და ადგილმდებარეობა [1].

ლუმინესცენციურ დეფექტოსკოპიაში გამოყენებულ სინთეზურ ლუმინოფორებს აქვს მაღალი ლუმინესცენციური თვისებები, მაგრამ იმავდროულად გამოირჩევა სიძვირითა და ტოქსიკურობით.

ძირითადი ნაწილი

პროექტის მიზანია მაღალდეფექტური, არატოქსიკური ლუმინოფორის იაფი ბუნებრივი ნედ-

ლეულიდან გამოყოფის, ჩვენ მიერ შემუშავებული, მარტივი ტექნოლოგიის დახვეწა და სალიცენზიო კონდიციამდე მიყვანა [2].

შემოთავაზებული ტექნოლოგიით მიღებულ ლუმინოფორს მაღალი საექსპლუატაციო მახასიათებლები გააჩნია – აქვს 1 მკმ-ზე ნაკლები სისქის ბზარების აღმოჩენის უნარი. მისი ნათების ინტენსიურობა ეტალონ აზოტმჟავა-ურანილის მიმართ 450–500% შეადგენს, ფერი მომწვანო-მოყვითალოა, რაც შეესაბამება საერთაშორისო სტანდარტებს და, რაც მთავარია, აღნიშნული ტექნოლოგია დაფუძნებულია ადგილობრივი, იაფი ნედლეულის გამოყენებაზე. შემოთავაზებული ლუმინოფორი გამოიყენება ისეთ სფეროებში, როგორცაა: ბიოლოგია, მედიცინა, ანალიზური ქიმია, კრიმინალისტიკა, პოლიგრაფია, ლუმინესცენციური საღებარების წარმოება და ა.შ.

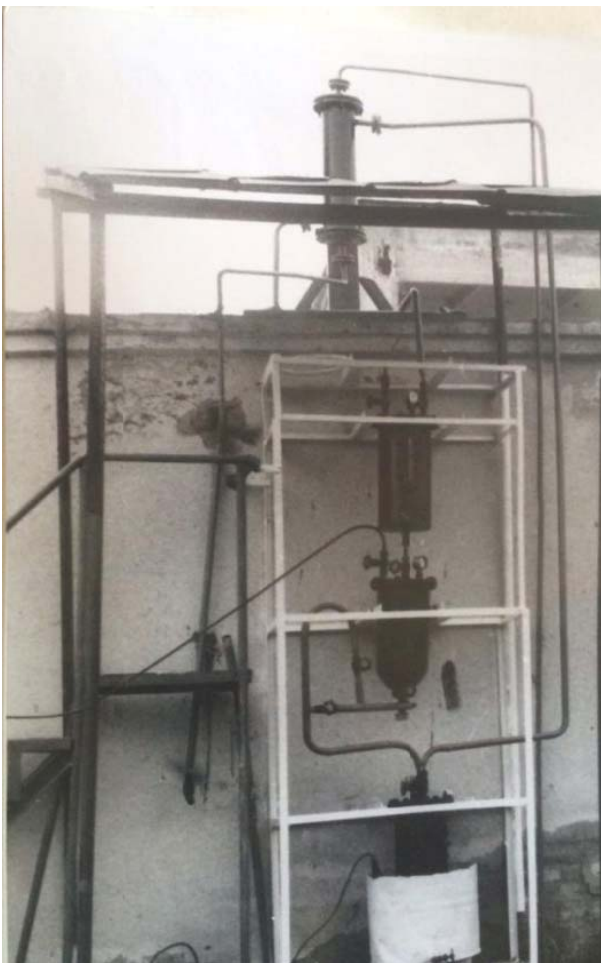
ლუმინოფორის მისაღებად ჩვენ მიერ შეიქმნა ტექნოლოგიურად სრულყოფილი სპეციალური გამსხვილებული ლაბორატორიული დანადგარი, რომელიც ლუმინესცენციურ დეფექტოსკოპიაში სამრეწველო პირობებში გამოიყენება. მაგალითად, საავიაციო ქარხანაში, ვერტმფრენის ლიონის ნაკეთობების გამოსაცდელად [3].

სხვადასხვა ლუმინოფორის დახასიათება

მახასიათებელი	ინტენსიურობა, %	ფკ.	სტაბ. %	გამოს. %	ფეთქის T, °C	კოქსი, %	მჟ. რც. %	S, %	შენიშვნა
ნორიოლ A-400	480	1.2	80	54	330	3.8	0.05	0.24	არატოქს.
ნორიოლ-A	260	1	60	60	250	5.8	0.15	0.37	“_____”
“შუბეკოლი”	200	1.5	70	—	—	—	—	—	“_____”
“ლუ2”	300	3	45	—	—	—	—	—	ტოქსიკური
„ზიგლოუ“	350	3	30	—	—	—	—	—	ტოქსიკური
„პენტრექსი“	500	4.5	30	—	—	—	—	—	“_____”

ტექნოლოგიის მოკლე აღწერა

ახალი მაღალეფექტური ლუმინოფორი მიიღება საექსტრაქციო დანადგარისგან, რომელიც შედგება: ექსტრაქტორისგან, ამორთქლებლისგან, კონდენსატორ-მაცივრისა და ბუფერული მოცულობისგან, გამსხნელის ექსტრაქტორში დასაბრუნებლად და სისტემაში მისი ცირკულაციის მიზნით (სურათი).



საექსტრაქციო დანადგარი

აღსანიშნავია, რომ ლუმინოფორი ძვირადღირებული დეფინიციური პროდუქტია, რომელიც ძირითადად სინთეზური გზით მიიღება და მათი უმრავლესობა ტოქსიკურია [4].

ამ ნაერთების წარმოების ტექნოლოგია რთულია და დიდ ენერგოდანახარჯებთანაა დაკავშირებული.

წარმოდგენილი ტექნოლოგიური პროექტი იაფია და არატოქსიკური, რადგან მიღებული ნაერთის ნარჩენი გუდრონისგან. შეუძლია დაიცვას მშენებლობა, ავიაცია, მანქანათმშენებლობა, ატომური ენერგეტიკა და ა.შ. დეფექტური კონსტრუქციებისა და დეტალების გამოყენებისგან, რითაც ხელს შეუწყობს სხვადასხვა ავარიული შემთხვევის აღკვეთას და, შესაბამისად, უზრუნველყოფს საზოგადოების უსაფრთხოებას [5].

აღნიშნული ტექნოლოგიით, ლუმინოფორის გამოსავალი გუდრონიდან 54% შეადგენს, ექსტრაქციის დრო 5 საათია. ახალი ლუმინოფორი გამოირჩევა მაღალმოლეკულური ფისოვანი ნივთიერებების უმნიშვნელო რაოდენობით.

ასევე აღსანიშნავია, ლუმინოფორის მისაღებად გამოყენებულ გამსხნელ პროპან-ბუტანის ნარევის სიიაფე და ხელმისაწვდომობა, რომელიც აკმაყოფილებს ლუმინოფორის ხარისხის საერთაშორისო სტანდარტებს.

დასკვნა

დადასტურებულია ახალი ლუმინოფორის ეფექტურობა. მაღალი ლუმინესცენციური ინტენსიურობის და ფერის ფაქტორის – მომწვანო-მოყვითალო სპექტრის უბანში ნაკეთობის ზედაპირიდან სრული და ადვილად ჩარეცხვის უნარი. მაღალეფექტურ ლუმინოფორ ნორილ A-400-ის თვითღირებულება 26%-ით იაფია მის წინამორბედ ნორილ A-ზე.

მიღებულია დადებითი რეცენზიები სხვადასხვა გასაიდუმლოებული მანქანათმშენებელი ქარხნებიდან.

ლიტერატურა

1. AC USSR 246762 L.D. Melikadze, B.K. Zanes "Method of Obtaining Oil for Luminescent Defectoscopy". Discovery, invention, industrial samples, trading marks, 1969, 21, 75. (In English).
2. Parent. Method of Obtaining Luminophor P4054, 2005. (In English).
3. Papok K. K., Ragozin N. A. Dictionary of fuels, oils, lubricants, additives and special liquids. Moscow. "Chemistry". 1975, p. 392. (In Russian).
4. Krasovitsky B. M., Bolotin B. M. Organic Luminophores. "Chemistry". 1984. 334. p. (In Russian).
5. Tyagunova G V. Yaroshenko Y.G. Ecology. Moscow. "Logos". 2005. 504. p. (In Russian).

UDC 621.3.032.3

SCOPUS CODE 1501

INNOVATION TECHNOLOGY OF OBTAINING HIGHLY EFFECTIVE LUMINOPHORE

- G. Khitiri** Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, institute of physical and organic chemistry, Georgia, Tbilisi, Chavchavadze avenue 1.
E-mail: guram2011@yahoo.com
- R. Kokilashvili** Department of engineering of environmental protection and ecology, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: kokilashvilir@mail.ru

Reviewers:

I. Chikvaidze, associated professor, Department of chemistry, exact and natural sciences TSU

E-mail: iosebc@yahoo.com

Z. Geliashvili, professor Department of chemical and biological technologies, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

ABSTRACT: There is elaborated new technology for obtaining high-performance luminophor. It allows improving the quality of luminophor in compliance with the international standards and reducing cost price by 26 %. All this was reached by substitution of light petroleum with the liquefied mixture of propane and butane and by changing the technological process during the extraction by analogy with the Soxhlet apparatus principle. It is noticeable, that energy prices are rather less, because propane-butane mixture evaporates much easier, than light petroleum.

Luminescent characteristics of the old luminophore are much lower in comparison with the new one, because light petroleum dissolves small amount of resinous substances and domestic gas is less active in respect of resinous substance. Therefore luminescent intensity of the new luminophore is twice greater and amounts 480% in comparison with the standard uranyl nitrate.

The new luminophore is rather inexpensive in comparison with other synthetic variations. It is characterized by high stability and easy flushing ability

The new highly effective luminophore satisfies requirements of the international standards on quality. Besides, the luminescent defectoscopy is prospective in use in many fields of science and industry, such as medicine, biology, analytical chemistry, criminalistics, production of luminescent dyes, printing production, etc.

KEY WORDS: defectoscopy; intensity; luminescent; luminophore; synthetic.

UDC 621.3.032.3

SCOPUS CODE 1501

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ЛЮМИНОФОРА

Хитири Г.Ш. Государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Институт физической и органической химии, Грузия, Тбилиси, пр. Чавчавадзе 1
E-mail: guram2011@yahoo.com

Кокилашвили Р.Г. Департамент защиты окружающей среды, инженерии и экологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: kokilashvilir@mail.ru

Рецензенты:

И. Чикваидзе, ассоц. профессор Департамента химии факультета точных и естественных наук Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили

E-mail: iosebc@yahoo.com

Г. Двали, З. Гелиашвили, профессор Департамента химической и биологической технологий факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: z.geliashvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Разработана новая технология получения высокоэффективного люминофора, благодаря которой качество люминофора повышается до международного уровня и себестоимость уменьшается на 26%. Это достигнуто путем замены петролейного эфира на сжиженную пропан-бутановую смесь, а также введением в технологический процесс принципа аппарата Сокслета на стадии экстракции. При этом уменьшаются энергозатраты, т.к. пропан-бутановая смесь испаряется гораздо легче петролейного эфира.

Люминесцентные характеристики старого люминофора намного слабее по сравнению с новыми, т.к. петролейный эфир, помимо люминофора, экстрагирует и смолистые вещества, а бытовой газ менее активен по отношению к смолам. Поэтому люминесцентная интенсивность нового люминофора вдвое выше и составляет 480% по сравнению с эталоном – азотнокислым уранилом.

Следует отметить значительное уменьшение стоимости нового люминофора по сравнению с другими синтетическими люминофорами. Новый люминофор характеризуется высокой стабильностью и легко смывается.

Новый высокоэффективный люминофор, который соответствует требованиям международных стандартов качества, кроме люминесцентной дефектоскопии применяется в таких отраслях как: медицина, биология, аналитическая химия, криминалистика, производство люминесцентных красителей, полиграфия и т.п.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дефектоскопия; интенсивность; люминесценция; люминофор; синтетический.

UDC 621.11.012.553

SCOPUS CODE 1501

ამორტიზებული საბურავების უტილიზაციის ახლებური ხედი

- რ. ლაბაძე** სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრი „უტილიზაცია“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: labadze_r123@mail.ru
- გ. ხიტერი** ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 1
E-mail: guram2011@yahoo.com
- რ. კოკილაშვილი** სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრი „უტილიზაცია“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: kokilashvilir@mail.ru
- ა. სულამანიძე** სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრი „უტილიზაცია“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: arthuzsulamanidze@gtu.ge
- ჯ. ქერქაძე** სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრი „უტილიზაცია“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: j.kerkadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ი. ჩიკვაძე, თსუ-ის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ქიმიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: iosebc@yahoo.com

ზ. საბაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: z-sabashvili@gtu.ge

ანოტაცია: ამორტიზებული საბურავების და რეზინის ყველანაირი ნარჩენის დასაწყოება, დამარხვა ეკონომიკურად არაეფექტურია და ეკოლოგიურად საშიში. ხანგრძლივი შენახვის პირობებში მეორეულ ნარჩენებს შეუძლია გარემოში გამოეყოს მომწამლავი ნივთიერებები, რაც თავისთავად დაარღვევს ეკოლოგიურ წონასწორობას. ამავე დროს, ამორტიზებული საბურავები ექსპლუ-

ატაციის ვადის ამოწურვის მომენტში განიცდის უმნიშვნელო ცვლილებებს. ეს კი საშუალებას იძლევა მეორეული გადამუშავებისას მივალწიოთ მაღალ ეკონომიკურ ეფექტს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრ „უტილიზაციის“ მიერ დამუშავებულია ამორტიზებული საბურავების გადამუშავების პიროლიზური მეთოდი, რომლის დროსაც საბურავები ტემპერატურის

ზეგავლენით უჰაერო სივრცეში იშლება მყარ, თხევად და აირად პროდუქტებად, რაც 300°C ტემპერატურაზე მიმდინარეობს.

სამუშაოში ნაჩვენებია, რომ ამორტიზებული საბურავების გადამუშავება მომგებიანია ორი მიმართულებით: პირველი ის, რომ ბუნებას იცავს დაბინძურებისგან და მეორე, მიიღება ისეთი სასარგებლო პროდუქტები, როგორცაა ღუმლის საწვავი, ნახშირი – კომპონენტი მასტიკისთვის, ბიტუმის წარმოებისთვის. აირი გამოიყენება, როგორც გამახურებელი აგენტი წარმოებაში დასაბრუნებლად.

საკვანძო სიტყვები: ამორტიზებული; ბრიკეტირება; ეკოლოგია; პიროლიზი; უტილიზაცია; „ღუმლის“ საწვავი.

შესავალი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრ „უტილიზაციის“ მიერ დამუშავებულია ამორტიზებული საბურავების გადამუშავების პიროლიზური მეთოდი, რომლის დროსაც საბურავები ტემპერატურის ზეგავლენით უჰაერო სივრცეში იშლება მყარ, თხევად და აირად პროდუქტებად, რომელიც 300°C ტემპერატურაზე მიმდინარეობს. პიროლიზის შედეგად მიღებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ამორტიზებული საბურავების გადამუშავება მომგებიანია ორი მიმართულებით: ერთი ის, რომ იცავს ბუნებას დაბინძურებისგან [1] და მეორე მიიღება ისეთი სასარგებლო პროდუქტები, როგორცაა ღუმლის საწვავი, ნახშირი – კომპონენტი მასტიკისათვის, ბიტუმის წარმოებისთვის, აირი გამოიყენება, როგორც გამახურებელი აგენტი წარმოებაში დასაბრუნებლად [2].

ძირითადი ნაწილი

პიროლიზის შედეგად მიიღება პროდუქტის ფრაქციული შედგენილობა APH-2 რექტიფიკაციის აპარატზე.

ფრაქციების მასისა თვითობები	გამოსავალი %	სიმკვრივე ρ_{4}^{20}	n_D^{20}	იოდის რიცხვი	უჯკერი მასური %	შენიშვნა
60-150	11,8	841	1,4696	77	30	
150-200	15,2	874	1,4892	70	30	
60-200	27	869	1,4850	90	35	
200-250	18	922	-			
250-300	11	955	-			
300-350	9,8	979	-			
>350	34,2	-	-			

შენიშვნა: ნარჩენი >350 ν_{80} – 3,87, T აფეთქების – 150°, T გამყარების – 16°.

ნაჩვენებია არომატული და არაარომატული ნახშირწყალბადების შემცველობის განსაზღვრა ქრომატოგრაფიული ანალიზით – ალურიონიზაციური დეტექტორის გამოყენებით. ფრ. 60–200°C %-ში შედის შემდეგი ნახშირწყალბადები: 1) ბენზოლი – 19,2; 2) ტოლუოლი – 12,9; 3) ეთილბენზოლი + მეტა-პარაქსილოლი – 12,8; 4) ორთოქსილოლი + C_9 არომატული ნახშირწყალბადები – 6,4; 5) არაარომატული ნახშირწყალბადები – 48,6; 6) არომატული ნახშირწყალბადები – 51,4.

ამორტიზებული საბურავების და რეზინის ყველანაირი ნარჩენის დასაწყოება, დამარხვა ეკონომიკურად არაეფექტურია და ეკოლოგიურად საშიში. ხანგრძლივი შენახვის პირობებში მეორეულ ნარჩენებს შეუძლია გარემოში გამოყოს მომწამლაგი ნივთიერებები, რაც თავისთავად დაარღვევს ეკოლოგიურ წონასწორობას. ამავდროულად, ამორტიზებული საბურავები ექსპლუატაციის ვადების ამოწურვის მომენტში განიცდის უმნიშვნელო ცვლილებებს, ეს კი

საშუალებას იძლევა მეორეული გადამუშავებისას დიდ ეკონომიკურ ეფექტს მივაღწიოთ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრ „უტილიზაციის“ მიერ დამუშავებული ამორტიზებული საბურავების და რეზინის სხვა ნარჩენების გადამუშავების ახალი მიდგომა ნახშირწყალბადური ნედლეულის გადამუშავებისა და უტილიზაციის სფეროს განეკუთვნება.

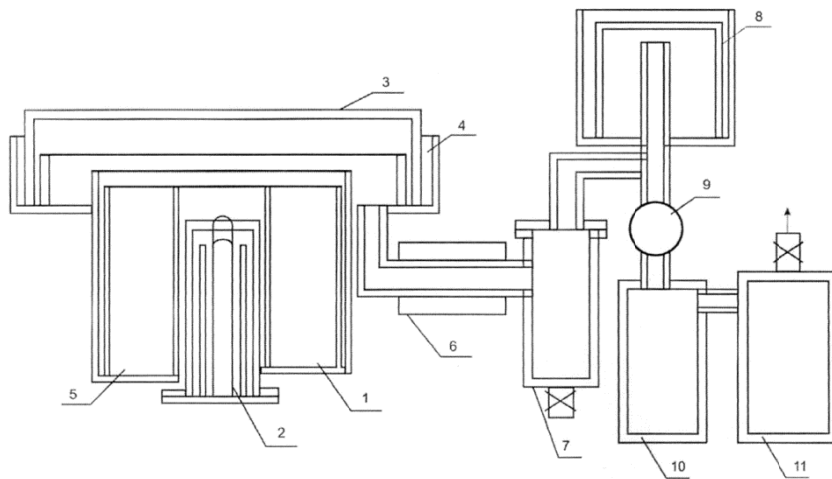
დანადგარის მუშაობის რეგლამენტი

კონტეინერში ჩაიყრება მთლიანი ან დაჭრილი საბურავები და ჩაიდგმება ლითონის კორპუსში 1, რომელიც დაიხურება თავსახურით 3, ჩაირთვება ელექტროგამახურებელი 2 და გამოყოფილი სითბოთი მოხდება რეზინის თერმული დაშლა, დეპოლიმერიზაცია. ლითონის კორპუსის ჰერმეტიკულობა დაცულია თხევადი ჩამკეტით 4. ჩვეულებრივ თხევად ჩამკეტად გამოიყენება წყალი ან პიროლიზის დროს მიღებული თხევადი პროდუქტი, საბურავის შემთხვევაში – სტიროლი. საბურავის თერმული დაშლისას წარმოქმნილი აირი გაიფლის მაცივარს 6, სადაც ხდება თხევადი ნაწი-

ლის – სტიროლის კონდენსაცია, რომელიც გროვდება სითხის შემკრებში 7, ხოლო აირადი ნაწილი – ბუტადიენი გადადის პირველ, დაბალი წნევის აირსაცავში 8, საიდანაც კომპრესორით 9 მიეწოდება ფილტრს 10 და ამის შემდეგ მომხმარებელს. პიროლიზის მყარი პროდუქტები, ნახშირი და ლითონის მავთული რჩება კონტეინერში 5, საიდანაც ამოიღება სამუშაო ციკლის დამთავრების შემდეგ. დანადგარი მუშაობს ხუთკილოვატიანი სიმძლავრის გამახურებლით. მისი მეშვეობით ხდება აგრეთვე სხვადასხვა ორგანული ნარჩენის, მერქნისა და პლასტმასის გადამუშავება.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დანადგარის უსაფრთხო მუშაობას. ეს კომპონენტი მთლიანად დაცულია, ვინაიდან მუდმივ რეჟიმში ხდება წარმოქმნილი აირების გამოყვანა.

ავტომობილის ამორტიზებული საბურავების გადამამუშავებელი დანადგარი [5] (ნახაზი) შეიცავს რეაქტორსა და მასში წარმოქმნილი აირების გამოსაყვან სისტემას. რეაქტორში მოთავსებულია ელექტროგამახურებელი, ხოლო აირების გამოსაყვანი სისტემა აირის ფილტრს შეიცავს.



ავტომობილის ამორტიზებული საბურავების გადამამუშავებელი დანადგარი:

- 1 – ლითონის კორპუსი; 2 – დახურული ელექტროგამახურებელი; 3 – თავსახური; 4 – ჰერმეტიკულობის დამცავი სითხის ჩამკეტი; 5 – საბურავების კონტეინერი; 6 – მაცივარი; 7 – სითხის შემკრები; 8 – პირველი აირსაცავი; 9 – კომპრესორი; 10 – ფილტრი; 11 – მეორე აირსაცავი

დასკვნა

უტილიზაციის პროცესში მეორეული ნედლეულის (ამორტიზებული საბურავები, რეზინის ყველანაირი ნარჩენი) გადამუშავებისას მიიღება:

1. თხევადი საწვავი (40%-მდე გადასამუშავებელი ნედლეულის) არის პიროლიზური სითხე მუქი ყავისფერი სპეციფიკური სუნით. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სახლებისა და სათბურების გასათბობად, „ბიტუმის“ გამსხნელად, რექტიფიკაციის შემდეგ ბენზინისა და დიზელის მისაღებად. მას ე.წ. „პეჩის“ საწვავს ეძახიან [3].

2. აირი გამოიყენება ტექნოლოგიურ პროცესში.

3. ტექნიკური ნახშირი (25% გადასამუშავებელი ნედლეულის) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც შემავსებელი რეზინის ნაკეთობათა წარმოებისას, ასფალტის წარმოებაში, დანამატად მასტიკის წარმოებისას და როგორც მშრალი (მყარი) საწვავი. ბრიკეტირებით შეიძლება მზა პროდუქცია მოვამზადოთ [4].

4. რეზინის მავთულები, გროვდება როგორც ჯართი.

ლიტერატურა

1. Tyagunova G.V., Yaroshenko Y.G. Ecology. Moscow. "Logos", 2005, 504 p. (in Russian).
2. Shkolnikov V.M. Fuels, lubricants, Technical liquids. Assortment and Application. Moscow, "Tckhinform", 1999, 596 p. (in Russian).
3. Papok K.K., Ragozin N.A. Vocabulary on Fuels, Lubricants, Additives and Special Liquids. Moscow, "Khimia", 1975, 392 p. (in Russian).
4. G. Khitiri. L. Topuridze. T. Gabunia. Rational Processing of Oil Pipe-line Waste. Symposium on Organic Chemistry, October 16, 2009, Sighnaghi, pp. 143-144 (in Georgian).
5. R. Labadze, A. Sulamanidze, G. Gordadze. Georgian Patent No. 1783, Utility Model, 04.05.2014. (In Georgian).

UDC 621.11.012.553

SCOPUS CODE 1501

INNOVATIVE APPROACH TO RECYCLING OF SHOCKPROOF TIRE-CASING

- R. Labadze** Scientific-engineering centre "Utilization", Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: labadze_r123@mail.ru
- G. Khitiri** Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, institute of physical and organic chemistry, Georgia, Tbilisi, Chavchavadze avenue 1.
E-mail: guram2011@yahoo.com
- R. Kokilashvili** Scientific-engineering centre "Utilization", Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: kokilashvilir@mail.ru
- A. Sulamanidze** Scientific-engineering centre "Utilization", Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: arthuzsulamanidze@gtu.ge
- J. Kerkadze** Scientific-engineering centre "Utilization", Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: j.kerkadze@gtu.ge

Reviewers:

- I. Chikvaide**, associated professor, Department of chemistry exact and natural sciences, TSU
E-mail: iosebc@yahoo.com
- Z. Sabashvili**, associated professor, Department of metallurgy, materials science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU
E-mail: z-sabashvili@gtu.ge

ABSTRACT: Storage and burial of shockproof, tires and all kind of rubber waste are economically ineffective and ecologically hazardous. During long-term storage the secondary wastes can emit toxical agents to atmosphere, that will disturb the ecological balance. At the same time, shockproof tires experience insufficient changes in the moment of expiration of service life. That in its turn creates an opportunity of attainment of big economical effect during its secondary processing.

Scientific-engineering center "Utilization" of Georgian Technical University has developed the pyrolysis method of processing of shockproof tires, wherein tires under temperature influence decompose into solid, liquid and gaseous products, that takes place at 300°C.

It is shown in the work, that processing of shockproof tires is two-way profitable: first, it protects the nature from contamination and second, there are produced useful products, such as "stove" fuel, carbon, as the component of mastic for bitumen production and gas, which is used, as heating agent for returning back to production.

KEY WORDS: briquetting; ecology; pyrolysis; shockproof; "stove" fuel; recycling.

UDC 621.11.012.553

SCOPUS CODE 1501

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА УТИЛИЗАЦИЮ АМОРТИЗИРОВАННЫХ ПОКРЫШЕК

- Лабадзе Р.Д.** Научно-инженерный центр „Утилизация“, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: labadze_r123@mail.ru
- Хитири Г.Ш.** Государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Институт физической и органической химии, Грузия, Тбилиси, пр. Чавчавадзе 1
E-mail: guram2011@yahoo.com
- Кокилашвили Р.Г.** Научно-инженерный центр „Утилизация“, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: kokilashvilir@mail.ru
- Суламанидзе А.К.** Научно-инженерный центр „Утилизация“, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: arthuzsulamanidze@gtu.ge
- Керкадзе Дж.В.** Научно-инженерный центр „Утилизация“, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: j.kerkadze@gtu.ge

Рецензенты:

И. Чикваидзе, ассоц. профессор Департамент химии факультета точных и естественных наук Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили

E-mail: iosebc@yahoo.com

З. Сабашвили, ассоц. профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: z-sabashvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Складирование, захоронение амортизированных покрышек и всех видов резиновых отходов является экономически неэффективным и экологически опасным. В условиях длительного хранения вторичные отходы могут выделять в окружающую среду отравляющие вещества, что само по себе нарушит экологическое равновесие. В то же время, амортизированные покрышки в момент истечения сроков эксплуатации испытывают незначительные изменения. Это, в свою очередь, дает возможность достижения большого экономического эффекта при вторичной переработке.

Научно-инженерным центром «Утилизация» Грузинского технического университета разработан пиролизный метод переработки амортизированных покрышек, при котором покрышки под влиянием температуры распадаются на твердые, жидкие и газообразные продукты, что происходит при температуре 300°C.

В работе показано, что переработка амортизированных покрышек является выгодной по двум направлениям: во-первых, она защищает природу от загрязнения и, во-вторых, получают полезные продукты, такие как печное топливо, уголь, как компонент мастик, для производства битума, и газ, используемый как обогревающий агент для возврата в производство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: амортизированный; брикетирование; «печное» топливо; пиролиз; утилизация; экология.

UDC 553.541:666.32/36

SCOPUS CODE 1508

ადგილობრივი ბუნებრივი ქანების ბამოყენებით ფოროვანი მასალების მიღება და შესწავლა

ზ. ჯავაშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: zazajavar@gmail.com

თ. ჭეიშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. კოვზირიძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: kowsiri@gtu.ge

ვ. გორდელაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: v.gordeladze@gtu.ge

ანოტაცია: ნაშრომში მოყვანილია ყვარლის ფიქლის შესწავლის შედეგები მისგან ფოროვანი მასალის მიღების შესაძლებლობის დადგენის მიზნით. თერმული დამუშავებით მიღებული აფუქბული ფიქლის თვისებათა შესწავლით დადგინდა, რომ თერმული დამუშავებით გამოწვეული მასალის მასხასიათებელ თვისებათა ცვლილება განისაზღვრება მისი თერმული დამუშავების პირობებით (ტემპერატურა, დრო) და გრანულომეტრიით.

საკვანძო სიტყვები: აფუქბა; გრანულომეტრია; თერმოდამუშავება; სიმკვრივე; ფიქალი; წყალშთანთქმა.

1. შესავალი

ფოროვან არაორგანულ მასალებს განსაკუთ-

რებული ადგილი უკავია ისეთ მნიშვნელოვან სამრეწველო დარგებში, როგორცაა მეტალურგია, საშენი მასალები, აგროინდუსტრია და სხვა. ბუნებაში აფუქბული (შემსუბუქებული), ასევე სასურველი თვისებების მატარებელი მასალები იშვიათად გვხვდება და ამიტომ მათი მიღება ძირითადად ხელოვნურად ხდება ისეთი ბუნებრივი ქანების გამოყენებით, როგორცაა პერლიტები და ობსიდიანები. სპეციალური თერმული დამუშავებით მიიღება დაბალი თბოგამტარობის, მოცულობითი წონის და გამოყენების ფართო ტემპერატურული ინტერვალის მქონე მასალები [1,2]. ამ მიმართულებით ბოლო წლებში ყურადღება დაეთმო საქართველოში არსებულ ტექნოგენურ ნედლეულს – ყვარლის ფიქალს. ყვარლის ფიქლის საფუძველზე დადგინდა ზოგიერთი სახის ტრადიციული სილიკატური მასალის მიღების პერსპექტიულობა [3,4]. ჩვენ

მიერ ჩატარებული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ყვარლის ფიქლის აფუების უნარის განსაზღვრა და ამ პროცესის ოპტიმალური პარამეტრების დადგენა.

ძირითადი ნაწილი

საკვლევი მასალა – ყვარლის ფიქალი ბუნებრივ მდგომარეობაში სხვადასხვა ზომისა (ძირითადად 5–40 მმ) და ბრტყელი ფორმის ნატეხებია, რომლისგან აფუებული მასალის მიღება მიზანშეწონილი არ იქნებოდა. შემდგომი ექსპერიმენტებისათვის ფიქალი დაქუცმაცდა, გაიცრა და საბოლოოდ მიღებული 7 სხვადასხვა ზომის მარცვლისგან აირჩა სამი სახეობის (გრანულომეტრიის მიხედვით) ნიმუში (ცხრილი), კერძოდ

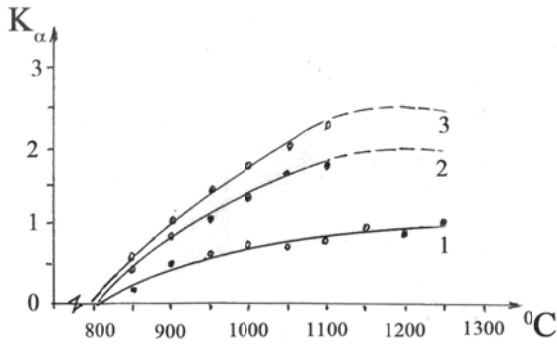
B (ღორღი), C (მსხვილი ქვიშა) და E (საშუალო ქვიშა) ფრაქციები, რომელთა მარცვლების ზომებმა, შესაბამისად, შეადგინა 5–10, 3–5 და 1–2 მმ. სპეციალური ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ მასალის აფუების პროცესს ძირითადად განაპირობებს თერმული დამუშავების ტემპერატურა და აფუების შერჩეულ ტემპერატურაზე მისი დაყოვნების ხანგრძლივობა (დრო). აქედან, ყვარლის ფიქლის აფუებისადმი მიდრეკილების დადგენა მოხდა ცნობილი მეთოდის მიხედვით [5,6]. საკვლევი მასალის აფუებისადმი მიდრეკილების უნარის შესაფასებლად შეირჩა ერთი ძირითადი (აფუების კოეფიციენტი) და ორი დამხმარე (სიმკვრივე, წყალშთანთქმა) მახასიათებელი თვისებები.

დაქუცმაცებული მასალის ფრაქციულობა და სახეობა

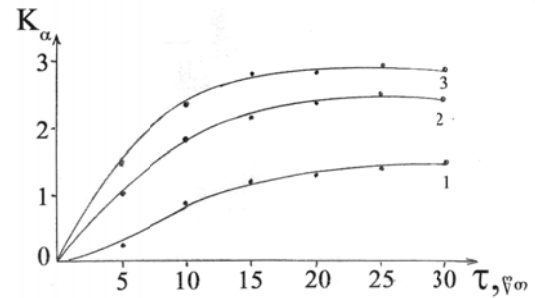
პირობითი აღნიშვნა	მარცვლების ზომა, მმ	ფრაქციულობის სახეობისადმი მიკუთვნება
A	მეტია 10-ზე	ღორღი (ნატეხი)
B	5-10	ღორღი (ნატეხი)
C	3-5	მსხვილი ქვიშა
D	2-3	მსხვილი ქვიშა
E	1-2	საშუალო ქვიშა
F	0,5-1	წმინდა ქვიშა
G	ნაკლებია 0,5-ზე	წმინდა ქვიშა და პუდრი

ჩატარებული ექსპერიმენტით დადგინდა, რომ აფუების ხარისხზე (აფუების მოცულობითი ტემპერატურული K_a კოეფიციენტის მიხედვით) გაფლენას ახდენს როგორც თერმული დამუშავების ტემპერატურა, ასევე მასალის ფრაქციულობა (ნახ. 1). ტემპერატურათა რეკომენდებულ 800–1250°C ინტერვალში [7], თერმოდამუშავების 10-წუთიანი ხანგრძლივობისას, გამოვლინდა ზოგადი ტენდენცია – აფუების კოეფიციენტის (K_a) ზრდა დამახასიათებელია ყველა საცდელი ვარიანტის (ფრაქციები B, C და E) მასალისათვის, მაგრამ აფუებისადმი მიდრეკილებას განსაკუთრებით ავლენს წმინდა ფრაქციის მასალები. კერძოდ, წმინდა

ქვიშის (ფრაქცია E) აფუების უნარი თითქმის ორჯერ აღემატება ნატეხებისათვის (ფრაქცია B) მიღებულ მნიშვნელობებს. 1-ელ ნახ-ზე წარმოდგენილი საშუალო და წმინდა ქვიშის ფრაქციების (შესაბამისად, მრუდები 2 და 3) $K_a - T$ დამოკიდებულების მაღალტემპერატურული მონაკვეთები (1050°C-ზე ზემოთ) პუნქტირით არის წარმოდგენილი, რადგან 1100–1250°C ტემპერატურებზე ადგილი აქვს საცდელი მასალის მარცვლების შეცხოვას, მაგრამ აფუებისადმი მიდრეკილება ზოგადად შენარჩუნდა პროცესის ინტენსიურობის კლების ტენდენციების გამოვლენით (მრუდები 1, 2, 3).



ნახ. 1. ყვარლის ფიქლის აფუების კოეფიციენტის ტემპერატურული დამოკიდებულება:
1 – ფრაქცია 5–10 მმ; 2 – ფრაქცია 3–5 მმ; 3 – ფრაქცია 1–2 მმ



ნახ. 2. ყვარლის ფიქლის აფუების კოეფიციენტის დამოკიდებულება თერმული დამუშავების დროზე:
1 – ფრაქცია 5–10 მმ; 2 – ფრაქცია 3–5მმ; 3 – ფრაქცია 1–2 მმ

თერმული დამუშავების ხანგრძლივობის გავლენა ყვარლის ფიქლის აფუების ხარისხზე შესწავლილ იქნა ერთ კონკრეტულ და ოპტიმალურად მიჩნეულ 1100°C-ზე, ხოლო თერმული დამუშავების დროსთან მიმართებაში აღებულ იქნა 5–30-წუთიანი ინტერვალი (ბიჯი 5 წთ-ს შეადგენდა). თერმული დამუშავების „დრო – K_{α} “ დამოკიდებულების ამსახველი მრუდები წარმოდგენილია მე-2 ნახ-ზე, სადაც მკაფიოდ ჩანს, რომ თერმული დამუშავების ხანგრძლივობის გავლენა მასალის აფუების ხარისხზე განსაკუთრებით იგრძნობა 10–20-წუთიან ინტერვალში, თერმული დამუშავების ხანგრძლივობის შემდგომი ზრდისას შეიმჩნევა აფუებისადმი მიდრეკილების ინტენსიურობის კლება და შემდგომი სტაბილიზაცია. რაც შეეხება განსხვავებული ფრაქციულობის ნიმუშების მრუდების სვლას, აფუების მაქსიმუმის მიღწევის დროსთან მიმართებაში, სავარაუდოდ ადგილი აქვს მასალის თბოგამტარობის გავლენას, მისი მარცვლების ზომებიდან გამომდინარე. აქედან, მსხვილი ფრაქციულობის მასალა (ფრაქცია B) უფრო გვიან აღიქვამს სითბოს, ვიდრე წმინდა ფრაქციებისთვისაა დამახასიათებელი (ფრაქციები C და განსაკუთრებით E) და რეალური ხდება აფუების პროცესის დროში (10-დან 20 წთ-მდე) გადანაცვლება (ნახ. 2).

თერმული დამუშავების დრო გავლენას ახდენს არა მარტო ძირითად მახასიათებელ თვისებაზე – აფუების ხარისხზე, არამედ მასალის საშუალო სიმკვრივესა ($\rho_{საშ}$) და წყალშთანთქმაცხე (W), რაც განისაზღვრა ყვარლის ფიქლის ნატეხების (წონა 3–5 გ) გამოყენებით. ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ საშუალო სიმკვრივისა და წყალშთანთქმის მნიშვნელობები საწყისი ნედლეულის დამუშავებით მიღებული ნიმუშებისათვის იქნება:

- საწყისი ნიმუში: $\rho = 1530$ კგ/მ³; W = 1,5%;
- თერმულად დამუშავებული ნიმუში: $\rho = 700$ კგ/მ³; W = 23,6%.

თუ მხედველობაში მივიღებთ ლიტერატურაში არსებულ რეკომენდაციებს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ თერმულად დამუშავებული ყვარლის ფიქლის ნიმუშისათვის მოსალოდნელია შერეული (დახურული და ზიარი) ფოროვანი სტრუქტურის არსებობა.

დასკვნა

ყვარლის ფიქლის თერმული დამუშავების შედეგად მიღებული მასალის შესწავლით დადგინდა აფუების განმსაზღვრელი მახასიათებელი პარამეტრები და თვისებები. კერძოდ, ყვარლის ფიქლის აფუების მოცულობითი კოეფიციენტის

მნიშვნელობებს განსაზღვრავს თერმული დამუშავების ტემპერატურა (აფუების მაქსიმუმი 1100°C-ზე მოდის) და დრო (ოპტიმალური ხანგრძლივობა 15–20 წთ). დადგინდა, რომ მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა გავლენას ახდენს აფუების მაჩვენებელზე – მარცვლის ზომის შემცირება ზრდის ფიქლის აფუებისადმი მიდრეკილებას. ყვარლის ფიქლის თერმული დამუშავება, ოპტიმალურად მიჩნეულ პირობებში, იწვევს მასალის სიმკვრივის თითქმის ორჯერ შემცირე-

ბას და ძლიერ გავლენას ახდენს წყალშთანთქმის მაჩვენებელზე. კვლევით მიღებული მასალის ფიზიკური მახასიათებლების შეჯერებით შესაძლებელია აფუებულ ყვარლის ფიქალში შერეული (დახურული და ზიარი) ფოროვანი სტრუქტურის არსებობა, რომელთაგან წამყვანი დახურული ფორიანობაა. ჩატარებული კვლევით დადასტურდა, ყვარლის ფიქლის თერმული დამუშავებით, პერსპექტიული ფოროვანი მასალების მიღება.

ლიტერატურა

1. Porous Materials. www.uio.no/studierlemner/matnat/kjemi/KJM5100/h06/undervisningsmateriale/16KJM5100-2006-porous_1.pdf. (In Russian).
2. Javashvili Z., Cheishvili T. Production and Application of Porous and Inorganic Materials in Georgia. Intellectual. #28, 2015, pp. 112-116. (In Georgian).
3. Gabunia L., Kamushadze I., Shafakidze E., Gejadze I. Obtaining Porous Materials from Local Magmatic Rocks. Ceramics. 2(25), 2011, pp. 3-5. (In Georgian).
4. Mirianashvili A. D., Koivunen L. T., Skhvitaridze R. E., Nikoleishvili T. G., Rukhadze D. R., Sarukhanishvili A. V., Cheishvili T. Sh. Physico-chemical Study of Kvareli Slate for Wide Use in the Silicate Industry. Ceramics. 2(6), 2001. pp. 17-20. (In Russian).
5. Gorlov Ju. P. Technology of Heat Insulating and Acoustic Materials and Products. M.: Visshaia shkola. pp. 1989 – 384. (In Russian).
6. Gorlov Ju. P. Laboratory Practical Work on Technology of Thermal Insulation Materials. M., Visshaia shkola. pp. 1982 – 239. (In Russian).
7. Cheishvili T., Javashvili Z. Studying the Opportunities of Obtaining Porous Materials on the Basis of Kvareli Slate. 2(32), 2014, pp. 49-52. (In Georgian).

UDC 553.541:666.32/36

SCOPUS CODE 1508

OBTAINING AND STUDY OF POROUS MATERIALS WITH THE USE OF LOCAL NATURAL ROCKS

- Z. Javashvili** Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: zazajavar@gmail.com
- T. Cheishvili** Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

Reviewers:

Z. Kovziridze, professor, Department of chemical and biological technologies, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: kowsiri@gtu.ge

V. Gordeladze, professor, Department of chemical and biological technologies, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: v.gordeladze@gtu.ge

ABSTRACT: There are given results of study of Kvareli shales with the purpose of obtaining of porous materials. There was established by the study of expanded shale obtained via thermal processing, that change of characteristic properties is determined by the conditions of thermal processing (temperature, time) and granulometry of materials.

KEY WORDS: density; expansion; granulometry; thermal processing; shale; water absorption.

UCD 553.541:666.32/36

SCOPUS CODE 1508

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОРОД

Джавашвили З.Г. Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: zazajavar@gmail.com

Чеишвили Т.Ш. Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

Рецензенты:

З. Ковзиридзе, профессор Департамента химической и биологической технологий факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: kowsiri@gtu.ge

В. Горделадзе, профессор Департамента химической и биологической технологий факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: v.gordeladze@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Приведены результаты исследования кварельского сланца в целях получения пористых материалов. Изучением свойств полученного термообработкой вспученного сланца установлено, что изменение характеристических свойств определяется условиями термообработки (температура, время) и гранулометрией материала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водопоглощение; вспучивание; гранулометрия; плотность; сланец; термообработка.

UDC 665.5

SCOPUS CODE 1601

**ბაცვეთილი საავტომობილო საბურავების უტილიზაცია
დაბალტემპერატურული პირობების შედეგად და მიღებული თხევადი
პროდუქტის ფიზიკურ-ქიმიური კვლევა**

- პ. თუშურაშვილი** ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის 84
E-mail: PTushurashvili@expertiza.gov.ge
- დ. ჩორგოლაშვილი** ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის 84
E-mail: DChorgolashvili@expertiza.gov.ge
- თ. ხუჭუა** ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის 84
E-mail: TKhuchua@expertiza.gov.ge
- ნ. კობალაძე** ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის 84
E-mail: NKobaladze@expertiza.gov.ge
- მ. ალელიშვილი** ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის 84
E-mail: MAlelishvili@expertiza.gov.ge
- ე. გელაშვილი** ლ. სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიურო, საქართველო, თბილისი, ჭავჭავაძის 84
E-mail: EGelashvili@expertiza.gov.ge

რეცენზენტები:

შ. სამსონია, თსუ-ის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ქიმიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, ორგანული ქიმიის კათედრის გამგე, პროფესორი, აკადემიკოსი

E-mail: shota.samsonia@tsu.ge

მ. ციცაგი, თსუ-ის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის ორგანული სინთეზის ლაბორატორიის გამგე, წამყვანი მეცნიერი თანამშრომელი

E-mail: mziatsitsagi@yahoo.com

ანოტაცია: შესწავლილია რეზინტექნიკური ნაწარმის დაბალტემპერატურული პირობების შედეგად მიღებული თხევადი პროდუქტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და ნახშირწყალბა-

დური შედგენილობა და დადგენილია, რომ ის არის 5159 ნივთიერების რთული შედგენილობის ნარევი, რომელიც ძირითადად შედგება C₄-C₄₀ ნახშირწყალბადებისა (ალკანები, ციკლოალკა-

ნები, არენები) და ჰეტეროატომების (ჟანგბადი, გოგირდი, აზოტი, ბრომი, ქლორი) შემცველი ორგანული ნაერთებისაგან.

საკვანძო სიტყვები: ალტერნატიული საწვავი; გაცვეთილი საავტომობილო საბურავები; პიროლიზი; უტილიზაცია.

შესავალი

დღეს მსოფლიოში მწვავედ დგას ძველი საავტომობილო საბურავების შენახვისა და უტილიზაციის პრობლემა. გაცვეთილი საავტომობილო საბურავების მარაგი მთელ მსოფლიოში ~25 მილიონ ტონას შეადგენს. ყოველწლიურად ეს მარაგი ~7 მილიონი ტონით იზრდება. ევროპულ ქვეყნებზე მოდის ~3 მილიარდი ცალი საბურავი (დაახლოებით 2 მილიონი ტონა). მსოფლიოში გაცვეთილი საავტომობილო საბურავების მარაგის მხოლოდ 23% გამოიყენება (სხვა ქვეყნებში ექსპორტი, მათი დაწვა ენერჯის მიღების მიზნით, მექანიკური დაქუცმაცება გზის საფარების გამოსაყენებლად, სპორტული მოედნებისათვის და სხვა). გაცვეთილი საავტომობილო საბურავების 77%-ის უტილიზაცია არ ხდება, რადგან არ არსებობს უტილიზაციის რენტაბელური მეთოდი.

ძალზე აქტუალურია საწვავისა და ელექტროენერჯის მიღების ალტერნატიული გზების ძიება, მათ შორის გაცვეთილი საავტომობილო საბურავებისაგან თხევადი საწვავის, ტექნიკური ნახშირბადის და საწვავი აირის მიღების შესაძლებლობა. გაცვეთილი საბურავების უსარგებლო დასაწყოების ან პირდაპირი დაწვის ნაცვლად უფრო მომგებიანია მათი გადამუშავება.

რეზინტექნიკური ნარჩენების უტილიზაციის ძირითადი მეთოდებია დაქუცმაცება და დაწვა. დაქუცმაცება აღიარებულია გადამუშავების ყვე-

ლაზე მარტივ მეთოდად, რადგან საშუალებას იძლევა მაქსიმალურად შენარჩუნდეს მასალის ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური თვისებები, მაგრამ რეზინტექნიკური ნარჩენების გადამუშავების სირთულე, სიძვირე და მოწყობილობის ენერგოდანახარჯები აფერხებს აღნიშნული მეთოდით პრობლემის გადაწყვეტას.

საბურავების დაწვის მეთოდის ნაკლოვანებაა ის, რომ წვის პროცესში ტემპერატურის ცვალებადობა იწვევს საბურავების არასრულ წვას, ამასთან 1100°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე წარმოიქმნება ისეთი მომწამლავი ნივთიერებები, როგორცაა ქლორირებული დიოქსინი და ფურანი. ასევე ცნობილია, რომ მსგავსი პროცესები ხელს უწყობს სათბურის ეფექტის გაზრდას, რაც განპირობებულია 1 ტ საბურავის წვის პროცესში დაახლოებით 3700კგ CO₂-ის წარმოქმნით. ცემენტის წარმოებაში საწვავის სახით საბურავების გამოყენება უარყოფითად აისახება ცემენტის ხარისხზე, რადგან საბურავების შემცველი ფოლადი თავს იჩენს ცემენტში რკინის ოქსიდის სახით, რომელიც მასალას ღებავს.

პიროლიზი ორგანული ნაერთების თერმული დაშლის პროცესია უჰაერო, ინერტულ ატმოსფეროში. ეს პროცესი ფართოდ გამოიყენება დაბალმოლეკულური ნახშირწყალბადების მისაღებად. პიროლიზის პროცესი ტარდება 700–1000°C ტემპერატურაზე ატმოსფერულ წნევაზე. თერმული კრეკინგის დროს 450–500°C ტემპერატურის პირობებში C-C ბმების გახლეჩა ძირითადად ხდება მოლეკულის ცენტრში, ხოლო პროცესის 700–1000°C ტემპერატურაზე ჩატარებისას C-C ბმების გახლეჩა შესაძლებელია ნებისმიერ ადგილას, შესაბამისად პიროლიზის დროს წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით დაბალმოლეკულური პროდუქტები (H₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₃H₆, C₄H₈, C₄H₆). პიროლიზის შედეგად მიიღება აირადი და თხევადი პროდუქტები – პიროკონდენ-

სატი, რომელსაც პიროლიზურ ფისს უწოდებენ. გამოყენებული ნედლეულის მიხედვით, პიროლიზის პროდუქტების შედგენილობა ფართო ზღვრებში იცვლება.

გაცვეთილი საავტომობილო საბურავების უტილიზაცია პიროლიზის შედეგად ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგიაა. ეს მეთოდი ეფუძნება რეზინის შემადგენელ კომპონენტებად დაშლას. ამისათვის გამოიყენება დაბალტემპურ რატურული პიროლიზის მეთოდი ანუ ინერტულ ატმოსფეროში ცხელი ორთქლის მეშვეობით ხდება რეზინის თერმული დეპოლიმერიზაცია. საბურავები იტვირთება რეაქტორში და ტემპერატურის (250–300°C) ზემოქმედებით პიროლიზს განიცდის, რის შედეგადაც წარმოიქმნება: 1) თერმოლიზური აირი (5–10%), რომელიც ბუნებრივი აირის ანალოგია; 2) პიროლიზის თხევადი პროდუქტი (40–45%), რომელიც ნახშირწყალბადური შედგენილობით ჰგავს ნავთობს და გამოიყენება საქვაბე საწვავად; 3) ტექნიკური ნახშირბადი (25–35%), რომლის გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა დანიშნულების რეზინტექნიკურ ნარევებში, მეტალურგიაში, ლაქსადებაეებსა და სამშენებლო მასალებში, ასევე საწვავი ბრიკეტების დასამზადებლად. მათ საფუძველზე შესაძლებელია წყლის და აირების გამწმენდი სორბენტების წარმოება; 4) მეტალოკორდი (10–20%), რომელიც დამატებით გასუფთავებას არ საჭიროებს და შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს მეტალურგიულ წარმოებაში. უნდა აღინიშნოს, რომ თხევადი პროდუქტის შედგენილობა ფართო დიაპაზონში იცვლება და დამოკიდებულია პიროლიზის პროცესის ჩატარების პირობებსა (ტემპერატურა, წნევა და სხვა) და გამოყენებულ ნედლეულზე.

ტექნოლოგიის დადებით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ გადამუშავების პროდუქტები არ შეიცავს მაღალტოქსიკურ ნივთიერებებს, გამორიცხულია რეზინტექნიკური ნაწარმის დაშ-

ლის პროდუქტების ატმოსფეროში მოხვედრა. ამის გამო, აღნიშნული ტექნოლოგიური პროცესი ეკოლოგიურად უსაფრთხოა; აღნიშნული ტექნოლოგია არ მოითხოვს ელექტროენერჯის დიდ დანახარჯს (სხვა ტექნოლოგიებისაგან განსხვავებით); არ ხდება ნარჩენების წარმოქმნა, რაც მოითხოვს შემდგომ უტილიზაციას ანუ წარმოება უნარჩენოა; ტექნოლოგია არის ძალიან რენტაბელური, რადგან ხდება გაცვეთილი საავტომობილო საბურავების უტილიზაცია, რაც, ეკოლოგიური თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია, ასევე მიიღება თხევადი, მყარი და აირადი საწვავები [1-5].

ძირითადი ნაწილი

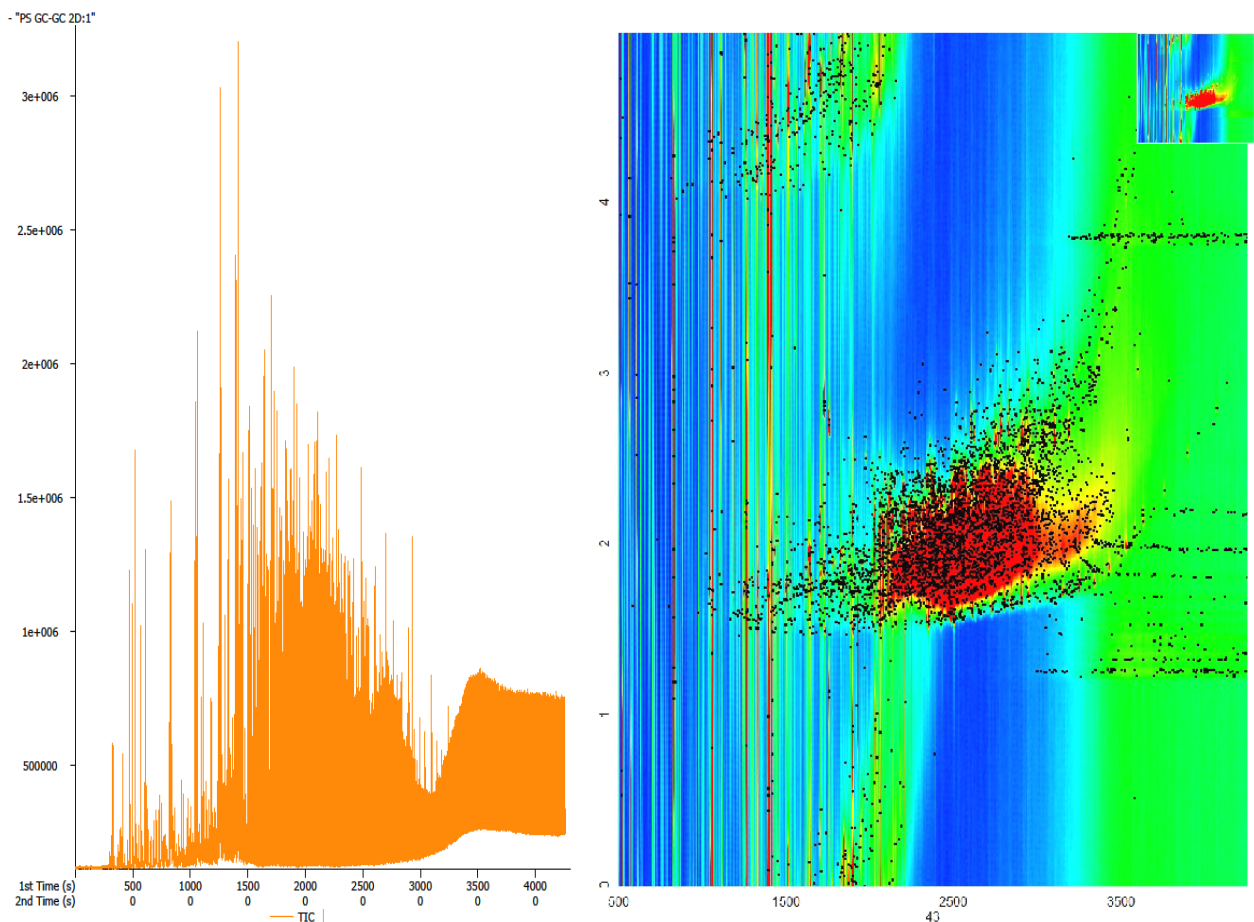
რეზინტექნიკური ნაწარმის (გაცვეთილი საბურავები) დაბალტემპურ რატურული (250–300°C) პიროლიზის პროცესის შედეგად გამოყოფილია და შესწავლილი პიროლიზის თხევადი პროდუქტი (სინთეზური ნავთობი), რომელიც მოყავისფრო-მოშავო ფერის, მძაფრი სპეციფიკური სუნის მქონე სითხეა. პროდუქტის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებია: სიმკვრივე 20°C-ზე, გამყარების ტემპერატურა, აფეთქების ტემპერატურა და ხურულ ტიგელში, ფრაქციული შედგენილობა, კინემატიკური სიბლანტე 20°C-ზე, წყლის შემცველობა, მექანიკური მინარევეების შემცველობა, წყალში ხსნადი მჟავებისა და ტუტეების შემცველობა, ნაცრიანობა, 10% ნარჩენის კოქსვადობა, მჟავიანობა, კოროზიული აქტიურობა სპილენძის ფირფიტაზე, გოგირდის შემცველობა. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

აღნიშნული სითხის ნახშირწყალბადური შედგენილობა შესწავლილ იქნა ორგანოზომილებიან გაზურ ქრომატოგრაფზე დროში გაფრენის მას-სპექტრომეტრის დეტექტორით (PEGASUS 4D GC×GC -TOFMS) [6], კაპილარული სვეტის – „RTX-DHA-50“ გამოყენებით (სიგრძე 50 მ, შიგა დიამეტრი – 0.2 მმ, სისქე – 0.5 μm) დაპროგ-

რამების რეჟიმში: ძირითადი ღუმლის ტემპერატურის 45°C (3 წთ დაყოვნება) 340°C-მდე გაცხელება 5°C/წთ სიჩქარით (15 წთ დაყოვნება 340°C-ზე); მეორე სვეტის – „BPX-50“ (სიგრძე – 1.67 მ, შიგა დიამეტრი – 0.1მმ, სისქე – 0.1µm) 50°C (3 წთ დაყოვნება) 345°C-მდე გაცხელება 5°C/წთ სიჩქარით (15 წთ დაყოვნება 345°C-ზე). ინჟექტორის ტემპერატურა – 280°C, ინჟექტირებული ნიმუშის რაოდენობა – 1.0µl, გაყოფის ფარდობა – 200:1, აირმატარებელი – ჰელიუმი 1 მლ/წთ მუდმივი ნაკადის პირობებში (იხ. ქრომატოგრამა და პროფილის გრაფიკული გამოსახულება).

ვინაიდან რეზინტექნიკური ნაწარმის დაბალ-

ტემპერატურული პირობების ჩატარების პირობების (ტემპერატურა, წნევა, გამოყენებული ნედლეული და სხვა) მიხედვით მიიღება სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის და თვისებების მქონე თხევადი პროდუქტი, აღნიშნული კვლევის შედეგები ვრცელდება მითითებულ პირობებში ჩატარებული პირობებით მიღებულ პროდუქტზე, რომელიც წარმოადგენს 5000-მდე ნივთიერების რთული შედგენილობის ნარევის და ძირითადად შედგება C₄-C₄₀ ნახშირწყალბადებისა (ალკანები, ციკლოალკანები, არენები) და ჰეტეროატომების (ჟანგბადი, გოგირდი, აზოტი, ბრომი, ქლორი) შემცველი ორგანული ნაერთებისაგან.



თხევადი პროდუქტის ქრომატოგრამა და პროფილის გრაფიკული გამოსახულება

სარისხის მარკენებელი	ფაქტიური შედეგი	გამოცდის მეთოდი
1. სიმკვრივე 20 ⁰ C-ზე, კგ/მ ³	899	ГОСТ 3900
2. გამყარების ტემპერატურა, ⁰ C	-43	ASTM D 97
3. აფეთქების ტემპერატურა დახურულ ტიგელში, ⁰ C	ნაკლები 0 ⁰ C-ზე	ASTM D 93
4. ფრაქციული შედგენილობა: დუღილის დასაწყისი, ⁰ C	40	ASTM D 86
5% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	100	
10% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	120	
15% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	132	
20% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	146	
25% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	157	
30% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	169	
35% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	183	
40% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	193	
45% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	209	
50% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	227	
55% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	246	
60% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	260	
65% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	278	
70% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	296	
75% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	316	
80% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	336	
85% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	355	
90% გამოიხდება, ⁰ C-ზე	380	
დუღილის დასასრული, ⁰ C	380	
5. კინემატიკური სიბლანტე 20 ⁰ C-ზე, მმ ² /წმ	1.52	ASTM D 445
6. წყლის შემცველობა, %	0.3	ГОСТ 2477
7. მექანიკური მინარევების შემცველობა, %	0.069	ГОСТ 6370
8. წყალში ხსნადი მჟავებისა და ტუტეების შემცველობა	არ შეიცავს	ГОСТ 6307
9. ნაცრიანობა, %	0.015	ГОСТ 1461
10. კოქსვალობა, 10% ნარჩენის	3.27	ГОСТ 19932
11. მჟავიანობა, მგ KOH/100მლ საწვავზე	3.99	ГОСТ 5985
12. კოროზიული აქტიურობა სპილენძის ფირფიტაზე	უძლებს	ГОСТ 6321
13. გოგირდის შემცველობა, %	0.857	ГОСТ 51947

* შედეგები ვრცელდება მხოლოდ საანალიზო ნიმუშზე, რომელზეც კვლევა ჩატარდა.

დასკვნა

რეზინტექნიკური ნაწარმის – გაცვეთილი საავტომობილო საბურავების დაბალტემპერატურული პირობების შედეგად შესაძლებელია მათი ეკოლოგიურად უსაფრთხო უტილიზაცია და ალტერნატიული თხევადი საწვავის მიღება. გამოკვ-

ლეულია კონკრეტულ პირობებში მიღებული თხევადი პროდუქტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და ნახშირწყალბადური შედგენილობა. აღნიშნული პროდუქტი ძვირფასი ნედლეულია ნავთობ-ქიმიური მრეწველობისათვის.

ლიტერატურა

1. M. Juma, Z. Koreňová, J. Markoš, J. Annus, L. Jelemenský. PYROLYSIS AND COMBUSTION OF SCRAP TIRE. Petroleum & Coal 48(1) 15-26, 2006. ISSN 1337-7027. (In English).

2. M. Bajus, N. Olahová. THERMAL CONVERSION OF SCRAP TYRES. Petroleum & Coal 53(2) 98-105, 2011. ISSN 1337-7027. (In English).
3. CIZKOVA, D. JUCHELKOVA. COMPARISON OF YIELD OF TIRES PYROLYSIS IN LABORATORY AND PILOT SCALES. Geo Science Engineering, Volume LV(2009), No.4 pp. 60-65, ISSN 1802-5420. (In English).
4. Y. Yongrong, Ch. Jizhong, Zh. Guibin. TECHNICAL ADVANCE ON THE PYROLYSIS OF USED TIRES IN CHINA. China-Japan International Academic Symposium Environmental Problem in Chinese Iron-Steelmaking Industries and Effective Technology Transfer Sendai, Japan, 6, March 2000. (In English).
5. J. Dodds, W. F. Dornenico, D. R. Evans, L. W. Fish, P. L. Lassahn (Science Applications, Inc.), W. J. Toth. SCRAP TIRES: A RESOURCE AND TECHNOLOGY EVALUATION OF TIRE PYROLYSIS AND OTHER SELECTED ALTERNATE TECHNOLOGIES. Idaho 83415. 1983. (In English).
6. Analysis of Samples from the Gulf of Mexico Oil Spill by GCxGC-TOFMS, LECO Corporation, Form No. 203-821-389. (In English).

UDC 665.5

SCOPUS CODE 1601

UTILIZATION OF SCRAP TIRES BY LOW-TEMPERATURE PYROLYSIS AND PHYSICAL-CHEMICAL EXAMINATION OF OBTAINED LIQUID PRODUCTS

- P. Tushurashvili** LEPL Levan Samkharauli National Forensic expertise Bureau, 84 Chavchavadze Str., Tbilisi, Georgia
E-mail: PTushurashvili@expertiza.gov.ge
- D. Chorgolashvili** LEPL Levan Samkharauli National Forensic expertise Bureau, 84 Chavchavadze Str., Tbilisi, Georgia
E-mail: DChorgolashvili@expertiza.gov.ge
- T. Khuchua** LEPL Levan Samkharauli National Forensic expertise Bureau, 84 Chavchavadze Str., Tbilisi, Georgia
E-mail: TKhuchua@expertiza.gov.ge
- N. Kobaladze** LEPL Levan Samkharauli National Forensic expertise Bureau, 84 Chavchavadze Str., Tbilisi, Georgia
E-mail: NKobaladze@expertiza.gov.ge
- M. Alelishvili** LEPL Levan Samkharauli National Forensic expertise Bureau, 84 Chavchavadze Str., Tbilisi, Georgia
E-mail: MAlelishvili@expertiza.gov.ge
- E. Gelashvili** LEPL Levan Samkharauli National Forensic expertise Bureau, 84 Chavchavadze Str., Tbilisi, Georgia
E-mail: EGelashvili@expertiza.gov.ge

Reviewers:

S. Samsonia, professor, academician, head of chemistry Department, faculty of exact and natural sciences, head of organic chemistry trend, I. Javakhishvili Tbilisi state University

E-mail: shota.samsonia@tsu.ge

M. Tsitsagi, chief scientist worker, head of organic synthesis laboratory of Institute physics and organic chemistry, TSU

E-mail: mziatsitsagi@yahoo.com

ABSTRACT: As a result of the research there is estimated, that liquid product, obtained by means of low-temperature pyrolysis process of worn-out tires represents complex mix of 5159 compounds (Figure 1,2), which

mainly consists of hydrocarbons with the number of carbon atoms C4-C40 (alkanes, cycloalkanes, aromatics) and heteroatom organic compounds (oxygen, sulfur, nitrogen, bromine, chlorine).

KEY WORDS: alternative fuels; Pyrolysis; scrap tires; utilization.

UDC 665.5

SCOPUS CODE 1601

УТИЛИЗАЦИЯ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН МЕТОДОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННОГО ЖИДКОГО ПРОДУКТА

- Тუშურაშვილი პ.პ.** Национальное бюро экспертизы им. Л.Самхараули, Грузия, Тбилиси, ул.Чавчавадзе, 84
E-mail: PTushurashvili@expertiza.gov.ge
- Чорголашвили Д.Г.** Национальное бюро экспертизы им. Л.Самхараули, Грузия, Тбилиси, ул.Чавчавадзе, 84
E-mail: DChorgolashvili@expertiza.gov.ge
- Хучуа Т.Т.** Национальное бюро экспертизы им. Л.Самхараули, Грузия, Тбилиси, ул.Чавчавадзе, 84
E-mail: TKhuchua@expertiza.gov.ge
- Кобаладзе Н.З.** Национальное бюро экспертизы им. Л.Самхараули, Грузия, Тбилиси, ул.Чавчавадзе, 84
E-mail: NKobaladze@expertiza.gov.ge
- Алелишвили М.В.** Национальное бюро экспертизы им. Л.Самхараули, Грузия, Тбилиси, ул.Чавчавадзе, 84
E-mail: MAlelishvili@expertiza.gov.ge
- Гелашвили Э.Г.** Национальное бюро экспертизы им. Л.Самхараули, Грузия, Тбилиси, ул.Чавчавадзе, 84
E-mail: EGelashvili@expertiza.gov.ge

Рецензенты:

Ш. Самсония, профессор, руководитель Департамента химии факультета точных и природоведческих наук Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили, заведующий кафедрой органической химии, профессор, академик.

E-mail: shota.samsonia@tsu.ge

М. Цицаги, ведущий научный сотрудник, заведующий Лабораторией органического синтеза Института физической и органической химии Тбилисского государственного университета им. Ив. Джавахишвили

E-mail: mziatsitsagi@yahoo.com

АННОТАЦИЯ: Жидкий продукт, полученный в процессе низкотемпературного пиролиза резинотехнических изделий, представляет смесь сложного состава 5159 веществ, который в основном состоит из органических соединений, содержащих углеводороды C4-C40 (алканы, циклоалканы, арены) и гетероатомы (кислород, сера, азот, бром, хлор).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: альтернативное топливо; изношенные шины; пиролиз; утилизация.

UDC 666.11.01

SCOPUS CODE 1601

მანგანუმისა და სპილენძის ოქსიდების შემცველი ამორფულ-კრისტალური მატრიცის მქონე მასალების შესწავლა და გამოყენების პერსპექტივები

- ნ. ჩიჯავაძე** ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: ninochig@gmail.com
- თ. ჭეიშვილი** ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ზ. სიმონგულაშვილი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: z.simongulasvhili@gtu.ge
- გ. ლოლაძე**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: g.loladze@gtu.ge

ანოტაცია: შესწავლილია მანგანუმისა და სპილენძის ოქსიდების შემცველი ამორფულ-კრისტალური მატრიცის მქონე მასალები, რომლებშიც მოსალოდნელია ელექტრონული ტიპის გამტარობის რეალიზაცია. მიღებული მასალები – კომპოზიტები ავლენს უჩვეულო ელექტრულ თვისებებს, რომლებიც აისახა აქტივაციის ენერჯის და ელექტროწინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტის დაბალ სიდიდეებში, რაც პერსპექტივაში შესაძლებელს ხდის მათგან მაღალტემპერატურულ დიაპაზონში მომუშავე სპეციფიკური ელექტროტექნიკური მასალების მიღებას.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროპარამეტრები; კომპოზიტი; მანგანუმი; ოქსიდები; სპილენძი; ხარშვა.

1. შესავალი

ელექტროტექნიკური დანიშნულების არაერთი სახეობის ნაწარმის მიღებისას კომპლექსური თვისებების მქონე მასალები გამოიყენება. თვისებათა შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია ელექტროთვისებებს, ხოლო წამყვანი ელექტროწინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტია (α). აღნიშნული კოეფიციენტი ლითონთა უმრავლესობისათვის, როგორც წესი, დადებითი სიდიდეა, სუფთა ნახევარგამტარებისათვის – უარყოფითი. შენადნობების და ლეგირებული ნახევარგამტარებისათვის, ასევე ამორფული მინისა და კერამიკისათვის α -ს მნიშვნელობა ძნელად პროგნოზირებადია და ამიტომ ექსპერიმენტულად დადგენას მოითხოვს. კერძოდ, ცნობილ შენადნობებს (კონსტანტანი და მანგანინი) ძალიან მცირე α

აქვს, ე.ი. მათ წინაღობაზე ტემპერატურის გავლენა მინიმალურია.

საჭირო α_T -ს მქონე მასალების მისაღებად ხშირად მიმართავენ ისეთი ელემენტების ოქსიდების ნაზავეების შეცხოვას, როგორცაა მანგანუმი, ნიკელი, სპილენძი და სხვა. საბოლოო პროდუქტია მყარი კერამიკული მასა, რომლიდანაც ტერმისტორები, გამმართველები და სხვა სახის ნაკეთობა მზადდება [1,2]. მათ, როგორც კლასიკური შეცხოვბის ხერხით მიღებულ მასალას, ერთი თავისებურება აქვს, როგორც წესი, მათში გარკვეული დონით ფიქსირდება ფორიანობა და, აქედან გამომდინარე, თანმხლები ნაკლოვანებები [3]. აღნიშნული ტიპის და ასევე ფორების არმქონე ელექტროტექნიკური მასალების ასორტიმენტის გაფართოების მიზნით ჩა-

ტარდა კვლევა, რომელიც მიზნად ისახავდა ამორფულ-კრისტალური მასალების მიღებას მინის ტექნოლოგიით და მათი ელექტრომახასიათებლების შესწავლას.

ძირითადი ნაწილი

საკვლევ ობიექტად შეირჩა $Cu_2O-MnO-B_2O_3$ სისტემა, რაც განაპირობა სპილენძშემცველი მანგანუმბორატული მინებისადმი არსებულმა ინტერესმა, მათში ელექტრონული ტიპის ელექტროგამტარობის რეალიზაციის შესაძლებლობიდან გამომდინარე [3,4]. კერძოდ, შესწავლილ იქნა $Cu_2O-MnO-B_2O_3$ სისტემის ოთხი კომპოზიცია, რომელთა შედგენილობა წარმოდგენილია 1-ელ ცხრ-ში.

ცხრილი 1

$Cu_2O-MnO-B_2O_3$ სისტემის საკვლევო მასალების შედგენილობა

მასალის №	ქიმიური შედგენილობა, მოლ. %			ქიმიური შედგენილობა, წონ. %		
	Cu_2O	MnO	B_2O_3	Cu_2O	MnO	B_2O_3
1	20	30	50	33,7	25,1	41,2
2	40	10	50	57,6	7,2	35,2
3	20	40	40	33,7	33,3	33,0
4	50	10	40	67,1	6,6	26,3

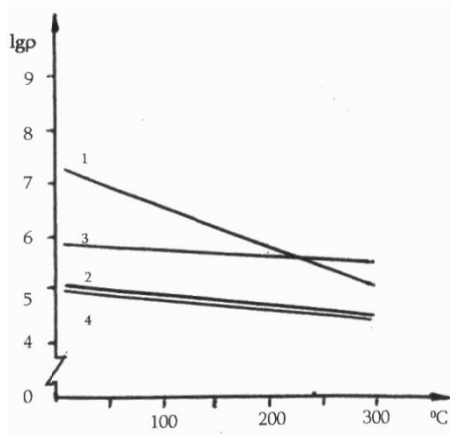
საწიის ნედლეულად აღებულ იქნა Cu_2O , MnO და H_3BO_3 , ხოლო ოთხივე შედგენილობის მინამასალის სინთეზი განხორციელდა 1323–1373 K მაქსიმალურ ტემპერატურაზე 30-წუთიანი დაყოვნებით და ნიმუშების შემდგომი მოწვიით (693 ± 20 K), რასაც ახლდა მიღებული გადაცივებული ნაღობების თვითნებური კრისტალიზაცია და ამორფულ-კრისტალური მასალის წარმოქმნა.

ნიმუშების მოხეხვის და ელექტროდების (გრაფიტი) დატანის შემდეგ ელექტროწინაღობის გაზომვა განხორციელდა სპეციალურ საზომ უჯრედში [5] E6-3 და E13A თერაომეტრების

გამოყენებით, როგორც ეს რეკომენდებულია შესაბამის ლიტერატურაში [6]. საცდელი ნიმუშების – კუთრი ელექტროწინაღობის (ρ), ელექტროწინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტის (α_T) და აქტივაციის ენერჯიის (E_a) გათვლები განხორციელდა [7]-ში მოყვანილი მეთოდიკით.

ელექტროწინაღობის კვლევის შედეგები ფართო ტემპერატურული ინტერვალისათვის ($20-300^\circ C$) მოყვანილია ნახაზზე, სადაც წარმოდგენილია $\lg \rho - T$ დამოკიდებულების მრუდები ოთხივე შედგენილობის ამორფულ-კრისტალური მასალისათვის (კომპოზიტისათვის). ელექტრო-

წინააღმდეგობის ცვლილება ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით სწორხაზოვანია, ხოლო დამოკიდებულების ამსახველი მრუდების დახრის კუთხე ტემპერატურული დერძის მიმართ – მცირე. საკვლევე მასალათა შედგენილობასთან მიმართებაში ნაკლები მგრძობიარობა აქვს მე-2 და მე-3 ნიმუშებს, რომლებშიც Cu_2O/MnO ფარდობა საშუალო მნიშვნელობებით გამოირჩევა.



სპილენძმშემცველი მანგანუმბორატული კომპოზიტების „ელექტროწინააღმდეგობა – ტემპერატურა“ დამოკიდებულება (განმარტება იხ. ცხრ. 1)

ტემპერატურისა და ელექტროწინააღმდეგობის ურთიერთდამოკიდებულებათა მრუდების საფუძველზე განხორციელდა ორი მახასიათებელი პარამეტრის, კერძოდ α_T და E_a -ს გამოთვლა, რომლის შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრ-ში.

ცხრილი 2

საკვლევი მასალების α_T და E_a მახასიათებლების საშუალო მნიშვნელობები

მასალის №	ელექტროწინააღმდეგობის ტემპერატურული კოეფიციენტი, α_T (K^{-1})	ელექტროგამტარობის აქტივაციის ენერჯია, E_a (ეე)
1	$-1,8 \cdot 10^{-2}$	0,43
2	$-4,6 \cdot 10^{-3}$	0,11
3	$-4,6 \cdot 10^{-3}$	0,11
4	$-4,6 \cdot 10^{-3}$	0,11

დასკვნა

მინის ტექნოლოგიაში არსებული მიდგომით $Cu_2O-MnO-B_2O_3$ სისტემაში მიიღეს მინამასალა, რომლის მოწვის პროცესში ადგილი ჰქონდა თვითნებურ (სპონტანურ) დაკრისტალებას და საბოლოოდ ამორფულ-კრისტალური კომპოზიტის მიღებას. მასალათა შედგენილობისა და მახასიათებელი ელექტროპარამეტრების სიდიდეთა ანალიზით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ოპტიმალური შედგენილობები ჯამში არანაკლებ 60 მოლ. % პოლივალენტური ელემენტების ოქსიდების შემცველობითაა წარმოდგენილი. ამავე დროს, ელექტროწინააღმდეგობასთან მიმართებაში მკაფიოდ იჩენს თავს Cu_2O/MnO ფარდობის გავლენა დენგამტარობის ხარისხზე – რაც უფრო მეტია ფარდობა (შედგენილობები 2 და 4), მით უფრო დაბალია ელექტროწინააღმდეგობა და პირიქით (შედგენილობები 1 და 3). აღნიშნული ტენდენცია ნაკლებად შესამჩნევია α_T და E_a სიდიდეთა შემთხვევაში (ცხრ. 2), სადაც მხოლოდ ერთი (20 მოლ. % Cu_2O -იანი) შედგენილობისათვის (შედგენილობა 1) $T - \lg R$ დამოკიდებულების ამსახველი წრფე გამოირჩევა დახრის კუთხის მაღალი მნიშვნელობით (ნახ.). აღნიშნული შესაძლებლობას იძლევა გამოითქვას ვარაუდი, რომ მიღებული კომპოზიტების ელექტროპარამეტრების მნიშვნელობათა განმსაზღვრელად, გარდა Cu_2O და MnO შედგენილობაში თანაარსებობისა, მათში სპილენძის (I) ოქსიდის კონცენტრაცია და სტრუქტურული მდგომარეობა უნდა იქნეს მიხედვით.

პრაქტიკული თვალსაზრისით აღსანიშნავია, რომ $Cu_2O-MnO-B_2O_3$ სისტემაში შესაძლებელია ისეთი ამორფულ-კრისტალური მატრიცის მქონე მასალების მიღება, რომლებსაც ახასიათებს ელექტროგამტარობის ელექტრონული მექანიზმი (ნახევარგამტარებისათვის მიღებული წინააღმდეგობა და დაბალი აქტივაციის ენერჯიის მნიშვნელობები) და, ამავდროულად, ლითონთა შენადნობებთან მიახ-

ლოგოვანი ელექტროწინალობის ტემპერატურული ტემპერატურული სპეციალური თერმისტორების, კოეფიციენტი. სამივე პარამეტრის ერთობლიობა ვარიაციების და სხვა უფრო (შეუკლები) ნა- და მასალის მიღების ტექნოლოგია შესაძლებელს კეთობათა მიღებისას. ხდის ახალი კომპოზიტების გამოყენებას მაღალ-

ლიტერატურა

1. ru.wikipedia.org/wiki; mash-xx1; info/127773. Temperature coefficient of resistance.
2. dic.academic.ru/dic, nsf/ruwiki/348220. Temperature coefficient of resistance.
3. Feinberg E.A., Panovkina V.I. The Study of Electrical Properties of Manganese and Copper Containing Glasses with Conductive Oxidized layers. Inorganic Materials. 1967, Vol. III, №11, pp. 2123-2125. (In Russian).
4. Cheishvili T. Sh. Features of Thermal and Electrical Properties of Glass Materials Containing Copper and Manganese Oxides. Georg. Eng. News. 2003, №3, pp. 223-224. (In Russian).
5. Cheishvili T. Sh. Evaluation of the Processes Occurring on the Surface of Glasses Using new Electric Measuring Cell. Proceedings of GTU 2005, №4 (458), pp. 45-49. (In Georgian).
6. Pavlushkin N.M., Senturin G.G., Khodakovskaya R.J. Workshop on Glass Technology and Glass Ceramics. M. Stroyizdat, 1970, pp. 239-248. (In Russian).
7. Lisov V.F. Practical Work on Physics of Semiconductors. M., Education, 1976, pp. 5-56. (In Russian).

UDC 666.11.01

SCOPUS CODE 1601

STUDY AND PROSPECTS OF APPLICATION OF AMORPHOUS-CRYSTALLINE MATRIX MATERIALS CONTAINING MANGANESE AND COPPER OXIDES

N. Chidzavadze Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: ninochig@gmail.com

T. Cheishvili Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

Reviewers:

Z. Simongulashvili, professor, Department of metallurgy, metals sciences and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: z.simongulasvhili@gtu.ge

G. Loladze, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: g.loladze@gtu.ge

ABSTRACT: There are studied amorphous-crystalline materials containing manganese and copper oxides, in which the implementation of electronic conductivity type is possible. Obtained materials – composites display specific

electric properties, which are manifested in small values of activation energy and temperature coefficient of electric resistanc that preconditions receipt of specific electrotechnical materials on their basis, operating in high temperature range.

KEY WORDS: composite; cooking; copper; electric parameters; manganese; oxides.

UDC 666.11.01

SCOPUS CODE 1601

ИЗУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРФНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОКСИДЫ МАРГАНЦА И МЕДИ

- Чиджавадзе Н.Л.** Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: ninochig@gmail.com
- Чеишвили Т.Ш.** Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: t.cheishvili@gtu.ge

Рецензенты:

З. Симонгулашвили, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: z.simongulasvhili@gtu.ge

Г. Лоладзе, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: g.loladze@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Изучены аморфно-кристаллические материалы, содержащие оксиды марганца и меди, в которых возможна реализация электронного типа проводимости. Полученные материалы – композиты-обладают специфическими электрическими свойствами, которые проявляются в малых значениях энергии активации и температурного коэффициента электрического сопротивления, что предопределяет получение на их основе специфических электротехнических материалов, работающих в высокотемпературном диапазоне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: варка; композит; марганец; медь; оксиды; электропараметры.

UDC 620.9

SCOPUS CODE 2001

მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიების ფინანსური მდგრალობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირება და მართვა

- დ. ჯაფარიძე** ელექტროენერგეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: d.japaridze@gtu.ge
- ზ. ჯაყელ-ხუნდაძე** ელექტროენერგეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: zurakhundadze@yahoo.com
- ა. იოსელიანი** ელექტროენერგეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: ani.ioseliani@gmail.com

რეცენზენტები:

- ნ. სამსონია**, სტუ-ის ენერგეტიკის და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტროენერგეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: nanasamsonia@mail.ru
- ლ. ბოჭორიშვილი**, სტუ-ის ენერგეტიკის და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტროენერგეტიკის და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: lalibochorishvili@yahoo.com

ანოტაცია: სტატიაში, საწარმოს ფინანსური მდგრალობისა და მართვის მსოფლიო გამოცდილების ანალიზის საფუძველზე, მეცნიერულად დასაბუთებულია მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიების ფინანსური მდგრალობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირების და მართვის თანამედროვე მოთხოვნების დონეზე გადაწყვეტის აქტუალურობა. კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, შემუშავებულია ფინანსური მდგრალობის შეფასების ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირების კრიტერიუმი. კრიტე-

რიუმი კომპლექსურ ხასიათს ატარებს. ამ მხრივ ძირითადი მოთხოვნაა, ფინანსური მდგრალობის მახასიათებლების პრაქტიკაში მიღებული ნორმებით შეზღუდვის პირობებში, ფულადი ნაკადების დადებითი სალდოს მაქსიმუმის მიღწევა და შენარჩუნება ყოველთვის, კვარტალურ და წლიურ პერიოდებში. ნაჩვენებია ფინანსური მდგრალობის ოპტიმალური მართვის გზები. სრულიად ახლებური მიდგომებით არის გადაწყვეტილი მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრალობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებისა და მართვის ამოცანა. ეს მეთოდის უნივერსალურ ხასიათს ატა-

რებს და წარმატებით შეიძლება იყოს გამოყენებული ნებისმიერი დარგის საწარმოს ფინანსური მენეჯმენტის წარმართვაში.

ჩატარებული კვლევებით მიღებული შედეგები აპრობირებულია საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის მაგალითზე. ანალიზმა აჩვენა, რომ ენერგოსისტემას ქმედითი ღონისძიებები აქვს გასატარებელი ფინანსური მდგრადობის გასაუმჯობესებლად, ფინანსური მენეჯმენტის სრულყოფისა და მისი თანამედროვე მოთხოვნების დონეზე წარმართვისათვის. ამ საქმეში აუცილებელია ქვეყნის მთავრობის დახმარება, ინვესტირებული კაპიტალის შემოსავლიანობის უზრუნველყოფის (RAB) მეთოდით, ელექტროენერჯის გადაცემის ტარიფის გრძელვადიანი პერიოდისათვის (3–5 წელი) დაგეგმვასა და სემეკში მისი დამტკიცების უზრუნველსაყოფად.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომეტრიკული მოდელირება; ელექტროენერგეტიკის სისტემა; მდგრადობა; მენეჯმენტი; ფულადი ნაკადები.

1. შესავალი

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში ელექტროენერგეტიკული კომპანიების ფინანსური მენეჯმენტის სისტემის ფორმირების თეორიული და მეთოდური პრობლემების დამუშავება სერიოზული პრობლემაა და ამიტომ საფინანსო მეცნიერებაში ეს საკითხი სრულყოფილად არ არის დამუშავებული. საქართველოში ამ პრობლემის კვლევა პრაქტიკულად არ მიმდინარეობს. აღნიშნული პრობლემისადმი მიძღვნილი კვლევების [3,5,9] ანალიზმა აჩვენა, რომ სამეცნიერო შრომებში ელექტროენერგეტიკული კომპანიების ფინანსური მენეჯმენტის სპეციფიკას მსოფლიოში არასაკმარისი ყურადღება ეთმობა. ცნობილი მეცნიერების [5,6,9] მიერ შემოთავაზებული ფინანსური მენეჯმენტის მოდელირების თეორია ზოგად ხასიათს ატარებს. ამ თეორიის კომპანიების ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალურ მოდელირებასა და მართვაში გამოყენება მოითხოვს დიდი მოცულობის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს ჩატარებას.

ამ კვლევების ჩატარების სირთულე იმაში მდგომარეობს, რომ ფინანსური მენეჯმენტის ოპტიმალური რეგულირება საჭიროებს პრობლემის გადაწყვეტისადმი კომპლექსურ მიდგომას. ამ მიმართულებით წინა პლანზე იწვევს გრძელვადიან პერიოდში (3–5 წელიწადი) კომპანიის ფინანსური მდგრადობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა. ამის მიღწევა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ საწარმო-საფინანსო საქმიანობაში გათვალისწინებული იქნება მასზე მოქმედი ყველა შესაძლო ფაქტორი. ღრმა მეცნიერული ანალიზის საფუძველზე მნიშვნელოვანია ამ ფაქტორების დადგენა და გრძელვადიანი პერიოდისათვის მათი პროგნოზირების მაღალი სიზუსტით განხორციელება და პროგნოზული პარამეტრების მაღალკვალიფიციური ექსპერტიზის მეშვეობით დაზუსტდება. ფინანსური მდგრადობის შესანარჩუნებლად აუცილებელია გრძელვადიანი პერიოდისათვის ტარიფების, ინვესტიციების, საწარმოო პროგრამისა და ფინანსური ნაკადების ოპტიმალური დაგეგმვა, ვინაიდან ამ ამოცანების გადაწყვეტა განუსაზღვრელობის ხასიათს ატარებს. კვლევაში გამოყენებული უნდა იყოს რეგრესული ანალიზისა და არამკაფიო ლოგიკის მეთოდები, ნეირონული ქსელები, ეკონომეტრიკული მოდელირება.

ფინანსური თეორიის კონტექსტში [3,5,6,10,11,12, 13,14,15] ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მენეჯმენტის სპეციფიკას მსოფლიოში არასაკმარისი ყურადღება ეთმობა. ცნობილი მეცნიერების [5,6,9] მიერ შემოთავაზებული ფინანსური მენეჯმენტის მოდელირების თეორია ზოგად ხასიათს ატარებს. ამ თეორიის კომპანიების ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალურ მოდელირებასა და მართვაში გამოყენება მოითხოვს დიდი მოცულობის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს ჩატარებას.

ამ კვლევების ჩატარების სირთულე იმაში მდგომარეობს, რომ ფინანსური მენეჯმენტის ოპტიმალური რეგულირება საჭიროებს პრობლემის გადაწყვეტისადმი კომპლექსურ მიდგომას. ამ მიმართულებით წინა პლანზე იწვევს გრძელვადიან პერიოდში (3–5 წელიწადი) კომპანიის ფინანსური მდგრადობის შენარჩუნების უზრუნველყოფა. ამის მიღწევა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ საწარმო-საფინანსო საქმიანობაში გათვალისწინებული იქნება მასზე მოქმედი ყველა შესაძლო ფაქტორი. ღრმა მეცნიერული ანალიზის საფუძველზე მნიშვნელოვანია ამ ფაქტორების დადგენა და გრძელვადიანი პერიოდისათვის მათი პროგნოზირების მაღალი სიზუსტით განხორციელება და პროგნოზული პარამეტრების მაღალკვალიფიციური ექსპერტიზის მეშვეობით დაზუსტდება. ფინანსური მდგრადობის შესანარჩუნებლად აუცილებელია გრძელვადიანი პერიოდისათვის ტარიფების, ინვესტიციების, საწარმოო პროგრამისა და ფინანსური ნაკადების ოპტიმალური დაგეგმვა, ვინაიდან ამ ამოცანების გადაწყვეტა განუსაზღვრელობის ხასიათს ატარებს. კვლევაში გამოყენებული უნდა იყოს რეგრესული ანალიზისა და არამკაფიო ლოგიკის მეთოდები, ნეირონული ქსელები, ეკონომეტრიკული მოდელირება.

ნანსური მდგრადობის მართვა მიზანშეწონილია აიგოს შედეგიანობის მაჩვენებლების შერჩევის, ფინანსურ მდგრადობაზე მოქმედი შიგა და გარე ფაქტორების იდენტიფიკაციის, მათი ურთიერთკავშირისა და პრიორიტეტების გამოყოფით საწარმოს ფინანსური მდგრადობისათვის დამახასიათებელი რაოდენობითი მაჩვენებლების ანალიზისა და ფინანსური მდგრადობის მართვის ეფექტიანობის უზრუნველყოფის საფუძველზე. ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობა მნიშვნელოვანწილად განისაზღვრება ნასესხები კაპიტალის მართვის ეფექტიანობით. კომპანიის განვითარება მხოლოდ საკუთრი რესურსების ჩარჩოებში პრაქტიკულად შეუძლებელია, მისი ფინანსური შესაძლებლობების გასაფართოებლად აუცილებელია ნასესხები რესურსების მოზიდვა; ნასესხები დაფინანსების რესურსების წყაროების შერჩევისა და მისი მოზიდვისთვის კისტრატეგიას განსაზღვრავს საწარმოს საბაზისო ფინანსური ნაკადების ორგანიზაციის მექანიზმები და საბაზრო პრინციპები. ნასესხები კაპიტალის ფორმირების ეფექტიანი და მოქნილი მართვა ხელს უწყობს საწარმოს ოპტიმალური ფინანსური სტრუქტურის შექმნას და უზრუნველყოფს კომპანიის ფინანსურ მდგრადობას.

მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერები [4,5,6,8,10] საწარმოს ფინანსური მდგრადობის მართვისადმი რესურსულ-მმართველობით მიდგომაში გამოყოფენ ნასესხები საშუალებების ეფექტიანობის დამოკიდებულებას ორგანიზაციის მართვის ხარისხთან, რაც საშუალებას იძლევა ფორმირებული იყოს ნასესხები კაპიტალის მართვის ეფექტიანობა.

ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობის მართვის სრულყოფილად წარმართვისათვის აუცილებელია მისი განმსაზღვრელი ფაქტორების საფინანსო-სამეცნიერო ოპე-

რაციების ისეთი სახით წარმართვა, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ფულადი ნაკადების შემოდინება-გადინების დადებითი ბალანსი, კომპანიის კაპიტალის სტრუქტურის ოპტიმიზაცია, კაპიტალის საშუალოშეწონილი შემოსავლიანობის, ფინანსური ბერკეტის ლიკვიდურობის და კომპანიის გადახდისუნარიანობის დასაშვებ ნორმებში შენარჩუნება, ფულადი საშუალებების ხარჯვის შედეგიანობა და ეფექტიანობის მეცნიერული ანალიზი. კომპანიის ფინანსური მდგრადობის მართვასა და საქმიანობაში შემოთავაზებული დონისძიებების გატარება საშუალებას იძლევა, მეცნიერული კვლევის საფუძველზე, შესრულდეს ფინანსური მდგრადობის კომპლექსური შეფასება; გაიზომოს საფინანსო საქმიანობის შედეგები და მიღწეული შედეგების მიხედვით დაიგეგმოს კომპანიის მუშაობა; განისაზღვროს მისი მდგრადი ფინანსური განვითარების ზღურბლის პროგნოზული სიდიდეების რაოდენობრივი კრიტერიუმები და განხორციელდეს მათი ჩართვა კომპანიის საფინანსო საქმიანობის დაგეგმვის სისტემაში.

ძირითადი ნაწილი

გრძელვადიან პერიოდში ელექტროენერგეტიკული კომპანიის გამართული მუშაობისათვის უნდა განხორციელდეს ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალური მართვა. აღნიშნულის მიღწევა შესაძლებელია ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებით. ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელის ფორმირების ოპტიმალურ კრიტერიუმს საფუძველად უნდა დაედოს, კომპანიის საინვესტიციო, საწარმოო და ენერგოდაზოგვითი ფაქტორების გათვალისწინებით, გრძელვადიანი პერიოდისათვის (3–4 წელი) ოპტიმალურად დაგეგმილი ტარიფის მაჩვენებლებით შეზღუდვის

პირობებში, ფულადი ნაკადების დაგეგმვის, ორგანიზაციისა და მართვის ისეთი სახით განხორციელება, რათა უზრუნველყოფილი იყოს საწარმოს ფინანსური მდგრადობის და ფუნქციონირების საიმედოობა.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობის მართვის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელის ფორმირების კრიტერიუმში შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს:

ინვესტირებული კაპიტალის შემოსავლიანობის მეთოდით (RAB) გრძელვადიან პერიოდში (3–5 წელი) ოპტიმალურად დაგეგმილი ტარიფის სიდიდის, ფინანსური მდგრადობის მახასიათებლების საერთო გადახდისუნარიანობის, კრედიტზე პროცენტის დაფარვის, საერთო ლიკვიდურობის, მდგრადი ზრდის კოეფიციენტის, ინვესტირებული კაპიტალის რენტაბელურობის დასაშ-

ვები ნორმებით შეზღუდვის პირობებში უზრუნველყოფილი იყოს ფულადი ნაკადების დადებითი სალდო. შესაბამისად, ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობის ანგარიშის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელი მიიღებს სახეს:

- მიზნობრივი ფუნქცია

$$f(t) = \sum_{i=1}^t [\varphi(t)_{i_{შეშ}} - \varphi(t)_{i_{გად}}] > 0 \rightarrow \max. \quad (1)$$

ფორმულა აღნიშნავს ფულადი ნაკადების შემოდინება-გადინების სალდოს ანუ აქტიურ ბალანსურ ეფექტს, სადაც $\sum_{i=1}^t \varphi(t)_{i_{შეშ}}$ არის ფულადი ნაკადების შემოდინების ჯამური სიდიდე t დროის განმავლობაში; $\sum_{i=1}^t \varphi(t)_{i_{გად}}$ – ფულადი ნაკადების გადინების ჯამური სიდიდე t დროის განმავლობაში.

- შეზღუდვების სისტემა

საერთო გადახდისუნარიანობის კოეფიციენტი, $K_{i_{გად}} = \frac{ZC_i}{OA_i} \leq 0.3;$

საერთო ლიკვიდურობის კოეფიციენტი, $K_{i_{ლიკ}} = \frac{TA_i}{TP_i} \geq 2;$

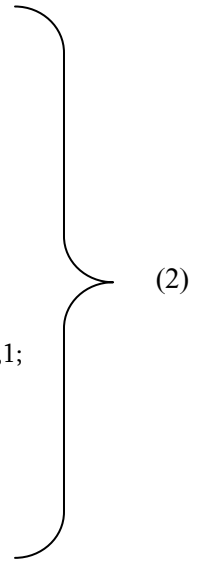
კრედიტზე პროცენტის დაფარვის კოეფიციენტი, $K_{i_{პროც}} = \frac{OP_i}{B_i} \geq 1,3+2;$

აქტივების რენტაბელურობა, $K_{i_{რენტ}} = \frac{(NP_{i+P_i})x(1-HP)}{OA_i} > 0;$

ინვესტირებული კაპიტალის რენტაბელურობა, $K_{i_{რენტ}} = \frac{(NP_{i+P_i})x(1-HP)}{IK_i} > 0,1;$

მდგრადი ზრდის კოეფიციენტი, $K_{i_{ზრდ}} = \frac{NP_i - D}{AK_i} > 0;$

გრძელვადიანი პერიოდისათვის ინვესტირებული კაპიტალის შემოსავლიანობის მეთოდის საფუძველზე დაგეგმილი ტარიფი, $T_{გგ}$ თეთრი/კვტ.სთ;



(2)

სადაც ZC_i არის i ბიჯზე ჯამური ვალის მოცულობა, ათასი ლარი; OA_i – i ბიჯზე აქტივების ჯამური ღირებულება, ათასი ლარი; TA_i – i ბიჯზე აქტივების ღირებულება, ათასი ლარი; TP_i – i ბიჯზე პასივების ღირებულება, ათასი ლარი; OP_i – i ბიჯზე კრედიტების პროცენტების გადახდამდე ოპერაციული მოგება, ათასი ლარი; B_i – i ბიჯზე კრედიტზე გადასახდელი პროცენტების თანხის მოცულობა, ათასი ლარი; NP_i – i ბიჯზე წმინდა მოგება, ათასი ლარი; P_i – i ბიჯზე პროცენტი კრედიტზე, ათასი ლარი; HP_i – i ბიჯზე მოგების გადასახადის ნორმა, ათასი ლარი; IK_i – i ბიჯზე ინვესტირებული კაპიტალის მოცულობა, ათასი ლარი; AK_i – i ბიჯზე საწყისი აქციონერული კაპიტალის მოცულობა, ათასი ლარი.

(1) ფორმულაში ფულადი ნაკადების მაფორმირებელი მაჩვენებლების ჩასმით მივიღებთ:

$$\sum_{i=1}^t [\varphi(t)_{i\text{გაფ}}] = \sum_{i=1}^t (Q_i + L_i + Bt_i + CK_i + 3K_i) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^t [\varphi(t)_{i\text{გაფ}}] = \sum_{i=1}^t (OP_i + Y_i + PK_i + H_i + B_i + D_i); \quad (4)$$

$$F(t) = \sum_{i=1}^t (Q_i + L_i + Bt_i + CK_i + 3K_i) \times (OP_i + Y_i + PK_i + H_i + B_i + D_i) > 0 \rightarrow \max, \quad (5)$$

სადაც Q_i არის i ბიჯზე პროდუქციის (მომსახურების) რეალიზაციიდან ამონაგები (ათასი ლარი) და განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Q_i = W_i T_{nt}, \quad (6)$$

სადაც W_i არის რეალიზებული პროდუქციის (მომსახურების) მოცულობა, კვტ.სთ; T_{nt} – პროდუქციის (მომსახურების) გეგმური ტარიფი, ლარი/კვ.სთ; L_i – i ბიჯზე ხედმეტი აქტივების რეალიზაციიდან შემოსავალი, ათასი ლარი; B_i – i

ბიჯზე რეალიზაციის გარეშე მიღებული შემოსავალი, ათასი ლარი; CK_i – i ბიჯზე აქციონერული (საკუთარი) კაპიტალის შემოდინება, ათასი ლარი; $3K_i$ – i ბიჯზე სესხის მოცულობა, ათასი ლარი; OP_i – i ბიჯზე საოპერაციო ხარჯების მოცულობა, ათასი ლარი; Y_i – i ბიჯზე დანახარჯები მუდმივი და ცვლადი აქტივების შექმნაზე, ინვესტიციები, ათასი ლარი; PK_i – i ბიჯზე სესხის პროცენტის მოცულობა, ათასი ლარი; H_i – i ბიჯზე გადასახადების მოცულობა, ათასი ლარი; BK_i – i ბიჯზე ვალის გადასახადის მოცულობა, ათასი ლარი; D_i – i ბიჯზე დივიდენდების გადახდის მოცულობა, ათასი ლარი.

ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებისა და მართვის შემოთავაზებული მეთოდის პრაქტიკული რეალიზაცია მსხვილ ელექტროენერგეტიკულ კომპანიებს საშუალებას აძლევს ფინანსური მდგრადობის მართვა განახორციელონ საქმიანობის ყოველ ბიჯზე. მიზანშეწონილია ეს პროცესი მოიცავდეს თვეს, კვარტალს, წელიწადს. ამ ამოცანის მოთხოვნილ დონეზე გადასაწყვეტად კომპანიას უნდა ჰქონდეს ფინანსური მდგრადობის განსაზღვრისთვის აუცილებელი საწყისი ინფორმაციის მომზადების მწყობრი სისტემა. არსებული პრობლემების გადასაჭრელად, ფულადი ნაკადების ყველა ტიპის (სახის) შემოდინება-გადინების სალდოს დასახასიათებლად, მოცემულ და წინსწრებ ბიჯებზე ასეთი ინფორმაციის არსებობა საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნეს ეფექტური მმართველობითი გადაწყვეტილებები კომპანიის ფინანსური მდგრადობის შესანარჩუნებლად და ასამაღლებლად.

მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებისა და მართვის შემოთავაზებული მეთოდის პრაქტიკაში აპრობაციის

მიზნით გაანალიზებულ იქნა საქართველოს (წწ.) ფინანსური მაჩვენებლები [1,2]. ანალიზის ელექტროენერგეტიკული სისტემის (2005–2014) შედეგები მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის ფინანსური მაჩვენებლები (2005–2014 წწ.)

წლები	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
დასახელება	ათასი ლარი									
შემოსავლები	72 559	57 409	47 297	46 651	42 872	50 085	54 952	54 154	61 337	86 210
გრძელვადიანი აქტივები	82 135	96 530	114 255	158 294	336 721	511 628	706 301	997 982	957 538	1 008 553
მიმდინარე აქტივები	17 629	23 785	32 113	48 907	36 132	59 119	141 909	46 317	65 732	69 838
სულ აქტივები	99 764	120 315	146 368	207 201	372 853	570 747	848 210	1 024 359	1 023 270	1 078 391
კაპიტალი	130 275	-106 342	-75 268	17 858	171 006	209 236	293 080	282 437	219 806	259 842
გრძელვადიანი ვალდებულებები	200 797	209 966	199 449	159 541	177 259	326 449	410 832	620 187	712 835	686 584
მიმდინარე ვალდებულებები	7 765	16 691	22 187	29 802	24 588	35 062	144 298	121 735	90 629	131 965
სულ ვალდებულებები	208 562	226 657	221 636	189 343	201 847	361 511	555 130	741 922	803 464	818 549
სულ ვალდებულებები და კაპიტალი	99 764	120 315	146 368	207 201	372 853	570 747	848 210	1 024 359	1 023 270	1 896 940
მთლიანი ამონაგები საოპერაციო საქმიანობიდან	72 559	57 409	52 540	5 347	83 918	62 097	59 321	60 171	75 413	76 535
მოგება/ზარალი მოგების გადასახადით დაბეგრამდე	-22 582	1 912	28 868	30 576	-41 742	526	24 605	-14 553	-57 525	3 654
საერთო მოგება/ზარალი მოცემული წლისთვის	-35 667	-4 421	27 548	27 763	99 462	3 812	19 275	-10 862	-63 035	3 572
გადახდილი პროცენტი	1 716	2 262	1 716	3 154	4 873	5 597	5 356	4 694	4 182	-9 689
სესხების ანგარიშსწორება	0	1 729	3 885	5 476	24	3 701	0	8 298	8 582	-24 448

1-ელ ცხრილში ასახული ფინანსური მაჩვენებლების მიხედვით განისაზღვრა ფინანსური მდგრადობის მახასიათებლები. ანგარიშის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის ფინანსური მდგრადობის

მაჩვენებლები (2005–2014 წწ.)

#	დასახელება	წლები									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1.	საერთო ლიკვიდურობის კოეფიციენტი	2,27	1,43	1,45	1,64	1,47	1,69	0,98	0,38	0,73	0,64
2.	საერთო გადახდისუნარიანობის კოეფიციენტი	2,09	1,88	1,51	0,91	0,54	0,63	0,65	0,72	0,79	0,80
3.	პროცენტის დაფარვის კოეფიციენტი	-12,16	1,85	17,82	10,69	-7,57	1,09	5,59	-2,10	-12,76	0,28
4.	საინვესტიციო კაპიტალის რენტაბელურობა ROI	-0,40	-0,09	0,26	0,13	0,55	0,03	0,05	-0,01	-0,24	0,07
5.	ROA- აქტივების რენტაბელურობა	-0,36	-0,04	0,19	0,13	0,27	0,01	0,02	-0,01	-0,06	0,003
6.	SGR- მდგრადი ზრდის კოეფიციენტი	0,273782	0,041573	-0,365999	1,554653	0,581629	0,018219	0,065767	-0,038458	-0,286776	0,013747

ამ ცხრილის მონაცემებით, პროგნოზირების ავტორეგრესული მოდელით, ჩატარდა მდგრადობის მაჩვენებლის გრძელვადიანი პროგნოზირება.

მსხვილი ენერგოენერგეტიკული კომპანიის მდგრადობის პროგნოზირების ავტორეგრესულ განტოლებას ექნება სახე:

$$Y=ay^{-1}+by^{-2}+c, \quad (7)$$

სადაც a , b არის რეგრესიის კოეფიციენტები, რომლებიც გვიჩვენებს შესაბამისი ფაქტორის გავლენის ხარისხს საპროგნოზო მაჩვენებელზე.

სხვა ფაქტორების ფიქსირებული მნიშვნელობის დრო;

y^{-1} – ფინანსური მდგრადობის წინა წლის მაჩვენებელი; y^{-2} – ფინანსური მდგრადობის 2 წლის წინა პერიოდის მაჩვენებელი; C – თავისუფალი წევრი.

(7) განტოლების მეშვეობით და უმცირეს კვადრატთა მეთოდით, მე-2 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე, ჩატარდა ფინანსური მდგრადობის მაჩვენებლების გრძელვადიანი პროგნოზირება. ანგარიშის შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის ფინანსური მდგრალობის პროგნოზული მაჩვენებლები (2012–2020 წწ.)

მუდმივი სიდიდე A=0.71, B=-0.04, C=0.34	საერთო ლიკვიდურობის კოეფიციენტი								
	პროგნოზის განტოლება $Y=0.71*y^{-1}+(-0.04)*y^{-2}+0.34$								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
პროგნოზული მაჩვენებელი	0,38	0,73	0,53	0,64	0,55	0,61	0,55	0,58	0,55
მუდმივი სიდიდე A=1.06, B=-0.45, C=0.31	საერთო გადახდისუნარიანობის კოეფიციენტი								
	პროგნოზის განტოლება $Y=1.06*y^{-1}+(-0.45)*y^{-2}+0.31$								
	პროგნოზული მაჩვენებელი	0,72	0,79	0,759047	0,804131	0,751348	0,809185	0,735386	0,8176745
მუდმივი სიდიდე A=0.32, B=-0.76, C=2.46	პროცენტის დაფარვის კოეფიციენტი								
	პროგნოზის განტოლება $Y=0.32*y^{-1}+(-0.75)*y^{-2}+2.46$								
	პროგნოზული მაჩვენებელი	-2,10	-12,76	0,62	0,28	12,50	2,18	6,18	-6,31
მუდმივი სიდიდე A=-0.06, B=-0.23, C=0.33	საინვესტიციო კაპიტალის რენტაბელურობა								
	პროგნოზის განტოლება $Y=-0.06*y^{-1}+(-0.23)*y^{-2}+0.33$								
	პროგნოზული მაჩვენებელი	-0,04	-0,29	0,011	0,069	0,098	0,097	0,099	0,098
მუდმივი სიდიდე A=0.33, B=-0.199 C=0.053	ROA-აქტივების რენტაბელურობა (5%<კარგია)								
	პროგნოზის განტოლება $Y=0.33*y^{-1}+(-0.199*y^{-2})+0.053$								
	პროგნოზული მაჩვენებელი	0,020	0,017	0,014	0,035	0,330	-0,200	0,023	-0,097
მუდმივი სიდიდე A=0.006, B= -0.25 C=0.26	SGR-მდგრადი ზრდის კოეფიციენტი								
	პროგნოზის განტოლება $Y=0.006*y^{-1}+(-0.25*y^{-2})+0.26$								
	პროგნოზული მაჩვენებელი	-0,03846	-0,28678	0,01375	0,26753	0,00267	-0,25109	0,00143	0,26619

ცალკე ანალიზს დაექვემდებარა საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ფულადი ნაკადების სადღოს ფორმირების პრობლემა. ამ მიზნით შესწავლილ იქნა 2012–2014 წლებში ელექტროენერგეტიკული სისტემის აუდიტორული შედეგების შედეგები [1, 2]. შესაბამისად, ჩამოყალიბდა ფულადი ნაკადების (შემოდინება-გაღი-ნების) საწყისი ინფორმაცია მე-4 ცხრილის სახით.

ტროენერგეტიკული სისტემის აუდიტორული შედეგების შედეგები [1, 2]. შესაბამისად, ჩამოყალიბდა ფულადი ნაკადების (შემოდინება-გაღი-ნების) საწყისი ინფორმაცია მე-4 ცხრილის სახით.

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის ფულადი ნაკადების მოძრაობა (2012–2014 წწ.)

ფულადი ნაკადების სახეები	წლები		
	2012	2013	2014
ფულადი ნაკადები საოპერაციო საქმიანობიდან			
მოგება/(ზარალი) მოგების	(10741)	(57525)	3654
კორექტირება:			
ცვეთა და ამორტიზაცია	32409	33096	51122
ძირითადი საშუალებების გასხვისებიდან წარმოშობილი ზარალი, წმინდა	1918	1827	2529
წმინდა ფინანსური (შემოსავალი)/ხარჯები	(528)	61455	(5280)
შემოსავალი გრანტების ამორტიზაციიდან	(3812)	(528)	(3357)
ცვლილებები:			
მარაგები	1591	(3320)	320
სავაჭრო და სხვა მოთხოვნები	(25842)	7060	1615

გრანტები	(3024)	2234	13417
აენსები	(5465)	803	(8110)
სხვა საგადასახადო ვალდებულებები	43924	(504)	(54)
საფაქრო და სხვა ვალდებულებები	-	(624)	10320
შეზღუდული ფულადი სახსრები	-	960	2397
ფულადი ნაკადები პროცენტის გადახდამდე განხორციელებული ოპერაციებიდან	44064	44934	68573
გადახდილი პროცენტი	(9689)	(4182)	(4694)
წმინდა ფულადი სახსრები საოპერაციო საქმიანობიდან	58884	40752	39370
ფულადი ნაკადები საინვესტიციო საქმიანობიდან:			
მიღებული პროცენტები	7233	3302	2709
შემოსავალი ძირითადი საშუალებების რეალიზაციიდან	-	-	595
ძირითადი საშუალებების და არამატერიალური აქტივების შექმნა	(258902)	(90434)	(72804)
საინვესტიციო საქმიანობაში გამოყენებული წმინდა ფულადი სახსრები	(251670)	(87132)	(69500)
ფულადი ნაკადი ფინანსური საქმიანობიდან:			
შემოსავლები სესხებიდან	156840	67840	38750
რესტრუქტურისებული ვალდებულებების ანგარიშსწორება	(3232)	(2922)	(5431)
სესხების ანგარიშსწორება	(8298)	(8582)	(24448)
წმინდა ფულადი სახსრები ფინანსური საქმიანობიდან	145310	55797	8871
წმინდა (შემცირება)/ზრდა ფულად სახსრებში და მათი ეკვივალენტი	(66990)	9417	(1745)
ზრდა წმინდა ფულად სახსრებში და მათი ეკვივალენტი 1 იანვრის მდგომარეობით	89764	21878	32914
სავალუტო კურსის მერყეობის ეფექტი ფულად სახსრებსა და მათ ეკვივალენტებზე	(896)	1619	(42)

მე-4 ცხრილში ასახული მონაცემების და რიში და მისი გრძელვადიანი პროგნოზირება. კომპიუტერული პროგრამა excel-ის მეშვეობით ჩატარებული კვლევის შედეგები მოცემული მე-5 შესრულდა ფულადი ნაკადების სალდოს ანგა- ცხრილში.

ცხრილი 5

ფულადი ნაკადების სალდოს საპროგნოზო მაჩვენებლები (2012–2020 წწ.)

დასახელება	წლები								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
მუდმივი სიდიდე A=0.21, B=0.04 C=24425.74	ფულადი ნაკადების სალდო								
	<i>პროგნოზის განტოლება Y=0.21*y⁻¹+0.04*y⁻²+24425.74</i>								
ფულადი ნაკადების სალდოს საპროგნოზო მაჩვენებელი, ათასი ლარი	21878,00	32914	31127	32165	32262	32402	32466	32499	32518

მე-5 ცხრილში ასახული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ელექტროენერგეტიკულ სისტემას მუდმივად შენარჩუნებული აქვს ფულადი ნაკადების დადებითი სალდო, თუმცა ეს შედეგი მიღწეულია ნასესხები კაპიტალით და არა ეკონომიკური საქ-

მიანობის გაუმჯობესებით. საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ფინანსური მდგრალობისა და მართვის შემოთავაზებული მეთოდით მიღებული შედეგები მოცემულია შემავსებელ მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის ფინანსური მდგრალობის შეფასების შედეგებითი მაჩვენებლები

წლები	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
საერთო ლიკვიდურობის კოეფიციენტი									
პრაქტიკით აპრობირებული ნორმა (X)	$K_{საერთო} \geq 2$								
პროგნოზული მაჩვენებელი X	0,38	0,73	0,53	0,64	0,55	0,61	0,55	0,58	0,55
საერთო გადახდისუნარიანობის კოეფიციენტი									
პრაქტიკით აპრობირებული ნორმა (X)	$K_{საერთო} \leq 0.3$								
პროგნოზული მაჩვენებელი X	0,72	0,79	0,759047	0,804131	0,751348	0,809185	0,735386	0,8176745	0,7166756
პროცენტის დაფარვის კოეფიციენტი									
პრაქტიკით აპრობირებული ნორმა (X)	$K_{პროც} 1,3+2$								
პროგნოზული მაჩვენებელი X	-2,10	-12,76	0,62	0,28	12,50	2,18	6,18	-6,31	2,79
საინვესტიციო კაპიტალის რენტაბელურობა									
პრაქტიკით აპრობირებული ნორმა (X)	$K_{საინვესტი} > 0,1$								
პროგნოზული მაჩვენებელი X	-0,04	-0,29	0,011	0,069	0,098	0,097	0,099	0,098	0,098
ROA-აქტივების რენტაბელურობა(5%<კარგია)									
პრაქტიკით აპრობირებული ნორმა (X)	$K_{კარგია} > 0$								
პროგნოზული მაჩვენებელი X	0,020	0,017	0,014	0,035	0,330	-0,200	0,023	-0,097	0,321
SGR- მდგრადი ზრდის კოეფიციენტი									
პრაქტიკით აპრობირებული ნორმა (X)	$K_{მდგრად} > 0$								
პროგნოზული მაჩვენებელი X	-0,03846	-0,28678	0,01375	0,26753	0,00267	-0,25109	0,00143	0,26619	0,00195
Cashflo –ფულადი ნაკადები									
მდგრადობის კრიტერიუმის მოთხოვნა	$f(t) > 0 \rightarrow max$								
პროგნოზული რეალური მაჩვენებელი ('000 ლრი)	21878	32914	31127	32165	32262	32402	32466	32499	32518

მე-6 ცხრილში მოცემული ფინანსური მდგრალობის შესახებ მონაცემების შედეგებითი ანალიზი ნათლად გვიჩვენებს, რომ საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ფინანსური მდგრალობის მაჩვენებლები სრულად ვერ პასუხობს წაყენებულ მოთხოვნებს და მკვეთრად ჩამორჩება პრაქტიკით დადგენილ ნორმებს.

დასკვნა

1. შემუშავებულია მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრალობის მართვის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებისა და მართვის ერთიანი მეთოდოლოგია, რომელიც უნივერსალურ ხასიათს ატარებს. მისი გამოყენება შესაძლებელია ნებისმიერი დარგის საწარმოში;

2. მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობის შეფასების ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებისა და მართვის შემოთავაზებული მეთოდის პრაქტიკაში დანერგვა საშუალებას იძლევა საწარმოში ჩამოყალიბდეს ფინანსური მენეჯმენტის მწიბორი სისტემა. სპეციალური კომპიუტერული პროგრამის მეშვეობით, დროის ნებისმიერ მომენტში, გადაწყვეტილების მიმღებმა პირმა უნდა მიიღოს ოპერატიული ინფორმაცია ფინანსური მდგრადობის შესახებ და გაატაროს დროული და ეფექტური ღონისძიებები წამოჭრილი პრობლემების უმოკლეს დროში აღმოსაფხვრელად;

3. ზემოთ მითითებული მსხვილი ელექტროენერგეტიკული კომპანიის ფინანსური მდგრადობის ოპტიმალური ეკონომეტრიკული მოდელირებისა

და მართვის მეთოდის აპრობირებულ იქნა საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის მაგალითზე. ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ორგანიზაციამ გადამჭრელი ზომები უნდა გაატაროს ფინანსური მდგრადობის ასამაღლებლად, რაშიც სახელმწიფოს მხრიდან დროული დახმარება დასჭირდება;

4. სისტემაში გაიზარდა ორგანიზაციის ვალდებულებები, რომელთა მოცულობამ 2014 წელს 818,549 მილიონი ლარი შეადგინა. სულ ვალდებულებამ და კაპიტალმა ჯამში 1078,491 მილიონ ლარს მიაღწია. ამჟამად მოქმედი ტარიფის პირობებში კომპანიას არ შეუძლია პრობლემების დამოუკიდებლად, სახელმწიფოს დახმარების გარეშე გადაწყვეტა.

ლიტერატურა

1. Georgian State Elctrosystem annual report 2005-2014. <http://www.gse.com.ge/new/?cat=7> (In English).
2. Georgian State Elctrosystem annual audit reports 2005- 2014 <http://www.gse.com.ge/new/?cat=7> (In English).
3. Jackson M. The Financial Modeling in Excelence and VBA. Moscow, magazine "diagnostics" №6 2006.
4. Grachev A.V. Analysis of the Financial and Economic Condition of the Enterprise in Modern Conditions. magazine " Management in Russia and Abroad." 2005 №3 (In Russian).
5. Grachev. A.V. Methods of Dynamic Assessment of Financial Stability of the Company. Magazine, "Auditing and Financial Analysis" №5 2012. (In Russian).
6. Usachev E.V. Methodological Problems of Assessing the Financial Stability of Modern Russia. "Journal of Russian Entrepreneurship" №6 2010. (In Russian).
7. Leonova E. Al., Enterprise Financial Stability and the Direction of its Increase. Abstract of Dissertation for the Degree of Candidate of Economic Sciences. Moscow 2012. (In Russian).
8. Voronov T.A. Lyapunov S.I. Popov V.A. Business Forms and Budgeting Cash Flow. Magazine, "Finance and Statistics", 2003. (In Russian).
9. Hams R.I. Financial Sustainability of Energy Companies. Publishing, Polytech 2005. (In English).
10. Sokolov Y.A. Okryakov RV, beam A.S. Managing Financial Stability Company (Edited by V.R. Okorokova) - SPB Publishing "Nestor" 2005. (In Russian).
11. M.I. Rimer, V.D. Kasatonov, M.N. Matienko, Economic Evaluation of Investments. 2 Edition - SPB "Peter." 2007. (In Russian).
12. Fonseka, Mohan; Tian, Gaoloang, The Most Appropriate Sustainable Growth Rate (SGR) Model for Managers and Researchers, American Accounting Association 2011. (In English).
13. Weston, J. Fred and Eugene F. Brigham, Managerial Finance 2010. (In English).
14. Richard Brealey; Stewart Myers; Franklin Allen, Principles of Corporate Finance 2013. (In English).
15. Allan M. Malz, Financial Management 2015. (In English).

UDC 621.397.2

SCOPUS CODE 2001

OPTIMAL ECONOMETRICAL MODELLING AND MANAGEMENT OF FINANCIAL SUSTAINABILITY AT THE MAJOR ELECTRIC POWER PROCESSING INSTITUTION

- D. Japaridze** Department of power engineering, electronics and electromechanics, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: d.japaridze@gtu.ge
- Z. Jakeli-Khundadze** Department of power engineering, electronics and electromechanics, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: zurakhundadze@yahoo.com
- A. Ioseliani** Department of power engineering, electronics and electromechanics, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: ani.ioseliani@gmail.com

Reviewers:

N. Samsonia, professor, Department of power engineering, electronics and electromechanics, faculty of power engineering and telecommunication, GTU

E-mail: nanasamsonia@mail.ru

L. Bochorishvili, professor, Department of power engineering, electronics and electromechanics, faculty of power engineering and telecommunication, GTU

E-mail: lalibochorishvili@yahoo.com

ABSTRACT: There is outlined the scientific substantiation of optimal modelling in terms of financial sustainability at the major electric power processing institution. The analysis has been conducted on the grounds of international experience in management and financial sustainability. According to the outcomes of the research, the optimal econometrical criterion for assessment of the financial sustainability has been generated. The criterion function is to provide maximization of the positive cash flows balance monthly, quarterly and yearly in terms of the commonly accepted boundaries of the financial stability indicators. The article outlines optimal ways of the financial sustainability as well as it illustrates innovative approaches of optimal econometrical modelling and major management methodology to be used at the electric power processing institution. This methodology implies universal function, that could be implemented at financial management of any institution.

The outcomes received from the research are based on the example of Georgian State Electrosystem. According to the research, Georgian State Electrosystem has to undertake major event for improvement of the financial sustainability, as well as being up to date with the challenges of the modern environment. In order to improve the current state, it is necessary to involve the country government, as well as provide long term (3-5 years) electricity transportation tariff according to RAB method, Venture capital entry.

KEY WORDS: cash flows; econometrical modelling; electric power system; management; sustainability.

UDC 621.397.2

SCOPUS CODE 2001

АДАПТИВНОЕ ЭНТРОПИЙНОЕ КОДИРОВАНИЕ МАССИВА ГЛАВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИСКРЕТНОГО КОСИНУСНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

- Джапаридзе Д.А.** Департамент электроэнергетики и электромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: d.japaridze@gtu.ge
- Джакели-Хундадзе З.Н.** Департамент электроэнергетики и электромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: zurakhundadze@yahoo.com
- Иоселиани А.М.** Департамент электроэнергетики и электромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: ani.ioseliani@gmail.com

Рецензенты:

Н. Самсония, профессор Департамента электроэнергетики и электромеханики факультета энергетики и телекоммуникаций ГТУ

E-mail: nanasamsonia@mail.ru

Л. Богоришвили, профессор Департамента электроэнергетики и электромеханики факультета энергетики и телекоммуникаций ГТУ

E-mail: lalibochorishvili@yahoo.com

АННОТАЦИЯ: На основе анализа мирового опыта оценки финансовой устойчивости и управления, научно обоснована актуальность решения на уровне современных требований задачи оптимального эконометрического моделирования и управления финансовой устойчивостью крупных электроэнергетических компаний.

Исходя из результатов исследований, разработан критерий оценки оптимального моделирования финансовой устойчивости. Критерий носит комплексный характер. Основное критериальное требование заключается в том, что на практике в условиях ограничения апробированными нормами показателей финансовой устойчивости, будет достигнуто максимальное положительное сальдо денежных потоков и их соблюдение в ежемесячный, кварталный и годовой периоды. Совершенно новым подходом решена задача оптимального эконометрического моделирования и управления финансовой устойчивостью крупных электроэнергетических компаний. Предложенная методика носит универсальный характер и её успешно можно использовать в осуществлении финансового менеджмента на предприятиях любой отрасли производства. Полученные результаты апробированы на примере электроэнергетической системы Грузии. Анализ показал, что в указанной системе должны быть приняты действенные меры для улучшения финансовой устойчивости и совершенствования финансового менеджмента. Для решения этой задачи необходимо планирование тарифа на передачу электроэнергии по методу обеспечения доходности инвестированного капитала (RAB) на долгосрочный период (3-5) лет.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: денежный поток; менеджмент; устойчивость; эконометрическое моделирование; электроэнергетическая система.

UDC 621.1

SCOPUS CODE 2105

საქართველოს ენერგეტიკის სექტორის ბიზნესის ტრადიციული გზით განვითარების (BAU) სცენარი

- გ. არაბიძე** თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: giagiorgi@hotmail.com
- ი. ფხალაძე** თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: ipkhaladze@yahoo.com

რეცენზენტები:

გ. გინეიშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: gogigin@yahoo.com

ვ. მუსელიანი, შპს „ინჟინერი 2008“, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: v.museliani@gmail.com

ანოტაცია: ბიზნესის ტრადიციული გზით განვითარების სცენარის მიხედვით არის შეფასებული საქართველოში ენერგოსისტემის განვითარებაზე სხვადასხვა პოლიტიკისა თუ პროგრამის ზეგავლენა. 2030 წლისათვის პირველადი ენერჯის მოხმარების მანვერებელი მიაღწევს 7189 ათას ტნე-ს ანუ იქნება 72.2%-იანი ზრდა 2012 წელთან შედარებით. ზრდის მესამედი მოვა ბუნებრივ გაზზე. 2015–2030 წწ. ქვეყანამ უნდა მიიღოს დამატებითი სიმძლავრეები, კერძოდ 2601 მგვტ ჰიდროელექტროსადგურებიდან, 50 მგვტ ქარის ელექტროსადგურებიდან, 160 და 230 მგვტ ნახშირსა და გაზზე მომუშავე თბოელექტროსადგურებიდან. ახალი, 3 041 მგვტ ელექტ-

როგენერაციის სიმძლავრე საერთო ჯამში 3 831 მლნ ვეროს ინვესტიციას მოითხოვს. ამ ინვესტიციების უდიდეს ნაწილს კერძო სექტორი განახორციელებს, საყოფაცხოვრებო სექტორის ჩათვლით. 2030 წლისთვის, საბაზისო სცენარით, საწვავით მომარაგების ხარჯებიც მნიშვნელოვნად გაიზრდება, რაც განპირობებული იქნება მზარდი მოთხოვნითა და ფასებით, დღეს არსებული, წელიწადში 1 167 მლნ ევროდან 2 180 მლნ ევრომდე, რაც მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენს ქვეყნის საგარეო ვაჭრობის ბალანსზე.

საბაზისო სცენარით, ელექტროსადგურების დადგმული სიმძლავრე მიაღწევს 5731 მგვტ დაშვების თანახმად, 2018 წლიდან გამოთქმავებული ელექტროენერჯის 25–35% ექსპორტზე გავა.

საკვანძო სიტყვები: ბიზნესის ტრადიციული გზით განვითარების სცენარი; ენერჯის ინტენსიურობა; ინვესტიციები; ნახშირბადის ემისია; პირველადი ენერჯია.

შესავალი

საქართველოში ენერჯოსისტემის განვითარებაზე სხვადასხვა პოლიტიკისა თუ პროგრამის ზეგავლენის შესაფასებლად შემუშავდა ე.წ. ბიზნესის ტრადიციული გზით განვითარების სცენარი, რომელშიც გათვალისწინებულია ეროვნული ენერჯოსისტემის სპეციფიკური მახასიათებლები, როგორცაა არსებული ტექნოლოგიები, ადგილობრივ რესურსებზე ხელმისაწვდომობა, იმპორტის შესაძლებლობები და ახლო მომავალში პოლიტიკის კუთხით განსახორციელებელი ცვლილებები. საბაზისო სცენარის გამოყენებით შესაძლებელია ენერჯის მოხმარებასა და ნახშირბადის ემისიასთან დაკავშირებული

საბაზისო გათვლების ჩატარება, რომელთა მიმართაც მომავალში უნდა მოხდეს დაბალემისიან განვითარებასთან დაკავშირებული დასახული მაჩვენებლების მიღწევა.

პროგნოზის თანახმად, 2030 წლისათვის პირველადი ენერჯის მოხმარების მაჩვენებელი მიაღწევს 7189 ათას ტნე-ს, რაც ნიშნავს, რომ 2012 წელს არსებულ დონესთან შედარებით 72,2%-იანი ზრდა იქნება მაშინ, როცა მზარდი მშპ და მოსახლეობის მიერ ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა 2030 წლისთვის გამოიწვევს ენერჯიაზე მოთხოვნის ზრდას, ენერჯის ინტენსიურობა მთლიანი შიგა პროდუქტის (მშპ) ერთეულზე 2012 წელს დაფიქსირებულზე ბევრად უფრო დაბალი იქნება (რადგან ეკონომიკა უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე ენერჯომოხმარება) და 2030 წლისთვის მიაღწევს 0,21 ტნე-ს ათას ევროზე, რაც დაახლოებით 24,4%-ით ნაკლებია 2012 წლის ენერჯო-ინტენსიურობაზე. საბაზისო სცენარის ძირითადი ინდიკატორები წარმოდგენილია ცხრილში.

ცხრილი 1

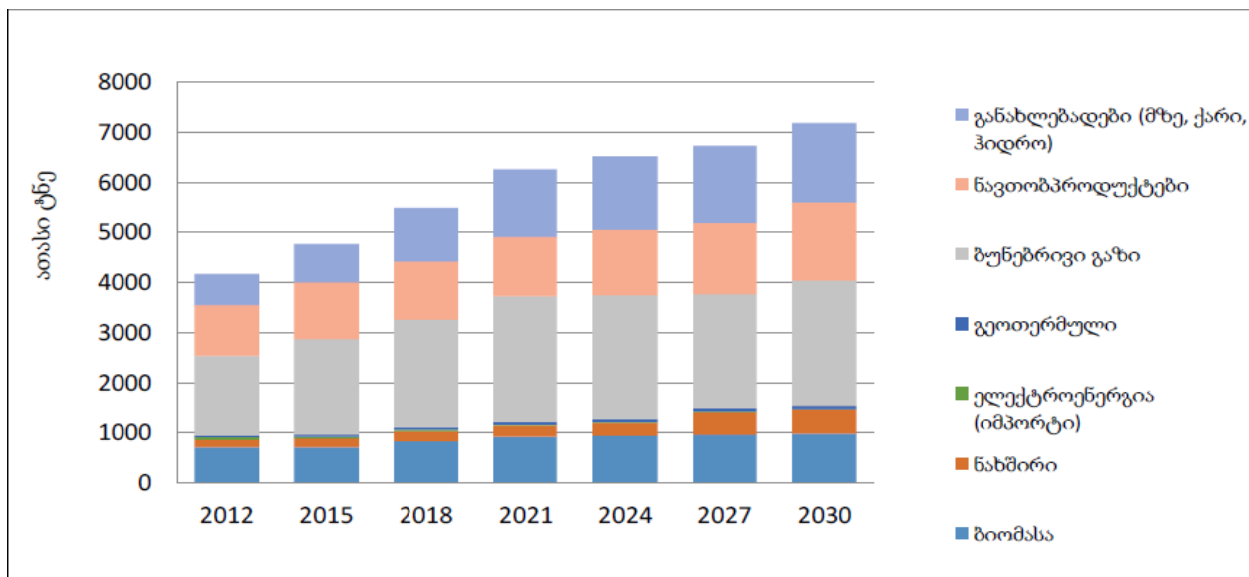
საბაზისო სცენარის (BAU) ძირითადი ინდიკატორები

ინდიკატორი	2012	2030	საშ. წლიური ზრდა (%)	18-წლიანი ზრდა (%)
პირველადი ენერჯია (ათასი ტნე)	4174	7189	3,07	72,2
საბოლოო ენერჯია (ათასი ტნე)	3416	6035	3,21	76,64
ელექტროსადგურების სიმძლავრე (მგვტ)	3260	5731	3,18	75,79
იმპორტი (ათასი ტნე)	2658	4548	3,03	71,09
CO ₂ ემისიები (ათასი ტონა)	6488	11179	3,07	72,30
მშპ (მილიონი ევრო)	12323	28805	4,83	133,75
მოსახლეობა (ათასი ადამიანი)	4498	4846	0,42	7,76
საბოლოო ენერჯის ინტენსიურობა (ტნე/ათასი ევრო მშპ)	0,28	0,21	-1,5	-24,43
საბოლოო ენერჯის ინტენსიურობა (ტნე/სული)	0,76	1,25	2,78	63,92

ძირითადი ნაწილი

პირველადი ენერჯის მოხმარების ზრდა არ იწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებებს პირველადი ენერჯის სტრუქტურაში. როგორც 1-ელი ნახ-დან ჩანს, პირველადი ენერჯის მოწოდებაში ყველაზე მაღალი წილი ბუნებრივ გაზზე მოდის როგორც 2012, ასევე 2030 წლებში – დაახლოებით მესამედი. ტრანსპორტის სექტორში საწვავზე მოთხოვნის ზრდა აისახება (იმპორტირებული) ნავთობპროდუქტების ზრდით, თუმცა მათი წილი პირველად ენერჯიაში მნიშვნელოვნად არ იცვლება. საბაზისო სცენარის მიხედვით, განახლებადი ენერჯორესურსების (ჰიდრორესურსის ჩათვლით და

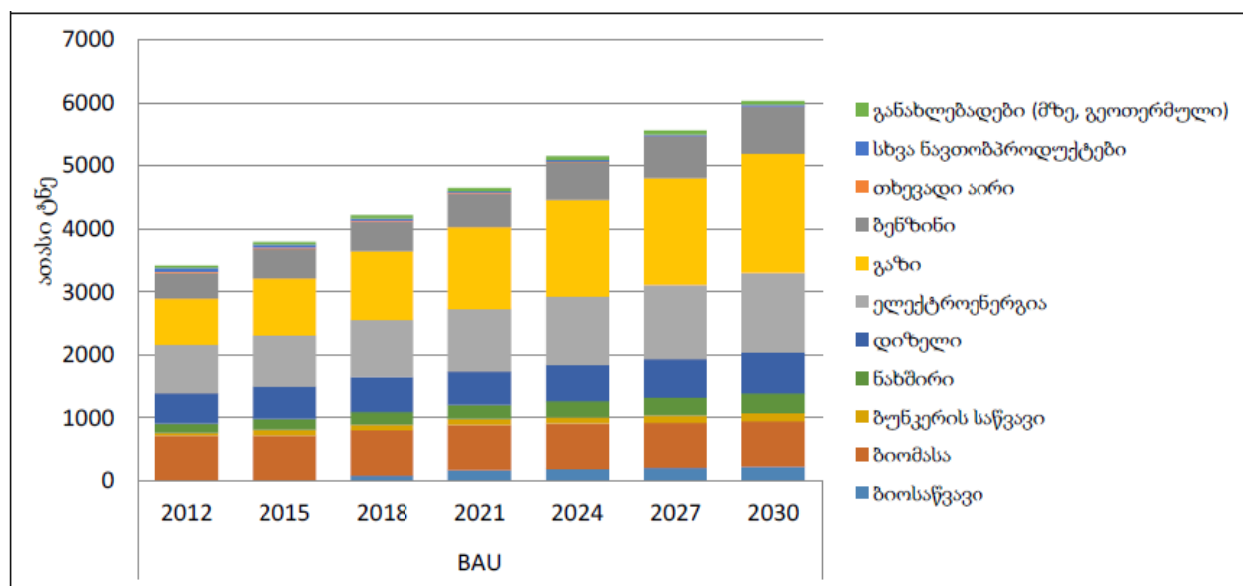
ბიომასის გარდა) წილი ერთიან პირველად ენერჯიაში გაიზრდება 16%-დან 23%-მდე 2015–2030 წლებში, ხოლო ბიომასის (შეშა და ბიოსაწვავი) წილი ერთიან პირველად ენერჯიაში 17%-დან 14%-მდე დაეცემა, მისი მოხმარების აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდის ფონზე. დაგეგმილი პერიოდის განმავლობაში საბოლოო ენერჯის ერთიანი მოხმარება გაიზრდება 76.6%-ით, როგორც ეს მე-2 ნახ-ზეა წარმოდგენილი, მაგრამ ენერჯიაშემცველების პროპორციული განაწილება აქაც დაახლოებით იგივე რჩება. გამონაკლისია გაზისა და ქვანახშირის მზარდი როლი და ბიოსაწვავის შემოტანა ბაზარზე.



ნახ. 1. პირველადი ენერჯის მიწოდება საბაზისო (BAU) სცენარით

საბაზისო სცენარით სექტორების მიხედვით გაზის მოხმარება წარმოდგენილია მე-3 ნახ-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ გაზის დიდი ნაწილის მოხმარება ხდება საყოფაცხოვრებო, კომერციულ და სამრეწველო სექტორებში, 2024 წლის შემდეგ გაზის მოხმარება მნიშვნელოვნად შემცირდება ჰიდროელექტროენერჯის გენერირების გაზრდის ხარჯზე. ეს გამოწვეული იქნება გაზზე მომუშავე

ორი დიდი თბოელექტროსადგურის ექსპლუატაციის ვადის გასვლით. ესენია „მტკვარი ენერჯეტიკა“ სიმძლავრით 300 მგვტ და „თბილსრესი“ - 270 მგვტ, რის შემდეგაც 2025 წლისთვის იფუნქციონირებს არსებული გარდაბნის აირტურბინული სადგური (110 მგვტ) და გარდაბნის ახალი 230 მგვტ-იანი აირზე მომუშავე სადგური.

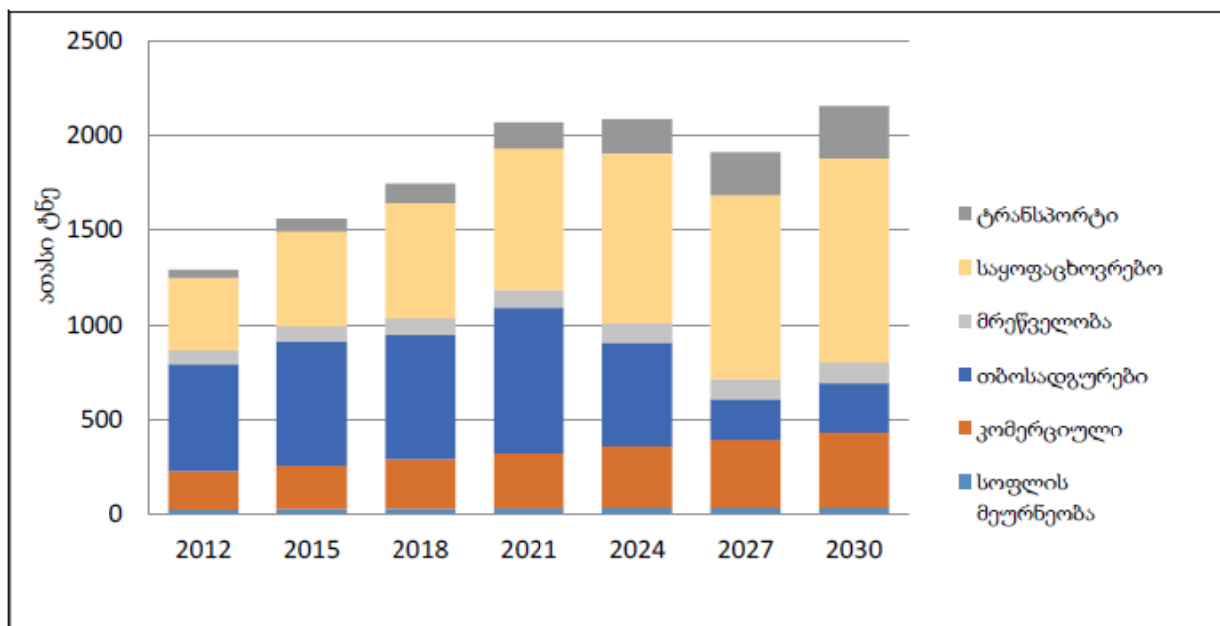


ნახ. 2. საბოლოო ენერჯის მოხმარება ენერჯორესურსის ტიპის მიხედვით (BAU) სცენარით

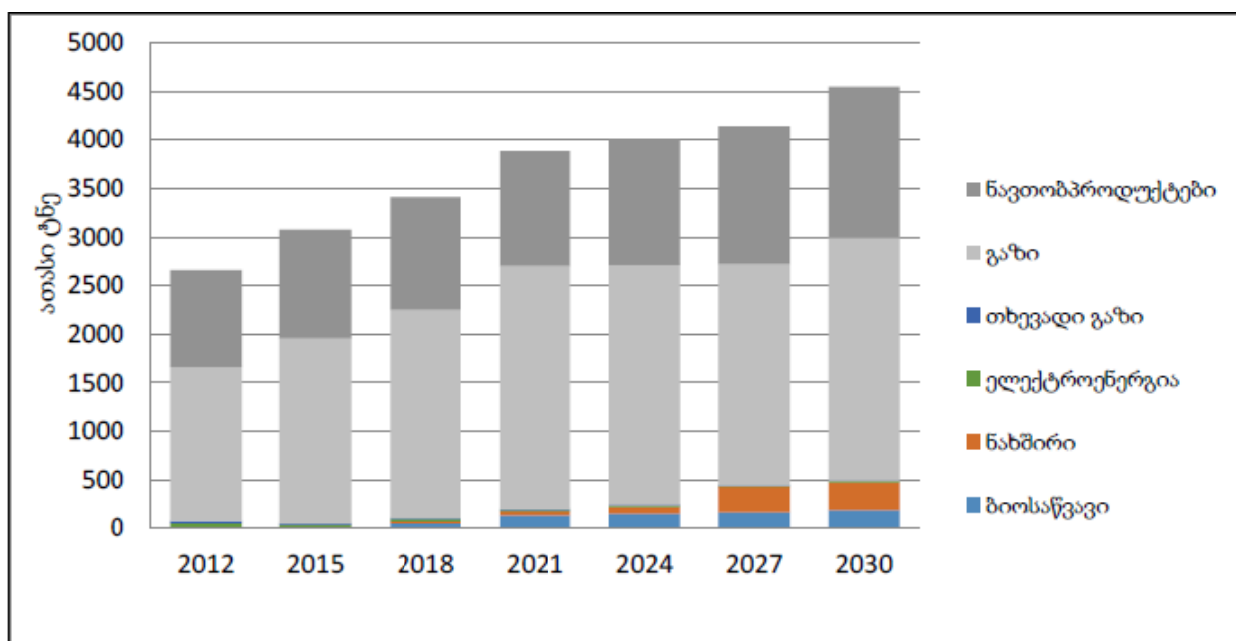
ბუნებრივ გაზზე მომუშავე თბოელექტროსადგურების დადგმული სიმძლავრე ფაქტიურად სამჯერ მცირდება, რაც აისახება გენერაციისთვის გამოყენებულ გაზის რაოდენობაზე. საყოფაცხოვრებო და კომერციულ სექტორებში გაზი გამოიყენება გათბობა-ციხელწყალმომარაგებაში (შენობების/წყლის გასათბობად) და საჭმლის მოსამზადებლად, სამრეწველო სექტორის ქვესექტორების დიდ უმრავლესობაში კი სხვადასხვა საწარმოო პროცესების წარმართვისთვის. სცენარის მიხედვით, საყოფაცხოვრებო სექტორში გაზის მოხმარება სწრაფად იზრდება ქვეყანაში მიმდინარე გაზიფიცირების პროცესთან დაკავშირებით, ხოლო სატრანსპორტო სექტორში გაზის მოხმარების ზრდა განპირობებულია ავტომობილების ბენზინით კვების სისტემიდან კომპრესირებულ გაზზე გადაყვანით.

საქართველოში წიაღისეული საწვავის უდიდესი ნაწილი იმპორტირებულია. 2012 წელს პირ-

ველადი ენერჯის 64% იმპორტირებული იყო და ეს თანაფარდობა ფაქტიურად უცვლელი რჩება მთელი საპროგნოზო პერიოდის განმავლობაში. მზარდი მოთხოვნა ენერჯიაზე გაზრდის ასევე იმპორტს და შედეგად 2030 წლისთვის საქართველოში ენერჯიაშემცველების (ელექტროენერჯის ჩათვლით) იმპორტი არსებული პროგნოზით 70%-ით გაიზრდება (2012 წლის მონაცემებთან შედარებით). ამ იმპორტის მთავარი შემადგენელი ბუნებრივი გაზია, რომლის იმპორტი სცენარის მიხედვით 57%-ით გაიზრდება 2030 წლისათვის, 2012 წელთან შედარებით. საბოლოო მოხმარების სექტორში გაზის მოხმარების მაღალი დონე ნათლად მიუთითებს ენერჯორესურსების დივერსიფიცირების კრიტიკულ აუცილებლობასა და გარე ფაქტორების მიმართ ეკონომიკური და სოციალური განვითარების მოწყვლადობაზე (ნახ. 4).



ნახ. 3. გაზის მოხმარება საბაზისო სცენარში



ნახ. 4. იმპორტი ენერგორესურსის ტიპის მიხედვით

ტრადიციული გზით ენერგეტიკის სექტორის განვითარების სცენარით გათვალისწინებული ყოველ სამწლიან პერიოდში ელექტროენერგიის მწარმოებელი ახალი სიმძლავრეების მატება წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში, ხოლო შესაბამისი

საინვესტიციო დანახარჯები ნაჩვენებია მე-5 ნახაზზე. ჰიდროელექტროსადგურების სიმძლავრის ზრდა ყველაზე თვალსაჩინო ტენდენციაა ამ სცენარში, რომლის შედეგად 2030 წლისთვის ქვეყანა მიიღებს 2 601 მგვტ დამატებით სიმძლავრეს.

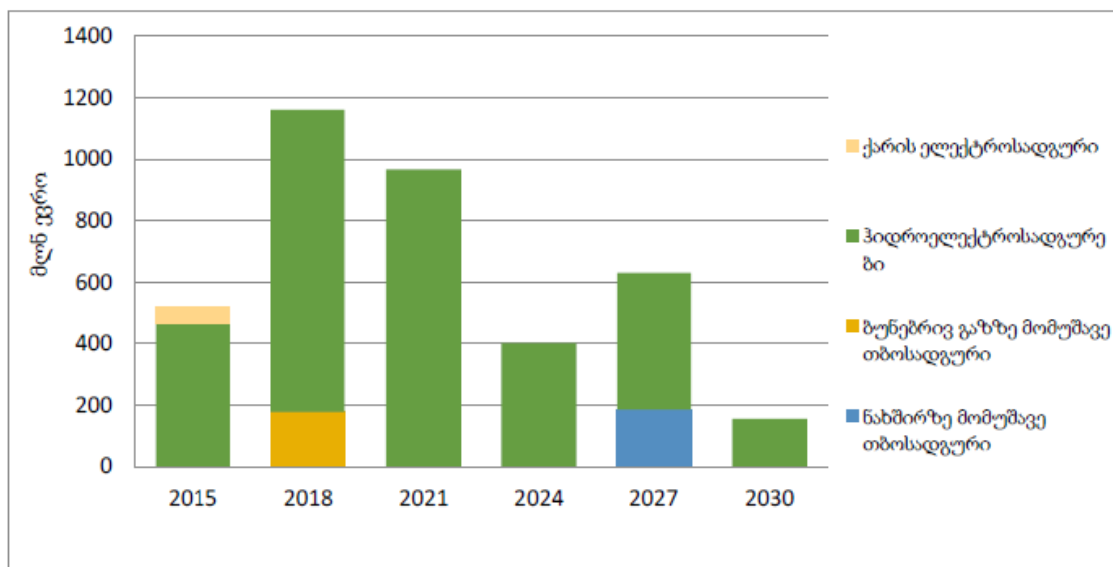
გარდა ამისა, აშენდება ქვანახშირსა (160 მგვტ) და ბუნებრივ გაზზე მომუშავე (230 მგვტ) თბოელექტროსადგურები და 50 მგვტ-იანი გორის ქარის ელექტროსადგური. ძველი თბოელექტროსადგურების ექსპლუატაციიდან გამოსვლისა და ახალი

სიმძლავრეების დამატების შემდეგ საბაზისო სცენარით 2030 წლისთვის საქართველოში ელექტროსადგურების დადგმული სიმძლავრე 5 731 მგვტ-ს მიაღწევს.

ცხრილი 2

დამატებითი ელექტროსადგურის სიმძლავრე სათბობის ტიპის მიხედვით (მგვტ)

სადგურის ტიპი	2015	2018	2021	2024	2027	2030	ჯამი
ნახშირზე მომუშავე თბოსადგური	0	0	0	0	160	0	160
ბუნებრივ გაზზე მომუშავე თბოსადგური	0	230	0	0	0	0	230
ჰიდროელექტროსადგური	364	760	721	355,6	300	100	2601
ქარის ელექტროსადგური	50	0	0	0	0	0	50
ჯამი	414	990	721	356	460	100	3041



ნახ. 5. ინვესტიციები ახალ ელექტროსადგურებში

გენერაციის სიმძლავრეების ეს მნიშვნელოვანი დამატებები განპირობებულია როგორც მზარდი მოთხოვნის გამო, ელექტროენერჯის, ასევე ელექტროენერჯის ექსპორტის გაზრდის გათვალისწინებით, რაც თანხვედრაშია ინვესტიციების ინტერესებთან აწარმოონ საქართველოდან ელექტროენერჯის ექსპორტი თურქეთში. დაშვების თანახმად, 2018 წლიდან გამოიმუშავებული ელექტროენერჯის 25–35% ექსპორტზე გავა.

ენერგოსისტემის ზრდა ახალ მზარდ ინვესტიციებს მოითხოვს როგორც ელექტროენერჯის არსებული და საპროგნოზო მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, ასევე იმპორტირებულ საწვავზე მაღალი გადასახადის დასაფარავად. 2030 წლისათვის მოსალოდნელია ენერგოსისტემის ხარჯებისათვის მშპ-ის უფრო მცირე წილის მოხმარება,

ვიდრე 2012-ში, რაც გამოწვეული იქნება ეკონომიკურ ერთეულ პროდუქტზე ენერჯის მოხმარების (მშპ-ს ენერგონტენსიურობის) შემცირებით, როგორც 1-ელ ცხრილშია წარმოდგენილი. მე-3 ცხრილში გაშლილად არის წარმოდგენილი საქართველოს ენერჯის სისტემის ხარჯების კომპონენტები: ენერჯის სისტემის წლიური ხარჯები

(მილიონი ევრო), საწვავზე ხარჯების ზრდა (მოპოვება, იმპორტი და სექტორში არსებული სხვადასხვა ხარჯი), საწვავის მიწოდების ხარჯები, ოპერირებისა და შენახვის ხარჯები (ფიქსირებული და ცვლადი), ინვესტიციები ახალ ელექტროსადგურებში და ხარჯები ახალი, საბოლოო მოხმარების მოწყობილობების შესაძენად.

ცხრილი 3

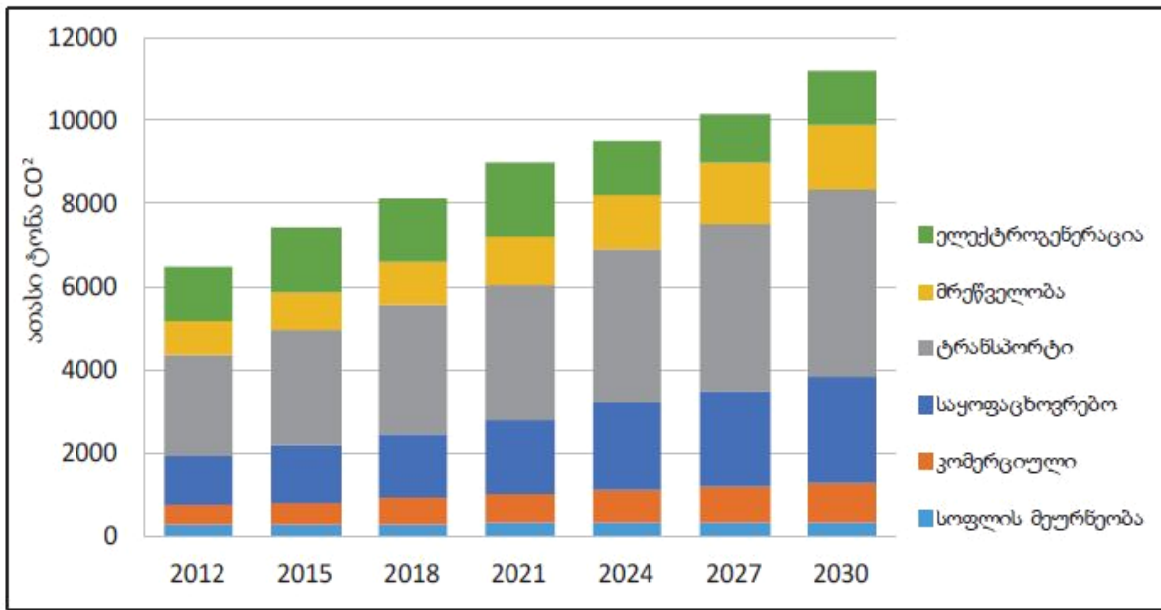
ენერჯის სისტემის წლიური ხარჯები (მლნ ევრო)

სისტემის ხარჯები	2012	2015	2018	2021	2024	2027	2030
სათბობის ხარჯები	1167	1295	1509	1531	1714	1920	2180
მიწოდების ხარჯები (ყველა სექტორი)	406	469	532	602	666	717	817
საოპერაციო და შენახვის ხარჯები (მოხმარების მხარე)	362	408	476	543	623	703	797
საოპერაციო და შენახვის ხარჯები (ელექტროგენერაცია)	312	328	366	403	416	438	461
ერთ წელზე განაწილებული ინვესტიცია (მოთხოვნის ტექნოლოგიები)	0	651	1403	2154	2975	3590	4086
ერთ წელზე განაწილებული ინვესტიცია (ელექტროგენერაცია)	0	39	128	200	230	279	290
ჯამი	2248	3190	4413	5434	6624	7647	8631

საბაზისო სცენარის მიხედვით, 2030 წლისთვის საჭირო იქნება ახალი, 3 041 მგვტ ელექტროგენერაციის სიმძლავრე, რომელიც საერთო ჯამში 3 831 მლნ ევროს ინვესტიციას მოითხოვს. ამ ინვესტიციების უდიდეს ნაწილს კერძო სექტორი განახორციელებს, საყოფაცხოვრებო სექტორის ჩათვლით. საბაზისო სცენარით საწვავით მომარაგების ხარჯებიც ქვეყნისათვის მნიშვნელოვნად გაიზრდება, რაც განპირობებული იქნება მზარდი მოთხოვნითა და მზარდი ფასებით, დღეს არსებული, წელიწადში 1 167 მლნ ევროდან 2 180 მლნ ევრომდე 2030 წლისთვის, რასაც მნიშვნელოვანი გავლენა ექნება ქვეყნის საგარეო ვაჭრობის ბალანსზე.

როგორც ზემოთ ითქვა, ენერჯის სექტორში საწვავის წილთ გამოწვეული CO₂-ის ემისიები

2030 წლისთვის, 2012 წელთან შედარებით, 72.3%-ით გაიზრდება და დაახლოებით 11.2 მლნ ტონას მიაღწევს (ნახ. 6). ზრდის ყველაზე მაღალი მანქანებელი მოსალოდნელია საყოფაცხოვრებო სექტორში (11,3%), რისი მთავარი მიზეზიც ამ სექტორის მზარდი გაზიფიკაციაა. ასევე მნიშვნელოვნად იზრდება ემისიები მრეწველობის, კომერციული და ტრანსპორტის სექტორებიდან (თითოეული საშუალოდ 9,0%-ით). ემისიები ელექტროგენერაციის სექტორიდან უმნიშვნელოდ იცვლება. მიუხედავად 570 მგვტ სიმძლავრის გაზზე მომუშავე სადგურების ექსპლუატაციიდან გასვლისა, რაც ემისიებს ამ სექტორიდან 2024 წლისთვის ამცირებს, ახალი, გაზსა და ნახშირზე მომუშავე სადგური 2030 წლისთვის ამ ემისიებს კვლავ აკომპენსირებს.



ნახ. 6. ცვლილებები საბოლოო ენერჯის მოხმარებაში, BAU სცენართან შედარებით

დასკვნა

ბიზნესის ტრადიციული გზით განვითარების სცენარის მიხედვით საქართველოში ენერჯის სისტემის განვითარებაზე სხვადასხვა პოლიტიკისა თუ პროგრამის ზეგავლენის შეფასებამ გვიჩვენა, რომ 2030 წლისათვის პირველადი ენერჯის მოხმარების მაჩვენებელი მიაღწევს 7189 ათას ტნე-ს ანუ იქნება 72.2%-იანი ზრდა 2012 წელთან შედარებით; 2015–2030 წწ. ქვეყანა

მიიღებს 3051 მგვტ დამატებით სიმძლავრეს; დამატებითი სიმძლავრის შექმნას დასჭირდება 3831 მლნ ევროს ინვესტიცია; საბაზისო სცენარის მიხედვით, ელექტროსადგურების დადგმული სიმძლავრე მიაღწევს 5731 მგვტ; 2030 წლისთვის საწვავით მომარაგების ხარჯები 1167 მლნ ევროდან გაიზრდება 2180 მლნ ევრომდე; 2018 წლიდან გამომდინარე ელექტროენერჯის 25–35% ექსპორტზე გავა.

ლიტერატურა

1. <http://www.northropgrumman.com/>
2. http://www.ubcce.org/docs/GIZ_Georgia_Strategy_geo.pdf
3. <http://www.usgbc.org/>
4. http://weg.ge/energy-problems-of-residential-housing-in-georgia/#.VRpx1_yUe5g
5. <http://www.worldgbc.org/>
6. Georgia’s Third National Communication to the UN Framework Convention on Climate Change, Tbilisi, 2015, 288 p. (In English).
7. The Ministry of Environment and Natural Resources and the United Nations Development Programme, Tbilisi, 2014, 70 p. (In English).
8. Sustainable Development Centre, REMISSIA, Annual Report ,Winrock International Inc. Tbilisi, 2014. 6 p. (In English).

UDC 621.1

SCOPUS CODE 2105

BUSINESS-AS-USUAL SCENARIO (BAU) FOR GEORGIAN ENERGY SECTOR DEVELOPMENT

- G. Arabidze** Department of thermal power engineering and energy efficiency, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: giagiorgi@hotmail.com
- I. Pkhaladze** Department of thermal power engineering and energy efficiency, Georgian Technical University, 75, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: ipkhaladze@yahoo.com

Reviewers:

- G. Gineishvili**, professor, Department of thermal power engineering and energy efficiency, faculty of power engineering and telecommunication, GTU
E-mail: gogigin@yahoo.com
- V. Museliani**, chief scientific worker, candidate of technical sciences, LLC “Engineer 2088”
E-mail: v.museliani@gmail.com

ABSTRACT: : Impacts of different programs and policies of Georgia’s energy sector development are evaluated in business as usual scenario (BAU). The primary energy consumption by 2030 will reach 7189 thousand tone resulting in increase of 72.2% compared to 2012. One third of increase will fall on natural gas. By the year 2030 the country will get an additional capacity, namely, 2601 Mw from HPPs, 50 Mw from the wind plants, 160 and 230 Mw from thermal plants operating on coal and natural gas. In total the new generation capacity of 3 041 Mw will require 3 831 million Euro investments, the majority of which will be covered by the private sector, including residential sector.

According to the base scenario, the growing demand and growing prices will result in significant increase of fuel supply prices by 2030 and instead of current annual cost of 1 167 million Euro will reach 2 180 million Euro. This will have a serious impact on country’s foreign trade balance.

According to the base scenario, the installed capacity of HPPs will reach 5731 Mw. Starting from 2018 25-35 % from the installed capacity of 5 731 Mw will be exported.

KEY WORDS: Business as Usual Scenario (BAU); carbon emission; energy intensity; investments; primary energy.

UDC 621.1

SCOPUS CODE 2105

СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ СЕКТОРА ЭНЕРГЕТИКИ ГРУЗИИ ТРАДИЦИОННЫМ ПУТЕМ БИЗНЕСА (BAU)

Арабидзе Г.О. Департамент теплоэнергетики и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: giagiorgi@hotmail.com

Пхаладзе И.Э. Департамент теплоэнергетики и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: ipkhaladze@yahoo.com

Рецензенты:

Г. Гинеишвили, профессор Департамента теплоэнергетики и энергоэффективности факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: gogigin@yahoo.com

В. Муселиани, старший научный сотрудник, кандидат технических наук ООО «Инженер 2008»

E-mail: v.museliani@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Согласно сценарию развития бизнеса традиционным путем, оценено влияние различных программ на развитие энергетической системы Грузии. До 2030 года показатель первичного потребления энергии достигнет 7189 тысяч тнэ, возрастет на 72,2% по сравнению с 2012 годом. Одна треть роста придется на природный газ.

В 2015-2030 годы страна должна получить дополнительные мощности, в частности, 2601 мегаватт от гидроэлектростанций, 50 мегаватт от ветряных электростанций, 160 и 230 мегаватт от теплоэлектростанций, работающих на газе и на угле. Новая мощность электрогенераций составит 3 041 мегаватт, что требует, в целом, инвестиций в размере 3 831 миллионов евро. Большую часть этих инвестиций будет осуществлять частный сектор, включая бытовой сектор. На 2030 год, по базовому сценарию, значительно увеличатся расходы по снабжению топливом, что будет обусловлено растущей потребностью и растущими ценами - от существующих на сегодняшний день 1 167 миллионов евро до 2 180 миллионов евро, что значительно повлияет на баланс внешней торговли страны.

По базисному сценарию, установленная мощность электростанций, согласно допущению, достигнет 5731 мегаватт. С 2018 года 25-35% выработанной электроэнергии пойдет на экспорт.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инвестиции; интенсивность энергии; первичная энергия; сценарий развития бизнеса традиционным путем; эмиссия углерода.

UDC 624.023.93

SCOPUS CODE 2215

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СОСТАВНЫЕ БАЛКИ С ГИБКОЙ СТЕНКОЙ

- О.Г. Хазарадзе** Департамент гражданского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: o.xazaradze@gtu.ge
- Ф.Г. Верулашвили** Департамент гражданского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: l.verulashvili@mail.ru
- В.Ш. Турашвили** Департамент гражданского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: Begigeorgia@yahoo.com

Рецензенты:

З. Эзугбаия, профессор Департамента технологий гражданского и промышленного строительства и строительных материалов строительного факультета ГТУ

E-mail: z. ezugbaia@mail.ru

Л. Баланчиваде, профессор Департамента гражданского и промышленного строительства строительного факультета ГТУ

E-mail: balanchivadzelia@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Рассматриваются металлические составные балки с гибкой, очень тонкой стенкой. Расчет балок с гибкими стенками связан с изучением поведения стенок, как тонких пластинок. Препятствием значительному увеличению гибкости стенки служит потеря местной устойчивости стенки; стенка, потеряв устойчивость, образует складки между ребрами жесткости. При этом балка превращается в раскосную ферму. В практике часто применяют балки с вертикальными ребрами жесткости. В работе ребер, подкрепляющих гибкие стенки используя закритическую работу стенки, можно сделать балки более тонкостенными.

Применение балок с очень тонкими стенками уместно при стабильном направлении действия статических временных нагрузок.

Таким образом, используя закритическую работу стенки, можно делать балки более тонкостенными, в результате получать экономию металла. Составные

двутавры с гибкой тонкой стенкой дают экономию металла, по сравнению с обычными гибкими стенами (15÷20%).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: балка; гибкая стенка; двутавровое сечение; закритическая стадия; изгибающий момент; момент сопротивления; прочность; устойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Балки с гибкой, очень тонкой стенкой появились впервые в конструкциях каркасов летательных аппаратов. Известно, что если в балке двутаврового сечения, работающей на изгиб, уменьшать толщину стенки, то увеличивается ее гибкость, тогда суммарная площадь сечения поясов и стенки, найденная из условия прочности, также будет уменьшаться.

На первой стадии работы балки ее гибкая стенка остается плоской, как и в обычной балке. Однако

наблюдения за работой тонкой стенки в балке, имеющей вертикальные ребра жесткости, показывают, что стенка, потеряв устойчивость, образует складки между ребрами, направленные вдоль главных растягивающих напряжений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Если металлической балке двутаврового сечения, работающей на изгиб, уменьшать толщину стенки, увеличивается ее гибкость, то суммарная площадь сечения поясов и стенки, найденная из условия прочности, также будет уменьшаться.

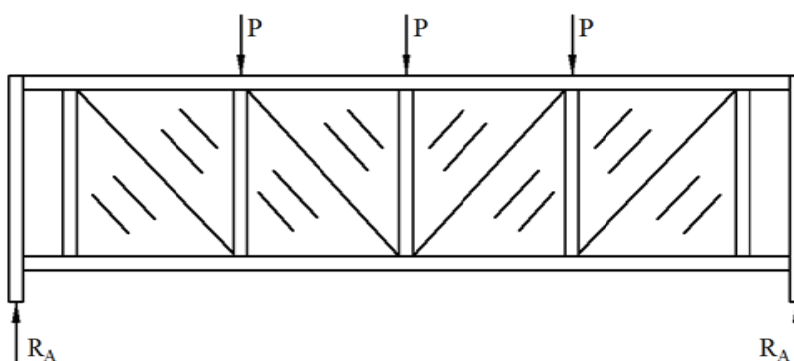


Рис. 1. Тонкостенная балка

Для восприятия местных нагрузок и для ограничения длины отсека чаще всего применяют балки с ребрами жесткости, имеющими такое же назначение, как и в обычных балках. В работе ребер, подкрепляющих гибкие стенки, есть свои особенности, определяемые работой стенок в закритической стадии. Таким образом, используя закритическую работу стенки, можно делать балки более тонкостенными, в результате получать экономию металла.

Применение балок с очень тонкими стенками уместно при стабильном направлении действия статических временных нагрузок, поскольку работа таких балок при переменных по направлению подвижных и динамических нагрузках еще недостаточно изучена.

Анализ особенностей работы балок с гибкими стенками связан с изучением поведения стенок, как тонких пластинок. Работа и расчет таких балок, имеющих $6 \leq \lambda_{cm} \leq 13$, существенно отличаются от традиционных балок с устойчивой стенкой.

На первой стадии работы балки ее гибкая стенка остается плоской, как и в обычной балке. Но по протяженности эта стадия работы коротка и заканчивается потерей устойчивости стенки, т.е. пере-

препятствием значительному увеличению гибкости стенки служат потеря стенкой местной устойчивости и нежелание усложнять конструкцию балки устройством продольных ребер жесткости. Однако наблюдения за работой тонкой стенки в балке, имеющей вертикальные ребра жесткости, показывают, что стенка, потеряв устойчивость, образует складки между ребрами, направленные вдоль главных растягивающих напряжений—закритическая работа стали - и балка продолжает нести действующую на нее нагрузку (рис.1).

ходом в закритическую стадию работы. Во второй закритической стадии работы уже не соблюдается линейная зависимость между деформациями стенки и нагрузкой.

Развиваются зоны выпучивания стенки с образованием растянутых складок, натяжение которых вызывает местный изгиб поясов балки, а также сжатие поперечных ребер жесткости и изгиб опорных ребер в плоскости стенок. Эта стадия завершается достижением напряжения предела текучести σ_y либо в отдельных точках стенки, либо в поясах (или одновременно).

В третьей стадии развиваются пластические деформации в стенке и в поясах. Нарастает прогиб балки; интенсивность роста прогиба к концу этой стадии резко повышается и в отсеках балки образуется пластический механизм: балка переходит в предельное состояние с появлением чрезмерных остаточных деформаций.

При дальнейшем, даже незначительном возрастании нагрузки балка теряет несущую способность либо вследствие потери местной устойчивости полки сжато-изогнутого пояса, либо из-за потери устойчивости пояса в плоскости стенки.

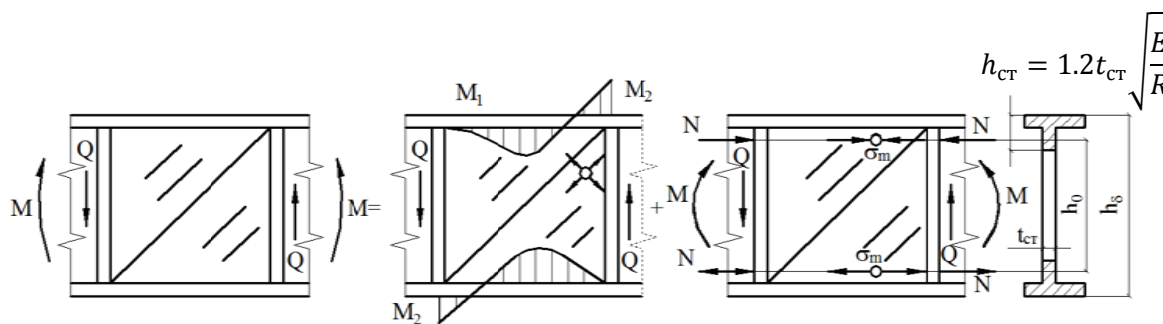


Рис.2. Работа отсека тонкостенной балки на Q и M

Вследствие специфики работы балки с гибкой стенкой и решение практических задач проектирования этих балок опирается на построение относительно простых моделей предельных состояний элементов сечения в различных условиях работы. Правомерность последнего подхода обоснована

результатами обширных экспериментов, приведенных исследователями.

Расчет балок с гибкими стенками

Особенности работы и расчет балок с гибкими стенками связаны в первую очередь с изучением поведения стенок, как тонких пластинок.

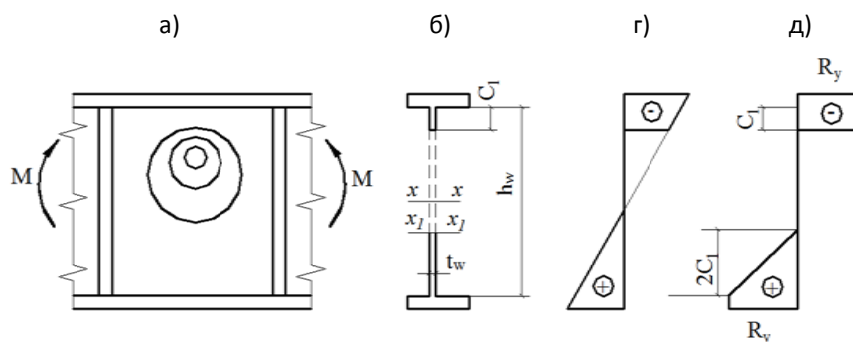


Рис.3. Эпюры нормальных напряжений σ_x при чистом изгибе :
 а) отсек балки; б) расчетное сечение; в) г - σ_x эпюры:
 в упругой закритической стадии (в) и расчетная (г) в предельном состоянии

Рассмотрим работу отсека балки в условиях, близких к условиям чистого изгиба, когда поперечная сила отсутствует, либо незначительна по величине. Выпученная часть стенки практически выключается из работы уже в упругой стадии деформирования, и эпюра нормальных напряжений в сечении близка к показанной на рис. 3,в. В предельном состоянии напряжения в поясах достигают предела текучести- σ_Y , причем в сжатом поясе часть стенки непосредственно примыкающая к поясу. Эффективно включается в работу и эпюра напряжений в сжатой зоне, вместо значения σ_Y , $-\sigma_Y$, вводят расчетное сопротивление материала по пределу текучести- R_Y . Для разрезных балок с гибкой

стенкой симметричного двутаврового сечения, несущих статическую нагрузку и изгибаемых в плоскости стенки, как правило, следует, применять сталь с пределом текучести до 430 МПа (4300кгс/см²).

Прочность разрезных балок симметричного двутаврового сечения, несущих статическую нагрузку, изгибаемых в плоскости стенки, укрепленной только поперечными ребрами жесткости (рис.2) с условной гибкостью стенки $6 \leq \bar{\lambda}_{cm} \leq 13$, следует проверять по формуле

$$(M/M_u)^4 + (Q/Q_u)^4 \leq 1, \tag{1}$$

где M и Q – значения момента и поперечной силы в рассматриваемом сечении балки;

M_u – предельное значение момента, вычисляемое по формуле

$$M_u = R_y \cdot t \cdot h^2 \left[\frac{A_f}{th} + \frac{0,85}{\lambda_w} \left(1 - \frac{1}{\lambda_w} \right) \right]; \quad (2)$$

Q_u – предельное значение поперечной силы, вычисляемое по формуле

$$Q_u = R_s \cdot t \cdot h \left[\frac{\tau_{cr}}{R_s} + 3,3 \left(1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right) \cdot \frac{\beta \cdot \mu}{1 + \mu^2} \right]; \quad (3)$$

t и h – толщина и высота стенки;

A_f – площадь сечения пояса балки.

τ_{cr} и μ – критическое напряжение и отношение размеров отсека стенки;

μ – отношение большей стороны стенки к меньшей.

β – коэффициент, вычисляемый по формулам:

при

$$\alpha \leq 0,03 \quad \beta = 0,05 + 5 \alpha \geq 0,15, \quad (4)$$

$$\text{при } 0,03 < \alpha \leq 0,1 \quad \beta = 0,11 + 3 \alpha \leq 0,4. \quad (5)$$

Здесь
$$\alpha = \frac{8W_{\min}}{t \cdot h^2 \cdot a^2} (h^2 + a^2),$$

где W_{\min} – минимальный момент сопротивления таврового сечения, состоящего из сжатого пояса балки и примыкающего к нему участка стенки высотой $0,5 \cdot t \cdot \sqrt{E/R_y}$ (относительно собственной оси тавра, параллельной поясу балки); a – шаг ребер жесткости.

Поперечные ребра жесткости, сечение которых следует принимать, должны быть рассчитаны на устойчивость как стержни, сжатые силой N , определяемой по формуле

$$N = 3,3 \cdot R_s \cdot t \cdot h \left(1 - \frac{\tau_{cz}}{R_s} \right) \cdot \frac{\beta \mu}{1 + \mu^2}. \quad (6)$$

Значение N следует принимать не менее сосредоточенной нагрузки, расположенной под ребром.

Расчетную длину стержня следует принимать равной $h_{lf} = h \cdot (1 - \beta)$, но не менее $0,7 \cdot h$.

Симметричное двустороннее ребро следует рассчитывать на центральное сжатие, одностороннее на внецентренное сжатие с эксцентриситетом, равным расстоянию от оси стенки до центра тяжести расчетного сечения стержня.

В расчетное сечение стержня следует включать сечение ребра жесткости и полосы стенки шириной $0,65t \sqrt{E/R_y}$ с каждой стороны ребра.

Условия обеспечения общей устойчивости балок с гибкими стенками те же, что и в обычных балках.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены прочность и устойчивость двутавровой составной балки с гибкой очень тонкой стенкой. Двутавры с гибкой тонкой стенкой обеспечивают экономию металла по сравнению с прокатными двутаврами (15÷20%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Belenya E.I.-Steel Constructions Moscow 1986. (In English).
2. Metal Constructions.Designers Guidebook, Stroizdat, Moscow 1980. (In Russian).
3. Gorev V.V, Uvarov B. Metal Constructions Moscow, vysshaya shkola, 2001. (In Russian).
4. Building Standards and Rules. SNIP II-23-81 Part II, chapter 23, Moscow 1990. (In Russian).

UDC 624.023.93
SCOPUS CODE 2215

მოქნილკედლიანი ლითონის შეღებნილი კოჭები

- ო. ხაზარაძე** სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: o.xazaradze@gtu.ge
- ფ. ვერულაშვილი** სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: l.verulashvili@mail.ru
- ვ. ტურაშვილი** სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: Begigeorgia@yahoo.com

რეცენზენტები:

- ზ. ეზუგბაია**, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ტექნოლოგიისა და საშენი მასალების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: z. ezugbaia @mail.ru
- ლ. ბალანჩივაძე**, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: balanchivadzelia@mail.ru

ანოტაცია: ნაშრომში შემოთავაზებულია მოქნილკედლიანი ორტესებრი კოჭები შემცირებული განივკვეთიანი კედლის გამოყენებით.

მოქნილკედლიანი კოჭების ანგარიში წარმოებს და განიხილება, როგორც თხელკედლიანი ფირფიტა. თხელი კედლის გამოყენების შემთხვევაში იზრდება კედლის მოქნილობა. დაკარგა რა ადგილობრივი მდგრადობა, სიხისტის წიბოებს შორის მონაკვეთში წარმოიშობა ნაოჭები. ამ შემთხვევაში კოჭი გარდაიქმნება უირიბნო წამწედ. პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება კოჭები ვერტიკალური სიხისტის წიბოებით. წიბოების ჩართვით თხელ მოქნილკედლიან კოჭებში შეიძლება გამოვიყენოთ უფრო თხელკედლიანი კოჭები.

თხელკედლიანი კოჭების რაციონალურად, ეფექტურად გამოყენება შესაძლებელია დროებითი სტატიკური დატვირთვების დროს.

ამრიგად, კედლის მუშაობა კრიტიკული სტადიის მიღმა საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ თხელკედლიანი კოჭები, რაც ლითონის ეკონომიას მოგვცემს (15–20%).

საკვანძო სიტყვები: ზეკრიტიკული სტადია; კოჭი; მდგრადობა; მოქნილი კედელი; ორტესებრი კვეთა; სიმტკიცე; ღუნვის მომენტი; წინაღობის მომენტი.

UDC 624.023.93
SCOPUS CODE 2215

METALLIC COMPOSITE BEAM WITH FLEXIBLE WALL

- O. Khazaradze** Department of industrial and civil building, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
 E-mail: o.xazaradze@gtu.ge
- F. Verulashvili** Department of industrial and civil building, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
 E-mail: l.verulashvili@mail.ru
- V. Turashvili** Department of industrial and civil building, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
 E-mail: Begigeorgia@yahoo.com

Reviewers:

- Z. Ezugbaia**, professor Department of industrial and civil building technologies and building materials, faculty of building, GTU
 E-mail: z. ezugbaia @mail.ru
- I. Balanchivadze**, professor Department of industrial and civil building technologies and building materials faculty of building, GTU
 E-mail: balanchivadzelia@mail.ru

ABSTRACT: There are considered the metallic composite beams with flexible ultra thin walls. The analysis of beams with flexible walls is connected with the study of the wall, as thin plate’s behavior. To the significant increase in the flexibility of the walls is obstacle there is the local wall buckling and after buckling wall forms a fold between the ribs. At that beam turns into a truss girder. In practice often are applied beams with vertical stiffeners. Due to involving of reinforcing ribs it is possible to use more thin-walled beams.

The use of beams with very thin walls is appropriate for stable direction of static load action.

Thus using supercritical work of wall it is possible to make a thin-walled beams, resulting in a savings of metal. Composite beams with flexible thin-walled saves metal in comparison with routine flexible walls up to (15 ÷ 20%).

KEY WORDS: beam; bending moment; buckling wall; firmness; moment of resistance; section; solidity; super critical stage.

UDC 66.08

SCOPUS CODE 2501

ვოლტამპერული მახასიათებლის აბეზა და ბანხილვა

ა. მეტრეველი მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69

E-mail: a.metreveli@gtu.ge

ა. სულამანიძე მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69

E-mail: Arthur-sulamanidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. საბაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: z_sabashvili@gtu.ge

მ. ხუციშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com

ანოტაცია: სხვადასხვა ტევადობის შემთხვევაში ძაბვისა და დენის დამოკიდებულების შესწავლის საფუძველზე ჩვენ მიერ აგებულ იქნა წინააღმდეგობით მიკროშედულების მანქანის ვოლტამპერულ მახასიათებელთა ოჯახი. მიღებული ოჯახი აღვწერეთ მათემატიკურად, კერძოდ მე-7 ხარისხის პოლინომით, რაც მინიმალური ცდომილებით (1,5%) დაემთხვა ექსპერიმენტით მიღებულ ვოლტამპერულ მახასიათებელს.

საკვანძო სიტყვები: ამპერი; ვოლტი; ოსცილოგრაფი; სინუსოიდური დენი; ცვლადი დენი; ძაბვა; წინააღმდეგობა.

შესავალი

სხვადასხვა ტევადობის შემთხვევაში ძაბვისა და დენის დამოკიდებულების შესწავლის საფუძველზე, ცვლადი დენის ბლოკის შესასწავლად, ჩვენ მიერ შემუშავებულ და აწყობილ იქნა ვოლტამპერული მახასიათებლის სტენდი როგორც დენის შეუზღუდავი, ასევე შეზღუდული მიწოდებით.

ძირითადი ნაწილი

ვოლტამპერული მახასიათებლის სტენდი დენის შეზღუდვის გარეშე შედგება წინააღმდეგობით მიკროშედულების მანქანის კვების ბლოკისაგან, ამპერმეტრისაგან, ელექტრონული ორსხვიანი ოსცილოგრაფისა და ლენტური წინააღმდეგობისაგან.

დენის მაქსიმალური სიდიდის გასაზომად ლენტური წინაღობა შევცვალეთ სპილენძის ფირფიტით. ამ შემთხვევაში წინაღობის როლს ასრულებდა ამპერმეტრის შუნტი. ამპერმეტრი შედგება შუნტისა და ციფრული ცვლადი დენის DT9205A მულტიმეტრისაგან (ფორმა AIRSTAR).

მულტიმეტრი DT9205A ზომავს ცვლად ძაბვას 1 მილივოლტიდან 200 ვოლტამდე სიზუსტით ($\pm 0,1\%$). საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლებელია ცვლადი დენის გაზომვა 20 ამპერამდე, მაგრამ ამ შემთხვევაში გაზომვის სიზუსტე მცირდება ($\pm 1,0\%$), ამიტომ გამოყენებული იყო 300-ამპერიანი შუნტი გაზომვის 0,05% სიზუსტით.

მულტიმეტრი შუნტთან პარალელურად იყო მიერთებული, ხოლო შუნტი გაზომვის წრედში მიმდევრობით იყო ჩართული. ძაბვის სიდიდე გაზომილ იქნა “C1-77“ ელექტრონული ორსხივიანი ოსცილოგრაფით.

ვოლტამპერული მახასიათებლის სტენდი დენის შეზღუდვით განსხვავდება დენის შეზღუდვის გარეშე სტენდისაგან იმით, რომ წინაღობით მიკროშედულების მანქანის კვების ბლოკის პირველად წრედში იყო ჩართული კონდენსატორების ბატარეა, რომლის მაქსიმალური ტევადობა 23 მკფ-ია, რეგულირების საფეხური – 1 მკფ. პირობითად შერჩეული იყო კონდენსატორთა ბატარეის ტევადობის სამი მნიშვნელობა (8, 12 და 16 მკფ). დასაწყისში ლენტური წინაღობის სიგრძე 2 მეტრს შეადგენდა, შემდეგ თანდათანობით შემცირდა. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებულ იქნა წინაღობით მიკროშედულების მანქანის ვოლტამპერულ მახასიათებელთა ოჯახი (ნახაზი).

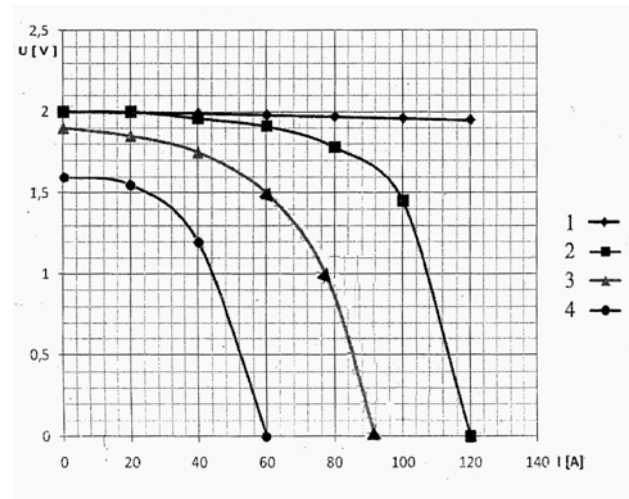
ნახაზიდან ჩანს, რომ წინაღობით მიკროშედულების მანქანის კვების ბლოკის ვოლტამპერული მახასიათებელი (1) ხისტია. ძაბვა კვების ბლოკის გამოსასვლელზე უმნიშვნელოდ მცირდება.

კონდენსატორთა ბატარეით დენის შეზღუდვით იცვლება კვების ბლოკის ვოლტამპერული

მახასიათებელი, რომელიც შედგება ხისტი და ვარდნილი ნაწილებისაგან.

თუ კონდენსატორთა ბატარეის ტევადობა 8 მკფ-ს შეადგენს, ვოლტამპერული მახასიათებელი ხისტია დენის ძალის დიაპაზონში 0-დან 20 ამპერამდე.

ტევადობის 12 მკფ-მდე გაზრდისას ეს დიაპაზონი იზრდება 40 ამპერამდე, მაგრამ კონდენსატორთა ბატარეის ტევადობა საკმარისი არ არის იმისათვის, რომ კვების ბლოკის ტრანსფორმატორი შევიდეს გაჯერების რეჟიმში, როდესაც მის მეორეულ წრედში დენი ნულის ტოლია.



წინაღობით მიკროშედულების მანქანის კვების ბლოკის ვოლტამპერული მახასიათებლების ოჯახი
 1 – მანქანის საწყისი ვოლტამპერული მახასიათებელი დენის შეზღუდვით ბლოკის გარეშე;
 2, 3, 4 – მანქანის ვოლტამპერული მახასიათებელი დენის შეზღუდვით ბლოკის გამოყენებით ტევადობის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის:
 2. C=8 მკფ; 3. C=12 მკფ; 4. C=16 მკფ

თუ ტევადობა 16 მკფ-მდე იზრდება, მაშინ ვოლტამპერული მახასიათებლის ხისტი ნაწილი გაიზრდება 60 ამპერამდე და ძაბვა 2 ვოლტამდე. შესაბამისად, დენის ძალის 20 (C=8 მკფ), 40 (C=12 მკფ) და 60 (C=16 მკფ) ამპერის ზემოთ მიიღება ვარდნილი ვოლტამპერული მახასიათებელი დენის მნიშვნელოვანი შეზღუდვით.

დასკვნა

კონდენსატორთა ბატარეის ტევალობა დამოკიდებულია კვების ბლოკის ტრანსფორმატორის პარამეტრებზე, სამრეწველო ქსელის სიხშირეზე და მოთხოვს სათანადო გაანგარიშებას.

მიღებული ოჯახი აღიწერება მათემატიკურად, კერძოდ მე-7 ხარისხის პოლინომით, რაც მინიმალური ცდომილებით (1,5%) დაემთხვა ექსპერიმენტით მიღებულ ვოლტამპერულ მახასიათებელს.

ლიტერატურა

1. Sulamanidze A. Resistance welding / Technical University, 2009. 440 p. (In Georgian).
2. Gelman A. S. Technology and Equipment of Contact Welding. - Moscow: Mashgiz, 1960. 368 p. (In Russian).

UDC 66.08

SCOPUS CODE 2501

CONSTRUCTION AND CONSIDERATION OF CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTIC

- A. Metreveli** Department of metallurgy, metals science and metal processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: a.metreveli@gtu.ge
- A. Sulamanidze** Department of metallurgy, metals science and metal processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: Arthur-sulamanidze@gtu.ge

Reviewers:

- Z. Sabashvili**, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU
E-mail: z_sabashvili@gtu.ge
- M. Khutsishvil**, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU
E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com

ABSTRACT: On the basis of study of current dependence on voltage in case of different capacities the group of current-voltage characteristics for microwelding machine, according to resistance was constructed by us. The received group of characteristics was described mathematically by us, in particular with the seventh order polynomial and with minimum error (1,5%) it coincides with experimentally obtained current-voltage characteristic.

KEY WORDS: alternating current; ampere; oscilloscope; resistance; sinusoidal current; voltage; volt.

UDC 66.08

SCOPUS CODE 2501

ПОСТРОЕНИЕ И РАССМОТРЕНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Метревели А.Б. Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: a.metreveli@gtu.ge

Суламанидзе А.К. Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: Arthur-sulamanidze@gtu.ge

Рецензенты:

З. Сабашвили, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: z_sabashvili@gtu.ge

М. Хуцишвили, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com

АННОТАЦИЯ: На основе изучения зависимости между напряжением и током при различной емкости, нами была создана семья вольт-амперных характеристик машины микросварки с сопротивлением. Полученная семья была описана нами математически, в частности, полиномом седьмой степени, что с минимальной неточностью (1,5%) совпало с вольт-амперными характеристиками, полученными в ходе эксперимента.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ампер; вольт; напряжение; осциллограф; переменный ток; синусоидальный ток.

UDC 669.26

SCOPUS CODE 2501

ON THE KINETICS OF HIGH-TEMPERATURE OXIDATION FOR ALUMINA FORMING HEAT-RESISTANT ALLOYS

- O. Mikadze** Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: omikadze@yahoo.com
- I. Nakhutsrishvili** Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: hegemonex@yahoo.com
- N. Maisuradze** Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: nmaisuradze@yandex.ru
- T. Loladze** Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: t.loladze@gtu.ge

Reviewers:

- M. Okrosashvili**, Ph.D., Professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU
E-mail: mokrosashvili@yahoo.com
- Al. Kandelaki**, Ph.D., chief scientific worker at F. Tavazde Institute of Metallurgy and Materials Science
E-mail: al_kandelaki@yahoo.com

ABSTRACT: On the basis of Evans’ conceptual theory, a new equation of changing the effective area of diffusion has been tested and the formulas have been obtained, that allow constructing the kinetic curves of oxidation for alumina forming heat-resistant alloys. The main criterion of a correctness of mathematical modeling of real processes consists in the coincidence level of experimental and kinetic curves, that in this case is quite acceptable.

KEY WORDS: alumina forming alloys; corrosion resistance; oxidation kinetics.

INTRODUCTION

Nearly equiatomic Fe-Cr solid solutions containing

about 4.0 wt% Al and 0,25 wt% La or Y are high-temperature heat and corrosion resistant in addition to the convenient production technology. The specific weight gain of the best alloys of this system is extremely low – up to 1300 °C [1].

Growth of a continuous protective layer on the surface of rare- earth metal, containing alumina forming heat resistant alloys, is caused by a substance transports through the initial oxide layer, where grain boundary diffusion is blocked by the dispersed particles of thermodynamically stable Perovskite Phases. This is equivalent to reduction of the effective diffusion area and leads to transformation of the oxidation law from parabolic to logarithmic one [2].

Kinetic models of the oxidation processes of alloys could be considered as simplified diagrams of the ambient conditions, in which they are located. A number of theories have been developed describing the kinetics

of the indicated processes; for instance, according to Wagner’s theory it becomes possible to correctly describe the process of the scale appearance, where the geometric dimensions and the structure of the interface alloy-scale remains constant in the course of oxidation reaction [3]. At the same time, there is no doubt, that the growth kinetics of thick scale is mostly controlled by the components of its microstructure.

Occurrence in a protective oxide layer of the diffusion impenetrable or less permeable phases, so-called diffusive barriers, reduces the effective area of diffusion since with the advent of the specified phases certain micro sites of scale cease to participate in the process of its growth. The theory, advanced by Evans [4], has proved most suitable for the description of the mechanism and kinetics of alumina forming scales.

THE BODY OF THE ARTICLE

From Evans’ theory it follows, that alumina scale growth submits to the regularity:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{k_p}{2W} e^{-kW} \tag{1}$$

or, in the form of integral:

$$W = \frac{1}{k} \ln(k \cdot \sqrt{k_p \cdot \tau} + 1) \tag{2}$$

Where *W* is a specific weight gain of oxidized object over time τ , *k* is a constant of reduction of diffusive stream, and *k_p* is a constant of parabolic oxidation rate. This kinetic equation is obtained on the grounds, that on the places, which are free of diffusion barriers the scale growth is described by a simple parabolic law.

We suggested application of a complex parabolic equation, as the initial level:

$$\frac{W^2}{k_p} + \frac{W}{k_r} = \tau \tag{3}$$

or in deferential form :

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{k_p/2}{k_p/2k_r + W} \tag{4}$$

A new parametric equation to describe the high temperature oxidation of alloys with decreasing diffusion area is obtained [5]:

$$\tau = \frac{2}{k^2 k_p} [e^{kW} (kW - 1) + 1] + \frac{1}{kk_r} (e^{kW} - 1) \tag{5}$$

Where *k_r* is a linear constant of oxidation rate.

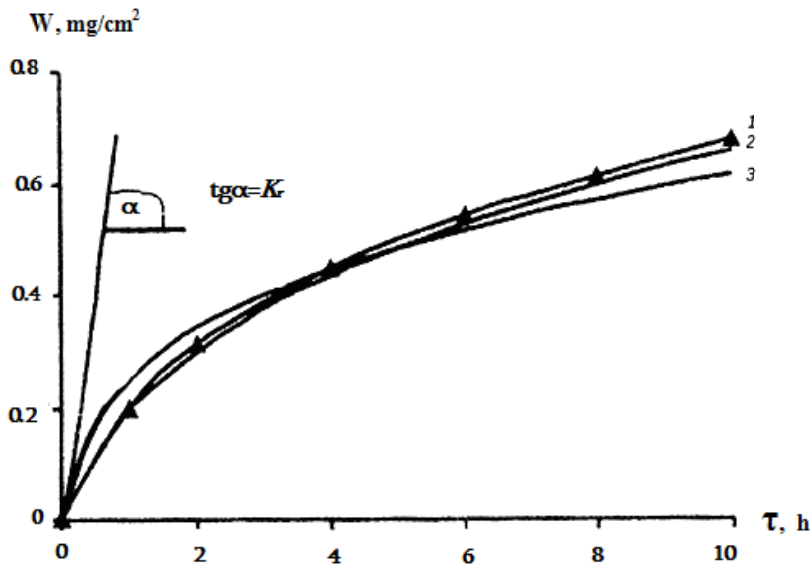


Fig. 1. Oxidation kinetics of alumina – forming alloys at 1200°C in air.
1 – An experimental curve; 2, 3 – theoretical curves (Equations (5) and (2)).

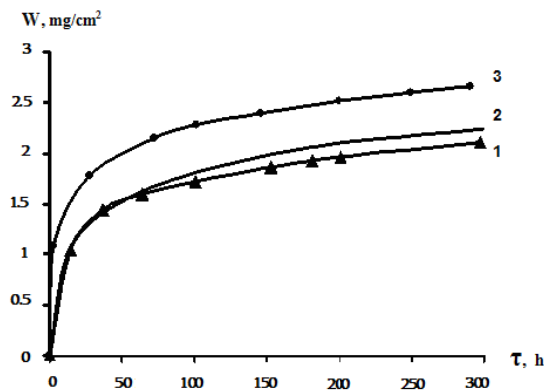


Fig. 2. Oxidation kinetics of alumina forming alloys at 1300°C in air. 1-An experimental curve; 2, 3 - theoretical curves (Equations (5) and (2)).

Experimental oxidation curves of the investigated alloys and kinetic curves of the same composition on the basis of the equations (2) and (5) are shown in Figures (1) and (2).

Thus, comparative testing of experimental alloys with decreasing effective area can be carried out within the scope of these two models (2) and (5).

Oxidation Parameters of the Alumina Forming Alloy at 1300°C During 300 hours in Air

Parameters of oxidation	Values of Parameters
$k, \text{cm}^2/\text{mg}$	1.36
$k_p, \text{mg}^2/\text{cm}^4 \text{ h}$	2.07
$k_r, \text{mg}^2/\text{cm}^2 \text{ h}$	0.83
$W, \text{mg}/\text{cm}^2$	2.06

For construction of the theoretical curves calculating formulas were used:

$$W = 0,74 \ln(1,96\sqrt{\tau} + 1) \tag{6}$$

$$\tau = 5,19 [e^{1,36W} (1,36W - 1) + 1] + 0,88 (e^{1,36W} - 1) \tag{7}$$

The curves constructed on parametric equation describe well the experimental curves while in the case of constructing these same curves on classical equation the differences with the experimental curves are clearly visible.

CONCLUSION

Evans’ famous kinetic equations are obtained on the grounds, that on the places, which are free of diffusion barriers, the scale growth is described by a simple parabolic law. A closer mathematical treatment of the oxidation parameters permits obtaining a new equation of oxidation, based on a complex parabolic law and comparative testing of alumina forming heat resistant alloys can be carried out within the scope of these two models.

References

- O.I. Mikadze, M.N. Okrosashvili, D.D. Ebanoidze, B.P. Bulia, T.A. Dzigrashvili, N.I. Maisuradze. Metallfiz. Noveishie Technol, 2005, 27(10), pp.1297-1305. (In English).
- F.N. Tavadze, O.I. Mikadze, N.P. Keshelava and B.P. Bulia. Oxid. Met., 1986, 25(5/6), pp. 335-349. (In English).
- J. Benard. Oxidation of Metals. v.1, Moscow, Metallurgy, 472 p. (in Russian).
- U.R. Evans. An Introduction of Metallic Corrosion. London, Arnold. 1981 p.302. (In English).
- O.I. Mikadze, I.G. Nakhutsirishvili, T.A. Dzigrashvili, N.I. Maisuradze, G.O. Mikadze. Mtallofiz. Noveishie Technol., 2010, 32(4), pp. 543-548. (In English).

UDC 669.26

SCOPUS CODE 2501

**ალუმინის ოქსიდის ფორმირებადი მსურვალმედები შენადნობების
მაღალტემპერატურული ჟანგვის კინეტიკა**

- ო. მიქაძე** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: omikadze@yahoo.com
- ი. ნახუცრიშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: hegemonex@yahoo.com
- ნ. მაისურაძე** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: nmaisuradze@yandex.ru
- თ. ლოლაძე** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: t.loladze@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ოქროსაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი

E-mail: mokrosashvili@yahoo.com

ალ. კანდელაკი, ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: al_kandelaki@yahoo.com

ანოტაცია: ევანსის კონცეპტუალური თეორიის საფუძველზე გამოყენებულია დიფუზიის ეფექტური ზედაპირის ცვლილების ამსახველი ახალი განტოლება და მიღებულია ფორმულები, რომლებიც Al_2O_3 -ის ფორმირებადი მსურვალმედები შენადნობის ჟანგვის კინეტიკური მრუდების აგების შესაძლებლობას იძლევა. რეალური პროცესის მათემატიკური მოდელირების სისწორის მთავარი კრიტერიუმი ექსპერიმენტული და კინეტიკური მრუდების იდენტიფიკაციაა, რაც მოცემულ შემთხვევაში აბსოლუტურად მისაღებია.

საკვანძო სიტყვები: ალუმინის ოქსიდის ფორმირებადი შენადნობები; კოროზიამდეგობა; ჟანგვის კინეტიკა.

UDC 669.26

SCOPUS CODE 2501

О КИНЕТИКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ, ОБРАЗУЮЩИХ ГЛИНОЗЕМ

- Микадзе О.И.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: omikadze@yahoo.com
- Нахуцришвили И.Г.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: hegemonex@yahoo.com
- Майсурадзе Н.И.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: nmaisuradze@yandex.ru
- Лоладзе Т.О.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: t.loladze@gtu.ge

Рецензенты:

М. Окросашвили, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ
E-mail: mokrosashvili@yahoo.com

Ал. Канделаки, доктор технических наук, старший научный сотрудник Института металлургии и материаловедения им. Ф. Тавадзе.
E-mail: al_kandelaki@yahoo.com

АННОТАЦИЯ: На основе концептуальной теории Эванса было испытано новое уравнение изменения эффективной площади диффузии и были получены формулы, позволяющие строить кинетические кривые окисления жаропрочных сплавов, образующих глинозем. Основным критерием корректности математического моделирования реальных процессов является уровень совпадений экспериментальных и кинетических кривых, что в данном случае вполне приемлемо.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кинетика окисления; коррозионная стойкость; сплавы; образующие глинозем.

UDC 621.791.755

SCOPUS CODE 2501

IMPROVEMENT OF EFFECTIVENESS OF PLASMA SPRAYING

M. Khutsishvili Department of metallurgy, materials science and metals processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com

L. Shengelia Department of metallurgy, materials science and metals processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: topita@mail.ru

Reviewers:

M. Okrosashvili, Ph.D., Professor, Department of Metallurgy, Metals Science and Metals Processing, faculty of chemical technology and metallurgy
E-mail: mokrosashvili@yahoo.com

A. Gordeziani, Professor, Department of Metallurgy, Metals Science and Metals Processing, faculty of chemical technology and metallurgy
E-mail: a.gordeziani@gtu.ge

ABSTRACT: In modern plasmatrons, during turbulent delivery of plasma flow, as soon as plasma flow leaves the nozzle, the powder particles melt and accelerate not only in axial direction, but also in radial direction; they mix with surrounding cold atmosphere. As a result takes place reduction of velocity of particles of sprayed material, oxidation and respectively non-heated particles originate in the zone of coating formation and quality of coating layer is getting worsen.

Use of high-enthalpy laminar flows enables us to change the quality of spraying and to improve characteristics of coatings [1-3].

KEY WORDS: plasma spraying; powder particles.

INTRODUCTION

One of the methods of materials generation is an application of special coatings on constructional material with the use of low-temperature plasma. Plasma flow is characterized by relatively simple adjustment of energy and gas-dynamic parameters.

Receipt of plasma coatings from powdered materials becomes more and more topical. Such coatings are used in machine building, aviation, power engineering, metallurgy etc.

THE BODY OF THE ARTICLE

The deposition efficiency may be expressed by powder utilization ratio β , if the input electric power is known

$$\beta = G_c / G_p$$

Where G_c – mass of coating deposited per unit of time (spraying output); G_p – powder consumption (quantity of powder introduced in to the plasma torch – atomization output.

The losses of powder are mainly caused by splashing and small vaporization of coating material in plasma. The powder utilization ratio decreases with incomplete melting of sprayed particles [4].

If the solid or fused powder particles appear in the jet, they strike and rebound from coated surface,

As literary analysis shows, the powder utilization ratio depends on many factors: velocity and temperature of particles, location of powder feeding point and other. As it was mentioned, the particles velocity increases in

laminar flow. The difference between the velocities of laminar and turbulent flows is small with the distance to 100 mm. With the increase in a distance from the nozzle tip this difference increases and particles are heated in laminar jet during dwell time up to the temperature above melting point. Laminar plasma jet has small angle divergence 1-3°, which leads to the increase in powder deposition ratio. In laminar plasma flow at the same thermal power of plasma the powder particles are heated and accelerated in comparatively long plasma jets with comparatively moderate temperature and corresponding vaporization. The dissociation of material becomes slower, but the powder utilization ratio rises. To conduct the comparative research at turbulent and laminar plasma flows, the experiments were performed on the 80x80x4 mm sample plates. The powder utilization ratio was defined depending on the basic spray regimes. The powder NPA-80 was utilized. The coatings were deposited during 20 s. All materials were fed into the plasma torch in the quantity of 25 g/min. The plates were treated by abrasive-flow machining before spraying. Spraying was conducted during two hours after surface preparation. As the plasma-forming gas argon was utilized, which consumption changed in the range of $Q=2-4 \text{ m}^3/\text{h}$. Operating current $I=300-400 \text{ A}$. For the turbulent plasma there were used nozzles having diameter 6 mm, while for laminar plasma – 7-8 mm. In both cases argon was used as the transporting gas.

Selection of spray distance plays a great part as for largest powder utilization ratio achievement, as well for getting of high level of coating quality (adhesive strength, density, etc.).

Theoretical calculations of spray distance [5] are based on the simplified techniques of distance measurement [6], necessary for complete melting of sprayed particles. Such a approach does not give opportunity to find the distance, at that not only the temperature, but the particles velocity is optimal from the point of view of coating quality. Therefore, the selection of spray distance was conducted experimentally.

It was stated, that the maximal coating quality is achieved at the spray distances $L=100-120 \text{ mm}$ when using turbulent plasma. In this range the powder utilization ratio is slightly varied, however at the distance $L>120$ the powder utilization ratio and coating quality drastically fall.

Absolutely another pattern takes place when using laminar plasma flow. The powder utilization ratio does not become worse with increasing spray distance from

small diameter of nozzle tip to substrate, when $L=140-150 \text{ mm}$.

It is known, that the location of anode spot affects the quality and stability of coating features. A.V. Novoselov and A.F. Puzryakov experimentally show the impact of anode spot location to the plasma spray coating process. It is stated, that the best productivity and ratio β take place at $\varphi=0$, i.e. the spot is located opposite to the powder feeding hole. The maximal coating quality corresponds to such location of anode spot. These experiments show, that spray process and coating properties depend on the location of arc and anode spot in the plasma torch [7].

The powder utilization ratio was experimentally investigated depending on the location of inlet hole (Figure 1.). The experiments were performed only for laminar plasma flows at arc power 8500 W and argon using as plasma-forming and transporting gas. The powder was fed through one hole. As it is shown on the figure, the maximal powder utilization ratio takes place when takes place feeding the powder through the lower part of small diameter channel.

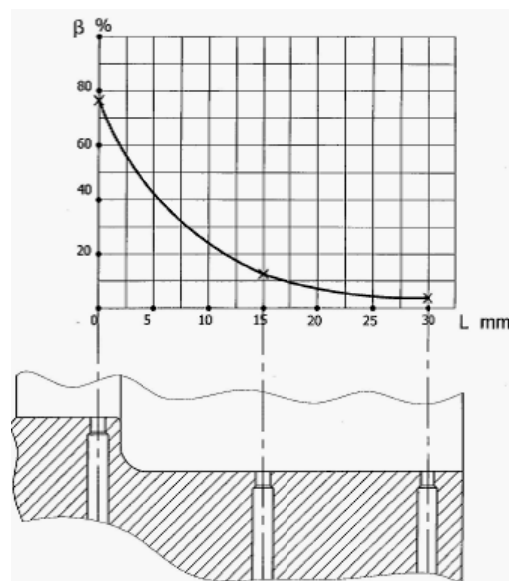


Figure 1. Change of powder utilization ratio β depending on feeding point

It should be noted, that the ratio β drastically falls and correspondingly the coating quality become worse, when feeding the powder in the region of large diameter. Seemingly, at that the laminar flow pattern becomes worse. So, the powder is fed dipper in the channel of nozzle, the effectiveness of powder heating and utilization ratio is higher.

Figure 2 shows a dependence of powder utilization ratio on the arc power. Analyzing the dependence it is possible to define the optimal arc power. At small arc power, the powder practically is not melt and the ratio β is minimal. The powder utilization ratio β increases with increasing arc power and correspondingly plasma power. Ratio β decreases seemingly due to increasing of sprayed powder vaporization.

Powder consumption is 25 g/min. The powder was delivered through one hole (1, 3) and three holes (2, 4). Spray distance $L=120$ mm.

Thus, the arc power providing so-called “minimal thermal power of plasma” provides also a penetration of all particles.

It also follows from the dependence (see fig 2), that the maximal value β is achieved at powder feeding through three holes angularly related to each other at 120° . At that the powder is distributed uniformly on the cross-section. Application of laminar plasma flows increases the powder utilization ratio β 1.4 times.

Also the dependences of powder utilization ratio on the quantity of powder are investigated (see fig. 3).

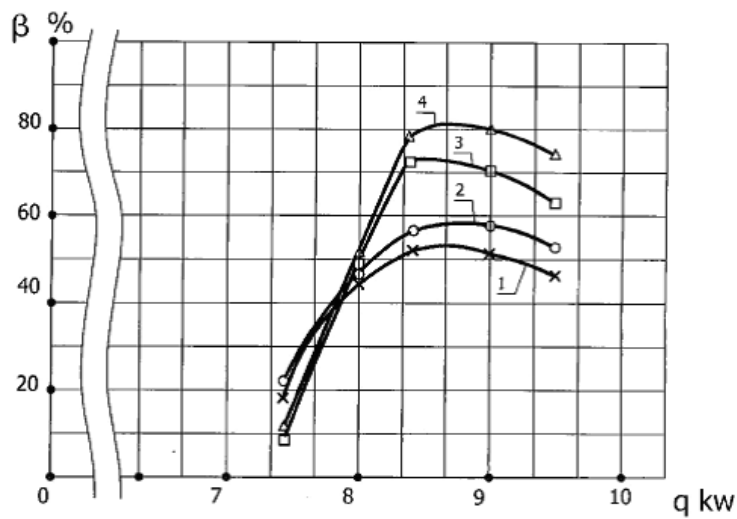


Figure 2. Dependence of powder utilization ratio β on the arc power for turbulent (1, 2) and laminar (3, 4) plasma flows

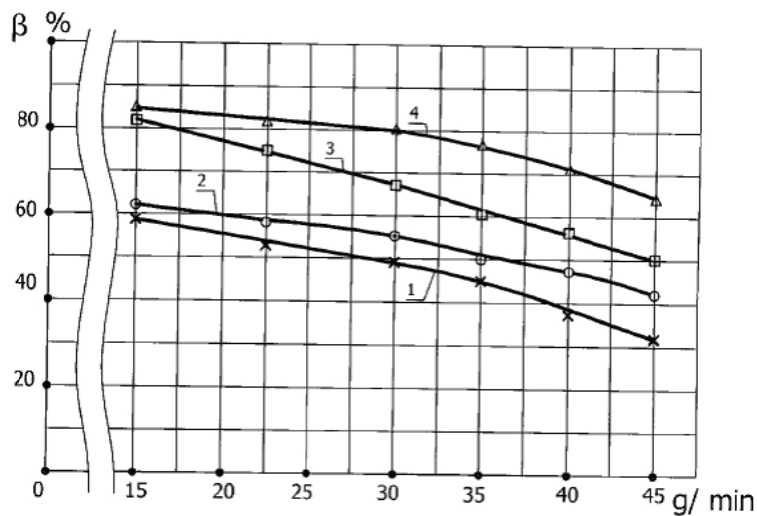


Figure 3. Dependence of powder utilization ratio β on powder consumption G_p , introduced in to the torch for turbulent (1, 2) and laminar (3, 4) flows

The powder was delivered through one hole (1, 3) and three holes (2, 4).

Arc power – 8400 W. Spray distance L=120 mm.

The change only of fed powder quantity considerably affects the β ratio.

When the quantity of powder introduced into the plasma jet increase, the local overcooling of plasma occurs and there comes a moment, when the quantity of the molten powder particles becomes to be decreased. The maximal spray productivity foreruns to this moment. Due to the powder feeding through three holes at the same quantities, the more uniform distribution on the nozzle section does not lead to noticeable cooling of plasma. Therefore, here the ratio β is higher, than during powder feeding through one hole. These experiments were performed at spray distance L=120 mm. It should be noted, that the comparative analysis was not performed at spray distance L>120 mm, because the coating quality, adhesion and powder utilization ratio become drastically worse at turbulent plasma flows. As for the application of laminar plasma flows, the coating

quality and ratio β do not change at spray distance L=140-150 mm.

So, the application of high-enthalpy laminar plasma flows provides the following:

- Increasing of particles velocity;
- Minimal divergence angle 1-3°;
- Heated particles move in longitudinal direction, that excludes their mixing in the ambient air.
- Increasing of sprayed particles temperature.

All factors listed above promote the increasing of powder utilization ratio $\frac{1}{4}$ times at the same regimes (arc power, quantity of fed powder, etc.).

CONCLUSION

The powder utilization ratio is determined depending on the location of powder feeding point, arc power (thermal power of jet) and quantity of fed powder.

It is found, that application of high-enthalpy laminar plasma flows increases the powder utilization ratio 1.4 times.

References

1. M. Khutsishvili, L. Kikvadze. Spraying Powder Materials by the High-Enthalpy Laminar Plasma Flow // American Institute of Physics. Melville, New York. 2008.-pp. 423-426. (In English).
2. M. Khutsishvili, L. Kikvadze, G. Khutsishvili / Comparative Data of the Noise Level and Coefficient of Powder Utilization for Plasma Spraying of Powdered Material by Turbulent and Laminar Plasma Flows // Plasma Diagnostic 2010 conference. Nancy-University, France P41. (In English).
3. M.G. Khutsishvili, L.V. Kikvadze, G.M. Khutsishvili. Coatings applied by high-enthalpy laminar plasma flow // GIN – 2011. -№3. – pp. 95-97 (in Russian).
4. Kitaev R.I., Tsidulko A.G. Izuchenie processa napilenia plazmennoi struey. – Poroshkovaya metallurgia, 1968, #6, pp. 33-36. (in Russian)
5. Bobrov G.V., Privezentsev V.I., Nikiforov G.D. Svarochnoe proizvodstvo, 1971, #8, pp. 13-15. (in Russian).
6. Krasnov A.N. Sharivker S.Y. In “Visokotemperaturnie pokritia”. Nauka, 1967. (in Russian).
7. [7. Kudinov V.V. Plazmennie pokritia. M. Izdatelstvo Nauka. 1977.-184 p. (in Russian)

UDC 621.791.755
SCOPUS CODE 2501

პლაზმური დაფრქვევის ეფექტურობის ამაღლება

- მ. ხუციშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com
- ლ. შენგელია** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: topita@mail.ru

რეცენზენტები:

- მ. ოქროსაშვილი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: mokrosashvili@yahoo.com
- აღ. გორდეზიანი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: a.gordeziani@gtu.ge

ანოტაცია: თანამედროვე პლაზმატრონებში პლაზმური ნაკადის ტურბულენტური მიწოდებისას ფხვნილის ნაწილაკები ტოვებს რა საქშენს, დნება და მიიჩქარის არა მხოლოდ დერძის, არამედ რადიალური მიმართულებითაც, ერევა გარემომცველ ცივ ატმოსფეროს.

შედგად ადგილი აქვს დასაფრქვევი მასალის ნაწილაკების სიჩქარის შემცირებას, დაჟანგვას და, შესაბამისად, დანაფარის ფორმირების ზონაში ჩნდება გაუხურებელი ნაწილაკები, უარესდება დანაფარის ფენის ხარისხი.

მაღალენთალპიური ლამინარული ნაკადების გამოყენებამ საშუალება მოგვცა შეგვეცვალა დაფრქვევის ხასიათი და გაგვეუმჯობესებინა დანაფარის მახასიათებლები, ფხვნილის გამოყენების კოეფიციენტი.

საკვანძო სიტყვები: პლაზმური დაფრქვევა; ფხვნილოვანი მასალები.

UDC 621.791.755
SCOPUS CODE 2501

УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

- Хუციшвили М.Г.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: m_khutsishvili@yahoo.com
- Шенгелиа Л.Б.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: topita@mail.ru

Рецензенты:

- М. Окросашвили**, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ
E-mail: m.okrosashvili@gtu.ge
- А. Гордезиани**, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ
E-mail: a.gordeziani@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: В современных плазматронах, при подаче в турбулентный поток плазмы, частицы порошка проплавляются и ускоряются не только в осевом направлении, но и в радиальном, перемещаясь с окружающей холодной атмосферой. Вследствие этого частицы порошка из периферийной зоны струи резко теряют скорость и либо вообще выносятся из плазменного потока и не участвуют в формировании покрытия, что приводит к ухудшению покрытия.

Применение высокоэнтальпийных ламинарных потоков плазмы дало возможность изменить характер напыления и улучшить показатели покрытия, коэффициент использования порошка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: плазменное напыление; порошковые материалы.

UDC 669.18:621.746.3

SCOPUS CODE 2506

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ

- Г. Б. Кашакашвили** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 69
E-mail: g.kashakashvili@gtu.ge
- И. Г. Кашакашвили** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 69
E-mail: i.kashakashvili@gtu.ge
- Б. Г. Кашакашвили** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава 69
E-mail: beno@cdn.ge

Рецензенты:

О. Микадзе, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: omikadze@gtu.ge

Б. Майсурадзе, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: b.maisuradze@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Предлагаемая инновационная технология выплавки стали в ковше-печи включает: загрузку шихты, состоящей из металлического лома и флюсов; донную продувку природным газом и воздухом или кислородом для расплавления шихты снизу пламенем газозоохлаждающей или газокислородной факела; выравнивания температуры и химического состава в объеме расплава; добавку шлакообразующих компонентов; отключение подачи природного газа и воздуха или кислорода и продувку расплава инертным газом снизу. Природный газ и воздух или кислород вдувают из вставленных одна в другую труб неводоохлаждаемой газозоохлаждающей или газокислородной горелкой, расположенной в отверстии разливочного стакана шиберного затвора и обсыпанной сухим огнеупорным песком. Природный газ подается через наружную трубу, а воздух или кислород – через внутреннюю. Ковш-печь накрывают присоединенным к газоочистке сводом с электродами для дополнительного пла-

вления шихты сверху электрическими дугами. После расплавления шихты сливают первичный шлак наклонном ковша-печи, которую после этого возвращают в исходное положение, загружают в неё флюсующие добавки и формируют вторичный шлак. При этом, вместе с донной продувкой инертным газом, науглероживанием природным газом или обезуглероживанием, кипением, раскислением, легированием, обессериванием, дефосфорацией происходит гомогенизация химического состава и температуры готовой стали. Применение этой инновационной технологии обеспечивает более высокое качество стали, высокую эффективность и низкие затраты на её производство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: воздух; выплавка в ковше-печи; донная продувка через шиберный затвор; инертный газ; инновационная технология производства стали; качество; кислород; коаксиальные трубы; науглероживание природным газом; неводоохлаждаемая горелка; природный газ; снижение издержек

производства; шлакообразующие реагенты; эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

В обозримом будущем самым прочным, надёжным и удобным конструкционным материалом всё ещё будет являться сталь, годовая выплавка которой на нашей планете за последние 25 лет почти удвоилась и в текущем году прогнозируется свыше 1,5 миллиардов тонн. Несмотря на способы и устройства, выплавка стали осуществляется по научным закономерностям великих учёных прошлого столетия, основывающимся только на обезуглероживании сталеплавильной ванны.

Традиционная технология производства стали имеет следующие существенные недостатки:

1. Готовая сталь поступает в сталеразливочные ковши, где несмотря на способы выплавки, для компенсации потерь температуры при выпуске на жёлобе в сталеразливочном ковше и во время разлива, плавку во всех плавильных агрегатах перегревают на 100÷120°C выше номинальной, что вызывает существенный перерасход топлива, электроэнергии, огнеупоров, других материалов, снижение производительности агрегата и качества стали вследствие увеличения количества неметаллических включений (особенно газовых).

2. Каждая заданная марка стали требует соответствующего расчётного содержания углерода при расплавлении, оптимальность которого не может определить даже современное поколение вычислительных машин, а по этой причине часты случаи „мягких“ расплавлений по углероду, перешихтовок, подвалок (дозавалок) и доливок чугуна, перегрузов плавки, основного оборудования, потерь металла, срывов заказов заданных марок сталей с ухудшением их качества, аварийных ситуаций при выплавке и разливе.

3. Выпуск стали из плавильного агрегата сопровождается её вторичным окислением, значительными потерями, снижением качества, увеличением расхода раскислителей, страшным загрязнением атмосферы, ухудшением условий труда вместе с экологическими показателями плавильного агрегата, предприятия и региона.

4. В связи с тем, что производство стали во всём мире растёт, в основном, за счёт ввода сверхмощных

электродуговых печей с резким увеличением потребления электроэнергии, создаётся большая угроза для будущего дефицита и кризиса по электроэнергии во всём мире.

5. Сооружение плавильных агрегатов – конвертеров и электродуговых печей с мощными трансформаторами – требует огромных капитальных затрат при строительстве современных сталеплавильных цехов.

6. Помимо огромных капиталовложений, расходы на эксплуатацию и капитальный ремонт плавильных агрегатов, материальные и трудовые затраты очень велики и удорожают себестоимость стали.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В 80-ые годы на РМК (Руставском металлургическом комбинате) впервые в мире была осуществлена выплавка стали вдуванием природного газа и воздуха из сталевыпускного отверстия 200-тонного сталеплавильного агрегата с огромным экономическим эффектом, причём средняя по цеху продолжительность плавки от 8,5 часов уменьшилась до 4,15 часов при уменьшении расхода условного топлива от 170 кг/т до 88 кг/т, а выпуск всех опытных плавки осуществлён без тяжёлых трудовых затрат на разделку сталевыпускного отверстия выносом неводоохлаждаемой продувочной горелки с помощью разливочного крана (рис. 1). На указанный „Способ выплавки стали“ получено Авторское свидетельство СССР [1].

Позднее, после глубокого научного анализа процесса наших экспериментов, выявлены новые закономерности зависимости обезуглероживания и науглероживания стали от температуры, соотношения объёмов природного газа и воздуха, а также суммарного содержания углерода в природном газе, за что Международная академия авторам научных открытий и изобретений выдала дипломы на научные открытия с серебряной и золотой медалями лауреата Нобелевской премии П.Л. Капицы [2].

В период проведения этих успешных научных экспериментов на РМК также была разработана технология внепечной обработки стали путём её продувки через отверстие шибера затвора сталеразливочного ковша инертными газами, шлакообразующими смесями и микролегирующими добавками с совмещением процессов раскисления-легирования. Указанная технология, кроме РМК, внедрена на многих заводах России и Украины, а её патент купили фирмы „Крупп“ и „Маннесман“ (рис. 2) [4].

Немецкие сталеплавильщики усовершенствовали технологию продувки и разливки жидкой стали применением двухканального шибера [5], однако после

этого более технологичный вариант без прекращения продувки до МНЛЗ разработан в Грузинском техническом университете и запатентован в Грузии [6] (рис. 3).

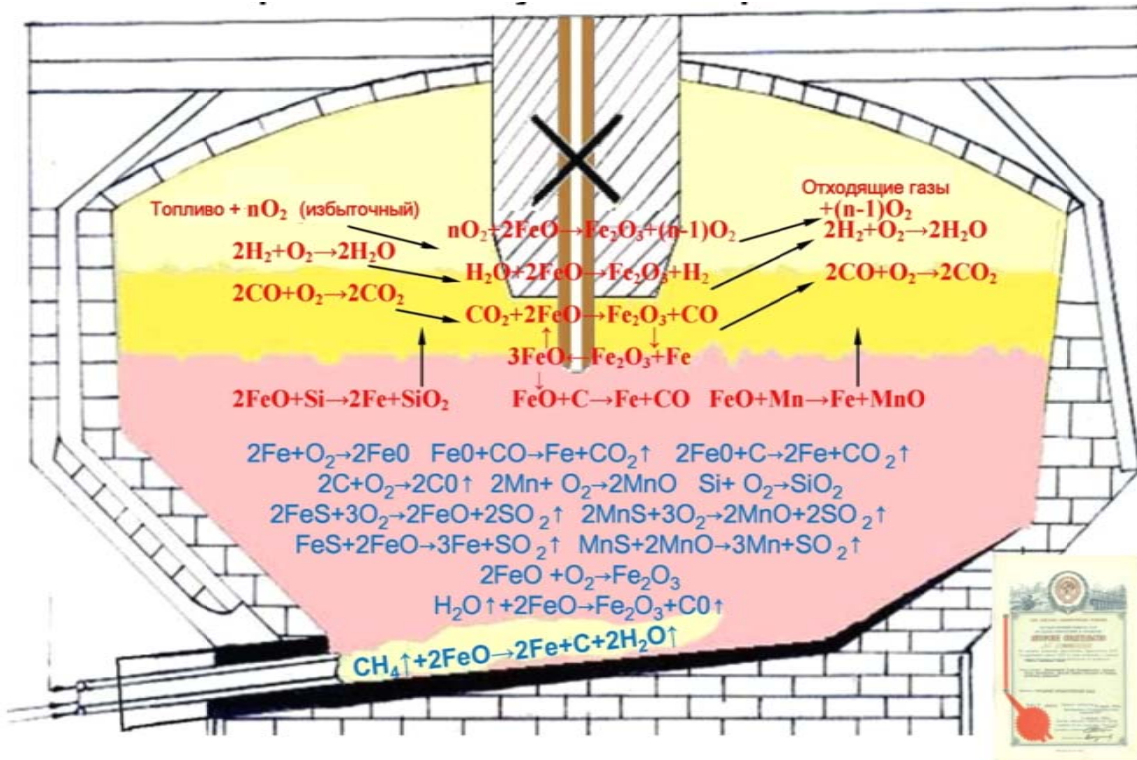


Рис. 1. Продувка жидкой ванны газовой смесью через сталевыпускное отверстие печи

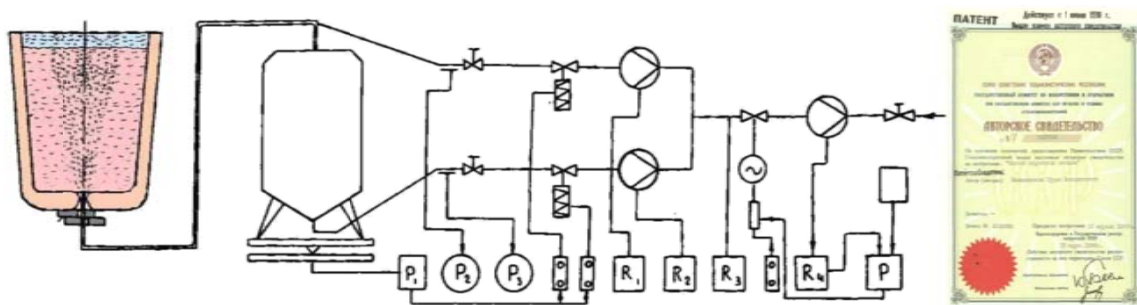


Рис. 2. Внедрённая в Грузии (на РМК), России, Украине и купленная немецкими фирмами технология ковшовой обработки жидкой стали вдуванием инертных газов и шлакообразующих реагентов через шиберный затвор

С учётом вышеизложенных убедительных научно-производственных результатов новых закономерностей процессов науглероживания и обезуглероживания была поставлена задача уйти от традиционной

технологии вынужденного перегрева металла на 100÷120 °С путём выплавки стали в одном модернизированном агрегате типа АКОС с продувкой водоохлаждаемой горелкой через шиберный затвор

природным газом и воздухом или кислородом (в периоды завалки, плавления и доводки), а затем – раскислением и обработкой инертными газами и

реагентами и последующей разливкой из этого же ковша на МНЛЗ.

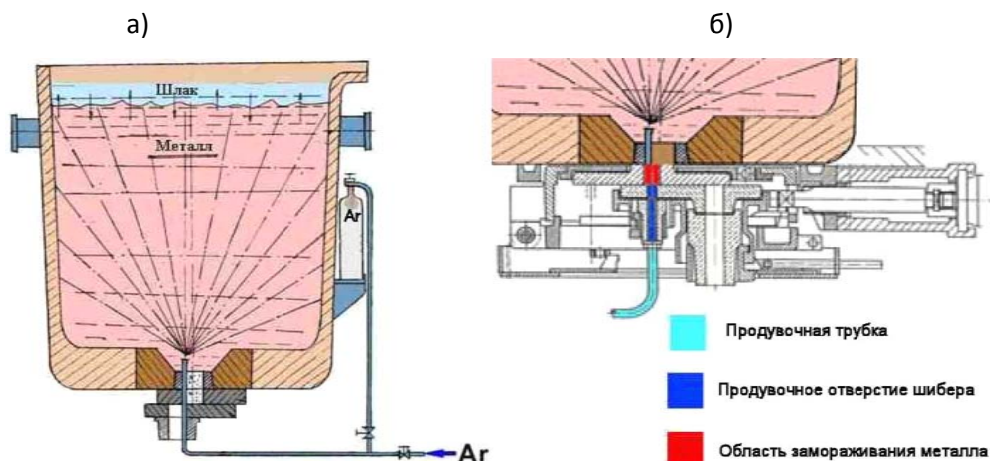


Рис. 3. Системы продувки стали инертными газами и рафинирующими реагентами: а) новая грузинская; б) немецкая

Таким образом, из поточной сталеплавильной линии – сталеплавильный агрегат, сталевыпускной жёлоб, сталеразливочный ковш или АКОС, обработка металла инертными газами, реагентами и МНЛЗ – исключили: главный агрегат – печь со сталевыпускным отверстием, жёлобом для выпуска стали, с самым тяжёлым, трудоёмким процессом закрытия-открытия лётки, выпуском металла в разливочный ковш; вынужденный перегрев стали на 100÷120 °С, ухудшающий её качество, страшно загрязняющий окружающую среду, портящий экологические показатели предприятия и региона. По предложенной технологии все процессы плавления, доводки, раскисления и обработки металла инертными газами и реагентами проводятся в одном модернизированном агрегате с нагревом стали только до номинальной температуры.

Разработанная на основании вышеуказанных научных открытий технология выплавки-рафинирования стали глубинной продувкой снизу газовой (газокислородной) смесью через шиберный затвор сталеразливочного ковша и нагревом сверху электроэнергией была запатентована в России [7], Китае [8] и патентуется в Германии (рис. 4).

После тщательного изучения химических составов природного газа месторождений России, Туркмении, Украины, Азербайджана, Узбекистана, Ирана и Грузии установлено, что максимальное суммарное содержание углерода в кубометре природного газа составляет 0,760 кг, а минимальное – 0,439 кг. Следовательно, в

процессе выплавки стали на 73 % больше углерода поступает в пространство агрегата, а после расплавления, и в жидкую ванну, в единицу времени из единственного источника – природного газа.

Таким образом, была найдена новая закономерность – науглероживание сталеплавильной ванны (при её глубинной продувке через сталевыпускное отверстие газовой или газокислородной и шлакообразующей смесью) прямо пропорционально зависит от суммарного содержания углерода в природном газе (рис. 5) и соотношения объёма воздуха или кислорода к объёму природного газа. Увеличение этого соотношения приводит к окислительному процессу, а уменьшение – к науглероживанию. Это позволило усовершенствовать процесс выплавки с решением очень важной для сталеплавыльщиков проблемы – оптимального по углероду расплавления сталеплавильной ванны в соответствии с заданной маркой, исключая мягкие расплавления, подвалки (дозавалки) и доливки чугуна, аварийные ситуации при выплавке и разливке стали.

Мы усовершенствовали запатентованные в России и Китае способ и устройство выплавки и обработки стали в одном агрегате организацией подачи металлических шихтовых материалов без снятия свода и электродов с дугового плавильного агрегата.

Грузпатент выдал патент на усовершенствованный двушиберный сталеплавильный агрегат (рис. 6) [9], разработанный на основании новых закономерностей

наших научных открытий. В этом агрегате один шибер со стаканом оптимально большого диаметра предназначен для продувки газокислородной смесью и ускорения расплавления шихты мощным факелом, а

второй, со стаканом оптимально меньшего диаметра, – для продувки инертными газами и реагентами и последующей разливки стали.

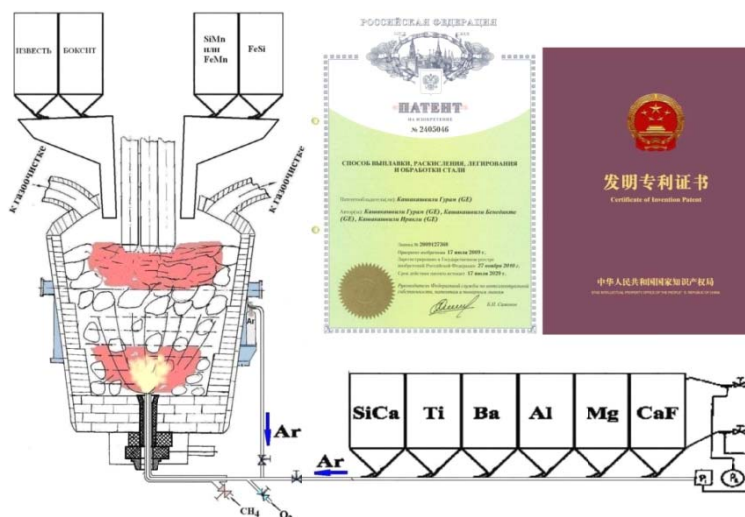


Рис. 4. Одношиберный агрегат для совмещения технологии выплавки, раскисления и обработки стали

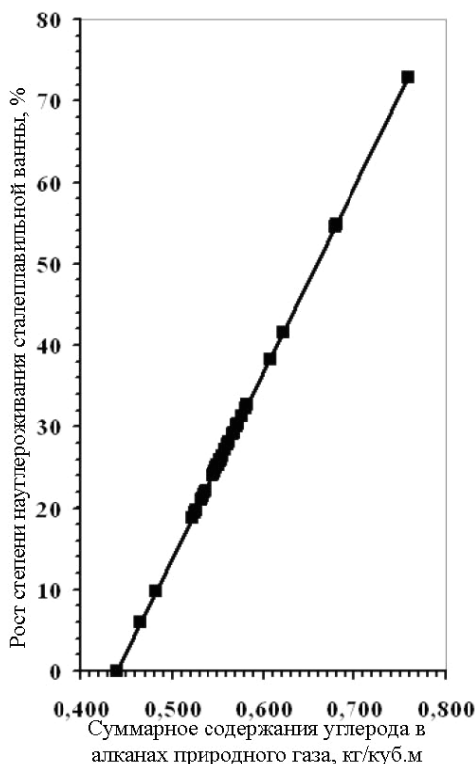


Рис. 5. Влияние содержания углерода в природном газе на рост степени науглероживания сталеплавильной ванны

Выплавка стали и её рафинирование начинается загрузкой специальными бадьями в ковш-печь отсортированной и взвешенной шихты вместе с флюсами (известью, бокситом, плавиковым шпатом или др.). Плавление шихты начинается одновременно сверху электродугой и снизу мощным факелом неводоохлаждаемой горелки, вставленной и затрамбованной сухим кварцевым песком в стакане с большим диаметром шиберного затвора, где по внутренней трубе подаётся воздух или кислород, а в наружном зазоре – природный газ.

Возникшие во время завалки, плавления и осадки шихты свободные объёмы заполняются заливкой жидкого чугуна через специальный жёлоб, а на заводах, где его нет – подачей металлизированных окатышей с целью максимального использования тоннажа агрегата (схему подачи окатышей не показываем, так как пока не получен патент), после чего подача металлизированных окатышей прекращается электроимпульсом аппарата определения уровня жидкого металла.

В процессе плавления скачивают первичный шлак гидравлическим опусканием вниз и наклоном ковша-печи возвращают этот агрегат в исходное положение,

а затем наводят новый, вторичный шлак путём присадки флюсующих материалов (например, извести, боксита, плавикового шпата и др.) в печь-ковш из специальных бункеров-дозаторов через засыпное устройство.

По химическому анализу первой пробы устанавливается режим продувки жидкой стали. Если в предварительной пробе содержание углерода находится в пределах требований инструкции для заданной марки стали, то соотношение вдуваемых объёмов воздуха или кислорода и природного газа держат для ведения процесса в окислительной атмосфере. Если расплавление „крепкое“ – выше номинального по углероду, то для ускорения процесса обезуглероживания вышеуказанное соотношение увеличивают. Если расплавление по углероду ниже оптимального для заданной марки стали, это соотношение уменьшают увеличением объёма природного газа и уменьшением объёма воздуха или кислорода, вследствие чего при кипении жидкой ванны вместо обезуглероживания идёт процесс её науглероживания до выпуска заданной марки стали.

Таким образом, из технологического процесса исключаются подвалки (дозавалки) холодного чугуна, высокоуглеродистых сплавов и материалов или доливки жидкого чугуна, что вызывает перегруз печи, сталеразливочных ковшей и разливочных кранов, создание аварийных ситуаций при выплавке и разливке. Эта большая нерешённая проблема мирового масштаба в сталеплавильном производстве в предложенном процессе решается по-научному, без неприятных и аварийных ситуаций.

После расплавления шибберный затвор с большим отверстием, предназначенный только для расплавления шихты, окончательно закрывается. Процесс продувки и экстенсивное рафинирование инертным

газом через второй шибберный затвор с оптимальным для разливки отверстием продолжают во все периоды завалки и плавления. После завершения плавления и закрытия большого шиббера, переходят на интенсивную продувку ванны инертным газом и реагентами. Чем больше давление и объём подаваемого инертного газа, тем интенсивнее восходящие снизу вверх гидравлические тепловые потоки жидкой стали, что увеличивает поверхность соприкосновения шлака с металлом и интенсивнее происходит асимляция, переход всех неметаллических включений, в том числе газовых, из металла в шлак и в атмосферу. С этими процессами совмещается гомогенизация химического состава и температуры металла. Если требуется глубокое обессеривание, дефосфорация, то нужно снять насыщенный сульфидами, фосфатами и другими вредными соединениями шлак, навести третий шлак и с увеличением подачи таких реагентов, как CaC_2 , SiCa , SiAl , Mg и др., можно добиться максимального удаления серы и фосфора.

Двушибберная ковш-печь оборудована постоянно действующей аппаратурой для измерения температуры жидкой стали, процентного содержания углерода в ней и уровня жидкого металла.

После получения желаемого анализа наперегретого металла с оптимальной для разливки температурой, с учётом содержания углерода и того, что температура футеровки ковша уже сбалансирована с температурой жидкой стали, он отключается от стационарной подачи природного газа, воздуха, кислорода и инертного газа из магистрали, отсоединяется от свода гидравлическим опусканием вниз опорного стенда модернизированного сталевоза и отправляется на МНЛЗ с продувкой металла аргоном из смонтированного на сталеразливочном ковше баллона. Разливка начинается с прекращением продувки.

1 – шибер с большим диаметром стакана; 1' – шибер с меньшим диаметром стакана; 2 и 2' – футеровка разливочного ковша; 3 – форсунка для подачи природного газа и кислорода, вставленная в один шибер с оптимальным для плавления металла отверстием; 3' – продувочная трубка для инертного газа и реагентов, вставленная в другой шибер с оптимальным для разлива отверстием; 4 – магистральные трубопроводы для подачи природного газа и кислорода; 5 – свод ковша-печи; 6 – графитовые электроды; 7 и 7' – подвижные плиты шиберов; 8 и 8' – подливочное кольцо; 9 – цапфы разливочного ковша; 10 – опорное кольцо разливочного ковша; 11 и 11' – концевая футеровка разливочного ковша; 12 – трубопроводы отходящих газов; 12' – чугунозаливочная воронка; 13 – стальной кожух ковша;

14 – трубопровод от баллона с аргоном; 15 – бункер-дозатор; 16 – весы бункера-дозатора; 17 – баллон с аргоном; 18 – аппарат для подачи микролегировочных элементов; 19 – полученный торкретированным огнеупорный слой.

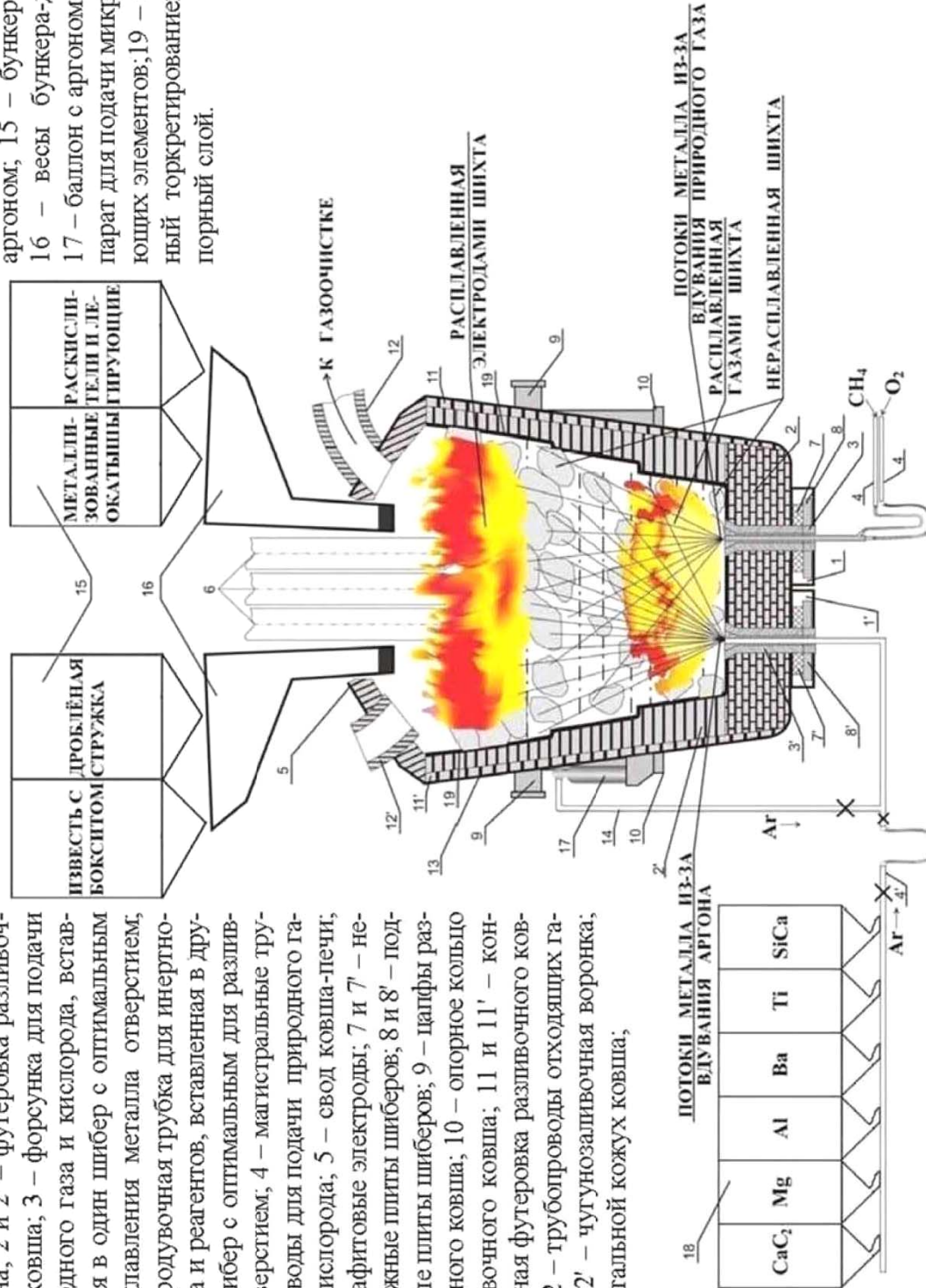


Рис. 6. Двухшберный агрегат для совмещения технологии выплавки, раскисления и обработки стали

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Запатентованная в России и Китае технология выплавки стали в одном агрегате одновременным нагревом сверху электродугой (питаемой от трансформатора мощностью 25 МВт) и снизу факелом вдуваемых природного газа и воздуха или кислорода, по сравнению с традиционными, характеризуется следующими преимуществами:

1) Отпадает необходимость в отдельном сталеплавильном агрегате (например, в конвертере, в ДСП со своими мощными трансформаторами и др.) и необходимых для их размещения высоких печных пролётов, сооружаемых из крупных стальных конструкций, что, кроме снижения больших капитальных вложений и капитальных затрат, экономит дорогостоящие магнетитовые, хромоманганитовые и другие огнеупорные материалы. Плавление шихты, доводка-рафинирование, раскисление-легирование и нагрев металла вместе с его химической и температурной гомогенизацией осуществляются в ковше-печи со значительным уменьшением расхода электроэнергии, температуры выплавки, значительным улучшением экономических, качественных и экологических показателей производства.

2) Из традиционной поточной технологии производства стали исключаются очень тяжёлые, трудоёмкие процессы огнеупорной кладки сталеплавильных агрегатов, торкретирования конвертеров и печей, наварки подин печей и их заправки, открытия-закрытия лётки и выпуска металла в ковш, вторичное окисление металла на выпуске, чем уменьшается количество эндогенных, экзогенных включений в стали и значительно – выбросы в атмосферу.

3) Расплавление шихты одновременно сверху электрической дугой и снизу мощным газокислородным факелом происходит быстрее, чем в ДСП, несмотря на меньшую (в 3-4 раза) потребляемую ковшем-печью электроэнергию. Мощный факел, образуемый продуваемыми снизу природным газом и воздухом или кислородом, быстрее чем в дуговой печи или в конвертере расплавит 200 тонн шихты и нагреет металл до оптимальной температуры. По предварительным расчётам расходы природного газа и электроэнергии составят соответственно 110 м³/т и 155 кВт/т стали. С увеличением расхода природного газа можно уменьшить расход сравнительно более дорогого топлива – электроэнергии.

4) Ковш нагревается в процессе плавки, температура футеровки и жидкой стали сбалансирована и нет необходимости в перегреве металла на 100-120°C

выше номинального, чем значительно уменьшатся удельные расходы топлива и других материалов. Значительно улучшится качество металла, так как растворимость газов в металле увеличивается с ростом температуры и сталь будет содержать меньше неметаллических включений, в том числе – газовых.

5) Значительно повышается производительность цеха, так как в такой же степени сокращается время поточного технологического цикла выплавки, выпуска, раскисления, внепечной обработки стали, продувки-рафинирования, транспортировки ковша к АКОС-у.

6) Путём регулировки коэффициента избытка кислорода по отношению к природному газу исключаются „крепкие“ и „мягкие“ расплавления по углероду, чем без подвалок (дозавалок) и доливок чугуна гарантируются выпуски заданных марок сталей без создания аварийных ситуаций при их выплавке.

7) Значительно сокращаются выбросы, так как отсутствует основной сталеплавильный агрегат со своими организованными и неорганизованными выбросами, особенно, при выпуске металла в ковш. При продувке металла газокислородной смесью и при его обработке инертными газами и реагентами, мелкодисперсные выбросы при прохождении снизу вверх в жидких слоях металла и шлака расплавляются, и, кроме улучшения экологических показателей, увеличивается выход годного металла.

8) Совмещение процессов выплавки и обработки жидкой стали в одношиберном агрегате уступает по надёжности использования двушиберному (так как в последнем случае, после расплавления шихты, шибер со стаканом большого диаметра для подачи газа и воздуха или кислорода закрывается, а процесс продувки и обработки жидкого металла инертными газами и реагентами надёжно ведётся через другой шибер со стаканом меньшего – оптимального диаметра, рассчитанного для разлива на МНЛЗ).

9) Необходимо отметить, что предложенная поточная линия производства стали превосходит по производительности традиционные технологии, так как шихту можно расплавлять двумя источниками тепла – электродугой сверху и мощным дешёвым газокислородным (газовоздушным) пламенем снизу. Для выпуска одного миллиона тонн стали потребуются 1 АКОС (питаемый от трансформатора мощностью 25 МВт) и 10-12 200-тонных разливочных ковшей, в которые, так же, как и в электропечи, металл будет загружаться специальными бадьями.

10) Предложенная технологическая линия производства стали по надёжности также превосходит традиционную технологию выплавки стали в конвертерах, мартеновских, электрических и других печах, так как исключает в сталеплавильных агрегатах опасность проедания днища, пода, откосов, передних и задних стен, сталевыпускного отверстия и жёлоба жидким металлом, то есть – потери целой плавки и, следовательно, длительного выхода из строя основного

сталеплавильного агрегата из-за вышеперечисленных причин.

11) Внедрение представленной технологии выплавки и ковшовой обработки стали в печи-ковше – АКОС-е даст в мировом масштабе огромную экономию капложений, электроэнергии, материальных и трудовых затрат, финансовых ресурсов с улучшением условий труда, качественных, экономических и экологических показателей предприятий и регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 701151 USSR/authors Kashakashvili G. B. [et al.], 1979. (In Russian).
2. Kashakashvili G. B., et al.// Metallurgy, 2010. № 2. pp. 78-79. (In Russian).
3. Kashakashvili G. B // The Scientific Discoveries, Ideas, Hypotheses (2008-2012): Information-analytical review / Pototskii V.V.-M.: RANS 2013 pp.117-118. (In German).
4. А. с. 1410541 USSR/authors Kashakashvili G. B. [et al.], 1988.
5. Ekhemeyer A., Hornberg H. / "Polysius AG" Beckum // Proceedings of the VII International Symposium on the desulfurization of iron and steel (Anif, Austria, 26-27. September 2002)/ Almamet. 19 p. (In German).
6. Kashakashvili G. B. [et al.] // Steel. 2007. №3. pp. 26-27. (In Georgian).
7. Patent of RF 2405046 / Kashakashvili G. B. [et al.] // Bulletin. 2010. № 33. (In Russian).
8. China Patent # ZL 2010 8 0041405.X Certificate Number 1389055, Inventors: Kashakashvili G., Soskovets O. [et al.], (in Chinese).
9. Patent # 5552B. Georgia / Kashakashvili G., Soskovets O. //. Official Bulletin of Industrial Property of Georgia. 2012. # 3 (343). p. p. 11 and # 10(350). pp. 16. (in English).

UDC 669.18:621.746.3
SCOPUS CODE 2506

ფოლადის წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგია

- გ. ქაშაკაშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: g.kashakashvili@gtu.ge
- ი. ქაშაკაშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: i.kashakashvili@gtu.ge
- ბ. ქაშაკაშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: beno@cdn.ge

რეცენზენტები:

- ო. მიქაძე**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: omikadze@gtu.ge
- ბ. მაისურაძე**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: b.maisuradze@gtu.ge

ანოტაცია: ციცხვ-ღუმელში ფოლადის გამოდნობის შემოთავაზებული ინოვაციური ტექნოლოგია ითვალისწინებს ჯართისა და მდნობებისგან შედგენილი კაზმის ჩატვირთვას, ბუნებრივი აირისა და ჰაერის ან ჟანგბადის ფსკერიდან შექრევას კაზმის გასადნობად ქვემოდან აირ-ჰაერის ან აირ-ჟანგბადის ჩირაღდნის ალით, ტემპერატურისა და ქიმიური შედგენილობის გათანაბრებას დნობილის მოცულობაში, წიდაწარმომქმნელი კომპონენტების დამატებას, ბუნებრივი აირისა და ჰაერის ან ჟანგბადის მიწოდების შეჩერებასა და დნობილის ქვემოდან გაქრევას ინერტული აირით. ბუნებრივ აირს და ჰაერს ან ჟანგბადს შეაქრევენ ერთ მილში ჩადგმული მეორე მილისგან შედგენილი წყლის არასაცივებელი სანთურით, რომელიც განლაგებულია შიბერის საჩამომსხმელო ჭიქის ხვრელში გარშემო მშრალი ცეცხლგამძლე ქვიშის შემოყრით. ბუნებრივ აირს აწოდებენ გარე მილით, ხოლო ჰაერს ან ჟანგბადს – შიგათი. ციცხვ-ღუმელს ზემოდან ახურავენ აირსაწმენდთან მიერთებულ ელექტროდებიან კამარას და კაზმს ზემოდან დამატებით აღნობენ ელექტრული რკალებით. გადნობის შემდეგ პირველად წიდას მოხდიან ციცხვ-ღუმლის დახრით, საწყის მდგომარეობაში დააბრუნებენ, შიგ მდნობ რეაგენტებს ჩატვირთავენ და მეორეულ წიდას დააყენებენ. ინერტული აირით ფოლადის ქვემოდან გაქრევასთან, გაუნახშირბადობასთან ან ბუნებრივი აირით დანახშირბადებასთან, დუღილთან, განჟანგვასთან, ლეგირებასთან, დესულფურაციასთან, დეფოსფორაციასთან ერთად ხორციელდება ქიმიური შედგენილობისა და ტემპერატურის ჰომოგენიზაცია. ამ ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენება აუმჯობესებს ფოლადის ხარისხს და მისი გამოდნობის ეფექტურობას წარმოების დანახარჯების შემცირებასთან ერთად.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი აირი; გამოდნობა ციცხვ-ღუმელში; დანახშირბადება ბუნებრივი აირით; ეფექტურობა; ინერტული აირი; კოაქსიალური მილები; ჟანგბადი; ფოლადის წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგია; შიბერული საკეტის მეშვეობით ძირიდან შექრევა; წარმოების დანახარჯების შემცირება; წიდაწარმომქმნელი რეაგენტები; წყლით არასაცივებელი სანთურა; ხარისხი; ჰაერი.

UDC 669.18:621.746.3

SCOPUS CODE 2506

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF STEELMAKING

- G. Kashakashvili** Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: g.kashakashvili@gtu.ge
- I. Kashakashvili** Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: i.kashakashvili@gtu.ge
- B. Kashakashvili** Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 77, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: beno@cdn.ge

Reviewers:

O. Mikadze, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: omikadze@gtu.ge

B. Maisuradze, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: b.maisuradze@gtu.ge

ABSTRACT: Proposed innovative technology of steelmaking in the ladle-furnace comprises loading of the burden made up of metal scrap and fluxes, bottom blowing of natural gas and air or oxygen for smelting the burden from below by flame of gas-air, or gas-oxygen torch, equalizing temperature and chemical composition in the volume of melt, adding slag-forming constituents, shutting off feed of natural gas and air, or oxygen and blowing the melt by inert gas from below. Natural gas and air or oxygen are blown via non-water-cooled gas-air, or gas-oxygen nozzle made up of tubes inserted one into another and arranged in ladle slide gate pouring cup hole and dusted by dry refractory sand. Natural gas is fed via outer tube and air or oxygen – via inner tube. Ladle-furnace is closed by crown with electrodes for additionally smelting of the burden by electric arcs and it is jointed to gas cleaner through crown. After meltdown of burden, primary slag is drained by tilting of ladle-furnace, which latter moves to the initial position to be feed with fluxing additives and forming of the secondary slag. Now, blowing by inert gas from below along with carburization by natural gas, or decarbonization, boiling, deoxidizing, alloying, deep sulphur removal, dephosphorization there is performed homogenization of chemical composition and temperature of finished steel. Application of this innovative technology will provide higher quality of steel, higher efficiency and lower production costs of steelmaking.

KEY WORDS: air; annular tubes; bottom blowing through slide-gate; carburization by natural gas; cutting of production costs; efficiency; innovative technology of steelmaking; smelting in ladle-furnace; inert gase; natural gas; ; non-water-cooled nozzle; quality; slag-forming agents; oxygen; efficiency;

UDC 621.73 (035)

SCOPUS CODE 2506

საბრძოლო იარაღის ლულის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის კვლევა

- მ. მიქაუტაძე** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: m.mikautadze@gtu.ge
- აღ. გორდეზიანი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: a.gordeziani@gtu.ge
- ნ. კანთელაძე** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: Kanteladze.nata@yahoo.com
- ნ. კენჭიაშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: n.kenchiashvili @gtu.ge

რეცენზენტები:

- ზ. ლომსაძე**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: z.lomsadze@gtu.ge
- ი. ქაშაკაშვილი**, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: i.kashakashvili@gtu.ge

ანოტაცია: განხილულია საზღვარგარეთის განვითარებულ ქვეყნებში საბრძოლო და სანადირო სასროლი იარაღის ლულის და მასში ხვიარა ღარების დატანის როგორც ტრადიციული, ასევე უახლესი ხერხები. მოყვანილია ამ ხერხების ურთიერთშედარებითი ანალიზი ხარისხობრივი თვალსაზრისით.

ნაშრომში განხილულია ლულების წარმოე-

ბისათვის გამოყენებული ფოლადები, სხვადასხვა ხერხით დამზადებისას მათი ტექნოლოგიური უპირატესობა.

ანალიზური კვლევის საფუძველზე მოცემულია რეკომენდაცია – შემუშავდეს სასროლი იარაღის ლულის მილის და მასში ხვიარა ღარების დატანის იაფფასიანი, მარტივი და სრულყოფილი პროცესები, ასევე შესაბამისი მანქანა-მოწყობილობა.

საკვანძო სიტყვები: დამზადების ტექნოლოგია; ლულა; მასალები; საბრძოლო და სანადირო სასროლი იარაღები; ხვეულა ღარები.

შესავალი

საბრძოლო და სანადირო იარაღების ყველაზე მთავარი ელემენტი სპეციალური მილია, რომელსაც ლულა ეწოდება. მისი დამზადების სრულყოფილი ტექნოლოგია განსაზღვრავს მიზანში სროლის სიზუსტეს. გარდა ამისა, მიზანში ბურჩხად მოხვედრის სიზუსტე მნიშვნელოვნადაა დაკავშირებული შესაბამისი კალიბრის ტყვიისათვის ხვიარა ღარების ბიჯთან, სალულე ფოლადის სწორად შერჩევასა და, რაც მთავარია, სრულყოფილი ტექნოლოგიური მანქანა-დანადგარის არსებობასთან.

ძირითადი ნაწილი

სასროლი იარაღის ლულის უმეტესობა მზადდება შიგა ზედაპირზე ხრახნული (ხვიარა) ღარების დატანით. ხვიარა ღარებში ხდება ტყვიის წამყვანი ზედაპირის შეჭრა და ანიჭებს ბრუნვით მოძრაობას საკუთარი გრძივი ღერძის გასწვრივ, რის შედეგად ტყვია სწრაფად და სტაბილურად მოძრაობს.

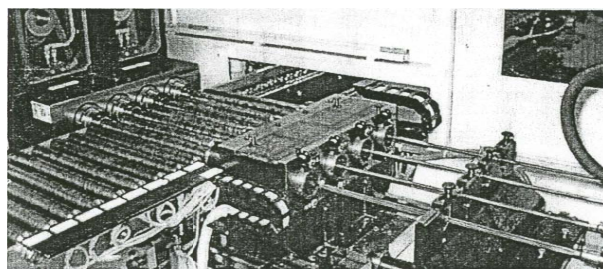
ლულის შიგა ზედაპირის დამუშავების რამდენიმე ხერხი არსებობს: მექანიკური – სპეციალურ ჩარხზე გაბურღვით; დაწნევა-გამოწევათი (ადიდვით); როტაციული ჭედვით (ცივი ჭედვა) სამართულზე; ელექტროქიმიური და ელექტროფიზიკური მეთოდებით.

მზა ლულის ხარისხს განსაზღვრავს მწარმოებლის მკაცრი სტანდარტები და სალულე ფოლადის ხარისხი. მსოფლიოში ცოტაა სპეციალური ფოლადის მწარმოებელი, რომელსაც შეუძლია აწარმოოს სალულე ფოლადი სპეციფიკური თვისებების ერთობლიობით და მოთხოვნების შესაბამისობის იდეალურობით. ამ

მწარმოებლებიდან შეიძლება აღინიშნოს ფირმა Carpenter Technology Corporation (აშშ), რომელიც არ ერიდება დიდ ხარჯს ასეთი იარაღის წარმოებისათვის და ზედმიწევნით აკონტროლებს უმნიშვნელო წუნს, სტრუქტურულ თუ სხვა სახის დეფექტებს.

ეს ფირმები მაღალი სიზუსტის ლულების დამზადებისათვის იყენებენ 416R მარკის უჟანგავ ფოლადს (საბჭოთა ანალოგი – ფოლადი 20X13) და 416S მარკის ფოლადს გოგირდის მომატებული რაოდენობით და ამზადებენ სქელკედლიან ლულებს. ეს ფოლადები ნაკლებად ცვეთს მჭრელ იარაღებს და მნიშვნელოვნად ზრდის მექანიკური დამუშავების სიჩქარეს. ლულის სავაზნე ნაწილისათვის, სადაც ხდება დენთის რგოლური აალება, იყენებენ 1137 მარკის ფოლადს (საბჭოთა ანალოგია ფლ. 35F2). გამოიყენება ასევე 4140 მარკის ქრომობლენდინიანი ფოლადი (ანალოგები – ფლ. 42XM და 38XMA).

ყველა ჩამოთვლილი ხერხისათვის საერთოა ნამზადების წინასწარ გახვრეტა სპეციალურ ჩარხზე ღრმა გაბურღვით, ზუსტად გარე ზედაპირის ღერძის გასწვრივ. ეს ოპერაცია სრულდება 1-ელ სურათზე მოცემულ ჩარხზე.

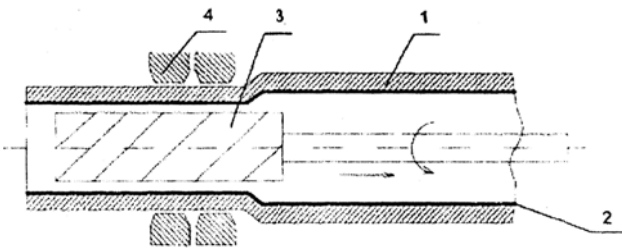


სურ. 1. სალულე ნამზადების ღრმა გაბურღვის ჩარხი

მექანიკური დამუშავებით, ე.ი. ლულის შიგა ზედაპირზე სპეციალური გრძივი საჭრისით ხვეულა ღარის გაჭრა ყველაზე ძველი ტექნოლოგიური ხერხია. ასეთი დამუშავების არსი მდგომარეობაა

მარეობს იმაში, რომ საჭრის მრავალჯერადად ატარებენ ლულის შიგა ზედაპირზე და ერთი გავლით მთელ სიგრძეზე მუშავდება ერთი ღარი. ჭრის დროს მჭრელი იარაღი ან ნამზადი ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას სპეციალურ ჩარხზე, რომელიც საშუალებას იძლევა ზუსტად შესრულდეს ღარის სასურველი ბიჯი და სიღრმე. პროცესის დამთავრების შემდეგ საჭრის ბრუნდება სავაზნე ღრუში და შემდეგ ოპერაცია რამდენჯერმე მეორდება. ამრიგად, საჭირო სიღრმის ერთი ღარის მისაღებად აუცილებელია საჭრის დაახლოებით 25-მდე გავლა. ჭრის შემდეგ ახდენენ ლულაში ღარების უხეში ზედაპირების მიღწევას. ამ ხერხით ღარების მიღება საკმაოდ შრომატევადი და ძვირად ღირებული პროცესია. ამასთან, ღარების მოჭრისას ხდება მასალის ბოჭკოების ჭრა, რაც არღვევს შიგა სტრუქტურას და უარესდება სიმტკიცის მახასიათებლები. მიუხედავად ამისა, სანადირო იარაღისათვის ელიტარული ლულები ჯერ კიდევ იწარმოება, მაგალითად, ამერიკული ფირმები „Bartlin“ და „Kneger“ ლულებს ამზადებენ აღნიშნული ტრადიციული ხერხით.

დაწნევით და გამოწვევით, პუანსონის საშუალებით, ლულების დამზადება მიეკუთვნება ცივად დეფორმირების მეთოდს, ბურბუშელას მოხსნის გარეშე. ლულაში დაწნევა-გამოწვევით (ადიდვით) ღარების დატანის სქემა მოცემულია მე-2 სურ-ზე.



სურ. 2. ადიდვით ღარების დატანის სქემა:

1. ნამზადი; 2. პუანსონი; 3. როტაციული ჭედვის საცემი

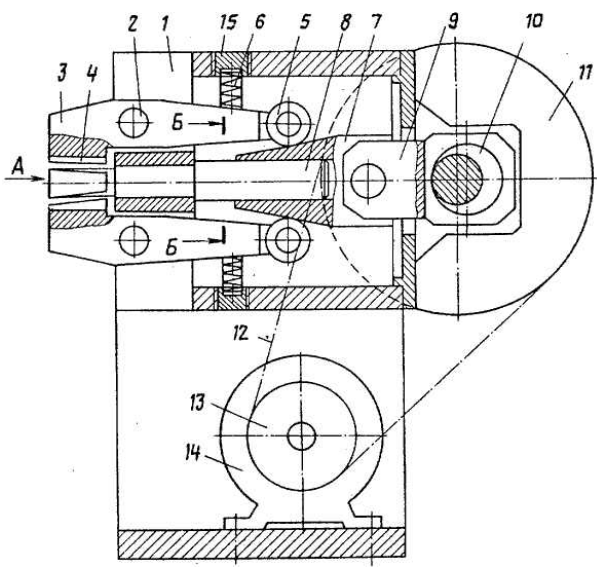
დაწნევით და გამოწვევით ლულაში ხვია რღარების დატანის მეთოდი ყველაზე მარტივი და იაფი ტექნოლოგიური პროცესია. ლულის დამზადებისათვის ნამზადები ზომებად დაჭრისა და ნორმალიზაციის შემდეგ მთელ სიგრძეზე იბურდება შესაბამისი დიამეტრის ნახვრეტზე. შემდეგ მუშავდება საფართით (იარაღი) და მიხეხვა-მიღწევით. მიხეხვა-მიღწევა მოსაპირკეთებელი დამუშავებაა სპეციალურ ჩარხზე წვრილმარცვლოვანი აბრაზიული წნელით (იარაღით). იგი ასრულებს ბრუნვით და შესვლა-გამოსვლით მოძრაობას, რის შემდეგაც უშუალოდ აწარმოებენ ხვეულა ღარის დატანას პუანსონის დაწნევა-გამოწვევით. აღნიშნული იარაღი ვოლფრამის კარბიდისაგან დამზადებული მაღალი სისაღის ღეროა ხრახნული ტიპის ზედაპირით, რომელსაც ლულაში ღარის შებრუნებული პროფილი უკეთდება. აბრაზიული ღერო 80000 ნიუტონის ტოლი ძალით გამჭოლად მიეწოდება ლულის ნახვრეტში და ახდენს შიგა ზედაპირის ფორმირებას და თვით ფოლადის გამკვრივებასაც. შედეგად ნაკლები სიმჭისის ზედაპირი მიიღება ჭრით მიღებულთან შედარებით. ამავე დროს შიგა ზედაპირზე წარმოიქმნება ძაბვა, რომელსაც ხსნიან თერმული დამუშავებით (ნორმალიზაცია) ვაკუუმურ ღუმელში აზოტის არეში. ასეთი მძიმე ოპერაციების შემდეგ ზოგჯერ საჭირო ხდება ლულის გასწორება (შეზუსტება) ნახვრეტის სწორხაზოვნების აღსადგენად.

სამართულზე ცივი ჭედვის მეთოდი შემუშავებულ იქნა გერმანიაში მეორე სამამულო ომამდე (30-იან წლებში). პროცესი საკმაოდ ძვირად ღირებული იყო, ამიტომ ძირითადად იარაღების დამამზადებელი მსხვილი საწარმოები იყენებდნენ. სამართულზე როტაციული ჭედვისას პროცესთან ერთად იგი მიეწოდება ლულის სიღრმეში და თან ბრუნვით მოძრაობას ასრულებს. ცივი ჭედვის ორი მეთოდი არსებობს: 1) ავსტრიული ფირმა „GFM GmbH“ ლულებს

აწარმოებს ე.წ. „ჰიდრაგლიკური ჭედვით“. მათი მანქანები ჭედვას ახორციელებს ვერტიკალურად დაყენებულ ნამზადებზე პრიზმული საცემებით, რომლებიც მუშაობს ჰიდროამძრავების საშუალებით. საღულე ნამზადი აქ ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას. ამ მეთოდით დამუშავებისას ჭედვას სავაზნეც განიცდის, ამიტომ მოქმედებს დეფორმაციის დიდი ხარისხი, რაც იწვევს მნიშვნელოვნად მძლავრ ძაბვებს და, შესაბამისად, საჭიროებს თერმულ დამუშავებას; 2) ფირმები – „Metalltechnik Menges GmbH“ და „Heinrich Mueller Maschinenfabrik GmbH“ ლულების ნამზადის დეფორმაციას ახორციელებს მექანიკური ზემოქმედებით. ამ პროცესის დროს საცემები რადიალურად სწრაფად გადაადგილდება დოლის გარშემო, რომელიც ნელა მოძრაობს. ასეთი დამუშავებით ლითონში თითქმის არ წარმოიქმნება ძაბვები, ვინაიდან დეფორმაცია მიმდინარეობს მცირე ხარისხით, ამიტომ შემდგომ თერმულ დამუშავებას გამორიცხავენ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერთა მიერ შექმნილია საჭედი მანქანა, რომელიც განკუთვნილია ადიდვამდე მიღების და წნელების ბოლოების მოსაჭედად. მანქანაში გათვალისწინებულია როგორც ხელით, ასევე მექანიკური მიწოდება. როტაციული საჭედი მანქანის კონსტრუქციული ნახაზი მოყვანილია მე-3 სურ-ზე.

დასამუშავებელი მილნამზადი მიეწოდება დეფორმაციის ზონაში, სადაც საცემების მოძრაობა საჭირო ზომებით უზრუნველყოფს მილის ბოლოს მოჭედვას. მანქანის კონსტრუქცია მცირე მოდერნიზაციის შემდეგ გამოიყენება ლულების სამართულზე ცივად როტაციული ჭედვისათვის. ტექნიკური მონაცემებით, პრაქტიკულად იგი უზრუნველყოფს საიმედო, მაღალეფექტურ მუშაობას.



სურ. 3. როტაციული საჭედი მანქანის კონსტრუქციული ნახაზი:

1. კორპუსი; 2. ორმხარა ბერკეტის ღერძები; 3. ორმხარა ბერკეტი; 4. საცემები; 5. გორგოლაჭები; 6. ზამბარები; 7. ცოცია; 8. ცილინდრული მიმმართველი; 9. ბარბაცა; 10. ექსცენტრული ლილევი; 11. მქნევარა ბორბალი; 12. დეველები; 13. ამბრავი დევეი; 14. ელექტროძრავა

დასკვნა

1. მიმოხილულია საზღვარგარეთის განვითარებულ ქვეყნებში საბრძოლო და სანადირო სასროლი იარაღების ლულის და მასში ხვიარა ღარების დატანის როგორც ტრადიციული, ასევე უახლესი ხერხები, მათი ურთიერთშედარებით ანალიზი ხარისხობრივი თვალსაზრისით. დადგენილია ლულების წარმოებისათვის გამოყენებული ფოლადები და სხვადასხვა ხერხით დამზადებისას მათი ტექნოლოგიური უპირატესობა;

2. მიზანშეწონილია შეიქმნას სამართულზე როტაციული ჭედვის იაფფასიანი, მარტივი და სრულყოფილი მოწყობილობა სასროლი იარაღის ლულების დამზადებისა და მათში ხვიარა ღარების დატანისათვის.

ლიტერატურა

1. Formation of Gun Barrels. The Patent for the Invention RU 2353461. 2008. (In English).
2. Gabrielle Wagner. The Barrel Fire-arms. Translation M. Dragunov German Weapons Journal, №2, 2013. (In English).
3. Mikautadze M.M., Nozadze A.D., Mgeladze G.N., Chivadze M.I., Minyailo E.G. The Device for Pointing the Ends of Gun Barrels. Author Certificate №1252001, 1985. (In English).

UDC 621.73 (035)

SCOPUS CODE

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MANUFACTURING MUZZLES OF COMBAT WEAPON

- | | |
|-------------------------|--|
| M. Mikautadze | Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: m.mikautadze@gtu.ge |
| A. Gordeziani | Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: a.gordeziani@gtu.ge |
| N. Kanteladze | Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: Kanteladze.nata@yahoo.com |
| N. Kenchiashvili | Department of metallurgy, materials science and metal processing, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: n.kenchiashvili @gtu.ge |

Reviewers:

Z. Lomsadze, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: z.lomsadze@gtu.ge

I. Kashakashvili, professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: i.kashakashvili@gtu.ge

ABSTRACT: There are considered traditional and the latest methods of manufacturing muzzles of military and hunting small arms and obtaining threaded grooves produced in other developed countries. Comparative analysis of these methods in order of quality is given.

The paper covers the use of steel for the production of muzzles of small arms and their technological advantages in the manufacture of a variety of ways.

Based on the analysis of research the recommendation for developing a cheap, simple and perfect manufacturing process of muzzles and obtaining threaded grooves for small arms and related manufacturing equipment is given.

KEY WORDS: materials; military and hunting small arms; muzzle; technology of manufacturing; threaded grooves.

UDC 621.73 (035)

SCOPUS CODE

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТВОЛОВ БОЕВОГО ОРУЖИЯ

- Микаутадзе М.М.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: m.mikautadze@gtu.ge
- Гордзениани А.Г.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: a.gordeziani@gtu.ge
- Кантеладзе Н.В.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: Kanteladze.nata@yahoo.com
- Кенчиашвили Н.А.** Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: n.kenchiashvili @gtu.ge

Рецензенты:

З. Ломсадзе, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: z.lomsadze@gtu.ge

И. Кашакашвили, профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: i.kashakashvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены традиционный, а также новейшие способы изготовления стволов боевого и охотничьего стрелкового оружия с нарезными канавками, производимого в развитых зарубежных странах. Приведён сравнительный анализ этих способов по качеству.

В работе рассмотрены используемые для производства стволов стрелкового оружия стали и их технологические преимущества при изготовлении различными способами.

На основе анализа исследований даны рекомендации по разработке дешёвого, простого и совершенного процесса изготовления стволов и получения в них нарезных канавок для стрелкового оружия, а также соответствующего оборудования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: боевое и охотничье стрелковое оружие; материалы; нарезные канавки; ствол; технология изготовления.

UDC 621.791:762.5

SCOPUS CODE 2506

კონტაქტური შედუღების წერტილის ადგილმდებარეობის მართვა

- ა. **სულამანიძე** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: artur.sulamanidze@gmail.com
- ბ. **კახიშვილი** მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: kakhishviligivi@gmail.com

რეცენზენტები:

ბ. ვატიტაძე, შპს „გაბოს“ დირექტორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: gabriel-vatitadze@yahoo.com

ზ. საბაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: z-sabashvili@gtu.ge

ანოტაცია: სხვადასხვა სისქის მასალების კონტაქტური შედუღებისას წერტილის ადგილმდებარეობის სიმეტრიულობის დარღვევის მიზეზების ანალიზი.

განხორციელებულია სქელ დეტალში დენის ხაზების ხელოვნური მართვა და მიღებულია სიმეტრიულად განთავსებული შედუღების წერტილი, რომელიც შეერთების მაღალი და სტაბილური ხარისხის გარანტიას იძლევა.

საკვანძო სიტყვები: დეტალის გეომეტრია; ელექტროდები; ელექტროკონტაქტი; თხევად ბირთვი; ნახევარმუშა ელექტროდი; ცხელი კონტაქტი; შედუღება; შედუღების ზონა.

შესავალი

ელექტროკონტაქტური შედუღების ყველა ძირითადი სახეობის – პირაპირა, წერტილოვანი, გორგოლაჭოვანი (ნაკერული), რელიეფური და უშლელი შეერთებისას კომპლექსურად მიმდინარეობს ელექტრომექანიკური პროცესები და ადგილი აქვს სითბოს გამოყოფა-დახარჯვის რთულ მოვლენებს. ამასთან, დროის უმცირეს მონაკვეთში პერიოდში ერთდროულად ფუნქციონირებს როგორც მთავარ პარამეტრთა – დენი, დაწნევა, დრო, ასევე შედუღების ზონის ელემენტთა, ელექტროდთა და შესადუღებელ დეტალთა მასალის გვარობა თუ გეომეტრია. ზემოაღნიშნულთაგან შედუღების ხარისხზე მნიშვნელოვნად აღიქმება როგორც ელექტრული დენის ხასიათი – მისი გვარობა, მოქმედი რიცხვითი მნიშვნელობა, რომლის კვადრატის

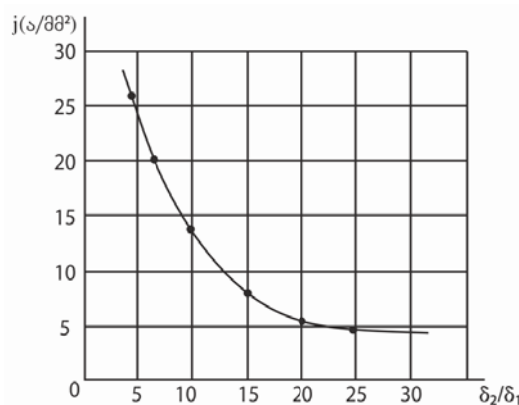
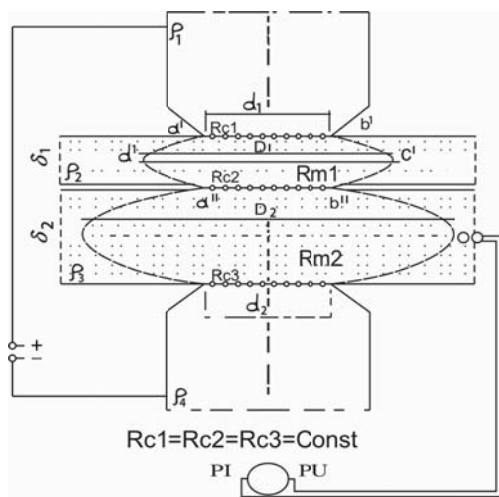
პროპორციულად იზრდება ჯოჯის სიბოლო, ასევე შედუღების ზონის ცალკეულ ელემენტებში (დეტალებში) გამავალი დენის ხაზების გაგრძელების ხასიათი, ეპიურები.

ცნობილია, რომ შეერთების წერტილის – თხევადი ბირთვის ცხელ კონტაქტში (დეტალი-დეტალი) წარმოსაქმნელად განმსაზღვრელია არა მარტო გარდამავალ ელექტრულ კონტაქტში გამოყოფილი სიბოლო, არამედ მეზობელი უბნებიდან – დეტალი-დეტალი, ელექტროდები, ცივი კონტაქტები (ელექტროდი-დეტალი) მისთვის გადაცემული თუ მისგან მიღებული სიბოლოები [1]. ნათქვამიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია ისეთი არგუმენტიც, როგორცაა დენის გავლენის ქვეშ მოქცეული შედუღების ზონის ელემენტთა ფართობი, რითაც განისაზღვრება კუთრი დენი – დენის კუთრი მნიშვნელობა ფართობის ერთეულზე. მის რიცხვით მნიშვნელობათა დასადგენად საკმარისი არაა მხოლოდ შედუღებისათვის საჭირო დენის მოქმედ მნიშვნელობათა

და დეტალთა სისქეების ცოდნა, არამედ აუცილებელია ასევე ელექტროდთშორის ზონაში დენის ეპიურათა აგება.

ძირითადი ნაწილი

ბოლო წლებში ამ მიმართულებით საინტერესო გამოკვლევებია ჩატარებული საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში [2,3], რომელთა შედეგების შესწავლა-ანალიზით შეიძლება კონტაქტური წერტილოვანი შედუღების თხევადი ბირთვის წარმოქმნის ადგილის რეგულირება. აღნიშნულ ნაშრომებში წერტილოვანი შედუღების ზონა წარმოდგენილია ბრტყელი ფიზიკური მოდელის სახით (ნახ. 1, ა) და აგებულია დენის ეპიურები, კერძოდ სხვადასხვა სისქის დეტალთა კვეთებში გამავალი დენის კიდურა ეკვიპოტენციური ხაზები და დადგენილია სისქეცვალებადი დეტალის კვეთაში გამავალი დენის სიმკვრივის ცვალებადობის ხასიათი (ნახ. 1, ბ).



ნახ. 1. წერტილოვანი შედუღების ზონის გამოკვლევა მოდელირების საშუალებით:

1. ელექტროდები; 2. δ_1, δ_2 – შესადუღებელი დეტალები განსხვავებული სისქეებით; d_1, d_2 – ელექტროდთა დიამეტრები; p_1 – მოდელის ელემენტთა კუთრი წინაღობა; R_{c1}, R_{c2}, R_{c3} – გარდამავალ კონტაქტთა წინაღობანი; D_1, D_2 – დენის ხაზების ექსტრემალურ მნიშვნელობათა დიამეტრები

სწორედ ამ ბოლო ნიშნულით შეიძლება აიხსნას სხვადასხვა სისქის დეტალთა კონტაქტური შედუღების წერტილის ჩვენ მიერ დადასტურებული ადგილმონაცვლეობის ხასიათი, მისი ასიმეტრიულად განლაგება ცხელი კონტაქტის მიმართ. ეს მოვლენა კი თავისთავად იწვევს ნაკერის ხარისხის შესამჩნევ გაზარდვას – შეერთების ადგილის თხევად მდგომარეობაში ჩამოყალიბების ნაცვლად მისი მყარ მდგომარეობაში მიღებით.

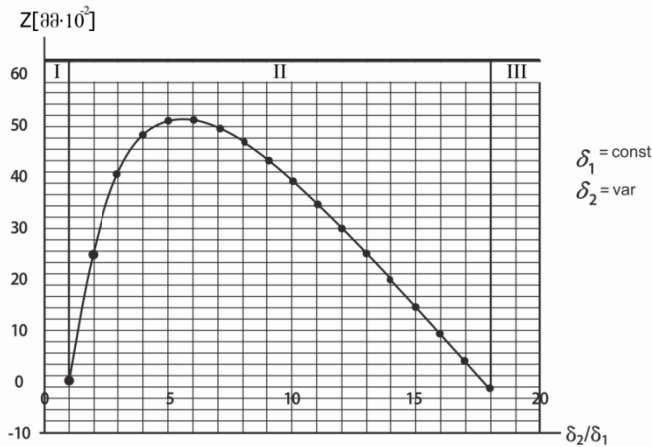
გამოთქმული ალბათობიდან გამომდინარე, თუ კვლევის ობიექტად მივიღებთ წერტილოვანი

შედუღების ნახევარმუშა ელექტროდით მიღებულ დიაგრამას (ნახ. 2), შეიძლება დავაფიქსიროთ სისქეთა ფართობის სამი მნიშვნელობა (ზონა):

I – ნორმალური, სისქეები თანაბარია $\delta_1 = \delta_2$, მაშინ წერტილი სიმეტრიულია, ე.ი. $Z=0$, ხარისხი კარგია;

II – კრიტიკული, სისქეთა ფარდობა ტოლია: $1 < (\delta_2/\delta_1) < (18-20)$, მაშინ $Z > 0$, ხარისხი უვარგისია.

III – ნაკლებკრიტიკული, სისქეთა ფარდობა ტოლია: $(\delta_2/\delta_1) > (18-20)$, მაშინაც მიუხედავად იმისა, რომ წერტილის დიამეტრი მცირეა, $Z=0$, ხარისხი დამაკმაყოფილებელია.

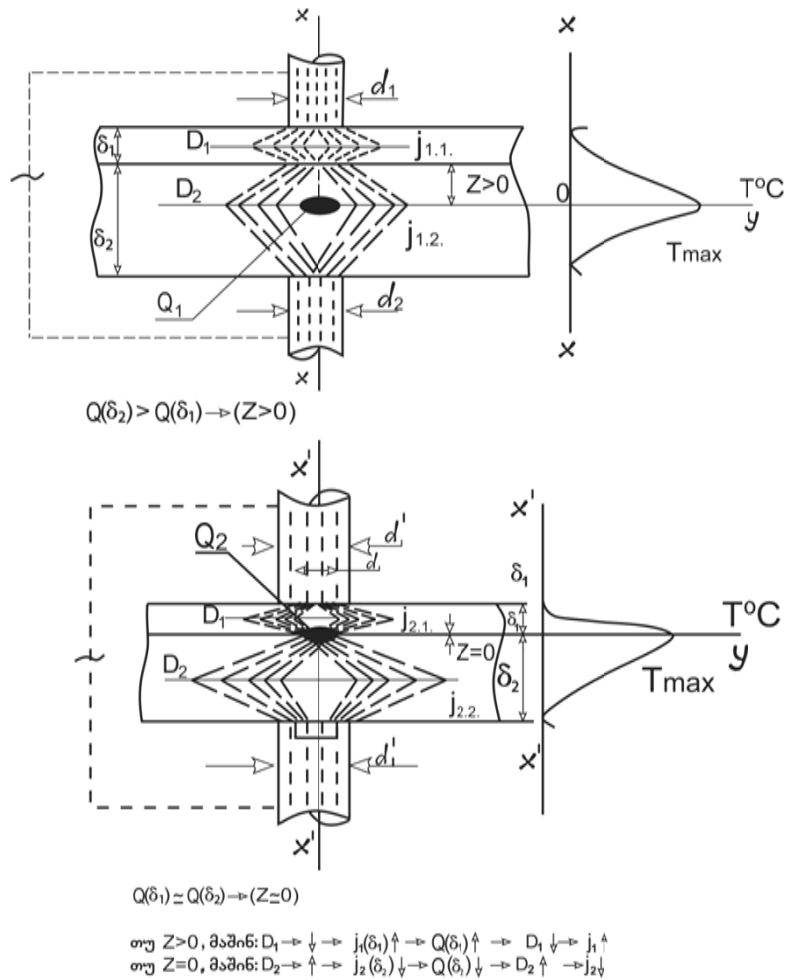


ნახ. 2. გრაფიკული დამოკიდებულება ერთ-ერთი დეტალის სისქესა და წერტილის ადგილმონაცვლეობას შორის

წარმოდგენილ განმარტებათა ლოგიკური ანალიზიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ შემდგომში შესაძლებელია სისქეთა ფარდობის კრიტიკული ზონის გარდაქმნა პირველ ან მესამე ზონად. აქედან პირველი შემთხვევა პრაქტიკულად გამორიცხულია, რადგან სისქეებს ვერ გავათანაბრებთ, მაშინ გამოდის, რომ საჭიროა მეორე ზონის მესამე ზონად გარდაქმნა. როგორ შეიძლება ამის მიღწევა? მხოლოდ ხელოვნურად, რაც შემდეგში მდგომარეობს: მეორე ზონის სისქეთა ფარდობის შემთხვევაში, როცა $1 < (\delta_2/\delta_1) < 18$, სქელ დეტალში დენის კიდურა ეკვიპოტენციური

ხაზების დიამეტრი D_2 (იხ. ნახ. 1) ხელოვნურად, დეტალის სისქის გაზრდელად, უნდა გავხადოთ მესამე ზონის საწყისი წერტილის ($\delta_2/\delta_1=18$) შესაბამისი სქელი დეტალის დენის კიდურა ეკვიპოტენციური ხაზების – D_2 -ის ტოლი (ან მეტი). ეს უკანასკნელი გამოიწვევს წერტილის სიმეტრიულობის აღდგენას (ე.ი. $Z=0$), ოღონდ მცირე დიამეტრით.

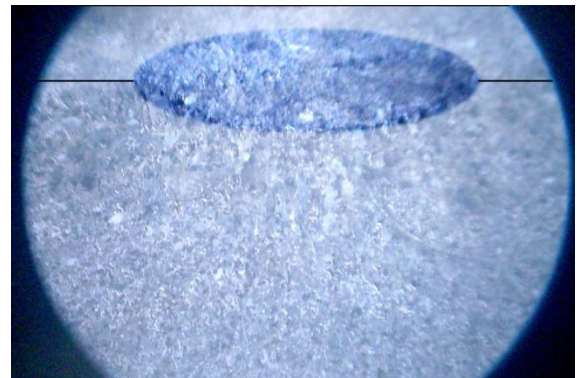
პრაქტიკულად ასეთი ვარიაციების განხორციელება მიღწევადი გახდა ჩვენ მიერ დამუშავებული წერტილოვანი შედუღების სპეციალური ხერხით, ორიგინალური ელექტროდის შექმნით (ნახ. 3).



ნახ. 3. არათანაბარ სისქეთა წერტილოვანი შედუღების ელექტროდი და შედუღების ზონაში ტემპერატურის ადგილმონაცვლეობის შესაძლებლობა

იგი, როგორც ნახაზიდან ჩანს, სხვა საშუალებათაგან განსხვავებით [1,4], სხვადასხვა სისქის (კრიტიკულ) შემთხვევაში, შესაძლებლობას იძლევა მაქსიმალური გახურების ადგილი სქელი დეტალის სიღრმიდან ხელოვნურად დაიძრას, გადაადგილდეს ცხელ კონტაქტში და განლაგდეს მისი სიბრტყის სიმეტრიულად.

აქ ჩამოყალიბებული მსჯელობა მკაფიოდ დადასტურდა სტუის შედუღების ტექნოლოგიითა ცენტრში ჩატარებულ ექსპერიმენტთა შედეგებით, რომლის ერთ-ერთი ნიმუშის შენადული წერტილის მეტალოგრაფია წარმოდგენილია ქვემოთ (ნახ. 4).



ნახ. 4. სხვადასხვა სისქის ნიმუშთა კონტაქტური შედუღების დროს მიღებული სიმეტრიული წერტილი
 მასალა – უჟანგავი ფოლადის,
 სისქეები – $\delta_1 = 3\text{მმ}$; $\delta_2 = 7\text{მმ}$

დასკვნა

ამრიგად, მოხდა შედუღების კრიტიკული ზონის ხელოვნურად გარდაქმნა ნაკლებკრიტიკულად და ღენის არსებული საანგარიშო სიდიდის სათანადო გაზრდამ შესაძლებელი გახდა სხვადასხვა სისქის დეტალების წერტილოვანი შედუღების მა-

ღალი და სტაბილური ხარისხის უზრუნველყოფა.

მოცემული მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს არა მარტო სხვადასხვა სისქის დეტალების, არამედ სხვადასხვაგვარი მასალების (მათ შორის თანაბარი სისქის) წერტილოვანი შედუღებისას [2,4].

ლიტერატურა

1. Nikolaev A.K. Some Features of Contact Welding. Journal "RITM", 2014 (in Russian), E-mail: 9511014@gmail.com
2. Sulamanidze A.K. Mathematical Approximation of Current Density Dependence from Thickness Change in Contact Welding Blank. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 151, №1, 1995, pp. 77-84 (in Georgian).
3. Sulamanidze A.K., Kakhishvili G.S. Heating of Point Welding Samples by Half-working Electrodes. Georgian Engineering Novelties , №4, vol. 75, Tbilisi, 2015, pp. (in Georgian)
4. Smirnov I.V, Sidorov V.P., Zakharenko A.S., Gilyazev E.S., Dobrovolsky V.G. The Welding Method of Elements with Big Difference in Thickness. Patent RU №2469828, 2012 (in Russian)

UDC 621.791:762.5

SCOPUS CODE 2506

CONTROLLING THE LOCATION OF PRESSURE CONTACT WELDING POINT

A. Sulamanidze Department of metallurgy, metals science and metal processing, Georgian Technical University, 68^ა, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

E-mail: artur.sulamanidze@gmail.com

G. Kakhishvili Department of metallurgy, metals science and metal processing, Georgian Technical University, 68^ა, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

E-mail: kakhishviligivi@gmail.com

Reviewers:

G. Vatitadze, head of LLC "Gabo", doctor of technical sciences

E-mail: gabriel-vatitadze@yahoo.com

Z. Sabashvili, associated professor, Department of metallurgy, metals science and metal processing faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: z-sabashvili@gtu.ge

ABSTRACT: The reasons of violation of symmetric location of the pressure contact welding point of different thickness materials have been analyzed and special construction of the electrode has been worked out.

Artificial control of the current line in the thick-walled piece has been made and, as a result, symmetrically located weld point, guaranteeing high and stable quality of the joint, has been received.

KEY WORDS: geometry of detail; electrodes; electrical contact; hot contact; half-working electrode; liquid nucleus; welding zone;

UDC 621.791:762.5

SCOPUS CODE 2506

УПРАВЛЕНИЕ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЕМ ТОЧКИ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Суламანიძე А.К. Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: artur.sulamanidze@gmail.com

Кахишвили Г.С. Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: kakhishviligivi@gmail.com

Рецензенты:

Г. Ватитадзе, доктор технических наук, директор ООО «Габо»

E-mail: gabriel-vatitadze@yahoo.com

З. Сабашвили, ассоц. профессор Департамента металлургии, материаловедения и обработки металлов факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: z-sabashvili@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Проведён анализ причин нарушения симметричного расположения точки контактной сварки разнотолщинных материалов и разработана конструкция специального электрода.

Осуществлено искусственное управление линией тока в толстостенной детали и получена симметрично расположенная сварная точка, гарантирующая высокое и стабильное качество соединения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сварка; жидкое ядро; горячий контакт; электроконтакт; геометрия детали; электроды; зона плавления; полурабочий электрод.

UDC 666.293.5.4:004.14

SCOPUS CODE 2508

მსხვილი ინფრასტრუქტურული პროექტების ეფექტურობის ამაღლებაზე ორიენტირებული გადაწყვეტილება

- ი. ბერძენიშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge
- მ. სირაძე ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: manana.siradze@yahoo.com

რეცენზენტები:

- ჯ. შენგელია, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი
E-mail: j.shengelia@gtu.ge
- თ. ლოლაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: t.loladze@gtu.ge

ანოტაცია: შემოთავაზებულია კონკურენტუნარიანი ანტიკოროზიული ერთშრიანი მინანქრების შექმნის ახალი ტექნიკური გადაწყვეტილება, რომელიც ინფრასტრუქტურული მეგაპროექტების ეფექტურობის ამაღლებაზეა ორიენტირებული. სტატიაში წარმოდგენილია მილსადენი კონსტრუქციების ქცევის აღმწერი მათემატიკური მოდელი. შედარებულია “შავი” (დანაფარის გარეშე) და ანტიკოროზიულდანაფარიანი მილების საექსპლუატაციო პარამეტრები.

საკვანძო სიტყვები: დანაფარი; ეფექტურობა; ინფრასტრუქტურული პროექტები; მილსადენი; მინანქარი.

შესავალი

საქართველოს მდგრადი განვითარება მეტწილად დამოკიდებულია მისი, როგორც სატრანზიტო ქვეყნის პოტენციალის ეფექტურ გამოყენებაზე. მსოფლიო მნიშვნელობის მილსადენები საქართველოს აძლევს არა მარტო ეკონომიკურ ეფექტს, არამედ ქვეყნის ეკონომიკური და პოლიტიკური უსაფრთხოების ერთ-ერთი შემადგენელიცაა, რაც ძალისხმევას გაძლიერებას მოითხოვს ახალი მეგაპროექტების რეალიზებისათვის [1-3].

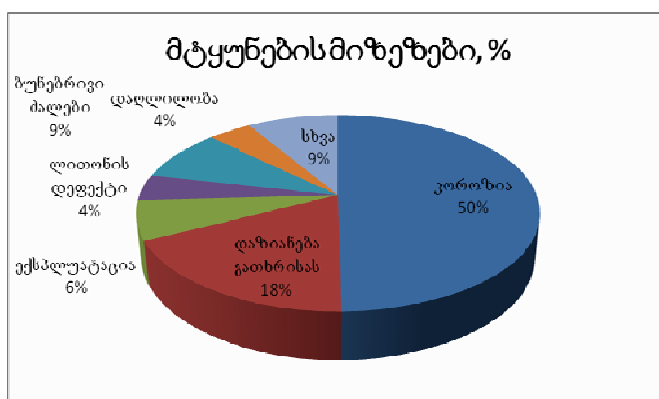
ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის სტრატეგიული მნიშვნელობიდან გამომდინარე, ძალზე აქტუალურია გაზსადენი სისტემის გამართულ ფუნქციონირებასთან დაკავშირებული საფრთხეების თუ შესაძლო რისკების შეფასება და, სადაც ეს შესაძლებელია, აღმოიფხვრას ან მინიმუ-

მამდე შემცირდეს მილსადენის მთელ სიგრძეზე არსებულ ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე რისკ-ფაქტორების გავლენით გამოწვეული ეკოლოგიური ზიანი და სხვა უარყოფითი შედეგები.

მილსადენ სისტემებზე საფრთხის შემცველი რისკ-ფაქტორების ზემოქმედების ხარისხი სხვადასხვაა. აშშ-ის მაგისტრალური მილსადენების დეპარტამენტის (PHMSA) მიერ ნახშირწყალბადე-

ბის სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის საიმედოობის დასადგენად ჩატარდა სტატისტიკური დაკვირვებები კანადაში, ევროპასა და ამერიკაში [4, 5].

მილსადენებზე ავარიების წარმოშობისა და მათი მიზეზების კანონზომიერებების დასადგენად შესწავლილ იქნა მილსადენი ობიექტების გარემო პირობები და მტყუნების მიზეზები (ნახ. 1).



ნახ. 1. კანადის გაზსადენებზე მომხდარი 46 რღვევის ძირითადი მიზეზები (1984–2004 წწ.)

კვლევებით დადგინდა [4], რომ კანადის გაზსადენ სისტემებზე მომხდარ ავარიათა უმეტესი ნაწილი (50%) გამოწვეულია კოროზიით, რომელიც ძირითადად მოდის მილების კოროზიულ დასკდომაზე. მილსადენი ტრანსპორტის ანტიკოროზიული დაცვის საკითხი სულ უფრო აქტუალური და მნიშვნელოვანი ხდება საქართველოსთვისაც.

ძირითადი ნაწილი

ბუნებრივი აირით მომარაგების და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის საიმედოობა შეიძლება მიღწეულ იქნეს საუკეთესო საერთაშორისო პრაქტიკის გამოყენებით. კოროზიისაგან ხანგრძლივი დაცვის თვალსაზრისით, მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში სილიკატური მინანქრების გამოყენება მსოფლიო სტანდარტი გახდა [3, 6, 7].

მიღებული გამოცდილების საფუძველზე ფოლადის მიღების მომინანქრების უახლესი ეკონომიკურად მომგებიანი “Direct” ტექნოლოგიისათვის შექმნილია მაღალტექნოლოგიური ერთშრიანი მინანქრების თანამედროვე სისტემა [7, 8] (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ერთშრიანი დანაფარების შედგენილობა (მას. %)

შედგენილობა	მას. %
$\sum(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2)$	50,7 – 60,8
$\sum(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)$	8,7 – 13,1
$\sum(\text{SrO} + \text{CaO} + \text{MgO})$	9,3 – 13,9
$\sum(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$	18,4 – 21,2
$\sum(\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{CuO})$	1,1 – 2,1

დანაფარებს ახასიათებს გლუვი ზედაპირი, სასურველი სისქე, კარგი ადჰეზია, უფორობა და სხვა. დაბალტემპერატურული უგრუნტო მინანქრები, რომელთა სიახლე დაცულია საქართველოს პატენტებით, არ შეიცავს ტოქსიკურ ფთორს, ტრადიციულ ძვირად ღირებულ ნიკელსა და ლითიუმს, მისი ზედაპირის ხარისხი და საექსპლუატაციო პარამეტრები შეესაბამება საერთაშორისო სტანდარტებს (ცხრილი 2).

ახალი მასალების თვისებათა ცხრილი ნათლად გვიჩვენებს, რომ მინანქარი პრაქტიკულად სრულად აკმაყოფილებს დამცავი დანაფარების სადმი წაყენებულ ნორმებს: მინისებრი დანაფარი ექსტრემალურ პირობებში გამოცდისას მუავა- და ტუტემდეგია, მტკიცეა მექანიკური მოქმედების მიმართ (კუმშვის მიმართ წინაღობის ძალა ისეთივე აქვს, როგორც, მაგალითად, თუჯს), მაღალი შეჭიდულობით ხასიათდება და მნიშვნელოვნად ხანმდეგია.

ცხრილი 2

შექმნილი მინანქრების საექსპლუატაციო პარამეტრები

№	თვისება	პარამეტრი
1	მუავამდეგობა, ISO 2743	0,12-0,14 მგ/სმ ²
2	ტუტემდეგობა ISO 2745	0,21-0,32 მგ/სმ ²
3	წყალმდეგობა დულილისას, ISO 2744	0,003-0,004 მგ/სმ ²
4	თერმომდეგობა, DIN 51167	230-250°C
5	დარტყმამდეგობა, GOST 3-17-48-98	5,1-5,6 ჯ
6	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას, GOST 3-17-48-98	1500-1600 მპა
7	მიკროსისალე	6800 მპა
8	ცვეთამდეგობა, DIN 51152	0,7-0,8 მგ/მ ²
9	ფრიტის კუთრი ელექტროწინაღობა, ρ ₂₉₃	≥ 10 ¹⁰ ომ•მ
10	ადჰეზიური სიმტკიცე, EN 10209	1-2 ბალი

მოყვანილი შედეგებიდან ასევე ჩანს, რომ თხელი 450 მკმ სისქის მქონე უგრუნტო მინანქარი საუკეთესო ელექტროსაიზოლაციო მახასიათებლებით (ρ₂₉₃ ≥ 10¹⁰ ომ•მ) გამოირჩევა.

მათემატიკურად შეფასებული და შედარებულია ფოლადის (დანაფარის გარეშე) და გაერცვლებული ანტიკოროზიულდანაფარიანი მილების ექსპლუატაციის ვადის ხანგრძლივობის ალბათობა და ეფექტურობა, მათი ექსპლუატაციის კონკრეტული პირობებიდან გამომდინარე.

დასახული ამოცანების გადასაწყვეტად გამოყენებულ იქნა მათემატიკური მოდელების აგების პრინციპები და მეთოდები.

შემოთავაზებული მათემატიკური მოდელი შემდეგ ფიზიკურად მკაფიო წარმოდგენებს ეფუძნება: ვინაიდან მილსადენთა სისტემა არის არა-

რეზერვირებული, იგი შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც მასობრივი მომსახურების ერთხაზოვანი სისტემა λ მტყუნებათა მუდმივი ინტენსიურობით [9]. ასეთი სისტემისათვის მზაობის ფუნქცია შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობის ფუნქციას ემთხვევა:

$$K_n(t) = P_n(t) ,$$

ხოლო გაცდენის ფუნქცია – მტყუნების ალბათობას:

$$k_n(t) = P(t) .$$

კოლმოგოროვის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის თანახმად:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) ;$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda P_0(t) - \mu P_1(t),$$

სადაც $\mu = 1/T_s$ არის პარამეტრი, რომელიც სისტემის აღდგენით უნარს ახასიათებს (T_s – აღდგენის საშუალო დრო).

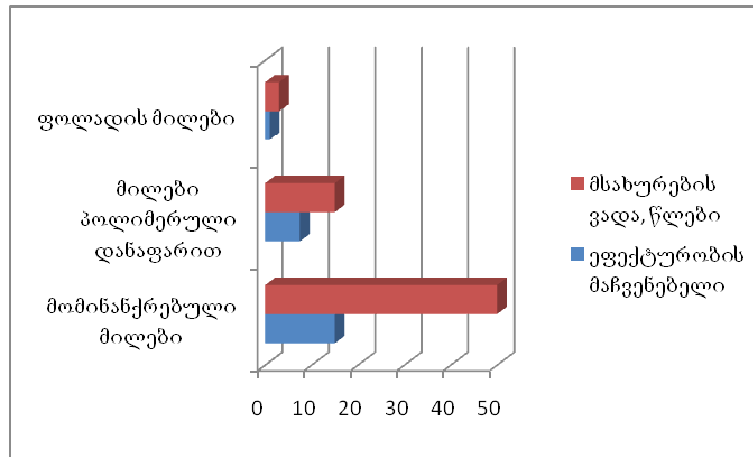
მიღებული მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მინისებრი დანაფარი მილსადენის ექსპლუატაციის ვადის ხანგრძლივობას 40–45 წლამდე ზრდის და იგი დღეს ყველაზე ეკონომიკური საშუალებაა. „შავი“ ანუ ფოლადის მილების ექსპლუატაციის ვადა არ აღემატება 2–3 წელიწადს, ორგანულდანაფარიანი მილებისა – 10–15 წელიწადს. „ლითონი – მინანქარი“ კომპოზიციის

ეფექტურობა ასევე ძალზე მაღალია, ვინაიდან შეუფერხებელი მუშაობისას სისტემის ყოფნის ალბათობა (P_i) მნიშვნელოვნად ჭარბობს. ექსპლუატაციის ეფექტურობის მაჩვენებელი

$$E = \sum_{i=1}^s E_i P_i,$$

სადაც s შეუფერხებელი მუშაობის მდგომარეობათა რაოდენობაა, E_i – ეფექტურობის პირობითი მაჩვენებელი.

ფოლადის მილების (დანაფარის გარეშე) და ანტიკოროზიულდანაფარიანი მილების საექსპლუატაციო პარამეტრები მოცემულია მე-2 ნახ-ზე.



ნახ. 2. „შავი“ და ანტიკოროზიულდანაფარიანი მილების საექსპლუატაციო პარამეტრები

უნდა ითქვას, რომ ციფრობრივი მაჩვენებლები საკმაოდ დამაჯერებლად გამოიყურება. მიღებული შედეგების საიმედოობა და საფუძვლიანობა განპირობებულია მდგომარეობათა ალბათობებისათვის კარგად აპრობირებული სისტემური ანალიზის მათემატიკური მეთოდების გამოყენებით.

დასკვნა

ამგვარად, შემოთავაზებული ეფექტური დამცავი სტრატეგიის მეშვეობით მიიღწევა: მილსადენის

ექსპლუატაციის ვადის ხანგრძლივობის გაზრდა (7-ის ნაცვლად, სტანდარტის მიხედვით) 45 წლამდე, რეგიონის ეკოლოგიური უსაფრთხოება, მილების კონკურენტუნარიანობა და თვითღირებულების შემცირება, მილსადენის ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების უცვლელობა.

რეკომენდებულია ფოლადის მომინანქრებული მილების გამოყენება მილსადენი სისტემების მშენებლობისათვის.

ლიტერატურა

1. http://for.ge/view.php?for_id=29994&cat=1. S. Pavliashvili. Features of Development Georgia, as a Transport Corridor. 2014-01-26 p.
2. <http://ge.bp.com/go/doc/1335/145153/-BTC>.
3. Korshak A. A. Nechval A.M. Pipe-line Transport of Oil, Oil Products and Gas. - Ufa: Design Printing Services, 2005. 516 p. (In Russian).
4. ASM Handbook Volume 13C, Corrosion: Environments and Industries (ASM International) 2006 pp. 1026-1036. (In English).
5. National Energy Board. [2008, July]. Focus on Safety and the Environment. A Comparative Analysis of Pipe-line Performance, 2000 – 2006. (In English).
6. Smirnov L.A. How to Create a Safe Protection for Pipes and Equipment in the Oil Industry // Eurasian Metals, 2002, № 10. - pp. 38-39. (In Russian).
7. Berdzenishvili I.G. Functional Corrosion-Resistant Enamel Coatings and Their Adherence Strength. //Acta Physica Polonica A, 2012, vol.121, №1, pp.178-180. (In English).
8. Georgian patent P4765. I. Berdzenishvili. Frits for direct on vitreous coatings. Official Bulletin of Industrial Property, 2009, 04.10, #7. (In Georgian).
9. Probabilistic Methods in Computer Science. Under edition of Lebedev A. N. and Cherniavsky E. A. M. .: Higher School, 1986. 312 p. (In Russian).

UDC 666.293.5.4:004.14

SCOPUS CODE 2508

ORIENTED SOLUTION INCREASE THE EFFICIENCY OF MAJOR INFRASTRUCTURE PROJECTS

- I. Berdzenishvili** Department of Chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge
- M. Siradze** Department of Chemical and biological technologies, Georgian Technical University, 69, M. Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: manana.siradze@yahoo.com

Reviewers:

J. Shengelia, professor, Department of chemical and biological technologies, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: j.shengelia@gtu.ge

T. Loladze, associated professor, Department of chemical and biological technologies, faculty of chemical technology and metallurgy, GTU

E-mail: t.loladze@gtu.ge

ABSTRACT: There is proposed the new technical solution in the creation of competitive anticorrosive direct enamel coatings, significantly improving the efficiency of infrastructure mega-projects. In the paper there is described the mathematical model to estimate the behavior of pipe-line constructions. The operating parameters of “black” (non-coated) and coated pipes are compared.

KEY WORDS: coating; efficiency; enamel; infrastructure projects; pipe-line.

UDC 666.293.5.4:004.14

SCOPUS CODE 2508

РЕШЕНИЕ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ

Бердзенишвили И.Г. Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: i_berdzenishvili@gtu.ge

Сирадзе М.Г. Департамент химической и биологической технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 69
E-mail: manana.siradze@yahoo.com

Рецензенты:

Дж. Шенгелия, профессор Департамента химической и биологической технологий факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: j.shengelia@gtu.ge

Т. Лоладзе, ассоц. проф. Департамента химической и биологической технологий факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: t.loladze@gtu.ge

АННОТАЦИЯ: Предлагаются новые технические решения в создании конкурентоспособных антикоррозионных однослойных эмалевых покрытий, значительно повышающие эффективность инфраструктурных мегапроектов. В статье приведена математическая модель, описывающая поведение трубопроводных конструкций. Сопоставлены эксплуатационные параметры «черных» (без покрытия) труб и труб с покрытиями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инфраструктурные проекты; покрытие; трубопровод; эмаль; эффективность.

ავტორთა საძიებელი

Author's index

Указатель авторов

ალელიშვილი მ. 43	მეტრეველი მ. 18	ჯაყელ-ხუნდაძე ზ. 55
არაბიძე გ. 68	მიქაუტაძე მ. 110	Khutsishvili M. 93
ბერძენიშვილი ი. 122	სირაძე მ. 122	Loladze T. 88
გაბარაევი უ. 9	სულამანიძე ა. 31, 84, 116	Maisuradze N. 88
გელაშვილი ე. 43	ფაილოძე ნ. 9	Mikadze O. 88
გორდეზიანი აღ. 110	ფხალაძე ი. 68	Nakhutsrishvili I. 88
თუშურაშვილი პ. 43	ქერქაძე ჯ. 31	Shengelia L. 93
იოსელიანი ა. 55	ჩიჯავაძე ნ. 50	Верулашвили Ф.Г. 78
კანთელაძე ნ. 110	ჩორგოლაშვილი დ. 43	Кашакашвили Г. Б. 99
კახიშვილი გ. 116	ჭეიშვილი თ. 37, 50	Кашакашвили И. Г. 99
კენჭიაშვილი ნ. 110	ხიტირი გ. 26, 31	Кашакашвили Б. Г. 99
კობალაძე ნ. 43	ხოტენაშვილი ბ. 18	Турашвили В.Ш. 78
კოკილაშვილი რ. 26, 31	ხუჭუა თ. 43	Хазарадзе О.Г. 78
ლაბაძე რ. 31	ჯავაშვილი ზ. 37	
მეტრეველი ა. 84	ჯაფარიძე დ. 55	

ავტორთა საყურადღებოდ!

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის რეფერირებადი ჟურნალი, რომელიც გამოიცემა წელიწადში ოთხჯერ (პირველი ნომერი მოიცავს პერიოდს 1 იანვრიდან 31 მარტამდე, მეორე – 1 აპრილიდან 30 ივნისამდე, მესამე – 1 ივლისიდან 30 სექტემბრამდე და მეოთხე – 1 ოქტომბრიდან 31 დეკემბრამდე).

კრებულის დანიშნულებაა მეცნიერების განვითარების ხელშეწყობა, მეცნიერთა და სპეციალისტთა მიერ მოპოვებული ახალი მიღწევების, გამოკვლევათა მასალებისა და შედეგების ოპერატიულად გამოქვეყნება.

სტატია მიიღება ქართულ, ინგლისურ, რუსულ ენებზე და ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელთათვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

სტატიის ავტორთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს სამს.

კრებულში ქვეყნდება სტატიები ახალი მეცნიერული კვლევების შედეგების შესახებ შემდეგი თეორიული და გამოყენებითი დარგების მიხედვით:

- მშენებლობა
- ენერგეტიკა, ტელეკომუნიკაცია
- სამთო-გეოლოგია
- ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია
- ტრანსპორტი, მანქანათმშენებლობა
- არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი
- ბიზნესინჟინერინგი
- ინფორმატიკა, მართვის სისტემები
- აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგი

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ქაღალდზე, არანაკლებ 4 გვერდისა (არეები – 2 სმ, ინტერვალი – 1,5). თანდართული უნდა ჰქონდეს გამოყენებული ლიტერატურის სია;
- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ Acadnux შრიფტი, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტების შრიფტისთვის – Times New Roman, ზომა 12;
- სტატიის ქუდი უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:
 - უაკ-ს (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია)
 - SCOPUS CODE (სამეცნიერო ჟურნალების კლასიფიკატორი. ხელმისაწვდომია საგამომცემლო სახლ „ტექნიკურ უნივერსიტეტში“)
 - ავტორის (ავტორების) სახელს, მამის სახელს, გვარს
 - ავტორის (ავტორების) ელექტრონული ფოსტის მისამართს და საკონტაქტო ტელეფონს
 - დეპარტამენტის დასახელებას
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილი უნდა იყოს შესავალი, ძირითადი ნაწილი და დასკვნა;
- ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი შესრულებული უნდა იყოს ნებისმიერ გრაფიკულ ფორმატში, გარჩევადობით არანაკლებ 150 dpi-სა;
- სტატიას უნდა ახლდეს ანოტაცია და საკვანძო სიტყვები ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- სტატია შედგენილი უნდა იყოს წიგნიერად, მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით, სტილისტური და ტექნიკური შეცდომების გარეშე;
- ავტორი (ავტორები) პასუხს აგებს სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს:

- ორი რეცენზია
- რეცენზიის გაფორმების წესი იხ. http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- ფაკულტეტის სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიის სხდომის ოქმის ამონაწერი.

To the authors attention!

Transactions of Georgian Technical University represent reviewed, periodical edition, which is published four times a year. (the first number includes the period from 1 January to 31 March, the second number - from 1 april to 30 June, the third number - from 1 July to 30 September and the fourth - from 1 October to 31 December).

Purpose of collection is assistance of science development, new achievements of scientists and specialists, operative publication materials and results of scientific researches.

The articles are accepted in Georgian, English and Russian languages (are published in original language).

The publication of articles for the workers of Georgian Technical University is free of charge.

The amount of author's article mustn't exceed 3.

In transactions are published articles about results of new scientific researches according to the following theoretical and applied sphere of a branch:

- Building
- Energetics, telecommunication
- Mining-geology
- Chemical technology, metallurgy
- Transport, engineering industry
- Architecture, urbanist, design
- Business-engineering
- Informatics, systems of management
- Agrarian sciences and biosystems engineering

There is offered the rule of official registration of scientific articles:

- The volume of a work is determined with A4 paper size, no less than 4 pages (margins - 2cm, line spacing -1,5) and with a list of references;
- The article should be carried out in form file doc, docx (MS WORD), written down on any magnetic carrier.
- For Georgian text there is used Acadnux font, size 12;
- For English and Russian texts there is used font - Times New Roman, size 12;
- The beginning of the article should contain the following informations:

- UDC (Universal Decimal Classification)
 - SCOPUS CODE (Science Journals Classification. Available at Publishing House GTU)
 - Name, surname of author (authors)
 - E-mail and contact telephone of author (authors)
 - The name of department in all three languages
- In the article with subtitles should be isolated the introduction, the body of the article and the conclusion;
 - Computer version of pictures or photos must be done in any graphic format with the recognition no less than 150 dpi;
 - The article should have abstract and key words in Georgian, English and Russian languages;
 - The article should be written correctly, with the observance terminology, without stylistic and grammatical mistakes;
 - Author (authors) is (are) responsible for content and quality of article.

There is offered the following documentation for the article presentation:

- Two reviews
See how to write a review http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- Minutes of the Faculty's Sectoral Committee Meeting, Educational and Science Literature

К сведению авторов!

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является реферируемым периодическим изданием, которое выходит в свет четыре раза в год (первый номер включает период с 1 января по 31 марта, второй номер – с 1 апреля по 30 июня, третий номер – с 1 июля по 30 сентября и четвертый – с 1 октября по 31 декабря).

Назначение сборника – содействие развитию наук, новых достижений ученых и специалистов, оперативная публикация материалов и результатов исследований.

Принимаются статьи на грузинском, английском и русском языках (публикуются на языке оригинала).

Для сотрудников Грузинского технического университета статьи публикуются бесплатно.

Количество авторов статьи не должно превышать 3.

В сборнике печатаются статьи, касающиеся результатов новых исследований по следующим теоретическим и прикладным отраслям:

- Строительство
- Энергетика, телекоммуникации
- Горное дело-геология
- Химическая технология, металлургия
- Транспорт, машиностроение
- Архитектура, урбанистика, дизайн
- Бизнес-инженеринг
- Информатика, системы управления
- Инженеринг аграрных наук и биосистем

Предлагаем порядок оформления научных статей:

- Объем работы определяется форматом бумаги А4 с интервалом 1,5, содержащей не менее четырех страниц (поля = 2см), со списком литературы.
- Статья должна быть выполнена в виде файла doc или docx (MS Word), записанного на любом магнитном носителе.
- Для грузинского текста используется шрифт Acadnux, размер 12.
- Для английского и русского текстов – шрифт Times New Roman, размер 12.
- В начале статьи должна содержаться следующая информация:

- УДК (Универсальная десятичная классификация).
 - SCOPUS CODE (Классификатор научных журналов, который доступен в «Издательском доме ГТУ»)
 - Фамилия, имя, отчество автора (авторов).
 - Адрес электронной почты автора (авторов) и контактный телефон.
 - Название департамента на трех языках.
- В статье подзаголовками следует выделить введение, основную часть и заключение.
 - Компьютерный вариант рисунков или фото должен быть выполнен в любом графическом формате распознаванием не менее 150 dpi.
 - Статья должна иметь аннотацию и ключевые слова на грузинском, английском и русском языках.
 - Статья должна быть написана грамотно, с соблюдением терминологии, без стилистических и грамматических ошибок.
 - Автор (авторы) ответствен за содержание и качество статьи.

Для представления статьи необходимы следующие документы:

- Две рецензии
Оформление порядка рецензии см. http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- Выписка из протокола заседания отраслевой комиссии научно-учебной литературы факультета.

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

გადაეცა წარმოებას 23.10.2015. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15.12.2015. ქალაქის ზომა
60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 8. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent