



აკაკი წერეთლის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

AKAKI TSERETELI STATE UNIVERSITY

IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია

**ენერგეტიკა:
რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები**

IV International Scientific Conference

**ENERGY:
REGIONAL PROBLEMS AND DEVELOPMENT OPPORTUNITIES**

მოსხენებების კრებული

PROCEEDINGS

29.10.2016

**ქუთაისი, საქართველო
KUTAISI, GEORGIA**

სამეცნიერო კომიტეტი

არაბიძე გ. (პროფესორი, საქართველო), არველაძე რ. (პროფესორი, საქართველო),
ბერიძე ჯ. (პროფესორი, საქართველო), გოგიაშვილი ფ. (პროფესორი, საქართველო),
ზივზივაძე ო. (პროფესორი, საქართველო), კიკვიძე ო. (პროფესორი, საქართველო),
კუპატაძე თ. (პროფესორი, საქართველო), ლომიძე ი. (პროფესორი, საქართველო),
მანარაძე გ. (პროფესორი, საქართველო), ნაჭყებია შ. (პროფესორი, საქართველო),
ნეჟადი ჰ. (პროფესორი, აშშ), სამსონია ნ. (პროფესორი, საქართველო), უღრელიძე ნ.
(პროფესორი, საქართველო), ჩომახიძე დ. (პროფესორი, საქართველო), ხუნწარია ჯ.
(პროფესორი, საქართველო), ჭუნაშვილი ბ. (პროფესორი, საქართველო)

SCIENTIFIC COMMITTEE

Arabidze G. (Professor, Georgia), **Arveladze R.** (Professor, Georgia),
Beridze J. (Professor, Georgia), **Chomakhidze D.** (Professor, Georgia),
Gogiashvili P. (Professor, Georgia), **Zivzivadze O.** (Professor, Georgia),
Kikvidze O. (Professor, Georgia), **Khuntsaria J.** (Professor, Georgia),
Kupatadze T. (Professor, Georgia), **Lomidze I.** (Professor, Georgia),
Makharadze G. (Professor, Georgia), **Nachkebia Sh.** (Professor, Georgia),
Nezhad H. (Professor, USA), **Samsonia N.** (Professor, Georgia),
Tchunashvili B. (Professor, Georgia), **Ugrelidze N.** (Professor, Georgia)

მეც

სარგბანოხაცხო კომიტეტი

გოგიაშვილი ფ., არაბიძე გ., ზივზივაძე ო.,
ცხაკაია ქ., ზივზივაძე ლ., ფხაკაძე შ.

ORGANIZING COMMITTEE

Gogiashvili F., Arabidze G., Zivzivadze O.,
Tskhakaia K., Zivzivadze L., Pkhakadze Sh.

ISBN 978-9941-453-03-8

1

ელექტროენერგეტიკული მრეწველობის ტექნოლოგია POWER INDUSTRY TECHNOLOGIES





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ელექტრომომხმარებლების მიერ ქსელში წარმოქმნილი აბაზის მაღალი სიხშირის ჰარმონიკების სიმეტრიულობის გამოკვლევა

ჭუნაშვილი ბ., პეტროსიანი ა., გამრეკელაშვილი თ., ხარებაგა დ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

„ელექტროენერჯის ხარისხის მანვენებლების კონტროლისა და აღრიცხვის“ სტენდზე ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევებით მიღებული შედეგების საფუძველზე დასაბუთებულია, რომ ელექტრომომხმარებლის დატვირთვის დენის შედეგად ქსელში წარმოქმნილი ძაბვის მაღალი რივის ჰარმონიკების სპექტრის ყოველი სიხშირე მკვეთრად გამოხატული ასიმეტრიულობით ხასიათდება და საჭიროა იგი გათვალისწინებულ იქნას ფილტრების შეერთების სქემების შედგენისას.

შესავალი. ელექტრომომხმარებლების მიერ ელექტრომომარაგების ქსელში წარმოქმნილი ძაბვის მაღალი სიხშირის ჰარმონიკების ამპლიტუდებს, ქსელის ძალოვანი ელემენტების პარამეტრები და მათში გამავალი დატვირთვის დენის ფორმა განაპირობებს [1]. თავის მხრივ, ელექტრომომხმარებლის დატვირთვის დენის ფორმა დამოკიდებულია მასში გაერთიანებული ცალკეულ ელექტროტექნოლოგიურ დანადგარის (ეტდ) მოქმედების პრინციპით [2].

მრავალი, თანამედროვე ეტდ-ის დატვირთვის დენის მრუდს, მუშაობის ნორმალურ რეჟიმში, დამახინჯებული ფორმა გააჩნია. იგი გამოწვეულია ეტდ-ში მიმდინარე ელექტროდინამიკური პროცესებით, რომელიც განპირობებულია მათი რთული მუშაობის საექსპლუატაციო რეჟიმებით [3]. ამასთან ერთად, მრავალი ეტდ-ის მართვის პრინციპი და პარამეტრების რეგულირება დატვირთვის დენის მრუდის ფორმის დამახინჯებაზე დაფუძნებული [4] და ცალკეული ფაზის დენის დამახინჯების პროცესი განსხვავებულად წარმართება.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში ელექტრომომხმარებლების დიდი სიმძლავრის ერთფაზა ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მუშაობის რეჟიმების შედეგად, ცალკეულ ფაზებში გამავალი დატვირთვის დენების მრუდის ფორმის დამახინჯების შესწავლა და მათ მიერ ქსელში წარმოქმნილი ძაბვის მაღალი რივის ჰარმონიკების არასიმეტრიულობის დადგენა და ხარისხის შეფასება.

ქსელში წარმოქმნილი ჰარმონიკების გამოკვლევა

ელექტრომომხმარებლების ექსპერიმენტული გამოკვლევების ოპტიმალურად წარმართვისათვის მასში გაერთიანებული ეტდ-ბი დავყოთ შემდეგ ძირითად სამ ჯგუფად:

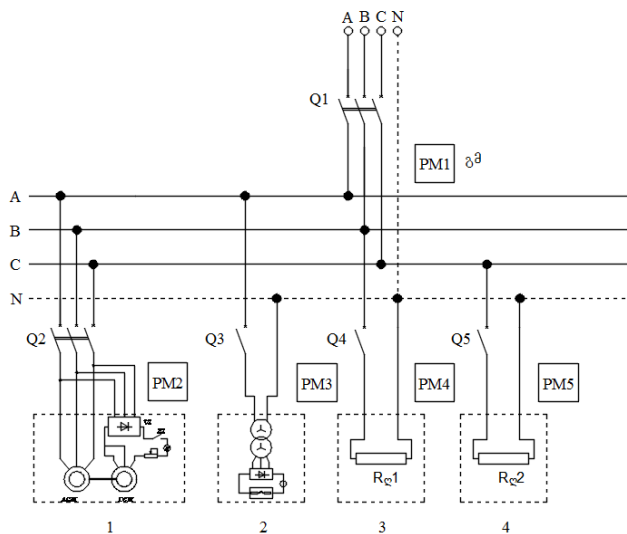
1. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები, რომელთა ძალური ნაწილი ადჭურვილია სამფაზა ლარიონოვის სქემით შესრულებული ტირისტორული გამმართველებით და რომელთა ყოველი ფაზის დატვირთვის დენის მართვა ურთიერთდაკავშირებულ განივ-იმპულსური რეგულირების პრინციპზეა დაფუძნებული (მუდმივი დენის ელექტრორკალური დუმელები, ტირისტორული გარდამსახ-ძრავას სისტემა, სისსიხშირულ-რეგულირებადი ასინქრონული ელექტროამძრავები და ა.შ.). ამ დანადგარების ყოველი ფაზის დატვირთვის დენის აქტიური მდგენელის მოქმედი მნიშვნელობები ერთნაირი სიდიდისაა, მათ მრუდებს ერთნაირი ფორმა გააჩნიათ და ისინი ერთმანეთის მიმართ 120°-ით არიან დაძრუნდი. მაშასადამე, ამ ჯგუფში გაერთიანებული ეტდ-ბი ელექტრომომარაგების ქსელისათვის სიმეტრიულ დატვირთვას წარმოადგენს. შესაბამისად, ასეთი ეტდ-ის დატვირთვის დენების ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში გადინების შედეგად, ერთი-დაიგივე პარამეტრების ძაბვის მაღალი სიხშირის სიმეტრიული სპექტრი წარმოიქმნება.

2. სამფაზა ელექტრორკალური დანადგარები, რომელთა ყოველი ფაზის ელექტრო-



დი გადაადგილების მექანიზმის ელექტრული ამბრავები დამოუკიდებელი მათვის სისტემებითაა აღჭურვილი. ასეთი დანადგარების თითოეული ფაზის (ელექტროდის) დატვირთვის დენი, წინასწარ გაუთვალისწინებელი ფაქტორებით განპირობებული დიაგრამის მიხედვით იცვლება, მიუხედავად ფაზათა ერთნაირი მუშაობის რეჟიმისა და ციკლისა. ეს ეტდ-ბი ხასიათდებიან მკვეთრად გამოხატული არასიმეტრიული დინამიკური რეჟიმებით. მიუხედავად ამისა, ასეთი დანადგარების ყოველი ფაზის მუშაობის ციკლი ერთნაირია და რკალის ანთების (საექსპლოატაციო მოკლედშერთვის), რკალის მდგრადი ნთების რეჟიმებსა და პაუზას მოიცავს. შესაბამისად, ასეთი ეტდ-ების სამივე ფაზის დატვირთვის დენები ერთნაირი ხასიათისაა. შედეგად, მათ მიერ ელექტრომომარაგების ქსელის სამივე ფაზაში ერთნაირი პარამეტრების და ციკლის მიხედვით სამ ჯგუფად წარმოდგენილი, ძაბვის მაღალი სისშირის სპექტრი წარმოიქმნება.

3. ერთფაზა ეტდ-ები (ელექტრორკალური შესადული აპარატები, ელექტროპლაზმური დანადგარები, რეგულირებადი და ა.შ.), რომელთა დატვირთვის დენის მრუდს მკვეთრად დამახინჯებული ფორმა გააჩნია. ასეთი დანადგარებით აღჭურვილ ელექტრომომხმარებლებმა, ცალკეული ფაზების აქტიური დატვირთვის დენების მოქმედი მნიშვნელობების გათანაბრების მიუხედავად, ფაზათა დატვირთვის დენების ფორმის დამახინჯების ხარისხის დიდი გასხვავების გამო, შესაძლებელია ელექტრომომარაგების ქსელში წარმოქმნას არასიმეტრიული მაღალი რიგის ჰარმონიკების სპექტრი.

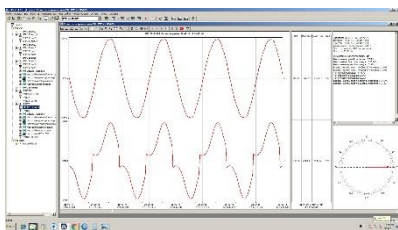


ნახ.1. “დამტვირთავი სტენდის” სქემა

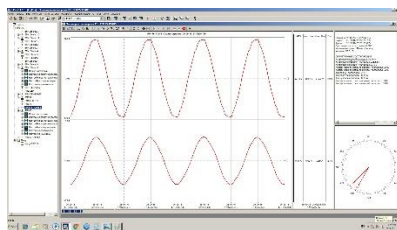
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრომომხმარების ტექნოლოგიების დეპარტამენტში, „ელექტროენერჯის ხარისხის მანვენებლების კონტროლისა და აღრიცხვის“ ლაბორატორიულ სტენდზე [5] გამოკვლეულ იქნა ელექტრომომარაგების ქსელის ცალკეულ ფაზებში გამავალი დენების დამახინჯებისა და წარმოქმნილი მაღალი რიგის ჰარმონიკების სიმეტრიულობის ხარისხი, დატვირთვის დენის მოქმედი მნიშვნელობის სიმეტრიულობის პირობებში. ექსპერიმენტი ჩატარდა „დამტვირთავი სტენდის“ (ნახ. 1) ასინქრონული, ელექტრორკალური და აქტიური დატვირთვის უჯრედების მონაწილეობით. შესაბამისად, სალტესთან მიერთებულ იქნა დატვირთული ასინქრონილი ძრავას, სალტის A ფაზასთან ელექტრორკალური დატვირთვის უჯრედი, B და C ფაზებთან აქტიური დატვირთვის უჯრედის ელექტრორკალური დატვირთვის ტოლი სიმძლავრის წინაღობები.



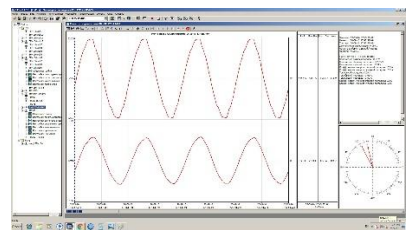
ქვემოთ (ნახ. 2, 3) მოცემულია, „ელექტროენერჯის ხარისხის მარეგულირებლის კონტროლისა და აღრიცხვის“ ლაბორატორიული სტენდის ანალიზატორებიდან მიღებული, „დამტვირთავი სტენდის“ ჯამური და ცალკეული უჯრედების დატვირთვის დენის მრუდები და მათი ფორმის დამახინჯების შედეგად წარმოქმნილი მაღალი რიგის ჰარმონიკების ამპლიტუდები. როგორც მიღებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებიდან სჩანს, B და C ფაზაში გამავალი დენები თითქმის სინუსოიდალური ფორმისაა, ხოლო A ფაზაში გამავალი დენი მნიშვნელოვნად დამახინჯებული ფორმისაა. შედეგად, B და C ფაზაში მაღალი სიხშირის ჰარმონიკები თითქმის არ არსებობს (უმნიშვნელოა), ხოლო A ფაზაში წარმოქმნილია მესამე რიგის 28%-იანი, მეხუთე რიგის 9%-იანი და მეშვიდე რიგის 6%-იანი ამპლიტუდის ჰარმონიკები. შესაბამისად, მომხმარებლის დატვირთვის დენის შედეგად, ქსელში წარმოქმნილი ძაბვის მაღალი რიგის ჰარმონიკების სპექტრის ყოველი სიხშირის მკვეთრად გამოსატყულები ასიმეტრიულობით ხასიათდება.



ფაზა A

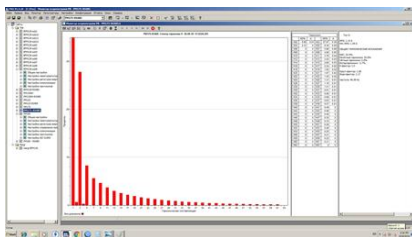


ფაზა B

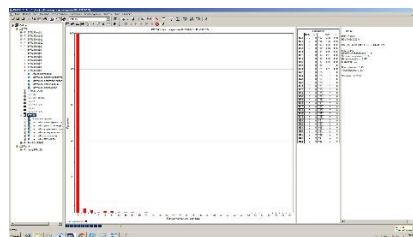


ფაზა C

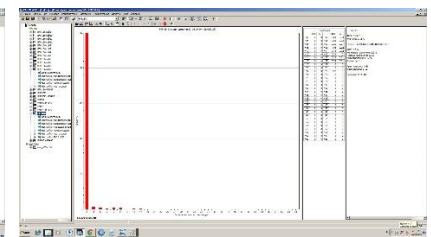
ნახ.2. „დამტვირთავი სტენდის“ დატვირთვის დენის და ძაბვის მრუდები



ფაზა A



ფაზა B



ფაზა C

ნახ. 3. მაღალი რიგის ჰარმონიკების ამპლიტუდები

დასკვნები.

1. ელექტრომომარაგების ქსელში წარმოქმნილი მაღალი რიგის ჰარმონიკების სპექტრის ექსპერიმენტული გამოკვლევების ოპტიმალურად წარმართვის მიზნით, შემოთავაზებულია ეტდ-ების შეფასების სამ სახასიათო ჯგუფში გაერთიანების კრიტერიუმები, რიმელიც დაფუძნებულია ეტდ-ის მიერ თითოეული ფაზის დატვირთვის დენის მრუდის ფორმის დამახინჯების ხარისხზე.

2. „ელექტროენერჯის ხარისხის კონტროლისა და აღრიცხვის“ ლაბორატორიულ სტენდზე ჩატარებული სახასიათო ეტდ-ის ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგებით დადასტურებულია, რომ ელექტრომომხმარებლის ორ ფაზაში გამავალი დენის ფორმა თითქმის სინუსოიდალურია, ხოლო მესამეში გამავალ დენს მნიშვნელოვნად დამახინჯებული ფორმა გააჩნია. შედეგად, მესამე ფაზაში წარმოქმნილი მაღალი სიხშირის ჰარმონიკების სპექტრის ამპლიტუდები მნიშვნელოვნად აღემატება ორი ფაზისას.

3. დასაბუთებულია, რომ ელექტრომომხმარებლის დატვირთვის დენის შედეგად ქსელში წარმოქმნილი ძაბვის მაღალი რიგის ჰარმონიკების სპექტრის ყოველი სიხშირის ჰარმონიკები მკვეთრად გამოსატყულები ასიმეტრიულობით ხასიათდება და საჭიროა, რომ



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



იგი გათვალისწინებულ იქნას ჰარმონიკების ჩამსობი ფილტრების შეერთების სქემების შედგენისა და პარამეტრების განსაზღვრისას.

ლიტერატურა.

1. Жежеленко И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях – М.: Энергоатомиздат, 2005
2. Шеховцев В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование: Учебник.-М.: ФОРУМ: ИНФРА-М. 2004. - 407 с.: ил.
3. Техническая коллекция SchneiderElectric. Выпуск № 22. Гармонические искажения в электрических сетях и их снижение. Москва: ЗАО «Шнейдер Электрик» 2008, с. 32
4. ჭუნაშვილი ბ., პეტროსიანი ა., გამრეკელაშვილი თ., ბუღაშვილი გ. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მიერ ელექტრომომარაგების ქსელებში წარმოქმნილი ძაბვის მაღალი სიხშირის ჰარმონიკები და მათი გავრცელებით გამოწვეული შედეგები// ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუთაისი, 2015. №3 გვ. 38-41.
5. ჭუნაშვილი ბ., ქობალია მ., პეტროსიანი ა., შამფრიაი ნ. ელექტრომომარაგების სისტემის დატვირთვების ფიზიკური მოდელის დამუშავება// ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუთაისი, 2015. №3 გვ. 6-8.

RESEARCH AND ESTIMATION OF ASYMMETRIC QUALITY OF REACTIVE TENSION GENERATED BY ENERGY CONSUMERS

Tchunashvili B., Petrosyan A., Gamrekelashvili T., Kharebava D.

Georgian Technical University

Summary

Based on the results of experimental research conducted on the stand called “Control and Accounting of electric energy quality indices” we can substantiate that higher order harmonics generated in the network show sharply asymmetric range of the frequency when the load of power consumed by customer is increased and its essential to be considered while drawing up filter merging schemes.

ელექტრომომარაგების რეაქტიული დატვირთვების ასიმეტრიულობის ხარისხის დადგენა და შეფასება

ჭუნაშვილი ბ., ქობალია მ., პეტროსიანი ა., გვიმრაძე ა.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ელექტრომომარაგების რეაქტიული დატვირთვების ასიმეტრიულობის ხარისხის დადგენა და შეფასება

ელექტრომომარაგების ქსელის ენერგეტიკული მაჩვენებლების ამაღლების ძირითად რეზერვს ქსელის რეაქტიული სიმძლავრისაგან სრული განტვირთვა წარმოადგენს. დასაბუთებულია, რომ ერთფაზა დანადგარების მქონე ელექტრომომარაგებლებს მკვეთრად გამოხატული არასიმეტრიული რეაქტიული დატვირთვა გააჩნიათ და საკომპენსაციო მოწყობილობების შერჩევისას საჭიროა მისი გათვალისწინება.

შესავალი. მსოფლიოში შექმნილი ენერგეტიკული კრიზისიდან გამოსვლისათვის, ელექტროენერგეტიკაში მოღვაწე საერთაშორისოდ აღიარებული მეცნიერების მთელი ძალისხმევა ენერგოეფექტურობის ამაღლებისკენაა მიმართული. ამ მხრივ, ერთ-ერთ ძირითადს ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში არსებული ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირება და ენერგეტიკული მაჩვენებლების ამაღლება წარმოადგენს [1]. აღსანიშნავია, რომ ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირების ძირითად რეზერვს, ელექტრომომარაგებლების მიერ მოთხოვნილი რეაქტიული სიმძლავრის ადგილზე გამოიმუშავების-კომპენსაციის გზით, ქსელის რეაქტიული სიმძლავრის გატარებისაგან სრული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



განტვირთვა წარმოადგენს [2]. თავის მხრივ, საკომპენსაციო მოწყობილობის მიერ გენერირებული რეაქტიული სიმძლავრის განსაზღვრა და მართვა, ცალკეულ შემთხვევებში, განსხვავებული პრინციპებით მიდგომებს საჭიროებს.

ნაშრომის აქტუალობა. ელექტრომომხმარებლების რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის ამადლებისათვის, საკომპენსაციო სიმძლავრეების საფეხურების მნიშვნელობები, როგორც წესი, რეაქტიული სიმძლავრის ნახევარსაათიანი დღე-ღამური დატვირთვის გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრება და იგი ახალი ქსელის დაპროექტების შემთხვევაში, მომხმარებლების ტექნოლოგიურ პროცესზე დაფუძნებულ დატვირთვის დიაგრამის მიხედვით განისაზღვრება [3], ხოლო ექსპლუატაციაში არსებული მომხმარებლებისათვის - აქტიური და რეაქტიული ენერჯის მრიცხველებიდან აღებული ჩვენებების საშუალებით აიგება [4]. ორივე შემთხვევაში, დატვირთვის გრაფიკის ყოველი საფეხურის სიმძლავრე სამივე ფაზის სიმძლავრეების აღგებრულ ჯამს წარმოადგენს და ფაზებს შორის რეაქტიული დატვირთვის გადანაწილებას (არასიმეტრიულობას) არ ითვალისწინებს.

ელექტრომომარაგების ქსელის II და III დონეებზე, 0,4 კვ ძაბვის გამანაწილებელი მოწყობილობების საღტვებთან მიერთებული ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები და კომპლექსები (ეტდკ), უმრავლეს შემთხვევაში, ურთიერთ განსხვავებულ მოქმედების პრინციპზეა დაფუძნებული და განსაკუთრებული მუშაობის რეჟიმით ხასიათდებიან. შესაბამისად, აღნიშნული ეტდკ, ქსელიდან მოთხოვნილი აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეების თანაფარდობის (რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის) მიხედვით, შეიძლება სამ ძირითად ჯგუფად დაყოფილი:

1. მკვეთრად გამოხატული აქტიური დატვირთვის მქონე ეტდკ (წინააღმდეგობით გახურების ღუმელები, გასათბობი და სახურებელი ხელსაწყოები და ა.შ.), რომელთა რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი $0,9 \leq \cos \varphi \leq 1,0$;

2. შერეული დატვირთვის მქონე ეტდკ (სამფაზა, ინდივიდუალური და ჯგუფური ასინქრონული ელექტროამრავლები, საჩამომსხმელო ხაზები და ა.შ.) რომელთა კოეფიციენტი - $0,65 \leq \cos \varphi \leq 0,9$.

3. მკვეთრად გამოხატული რეაქტიული დატვირთვის მქონე ეტდკ (ინდუქციური სადნობი ღუმელები, შედუღების ტრანსფორმატორები და ა.შ.), რომელთა - $\cos \varphi \leq 0,65$.

აღსანიშნავია, რომ მრავალი დიდი სიმძლავრისა და მნიშვნელოვნად დაბალი რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის მქონე ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები (არხისა და ტიგელის ტიპის ინდუქციური სადნობი ღუმელები, ცვლადი დენის ელექტრორეკალური შესადრული აპარატები, პლაზმური დანადგარები და ა.შ.), მათი მუშაობის პრინციპებიდან გამომდინარე, ძირითადად ერთფაზა ან ორფაზა შესრულების მზადდება [5] და ისინი ქსელისათვის არასიმეტრიულ დატვირთვას წარმოადგენენ. შესაბამისად, ელექტრომომხმარებლების ენერგეტიკული მაჩვენებლების ამადლების ღონისძიებების გატარებისას, საჭიროა დამოუკიდებლად განისაზღვროს ცალკეული ფაზების რეაქტიული დატვირთვები, დადგინდეს ასიმეტრიულობის ხარისხი და მიღებული შედეგების საფუძველზე განხორციელდეს რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია.

ნაშრომის მიზანი. ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს ელექტრომომარაგების ქსელში მომხმარებლების თითოეული ფაზის მიერ ქსელიდან მოთხოვნილი რეაქტიული დატვირთვის ხასიათის გამოკვლევა, რეაქტიული დატვირთვის ცალკეულ ფაზებზე გადანაწილების - არასიმეტრიულობის დადგენა და მისი შეფასება.

რეაქტიული სიმძლავრის არასიმეტრიულობის გამოკვლევა.

ელექტრომომარაგების ქსელებში არსებული რეაქტიული დატვირთვის ასიმეტრიულობის დონის დადგენისა და შეფასებისათვის გამოკვლევები ჩატარებულ იქნა მომ-

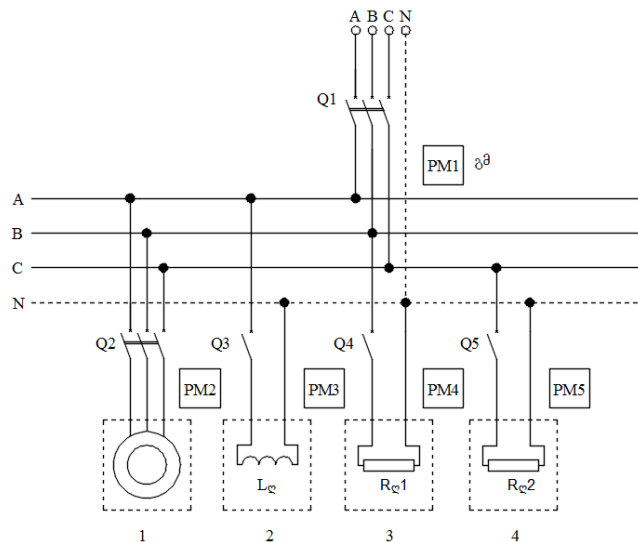


IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სმარებელთა ტიპური გამანაწილებელი მოწყობილობის (გმ) მაგალითზე. კერძოდ, აღებული იქნა 0,4 კვ ძაბვის გმ (ნახ. 1), რომლის შემკრებ საღებებთან მიერთებულია $P_{Adr} = 720$ კვტ საანგარიშო ჯამური დატვირთვისა და $\cos\varphi_{Adr} = 0,8$ რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის სამფაზა ასინქრონული ძრავებით აღჭურვილი ეტდ-ის ჯგუფი. ასევე, საღების ფაზასთან მიერთებულია $P_{Lღ} = 240$ კვტ დატვირთვისა და $\cos\varphi_{Lღ} = 0,45$ სიმძლავრის კოეფიციენტის მქონე, ერთფაზა ინდუქციური ღუმელი, ხოლო B და C ფაზებთან, $P_{Rღ1} = P_{Rღ2} = 240$ კვტ დატვირთვისა და $\cos\varphi_{Rღ1} = \cos\varphi_{Rღ2} = 1,0$ კოეფიციენტის, ხანგრძლივ რეჟიმში მომუშავე, ერთფაზა წინაღობით გახურების ელექტრული ღუმელები.

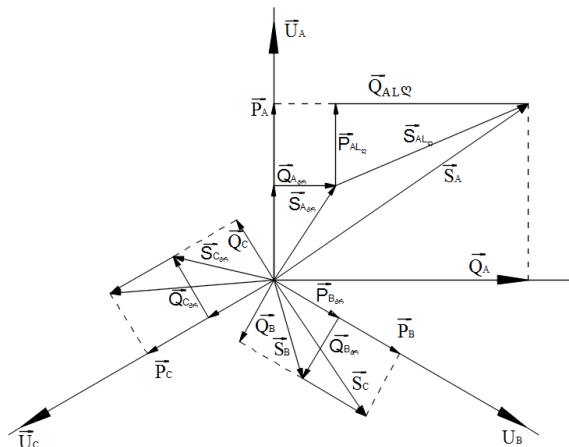
გმ-ის რეაქტიული დატვირთვების არასიმეტრიულობის შეფასებისათვის აგებულია ვექტორული დიაგრამა (ნახ. 2). შესაბამისად, ვექტორულ დიაგრამაზე წარმოდგენილი ასინქრონული ძრავების ჯგუფის თითოეული ფაზის აქტიური დატვირთვის ვექტორების ($\vec{P}_{Adr} = 240$ კვტ, $\vec{P}_{Bღ} = 240$ კვტ, $\vec{P}_{Cღ} = 240$ კვტ) მნიშვნელობები აღებულია ჯამური დატვირთვის მესამედი, ხოლო რეაქტიულის (\vec{Q}_{Adr} , $\vec{Q}_{Bღ}$, $\vec{Q}_{Cღ}$) – გამოთვლილია $\cos\varphi_{Adr}$ საშუალებით. ელექტრული ღუმელების რეაქტიული დატვირთვების ვექტორები ($\vec{Q}_{ALღ}$, $\vec{Q}_{BRღ1}$, $\vec{Q}_{CRღ2}$) გამოთვლილია ანალოგიურად, შესაბამისი სიმძლავრის კოეფიციენტის საშუალებით.



ნახ. 1. გამანაწილებელი მოწყობილობის სქემა: 1-ასინქრონული ძრავების ჯგუფი; 2-ინდუქციური ღუმელი; 3, 4-წინააღობით გახურების ღუმელი.

როგორც ვექტორული დიაგრამაზე წარმოდგენილი აქტიური ($\vec{P}_A, \vec{P}_B, \vec{P}_C$), რეაქტიული ($\vec{Q}_A, \vec{Q}_B, \vec{Q}_C$) და სრული ($\vec{S}_A, \vec{S}_B, \vec{S}_C$) დატვირთვის ვექტორებიდან ხჩანს, გმ-ის აქტიური დატვირთვა აბსოლუტურად სიმეტრიულია, ხოლო რეაქტიული და სრული დატვირთვა – მკვეთრად გამოსატული ასიმეტრიული.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ელექტრომომხმარებელის დატვირთვების და განსაკუთრებით საკომპენსაციო რეაქტიული სიმძლავრის განსაზღვრისას, აქტიურთან ერთად, საჭიროა რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების არასიმეტრიულობის ხარისხის დადგენა და გათვალისწინება.



ნახ. 2. მომხმარებლის დატვირთვის ვექტორული დიაგრამა

დასკვნები.

1. ელექტრომომხმარებლების რეაქტიული დატვირთვის ასიმეტრიულობის განსაზღვრისათვის შემოთავაზებულია, ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების სამ კატეგორიად განაწილების მეთოდიკა, რომელიც დაფუძნებულია აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეების თანაფარდობაზე.

2. ელექტრული დატვირთვის ვექტორული დიაგრამის ანალიზის საფუძველზე დასაბუთებულია, რომ ელექტრომომხმარებლებისათვის, რომელთაც მნიშვნელოვნად განსხვავებული რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის მქონე ერთფაზა ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები გააჩნიათ, ფაზათა დატვირთვის გათანაბრების ღონისძიებების გატარებისას, ერთდროულად აქტიური და რეაქტიული დატვირთვის ასიმეტრიულობის მიღწევა პრაქტიკულად შეუძლებელია. შესაბამისად, მათი რეაქტიული და სრული დატვირთვის, მკვეთრად გამოხატული, მაღალი ხარისხის ასიმეტრიულობით ხასიათდებიან.

3. დასაბუთებულია, რომ ელექტრომომხმარებლების ენერგეტიკული მაჩვენებლების ამოღების მიზნით და განსაკუთრებით რეაქტიული დატვირთვის საკომპენსაციო მოწყობილობების სიმძლავრის განსაზღვრისა და მართვის სისტემის შერჩევისას საჭიროა რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების არასიმეტრიულობის ხარისხის დადგენა და გათვალისწინება.

ლიტერატურა.

1. Чунашвили Б. М., Петросян А.М. Повышение энергетических показателей многодвигательных асинхронных электроприводов / Б. М. Чунашвили, А. М. Петросян //Вестник НТУУ "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Проблемы автоматизированного электропривода. – г. Харьков (Украина) : НТУ "ХПИ". – 2013. – № 36 (1009). – С. 429-430.
2. Чунашвили Б.М., Петросян А.М., Шавелашвили Г.В., Тугуши М.А. Улучшение коэффициента реактивной мощности технологического комплекса с групповым асинхронным электроприводом. ISSN 2079-3944. г. Харьков (Украина) Вісник НТУ «ХП». 2015. No 12 (1121). – с. 89-92.
3. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник для студентов высших учебных заведений - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. - 672 с: ил.
4. Федоров А.А., Сербиновский Г.В. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Кн. 2. М.: «Энергия», 1973. – 528 с. с ил.
5. Шеховцев В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование: Учебник.-М.: ФОРУМ: ИНФРА-М. 2004. - 407 с.: ил.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



RESEARCH OF SYMMETRY OF HIGH FREQUENCY STRAIN HARMONICS IN THE NETWORK GENERATED BY ENERGY CONSUMER

Tchunashvili B., Kobalia M., Petrosyan A., Gvimradze A.
 Georgian Technical University

Summary

Research and estimation of Asymmetry quality within reactive tension.

Main reserve of increasing energy supply indices lies on full discharging of Network Reactive Power. It is substantiated (proved) that consumers of a single-phase equipment show sharply asymmetric reactive tension and this should be taken into consideration when selecting Compensatory devices for them.

წვევის კვანძურებში ძაღის მიმყოლი სამზახა ინვერტორების მუშაობის რეჟიმები შიმხვედრ-პარალელურად მიერთებული უკუ მართვადი გამმართველის ათვალისწინებით. ამ შემთხვევაში გენერატორულ რეჟიმში მყოფი ძრავში პირდაპირი მბრუნი მომენტის გარდა თავს იხენს უკუ მბრუნი მომენტი, რაც იძლევა საშუალებას ეფექტურად წარმართოს რეკუპერაციული დინამური დამუხრუჭება. მართვადი გამმართველი წარმოადგენს უკუ გამმართველს ინვერტორისათვის. დადგენილი სქემა საშუალებას იძლევა განხორციელდეს რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია. დადგენილია უკუ გამმართველის და ინვერტორის მართვადი ვენტილების ერთდროული მუშაობის თანმიმდევრობის კანონზომიერება.

კოსრეიძე გ.*, ხორავა ვ., ფრანგიშვილი გ.*, ტეტუნაშვილი ე.***

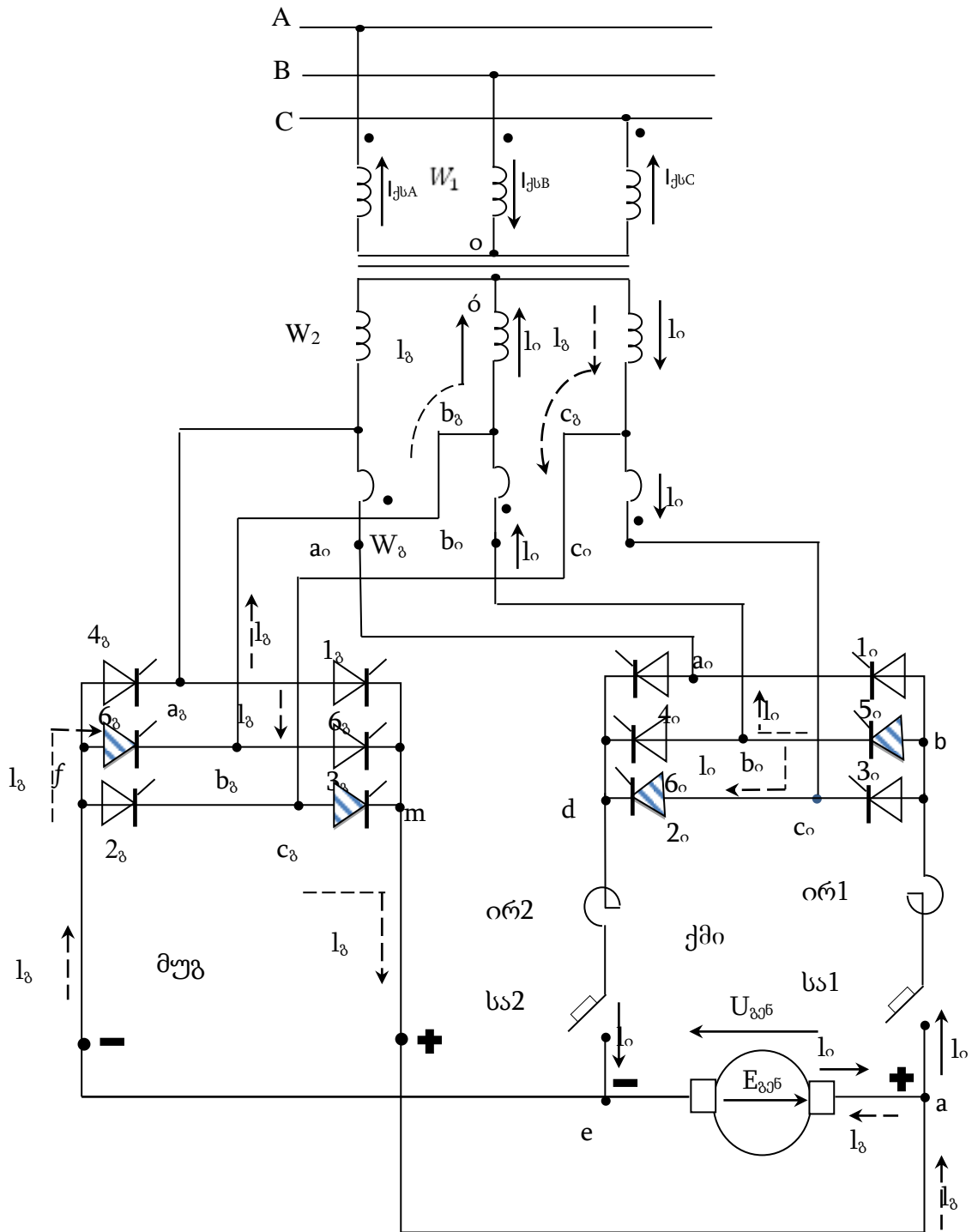
* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

** სს „საქართველოს რკინიგზა“

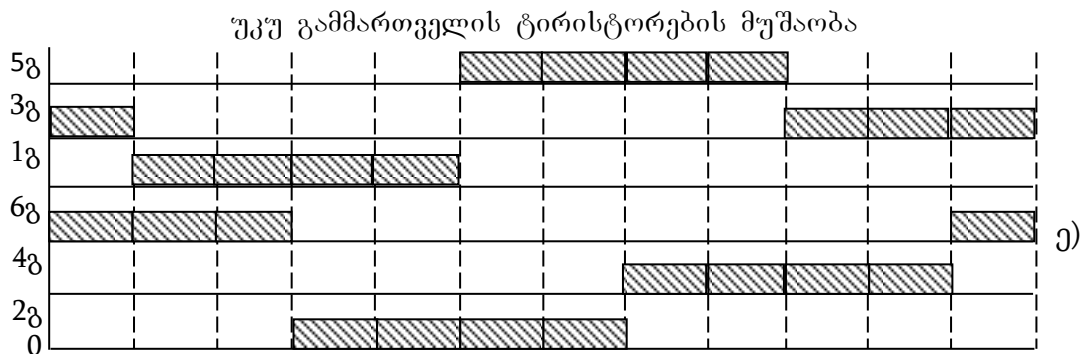
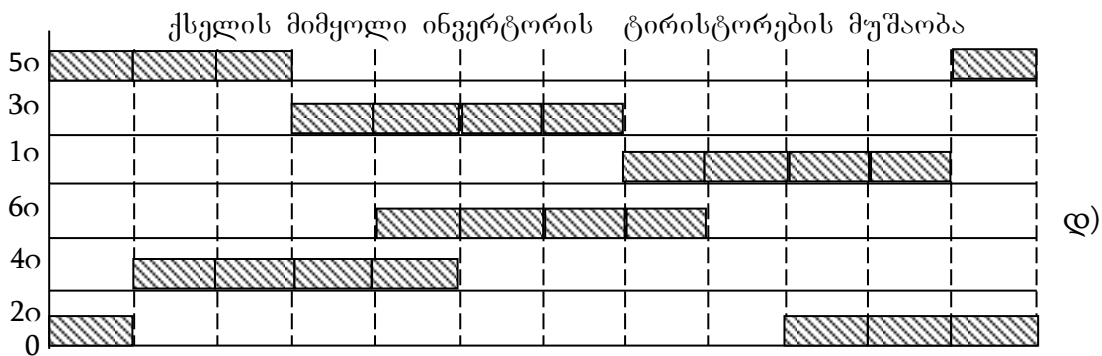
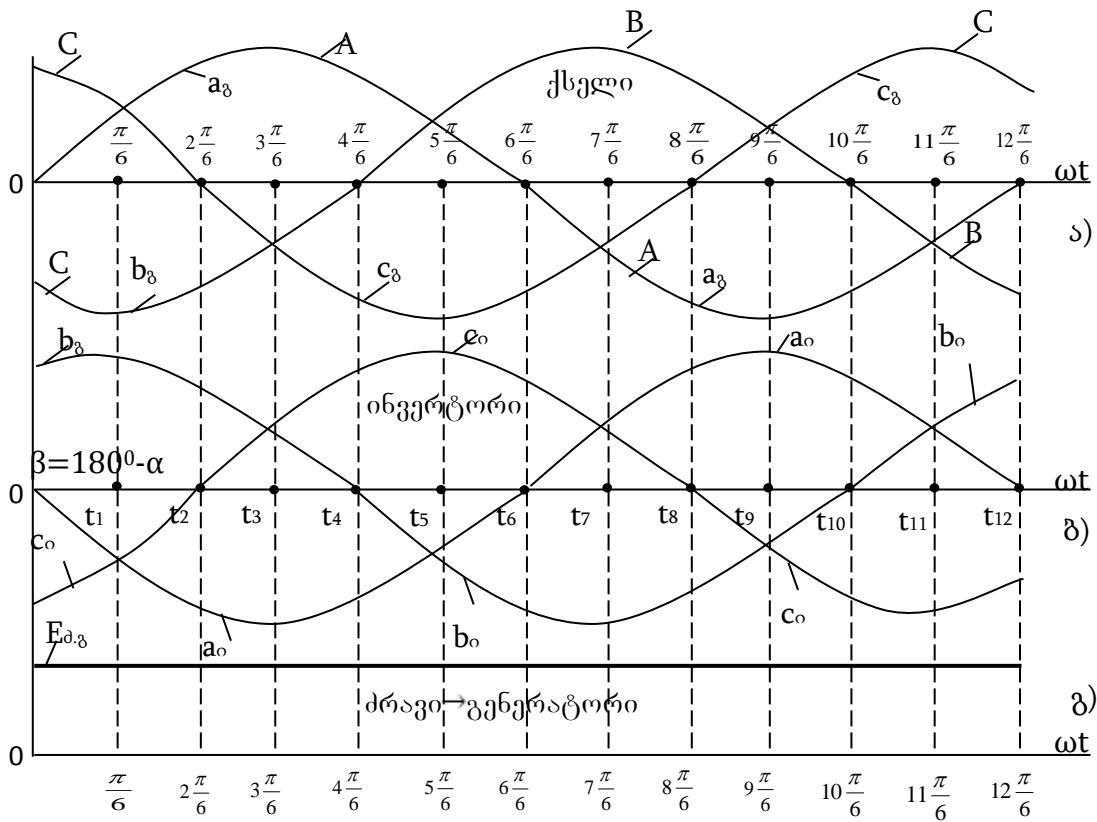
ნაშრომში განხილულია წვევის ძრავის რეკუპერაციული დამუხრუჭების პირობებში ქსელის მიმყოლი ინვერტორის მუშაობის რეჟიმები მის შემხვედრ-პარალელურად მიერთებული უკუ მართვადი გამმართველის ათვალისწინებით. ამ შემთხვევაში გენერატორულ რეჟიმში მყოფი ძრავში პირდაპირი მბრუნი მომენტის გარდა თავს იხენს უკუ მბრუნი მომენტი, რაც იძლევა საშუალებას ეფექტურად წარმართოს რეკუპერაციული დინამური დამუხრუჭება. მართვადი გამმართველი წარმოადგენს უკუ გამმართველს ინვერტორისათვის. დადგენილი სქემა საშუალებას იძლევა განხორციელდეს რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია. დადგენილია უკუ გამმართველის და ინვერტორის მართვადი ვენტილების ერთდროული მუშაობის თანმიმდევრობის კანონზომიერება.

აღნიშნულ შემთხვევაში (ნახ.1) რეკუპერაციული დამუხრუჭებისას გამმართველი აგრეგატის გამორთავად მუდმივი დენის ქსელში ძაღვის მომატებისას ჩართვება s_{a1} , s_{a2} სწრაფმომქმედი ამომრთველები. გამმართველი აღმოჩნდება შემხვედრ-პარალელურად მიერთებული ქსელის მიმყოლი ინვერტორთან და იღებს უკუ გამმართველის ფუნქციას. უკუ გამმართველი ინვერტორის გამოსავალიდან სიმძლავრეს აძლევს მუდმივი კვების წყაროს და ასრულებს დამატებითი აქტიური დატვირთვის როლს. ეს დატვირთვა ამაღლებს ინვერტორის გამოსავალში სიმძლავრის კოეფიციენტს $\cos\phi_{\Sigma}$, რაც იწვევს ინვერტორის განტვირთვისას გამომავალი ძაღვის შემცირებას. უკუ გამმართველის გარეშე $\cos\phi_{\Sigma}$ სიმძლავრის კოეფიციენტი იქნებოდა მცირე და შესაბამისად ინვერტორის გამოსავალზე ძაღვა იქნებოდა მაღალი [1].

დროის $0 \leq t \leq t_1$ ინტერვალში (ნახ.2 ა, ბ) შემხვედრ-პარალელურად ჩართული ორი გარდამქმნელი აგრეგატების მართვა ხდება ერთდროულად შესაბამისი მართვის იმპულსების მიწოდებით. იმპულსების ფაზირება შეესაბამება გამართვის რეჟიმისათვის G_{Σ} გრაგნილიდან b_{Σ} გრაგნილისაკენ.



ნახ.1. ქსელის მიმყოლი ინვერტორული აგრეგატის პრინციპული ელექტრული სქემა წვევის ძრავის რეკუპერაციული დამუხრუჭებისა და მართვადი გამმართველის შემხვედრ-პარალელურად მიერთების პირობებში.



ნახ.2. სამფაზა წვეის ტრანსფორმატორის გრაგნილების ფაზური დაბვები -ა,ბ; გენერატორულ რეჟიმში წვეის ძრავის ე.მ.ძალა -გ; ინვერტორის და უკუ გამართველის ტირისტორების მუშაობის თანმიმდევრობა - დ, ე.



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ამ დროს ღიაა β და α უკუ გამმართველის ტირისტორები. ინვერტორული რეჟიმებისთვის b_0 გრაგნილიდან c_0 გრაგნილისაკენ. ამ დროს ღიაა α და β ტირისტორები. ერთდროული შეთანხმებული მართვისას $\alpha_0 + \beta = \pi$, სადაც α და β – შესაბამისად უკუგამმართველის და ინვერტორის მართვის კუთხეებია (ნახ.2,დ,ე). ასეთი მართვისას უკუ გამმართველის გამართული ძაბვის და ინვერტორის შესასვლელზე გენერირებული მუდმივი ძაბვის მყისა მნიშვნელობები ურთიერთ საწინააღმდეგოდაა მიმართული; ირ1, ირ2 ინვერტორის რეაქტორების გამო გამმართველ-ინვერტორული კონტურში გამათანაბრებელი დენის გავლა ინვერტორის რეაქტორებში შეზღუდულია. რეაქტორის ინდუქციურობებს ირჩევენ ისეთი სიდიდებით, რომ გამათანაბრებელმა დენმა არ გადააჭარბოს ნომინალური დენის 10%-ს [2].

ამის შედეგად წვეის ტრანსფორმატორის მეორადი გამმართველი გრაგნილის C_0 ფაზაში გამავალი I_0 დენი მიმართულებით თანხვედნილია ინვერტორული გრაგნილის C_0 ფაზაში გამავალი I_0 დენისა. ანალოგიურად b_0 -ფაზაში გამავალი I_0 დენი ემთხვევა b_0 ფაზაში გამავალი I_0 დენს. ინვერტორული დენი I_0 იკვრება კონტურში, რომელიც გადის შემდეგ კვანძებში (ნახ.1) : $a, b, 5_0, b_0, c_0, 2_0, d, e, a$; ხოლო უკუ გამართვის I_0 დენი კი გადის შემდეგ კვანძებზე: $c_0, 3_0, m, a, e, f, 6_0, b_0, c_0$ ამის გამო W_2 ხვეების რიცხვის მქონე გამმართველის გრაგნილში გამავალის დენი ტოლია $I_0 + I_0$, ხოლო W_3 ხვეის რიცხვის მქონე ხვიაში გამავალი დენი ტოლია $I_0 - I_0$. ამის შედეგად ინვერტორის ფაზური ძაბვა მეტია გამართვის ფაზურ ძაბვაზე; რეკუპერაციული სიმძლავრე ინვერტორის მეშვეობით შედის ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილში და გადაეცემა ცვლადი დენის ქსელს. გენერატორული რეჟიმში არსებული წვეის ძრავში ინვერტორისა და უკუ გამმართველის შესაბამისი დენები I_0 და I_0 ურთიერთსაწინააღმდეგოდაა მიმართული, იქმნება უარყოფითი მახრუნი მომენტი, გენერატორი იკვებება საწინააღმდეგო მიმართულების მუდმივი დენით I_0 . ამის გამო რეკუპერაციული დამუხრუჭების პირობებში უმჯობესდება ელექტროდინამიკური დამუხრუჭება. გენერატორში გადის შემცირებული ჯამური დენი და გენერატორის ბრუნვათა რიცხვი ავტომატურად ინარჩუნებს სტაბილურ მნიშვნელობას და გენერატორის დაბალი დატვირთვის პირობებში რეკუპერაციული დამუხრუჭება მიმდინარეობს სასურველი შედეგებით.

ანალოგიურ პროცესებს აქვს ადგილი აგრეგატების მუშაობის დროის დანარჩენ მომდევნო ინტერვალებში.

გენერატორის თვით არგზნებისათვის აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას პოლუსების ნომინალური მაგნიტური ნაკადის 2-3%-ის არსებობა, ალგზნების გრაგნილის სწორი ჩართვა, უქმი სვლის და ალგზნების წრედის მახასიათებლების ურთიერთ გადაკვეთა.

გენერატორულ რეჟიმში მომუშავე ძრავის ღუზის გრაგნილის სადენებში მოქმედებს ელექტრომაგნიტური ძალები, რომლებიც ქმნიან მომენტს, მიმართული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ღუზის ბრუნვის საწინააღმდეგოდ დამამუხრუჭებელი ელექტრომაგნიტური მომენტი აღმოიფხვრება ელექტრომოდრავი შემადგენლობის კინეტიკური ენერჯის შესაბამისი “პირველადი ძრავით”, რომელიც უზრუნველყოფს უკვე გენერატორის ღუზის ბრუნვას.

ძრავურ რეჟიმში მუშაობისას მანქანის მუსებზე მოედება საკონტაქტო ქსელის მუდმივი ძაბვა. ამ შემთხვევაში ჩართულია მართვადი სამფაზა გამმართველი აგრეგატი, ხოლო ქსელის მიმყოლი სამფაზა ინვერტორული აგრეგატი ამორთულია. ქსელის მუდმივი ძაბვის მოქმედებისას ღუზის გრაგნილში გადის ე.მ.ძალის შემხვედრი დენი. ამის შედეგად ძრავურ რეჟიმში აღიძვრება ელექტრომაგნიტური მომენტი, რომელიც მოქმედებს ღუზაზე მისი მოძრაობის მიმართულებით და აღმოფხვრავს დატვირთვის წინაღობის მომენტს. ამ დროს საკონტაქტო ქსელის ძაბვა წონასწორდება ღუზის გრაგნილის ე.მ.ძალით.

ელექტრომაგნიტური ძალებისა და მომენტების წარმოშობა შეიძლება ახსნილი იქნას ელექტრომაგნიტური ძალების კანონის საფუძველზე, რომელთა ფორმულირება გამომდინარეობს ენერჯის შენახვის (მუდმივობის) კანონიდან: ელექტრომაგნიტურ სისტემაში აღიძვრება ძალები და მომენტები, რომლებიც ეცდებიან გაადიდონ მაგნიტური ველის ენერჯია. ღუზაზე მოქმედებს ერთი მიმართულების ელექტრომაგნიტური მომენტი, ხოლო უძრავ ნაწილზე-სტატორზე სხვა მიმართულების, რომელიც აღიძვრება მანქანის საყრდენზე [3].

ლიტერატურა

1. Автономные инверторы. Под редакцией Г.В. Чалого. Издат-во „Штиинца“ Кишинев 1974. Юстр. 336.
2. კობრეიძე გ.; ნემსაძე ს.; ფრანგიშვილი გ.; გაბრაშვილი მ.; შუკაკიძე თ.. ნახევარ გამტარულ აგრეგატებში ელექტრომაგნიტური ტექნოლოგიური პროცესების მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელირება. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია მდგრადი ენერჯეტიკა: გამოწვევები და განვითარების პერსპექტივები. აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ქუთაისი 2015 წელი.
3. კობრეიძე გ., ბახტაძე მ., ფრანგიშვილი გ., ფხაკაძე შ., ტეტუნაშვილი ე. წევის ქვესადგურებში რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია რეკუპერაციული დამუხრუჭების პირობებში. III საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: ენერჯეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. 24.10.2015-25.10.2015. ქუთაისი.

COMPENSATING THE REACTIVE CAPACITY IN THE TERMS OF RECUPERATION BRAKING

Kokhreizze G.*; Khorava V.; Prangishvili G.*; Tetunashvili E..**

*Georgian Technical University, **JSC „Georgian Railway”

Summary

In the work one discusses creating the scheme of joint transferring system with the purpose of effective fulfillment of recuperation dynamic braking of gradual exciting pressure motor of permanent power. It foresees meeting-simultaneous switching of gradual voltage inventor of managing maintainer and AC network, consisting of IGBT power transistor modules. Besides the direct circulating moment, being in generator regime motor, there can be circulating moment, when it gives opportunity to manage the recuperation dynamic braking effectively. Managing maintainer aggregation represents anti-maintainer for the follower inventor of the web. In the established scheme one implements improving the capacity ratio and resulting in reactive capacity compensation, when, as a rule, it represents solving of more problematic question. It is established regularity of simultaneous working of inventor managing valves and anti-maintainer.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



შემხვედრ-კარალელურად ჩართულ უკუ მართვად გამმართველ-ინვერტორულ აბრეგატეში ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების მათემატიკური მოდელირება. განხილულია პროცესების მოდელირება დროის განზოგადებულ $t_{n-1} = \frac{1}{\omega}(n-1)(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -დან $t_n = \frac{1}{\omega}n(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -მდე არასაკომუტაციო ინტერვალებში და აგრეთვე დროის განზოგადებულ $t_n = \frac{1}{\omega}n(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -დან $t_{n+1} = \frac{1}{\omega}[n(\frac{\pi}{3} - \gamma) + \gamma]$ -მდე საკომუტაციო ინტერვალებში. მოდელირება ჩატარებულია ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნის მეთოდით. შედგენილია ერთიანი გარდაქმნელი სისტემისათვის რეზულტირებული კომპლექსური ცვლადების მიმართ განტოლებათა სისტემა მატრიცულ სახეში. შესაძლებელია ჩატარებულ იქნას მათი ამოხსნა რეკურსიული დენების წარმოებულების მიმართ და დადგენილ იქნას კომუტაციური გადაძაბვების მინიმიზაციის პირობები.

კონრეიძე გ.*, ბახტაძე მ.**, ფრანგიშვილი გ.*, ტეტუნაშვილი ე.*

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

** სს „საქართველოს რკინიგზა“

ნაშრომში განხილულია უკუ მართვად გამმართველ-ინვერტორულ აბრეგატეებში ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების მათემატიკური მოდელირება. განხილულია პროცესების მოდელირება დროის განზოგადებულ $t_{n-1} = \frac{1}{\omega}(n-1)(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -დან $t_n = \frac{1}{\omega}n(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -მდე არასაკომუტაციო ინტერვალებში და აგრეთვე დროის განზოგადებულ $t_n = \frac{1}{\omega}n(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -დან $t_{n+1} = \frac{1}{\omega}[n(\frac{\pi}{3} - \gamma) + \gamma]$ -მდე საკომუტაციო ინტერვალებში. მოდელირება ჩატარებულია ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნის მეთოდით. შედგენილია ერთიანი გარდაქმნელი სისტემისათვის რეზულტირებული კომპლექსური ცვლადების მიმართ განტოლებათა სისტემა მატრიცულ სახეში. შესაძლებელია ჩატარებულ იქნას მათი ამოხსნა რეკურსიული დენების წარმოებულების მიმართ და დადგენილ იქნას კომუტაციური გადაძაბვების მინიმიზაციის პირობები.

განვიხილავთ შემთხვევას, როცა [1]-ში ნახ.1- ზე ღია მდგომარეობაშია მხოლოდ 3_g , 6_g და 2_0 , 5_0 მართვადი ტირისტორები და ჩართული არის სწრაფმოქმედი ამომრთველები $სა1$ და $სა2$. ელექტრომაგნიტური პროცესები მიმდინარეობს არასაკომუტაციო დროის განზოგადებულ $t_{n-1} = \frac{1}{\omega}(n-1)(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -დან $t_n = \frac{1}{\omega}n(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -მდე ინტერვალებში. ნორმალური მდგრადი მუშაობისათვის საჭიროა დაცული იყოს პირობა $\alpha + \beta = \pi$ და $\delta + \gamma = \beta$, სადაც α - გამმართველი აბრეგატის ტირისტორების რეგულირების (მართვის) კუთხეა, β - ინვერტორული აბრეგატის ტირისტორების წინსწრების კუთხეა, γ - კომუტაციის კუთხეა, δ - ტირისტორების მართვის თვისების აღდგენის კუთხეა.

ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნის მეთოდის გამოყენება ზოგიერთი ტრიგონომეტრიული გარდაქმნის საფუძველზე გვაძლევს წვევის ძალური ტრანსფორმატორის გრაგნილების ელექტრული წონასწორობის განტოლებებს საგრანგილედ, რეზულტირებული კომპლექსური ელექტრული სიდიდეების მიმართ :

$$\begin{aligned} \frac{3}{2} U_m e^{j(\omega t + \varphi + \alpha_p)} &= R^I \dot{i}^I + \frac{d\psi^I}{dt}, \\ -\dot{U} &= R^{II} \dot{i}^{II} + \frac{d\psi^{II}}{dt}, \\ -\dot{U} \cos \delta &= R^{III} \dot{i}^{III} + \frac{d\psi^{III}}{dt}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \psi^I &= \left(L_s^I + \frac{3}{2} M^{II} \right) i^I + \frac{3}{2} M^{12} i^{II} + \frac{3}{2} M^{13} i^{III}, \\ \psi^{II} &= \left(L_s^{II} + \frac{3}{2} M^{22} \right) i^{II} + M^{23} i^{III} + M^{12} i^I, \\ \psi^{III} &= M^{13} i^I + M^{23} i^{II} + \left(L_s^{III} + M^{33} \right) i^{III}, \end{aligned}$$

სადაც რეზულტირებული კომპლექსური საგრანგილო ელექტრული სიდიდეებისათვის გავქვს შემდეგი გამოსახულებები:

$$\dot{i}_g^{III} = \sum_{k=2}^3 i_{g,k} e^{j\alpha_k^{III}}, \quad \dot{U}_g^{III} = \dot{U}^{III}$$



$$\begin{aligned}
 \dot{U}^{\text{II}} &= \sum_{K=2}^3 i_{\beta,k}^{\text{II}} e^{j\alpha_k^{\text{II}}}, & \dot{U}^{\text{III}} &= \sum_{K=2}^3 U_{\sigma\delta,K}^{\text{III}} e^{j\alpha_k^{\text{III}}}, \\
 \dot{\psi}^{\text{I}} &= \sum_{K=1}^3 \Psi_K^{\text{I}} e^{j\alpha_k^{\text{I}}}, & \dot{\psi}^{\text{II}} &= \sum_{K=2}^3 \Psi_K^{\text{II}} e^{j\alpha_k^{\text{II}}}, \\
 \dot{\psi}^{\text{III}} &= \sum_{K=2}^3 \Psi_{\sigma\delta,K}^{\text{III}} e^{j\alpha_k^{\text{III}}}, & \dot{i}^{\text{I}} &= \sum_{K=1}^3 i_K^{\text{I}} e^{j\alpha_k^{\text{I}}}, \\
 \dot{i}^{\text{II}} &= \sum_{K=2}^3 i_K^{\text{II}} e^{j\alpha_k^{\text{II}}}, & \dot{i}^{\text{III}} &= \sum_{K=2}^3 i_{\sigma\delta,K}^{\text{III}} e^{j\alpha_k^{\text{III}}}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

დატვირთვის კონტურისათვის დამატებითი განტოლებების შემოყვანისა და ტრიგონომეტრიული გარდაქმნების შედეგად ვლუბულობთ მათემატიკურ მოდელს ცვლადების d, q მდგენელების მიმართ:

$$\begin{aligned}
 & \left\| \begin{array}{cccc} L_d^{\text{I}} & 0 & M_{\beta,d}^d(t) & M_{\sigma\delta,d}^d(t) \\ 0 & L_q^{\text{I}} & -M_{\beta,d}^q(t) & M_{\sigma\delta,d}^q(t) \\ M_d^{\text{I}}(t) & -M_q^{\text{I}}(t) & M_{\beta,d}^{\text{I}}(t) & M_{\sigma\delta,d}^{\text{I}}(t) \\ -M_d^{\text{II}}(t) & M_q^{\text{II}}(t) & -L_{\beta,d}^{\text{II}}(t) & -L_{\sigma\delta,d}^{\text{II}}(t) \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} dI_d^{\text{I}} / dt \\ dI_q^{\text{I}} / dt \\ di_{\beta,d}^{\text{I}} / dt \\ di_{\sigma\delta,d}^{\text{I}} / dt \end{array} \right\| = \\
 & \left\| \begin{array}{c} \frac{3}{2} U_m \cos(\omega t + \alpha_\rho + \varphi) \\ \frac{3}{2} U_m \sin(\omega t + \alpha_\rho + \varphi) \\ E_{\beta\text{ფ.}} \\ E_{\sigma\delta\text{ფ.}} \end{array} \right\| + \left\| \begin{array}{cccc} -R^{\text{I}} & 0 & -X_{\beta,d}^d(t) & X_{\sigma\delta,d}^d(t) \\ 0 & -R^{\text{I}} & -X_{\beta,d}^q(t) & -X_{\sigma\delta,d}^q(t) \\ 0 & 0 & -X_{\beta,d}^{\text{I}}(t) & -R_{\sigma\delta,d}^{\text{I}}(t) \\ 0 & 0 & X_{\beta,d}^{\text{II}}(t) & -R_{\sigma\delta,d}^{\text{II}}(t) \end{array} \right\| \cdot \left\| \begin{array}{c} I_d^{\text{I}} \\ I_q^{\text{I}} \\ i_{\beta,d}^{\text{I}} \\ i_{\sigma\delta,d}^{\text{I}} \end{array} \right\|
 \end{aligned} \tag{3}$$

სადაც (3)-ში არსებული ექვივალენტური ცვლადი პარამეტრები გამოისახებიან მოცემული ელექტრული პარამეტრებით.

განიხილება აგრეთვე დროის განზოგადებული $t_n = \frac{1}{\omega} n(\frac{\pi}{3} - \gamma)$ -დან $t_{n+1} = \frac{1}{\omega} [n(\frac{\pi}{3} - \gamma) + \gamma]$ - მდე საკომუტაციო ინტერვალებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების გაანგარიშებისა და ანალიზის საკითხები. ამ შემთხვევაში [1]- ში ნახ.1-ზე ღია მდგომარეობაშია მხოლოდ 1_{β} , 3_{β} , 6_{β} და 2_{σ} , 4_{σ} , 5_{σ} მართვადი ტირისტორები და ადგილი აქვს კომუტაციას 1_{β} და 3_{β} ტირისტორებს შორის და 2_{σ} და 4_{σ} ტირისტორებს შორის. აღნიშნულ ინტერვალში ანალოგიურ განტოლებათა სისტემას მატრიცულ ფორმაში აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned}
 & \left\| \begin{array}{cccc} L_d^{\text{Ik}} & 0 & M_{\beta,d}^{\text{dk}}(t) & M_{\sigma\delta,d}^{\text{dk}}(t) \\ 0 & L_q^{\text{Ik}} & M_{\beta,d}^{\text{qk}}(t) & M_{\sigma\delta,d}^{\text{qk}}(t) \\ -M_d^{\text{Ik}}(t) & -M_q^{\text{Ik}}(t) & -L_{\beta,d}^{\text{k}}(t) & -L_{\sigma\delta,d}^{\text{k}}(t) \\ M_d^{\text{Ik}}(t) & M_q^{\text{Ik}}(t) & M_{\beta,d}^{\text{k}}(t) & M_{\sigma\delta,d}^{\text{k}}(t) \end{array} \right\| \times \left\| \begin{array}{c} dI_d^{\text{I}} / dt \\ dI_q^{\text{I}} / dt \\ di_{\beta,d}^{\text{I}} / dt \\ di_{\sigma\delta,d}^{\text{I}} / dt \end{array} \right\| = \\
 & = \left\| \begin{array}{c} \frac{3}{2} U_m \cos(\omega t + \alpha\rho + \varphi) \\ \frac{3}{2} U_m \sin(\omega t + \alpha\rho + \varphi) \\ E_{\beta\text{ფ.}} \\ E_{\sigma\delta\text{ფ.}} \end{array} \right\| + \left\| \begin{array}{cccc} -R^{\text{I}} & 0 & X_{\beta,d}^{\text{dk}}(t) & X_{\sigma\delta,d}^{\text{dk}}(t) \\ 0 & -R^{\text{I}} & -X_{\beta,d}^{\text{qk}}(t) & -X_{\sigma\delta,d}^{\text{qk}}(t) \\ 0 & 0 & R_{\beta,d}^{\text{k}}(t) & -R_{\sigma\delta,d}^{\text{qk}}(t) \\ 0 & 0 & -X_{\beta,d}^{\text{k}}(t) & -R_{\sigma\delta,d}^{\text{dk}}(t) \end{array} \right\| \cdot \left\| \begin{array}{c} I_d^{\text{I}} \\ I_q^{\text{I}} \\ i_{\beta,d}^{\text{I}} \\ i_{\sigma\delta,d}^{\text{I}} \end{array} \right\|
 \end{aligned} \tag{4}$$



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მიღებული (3),(4) განტოლებათა სისტემა წარმოადგენს შემხვედრ-პარალელურად ჩართულ უკუ მართვადი გამმართველ-ინვერტორულ აგრეგატებში ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების გაანგარიშებისა და ანალიზის სრულ მათემატიკურ მოდელს, როგორც არასაკომუტაციო, ისე საკომუტაციო დროის განზოგადებულ ინტერვალებში.

ლიტერატურა

1. კოსრეიძე გ. , სორავა ვ . , ფრანგიშვილი გ. , ტეტუნაშვილი ე. წევის ქვესადგურებში ქსელის მიმყოლი სამფაზა ინვერტორების მუშაობის რეჟიმები შემხვედრ-პარალელურად მიერთებული უკუ მართვადი გამმართველის პირობებში// მეოთხე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუთაისი, 2016წ. 29-30 ოქტომბერი

MATHEMATIC MODELING OF ELECTRO-MAGNETIC TRANSITION PROCESSES IN COUNTER-PARALLEL COUPLED REVERSIBLY OPERATED POWER FACTOR RECTIFIER -INVERTER AGGREGATES

Kokhreidze G.*, Bakhtadze M., Prangishvili G.*, Tetunashvili E.***

*Georgian Technical University

** „JSC Georgia Railway”

Summary

The work focuses on preparing mathematic modeling issues of electro-magnetic transition processes in counter-parallel coupled reversibly operated power factor rectifier-inverter aggregates during the recuperative braking. Variations in time and equivalent parameters are determined. Process calculations, analysis and research are done based on universal method of variables' complex and spectral-operating conversions. Electromagnetic transitional process calculation complex equations are present for resultant electrical quantities. Equations are made up separately, for general 2 following non-switching and switching intervals. Very important relationship is determined between the angles of power factor rectifier switch regulation α , inverter outgo β , commutation γ and thyristor operating feature recover θ . Determined equation system represents complete mathematic model of electromagnetic transition process calculation and analysis.

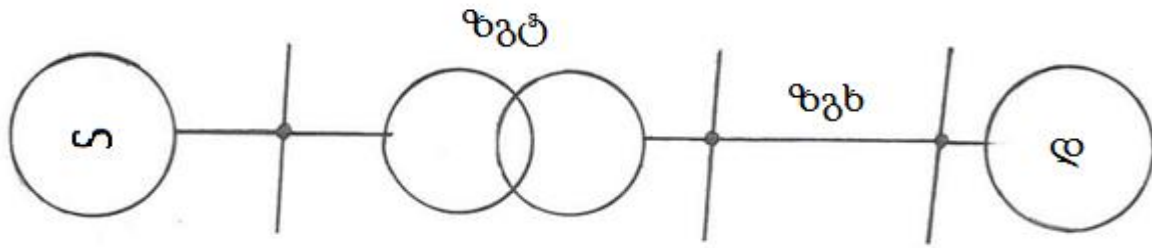
ზეგამტარი ელექტრონისტიმის მათემატიკური მოდელი

კოსრეიძე დ., ბუჭველაშვილი გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განხილულია ზეგამტარი ცვლადი დენის უმარტივესი სისტემა. შედგენილია სისტემის ეკვივალენტური ელექტრული ჩანაცვლების სქემა ახალი პარამეტრის – კინეტიკური ინდუქციურობის გათვალისწინებით. ეს პარამეტრი არ არის დაკავშირებული ენერჯის დანაკარგთან. მიღებულია დენის გამოსახულება მბრუნავ კოორდინანტთა სისტემაში ოპერატორული მეთოდის გამოყენებით. განხილული მათემატიკური მოდელი შეიძლება გამოვიყენოთ ეგმ-ზე რთული ელექტრული სისტემების ანალიზის შემთხვევაში.

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ენერჯის გადამცემი ზეგამტარი სისტემა, რომელიც შეიცავს: ზეგამტარ ტრანსფორმატორს(ზგტ), ზეგამტარ გადამცემ ხაზსა (ზგხ) და აქტიურ-ინდუქციურ დატვირთვას(დ).



ნახ.1. ზეგამტარი სისტემის სქემა

ზეგამტარი ტრანსფორმატორის გრაგნილებში დენი შეიცავს ორ შემდგენს: ნორმალურსა და ზეგამტარულს; დენის ნორმალური შემდგენი იხლუდება ნორმალური R_{Σ} წინაღობით, რომელიც განპირობებულია ნორმალური ელექტრონების მიმართ წინააღობით, ხოლო ზეგამტარი შემდგენი იხლუდება L_k კინეტიკური ინდუქციურობით, რომელიც არ არის დაკავშირებული ენერგიის დანაკარგებთან. ჩანაცვლების სქემაში R_{Σ} და L_k ჩართულია პარალელურად, რომელიც შეიძლება შეიცვალოს მიმდევრობით შეერთებული ΔR და ΔX წინააღობებით სტაციონარულ რეჟიმში. ეკვივალენტური წინააღობებისათვის გვექნება: $\Delta R = \frac{R_{\Sigma} L_k^2}{R_{\Sigma}^2 + \omega^2 L_k^2} \omega^2$; $\Delta X = \frac{R_{\Sigma}^2 L_k}{R_{\Sigma}^2 + \omega^2 L_k^2} \omega$; $\omega = 2\pi f$. R_{Σ} და X_k წინააღობები დამოკიდებულია მაგნიტური ველის ინდუქციაზე შემდგენაირად: $R_{\Sigma} = R_{\Sigma_0} \frac{1}{1 - (1 - B_0^{\nu_0})} \left[1 - \left(\frac{B}{B_0} \right)^{\chi} \right]$;

$$X_k = L_{k_0} \frac{1}{(1 - B_0^{\nu_0}) \left[1 - \left(\frac{B}{B_0} \right)^{\chi} \right]}$$

სადაც R_{Σ_0} არის ზეგამტარის წინააღობა ნორმალურ მდგომარეობაში, როცა $n_{\Sigma} = n_0$. $R_{\Sigma_0} = \rho_{\Sigma_0} \frac{\ell}{s}$; ρ_{Σ_0} - ზეგამტარის კუთრი წინააღობა ნორმალურ მდგომარეობაში, ℓ - ზეგამტარი სადენის სიგრძე, s - ზეგამტარი სადენის განივი კვეთის ფართობია, L_{k_0} - კინეტიკური ინდუქციურობა, როცა $n_{\Sigma} = n_0$, $L_{k_0} = \ell_{k_0} \frac{\ell}{s}$; სადაც ℓ_{k_0} - კუთრი კინეტიკური ინდუქციურობა, $n_0 = n_{\Sigma} + n_s$ - ელექტრონების კონცენტრაცია ზეგამტარში, n_{Σ} - ნორმალური ელექტრონების, ხოლო n_s - ზეგამტარი ელექტრონების კონცენტრაცია. B_0 - ზეგამტარის ზედაპირზე ინდუქციის ფარდობითი მნიშვნელობაა, $B_0 = \frac{B_0}{B_{gr}}$.

B_0 - ინდუქციის მნიშვნელობაა ზეგამტარის ზედაპირზე;

B_{gr} - მაგნიტური ინდუქციის კრიტიკული მნიშვნელობაა,

B - ფარდობითი მაგნიტური ინდუქცია ზეგამტარის შიგნით,

B - ინდუქციის მნიშვნელობა ზეგამტარის შიგნით $B = \frac{B}{B_0}$

χ და ν_0 - ზეგამტარი მასალის დამახასიათებელი პარამეტრებია და განისაზღვრება ექსპერიმენტულად.

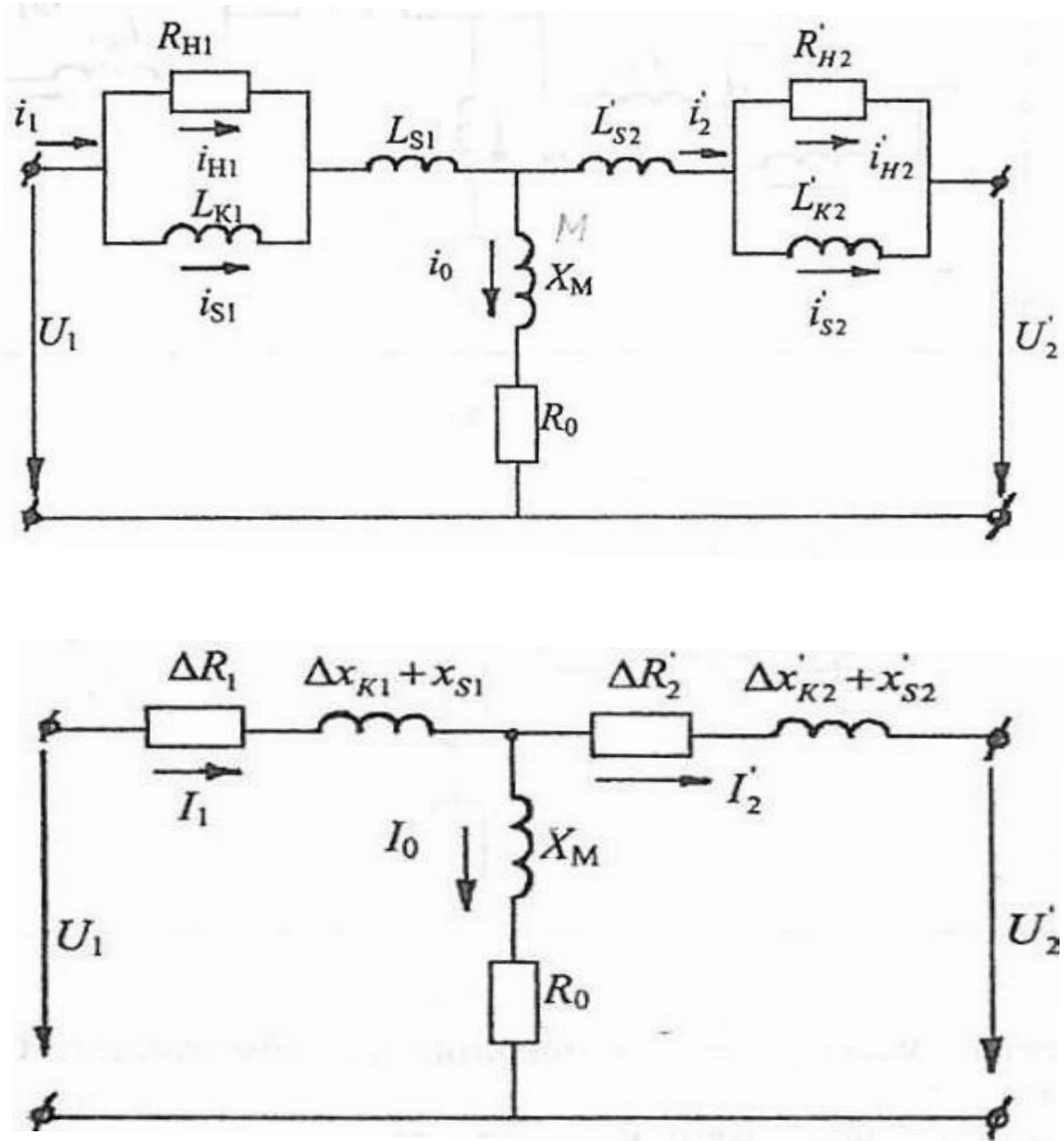
პირველი გვარის ზეგამტარში $\Delta R \approx 0$, $\Delta X \approx X_k = \omega L_k$.



$$\text{მორე გვარის ზეგამტარისათვის } R_{\Sigma} = R_{\Sigma_0} \frac{1}{B^{y_0}}, \quad L_k = L_{k_0} \frac{1}{1-B^{y_0}}.$$

ზეგამტარი ტრანსფორმატორის პარამეტრების განსაზღვრის შემდეგ შეიძლება შევადგინოთ მისი ელექტრული ეკვივალენტური ჩანაცვლების სქემა. ნახ.2-ზე მოყვანილია ორგრაგნილიანი ზეგამტარი ტრანსფორმატორის ჩანაცვლების სქემა დენების გასაანგარიშებლად, გარდამავალ და სტაციონარულ რეჟიმებში.

ზეგამტარი გადამცემი ხაზის ჩანაცვლების სქემა წარმოადგენს ხაზის ნორმალურ-აქტიურ $R_{\Sigma\Sigma}$ წინაღობასთან პარალელურად ჩართულ ხაზის კინეტიკურ $L_{k\Sigma}$ ინდუქციურობას. აღნიშნული პარალელური შტოს მიმდევრობით ჩართულია ხაზის L_{Σ} ინდუქციურობა.



ნახ.2 ორგრაგნილიანი ზეგამტარი ტრანსფორმატორის ელექტრული ჩანაცვლების სქემები: ა) სქემა გარდამავალი პროცესებისათვის, ბ) სქემა სტაციონარული პროცესებისათვის.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ზემოთმოყვანილი ჩანაცვლების სქემების საფუძველზე შეიძლება შევადგინოთ სისტემის სრული ჩანაცვლების სქემა და ვიანგარიშოთ დენები არასტაციონალურ და დამყარებულ რეჟიმებში. ანალიზის გამარტივების მიზნით ჩავთვალთ, რომ სისტემის ელემენტები იდეალური ზეგამტარებია და ტრანსფორმატორის უქმი სვლის დენი შეიძლება უგულებელვყოთ. გვაქვს ტოლობები: $R_{\Sigma_1} = R_{\Sigma_2} = 0, i_0 = 0$.

თუ გადამცემი სისტემის სათავეში მოდებულია ჰარმონიულ იძაბვა $U_1 = U_m \cos(\omega t + \phi)$, მაშინ მისი კომპლექსური გამოსახულება იქნება $U_m e^{j(\omega t + \phi)}$. ძაბვის მნიშვნელობა ω კუთხური სიხარით მბრუნავ კოორდინანტთა სისტემაში იქნება $U_m e^{j\phi}$. სისტემის გამარტივებული ოპერატორული სქემა მბრუნავ კოორდინანტთა სისტემაში გვაძლევს დენის ოპერატორულ გამოსახულებას კარსონის მიხედვით:

$$I'_{2(p+j\omega)} = I_{1(p+j\omega)} = - \frac{U_m e^{j\phi}}{R_{\Sigma} + (p+j\omega)(L_k + L_{\Sigma})}$$

სადაც $L_k = L_{k_1} + L'_{k_2} + L_{s_1} + L'_{s_2} + L_{k\Sigma}$ სისტემის კინეტიკური ინდუქციურობაა.

დენების მყისი მნიშვნელობებისათვის დაშლის თეორემის მიხედვით მივიღებთ გამოსახულებებს: $i_1 = i'_2 = i_{\Sigma} = i_{\Sigma}$.

განხილული მეთოდიკა შეიძლება გამოვიყენოთ უფრო რთული ელექტრული სისტემის შემთხვევაში ორგრაგნილიანი, სამგრაგნილიანი და ცალკეაგზნების გრაგნილიანი ტრანსფორმატორებით. გაანგარიშება შეიძლება ჩატარდეს რთული ელექტრული წრედების გაანგარიშების მეთოდებით. სისტემაში ზეგამტარი ელემენტების არსებობის გამო აუცილებელია ახალი პარამეტრის- კინეტიკური ინდუქციურობის და შესაბამისი ინდუქციური წინაღობის მხედველობაში მიღება.

ძალური ზეგამტარი ტრანსფორმატორების გამოყენება შეიძლება, როგორც ენერგიის შემყვანი და გამომყვანი მოწყობილობისა ჩვეულებრივი ენერგოსისტემიდან ზეგამტარ ხაზში და პირიქით. ზეგამტარი ტრანსფორმატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტი განპირობებულია სიმძლავრის დანაკარგებით გრაგნილებში და მაგნიტოგამტარში. ზეგამტარ გრაგნილებში მნიშვნელოვნად შემცირებულია ელექტრული დანაკარგები. სიმძლავრის მაგნიტური დანაკარგების შემცირების მიზნით ტრანსფორმატორის დეროები შეიძლება დამზადდეს რკინის გარეშე, რაც შესაძლებელია ტოროიდული ტიპის ზეგამტარ ტრანსფორმატორში. მაგნიტური დანაკარგები მნიშვნელოვნად მცირდება მაგნიტოგამტარის მასალად ამორფული ელექტროტექნიკურ იზოლადის გამოყენებისას. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ზეგამტარი ტრანსფორმატორის უქმი სვლის დენის გაანგარიშება ჩატარდეს მაგნიტოგამტარის მასალის პარამეტრებისა და დამზადების ტექნოლოგიის თავისებურების გათვალისწინებით ეგმ-ზე.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Лумидзе Ш.И. Новая электромеханика// М.:ИД “ Лонгфелло” , 2010. – 336с

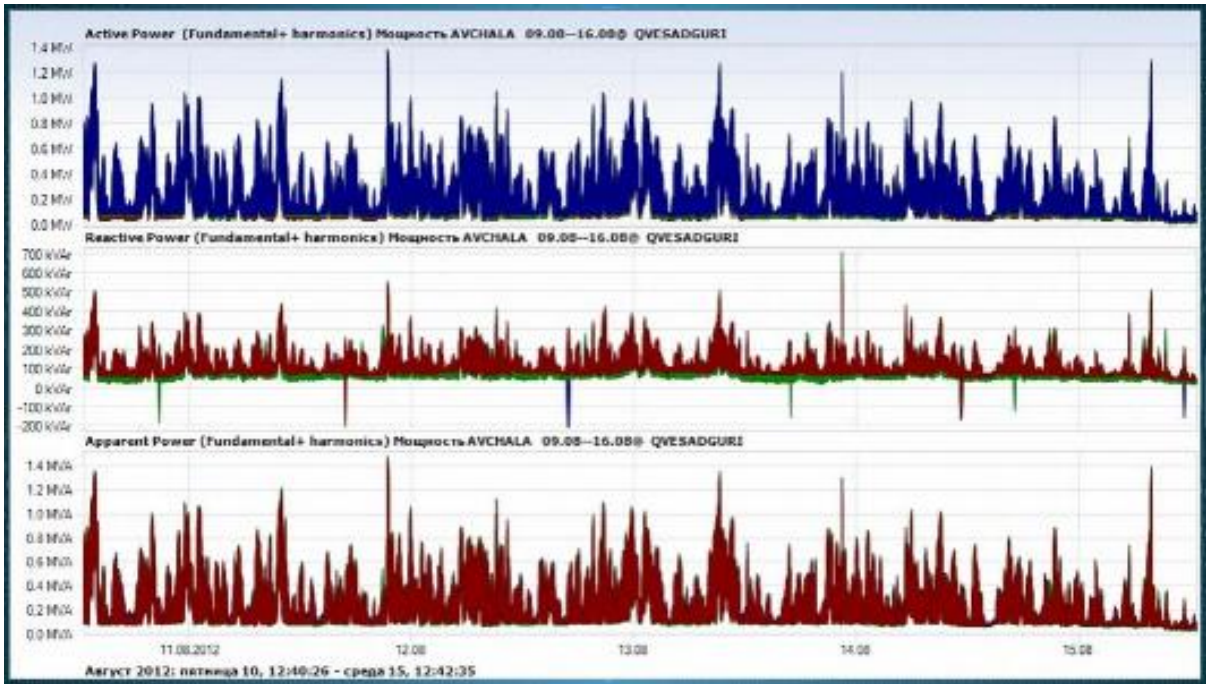
A MATHEMATICAL MODEL OF SUPERCONDUCTING ELECTRIC SYSTEM

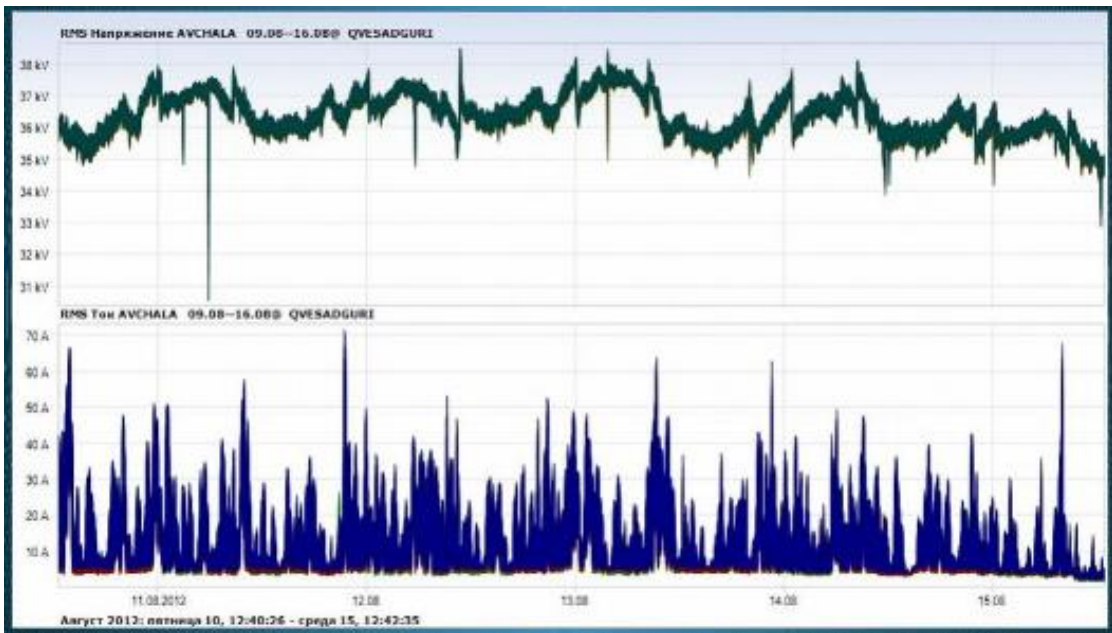
Kokhreidze D., Buchvelashvili G.

Georgian Technical University

Summary

There's discussed the simplest AC superconducting system. There's composed an equivalent electrical circuit of the system. Foreseen a new parameter's kinetic inductance. The parameter isn't connected to loss of energy. By using operational method in the rotating coordinate system, received image of current. Discussed mathematical model may be used on the EGM, in case of an complex electrical system's analysis.







IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ნულამდე მცირდება რეაქტიული ენერჯის მოხმარება.

ამგვარად დასაბუთებულია რეაქტიული ენერჯის კომპენსაციის აუცილებლობა მათი ექსპლუატაციის დროს.

გამოყენებული ლიტერატურა.

1. ხანდანი მ. რეაქტიული ენერჯის გაზომვები. ლუიზიანას ტექ. უნივერსიტეტი 1988წ. 180გვ.

REACTIVE POWER COMPENSATION AT THE TRUCKING SUB-STATIONS OF "GEORGIAN RAILWAY"

G. Khursilava, O Kiguradze
 Georgian Technical University

Summary

The paper describes causes of the reactive power and its negative consequences for the electrical equipment connected to a network. It has been justified that reactive power hesitates between the network and loading. Its causes are as follows: the existence of transformers, motors, long air or cable lines in the power-supply system, which prevent power transmission in loading circuits.

კლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივები

ნემსაძე შ., ძელური დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში მოცემულია ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერირების საშუალებების, მათი ტექნოლოგიური გამოყენების შედეგების მოკლე მიმოხილვა, მათი შემდგომი სრულყოფის და გამოყენების არეალის გაფართოების საკითხები. აღნიშნულია, რომ დანადგარის ეფექტურობისათვის საჭიროა ინდუქციურობების ანგარიშის მეთოდების სრულყოფა და პარაზიტული ინდუქციურობის მინიმიზაცია.

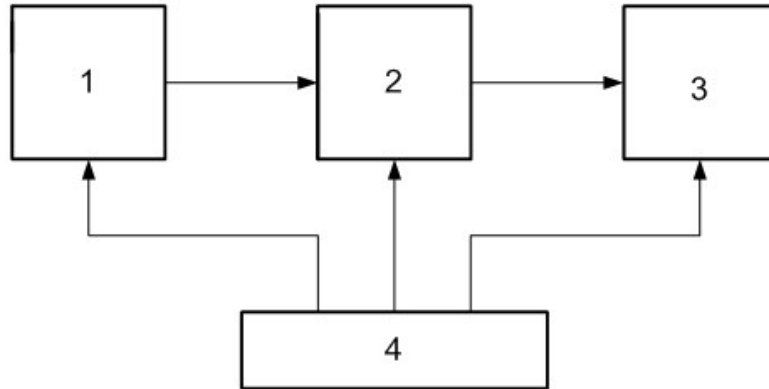
წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერირების საშუალებების, მათი ტექნოლოგიური გამოყენების შედეგების მოკლე მიმოხილვა, მათი შემდგომი სრულყოფის და გამოყენების არეალის გაფართოების საკითხები.

სადღეისოდ, მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების დონე მნიშვნელოვნად განპირობებულია ინოვაციური მეცნიერებატევადი ტექნოლოგიების დამუშავებით და პრაქტიკაში დანერგვით. მათ შორის თვალსაჩინო ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტია მიღწეული მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიის გამოყენებით, რომელიც დამყარებულია ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის ლითონებზე ძალური და სითბური ზემოქმედების მოვლენის გამოყენებაზე. დადგენილია [1], რომ იმპულსური მაგნიტური ველი ინდუქციით 35-40 ტესლა ლითონის ნამზადზე ზემოქმედებისას იწვევს მის პლასტიკურ დეფორმაციას; 70-80 ტესლა ინდუქციის დროს ხდება ლითონის ზედაპირის მოღვლა, ხოლო 140-160 ტესლა ინდუქციის დროს მაგნიტური ველის სითბური და ძალური ზემოქმედება იმდენად ინტენსიურია, რომ ადგილი აქვს ლითონის აორთქლებას. აქ იგულისხმება, რომ ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის ზემოქმედებას განიცდიან ძირითადად სპილენძის, ალუმინის და მაგნიუმის ან მათი შენადნობებისაგან დამზადებული ნიმუშები.

ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის გენერირებისათვის გამოიყენება იმპულსური დენის გენერატორი - ნებისმიერი მაგნიტურ-იმპულსური მოწყობილობის ძირითადი



ნაწილი. იგი შეიცავს ენერგიის დამაგროვებელს, განმმუხტველს და ინდუქტორს. მაგნიტურ-იმპულსური მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა ნახ.1-ზე, სადაც (1) არის დამმუხტავი ბლოკი, (2) - ენერგიის დამაგროვებელი, (3) - ინდუქტორი დასამუშავებელი ნამზადით, (4) - მაგნიტურ-იმპულსური მოწყობილობის მართვის, საინფორმაციო- საზომი, სიგნალიზაციის და ბლოკირების სისტემა.



ნახ. 1

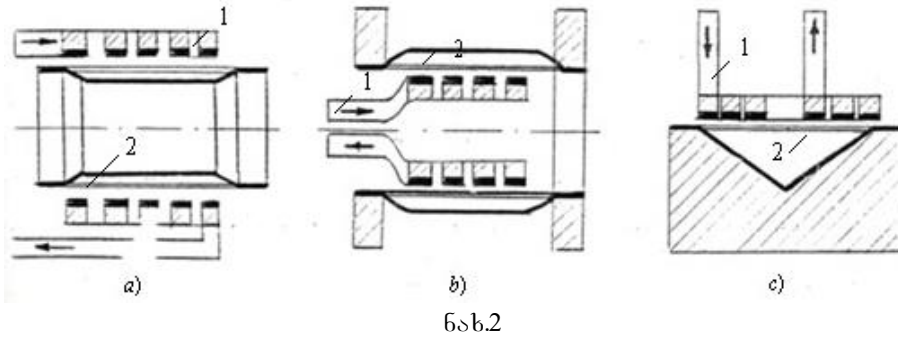
ენერგიის დამაგროვებელი წარმოადგენს მაღალი (25 – 50 კვ) ნომინალური ძაბვის მქონე იმპულსური, მცირე საკუთარი ინდუქსიურობის მქონე კონდენსატორების ბატარეას.

დამმუხტავი ბლოკი არის მართვადი ნახევარგამტარული მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს კონდენსატორების ბატარეის დამუხტვას ეკონომიური რეჟიმით.

იმპულსური დენის გენერატორში დამუხტული კონდენსატორების ბატარეა განიმუხტება ინდუქტორზე განმმუხტველის საშუალებით და ინდუქტორში გადის ძლიერი იმპულსური დენი, რომელსაც უმეტეს შემთხვევაში აქვს მიღევადი რხევითი ხასიათი. შედაგად გენერირდება ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველი ტექნო-ლოგიური ინსტრუმენტით - ინდუქტორით. ამ უკანასკნელის კონსტრუქცია განაპირობებს ტექნოლოგიურ ოპერაციებს, რომლებიც იყოფა სამ ჯგუფად [2]:

- ტექნოლოგიური ოპერაცია „მოჭერა“, რომლის დროსაც დასამუშავებელი ნამზადი ღერძსიმეტრიულია, თავსდება ინდუქტორის შიგნით და მისი დეფორმაცია ხდება ინდუქტორში გამავალი იმპულსური დენისა და ნამზადში ინდუცირებული დენის ურთიერთგანზიდვით.
- ტექნოლოგიური ოპერაცია „გაშლა“. ამ დროს ინდუქტორი თანადერძულად თავსდება ნამზადში, რომლის დეფორმირება (გაშლა) ხდება ისევ ინდუქტორის დენისა და ნამზადში ინდუცირებული დენის ურთიერთგანზიდვით.
- ტექნოლოგიური ოპერაცია „ფურცლოვანი ფორმირება“, როდესაც დასამუშავებელი ნამზადი ფურცლის ფორმისაა და მასზედ დარტყმით ზემოქმედებს ბრტყელი სპირალური ინდუქტორი.

აღნიშნული ტექნოლოგიური ოპერაციები ილუსტრირებულია ნახ.2-ზე, სადაც **a)** შეესაბამება ოპერაცია მოჭერას, **b)** - ოპერაცია გაშლას, ხოლო **c)** – ოპერაცია ფურცლოვან ფორმირებას.



ნახ.2

ზემოთ მოყვანილ ტექნოლოგიურ ოპერაციებში (1) არის ინდუქტორი და (2) - ნამზადი. ველა შემთხვევაში პუანსონის როლს ასრულებს იმპულსური მაგნიტური ველი, რომელიც წარმოადგენს პრაქტიკულად უინერციო დარტყმით ინსტრუმენტს და საშუალებას იძლევა მიღწეულ იქნეს ტექნოლოგიური პროცესის ძალზედ მაღალი წარმადობა, რომელიც შეზღუდულია მხოლოდ ტექნოლოგიურ კვანძში ნამზადის მიწოდების და იქიდან მზა დეტალის გამოტანისათვის საჭირო დროის ინტერვალებით.

სტუ-ში დაგროვილია მაგნიტურ-იმპულსური სისტემების დამუშავებასა და წარმოებაში დანერგვის დიდი გამოცდილება. შექმნილია მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარები სპილენძის ბუნიკების 20 მმ² -მდე განივკვეთის მქონე კაბელებზე მოსაწინებად მაღალი ხარისხის ელექტრული კონტაქტის უზრუნველყოფით და ტექნოლოგიური ოპერაციიდან ძვირად ღირებული კალის გამოყენების გამორიცხვით [3].

ძალზედ ეფექტურია იმპულსური მაგნიტური ველის, როგორც დარტყმითი ინსტრუმენტის გამოყენება, სხვადასხვა ხელსაწყოების (სენსორების, ინტეგრალური სქემების, მართვის ელემენტების) აჩქარების მიხედვით გადატვირთვის უნარიანობის, დარტყმა მედეგობისა და მდგრადობის განსაზღვრის დროს. ამ თვალსაზრისით სტუ-ში შექმნილია დანადგარები სხვადასხვა მეტროლოგიური სამსახურების დაკვეთით [4], რომლებიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მაგალითად, მაღალსიხშირული პიეზოელექტრული სენსორების დინამიკური მახასიათებლების სრული სპექტრი.

განსაკუთრებული ტექნიკურ-ეკონომიური ეფექტი შეიძლება მიღწეულ იქნეს მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიის შერწყმით სხვა ტექნოლოგიებთან, მაგალითად პლაზმურ ტექნოლოგიებთან [5], შედუღებასთან, ჩაკეტილ სივრცეში აწყობით ოპერაციებთან.

მაგნიტურ-იმპულსურ დანადგარში ტექნოლოგიური ოპერაცია სრულდება განმუხტვის დენის მხოლოდ ერთი ნახევარტალის დროს. დანარჩენი ნახევარტალის შესაბამისი ენერგია უსარგებლოდ იხარჯება. დანადგარის ეფექტურობა შეიძლება მნიშვნელოვნად ამაღლდეს ამჟამად გამოყენებადი იგნიტრონული, ტრიგატრონული ან ტირატრონული კომუტატორების ჩანაცვლებით მართვადი ნახევარგამტარული კომუტატორით, რომელიც უზრუნველყოფს განმუხტვის დენის ყველა ნახევარპერიოდის გამოყენებას, მათი მაქსიმალური მნიშვნელობის შენარჩუნებით კონდენსატორების ბატერიის უწყვეტი დამუხტვის უზრუნველყოფის შედეგად.

განმუხტვის კონტურის ეკვივალენტური იდუქციურობა არის ჯამი კონდენსატორების ბატერიის, კომუტატორის. ინდუქტორის და შემადგენელი სალტების ინდუქციურობების. ამ ელემენტების მაგნიტურ ველებში ნაწილდება კონდენსატორებში დაგროვილი ენერგია და ცხადია, რომ მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარის ეფექტურობა განისაზღვრება ინდუქტორში გადასული ენერგიით ანუ კოეფიციენტით [6]:



$$k = \frac{L_{\text{ინდ}}}{L_{\text{ინდ}} + L_{\text{პარ}}} , \quad (1)$$

სადაც განმუხტვის კონტურის პარაზიტული ინდუქციურობა

$$L_{\text{პარ}} = L_{\text{კონ}} + L_{\text{კომ}} + L_{\text{საღტ}} . \quad (2)$$

გასაგებია, რომ დანადგარის ეფექტურობისათვის საჭიროა აღნიშნული ინდუქციურობების ანგარიშის მეთოდების სრულყოფა და პარაზიტული ინდუქციურობის მინიმიზაცია.

უნდა აღინიშნოს, რომ ხშირ შემთხვევაში ინდუქტორის ინდუქციურობა გაცილებით ნაკლებია პარაზიტულ ინდუქციურობასთან შედარებით და ფაქტიურად წარმოადგენს შესაბამისი უბნის მოკლედ ჩართვას. ასეთი ინდუქტორის ჩართვა განმუხტვის კონტურში სრულდება სპეციალური კონსტრუქციის ტრანსფორმატორით, გაფორმებული მაგნიტური ველის კონცენტრატორის სახით ან როგორც საკაბელო ტრანსფორმატორი, რითაც შეიძლება მიღწეულ იქნეს მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარის მისაღები ეფექტურობა.

მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარის ეფექტურობა შეიძლება მნიშვნელოვნად ამაღლდეს ამჟამად გამოყენებადი იგნიტრონული, ტრიგატრონული ან ტირატრონული კომუტატორების ჩანაცვლებით მართვადი ნახევარგამტარული კომუტატორით. დანადგარის ეფექტურობისათვის საჭიროა ინდუქციურობების ანგარიშის მეთოდების სრულყოფა და პარაზიტული ინდუქციურობის მინიმიზაცია.

ლიტერატურა

1. Ш.А. Немсадзе, П.Ф.Меравишвили. Вопросы применения и перспективы развития магнитно – импульсной технологии. Науч. тр. ГТУ, №2(456), Тбилиси, 2005
2. Магнитно-импульсная обработка металлов. ЭНИКМАШ, Воронеж, 1976
3. Ш.А. Немсадзе, Г.Э.Долаберидзе, АюГюТоронджадзе. Магнито-импульсная установка для опрессовки кабельных наконечников. Научн. тр. ГПИ, №5(275), Тбилиси, 1984
4. Sh.Nemsadze. Measurement of impulse acceleration and strain of microsecond range. International conference "Measuring Microsystems for environment monitoring" MMEM 04 Abstracts, Tbilici, Georgia. June 16-19, 2004
5. შ.ნემსაძე. მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიით ელექტრორკალური პლაზმა-ტრონების კათოდის დამუშავების შესახებ. მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №10-12, თბილისი, 2002
6. შ.ნემსაძე. მძლავრი ელექტროტექნოლოგიური მაგნიტურ-იმპულსური სისტემების გამოკვლევა და დამუშავება. ტ.მ.დ.-ს სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაცია, თბილისი, 2003.

PRACTICAL APPLICATION PROSPECTS OF STRONG MAGNETIC PULSE FIELD

Nemsadze Sh., Dzeluri D.
Georgian Technical University

Summary

Means of generation of the strong magnetic pulse field, the consequences of using their technology, issues of their further improvement and expansion of the field of application are discussed in the work. The ways of increasing the efficiency of the device are developed. It's noted the necessity of improvement of the methods of calculation of inductance.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სამრეწველო სიხშირის ელექტრული და მაგნიტური ველების ადამიანის ჯანმრთელობაზე ბავლენის პრობლემები

მუსელიანი თ.*, ცოფურაშვილი გ.*, მთვარელიშვილი გ.**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**საქართველოს რკინიგზა

ნაშრომში განსაზღვრულია, რომ პერსონალისა და მოსახლეობის ტექნიკური საშუალებების ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედებისაგან დაცვის დარგში ძირითადი მიმართულებები უნდა იყოს ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ჰიგიენური ნორმები, სადაც გათვალისწინებული უნდა იქნეს გამოსხივების რეალური პარამეტრები. ელექტრომაგნიტური გამოსხივებისაგან დაცვის ამოცანის პრაქტიკული გადაწყვეტისათვის საჭიროა მეცნიერების, ჰიგიენისტების, ტექნიკური სპეციალისტებისა და ადამიანის ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების ნორმატიულ-სამართლებრივ უზრუნველყოფაზე პასუხისმგებელი სახელმწიფო სტრუქტურების კოორდინაცია და გაერთიანებული ძალისხმევა.

სამრეწველო ინფრასტრუქტურები, მათ რიცხვში ელექტროენერგეტიკის ობიექტები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ გარემოზე. ასე მაგალითად ძაბვისა და დენის მაღალი დონის მოქმედი ელექტროდინამიკური გარემომცველ სივრცეში ქმნიან ელექტრულ და მაგნიტურ ველებს, რომელთა უარყოფითი ზემოქმედება გავლენის ზონაში მდებარე ობიექტებში გამოიხატება წინაცვლებისა და ინდუქცირებული დენების სახით. რის გამოც თანამედროვე ადამიანი მუდმივად იმყოფება უზარმაზარი რაოდენობის, ძალიან ფართო სიხშირის დიაპაზონის მქონე ელექტრომაგნიტური ველების გამოსხივების ზემოქმედების ქვეშ.

ეს დაკავშირებულია არა მხოლოდ ელექტრომაგნიტური ველის წყაროების რაოდენობის ზრდასთან, არამედ ისეთი ტექნიკის გამოყენებასთან, რომლებიც გარემომცველ სივრცეში თავად ქმნიან ელექტრომაგნიტურ ველს.

ელექტრული ენერჯის ინტენსიურმა გამოყენებამ თანამედროვე საზოგადოებაში მიგვიყვანა იმასთან, რომ მე-20 საუკუნის უკანასკნელ ათწლეულში ჩამოყალიბდა ადამიანებით დასახლებული გარემოს გაჭუჭყიანების ახალი მნიშვნელოვანი ფაქტორი – ელექტრომაგნიტური.

ამჟამად ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ აღიარებულია, რომ ხელოვნური წარმოშობის ელექტრომაგნიტური ველი წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ერთერთ ყველაზე უფრო საშიშ და მნიშვნელოვან ფაქტორს, რომელიც ხასიათდება საგანგებოდ აქტიური ბიოლოგიური მოქმედებით. ელექტრომაგნიტური ველი, როგორც გარეშე ფაქტორი, შეიძლება განხილული იქნეს ორი პოზიციიდან: ბიოლოგიური ზიანი და სოციალური სარგებლობა. რადგანაც სახელმწიფოს სოციალური განვითარება ვერ მოხდება ელექტროენერჯის გამოყენების გარეშე, მაგრამ ამასთანავე მის გამოყენებას მოაქვს ბიოლოგიური ზიანი, ამიტომ აქედან გამომდინარე ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების პრობლემამ შეიძინა სახელმწიფო მნიშვნელობა და თანამედროვე პირობებში განვითარებულ ქვეყნებში უფრო და უფრო იზრდება ელექტრომაგნიტური გამოსხივებისაგან დაცვის მასშტაბები.

ელექტრომაგნიტური ველის წყაროებთან უშუალოდ მომუშავე პერსონალის ჯანმრთელობის დაცვის საჭიროებამ მსოფლიო მეცნიერები მიყვანა ელექტრომაგნიტური ველის კვლევების განვითარებასა და მომუშავეთა უსაფრთხოების რეკლამენტების დამუშავებასთან.

წარმოდგენილ ნაშრომში განვიხილავთ მხოლოდ სამრეწველო (50 ჰც) სიხშირის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროებს და მათ მიერ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე გამოვლინებებს. კერძოდ, საპაერო ელექტროდაგამცემი საზებით წარმოქმნილი ელექტრომაგნიტური ველის გარემოზე და ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენისა და საქართველოში მისი სამართლებრივი რეგულირების საკითხებს, რადგან მოსახლეობის დიდ ნაწილს მიაჩნია, რომ ყველაზე მეტად საპაერო ელექტროგადაცემის საზები იწვევენ ადამიანის ორგანიზმში ნეგატიურ მოვლენებს.

გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან ერთიანი ენერგეტიკული სისტემის ელექტროგადაცემის საზების ფორმირებამ ელექტრომაგნიტური ველის წყაროები მასიურად მიუახლოვა მუდმი-



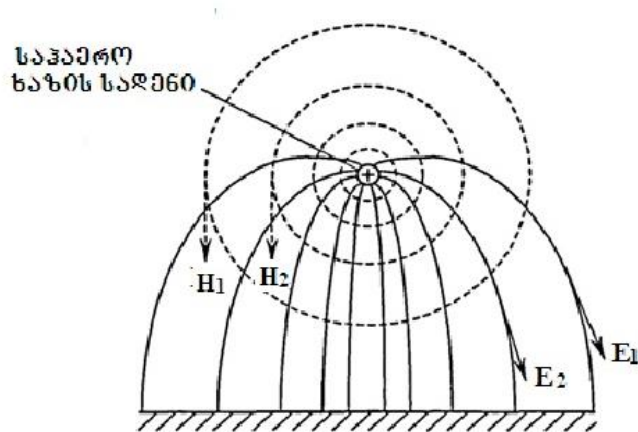
IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ვად დასახლებულ ადგილებს, რამაც მოითხოვა მოსახლეობის ელექტრომაგნიტური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ამოცანების გადაწყვეტა. ამჟამად სამრეწველო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ადამიანის ორგანიზმზე გავლენის შესახებ დაგროვებულია მონაცემთა საკმაოდ დიდობა. ცნობილია სამეცნიერო სტატიები და მონოგრაფიები [1,2], რომლებშიც წარმოდგენილია იმ კვლევების შედეგები რომლებმაც გამოავლინა სამრეწველო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების უარყოფითი გავლენა ადამიანის ორგანიზმის სხვადასხვა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან სისტემებზე, სახელდობრ: ნერვულ, იმუნურ, ენდოკრინულ, სასქესო და სხვა სისტემებზე.

ამ დროს ბიოელექტრომაგნიტური თავსებადობის თვალსაზრისით ყველაზე მეტად საფრთხის ქვეშ არიან ის ადამიანები, რომლებიც მუშაობენ მოქმედი ელექტროდანადგარების მაღალი დონის ელექტრომაგნიტური ველების ზონებში [1], ასევე ის მოსახლეობა, რომლებიც ცხოვრობენ მათ სიახლოვეს.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის გრაფიკული გამოსახულება.



ნახ.1.საჰაერო ხაზის სიახლოვეს სივრცეში ელექტრული ველის (E) და მაგნიტური ველის (H) დაძაბულობების გრაფიკული გამოსახულება

საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზით ელექტროენერჯის გადაცემის დროს ხაზის გარშემო იქმნება ელექტრომაგნიტური ველი, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს ელექტრული და მაგნიტური ველების ერთობლიობას. თითოეული მათგანი ხასიათდება შესაბამისი დაძაბულობის ვექტორით. შესაბამისად, სამრეწველო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის გავლენა ინდუქციის ზონაში და მისი ზემოქმედება ბიოლოგიურ ობიექტებზე ელექტრული და მაგნიტური მდგენელების მიხედვით განხილული უნდა იქნეს ცალკეადაც.

ინდუქცირებული ძაბვის ელექტროსტატიკური მდგენელი განპირობებულია გამტარის ელექტრული პოტენციალით. ამიტომ მისი სიდიდე დამოკიდებულია მოქმედი ელექტროდანადგარის მუშა ძაბვაზე, ელექტროდანადგარის გეომეტრიულ ზომებსა მისი ცალკეული ნაწილების ურთიერთგანლაგებაზე, ასევე იმ ობიექტის განლაგების ადგილზე, რომელიც ექვემდებარება ელექტრომაგნიტური ველის გავლენას და განისაზღვრება სისტემის ტევადური კავშირებით. ცოცხალ ორგანიზმზე ელექტრული ველის დაძაბულობის დონე პირველ რიგში დამოკიდებულია ორგანიზმის ინდივიდუალურ თვისებებზე: ფიზიკურ ზომებზე, მიწამდე დაშორებაზე, საფენების მდგომარეობაზე და სხვა.

მაგნიტური ველის დაძაბულობის სიდიდე დამოკიდებულია საჰაერო ხაზში გამავალი დენის სიდიდეზე, რაც მეტია დენის სიდიდე, ით მეტია მაგნიტური ველის დაძაბულობა.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საპაერო ხაზების ელექტრომაგნიტური ტალღების ადამიანის თავის ტვინსა და მთლიანად ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების კვლევებმა დაადასტურა, რომ მან შეიძლება გამოიწვიოს მთელი რიგი დაავადებები: რადიოტალღური, ლეიკოციტების რიცხვის გაზრდა, გულის რიტმის სიხშირისა და არტერიული წნევის ცვლილება, დარღვევები უჯრედის დონეზე. საპაერო ელექტროგადაცემის ხაზის ელექტრომაგნიტური ველის უარყოფითი ზემოქმედება ადამიანზე და ეკოსისტემის ამა თუ იმ კომპონენტზე პირდაპირპროპორციულია ველის სიმძლავრისა და დასხივების დროისა.

სამრეწველო სიხშირის ელექტრული და მაგნიტური ველების გავლენის ზონაში ადამიანის უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის სტანდარტით [3] რეგლამენტირებულია მოქმედი ელექტროდინამიკური სიხლოვეს წარმოშობილი ელექტრული და მაგნიტური ველების დაძაბულობების დონეები, რომელიც დგინდება პერსონალის მაგნიტური ველის დაძაბულობის ზონაში ყოფნის დროისა და ზემოქმედების პირობების მიხედვით დაძაბულობის ზონაში ადამიანის ყოფნის დასაშვები დრო შეიძლება რეალიზებული იყოს ერთჯერადად ან ნაწილ ნაწილ მთელი სამუშაო დროის განმავლობაში.

დღეისათვის არავისთვის საიდუმლოებას არ წარმოადგენს ის, რომ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მაგნიტური ველი უფრო საშიშია აღმოჩნდა, ვიდრე ელექტრული ველი.

საქართველოში დღეისათვის არ არსებობს ელექტრომაგნიტური დასხივების ეროვნული სანიტარული ნორმები და საჭიროა მათი სასწრაფო შემუშავება.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Григорьев Ю.Г. Биозлектромагнитная совместимость (проблемы защиты населения от электромагнитного излучения) // Электричество. №3. 1997.-С.19-24.
2. Гигиенические проблемы неионизирующих излучений. Под общ. ред. акад. РАМН Л.А. Ильина, Том4. М.: Изд. АТ, 1999. -304с.
3. СанПин 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях. -М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2003. -24 с.

PROBLEMS OF INFLUENCE OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS OF COMMERCIAL FREQUENCY ON HUMAN HEALTH

Museliani T. G*, Tsopurashvili G.T.* Mtvarelishvili G.M**

*Georgian Technical University

**Georgian Railway

Summary

It is defined in the work that standards of hygiene of electromagnetic beaming where real parameters of beaming are to be taken into consideration must be basic directions in the field of protection personnel and population from the influence of electromagnetic field of technical tools. In order to solve this problem practically coordination and united effort of scientists, hygienists, technical specialists, state organizations which are responsible for normative-legal ensuring of human's electromagnetic security is needful.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ელექტროენერგიის დანაკარგების სტრუქტურული სქემის შემუშავება
(სს „თელასის“ 110/10-6/0.4 კვ ქსელისათვის)

შაველაშვილი ი., შაველაშვილი გ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია ელექტროენერგიის ტექნოლოგიური დანაკარგების და ელექტროენერგიის დანაკარგების ტერმინების ანალიზი. წარმოდგენილია სს „თელასის“ ელექტრული ქსელებისათვის ელექტრული ენერგიის ტექნიკური დანაკარგების საანგარიშო სტრუქტურა. შემუშავებულია ელექტროენერგიის შემოდინების, სახარგებლო გაცემის და ძაბვის საფეხურების მიხედვით დანაკარგების სტრუქტურა. გაანალიზებულია ტექნიკური დანაკარგების დადგენისათვის შემდგომი კვლევის დასაბუთება.

ელექტრული ენერგია არის ენერგიის ერთადერთი სახეობა, რომლის გადაადგილები-სას არ გამოიყენება სხვა რესურსები, ამისათვის იხარჯება გადაცემული ელექტროენერ-გიის ნაწილი, ამიტომ გარდაუვალია მისი დანაკარგების არ არსებობა. ამოცანა მდგომარეობს მისი დონის, სიდიდის ეკონომიკური დასაბუთების განსაზღვრაში. ელ.ენერგიის ფაქტიური (საანგარიშო) დანაკარგები განისაზღვრება, როგორც ქსელში შემოსული და მომხმარებლებისადმი მიწოდებული ენერგიის სხვაობა.

სს „თელასის“ ელექტრული ქსელისათვის დანაკარგების სტრუქტურა შეიძლება შედგეს დანაკარგების თვისებების (მუდმივი, ცვლადი) ძაბვის კლასების მიხედვით, ელემენტების ჯგუფების მიხედვით, საწარმოო ქვედანაყოფების და სხვა. ფაქტიური დანაკარგები შეიძლება დანაწილდეს:

1. ელექტროენერგიის ტექნიკური დანაკარგები – განპირობებულია ფიზიკური პროცესებით, რომელიც თან ახლავს ელექტრული ქსელებით ელექტრული ენერგიის გადაცემას და გამოისახება ელექტროენერგიის ნაწილის სიბოლეს სახით გამოყოფას ქსელის ელემენტებში. მათი გაზომვა პრაქტიკულად შეუძლებელია. მათი მნიშვნელობები მიიღება ელექტროტექნიკის ცნობილი კანონების საფუძველზე გაანგარიშების გზით.
2. ქვესადგურების საკუთარი მოხმარების ელექტროენერგიის ხარჯები – არის ის რაც აუცილებელია ქვესადგურის ტექნოლოგიური დანაკარგების მუშაობის უზრუნველყოფისა და მომსახურე პერსონალის ცხოვრებისეული საქმიანობის უზრუნველსაყოფად.
3. ელექტრული ენერგიის დანაკარგები – რომლებიც განპირობებულია ელექტრული ენერგიის გაზომვის ცდომილებით (ინსტრუმენტალური დანაკარგები).
4. კომერციული დანაკარგები – რომელიც განპირობებულია ელექტრული ენერგიის დატაცებით, მრიცხველების ჩვენებების შეუსაბამისობით რეალურ დანაკარგებთან.

დღეისათვის საკუთარ მოხმარებაზე დახარჯული ელექტრული ენერგია აისახება ტექნიკური დანაკარგების შემადგენლობაში, ხოლო აღრიცხვის სისტემების ცდომილებით განპირობებული კარგები კომერციული დანაკარგების შემადგენლობაში. ეს შეიძლება ჩაითვალოს არსებული მეთოდის ნაკლად, რადგან არ უზრუნველყოფს (იძლევა) ნათელ წარმოდგენას დანაკარგების სტრუქტურის შესახებ და მიზანშეწონილ სამუშაო მიმართულებებს მათი შემცირებისათვის.

ფაქტია, რომ თვითოეულ გამსხვილებულ მდგენელს აქვს ტავისი დეტალური სტრუქტურა. ტექნიკური დანაკარგები შეიძლება დაიყოს ელემენტალურ მდგენელებად. ქვესადგურის ელექტროენერგიის საკუთარი მოხმარების ხარჯები მოიცავს ელექტროენერგიის მიმღებების 23-მდე მიმღებს. აღრიცხვის ცდომილება მოიცავს მდგენელებს, რომლებიც მოიცავს: დენის ტრ-რებს, ძაბვის ტრ-რებს, ელექტრულ მრიცხველებს. კომერციული და-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ნაკარგები ასევე შეიძლება გაიყოს მრავალრიცხოვან მდგენელებად, რომლებიც განსხვავდებიან მიმდინარედ და წარმოქმნის მიზეზებიდან გამომდინარედ. დღეისათვის არსებობს ელექტროენერჯის დატაცების 40-ზე მეტი მეთოდი.

უნდა აღინიშნოს, რომ დანაკარგების სახეობის გარკვევას გვაავალდებულებს არა მეცნიერება არამედ ეკონომიკა (სამეცნიერო კვლევისათვის ყველა მიდგომას აქვს აზრი). ამიტომ საანგარიშო დანაკარგების ანალიზისათვის საჭიროა გამოყენებული იქნას ეკონომიკური კრიტერიუმები.

ეკონომიკური თვალსაზრისით დანაკარგები – არის ენერჯის ის ნაწილი, რამდენადაც მომხმარებლებზე გაცემული სასარგებლო ელექტროენერჯია ნაკლებია შესყიდვის წერტილებში მიღებული ელექტრულ ენერჯიაზე.

ტექნიკური დანაკარგების ანგარიში, როგორც წესი, ხორციელდება ორი ძირითადი ამოცანის გადასაწყვეტად, რომლებიც შეიძლება განცალკევებული იქნას, როგორც შიდა ობიექტების ტექნიკურ-ეკონომიკური და გარეეკონომიკური, რომელიც არის ურთიერთ დამოკიდებული გარე სახელმწიფოებრივ და საუწყებო ორგანიზაციებთან (1).

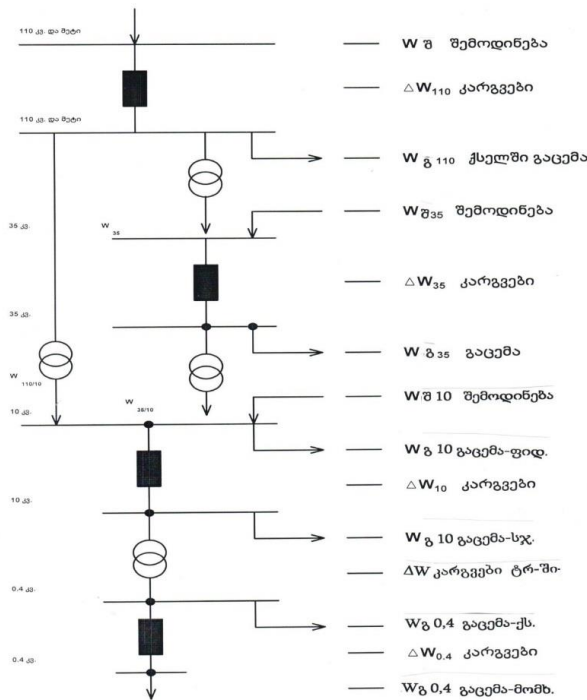
- შიდა ობიექტების დანაკარგების ანგარიში მოიცავს ობიექტის ფუნქციონირების ეკონომიკურობის ამაღლების ამოცანას, რომელთა რიცხვშიც შედის დანაკარგების კერების გამოვლენა და მისი შემცირების ღონისძიებების შემუშავება.
- გარე ეკონომიკურს მიეკუთვნება ტექნიკური დანაკარგების განსაზღვრა და დასაბუთება, რათა მოხდეს ელექტროენერჯიაზე სახელმწიფო ენერგეტიკული კომისიების მიერ დადგენილი ტარიფების ფორმირება.

აქედან გამომდინარე:

- შიდა ობიექტებისათვის მოითხოვება ანგარიშების მაქსიმალურად შესაძლო დეტალური ანგარიშების ჩატარება – ქსელში თითოეულ ელემენტში დანაკარგების გაზრდილი ზონების გამოვლენა. ამ მონაცემებში შემდგომ, ტექნიკური დანაკარგების შემცირებისათვის, ამა თუ იმ სამუშაოს განხორციელებისას უნდა მოხდეს ტექნიკური-ეკონომიკური შეფასება. ასეთი ანგარიშები შეიძლება ასევე ჩატარდეს ქსელის ცალკეული უბნებისათვის.
- გარე ეკონომიკური ამოცანებისათვის: უნდა განხორციელდეს ელ.ენერჯის დანაკარგების განსაზღვრა (ანგარიში) სს „თელასის“ მთელი ქსელისათვის, რათა ენერგეტიკულმა კომისიამ (სეწმეკი) გამოიყენოს ტარიფის დადგენისათვის; ანგარიში უნდა უზრუნველყოფდეს დასაბუთების ნათელ ფორმას, გამჭოლ სტრუქტურას და დანაკარგების ცვლილების დინამიკას; ანგარიში უნდა შეიცავდეს დანაკარგების საერთო ღონეს სტრუქტურის მიხედვით, სურ.1., ასევე სტრუქტურის თითოეულ ელემენტის მიხედვით დანაკარგების შემცირების რეზერვებს.

ანგარიშს უნდა ჰქონდეს ლიმიტური ხასიათი, რომ დაკმაყოფილდეს მაკონტროლებელი ორგანოების მოთხოვნები, როგორც შემსრულებლების კვალიფიკაციების ისე მიღებული შედეგების სანდოობას (სისწორეს).

დანაკარგების ანგარიშის ზოგიერთი თანამედროვე მეთოდი დაფუძნებულია ინფორმაციის დამუშავების ალბათურ-სტატისტიკურ მეთოდებზე. (1) ამ მეთოდებით ანგარიში ხდება იმ შემთხვევებში, როცა გაგაჩნია ქსელის მუშაობის რეჟიმის საკმაოდ ვრცელი ინფორმაცია და ერთდროულად ცნობილია (2) განხორციელებული დატვირთვის გრაფიკები. სტატისტიკური მახასიათებლების მეთოდის გამოყენებისას ანგარიში ხდება



სურ.1. სს „თელასის“ ელექტროენერჯის შემოდინების, სასარგებლო გაცემის და ძაბვების საფეხურების მიხედვით დანაკარგების სტრუქტურა.

ქსელის განზოგადებული პარამეტრების გამოყენებით. ეს მეთოდები განსაზღვრავენ ქსელში ელექტროენერჯის დანაკარგების საერთო დონეს – ქსელის ელემენტებში დანაკარგების განსაზღვრის გარეშე.

ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა სს „თელასის“ ქსელისათვის ელექტროენერჯის შემოდინების, სასარგებლო გაცემის და დანაკარგების სტრუქტურა, სურ. 1. სადაც ნათლად ჩანს სრული ტექნოლოგიური პროცესი. ყოველივე აღნიშნულიდან გამომდინარე დანაკარგების ანგარიშისა და ანალიზის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს მისი სტრუქტურის განსაზღვრა-შემუშავება. სურ.1, დანაკარგების კონკრეტული უბნების გამოვლენა და მათი შემცირების შესაძლებლობის შეფასება ეკონომიკურად გამართლებულ მნიშვნელობამდე. სს „თელასის“ სურ.1. წარმოდგენილი სტრუქტურებიდან გამომდინარე უნდა შემუშავდეს (2,3) ელექტროენერჯის დანაკარგების ანგარიშის (დადგენის) ტექნიკო-ეკონომიკურად გამართლებული და დასაბუთებული საპროგრამო კომპლექსი, რომელიც სრულყოფილად იანგარიშებს და წარმოსახავს:

1. ტექნიკურ დანაკარგებს 110 კვ შეკრულ ქსელში;
2. ტექნიკურ დანაკარგებს 0,4/6/10 კვ ძაბვის ქსელში;
3. დაადგენს ტექნიკური დანაკარგების ნორმატიული მახასიათებლებისათვის საანგარიშო კოეფიციენტებს;
4. იანგარიშებს ტექნიკურ დანაკარგებს დანადგარებში და მოწყობილობებში (ძალოვანი და საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორებში, კონდენსატორების ბატარეები, მაშუნტებელი და დენშემზღუდავი რეაქტორები, მზომი ტრანსფორმატორები, პირდაპირი ჩართვის მრიცხველები, გაჟონვის დენის დანაკარგები და სხვა);
5. დანაკარგებს, რომელიც განპირობებულია ელექტროენერჯის აღრიცხვის ხელსაწყოების ცდომილებით, ასევე ფაქტიური და დასაშვები უბალანსობით (ფიდერი, სატრანსფორმატორო ჯიხური). რაც წარმოადგენს სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს და დანიშნულებას.



ლიტერატურა

1. საქართველოს ენერგეტიკის აკადემიის ანგარიში „წლიური დანაკარგები სს „თელასის“ ქსელში. 2012 წელი.
2. Железко Ю.С. «Методы расчета технических потерь электроэнергии в сетях 380.220 В. «Электрические станции. 2001г. №1.
3. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. –М; Энергоатомиздат, 1989г.

DRAWING UP STRUCTURE OF POWER LOSS CALCULATION FOR JSC “TELASI”

Shavelashvili I., Shavelashvili G.

Georgian Technical University

Summary

The developed structure of technical losses of electrical power for electrical networks of JSC “Telasi” is presented. Structure of input, net supply and loss of electrical power by voltage levels is developed. Subsequent substantiation for determination of technical losses of electrical power is analyzed.

მკლავრი გენერატორების უკუკავშირიანი მართვის სისტემები
ბაზუმჯობესებული დინამიკური მახასიათებლებით

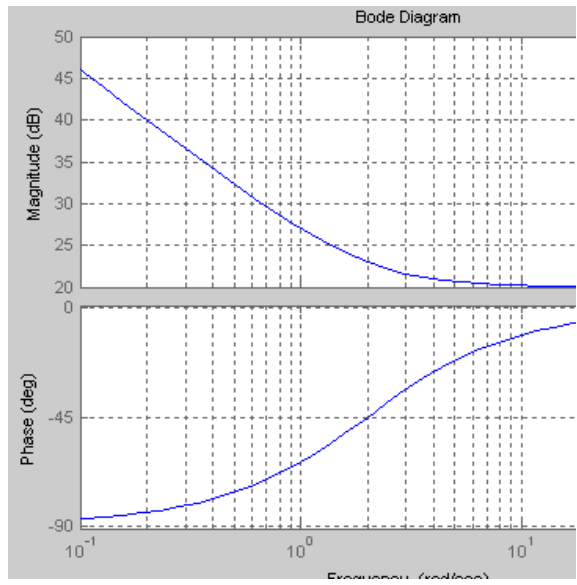
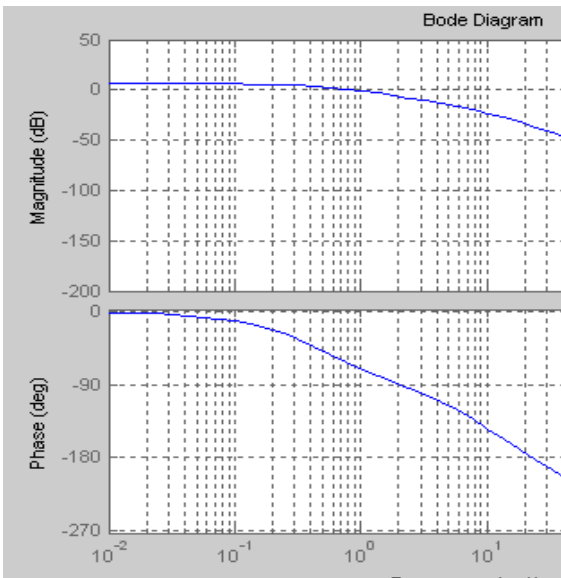
დოჭვირი ჯ., საჭაპურიძე ო.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გამომუშავებული ელექტროენერჯის ხარისხობრივი მაჩვენებლების მევეთრად გაუმჯობესება შესაძლებელი ელექტროსადგურებსა და ქვესადგურებში ძალურ დანადგარებზე ავტომატიზებული ანუ უკუკავშირიანი მართვის სისტემების დანერგვით. ქსელში ძაბვის მაღალი სიზუსტით და სწრაფქმედებით სტაბილიზაციის (0,1%-ის ფარგლებში) საშუალებას გვაძლევს ავტომატიკის თანამედროვე ელემენტები - რეგულატორები და სენსორები. მომხმარებლებისათვის რყევების გარეშე მიწოდებული ძაბვები შესაძლებელს გახდის ამოქმედდეს ჩვენს ქვეყანაში კონკურენტუნარიანი პროდუქციის მწარმოებელი საწარმოები. მოხსენებაში წარმოდგენილია როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი დენის გენერატორების უკუკავშირიანი მართვის სისტემების დინამიკური რეჟიმების კვლევის შედეგები სხვადასხვა ტიპის, მათ შორის ციფრული რეგულატორების გამოყენებით. პ-ტიპის რეგულატორიანი მართვის სისტემა მარტივია, მაგრამ სისტემაში მცირე სტატიკური ცდომილება მაინც გააჩნია. პი-ტიპის რეგულატორიანი სისტემას კი სტატიკური ცდომილება არ გააჩნია, მაგრამ ის შედარებით ინერციულია. პიდ-ტიპის რეგულატორიანი სისტემა შედარებით რთულია, მაგრამ შემცირებული აქვს დატვირთვისას ძაბვის დინამიკური ვარდნა, ხოლო სწრაფქმედება მაქსიმალურია და შეადგენს 0,5 წმს. ძაბვის დინამიკური ვარდნის კიდევ უფრო შემცირებას იძლევა სისტემაში მთავარ უკუკავშირთან ერთად ინვარიანტული უკუკავშირების დამატება.

1, აბ ნახ-ზე წარმოდგენილია მუდმივი და ცვლადი დენის გენერატორების ძაბვის უარყოფით უკუკავშირიანი მართვის სისტემების ფუნქციური სქემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გამომუშავებული ძაბვის მუდმივად შენარჩუნებას მაღალი სიზუსტით დატვირთვის ცვლილებისას [1-4].

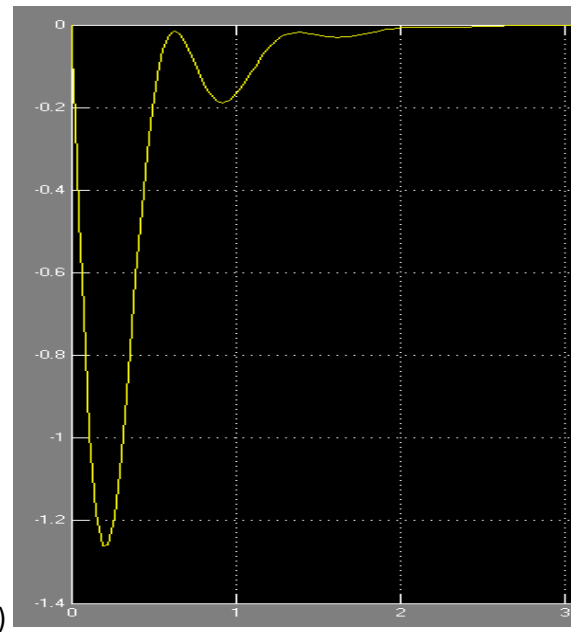
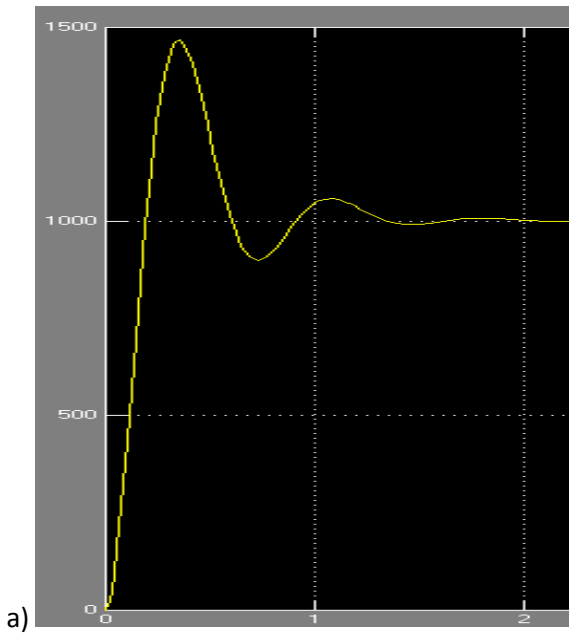
სქემებზე გვაქვს შემდეგი აღნიშვნები: r – ადგზნების რეგულატორი; Sg – შუალედური გამაძლიერებელი, რომელიც ახორციელებს გენერატორის ადგზნების გრაგნილის კვებას; R – გენერატორის დუხაა; p – პოტენციომეტრია; sg – სინქრონული გენერატორია; Zt – ძაბვის მზომი ტრანსფორმატორია; U_g – სისტემის მართვის სიგნალია; U_g და $U_{\text{გ}}$ – გენერატორის დუხის მომჭერებზე და უკუკავშირის წრედში ძაბვებია; $I_{\text{ადგ}}$ – გენერატორის დატვირთვის დენია. რეგულატორის პარამეტრების დასადგენად ვისარგებლოთ ობიექტის შემდეგი გადამცემი ფუნქციით:



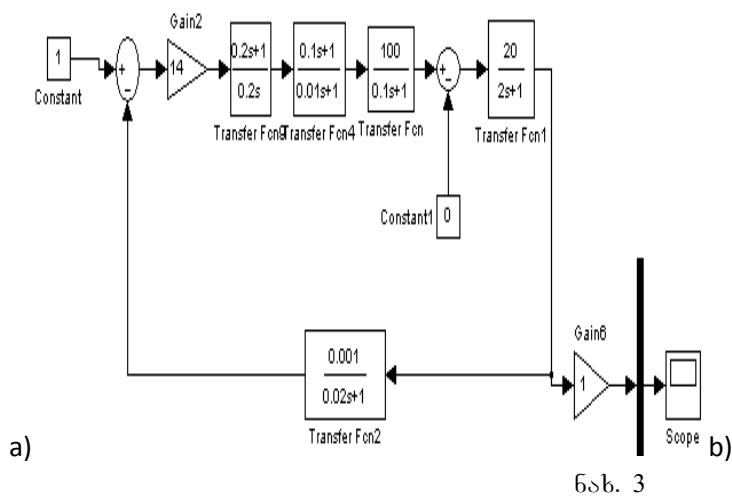
a)

b)

6sb. 2

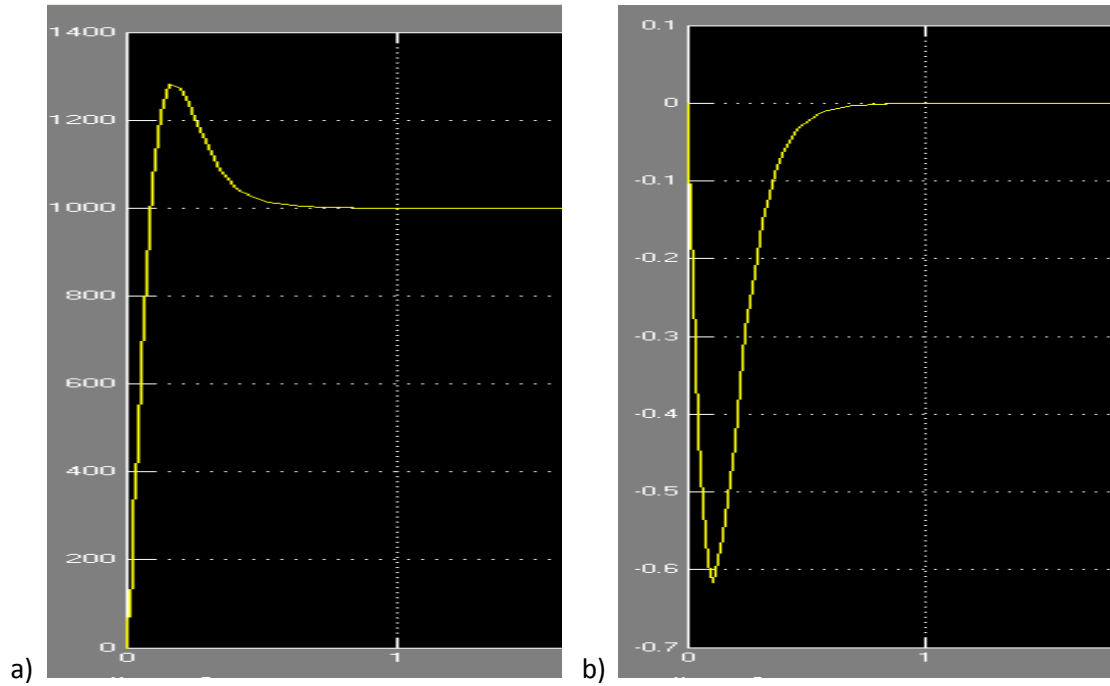


6sb. 3



6sb. 3

$$W_{\text{доп. фгг.}}(z) = 140 \cdot \frac{z-0.95}{z-1} \cdot \frac{z-0.9}{z} \quad (4)$$



б.б. 4



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**პიეზოელექტრული გამზომი გარდამსახის დინამიკური მახასიათებლების
 ბანსაზღვრა მახინჯურ-იმპულსური დანადგარით**

გიუაშვილი მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ცნობილია, რომ პიეზოელექტრული გამზომი გარდამსახები წარმოადგენენ ეფექტურ საშუალებებს დარტყმითი აჩქარებების მაღალი სიზუსტით გაზომვისათვის, რომელიც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული გარდამსახის წინასწარი დიაგნოსტიკური კვლევის შედეგზე. ნახევნობია, რომ ობიექტის ძალზედ ხანმოკლე იმპულსური ზემოქმედება საშუალებას იძლევა მისი სტრუქტურის, დინამიკური პარამეტრებისა და მეტროლოგიური მახასიათებლების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრისა.

მაღალსიხარული, ინტენსიური რეჟიმებისთვის განკუთვნილი ტექნოლოგიური თუ დიაგნოსტიკური დანიშნულების დანადგარების გამოკვლევისას მასიურად გამოიყენება სხვადასხვა სახის მაღალსიხარული მინიატურული გამზომი გარდამსახები, მათ შორის პიეზოელექტრული აჩქარების გამზომი გარდამსახები. მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღწეული მძლავრ იმპულსურ ენერგეტიკაში ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენებით, როგორცაა: ლითონების მაგნიტურ-იმპულსური მეთოდებით დამუშავება; კონსტრუქციული მასალებისა და ნაკეთობების დინამიკური გამოცდა; დაბალტემპერატურული პლაზმით მასალათა ზედაპირების დაფარვა და დამუშავება; იონური და ელექტრონული სხივებით მასალათა დამუშავება და სხვა. მათგან აღსანიშნავია პროცესები, რომელთა დამუშავებაში სტუ-ში მიღწეულია გარკვეული შედეგები. მაგალითად, ლითონების დამუშავება ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველით, როდესაც ხორციელდება ტექნოლოგიური ოპერაციები: მოჭერა, გაშლა, დატვიფრვა, შედუღება და აწყობა; პიეზოელექტრული და სხვა სახის გამზომი გარდამსახების დინამიკური მახასიათებლების განსაზღვრა; ალუმინის, მაგნიუმის, ტიტანის და სხვა კონსტრუქციული მასალების დინამიკური მახასიათებლების გამოკვლევა[1].

დინამიკური გამოცდების დროს მიღებული ინფორმაციის სრულფასოვანი დამუშავებისთვის აუცილებელია გამოყენებული გამზომი გარდამსახების, მათ შორის პიეზოელექტრული აჩქარების გამზომი გარდამსახის დინამიკურ მახასიათებელთა სრული სპექტრი, რაც შეიძლება მოპოვებული იქნეს თვით აჩქარების გამზომი გარდამსახების ყოველმხრივი გამოკვლევებით მათზე ხანმოკლე დარტყმითი ზემოქმედების საშუალებით, მსგავსად ელექტრული წრედების სისხირული მახასიათებლების კვლევისა იმპულსური მეთოდით.

დარტყმითი პიეზოელექტრული აჩქარების გამზომი გარდამსახები წარმოადგენენ რხევით სისტემებს მაღალი საკუთარი რხევითი სისხირებით. მოწყობილობა შეიძლება მოდელირებული იქნეს ერთი, ორი ან მრავალმასიან განაწილებულ პარამეტრებიანი რხევითი სისტემებით. მათი პრაქტიკული გამოყენების დროს გაზომვის შედეგების დამუშავებისას გაზომვის მაღალი სიზუსტის უზრუნველყოფისთვის საჭიროა გვერდის ინფორმაცია გამზომი გარდამსახების ამპლიტუდურ-სისხირული მახასიათებლების შესახებ. ეს ინფორმაცია შეიძლება მოპოვებულ იქნეს გარდამსახზე აჩქარების ხანმოკლე იმპულსის ზემოქმედებით, მისი მგრძობიარობის მიმართულებით, გარდამსახის აღმგზნები იმპულსისა და შესაბამისი რეაქციის რეგისტრაციის და მათი შემდგომი დამუშავებით. ცხადია, რომ მაღალსიხარული გარდამსახის ეფექტური აღგზნებისათვის საჭიროა აღმგზნები იმპულსის ხანგრძლივობა ნაკლები ან თანაზომადი იყოს გარდამსახის საკუთარი რხევების პერიოდთან შედარებით [2].

სტუ-ში არის სანკტ-პეტერბურგის მეტროლოგიის ინსტიტუტის მიერ აღნიშნული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მასალების გამოყენებით შექმნილი დარტყმითი აჩქარების საზომი Π 93 სერიის აჩქარების გარდამსახების გამოკვლევების მდიდარი გამოცდილება. მისი კონსტრუქციული სქემა შედგება კორპუსისაგან, მგრძობიარე ელემენტის და წრიული ან ოთხკუთხა ფორმის ტვირთისაგან მასით m , გარდამსახი დამაგრებულია საკვლევ ობიექტზე წებოთი ან ხრახნით. ობიექტის მოძრაობის პარამეტრების დადგენა ხდება შესაბამისი ოსცილოგრაფის დამუშუალებით [3].

დარტყმითი აჩქარების გამზომი გარდამსახების დინამიკური მახასიათებლების კვლევისას, განსაკუთრებით მათი არაწრფივობის შესწავლისას საჭიროა მათი აღზნება იმპულსური აჩქარებით, რომლის პიკური მნიშვნელობა არის $10^3 - 10^5$ მ/წმ² ხანგრძლივობით 10 მკწმ.

ამ თვალსაზრისით აქტუალურია შეიქმნას პიეზოელექტრული აჩქარების გამზომი გარდამსახის დინამიკური მახასიათებლების გამოსაკვლევი მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს მოვახდინოთ საკვლევი ობიექტის სრულყოფილი დიაგნოსტიკა.

შემოთავაზებული მაგნიტურ-იმპულსური დიაგნოსტიკური დანიშნულების დანადგარი შეიცავს დამუხტავ მოწყობილობას, მცირე ინდუქციურობის მქონე იმპულსური კონდენსატორების ბატარეას, ინდუქტორს, რომელშიც მოთავსებულია ლითონის ტალღაგამტარი ზედ დამაგრებული აჩქარების პიეზოელექტრული გამზომი გარდამსახით, კომუტატორს რვერსიულად ჩართვადი დინისტორის სქემით. დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად: კომუტატორზე იმპულსის მიწოდებისას გაიღება დინისტორი და ხდება კონდენსატორების ბატარეის გადაცლა ინდუქტორზე. დენის პირველი ნახევარტალღის გაყვლის შემდეგ დინისტორი იკეტება და აღარ ატარებს დენის უკუტალღას. ინდუქტორში მოთავსებული ტალღაგამტარი განიცდის იმპულსურ მექანიკურ ზემოქმედებას და მასზე დამაგრებული საკვლევი ობიექტი აღიგზნება ერთჯერადი უნიპოლარული იმპულსით. იმპულსის ხანგრძლივობა სტაბილურია და არ არის დამოკიდებული გარე ფაქტორებზე. იმპულსური ზემოქმედების სიდიდე და ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მხოლოდ დამუხტვის ძაბვის სიდიდეზე და განმუხტვის წრედის პარამეტრებზე [4].

სადიაგნოსტიკო აჩქარების გამზომი გარდამსახი წარმოადგენს ელექტრომექანიკურ რხევით სისტემას, რომელიც აღიგზნება იმპულსური აჩქარებით. დიფერენციალური განტოლება, რომელზეც დაიყვანება აჩქარების გამზომი გარდამსახის განტოლებათა სისტე-

მა, იქნება
$$b_n \frac{d^n \varepsilon}{dt^n} + b_{n-1} \frac{d^{n-1} \varepsilon}{dt^{n-1}} + \dots + b_1 \frac{d\varepsilon}{dt} + b_0 \varepsilon = f(t),$$
 სადაც b_n, b_{n-1}, \dots, b_0 კოეფიციენტები,

რომლებიც განისაზღვრება რხევითი სისტემის პარამეტრებით; $f(t)$ -აღზნების ფუნქცია, რომელიც განისაზღვრება იმპულსური აჩქარებით და რხევითი სისტემის პარამეტრებით; ε -გამზომი გარდამსახის რეაქცია იმპულსურ ზემოქმედებაზე.

გამზომი გარდამსახის საკუთარი რხევების სისწირეები განისაზღვრება ამპლიტუდურ-სისწირული მახასიათებლით, რომელიც წარმოადგენს გარდამსახის გადაცემის ფუნქციის სპექტრალური სიმკვრივის მოდულს. გარდამსახის გადაცემის ფუნქციის სპექ-

ტრალური სიმკვრივე
$$S(j\omega) = \frac{S_\varepsilon(j\omega)}{S_f(j\omega)} = \frac{1}{b_n(j\omega)^n + b_{n-1}(j\omega)^{n-1} + \dots + b_1 j\omega + b_0},$$
 სადაც

$S_f(j\omega)$ და $S_\varepsilon(j\omega)$ -გარდამსახის აღზნებისა და რეაქციის სპექტრალური სიმკვრივეები შესაბამისად.

აჩქარების გამზომი გარდამსახის, როგორც მექანიკური რხევითი სისტემის, კომპლექსური სისწირული მახასიათებელი შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს, როგორც



$S(j\omega) = \frac{S_\varepsilon(j\omega)}{S_a(j\omega)}$, სადაც $S_a(j\omega)$ -გარდამსახის აღგზნების დარტყმითი აჩქარების სპექტრალური სიმკვრივე. გამზომი გარდამსახის აღგზნებისას დელტა ან მასთან მიახლოებულ იმპულსური ფუნქციით, რომლის სპექტრალური სიმკვრივე ერთის ტოლია, გარდამსახის კომპლექსური სიხშირული მახასიათებელი განისაზღვრება, როგორც რეაქციის სპექტრალური სიმკვრივე $S(j\omega) = S_\varepsilon(j\omega)$.

ამ შემთხვევაში გარდამსახის რეაქციაში ფაქტიურად არ არის იძულებითი მდგენელი. გარდამსახი ასრულებს თავისუფალ რხევებს ნულოვანი საწყისი გადაადგილებით და საწყისი სიჩქარით. რხევითი სისტემის კომპლექსური სიხშირული მახასიათებელი არის სისტემის თავისუფალი რხევების კომპლექსური სიმკვრივე. როდესაც გამზომი გარდამსახის რეაქცია შეიცავს იძულებით მდგენელს, საკმარისია ვიცოდეთ დარტყმითი აჩქარების იმპულსის ხანგრძლივობა τ_0 და გარდამსახის რეაქციას მოვაცილოთ შესაბამისი საწყისი უბანი, მაშინ $S_1(j\omega) = \exp(-j\omega\tau_0) \cdot S(j\omega)$. ამ ტოლობიდან ჩანს, რომ სპექტრალურ სიმკვრივეებს S და S_1 აქვთ ერთნაირი მოდულები, ასე რომ გარდამსახის რეაქციის დარჩენილი ნაწილის სპექტრი წარმოადგენს გარდამსახის ამპლიტუდურ – სიხშირულ მახასიათებელს.

ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ სადიაგნოსტიკო ობიექტის პიეზოელექტრული დარტყმითი აჩქარების გამზომი გარდამსახის იმპულსური აღგზნება იყოს ძალიან ხანმოკლე, მიახლოებული დელტა იმპულსთან, რომლის სპექტრალური სიმკვრივე ერთის ტოლია. ამ დროს ობიექტის რეაქციის სპექტრალური სიმკვრივე პრაქტიკულად იგივეა, რაც ობიექტის კომპლექსური სიხშირული მახასიათებელი და ობიექტის დიაგნოსტიკური კვლევა მიდის მის იმპულსურ ზემოქმედებაზე რეაქციის ანალიზთან.

სადიაგნოსტიკო ობიექტის, პიეზოელექტრული აჩქარების გამზომი გარდამსახის ძალზედ ხანმოკლე იმპულსურ აღგზნებაზე რეაქციის სპექტრალური სიმკვრივის ანალიზით შესაძლებელია გარდამსახის სტრუქტურის დადგენა, ამპლიტუდურ – სიხშირული, საკუთარი სიხშირეების, დემფირების, არაწრფივობის და სხვა მეტროლოგიური მახასიათებლების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრა.

ლიტერატურა

1. Труды международной научно-технической конференции. Магнитно-импульсная обработке материалов, пути совершенствования и развития (МИОМ-2007), //Самара 2007, стр. 274.
2. Немсадзе Ш.А., Долаберидзе Г.Э. Импульсный метод определения собственных частот ударных измерительных преобразователей ускорения. //Метрология, №10, 1981, стр. 32-35.
3. Немсадзе Ш.А., Торонджадзе А.Г. Магнитно-импульсная установка. // А.С. № 877855.
4. Тучкевич В.М., Грехов И.В. Новые принципы коммутаций больших мощностей полупроводниковыми приборами. //Л.: Наука, 1988, стр.115.

DETERMINATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PIEZOELECTRIC MEASURING CONVERTER BY THE MAGNETIC-PULSE DEVICE

Giuashvili M.

Georgian technical University

Summary

It is known, piezoelectric measuring converters are effective means for measurement of shock accelerations with high accuracy. Results of measurement substantially depend on the preliminary diagnostic researches of converters. It is shown that short-term impulse influence on the object gives the chance to define structure with high accuracy, dynamic parameters and other metrological characteristics of the converter.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მცირე წარმადობის ელექტროსაშრობი დანადგარის კვლევა

სირაძე ჯ., კავთელაძე ნ., ტურძელაძე დ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.

ნაშრომი ეძღვნება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების შრობის ელექტროტექნოლოგიების გამოყენების მნიშვნელობას ქვეყნის აგრარული დარგის ეკონომიკური განვითარების საქმეში. კერძოდ, აღნიშნული პროდუქტების ჩირის სახით გადამამუშავებელი წარმოების განვითარება განსაზღვრულია ეკოლოგიურად სუფთა და მაღალკალორიულ ჩირის მსგავს პროდუქტებზე ევროპული ბაზრის მოთხოვნით. ასევე, მოყვანილია პროდუქტთა შრობის პროცესისათვის განკუთვნილი ელექტროთერმიული დანადგარების მუშაობის როგორც თეორიული, ასევე ექსპერიმენტული მონაცემები.

კონკურენტუნარიანი სოფლის მეურნეობის საწარმო-ტექნოლოგიური პროცესები წარმოუდგენელია მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური, ენერგეტიკული და საექსპლუატაციო მაჩვენებლების მქონე ელექტრული დანადგარების გარეშე, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ აგრარული პროდუქციის წარმოებისა და გადამამუშავების უახლესი ტექნოლოგიების ათვისება.

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტთა შრობა ერთ-ერთი ზუსტი ტექნოლოგიური პროცესია, რომლის შედეგად ვიღებთ მეტად კალორიულ პროდუქტს, და ვუწოდებთ ჩირს. ხილის ჩირის დამზადება მეტად საპასუხისმგებლო პროცესია, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე.

ევროპულ ბაზარზე, მაღალი კვებითი ღირებულებების მქონე ხილი, გადამამუშავებული სხვადასხვა ჩირის სახით, დიდი მოთხოვნით სარგებლობს. ხილის ჩირად შენახვარეალიზაციის გამოცდილება საქართველოშიც გვხვდება, თუმცა, ბოლო დროს, მეხილე - ფერმერებისათვის ევროპული ბაზრის მოთხოვნა ეკოლოგიურად სუფთა და მაღალკალორიულ ჩირზე, მისი სამრეწველო დანიშნულებით წარმოების კარგი მოტივაცია გახდა. ნიშანდობლივია, რომ ელექტროთერმიული ტექნოლოგიების გამოყენებით, 1კგ გამომშრალი ხილის ჩირის საბაზრო ღირებულება ადგილობრივ ბაზარზე 15-18 ლარია. საერთაშორისო ბაზარზე კი 1კგ ჩირის ფასი საშუალოდ 20-50 დოლარამდე მერყეობს. აქედან ცხადია, რომ ჩირის წარმოების სტიმულირება მოგების მარჯის ხელსაყრელ პირობებზეა ორიენტირებული და ჩირის წარმოების ინტენსიფიკაციას განაპირობებს.

თანამედროვე ელექტროტექნოლოგიები ნებისმიერი სახეობის ხილის ჩირის წარმოების საშუალებას იძლევა, თუმცა მოთხოვნა ბაზარზე ძირითადად ვაშლის, მსხლის, მოცვის, ქლიავის, ყურძნის, ხურმა-კარალიოკის ჩირზეა.

ქართველი ფერმერი ოდითგან იყენებდა ტრადიციულ მეთოდს – სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების ბუნებრივი პირობებით, მზეზე შრობის ტექნოლოგიას. თუმცა, საქართველოს ბუნებრივ-კლიმატური პირობების განსხვავება ხელს უშლის ტრადიციული მეთოდის აქტიურად გამოყენებას. მკაცრი კლიმატი დამახასიათებელია აჭარის, სამცხე-ჯავახეთის რეგიონისათვის, ასევე მცხეთა-მთიანეთის და განსაკუთრებით, დასავლეთ საქართველოს (გურია, რაჭა-ლეჩხუმი, ზემო სვანეთი და სამეგრელო) მაღალმთიანი მხარეებისათვის, სადაც მზის სხივების ინტენსივობის უკმარისობის გამო ვერ ვღებულობთ სასურველ შედეგს.

ზაფხულის პერიოდში, როდესაც მოძალებულია ხილის რაოდენობა, საკმაოდ დიდი ნაწილი ფუჭდება, მისი გასაღების რთული გზების არსებობით ან უკიდურეს შემთხვევაში, იყენებენ რა ღვინომასაღების დამზადების ტრადიციულ მეთოდს, ყრიან ჭურში (ქვევრში) და ხილს ამზადებენ არყის გამოსახდელად. ეს თავისთავად მისაღები ტექნოლოგიაა საოჯახო მეთოდებით სპირტიანი სასმელების წარმოებაში, თუმცა ხილის ჩირად ქცევის საკითხი უფრო სარფიანია და გაცილებით მეტ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



შრობის ტექნოლოგიის სწორად წარმართვის შემთხვევაში. კერძოდ, ჩირი ამ შემთხვევაში ინარჩუნებს კონსისტენციას, ინახება დიდხანს და არ კარგავს საგემოვნო თვისებებს. საშრობ რეგენტად გამოყენებულია როგორც ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, ასევე სუბტროპიკული ხილის ნაყოფი: კარალიკი, ხურმა, ლეღვი, აგრეთვე მწვანილი, რომლებსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს პროდუქტთა სიუხვის საქმეში.

უკანასკნელ ხანებში მრეწველობა უშვებს სხვადასხვა ტიპის საშრობ ელექტროთერმიულ დანადგარებს, რომელთა მუშაობის სრულფასოვნების მიზნით მნიშვნელოვანია შრობის თბური პარამეტრების მართვისა და დაკვირვების პროცესის განხორციელება ავტომატურ რეჟიმში, რაც ცხადია, დამოკიდებული არ იქნება ჰიდრომეტეოროლოგიურ პირობებზე. გამომდინარე აქედან, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტის ელექტრული შრობის ტექნოლოგიის სრულყოფა მეტად აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს. ცხადია, განსაკუთრებული ყურადღება ამავედროულად მიკროკლიმატური პარამეტრების ავტომატური მართვის ტექნოლოგიური პროცესს ეთმობა.

ამ მიზნით, დასრულების ეტაპზეა მცირე სიმძლავრის ელექტროთერმიული დანადგარის ექსპერიმენტული ნიმუში, რომელიც სრულად პასუხობს თანამედროვე ტექნოლოგიურ მოთხოვნებს.

საშრობ კარადაში გახურების და გაციების პროცესები სხვადასხვა ხასიათისაა და განისაზღვრება თბური ბალანსის ცნობილი განტოლებით:

$$\theta dt = cd\tau + A\tau dt, \quad \text{ჯ}, \quad (1)$$

სადაც θ – საშრობში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა დროის ერთეულში, ჯ/წმ;

c – საშრობის სითბოტევადობა, ჯ/გრად;

A – თბოგაცემა, ჯ/წმ.გრად.

ცნობილია, რომ თბოგაცემა სითბოს ის რაოდენობაა, რომელიც გადაეცემა კარადის შიგა ზედაპირს (იგულისხმება შიგა პერიმეტრი), როცა $t_{ET} - t_{EXT} = 1^{\circ}$ და რომლის გასაანგარიშებლად ვსარგებლობთ შემდეგი ფორმულით:

$$A = \sum \mu_T F, \quad \text{ჯ/წმ.გრად}. \quad (2)$$

სადაც μ_T – დამოკიდებულია სახურებელი ელემენტის გაცივებაზე, ჰაერის სიჩქარეზე, რომელიც ჩვენს შემთხვევაში 0-ის ტოლია, წარმოადგენს კუთრ თბოგაცემას, ჯ/მ²წმ, და განისაზღვრება:

$$\mu_T = \mu_0(1 - \beta_0\sqrt{V}), \quad (3)$$

სადაც μ_0 – თბოგაცემა, როცა გამაცივებელი ჰაერის სიჩქარე $V = 0$ მ/წმ;

β_0 – ცდით მიღებული კოეფიციენტი;

სითბური ბალანსის განტოლების ამოხსნით მიიღება:

$$\tau = \theta/A(e - e^{-t/T}) + \tau_0 e^{-t/T} \quad (4)$$

სადაც τ_0 – კარადის ტემპერატურის აწევა, როდესაც $t = 0$;

T – დროის მუდმივა, წმ.

როდესაც $t = \infty$, მაშინ კარადის ტემპერატურის აწევა აღწევს დამყარებულ მნიშვნელობას და შეგვიძლია გამოვთვალოთ $-\tau = \theta/A$.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ კამერის საწყისი ტემპერატურის აწევას, მაშინ შეგვიძლია გამოსახულება (4) წარმოვადგინოთ გამარტივებული სახით:

$$\tau = \tau_0(1 - e^{-t/T}), \quad (5)$$

პრაქტიკულად, საშრობი კარადის გახურების პროცესი მთავრდება დროში $t = (4..5)T$. სადაც T წარმოადგენს გახურების დროის მუდმივას და იგი უნდა წარმო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ვადგინოთ, როგორც დრო, რომლის განვლობაშიც ტექნოლოგიური დანადგარის მუშა კარადაში მიიღწევა დამყარებული ტემპერატურა, რომ არ ყოფილიყო სითბოს არინება გარემოში.

აღსანიშნავია, რომ ამავდროულად, **T** სიდიდეს განსაზღვრავს საშრობი კარადის კონსტრუქციული კოეფიციენტი და გაბარიტული ზომები. ასევე, ექსპერიმენტით დადგენილია, რომ გადასამუშავებელი რეგენტის შრობის ტემპერატურა, ტენიანობა და ციკლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია პროდუქტის სიდიდეზე და მის ფიზიკურ-ქიმიურ შემადგენლობაზე. მაგალითად, ქლიავის შრობის ხანგრძლივობა შეადგენს 1–2 დღეს (24...48 სთ), ლეღვის 2–3 დღე (24...72 სთ), ხოლო ხურმა-კარალიოკისათვის 3–4 დღე (72...96 სთ).

დანადგარის ტექნიკო-ეკონომიკური მაჩვენებლების წინასწარი გაანგარიშება საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ იგი იქნება ერგონომიკული, გადაადგილების მიზნით კომპაქტური და ექსპლუატაციაში საიმედო, რომელსაც ექნება დაბალი ღირებულება და არ საჭიროებს მაღალკვალიფიციურ პერსონალს. მისი მუშაობის საიმედოობა და ტექნოლოგიური ეფექტიანობა ეფუძნება დანადგარის მუშა კამერაში ჰაერის ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის ავტომატურ მართვას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ქ. არჩვაძე – კონვექციური ჰელისაშრობი. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი. ქ. თბილისი 2011წ. გვ79.
2. ვ.ი. მეტრეველი – ელექტროამძრავი და მისი ავტომატური მართვა სოფლის მეურნეობაში. თბილისი 1976წ. გვ329.
3. А.А. Захаров – Практикум про применению тепла всельском хозяйства. Г. Масква. «колос» 1979г. Ст189.

INVESTIGATION OF LOW-POWER ELECTRIC DRYING EQUIPMENT

Siradze J., Kavteladze N., Turdzeladze D.

Georgian Technical University

Summary

The article is represented as a reading on the issue of agricultural products' drying electrotechnologies. It is devoted to importance of using designated electtechnologies for the country's economic development in the agricultural field. In particular, the development of processing industry of dried fruit is defined on ecologically clean and high-caloric products similar to dried fruit to the European market demand. The work also introduces theoretical and practical data of the product drying process intended for electrothermal installation.

პირითადი რეჟიმების დადგენა ჰიბრიდული ელექტროენერგეტიკული სისტემის ცვლადი დენის ძხელთან პარალელური მუშაობის პირობებში.

პაპიძე ზ*, ფხაკაძე შ**

* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

** აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

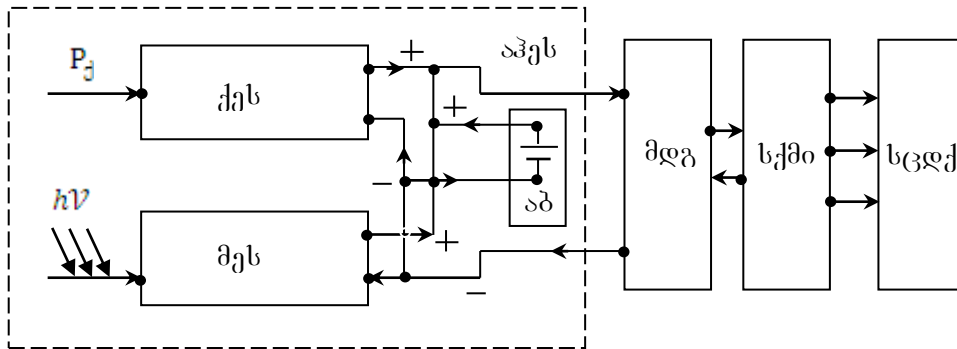
ნაშრომში წარმოდგენილია ძირითადი რეჟიმები, ჰიბრიდულ ელექტროენერგეტიკული სისტემის ცვლადი დენის ძხელთან პარალელური მუშაობის პირობებში. დამუშავებული და შექმნილია ქარის და მზის ელექტრული სადგურების, აგრეთვე მათთან პარალელურად მიერთებული აკუმულიატორული ბატარეების ერთობლივი ჰიბრიდული ავტონომიური ელექტროენერგეტიკული



სისტემის პრინციპიალური და ხაზგარიშო ელექტრული სქემები.

თანამედროვე ენერგეტიკაში სულ უფრო ფართოდ იკიდებს ფეხს ალტერნატიულ ენერგორესურსებზე მომუშავე ჰიბრიდული ელექტროენერგეტიკული სისტემები, რომელშიც გაერთიანებულია ქარისა და მზის ელექტროსადგურები და აკუმულიატორთა ბატარეების კომპლექტი.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია ჰიბრიდული პარალელური ელექტრო-ენერგეტიკული სისტემის განზოგადოებული სტრუქტურული სქემა, რომელიც შედგება ქარის ელექტროსადგურის (ქეს), მზის ელექტროსადგურის (მეს), აკუმულიატორული ბატარეის (აბ), მუდმივი დენის გარდამქმნელის (მდგ), სამფაზა ქსელის მიმყოლი ინვერტორისა და სამფაზა ცვლადი დენის ქსელისაგან (სცდქ). ქარის ელექტროსადგური, მზის ელექტროსადგური, აკუმულიატორული ბატარეა ერთობლივად წარმოადგენს ავტონომიურ ჰიბრიდულ ელექტროენერგეტიკულ სისტემას (აჰეს). აჰეს-ს აქვს მომხმარებლის სიმძლავრის თანაზომადი შეზღუდული სიმძლავრე. იმის გამო, რომ ენერგომომხმარებლის გრაფიკს აქვს არათანაბარი ხასიათი, ელექტრომომარაგების სისტემის მუშაობის რეჟიმების თანმიმდევრობა წარმოებს შემდეგი კლასიფიკაციით.



ნახ.1 ჰიბრიდული პარალელური ელექტროენერგეტიკული სისტემის განზოგადოებული სტრუქტურული სქემა

ა) რეჟიმი, როცა მომხმარებლის სიმძლავრე აღემატება აჰეს-ის სიმძლავრეს, ხოლო სიმძლავრის უკმარისობა იფარება ბუფერული სცდქ-ს წყაროთი. ამ შემთხვევაში აუცილებელია, რომ აჰეს მუშაობდეს მაქსიმალური გასაცემი სიმძლავრის რეჟიმში.

ბ) რეჟიმი, როცა მომხმარებლის სიმძლავრე ნაკლებია აჰეს-ს სიმძლავრეზე. ამ შემთხვევაში „ჭარბი“ სიმძლავრე აჰეს -დან გადაეცემა სცდქ-ს.

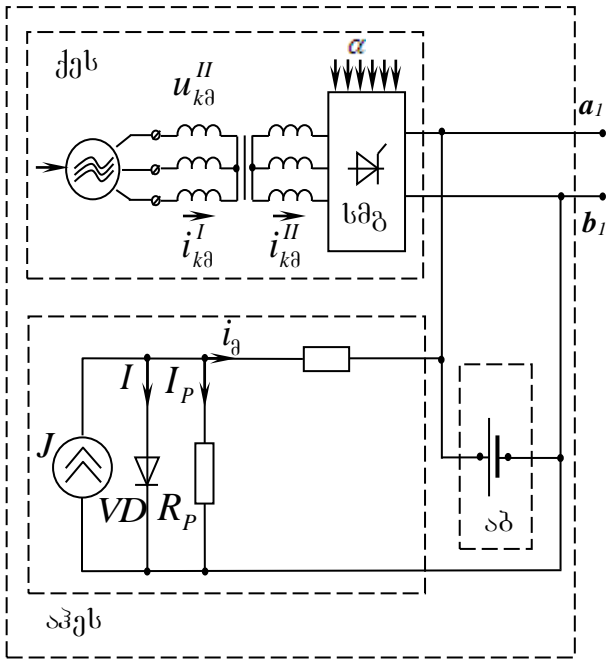
აჰეს-ის და მდგ-ს პრინციპიალური ელექტრული სქემები ნაჩვენებია ნახ.2-ზე, ნახ.3 და ნახ.4-ზე.

მზის ბატარეის ელექტრული შენაცვლების სქემაში ნათლად ჩანს, რომ ელემენტში გამავალი სრული დენი i წარმოადგენს რეკომბინაციულ-გენერაციული J , დიფუზიური I და შუნტირებული დენების მდგენელების ჯამს.

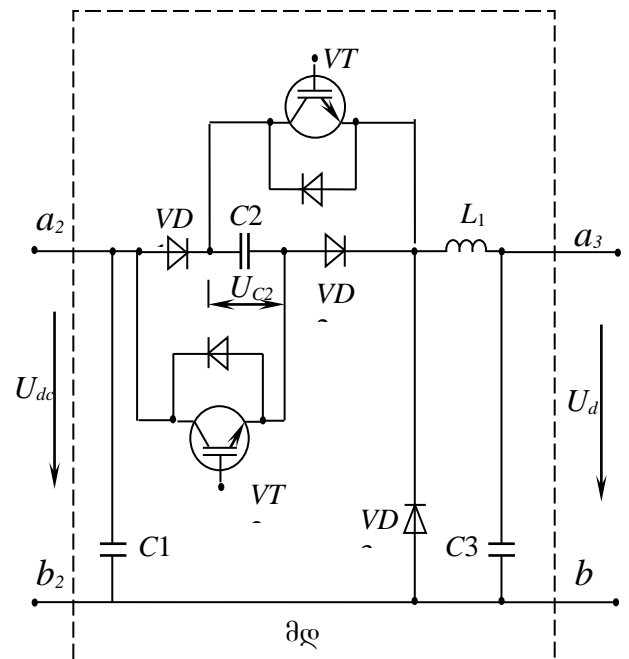
როგორც წესი, საკმარისად ძნელია ექსპერიმენტული გზით გავყოთ ერთმანეთისაგან რეკომბინაციულ-გენერაციული და შუნტირებული დენები. შუნტირებული დენის წარმოშობა დაკავშირებულია რეკომბინაციულ-გენერაციული პროცესის შედეგად მიღებულ ზედაპირულ გამტარობასთან. მზის ელემენტის გამოსასვლელზე ვლებულობთ U_{dc} ძაბვას, რომელიც ამავე დროს წარმოადგენს აკუმულიატორული ბატარეის შესასვლელზე მისაწოდებელ და მუდმივი დენის გარდამქმნელის (მდგ) შესასვლელზე ძაბვას. მუდმივი დენის გარდამქმნელი უზრუნველყოფს ავტონომიური ჰიბრიდული ელექტროე-



ნერგეტიკული სისტემის და სამფაზა ცვლადი დენის ქსელის ერთობლივ მუშაობას.

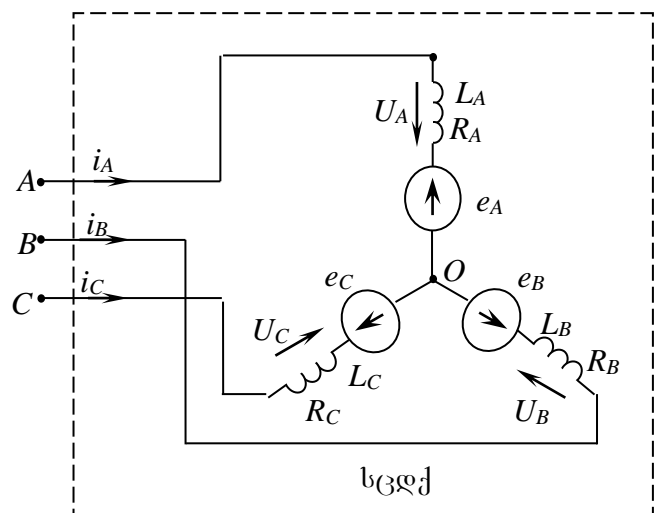
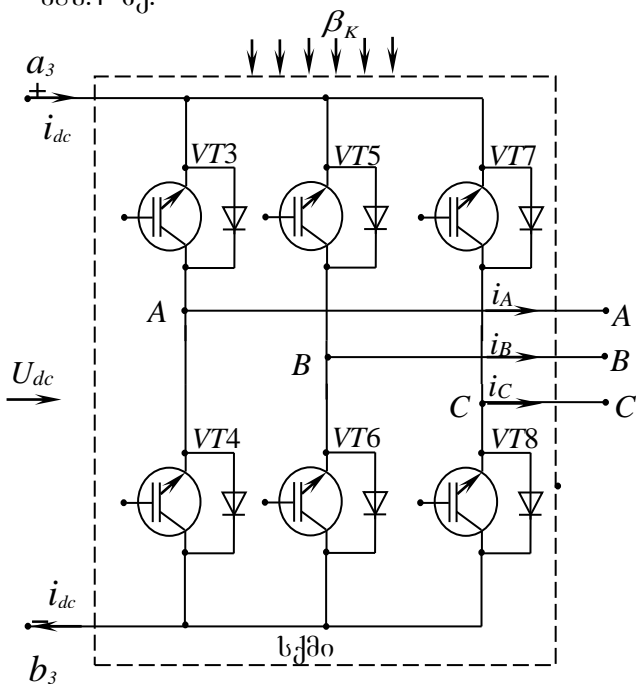


ნახ.2 ავტონომიური ჰიბრიდული ელექტროენერგეტიკული სისტემის პრინციპიალური ელექტრული სქემა



ნახ.3 მუდმივი დენის გარდამქმნელი

მუდმივი დენის გარდამქმნელი შედგება \$VT_1\$, და \$VT_2\$, ტრანზისტორებისაგან; \$VD_1, VD_2, VD_3\$ დიოდებისაგან; \$C_1, C_2, C_3\$ კონდენსატორებისაგან და \$L_1\$ დროსელისაგან. მუდმივი დენის გარდამქმნელის გამოსასვლელზე გვაქვს \$U_{dc}\$ ძაბვის და \$i_{dc}\$ დენის მყისა მნიშვნელობები, რომლებიც აგრეთვე წარმოადგენენ სამფაზა ქსელის მიმყოლი ინვერტორის (სქმი) შესასვლელ ძაბვასა და დენს. სამფაზა ინვერტორი წარმოდგენილია ნახ.4-ზე.



ნახ.4 სამფაზა ქსელის მიმყოლი ინვერტორის და სამფაზა ცვლადი დენის ქსელის პრინციპიალური ელექტრული სქემა



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ის წარმოადგენს $VT3 \div VT8$ ტრანზისტორების ბოგირული სქემით შეერთებას, რომლის გამოსასვლელზე ვლებულობთ ცვლადი დენის ქსელის მიმართ ელექტრომაგნიტურად შეთავსებად U_A, U_B, U_C ძაბვებსა და i_A, i_B, i_C დენებს. ნაჩვენებია სამფაზა ცვლადი დენის ქსელის შესაბამისი ფაზური დენების, ძაბვების მყისა მნიშვნელობები L_A, L_B, L_C ინდუქციურობებისა და e_A, e_B, e_C ე.მ. ძალების გათვალისწინებით.

არსებობს მზის ელექტრული სადგურის (მეს) მუშაობის შემდეგი რეჟიმები:

1. მზის ელემენტების პანელების (მეპ) მზისკენ ორიენტაცია. ამის შედეგად მიიღწევა მზის პანელების რაციონალური გამოყენება. ამ შემთხვევაში ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში მეს გამომავალი სიმძლავრე მიაღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.
2. მეპ-ის სექციონირება შეერთების სქემების თანმიმდევრული შეცვლით. ამის შედეგად მიიღწევა მეპ-ის მუშაობის რეჟიმების ოპტიმიზაცია მფს-ის ფუნქციონირების რეჟიმების დამოუკიდებლად.
3. მეპ-ის შუნტირება ბალასტურ წინაღობაზე. ამით წარმოებს ზედმეტი ენერჯის გამოყოფა კომუტაციის გზით გადამრთველის და ძალოვან რეგულირებად მოწყობილობათა დახმარებით.
4. კომბინირებული გზა-სექციონირება პლიუს შუნტირება. შუნტირება წარმოებს პანელების, როგორც სრული ნაკრებისათვის, ასევე ცალკეული სექციებისათვის. შუნტირების ძირითად ნაკლს წარმოადგენს ბალასტურ წინაღობაზე ენერჯის დიდი დანაკარგები, გამოსატული გაფანტული სითბოს სახით, ხოლო სექციონირების ნაკლია მართვის სქემასთან ერთად რთული კომუტაციური ბლოკის არსებობა.
5. მეპ-ის გამოსავალზე სიმძლავრის ექსტრემალური რეგულიატორის დაყენება. ამ შემთხვევაში მიიღწევა მეპ-ის მუშაობა მაქსიმალური სიმძლავრის გაცემის რეჟიმში. მდგ-ში $VT1, VT2$, ტრანზისტორების გადართვის f_0 , სისშირე n_0 -ჯერ მეტია ცვლადი დენის ქსელის $f_{\text{ქ}}$, სისშირეზე. $f_0 = f_{\text{ქ}} n_0$, $VT3 \div VT8$ ტრანზისტორების გადართვის სისშირე ტოლია $f_{\text{ქ}}$, სისშირისა.

ლიტერატურა

1. კობრეიძე გ. ფხაკაძე შ. განახლებადი ენერჯის წყაროებიან ავტონომიურ ენერჯოსისტემაში ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების მათემატიკური მოდელირება. ჟურნალი „ენერჯია“ N3(55).თბილისი, 2010 წ. 37-43 გვ.
2. კობრეიძე გ. ფხაკაძე შ. განახლებადი ენერჯის წყაროებიან ავტონომიურ ენერჯოსისტემაში დინამიური პროცესების კომპიუტერული მოდელირება. ჟურნალი „ენერჯია“ N3(55).თბილისი, 2010 წ. 44-50 გვ.
3. Кохреидзе Г.К., Лаошвили Д.П., Пхაკაძე Ш. А Управление системой при совместной работе солнечных фотоэлектрических станций и сети переменного тока. НТУ „ХПИ“ Украина. Харьков.2011 г. N03(79) 371-374с.

DETERMINING THE BASIC MODES IN THE CONDITIONS OF PARALLEL OPERATION OF THE HYBRID ELECTRIC POWER SYSTEM AND ALTERNATING CURRENT SYSTEM

Papidze Z. *, Pkhakadze Sh **
 Georgian Technical University *
 Akaki Tsereteli State University **

Summary

The paper dwells on schematic and design diagrams depicting joint operation of wind and solar power plants and connected to them storage batteries. Also, the paper describes the parallel operation modes of hybrid electric power systems with the alternating current system, which allow us for creating mathematical and computer models of transients occurring in the mentioned system.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლითიუმ-იონური აკუმულატორთა ბატარეების დამუშავებისა და განმუშავების პროცესის რეჟიმები

ფხაკაძე შ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია ელექტრო მოწყობილობებში ენერჯის მიმწოდებელი აკუმულატორის ბატარეები, უფრო ვცლად ლითიუმ-იონური აკუმულატორთა ბატარეების დამუშავებისა და განმუშავების პროცესის რეჟიმები, ჩამოთვლილია. მისი უპირატესობები სხვა ტიპის აკუმულატორებთან შედარებით. აგრეთვე აღწერილია ლითიუმ-იონური აკუმულატორების დამუშავების სტანდარტული და დაჩქარებული ანუ "დელტა Δ" დამუშავების პროცესები. გრაფიკულად ნაჩვენებია ლითიუმ-იონური აკუმულატორის განმუშავების მახასიათებლები დენის და გარემოს ტემპერატურის სხვადასხვა მნიშვნელობებისას.

ისეთი ელექტრო მოწყობილობები როგორცაა ნოუთბუქები, მობილური ტელეფონები, სმარტფონები, აუდიო და ვიდეოტექნიკა, აგრეთვე ელექტრომობილები წარმოადგენენ იმ მოწყობილობებს, რომელთა მუშაობა დიდადაა დამოკიდებული ენერჯის წყაროს ხარისხზე. იმუშაოს სრულყოფილად საჭიროა მისთვის ენერჯის წყაროს შერჩევა და მიწოდება. ელექტრო მოწყობილობებში ენერჯის მიმწოდებელად გვევლინება აკუმულატორები.

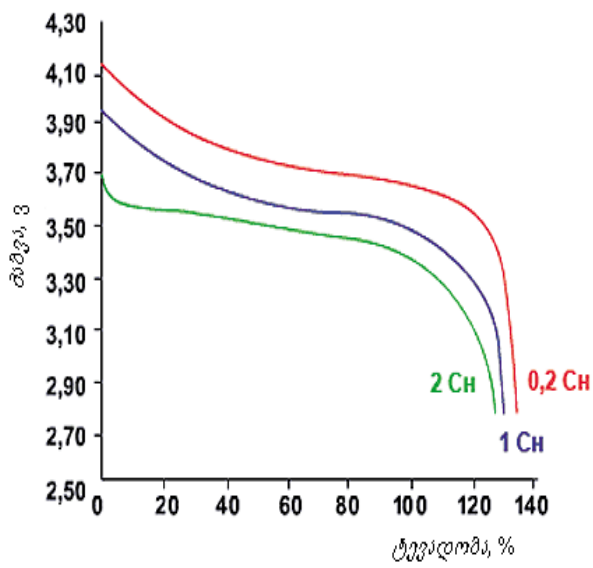
აკუმულატორების ძირითად დადებით თვისებას არა მარტო ის წარმოადგენს, რომ მას შეუძლია შეინახოს ენერჯია და გასცეს ის საჭიროების შემთხვევაში, არამედ ისიც, რომ კვლავ დაიმუხტოს მთლიან სიმძლავრემდე. აკუმულატორის ერთ-ერთ ძირითად მახასიათებელს წარმოადგენს ექსპლუატაციის ვადა, რომლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: მაგ. დამუშავების მეთოდზე, დამუშავების სიღრმეზე, დამუშავება/განმუშავების ციკლის რაოდენობაზე, მომსახურების პროცედურებზე, გარემოს ტემპერატურაზე და სხვა. ამასთან, ერთად ეს ვადა განისაზღვრება დამზადებიდან გასული დროის მიხედვით. აკუმულატორი ითვლება მწყობრიდან გამოსულად, თუ ის კარგავს თავისი ნომინალური ტევადობის 60–80% –ს. (აკუმულატორის ნომინალური ტევადობა ეს ის ტევადობაა, რომელიც მას გააჩნია მთლიანად დამუშავებულ მდგომარეობაში 20°C ტემპერატურაზე).

ელექტროქიმიური ტექნოლოგიის მიხედვით აკუმულატორები, რომლებიც გამოიყენება ელექტრო ტექნიკაში შეიძლება დავეყოთ შემდეგ ტიპებად:

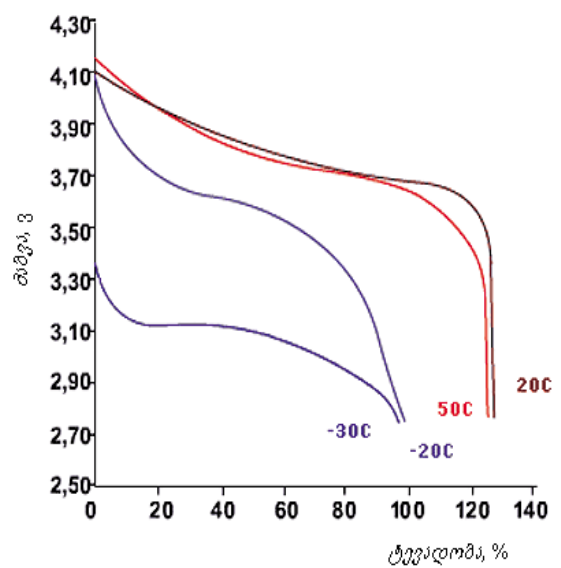
- ჰერმეტიზირებული ტყვია-მუავიანი (SLA);
- ნიკელ-კადმიუმისანი (NiCd);
- ნიკელ-მეტალჰიდრიდული (NiMH);
- ლითიუმ-იონური (Li-Ion);
- ლითიუმ-პოლიმერული (LI-Pol)..

მრავალმა დაკვირვებამ გვიჩვენა რომ Li-Ion აკუმულატორების ენერჯის სიმკვრივე დიდად უსწრებს მისი წინამორბედი აკუმულატორების Ni-Cd -ნიკელ-კადმიუმის და Ni-MH - ნიკელ-მეტალ-ჰიდრიდის ენერჯის სიმკვრივეს. სხვადასხვა აქტიური ნივთიერების გამოყენებით კი ეს უპირატესობა სულ უფრო იზრდება.

დღეისათვის არსებობს Li-Ion -აკუმულატორების მრავალი სახესხვაობა. ძოგადად ლითიუმისანი ბატარეებში ანოდისათვის გამოიყენება ქიმიურად აქტიური მეტალი ლითიუმი. ის ყველაზე მსუბუქი მეტალია და უზრუნველყოფს ენერჯის დიდ სიმკვრივეს. ამის გამო აკუმულატორების ხვედრითი ტევადობა ძალიან დიდია. ამასთან, ლითიუმის ქიმიური აქტიურობა ძალიან ართულებს მისი დამზადების ტექნოლოგიას, რაც თავისთავად



ნახ.1 - Li-Ion აკუმულატორის განმუხტვის მახასიათებელი განმუხტვის დენის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის



ნახ.2 Li-Ion -აკუმულატორის განმუხტვის მახასიათებელი გარემოს სხვადასხვა ტემპერატურისათვის

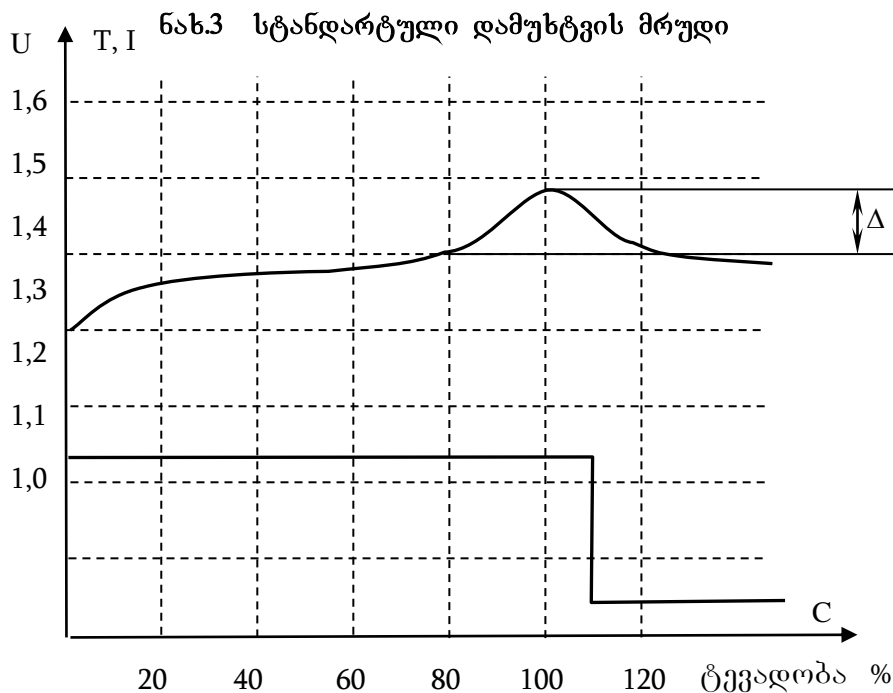
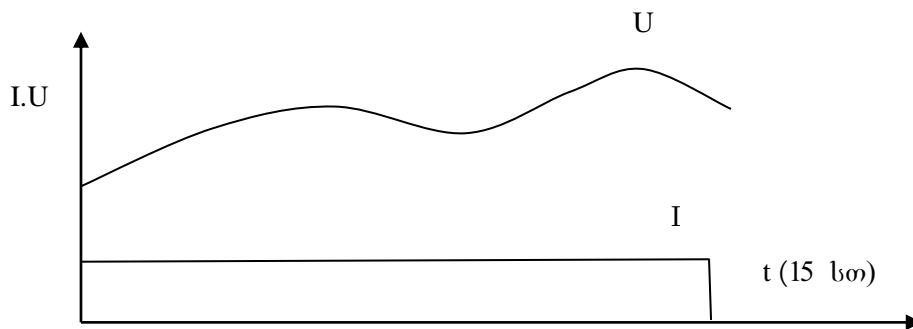


- მინიმალური თვითგანმუხტვა;
- ექსპლუატაციის დიდი ვადები (10 წელი);
- დამუხტვა-განმუხტვის ციკლის დიდი რაოდენობა (1000 ციკლი).

Li-Ion -აკუმულატორების დამუხტვის რეჟიმები შეგვიძლია წარმოვადგინოთ გრაფიკების სახით:

1) სტანდარტული დამუხტვა – როცა აკუმულატორი იმუხტება ნომინალური ტევადობის (C) - 1/10-დენით. ხანგრძლივობა 15 სთ-მდე. (ნახ.3.)

2) დაჩქარებული ანუ "დელტა Δ" დამუხტვა – როცა აკუმულატორი იმუხტება ნომინალური ტევადობის ტოლი დენით. ამასთან, კონტროლდება ძაბვა.(ნახ.4.)



ნახ.4 დელტა (Δ) დამუხტვის მრუდი

ლიტერატურა

1. შორენა ფხაკაძე „ელექტრული და ელექტრონული წრედების საფუძველზე ჰიბრიდული ავრონომიური ელექტროენერგეტიკული სისტემების პარალელური მუშაობის ოპტიმიზაცია და მართვა“. სადოქტორო დისერტაცია. თბილისი 2013წ.
2. Celina Mikolajczak, PE Michael Kahn, PhD Kevin White, PhD Richard Thomas Long, PE Exponent Failure Analysis Associates, Inc „Lithium-Ion Batteries Hazard and Use Assessment” July 2011. <http://www.prba.org/>
3. http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_lithium_ion_batteries



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



LITHIUM-ION BATTERIES CHARGING AND DISCHARGING MODES

Pkhakadze Sh.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on explanation for what a storage battery is. There are listed its various types. Also, the paper describes the charging and discharging modes of lithium-ion batteries in general. Their advantages over other storage batteries are shown. Also, the paper describes the standard and accelerated or “DELTA A” charging process of lithium-ion batteries. There are shown graphically the discharging characteristics of lithium-ion storage batteries at different values of current and ambient temperature.

მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის მართვის სისტემის ოპტიმიზაცია

ცეცხლაძე შ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ცნობილია, რომ მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის ბრუნვის სიჩქარის რეგულირების მანევრებლები საკმაოდ გაიზარდა ელექტრული ელემენტებისა და რეგულირების რელეული კანონის გამოყენებით, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია მიკროელექტრონიკის მიღწევებთან, შედარებით უინერციო და სწრაფმოქმედი რეგულირების ბლოკების არსებობასთან და მართვაში ტირისტორების გამოყენებასთან, რამაც საშუალება მისცა შექმნილიყო პრაქტიკულად არაინერციული მართვის სქემები. ნაშრომში ნახვენება მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის სრიალის რეჟიმში მომუშავე ბრუნვის სიჩქარის რეგულირების სისტემა, რომელიც ხასიათდება მაღალი სწრაფმოქმედებით და სიზუსტით სხვადასხვა ტიპის ელექტროამძრავებში გამოყენებისას.

მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის რეგულირების სისტემებს წაეყენებათ ისეთი ძირითადი მოთხოვნილობები, როგორცაა მგრძობიარობა, რეგულირების სიზუსტე და სწრაფმოქმედება [1]. მიუხედავად იმისა, რომ მუდმივი დენის ელექტრული ძრავები ფლობენ მთელ რიგ სპეციფიკურ თავისებურებებს ავტომატური რეგულირების თეორიის საერთო დებულება შესაძლებელია სრულებით გამოყენებული იქნას მათი რეგულირების სისტემების შესაქმნელად, რომლებიც წყვეტენ ისეთ საკითხებს, როგორცაა ობიექტის და სისტემის სტატიკა და დინამიკა, ცალკეული რგოლების და მთლიანი სისტემის მახასიათებლები, მდგრადობა და ხარისხი. ამასთან დაკავშირებით იქმნება მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის ბრუნვის სიჩქარის რეგულირების სხვადასხვა ტიპის ავტომატური რეგულირების სისტემები, რომლებიც წყვეტენ ისეთ ამოცანებს, როგორცაა ოპტიმალური მართვა, ადაპტაცია და სხვა.

დღემდე არსებული მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის მართვის სისტემები სრულად ვერ აკმაყოფილებენ ისეთ თანამედროვე მოთხოვნილობებს, როგორცაა:

1. სარეგულირებელი პარამეტრის საკმარისი მგრძობიარობა;
2. ავტომატური რეგულირების სისტემის სწრაფმოქმედება, რომელიც უზრუნველყოფს მაქსიმალური შეშფოთებების აღმოფხვრას;
3. ავტომატური მართვიდან ხელით მართვაზე და პირიქით გადასვლის სწრაფი და მარტივი შესაძლებლობა;
4. მუშაობის საიმედოობა და ექსპლოატაციის სიმარტივე.

ზემოაღნიშნულთან დაკავშირებით მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის ბრუნვის სიჩქარის რეგულირების სისტემების კვლევა და დამუშავება მნიშვნელოვან სამეცნიერო-ტექნიკურ ამოცანას წარმოადგენს.

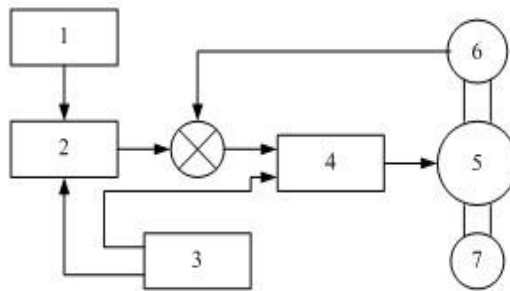
მიკროელექტრონული ტექნიკის განვითარებამ, მარტივი და იაფი იმპულსური ფო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ტოლექტრონული გადამწოდების არსებობამ, რომლებიც აღჭურვილია მართვის ციფრული სისტემებით განაპირობა მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის ბრუნვის სიჩქარის ავტომატური რეგულირების სისტემების ეკონომიური, ენერგეტიკული და ტექნიკური მახასიათებლების ამაღლება [1]. მართვის სისტემის გაუმჯობესების მიზნით შესწავლილი იქნა ელექტრული ძრავის არსებული მართვის სისტემების დადებითი და უარყოფითი მხარეები და მათი მუშაობის ოპტიმიზაციის საკითხები. სამუშაოს გეგმის მიხედვით ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის მართვის სისტემის ლაბორატორიული კვლევა, რომლის სტრუქტურულ სქემას 1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია სახე აქვს.

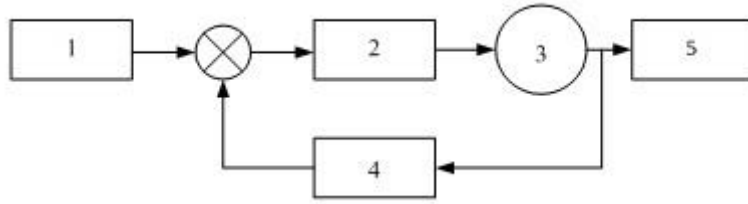


ნახ.1

სადაც 1 არის ძრავის სიჩქარის დაგდება, 2 - ე პროპორციულ-ინტეგრალური რეგულატორი, 3 - ე მართვის მოწყობილობა, 4 - ე გარდამსახი, 5 - ე მუდმივი დენის ელექტრული ძრავი, 6 - ე ტახოგენერატორი, 7 - ე ფოტოიმპულსური გადამწოდი.

ელექტრული ძრავის მართვის სხვადასხვა პრინციპებს შორის ბოლო დროს დიდი ყურადღება ექცევა მართვის ისეთ სისტემებს, რომლებშიც მართვადი ზემოქმედება წარმოადგენს მართვის სისტემის კოორდინატების და გარე ზემოქმედებების წყვეტად ფუნქციებს. გამოყენებული ავტომატური რეგულირების სისტემებიდან, როგორც ცნობილია ზუსტად ასეთ სისტემებში ნაწილობრივ შეიძლება მივიღოთ მაქსიმალური ეფექტი და ოპტიმალურობა [2]. ასეთი მართვის სისტემების კვლევა უმრავლეს შემთხვევაში ხორციელდება ფაზური სივრცის მეთოდის საფუძველზე [2]. ცნობილია, რომ წყვეტადი ზემოქმედების მართვის სისტემის სინთეზის ამოცანას წარმოადგენს ფაზურ სივრცეში ისეთი ზედაპირების შერჩევა, რომელზედაც მართვის ფუნქცია განიცდის წყვეტას [1]. ასეთი მართვის სისტემებში შეიძლება წარმოიშვას მოძრაობის სპეციფიკური სახე – სრიალის რეჟიმი [2]. მართვის სისტემაში სრიალის რეჟიმის არსებობისათვის აუცილებელია ზედაპირის ფარგლებში, რომელზედაც მართვის ფუნქცია განიცდის წყვეტას ფაზური ტრაექტორიები მიმართული იყოს ერთმანეთისაკენ შემხვედრად. ასეთ შემთხვევაში მართვის ფუნქციის ამსახველი წერტილი ფუნქციის წყვეტის ზედაპირზე მოხვედრისას ასრიალდება მასზე და შეუძლებელი იქნება სულ მცირე დროის ინტერვალშიც კი იმობრაოს ნებისმიერი იმ ტრაექტორიით, რომელიც ეხება მართვის ფუნქციის წყვეტის მოცემულ ზედაპირს, რადგანაც ყოველი წანაცვლებისას წარმოიშობა მოძრაობა, რომელიც აბრუნებს მართვის ფუნქციის ამსახველ წერტილს ფუნქციის წყვეტის ზედაპირზე [2].

მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის მართვის სისტემის დინამიკის გაუმჯობესების მიზნით ჩვენს წინაშე დაისვა მართვის სისტემის ოპტიმიზაციის ამოცანა. ქ. მოსკოვის ექსპერიმენტალურ სამეცნიერო – კვლევით ინსტიტუტში (<<ЭНИИМС>>) დამუშავდა და გამოიცადა ძრავის მართვის სისტემა სრიალის რეჟიმში მომუშავე რელეური რეგულატორით, რომლის სტრუქტურული სქემა ნაჩვენებია 2-ე ნახაზზე.



ნახ.2

სადაც 1 არის პროგრამული მაკონტროლებელი, 2 – სრიალის რეჟიმში მომუშავე რელეური რეგულატორი, 3 – მუდმივი დენის ელექტრული ძრავი, 4 – ტახოგენერატორი, 5 – გადაადგილების მექანიზმი.

ჩატარებული ექსპერიმენტალური კვლევის საფუძველზე დგინდება, რომ მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის არსებული მართვის სისტემებთან შედარებით სრიალის რეჟიმში მომუშავე რეგულირების სისტემა ხასიათდება მაღალი დინამიკური მახასიათებლებით. მართვის სისტემის სწრაფმოქმედების და სიზუსტის გაზრდით მიღწეულია გარდამავალი პროცესების ოპტიმალურობა და ელექტრულ ძრავზე დატვირთვის ცვლილებებისას მართვის სისტემის დინამიკური სიხისტე მნიშვნელოვნად გაზრდილია.

ლიტერატურა

1. Шилин А.А., Букреев В.Г Исследование оптимального и скользящего режимов управления с релейным элементом, охваченным обратной связью. Вестник томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 13(28), 2014, стр. 8.
2. Уткин В.И Скользящие режимы и их применения в системах переменной структурой. М, 1974, стр. 271.
3. Москаленко В. В. Автоматизированный электропривод. М, Энергофтомиздат, 1986, стр.416.

OPTIMIZATION OF THE CONTROL SYSTEM OF DC ELECTRIC MOTOR

Tsetskhladze M.

Georgian Technical University

Summary

It's known that the indicators of regulation of rotational speed significantly increased by using the electrical elements and the relay law of regulation. This in turn is related to developments in microelectronics, relatively non inertial and high-speed blocks and application of thyristors in control systems that enabled the establishment of practically non inertial management schemes. It's shown the rotational speed regulation system of the DC motor operating in the slipping mode, which is characterized with high speed and accuracy when used in electric drives of various types.

ბუმათჰვის წყალსაცავის ჰიდრაულიკური ბარეცვის კვლევა

ნოსელიძე ჯ., მომცემლიძე შ., კალაძე დ., ნოსელიძე გ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია მრავალმიზნობრივი დანიშნულების ბუმათჰვის I წყალსაცავის ჰიდრაულიკური გარეცხვის და ენერგეტიკული მოხმარების შესაძლებლობების პერსპექტივების შესახებ. 2016 წელს ჩატარებული საველე-საექსპერიმენტული სამუშაოებისა და ჰიდრომეტრიული გაზომვების საფუძველზე დადგინდა, რომ წყალსაცავში კაშხალთან არსებული ერთი კუნძული წაირეცხა მთლიანად, ხოლო მეორე ნაწილობრივ. წყალსაცავის სამდღიანი გარეცხვის შედეგად გარეცხილი ნატანი მასალის მოცულობა 1.5 მლნ. მ³ ტოლია, გარეცხვის შემდეგ წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობა გახდა 3.0 მლნ. მ³.



ნახ.1. გუმათჰესი I წყალსაცავის მოღამული მარცხენა ნაპირი.



ნახ. 3. მდინარე რიონის გუმათიძეს I გარეცხვის პირველი დღე. კაშხლის ზედა ბიუფი მოლამული პირველი და მეორე კუნძული



ნახ. 4 გუმათჰესის წყალსაცავი. გარეცხვის მეორე დღე



ნახ. 5. გუმათჰესის წყალსაცავი. გარეცხვის მესამე დღე



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ნახ. 5-ზე წარმოდგენილია გუმათის წყალსაცავის გარეცხვის მესამე დღე. გარეცხვის მესამე დღეს მდინარეში არსებულმა მეორე კუნძულის მარცხენა ნაპირმა განიცადა ინტენსიური წარეცხვა. თითქმის ნახევარი წაირეცხა. ამ დროისათვის მდინარის მარჯვენა ნაპირი შედარებით გააქტიურდა, შესაბამისად შესუსტდა მარცხენა ნაპირი. კაშხლის წინ ნაპირი თითქმის გათანაბრდა. (ნახ. 5) გარეცხვის სამი დღის პერიოდში ძირითადად გაირეცხა მდ. რიონის ძირითადი კალაპოტი. წყალსაცავის გარეცხილი მოცულობა სავარაუდოდ გაიზარდა 1.5 მლნ მ³-ით.

გარეცხვამდე წყალსაცავში წყლის მოცულობა შეადგენდა 1,5 მლნ. მ³. აქედან გამომდინარე წყალსაცავის გარეცხვის შემდეგ სასარგებლო მოცულობა დაახლოებით ტოლია 3.0 მლნ.მ³.

ლიტერატურა

1. Носелндзе Д.В., Шаутидзе О.Д. Натурные исследования динамики заиления водохранилища Гумати ГЭС. Материалы всероссийской научно-технической конференций "Современные проблем исследований водохранилищ". Пермь, 2005. Ст. 289-291.
2. Носелндзе Д.В., Шаутидзе О.Д., Момцемлидзе Ш.А. Исследование гранулометрического состава донных отложений по длине р. Риони. Тр. VII конференций к прибрежный зоны морей. Российский университет дружбы народов. М.: 2009. Ст. 151-156.
3. Носелндзе Д.В., Шаутидзе О.Д., Момцемлидзе Ш.А. Заиление водохранилище ладжанурской ГЭС и методы борьбы. Современные проблемы водохранилища и их водосборов том I. Труды Международной научно-практической конференции. 28 мая _ 30 мая 2013 г., Пермь
4. Носелндзе Д.В., Шаутидзе О.Д., Момцемлидзе Ш.А. Заиление водохранилище Гумати ГЭС и борьба сними. Современные проблемы водохранилища и их водосборов том I. Труды Международной научно-практической конференции. 26 мая _ 28 мая 2009 г., Пермь 108-111 с.
5. Носелидзе Д. В. Методы исследований донных наносов на участке мостовых переходов рек горно-предгорной зоны. Труды КГТУ, вып. 2 (11) _Кутаиси: 2002 , с. 64-68.
6. noseliZe j, banZelaZe b, momcemliZe S. varcixhesis wyalsacavis molamva. saerTaSoriso samecniero konferencia. mdgradi energetika: gamowvevebi da ganviTarebis perspeqtivebi. quTaisi, saqarTvelo. awsu. 2015, 61-66 gv.

INVESTIGATION OF GUMATI HPP RESERVOIR HYDRAULIC WASHING-OUT

Noselidze J., Momtsemliдзе S., Kaladze D., Noselidze G.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on the prospects for hydraulic washing-out of multi-purpose Gumati HPP I reservoir. and its use for energy purposes. Based on the field research expeditions and hydraulic measurements carried out in 2016, it has been established that one island existing in the reservoir near the dam was washed-out completely, but another one – partially. As a result of three-day washing-out of the reservoir, the volume of sediments was 1,5 mln m³, and the effective volume of the reservoir after washing-out was 3,0 mln. m³.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ელექტრული დატვირთვის ბრძოლის პროგნოზირება თანამედროვე, წინასწარმეტყველების ფუნქციების გამოყენებით

კობალიანი ნ., ზივზივაძე ო., ზივზივაძე ლ.

სტატია ეძღვნება ელექტროენერგეტიკის ისეთ უმნიშვნელოვანეს მიმართულებას, როგორცაა ელექტრული დატვირთვის პროგნოზირება ელექტროენერგეტიკულ სისტემებში. სტატიაში საუბარია პროგნოზირების როლსა და მნიშვნელობაზე და განხილულია პროგნოზირების ტრადიციული და არატრადიციული მეთოდები. სტატიაში შემოთავაზებულია საქართველოს ენერგოსისტემის ელექტრული დატვირთვის გრძელვადიანი პროგნოზირება ერთ-ერთი თანამედროვე მეთოდით.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



დით, რომელიც ემყარება წინასწარმეტყველების ფუნქციების გამოყენებას MathCad-ის სისტემაში. რაფიკებისა და ცხრილების საშუალებით წარმოდგენილია პროგნოზირების შედეგები 2021 წლამდე.

ელექტრული დატვირთვების პროგნოზირება, ელექტროენერგეტიკაში წარმოებული კვლევების უმნიშვნელოვანესი სფეროა, ვინაიდან სწორედ მასზე დაყრდნობითაა შესაძლებელი ელექტრული სისტემის პლანირების, ოპერატიული მართვისა და ზოგადად ფუნქციონირებისათვის საჭირო საინჟინრო ამოცანების ფართო სპექტრის გადაწყვეტა. კონკრეტულად, პროგნოზის საფუძველზე ხდება ელექტროენერგეტიკული სისტემის მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევა, ფასდება ამ რეჟიმების საიმედოობა, ეკონომიურობა და ელექტრული ენერჯის ხარისხი. სწორი პროგნოზი საშუალებას იძლევა, ეკონომიურად დატვირთვით ელექტრული სადგურების გენერატორები და, მაშასადამე, გააღწეონ მოვახდინოთ ელექტრული ენერჯის თვითღირებულებაზე.[1]

ელექტრული დატვირთვების პროგნოზირება შეიძლება ჩავატაროთ სხვადასხვა დროითი დიაპაზონებისათვის. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ ერთიანი ჩამოყალიბებული კლასიფიკაცია დროის აღნიშნული დიაპაზონებისათვის არ არსებობს. მაგალითისათვის, ავტორთა ერთი ჯგუფი [2] თვლის, რომ ერთი დღე-ღამის ფარგლებში პროგნოზირება ოპერატიულ პროგნოზს წარმოადგენს. პროგნოზი, რომელიც მოიცავს დიაპაზონს, ერთ დღე-ღამეზე მეტი – კვირა-თვე, შეიძლება ხანმოკლე პროგნოზად ჩაითვალოს, ხოლო პროგნოზი, რომელიც მოიცავს დიაპაზონს – თვე-კვარტალი-წელი, გრძელვადიან პროგნოზად ითვლება.

სხვა ავტორები [3] თვლიან, რომ კლასიფიკაციაში უნდა არსებობდეს ძალიან ხანმოკლე პროგნოზიც, რომელიც მოიცავს დიაპაზონს რამოდენიმე წამიდან ერთ საათამდე, გარდა ამისა, უნდა იყოს ხანმოკლევადიანი პროგნოზი ერთი საათიდან კვირამდე, საშუალოვადიანი პროგნოზი – ერთი კვირიდან ერთ წლამდე და გრძელვადიანი პროგნოზი – ერთი წლიდან 20 წლამდე დიაპაზონით. არსებობს დროითი დიაპაზონების კლასიფიკაციის სხვა მოდელებიც.

ჩვენი სტატია მიძღვნილია გრძელვადიანი პროგნოზირებისადმი და მოიცავს დროით დიაპაზონს 6 წლის ვადით 2021 წლამდე.

საგულისხმოა აღინიშნოს, რომ პირველი პუბლიკაციები პროგნოზირების თაობაზე გამოჩნდა ჯერ კიდევ გასული საუკუნის (10–20)-იან წლებში და ინტერესი ამ თემატიკის მიმართ დღემდე არ ნელდება, რაც განპირობებულია ელექტროენერჯის ბაზრის სულ უფრო და უფრო მზარდი მოთხოვნებით ელექტრული ენერჯის ხარისხის მიმართ.

დღეისათვის შექმნილია უამრავი მეთოდი და მოდელი ელექტრული დატვირთვების პროგნოზირებისათვის როგორც ტრადიციული ასევე არატრადიციული მიდგომებით. თავის მხრივ ტრადიციული სტატიკური მოდელები პირობით შეიძლება დაიყოს რეგრესიულ და დროებითი მწკრივების საფუძველზე აგებულ მოდელებად.

ახალი საინფორმაციო ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად წარმოიქმნა პროგნოზირების ახალი არატრადიციული მეთოდები, რომლებიც იყენებენ ექსპერტულ სისტემებსა და ხელოვნურ, ნეირონულ ქსელებზე დაფუძნებულ მოდელებს.

ბიოლოგიური სისტემების და მათი ელემენტების ფუნქციონირების და თვითკონტროლის მაღალი დონე და სრულყოფილება ყოველთვის იპყრობდა ტექნიკური დარგების მკვლევარების ყურადღებას, რათა ისინი გამოყენებული ყოფილიყვნენ ტექნიკურ სისტემებში. სწორედ ასე წარმოიშვა ხელოვნური ნეირონული ქსელების თეორია წინა საუკუნის 40-იან წლებში, როგორც ადამიანის ტვინის მოდელის შექმნის მცდელობა. ამ ცდის მიზანი იყო ადამიანის ისეთი თვისებების განმეორება, როგორიც არის სწავლე-



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ბის, განზოგადების და აბსტრაგირების უნარი. ფაქტობრივად, ეს არის განვითარებული "შავი ყუთის" ამოცანა.

ზემოქმედი ფაქტორების მრავალსახეობა, თვით ამ ფაქტორების პროგნოზის სირთულე, არ იძლევა შესაძლებლობას ცალსახად განისაზღვროს პროგნოზირების ოპტიმალური მეთოდი ასეთი ამოცანების ამოხსნისათვის.

ელექტროენერგეტიკული სისტემის ელექტრული დატვირთვების, მოხმარებისა და გენერაციის ცვლილებათა პროცესი წარმოადგენს დროით მწკრივს. დღეისათვის დამუშავებულია დროითი მწკრივების პროგნოზირების მრავალი მეთოდი, ისეთები როგორცაა ექსტრაპოლაციური, ეკონომიური და რეგრესიული მეთოდები, ბოქსისა და ჯენკისის მეთოდები (ARIMA- **Auto-Regressive Integrated Moving Average**, ARMA - **autoregressive-moving-average**), ექსპერტული მეთოდები, პროგნოზირება ხელოვნური ნეირონული ქსელების მეშვეობით თვითსწავლების უნარით, აგრეთვე ვეივლეტებისა და არამკაფიო ლოგიკის საშუალებებით და ასე შემდეგ.

თანამედროვე კომპიუტერული მათემატიკის სისტემებში გათვალისწინებულია შედარებით ახალი პროგნოზირების საშუალებებიც. საილუსტრაციოდ, ქვემოთ მოყვანილია გრძელვადიანი პროგნოზირების მაგალითი საწყის მონაცემთა ინტერპოლაციისა და ექსტრაპოლაციის გამოყენებით ენერგეტიკის ამოცანებში, მათი მათემატიკური მოდელების დროს.

როგორც ცნობილია, ინტერპოლაციის და ექსტრაპოლაციის ძირითადი მეთოდებია - წრფივი ინტერპოლაცია და სპლაინ - ინტერპოლაცია. Mathcad-ს გააჩნია ჩაშენებული ფუნქციები, რომლებიც მნიშვნელოვნად ამარტივებენ მონაცემთა ინტერპოლაციას და ექსტრაპოლაციას. წრფივი მონაკვეთებით ინტერპოლაციის დროს დამატებითი წერტილების ანგარიში სრულდება წრფივი დამოკიდებულებით, რაც გრაფიკულად ნიშნავს საკვანძო წერტილების ერთმანეთან უბრალო შეერთებას სწორი ხაზებით. ამისათვის გამოიყენება შემდეგი ფუნქცია:

linterp (VX,VY,x).

თუ საკვანძო წერტილების რაოდენობა მცირეა (10-ზე ნაკლები), მაშინ წრფივი ინტერპოლაცია გამოდის საკმაოდ უხეში. ამ დროს აპროქსიმაციის ფუნქციის პირველი წარმომავლიც კი განიცდის მკვეთრ ნახტომებს საკვანძო წერტილებში.

ბევრად უკეთეს შედეგებს იძლევა ინტერპოლაცია სპლაინებით. სპლაინი - არის მოქნილი სახაზავი, ლეკალე. სპლაინ-ფუნქცია - მოქნილი სახაზავის მათემატიკური მოდელია. ამ ფუნქციის განსაზღვრის არე იყოფა მონაკვეთებად, რომლებშიც სპლაინი ემთხვევა რაღაც ალგებრულ მრავალწევრს. მრავალწევრებად უმეტეს შემთხვევებში აიღება წრფივი, კვადრატული ან კუბური პოლინომები.

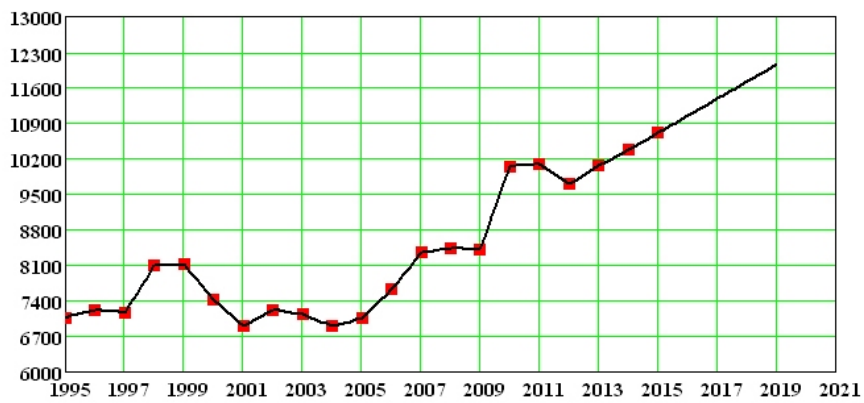
$y_x := a_0 + a_1 x$ წრფივი ფუნქცია

$y_x := a_0 + a_1 x + a_2 x^2$ კვადრატული ფუნქცია

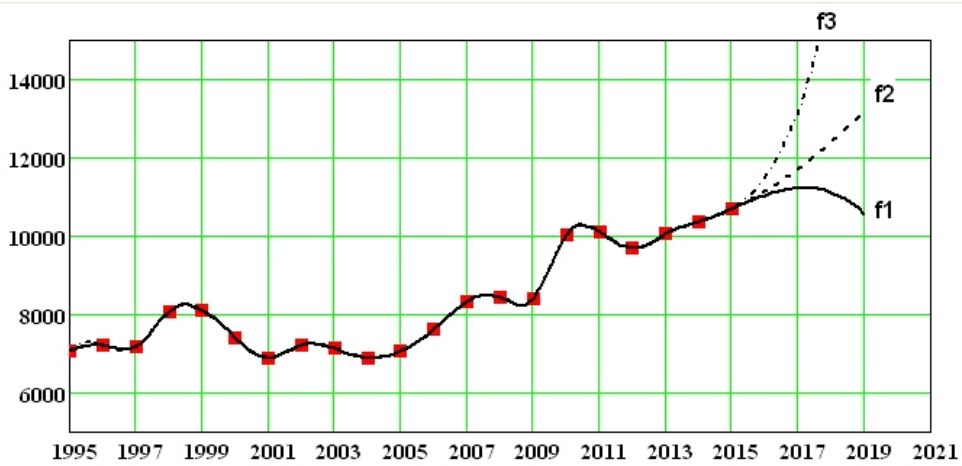
$y_x := a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$ კუბური პოლინომი

სპლაინებით ინტერპოლაციის დროს საწყისი ფუნქცია იცვლება მონაკვეთებით კვადრატული ან კუბური პოლინომებით, რომლებიც გაივლიან სამ მეზობელ, საკვანძო წერტილზე. პოლინომების კოეფიციენტები იანგარიშება ისეთნაირად, რომ პირველი და მეორე წარმომავლები იყვნენ უწყვეტი. სპლაინებით ინტერპოლაციისათვის Mathcad-ი გვთავაზობს შემდეგ ჩაშენებულ ფუნქციებს:

1. **cspline (VX,VY)** - კუბური პოლინომით;
2. **pspline (VX,VY)** - კვადრატული მრუდით;



ნახ. 1. ელექტრული ენერჯის წლიური გენერაციის წრფივი ინტერპოლაცია და ექსტრაპოლაცია 2019 წლამდე



ნახ. 2. გენერაციის სპლაინური ინტერპოლაცია და ექსტრაპოლაცია f1-წრფივი გაგრძელებით, f2-პარაბოლური გაგრძელებით, f3-კუბური გაგრძელებით,



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლაგება, და საჭირო ხდება ამ საკვანძო წერტილების შეცვლა.

პროგნოზირების შედეგები, მაღალი სიზუსტისაა, მაშინ როდესაც გრაფიკი არის მდორე, ხოლო გადაღუნვის წერტილები შეუმჩნეველი. მთლიანობაში, განსაკუთრებით კი არაწრფივი დამოკიდებულებების შემთხვევებში, ინტერპოლაცია სპლაინებით მათემატიკური მოდელირების ამოცანებში შეუცვლელია და ხშირად და ფართოდ გამოიყენება.

გარდა აღნიშნულისა, MathCad-ში გააჩნია ჩაშენებული წრფივი წინასწარმეტყველების ფუნქციები:

1. predict(v, m, n) (ნახ...)[4]

```
predict(v, m, n)
Returns a vector of n predicted values past the last element in v, based on autocorrelation coefficients of m consecutive values in a sliding window.
```

ნახ. 3. MathCad-ის ფუნქცია Predict-ი

სადაც v - არის მონაცემთა ვექტორი, m - ვექტორის ბოლოდან წერტილების რიცხვი, რომელიც გამოიყენება პროგნოზირებისათვის, n - პროგნოზირებული წერტილების რაოდენობა. ეს ფუნქცია რეალიზაციას უკეთებს ბურგის ავტორეგრესიულ მეთოდს.

2. MathCad-ის SP -გაფართოებაში (Signal Processing) დამატებული არის კიდევ ორი პროგნოზირების ფუნქცია:

- yulew (s, N) – რომელიც წინასწარმეტყველებისათვის იძლევა N რიგის ($1 < N < \text{length}(s)$) კოეფიციენტების ვექტორს იულე-უოკერის მეთოდით

```
yulew(v, n)
Returns coefficients for nth order linear prediction generated from the vector v using the Yule-Walker algorithm.
```

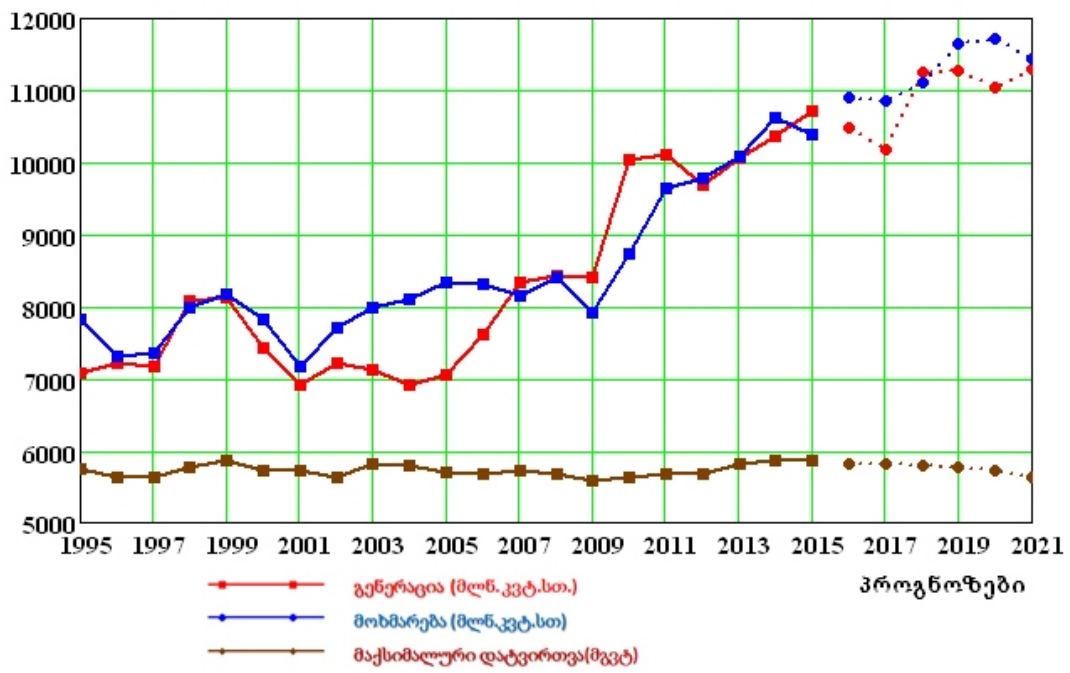
ნახ. 4.

- burg (s, N) - წინასწარმეტყველება N რიგის ($1 < N < \text{length}(s)$) ბურგის მეთოდით

```
burg(v, n)
Returns coefficients for nth order linear prediction generated from the vector v using Burg's method.
```

ნახ. 5.

ეს ფუნქციები აგრეთვე დაფუძნებული არიან ავტორეგრესიის წრფივი მოდელის გამოყენებაზე, როდესაც ყოველი შემდგომი ანათვალის განიხილება როგორც წინა ანათვლების წრფივი კომბინაცია. ფუნქცია შესაძლოა იყოს არაწრფივი და ჰქონდეს მეტად რთული ხასიათი. ფუნქცია უზრუნველყოფს N რიგის ავტორეგრესიული მოდელის კოეფიციენტების შექმნას ნამდვილი სახის მონაცემთა ვექტორისათვის s , რომელსაც აქვს n მნიშვნელობები ($n > N$). ფუნქცია აბრუნებს ვექტორს სიგრძით $N+1$, რომლებიც წარმოადგენენ წინასწარმეტყველების კოეფიციენტებს. თუ s ვექტორი შეიცავს n მნიშვნელობებს x_i , სადაც $i=0, \dots, n-1$, მაშინ მორიგი n -ური მნიშვნელობა შესაძლოა ვიპოვოთ ფორმულის მი-



ნახ. 3. ელექტროენერჯის წლიური გენერაცია-მოხმარებები და მაქსიმალური დატვირთვები საქართველოში 1995-2015 წლებში და გრძელვადიანი პროგნოზები 2021 წლამდე



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ცხრ. 2. ელექტრული ენერჯის გენერაციის პროგნოზი საქართველოს ელენერგეტიკულ სისტემაში 2021 წლამდე

წლები	2016	2017	2018	2019	2020	2021
გენერაცია- პროგნოზი (მლნ.კვტ.სთ.)	10481.8	10177.3	11245.3	11288	11045	11302.9

ცხრ. 3. ელექტრული ენერჯის მოხმარების პროგნოზი საქართველოს ელენერგეტიკულ სისტემაში 2021 წლამდე

წლები	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ელენერჯის მოხმარების პროგნოზი (მლნ.კვტ.სთ.)	10900	10866	11107.2	11639	11716.3	11435.9

ცხრ. 4. მაქსიმალური დატვირთვის პროგნოზი საქართველოს ელენერგეტიკულ სისტემაში 2021 წლამდე

წლები	2016	2017	2018	2019	2020	2021
მაქსიმალური დატვირთვის პროგნოზი (მგვტ)	1826.3	1820.8	1794.5	1760.2	1725.3	1632.9

როგორ გრაფიკებიდან, ასევე ცხრილებიდან ჩანს, რომ 2021 წლისთვის ელექტრული ენერჯის გენერაცია და მოხმარება საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში 5,3%-ით გაიზრდება, ხოლო რაც შეეხება მაქსიმალურ დატვირთვებს იგი პრაქტიკულად უცვლელი დარჩება.

ლიტერატურა.

1. Электрические системы. Т.5 «Кибернетика электрических цепей». Под редакцией В.А.Веникова. Москва, Высшая школа, 1974.
2. Меламед М.А. Современные методы анализа и прогнозирования режимов электропотребления в электроэнергетических системах //Итоги науки и техники. Серия «Энергетическиесистемы и ихавтоматизация». - 1988.- Т.4. - С.4-111.
3. Прогноз электропотребления: анализ временных рядов, геостатистика, искусственные нейронные сети / Арутюнян Р.В., Богданов В.И., Большов Л.А. и др. ОМ., 1999 (Препр. Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН; № IBRAE-99-05).
4. В.П.Дьяконов «Энциклопедия MathCad 2000i и MathCad 11» - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 832 с.: ил. – (Серия «Библиотека профессионала»).
5. <http://mathcad-help.software.informer.com/> ; <http://www.ptc.com/products/mathcad/>



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



THE LONG-TERM FORECAST OF THE ELECTRIC LOADING OF GEORGIA'S ELECTRIC POWER SYSTEM BY USING MODERN PROGNOSTICATION FUNCTIONS

Kopaliani N., Zivzivadze O., Zivzivadze L.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on such an important electric power field as forecast of the electric loading in the electric power systems. This is about the role and importance of prognostication and traditional and non-traditional forecast procedures. The paper offers the long-term forecast of the electric loading of Georgia's electric power system by using one of the modern methods, which is based on the use of prognostication functions in a MathCad system. There are presented graphically the results of prognostication until 2021.



ენერგოეფექტურობა და განახლებადი
ენერგიის წყაროები

2 ENERGY EFFICIENCY AND
RENEWABLE ENERGY SOURCES



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ენერგოეფექტურობის ბარიერები საქართველოს უნობების სექტორში

არაბიძე გ., ფხალაძე ი., არაბიძე ნ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია ყველა ის ძირითადი დაბრკოლება, რომელიც ხვდება ენერგოეფექტურობის



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ტური ღონისძიებების განხორციელებას საქართველოს შენობების სექტორში. პირველ რიგში განხილულია მარეგულირებელი და ინსტიტუციური ბარიერება. აღნიშნულია, რომ პოლიტიკის არასრულყოფილება, სამართლებრივი ბაზის არ ქონა მნიშვნელოვნად აფერხებს ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის პროცესების განხორციელებას. მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტორი ფინანსური ბარიერებია. აქ ყველაზე მძიმე პრობლემა საპროცენტო განაკვეთებია. მიუხედავად იმისა, რომ განაკვეთი 17.9%-დან (2009) 13.6%-მდე შემცირდა, ჯერ კიდევ საკმაოდ მაღალია. მიუხედავად მუნიციპალიტეტების მოტივირებისა გაზარდონ შენობების ფონდის ენერგოეფექტურობა, მათ შეზღუდული აქვთ დამოუკიდებლად მოქმედების არეალი ისეთი ფინანსური რესურსების მოსაზიდად, როგორცაა დაბალპროცენტიანი სესხები და კრედიტი. პრობლემებია საცხოვრებელ სექტორში. დაფინანსებაზე შეზღუდული წვდომა და ჩამოყალიბებული სტრუქტურების, თუ სამუშაო სტანდარტების არასრულყოფილება გაურკვევლობას იწვევს სამშენებლო და სარეაბილიტაციო პროექტების შესაძლებლობების მიმართულებით. სახეზეა ინფორმაციის ნაკლებობა ენერგოეფექტურობის უპირატესობების და განახლებადი ენერგორესურსების შესახებ. აღნიშნული იწვევს იმ ფაქტს, რომ მოთხოვნა მდგრად შენობებზე შედარებით ნაკლებია.

შენობების სექტორი ერთ-ერთია ენერგო-ინტენსიური სექტორებიდან საქართველოში, რომელსაც დაზოგვის მაღალი პოტენციალი გააჩნია ენერგოეფექტური ღონისძიებების უფრო ფართოდ დანერგვის პირობებში. მიუხედავად ამისა, ამჟამად ენერგოეფექტურობა შენობების სექტორში მთელ რიგ დაბრკოლებებს აწყდება.

ზოგადად შენობების მაღალი სეგმენტაცია სექტორთან ურთიერთობის პრობლემას ქმნის. აღნიშნული ვრცელდება საქართველოს შენობების სექტორზეც. ნაგებობები განსხვავდება ერთმანეთისაგან ენერგოინტენსიურობიდან გამომდინარე, რაც შენობის გამოყენებას, ზომას და სტილს უკავშირდება. თითოეულ შენობას აქვს, აგრეთვე, ენერჯის დაზოგვის განსხვავებული პოტენციალი და ამ დაზოგვის მისაღწევად საჭირო ხდება შესაბამისი ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარება. ეს უკანასკნელი გულისხმობს, რომ ერთი გადაწყვეტილება ყველა შენობის საჭიროებებს ვერ ერგება. გარდა ამისა, შენობების სექტორის პრობლემატიკა ძირითადად სხვადასხვა სამინისტროს პასუხისმგებლობაა. ეს ნიშნავს იმას, რომ გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ბევრი დაინტერესებული მხარეა ჩართული. აღნიშნული ზრდის ტრანზაქციის ხარჯებს შენობის დაგეგმვის, აშენების და ექსპლუატაციის კუთხით და იწვევს ინტერესთა კონფლიქტს ენერგოეფექტური ღონისძიებების განვითარებისა და გატარების თვალსაზრისით.

მარეგულირებელი და ინსტიტუციური ბარიერები

საქართველოს ხელისუფლება ამჟამად აქტიურადაა ჩართული ენერჯის დეფიციტის, ენერგოეფექტურობის და კლიმატის პოლიტიკის საქმეში. პოლიტიკის არასრულყოფილება მნიშვნელოვნად აფერხებს ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის პროცესების განხორციელებას. გარდა ამისა, სახეზეა სამართლებრივი ბაზის ნაკლებობა, რომლის დახვეწა ხელს შეუწყობდა და გააკონტროლებდა ქვეყნის შენობების სექტორს ენერგოეფექტური პროდუქტების, მასალების და განახლებადი ენერგორესურსების სტიმულირებისათვის ახალი შენობების აგებისა და ძველი ნაგებობების რეაბილიტაციის პროცესებში.

საქართველოს შენობების სექტორში ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის განხორციელების კიდევ ერთ ბარიერად ნებაყოფლობითი და სავალდებულო სტანდარტების ნაკლოვანება მოიაზრება სამშენებლო მასალებისა და სხვადასხვა ტექნოლოგიების მიმართულებით. მიუხედავად იმისა, რომ ახალ შენობებში ენერგოეფექტური ტექნოლოგიები და მასალები უკვე წარმოდგენილია, მათი მწარმოებლობა სხვადასხვაა და ეფექტურობის დონის მონიტორინგი და აღრიცხვაც ლიმიტირებულია.

საცხოვრებელი შენობების შემთხვევაში პრობლემატურია მთლიანი შენობის რეაბილიტაციის დაფინანსება, ვინაიდან ამხანაგობა არ არის კანონმდებლობით რეგისტრირებული პირი, ან გაერთიანება და არ გააჩნია კორპორატიული ქმედებების განხორციელების უფლებამოსილება [1]. გარდა ამისა არაფერი ავაღიარებულა მობინადრეებს შეუ-



ერთდღენ ამხანაგობას ან გაიღონ ექსპლუატაციის ხარჯები.

ვინაიდან ახალი პროცესები და პოლიტიკები დახვეწის პროცესშია, აუცილებელია პასუხისმგებლობების განსაზღვრა სამინისტროების მიერ მფლობელობის უზრუნველსაყოფად. აღნიშნული ხელს შეუწყობს მეტი სიცხადის მიღწევას, როგორც ეროვნულ, ისე ქვე-ეროვნულ დონეზე.

ფინანსური ბარიერები

სამშენებლო მასალების ხარჯები საკმაოდ დიდია, ენერგოეფექტური მასალები კიდევ უფრო ძვირი. სესხების საპროცენტო განაკვეთი 17.9% -დან (2009) 13.6%-მდე შემცირდა, თუმცა ჯერ კიდევ საკმაოდ მაღალია. შედარებისთვის, დიდ ბრიტანეთსა და აშშ-ში 2013 წელს საპროცენტო განაკვეთები 0.5% და 3.3%-ს შეადგენდა [2]. ასეთი სიტუაცია გარკვეულწილად უცნაურია, შეუსრულებელი სასესხო ვალდებულებების სიმცირის, გადახდისუნარიანობის შესახებ ინფორმაციის სრულყოფილების, უზრუნველყოფისა და გაკოტრების შესახებ კანონების შედარებითი სისრულის ფონზე, რასაც შეუძლია მსესხებლისა და გამსესხებლის უფლებების დაცვა და შესაბამისად სესხის გაცემის პროცესის გამარტივება. შედავითანი სესხის პაკეტების არარსებობის გამო, კრედიტის აღება ენერგოეფექტური ღონისძიებების განსახორციელებლად არამიმზიდველია, ვინაიდან მაღალ საპროცენტო განაკვეთებს შეუძლიათ საგრძნობლად გაზარდონ ენერგოეფექტურ ღონისძიებებში ჩადებული ინვესტიციების ამოღების პერიოდი.

ზოგიერთი ქართული ბანკი ენერგოეფექტური ღონისძიებების გასატარებლად მომხმარებელს სთავაზობს სესხებს ხელსაყრელი პირობებით, ღონისძიების (მაგ.: EBRD და ICF) მხრიდან აქტივობის ფონზე. სესხები ძირითადად წარმოდგენილია თანხის უკან დაბრუნების ელემენტით. თუმცა ზოგიერთ ბანკში შეზღუდულია სესხის ადმინისტრირების შესაძლებლობა და ამასთან, მარკეტინგული ღონისძიებების სიმცირის გამო ასეთი სესხების ხელმისაწვდომობის შესახებ ინფორმაცია პოტენციური კლიენტებისთვის ცნობილი არ არის. გამოკითხვებმა ცხადყო, რომ ბევრი ბანკის შეხედულებით ეს პროგრამები არ უნდა იყოს მათი პასუხისმგებლობის საგანი და ისინი უნდა იმართებოდეს სხვა ორგანიზაციების მიერ. აღსანიშნავია, რომ პოტენციური კლიენტების ინფორმირებულობის დონე ენერგოეფექტური საკრედიტო ხაზების ალტერნატიული ვარიანტების შესახებ საკმაოდ დაბალია. რიგ შემთხვევებში სესხის დამტკიცების პროცესი გახანგრძლივებულია, თუმცა, აღსანიშნავია ისიც, რომ ზოგიერთ ბანკს უკვე გატარებული აქვს ღონისძიებები დროის შესამცირებლად.

კერძო სახლების მაცხოვრებელთათვის ხარჯი ენერგიაშემცველებზე მათი თვითური შემოსავლის მნიშვნელოვანი ნაწილია, მიუხედავად იმისა, რომ კომფორტის დონე დაბალია - ძირითადად მხოლოდ ერთი ოთახი თბება. ენერგოეფექტური ღონისძიებებით სავარაუდოდ ვერ მიიღწევა ხარჯების შემცირება, თუმცა კომფორტის დონე გაიზრდება. აღნიშნულს დამატებითი უპირატესობებიც ახლავს თან, თუმცა ფინანსური მექანიზმისთვის, რომელიც ხარჯების შემცირებაზეა ორიენტირებული, მნიშვნელოვან ბარიერს წარმოადგენს.

მიუხედავად მუნიციპალიტეტების მოტივირებისა (მაგალითად მერების შეთანხმებით) გაზარდონ შენობების ფონდის ენერგოეფექტურობა, მათ შეზღუდული აქვთ დამოუკიდებლად მოქმედების არეალი ისეთი ფინანსური რესურსების მოსაზიდად, როგორცაა დაბალპროცენტიანი სესხები და კრედიტი.

ელექტროენერჯის განაწილება ხორციელდება სამი მსხვილი კომპანიის მიერ, საქართველოს ენერჯეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის (GNEWRC) მიერ დადგენილი ტარიფებით. ეს სამი კომპანია იყოფს ბაზარს, არაე-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ფექტური კონკურენციის ფონზე. არ არსებობს აგრეთვე არავითარი წახალისების მექანიზმი ენერგოეფექტურობის მიმართულებით ინვესტიციების განსახორციელებლად.

ენერგოეფექტური მასალები იყიდება, თუმცა მათი უმრავლესობა იმპორტირებულია და დამატებული აქვს იმპორტის გადასახადი, შესაბამისად, ადგილობრივად წარმოებულ პროდუქციაზე ძვირია. საიზოლაციო მასალები, როგორებიცაა პოლისტიროლის ფილები, ქვა-ბამბა და მინა ბამბა არ იწარმოება საქართველოში. თუმცა, პერლიტი, პემზა და ბაზალტი მოიპოვება ქვეყანაში და შესაძლებელია ამ ნედლეულის გამოყენება მაღალხარისხიანი საიზოლაციო მასალების საწარმოებლად. უკვე ნახსენები პრობლემა - სერტიფიკაციის და სტანდარტებთან დაკავშირებული შეთანხმებული სისტემების ნაკლებობა ხელს უშლის ამ მასალების, თუ პროდუქციის ხარისხისა და მწარმოებლურობის სათანადო დონის უზრუნველყოფას.

საცხოვრებელი სექტორი

საქართველოს საცხოვრებელი შენობების სექტორი რამდენიმე სერიოზულ ბარიერს აწყდება ენერგოეფექტურ რეაბილიტაციასთან დაკავშირებით. როგორც აღინიშნა სახლების უმეტესობა კერძო საკუთრებაა. შესაბამისად თითოეულ მათგანს ინდივიდუალური, დახურული გათბობის სისტემა აქვს და რემონტდება ინდივიდუალურად, ამავდროულად შენობის სხვა ბინებისგან დამოუკიდებლად. კომუნალური აქტივობების სტიმულირება რთულია; ძირითადი კომუნალური ინფრასტრუქტურა - როგორცაა მაგ.: ლიფტები, სავალალო მდგომარეობაშია, ვინაიდან მაცხოვრებლები ვერ თანხმდებიან ექსპლუატაციის და რეაბილიტაციის ხარჯების და პასუხისმგებლობების განაწილებაზე.

იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ამხანაგობები დაფუძნებულია ბინათმესაკუთრეთა მიერ, მათ არ გააჩნიათ იურიდიული სტატუსი და საერთო ქონებაა საჭირო სესხის დასამტკიცებლად. მიუხედავად იმისა, რომ ამჟამად საქართველოს მთავრობა ამ პრობლემაზე მუშაობს, ამხანაგობებს მაინც შეეზღუდებათ საერთო ფართობზე გასატარებელი ღონისძიებების არჩევანი. რეაბილიტაციისა და ეფექტურობის დონეებს შორის განსხვავებულობის საკითხი ბინებს შორის აგრეთვე დარჩება პრობლემად.

დაფინანსებაზე შეზღუდული წვდომა და ჩამოყალიბებული სტრუქტურების, თუ სამუშაო სტანდარტების არასრულყოფილება გაურკვეველობას იწვევს სამშენებლო და სარეაბილიტაციო პროექტების შესაძლებლობების მიმართულებით. ინფორმირებულობის დონე ენერჯის დაზოგვის საჭიროების და დაზოგვის მიღწევის გზების შესახებ, კვლავ დაბალია. ოფისები, მაგალითად ზედმეტად თბება და მაღალი ტემპერატურა ფანჯრის გაღებით რეგულირდება.

საცხოვრებელ სექტორზე ზეგავლენას ძირითადად ფინანსებთან, წვდომად ინფორმაციასთან და მოქმედ რეგულაციებთან დაკავშირებული ბარიერები ქმნის. მათი დაძლევის გარეშე საცხოვრებელ სახლებზე ორიენტირებული აქტივობების განხორციელება რთულია.

საზოგადოებრივი სექტორი

საზოგადოებრივი შენობების სექტორი გაცილებით ნაკლებ დაბრკოლებას აწყდება. ასეთი შენობები (ადგილობრივი) ხელისუფლების კუთვნილებაა და ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის განხორციელების პროცესები გამარტივებულია, რაც გარკვეულწილად განპირობებულია მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმების გაუქმების საფუძველზე გაზრდილი ინფორმირებულობის დონით ენერგოეფექტურობის მნიშვნელობის შესახებ. მიუხედავად ამისა, გამოკითხვებმა ცხადყო, რომ მუნიციპალიტეტებს, რომელთაც სურთ აქტივობების განხორციელება და ჩართულნი არიან მოლაპარაკებებში სხვადასხვა (საერთაშორისო) ფინანსურ ინსტიტუტთან, სჭირდებათ აგრეთვე ფინანსთა სამინისტროს თანხმობა სესხის ასაღებად.



ინფორმაციული ბარიერი

მართალია გარკვეული მონაცემები გახდა ხელმისაწვდომი შენობების სექტორში მანამდე განხორციელებული ინიციატივების წყალობით, სრული და სანდო ინფორმაცია შენობების ფონდის შესახებ კვლავაც არ არსებობს. არსებული მონაცემები არ არის საკმარისი პოლიტიკის განმსაზღვრელი ორგანოების, კერძო ინვესტორების, კომერციული დამფინანსებლების და მომწოდებლებისათვის მკაფიო სიგნალების უზრუნველსაყოფად.

სახეზეა ინფორმაციის ნაკლებობა ენერგოეფექტურობის უპირატესობების და განახლებადი ენერგორესურსების შესახებ. აღნიშნული იწვევს იმ ფაქტს, რომ მოთხოვნა მდგრად შენობებზე შედარებით ნაკლებია. თუმცა, ზოგიერთი, ძირითადად საერთაშორისო ორგანიზაცია ეძებს მდგრად შენობებს, ასე, მაგალითად პროკრედიტ ბანკის ახალი სათავე ოფისი აშენდა ენერგოეფექტური სტანდარტების და ევროკავშირის ხარისხის მოთხოვნების შესაბამისად [3].

ინფორმაციის ნაკლებობა, ფინანსური რისკები და ენერგოეფექტურობასთან დაკავშირებული სუსტი საკონსტიტუციო ბაზა ართულებს ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესებისაკენ მიმართულ ძალისხმევებს. ენერგოეფექტური ღონისძიებების დანერგვა საჭიროებს მაღალ ტექნიკურ შესაძლებლობებს, დაინტერესებულ მხარეთა კოორდინაციას და ხელისუფლების მხრიდან სტიმულირებას. გარდა ამისა, დაინტერესებულ მხარეთა ინფორმირებულობის გარეშე ენერგოეფექტურობის უპირატესობების შესახებ, ზემოაღნიშნული გამოწვევების მართვა უკიდურესად გართულებდა.

ლიტერატურა

1. USAID, 2012. „თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების ინიციატივის“ შუალედური შეფასება;
2. მსოფლიო ბანკი, 2013. მსოფლიოს განვითარების ინდიკატორები 2013. მსოფლიო ბანკი, ვაშინგტონი, კოლუმბიის ოლქი;
3. საქართველოს აქტიური საბანკო სექტორის და მუნიციპალური ფონდების საბაზისო კვლევის შედეგები. კვლევა განხორციელდა მდგრადი განვითარების ცენტრ „რემისის“ მიერ 2014 წლის ნოემბერში.

BARRIERS FOR ENERGY EFFICIENCY IN GEORGIAN BUILDING SECTOR

Arabidze G. Pkhaladze I. Arabidze N.

Georgian Technical University

Thesis addresses all the main barriers that hinder implementation of energy efficient measures Georgian Buildings Sector. First of all problems related to regulatory and institutional issues are discussed. It is mentioned that imperfectness of policy and lack of legal base significantly hinder implementation of EE rehabilitation. The second important factor is financial barriers. Here the main and serious problem is related to interest rates. Despite the fact that interest rates have decreased from 17.9% (2009) to 13, 6%, the rate remains very high. Despite municipalities' motivation to increase EE of their building stock, they face problems by being restricted in attracting financial resources like low interest rate loans and credits. There are problems in residential sector. Restricted access to financial resources, imperfectness of established structures and standards create uncertainty in capacity of construction and rehabilitation projects. Lack of information on energy efficiency and renewable energy advantages is evident. All the above mentioned explains relatively low demand on sustainable buildings.

CO₂ ემისიები საქართველოს შენობების სექტორში

არაბიძე გ., ფხალაძე ი., არაბიძე ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში მოცემულია საქართველოში შენობების სექტორის ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის უზრუნველსაყოფად ჩატარებული ეროვნული შემარბილებელი ღონისძიებების (NAMA) ანალიზი. NAMA 1-ს ფარგლებში განხილულია მზაობის პროგრამის 2 ძირითადი ფაზა და შეს-



IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



რულების ტექნიკური მხარდაჭერის პირობები. წარმოდგენილია სექტორული ემისიების წილი ემისიების საერთო რაოდენობაში. დადგენილი ემისიების გადანაწილება შენობების სექტორში. ნახვენებია ემისიების ჩაშლა საწვავის ტიპის მიხედვით, საცხოვრებელ სექტორში. გაანგარიშებულია CO₂-ის რაოდენობები სახელმწიფო საკუთრებაში არსებული შენობებიდან მათი ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით. დადგენილია, სიდიდით მეორე ჯგუფს ქმნის სხვა საგანმანათლებლო შენობები, როგორებიცაა უნივერსიტეტები და კოლეჯები (14%), შემდეგია კომუნალური, სოციალური და პერსონალური მომსახურებები (8%) და ჯანდაცვის და სოციალური დახმარების შენობები (7%). განათლებისა და ჯანდაცვის წილი საზოგადოებრივი შენობების სექტორის ემისიების 83%-ს შეადგენს, რაც საქართველოს შენობების სექტორის საერთო ემისიების 4%-ა.

საქართველოში შენობების სექტორისთვის ეროვნული შემარბილებელი ღონისძიებების (NAMA) ანალიზიდან გამომდინარე, ემისიები შენობებიდან ენერგეტიკის სექტორის 22,3%-ს შეადგენს და ენერჯისა და ემისიების დაზოგვის ღონისძიებების კუთხით, წარსულში მშენებლობის დაბალი ხარისხიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანი პოტენციალის მატარებელია. NAMA ორიენტირებულია არსებული შენობების განახლებაზე ენერგოეფექტურობის უზრუნველსაყოფად, გამომდინარე იქიდან, რომ შენობების წილი ემისიების საერთო მოცულობაში ყველაზე დიდია. შენობების ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესება დადებით ზეგავლენას მოახდენს აგრეთვე ეკონომიკური, ჯანმრთელობის და გარემოს დაცვის თვალსაზრისით.

NAMA წარმოადგენს საქართველოს ხელისუფლების (ეროვნული და ადგილობრივი) აქტივობის ნაწილს, რომელიც ეყრდნობა დაბალემისიებიანი განვითარების სტრატეგიასა (LEDS) და ეროვნული გადაწყვეტილების წვლილს (INDC) შენობების სექტორის ტრანსფორმაციის უზრუნველსაყოფად. საქართველო - ევროკავშირის ასოცირების შესახებ შეთანხმების მიღება და ენერგეტიკულ საზოგადოებაში დაგეგმილი გაწვევინება ავალდებულებს საქართველოს აიღოს მეტი პასუხისმგებლობა შემარბილებელი აქტივობებთან, ენერგოეფექტურობის ხელშეწყობასთან და ენერჯის მიწოდების შიდა ბაზრის რესტრუქტურისა და კავშირებით რეგიონში. პასუხისმგებლობა ხელისუფლების შიგნით ახალი შენობების ფარგლებში გამოკვეთილია, თუმცა სახეზეა სარემონტო სამუშაოებთან დაკავშირებული პასუხისმგებლობის და რეგულაციების ნაკლებობა. NAMA (NAMA 1) ითვალისწინებს აღნიშნულ ბარიერებსა და ადმინისტრაციული სტრუქტურების სისუსტეს და ორიენტაციას იღებს საზოგადოებრივ შენობებზე. NAMA-ს წინადადება მოიცავს მთლიანი შენობის აღდგენას, რომელიც, რა თქმა უნდა, უკავშირდება უფრო მეტ დანახარჯებს, ვიდრე გამაუმჯობესებელი სამუშაოების განხორციელება, როგორცაა, მაგალითად ფანჯრების შეცვლა ან დათბუნება, თუმცა ბევრად მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და სოციალური სარგებლის მომტანია.

NAMA 1-ს ფარგლებში 2 ძირითადი ფაზა მოიაზრება. პირველი ფაზა წარმოადგენს მზაობის პროგრამას, რომელიც მოიცავს საქართველოს ხელისუფლებისა და მუნიციპალიტეტების კომპეტენციების განვითარებას შენობების ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის პროგრამების დაგეგმვისა და დანერგვის კუთხით. მზაობის პროგრამა შედგება რამდენიმე კომპონენტისგან, რომელთა განხორციელებაც შესაძლებელია ტექნიკური მხარდაჭერის პირობებში:

- შენობა-ნაგებობების ფონდის სათანადო აღწერა, რაც მოიცავს ენერგოაუდიტებსა და პრიორიტეტული აქტივობების განსაზღვრას რეაბილიტაციის ფარგლებში;
- კომპეტენციების განვითარება ტექნიკური დავალების დაწერისა და შენობების ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის უზრუნველსაყოფად გამოცხადებული ტენდერების შეფასების მიმართულებით და ხელშეკრულებების გაფორმება;



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- კომპეტენციების განვითარება ტექნიკური დავალების დაწერის კუთხით ენერგოეფექტურობის ზრდის შესახებ ხელშეკრულებების გასაფორმებლად (Energy Performance Contracting – EPC) აღნიშნულ ტექნიკური დავალებაზე რეაგირების შეფასება და ხელშეკრულებების გაფორმება;
- გრძელვადიანი პროგრამების მომზადება სხვადასხვა ტიპის შენობების ენერგოეფექტური რეაბილიტაციის უზრუნველსაყოფად;
- ენერგოეფექტურობის ზრდის შესახებ ხელშეკრულებების გაფორმების პროცესის დაფინანსების/მართვის კომპეტენციების განვითარება, როგორც მუნიციპალიტეტების, ისე ცენტრალური ხელისუფლების წარმომადგენლებისთვის;
- კომპეტენციების განვითარება სარეაბილიტაციო პროგრამებისა და ენერგოეფექტურობის ზრდის შესახებ ხელშეკრულებების გაფორმების პროცესის მონიტორინგის, ანგარიშგებისა და შემოწმების მიმართულებით.

NAMA1-ს აღნიშნული ფაზის ტექნიკური მხარდაჭერა მოითხოვს ფინანსურ რესურსს და მოიცავს რეაბილიტაციის ჯგუფის ჩამოყალიბებას და გარე აუდიტების მოსაძიებელ ტენდერს საინფორმაციო-საკომუნიკაციო კომპონენტის დასანერგად. გარდა ამისა, ხელისუფლებას და მუნიციპალიტეტებს დასჭირდებათ გრძელვადიანი სესხი 18 მლნ ევროს ოდენობით რეაბილიტაციის პროცესების ენერგოეფექტურობის სტანდარტებთან შესაბამისობის მისაღწევად.

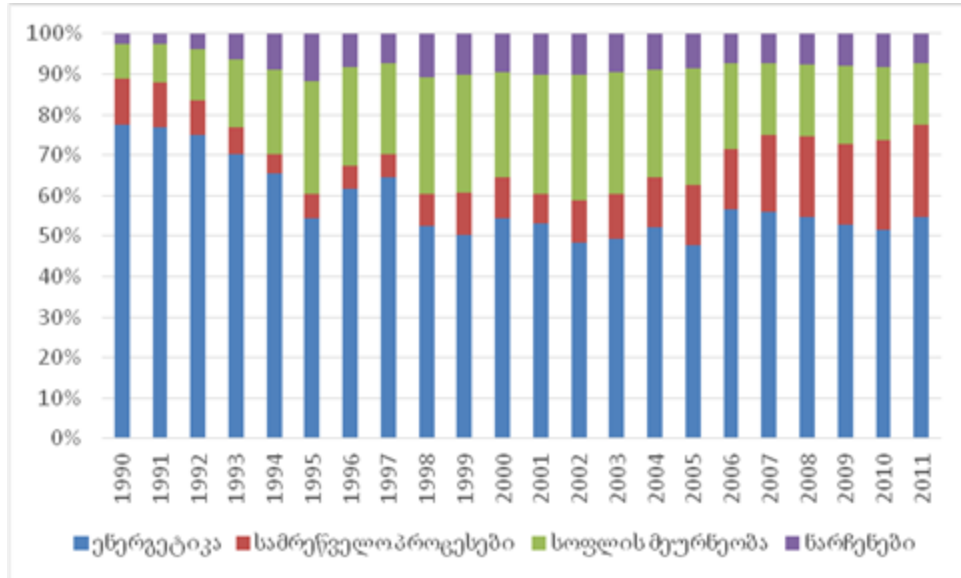
ნახ.1-ზე წარმოდგენილია სექტორული ემისიების წილი ემისიების საერთო რაოდენობაში. გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის (UNFCCC) ფარგლებში საქართველო განასხვავებს ენერგეტიკის, სამრეწველო პროცესების, სოფლის მეურნეობის და ნარჩენების სექტორებს. სექტორი - მიწათსარგებლობა, ცვლილებები მიწათსარგებლობაში და სატყეო მეურნეობა (LULUCF) გამოირიცხა. ენერგეტიკის სექტორის წილი 2011 წლის ემისიების საერთო მოცულობაში 54.7% შეადგენს (LULUCF-ს გარეშე) [1].

თავისი წილით სამშენებლო სექტორი იკავებს მეორე ადგილს სათბურის გაზების ემისიების საერთო რაოდენობაში, საქართველოს ენერგეტიკის სექტორის მასშტაბით (22.3%) სატრანსპორტო სექტორის შემდეგ. შესაბამისად, სამშენებლო სექტორი წარმოადგენს ერთ-ერთ პრიორიტეტულ სფეროს ქვეყნისთვის შემარბილებელი ღონისძიებების გატარების მიმართულებით.

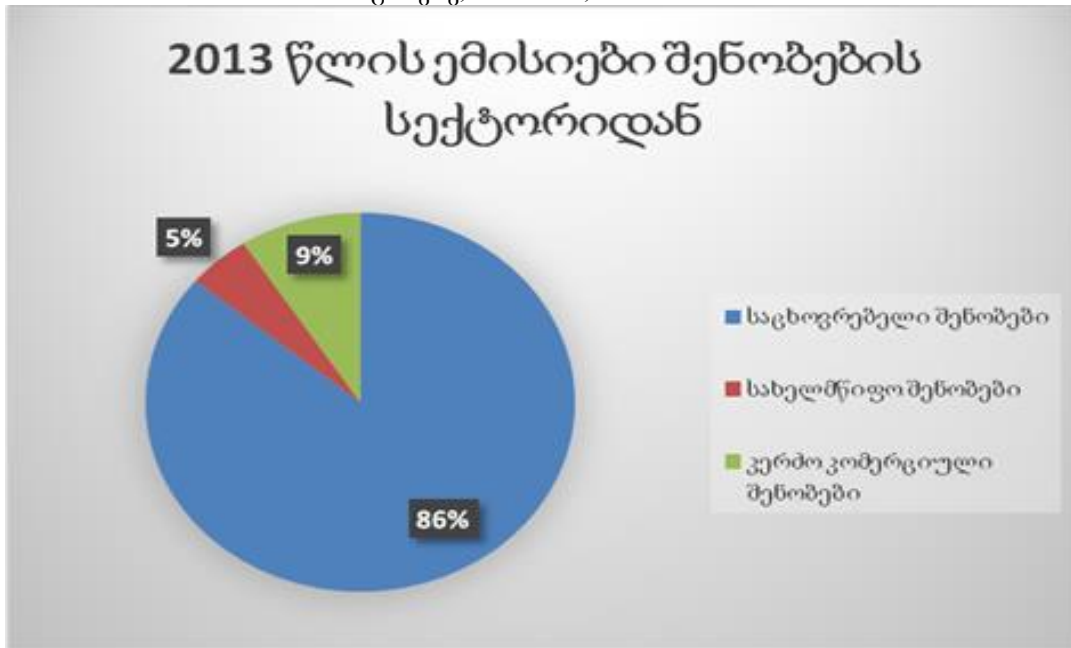
2013 წელს სათბურის გაზების ემისიების რაოდენობამ საქართველოს შენობების სექტორიდან 2,398 კტCO₂ შეადგინა. აქედან 74% უკავშირდებოდა პირდაპირ ემისიებს წიაღისეული საწვავის, ხოლო დანარჩენი 26% არაპირდაპირ ემისიებს ელექტროენერჯის გამოყენების შედეგად. შენობების სექტორის ჭრილში სათბურის გაზების ემისიების



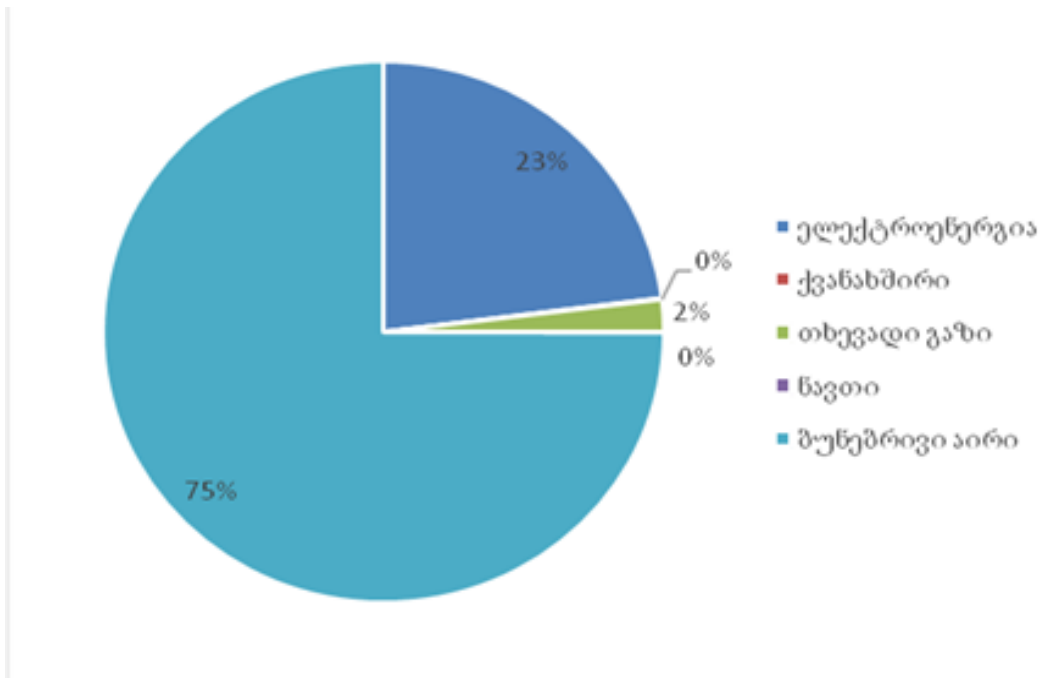
IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



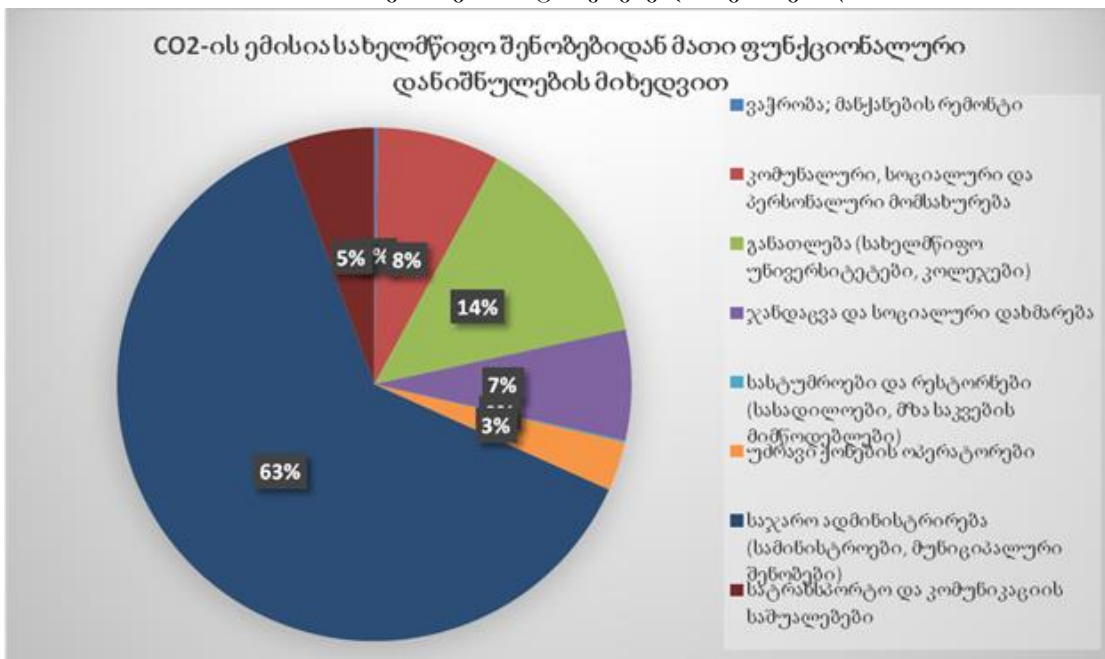
ნახ.1.სექტორული ემისიების წილი ემისიების საერთო რაოდენობაში საქართველოში LULUCF-ს გარეშე, 1990-2011; TNC 2015



ნახ.2. ემისიების გადანაწილება შენობების სექტორში TNC 2015.



ნახ.3. CO2 ემისიები საცხოვრებელი შენობებიდან



ნახ.4. CO2 ემისიები სახელმწიფო საკუთრებაში არსებული შენობებიდან



IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- საჯარო ადმინისტრირება (სამინისტროები, მუნიციპალური შენობები, სახელმწიფო უწყებები, რესურს ცენტრები, მათ შორის სკოლები)
- კომერცია; მანქანების შეკეთება და შიდა პროდუქტები
- კომუნალური, სოციალური და პერსონალური მომსახურება
- სასტუმროები და რესტორნები
- უძრავი ქონების ოპერაციები
- ტრანსპორტი და კომუნიკაცია

ნახ.4-ის მიხედვით, ემისიების უმეტესი ნაწილი (63%) საჯარო ადმინისტრირების შენობებიდან მოდის, როგორცაა სამინისტროები, მუნიციპალური შენობები, სახელმწიფო უწყებები, სკოლები და ა. შ. სიდიდით მეორე ჯგუფს ქმნის სხვა საგანმანათლებლო შენობები, როგორცაა უნივერსიტეტები და კოლეჯები (14%), შემდეგია კომუნალური, სოციალური და პერსონალური მომსახურებები (8%) და ჯანდაცვის და სოციალური დახმარების შენობები (7%). განათლებისა და ჯანდაცვის წილი საზოგადოებრივი შენობების სექტორის ემისიების 83%-ს შეადგენს, რაც საქართველოს შენობების სექტორის საერთო ემისიების 4%-ა.

არსებული შენობების ფონდი საქართველოში საკმაოდ მრავალფეროვანია, კონსტრუქციის ტიპებისა და ფუნქციების თვალსაზრისით და მოიცავს მეოცე საუკუნის საბჭოთა ეპოქის და აგრეთვე შემდეგი პერიოდის შენობებს. ვინაიდან მოსახლეობის 53% ცხოვრობს ურბანულ რეგიონებში, ხოლო 47% სოფლის ტიპის დასახლებებში, განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით საცხოვრებელი შენობები გამოირჩევა. შენობების ფონდის სრული აღწერა ჯერ-ჯერობით არ მოიპოვება. თუმცა, ქალაქის მასშტაბით გარკვეული ინფორმაციებისა და მონაცემების მოძიება მოხერხდა. ამ ნაწილში წარმოდგენილი აღწერა ძირითადად ეყრდნობა 15 ქალაქში [2,3] (მათ შორის, საქართველოს 6 დიდ ქალაქსა (თბილისი, ქუთაისი, ბათუმი, რუსთავი, ფოთი და გორი) და 4 შედარებით პატარა ქალაქში (ზუგდიდი, თელავი, ახალციხე და ზესტაფონი) ჩატარებულ გამოკითხვას. ამ ქალაქებიდან 5 განიხილება მუნიციპალიტეტად, ესენია: გორი, ზუგდიდი, თელავი, ახალციხე და ზესტაფონი. სულ გამოკითხულთა რიცხვი 2, 459, 000 ადამიანს შეადგენს, ანუ საქართველოს მოსახლეობის 55%-ს.

ლიტერატურა

1. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება, თბილისი, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, 2015, გვ. 288;
2. www.mitigationpartnership.net/gpa;
3. EC-LEDS პროექტის პირველი კომპონენტის ნაწილი.

CO₂ EMISSIONS IN GEORGIAN BUILDINGS SECTOR

Arabidze G. Pkhaladze I. Arabidze N.

Georgian Technical University

Summaey

The thesis represents the analysis conducted in the framework of Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMA) study, for ensuring energy efficient rehabilitation of Georgian building sector. In the framework of NAMA 1, two main phases of Readiness program and technical support conditions for implementation are discussed. Sector's emission share in total emissions trend is presented. Emissions within buildings sector are categorized. Emissions break down according to fuel types in residential sector is presented. CO₂ quantities in state-owned buildings according to their functional relevance are presented. As it is already defined, the second large group is educational buildings such as universities and colleges (14%), social and personal services (8%), health protection and social assistance buildings (7%). Educational and health protection share in public buildings sector emissions constitutes 83% that is 4% of Georgia's total building sector emissions.



PRINCIPLES OF CONTROL FOR EFFICIENCY
OF THE ENERGY USED IN A ROOM

Y. Akgüney

Department of Energy Systems Engineering, Ereğli Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Necmettin Erbakan University, 42310, Ereğli / KONYA, TURKEY.

The aim of this study was to evaluate the control method for use in an environmental room with minimum energy to be conditioned. System variables for this purpose; temperature, humidity, air velocity and air mixture ratio. Control methods are used for system analysis. Providing the comfort conditions and equipment are reviewed to minimize energy use. Conventional controls, they work independently control variables. Thus they provide an environmental chamber to hold the comfort zone. The new and modern controls, manages to control variables and control at the same time together. Energy expenditure is minimized. Modern and advanced control systems in terms of energy savings compared to conventional control system that offered superior. Modern control method, in an environmental room will be air conditioned, in the amount of comfort. It does this with minimal energy use. So here, using cheap and convenient electronic control devices, energy consumption is minimized. At the same time it is achieving the required comfort conditions. An environmental zone to be conditioned, can be controlled by modern and advanced control systems. This situation is described in this study. Here, scientific methods of a control room engineering are discussed. Principles and positions about it are presented. This study has shed light on the optimal control design.

1. INTRODUCTION

This work laid the foundations of the past [1, 2, 3]. System developed with analog simulation [4, 5] or by analytical methods. [6, 7]. Then, using a simplified frequency response [8]. Energy saving was ensured only with temperature control [9, 10]. Enthalpy by C.E. Bullock control mechanism was developed. None of these studies have failed to keep the room in the comfort zone. These studies further taken by A Kaya is achieved by keeping the energy minimization of the volume of your comfort zone [11, 12]. This study was developed on A Kaya model.

The work being done here is to demonstrate the application of modern control methods for energy saving principles. Presented system, heating / cooling, humidification, fans and damper comprises motor. They are a classic room equipment d to be conditioned. The optimization techniques to our energy use mini and kept within the comfort zone of the system is performed. Comfort zone is shown in Figure 1. These limits are set by ASHRAE [13].

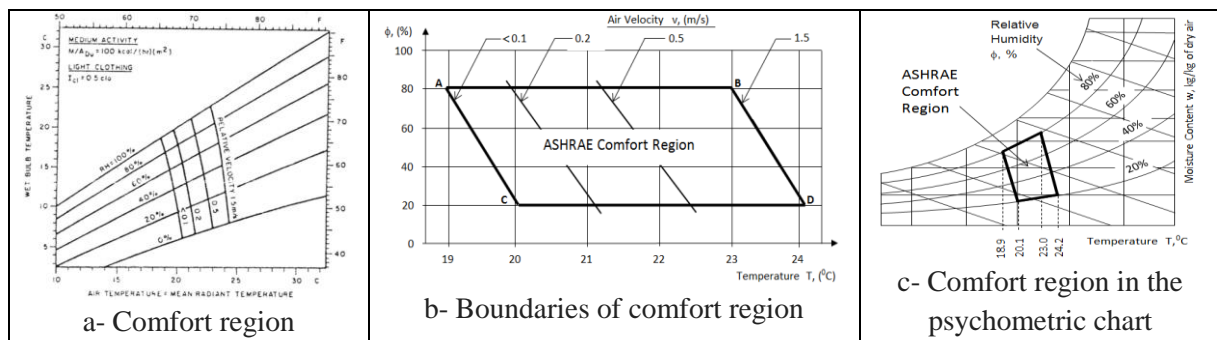


Figure 1. Comfort region of medium activity and light clothing [13].

Temperature and relative humidity measured in the internal and external conditions. Mixing ratio with air velocity is also taken into account. With the help of computer has the minimum energy point of your comfort zone. Temperature and relative humidity are determined through these optimum values. Feedback control, these values are edited on the basis for the use of minimum energy.

2. AN ENVIRONMENTAL ROOM



An environmental room will be conditioned, it has been established in experimental conditions [14]. Experiment room 1.8 m height, 2 m long and 1 m wide, was hand made from chipboard. Room air conditioning are standard equipment are located. Room a side view is shown in Figure 2a. In the system, the rotating air and outside air control is provided by a two-position dump. Air flow for the fan. Heating process performs heater disposed channel. Moisture-making process, the water fountain placed in the channel is made by way of spraying

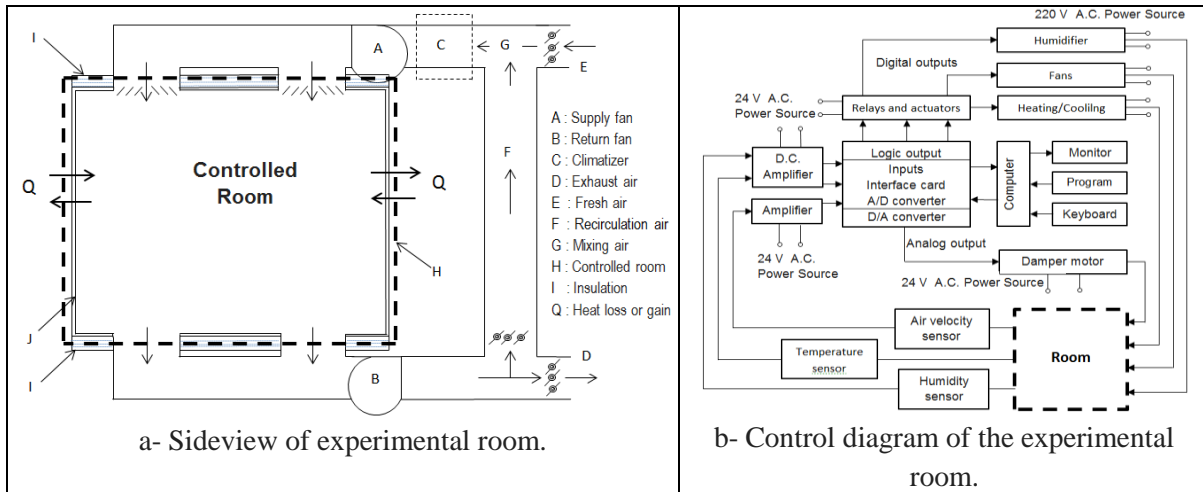


Figure 2. Sideview and general control diagram of the experimental room [14].

3. CLASSIC (CONVENTIONAL) CONTROLS

Room with a heating / cooling device is placed. A humidistat is placed in the return air duct and independently controls the moisture from the thermostat. Classical controls the return air is completely activated again. Temperature 21 °C and 40% relative humidity in winter conditions, the summer temperature is 24 °C and relative terms in what is determined as 50%. The air conditioning equipment control, giving power to the coil is provided by thermostat and humidistat. It is located in a typical system [11, 12].

4. OPTIMAL CONTROLS

Optimal control system uses the same hardware and control equipment. Relay pin connections, by making according to the conventional control method, performed in a computer control. Transmitted through the relay output inverters and energy are applied to the computer. Consequently the overall control loop diagram of the computer shown in Figure 2b. Air velocity with indoor and outdoor temperature and relative humidity, measured for optimum control. This output is taken as variables volts. System by applying appropriate and modern control theories are controlled by the computer..

5. CALCULATION OF ENERGY

<p>a. Determination Energy efficiency.</p> $n_e = \frac{\text{Energy use}}{\text{Energy load}} \quad (1)$	<p>b. Calculate energy cost efficiency.</p> $n_c = \frac{\text{Energy cost}}{\text{Energy load}} \quad (2)$	<p>c. Calculation of energy load.</p> $Q = \sum_{i=1}^{\infty} K_i S_i (T - T_i) + k g (v_a) h \quad (3)$ <p>Energy cost = Σ (energy used, kJ)(Energy cost, \$/kJ)</p>
<p>d. Energy use function: $\varepsilon(f, q, m) = e_1(f) + e_2(q) + e_3(m) \quad (4)$</p>		



6. COMFORT CONDITIONS

Multivariate mathematical model of the dynamic behavior of the system is installed. This model is developed within some limitations. Ensuring comfort conditions with these limitations is the most important limitation. Comfort equation was developed and adopted by ASHRAE modified form it is as follows [13].

$$f(I_{cl}, f_{cl}, D_w, \eta, v_r, v, T, P_w, T_m) = 0 \quad (5)$$

The first four parameters can be given as values for the activity and clothing requirements and is considered stable. In most cases can be written as T_m and v_r are variables respectively T and v terms, or may be equal. Also it is used for P_w variable w . Even P_w value of ϕ can be written in easily breed.. In that case, the comfort of the rooms will look like equality or comfort requirements. For a given garment and activity conditions, the general equation can be reduced to a function of three variables can be rewritten as follows. [11, 12].

$$f_m(v, T, \phi) = 0 \quad (6)$$

Figure 1a comfort zone for moderate activity and light clothing has been adopted by ASHRAE. Limits of the comfort zone are shown in Figure 1b.

7. DETERMINATION OF COMFORT REGION

Figures 1a and 1b as shown in the comfort zone, $0.20 \leq \phi \leq 0.80$, $0.1 \text{ m/s} \leq v \leq 1.5 \text{ m/s}$ it is limited by. Comfort conditions, provided that it is determined to stay in the region ABCD shown. To ensure comfort conditions need to provide specific air velocity in the given T and ϕ values. This correlation can be taken from ASHRAE publication. Until the ABCD comfort of diagonal v , ϕ and T are given below [14].

$$A = (0.10, 0.80, 18.90); B = (1.50, 0.80, 23.00); C = (0.10, 0.20, 20.10); D = (1.50, 0.20, 24.20)$$

$$\text{A-B between: } \phi = 0.80; \quad 0.10 \leq v \leq 1.50, \quad v = 0.01863 T^3 - 1.07493 T^2 + 20.75681 T - 134.03082 \quad (7)$$

$$\text{C-D between: } \phi = 0.20; \quad 0.10 \leq v \leq 1.50, \quad v = 0.02253 T^3 - 1.39050 T^2 + 28.70684 T - 198.10089 \quad (8)$$

$$\text{A-C between: } v = 0.10; \quad 0.20 \leq \phi \leq 0.80, \quad T = -0.0185 \phi + 20.44 \quad (9)$$

$$\text{B-D between: } v = 1.50; \quad 0.20 \leq \phi \leq 0.80, \quad T = -0.0194 \phi + 24.56 \quad (10)$$

m and q the energy index has a value of is as follows. [11, 12].

$$m = \left(w - \frac{0.622 \phi_a \alpha e^{\beta T_a}}{p - \phi_a \alpha e^{\beta T_a}} \right) \frac{348.289 A v (1-r)}{\bar{T} + r(T_a - T)} \quad (11)$$

$$q = \frac{348.289 A v (1-r)}{\bar{T} + r(T_a - T)} [c_{pa}(T - T_a) + w \{c_{pw}T + h_g - \frac{0.622 \lambda_a}{p - \lambda_a} (c_{pw}T_a + h_g)\}] + K S (T - T_a) \quad (12)$$



8. DEFINING THE OPTIMAL CONTROL PROBLEM

Optimal control problem consists of two stages.

- 1- The control vector must be determined so that a minimum of energy use for given external conditions and proportions. Founded done in 30 minutes as a static optimization of this procedure is appropriate for this system. Founded done in 30 minutes as a static optimization of this procedure is appropriate for this system.
- 2- Disturbance of the vector control and thus requires replacement, it must be replaced with the specified value so as to minimize the performance criteria defined around. Dynamic optimization, calculated at the end of this period are canceled and a control vector magnitude 5 minutes must be sent to the system. Near optimum conditions calculated to remain in the first phase of the system, feedback control is required. To feedback-control the energy consumption must be minimized. In this case, the step of determining the optimal feedback gain of the system linearized model.

8.1 STATIC OPTIMIZATION

Energy use, outdoor, return is calculated for air ratio and room conditions. If the outside air in the comfort zone, so it should be mixed with room air. In this case, the use of energy ($q = 0$, $m = 0$) can stay in the comfort zone. Outside air is usually outside of the comfort you are eligible for the minimum energy consumption, v , T and ϕ variables fall within the boundaries of your comfort zone. These guidelines limit the optimum value on the basis of comfort, located using research methods. The following actions will lead us to the optimal solution.

- a- Are known values T_a and ϕ_a .
- b- Figure 1b and as set forth by equation (7) and (10) a selected point on the limits defined. $0 \leq r \leq 1$ staying in increased limits apply. Equation for each value of r (11) and (12) using q and m , equation (4) using the found. Wherein the minimum ε and has a corresponding value of r .
- c- Will be moving over the border point and b same as in small increments is frequently repeated. ε is selected among those found in b .
- d- As a result, the minimum value of ε and the corresponding, v , T , ϕ and r obtain the optimum value.

8.2 DYNAMIC OPTIMIZATION

By controlling power with feedback control to ensure optimum conditions minimized. Optimal feedback linear regulator problem, the linearized model is developed for and applied. If the outside air is considered fixed in a short time, or are utilized to $y_a = 0$. This is generally considered to bring the situation there is no loss. or it included as variables. y_a variable is determined.. A change in the weather conditions is also to be noticed, a new optimal value calculated for optimum steady state. The solution of the optimal linear regulator problem, available in standard workbook. The problem described here represents a special case of the general problem. Making the optimal control is possible with analog devices. When calculating the digital control it is greatly reduced.

9. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the research is on using computers to minimize energy use. It can provide the necessary comfort when it was also shown. Usually classic controls are conditioned to room amounting to a region within the comfort zone. Thus, significant energy savings can also be achieved. However, comfort has not been achieved with conventional controls. Methods discussed herein, as well as provide the energy minimization and desired comfort conditions. Possible errors in manipulating the system normalization is. The differences between the classic and the modern controls some value can be caused



by the humidity in the air variables and possible miscalculation. In the long term, the system is used, the average are received and comparisons are built not seen a major error. Consequently, a significant advantage compared with conventional control methods, optimum control methods are seen. This ultimately means that significant energy savings. Energy savings achieved in classical and optimal control, direct and obvious. These studies and research in the real scale of the building and should be applied in particular in developing commercial buildings. It is possible to create a system in terms of energy savings. Significant energy savings are obtained with static optimization. Static optimization, belongs solely to the control system at the point of believing defined comfort zone. The use of a feedback for it are also required.

Using optimal control methods such as adaptive control, self-tuning control and fuzzy control, provided comfortable conditions in a room to be air conditioned. Doing so, it is necessary to save energy. But this work should be continued and developed in the real environment by making the exergy analysis.

10. SYMBOLS

A	: Room cross section, (m ²)	r	: Air mixture ratio
c _{pa}	: Air specific heat, (kJ/kg K)	S	: Room area, (m ²)
c _{pw}	: Specific heat of water vapor, (kJ/kg K)	S _i	: Wall area, (m ²)
D _u	: Heat generation of body per unit area	T	: Room temperature, (°C)
d	: Exit the room air flow, (m ³ /s)	\bar{T}	: T + 273.15
e ₁ , e ₂ , e ₃	: Energy functions	T _e	: Mixed air temperature, (°C)
f	: Total air flow, (m ³ /h)	T _i	: Temperature of the outer surface, (°C)
f _{cl}	: Clothing function	T _m	: Room average radiation temperature, (°C)
f _e	: Fresh air flow, (m ³ /h)	T _w	: Water temperature, (°C)
f _m	: A function	U _i	: Heat transfer coefficient, (kJ/m ² h°C)
f _r	: Return air flow, (m ³ /h)	u	: Control vector, [f _e , q, m] ^T
f, q	: Nonlinear vector functions	v _a	: External wind velocity, (m/s)
g	: A function	v	: Air velocity, (m/s)
h	: Room air enthalpy content, (kJ/kg)	v _r	: Relative velocity of the air and the human body., (m/s)
h _g	: Specific enthalpy of water vapor, (kJ/kg)	w	: Moisture content, (kg moisture/kg of dry air)
h _w	: Enthalpy of the water, (kJ/kg)	y	: Output vector, [d, T, φ] ^T
I _{cl}	: Heat transfer resistance of the garments, (m ² h°C/kJ)	y _a	: Environmental vector, [v _a , T _a , φ _a] ^T
k	: Infiltration coefficient	y _e	: Fresh air vector, [v _r , T _r , φ _r] ^T
m	: Humidity control variable, (kg/h)	φ	: Relative humidity, (%)
n _c	: Cost of energy efficiency	α	: Constant, (Pa)
n _e	: Efficiency of energy.	β	: Constant, (1/°C)
P	: Atmospheric pressure, (kPa)	ε	: Energy function
P _w	: Partial pressure of water vapor in humid air, (kPa)	η	: Ratio of heat production rate of the human body mechanical power.
Q	: Heat loss, (kW/h)	λ	: φ α e ^{βT}
q	: Heat control variable, (kJ/h)		

REFERENCES

1. Severns, W. H., Fellows, J. R., "Air Conditioning and Refrigeration", John Wiley, N.York, 1958.
2. Threlkeld, J. L., "Thermal Environmental Engineering", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1962.
3. Haines, R. W., "Control Systems for Heating, Ventilating and Air Conditioning", V.N.R, 1971.
4. Nelson, L. W., "The Analog Computer as a Product Design Tool", ASHRAE Journal, 1965.
5. Magnussen, J. L., "Analog Computer Simulation of an Air Conditioning System in a Commercial Building Incorporating Yearly Weather Data", Building Science Series 39SD, G.P.O., 1971
6. Zermuehlen, R. O., Harrison, H. L., "Room Temperature Response to a Sudden Heat Disturbance Input", ASHRAE Journal, pp. 25-29, 1965.
7. Hemmi, P. I., "Temperatur Ubertragungs Verhalten Durchstromter Raume, PhD Thesis, S.Z, 1967.



8. Kaya, A., "Analytical Techniques for Controller Design", ASHRAE Journal, pp. 35-39, 1976.
9. Nelson, L. W., Tobias, J. R., "Energy Savings in Residential Buildings", ASHRAE J., pp. 38-45, 1974.
10. Bloomfield, D. P., Fisk, D. J., "The Optimization of Intermittent Heating", Rep.No.PD63.76, 1976.
11. Kaya. A., "Optimum Control of HVAC System to Save Energy", Proceedings of 8th IFAC Triennial World Congress, pp. XXII-A1 to XXIII-150, Kyoto, Japan, 1981.
12. Kaya. A., et al., "Optimum Control Policies to Minimize Energy Use in HVAC Systems", ASHRAE Transactions, Vol. 88, No. 2-2714, pp. 235-248, 1982.
13. "ASHRAE Handbook of Fundamentals, Chapter 7", Physiological Principles, Comfort and Health, pp. 119-150, (Also see ASHRAE Standart 55-74),1972.
14. Akgüney, Y., "Modelling and Simulation for Control Variables of a Single HVAC Space", University of Marmara, Science Institute, PhD. Thesis, 1994.
15. Razmara. M., et al., "Optimal Exergy Control of Buildings HVAC system", Elsevier ltd., Applied Energy, pp. 555-565, 2015.

შენობების ენერგოეფექტიანობის ამაღლების შესაძლებლობები

გრძელიშვილი ა., ბარათაშვილი მ.
 აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მოსვენებაში განხილულია, საყოფაცხოვრებო და საწარმოო პლასტმასებისა და სხვადასხვა არაორგანული ნარჩენების ცივად დამუშავებით (დაქუცმაცება, დაღერღვა, დაფქვა) მიღებული მასის გამოყენებაზე სამშენებლო დანიშნულებით, კერძოდ როგორც შემავსებელი ენერგოეფექტიანი საკედლე ბლოკის წარმოებისათვის. აღსანიშნავია რომ, შენობების ენერგოეფექტიანობის ამაღლებასთან ერთად, წარმოებს როგორც პლასტმასის ნარჩენების ასევე სხვადასხვა არაორგანული საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გამოყენება, ამით კი საგრძნობლად მცირდება გარემოზე ამ ნარჩენების უკონტროლოდ გავრცელების შედეგად გამოწვეული ზიანის ოდენობა, ხოლო თვით ტექნოლოგიური პროცესი აღნიშნული ნარჩენების დამუშავებისა არ ხასიათდება გარემოზე მავნე ზემოქმედებით.

ენერგო მატარებლებზე ფასების ზრდა, ტრადიციული განახლებადი წყაროებიდან ენერგო რესურსების მოწოდებაში მოსალოდნელი სირთულეები, აუცილებელს ხდის აქტიურად იქნას გამოყენებული განახლებადი ენერჯის წყაროები და ეფექტურად იქნას მოხმარებული ენერჯის არსებული რესურსები. ენერჯის ეფექტური გამოყენება სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში მნიშვნელოვანია და ეს პრობლემა სამშენებლო ინდუსტრიისათვის განსაკუთრებულ აქტუალურობას იძენს., აღსანიშნავია რომ სამოქალაქო სამშენებლო ობიექტების ექსპლუატაციისას ენერგო ეფექტიანობას გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება, სეზონის მიხედვით შენობის გათბობასა და გაგრილებისთვის საჭირო ენერჯის ხარჯები როგორც ფიზიკური ასევე იურდიული პირებისათვის ბიუჯეტის მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს,ამიტომ ენერგოეფექტიანი ნაგებობების მშენებლობა პრობლემის გადაწყვეტის მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს. ამ მიმართულებით კვლევების წარმოებას და შედეგების დანერგვას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა. მიღწეული კონკრეტული შედეგების გამოყენება ადგილზე ვერ ხერხდება შესაბამისი მასალებისა და ნაკეთობების ხელმიუწვდომლობის გამო, რის გამოც ადგილობრივი მშენებლობები უმეტეს შემთხვევაში მიმდინარეობს ამ სფეროში არსებული ენერგოეფექტური მეთოდებისა და ტექნიკური მიღწევების გათვალისწინების გარეშე.

მშენებლობაში, ახალი ენერგოეფექტური მეთოდების, ტექნიკური საშუალებების და ტექნოლოგიების შემუშავება წარმოებს მრავალი მიმართულებით, მაგრამ შენობების



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ენერგოეფექტიანობა ძირითადად დამოკიდებულია გარე კედლების და გადახურვების ასაგები მასალების თბოტექნიკურ მახასიათებლებზე. ამჟამად ჩვენთან ფართოდ გავრცელებული კარკასული ტიპის მშენებლობებში, მზიდ კონსტრუქციებს შორის კედლების ამოსაყვანად საკედლე ბლოკი ყველაზე გავრცელებული და გამოყენებადია, აქედან გამომდინარე აქტუალურია, მსუბუქი, სითბომედეგი სამშენებლო ბლოკის საწარმოო ციკლის შესწავლა, რომელიც მოიცავს ბლოკის საწარმოებლად საჭირო მასალების, მათ შორის თვისობრივად ახალი შემავსებლის ცემენტთან ურთიერთშეკავშირებისთვის აუცილებელი პროპორციების დადგენას და წარმოების მთლიანი ციკლის დამუშავებას. წარმოდგენილ სიახლედ ითვლება ისეთი სამშენებლო ბლოკის მომზადება რომლის შემავსებელ მასალად გამოიყენებული იქნება პლასმასის საწარმოო და საყოფაცხოვრებო არორგანული ნარჩენების, დამუშავებით (დაქუცმაცება, დაღერღვა, დაფქვა) მიღებული მასა, რომელიც წყალცემენტის ნარევეთან გამკვრივებისას იძენს სათანადო სიმტკიცეს და სავსებით აკმაყოფილებს ტექნიკურ მოთხოვნებს სამშენებლო ბლოკების წარმოებისათვის.

სამშენებლო ბლოკის თბოგამტარობის მნიშვნელოვნად შემცირების მიღწევის შედეგად უზრუნველყოფილი იქნება ზოგადად საბოლოო სამშენებლო პროდუქტის, დასრულებული სამშენებლო ნაგებობის ენერგოეფექტიანობაც, ამ დროს პროექტის მიზნის უზრუნველყოფისთვის მნიშვნელოვანია ბლოკის წარმოებისთვის საჭირო ნარევის ოპტიმალური რეცეპტის დადგენა, ყველა ნიმუშისათვის არსებული მეთოდებისა და სათანადო ახალი სახის სითბოგამტარობის საზომი ხელსაწყო გამოყენებით, უნდა მოხდეს თბოგამტარობაზე, ბლოკის სახეობების მიხედვით ექსპერიმენტული ნიმუშების გამოცდა. ექსპერიმენტული სამუშაოების განხორციელებისათვის საჭიროა პლასმასის ნარჩენების სათანადო მარაგები, ამ კუთხით მნიშვნელოვანია ქუთაისში განხორციელებული ევროკავშირის პროექტი, რომლის ფარგლებშიც მიმდინარეობს პლასმასის ნარჩენების დამოუკიდებელი შეგროვება, შესაძლებელია, მოიძებნოს საშუალებები, რათა მეორადი მიზნით შეგროვილი გამოუყენებელი პლასმასის ნარჩენები, მიღებული იქნას აღნიშნული მარაგებიდან ხელშეკრულების საფუძველზე.

ბლოკის სითბომედეგობისა და სათანადო სიმტკიცის უზრუნველყოფის მიზნით, სამუშაოების შესრულებისას, შემუშავებული იქნება პლასმასის ნარჩენების დამუშავების სათანადო პირობები, შერჩეული იქნება დასამუშავებელი, ნარჩენების ოპტიმალური ზომები, დადგინდება მიღებული მასის როგორც შემავსებლისა და წყალცემენტის ნარევის ოპტიმალური პროპორციები და ნარევის მომზადების სათანადო პირობები. გათვალისწინებული შედეგების პროგნოზირებისა და კვლევების ეფექტურად და სწორი მიმართულებით წარმართვის მიზნით, გარდა იმისა რომ, გამოკვლეული იქნა საკედლე და სატიხრე ბლოკების საცდელი ნიმუშები, განსაძღვრულია, ცნობილი „ტერივა“-ს ტექნოლოგიით, გადახურვებში გამოყენებული ჩვეულებრივი ბეტონის ბლოკების ჩანაცვლება, ანალოგიური ფორმის მსუბუქი ენერგოეფექტიანი ბლოკებით, რაც გამიწვევს გადახურვის კონსტრუქციის შემსუბუქებას მთლიანობაში და გაზრდის მის თბოტექნიკურ მაჩვენებლებს.

უკანასკნელ პერიოდში თანდათან, ვითარდება პლასმასის ნარჩენების გადაამუშავების მიზნით შეგროვება, შემგროვებელი საწარმოები არ იბარებენ ყველა სახის პლასმასის ნარჩენებს არამედ ახდენენ გადარჩევას მათი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, ამიტომ ნარჩენების მეტი წილი მაინც ხვდება გარემოში და ღია ტიპის ნაგავსაყრელებზე. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის გარემოება რომ, შენობების ენერგოეფექტურობის ამაღლებასთან ერთად, წარმოებს როგორც, პლასტმასის ნებისმიერი ნარჩენების, ისე სხვადასხვა არარგანული საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გამოყენება, ამით კი



IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საგრძობლად მცირდება გარემოზე ამ ნარჩენების უკონტროლოდ გავრცელების შედეგად გამოწვეული ზიანის ოდენობა, ხოლო თვით ტექნოლოგიური პროცესი ღნიშნული ნარჩენების დაშლაზე არ ხასიათდება გარემოზე მავნე ზემოქმედებით.

როგორც საწყისმა საცდელმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, აღნიშნული ნარჩენების დამუშავებით მიღებული მასის ცემენტთან კავშირი სავსებით უზრუნველყოფილია, საცდელი სამშენებლო ბლოკი გაცილებით მსუბუქი და სითბომდეგია ჩვეულებრივი ბეტონის ბლოკთან შედარებით, ეს ყოველივე კი, მომავალში მეცნიერული და ექსპერემენტული კვლევების ჩატარების მიზნობრივობის საფუძველს იძლევა.

ლიტერატურა

1. Фадеева Г. Д., Пыж Е. В., Железняков Л. А. Методы повышения энергоэффективности зданий // Молодой ученый. — 2014. — №2. — С. 214-216.
2. Фадеева Г. Д. Повышение энергоэффективности жилого фонда за счёт малозатратных технологий (на примере г.Пензы) [Текст] / Г. Д. Фадеева, К. С. Паршина, Е. В. Родина // Молодой ученый. — 2013. — № 6. — С.156–158.

**POSSIBILITIES TO IMPROVE THE BUILDING ENERGY EFFICIENCY
 BY USAGE OF PLASTIC WASTE**

Grdzelishvili A., Baratashvili M.

Akaki Tsereteli State University

Summary

For the prognostication of the project results, as well as for effective and proper development of the research we have studied thermal technical features of wall and partition blocks, for further replacement of the existing usual concrete blocks, produced as per “teriva” technology, with the light weight blocks which will contribute overall roofing facilitation and increase its warmth stability quality.

In recent period collection of plastic waste for the purpose of its recycling has become actual, though waste-gathering companies do not accept all kinds of plastic waste, they select them according to its chemical consistence, as a result a great part of waste is still observed outside and in open waste disposal area.

The most noteworthy in the project is the fact that together with improvement of energy efficiency in buildings, it will contribute to reduce harmful effects on the environment by utilization of all kinds of plastic waste, including inorganic household wastes, which are spread in an uncontrolled manner in the environment. Also technological process of recycling of the noted waste do not have any adverse effect on the environment.

**ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანის
 ევამტურობის ანალიზი**

გიგინეიშვილი გ., მაჭავარიანი ე., ჯიხვაძე მ., ქსოვრელი ნ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში აღწერილია ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანის თბური სქემა და თეორიული თერმოდინამიკური ციკლი. გამოყვანილია აღწერილი ციკლის თერმიული მარგი ქმედების კოეფიციენტის გასაანგარიშებელი ფორმულა და მოცემულია სხვადასხვა წნევის პირობებში გაანგარიშებული სიდიდეების შედარება კარნოს ციკლის მარგი ქმედების კოეფიციენტთან.

სამუშაო სრულდება შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო დაფინანსებით.

1. შესავალი

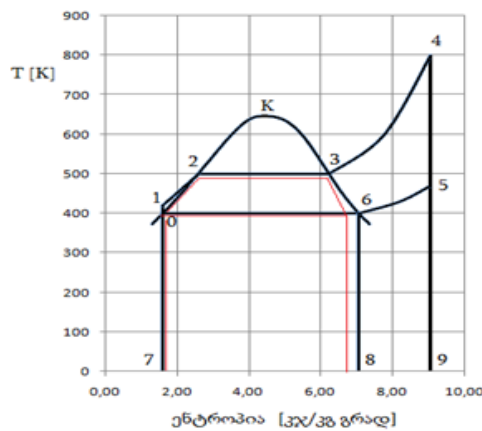
ცნობილია, რომ ორთქლის მანქანები წარმოადგენენ თბოენერგეტიკული დანად-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



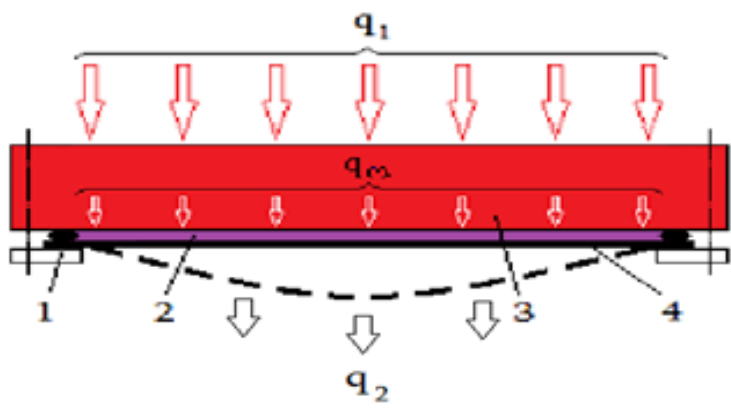
გარეობის ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს და უკვე მრავალმხივად არიან ტექნიკურად დახვეწილი. ორთქლის მანქანის ეფექტურობის ძირითადი მაჩვენებელია მისი თერმიული მარგი ქმედების კოეფიციენტი (თმქკ), რომელიც წარმოადგენს სასარგებლოდ დახარჯული სითბოს რაოდენობის ფარდობას მთლიანად დახარჯულ სითბოს რაოდენობასთან. მისი თეორიული მნიშვნელობის გაანგარიშება ხდება მანქანის იდეალური თერმოდინამიკური ციკლის მახასიათებელ წერტილებში მუშა სხეულის ძირითადი თერმოდინამიკური პარამეტრების მნიშვნელობათა მიხედვით. ამასთან ცნობილია, რომ ხსენებული პარამეტრების მნიშვნელობათა გამოყენებით აგებული თერმოდინამიკური ციკლის დიაგრამიდანაც შეიძლება ციკლის თმქკ-ს დადგენა ეგრეთწოდებული გრაფიკული მეთოდით. მაგალითად მოვიყვანოთ ორთქლის მანქანებისათვის დამუშავებულ რენკინის ციკლს, რომელიც გამოსახულია 1-ლ ნახაზზე წარმოდგენილ Ts დიაგრამაზე.



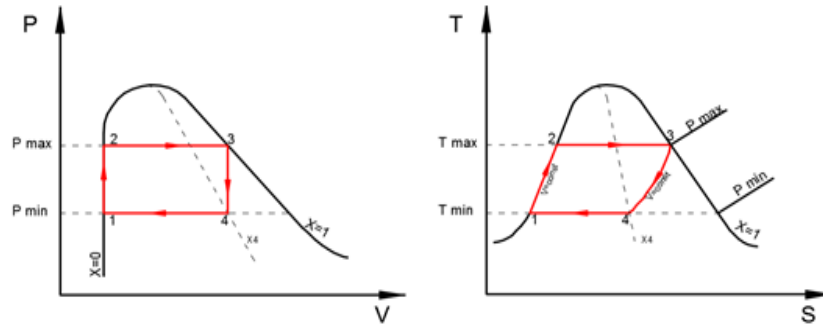
ნახ. 1. რენკინის ციკლი ორთქლძალვანი დანადგარისათვის

წარმოდგენილი რენკინის ციკლის თმქკ წარმოებაში განხორციელებულ ტექნიკურ პირობებში შეადგენს არაუმეტეს 35÷45 %-ს. დაახლოებით ეს სიდიდე მიიღება თუ 0-1-2-3-4-5-6-0 ფართობს შევაფარდებთ 1-2-3-4-5-9-7-1 ფართობთან (ნახაზის მიხედვით 0,38-ია). ხოლო თუ ციკლი მხოლოდ ტენიანი ორთქლის არეში განხორციელდება, როგორც ეს წითლად არის ნაჩვენები, მაშინ ანალოგიური ფარდობა, ანუ 0-1-2-3-6-0 ფართობი შეფარდებული 1-2-3-6-8-7-1 ფართობთან შეადგენს 0,23-ს, რაც გაცილებით დაბალია რენკინის ციკლის ანალოგიურ მახასიათებელზე და მრავალი წლის განმავლობაში ასეთი ციკლის პრაქტიკული განხორციელება არავითარ ინტერესს არ წარმოადგენდა. ამის ძირითადი მიზეზი იყო სითხის წნევის მომატების 0-1 პროცესში ტუმბოზე დანახარჯების სიდიდე, რაც მთლიანად ციკლის დაბალი თმქკ-ს პირობებში საგსებით მიუღებელი იყო.

თანამედროვე პირობებში, მძაფრი ენერგეტიკული კრიზისის ვითარებაში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯის ალტერნატიული და არატრადიციული წყაროების სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიაში დამუშავდა და შეიქმნა სითხის აორთქლება-კონდენსაციის მონაცვლეობით მიმდინარე პროცესებით მომუშავე ორთქლის მანქანა, რომლის თერმოდინამიკური ციკლი მთლიანად ტენიანი ნაჯერი ორთქლის არეშია მოთავსებული და კონსტრუქციულად ძალზე მარტივია. ის არ საჭიროებს ტუმბოს ან კომპრესორს წნევის ასამაღლებლად. ამ მიზნით გამოყენებულია საორთქლებელ ზედაპირზე სპეციალურად დატანილი კაპილარული სისტემა და წნევის მომატება ხდება კაპილარული დაწნევის ხარჯზე. ამასთან ხსენებული მანქანა არ შეიცავს მოძრავ კვან-

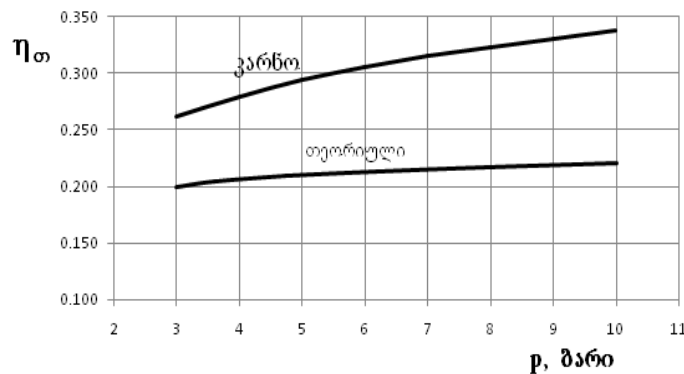


ნახ. 2. აორთქლება-კონდენსაციით მომუშავე მანქანის თბური სქემა



ნახ. 3. ტენიანი ნაჯერი ორთქლის არეში განხორციელებული იდეალური თერმოდინამიკური ციკლი Pv და Ts დიაგრამებზე

წერტილი 1 ასახავს მომენტს, როცა მუშა სხეულის კონდენსატი ეხება ამორთქლებელს, ანუ ზედა კედელს (პოზიცია 3 ნახ. 2-ზე). ამ უკანასკნელზე არსებული კაპილარული სტრუქტურა უზრუნველყოფს წნევის მატებას სითხის გათბობასთან ერთად (პროცესი 1-2). ამორთქლებელ კედელს ზემოდან სითბოს აწვდის სითბოს რაიმე წყარო და მიწოდებული სითბოს ხარჯზე ათბობს კაპილარებში მოთავსებულ სითხეს კაპილარული დაწნევის, Pmax-ის შესაბამის დუდილის ტემპერატურამდე, რასაც მოყვება კაპილარებში არსებული სითხის სრული აორთქლება ელასტიური კედლის გაბერვა და გაფართოების მუშაობის შესრულება (პროცესი 2-3). ორთქლი კონდენსირდება გაბერილი ელესტიური კედლის ზედა ზედაპირზე და წნევა ვარდება Pmin-ამდე კონდენსაციის სითბო გადაცემა გარემოს ელასტიური კედლის გავლით (პროცესი 4-1), ხოლო კონდენსატი გროვდება ელასტიური კედლის ზედა ზედაპირზე და სრული კონდენსირების შემდეგ კვლავ შეეხება ამორთქლებელს კაპილარულ სტრუქტურას, რის შემდეგაც ციკლი მეორდება. ელასტიური კედლის მეორე მხარეს არსებული გამაცივებელ საშუალებად ჩვენ პირობებში გამოყენებული გექონდა გამდინარე წყალი.



ნახ. 4. მუშა სხეულის აორთქლება-კონდენსაციით მომუშავე თბური მანქანის თმქკ-ს თეორიული მნიშვნელობების შედარება იმავე ტემპერატურულ ინტერვალში მომუშავე კარნოს ციკლის თმქკ-სთან

წარმოდგენილი ციკლის თმქკ-ს ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$\eta_t = 1 - \frac{X_4 (i''_{Pmin} - i'_{Pmin})}{i''_{Pmax} - i'_{Pmin}}$$

სადაც - X_4 ორთქლის სიმშრალის ხარისხია წერტილში 4, ხოლო i წარმოად-



გენს სითბოშემცველობას შესაბამის წნევებზე სითხისა (აღნიშნულია ერთი '-ით) და მშრალი ნაჯერი ორთქლისათვის (აღნიშნულია ორი '-ით).

ფორმულით გაანგარიშებული შედეგები მოყვანილია ნახ. 4-ზე. აქვე შედარებისათვის მოყვანილია იმავე ტემპერატურულ დიაპაზონში მომუშავე კარნოს ციკლის თმქკ-ს მნიშვნელობები.

აღსანიშნავია, რომ ზემოთხსენებულ ლაბორატორიაში დამზადებული და გამოცდილი იქნა აღწერილი თბური მანქანის რამოდენიმე პროტოტიპი, რომელთა გამოცდებმა ნათლად დაადასტურეს მათი ქმედითუნარიანობა.

4. დასკვნა

ჩატარებულმა ანალიზმა ცხადჰყო, რომ არსებული ორთქლის მანქანების თმქკ-ს რეალური მნიშვნელობები შესაბამის კარნოს ციკლის თმქკ-ს სიდიდის დაახლოვებით მესამედს შეადგენენ. ჩვენს მიერ დამზადებული აღწერილი ტიპის მანქანის თმქკ-მ 4 %-ს გადააჭარბა, რაც კარნოს შესაბამისი ციკლის თმქკ-ს მეექვსედს შეადგენს და გარკვეული მოდერნიზაციის შემდეგ კიდევ უფრო მაღალი შედეგის მიღებაა მოსალოდნელი, რის შემდეგაც გაღწერილი ორთქლის მანქანის პრაქტიკული გამოყენება უთუოდ მიზანშეწონილი იქნება.

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE STEAM-ENGINE WORKING ON A WET SATURATED STEAM **Gigineishvili G., Machavariani E., Jikhvadze M., Ksovreli N.**

Georgian Technical University

Summary

The paper describes the thermal scheme and the theoretical thermodynamic cycle of the steam-engine working on a wet saturated steam. Created the formula for calculation of the thermal efficiency coefficient of the presented cycle and comparison calculated values with efficiency of the Carnot cycle, at different pressures.

Work is funded by a grant from Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia.

ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანა

მაჭავარიანი ე., გიგინეიშვილი გ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში აღწერილია ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანის უმარტივესი სქემა და მუშაობის პრინციპი.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ წარმოდგენილი სქემით მომუშავე თბურ მანქანას შეიძლება ჰქონდეს გარკვეული პრაქტიკული ინტერესი დაბალტემპერატურული თბური ენერჯის წყაროების ეფექტურად ათვისების ამოცანების გადაჭრისას.

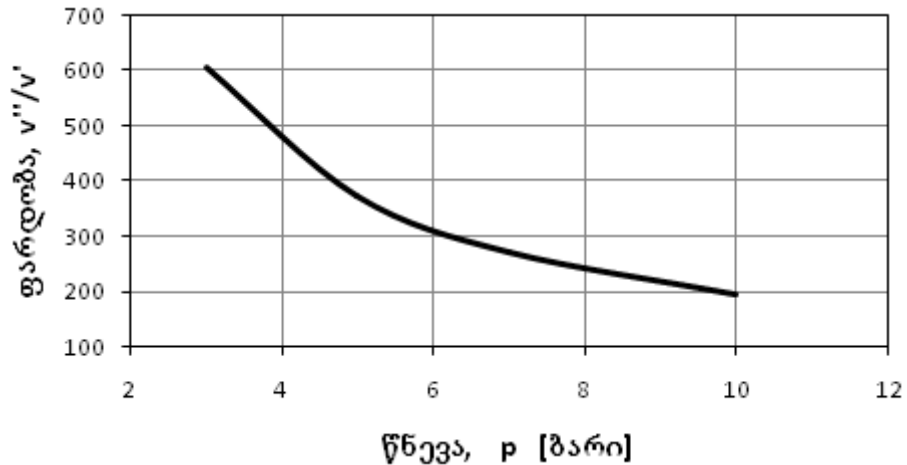
სამუშაო სრულდება შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო დაფინანსებით.

1. შესავალი

ცნობილია, რომ სითხის ორთქლადქცევაზე დახარჯული ენერჯის დიდი ნაწილი თხევადი ფაზიდან ორთქლის ფაზაში გადასვლით განპირობებული გაფართოებისას შესრულებულ მუშაობაზე იხარჯება. ატმოსფერულ პირობებში გაფართოების ეს მუშაობა გარემო ჰაერის განდევნაზე იხარჯება და ამდენად შეუმჩნეველია. მიუხედავად ამისა, აღსანიშნავია, რომ თუ რეალურ ორთქლის მანქანებში გაფართოების მუშაობის შესრუ-



ლებისას მუშა ორთქლი სულ რამდენიმეჯერ (4±6-ჯერ) ფართოვდება, ატმოსფერულ წნევაზე ორთქლის ფაზასა და სითხის ფაზას შორის მოცულობათა ფარდობა თითქმის 1600-ს შეადგენს და, რა თქმა უნდა, წნევის მატებით აღნიშნული ფარდობა კლებულობს.

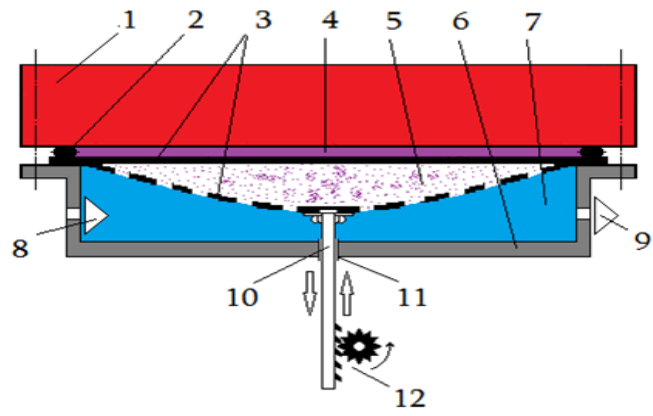


ნახ. 1. წყლის ორთქლისა და სითხის კუთრ მოცულობათა ფარდობის დამოკიდებულება წნევაზე

1-ლ ნახაზზე წარმოდგენილია მშრალი ნაჯერი ორთქლისა და იმავე წნევაზე სითხის მოცულობებს შორის ფარდობის დამოკიდებულება წნევაზე, საიდანაც ჩანს, რომ 3±10 ბარი წნევის დიაპაზონში წყლის მშრალი ნაჯერი ორთქლის წარმოქმნისას ნივთიერების მოცულობა რამდენიმე ასეულჯერ მატულობს, რაზეც დახარჯული ენერგია, რა თქმა უნდა, წნევიან ჭურჭელში სითხის თავზე არსებული გარემოს შეკუმშვის მუშაობას ხმარდება.

ამასთან ცნობილია, რომ ერთეული მასის მქონე სითხის აორთქლებაზე საკმაოდ დიდი რაოდენობის სითბო იხარჯება და ვინაიდან ორთქლადქცევის პროცესში სითხისა და ორთქლის ტემპერატურები ერთი და იგივეა, სითბოს სახით მიწოდებული ენერგია მთლიანად ორთქლის პოტენციურ ენერგიად გარდაიქმნება, რის ხარჯზეც ხდება მოცულობის ზრდა, ანუ სრულდება მუშაობა გარემოს განდევნაზე. ცხადია, რომ ნამუშევარი ორთქლი ტენიანი ნაჯერი ორთქლის არეში უნდა დარჩეს და ამ მანქანის თერმოდინამიკური ციკლიც მთლიანად ტენიანი ნაჯერი ორთქლის არეში უნდა განხორციელდეს. ამ მუშაობის გამომყენებელ თბურ მანქანაში ორგანიზებული უნდა იყოს მუშა სხეულზე სითბოს მიწოდების და მისგან სითბოს ართმევის თერმოდინამიკური პროცესები. რა თქმა უნდა, თბური მანქანის თერმოდინამიკური ციკლის განსახორციელებლად ტენიანი ნაჯერი ორთქლის არეში სითხეზე მიწოდებული სითბო სითხის აორთქლებას გამოიწვევს, ხოლო ნამუშევარი ორთქლიდან სითბოს ართმევით განხორციელდება ორთქლის კონდენსაციის პროცესი. მაშასადამე, განსახილველ ორთქლის მანქანაში უნდა მიმდინარეობდეს მუშა სხეულის, ანუ რაიმე თხევადი ნივთიერების აორთქლებისა და კონდენსაციის მონაცვლეობითი პროცესები.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, წინამდებარე სამუშაოს მიზანია აღნიშნული მუშაობის სასარგებლო მიზნით გამომყენებელი თბური მანქანის განხორციელებადი სქემის ვარიანტის დამუშავება.



ნახ. 2. თბური მანქანის პრინციპული მექანიკური სქემა



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ვით მოძრაობაში და გამოიყენებული იქნას რაიმე სახის სასარგებლო მუშაობის შესასრულებლად.

დასასრულ უნდა ითქვას, რომ მუშა სხეულის როლში დაბალ ტემპერატურაზე მადულარი სითხის გამოყენება იძლევა მაქსიმალური მუშაობისათვის აუცილებელ სითბოს წყაროდ დაბალტემპერატურული თბური ენერჯის წყაროების გამოყენების შესაძლებლობას. მაგალითად, გამონაბოლქვი აირების სითბო, ქიმიური და კვების მრეწველობის თბური საწარმოო ნარჩენები, მზის ენერჯია და ა. შ.

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ წარმოდგენილი ორთქლის მანქანის მარგი ქმედების კოეფიციენტი, სითბოს წყაროსა და გარემოს ტემპერატურათა შორის არსებული დაბალი სხვაობის გამო, მცირე იქნება. მიუხედავად ამისა, მანქანის კონსტრუქციული სიმარტივე და ნარჩენი სითბოს გამოყენების შესაძლებლობა გარკვეულად განაპირობებს მისი პრაქტიკული რეალიზაციის მიზანშეწონილობას.

STEAM-ENGINE WORKING ON A WET SATURATED STEAM

Machavariani E., Gigineishvili G.

Georgian Technical University

Summary

The paper describes the simplest scheme and working principle of the steam-engine, working on a wet saturated steam.

It is suggested, that the heat engine working on the presented scheme, may have some practical usage in process of solving problems of effective development of low-temperature thermal energy sources.

Work is funded by a grant from Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia.

**მაღალტემპერატურული სამფაზა კრიოტრონული
 გამმართველი ნახევრადგამტარული მართვით**

კოსრეიძე თ., ქადაგიშვილი გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განხილულია სამფაზა კრიოტრონული გამმართველი ნახევრადგამტარული მართვით. მოწოდებულია შეიცავს პირველად გრავნილს, შესრულებული ჩვეულებრივი სადენისაგან; მეორედ გრავნილს, შესრულებული მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენისაგან; სამფაზა კრიოტრონულ გამმართველს; სამფაზა ტირისტორულ გამმართველს, რომელიც გამოიყენება კრიოტრონული გამმართველის მართვისათვის.

კრიოტრონის გადამრთველი ელემენტი შესრულებულია აგრეთვე მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენებით, მათ შორის ლოკალიზებული მაგნიტური ელემენტით, რომელიც არსებითად ამცირებს კრიოტრონების გრავნილების ზეგამტარული სადენების ხარჯს.

დამუშავებულია მაღალტემპერატურული სამფაზა კრიოტრონული გამმართველი ნახევრადგამტარული მართვით ნახ.1. მოწოდებულია შეიცავს პირველად 1 გრავნილს, შესრულებული ჩვეულებრივი სადენისაგან; მეორედ გრავნილს 2, შესრულებული მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენისაგან. სამფაზა კრიოტრონული გამმართველს, რომელიც შეიცავს კრიოტრონებს, რომლის გადამრთველი ელემენტის გრავნილი 3 შესრულებულია მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენებით, შემავნიტების გრავნილი 4 და მართვის გრავნილი 5 შესრულებულია ჩვეულებრივი ზეგამტარული სადენისაგან [1].

კრიოტრონული გამმართველის მართვა ხორციელდება ტირისტორებით გადების α

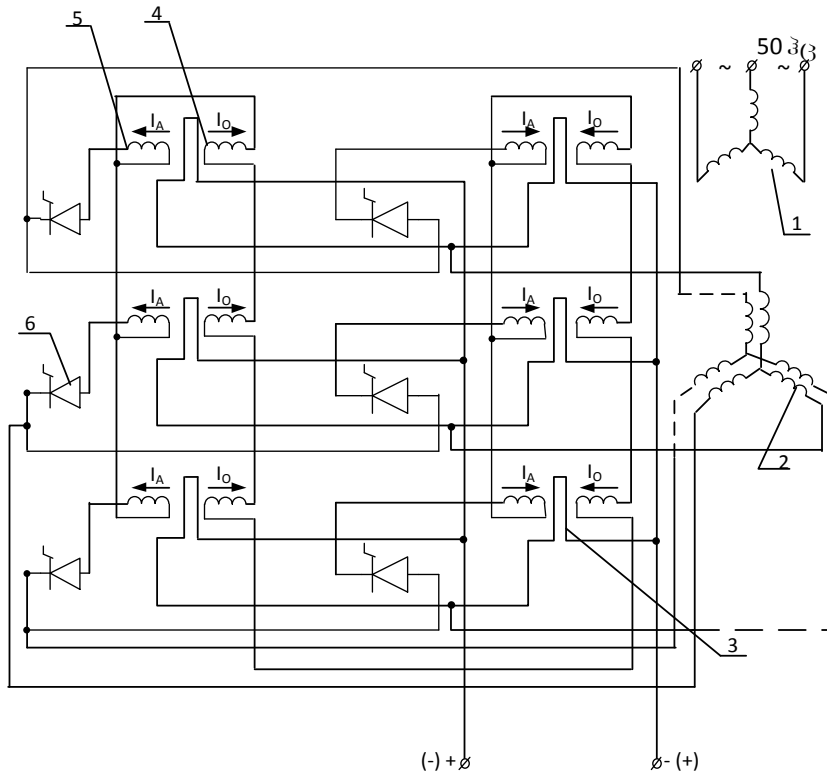


კუთხის ცვლილების გზით.

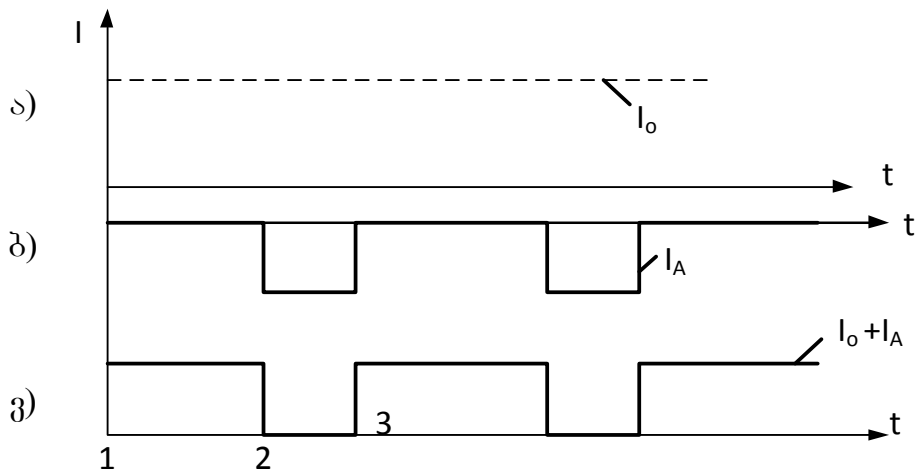
სამფაზა კრიოტრონული გამმართველი მუშაობს შემდეგი სახით [2]. პირველადი 1 გრაგნილის ჩართვით სამფაზა ცვლადი დენის ქსელში, მასში გაივლის ცვლადი დენი და სივრცეში პირველად 1 და მეორად 2 გრაგნილებში წარმოიქმნება მბრუნავი მაგნიტური ველი, რომელიც მეორადი გრაგნილის 2 ფაზებში აღძრავს ცვლად ემპ და დენებს. აღნიშნული დენები კრიოტრონული გამმართველის საშუალებით გარდაიქმნება მუდმივ დენში.

ცვლადი სიდიდეების გარდაქმნა მუდმივში კრიოტრონული გამმართველით დაფუძნებულია ზეგამტარების თვისებაზე, რომ ის ხდება ერთის მხრივ ზეგამტარი, როცა მაგნიტური ველი ნაკლებია კრიტიკულზე, და გააჩნია, მეორე მხრივ მეტად დიდი წინააღობა, როცა მაგნიტური ველი მეტია კრიტიკულზე. კრიოტრონის გადამართველი ელემენტის გრაგნილი 3 მოთავსებულია მუშა არეში თანადერძულად განლაგებული შემაგნიტების 4 და მართვის 5 გრაგნილების, განივად გრძივი ველების მიმართ შექმნილი 4 და 5 გრაგნილებით. 4 და 5 გრაგნილები შესრულებულია ერთნაირი ხვიათა რიცხვით, ხოლო მათი დამამაგნიტებელი ძალები მოქმედებენ საწინააღმდეგო მიმართულებით. ამგვარად მუშა არეში ველი შეიქმნება 4 და 5 გრაგნილების ჯამური ამპერხვევით.

ნახ. 2 ნაჩვენებია სამფაზა კრიოტრონული გამმართველის მართვის ახსნა-განმარტებითი მახასიათებლები. ყველა კრიოტრონების შემაგნიტების გრაგნილები შეერთებულია მიმდევრობით და ჩართულია ტირისტორული გამმართველის (ნახ.1) გამოსასვლელზე. ამიტომ მასში გადის მუდმივი დენი I_o (ნახ.2, ა). თითოეული კრიოტრონის მართვის 5 გრაგნილი შეერთებულია მიმდევრობით ტირისტორებთან და მათი გავლით გადის ტირისტორის ანოდის I_A დენი (ნახ.2, ბ). ამიტომ ჯამური ამპერხვევების მრუდი, რომელიც ქმნის ველს მუშა არეში, გააჩნია სახე, წარმოდგენილი ნახ.2, ვ.



ნახ.1 - სამფაზა კრიოტრონული გამმართველის პრინციპული სქემა: 1-პირველადი გრაგნილი; 2-მეორადი გრაგნილი; 3-კრიოტრონის გადამართველი ელემენტის გრაგნილი; 4-კრიოტრონის შემაგნიტების გრაგნილი; 5-კრიოტრონის მართვის გრაგნილი; 6-ტირისტორი



ნახ.2. სამფაზა კრიოტრონული გამმართველის მართვის ახსნა-განმარტებითი მახასიათებლები.

უბანზე 1-2 (ნახ.2), მუშა არეში ველი, მეტია კრიტიკულზე, კრიოტრონი არ ატარებს დენს, რადგანაც მისი გადამრთველი ელემენტის გრაგნილი გადადის ნორმალურ მდგომარეობაში ელექტრული წინაღობის დიდი მნიშვნელობით. უბანზე 2-3 (ნახ.2) შემავნიტების და მართვის გრაგნილების ამპერხევიები აკომპენსირებენ ერთმანეთს და ველი მუშა არეში ახლოსაა ნულთან, ამ შემთხვევაში კრიოტრონი იმყოფება ზეგამტარულ მდგომარეობაში, ე.ი. ატარებს მაქსიმალურ დენს. ტირისტორის ჩართვას მიმდევრობით კრიოტრონის მართვის 5 გრაგნილთან პრაქტიკულად მყისად გადაჰყავს კრიოტრონი ზეგამტარულ მდგომარეობაში, ამადლებს კრიოტრონის სწრაფქმედებას და საგრძნობლად ამარტივებს მართვის სქემას კრიოტრონული გამმართველის, განსაკუთრებით მრავალფაზა სისტემის შემთხვევაში.

ამჟამად კრიოტრონების კონკურენცია ნახევრადგამტარული გადამრთველებთან გართულელებულია ორი მიზეზის გამო.

- კრიოტრონები შეიძლება შესრულდეს მხოლოდ დაბალი სიხშირეზე. სიხშირის დიაპაზონის გაზრდისათვის აუცილებელია დამუშავდეს სწრაფმოქმედი მართვის სისტემა, მართვის იმპულსების ციცაბო ფრონტით.
- კრიოტრონები შეიძლება შესრულდეს მხოლოდ დაბალ ძაბვაზე. ძაბვის გაზრდით მქკ კრიოტრონის არსებითად მცირდება. აღნიშნული ნაკლოვანების აღმოფხვრისათვის აუცილებელია შეიქმნას ზგ სადენები დიდი ხვედრითი წინაღობით ნორმალურ მდგომარეობაში.

წარმატებები შექმნისა, ახალი თაობის ზეგამტარული მასალების, გაუმჯობესებული მახასიათებლებით [3] იძლევა პერსპექტივას სამუშაოს შემდგომი ჩატარებისა როგორც ძალოვანი კრიოტრონების დამუშავებისა, ისე მათ საფუძველზე გარდამქმნელი მოწყობილობებისა მათ საფუძველზე.

დასკვნა

1. ენერგეტიკული დანიშნულების კრიოტრონების გადამრთველი ელემენტის გრაგნილის შესრულება მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენებით, მათ შორის ლოკალიზირებული მაგნიტური ველით, არსებითად ამადლებს სწრაფქმედებას, ამცირებს დანაკარგებს ჩაკეტილ მდგომარეობაში, მართვის დენებს და ამცირებს ზეგამტარების ხარჯს



კრიოტრონების გრაგნილების.

2. კრიოტრონები, შესრულებული ლოკალიზირებული მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენებით, წარმოადგენენ ახალი კლასს ზეგამტარული ენერგეტიკული მოწყობილობების, რომლებიც ხასიათდებიან არსებითი ტექნიკურ-ეკონომიკური უპირატესობით, შედარებით ტრადიციული შესრულების კრიოტრონებთან.

ლიტერატურა

1. კოხრეიძე თ., ქადაგიშვილი გ. ენერგეტიკული დანიშნულების მაღალტემპერატურული (77 კ) ზეგამტარული გადამრთველი - კრიოტრონი. თბილისი, "ინტელექტუალი", 2016. №31, გვ.194-197.
2. Т. Кохреидзе Иновационные управляемые электромеханические системы с бесконтактными двигателями постоянного тока. Тбилиси, «Технический университет», 2016.-239 с.
3. R.M. Scanlan, A.P. Malozemoff, D.C. Larbalestier, "Superconducting materials for large scale applications". Proc IEEE, 2004, V.92, n.10, p.1639-1654.

HIGH-TEMPERATURE THREE-PHASE CRYOTRON ADJUSTER WITH SEMICONDUCTOR CONTROL

Kokhreidze T. Kadagishvili G.
 Georgian Technical University

Summary

The paper deals with high-temperature three-phase cryotron adjuster with semiconductor control. The device includes a first roll, performed with conventional cables, the second roll, produced with wire superconducting cable, three-phase cryotron adjuster; Three-phase thyristor adjuster used for controlling cryotron adjuster .

Cryotron switch element is made of wire superconducting cables, with magnetic field localized among them, which substantially reduces the costs of superconducting cables of cryotron windings.

ზეგამტარული ელექტრომოწყობილობების მოკლე შერთვის დენების შეზღუდვა ზეგამტარული დენსაზღუდით და მისი ანგარიში დროში ინტეგრირების მიხედვით

კოხრეიძე თ., კეჩოშვილი ფ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

დამუშავებულია ზეგამტარული ელექტრომოწყობილობების მოკლე შერთვის დენების შეზღუდვის არატრადიციული საშუალება, დაფუძნებული სწრაფმომქმედი ზეგამტარული დენსაზღუდით მოწყობილობის გამოყენებაზე, რომელიც მუშაობს არაწრფივი ვოლტამპერული მახასიათებლის საფუძველზე, როცა ზეგამტარის წინაღობა იცვლება დენის სიდიდისაგან დამოკიდებულებაში, რაც საშუალებას იძლევა შეზღუდოს როგორც დარტყმის, ისე დამყარებული მოკლე შერთვის დენები. მაგალითის სახით განხილულია ზეგამტარული ტურბოგენერატორის დაცვა. მიღებულია ელექტრომაგნიტური პროცესების განტოლებები და ჩატარებულია ანგარიში დროში ინტეგრირების მიხედვით.

განხილულია ენერგეტიკული დანიშნულების მაღალტემპერატურული (77კ) ზეგამტარული დენსაზღუდით (ზგდს) [1], რომელშიც მიმდინარეობს ელექტრომაგნიტური პროცესები, გამოწვეული წინააღობის გაზრდით ფაზური გადასვლის დროს ზგ წრფივი ელემენტის დაშუნტების დროს, მისი ინდუქციური წინააღობით. ამასთან დაკავშირებით ანგარიში ზგდს-ის შეიძლება განხორციელდეს ნახ.1 მოცემული სქემის მიხედვით, სადაც განხილულია მაგალითის სახით ზგ ტურბოგენერატორის დაცვა (მისი წინააღობა $r_r = 0$). აღნიშნულ სქემაში ზგ ტურბოგენერატორი წარმოდგენილია ზეგარდამავალი



ემძ-ით e' და ზეგარდამავალი ინდუქციურობით L' .

U_o -ძაბვა ზგდს-ზე,

U_H - ძაბვა დატვირთვაზე,

R -ზგ არაწრფივი ელემენტის წინაღობა, რომელიც იცვლება 0-დან ზგ მდგომარეობაში R_H -მდე ნორმალურ მდგომარეობაში,

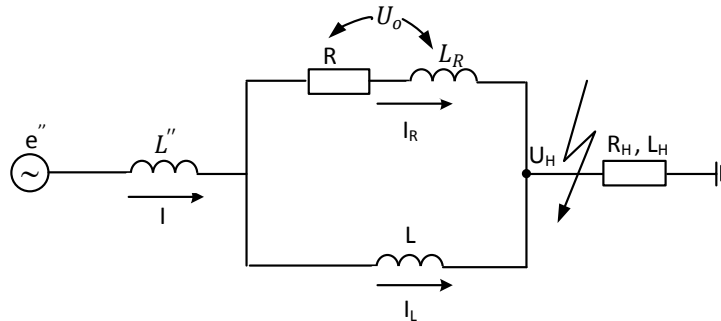
L_R -არაწრფივი ელემენტის ინდუქციურობა,

r_H -დატვირთვის წინაღობა,

L -წრფივი დროსელის ინდუქციურობა,

L_H -დატვირთვის ინდუქციურობა.

i, i_R, i_L -დენები ზგ ტურბოგენერატორის, ზგ არაწრფივი ელემენტის და წრფივი დროსელის.



ნახ.1. ზგ ტურბოგენერატორის ჩანაცვლების სქემა ზგდს-ით.

ჩავატაროთ ანალიზი ელექტრომაგნიტური პროცესების, დროსელურ ზგდს-ის მაგალითზე. ავღნიშნოთ R_t ზგ არაწრფივი ელემენტის წინაღობის მნიშვნელობა t დროის მომენტში. მაშინ ზგ ტურბოგენერატორის გარდამავალი პროცესების განტოლებას ზგდს-ით გააჩნია შემდეგი სახე:

$$i = i_R + i_L \quad (1)$$

$$e' = U_o + L' \frac{di}{dt} \quad (2)$$

$$U_o = R_t i_R + L_R \frac{di_R}{dt} \quad (3)$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L} \left(R_t i_R + L_R \frac{di_R}{dt} \right) \quad (4)$$

ჩავსვათ U_o (3) განტოლებიდან და i მნიშვნელობა (1) განტოლებიდან (2) განტოლებაში, მივიღებთ:

$$e' = R_t i_R + L_R \frac{di_R}{dt} + L' \frac{di_R}{dt} + L' \frac{di_L}{dt} \quad (5)$$

ჩავსვათ $\frac{di_R}{dt}$ მნიშვნელობა (4) განტოლებიდან (5) განტოლებაში, გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ:

$$e' = R_t \left(1 + \frac{L'}{L} \right) i_R + \left(L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R \right) \frac{di_R}{dt} \quad (6)$$



(6) განტოლებიდან განვსაზღვრავთ i_R . (4) განტოლებიდან ვპოულობთ დენს დროსეულში:

$$i_L = \frac{1}{L} \int_0^t \left(R_t i_R + L_R \frac{di_R}{dt} \right) dt \quad (7)$$

ტურბოგენერატორის დენს ვპოულობთ (1) განტოლებიდან.

(1)-(7) განტოლებებში R_t წინაღობა იცვლება ზგ არაწრფივი ელემენტის ფაზური მდგომარეობისაგან დამოკიდებულებაში.

ზგდს-ის ანგარიშის ამოცანის გადაწყვეტისათვის აუცილებელია (1)-(7) განტოლებების საფუძველზე ანგარიშების ჩატარება. ანგარიში ტარდება ინტერვალების მიხედვით დროში. ვირჩევთ შედარებით არასასურველ ვარიანტს, როცა მოკლე შერთვა (მშ) მიმდინარეობს დროის მომენტში $t = 0, e^r = 0$. ასეთ შემთხვევაში მშ-ის დენს აღნიშნულ ფაზაში გააჩნია მაქსიმალური აპერიოდული მდგენელი, შედარებით მოკლე შერთვასთან სხვა ფაზაში, და დარტყმის დენი აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

ვთვლით, რომ მშ მიმდინარეობს წრედში ზგდს-ის შემდეგ, დატვირთვის დამოკლების დროს (ნახ.1).

დროის I ინტერვალი: $0 < t < t_1$ (ნახ.2). ზგ არაწრფივი ელემენტი იმყოფება ზგ მდგომარეობაში, $R_t = 0$. i_R დენის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ (6) განტოლებას, როცა $R_t = 0$, შედეგად ვღებულობთ:

$$e^r = \left(L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R \right) \frac{di_R}{dt},$$

$$i_R = \frac{1}{L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R} \int_0^t e^r dt \quad (8)$$

მივიღებთ $e^r = \sqrt{2} E^r \sin \omega t$, (8) განტოლებიდან მივიღებთ

$$i_R = \frac{\sqrt{2} E^r}{\omega \left(L_r + L' + \frac{L'}{L} L_R \right)} (-\cos \omega t) \Big|_0^t = \frac{\sqrt{2} E''}{\omega \left(L_r + L'' + \frac{L''}{L} L_R \right)} (1 - \cos \omega t) \quad (9)$$

როცა $0 < t < t_1$. ზგდს-ის გამორიცხვის დროს i_R დენი, როცა $\omega t = \pi$ აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას:

$$I_{km} \cong \frac{\sqrt{2} E^r}{\omega L'} = \frac{\sqrt{2} E''}{X'} \quad (10)$$

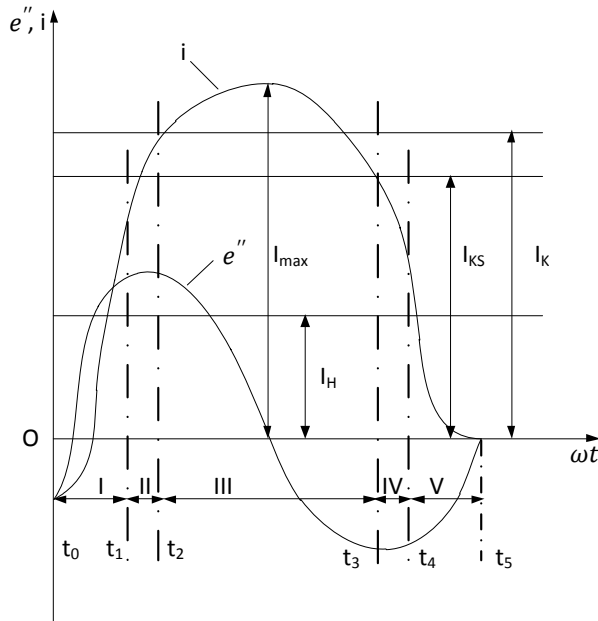
რაც დაუშვებელია ტურბოგენერატორისთვის, და ის უნდა შეიზღუდოს პერიოდის პირველ მეოთხედში.

დროის II ინტერვალი: $t_1 < t < t_2$. t_1 დროის მომენტში i_R დენი აღწევს I_{KS} მნიშვნელობას, რომლის დროსაც ზგ არაწრფივი ელემენტი გადადის რეზისტულ მდგომარეობაში. I_{KS} დენი ნაკლებია I_K კრიტიკულ დენზე ზგ არაწრფივი ელემენტის: $I_{KS} < I_K, I_K = k_1 I_H$. სადაც I_H -ტურბოგენერატორის ნომინალური დენი, $k_1 > 1$. k_1 კოეფიციენტი გვიჩვენებს ფარდობით ჯერადობას კრიტიკული დენის ტურბოგენერატორის ნომინალური დენთან. I_{KS} დენის მნიშვნელობა განისაზღვრება ზგ სადენის ვოლტამპერული მახასიათებლით [2], რომლისგანაც შესრულებულია ზგ არაწრფივი ელემენტი.

რეზისტულ მდგომარეობაში R_t წინაღობა იზრდება თავისი ნულოვანი მდგომარეობიდან, R_H მდგომარეობამდე, ე.ი. ნორმალურ მდგომარეობაში წინა-



ღობის მნიშვნელობა. R_t წინაღობის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი გამოსახულება



ნახ. 2. ინტერვალების მიხედვით ზგ არაწრფივი ელემენტში დენის ანგარიში.

$$R_t = \frac{i_R - I_{KS}}{I_K - I_{KS}} R_H \quad \text{როცა } I_{KS} \leq i_R \leq I_K, \quad (11)$$

რომელიც აღწერს წინაღობის ზრდას $R_t = 0$ დან (როცა $i_R = I_{KS}$) $R_t = R_H$ (როცა $i_R = I_K$).

i_R დენის განსაზღვრისათვის რეზისტულ მდგომარეობაში (6) და (10) დან მივიღებთ:

$$\sqrt{2} E' \sin \omega t = \frac{(i_R - I_{KS})}{I_K - I_{KS}} \left(1 + \frac{L'}{L}\right) i_R + \left(L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R\right) \frac{di_R}{dt}, \quad (12)$$

როცა $t_1 < t < t_2$.

i_R დენი იზრდება I_{KS} სიდიდიდან I_K -მდე. t_2 დროის მომენტი განისაზღვრება (12) განტოლებიდან: როცა $t = t_2, i_R = I_K$. (12) განტოლება წარმოადგენს არაწრფივს.

მეორე ინტერვალის განმავლობაში ენერჯიის ჯამური დანაკარგები ზგ არაწრფივ ელემენტში შეადგენს

$$\Delta W_y = \int_{t_1}^{t_2} i_R^2 \left(\frac{i_R - I_{KS}}{I_{KS} - I_K} \right) R_H dt \quad (13)$$

დროის III ინტერვალი: $t_2 < t < t_3$. ზგ არაწრფივი ელემენტი აღნიშნულ დროის ინტერვალში იმყოფება ნორმალურ მდგომარეობაში.

i_R დენის განსაზღვრისათვის ნორმალურ მდგომარეობაში არაწრფივი ზგდს გვექნება:

$$\sqrt{2} E' \sin \omega t = \left(1 + \frac{L'}{L}\right) R_H i_R + \left(L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R\right) \frac{di_R}{dt}, \quad (14)$$

როცა $t_2 < t < t_3$



აღნიშნული დროის ინტერვალში i_R დენის სიდიდე იზღუდება R_H წინაღობით (ნახ.2), დენის მნიშვნელოვანი ნაწილი ამ შემთხვევაში, (7) განტოლების თანახმად, წრფივ დროსელში $R_H \cdot L_R \cdot L'$ პარამეტრების სიდიდეების შერჩევასთან დამოკიდებულებაში. ზგ ტურბოგენერატორის დენი აგრეთვე შეზღუდულია ((1) განტოლება). დროის აღნიშნულ ინტერვალში არაწრფივ ელემენტში მიმდინარეობს ენერჯის დანაკარგები:

$$\Delta W_H = \int_{t_2}^{t_3} R_H i_R^2 dt$$

$\omega t = \pi$ მომენტში e' ემპ-ის მნიშვნელობა გადადის ნულზე და შემდეგ ხდება უარყოფითი. ამასთან დაკავშირებით i_R როცა $\omega t = \pi$ აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც მნიშვნელოვნად დაბალია, ვიდრე მაქსიმალური მშ დენი, განსაზღვრული (10).

დენის მაქსიმალური მნიშვნელობა ტოლია $I_{max} = k_2 I_H$, სადაც k_2 - დენის მაქსიმალური მნიშვნელობის ჯერადობა ზგდს არსებობის დროს, როცა $k_2 > k_1$. აღნიშნული ჯერადობა შეიძლება განისაზღვროს ზგდს პარამეტრების შერჩევით.

დროის IV ინტერვალი: $t_2 < t < t_4$. i_R დენის შემცირების დროს დგება t_2 დროის მომენტი, რომლის დროს i_R დენი აღწევს I_k დენის კრიტიკულ მნიშვნელობას და შემდეგ ხდება I_k -ზე ნაკლები.

აღნიშნულ დროის ინტერვალში ზგ არაწრფივი ელემენტი ნორმალური მდგომარეობიდან გადადის რეზისტორულ მდგომარეობაში, მაგრამ დროის II ინტერვალისაგან განსხვავებით R_t წინაღობა i_R დენის შემცირებასთან დაკავშირებით I_k სიდიდიდან I_{KS} -მდე, იქნება შემცირებული R_H სიდიდიდან ნულამდე. i_R დენის განსაზღვრისათვის გვაქვს განტოლება:

$$\sqrt{2} E' \sin \omega t = \frac{(i_R - I_{KS}) R_H}{I_k - I_{KS}} \left(1 + \frac{L'}{L} \right) i_R + \left(L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R \right) \frac{di_R}{dt} \quad (15)$$

როცა $t_2 < t < t_4$

i_R დენი მცირდება I_k სიდიდიდან I_{KS} მდე.

აღნიშნულ ინტერვალში დანაკარგები ზგდს-ში განისაზღვრება (13) განტოლებით.

დროის V ინტერვალი: $t_4 < t < t_5$. ზგ არაწრფივი ელემენტი თავიდან იმყოფება ზეგამტარულ მდგომარეობაში, და i_R დენი განსაზღვრება განტოლებით, ანალოგიურად იმისა, რომელიც სამართლიანია დროის პირველ ინტერვალში:

$$i_R = \frac{\sqrt{2} E'}{\omega \left(L_R + L' + \frac{L'}{L} L_R \right)} (1 - \cos \omega t) \quad (16)$$

ასე მთავრდება დენების განსაზღვრა გარდამავალ პროცესში დროის პირველ ციკლში (ხანგრძლივობით 0,02 წმ) მშ-ის შემდეგ. აღნიშნული საკმარისია ზგდს-ის პარამეტრების განსაზღვრისათვის, აუცილებელი მშ-ის დენების შეზღუდვისათვის.

შემდეგი ციკლების ანგარიში დაზიანებული უბნის გამორთვის მომენტამდე ამორთველებით, მიმდინარეობს ანალოგიურად პირველი ციკლის ანგარიშის დროის ინტერვალის მიხედვით, ამ შემთხვევაში მშ-ის დენები თანდათანობით იქნება შემცირებული მშ-ის დენების დამყარებული მნიშვნელობამდე.

მშ-ის დენების ანგარიშის მოცემული მეთოდი დროის ინტერვალის მიხედვით იძლევა შესაძლებლობას სხვადასხვა ტიპის ზგდს-ების შედარების, მათი გამოყენების ოპტიმიზაციის მიზნით, სხვადასხვა ელექტროენერგეტიკული ობიექტების დაცვისათვის.



ლიტერატურა

1. კოსრეიძე თ., კენჭოშვილი ფ. ენერგეტიკული დანიშნულების მაღალტემპერატურული (77 კ) ზემოტარული დენსაზღუდი. თბილისი, "ინტელექტუალი", 2016. №31, გვ.189-193.
2. Лутидзе Ш. «Вольтамперная характеристика сверхпроводящего провода». Приборы и системы, 2002, №7.

LIMITATION OF SHORT CIRCUIT CURRENTS OF SUPERCONDUCTING ELECTRICAL APPLIANCES WITH SUPERCONDUCTING CURRENT LIMITER AND ITS CALCULATION IN TIME BY INTERVALS

Kokhreidze T. Kentchoshvili G.
Georgian Technical University

Summary

The paper deals with nontraditional means of Limitation of short circuit currents of superconducting electrical appliances, based on the use of quick superconducting current limiter, which works on the basis of non-linear current-voltage characteristic, when the superconductor resistance changes depending on current size, which makes it possible to limit the impact as well as the established short circuit currents.

As an example, superconducting turbogenerator protection is considered, electromagnetic processes equations are obtained and calculations in time by intervals are conducted.

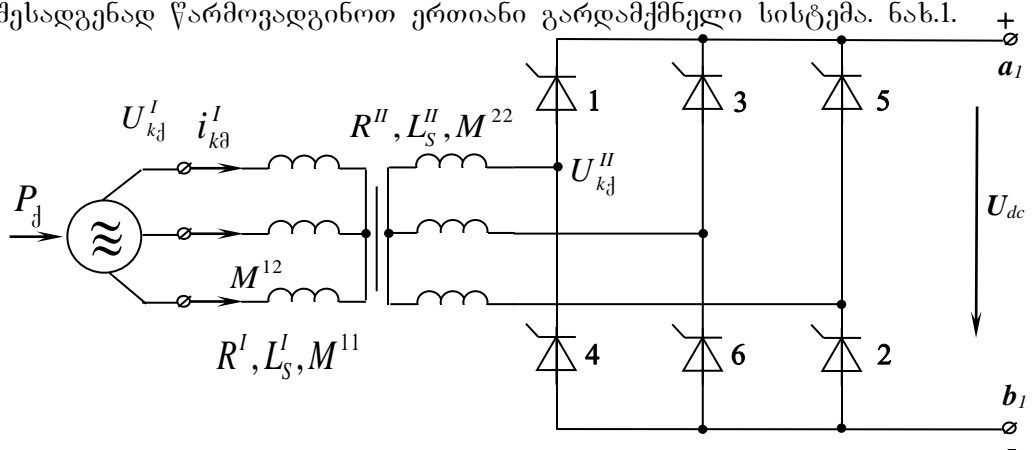
ელექტრომაგნიტური ბარდამავალი პროცესები, ქარის ელექტროსადგურისა და სამფაზა მართვადი გამმართველის ერთობლივი მუშაობის პირობებში

პაპიძე ზ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში წარმოდგენილია ქარის ელექტროსადგურში და მასთან დაკავშირებულ ერთიან გარდამქმნელ სისტემაში მიმდინარე ელექტრომექანიკური და ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების მათემატიკური აღწერა. ცვლადთა კომპლექსური გარდამქმნის მეთოდის გამოყენებით მიღებულია გამართული ძაბვის მყისა მნიშვნელობისა და სამფაზა ძალური ტრანსფორმატორის გამოსასვლელზე რეზულტირებულ კომპლექსურ ძაბვას შორის დამაკავშირებელი განტოლება.

თანამედროვე ჰიბრიდულ ელექტროენერგეტიკულ სისტემებში ერთ-ერთ ძირითად როლს წარმოადგენს ქარის ელექტროსადგური, მასთან დაკავშირებული სამფაზა ძალოვანი ტრანსფორმატორი და სამფაზა მართვადი გამმართველი. აღნიშნულ ელექტრომაგნიტურ მოწყობილობებში პროცესების აღმწერი ელექტრული წონასწორობის განტოლებების შესადგენად წარმოვადგინოთ ერთიანი გარდამქმნელი სისტემა. ნახ.1.



ნახ.1. ქარის ელექტრული სადგურის პრინციპული ელექტრული სქემა სამფაზა ძალური ტრანსფორმატორითა და მართვადი გამმართველი უქმი სვლის რეჟიმისათვის.



ქარის გენერატორის სტატორის გრაგნილების მომჭერებზე სამფაზა ფაზური დაბ-
ვის მყისა მნიშვნელობებისათვის გვაქვს შემდეგი გამოსახულება:

$$U_{Kq}^I = U_m^I \sin \left[\omega t - (k-1) \frac{2\pi}{3} + \delta \right], \quad (1)$$

$$\text{სადაც } U_m^I = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{T} \cdot \frac{X_\Sigma C_X \rho S (V_{\text{ქარ}} - V_{\text{ფრო}})^2 \cdot V_{\text{ფრო}}}{U_m^{II} \cdot \sin \delta} \quad (2)$$

როგორც (2) გამოსახულებიდან ჩანს, ქარის გენერატორის მომჭერებზე U_m^I დაბ-
ვის ამპლიტუდურ მნიშვნელობებში ფუნქციონირებენ ქარის ბორბალზე მოქმედი
 $C_X, \rho, S, V_{\text{ქარ}}, V_{\text{ფრო}}$, პარამეტრები: მიმღები ცვლადი დენის ქსელის U_m^{II} ამპლიტუდური
მნიშვნელობები U_m^I და U_m^{II} , დაბების ვექტორებს შორის δ -კუთხის კუთხე.

დამყარებულ პროცესში U_{dc} დაბვა ქარის ელექტრული სადგურის გამოსახ-
ვლელზე ტოლია:

$$U_{dc} = 2.34 V^I = 2.34 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot U_m^I. \quad (3)$$

სამფაზა ძალური ტრანსფორმატორისათვის გვაქვს ფაზური მყისა სიდიდეებისად-
მი შემდეგი განტოლებათა სისტემა:

$$\left. \begin{aligned} U_{Kj}^I &= R^I i_{Kj}^I + \frac{d\psi_{Kj}^I}{dt}, \\ -U_{Kj}^{II} &= \frac{d\psi_{Kj}^{II}}{dt}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

სადაც, (4)-ში შესაბამისი ნაკადშეხებებისათვის გვაქვს შემდეგი გამოსახულებები:

$$\psi_{Kj}^I = L_S^I i_{Kj}^I + \sum_{n=1}^3 M^{II} \cos(\alpha_n^I - \alpha_k^I) i_{nj}^I; \quad (5)$$

$$\psi_{Kj}^{II} = \sum_{n=1}^3 M^{II} \cos(\alpha_n^I - \alpha_k^{II}) i_{nj}^I; \quad k=1,2,3. \quad (6)$$

(4) განტოლებათა სისტემის ორივე მხარე გავამრავლოთ შესაბამისად $e^{j\alpha_k^I}, e^{j\alpha_k^{II}}$ -
ზე, მივიღებთ კომპლექსურ ფორმაში განტოლებათა სისტემას:

$$U_{Kj}^I e^{j\alpha_k^I} = R^I i_{Kj}^I e^{j\alpha_k^I} + \frac{d}{dt} (\psi_{Kj}^I \cdot e^{j\alpha_k^I}); \quad (7)$$

$$-U_{Kj}^{II} e^{j\alpha_k^{II}} = \frac{d}{dt} (\psi_{Kj}^{II} \cdot e^{j\alpha_k^{II}}), \quad k=1,2,3. \quad (8)$$

მიღებული (5)-(8) განტოლებები გამოსახულია ვექტორულ სიდიდეებში, რომელთა
მოდულები განისაზღვრებიან დენების, დაბების და ნაკადშეხების მყისა მნიშვნელობე-
ბით, ხოლო მიმართულებები – ფაზების მაგნიტური ღერძებით. ეს განტოლებები აღწე-
რენ ძალურ ტრანსფორმატორში უქმი სვლის რეჟიმისათვის ელექტრომაგნიტურ პროცე-
სებს მისი ძირითადი პარამეტრების გათვალისწინებით. გაანგარიშების გამარტივებისათ-
ვის ვიყენებთ ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნის მეთოდს და (7), (8) განტოლება (5),
(6)-ს გათვალისწინებით მიიღებს შემდეგ სახეს:



$$\frac{3}{2}U_m^I e^{j(\omega t + \delta)} = R^I I_j^I + \left(L_s^I + \frac{3}{2}M^{11} \right) \frac{dI_j^I}{dt}, \quad (9)$$

$$-\dot{U}_j^{\text{II}} = \frac{3}{2}M^{12} \frac{dI_j^I}{dt}. \quad (10)$$

ამგვარად, სამფაზა ძალური ტრანსფორმატორისათვის ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნის მეთოდის მეშვეობით ექვსი განტოლების მაგივრად (7,8) მივიღეთ ორი განტოლება დენებისა და ძაბვების რეზულტირებული ვექტორების მიმართ. გამოვიყენებთ რა ცვლადთა სპექტრალურ-ოპერატორულ გარდაქმნას, ვწერთ სამფაზა მართვად გამმართველის შესავალ და გამოსავალი ელექტრული სიდიდეების მყისა მნიშვნელობებს შორის კავშირის განტოლებას უქმი სვლის რეჟიმებისათვის:

$$U_{dc} = \sum_{k=1}^3 \rho_{uk}(t) U_{Kj}^{\text{II}}, \quad k=1,2,3, \quad (11)$$

სადაც, (11)-ში $\rho_{uk}(t)$ -ძაბვის მიხედვით კომუტაციური ფუნქციაა. იგი შეიძლება წარმოვადგინოთ იქნას ფურიეს მწკრივის სახეში:

$$\rho_{uk}(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} \cos m \frac{\pi}{6} \cdot \sin \frac{m\gamma}{2} \sin m(\omega t - \varphi_k), \quad (12)$$

სადაც, $k=1,2,3$, m - ყველა კენტი რიცხვებია;

$$\varphi_1 = \alpha_p + \frac{\gamma}{2}; \quad \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{2\pi}{3}; \quad \varphi_3 = \varphi_1 - \frac{2\pi}{3}.$$

საწყისი განტოლებათა სისტემის ამოხსნისას შეიძლება გავითვალისწინოთ კომუტაციური ფუნქციების ჰარმონიკების ნებისმიერი რიცხვი, მაგრამ ჩაწერის მოცულობის შემცირებისთვის შემოვიფარგლოთ მხოლოდ ამ მწკრივების პირველი რიგის ჰარმონიკებით, ე.ი. გაანგარიშება ვაწარმოთ გამართული ძაბვის საშუალო მნიშვნელობის მიხედვით.

კომუტაციური ფუნქციის ძირითადი ჰარმონიკის გათვალისწინებით (11) კავშირის განტოლება მიიღებს სახეს:

$$U_{dc} = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \cos \frac{\gamma}{2} \sum_{k=1}^3 U_{Kj}^{\text{II}} \sin \left[\omega t - \alpha_p - \frac{\gamma}{2} - (k-1) \frac{2\pi}{3} \right], \quad k=1,2,3. \quad (13)$$

(13)-ში გამოვიყენოთ ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნა და შესაბამისად გვექნება:

$$U_{dc} = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \cos \frac{\gamma}{2} R_e \left[\dot{U}_j^{\text{II}} e^{-j \left(\omega t - \alpha_p - \frac{\gamma}{2} - \frac{\pi}{2} \right)} \right] \quad (14)$$

ამგვარად, მივიღეთ გამართული ძაბვის მყისა მნიშვნელობასა და სამფაზა ძალური ტრანსფორმატორის გამოსავალზე რეზულტირებული კომპლექსურ ძაბვას შორის დამაკავშირებელი განტოლება. (9), (10) და (14) განტოლებები წარმოადგენენ გამოსაკვლევ ვარდაქმნილი სისტემის სრულ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას. ამ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა გვაძლევს საშუალებას განვსაზღვროთ რეზულტირებული კომპლექსური სიდიდეები I_j^I, I_j^{II} და U_{dc} გამართული ძაბვა.

თუ გამოვიყენებთ ცვლადთა კომპლექსურ უკუგარდაქმნას, ძალური ტრანსფორმატორის ფაზური დენებისათვის და ძაბვებისათვის ვღებულობთ:



$$i'_{kj} = \frac{2}{3} \left\{ I'_{jk} \cos \left[\alpha'_p + (k-1) \frac{2\pi}{3} \right] + I'_{jk} \sin \left[\alpha'_p + (k-1) \frac{2\pi}{3} \right] \right\}, \quad (15)$$

$$U''_{kj} = \frac{2}{3} \left\{ U''_{jk} \cos \left[\alpha'_p + (k-1) \frac{2\pi}{3} \right] + U''_{jk} \sin \left[\alpha'_p + (k-1) \frac{2\pi}{3} \right] \right\}. \quad (16)$$

ლიტერატურა

1. კობრეიძე გ. ფხაკაძე შ. განახლებადი ენერჯის წყაროებიან ავტონომიურ ენერჯის სისტემაში ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების მათემატიკური მოდელირება. ჟურნალი „ენერჯია“ N3(55).თბილისი, 2010 წ. 37-43 გვ.
2. კობრეიძე გ. ფხაკაძე შ. განახლებადი ენერჯის წყაროებიან ავტონომიურ ენერჯის სისტემაში დინამიური პროცესების კომპიუტერული მოდელირება. ჟურნალი „ენერჯია“ N3(55).თბილისი, 2010 წ. 44-50 გვ.
3. Кохреидзе Г.К., Лаошвили Д.П., Пхакадзе. Ш. А Управление системой при совместной работе солнечных фотоэлектрических станций и сети переменного тока. НТУ „ХПИ“ Украина. Харьков.2011 г. N03(79) 371-374с.

ELECTROMAGNETIC TRANSIENTS IN THE CONDITIONS OF JOINT OPERATION OF WIND POWER PLANT AND THREE-PHASE CONTROLLABLE BRIDGE RECTIFIER

Papidze Z.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper is aimed at mathematical description of electronic transients occurring at the wind power plant and in a connected single conversion system. The methods of complex and backward transformation of variables have been used in this work. The equation of the dependence between the output direct voltage and complex net voltage has been obtained.

ელექტრომაგნიტური ტენიონების დასახელების დასახელების გავლენის შესახებ

წერეთელი კ., ფიროსმანაშვილი გ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განხილულია დაბვის არასიმეტრიის გავლენა ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებზე და მომხმარებლებზე. ნახვენიბია, რომ ქსელის ელემენტებში არასიმეტრიით განპირობებული კარგები კვადრატულად არის დამოკიდებული სიმეტრიის დონეზე. მოყვანილია დაბვის არასიმეტრიით გამოწვეული კარგები ზრდის მონაცემები ასინქრონულ ძრავებში. აღნიშნულია, თუ რამდენად მცირდება ასინქრონული ძრავის სამსახურის ვადა არასიმეტრიული ქსელიდან კვებისას. აღნიშნულია, რომ დაბვის არასიმეტრიულობა არასიმეტრიის კოეფიციენტით 0,1 იწვევს ტრანსფორმატორებში იზოლაციის სამსახურის ვადის შემცირებას 16%-ით, ამავე დროს იწვევს დაბვის დამახინჯებას და დამატებით დაბვის კარგებს. განხილულია ტრანსფორმატორების გრავნილების შეერთების სქები ნულოვანი მიმდევრობის დენების შეკვრის თვალსაზრისით. ცხრილის სახით მოყვანილი არის დალოვან ტრანსფორმატორებში სიმძლავრის კარგების დამოკიდებულება არასიმეტრიის კოეფიციენტისაგან. აღნიშნულია, რომ აუცილებელია ელექტრომომარაგების სისტემების ექსპლუატაციის დროს შეფასდეს და კონტროლი გაეწიოს სხვა და სხვა მიმდევრობის დაბვებს შორის ფაზური ძვრა.

ელექტრულ ქსელებში ელექტრული კარგების გაზრდის ერთ-ერთი ფაქტორი არის მის ელემენტებში დენების არასიმეტრია. დატვირთვის არასიმეტრია ზრდის ქსელებში ენერჯის კარგებს და ამცირებს მათში მომუშავე დანადგარების საიმედოობას [1]. 10-0,4 კვ დაბვის ქსელების შესაწავლა გვაჩვენებს, რომ ქსელში ერთფაზა დატვირ-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



თვის მნიშვნელოვანი ხვედრითი წილის გამო მუდმივად ადგილი აქვს დენებისა და ძაბვების მნიშვნელოვან არასიმეტრიას. ექსპლუატაციის რეალურ პირობებში არასიმეტრიული რეჟიმი არის 10-0.4 კვ ქსელისთვის ჩვეულებრივი რეჟიმი. ძაბვების არასიმეტრია იწვევს ქსელის ელემენტების ტექნიკო-ეკონომიური მახასიათებლების მკვეთრ გაუარესებას (ელექტროენერჯის კარგების მრავალჯერადი გაზრდა, ქსელის ელემენტების გახურების ზრდა და სხვა).

შეფურსული დატვირთვის მქონე განუშტოებელ ხაზში არასიმეტრიული დატვირთვის დროს კარგები განისაზღვრება ფორმულით [2]:

$$\Delta P_2 = k_{2V}^2 \left(\sum_1^m \frac{\Delta P_i}{X_{2sdi}} + \sum_1^n \frac{\Delta P_j}{X_{2sbj}} + \sum_1^l \Delta P_k \right)$$

სადაც $k_{2V} = \frac{V_2}{V_{ნომფშ}} \cdot 100$ უკუმიმდევრობის ძაბვის კოეფიციენტი [3], V_2 - უკუმიმდევრო-

ბის ძაბვა, $V_{ნომფშ}$ - ნომინალური ფაზათაშორისო ძაბვა; ΔP_i , ΔP_j , ΔP_k - ხაზში აქტიური კარგები სიმეტრიულ რეჟიმში შესაბამისად i -ური ასინქრონული ძრავებით, j -ური სინქრონული მანქანებით და k -ური წრფივი დატვირთვების დროს; X_{2sbj} , X_{2sdi} - სინქრონული მანქანისა და ასინქრონული ძრავის უკუმიმდევრობის წინააღმდეგობებია.

როგორც მოყვანილი განტოლებიდან სჩანს ქსელის ელემენტებში არასიმეტრიით განპირობებული კარგები კვადრატულად არის დამოკიდებული სიმეტრიის დონეზე.

ძაბვის არასიმეტრიულობა განსაკუთრებით განსაკუთრებით ცუდ გავლენას ახდენს ასინქრონული ძრავების მუშაობაზე და სამსახურის ვადაზე. უკუმიმდევრობის ძაბვების მოქმედებით ძრავაში წარმოიშვება საწინააღმდეგო მომენტი. ასინქრონული ძრავების არასიმეტრიული ძაბვით კვებისას აქტიური სიმძლავრის დამატებითი კარგები პროპორციულია უკუმიმდევრობის მიხედვით ძაბვის არასიმეტრიულობის კოეფიციენტის კვადრატის. ძაბვის 2% სიდიდით არასიმეტრიის დროს ასინქრონული ძრავში კარგები შეიძლება გაიზარდოს 25%-ით. თუ მივიღებთ მახედველობაში, რომ ასინქრონულ ამძრავს დადგმული სიმძლავრის მიხედვით ელექტრომიმდებებს შორის წამყვანი ადგილი უკავია ძრავული დატვირთვის მკვეთრ ქსელებში ძაბვის არასიმეტრიულობის პრობლემა განსაკუთრებულ სიმწვავეს იძენს.

ძაბვის 4% არასიმეტრიის დროს ასინქრონული ძრავების სამსახურის ვადა მცირდება დაახლოებით 2-ჯერ დამატებითი გახურების გამო. თუ მივიღებთ მხედველობაში ძრავის ვიბრაციას არასიმეტრიულ ქსელში მუშაობისას შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მისი სამსახურის ვადა კიდევ უფრო მეტად შემცირდება.

ძაბვის არასიმეტრიულობა არასიმეტრიის კოეფიციენტით 0,1 იწვევს ტრანსფორმატორებში იზოლაციის სამსახურის ვადის შემცირებას 16%-ით, ამავე დროს იწვევს ძაბვის დამახინჯებას და დამატებით ძაბვის კარგებს. დამოუკიდებელი მაგნიტური სისტემის მქონე ტრანსფორმატორებში ნულოვანი მიმდევრობის დენებს ასეთი ტრანსფორმატორების გრაგნილებში შეუძლიათ დააინდუქტირონ საკმაოდ მნიშვნელოვანი ელექტროამოძრავებელი ძალები. ეს მოვლენა უკიდურესად არასასურველია იმიტომ, რომ Y/Y_0 სქემით გრაგნილების შეერთების მქონე ტრანსფორმატორების ექსპლუატაციისას ნულოვან გამტარში დენი იზღუდება ფაზური ნომინალური დენების 25%-ით.

თუ ტრანსფორმატორების გრაგნილების შეერთების სქემა არის Δ/Y_0 პირველად გრაგნილში უკვე შეიძლება გადიოდეს ნულოვანი მიმდევრობის დენები განპირობებული ფაზური დენების უთანაბრებლობით და იწვევენ ფაზური ძაბვების დამახინჯებას.

ტრანსფორმატორებში გრაგნილების შეერთების სქემით Y/Z_0 ნულოვანი მიმდევრო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ბის დენები არ ქმნიან ძაბვების ფაზური სისტემის დიდ დამახინჯებას, რადგანაც ეს დენები მაგნიტურად გაწონასწორებული არის ყოველ დეროზე თვითონ ზიგზაგად შეერთებული გრაგნილის ფარგლებში.

შეერთებები $\Delta/Y_0, Y/Z_0$ შეიძლება რეკომენდირებულ იქნას დატვირთვის „ნიშნელის“ არასიმეტრიის დროს, რადგანაც ასეთი სქემებით შეერთებების დროს ნულოვანი მიმდევრობის წინააღმდეგობები ნაკლებია ვიდრე Y/Y_0 შეერთებისას.

ცხრილში მოყვანილი არის ძალოვან ტრანსფორმატორებში სიმძლავრის კარგეების დამოკიდებულება არასიმეტრიის კოეფიციენტისაგან.

ტრანსფორმატორის ტიპი	ნომინალური სიმძლავრე, კვა	მგრავნილის ძაბვა, კვ	მოკლე შეერთების ძაბვა, %	მოკლე შეერთების კარგეები, კვტ	$\Delta P_2, \text{კვტ}$ ($k_{zv}=2\%$)	$\Delta P_2, \text{კვტ}$ ($k_{zv}=4\%$)	$\Delta P_2, \text{კვტ}$ ($k_{zv}=6\%$)
TM-25	25	6-10	4,5	0,60	118	474	1062
TM-40	40	6-10	4,5	0,88	174	696	1566
TM-63	63	6-10	4,5	1,28	253	1012	2277
TM-100	100	6-10	4,5	1,97	389	1556	3438
TM-160	160	6-10	4,5	2,65	523	1092	4707
TM-250	250	6-10	4,5	3,70	731	1924	6579
TM-400	400	6-10	5,5	5,50	1086	4344	9774
TM-630	630	6-10	5,5	7,60	1005	4020	9045

მკვებავი ძაბვის არასიმეტრიის დროს კონდენსატორული დანადგარები არათანაბრად იტვირთება რეაქტიული სიმძლავრით ფაზების მიხედვით, რის შედეგად საერთო რეაქტიული სიმძლავრე იცვლება, პრაქტიკულად პირდაპირი მიმდევრობის ძაბვა ნომინალურ ძაბვაზე შეიძლება იყოს მეტი ან ნაკლები. ამიტომ შესაძლებელია გენერირებული რეაქტიული სიმძლავრის როგორც გაზრდა ასევე შემცირება. ამის გამო უფრო დატვირთული ფაზის კონდენსატორებში კარგეების მნიშვნელობამ შეიძლება მნიშვნელოვნად გადააჭარბოს ნომინალურს, რაც იწვევს კონდენსატორების სამსახურის ვადის შემცირებას. უნდა აღინიშნოს, რომ პრაქტიკაში გამოყენებული კონდენსატორების ბატარეები ძაბვების მნიშვნელოვანი არასიმეტრიის პირობებში უფრო ამძიმებენ სურათს, ტევადური ელემენტების უარყოფითი მარეგულირებელი ეფექტის გამო.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნორმატიულ დოკუმენტებში [4] არ არის გაშუქებული ისეთი მნიშვნელოვანი საკითხი, როგორცაა სხვა და სხვა მიმდევრობის ძაბვებს შორის ფაზური ძვრის შეფასება და კონტროლი. ელექტრომომარაგების სისტემების ექსპლუატაციის დროს ამ პარამეტრის კონტროლი და სტატისტიკური დამუშავება შესაძლებლობას მოგვცემს: ჯერ ერთი გამოვაკლინოთ არასიმეტრიის სისტემატური მდგენელი და „შესაბამისად, სისტემაში არასიმეტრიის წყარო, ხოლო მეორე, მოვნიშნოთ და ეფექტურად გავატაროთ ღონისძიებები სიმეტრირებისათვის და, მესამე, უფრო სრულად შევაფასოთ არასიმეტრიის გავლენის ხარისხი დანადგარების მუშაობაზე.

ლიტერატურა

1. კწერეთელი, ნ.მამაგულაშვილი, ლ.გობაძე. არასიმეტრიული დატვირთვები ელექტრულ ქსელებში. „ენერჯია“, თბილისი.. 2015, № 3(75).
2. И.В.Жежеленко, Ю.А.Саенко. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- предприятиях. Энергоатомиздат, М. 2000,- 254 с.
3. შნაჭყეობია, შნემსაძე. ელექტრული წრედების თეორია. თბილისი.. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2008, - 287გვ.
 4. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах общего назначения М.: Изд-во стандартов, 1998.– 33 стр.

ABOUT THE VOLTAGE ASYMMETRY EFFECTS IN POWER SUPPLY NETWORK

Tsereteli K., Pirosmanshvili G.

Georgian Technical University

Summary

It's discussed the impact of the asymmetry voltage on power supply network elements and users. It's shown that the losses caused by the asymmetry of the network elements are quadratically depended on the level of symmetry. It's indicated the increased data of losses caused by the voltage asymmetry in non-synchronous engines. It's mentioned how is decreased the service life of asynchronous engine while asymmetric power network. It's indicated that voltage asymmetry with the asymmetry coefficient 0.1 causes the reduction of service life of isolation in transformers by 16%, at the same time leads to a distortion of the voltage and the additional voltage loss. It's discussed the schemes of transformer windings connection in terms of zero-sequence current pack. In time-table it's mentioned the dependence of power losses in powerful transformers from asymmetry coefficient. It's noted that it's necessary to be evaluated and controlled the phase shift between the different sequences of voltage during the operation of power supply systems.

ერთეული სიმძლავრის შესაბამისი წყლის ხარჯის დადგენა ნატურული ბაზომეზებით, ბაზვი 3 ჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში.

ლომიძე ი., ხელიძე გ., ჩუბინიძე ზ., სამსონაშვილი პ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.

ბაზვი 3 ჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში ხვედრითი წყლის ხარჯის სიდიდის დასადგენად ჰესის სადაწნო აუზში სადერივაციო არხის გამოსასვლელ კვეთში დანიშნულისაზომი გასწორისფიქსირებული ოთხი სიჩქარული ვერტიკალის სამ-სამ წერტილში ჰიდრომეტრული მილაკითგანხორციელდა ნაკადის ადგილობრივი სიჩქარეების გაზომვა. ჰესის წყლის ხარჯი განისაზღვრა სადაწნო აუზში შემოსულ და წყალსაგდებით გატარებულ წყლის ხარჯებს შორისსხვაობით. ეს უკანასკნელი გაანგარიშდა წყალსაშვის დამოკიდებულებებით ნატურაში გაზომილი დაწნევის მიხედვით. დადგინდა ხვედრითი წყლის ხარჯის სიდიდეებიჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმისთვის.

მცირე ჰესების ენერგოეფექტურობის განსაზღვრისათვის, როგორც წესი, გამოიყენება დადგმული სიმძლავრით წლის განმავლობაში მუშაობის საათების რაოდენობა. ამასთან ერთად, მნიშვნელოვანია ისეთი ენერგეტიკული მახასიათებელი, როგორცაა 1 კვტ სიმძლავრის მისაღებად მოხმარებული წყლის ხარჯის სიდიდე-წყლის ხვედრითი ხარჯი. ეს სიდიდე საკმაო სისრულით ახასიათებს წყალდენის გამოყენების ეფექტურობას ბუნებრივ ჩამონადენთან მიმართებაში, რაც საბოლოო ანგარიშით ჰესის რენტაბელური მუშაობის არსებითი ფაქტორია. აქედან გამომდინარე, ჰესის ნორმალური მუშაობის უზრუნველსაყოფად მოხმარებული წყლის ჩამონადენის აღრიცხვას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს. ვინაიდან, მცირე ჰესებზე პერსონალის რაოდენობა შეზღუდულია, ამიტომ სასარგებლოდ მოხმარებული წყლის ჩამონადენის პერმანენტული ნატურული გაზომვების წარმოება რთულია. აღნიშნულის კომპენსაცია შესაძლებელია



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ჰიდროტურბინებით გატარებული წყლის ხარჯის ინსტრუმენტული გაზომვით ჰესის სხვადასხვა რეჟიმში მუშაობისას და შესაბამისი თეორიული დამოკიდებულების დადგენით მოხმარებულ წყლის ხარჯების სიდიდეებს და ჰესის სიმძლავრეს შორის, რაც ჰესის საექსპლუატაციო პერსონალს საშუალებას მისცემს მუდმივად აკონტროლოს ჰესის წყლის ხარჯი სიმძლავრის შესაბამისად, ხოლო მათი შეუსაბამობის შემთხვევაში განახორციელოს სათანადო ღონისძიებები.

ზემოთ მითითებულის მიხედვით, ჩვენს მიერ განხორციელდა წყლის ხარჯების ინსტრუმენტული გაზომვა ბახვი ჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში.

ბახვი 3 ჰესი მდ. ბახვისწყლის ჩამონადენზე მომუშავე დერივაციული ჰიდროელექტროსადგურია, რომლის შემადგენლობაში შედის: წყალსაშვიანი კაშხალი, სადერივაციო არხი, სადაწნეო აუზი წყალსაგდები ღარით, სატურბინო მილსადენი, ჰესის შენობა, გამყვანი არხი.

ვინაიდან, სადერივაციო არხიდან წყლის ფილტრაციას ადგილი არა აქვს, ამიტომ წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის აუცილებელი ადგილობრივი სიჩქარეების გაზომვის მიზნით ბახვი 3 ჰესის სადერივაციო არხის გამოსასვლელი კვეთი შერჩეული იქნა საზომი გასწორის სახით. გასწორში ნაკადის განივი კვეთი წყლის მოძრაობის მიმართულების პერპენდიკულარულია. ნაკადის ცოცხალი კვეთის ორ მეზობელ ვერტიკალს შორის წყლის ხარჯების განსაზღვრისათვის გამოყენებულ იქნა ე.წ. „ა.პ. ბრასლავსკის“ საანგარიშო ფორმულა [1]:

$$\Delta Q = \omega K v_{\text{უდღ.}} \quad (1)$$

სადაც, ω არის ცოცხალი კვეთის ფართობი ორ მეზობელ სიჩქარულ ვერტიკალს შორის, მ²; $v_{\text{უდღ.}}$ - ორი მეზობელი სიჩქარული ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეებს შორის უდიდესი, მ/წმ; K - კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება $n = v_{\text{უმცირ.}} / v_{\text{უდღ.}}$ ფარდობის მიხედვით [1]; $v_{\text{უმცირ.}}$ - ორი მეზობელი სიჩქარული ვერტიკალის საშუალო სიჩქარეებს შორის უმცირესი, მ/წმ.

მთლიანი წყლის ხარჯი განისაზღვრება, როგორც კერძო (მეზობელ სიჩქარულ ვერტიკალებს შორის) წყლის ხარჯების ჯამი:

$$Q = \sum_1^m \omega_i K_i v_{i,\text{უდღ.}} \quad (2)$$

სადაც, m არის სიჩქარული ვერტიკალების რაოდენობა.

აღნიშნული მეთოდით წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის საკმარისია ნაკადის სიჩქარის გაზომვა 3-5 ვერტიკალზე, ამასთან მაქსიმალური ცდომილება არ აღემატება 4,4%-ს [1].

ჩვენს შემთხვევაში საშუალო სიჩქარე თითოეულ სიჩქარულ ვერტიკალზე განისაზღვრება ემპირიული ფორმულით [1]:

$$v_{\text{ვერტ.}} = 0,25(u_{0,2} + 2u_{0,6} + u_{0,8}) \quad (3)$$

სადაც, $u_{0,2}, u_{0,6}, u_{0,8}$ არის მოცემულ ვერტიკალზე წყლის სიჩქარეები გაზომილი შესაბამისად წყლის თავისუფალი ზედაპირიდან $0,2H$, $0,6H$ და $0,8H$ სიღრმეზე H - წყლის სიღრმე მოცემულ ვერტიკალზე.

თითოეული ვერტიკალის ცალკეულ წერტილებში წყლის ადგილობრივი სიჩქარის გასაზომად გამოყენებული იქნა ჰიდრომეტრიული („პიტოს“) მილაკი, რომლის მოქმედება დაფუძნებულია სიჩქარული დაწნევის სიდიდის განსაზღვრაზე შემდეგი ფორმულით:



$$u = \varphi \sqrt{2gh} \quad (4)$$

სადაც, φ არის შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მილაკის მიმღები ნაწილის ფორმას, ნაკადის მოძრაობის რეჟიმს და სხვა ფაქტორებს. ჩვენს შემთხვევაში $\varphi=1$; h - სიჩქარული დაწნევის სიდიდე, მ. მოცემულ წერტილში იგი განისაზღვრება, როგორც სხვაობა მილაკში წყლის დონის აწევას და ნაკადში წყლის დონეს შორის; $g=9,81$ მ/წმ² - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

გასწორში წყლის დინების ადგილობრივი სიჩქარეების გაზომვა წარმოებდა ჰესის ჰიდროტურბინების მიმართოველი აპარატის გაღების სხვადასხვა სიდიდეებისათვის (ჰიდროაგრეგატების სხვადასხვა სიმძლავრისათვის) 4 ვერტიკალზე ზემოთ მოყვანილის შესაბამისად.

უნდა აღინიშნოს, რომ სადაწნეო აუზიდან სადაწნეო მილსადენში მიწოდებული წყლის ხარჯი ჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში რეგულირდება სადაწნეო აუზში მოწყობილი წყალსაგდები ღარის საშუალებით. ამ უკანასკნელით გატარებული წყლის ხარჯი განისაზღვრა თეორიული გზით, წყალსაგდების ქიმზე ფაქტობრივი დაწნევის სიდიდის გაზომვის შედეგებზე დაყრდნობით. სატურბინო მილსადენში მიწოდებული წყლის ხარჯი განისაზღვრებოდა, როგორც სხვაობა სადაწნეო აუზში შემოსულ და წყალსაგდები ღარით გატარებულ წყლის ხარჯებს შორის.

სადაწნეო აუზის წყალსაგდები ღარის თითოეული მხარის გამტარუნარიანობა ($Q_{\text{სადაწნეო-წყალს.ი}} \text{ მ}^3/\text{წმ}$) განისაზღვრება ფორმულით [2]:

$$Q_{\text{სადაწნეო-წყალს.ი}} = mb \sqrt{2gH}^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

სადაც, m არის წყალსაშვის ხარჯის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება წყალსაშვის ზღურბლის სახეობის მიხედვით [2]:

$$\text{თხელკედლიანი წყალსაშვისათვის} (\delta/H) \leq 0,67 \quad m = 0,402 + 0,054 H/p,$$

$$\text{პრაქტიკული, მართკუთხა მოხაზულობის წყალსაშვისათვის} 0,67 \leq (\delta/H) \leq 2 \quad m = 0,42(0,7 + 0,183H/\delta) [2];$$

ფართო ზღურბლიანი წყალსაშვისათვის $2 < (\delta/H) < 10 \quad m = 0,32$ [3]; აქ $\delta = 0,40$ მ არის წყალსაშვის ქიმის სისქე; $b = 5,95$ მ - წყალსაშვები ფრონტის სიგანე ღარის თითოეული მხრიდან; $p = 1,2$ მ - წყალსაშვის ქიმის სიმაღლე ზედა ბიფის მხრიდან; H - დაწნევა წყალსაშვზე, მ.

გაანგარიშების შედეგები ჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმებისათვის მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

რიგითი №	ჰესის სიმძლავრე, კვტ	სადაწნეო აუზში მოდინებული წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	სადაწნეო აუზის წყალსაშვით გადადინებული წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	ჰესისათვის მიწოდებული წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	1 კვტ-ის შესაბამისი წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ/კვტ
1	2	3	4	5	6
1	9000	5,72	0,08	5,64	0,00063
2	7900	5,94	0,56	5,38	0,00068
3	6590	5,9	1,21	4,69	0,00071
4	5500	5,75	1,8	3,95	0,00072
5	4120	5,74	2,53	3,21	0,00078
6	2000	5,96	4,69	1,27	0,0006

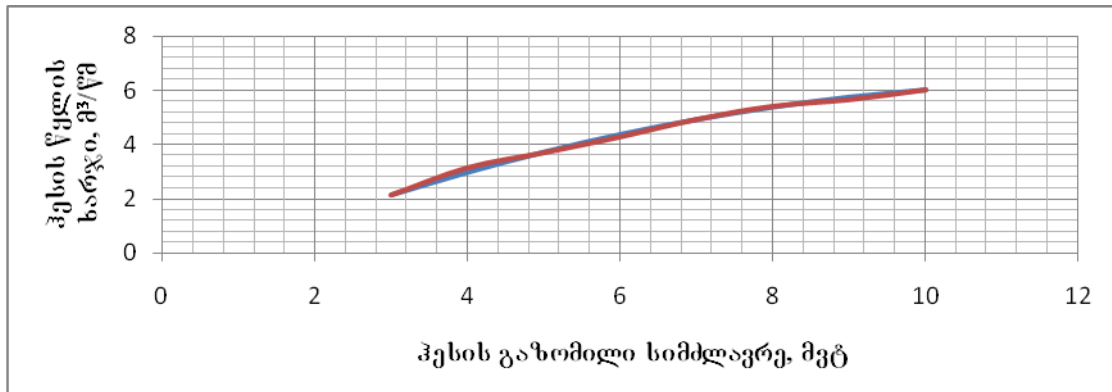


IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ამ ცხრილის მე-2 სვეტში მოცემული ჰესის სიმძლავრეების მნიშვნელობები შეესაბამება მართვის ფარზე მოწყობილი ვატმეტრის ჩვენებას. მე-6 სვეტში მოყვანილია წყლის ხვედრითი ხარჯების სიდიდეები (მ³/წმ/კვტ) ჰესის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში. როგორც ჩანს, ჰესის სიმძლავრის შემცირებასთან ერთად იზრდება ჰესის ხვედრითი ხარჯი, რაც მოცემულ რეჟიმში ხანგრძლივად მუშაობის მიზანშეუწონლობაზე მიუთითებს. რაც შეეხება ამავე ცხრილის მე-6 სვეტის და მე-6 სტროქონის კვეთაში მოცემულ სიდიდეს 0,0006 მ³/წმ/კვტ, ამ შემთხვევაში (ჰესის წყლის ხარჯი 1,27 მ³/წმ) მუშაობს მხოლოდ №2 პიდროაგრეგატი.

ნახაზზე 1 წითელი მრუდი ასახავს გაზომვების შედეგად მიღებულ ჰესის სიმძლავრეებს (N) და წყლის ხარჯებს (Q) შორის დამოკიდებულებას, ცისფერი მრუდი - სიმძლავრეებს და გაზომილ ჰესის წყლის ხარჯებს შორის თეორიულ დამოკიდებულებას. ეს უკანასკნელი გამოისახება შემდეგნაირად: $Q = -0,0472N^2 + 1,1638N - 0,9162$. სხვაობა წყლის ხარჯების გაზომილ და თეორიულ სიდიდეებს შორის არ აღემატება 5,7%-ს.



ნახ. 1. წყლის ხარჯის დამოკიდებულება სიმძლავრისაგან.

ლიტერატურა

1. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия, Л, Гидрометеиздат, 1977. - 313 стр.
2. Справочник проектировщика. Под ред. В.П. Недриги. М. Стройиздат, 1983.-545 стр..
3. Справочник по гидравлическим расчётам. Под ред. П.Г. Киселева. М. Энергия, 1974.- 313 стр.

ESTABLISHING WATER CONSUMPTION VIA NATURAL MEASUREMENTS WORKING OF BAKHVI 3 IN VARIOUS REGIMES

Lomidze I., Khelidze G., Chubinidze Z., Samsonashvili P.

Georgian Technical University

Summary

As number of employees are limited at small hydro power, the measurement of the permanent natural water consumption is difficult. The conception of the said is possible via instrumental measurement of water consumption, working in various regimes and establishing proper theoretical approach between consumed water and hydro power, that will give opportunity to the staff to control water consumption constantly and in case their inconsistency to take proper measures. According to the said, we have instrumentally measured water consumption, working in various regimes of Bakhvi 3. With this aim, hydrometer alignment was appointed at hydro power tank, at exit of derivation channel, where 4 speed vertical were fixed and at three points local speed of water was measured via hydrometer tubule, in various regimes of hydro power working. The water consumption provided to hydro power was defined as the difference between water consumption flow in the pressure tank and flow out via spillway chute. The latter was defined by spillway approach according to the pressure measured in depiction. Water consumption properties were established. The following theoretical approach between hydro power properties and water consumption of hydro power was established: $Q = -0,0472N^2 + 1,1638N - 0,9162$.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საქართველოში არსებული ენერგორესურსების ათვისების პოტენციალური მიმართულებანი

ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა ე, პაპავა ლ, ჯიხვაძე მ, რაზმაძე მ, მჭედლიძე ქ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტროს მიერ ენერგეტიკული სექტორის განვითარების პირველი გრძელვადიანი სტრატეგიის დოკუმენტის პროექტი გამოქვეყნდა. სტატიაში განხილულია ის ძირითადი გამოწვევები, რომელთა წინაშეც ენერგეტიკა დგას.

წარმოდგენილ პროექტში სტრატეგიული განვითარების ხედვა დაკავშირებულია საქართველოს ენერგოსაფრთხოებისა და ენერგოდამოუკიდებლობის გაძლიერებასთან. გარდა ამისა მნიშვნელოვანია, რომ სამინისტროს მიერ გამოქვეყნებულ დოკუმენტში მკაფიოდ არის განსაზღვრული ევროკავშირთან დაახლოების პროცესში არსებული ენერგეტიკული რესურსების ათვისების შესაძლებლობანი. ამ ჩარჩოს მიხედვით უპრიანია განვიხილოთ საქართველოს ენერგოპოტენციალი.

ჩვენი ქვეყნის ენერგეტიკულ რესურსებს შორის პირველი ადგილი ჰიდროენერგორესურსებს უკავია. როგორც სხვადასხვა კვლევების საფუძველზე გამოიკვეთა, ქვეყნის ძირითად მდინარეთა ეკონომიკურად მიზანშეწონილი წლიური პოტენციალი, დაახლოებით 40 მილიარდი კვტ/სთ-ითაა შეფასებული. [1] ამავე მონაცემებით საქართველოს მდინარეთა მხოლოდ 20 %-ია ათვისებული (2.8 ათასმგვტ-მდე). გათვალისწინებულია, რომ ჰიდროენერგორესურსები საქართველოს ტერიტორიაზე არათანაბრადაა განაწილებული. მათი 72% დასავლეთ საქართველოზე მოდის, ხოლო აღმოსავლეთზე - მხოლოდ 28%. ენერგეტიკული რესურსების მქონე მდინარეებიდან განსაკუთრებით ენგური, რიონი და მტკვარი გამოირჩევა, რომელთა აუზებში განლაგებულია არსებული ჰესების მნიშვნელოვანი ნაწილიც.

საქართველოს მდინარეების უდიდესი ნაწილი მკვეთრი სეზონურობით ხასიათდება, რაც გაზაფხული-ზაფხულის პერიოდში წყალუხვობით და შემოდგომა – ზამთარში წყალმარჩხობით გამოიხატება; ამიტომ მათი პოტენციალის ეფექტიანობა სხვადასხვა ტიპის ჰესების მშენებლობით არის შესაძლებელი, სადაც მდინარის ბუნებრივ რეჟიმზე ზეგავლენა მინიმალური იქნება და მოხდება ბუნებრივი და ხელოვნური სისტემების თანაარსებობის სრულყოფა-განვითარება.

საქართველოში ამჟამად ხორციელდება საერთაშორისო პროექტი, რომელიც ნორვეგიის სამეფოს საგარეო საქმეთა სამინისტროს გრანტით ფინანსდება. მის მიზანს წარმოადგენს საქართველოს მდინარეების აუზების შესწავლისა და შეფასების საფუძველზე პოტენციური ჰიდროელექტროსადგურების იდენტიფიცირება. პროექტის ფარგლებში განხორციელდა არსებული ჰიდროლოგიური და მეტეოროლოგიური, ისტორიული მონაცემების ციფრულფორმატში გადაყვანა, შევსება. როგორც საბოლოო შედეგი GIS სისტემის საფუძველზე შეიქმნება საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მდინარეების ციფრული რუკა, რომელზეც დატანილი იქნება ინფორმაცია პოტენციური ჰიდროსადგურების სავარაუდო მონაცემების შესახებ: კოორდინატები, სიმძლავრე, გამომუშავება და მშენებლობისათვის საჭირო ინვესტიციის ოდენობა.

ბოლო პერიოდში სულ უფრო აქტიურად განიხილება ქარის ენერჯის გამოყენების პროექტების დაგეგმარება. საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტროსა და ენერგეტიკის განვითარების ფონდს მუშაობა უკვე დაწყებული აქვთ და წლის ბოლომდე საქართველოს ენერგეტიკულ ბაზანსში პირველი ქარისგან წარმოებული ენერჯიაც გაჩნდება: გორის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ქარის ელექტროსადგურის დადგენილი სიმ-



კვლევების თანახმად, [1] საქართველოს ქარის მნიშვნელოვანი პოტენციალი გააჩნია. ყველაზე ხელსაყრელი ტერიტორიები ქარის ელექტროსადგურებისთვის კავკასიის მაღალმთიანი ზონაა, სამხრეთ საქართველოს ზეგანი (ჯავახეთის რეგიონი) და შავიზღვისპირეთის სამხრეთი ნაწილი. ქარის მუშა სიჩქარე ამ მიდამოებში 1400-7100 საათამდე მერყეობს. რამდენიმე პერსპექტიულ მოედნად ქარისთვის შეიძლება განვიხილოთ ფოთის, ქუთაისის, რუსთავის, თბილისის, რიკოთის უღელტეხილისა (მთა საბუეთი) და მდინარე ჭოროხის მიმდებარე ტერიტორიები. ქარის ენერჯის საშუალო წლიური პოტენციალი 4 ტრგვტ-ით, ხოლო დადგმული სიმძლავრე 1500 მგვტ-ითაა შეფასებული.[2]

საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობიდან გამომდინარე, მზის ეფექტური და ხანგრძლივი გამოსხივება საკმაოდ მაღალია. ქვეყნის უმეტეს ნაწილში, მზის ნათების წლიური ხანგრძლივობა დაახლოებით 1900-2200 საათია. ამასთან, მუშა საათების რაოდენობა ზამთარში 10-15%-ს, ხოლო ზაფხულში 30-35%-ს შეადგენს. მზის ჯამური წლიური რადიაცია რეგიონების მიხედვით 1300-2500 კვტ.სთ/მგ დიაპაზონში მერყეობს. ცხელ პერიოდში მზის პირდაპირი რადიაციის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორია დაყოფილია 14 რაიონად, აქედან მზის ენერჯის მისაღებად ყველაზე პერსპექტიულია იორის ზეგანი, ხოლო ყველაზე ნაკლებად პერსპექტიული - შავი ზღვის სანაპირო. მზის ენერჯის სრული წლიური პოტენციალი საქართველოში 34 ათასი ტონა პირობითი სათბობის ეკვივალენტურია.

მიუხედავად იმისა, რომ მთაგორიან ადგილებში მდებარე, ძნელად მისასვლელი და მცირედ დასახლებული სოფლების ენერჯით მომარაგებისათვის საქართველოს პირობებში ოპტიმალურ ვარიანტს მზის ენერჯის ფოტოელექტრული გარდამქმნელების ბაზაზე მომუშავე ავტონომიური მიკროელექტროსადგურები წარმოადგენს, ქვეყანაში მზის პოტენციალი მცირედ არის ათვისებული.

საქართველოს ტერიტორიაზე დღეისათვის აღრიცხვლია 60-110°C თერმული წყლის 300-მდე გამოსავალი ჯამური დებიტით 230-270 მლნ. მ³ წელიწადში, რაც პოტენციურად შეესაბამება 1.8-2.3 მლრ. ტპსს. გეოთერმული წყლების სითბო შეუცვლელია საყოფაცხოვრებო - კომუნალურ სექტორში, სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგების და ტექნოლოგიური პროცესების სითბო-სიცივიტით მომარაგებისათვის. მიუხედავად ამისა სათბობ-ენერგეტიკულ ბალანსში გეოთერმული ენერჯის წილმა 2015 წელს მხოლოდ 2.3 %-ი შეადგინა.

ბიოგაზი-რომლის თბუნარიანობა 25 მეგაჯოული/მ³-ია შესაძლებელია გამოყენებული იქნას როგორც თბური, ასევე ელექტროენერჯის მისაღებად. ბიოგაზიდან შესაძლებელია აგრეთვე სინთეზური თხევადი საწვავის წარმოება. ბიოგაზის წარმოების ტექნოლოგიები გამოირჩევა სიმარტივითა და სიაფით წიაღისეული საწვავის მოპოვების ტექნოლოგიებთან შედარებით .

დასკვნა: ქვეყანაში საერთაშორისო და ადგილობრივი ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ანალიზიდან ჩანს, რომ საქართველოს განახლებადი, არატრადიციული ენერჯის რესურსების დიდი მარაგი გააჩნია: იქნება ეს ჰიდრო, მზის, ქარის, გეოთერმული წყლების თუ ბიოგაზის ალტერნატიული რესურსი. მცა დღემდე მიღებული არ არის მათი ათვისების მხარდამჭერი კანონები, ამიტომაც ამ რესურსების გამოყენების დონე ამჟამად ძალიან დაბალია და ეს ხდება მაშინ, როცა ჩვენი ქვეყანა ყოველწლიურად 300 მლნ. ლარის ბუნებრივ აირის ყიდულობს უცხოეთში. საქართველოში მოხმარებული ბუნებრივი აირის 50% კი იხარჯება დაბალპოტენციური თბური ენერჯის (40-150°C) მისაღებად, გათბობისა და ცხელწყალმომარაგების უზრუნველყოფის მიზნით. სწორედ ამ სეგმენტის ჩანაცვლება უპრიანი ალტერნატიული რე-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სურსებით, რაც მილიონობით ტონა ძვირადღირებულ იმპორტირებულ ნედლეულს დაზოგავს და არც გარემოს დააბინძურებს. ჩვენი აზრით, აუცილებელია ჩატარდეს ფუნდამენტური სამუშაოები ამ სფეროში, რათა გადაიჭრას საკანონმდებლო, ეკონომიკური, სამეცნიერო-ტექნიკური, ინფორმაციული და ფსიქოლოგიური ბარიერები, რაც ხელს უშლის და ამუხრუჭებს ამ მეტად აქტუალურ, ქვეყნისთვის სასიცოცხლოდ აუცილებელ ახალ მიმართულებებს.

ლიტერატურა:

1. ჟორდანიას ირ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ. დას ხვ. “ საქართველოს ბუნებრივი რესურსები”, მონოგრაფია, თბილისი 2015 წ. 1180 გვ.
2. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ. - ენერგოეფექტურობის მენეჯმენტი თბოენერგეტიკაში. თბილისი. გამომცემლობა “ ტექნიკური უნივერსიტეტი” . 2007, 59-62 გვ.
3. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ. - ეკოსისტემის დაცვის ეკონომიკური შეფასების მეთოდოლოგია. თბილისი. ქ. “ენერჯია”2009 . № 2 (50). 65-69 გვ.

POTENTIAL DIRECTIONS OF MASTERING EXISTENT ENERGY RECOURSES IN GEORGIA.

Vezirishvili-Nozadze K., Pantskhava E., Papava L., Jikhvadze M., Mchedlidze K.

Georgian Technical University

Summary

The Ministry of energy of Georgia has published the first long-term project strategy document about development of the energy sector. in the article, the major problems of Energetics are discussed

**არატრადიციული, განახლებადი რესურსები –
 ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატივა**

**ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ჟორდანიას ირ., ნოზაძე თ., მირიანაშვილი ნ., ლომსაძე ზ.,
 წოწონავა-დურგლიშვილი თ.**
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გაანალიზებულია მსოფლიოში ორგანული სათბობის დაწვის შედეგად გარემოზე მიყენებული ეკოლოგიური ზიანის გამომწვევი მიზეზები. ნახვენებია, რომ ორგანული სათბობის დაწვის შედეგად გარემოზე მიყენებული ეკოლოგიური ზიანის შემცირების ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულებაა არატრადიციული, განახლებადი ენერგორესურსების ფართოდ გამოყენება თბური და ელექტრული ენერჯიის მიხედვით.

ცნობილია, რომ საქართველოს, ქვანახშირის გარდა, არ გააჩნია სხვა წიაღისეული სათბობის მნიშვნელოვანი მარაგები.

ქვეყნის ეკონომიკას სერიოზულ ტვირთად აწევს ნავთობპროდუქტებისა და ბუნებრივი აირის იმპორტი, რომლის ფასები მსოფლიო ბაზარზე საკმაოდ მაღალია და ამავე დროს არასტაბილურია. ასეთ ვითარებაში კი ქვეყნის ენერგოუსაფრთხოება მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია გარე ფაქტორებზე, რასაც ემატება აგრეთვე გლობალური სათბობის შედეგად გამოწვეული კლიმატის ცვლილების გამო გახშირებული ეკოლოგიური კატასტროფები.

2013 წელს ენერჯიის წლიურმა მოხმარებამ მსოფლიოში გადააჭარბა 145·10³ მლრდ. კვტს-ს. იმავე პერიოდში, ენერჯიის წლიურმა მოხმარებამ საქართველოში შეადგინა დაახლოებით 3,7 მლნ ტ.ნ.ე. ანუ 42,3 მლრდ. კვტსთ, რაც მსოფლიო მოხმარების 0,03%-ია.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ელექტროენერჯის წლიურმა მოხმარებამ მსოფლიოში 2013 წელს შეადგინა 22,5·10³ მლრდ. კვტსთ. იმავე პერიოდში ელექტროენერჯის წლიურმა მოხმარებამ საქართველოში შეადგინა 9,1 მლრდ. კვტსთ, რაც მსოფლიო მოხმარების 0,04%-ია. ენერჯის წლიური მოხმარებიდან ელექტროენერჯის მოხმარების წილმა მსოფლიოში შეადგინა 15,5%, ხოლო საქართველოში – 21,5%.

მსოფლიოში მოხმარებული ელექტროენერჯის დაახლოებით 60% გამოიყენებოდა ორგანულ სათბობით მომუშავე თბოელექტროსადგურებში, საიდანაც, აღნიშნული სათბობის დაწვის შედეგად, გარემოში, წვის პროდუქტებთან ერთად დიდი ოდენობის ნახშირორჟანგი (CO₂) გამოიტყორცნება, რომელიც პლანეტაზე “სათბურის” ეფექტს გამოიწვევს მიზეზია.

1900-1950 წლებში ატმოსფეროში გამოტყორცნილი CO₂-ის რაოდენობა 300 მლნ ტონიდან 1200 მლნ ტონამდე გაიზარდა. დროის ამ მონაკვეთში გარემოში გამოტყორცნილი ნახშირორჟანგის ოდენობა წელიწადში საშუალოდ 18 მლნ ტონით ანუ 2%-ით იზრდებოდა.

1950-1970 წლებში, რომელიც ემთხვევა მეორე მსოფლიო ომის დამთავრებისა და კაცობრიობის მშვიდობიანი განვითარების პერიოდს, მსოფლიო ბაზარზე ორგანულ სათბობის დაბალი ფასის გამო მნიშვნელოვნად გაიზარდა მისი მოხმარება, რამაც გამოიწვია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის რაოდენობის მომატება – 1200 მლნ ტონიდან 4000 მლნ ტონამდე. დროის ამ მონაკვეთში ატმოსფეროში გამოტყორცნილი ნახშირორჟანგის ოდენობა წელიწადში საშუალოდ 140 მლნ ტონით ანუ 5%-ით მატულობდა.

1970-2000 წლებში CO₂-ის ემისია ატმოსფეროში 4000 მლნ ტონიდან 8000 მლნ ტონამდე გაიზარდა. დროის ამ მონაკვეთში გარემოში გამოტყორცნილი ნახშირორჟანგის ოდენობა წელიწადში საშუალოდ 133,3 მლნ ტონით ანუ 3,3%-ით მატულობდა. ეს პერიოდი ემთხვევა გასული საუკუნის 70-იან წლებში მსოფლიოში ენერგეტიკული კრიზისის დასაწყისს, როდესაც მსოფლიო ბაზარზე დაიწყო ნავთობპროდუქტებისა და ბუნებრივი აირის გაძვირება.

ამ პროცესებმა ხელი შეუწყო ენერჯის განახლებადი, არატრადიციული რესურსების ინტენსიურ ათვისებას და ახალი ენერგოდამზოგი სისტემების შექმნის სტიმულირებას. შედეგად, მართალია დროის აღნიშნულ მონაკვეთში (1970-2000 წწ.) ორგანული სათბობის მოხმარება გაიზარდა, მიუხედავად ამისა მისი საშუალო წლიური მოხმარება და შესაბამისად ატმოსფეროში CO₂-ის ემისია წელიწადში 5%-დან 3,3%-მდე შემცირდა.

თუ დავუშვებთ, რომ მსოფლიოში ენერჯის მოხმარების ზრდის ამჟამინდელი ტემპი შენარჩუნდება (დიდი ალბათობით კი გაიზრდება კიდევ, რაც განპირობებულია უპირველესად მოსახლეობის რაოდენობის ზრდით პლანეტაზე), დედამიწაზე გლობალური დათბობის შედეგად და “სათბურის” ეფექტის გაძლიერების გამო, რაც გამოიწვევს ატმოსფეროში CO₂-ის ემისიის მატებით, ეკოლოგიური კატასტროფები გარდაუვალი იქნება. ამ კატასტროფების შედეგად მიყენებული ზიანის აღდგენა კაცობრიობას ამჟამად წელიწადში დაახლოებით 300 მლრდ. აშშ დოლარი უჯდება.

საკითხის განხილვისას აუცილებელია ითქვას, რომ ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის ისეთი წყარო, რომელიც ზიანს არ მიაყენებს გარემოს, არ არსებობს. ამიტომ, ენერგეტიკა და მისი განვითარების პერსპექტივები ყოველთვის უნდა იყოს იმ სახელმწიფო თუ საზოგადოებრივი ორგანიზაციების ყურადღების ქვეშ, რომლებიც სისტემატურ კონტროლს ახორციელებენ გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე.

სულ უფრო სრულყოფილი ხდება ენერჯის მიღებისა და მისი გარდაქმნის თანამედროვე ტექნოლოგიები, რომელთა გამოყენების შედეგადაც კაცობრიობა, გაზრდილი



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, გაცილებით ნაკლებ ბუნებრივ რესურს მოხმარს და შესაბამისად უფრო ნაკლებად დააბინძურებს გარემოს.

ეკოსისტემის დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების სტრატეგიის შემუშავება, მისი პრიორიტეტული მიმართულებების განსაზღვრისა, თანამედროვე, ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების დანერგვა, საქართველოს ეკონომიკური პოტენციალის ზრდის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა.

ქვეყანას გააჩნია ენერჯის განახლებადი რესურსების (ჰიდრო-, მზე, ქარი, გეოთერმული წყალი, ბიომასა) მნიშვნელოვანი პოტენციალი, თუმცა დღემდე არ არის მიღებული მათი ათვისების მხარდამჭერი კანონი. ამ რესურსების გამოყენების დონე ამჟამად ძალიან დაბალია და ეს ხდება მაშინ, როცა ჩვენმა ქვეყანამ 2013 წელს 300 მლნ ლარის ბუნებრივი აირი იყიდა უცხოეთში (1,9 მლრდ. კუბური მეტრი ანუ 17 მლრდ. კვტსთ). საქართველოში მოხმარებული ბუნებრივი აირის 50% იხარჯება დაბალპოტენციური თბური ენერჯის (40-150°ჩ) მისაღებად, გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების პროცესების განსახორციელებლად.

საქართველოს მოსახლეობის ენერგოუზრუნველყოფისათვის ბოლო 20 წელია დაახლოებით 5 მლნ კუბური მეტრი საშუალო ხე-ტყე იჭრება წელიწადში, მაშინ როცა ტყეების პოტენციალი იმის საშუალებას იძლევა, რომ წელიწადში მხოლოდ 1 მლნ კუბური მეტრი შეშა მოიჭრას. მხოლოდ ამ შემთხვევაში შეიძლება ტყე ჩაითვალოს განახლებად რესურსად.

ენერჯის განახლებადი რესურსების ინტენსიური ათვისების მიზნით აუცილებელია გადაილახოს შემდეგი ტიპის ბარიერები: საკანონმდებლო; ეკონომიკური; სამეცნიერო-ტექნიკური; ინფორმაციული და ფსიქოლოგიური.

ცხრილში 1 წარმოდგენილია საქართველოს ენერჯის განახლებადი წყაროების (ეგწ) პოტენციალი.

ცხრილი 1

საქართველოს ენერჯის განახლებადი წყაროების პოტენციალი

ეგწ-ს სახეობა	თეორიული პოტენციალი	ტექნიკური პოტენციალი	ეკონომიკური პოტენციალი
მცირე ჰესები	40 მლრდ. კვტსთ	20 მლრდ. კვტსთ	5 მლრდ. კვტსთ
ქარის ენერჯია	1300 მლრდ. კვტსთ	35 მლრდ. კვტსთ	4-5 მლრდ. კვტსთ
მზის ენერჯია	10·10 ⁴ მლრდ. კვტსთ	≈5-10 მლრდ. კვტსთ	2-3 მლრდ. კვტსთ
გეოთერმული ენერჯია		1,3 მლრდ. კვტსთ	0,6-0,7 მლრდ. კვტსთ
ბიომასა		10 მლრდ. კვტსთ	2-3 მლრდ. კვტსთ
ჯამი		≈74 მლრდ. კვტსთ	≈15 მლრდ. კვტსთ

ცხრილიდან ჩანს, რომ ეგწ-ს ეკონომიკური პოტენციალის 30%-ით ათვისების შემთხვევაში ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში წელიწადში დაიზოგება მოხმარებული ენერჯის დაახლოებით 10%.

დასკვნა: საქართველოში სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის დღევანდელი მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად და გამწვავებული ეკოლოგიური სიტუაციის გამოსასწორებლად აუცილებელია გატარდეს შემდეგი ღონისძიებები:



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- შემუშავდეს სახელმწიფო სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრამა “ენერგეტიკა და ეკოლოგია”, რომლის ერთ-ერთი ძირითადი ნაწილი იქნება არატრადიციული, განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების გამოყენება თბური და ელექტრული ენერჯის მისაღებად;

- დაიხვეწოს ამჟამად არსებული საკანონმდებლო ბაზა და პარლამენტის მიერ მიღებულ იქნას ენერჯის განახლებადი წყაროების ათვისების მხარდაჭერი კანონი;

- საქართველოს მთავრობის მიერ დაფინანსდეს ის პროექტები, რომლებიც დაკავშირებული იქნება ენერჯის განახლებადი რესურსების ათვისებასთან.

ლიტერატურა

1. ჟორდანია ირ., ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., მირიანაშვილი ნ., ლომსაძე ზ./“საქართველოს ბუნებრივი რესურსები” მონოგრაფია//თბილისი//2015//1183 გვ.
2. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., მირიანაშვილი ნ. //“ენერგოლამზოგველი სისტემების გამოყენების ეფექტურობა//თბილისი// შრომათა კრებული საქ. ტექნ. უნივერსიტეტი//2007// გვ.24-29.
3. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., რაზამაძე მ. //ენერგოეფექტურობის მენეჯმენტი თბოენერგეტიკაში //გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი” //2007 //59 გვ.
4. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ. ეკოსისტემის დაცვის ეკონომიკური შეფასების მეთოდიკა// თბილისი //ჯ.“ენერჯია” //№2(50) //2009 //გვ17-25.
5. რაზამაძე ბ. //“ალტერნატიული განახლებადი რესურსები” //თბილისი //2000 //გვ.100.
6. პეტრა ოპიცი //სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების მდგრადი ენერგეტიკის პოლიტიკა //ჰაიროს ბიოლის ფონდი //თბილისი //2015 //109 გვ.

NONTRADITIONAL RENEWABLE RESOURCES – THE ALTERNATIVE FOR ECOLOGICAL PROBLEMS’ SOLUTION

Vezirishvili-Nozadze K., Zhordania Ir., Mirianashvili N, Lomsadze Z., Nozadze T., Tsotsonava-Durglishvili T.
 Georgian Technical University

Summary

The causes of ecological damage arising from burning organic fuel in the World are analyzed in the article. One of the perspective ways for reducing such ecological damage is considered by the authors the using of non-traditional, renewable energy resources for receiving heat and electric power.

ორგანული (OLED) შუქდიოდები და მათი გამოყენება თანამედროვე ტექნოლოგიებში

ქათამაძე ი. ნაკაშიძე ვ. კაპანაძე თ.
 აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სტატიის შინაარსი ეხება: თანამედროვე ორგანული და არაორგანული შუქდიოდების ქიმიურ შემადგენლობას და მათი გამოყენების სფეროებს. ნაშრომში განხილულია OLED ტექნოლოგიების დადებითი და უარყოფითი მხარეები და მათი შემდგომი განვითარების პერსპექტივები.

ნახევარგამტარებმა მნიშვნელოვანი როლს შეასრულა განიცადა განათებაში. არაორგანული და ორგანული შუქდიოდები (ინგლისურად LED და OLED) - ეს არის შუქდიოდური სინათლის ორი წყარო, რომლებმაც მნიშვნელოვნად ჩაანაცვლა აირგანმუხტი და ლუმინესცენციური ნათურები.

შუქდიოდის LED ნათურების საფუძველს წარმოადგენს არაორგანული მასალები, რომლებიც უზრუნველყოფენ სინათლის გამოსხივებას. შუქდიოდის გამოსხივების დიაპა-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



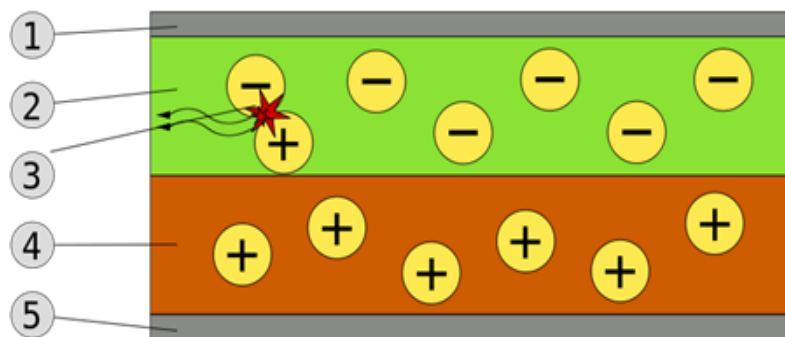
ზონი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ნახევარგამტარის ქიმიურ შემადგენლობაზე.

ცხრილში 1 მოყვანილია შუქდიოდის ფერი, ტალღის სიგრძის დიაპაზონი, ძაბვის ვარდნა დიოდზე და ნახევარგამტარის მასალა.

ცხრილი 1

ფერი	ტალღის სიგრძე(წმ)	ძაბვა (ვ)	ნახევარგამტარის მასალა
ინფრაწითელი	$\lambda > 760$	$\Delta U < 1.9$	გალიუმის არსენიდი (GaAs); ალუმინი- გალიუმის არსენიდი (AlGaAs).
წითელი	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta U < 2.03$	ალუმინი- გალიუმის არსენიდი (AlGaAs); გალიუმის არსენიდი-ფოსფიდი (GaAsP); ალუმინი-გალიუმი-ინდიუმის ფოსფიდი (AlGaInP); გალიუმი(III) ფოსფიდი (GaP).
ნარინჯისფერი	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta U < 2.10$	გალიუმის ფოსფიდი -არსენიდი (GaAsP); ალუმინი-გალიუმი-ინდიუმის ფოსფიდი (AlGaInP);გალიუმი (III) ფოსფიდი (GaP).
ყვითელი	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta U < 2.18$	გალიუმის არსენიდი-ფოსფიდი (GaAsP)ფოსფიდი (AlGaInP) გალიუმი (III) ფოსფიდი (GaP)
მწვანე	$500 < \lambda < 570$	$1.9^{[8]} < \Delta U < 4.0$	ინდიუმი-გალიუმის ნიტრიდი (InGaN);/გალიუმი(III) ნიტრიდი (GaN); გალიუმი(III) ფოსფიდი (GaP); ალუმინი-გალიუმი-ინდიუმის ფოსფიდი (AlGaInP); ; ალუმინი-გალიუმის ფოსფიდი (AlGaP).
ლურჯი	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta U < 3.7$	თუთიის სელენი (ZnSe); ინდიუმი გალიუმის ნიტრიდი (InGaN); კაუბადის კარბიდი (SiC).
იისფერი	$400 < \lambda < 450$	$2.76 < \Delta U < 4.0$	ინდიუმი-გალიუმის ნიტრიდი (InGaN).
მეწამული	დამდენიმე სპექტრის ნაერთი	$2.48 < \Delta U < 3.7$	ორმაგი: ლურჯი/წითელი დიოდი; ლურჯი წითელი ლუმინოფორით, ან თეთრი მეწამული ფირფიტებით.
ულტრაიისფერი	$\lambda < 400$	$3.1 < \Delta U < 4.4$	ალმასი (235 HM); ბორის ნიტრიდი (215 HM); ალუმინის ნიტრიდი (AlN) (210 HM); ალუმინი-გალიუმის ნიტრიდი (AlGaN); ალუმინის-გალიუმის-ინდიუმის ნიტრიდი (AlGaInN)
თეთრი	ფართო სპექტრი	$\Delta U \approx 3.5$	ფირუზისფერი/ულტრაიისფერი დიოდი ლუმინოფორით;

OLED-ორგანული შუქდიოდი არის ნახევარგამტარული ხელსაწყო, რომელიც ორგანული ნაერთების მეშვეობით ეფექტურად გამოასხივებს სინათლეს მასში ელექტრული დენის გავლისას. ორგანული ნაერთი უმეტესად შეიცავს წყალბადის, ჟანგბადის, აზოტის ელემენტებს, უფრო ნაკლებად ფოსფორსა და სხვა კომბინირებულ ლითონებს.



ნახ.1 OLED კრისტალის სტრუქტურა





ლიტერატურა

1. www.russianelectronics;
2. www.oled-info.com.

ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODES (OLED) AND THEIR USE IN MODERN TECHNOLOGIES

Katamadze I., Nakashidze V., Kapanadze T.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on chemical composition of modern organic and inorganic light-emitting diodes and areas of their use. The paper describes advantages and disadvantages of OLED technologies and prospects for their further development.

ნეონო-აღრევების ეფექტიანობა და სარბიხელო ჰიდროენერგეტიკაში

ნემსვერიძე მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თანამედროვე ეპოქაში, როდესაც ენერგო-ეკოლოგიური პრობლემები წინა პლანზეა წამოწეული დიდი მნიშვნელობა ენიჭება განახლებადი ენერჯის მაქსიმალურ გამოყენებას. მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ამ მხრივ დანერგილია ბევრი წამახალისებელი მექანიზმი თუ პრაქტიკა.

სტატიაში განხილულია ერთ-ერთი ასეთი ინიციატივის ნეონო-აღრევების დანერგვის აუცილებლობის შესახებ ჰიდროენერგეტიკაში, რომელიც მიკრო სიმძლავრის ელექტროსადგურების განვითარების ტრადიციულ და ფართოდ გავრცელებულ პოლიტიკას წარმოადგენს. მისი მიზანია, მიკრო სიმძლავრის ელექტროსადგურების ხელშეწყობა საქართველოში.

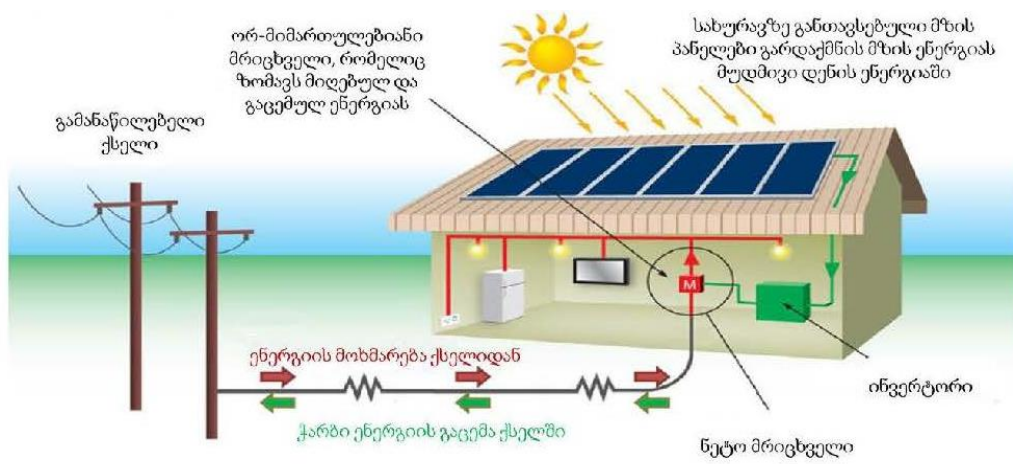
XXI საუკუნეში მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში და მათ შორის საქართველოშიც ცდილობენ ენერგო – ეკოლოგიური უსაფრთხოების გაუმჯობესების მიზნით განახლებადი ენერჯის მაქსიმალურ გამოყენებას.

საქართველო საკმაოდ პერსპექტიულია განახლებადი ენერჯის ათვისების მხრივ, განსაკუთრებით კი მდიდარია ჰიდროენერგორესურსებით. მას აქვს ქარის, მზის, ბიომასისა და გეოთერმული წყლების ენერჯის პოტენციალიც, რაც საშუალებას იძლევა, შეიქმნას დამატებითი სიმძლავრეები ადგილობრივი და უცხოური ინვესტიციების განხორციელებით.

საქართველოს მდიდარი ჰიდროენერგორესურსი საშუალებას იძლევა აშენდეს არამარტო დიდი ჰიდროელექტროსადგურები, რომელიც არცთუისე ხელსაყრელია ეკოლოგიური თვალსაზრისით, არამედ უფრო ეფექტიანია მცირე და მიკრო ჰესების მშენებლობაც, როგორც ფინანსურად ასევე ეკოლოგიური უსაფრთხოების მხრივაც.

განახლებადი ენერჯის განვითარების ხელშეწყობის საქმეში მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში დანერგილია ბევრი საინტერესო ინიციატივა, კერძოდ მომხმარებლის მიერ საკუთარი მოხმარების დაკმაყოფილებისა და მიკრო სიმძლავრის განახლებადი ენერჯის წყაროების განვითარება საერთაშორისო დონეზე სხვადასხვა წამახალისებელი პოლიტიკით არის მხარდაჭერილი.

წახალისების პოლიტიკა ორიენტირებულია იქეთკენ, რომ გამარტივებული წესით, ადმინისტრაციული თუ სხვა სახის ბარიერების მოხსნით, უზრუნველყოს გარკვეული შეღავათიანი პირობების დაწესება და მომხმარებლისათვის საკუთარი სახსრებით ან ნაწილობრივ დონორული ხელშეწყობით განვითარონ საკუთარი ენერჯის წყაროები და სრულად ან ნაწილობრივ დაიკმაყოფილონ ენერგომოთხოვნილება.



ნახაზი 1. ნეტო აღრიცხვის საილუსტრაციო სქემა, მზის ენერგიის გამოყენების შემთხვევაში.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლობის სტანდარტები და ის აიგოს წინასწარ გაწერილი წესებით განაწილების ლიცენზიანტთან წინასწარი შეთანხმებით, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ფინანსური რისკები და საფრთხეები. საჭიროა მშენებლობის შესწავლა და საერთაშორისო პრაქტიკის გაზიარება.

საერთაშორისო გამოცდილებით ბევრ ქვეყანაში ამ კუთხით ძალიან ბევრი წახალისების მეთოდებია: არსებობს იაფი კრედიტი, სხვადასხვა ორგანიზაციების თანადაფინანსება, საგადასახადო შეღავათები, ემისიების შემცირებასთან დაკავშირებით დამატებითი შემოსავლების დარიცხვა და ა.შ.

საქართველოში ეს პრაქტიკა ახლა ინერგება და არის წინგადადგმული ნაბიჯებიც, განხორციელდა რეგულაციები კანონში „ელექტროენერგეტიკისა და ბუნებრივი გაზის შესახებ“, განისაზღვრა საცალო მომხმარებლის საკუთრებაში არსებული მიკრო ელექტროსადგურების სტატუსი, რათა თავიდან იქნას აცილებული საკანონმდებლო და მარეგულირებელი ბუნდოვანება, სკითხთან დაკავშირებით, არ მოხდეს ასეთი მიკროელექტროსადგურების მიმართ იგივე ტექნიკური და ადმინისტრაციული მოთხოვნების წაყენება, რომელთა დაკმაყოფილებაც მოეთხოვებათ მცირე სიმძლავრის ელექტროსადგურებს და მაქსიმალურად მოხდეს საცალო მომხმარებლების წახალისება ამგვარი წამოწყებისთვის.

მსოფლიოში ნეტო აღრიცხვის პოლიტიკამ ფართო გავრცელება ჰპოვა. აშკარაა, რომ ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფისთვის ერთადერთი აუცილებელი პირობა აღარაა მხლოდ დიდი ენერგობიექტების მშენებლობა, არამედ შესაძლებელია მიკრო სიმძლავრის ელექტროსადგურების მშენებლობით საკუთარი ენერგომოთხოვნილების დაკმაყოფილება.

ამგვარად, საერთაშორისო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ მიკროელექტროსადგურების განვითარებას საქართველოში შესაძლოა ჰქონდეს მრავალმხრივი სარგებელი, მათ შორის:

- გადამცემი და გამანაწილებელი ქსელების ასაშენებლად საჭირო ფინანსური დანახარჯების შემცირება;
- იმპორტირებული ენერჯის მოცულობის ან თბოელექტროსადგურებზე გამომუშავების შემცირება ;
- ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირება გადამცემ და გამანაწილებელ ქსელებში;
- მომხმარებელს უზნდება დამატებითი შესაძლებლობა დაზოგოს ფინანსები ენერჯის შესყიდვაზე ან სულაც გახდეს ენერჯის მიმწოდებელი;
- ხელს უწყობს დასაქმებას და ეკონომიკურ აქტივობას, იქედან იზრდება მოთხოვნა, კვალიფიციურ ინჟინრებზე და მემონტაჟეებზე;
- ეს არის სუფთა ენერჯია და დადებითად აისახება გარემოზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. მდგრადი ენერგეტიკის პოლიტიკური ეკონომია. (სალექციო კურსი)/ავტორთა კოლექტივი//გრიგოლ რობაქიძის სახ. უნივერსიტეტი. თბილისი 2013. გვ 167.
2. ენერჯის განახლებადი წყაროები და ენერგოეფექტურობა. მსოფლიო გამოცდილება საქართველოსთვის. თბილისი 2013. გვ 41.
3. სემეკის 2015 წლიური ანგარიში. www.gnerc.org
4. საერთაშორისო ენერგეტიკული სააგენტო www.iea.org



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



THE EFFECTIVENESS OF NET-ACCOUNTING IN HYDROPOWER

Nemsitsveridze M.

Georgian Technical University

Summary

In the modern era, when the energy-environmental problems are brought to the fore, the maximum use of renewable energy is accorded great importance. In this regard, many incentive mechanisms have been introduced in many countries worldwide.

The paper dwells on one of such initiatives for the necessity of adoption of net-accounting in hydro-power, which represents the traditional and widespread policy for the development of micro-capacity electric power plants, which is aimed at promotion of micro-capacity electric power plants in Georgia.

MODELLING OF AN EXPERIMENTAL ROOM TO WORK WITH MINIMUM USE OF ENERGY

Assistant Professor Yılmaz AKGÜNEY

Department of Energy Systems Engineering, Ereğli Faculty of Engineering and Natural Sciences, Necmettin Erbakan University, 42310, Ereğli / KONYA, TURKEY.

The aim of this study is mathematical modeling of a variable volume control for the use of the least energy to be conditioned at test room conditions. In an environmental space to be conditioned, together with energy savings and comfort in keeping human health or the appropriate level of industrial purposes is expected features. The air-conditioning will be controlled volumes; homes, offices, greenhouses, are environmental spaces such as sea and air vehicles. This rooms in the desired conditions in the air conditioning system can be provided with different energies. The goal is to minimize the system energy costs by keeping the comfort conditions. The problem addressed in this study, temperature, humidity, air velocity and air ratio includes variables. Thus comprises a multi-input and multi-output model of the enclosure. In this study, the test chamber was established multi-input and multi-output as a real system. Dynamic equations expressing mathematical model was established between the variables here. Air conditioning systems, modern and operation in the case where optimum control techniques using a minimum of energy expenditure and has been shown to be able to control.

1. INTRODUCTION

This work laid the foundations of the past [1, 2, 3]. System developed with analog simulation [4, 5] or by analytical methods. [6, 7]. Then, using a simplified frequency response [8]. Energy saving was ensured only with temperature control [9, 10]. Enthalpy by C.E. Bullock control mechanism was developed. None of these studies have failed to keep the room in the comfort zone. These studies further taken by A Kaya is achieved by keeping the energy minimization of the volume of your comfort zone [11, 12]. This study was developed on A Kaya model.

In a room to be air conditioned, with energy-saving comfort it is also important. Studies made here of an environmental room comfort conditions relate to ensuring energy saving together. To achieve this, the system of multivariate mathematical model is described here. A simulation is presented by improving the performance index. Comfort conditions, references [11, 12, 13, 14, 16] are shown.

2. DEVELOPMENT OF MATHEMATICS MODEL

Controlled chamber shown in Figure 1. Temperature, relative humidity and air velocity cannot be independently controlled. In case of a control function, which has a negative impact on the other. This allows unnecessary deviations and fluctuations.



$\frac{dx}{dt} = \dot{x} = f(x, u; y_e, y_a)$ $f = \text{nonlinear}$ (1)	$y = g(x)$ $g = \text{nonlinear}$ (2)	$\dot{x} = Ax + Bu + Cy_e + Dy_a$ linear (3)	$y = Hx$ linear (4)	$G_{ij} = \frac{Y_i(s)}{U_j(s)}$ $\text{system transfer matrix}$ (5)	$Y(s) = G(s) U(s)$ $\text{system transfer matrix}$ (6)	$G_s = [H I_s^{-1} - A]^{-1} B$ $\text{transfer function matrix}$ (7)
--	---	---	------------------------------------	--	--	---

Moisture Balance Equation

Moisture balance mathematically for the system shown in Figure 1 can be written as follows.

$$\begin{bmatrix} \text{Difference of humidity in chamber} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Supplied water vapor} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Humidity of entering air} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{Humidity of exiting air} \end{bmatrix}; \quad V \rho \frac{dw}{dt} = \dot{m} + w_e \rho_e f - w \rho d \quad (8)$$

$$\frac{dw}{dt} = \frac{1}{V} [K_1 \dot{m} \bar{T} \bar{w} + \frac{f \bar{T} \bar{w}}{P \bar{T}_e} \lambda_e - A v w] = \dot{x}_3 = f_3(x_1, x_2, x_3, u_1, u_2, u_3; y_e, y_a) = f_w(V, w, T, m, A, v, \phi_e, T_e, f) \quad (9)$$

Energy Balance Equation

Energy balance can be written as follows for the considered control volume.

$$\begin{bmatrix} \text{Difference of energy in the space} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Supplied energy} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Energy of entering air} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Energy of water vapor} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{Energy of exiting air} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{Leakage energy} \end{bmatrix}$$

$$V \rho \frac{dh}{dt} = q + \rho_e f h_e + m h_w - \rho dh - Q$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{K_1 \bar{T} \bar{w}}{V(c_{pa} + c_{pw} w)} [q + \frac{fE}{K_1} + m h_w - Q] - \frac{A v [c_{pa} T + w(h_a + c_{pw} T)]}{(c_{pa} + c_{pw} w)} - \frac{(h_a + c_{pw} T)}{V(c_{pa} + c_{pw} w)} [K_1 m \bar{T} \bar{w} + \frac{f \bar{T} \bar{w}}{P \bar{T}_e} \lambda_e - A v w]$$

$$\frac{dT}{dt} = \dot{x}_2 = (x_1, x_2, x_3, u_1, u_2, u_3; y_e, y_a) = f_T = (V, w, q, m, T_w, Q, T_e, w_e, f, T, A, v) \quad (10)$$

(10) a simplified case of the Q value in the equation can be written as follows [11].

$$Q = \frac{T(t)}{R_1} - \frac{1}{CR_2} e^{\sigma t} \int_0^t T(\tau) e^{-\sigma \tau} d\tau - \frac{T_a}{CR_1 R_2} \left[\frac{1 - e^{-\sigma t}}{\sigma} \right]; \quad \sigma = \frac{R_1 + R_2}{CR_1 R_2} \quad (11)$$

The expression of heat loss in a continuous regime will look like.

$$Q_{ss} = \frac{S}{R_1 + R_2} (T - T_a) = U S (T - T_a) \quad (12)$$

Velocity (Continuity) Relation

Control within the volume and the continuity equation can be written as follows for the air.

$$v = \frac{f(P - \lambda_e) \bar{T} \bar{w}}{A K_2 \bar{T}_e} = x_1 = f_v(x, u, y_e, y_a) = f_v(A, T, T_e, w, f) \quad (13)$$

(13, 10 and 5) the equation (1 and 2) can be written in the statement numbered. Linear systems (3 and 4) is given in the equation. This line is Jacobean matrices can be found by linearization.

The block diagram of a linear system is given in Figure 4. Here is $G(s) = [H I_s^{-1} - A]^{-1} B$, transfer function matrix. (1) The first term in the equation, you can put in place the following link in terms of simplification.

$$x_1 = a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + b_{11} u_1 + b_{12} u_2 + b_{13} u_3 + c_{11} y_{e1} + c_{12} y_{e2} + c_{13} y_{e3} + d_{11} y_{a1} + d_{12} y_{a2} + d_{13} y_{a3} \quad (14)$$

Energy use is expressed as follows.

$$\varepsilon(f, q, m) = e_1(f) + e_2(q) + e_3(m) \quad (15)$$

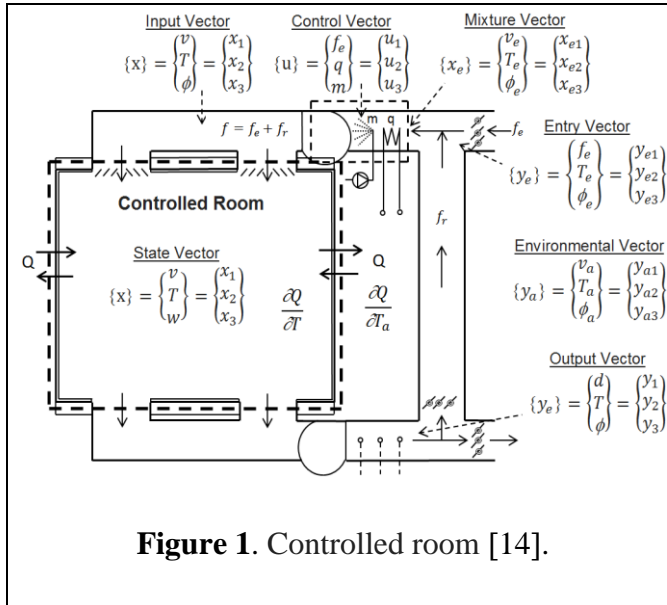


Figure 1. Controlled room [14].

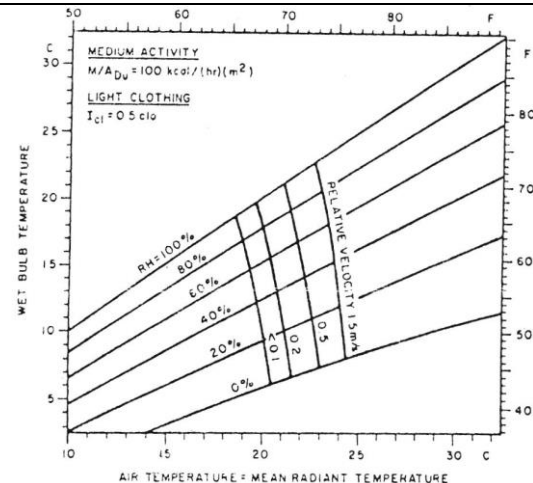


Figure 2. Comfort region for medium activity and light clothing [13].

Wherein "r" is set to minimize energy use, and f, q, m acts directly on the value. The optimum steady state is calculated. Static optimization is applied to it. Here, it is essential to remain within the comfort zone, as shown in Figure 2 [11, 13, 14]. In to equation (3) y_e using $\frac{dx}{dt} = Fx + Bu$ provided. The optimum conditions to minimize deviations from the index can be written as follows. $J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{\infty} [x^T Q x + u^T R u] dt$. Wherein Q and R matrix unit definition and $u = -R^{-1} B^T K x$ shaped. Matrix K, which leads to the following link fixed. $-KF - F^T K - Q + K B R^{-1} B^T K = 0$. The block diagram of Figure 5 gives the optimum control. K is constant, is possible to perform the optimum control of the analog and the device.

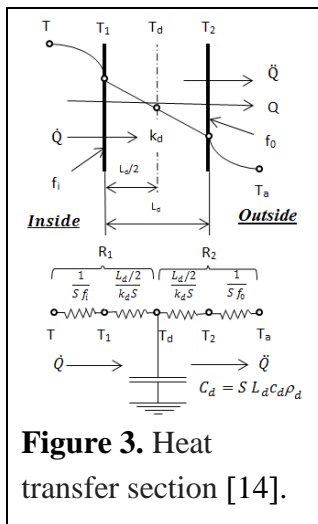


Figure 3. Heat transfer section [14].

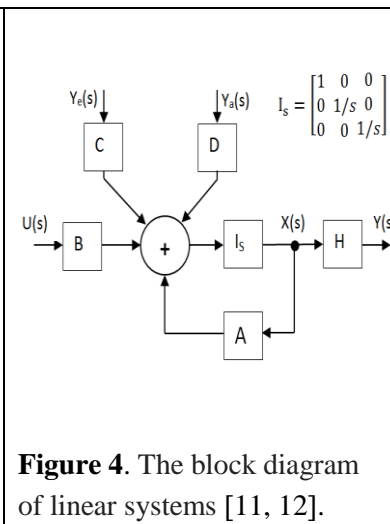


Figure 4. The block diagram of linear systems [11, 12].

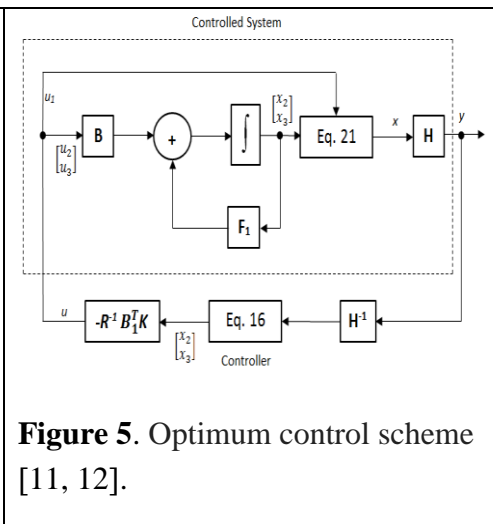


Figure 5. Optimum control scheme [11, 12].

3. SIMULATION FOR OPTIMAL CONTROL

Optimize for optimum control is applied to this model of Figure 1. In this model, experiments and applications made according to the result corrections and additions can be made more convenient.



IV სპირიტუალური სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



Structure Model : B model shown in Figure 1 has the following parameters.

$S = 10.8 \text{ m}^2$ $c_d = 2.5 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ $\rho_d = 500 \text{ kg/m}^3$ $L_d = 0.018 \text{ m}$ $k_d = 0.5 \text{ kJ/hm}^\circ\text{C}$	$f_i = 50 \text{ kJ/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ $f_0 = 30 \text{ kJ/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ $A = 2 \text{ m}^2$ $V = 3.6 \text{ m}^3$ $T_w = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$T_a = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi_a = 0.50$ $r = 0.50$ (% 50 outside air) Air entering Specifications	$e_r = 7.558(10^{-4}) \text{ kJs}^2/\text{m}^9$ Heating $e_q = 1$ Cooling $e'_q = -0.37$ Humidification $e_m = 765 \text{ kJ/kg}$ Dehumidification $e'_m = -30600.5 \text{ kJ/kg}$ Energy use function values	$T = 19.59 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi = 0.46$ $v = 0.10 \text{ m/s}$ $f = 0.197 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 0.4069 \text{ kJ/h}$ $m = 8.8(10^{-3}) \text{ kg/h}$ $\varepsilon = 0.4136 \text{ kJ/h}$ Optimal room conditions
--	---	---	--	---

Linear Model : Room firstly; B, C, D, H, H, A, M and F is given by the optimum conditions for given values of the matrix elements.

$A = \begin{bmatrix} 0 & 0.147 & 0.158 \\ -10.758 & -12111.4 & 35183.8 \\ -3.4(10^{-2}) & 0 & -5.555 \end{bmatrix}$	$B = \begin{bmatrix} 220.106 & 0 & 0 \\ 5.195 & 99.640 & 1533.063 \\ 8.5(10^{-4}) & 0 & 101.147 \end{bmatrix}$	$C = \begin{bmatrix} 220.106 & -0.148 & -0.890 \\ 5.195 & 0.073 & -769.241 \\ 8.5(10^{-4}) & 7.5(10^{-2}) & 0.307 \end{bmatrix}$
$D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 12049.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$H = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & -6.34(10^{-2}) & 3.878 \end{bmatrix}$	$H_z = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & -3.28(10^{-2}) & 4.047 \end{bmatrix}$
$E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 52.609 & -0.163 \\ 0 & -6.3(10^{-2}) & 0.497 \end{bmatrix}$	$M = [H_z][E] = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 502.609 & -0.163 \\ 0 & -0.00172 & 2.068 \end{bmatrix}$	$A + CM = \begin{bmatrix} 44.021 & -7.640 & 0.182 \\ -9.719 & -12106.22 & 35183.68 \\ -3.2(10^{-2}) & -5.2(10^{-2}) & -5.548 \end{bmatrix}$

$\frac{dx}{dt} = Fx + Bu$ in its statements, $\frac{dx}{dt} = 0$ when the first case would be as follows.

$$\frac{dx_1}{dt} = 0 = v - 0.173T + 4.141(10^{-2})w + 5f = v = 0.173T - 4.14(10^{-2})w - 5f \quad (16)$$

The last two state "v" if you would have put in place as a result.

$$\frac{dx_2}{dt} = -12107.906T + 3518.72w + 53.793f + 99.640q + 1533.063m \quad (17)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = -1.144(10^{-2})T - 5.548w + 0.017f + 101.147m \quad (18)$$

Equation (17) and (18) together it is concluded that when written.

$\begin{bmatrix} \frac{dx_2}{dt} \\ \frac{dx_3}{dt} \end{bmatrix} = F_1 \begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + B_1 u$	$F_1 = \begin{bmatrix} -12107.906 & 3518.72 \\ -1.144(10^{-2}) & -5.548 \end{bmatrix}$	$B_1 = \begin{bmatrix} 53.793 & 99.640 & 1533.063 \\ 0.017 & 0 & 101.147 \end{bmatrix}$
---	--	---

$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{\infty} [x^T Q x + u^T R u] dt$ in its statement, Q and R are used as the unit matrix and

$-KF - F^T K - Q + KBR^{-1}B^T K = 0$ K has the numerical methods of expression. $u = -R^{-1}B^T K x$ it expressed "u" can be written.

$Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$K = \begin{bmatrix} 4.106(10^{-5}) & 1.152(10^{-4}) \\ 1.152(10^{-4}) & 2.602(10^{-3}) \end{bmatrix}$	$u = -R^{-1} B_1^T K \begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix};$
---	--	--

Here matrix N is located. "u" is placed instead of the value to obtain the following results.

$N = \begin{bmatrix} -0.0022 & -0.0062 \\ -0.0040 & -0.0114 \\ -0.0746 & -0.4400 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = [F_1 + B_1 N] \begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$	$[F_1 + B_1 N] \begin{bmatrix} -12222.82 & 3450.69 \\ -7.5457 & -50.0542 \end{bmatrix};$
---	---	--

This solution gives the optimal trajectory. Deviations are $x_{20} = -1^\circ\text{C}$, $x_{30} = 0.01 \text{ Pa}$ assume that.

The solution has the following relation of the above expression.

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \Phi(t) \begin{bmatrix} x_{20} \\ x_{30} \end{bmatrix}; \quad \Phi(t) = \begin{bmatrix} \phi_{11}(t) & \phi_{12}(t) \\ \phi_{21}(t) & \phi_{22}(t) \end{bmatrix} \quad (19)$$



$\phi_{11}(t) = 1.002e^{-12201.023t} - 0.00173e^{-71.5t}$	$\phi_{12}(t) = 2.845(-e^{-12201.023t} - e^{-71.5t})$
$\phi_{21}(t) = 6.22(10^{-4})(+e^{-12201.023t} - 0.00173e^{-71.5t})$	$\phi_{22}(t) = -1.78(10^{-3})e^{-12201.023t} + 1.002e^{-71.5t}$

(19) contains the following statement from the movement said.

$$x_2 = 0.03018e^{-71.5t} - 1.03045e^{-12201.023t}; \quad x_3 = 0.01606e^{-71.5t} - 0.0006398e^{-12201.023t} \quad (20)$$

Equation (16) and is now obtained.

$$x_1 = 5.194(10^{-4})e^{-71.5t} - 0.17883e^{-12201.023t} - 5f \quad (21)$$

x position in the optimum conditions $x = 0$ state is the control vector that moves. This expression vector v has said there is help. When the value of f , $f = f u_1$ instead of u_1 is used and u equality, equality (21) has the express x_1 in the statement.

$u_1 = 2.2823(10^{-3})e^{-12201.023t} - 1.329(10^{-4})e^{-71.5t}$	$u_2 = 4.217(10^{-3})e^{-12201.023t} - 1.358(10^{-4})e^{-71.5t}$
$u_3 = 0.0772e^{-12201.023t} - 6.916(10^{-3})e^{-71.5t}$	$x_1 = 1.1839(10^{-3})e^{-71.5t} - 0.19024e^{-12201.023t}$

Control variables, the air flow is the amount of heat and humidity. System (state) variables, air velocity, temperature and relative humidity (and moisture contents) values. Optimal curves and behavior over time of these values are given in Figure 6.

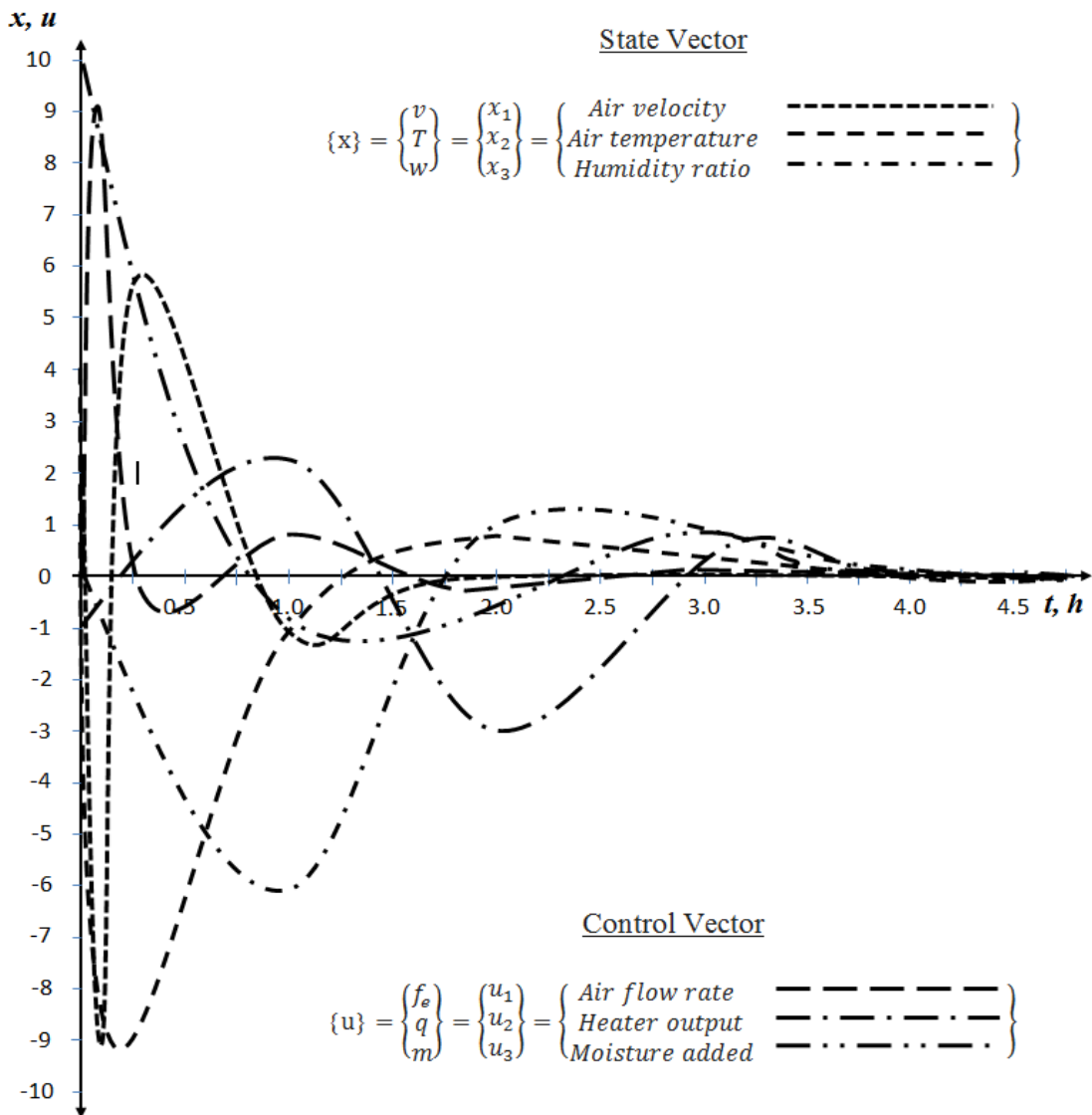


Figure 6. Control and state vectors the optimum curves with respect to time.



4. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, in an environmental room climate control, minimum energy use and provide the necessary comfort to the problem it was investigated. Multi-input and multi-output closed room as a real system has been established in experimental conditions. The system output to clean the air is given back to re-enter at a certain rate through the air circulation.

At a given level of activity and ensure the comfort conditions and energy needs for essential clothing to minimize the problem, temperature, humidity and air velocity variables, cases are selected as variables. These variables change as a function of time was examined at various mixture ratios and a climate. The aim here mathematics of change according to the time of the state variables of the real parameters of the experiment is to compare the model fitness room.

Multi-input and multi-output supplies for experiments established as a real physical system, the dynamic relationship between variables expressed and nonlinear mathematical model was established. Simulation studies show that the stable behavior of the system is high persistence behavior. When installing the system mathematical model, thermodynamic properties of mixtures and assumptions made to simplify, was included in the equation. Nonlinear vector functions, linearized around a given value of the components of vector and linear matrix elements were found.

Significant savings are obtained with static optimization. This is, to control the area around the point within the defined comfort zone with static optimization, it means of feedback control methods can be used. So, out of the inlet air to be mixed with air provides less energy and spend time during the operation of the system.

An optimal control problem for a specific simulation model, developed and examined the behavior was determined to exhibit a stable behavior of this problem. Figure 6 shows the optimal curve and control the behavior of the state vector. These results are very promising. It is seen that the modern control system is an alternative to the classic controls. Work on this topic should continue improving in the real environment because of its importance.

5. SYMBOLS

A	: System matrix, Room cross section, (m ²)	P	: Atmospheric pressure, (kPa)
a	: Duct cross section area, (m ²)	P _w	: Partial pressure of water vapor in humid air, (kPa)
B	: Control matrix,	Q	: Heat loss, (kW/h)
C	: Entrance air matrix,	q	: Heat control variable, (kJ/h)
c _{pa}	: Air specific heat, (kJ/kg K)	r	: Air mixture ratio
c _{pw}	: Specific heat of water vapor, (kJ/kg K)	S	: Room area, (m ²)
D	: Outside air matrix,	S _i	: Wall area, (m ²)
D _u	: Heat generation of body per unit area	T	: Room temperature, (°C)
d	: Exit the room air flow, (m ³ /s)	\bar{T}	: T + 273.15
E	: Entrance matrix,	T _e	: Mixed air temperature, (°C)
e ₁ , e ₂ , e ₃	: Energy functions	T _i	: Temperature of the outer surface, (°C)
F	: (F=A+C M) state vector,	T _m	: Room average radiation temperature, (°C)
f	: Total air flow, (m ³ /h)	T _w	: Water temperature, (°C)
f _{cl}	: Clothing function	U _i	: Heat transfer coefficient, (kJ/m ² h ⁰ C)
f _e	: Fresh air flow, (m ³ /h)	u	: Control vector, [f _e , q, m] ^T
f _m	: A function	v _a	: External wind velocity, (m/s)
f _r	: Return air flow, (m ³ /h)	v	: Air velocity, (m/s)
f, q	: Nonlinear vector functions	v _r	: Relative velocity of the air and the human body., (m/s)
G	: Transfer function matrix,	w	: Moisture content, (kg moisture/kg of dry air)
g	: A function	y	: Output vector, [d, T, φ] ^T
H	: Output matrix,	y _a	: Environmental vector, [v _a , T _a , φ _a] ^T
h	: Room air enthalpy content, (kJ/kg)	y _e	: Fresh air vector, [v _r , T _r , φ _r] ^T
h _g	: Specific enthalpy of water vapor, (kJ/kg)	φ	: Relative humidity, (%)
h _w	: Enthalpy of the water, (kJ/kg)	α	: Constant, (Pa)
I _{cl}	: Heat transfer resistance of the garments, (m ² h ⁰ C/kJ)	β	: Constant, (1/ ⁰ C)



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



k	: Infiltration coefficient	ε	: Energy function
m	: Humidity control variable, (kg/h)	η	: Ratio of heat production rate of the human body mechanical power.
n_c	: Cost of energy efficiency	λ	: $\phi \alpha e^{\beta T}$
n_e	: Efficiency of energy.		

6. REFERENCES

1. Severns, W. H., Fellows, J, R., “Air Conditioning and Refrigeration”, Jonhn Wiley, N.York, 1958.
2. Threlkeld, J. L., “Thermal Environmental Engineering”, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1962.
3. Haines, R. W., “Control Systems for Heating, Ventilating and Air Conditioning”, V.N.R, 1971.
4. Nelson, L. W., “The Analog Computer as a Product Design Tool”, ASHRAE Journal, 1965.
5. Magnussen, J. L., “Analog Computer Simulation of an Air Conditioning System in a Commercial Building Incorporating Yearly Weather Data”, Building Science Series 39SD, G.P.O., 1971
6. Zermuehlen, R. O., Harrison, H. L., “Room Temperature Response to a Sudden Heat Disturbance Input”, ASHRAE Journal, pp. 25-29, 1965.
7. Hemmi, P. I., “Temperatur Ubertragungs Verhalten Durchstromter Raume, PhD Thesis, S.Z, 1967.
8. Kaya, A., “Analytical Techniques for Controller Design”, ASHRAE Journal, pp. 35-39, 1976.
9. Nelson, L. W., Tobias, J. R., “Energy Savings in Residential Buildings”, ASHRAE J., pp. 38-45, 1974.
10. Bloomfield, D. P., Fisk, D. J., “The Optimization of Intermittent Heating”, Rep.No.PD63.76, 1976.
11. Kaya. A., “Optimum Control of HVAC System to Save Energy”, Proceedings of 8th IFAC Triennial World Congress, pp. XXII-A1 to XXIII-150, Kyoto, Japan, 1981.
12. Kaya. A., et al., “Optimum Control Poicies to Minimize Energy Use in HVAC Systems”, ASHRAE Transactions, Vol. 88, No. 2-2714, pp. 235-248, 1982.
13. “ASHRAE Handbook of Fundamentals, Chapter 7”, Physiological Principles, Comfort and Health, pp. 119-150, (Also see ASHRAE Standart 55-74),1972.
14. Akgüney, Y., “Modelling and Simulation for Control Variables of a Single HVAC Space”, University of Marmara, Science Institute, PhD. Thesis, 1994.
15. Razmara. M., et al., “Optimal Exergy Control of Buildings HVAC system”, Elsevier ltd., Applied Energy, pp. 555-565, 2015.
16. Akgüney, Y., “Principles of Control for Efficiency of the Energy Used in a Room”, “Energy: Regional Problems and Development Opportunities”, 4th International Scientific Conference, Akaki Tsereteli State University, Kutaisi, Georgia, October 29-30, 2016.

3

საინფორმაციო ტექნოლოგიები ენერგეტიკასა და ტელეკომუნიკაციებში INFORMATION TECHNOLOGY IN POWER INDUSTRY AND TELECOMMUNICATION





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საქართველოს სატელეკომუნიკაციო სფეროში დასაქმების ფორმულა

**მარდალეიშვილი ზ.*, გელხვიძე პ.*,
 კობლატაძე მ.**, კუპატაძე თ.****
 *აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 **საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

ნაშრომში განხილულია საქართველოს სატელეკომუნიკაციო ბაზარზე არსებული კონკურენციული ვარემო და გამოვლენილია ის გზები, რომლებიც ცალკეულ კომპანიებს აძლევს უპირატესობის მოპოვების შანსს. ამის საფუძველზე კურსდამთავრებულებს ეძლევათ საშუალება სწორად განივითარონ ინტელექტუალური უნარები, დასმული ამოცანის ამოხსნის უნარი, მათემატიკური მოდელირების უნარი, ლოგიკური აზროვნების უნარი, საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენების უნარი, რომ იყვნენ მოთხოვნილი შრომის ბაზარზე.

საქართველოში სახელმწიფო – პოლიტიკური და სოციალურ – ეკონომიკური წყობის შეცვლამ გამოიწვია უმაღლესი განათლების სფეროში რეფორმის აუცილებლობა. საბაზრო ეკონომიკამ და გლობალიზაციამ წაშალა კონკურენციის ნაციონალური საზღვრები და ეკონომიკური აღმავლობა და კეთილდღეობის ზრდის საკვანძო პრობლემად წარმოაჩინა ქვეყნის ინტელექტუალური და საგანმანათლებლო პოტენციალი. კადრების მომზადების სისტემა იძენს სტრატეგიულ მნიშვნელობას, როგორც ძირითადი ინსტრუმენტი. მაღალი კონკურენტუნარიანობის უზრუნველსაყოფად განათლება, მეცნიერება და კულტურა სულ უფრო ხშირად გვევლინება საერთაშორისო კონკურენციისა და ნაყოფიერი თანამშრომლობის სფეროდ [1].

მკვეთრად იზრდება განათლების დონე მსოფლიოში. ინტელექტმა ჩაანაცვლა მატერიალური წარმოება, ტექნოლოგიები და ტექნოლოგიური ინოვაციები გახდა ყოველდღამჭოლი მოვლენა. მაღალმა ტექნოლოგიებმა გადაასხვაფერა ადამიანთა მოღვაწეობის ჩვეული ვარემო, რომელიც სულ უფრო ღრმად მიება კომპიუტერულ ტექნიკასა და ტელეკომუნიკაციას, ინტერნეტის ჩათვლით.

ამრიგად, საგანმანათლებლო სისტემას და კადრების მომზადების პროცესს ეკისრება განსაკუთრებული მისია – შეაგუოს სტუდენტობა მეცნიერებასა და ტექნიკაში მიმდინარე ცვალებადობას, საკუთარი ცოდნის ფარდობითობის შეფასებას და შესაბამისად განუვითაროს უწყვეტი განათლებისაკენ სწრაფვის სურვილი სწრაფად ცვლად სამყაროში ქვეყნის მომავლის ღირსეულად დამკვიდრების მიზნით.

ამ ვითარებაში უმაღლესი განათლების რეფორმის სტრატეგია ითვალისწინებს საგანმანათლებლო პროგრამის ორიენტირებას, არა ვიწრო სპეციალობებად მომზადების მიმართულებით, არამედ ორიენტირებულია კომპეტენტურობის განვითარებაზე, ანუ საგანმანათლებლო პროგრამამ უნდა უზრუნველყოს, შესაბამის სფეროში ცოდნისა და უნარების შექმნა და კომპეტენციების ფორმირება, როგორც საგანმანათლებლო პროცესის საბოლოო პროდუქტი. კომპეტენცია არის ცოდნა და გაცნობიერება (აკადემიური სფეროს თეორიული ცოდნა, ცოდნისა და გაცნობიერების შესაძლებლობა); ცოდნა თუ როგორ უნდა იმოქმედო (გარკვეულ ვითარებებში ცოდნის პრაქტიკული და ოპერაციული გამოყენება); კომპეტენცია აღწერს ადამიანის მიერ მისი გამოყენების დონეს ან ხარისხს [2].

დარგობრივი კომპეტენციები დაკავშირებულია შესასწავლი სფეროს სპეციფიკურ ცოდნასთან და წარმოადგენენ დარგის სპეციფიკურ კომპეტენციებს და უზრუნველყოფენ საგანმანათლებლო პროგრამის იდენტურობასა და თანმიმდევრულობას [3].

ბაკალავრის საგანმანათლებლო პროგრამის დარგობრივი კომპეტენციების გან-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სახელმწიფოს მიზნით, შესწავლილ იქნა საქართველოს ინფორმაციული უწყვეტ განათლების სფეროში მოქმედი 369 კომპანიისაგან შემთავაზებული მომსახურების სახეობები:

- 149 კომპანიას გააჩნია ინტერნეტ მომსახურება – 40,7%;
- 59 კომპანია ახორციელებს საკაბელო, სატრანზიტო ტელემაუწყებლობას – 16 %;
- 39 კომპანიას გააჩნია ადგილობრივი მომსახურების სატელეფონო ქსელი – 10,5%;
- 34 კომპანია ეწევა საერთაშორისო და საქალაქთაშორისო საკომუნიკაციო მომსახურებას – 9,2 %;
- 32 კომპანიას ღიაცნობია აქვს მობილური კომუნიკაციის სახეობებზე – 17%;
- კომპანია აწარმოებს ტელემაუწყებლობას – **19,5%** ;
- 32 კომპანია აწარმოებს რადიომაუწყებლობას – **8,6%**
- 15 კომპანიას ექსპლუატაციაში აქვს რადიოსარეგულარო ხაზები, რადიო და სატელევიზიო პროგრამების გადამცემები, საბაზო სადგურები, უძღვებიან სამონტაჟო-სამშენებლო საქმიანობას – 4%.

ეს მაჩვენებლები, როგორც მომსახურებათა სახეობების, ასევე მათი გავრცელების თვალსაზრისით, ემთხვევა ტელეკომუნიკაციისა და ინფორმაციული უწყვეტ განათლების მსოფლიო ტენდენციების მონაცემებს, იმის გათვალისწინებით, რომ საქართველო არ არის ტელეკომუნიკაციის ტექნიკური საშუალებების მწარმოებელი ქვეყანა.

დღეისათვის კავშირგაბმულობის ბაზრის გარემო ხასიათდება მკაცრი კონკურენციით. არსებობს მიზეზები, რის გამოც არ უნდა ველოდოთ არსებული ვითარების ცვლილებას, როგორც უახლოეს პერიოდში, ასევე მომავალშიც. პირველი მიზეზი, იმაში მდგომარეობს, რომ საქმის არსებული ვითარება სრულ შესაბამისობაშია ქვეყნის მარეგულირებელი ორგანოს პოლიტიკასთან, რომელიც სახელმწიფო დაწესებულების საშუალებით ეწევა საკანონმდებლო ფუნქციონირებას, რაც მიმართულია ბაზრის ყველა მონაწილისათვის თანაბარი სამოქმედო პირობების უზრუნველყოფისაკენ. მეორე მიზეზი დაკავშირებულია ფაქტთან, რომ ამჟამად მკვეთრად არის შემცირებული განვითარების ისეთი შესაძლებლობები, რომლებიც ემყარებოდა სამომხმარებლო ბაზრის მარტივ, რაოდენობრივი ზრდისა და ახალი რეგიონების ათვისების პროცესებს. მესამე მიზეზი დაკავშირებულია იმ ფაქტთან, რომ ბაზრის ყველა მონაწილისათვის ღია და ხელმისაწვდომია ნებისმიერი ტექნოლოგია, მომსახურების სახეობები და შესაბამისად, ძალზე მცირეა იმის ალბათობა, რომ რომელიმე ოპერატორი რაიმე სიახლის დანერგვით მოიპოვებს ლიდერობას.

ჩამოთვლილი მიზეზების გაგრძელება შესაძლებელია, მაგრამ აღნიშნულიდანაც გასაგები ხდება, რომ სატელეკომუნიკაციო კომპანიისათვის - რათა ის იყვეს წარმატებული, რჩება ერთადერთი გზა, აამაღლოს ბიზნესის წარმოების ეფექტურობა, ხოლო ეს პროცესი კი, მრავალმხრივია. ის შეეხება კავშირგაბმულობის დარგის ოპერატორებს და უნდა შესრულდეს ინოვაციების ფართო მოზიდვის გზით, როგორც ახალი კომერციული შეთავაზებების შექმნით, ასევე ისეთი ღონისძიებების გატარებით, რომლებიც მიმართული იქნება ბიზნესის განვითარების პროცესის ოპტიმიზაციისაკენ და კომპანიების მოქმედების ეფექტურად მართვის პროცესებისაკენ.

ამ პროცესის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს სატელეკომუნიკაციო ქსელების დასაბუთებული დაგეგმარება და ოპტიმიზაცია, რომლებიც უზრუნველყოფენ მომსახურების სახეობების მიწოდებას დადგენილი ხარისხის მაჩვენებლებით.

ასეთი ფუნქციის განხორციელება არ არის მარტივი ამოცანა, რაც ბუნებრივად აიხსნება სატელეკომუნიკაციო ობიექტების სირთულით. ასეთი ამოცანის გადასაწყვეტად



IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საჭიროა სპეციალისტების გუნდის ძალისხმევა, რომლებშიც წარმოდგენილი იქნებიან ტექნოლოგიების, პროტოკოლების, სისტემური ანალიზის, გამოთვლითი მათემატიკის და პროგრამირების სფეროების მცოდნეები (ექსპერტები). მათი კვლევის ძირითად შედეგს უნდა წარმოადგენდეს შესასწავლი ქსელის ან მისი ფრაგმენტის ფორმალიზება მათემატიკური მოდელის სახით, რომელიც მოგვცემს საშუალებას შევაფასოთ ქსელის გამტარუნარიანობის მაჩვენებლები. ჩამოთვლილი მიდგომების გარდაქმნა პროგრამული შედეგების სახით, მნიშვნელოვნად შეამცირებს ქსელის დაგეგმარების პროცესის ხანგრძლიობას და კომპანიის მენეჯმენტს მისცემს საშუალებას განახორციელოს ქსელის განვითარების შესაძლებლობების მრავალმხრივი ანალიზი. გადასაწყვეტი ამოცანების ჩამონათვალში აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას აგრეთვე: საინვესტიციო გარემოსათვის შესაძლო ხიფათების შეფასება; შესაძლო საგანგებო ვითარებების ანალიზი და ამ ვითარებებიდან გამოსვლის გზების ძიება; სატელეკომუნიკაციო ქსელის რესურსების ეფექტურად გამოყენების მექანიზმების დამუშავება.

ლიტერატურა

1. Жуковский И.В, Интеграционные процессы в развитии международных образовательных проектов//Стандарты и мониторинг в образовании. 2005 №1с.52-56;
2. Берникова,И.К, Комракова А.В, Математика для гуманитаров//Стандарты и мониторинг в образовании. 2010 №2с.3-7;
3. უნივერსიტეტების წვლილი ბოლონის პროცესში (საგანმანათლებლო სტრუქტურების ურთიერთშეწყობა ევროპაში), ლალი ბაქრაძის რედაქტორობით. თბილისი, 2008. გვ. 19.

FORMULA FOR EMPLOYMENT IN THE TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY IN GEORGIA

Mardaleishvili Z.*, Gelkhviidze P.*, Koplatadze M.**Kupatadze T.**

*Akaki Tsereteli State University, **Georgian Technical University

Summary

The thesis analyses the competition on the telecommunication market and reveals ways, by which companies can achieve competitive advantage. Based on this, students have the opportunity to develop right intellectual skills, such as problem solving, mathematical modeling, logical thinking, use of information technologies, to ensure their own competitiveness on the labor market.

ინფორმაციის პაკეტური მიმდევრის თავისებურებები მობილური კავშირის ახალი თაობების ტექნოლოგიებში

ბურკაძე ტ., ბასილაშვილი გ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რესურსების განაწილების აუცილებლობიდან და სტრუქტურულიდან გამომდინარე, სიხშირული სივრცის დამკვეთების ალგორითმები ფართოდ არის გამოყენებული LTE სისტემაში. მრავალმომხმარებლიან LTE ქსელში, პაკეტების დამკვეთების ალგორითმები შესაძლებელია ეფექტურად გამოყენებულიქნან სიხშირული და მრავალმომხმარებლიანი მრავალფეროვნების (Diversity) მექანიზმის გამოყენების მეშვეობით. სიხშირული მრავალფეროვნება ეხება რამდენიმე ქვე-გადამტანი სიხშირის (subcarrier) ერთდროულ გამოყენებას, რათა გადაიღახოს შერჩევითი სიხშირული მიღების ეფექტი. მრავალმომხმარებლიანი მრავალფეროვნება კი საშუალებას აძლევს საბაზო სადგურს შეარჩიოს უკეთესი რადიო არხის პირობების მქონე მობილური სადგურები. პაკეტური მიმოცვლის დაგეგმვის დროს წარმოქმნილი სირთულეები შეიძლება გადაიჭრას QOQS სქემის გამოყენებით, რომელიც ადაპტურად და ჰკვიანურად ირჩევს დაგეგმვის ალგორითმს არსებული ჯგუფიდან, ნაცვლად ერთი რომელიმე კონკრეტული ალგორითმის გამოყენებისა, რაც ზრდის არასტაბილური მობილური ქსელის გარემოს მიმართ მდგრადობას.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ძირითადი განსხვავება მობილურ და ფიქსირებულ სისტემებს შორის არის ის, რომ რადიო რესურსები მობილურ სისტემაში შეზღუდულია სიხშირული ზოლის მიხედვით და ყოველთვის არ არის ხელმისაწვდომი, რადგან მისი გამოყენება ხდება ერთდროულად მრავალი მომხმარებლის მიერ. გარდა ამისა, ქსელთა შორის ინტერფერენცია, მრავალსიხიური გავრცელება, სიგნალის მიღება და მომხმარებლის მობილობა იწვევს რადიო არხის არაპროგნოზირებად ბუნებას, რომელიც გავლენას ახდენს რესურსების განაწილებაზე და მინიჭებაზე. სწორედ ეს წარმოადგენს ძირითად გამოწვევას მომსახურების ხარისხის უზრუნველყოფისა მობილურ სისტემებში.

რესურსების განაწილების და მინიჭების მექანიზმი (RAA - Resource Allocation Allot) შემუშავებულია რადიო რესურსების უფრო ეფექტურად გამოყენების მიზნით. RAA მექანიზმი ზოგადად შედგება ორი ფაზისგან: რესურსების განაწილების და მათი მინიჭების ფაზებისგან. პირველ ფაზაში, გამოყოფილი რადიო რესურსების (RB/RU – Resource Block/Unit) რაოდენობა განისაზღვრება ცალკეული მომხმარებლის გადაცემის მოთხოვნებით თითოეულ დაგეგმვის ინტერვალში. იმ შემთხვევაში, თუ გამოყოფილი RU-ბის რაოდენობა აღემატება პრაქტიკულად შესაძლო რაოდენობას ერთ TTI-ში, ერთი ან რამდენიმე RU ამოღებული იქნება თითოეული მომხმარებლის განაწილების სიიდან, სანამ მათი რაოდენობა არ შემცირდება პრაქტიკულ მაქსიმუმამდე RU(max). აქვე აღნიშნავთ, რომ RU წარმოადგენს მინიმალური რადიო რესურსის ერთეულს გამოყოფილს მომხმარებლისათვის.

მეორე ფაზაში ხდება ცალკეული მომხმარებლის პრიორიტეტის გამოთვლა თითოეულ RU-ზე, არჩეული პაკეტების დაგეგმვის ალგორითმის საფუძველზე; ხოლო შემდეგ, პირველი ფაზის შედეგად, კონკრეტული გამოყოფილი რაოდენობის RU-ბის მინიჭება ხდება მომხმარებლებისათვის, თითოეული RU პრიორიტეტის საფუძველზე. ეს მექანიზმი ადაპტურად ანიჭებს მომხმარებლებს რადიო რესურსებს მათი პაკეტების გადაცემის მოთხოვნების შესაბამისად, რათა მაქსიმალურად ეფექტურად იქნას რადიო რესურსების გამოყენება. ნახ. 1-ზე მოცემული სქემა ასახავს RAA მექანიზმის მუშაობას:

OFDMA სისტემაში, რეალურ დროში მომუშავე სერვისების მხარდასაჭერად, შემუშავებულ იქნა სიხშირული სივრცის პაკეტების დამგეგმავის ალგორითმი, რომელიც RAA მექანიზმს იყენებს და აქ მოხსენიებულია, როგორც დატვირთვაზე ორიენტირებული დაგეგმვის (LOS - Load Oriented Services) ალგორითმი. LOS-ის რესურსების განაწილების ფაზა, თითოეულ დაგეგმვის ინტერვალში, შედგება ორი ნაწილისგან: პირველ ნაწილში, მობილურ სადგურებს, რომელთა ბუფერიც არ არის ცარიელი, ენიჭებათ RU მონაცვლეობით მაშინ, როდესაც დარჩენილი RU-ბი გამოიყოფა დანარჩენი აქტიური მომხმარებლებისთვის, იმ პირობით, რომ მეორე ნაწილში დარჩენილი იქნება თავისუფალი RU-ბი. i მომხმარებლისთვის t ინტერვალში RU-ბის TTI (Transmit Interval Time) საერთო რაოდენობა გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით:

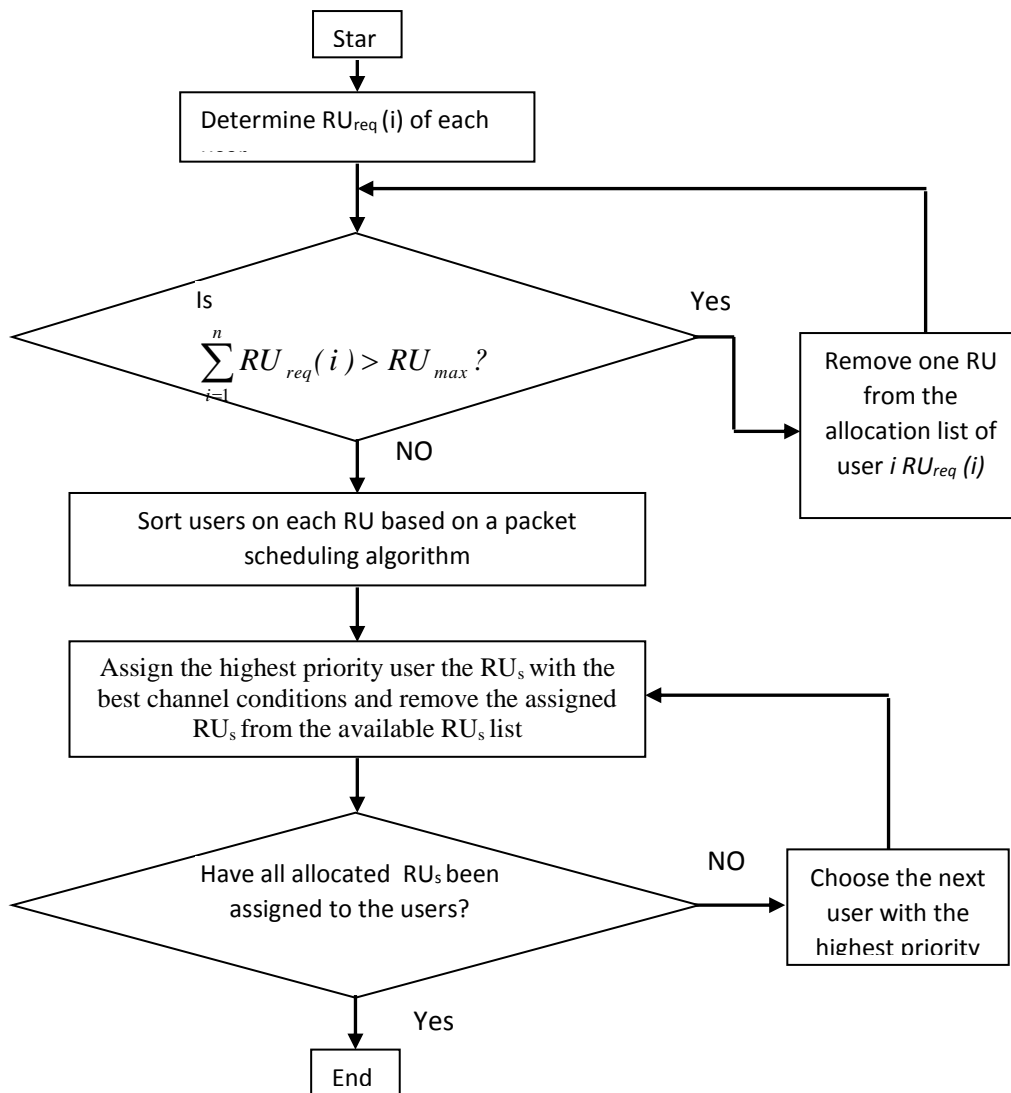
$$n_i(t) = n_i(t) + RU_{rem} \cdot \left[\frac{B_i(t)}{\sum_{k=1}^{k=N} B_k(t)} + 0.5 \right], \quad (1)$$

სადაც RU_{rem} არის დარჩენილი RU-ბის რაოდენობა; $B(t)$ – საბაზო სადგურის ბუფერის ხანგრძლივობა ბიტებში, ხოლო N კი მობილური სადგურების სრული რაოდენობა.

რესურსების განაწილების ფაზის შემდეგ ხდება თითოეული მომხმარებლისთვის პრიორიტეტების მოუწესრიგებელი განსაზღვრა, რესურსების მინიჭების საწყის ფაზაში.

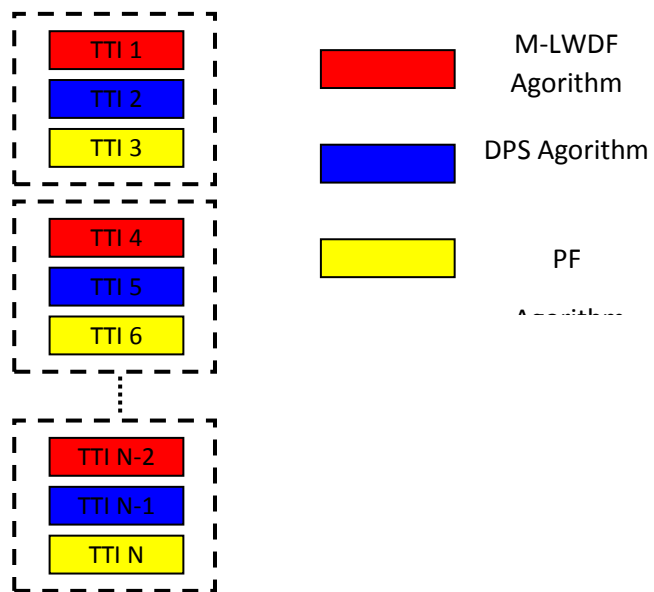


შემდგომ საუკეთესო რადიო არხის მქონე მომხმარებლებს მიენიჭებათ RU, პრიორიტეტების მიხედვით. მომდევნო TTI-ში მომხმარებლების ხდება პრიორიტეტების გაცვლა – უმცირესი პრიორიტეტის მქონე მობილური სადგური მომდევნო TTI-ში მიიღებს უმაღლეს პრიორიტეტს. ამ გზით ხდება მომხმარებლებს შორის რესურსების სამართლიანი განაწილების უზრუნველყოფა. ბოლოს კი მინიჭებული RU-ბის ამოღება ხდება მანამდე, სანამ რესურსების სადგურის ბუფერი დაცარიელდება. ბოლო საფეხურზე კი ხდება თითოეული მომხმარებლის პრიორიტეტის განახლება ზემოთ მოცემული გამოსახულების მიხედვით. მეორე და მეოთხე ეტაპი მეორდება იქამდე, სანამ არ დაცარიელდება მატრიცა, რაც მიუთითებს ყველა RU-ს გამოყენებაზე ან ყველა მობილური სადგურის წარმატებით დაგეგმვაზე.



ნახ. 1. RAA მექანიზმის მუშაობა

თითოეული დაგეგმვის ალგორითმი შემუშავებულია კონკრეტული მიზნით. აქედან გამომდინარე, თითოეული დაგეგმვის ალგორითმს აქვს დადებითი და უარყოფითი მხარეები, რადგან ისინი ითვალისწინებენ სხვადასხვა მოთხოვნებს სხვადასხვა სიტუაციებში. ქსელის მუშაობის ეფექტურობა შესაძლებელია შემცირდეს დაგეგმვის გარემოებების



ნახ. 2. QOS სტრუქტურა



FEATURES OF THE PACKAGE INFORMATION EXCHANGE IN NEW GENERATION TECHNOLOGIES OF THE MOBILE COMMUNICATION

Burkadze T., Basilashvili G.
Georgian Technical University

Summary

Because of the resources allocation need and the structure, frequency space planning algorithms are widely researched in LTE system. In the multiuser LTE network packages, planning algorithms can be efficiently used through frequency and multiuser diversity mechanism. Frequency diversity refers to the simultaneous use of the number of sub-carrier frequencies, in order to overcome the effects of the selective frequency attenuation. Multiuser diversity allows the base station to select the mobile stations with the best radio channel conditions. The difficulties during the planning of packages exchanges could be solved by using QOGS scheme, which uses the adaptively and intelligently selects the planning algorithms from existing group, instead of the use of a specific algorithm, which increases the resistance of the unstable mobile network to the environment.

რადიოსიხშირული უზრუნველყოფის პრობლემები 5G თაობის (5G) მობილური კავშირის ქსელებისათვის

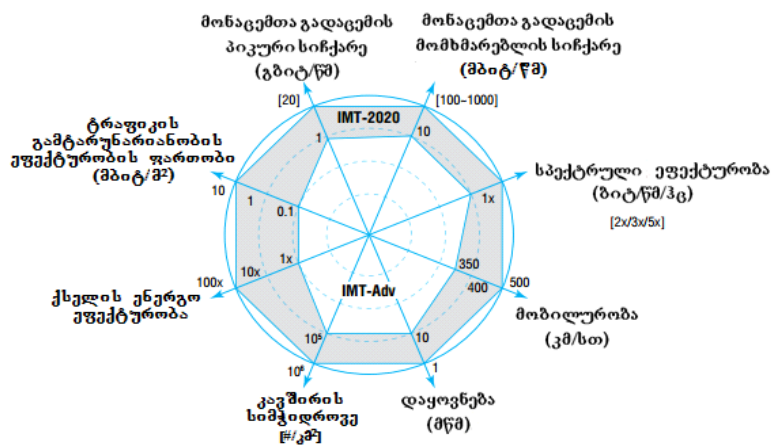
მახარაძე ს., ბერიძე ჯ., ქორთუა თ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მობილურ მომხმარებელთა მიერ შექმნილი ტრაფიკის მოცულობა იმდენად დიდი გახდება უახლოეს პერიოდში, რომ არსებული ტექნოლოგიები არასაკმარისი იქნება მომხმარებელთა მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, რაც უბიძგებს დღეს არსებულ 4G ქსელებს შეიქმნას ტექნოლოგიურად ახალი თაობა – მეხუთე თაობა (5G). მოხსენებაში განხილულია 5G-ს შექმნის პერპექტიულობა, რადიოსიხშირული უზრუნველყოფის პრობლემები მობილური კავშირის ქსელებისათვის.

მობილური კავშირების განვითარებაში დგას მე-5 თაობის (5G) შექმნის პერიოდი, რომლის ძირითადი მიმართულებები ჩამოყალიბებულია IMT-2020 კონცეფციაში და რომელიც პირველ რიგში მოიცავს ახალი რადიოინტერფეისების შექმნას, მე-4 თაობის ქსელების ევოლუციას 5G-კენ, WiFi-ს ახალი ტექნოლოგიის – WiGig - დანერგვას (ეს უკანასკნელი წარმოადგენს WiFi-ქსელს 60 გჰც სიხშირის დიაპაზონში) [1].

მომდევნო 10-15 წლის განმავლობაში პოტენციალურად მზარდ მომსახურების სახეებს შეიძლება მივაკუთვნოთ:

- **მომსახურებები პოლოგრამების საფუძველზე და მულტიმედია სრული დასწრების ეფექტი.** ასეთი მომსახურების მიწოდების ტექნოლოგიურ ბაზას წარმოადგენს ულტრამაღალი მკაფიობის ვიდეოს (4-ჯერ და 8-ჯერ უფრო მაღალი მკაფიობა Full HD-თან შედარებით – UK-UHD და 8K-UHD) და მაღალი ხარისხის ბგერის (VoLTE) გადამცემა. თავის მხრივ ასეთი ტექნოლოგიების დანერგვა მოითხოვს ზემოაღნიშნულ სისწრაფის გამტარუნარიანობის მიღწევას.
- **ვირტუალური და დამატებითი რეალობის სრულმასშტაბიანი მომსახურებები.** ამის მაგალითია ავტომობილის საქარე შუშაზე დამონტაჟებულ მონიტორზე მიღებული ყოველმხრივი სასარგებლო ინფორმაცია გზაზე მოძრაობის შესახებ (ავტომობილის ვიდეო-კამერის და სხვადასხვა გადამწოდების სიხშირით, GPS-ით და ა.შ.), მედიცინაში რობოტის გამოყენებით დისტანციური ოპერაციის ჩატარებისათვის საჭირო დიდი მოცულობის ინფორმაციის (ვიდეო, მართვის და ა.შ.) ორმხრივი და მრავალმხრივი მი-



ნახ.1. IMT-2020-კონცეფციის სქემა



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



პაზონში მოსალოდნელია LTE-Advanced-ის მიერ 5G-ს ზოგიერთი მოთხოვნის დაკმაყოფილება. ამისათვის აღსანიშნავია LTE-Advanced-ის განვითარების მიმართულებები:

- მცირე ზომის ფიჭების მომსახურების მხარდაჭერა;
- აქტიური ანტენების განვითარება ანტენების მიმართულების დიაგრამის ფორმირებით სამგანზომილებიან სივრცეში (3D Beamforming);
- CoMP/MIMO-ტექნოლოგიის განვითარება განაწილებული საბაზო სადგურებისათვის;
- პირდაპირი კავშირების უზრუნველყოფა სააბონენტო ტერმინალებს შორის;
- FDD/TDD-ტექნოლოგიებში გადამტანების აგრეგაციის უზრუნველყოფა ასეთი ტექნოლოგიებისათვის გამოყოფილი სიხშირული ზოლის სიგანე 20 მჰც-ის ფარგლებშია.

მოთხოვნა სიხშირულ სპექტრზე 2020 წლისათვის, კერძოდ მის სიგანეზე 5G-ქსელებისათვის, სხვადასხვა შეფასებით მერყეობს (1080-2770) მჰცც შუალედში. ცხადია ასეთი სიგანის თავისუფალი სიხშირული სპექტრის მოძებნა დიაპაზონში 6 გჰც-ის ქვევით შეუძლებელია, ასევე პრობლემატურია მათი მოძებნა დიაპაზონში 20 გჰც-მდე. ამიტომ (6-20) გჰც სიხშირულ დიაპაზონში, კერძოდ მის ქვედა ნაწილში (6გჰც-ის სიახლოვეს) გამოყენებული სპექტრისათვის საჭიროა შეიქმნას ახალი რადიონტერფეისები (20-100) მჰც სიხშირული ზოლებისათვის, რომლებიც ძირითადად დაფუძნებული იქნებიან LTE-Advanced ტექნოლოგიებზე, მაგრამ მნიშვნელოვანი დამატებებით, კერძოდ:

- მიღწევის არაორთოგონალური მეთოდი (შესაძლებელია არა - OFDM);
- eICIC (enhanced Inter-Cell Interference Coordination-გაძლიერებული ფიჭათშორისი ინტერფერენციის კოორდინირება) ტექნოლოგიის გამოყენება, გადაცემისა და მიღების ერთ სიხშირეზე განხორციელებითაც კი;
- მცირე ფიჭების გამოყენება საკონტროლო ტრაფიკის გარეშე.

სიხშირულ დიაპაზონში (20-100) გჰც ადვილი მოსაძებნია თავისუფალი სიხშირული ზოლები სიგანით (500-1000) მჰცც, რაც საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას მარტივი რადიონტერფეისები ცნობილი მეთოდებით: მარტივი მოდულაცია-დემოდულაციის მეთოდები, TDMA/FDMA მულტიპლექსირება და ა.შ. ამასთანავე ეს მეთოდები დამატებული უნდა იქნას ახალი მიდგომებით – ახალი, მოკლე (სუბმილიწამური) ფრეიმის შემოღება, ახალი, მაღალი რივის ადაპტური სააბონენტო მესერების (MMB-Massive MIMO Beamforming) გამოყენება. უნდა აღინიშნოს, რომ ეფექტური ანტენების სისტემების შექმნით კარგი სიხშირული მახასიათებლებით ფართო სიხშირულ დიაპაზონში (1 გჰც-მდე) შესაძლებელი ხდება უკვე 28 გჰც სიხშირეზე და ზევით, რაც საშუალებას იძლევა ანტენების გაძლიერების კოეფიციენტის ამაღლებით კომპენსირებული იქნას მიღწევის ზრდა დაკავშირებული მაღალსიხშირულ დიაპაზონებზე გადასვლასთან.

კონკრეტული გადაწყვეტილებები (20-100) გჰც სიხშირული დიაპაზონების გამოყენებაზე მიღებული იქნება 2019 წელს WRC-19 (World Radio Conference-2019) მიერ. აქ მოვიყვანო მხოლოდ კვლევების შედეგებს და მოსაზრებებს, რომლებიც წინ უსწრებს აღნიშნულ გადაწყვეტილებებს და გახდება მათი მიღების საფუძველი.

დიდი ბრიტანეთის ტელეკომუნიკაციის ადმინისტრაციის კვლევის მიხედვით, რომელიც კარგად ასახავს სიტუაციას დასავლეთ ევროპაში, რეკომენდირებულ სიხშირულ დიაპაზონებს 5G-თვის შეაგენს 10,125-10,225/10,475-10,575 გჰც, 31,8-33,4 გჰც, 40,5-43,5 გჰც, 45,5-48,9 გჰც და 60-71 გჰც. პროექტ METIS-ის ფარგლებში ჩატარებული კვლევებით რეკომენდირებულ სიხშირეებს მაღალი პრიორიტეტით შეადგენს 9,2-10 გჰც, 31,3-33,2 გჰც, 42,2-43,1 გჰც, 45,4-46 გჰც, 47,2-50,2 გჰც, 55,2-75 გჰც, 81-85 გჰც [3].



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ამასთანავე მხედველობაში მიისაღებია ის, რომ გამოყენებული სისწორების ზრდასთან ერთად იზრდება მიღევა გავრცელებაზე როგორც თავისუფალ გარემოში, ასევე სხვადასხვა დაბრკოლებებში შეღწევის დროს (ბეტონის კედელი, შუშა და ა.შ.). თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ 2020-2030 წლისათვის მოსალოდნელია ტრაფიკის 80%-მდე ფორმირება შენობის შიგნით, სასურველია ასეთი ტრაფიკის მომსახურებისათვის გამოყენებული იქნას რაც შეიძლება დაბალი დიაპაზონის სისწორეები (50 გჰც-მდე). სისწორეები 50 გჰც-ის ზევით გამოყენებული უნდა იქნას სატრანსპორტო ნაკადების გადასაცემად შენობის შიგნით განლაგებული საბაზო სადგურებისაკენ, ან ღია სივრცეში – მაგალითად ავტომობილებს შორის კავშირისათვის, მათი მძღოლის გარეშე მართვისათვის. ასევე გასათვალისწინებელია ის, რომ მხოლოდ დიდი გატარების ზოლის პირობებშია (500-1000 მგჰც) შესაძლებელი აუცილებელი მინიმალური დროითი დაყოვნების (<1მწმ) მიღწევა სატრანსპორტო საშუალებების ავტომატური მართვისათვის, ან ინფორმაციის მიმოცვლა სხვა კომბინაციებისათვის (M2M, D2D, V2V, V2I და სხვ.) საჭირო პარამეტრებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Бутенко В.В., Веерпалу В.Э., Направления и тенденции развития новейших радиотехнологий на период до 2025 года, Ассоциация пользователей национальным радиочастотным ресурсом, Москва 2015, 132 ст.
2. Тихвинский В.О., Бочечка Г.С. Концептуальные аспекты создания 5G// Электросвязь-2013-№10, ст 29-33;
3. Osseiran A. The 5G Mobile and Wireless Communications: Challenges and Scenarios// LTE World Summit-2013.

RADIOFREQUENCY PROVIDING PROBLEMS FOR 5th GENERATION MOBILE NETWORKS

Makharadze S., Beridze J., Kortua T.

Georgian Technical University

Summary

If at present, the base station serving several hundred simultaneous connected devices, in the coming years the number of devices will increase for spread machine to machine (M2M) communication. In some cases, the base station will process simultaneously accepted data from to 10 thousand devices. This requires development of new nodes, which will be able to manage networks, also modernization of support infrastructure. Considerably the large area coverage with high-speed, low delay and high reliability is impossible to achieve by low-frequency band spectrum (to 6GHz). In 5G networks higher (ultrahigh) transmission speeds reach by very small time's delay available only by ultrahigh frequency ranges above 6 GHz. Using of such frequency bands will play an important role, it will become an effective tool to increase capacity in intensive loading areas.

მე-5 თაობის (5G-Generation) მობილური კავშირის განვითარების ასპექტები

კვირკველია შ., ბერიძე ჯ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

ოპტიკურ ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი.

სტატიაში განხილულია თანამედროვე მობილური ქსელების შემდგომი განვითარების პერსპექტივები. მოყვანილია არსებული მოთხოვნები და მოთხოვნების შესრულების მეცნიერული გადაწყვეტის ვარიანტები. შეფასებულია კრიტიკული პრობლემატური მხარეები.

მე-4 თაობის მობილური კავშირის ქსელები ფუნქციონირებს ბევრ ქვეყანაში და მომხმარებელს აწვდის გაუმჯობესებული ხარისხის სერვისებს წინა თაობის ქსელებთან შედარებით, თუმცა არსებობს ბევრი გამოწვევა, რომლებიც სრულად არ არის გათვა-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლისწინებული მე-4 თაობის ქსელებში. მაგ. სპექტრის შეზღუდულობის და ენერჯის მაღალი მოხმარების პრობლემა. უსადენო ქსელების პრობლემატიკაზე მომუშავე მეცნიერების და ინჟინრების წინაშე დგას მობილური 5G ქსელის შექმნის ამოცანა, რომელშიც უნდა გადაიჭრას დღევანდელ ქსელებში არსებული პრობლემები და მიღწეული იქნას ახალი მოთხოვნები. ეს მიმართულებები და ამოცანები შემდეგია: 5G ქსელების განვითარების სცენარები, არქიტექტურა, შესაძლო ტექნოლოგიები, როგორც არის მასიური და 3D MIMO(Multi input multi output), ენერჯო ეფექტური კომუნიკაციები, კოგნეტიური რადიო ტექნოლოგიები, პროგრამულად განსაზღვრული რადიო ტექნოლოგიები, სილული სხივის ტექნოლოგიები, თვითორგანიზებადი ქსელების, სპექტრის გაზიარების და ახალი სპექტრის ათვისების შესაძლებლობები.

როგორც, წინა თაობის ქსელების შემთხვევაში 5G ქსელებისათვისაც ძირითადი პრობლემა მდგომარეობს რადიო შეღწევის ტექნოლოგიის განვითარებაში. მულტიტექნოლოგიური რადიო შეღწევის ორგანიზება ითვლება ყველაზე პერსპექტულად 5G ქსელისათვის, რაც გულისხმობს 3G/4G/Wi-Fi ტექნოლოგიების კომბინირებულ გამოყენებას, არალიცენზირებული სპექტრის ათვისებას, მაღალი რივის QAM-256 (Quadrature amplitude modulation) გამოყენებას, ენერჯოეფექტურობის მიღწევას, ლინკის ბიუჯეტში დანაკარგების მინიმუმამდე დაყვანას, მცირე ზომის მაღალი სიმჭიდროვის ქსელების აგებას. მიკრო, პიკო და ფემტო ზომის ფიჭებში გავრცელების შედეგად მიღებული დანაკარგები გაცილებით დაბალია მაკრო ფიჭებთან შედარებით და დიდია გადაცემის სიჩქარე. თუმცა მაკროსელების მთლიანად უარყოფაც არ გამოვა ამიტომ უნდა გადაიჭრეს შემდეგი თაობის ქსელების მოქნილობის პრობლემა რაც მოხერხდება თვითორგანიზებადი ქსელების გამოყენებით.

ტრადიციულად მობილური კავშირის ქსელებისათვის გამოიყენება სიხშირული სპექტრი 3 გჰც დიაპაზონამდე. ეგრედ წოდებული "ტკბილი ზოლი" რადგან გავრცელების და ტევადობის თვალსაზრისით ეს ზოლი საუკეთესოა. ახალი თაობის ქსელისათვის იგეგმება ახალი უფრო მაღალი დიაპაზონის ათვისება რაც შენონის ფორმულიდან გამომდინარე კიდევ უფრო გაზრდის გადაცემის სიჩქარეს. მაღალი სიხშირის დიაპაზონებში შესაძლებელია ულტრაფართო უსადენო ქსელების ორგანიზება, თუმცა მანძილი მობილურიდან საბაზო სადგურამდე მკვეთრად მცირდება და შესაბამისად იზრდება საბაზო სადგურების რაოდენობა და საჭირო ხდება უფრო გაშლილი სატრანსპორტო ქსელის აგება. გარდა ამისა უნდა გაიზარდოს სატრანსპორტო არხების გამტარუნარიანობა, რადიო ინტერფეისით გაზრდილი ტრაფიკის გატარებისათვის. გაზრდილი ტრაფიკი ზრდის მომწივობილობების ენერჯო მოხმარებას, რაც კრიტიკულია განსაკუთრებით მობილური მოწყობილობებისათვის. შესაბამისათ 5G ქსელისათვის მნიშვნელოვანია ენერჯოეფექტური ტექნოლოგიების დანერგვა. ტექნოლოგიის ენერჯოეფექტურობა შეიძლება შევაფასოდ გამოსახულებით(1).

$$\eta = \frac{\text{bit/s/cell}}{\text{joule/s/cell}} \quad (1)$$

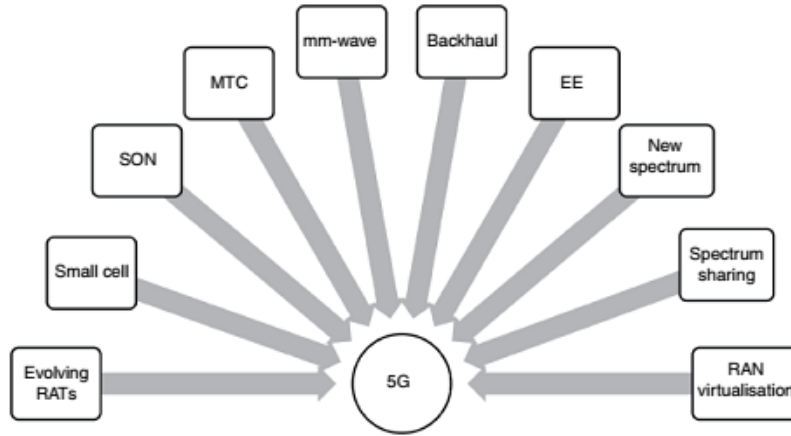
ენერჯო ეფექტურობა ფასდება გადაცემის საშუალო სიჩქარის შეფარდებით მოხმარებულ ენერჯიასთან.

ნახ.1 მოცემულია 5G ქსელის არქიტექტურა და ტექნოლოგიები[1]. მთლიანი ქსელის ჯამური ტევადობა გამოითვლება გამოსახულებით (2).

5G PPP KPI (5G Public Private Partnership Key Performance Indicators- 5G საჯარო და კერძო თანამშრომლობის შესრულებადობის ინდიკატორები)-ის მიმართულებით განვითარების მოთხოვნები ასეთია: 1000-ჯერ მეტი ტევადობა, დაყოვნება 1მწმ-ზე ნაკლები, 90%



ენერგო დანაზოგი, ბატარეის სიცოცხლის უნარიანობა 10-ჯერ მეტი, უკეთესი/გაზრდილი/სრული დაფარვა, მომხმარებლის მონაცემთა გადაცემის 10-ჯერ და 100-ჯერ მაღალი პიკური სიჩქარე, ენერჯის 10-ჯერ დაბალი მოხმარება დაბალი სიმძლავრის მანქანური ტიპის კომუნიკაციებისათვის, LTE -ისთან შედარებით EMF(Electric and magnetic fields- ელექტრული და მაგნიტური ველები) დაბალი დონეები [2].



ნახ.1 5G ქსელის არქიტექტურა და ტექნოლოგიები.

$$C_{sum} \approx \sum_{HetNets} \sum_{Channels} B_i \log_2 \left(1 + \frac{P_i}{N_p} \right) \quad (2)$$

წინა თაობის მობილური სისტემების აგებისათვის გამოიყენება დაფარვის ტერიტორიის ფიჭურად დაყოფის პრინციპი, რაც ზრდის ქსელის ტევადობას, არამეზობელ ფიჭებში სიხშირის განმეორებით გამოყენებით. ეს არის სიხშირეების სივრცითი დაშორების მეთოდი ინტერფერენციების თავიდან აცილებისათვის, მაგრამ თანამედროვე ქსელებში მაინც ძირითად პრობლემას რადიო ნაწილში წარმოადგენს ინტერფერენცია. მეხუთე თაობისთვის განიხილება ახალი კონცეფცია - არაფიჭური ქსელის აგება, რომელიც ეფუძნება ექსტრემალურად მიმართული ვიწროსხივური ანტენების გამოყენებას. ეს, განსაკუთრებით მაღალი სიხშირის შემთხვევებისათვის იძლევა შესაძლებლობას რამოდენიმე მეტრის დაშორებითაც კი გამოვიყენოთ იგივე სიხშირე. მობილურ ტელეფონში მიმართული ანტენის გამოყენების იდეა ჩვენთვის ახალი არ არის. ჩვენ ვიკვლევდით ამ პრობლემას[3] სიგნალი ხმაურის ფარდობის, ინტერფერენციის მაჩვენებლის და არხის სხვა პარამეტრების გაუმჯობესებისათვის. თეორიულ გამოთვლებზე დაყრდნობით გვექონდა გარკვეული შედეგები. იდვის უარყოფით ნაწილად მიიჩნეოდა მექანიკურად მოძრავი ანტენის ელემენტები. [4]-ში მოცემულია მიმართული სხივის ფორმირებისათვის ახალი ელექტრული მასალების გამოყენების იდეა.

რადგან მეხუთე თაობის მიმართ მოთხოვნები დიდია, მეცნიერული თუ ტექნოლოგიური მუშაობა მიმდინარეობს ყველა მიმართულებით. სიგნალების დამუშავების კუთხით სხვა მეთოდებთან ერთად განიხილება OFDMA(Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) ტექნოლოგიაში ციკლური პრეფიქსის პრობლემის ამოცანა. ჩვენ ამ კუთხით განხილული გვაქვს ციკლური პრეფიქსის ადაპტური გამოყენების ვარიანტი [5], სადაც შეიძლება მიღწეული იყოს 15% პროცენტის ზრდის შედეგი, მითუმეტეს თუ იქნება გამოყენებული პროგრამულად განსაზღვრული კოგნიტური რადიო ტექნოლოგიები. ციკლური პრეფიქსის გამოყენების მიზანია სიმბოლოთა შორის ინტერფერენციის თავიდან აცილება, რაც განპირობებულია არეკვლილი, გარდატეხილი და პირდაპირი სხივების მიერ



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



გაგლილი მანძილების სხვაობით. ეს ამოცანა რომელიც ჩვენ დავსვით მე-4 თაობის ქსელისთვის უფრო აქტუალური ხდება 5G ქსელისათვის, რადგან აქ ასევე განიხილება სიხშირეთა უფრო ფართო დიაპაზონის გამოყენება და მკვეთრად იქნება განსხვავებული ციკლური პრეფიქსის ხანგრძლივობებიც. ამ კვლევის შემდეგ გაგრძელებად მიგვანია OFDM სიმბოლოების ინტერფერენციული უბნებისათვის, ნაიქვისტის სინქარეზე დაბალი სინქარით არაორთოგონალური გადაცემის გამოყენება, რომელიც მაზოს ზღვრის სახელით არის ცნობილი, 25 პროცენტით სწრაფია და არ ზრდის სიმბოლოებს შორის ევკლიდეს მინიმალურ დისტანციას. ასეთი სიგნალი ჩაიწერება გამოსახულებით(3).

$$x(t) = \sum_{n=0}^{N-1} s_n g(t - nT) \quad (3)$$

სადაც,

N - არის პაკეტის ზომა;

g(t) - არის მოდულაციის ტიპი;

T=1/(2w) - სიმბოლოს პერიოდი;

s_n - მოდულირებული სიმბოლო დროის მყისიერი მნიშვნელობებისათვის n=0,..., N-1,

ამ მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში გაუსის თეთრი ხმაურის დროს ქსელის ტევადობა შეიძლება გამოვთვალოთ გამოსახულებით(4).

$$C_{FTN} = \int_0^W \log_2 [1 + \frac{2P}{N_0} |H(f)|^2] df \quad (4)$$

სადაც, W - არის სიგნალის სიხშირული ზოლის სიგანე ერთი მიმართულებით;

P- საშუალო სიმძლავრე;

N₀-თეთრი ხმაურის სპექტრული სიმკვრივე;

H(f)- სიგნალის სიხშირული მახასიათებელი.

არაორთოგონალური გადაცემის გამოყენება ორთოგონალური არხებისთვის შეამცირებს რესურსების იმ დანაკარგს, რომელიც გამოწვეულია ორთოგონალური ტექნოლოგიის ზედა დონეების მკვეთრი მგრძობიარობით ინტერფერენციების მიმართ. ფიზიკურ დონეზე არაორთოგონალ/ორთოგონალური მეთოდების კომბინირებული გამოყენება გაზრდის ტექნოლოგიის ეფექტურობას ზედა დონეებზეც, რამაც შეიძლება მოგვცეს რესურსების გამოყენების ეფექტიანობის 25%-იანი ზრდა.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Fei Hu. Opportunities in 5G Networks A Research and Development Perspective© 2016 by Taylor & Francis Group, LLC. ISBN-13: 978-1-4987-3955-9
2. HORIZON 2020 - Work Programme 2016 - 2017 Information and Communication Technologies. European Commission Decision C (2015)6776 of 13 October 2015
3. ჯ. ბერიძე, შ. კვირკველია. მობილური მოწყობილობების ელექტრომრავიანი მართვადი ანტენა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი სტუდენტთა მე-80-ე სამეცნიერო კონფერენცია. თეზისების კრებული. გვ 37. 2012წ.
4. Jonathan Rodriguez. Fundamentals of 5G mobile networks. © 2015 John Wiley & Sons, p.333 Ltd ISBN: 9781118867525
5. Kvirkvelia Sh.V., Kortua T.N, Beridze J.L Adaptive usage of main resources in MIMO -cognitive radio Networks. Georgian engineering news №2, 2014.

5G MOBILE NETWORK DEVELOPMENT ASPECTS

Sh. Kvirkvelia, J.Beridze
 Georgian Technical University

Summary

The article describes the aspects of 5G network development, and problem solving variants. There are estimated some parameters that must be reached. Discussion about using orthogonal/not orthogonal transmission scheme also is considered.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მომავლის FN ქსელის ძირითადი სტრუქტურა და მისი ძირითადი დონეები

ჯღამაძე მ. ს.*, ხუნწარია ჯ. მ.**
 სატელეკომუნიკაციო კომპანია „ახალი ქსელები“*
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი**

წარმოდგენილია მომავლის FN ქსელის ძირითადი სტრუქტურა და მისი ერთ-ერთი ძირითადი დონის ჭკვიანი ყველგან შეღწევადი SUN ქსელის კომპონენტები და სტრუქტურა. აგრეთვე ამ სტრუქტურაში შემავალი ზოგიერთი რგოლის მნიშვნელობა მომავლის FN ქსელის განვითარებაში.

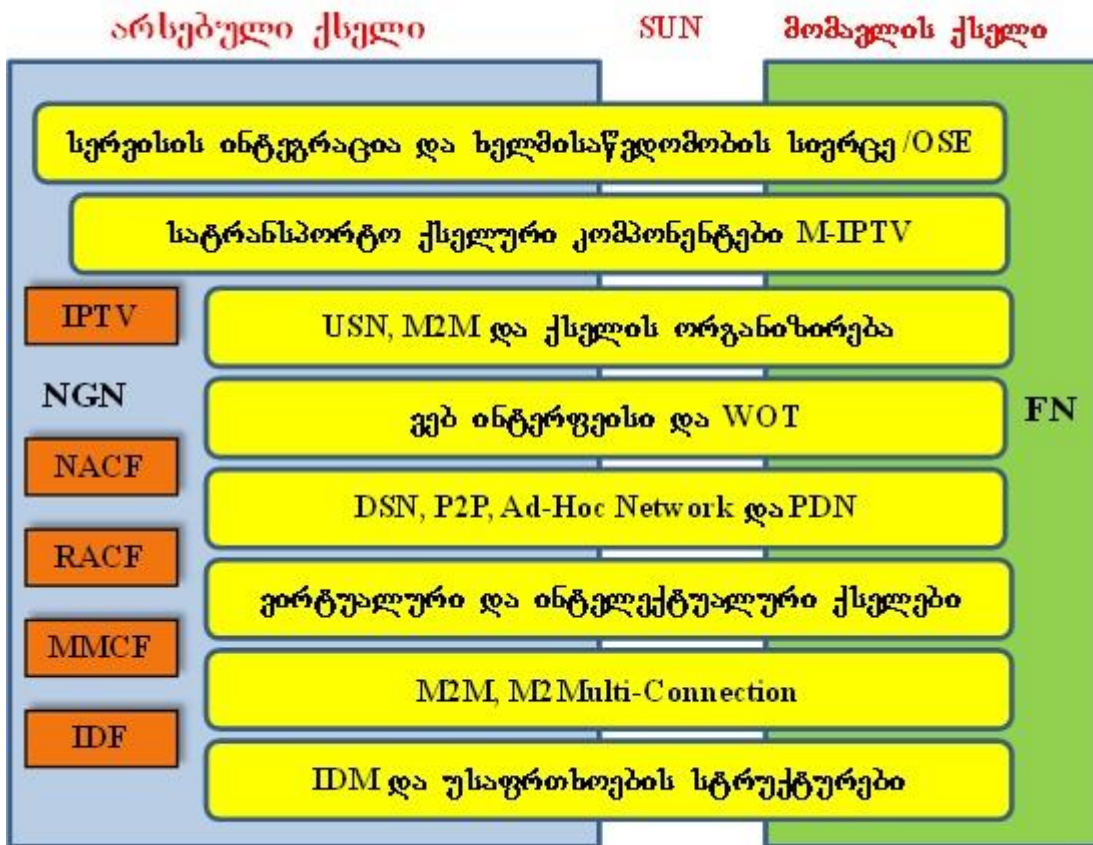
მომავლის FN ქსელის სტრუქტურა შედგება როგორც ფიზიკური, ასევე ვირტუალური ქსელებისაგან. სტრუქტურა იყოფა ოთხ ძირითად დონედ: Data awareness - მონაცემთა მიმართულების დონე; Social and Economic awareness - სოციალური და ეკონომიური მიმართულების დონე; Environmental awareness - ეკოლოგიური მიმართულების დონე; Service awareness - სერვისის მიმართულების დონე. ამ დონეების სამართავად შექმნილია დამატებითი დონეები: IF (Identification Framework) - საიდენტიფიკაციო სტრუქტურული დონე; DAN (Data-aware networking) - ქსელის სტრუქტურული ორგანიზების მონაცემთა შეტყობინების ქსელი; ID configuration; Identifiers; Autonomic network management და სხვა.

მომავლის FN ქსელის ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია ეგრეთ წოდებული ჭკვიანი SG (Smart Grids) ქსელები, მონაცემთა BD (Big Date) ქსელები და ჭკვიანი ყველგან შეღწევადი SUN (Smart Ubiquitous Networks) ქსელები. ასეთ ქსელებს ეძახიან ჰიბრიდულ ქსელებს, რადგან მასში გაერთიანებულია რამდენიმე ახალი და წინა თაობის ქსელები. მომავლის FN ქსელში სხვადასხვა სახის ქსელები ნაკლებად არიან დამოკიდებული ფიზიკურ დონეზე და მათი შეერთების სახეობებზე. ამიტომ აუცილებელია მათ შორის არსებობდეს მაღალი დონის დამოუკიდებელი უნივერსალური ქსელური კომპონენტი. ასეთ საშუალებდო ქსელს წარმოადგენს ჭკვიანი ყველგან შეღწევადი SUN ქსელი, რადგან იგი წარმოადგენს ერთგვარ ხიდს ახალი და ძველი თაობის ქსელებს შორის. იგი აწარმოებს ორ ქსელს შორის ტრაფიკის კონტროლს და ამავდროულად დამატებით ასრულებს მენეჯმენტის ფუნქციას.

2016 წლის 14 სექტემბერს, ჟენევაში ITU-T-ის კონფერენციაზე მიღებულ იქნა საბოლოო SG13, SG/WP2 და FG IMT-2020 გადაწყვეტილებები 2020 წლამდე მომავლის FN ქსელის და მათ შორის ჭკვიანი ყველგან შეღწევადი SUN ქსელის საბოლოო სტრუქტურის, სტანდარტებისა და რეკომენდაციების შესახებ.

მიღებული გადაწყვეტილებით ჭკვიანმა ყველგან შეღწევადმა SUN ქსელმა უნდა დააკავშიროს არსებული ახალი გენერაციის NGN ქსელი და მომავლის FN ქსელის ძირითადი დონეები, სტრუქტურული ერთეულები და აგრეთვე დამატებით შეითავსოს მათი ზოგიერთი ფუნქციები (სურ. 1).

არსებული ახალი გენერაციის NGN (New Generation Network) ქსელების ძირითადი დონეები, სტრუქტურული ერთეული და ფუნქციებია: IPTV – ინტერნეტ ტელევიზია; NACF (Network Attachment Control Functions) – ქსელური მიმაგრებების მართვა; RACF (Resource Admission and Control Functions) – რესურსების წვდომა და კონტროლი; MMCF (Mobility Management and Control Functions) - მობილური მენეჯმენტი და კონტროლი; IDF (Intermediate Distribution Frame) - საშუალებდო გამანაწილებელი რგოლი.



სურ. 1. არსებული ახალი გენერაციის NGN (New Generation Network) ქსელებისა და მომავლის FN ქსელების დაკავშირება ჭკვიანი ყველგან შეღწევადი SUN ქსელის საშუალებით.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



რის შემდეგაც ხდება მისი დამოუკიდებლად განვითარება.

Ad-Hoc Network (თვითორგანიზირებადი დინამიური სენსორული უსადენო ქსელი) წარმოადგენს დეცენტრალიზირებულ ქსელს, რომელსაც არ გააჩნია მუდმივი სტრუქტურა. კლიენტის მოწყობილობა თვითნებურად, დამოუკიდებლად უერთდება ქსელის ელემენტებს და ქმნის სხვა დამატებით ქსელს. ქსელის ყველა რგოლი ცდილობს გადასცეს მონაცემები სხვა ქსელის რგოლებს, ამასთან იმის გარკვევა თუ რომელ რგოლს ეკუთვნის ეს ინფორმაცია ხდება დინამიურად. ეს არის მთავარი განსხვავება უსადენო და სადენიან ქსელებთან შედარებით, სადაც მართვა ხდება მარშუტიზატორების ან დაშვების წერტილების საშუალებით.

ოფიციალური ტერმინი Wot (Web of Things – საგნების ქსელი) Wot (Web of Things – საგნების ქსელი) გამოჩნდა ITU-T-ის Y.2063 რეკომენდაციაში. სხვადასხვა მოწყობილობების ჩართვა ერთიან ქსელში იმდენად მოთხოვნადი და აუცილებელი გახდა, რომ შეუძლებელია მათი ცალ-ცალკე მონაცემების ერთიან ბაზაში გაერთიანება. Wot-ს შეუძლია ფიზიკურ მოწყობილობას მისცეს ქსელის რესურსებთან წვდომის საშუალება, რომელიც დამყარებულია ვებ სივრცის გამოყენებაზე, ამ ან ამ სახის მოწყობილობების ისტორიაზე (მოწყობილობის სახეობა, მწარმოებელი, მოდელი, პროგრამული უზრუნველყოფა და სხვა), მოწყობილობის სხვადასხვა სახის ბაზებთან წვდომაზე და სხვა. ყოველივე ეს ქმნის მოწყობილობების ერთ დიდ ვირტუალურ მონაცემთა ბაზას, რომლის გამოყენებაც შეუძლია ქსელის ყველა რგოლს და ელემენტს შესაბამისი ავტორიზაციის გავლის შემდეგ. ასეთი ვირტუალური ბაზების შექმნისას არ არის აუცილებელი ახალი ბაზების ან მონაცემების შექმნა. Wot იძლევა უკვე არსებული მონაცემთა ბაზების გამოყენების შესაძლებლობას.

ITU-T-ის Y.2063 რეკომენდაცია აღწერს გრეთვე იმ მოთხოვნებს, რომლებიც აუცილებელია Wot-ის მხარდაჭერისათვის და მისი შემდგომი განვითარებისათვის, ასევე აღწერს მის მოდელს და ფუნქციონალურ არქიტექტურას.

ლიტერატურა

1. <http://www.itu.int/en/ITU-T/about/groups/Pages/sg09.aspx>. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
2. <http://www.itu.int/en/publications/ITU-r/Pages/publications.aspx?lang=en&media=electronic&parent=R-SP-LN.IS-2016>. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
3. <https://itu.int/wsis13/SG13>. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
4. <http://telecomworld.itu.int/2016-event/forum/> უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.

THE MAIN STRUCTURE OF FUTURE FN NETWORK AND ITS BASIC LEVELS

Jgamadze M.*, Khutsaria J.**

*Telecommunicational Company “Äkhali Kselebi”, **Georgian Technical University

Summary

Basic structure of the represented network and smart all pervasive SUN network components and structures of its basic level as well as significance of this structure some elements for Future FN Network development.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**ახალი ქსელური არქიტექტურის SDN ქსელის ძირითადი სტრუქტურა და
 ბანვითარების ეტაპები**

ჯღამაძე მ. ს.*, ხუნწარია ჯ. მ.**
 სატელეკომუნიკაციო კომპანია „ახალი ქსელები“*
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი**

წარმოდგენილია ახალი ქსელური არქიტექტურის SDN ქსელის ძირითადი სტრუქტურა და განვითარების ეტაპები. აგრეთვე ნახვენებია მისი პერსპექტივები, დადებითი მხარეები და მომავალი განვითარების მიმართულებები.

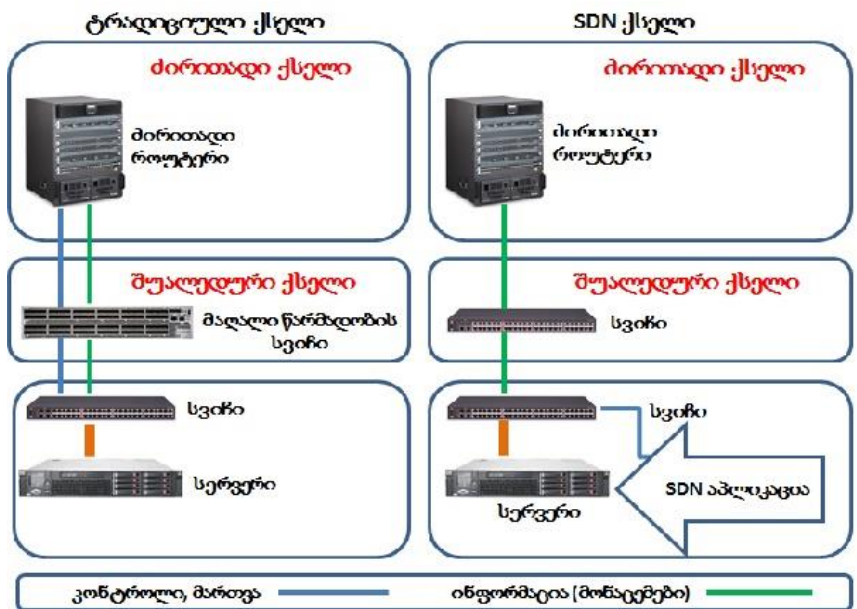
ბოლო 20 წლის განმავლობაში ქსელურ ტექნოლოგიებში ხდება ნელი მაგრამ სწორი ცვლილებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ქსელის ეფექტიანობის გაზრდას სულ უფრო მზარდი მოთხოვნების მიმართ. ერთ-ერთ ასეთ ცვლილებას წარმოადგენს ახალი თაობის ისეთი ტექნოლოგიები, როგორცაა SDN (Software Defined Networking – პროგრამულად კონფიგურებადი ქსელი) და NFV (Network Function Virtualization – ქსელური სერვისების ვირტუალიზაცია), რომლებმაც მთლიანად შეცვალეს კომპიუტერული ქსელების ვირტუალიზაცია და ფიზიკური კონფიგურაცია.

ორივე ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ქსელის სტრუქტურისა და მართვის გამარტივებას, მასშტაბირებასა და მართვის ავტომატიზაციას, ზედდებული ვირტუალური ქსელის საშუალებით ფიზიკური ინფრასტრუქტურის სიმძლავრეების გაზრდას, რეზერვირების გამარტივებას და, რაც მთავარია, ფიზიკური ქსელის ელემენტების შეცდომების გამოსწორებას პროგრამული უზრუნველყოფით.

ჯერ კიდევ 1993 წელს წარმოიქმნა ახალი ქსელური არქიტექტურის შექმნის აუცილებლობა, რომელმაც მიიღო სახელწოდება SDN (Software Defined Networking – პროგრამულად კონფიგურებადი ქსელი), მაგრამ მისი განხორციელება მოხდა მხოლოდ 2007 წელს სტენფორდის უნივერსიტეტში მას შემდეგ, რაც შეიქმნა ქსელური პროტოკოლი Open-Flow. SDN-ის შექმნა უნივერსიტეტისა და ინდუსტრიული წარმოების თანამშრომლობის ყველაზე იდეალური მაგალითია. ის ვითარდებოდა ისეთი კომპანიების მხარდაჭერით, როგორებიცაა Google (მას გააჩნია ყველაზე რთული IT ქსელი) და იაპონური კომპანია NEC, რომელიც არის ერთ-ერთი ლიდერი კომპანია ქსელური ინფრასტრუქტურის წარმოებაში.

გლობალური ქსელის არსებული არქიტექტურა შემუშავებულია ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 70-იან წლებში და იგი დღემდე თითქმის უცვლელადაა შენარჩუნებული. მაშინ წარმოდგენილი იყო ამჟამად მოთხოვნილი ინფორმაციის ნაკადი. დღესდღეობით ვებ-სერვერები ვერ აკმაყოფილებენ პროვაიდერების, ქსელის ოპერატორების, ფინანსური და საბანკო სტრუქტურების, სხვადასხვა მონაცემთა ცენტრალური ბაზებისა და სხვა ინფორმაციის მომხმარებლების მოთხოვნებს, რადგან ისინი ვერ უძლებენ მოთხოვნილი ინფორმაციის ნაკადის გადაცემას, ინფორმაციის ვირტუალიზაციასა და უსაფრთხოებას (მათ უწევთ დაახლოებით 600-მდე სხვადასხვა პროტოკოლთან მუშაობა).

თანამედროვე კომპიუტერულ ქსელებში ინფორმაციის გადაცემისა და მართვის ფუნქციები ერთადაა გაერთიანებული, რაც ართულებს მის მართვასა და კონტროლს. ქსელის არსებული არქიტექტურა აქამდე ვითარდებოდა ეგრეთ წოდებული „მერცხლის ბუდე“-ს პრინციპით, ანუ პრობლემის აღმოჩენის პარალელურად TCP/IP პროტოკოლების ბადეს ემატებოდა ახალი პროტოკოლი, რომელიც წყვეტდა არსებულ პრობლემას, რაც ყოველ ჯერზე სულ უფრო რთული ხდებოდა.



სურ. 1. ტრადიციული და SDN ქსელის შედარება ინფორმაციის გადაცემის, ქსელის კონტროლისა და მართვის თვალსაზრისით



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



პროვადირებისათვის პროგრამირებულად კონფიგურებადი ქსელების ტექნოლოგიის ყველაზე დიდი ღირსებაა დაშორებული პუნქტების შეერთება და მონაცემთა ცენტრალურ ბაზასთან გამარტივებული მუშაობა. SDN ქსელი, მართვის გამარტივებიდან გამომდინარე, საგრძნობლად ამცირებს ხარჯებს, რადგან საშუალოდ 30%-ით მცირდება კომპიუტერული ქსელების კომპონენტები. ქსელში დატვირთვის გადანაწილებით და, აგრეთვე, დინამიური ბალანსირებით ქსელის არხების გამტარუნარიანობა იზრდება საშუალოდ 20%-ით, რაც, თავის მხრივ, ამცირებს დანახარჯებს.

ტელეკომუნიკაციისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიების კვლევის საკითხებში ერთ-ერთი ყველაზე ცნობილი საექსპერტო ორგანიზაციის Dell'Oro Group-ის სააგენტოს ცნობით 2016 წლიდან თითქმის ყველა მსხვილი ქსელური მოწყობილობების მწარმოებელი კომპანიები თავიანთ პროდუქციაში ჩადებენ SDN ქსელის მხარდაჭერის ფუნქციას მიუხედავად იმისა, რომ იგი ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე სტანდარტიზირებული და, აგრეთვე, არ არის ყველა მისი ფუნქცია და სტრუქტურა გაწერილი.

ლიტერატურა

1. <https://www.delloro.com/&prev=sdn/>. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
2. <http://www.forbes.com/sites/patrickmoorhead/2013/08/28/the-battle-of-sdn-and-nfv-networking/#6b69-f26/>. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
3. <http://www.moorinsightsstrategy.com/the-battle-of-sdn-vs-nfv/>. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
4. http://wikibon.org/wiki/v/High_Performance_Computing_Meets_Big_Data/. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.
5. http://networkenhancers.blogspot.com/2012_11_01_archive.html/. უკანასკნელად გადამოწმებულია 2016 წლის 16 სექტემბერს.

THE MAIN STRUCTURE AND DEVELOPMENT STAGES OF A NEW SDN NETWORKING ARCHITECTURE

Jgamadze M.*, Khuntsaria J.**
 Telecommunicational Company „Ākhali Kselebi”
 Georgian Technical University**

Summary

The paper describes the main structure and development stages of a new SDN networking architecture, as well as its positive aspects and development areas.

მულტისერვისულ ქსელში მოთხოვნებზე დაყოვნებების წარმოქმნის დამოკიდებულება ქსელში არსებულ მარშრუტებზე

ბჟინავა ე.*, ყიფიანი ქ.*, გვალია თ.**
 *საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
 ** აკაკი წერეთლის სახელწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია მულტისერვისული ქსელის ფრაგმენტი დროში დაყოვნების შესწავლისათვის და მიღებულია შედეგი, რომ განშტოებული ქსელი შეიძლება ხანაცვლდეს ქსელის ექვივალენტური უბნით, რომელიც ხასიათდება სიგნალის გავრცელების იგივე დაყოვნებით, როგორც ქსელის კვანძებშია განსაზღვრული.

NGN (NextGenerationNetworks ან Nextstepgeneration) არის შემდეგი თაობის - ეს არის ჰიპერგენული, მულტისერვისული ქსელი, რომელიც უზრუნველყოფს ყველა სა-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ხის მედიატრაფიკის გადაცემას და სატელეკომუნიკაციო მომსახურების ფართო სპექტრის სიახლეთა დამატებებს, რედაქტირებებს და განაწილებული ტარიფიკაციის შესაძლებლობებს.

ქსელის ძირითადი საინფორმაციო-ტექნიკური მახასიათებლები, რომლებიც განსაზღვრავს მომხმარებელთა მომსახურების გარანტირებულ ხარისხს და საერთოდ ქსელის ქმედითუნარიანობას, არის შემდეგი:

- სატრანსპორტომაგისტრალებისგამტარუნარიანობა ან გადაცემისსიჩქარე;
- ქსელისკვანძებშიშემომავალი და გამავალიტრაფიკისმოცულობა;
- ქსელისტრაქტებში და მაგისტრალებშიჯამურიტრაფიკისმნიშვნელობა;
- ქსელისსაიმედობა და მზადყოფნისკოეფიციენტი.

თანამედროვე კავშირგაბმულობის ციფრული ქსელები დამატებით მოითხოვს ქსელის შემდგომი გაფართოებისა და განვითარების შესაძლებლობის არსებობას და შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებას:

- საჭიროგატარებისზოლისუზრუნველყოფას;
- ქსელისგაფართოებისა და მასშტაბირების შესაძლებლობას;
- ქსელისმართვადობას;
- სხვა და სხვატრაფიკებისინტეგრაციის შესაძლებლობას;
- გადაცემის და კომუტაციისნებისმიერი სისტემებისურთიერთ-თავსებადობას;
- ქსელისარხებისა და ტრაქტებისრეზერვირებას, ქსელისსაიმედობისა და მზადყოფნისუმაღლესიმაჩვენებლებისუზრუნველსაყოფად.

ტრაფიკის განაწილების ანალიზის საფუძველზე ხორციელდება მაგისტრალური ქსელის დაგეგმვა და ორგანიზება, მაგრამ, ამასთანავე, ქსელშიპირველადიტრაფიკისანალიზისა და კომუტაციის ფუნქციით ნაკადების გაცვლის იერარქიის საფუძველზე, განისაზღვრება ქსელის დატვირთულობა.

კომუტაციის ტრადიციული SSP (Service Switching Point - მომსახურების სახეობათა კომუტაციის წერტილი) კვანძებიდან ქსელის ინტელექტისა და მომსახურების ლოგიკის გადატანა კომპიუტერული უზრუნველყოფის SCP (Service Control Point - მომსახურების სახეობათა მართვის წერტილი)-ში მორგებული იყო ინტელექტუალური ქსელის (Intelligent Network) კონცეფციაზე, ITU-ს Q-1200 რეკომენდაციის სპეციფიკაციით.

ტელეკომუნიკაციის ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ და მომსახურების სახეობებზე მოთხოვნების ზრდამ გამოიწვია მომსახურების ახალი სახეობების შექმნისა და მათი სწრაფი დანერგვის აუცილებლობა. ამ ფაქტორების ზეგავლენით ჩამოყალიბდა ჰეტეროგენული პაკეტური ტექნოლოგიის, შემდგომი თაობის NGN ქსელის კონცეფცია, სადაც სამეტყველო სიგნალის გადაცემა განიხილება, როგორც მომსახურების ისეთი სახეობა, რომლებიც მოითხოვს დაყოვნების კიდევ უფრო მცირე მნიშვნელობას, ვიდრე სამეტყველო სიგნალის გადაცემა IP ქსელით, შესაბამისად დაყოვნებების პრობლემამ მოახდინა მნიშვნელოვანი ზეგავლენა NGN ქსელის მახასიათებლებზე. [1] ავტორებმა ასეთი ქსელები გამოყვეს ახალ კლასად და უწოდეს ქსელები მცირე დაყოვნებებით.

განვიხილოთ ისეთი სატელეკომუნიკაციო ქსელის შემთხვევა, რომელიც შეიცავს მხოლოდ ერთ კვანძს SSP-ფუნქციონალური შესაძლებლობებით. ინტელექტუალურ მომსახურებაზე მოთხოვნები SSP-ს მიეწოდება ქსელის ყველა კვანძებიდან, წინასწარ დადგენილი მარშრუტებით. ნახ.1-ზე მოცემულია ასეთი ქსელის ფრაგმენტი შესაბამისი კვანძებით [2], ხოლო შემაერთებელი ხაზები, შესაბამისა კვანძებიდან SSP-მდე სიგნალების მიწოდების მარშრუტებს. (აქ სიგნალების მიწოდების შესაძლო შემოვლითი გზები აღ-



ნიშნული არ არის).

ჩავთვალოთ, რომ SSPგანთავსებულია Y_0 საკვანძოსადგურში, ხოლო დანარჩენი კვანძები $Y_i (i \neq 0)$ წარმოადგენენ დამახოლოებელ სადგურებს, ანუ ყოველი მათგანი ქმნის ინტელექტუალურ მომსახურებაზე მოთხოვნების დატვირთვას.

ავლნიშნოთ: λ_0 -ით ინტელექტუალურ მომსახურებაზე მოთხოვნების საშუალო რიცხვი ერთი მომხმარებლისაგან, დროის ერთეულში; N_i არის i -ური კვანძის მომხმარებელთა რიცხვი;

ამ შემთხვევაში, ყოველი კვანძიდან შემოსული მოთხოვნების საშუალო რიცხვი ინტელექტუალურ მომსახურებაზე იქნება:

$$\lambda_i = \lambda_0 \cdot N_i,$$

ხოლო SSP -ზე შემოსული ჯამური მოთხოვნები ყველა კვანძიდან:

$$\lambda = \sum_{i=1}^K \lambda_i,$$

სადაც K არის SSP-ზე მიერთებული კვანძების საერთო რიცხვი.

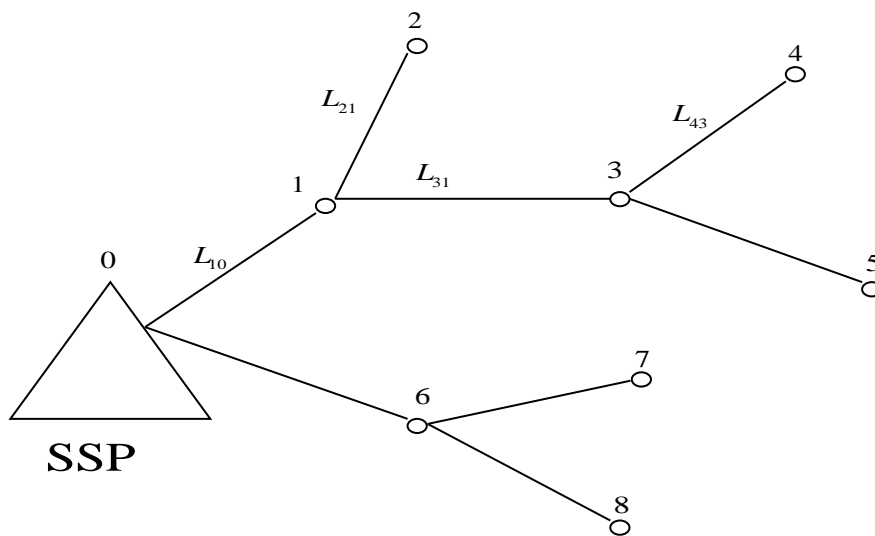
ავლნიშნოთ V_{ij} -ით მონაკვეთი, რომელიც აერთებს ქსელის Y_i და Y_j კვანძებს. ავლნიშნოთ B_i -ით ქსელის უბანი, რომელიც შეიცავს Y_i კვანძიდან, საკვანძო სადგურამდე მარშრუტის ყველა მონაკვეთებს. მაგალითად, ნახ.1-ზე Y_4 კვანძისათვის B_4 მარშრუტი შეიცავს მონაკვეთებს V_{01}, V_{13} და V_{14} .

ავლნიშნოთ V_{ij} მონაკვეთის შესაბამისი გზის სიგრძე L_{ij} -ით, ხოლო ქსელის B_i მონაკვეთის სიგრძე, რომელიც შეიცავს ყველა მარშრუტებს Y_i კვანძიდან საკვანძო სადგურამდე L_i -ით:

$$L_i = \sum_{Y_{ij} \in B_i} L_{ij}.$$

მაგალითად, ნახ.1-თვის გვექნება:

$$L_4 = L_{43} + L_{31} + L_{10}, \quad L_3 = L_{31} + L_{10}, \quad L_2 = L_{21} + L_{10} \quad \text{და ა.შ.}$$



ნახ.1. სატელეკომუნიკაციო კვანძებიდან SSP-კენ შესაძლო მარშრუტები.



ინტელექტუალურ მომსახურებაზე B_i მარშრუტით მოთხოვნის გავლის ალბათობა არის i -ური სატელეკომუნიკაციო კვანძიდან მოთხოვნათა ინტენსიობის პროპორციული:

$$P_i = \frac{\lambda_i}{\lambda}$$

$L_{საშ.}$ გზის საშუალო სიგრძე, რომლის გავლასაც საჭიროებს მოთხოვნის შემოსვლის შესახებ ინფორმაციის სიგნალი, სატელეკომუნიკაციო კვანძიდან SSP-მდე, განისაზღვრება თანაფარდობით:

$$L_{საშ.} = \sum_{i=1}^K P_i \cdot L_i$$

ასეთივე მსჯელობით განისაზღვრება იმ კვანძების საშუალო რიცხვი, რომელთა გავლაც მოუხდება B_i მარშრუტით მოთხოვნის შესახებ ინფორმაციის სიგნალს:

$$K_{საშ.} = \sum_{i=1}^K P_i \cdot K_i$$

სადაც K_i არის B_i მარშრუტის კუთვნილი სატელეკომუნიკაციო კვანძების რიცხვი.

თუ ჩავთვლით, რომ ქსელში საზის უბანზე სიგნალის გავრცელების დრო შეადგენს $V_{სიგ.}$, მაშინ ქსელის საზებში სიგნალის გავრცელების დროის შესაბამისად, სიგნალის დაყოვნების საშუალო მნიშვნელობა იქნება:

$$\tau_L = \frac{L_{საშ.}}{V_{საშ.}}$$

როდესაც სატელეკომუნიკაციო კვანძი მიიღებს მომხმარებლის მოთხოვნას და ეს მოთხოვნა გაივლის ყველა ტრანზიტულ კვანძს, ცხადია ყველგან მოხდება დროში დაყოვნებები. თუ ჩავთვლით, რომ ყოველ კვანძში დაყოვნებების მნიშვნელობები ერთნაირია და ავლნიშნავთ მას $\tau_{დაყ./კვ}$, შეტყობინების ჯამური დაყოვნება, მარშრუტის შესაბამისად ყველა კვანძების გავლის შემდეგ, იქნება:

$$\tau_K = K_{სიგნ.} \cdot \tau_{დაყ./კვ}$$

ამრიგად, დროში დაყოვნებების თვალსაზრისით, განშტოებული ქსელი შეიძლება პირობითად ჩანაცვლდეს ექვივალენტური განუშტოებელი უბნით, ხასიათდება საზებში სიგნალის გავრცელების იგივე დაყოვნებით და ქსელის კვანძებში შეტყობინების იმავე, საშუალო ჯამური დაყოვნებით.

დასკვნა

დაყოვნებების მნიშვნელობათა ზუსტი გაზომვის შედეგები იქნება ინფორმაციის წყარო, ქსელში გადაცემული სიგნალისათვის მარშრუტის შეცვლის შესახებ [3-5], რაც იძლევა ახალი ამოცანების გადაწყვეტის საშუალებას, მათ შორის ქსელის ფუნქციონირებაში არასანქცირებული ჩართვის შესახებ.

ლიტერატურა

1. Кучерявый А.Е., Парамонов А.И., Аль-Наггар Я.М. Сети связи с малыми задержками //Электросвязь. Ежемесячный научно-технический журнал, 2013, #12, с.15-19;
2. Лихтциндер Б.Я., Кузякин М.А., Росляков А.В., Фомичев С.М. Интеллектуальные сети связи, ЭКО-ТРЕНД



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



МОСКВА, 2000 стр.197;

3. ბუინავა ე. მულტისერვისული ქსელის გამტარუნარიანობის შეფასების პრობლემა. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუთაისი, 24.10-25.10 2015, მოხსენებათა კრებული, გვ. 159-162;
4. Sukhov A.M., Onoprienko A.V. Evaluating the Effectiveness of Geographics Routing Based on RIPE Atlas Data // IEEE TELFOR. November 25-27, 2014. Belgrade, Serbia. P. 107-110;
5. Виноградов Н.И., Сагатов Е.С. Методика измерения односторонней сетевой задержки пакетов с синхронизацией ГЛОНАСС// Телекоммуникации #4, 2016, P.16-23;

DEPENDENCE OF DELAY WITH THE REQUESTS IN MULTI SERVICE NETWORKS ON THE ROUTES EXISTING IN NETWORK

Bzhinava E.*, Kipiani K.*, Gvalia T.**

*Georgian Technical University, **Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper describes the fragment of multiservice network to study time delay. It has been shown that broad network can be replaced by the equivalent network segment, which is characterized by the same delay in the distribution of signal as defined in network nodes.

**პირდაპირი გადადანიშნულების პროცედურების
 ბავუნა მობილური ქსელის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე**

შამანაძე თ., შამანაძე გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თანამედროვე პირობებში მობილური მომსახურების პოპულარობის ზრდასთან დამოკიდებულებით მობილური ოპერატორების წინაშე დგება არც თუ ისე მარტივი ამოცანა, განსაზღვროს GSM სტანდარტის ქსელისათვის გადატვირთულობის პარამეტრების ინტენსივობის ცვლილების კანონი. მობილურობის პარამეტრის ცვლილების აღმოჩენა წარმოადგენს შესაძლო გადატვირთულობის წინასწარმეტყველების და აღმოჩენის ყველაზე ადრეულ ეტაპს. იმისათვის, რომ გაიზარდოს საიმედოება და არ მოხდეს რეაგირება დატვირთვის მცირე ხანგრძლიობის ცვლილებაზე, რაც იგივეა გაიზარდოს განხილული ალგორითმების ეფექტურობა, მიზანშეწონილია ჩატარდეს ფიჭაში წარმოქმნილ გარდამავალი პროცესების ანალიზი.

მომუშავე ფიჭაში მაღალი დატვირთვის არსებობისას როგორც წესი ხდება “პირდაპირი გადადანიშნულების” ინიცირება. ამიტომ დადებითი ეფექტის გარდა, როგორცაა გადატვირთულობის შემცირება, “პირდაპირი გადადანიშნულების” გამოყენებას შეიძლება ჰქონდეს უარყოფითი ეფექტი – ლაპარაკის დროს შეერთების გაწყვეტა (შემდგომში უბრალოდ შეერთების გაწყვეტა), რაც არანაკლებ უარყოფითად ვიდრე გადატვირთულობა აღიქმება აბონენტის მიერ. აქედან გამომდინარეობს, რომ ძალიან ფაქიზად უნდა მიუდგეთ მობილური ქსელის ლოგიკური პარამეტრების გადაწყობას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ყველა მისაწვდომი საშუალებებით ერთი პარამეტრის შემცირებამ შეიძლება გაზარდოს მეორე. ე.ი. საჭიროა კომპრომისი გადატვირთულობების შემცირებასა და შეერთების გაწყვეტის მნიშვნელობის ზრდას შორის.

არსებითად **Signal_levmin** მნიშვნელობა განსაზღვრავს “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურის დროს ფიჭების გადაფარვის ზონას. ე.ი. რაც უფრო მცირეა ამ პარამეტრის მნიშვნელობა, მით მეტია ალბათობა იმისა, რომ მობილური ტერმინალების ნაწილმა, რომლებიც მომსახურებას იღებენ გადატვირთულობადი ფიჭიდან, მიიღონ რესურსი მეზობელი, უფრო მცირედ დატვირთული ფიჭიდან. აღსანიშნავია, რომ ესაა დაფარვის ზონის ლოგიკური შეცვლა. ფიზიკურად (გამოსხივებული სიმძლავრის თვალ-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საზრისით) დაფარვის ზონები არ იცვლება და მობილური ტერმინალის ქცევა ლოდინის რეჟიმში რჩება უცვლელი. ამრიგად, გადატვირთულობის შესამცირებლად უკეთესი იქნებოდა მიგვენიჭებინა $Signal_levmin=-110dBm$ (საბაზო სადგურის და მობილური ტერმინალის მიმდების მგრძობიარობის დონე). ეს გარანტირებულად მოგვეცემდა საშუალებას, რომ ყველა მობილური ტერმინალი, რომლებსაც შეუძლიათ მიიღონ სიგნალი მეზობელი ფიჭიდან, მიიღებენ მის რესურსს. არსებითია, რომ ამ შემთხვევაში გადატვირთულობების შემცირებისას, რომელიც გამოწვეულია ცუდი რადიო პირობებით, გაიზრდება ხარისხის სხვა მაჩვენებელი – შეერთების გაწყვეტის მნიშვნელობა. ამასთან დაკავშირებით ისმება კითხვა, ლოგიკური პარამეტრების რა მნიშვნელობა უნდა მივანიჭოთ? სხვა სიტყვებით, რამდენად უნდა გავზარდოთ დაფარვის ზონა ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუარესების გარეშე? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად საჭიროა მოიძებნოს დამოკიდებულება გადატვირთულობებით მომსახურების დროს უარის მნიშვნელობას და შეერთების გაწყვეტას შორის, როგორც ფუნქციას განსაზღვრული დონის სიგნალის წილთან, რომელსაც ვუწოდოთ ზღვრული. ზღვრული დონე, ეს არის სიგნალის მინიმალური დონე, რომლის დროსაც მოსალოდნელია აბონენტის მომსახურება მოთხოვნილი ხარისხით. ის დამოკიდებულია გარემოს ინტერფერენციულ სურათზე, რელიეფის თავისებურებებზე, შენობების სიმჭიდროვეზე და სხვა, და როგორც წესი განისაზღვრება ემპირიულად სხვადასხვა სტატისტიკური მონაცემების დამუშავების საფუძველზე. გათვლები-სათვის ზღვრულ დონედ მივიღოთ $-95 dBm$. $Signal_levmin$ მნიშვნელობა განისაზღვრება სიგნალების წილით, რომელთა დონე ნაკლებია ზღვრულზე.

ერლანგის ცნობილი ფორმულა უმარტივესი ნაკადისათვის შეკვეთების (გამოძახებების) შემოსვლის ინტენსივობით λ და მომსახურების საშუალო ხანგრძლივობით $1/\mu$ ამყარებს დამოკიდებულებას უარის ალბათობასა და დაკავებულ და მიღწევად ხაზებს შორის (ჩვენ შემთხვევაში მიღწევად და დაკავებულ ტაიმ-სლოტებს ფიჭაში) [2]. აღნიშნული ფორმულა გამტარუნარიანობის შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას იზოლირებული ფიჭის შემთხვევაში, რადგანაც აღნიშნული მათემატიკური მოდელი არ ითვალისწინებს მობილური ქსელების დაგეგმარების და აგების ძირითად პრინციპს - ფიჭების გადაფარვას. რომლის გარეშეთაც შეუძლებელი გახდებოდა ჰენდოვერი და სხვა პროცედურები, რომლებითაც ხასიათდებიან მობილური კავშირის ქსელები. [4]-ე ნაშრომში მიღებულია ფორმულა, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოითვალოს უარის ალბათობა გადაფარვის ზონების გათვალისწინებით:

$$P_{\text{ათ.}} = \frac{\frac{1}{N!} \left(\frac{\lambda_c}{\mu} \sum_{k=1}^K k \frac{S_k}{4^{k-1}} \right)^N}{\sum_{j=0}^N \frac{1}{j!} \left(\frac{\lambda_c}{\mu} \sum_{k=1}^K k \frac{S_k}{4^{k-1}} \right)^j}, \quad (1)$$

სადაც N – ფიჭაში ტაიმ-სლოტების დასაშვები რაოდენობაა; λ – ფიჭაში ტაიმ-სლოტების დაკავებაზე მოთხოვნის ალბათობაა; μ – მომსახურების საშუალო ხანგრძლივობის შებრუნებული პარამეტრია; K – ფიჭების გადაფარვის ჯერადობა (დაშვებულია, რომ ფიჭას გააჩნია მაქსიმუმ ოთხჯერადი გადაფარვა, ე. ი. $K=4$); S_k – ფიჭის ფართობია, სადაც შეიმჩნევა ფიჭის K -ჯერადი გადაფარვა; S – ფიჭის ფართობია.

(1) ფორმულით მიღებული შედეგები კარგად კორელირდება პრაქტიკულ მნიშვნელო-



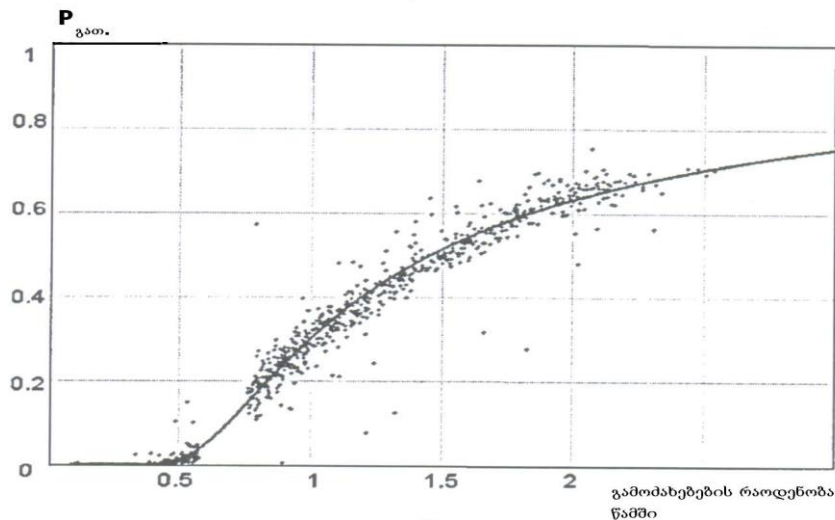
IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



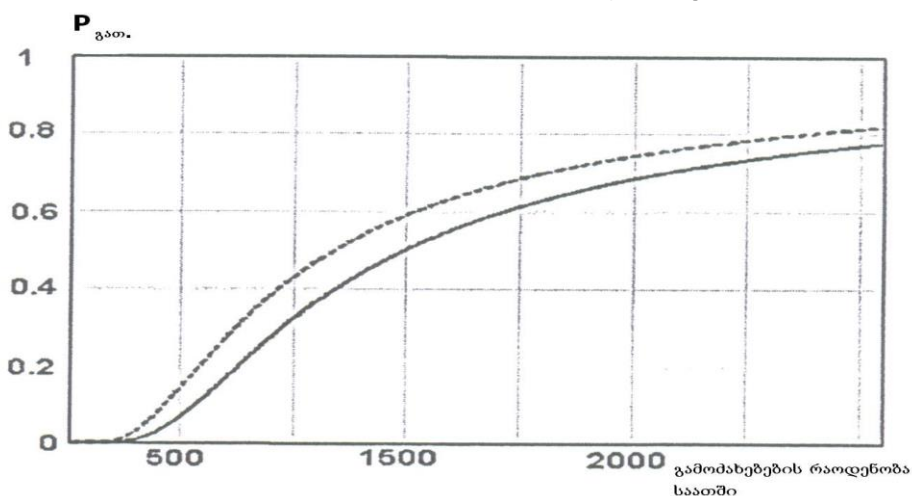
ბებთან. ნახ. 1-ზე აგებულია თეორიული დამოკიდებულება $P_{გათ}(λფ)$ და ექსპერიმენტალური მონაცემები, რიგი ფიჭებისათვის, სადაც გააქტიურებულია “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურა ნახ. 2-ზე მოცემულია უარის აღბათობის დამოკიდებულების გრაფიკი, რომელიც აგებულია ერლანგის კლასიკური ფორმულით (წყვეტილი მრუდი) და 1 მოდიფიცირებული ფორმულის მიხედვით (უწყვეტი მრუდი). როგორც მოყვანილი ნახაზებიდან ჩანს ფიჭების გადაფარვა საშუალებას იძლევა გაიზარდოს გამტარუნარიანობა 25%-ით.

ამრიგად მიღებული და ასევე [2,4] მოყვანილი შედეგები ასაბუთებენ “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურის ეფექტურობას, რომელიც წარმოადგენს მობილურ ქსელებში უარის აღბათობის შემცირების ან მისი გამტარუნარიანობის გაზრდის მეტოდს.

(1) ფორმულაში Sk -ს გამოსათვლელად საჭიროა ვიცოდეთ $rc=r_{კავშირი}/r_{ფიჭა}$. რამდენათაც $Signal_levmin$ ამა თუ იმ მნიშვნელობის დაყენება ლოგოკურად განსაზღვრავს ამ დამოკიდებულებას, შეიძლება მოიძებნოს დამოკიდებულება $P_{გათიშვა}$ –სა rc -დან, სხვა სიტყვებით $Signal_levmin$ მნიშვნელობიდან, რომელიც თავის მხრივ განსაზღვრავს სიგნალის წილს ზღვრულზე ნაკლები დონით.



ნახ. 1 დამოკიდებულება $P_{გათ}(1ფ)$



ნახ. 2 უარის აღბათობის დამოკიდებულების გრაფიკი საათში გამოძახებულების რაოდენობიდან



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ჩატარებულ იქნა “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურების გავლენის ანალიზი მობილური ქსელის ძირითად ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე: უარის ალბათობაზე და შეერთების გაწყვეტის მნიშვნელობაზე. პრაქტიკული შედეგები და (1) მოდიფიცირებული ფორმულით თეორიული გათვლები, რომლებიც ითვალისწინებდნენ გადაფარვის ზონის ზომებს აჩვენა, რომ “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურა წარმოადგენს ეფექტურ მეთოდს მობილური კავშირის ქსელებში უარის ალბათობის შესამცირებლად, რომელიც საშუალებას იძლევა 25%-ით გაიზარდოს ქსელის გამტარუნარიანობა.

აღნიშნული დამოკიდებულების გამოთვლისათვის გამოყენებულ იქნა “ბილაინის” მობილური ქსელის მონაკვეთი, რომელშიც არსებობდნენ ფიჭები, რომლებიც ემსახურებოდნენ ტერიტორიებს აბონენტებით როგორც “ქალაქური” ქცევით, ასევე ქალაქგარეთა სპეციფიკაციით. მიღებული შედეგების საფუძველზე, მივიღეთ რა სიგნალის ზღვრულ დონედ -95დბმ, შეიძლება ითქვას, რომ წარუმატებელი შეერთების მნიშვნელობის 2%-მდე შენარჩუნებით ლოგიკური პარამეტრების გადაწყობა, რომლებიც პასუხობენ “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურების მუშაობას, ისეთნაირად უნდა მოხდეს, რომ ზღვრულ დონეზე ნაკლები სიგნალის წილმა არ უნდა გადაამეტოს 15%..

ლიტერატურა:

1. Косинов М.С.,Шорин О.А. Повышение емкости содовой системы связи при использовании зон перекрытия.// Электросвязь, № 3.2003, с. 18-20.
2. Кремер Н.Ш., Теория вероятностей и математическая статистика.// М. Юнити, 2004, с. 466-467
3. შამანაძე ო., შამანაძე გ., ლაშქარავა ლ. “პირდაპირი გადადანიშნულების” პროცედურების გავლენა GSM ქსელის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე//საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი №19, “ინტელექტუალი”, თბილისი, 2012, გვ. 207-215.
4. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники.// Книга вторая. М. Советское радио, 1975, с. 285-290.

DIRECT INFLUENCE REASSIGNMENT PROCEDURES FOR QUALITY MOBILE NETWORK PERFORMANCE

Shamanadze O.,Shamanadze G.

Georgian Technical University

Summary

Depending on the conditions of the mobile operators are faced with the increasing popularity of the service is not a simple task, reset the parameters defined in the GSM standard networks intensity changes in the law. The discovery of the mobility parameter is reset to the discovery of the prophets, and in the early stages. In order to increase reliability and to respond to changes in load on a short duration, which is the same as increasing the efficiency of the algorithm, it is recommended to take cells arising in the analysis of transient processes.

ჰეტიროგენულ ქსელებში Wi-Fi შეღწევის წერტილების მონიტორინგის მეთოდების შედარებითი ანალიზი

ძოწენიძე გ., მურჯიკნელი გ., ბაჯელიძე ი.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მობილური აპარატის მრავალფუნქციურობიდან გამომდინარე, ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს მისი ენერგორესურსის ეკონომიური ხარჯვის უზრუნველყოფა. მობილური მოწყობილობის უახლესი მოდელები ადჭურვილნი არიან როგორც ყველა თაობის ფიჭური ტექნოლოგიებით, ასევე Wi-Fi ტერმინალებით. შესაბამისად ამისა, ამ უკანასკნელთა ელექტროლა-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ნახარჯების გარკვეული წილი მოდის მათ ფუნქციონირებაზე უსადენო ფართოზოლოვან ქსელებში. ჩვენს მიერ წარმოდგენილია ჰეტეროგენულქსელებში Wi-Fi შედწვევის წერტილების მონიტორინგის მეთოდების შეფასება ენერგოეფექტურობის თვალსაზრისით.

ჰკვიანი ტელეფონების რაოდენობა დღითიდღე მატულობს. მონაცემების ტიპის ტრაფიკის ზრდასთან ერთად სულ უფრო მეტი მობილური ოპერატორი ახდენს ფიჭური და WLAN ქსელების ჰეტეროგენიზაციას. იუხედავად ამისა, ფიჭური ქსელების განტვირთვის მიზნით, სათანადო დონეზე არ ხდება მათგან მონაცემების ტიპის ტრაფიკის გადატანა WLAN ქსელებზე. ქედან გამომდინარე Wi-Fi ქსელების რესურსი რჩება დაუტვირთავი, ხოლო ფიჭურ ქსელებში გვაქვს მაღალი გადატვირთვები. მის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია ის, რომ მომხმარებელი ვერ იღებს ინფორმაციას Wi-Fi შედწვევის წერტილებზე, რადგან მობილური მოწყობილობის ენერჯის შენარჩუნების მიზნით მომხმარებლებს ხშირ შემთხვევაში გათიშული აქვთ Wi-Fi ქსელი.

სელური მოწყობილობების მწარმოებლების მიერ შემუშავებულ იქნა მიდგომა [1], რომლისგამოყენებითაც შესაძლებელია ტრაფიკის გადატანა მობილური ქსელიდან Wi-Fi ქსელებზე. იმ შემთხვევაში, თუ ფიჭის დატვირთულობამ მიაღწია ზედა ზღვარს და ამავედროულად Wi-Fi ქსელი ხელმისაწვდომია, მობილური მოწყობილობისათვის შესრულდება მონაცემთა გადაცემის სერვისის გადატანა Wi-Fi ქსელზე. ამ გზით შესაძლებელია მონაცემთა ტიპის ტრაფიკის გადატვირთვა ფიჭური ქსელიდან WLAN ქსელზე. აღნიშნული პროცედურის განხორციელებიდან მიღებული სარგებელი შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგნაირად:

ა) მომხმარებლისათვის:

- მობილური აპარატის ენერგომომხმარების შემცირების უზრუნველყოფა. მობილური მოწყობილობა ავტომატურად გამორთავს Wi-Fi ქსელს, როდესაც მოხმარებული გამოვა WLAN ქსელის დაფარვის არეალიდან ან დაამთავრებს მონაცემთა გადაცემას.

ბ) მობილური ოპერატორისთვის:

- ფიჭურ ქსელში მცირდება გადატვირთვები, რადგან სრულდება გარკვეული მოცულობის ტრაფიკის გადატანა მობილური ქსელიდან WLAN-ზე.
- ხორციელდება მობილური და WLAN ქსელების მაქსიმალური უტილიზაცია. დინამიურ რეჟიმში ტრაფიკის ტექნოლოგიებში მონაცემთა გადატანა ზრდის ჰეტეროგენულ ქსელებში რესურსის ეფექტურად გამოყენების მაჩვენებელს.

დღეისათვის მწარმოებლების მიერ გამოყენებული მიდგომის მიხედვით, წინასწარ ხდება დადგენა, არის თუ არა ფიჭის დაფარვის არეალში Wi-Fi შედწვევის წერტილები. შედწვევის წერტილის არსებობის შემთხვევაში, მოცემულ ფიჭაზე აქტიური სესიის მქონე მობილურ მოწყობილობებს ეგზავნებათ ინფორმაცია, რომ აღნიშნული ფიჭის დაფარვის არეალში არის Wi-Fi ქსელი. ამის შემდეგ მობილური აპარატები დაიწყებენ WLAN ქსელის სიგნალის შემოწმებას, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ ფიჭის დაფარვის არეალში არ არის Wi-Fi შედწვევის წერტილი, მობილურ მოწყობილობას ეგზავნება ბრძანება Wi-Fi ქსელის ძებნის რეჟიმის დეაქტივაციის შესახებ, მანამდე სანამ მობილური მოწყობილობა არ დატოვებს აღნიშნულ ფიჭას. მოცემული მიდგომა საშუალებას იძლევა თავიდან იქნას აცილებული მობილური აპარატის ენერჯის დამატებითი ხარჯვა ისეთი ფიჭების დაფარვის არეალში, სადაც არ არის განთავსებული Wi-Fi შედწვევის წერტილები.

მობილური კავშირგაბმულობის ქსელებში გამოყენებული მაკრო/მიკრო ფიჭების ზომები გაცილებით დიდია ვიდრე WLAN ქსელებში გამოყენებული შედწვევის წერტილები.



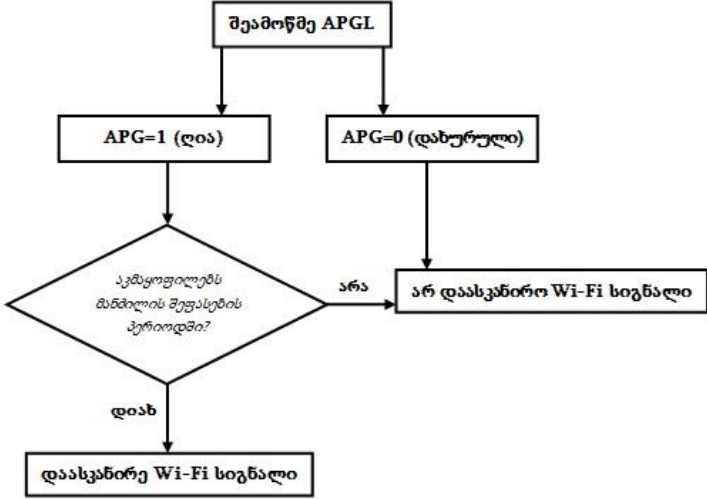
IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ბის დაფარვის არეალი. მწარმოებლების მიერ შემოთავაზებული მიდგომის მიხედვით, მობილურმა მოწყობილობამ მუდმივად უნდა ამოწმოს WLAN ქსელის სიგნალი, იმ შემთხვევაშიც კი თუ ფიჭის დაფარვის არეალში მხოლოდ ერთი შეღწევის წერტილია. ასეთ შემთხვევაში არ ხდება მობილური მოწყობილობის ენერჯის ეფექტური გამოყენება.

ჩვენს მიერ დამუშავებულ იქნა განსხვავებული მიდგომა [2,3], რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ჰეტეროგენულ ქსელებში ფუნქციონირებადი მობილური მოწყობილობების ენერგორესურსის ეფექტური გამოყენება. დამუშავებულ იქნა Wi-Fi შეღწევის წერტილების მაღალი ენერგოეფექტურობის ალგორითმი, რომლის მიხედვითაც მობილურ მოწყობილობას ეგზავნება ბრძანება WLAN ქსელის სიგნალის დონის შემოწმების საჭიროების შესახებ.

სახოგადოდ, ფიჭურქსელებში, მობილური მოწყობილობის აქტიურ მდგომარეობაში ყოფნის შემთხვევაში, მუდმივად სრულდება TA-ს (Timing Advance) გაზომვები. აღნიშნული გაზომვების საშუალებით შესაძლებელია LTE საბაზო სადგურსა და მობილურ მოწყობილობას შორის მანძილის დადგენა 80 მეტრის სიზუსტით. მოცემული სახის გაზომვები მობილური მოწყობილობის მხარეს არ საჭიროებს ენერგორესურსის დამატებით ხარჯვას. სწორედ აღნიშნული გაზომვების გამოყენებით შესაძლებელია LTE ფიჭის დაფარვის არეალის დაყოფა 80 მეტრიან APG (Access Points Group) ჯგუფებად. იმ შემთხვევაში, თუ APG ჯგუფი ცარიელია (მასში არ არის არცერთი შეღწევის წერტილი), მაშინ მას მიენიჭება ინდექსი 0 (დახურული) და შესაბამისად მოცემულ არეალში მობილური მოწყობილობა არ მოახდეს WLAN ქსელის სიგნალის სკანირებას, ხოლო თუ APG ჯგუფში განთავსებულია ერთი შეღწევის წერტილი მაინც, მაშინ მას მიენიჭება ინდექსი 1 (ღია) და მობილური მოწყობილობის მიერ მოხდება Wi-Fi ქსელის სიგნალის შემოწმება.



ნახ.1. Wi-Fi სიგნალის სკანირების შემოთავაზებული ალგორითმის მუშაობის პრინციპი

ამგვარად, LTE - Wi-Fi ტიპის ჰეტეროგენულ ქსელებში შემოთავაზებული ალგორითმის გამოყენება, არსებული გადაწყვეტებისაგან განსხვავებით, საშუალებას იძლევა LTE ფიჭის დაფარვის არეალში მყოფმა მობილურმა მოწყობილობამ მოახდინოს Wi-Fi შეღწევის წერტილების სიგნალის მონიტორინგი მხოლოდ იმ უბნებში, სადაც ხელმისაწვდომია Wi-Fi ქსელი, რაც აღნიშნულ პროცედურაზე მობილური აპარატის მიერ დახარჯული ენერჯის საგრძნობი შემცირების საშუალება სიძლევა.



გამოყენებული ლიტერატურა

- 1) Huawei Technologies Co., Ltd. Intelligent Wi-Fi Selection based on eCoordinator Feature. Shenzhen, 2015. - 64 p.
- 2) ძოწენიძე გ., მობილური ქსელების ეფექტურობის ამაღლება Wi-Fi ქსელებთანმათიჰეტეროგენიზაციისსაფუძველზე. // საქართველოსტექნიკურიუნივერსიტეტი, თბილისი, 2016. – 139გვ.
- 3) ძოწენიძე გ., მურჯიკნელი გ., LTE – Wi-Fi ტიპის ჰეტეროგენულქსელებშიკავშირისწვერტილუბისმონიტორინგისენერგოეფექტურიადგორითმი. // საერთაშორისოსამეცნიეროეურნალი “ინტელექტი”, No.1(vol.54), თბილისი, 2016, გვ.78-80.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MONITORING METHODS WI-FI PENETRATION POINTS IN HETEROGENEOUS NETWORKS

Dzotsenidze G., Murjikneli G., Bajelidze I.
 Georgian Technical University

Summary

Due to the multi-functionality of mobile device, nowadays on of the most important issue is energy resource consumption of user equipment. New models of mobiles are equipped with all generation of cellular technologies, also they're being supported by Wi-Fi system. The mentioned wireless networks utilize big part of equipment energy. In this work, it is proposed the energy efficient method, which could be deployed in heterogeneous networks to reduce mobile equipment power consumptionduring the signal monitoring of Wi-Fi Access Points.

მე-4 თაობის მობილური კავშირის ქსელში ხმის გადაცემის “VoLTE” ტექნოლოგიის საკითხების გამოკვლევა და დამუშავება

მურჯიკნელი გ., აბულაძე ვ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია მე-4 თაობის მობილური კავშირის ქსელში ხმის გადაცემის ტექნოლოგიის VoLTE-ს მუშაობის ძირითადი პრინციპების განხილვა და მის დანერგვასთან დაკავშირებული თავისებურებების გამოკვლევა და დამუშავება.

მაღალი ხარისხის საკომუნიკაციო სერვისების უზრუნველყოფა IP ქსელებში

ფართოზოლოვანი მობილური ქსელების განვითარებასთან ერთად, VoLTE იყენებს ტელეკომის მახასიათებლებს, როგორცაა QoS და გლობალურ შეღწევადობას, ინოვაციური საკომუნიკაციო სერვისების შესათავაზებლად, როგორცაა განვითარებული მაღალხარისხიანი ხმის გადაცემა, მუსიკის გაზიარება საუბრის დროს და ვიდეო კომუნიკაცია IP ქსელების მეშვეობით.

ხმის გადაცემის სერვისები ფართოზოლოვან მობილურ ქსელებში

ფართოზოლოვანმა მობილურმა გადაცემამ შექმნა ახალი შესაძლებლობებისა და შემოსავლების სამყარო მობილური ოპერატორებისთვის. ამ შესაძლებლობებს როგორც წესი თან ახლავს გამოწვევებიც, და ფართოზოლოვანი მობილური კავშირი ამოწმებს საკომუნიკაციო სერვისების პოზიციებს, როგორცაა ხმის გადაცემა, რომელიც დღესდღეობით გლობალურად შეადგენს ოპერატორების წლიური შემოსავლების 60 პროცენტს, რამაც 2014 წელს შეადგინა 600 მილიონი ამერიკული დოლარი. მთავარი კითხვაა, როგორ გამოვიყენოთ ფართოზოლოვანი მობილური კავშირის შესაძლებლობები და ამავდროულად შევინარჩუნოთ და გავზარდოთ საკომუნიკაციო სერვისების შემოსავლები, როგორც კერძო, ასევე ბიზნეს მომხმარებლებისთვის.

LTE ქსელებს შეუძლიათ ფართოზოლოვანი მობილური ინფორმაციის გადატანა მონაცემთა გაზრდილი სიჩქარით და ნაკლები დაყოვნებით. თუმცა, რადგანაც LTE-ში



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



არ არსებობს წინასწარ გამოყოფილი კომუტაციის ხმის გადაცემის დომენი, მობილურ ინდუსტრიაში დამკვიდრდა საერთაშორისოდ თავსებადი IP-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული ხმისა და ვიდეოს გადაცემის გადაწყვეტა LTE-თვის, რომელიც ცნობილია, როგორც VoLTE, რამაც თავის მხრივ შესაძლებელი გახადა ახალი ინოვაციური საკომუნიკაციო სერვისების განვითარება.

ზევიდან დაშენებულმა (Over-the-top (OTT)) საკომუნიკაციო გადაწყვეტებმა, როგორცაა Skype და FaceTime, გამოიწვია მომხმარებლის მიერ VoIP-ის, ვიდეოზარისა და მოკლე ტექსტური შეტყობინების ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული, უფრო მოწინავე სერვისების ათვისება. თუმცა, OTT გადაწყვეტები ვერ უზრუნველყოფენ სრულად დამაკმაყოფილებელ მომხმარებლის გამოცდილებას, რადგანაც არ არსებობს QoS-ის საზომი საშუალებები, არ გააჩნიათ ჰენდოვერ მექანიზმები წინასწარ გამოყოფილი კომუტაციის ქსელისთან და სხვადასხვა OTT სერვისებსა და მოწყობილობებს შორის ფართომასშტაბიანი თავსებადობა, არ აქვს გარანტირებული კრიტიკული, გადაუდებელი მხარდაჭერა და უსაფრთხოების საზომი საშუალებები. აქედან გამომდინარე, OTT კლენტების ათვისება პირდაპირ დამოკიდებულია ფართოზოლოვანი მობილური ქსელის დაფარვასთან და მომხმარებლების სურვილთან, რათა მათ გამოიყენონ უხარისხო, სახიფათო და მოუქნელი სერვისები.

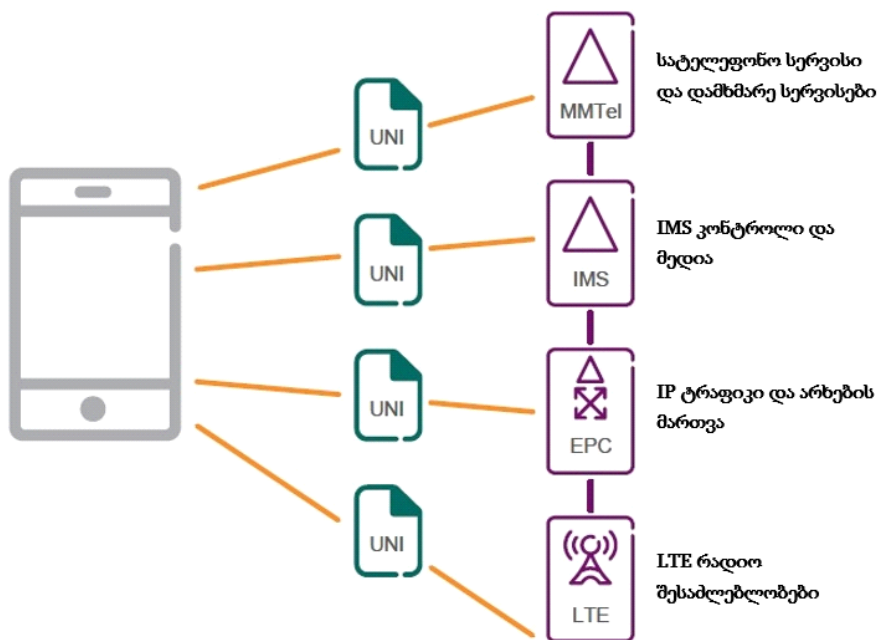
ოპერატორებმა დაიწყეს ქვეყნების მაშტაბით კომერციული VoLTE სერვისების გაშვება ხმისა და ვიდეოს გადაცემისათვის LTE ქსელის საშუალებით, წინასწარ გამოყოფილ საკომუტაციო ქსელთან უწყვეტი შეუფერხებელი სერვისით. გარდა ამისა, თანდათან ბაზარზე ინერგება უწყვეტი კავშირი Wi-Fi ქსელებთან საყოფაცხოვრებო გამოყენებისთვის.

გლობალურად თავსებადი გადაწყვეტა

LTE და Evolved Packet Core (EPC) არქიტექტურებს არ გააჩნიათ მხარდაჭერა წინასწარ გამოყოფილი საკომუტაციო არხების ხმისა და ვიდეოს გადაცემის მიმართ. ამ მიმართულებით სატელეკომუნიკაციო ინდუსტრიაში ორი ძირითადი ტენდენცია განვითარდა, რომლებიც უზრუნველყოფენ LTE სმარტფონებთან თავსებად ხმის გადაცემის სერვისებს: წინასწარ გამოყოფილ საკომუტაციო არხებზე დაბრუნებას (CSFB) და VoLTE-ს. ტიპიურად, CSFB-ს იყენებენ ისეთ ადგილებში სადაც LTE-ს დაფარვა შედარებით უხარისხო და არაერთგვაროვანია (ძირითადად სოფლებში და LTE-ს განვითარების საწყის ეტაპზე), მაშინ როდესაც VoLTE-ს გაუშვებს ადგილებში, სადაც LTE-ს დაფარვა უწყვეტი და ხარისხიანია (დიდ ქალაქებსა და ისეთ ადგილებში, სადაც LTE ტექნოლოგია უკვე ფართოდ დამკვიდრებულია).

IMS-ზე დაფუძნებული VoLTE-ს უპირატესობები

ტერმინი VoLTE გამოყენებული იქნა GSMA-ს მიერ LTE-ტექნოლოგიაში ხმისა და მოკლე ტექსტური შეტყობინების გადაცემისათვის, რომელსაც თავის საწყისები 3GPP IMS-ზე დაფუძნებულ მულტიმედურ გადაწყვეტაში (MMTel) აქვს. VoLTE-ს მეშვეობით, ოპერატორებს უნდებოდათ საშუალება IP-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული ქსელების ფართო შესაძლებლობების გამოყენების, მაღალ-ხარისხიანი ფართოზოლოვანი მობილური სერვისების მისაწოდებლად და თავსებადი საკომუნიკაციო სერვისების გაშვებისათვის. VoLTE არის საფუძველი თანამედროვე მომხმარებლის გამოცდილებისათვის და შეიცავს სერვისებს, როგორცაა HD ხმა, ვიდეო ხარი, HD კონფერენცია და IP მესიჯინგი, და ამასთანავე ახალი ინოვაციური სერვისები - რომლებიც იქნება გამოყენებული ყველგან და ყველა მოწყობილობაზე.



სურათი 1. VoLTE-ს კომუნიკაცია UNI (User to Network) ინტერფეისების საშუალებით მოწყობილობასა და ქსელს შორის



მოწყობილობებში ინტეგრირებული Wi-Fi ზარის ფუნქციონალი ამ ბოლო დროს დაინერგა მთავარი მწარმოებლების მიერ. ასე, რომ ოპერატორებს შეუძლიათ ამიერიდან VoLTE-ს სერვისი მიაწოდონ ისეთ ადგილებში, სადაც ფიჭური დაფარვა არ არსებობს ან შეზღუდულია. ზარების მდორე გადასვლა LTE-დან Wi-Fi-ზე მხარდაჭერილი, რათა უზრუნველყოფილი იყოს სერვისის უწყვეტობა. ტელეფონი გამოიყენებს ადგილობრივ Wi-Fi-ს ქსელის შედგენის წერტილს და ავტომატურად დაუკავშირდება ოპერატორის მოწოდებულ ხმის სერვისს ნებისმიერი ინტერნეტ კავშირის საშუალებით. სმარტფონის ტრადიციული სატელეფონო დამრეკავი გამოიყენება რეგულარული ზარის გასაკეთებლად, ისევე გამოიყენება SIM-ზე დაფუძნებული მობილური სატელეფონო ნომერი და არის საჭიროება ტელეფონში დამატებითი აპლიკაციის არსებობის. ვიდეო ზარებიც ამავე წესით მუშაობენ.

Wi-Fi ზარის ფუნქცია საჭიროა გააჩნდეს როგორც მოწყობილობას, ასევე ქსელს. EPC-ში საჭიროა არსებობდეს ახალი, ინტეგრირებული ფუნქციონალი, Evolved Packet Data Gateway (ePDG)-თან ერთად, რათა მოხდეს არასანდო არა-3GPP შედგენადობის დაშვება, იმისთვის, რომ მონაცემები გაცვალოს EPC-სთან და დაუკავშირდეს IMS ქსელს. ePDG უზრუნველყოფს უსაფრთხოების მექანიზმებს, როგორცაა მოწყობილობებთან IPsec ტუნელინგ კავშირები არასანდო არა-3GPP შედგენადობის არსების გამოყენებით, რათა მოხდეს მდორე ჰენდოვარი მიმდინარე VoLTE ზარიდან აბონენტის სახლის Wi-Fi ქსელზე.

VoLTE იყენებს ქსელის მექანიზმებს, რათა სერვისი გახადოს პროგნოზირებადი და დამოუკიდებელი სხვა სერვისების დატვირთვისგან, მაშინ როცა, Wi-Fi ზარის შემთხვევაში, სერვისის ხარისხი დამოკიდებული იქნება ადგილობრივ გარემოზე და ქსელის იმ დატვირთვაზე, რომელსაც ამავე ქსელთან დაკავშირებული სხვა მომხმარებლები იკავებენ. ამრიგად, Wi-Fi ზარის ფუნქციის გამოყენება რეკომენდირებულია მხოლოდ ადგილობრივი გამოყენებისათვის და მცირე ზომის კომპანიებში, მაშინ, როდესაც დიდი კომპანიებისთვის რეკომენდირებულია 3GPP-ზე დაფუძნებული მცირე ზომის ფიჭური გადაწყვეტების გამოყენება, რათა გარანტირებული იყოს მაღალ-ხარისხიანი რეალურ-დროის ხმისა და ვიდეო ზარის სერვისები.

VoLTE-ს მუშაობა

IP-ზე დაფუძნებულ ფართოზოლოვან მობილურ ქსელებში ხმოვანი სერვისების გადასაცემად, უმნიშვნელოვანესია გამოვიყენოთ სატელეკომუნიკაციო ქსელის ისეთი პარამეტრები, როგორცაა QoS. ხმის გადაცემა რეალური-დროის კრიტიკური სერვისია სჭირდება განსაკუთრებული მიდგომა ფართოზოლოვან მობილურ ქსელებში მაღალი ხარისხის სამომხმარებლო გამოცდილების უზრუნველსაყოფად.

ხმის ხარისხის პარამეტრები

ხმის ხარისხი, რომელსაც მომხმარებელი აღიქვამს განისაზღვრება რამდენიმე პარამეტრით, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათი 2-ზე. ზოგიერთი ეს პარამეტრი დამოკიდებულია უშუალოდ მოწყობილობაზე; ზოგიერთი დამოკიდებულია ქსელის შესაძლებლობებზე; ხოლო ზოგიერთი მათგანი დანერგილია მოწყობილობაში, მაგრამ მათზე ზეგავლენას ახდენს ქსელი. თუკი გამოიყენება ერთი და იგივე ხმის კოდირების ალგორითმი (და რეჟიმი), ხმის ხარისხი ერთნაირია, როგორც პაკეტურ საკომუტაციო (VoLTE-ს მხარდაჭერილ LTE-ში) ქსელში, ასევე წინასწარ გამოყოფილი არსების საკომუტაციო ქსელში (WCDMA, GSM). გამსხვალება მხოლოდ იმაშია, რომ დაყოვნების პარამეტრის მართვა გაცილებით რთული ხდება. პაკეტური კომუტაციის ქსელის სერვისებისთვის, დაყოვნება საკვანძო პარამეტრია სამართავად, იმისთვის, რომ მიღწეული იქნას ოპტიმალური კომ-

HD ხმა



HD ხმა



სურათი 2: პარამეტრები, რომლებიც ერთიანობაში განსაზღვრავენ მომხმარებლის მიერ აღქმულ ხმის ხარისხს.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ფრაქტალური განზომილების გამოყენება ტოპოლოგიური ძსელების მოდელირებისათვის

მურჯიკენელი გ. ჩხაიძე ი. აბზიანიძე ნ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განაწილებული ქსელების განვითარების არსებული ტენდენციები ცხადყოფს უზარმაზარი ზომის ქსელების ოპტიმიზაციისა და მოდელირების აუცილებლობაზე. ამასთან დაკავშირებით ძალიან აქტუალური ხდება რთული საკომუნიკაციო ქსელების ანალიზის ამოცანათა გადაწყვეტა სისტემურ დონეზე დეტალური აღწერის გარეშე. წარმოდგენილი მოხსენების მიზანს შეადგენს ფრაქტალური განზომილების განსაზღვრა კორელაციური ფუნქციის მეშვეობით განაწილებული ობიექტების დიდი სიმრავლისათვის ამ ქსელების მოდელირების მიზნით.

ობიექტების განლაგების და განაწილების თვისებები არსებითად დამოკიდებულნი არიან მათი განლაგების გეომეტრიაზე, მათ შორის მანძილსა და სხვა პარამეტრებზე. მაგალითად, გლობალური ინტერნეტის ქსელი შეიძლება მივიჩნიოთ როგორც უზარმაზარი რაოდენობის განაწილებული კვანძების (წერტილების) ერთობლიობა, რომლებიც ურთიერთქმედებაში იმყოფებიან კავშირგაბმულობის არსების მეშვეობით. მსგავსი მაგალითებია ქსელები, ფიჭური, გადამწოდთა ერთობლიობა და სხვა.

ქსელების ძირითად მახასიათებელს, როგორც ითქვა ზემოთ წარმოადგენს მისი ტოპოლოგიური განზომილება D . D განზომილება შეიძლება ავსახოთ ფუნქციური დამოკიდებულებით $f(D)$. თუ გამოითვლება ტოპოლოგიის განზომილება D , შესაძლებელი გახდება რაოდენობრივად შევაფასოთ ექსპერიმენტულად მიღებული ქსელის თვისებები და აღვწეროთ ინფორმაციული კანონზომიერებები მონაცემთა ნაკადის მოძრაობისას.

ქსელების ტოპოლოგიის განზომილება ვერ გამოითვლება რაოდენობრივად ჩვეულებრივი ევკლიდის განზომილებით, რომელიც ღებულობს მხოლოდ მთელ რიცხვთა მნიშვნელობებს. ევკლიდეს განზომილება წერტილისათვის-0; წრფისათვის-1; სიბრტყისათვის-2; მოცულობისთვის-3. ქსელის ობიექტთა ერთობლიობის განზომილება კი ღებულობს წილადურ მნიშვნელობებს, იმიტომ რომ ისინი ატარებენ ფრაქტალურ ხასიათს.

ცნობილია, რომ წილადური განზომილება გააჩნიათ ფრაქტალებს [3].

ფრაქტალური განზომილების რიცხვითი მნიშვნელობის განსაზღვრა წარმოადგენს ამ სამუშაოს მიზანს.

ფრაქტალების ძირითადი თვისებებია თვითმსგავსება. გამოდის, რომ ფრაქტალის მცირე ნაწილი მოიცავს ინფორმაციას მთლიანი ფრაქტალის შესახებ. მანდელბროტმა განსაზღვრა ფრაქტალი როგორც სტრუქტურა, რომელიც შედგება ნაწილებისაგან, რომლებიც გარკვეულწილად მსგავსნი არიან მთლიანობისა [3].

მაშასადამე ფრაქტალი შეიძლება განვსაზღვროთ როგორც გეომეტრიული ფიგურა, რომელშიც ერთი და იგივე ფრაგმენტი მეორდება. ქსელის ტოპოლოგია წარმოადგენს ფრაქტალს, ვინაიდან მისი მცირე ნაწილი მსგავსია მთლიანისა.

ფიჭური კავშირის ქსელის ტოპოლოგია ქალაქის ცალკეული რაიონისა მსგავსია ქალაქის მასშტაბის მთლიანი ქსელისა [2]. რეალური ფიზიკური პროცესების უზარმაზარ რაოდენობას გააჩნია ფრაქტალური ბუნება. ფრაქტალური განზომილება გამოითვლება შემდეგნაირად:

დავუშვათ ნებისმიერი გეომეტრიული სტრუქტურის შესავსებად საჭიროა $N(\epsilon)$ სფეროთა (ან წრეების) რაოდენობა, სადაც ϵ არის წრის ან სფეროს რადიუსი. როცა ϵ მცირდება ($\epsilon \rightarrow 0$) სფეროების მოცულობათა ჯამი მიისწრაფის მოცულობისაკენ, რომელიც უკავია გეომეტრიულ ობიექტს.



D-თი აღნიშნოთ გეომეტრიული სტრუქტურის ევკლიდური განზომილება. ამ დროს ფრაქტალური განზომილება გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$D_F = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(\frac{1}{\varepsilon})} \quad (1)$$

წრფისათვის $D_F=D_E=1$.

მაშასადამე გლუვი ფორმის ობიექტს გააჩნია განზომილება, რომელიც წარმოადგენს მთელ რიცხვს. მაშასადამე, ფრაქტალური განზომილება, განსხვავებულია ევკლიდის განზომილებისაგან და ახასიათებს ობიექტს უფრო რთული სტრუქტურით. ფრაქტალური განზომილების პრაქტიკული გამოთვლებისთვის იყენებენ ე.წ. კორელაციურ განზომილებას, რომელიც გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით:

$$D_C = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln C(\varepsilon)}{\ln(d\varepsilon)}, \quad (2)$$

სადაც $C(d)$ არის კორელაციური ფუნქცია, რომელიც იანგარიშება

$$C(\varepsilon) = \lim_{N \rightarrow 0} \frac{n}{N^2} \quad (3)$$

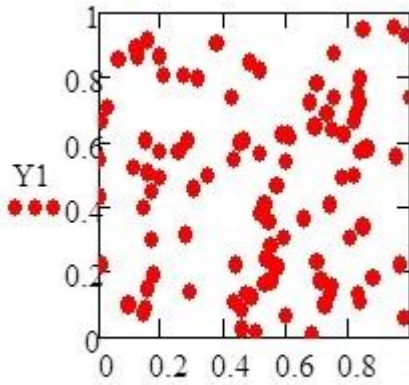
n – იმ წერტილების რაოდენობა, რომლებს შორის წყვილური მანძილი არ აღემატება ε -ს. N არის წერტილების მთლიანი რაოდენობა. აქ იგულისხმება ევკლიდეს მანძილი. როცა ε იცვლება, იცვლება $C(\varepsilon)$ -ის მნიშვნელობა, ვინაიდან იცვლება n . მანძილი d $P_1(X_1, Y_1)$ და $P_2(X_2, Y_2)$ წერტილს შორის გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით:

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad (4)$$

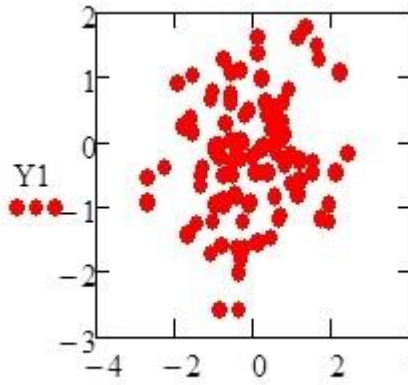
მაშასადამე: პირველად უნდა გამოვთვალოთ იმ წერტილების რაოდენობა, რომელთა შორის მანძილი არ აღემატება ε -ს. ფრაქტალის საფუძველზე შემოტანილი განზომილების ცნება წარმოადგენს მძლავრ მათემატიკურ საშუალებას ქსელების რაოდენებრივი შედარებისთვის, ანალიზისთვის და სინთეზისთვის. მაგალითად, მოცემული ტერიტორიის ფუჭური სადგურების კვანძების ქსელებით დაფარვა, რომელიც უზრუნველყოფს მდგრად კავშირს, შეიძლება გადაწყვეტილ იქნეს, როგორც ქსელის სინთეზის ამოცანა, საჭირო ფრაქტალური განზომილებით.

ზემოთ აღწერილი კორელაციური განზომილების გამოთვლის მეთოდი გამოიყენება მაშინ როდესაც საქმე გვაქვს ქსელების ტოპოლოგიასთან.

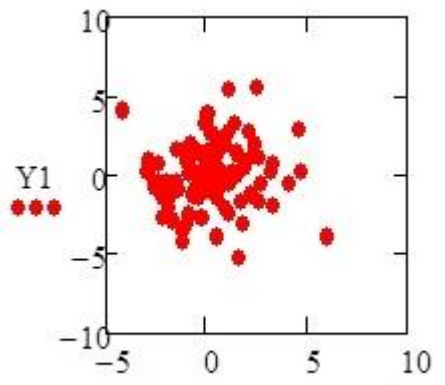
კვანძების სიმრავლის ერთობლიობისათვის ფრაქტალური განზომილების მოდელირებისთვის და შეფასებისთვის ჩვენს მიერ იყო გენერირებული თანაბრად, ნორმალურად და ლოგისტიკური განაწილებული სიდიდეების მიმდევრობა. ყველა ეს ოპერაციები სრულდება MathCad [4] გარემოში, სადაც როგორც გენერირება, ასევე წერტილების რაოდენობის განსაზღვრა ინტერვალში, რომელიც არ აღემატება ε -ს, არ შეადგენს სირთულეს. წერტილების (კვანძების) კოორდინატები ფორმირდებოდა შემთხვევით რიცხვთა გენერატორით და ლაგდებოდნენ კვადრატის დერძებზე რომლის გვერდის მაქსიმალური მნიშვნელობა უდრიდა გენერირებული შემთხვევითი რიცხვების მაქსიმალურ მნიშვნელობას. ნახ. 1ა, ნახ. 1ბ და ნახ. 1გ-ზე მოყვანილია წერტილების ერთობლიობის ტოპოლოგია (განლაგება) თანაბრად, ნორმალურად და ლოგისტიკურად განაწილებული წერტილებისთვის. ხოლო ნახ. 2ა, ნახ. 2ბ და ნახ. 2გ-ზე ასახულია ამ ტოპოლოგიის შესაბამისი კორელაციური განზომილების მიღებული დამოკიდებულება სტრუქტურული ფრაქტალური ელემენტის ზომის ლოგარითმზე.



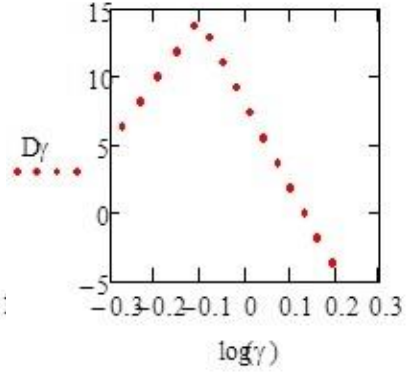
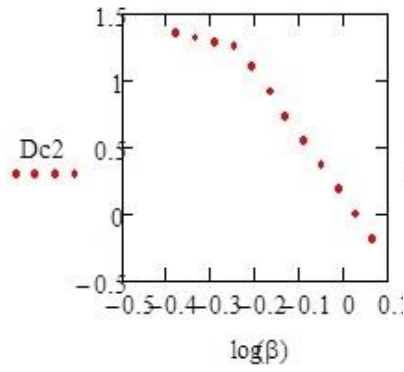
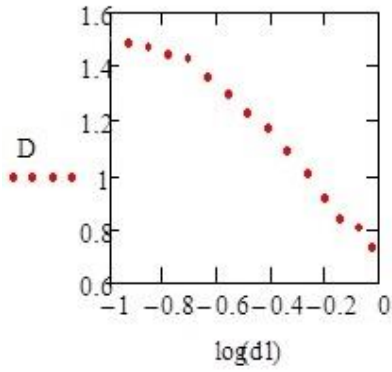
ნახ. 1ა წერტილების ერთობლიობის ტოპოლოგია თანაბრად განაწილებული წერტილებისთვის



ნახ. 1ბ წერტილების ერთობლიობის ტოპოლოგია ნორმალურად განაწილებული წერტილებისთვის



ნახ. 1გ წერტილების ერთობლიობის ტოპოლოგია ლოგისტიკურად განაწილებული წერტილებისთვის





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



შეასრულოს მნიშვნელოვანი როლი ქსელების განვითარების და მათი გამოყენების ეფექტიანობის მიმართებით.

ჩატარებული ექსპერიმენტების და კვლევის შედეგად დადგინდა: კორელაციური განზომილების განსაზღვრა უფრო მარტივია MathCad პროგრამის ფუნქციების ბაზაზე. MathCad პროგრამის გარემოში შემოთავაზებული ალგორითმების შედგენამ და რეალიზაციამ საგრძობლად გაამარტივა ფრაქტალური განზომილების გამოთვლა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Mandelbrot B. Fractals, HasardetFinance. Paris: Flammarion, 1997.
2. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Основы теории сложных систем. – Москва, Регулярная и хаотич. Динамика, 2007.
3. Hardy H., Beier R. Fractals in reservoir engineering. London: World Scientific, 1994.
4. Fausett L. "Numerical Methods Using Mathcad", Prentice Hall, 2002.
5. Евдокимов Ю.К., Потапов А.А., Шахтурин Д.В. Фрактальное моделирование задержек сообщений в больших сетях. – Нелинейный мир, 2008, т. 6, №8, с.444-451

USING FRACTAL DIMENSION FOR DESIGNING TOPOLOGICAL NETWORKS

Murjikneli G. Chkhaidze I. Abzianidze N.

Georgian Technical University

Summary

As it is known, the research of complex systems functionality, generally is based on its modeling [1]. Among different models Fractal modeling has its special place. Self-similarity is there exceptional characteristics [2]. Fractal modeling introduces new perspective \$eld in computer researching. Modern researches in tra&c measurement showed that network tra&c has fractal properties [3]. Using Fractal modeling in Teletra&c has its practical purpose, as much as, fractal like characteristics of tra&c in*uenes whole network productivity. Models, that describe events of self-similar processes, use random fractals [2]. This work represents generalized modeling method of Brownian motion (Fractalic), that is based on using Hurst parameter and wavelet-transformation. MathCAD software is used for computer realization. As it is known, the research of complex systems functionality, generally is based on its modeling [1]. Among different models Fractal modeling has its special place. Self-similarity is there exceptional characteristics [2]. Fractal modeling introduces new perspective \$eld in computer researching. Modern researches in tra&c measurement showed that network tra&c has fractal properties [3]. Using Fractal modeling in Teletra&c has its practical purpose, as much as, fractal like characteristics of tra&c in*uenes whole network productivity. Models, that describe events of self-similar processes, use random fractals [2]. This work represents generalized modeling method of Brownian motion (Fractalic), that is based on using Hurst parameter and wavelet-transformation. MathCAD software is used for computer realization. Development tendency of modern distributed networks require the need for developing new methods for optimizing and designing large scale networks. In this regard, solving analytic problems of complex communication networks by system approach, without detailed description, becomes more and more useful. The purpose of this article is to define Fractal dimension, using correlative function, for huge number of distributed objects in order to design these networks. As it is known, the research of complex systems functionality, generally is based on its modeling [1]. Among different models Fractal modeling has its special place. Self-similarity is there exceptional characteristics [2]. Fractal modeling introduces new perspective \$eld in computer researching. Modern researches in tra&c measurement showed that network tra&c has fractal properties [3]. Using Fractal modeling in Teletra&c has its practical purpose, as much as, fractal like characteristics of tra&c in*uenes whole network productivity. Models, that describe events of self-similar processes, use random fractals [2]. This work represents generalized modeling method of Brownian motion (Fractalic), that is based on using Hurst parameter and wavelet-transformation. MathCAD software is used for computer realization.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საინფორმაციო ტექნოლოგიები (სტ) ტელეკომუნიკაციის მარკეტინგულ საქმიანობაში

სახუტაშვილი ე., ღიბრაძე ნ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია საინფორმაციო ტექნოლოგიები (სტ) ტელეკომუნიკაციის მარკეტინგულ საქმიანობაში, რაც დაკავშირებულია საზოგადოების გლობალურ კომპიუტერიზაციასთან. ინფორმაციული ტექნოლოგიები წარმოადგენენ მეთოდების, საწარმოო პროცესების და პროგრამულ-ტექნიკური საშუალებების ერთობლიობას გაერთიანებულს ერთ მთლიან ტექნოლოგიურ ჯაჭვში.

ტელეკომუნიკაციის მარკეტინგულ საქმიანობაში გამოიყენება შემდეგი საინფორმაციო ტექნოლოგიები: ბლოგ-ვებ საიტები; კომპიუტერული პრეზენტაცია; მომხმარებლებთან ურთიერთობის მართვის სისტემა (CRM); ელექტრონული ფოსტა; გრაფიკული დიზაინის პროგრამული უზრუნველყოფა; ვებ-საიტები; სოციალური მედია; ინტერნეტ-პორტალ-გვერდი სხვადასხვა წყაროებიდან ინფორმაციის ნაკრები.

როგორც სტატისტიკა განხილული, კომპანიების წარმატებული საქმიანობა დამყარებულია კომუნიკაციების, მასობრივი ინფორმაციის საშუალებებზე ურთიერთობის დამყარებაში ერთმანეთთან, რომლის მეშვეობით ხდება ინფორმაციების გაცვლით გამოცდილების გაზიარება, ერთობლივი პროექტების შემუშავება, მედიალანდშაფტის გაუმჯობესება, ტელეკომუნიკაციის პროდუქტის და მომსახურების წინ წაწევა ინტეგრირებული მარკეტინგული კომუნიკაციების საშუალებით (იმე).

განხილულია ინტერნეტში დანერგილი სპეციალიზირებული ადამიანი-მანქანის სისტემის მოდელი, რომელიც ვარდა მარკეტინგული ამოცანების გადასაწვევად, გამოიყენება როგორც ვირტუალური ფსიქოლოგიური სამსახური, რაც ხელს უწყობს აგრეთვე ტელეკომუნიკაციის მარკეტინგული საქმიანობის წარმატებით წარმართვას.

საინფორმაციო ტექნოლოგიები გამოიყენება საზოგადოების და ეკონომიკური ცხოვრების ყველა სფეროში და მათ შორის ტელეკომუნიკაციაში. საინფორმაციო ტექნოლოგიები წარმოადგენენ მეთოდების, საწარმოო პროცესების და პროგრამულ-ტექნიკური საშუალებების ერთობლიობას, გაერთიანებულს ტექნოლოგიურ ჯაჭვში, რომლებიც უზრუნველყოფენ ინფორმაციის შეკრებას, დამუშავებას, შენახვას, ასახავს.

XXI საუკუნეში საწარმოს მარკეტინგული საქმიანობისათვის გამოიყენება სხვადასხვა საინფორმაციო ტექნოლოგიები, რომელიც შემდეგია: 1. ბლოგები-საიტები. 2. კომპიუტერული პრეზენტაცია. 3. კლიენტებთან ურთიერთობის მართვის სისტემა (CRM). 4. ელექტრონული ფოსტა. 5. გრაფიკული დიზაინის პროგრამული უზრუნველყოფა. 6. ვებ-საიტები. 7. სოციალური მედია. 8. ინტერნეტ-პორტალის – „გვერდი“, რომელიც წარმოადგენს სხვადასხვა წყაროებიდან ინფორმაციის ნაკრებს შემდგომი გავრცელებისათვის. ამ გვერდს აქვს ტექნიკური უნიფიცირებული ინტერფეისი. ეს ერთიანი საინფორმაციო კომუნიკაციური სივრცეა ინფორმაციის გასავრცელებლად, რაც ესოდენ საჭიროა ტელემატიკური სამსახურების მომსახურებისათვის საქალაქთაშორისო და ადგილობრივი სატელეფონო კავშირის, ფიჭური კავშირის, სადენიანი ხმოვანი მაუწყებლობისათვის, რადიოკავშირის, რადიომაუწყებლობის, ტელევიზიის, თანამგზავრული და საფოსტო კავშირისათვის.

მარკეტოლოგები ხშირად პასუხისმგებლები არიან თავიანთი კომპანიის შესახებ სოციალურ ქსელებში ღია გვერდების და აკაუნტებისათვის (აკაუნტი – რამოდენიმე მონაცემების ერთობლიობა მომხმარებელზე, რომელიც დევს საიტზე, ანუ ხშირ შემთხვევაში ეს ინფორმაცია საჭიროა მომხმარებლის ავტორიზაციისათვის და მითითებულია (პაროლი) მისამართი, ელექტრონული ფოსტა, ტელეფონის ნომრები და სხვ.) როგორც არის „Facebook“, „ВКонтакте“, „Twitter“. ასევე მარკეტოლოგების მოვალეობაა ორგანიზაციის შესახებ ვიდეო-პორტალების და ვიდეო-კონტენტის გამოქვეყნება. მაგალითად,



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



„You Tube“-ზე, კომპანიის თანამშრომლებისათვის პროფილების შექმნა ისეთ პორტალებზე, როგორც „Linkedin“ (Linkedin – სოციალური ქსელი საქმიანი კონტაქტების მოძებნასა და დამყარებისათვის).

კომუნიკაციები ხელს უწყობენ კომპანიებს წარმატებულ საქმიანობაში, ურთიერთობის დამყარებაში, ადამიანები ეცნობიან ერთმანეთს, უზიარებენ გამოცდილებას. სახავენ ერთობლივ საქმიანობასაც. ასეთი ტექნოლოგიები, როგორცაა ინტერნეტი, მობილური ტელეფონები, სოციალური მედია და კლიენტებთან ურთიერთობის მართვის სისტემები მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს კომპანიის მუშაობაზე.

ბევრი მომხმარებელი და საწარმოები ეძებენ ინფორმაციებს და ხალხი ეკონტაქტება ერთმანეთს საკუთარი კომპიუტერებით და მობილური ტელეფონებით. მომხმარებელს შეუძლია მოიძიოს ინფორმაციები პროდუქტის შესახებ დამოუკიდებლად ინფორმაციის წყაროებიდან. ასევე იცვლება მარკეტინგული ფირმის მუშაობის პირობები ხალხის რაოდენობის გაზრდისგან. **მედიალანდშაფტის (მედიალანდშაფტი – თანამედროვე საზოგადოებაში მასობრივი კომუნიკაციის საშუალებათა ხასიათი) სტრუქტურა და დანახარჯების რაოდენობა, რომელსაც ორგანიზაციები ხარჯავენ კომუნიკაციის სხვადასხვა სახეობაზე და ყოველთვის იცვლება.** კომპანიები შეიმუშავენ რა პროდუქტებს და მომსახურებას, ყოველთვის უნდა შეატყობინონ პოტენციურ კლიენტებს მათ ფასეულობაზე და უპირატესობაზე.

ინტეგრირებული მარკეტინგული კომუნიკაციები (იმკ) უზრუნველყოფენ კლიენტებს შეტყობინებებით ორგანიზაციის საშუალებით სხვადასხვა მასობრივი ინფორმაციის საშუალებით: ტელევიზია, რადიო, ჟურნალები, ინტერნეტი, სოციალური მედია და სხვა. მის ეხმარება მომხმარებელს და პოტენციურ კლიენტს ინფორმაციით ბრენდის ან ორგანიზაციის შესახებ, ხოლო **იმკ-ს** გამოყენებით საწარმოებს შეუძლიათ თავიანთი შეტყობინების კოორდინირება ბრენდის შექმნისთვის და კლიენტებთან ურთიერთობისათვის.

დღეს, ბევრი კომპანიები თავიანთი პოტენციური კლიენტების ნდობის წინასწარ შეპირებას ახერხებენ. ამიტომ თანამედროვე საზოგადოებაში ორგანიზაციის მარკეტინგული პოლიტიკა მიმართულია, უპირველესად ახალგაზრდებზე. ეს ნიშნავს, რომ მარკეტინგული ფირმები უნდა ადევნებდნენ თვალყურს კომუნიკაციური საშუალებების და ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებას და გამოჩენას. ახალგაზრდა მომხმარებელი თვითონ აირჩევს რა საშუალებებით მიიღოს ინფორმაცია პროდუქტის და მომსახურების შესახებ. ეს შეიძლება იყოს მობილური მარკეტინგი – მობილური ტელეფონის საშუალებით ან სათამაშო ჩართვების ან სხვა მობილური მოწყობილობების ჩართვით ინტერნეტ ქსელში. რეკლამა სოციალურ ქსელში, როგორც არის „Facebook“, „ВКонтакте“, ასევე წარმოადგენენ პოპულარულ საშუალებებს ფირმის პროდუქტების და მომსახურების წინააღმდეგობისთვის. ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებასთან დაკავშირებით. ამრიგად, ინფორმაციული-კომუნიკაციური ტექნოლოგიების (იკტ) გამოყენება დიდ ზეგავლენას ახდენს მარკეტინგის განვითარებაზე პროფესიონალურ საქმიანობაში და იმისათვის რომ დარჩე რელევანტური, აუცილებელია ფირმის წინააღმდეგობისთვის სრულყოფილება როგორც მის-ში (გაზეთები, ჟურნალები, რადიო-, ტელევიზია და სხვ.), ასევე შედარებით ახალ ტექნოლოგიებში (ინტერნეტი, მობილური მარკეტინგი, სოციალური მედია).

თანამედროვე მარკეტინგული ინფორმაციული სისტემები ტელეკომუნიკაციაში წარმოადგენენ კორპორატიული პორტალის ნაწილს და ავსებენ ორგანიზაციის საინფორმაციო მუშაობის ერთ-ერთ სეგმენტს.

ტელეკომუნიკაციაში, პრაქტიკულად ყველა მარკეტინგული ინფორმაციული სისტემა ასრულებს შემდეგ ფუნქციას: მოთხოვნების დამუშავება არსებული მონაცემთა ბაზის



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საფუძველზე; ოპერატიული ანგარიშების წარდგენა საწარმოს მიერ დადგენილი ფორმით; მონაცემების წარდგენა მოთხოვნის შესაბამისად; ანალიზური ანგარიშების წარდგენა დადგენილ ფორმატში. ინფორმაციების გამოყენებას მარკეტინგული ამოცანების გადასაწყვეტად ერთ-ერთ საშუალებას წარმოადგენს, ინტერნეტში დანერგილი სპეციალიზირებული ადამიანი-მანქანის სისტემის მოდელი, რომელსაც შეუძლია მრავალმხრივი მარკეტინგული ამოცანების გადაწყვეტა. ვირტუალური ფსიქოლოგიური სამსახური განიხილება როგორც ადამიანი – სისტემის ტიპი, როცა ფსიქოლოგიური მომსახურება და თვით ფსიქოლოგის ურთიერთმოქმედება გასაშუალებულია.

ადამიანი-მანქანის სისტემის თეორიის თანახმად, მის წამყვან ფაქტორს წარმოადგენს ადამიანის ერთობლივი საქმიანობა, ხოლო მანქანური კომპონენტი წარმოადგენს მისი რეალიზაციის ეფექტურ საშუალებას. ინტერნეტში მუშაობისას ადამიანის საქმიანობაში ინფორმაციული და ტელეკომუნიკაციური კომპონენტები აისახება ადამიანის საქმიანობის მთლიანობაში, მის მოთხოვნებში, მოტივებში, მიზნებში. ფსიქოლოგიური დახმარება ინტერნეტის საშუალებით – ეს იდეალური მასალაა ადამიანი-მანქანის სისტემის ერთობლივი საქმიანობისას.

ამრიგად, ინფორმაციული-კომუნიკაციური ტექნოლოგიების (იკტ) გამოყენება დიდ ზეგავლენას ახდენს ტელეკომუნიკაცია მარკეტინგის პროფესიონალური საქმიანობის წარმატებაზე.

ლიტერატურა

1. ლიბრაძე ნ, ხახუტაშვილი ე, ხუნწარია ლ, ფილიპიდისი თ. ეკონომიკა და მარკეტინგი ტელეკომუნიკაციაში. ნაწ. II თბილისი, 2012 - 152 გვ. ტექნიკური უნივერსიტეტი.

INFORMATIONAL TECHNOLOGIY (IT) N TELECOMMUNICATION MARKETING ACTIVITIES

Khakhutashvili E., Ghibradze N.

Georgian Technical University

Summary

The paper describes the types of the Informational Technology (IT) for marketing activities. There are: blog-sites, computer presentations, Customer Relations Management System, E-mail, graphic design, software, web-sites, social media, internet-portal-page and the collection of the information from other sources.

The successful activity of companies is based on the means of communications and mass-information. In the telecommunication factually all marketing system and especially specialized human-machine system model is used for solution of complex marketing problems, but virtual psychological service is averaging with psychological interaction.

All above considered international technologies used in telecommunication represents powerful weapon of successful activity of marketing.

ინტერნეტი მსოფლიო კომუნიკაციისა და ეკონომიკური ზრდის ბენეფატორი

ხუნწარია ლ., კუკავა ი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საქართველოს სატელეკომუნიკაციო სექტორის განვითარება და ტექნოლოგიური წინსვლა ქვეყნის განვითარების მიმდინარე ეტაპზე ყველაზე აქტუალური გამოწვევაა. ინტერნეტის არნახულმა პოპულარიზაციამ მრავალი შესაძლებლობა გააჩინა ქვეყნის მთავრობის, ეკონომიკისა და ბიზნესის უფრო ეფექტურად და ახლებურად წარმართვისათვის. სწორედ ამ შესაძლებლობების უკეთ რეალიზებისათვის, რაც ქვეყანას კონკურენტუნარიანობის ზრდასაც შეუწყობს ხელს, ინ-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ტერნეტ ბაზრის და ტექნოლოგიების ათვისება, განვითარება და კვლევა უმნიშვნელოვანეს და აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს.

მსოფლიო მასშტაბით სატელეკომუნიკაციო დარგი ძალზედ სწრაფად ვითარდება, რაც გამოწვეულია ტექნოლოგიებისა და კომერციული ურთიერთობების კონვერგენციით, მზარდი კონკურენციით, ტექნოლოგიური ცვლილებებითა და ინოვაციურ მომსახურებათა დანერგვით. სატელეფონო ქსელი და სატელეკომუნიკაციო სერვისები ადამიანებს და კომპანიებს ეხმარება მარტივად და ეფექტურად ურთიერთობების წარმართვაში. თანამედროვე მსოფლიო ცხოვრობს უდიდესი ტექნოლოგიური ძვრების პირობებში. მსოფლიო სატელეკომუნიკაციო ინოვაციებს შორის ინტერნეტის განვითარებას განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ბოლო ათეული წლების განმავლობაში. ინტერნეტის დანერგვამ შესაძლებელი გახადა არნახული სისწრაფით ინფორმაციის მოპოვება - გავრცელება მთელი პლანეტის მასშტაბით, რამაც დასაბამი მისცა გლობალურ სოციო-პოლიტიკურ და ეკონომიკურ ცვლილებებს. შესაძლებელი გახდა მსოფლიოს პრაქტიკულად ყველა კუთხის ურთიერთ-დაკავშირება და სწრაფი ინტეგრაციული პროცესების განვითარება, ეს კი უშუალო გავლენას ახდენს ქვეყნის ყოველდღიურობაზე და განვითარებაზე. ინტერნეტი რომელსაც სულ რაღაც 3-4 ათეული წლის ისტორია გააჩნია, თანდათანობით ინფორმაციის სულ უფრო მნიშვნელოვანი წყარო და კომუნიკაციისა და ეკონომიკური ზრდის პლატფორმა ხდება.

შინაარსი: დღეისთვის ინტერნეტი ყველაზე მასშტაბური და იაფი ინფორმაციული რესურსია, იგი გვთავაზობს სხვადასხვა სფეროსა და დარგის მულტიფუნქციური დამუშავების შესაძლებლობას გლობალური სისტემის ფარგლებში.

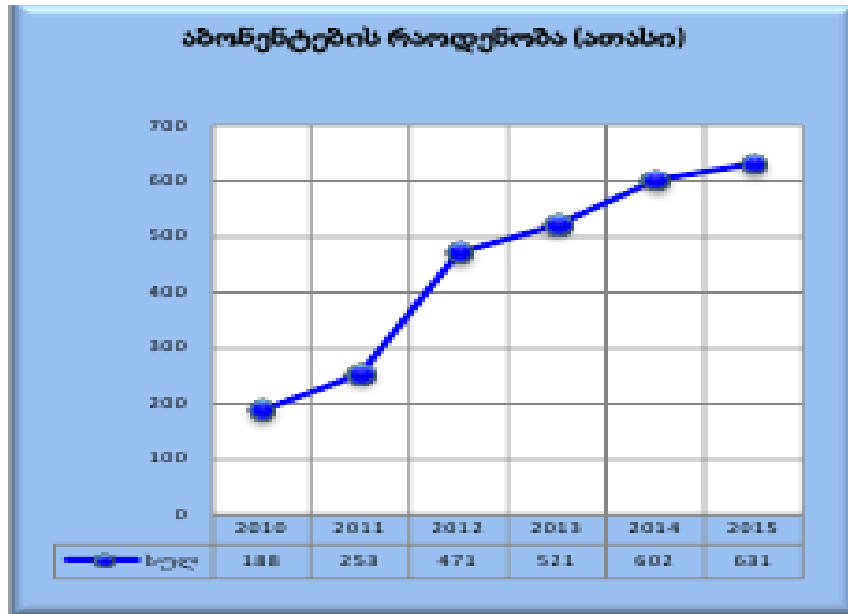
მსოფლიო ინტერნეტ-ბაზრის კვლევა გვიჩვენებს, რომ ინტერნეტ ინფრასტრუქტურა და მისი რესურსები მუდმივად მზარდი დინამიკით ხასიათდება მსოფლიო ბაზარზე.

საქართველოს ინტერნეტ პროვაიდერების, მათი კონკურენტუნარიანობის, აგრეთვე საქართველოს ინტერნეტ-ბაზრის და ამ ჭრილში ქვეყანაში არსებული მდგომარეობის კვლევა გვიჩვენებს, რომ ჩვენი ქვეყანა ერთ-ერთი რეგიონალური ლიდერია ელექტრონული მმართველობის განვითარების კუთხით, თუმცა, მეორე მხრივ, საქართველოში კვლავ არ არის აღმოფხვრილი ე.წ. “ციფრული დაშორება,” ანუ ინტერნეტის ხელმისაწვდომობის თანაბარი განვითარება ქალაქებსა და რეგიონებს შორის. სწორედ არსებულმა მნიშვნელოვანმა დისბალანსმა განაპირობა საყოველთაო ინტერნეტიზაციის პროექტის განხორციელება. რომლის თანახმადაც ინტერნეტი საქართველოს თითქმის მთელი მოსახლეობისთვის უნდა გახდეს ხელმისაწვდომი.

საგულისხმოა, რომ გაეროს ინფორმაციისა და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების სპეციალიზებული სააგენტოს, საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო კავშირის (ITU) გამოთვლებით, ინტერნეტი საქართველოს მოსახლეობის 49%-თვის არის ხელმისაწვდომი.

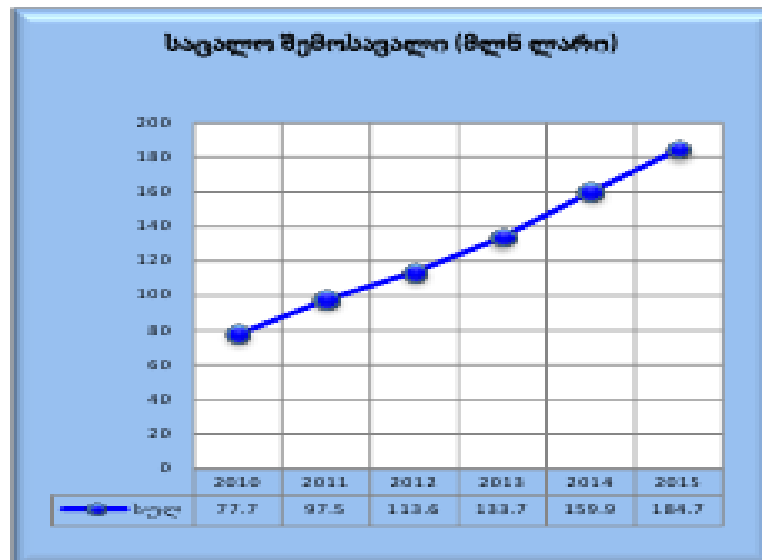
კვლევები გვიჩვენებს, რომ სატელეკომუნიკაციო ბაზარი საქართველოში მეტ-ნაკლები შეფერხებების გარეშე ვითარდება. ხდება სხვადასხვა მომსახურებების და ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა, რაც თავის მხრივ იწვევს კონკურენციის გამძაფრებას.

საქართველოში ინტერნეტი მზარდი ტენდენციით ხასიათდება მომხმარებელთა რაოდენობის ცვლილების კუთხით. გაეროს ინფორმაციისა და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების სპეციალიზებული სააგენტოს, საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო კავშირის გამოთვლებისა და სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, ყოველწლიურად ინტერნეტი საქართველოს უფროდაუფრო მეტი მომხმარებლისთვისაა ხელმისაწვდომი. სტატიაში წარმოგიდგენთ ფიქსირებული ფართობოლოვანი მომსახურების განვითარების დინამიკას საქართველოში:

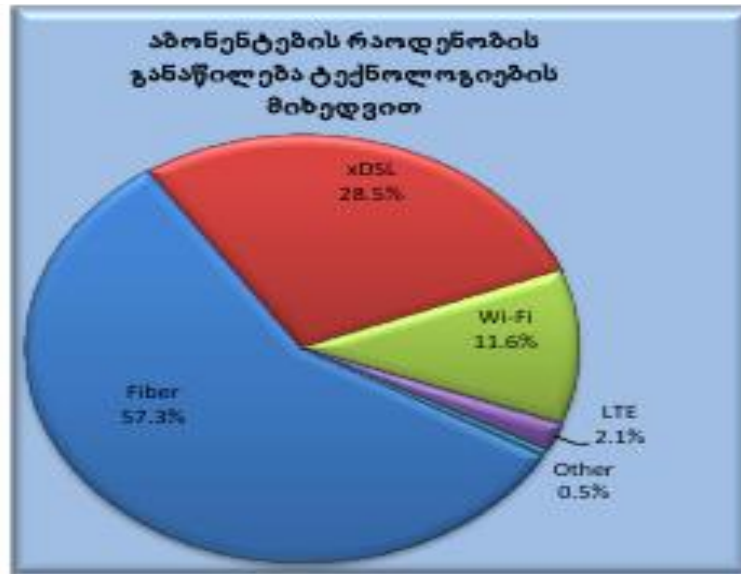


გრაფ.1. ფიქსირებული ფართოზოლოვანი აბონენტების რაოდენობა.

ფიქსირებული ფართოზოლოვანი მომსახურებიდან მიღებული საცალო შემოსავალი აგრეთვე ზრდის ტენდენციით ხასიათდება. 2015 წელს საცალო შემოსავალმა 184.7 მლნ ლარი შეადგინა, რაც 2014 წლის მაჩვენებელზე 15.5%-ით (24.8 მლნ. ლარით) მეტია.



გრაფ.2. საცალო შემოსავალი მლნ ლარში



დიაგრ. 1. აბონენტების რაოდენობა ტექნოლოგიების მიხედვით.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მობილური კავშირის მეოთხე თაობის LTE/SAE-ის მახასიათებლების ანალიზი

ზუმბურიძე თ., ადამაშვილი ნ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მომავალი თაობების მობილური კავშირების წარმატება უპირატესად განისაზღვრება იმით, რომ მობილური მოწყობილობებისა და რადიოაპარატურის მწარმოებლებმა შეძლონ უახლესი სტანდარტების შესაბამისი მოწყობილობების შექმნა. ეს მობილურ ოპერატორებს საშუალებას მისცემს, საბოლოო მომხმარებელს მიაწოდონ მომსახურება ხარვეზების გარეშე. ნაშრომში განხილულია LTE-ის განვითარების ერთ-ერთი ძირითადი ასპექტი - მისი მოთხოვნები.

არსებული მობილური კავშირის ქსელში წვდომის ყოველი ახალი ტექნოლოგიის დანერგვას თან ახლავს უამრავი პრობლემა რომელთა დიდი ნაწილის გათვალისწინება წინასწარ შეუძლებელია. ყოველი შემდეგი თაობის უპირველესი წარმატება განისაზღვრება მობილური მოწყობილობებისა და რადიოაპარატურის მწარმოებლების შესაძლებლობებით, რათა მობილურმა ოპერატორებმა შეძლონ საბოლოო მომხმარებლისთვის უახლესი სტანდარტების შესაბამისი მომსახურების მიწოდება ხარვეზების გარეშე.

ნაშრომი ეხება LTE-ის მოთხოვნებს, რაც მისი განვითარების ერთ-ერთი ძირითადი ასპექტია.

LTE/SAE-სთვის მაღალი დონის მოთხოვნები მოიცავს: მონაცემთა გადაცემის დი-რეზოლუციის შემცირებას, მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესებას, ახალ და უკვე არსებულ სისწირეთა დიაპაზონის მოქნილ გამოყენებას, აგრეთვე ქსელის გამარტივებულ არქიტექტურას ღია ინტერფეისით.

აუცილებელ მოთხოვნათა შესაბამისობაში მოსაყვანად, LTE/SAE-ის ტექნოლოგიაში მიღწეულ უნდა იქნეს შემდეგი:

- მონაცემთა გადაცემის პიკური სიჩქარეების გაზრდა კავშირის აღმავალი და დაღმავალი ხაზით, ისე, როგორც ეს №1 ცხრილზეა ნაჩვენები:

ცხრილი №1

სიჩქარეები დაღმავალ არხში FDD (64QAM)

ანტენის კონფიგურაცია	SISO	2x2 MIMO	4x4 MIMO
პიკური სიჩქარე მგბტ/წმ	100	172.8	326.4

სიჩქარეები აღმავალ არხში FDD (single antenna)

მოდულაციის სიღრმე	QPSK	16QAM	64QAM
პიკური სიჩქარე მგბტ/წმ	50	57.6	86.4

ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმაზე, რომ კავშირის დაღმავალი ხაზი SISO (Single Input-Single Output)-ის სისტემისთვის არის განსაზღვრული და MIMO-ს სისტემაში ანტენების კონფიგურაცია 64QAM მოდულაციის სიღრმეზეა დაფიქსირებული. მაშინ, როდესაც კავშირის აღმავალი ხაზი SISO სისტემისთვის არის განსაზღვრული, ამასთან, მოდულაციის სიღრმე განსხვავებულია. ეს ცხრილი გვიჩვენებს რადიოინტერფეისის FDD-ის ფიზიკურ შეზღუდვას რადიოგადაცემის იდეალურ პირობებში, სიგნალის გადაცემის დროს დანაკარგის გათვალისწინებით.

- არხის გამტარიანობის მასშტაბირებული ხაზები - 1.4 მეგაჰერცი, 3 მჰ, 5 მჰ, 10 მჰ, 15



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მკ და 20 მკ, კავშირის როგორც აღმაავალ, ისე დაღმაავალ ხაზებზე.

- სპექტრალური ეფექტიანობის მატემა HSPA-ს Rel-6-ის ვერსიასთან შედარებით 3-დან 4-მდეა დაღმაავალ ხაზზე, 2-დან 3-მდე აღმაავალ ხაზზე.
- გამტარუნარიანობის ოპტიმიზაცია მცირე მობილური სიჩქარეებისთვის 0-დან 15 კმ/სთ; მაღალი გამტარუნარიანობის შენარჩუნება 15-დან 120 კმ/სთ სიჩქარის დროს, აგრეთვე, 120-დან 350 კმ/სთ სიჩქარის დროს ფუნქციონალური მხარდაჭერა.
- წინა სტანდარტებთან თანაარსებობა, ამავე დროს ერთიან IP-ქსელზე (all-IP) გადასვლა.

მონაცემთა გადაცემის სიჩქარეები LTE სისტემისთვის, რომელიც ცხრილშია მითითებული, რადიოგადაცემის მხოლოდ იდეალურ პირობებში მიიღწევა. მიუხედავად ამისა, პრაქტიკული მიზეზების გამო, ეს მონაცემები აუცილებელია იმისათვის, რომ გამოყენებული იქნას გამტარუნარიანობის უფრო დაბალი დონეები, რაც თავის მხრივ, სისტემის გაშლისათვის ვარიანტების რანჟირების რეალიზაციის შესაძლებლობას იძლევა. ეს კი UE კატეგორიის დანერგვით მიიღწევა, რაც №2 ცხრილშია ნაჩვენები, ისინი იმ კატეგორიათა ანალოგიურია, რომლებიც SPA-ს სისტემაში გამტარუნარიანობის ზუსტი განსაზღვრისთვის გამოიყენება:

ცხრილი №2

კატეგორია UE	დაღმაავალ არხში გადაცემის პიკური სიჩქარე (მგბტ/წმ)	ანტენის კონფიგურაცია დაღმაავალ არხში eNB (გადაცემა) x UE (მიღება)	აღმაავალ არხში გადაცემის პიკური სიჩქარე (მგბტ/წმ)	აღმაავალ არხში 64QAM მხარდაჭერა
კატეგორია 1	10.296	1x2	5.16	არა
კატეგორია 2	51.024	2x2	25.456	არა
კატეგორია 3	102.048	2x2	51.024	არა
კატეგორია 4	150.752	2x2	51.024	არა
კატეგორია 5	302.752	4x4	75.376	კი

არსებობს UE კატეგორიასთან დაკავშირებული სხვა ატრიბუტებიც, მაგრამ ყველაზე ხშირად ასახელებენ გადაცემათა პიკურ სიჩქარეს, ანტენების კონფიგურაციას დაღმაავალ არხში და 64QAM მოდულაციის მხარდაჭერას აღმაავალ არხში. განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება პიკურ სიჩქარეებს, მაგრამ გამტარუნარიანობისთვის უმნიშვნელოვანესი მაინც სრულყოფაა, რომლის მიღწევა შესაძლოა მონაცემთა საშუალო სიჩქარეების გადაცემათა დროს. ეტალონური კონფიგურაციები, რომელთა წინააღმდეგ LTE/SAE მახასიათებლები იყო მიმართული, Rel-6 UMTS ვერსიაში იყო ჩამოყალიბებული. დაღმაავალი არხისთვის ეტალონად იქცა Type 1 HSDPA (მიღების გავრცელება, მაგრამ არა ეკვალიზირი ან ხარვეზის ჩახშობა). აღმაავალი არხისთვის - ერთი გადაცემი მიღების გავრცელებით ე.წ. Node B.-ში. №3 ცხრილში ნაჩვენებია განსხვავება UMTS-ის წარმადობასა და LTE-ს პროექტულ მაჩვენებლებს შორის. №4 ცხრილში წარმოდგენილია ანალოგიური მონაცემები კავშირის აღმაავალი არხისთვის.



ცხრილი №3.

დადგავალი არხის ვარიანტ 6 UMTS-ისა და LTE-ის დახასიათებათა შედარება

ფიჭის შიგ- ნით მანძი- ლი 500მ	სპექტრის ეფექტურო- ბა		გამტარუნარიანობა მომხმარებელზე		გამტარუნარიანობა ფიჭის კიდევებზე	
	[bps/Hz/cell]	xUTRA^	[bps/Hz/user]	xUTRA	[bps/Hz/user]	xUTRA
UTRA base- line 1x2	0.53	x1.0	0.05	x1.0	0.02	x1.0
E-UTRA 2x2 SU-MIMO	1.69	x3.2	0.17	x3.2	0.05	x2.7
E-UTRA 4x2 SU-MIMO	1.87	x3.5	0.19	x3.5	0.06	x3.0
E-UTRA 4x4 SU-MIMO	2.67	x5.0	0.27	x5.0	0.08	x4.4

ამ ცხრილებში შეიმჩნევა LTE-ს ორჯერ, ოთხჯერ მეტი უპირატესობა 6 UMTS ვარიანტთან შედარებით. აღსანიშნავია, UMTS ერთ ადგილზე არ არის გაჩერებული და არსებობს 7 და 8 ვარიანტები, რომლებიც UMTS-სა და LTE-ს შორის სხვაობას მნიშვნელოვნად ამცირებენ. მართალია, №3 და №4 ცხრილებში მოყვანილ რიცხვებს აზრი მხოლოდ მომხმარებლისთვის აქვს და ეს რიცხვები მათზეა ორიენტირებული, მაგრამ ისინი სისტემაზე მოდელირებითაა მიღებული და დამახასიათებელი არაა მეთოდებისთვის, რომლებსაც მინიმალური ეფექტურობის განსაზღვრისთვის იყენებენ. მოდელირების დროს გამტარუნარიანობა გამოითვლება ათეულობით მომხმარებლის ფიჭაში მრავალჯერადად, შემთხვევითი გადაადგილების გზით. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე, შემუშავებულ იქნა მახასიათებლები და გამოთვლილ იქნა საშუალო გამტარუნარიანობა მომხმარებელზე. ფიჭის საზღვრებზე გამტარუნარიანობა გამოთვლილ იქნა, როგორც საერთო გამტარუნარიანობის 5%. ამ მიზეზით, ფიჭის კიდევები მოცემულია შემდეგნაირად: უთქვათ, 10 მომხმარებელი ფიჭის ერთ უჯრედზე მაშინ, როდესაც საშუალო გამტარუნარიანობა მომხმარებელთა რაოდენობაზე არ არის დამოკიდებული.

ცხრილი №4.

დადგავალი არხის ვარიანტ 6 UMTS-ისა და LTE-ის დახასიათებათა შედარება

ფიჭის შიგ- ნით მან- ძილზე 500მ	სპექტრის ეფექტურო- ბა		გამტარუნარიანობა მომხმარებელზე		გამტარუნარიანობა ფიჭის კიდევებზე	
	[bps/Hz/cell]	xUTRA	[bps/Hz/user]	xUTRA	[bps/Hz/user]	xUTRA
UTRA base- line	0.332	x1.0	0.033	x1.0	0.009	x1.0
E-UTRA 1x2	0.735	x2.2	0.073	x2.2	0.024	x2.5
E-UTRA 1x2 MU-MIMO	0.675	x2.0	0.067	x2.0	0.023	x2.4
E-UTRA 1x4	1.103	x3.3	0.110	x3.3	0.052	x5.5
E-UTRA 2x2 SU-MIMO	0.776	x2.3	0.078	x2.3	0.010	x1.1



გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Dahlman E., Parkvall S., Sköld J. and Beming P., 3G EVOLUTION: HSPA AND LTE FOR MOBILE BROADBAND, London, 2007 - 277 pg;
2. <http://systemseti.com/>
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/LTE_\(telecommunication\)](https://en.wikipedia.org/wiki/LTE_(telecommunication))

ANALYSIS OF THE MOBILE COMMUNICATION 4-G LTE/SAE CHARACTERISTICS

O. Zumburidze, N. Adamashvili

Georgian Technical University

Summary

The mobile devices and the radio equipment manufacturers must have opportunity to create the latest standard devices. Such circumstance predominantly determines the success of the next generation mobile communication. All of these will allow mobile operators to provide the ultimate customer service without defects. The paper deals with one of the key aspects of the development of LTE - its requirements.

LTE – ქსელების დაგეგმარების სიმულაციური მეთოდები

ცქვიტინიძე ი. , ბასილაშვილი გ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია: ნაშრომში განხილულია LTE ქსელების დაგეგმარების სიმულაციური მეთოდები. კერძოდ, მონტე კარლოს სიმულაციები და ფიქსირებულ ინტენფერენციასა და დატვირთვას შორის თანაფარდობა, ამ მეთოდების დადებითი და უარყოფითი მხარეები. წარმოდგენილია სიმულაციაზე დაფუძნებული ქსელის დაგეგმარება და არხის დანაკარგებზე დაფუძნებული რადიოქსელის დაგეგმარება. მოყვანილია თითოეული მათგანის მიმართ წაყენებული მოთხოვნები.

ფიჭური მობილური რადიოკავშირის სისტემების ისტორია უკვე ითვლის რამოდენიმე ათეულ წელს. შემუშავებულია მობილური რადიოკავშირის ქსელების აგების საერთო პრინციპები. მობილური კავშირის LTE სტანდარტის ქსელის აგების ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია დაგეგმარების სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით. ქსელის ოპტიმიზაციისათვის შექმნილია ალგორითმი, რომელიც შედგება რამოდენიმე ეტაპისაგან, რომელთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებას. პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ლაბორატორიების ალტერნატივას სტენდების საფუძველზე შეადგენს ვირტუალური ლაბორატორიები, რომელთა შემადგენლობაშიც შედის პროგრამულ-აპარატურული პლატფორმები. ეს პლატფორმები შედგება პერსონალური კომპიუტერისა და პროგრამული პაკეტისაგან.

პროგრამული პაკეტი Network Simulator (NS) გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულების კავშირის სისტემების იმიტაციური მოდელირებისათვის. მოდელირების შედეგები ავტომატურად ინახება ორ ფაილად, რომელსაც ეწოდებათ „გრაფიკული ანიმაციის ფაილი“ და „ქსელში მიმდინარე მოვლენების ფაილი“. „გრაფიკული ანიმაციის ფაილი“ იძლევა საშუალებას თვალყურს ვადევნოთ ქსელის მუშაობას (ტოპოლოგია, პაკეტების მოძრაობა, კვანძებში პაკეტების დანაკარგები, არხების გარღვევა, პროტოკოლების რეაქცია ქსელის ტოპოლოგიის ცვლილებაზე). „ქსელში მიმდინარე მოვლენების ფაილი“ გამოიყენება ქსელის მახასიათებლების რაოდენობრივი შეფასებისათვის.

LTE სისტემის სიმულაციაზე დაფუძნებული მეთოდი მოითხოვს რადიო ქსელის დაგეგმარების პროგრამულ საშუალებათა გამოყენებას. ქსელის დაგეგმარების პროგრამული უზრუნველყოფა იყენებს ე.წ. მონტე კარლოს სიმულაციებს ან ფიქსირებულ ინტენფერენციასა და დატვირთვას შორის თანაფარდობას. ორივე მეთოდს აქვს დადებითი და



უარყოფითი მხარეები. ფიქსირებული თანაფარდობა მარტივია და შესაძლებელია წინასწარ განსაზღვრული დატვირთვის მოდელირება. მონტე კარლოს სიმულაციები კი უკეთ ასახავს სხვადასხვა მომსახურების სერვისების გავლენას და არაერთგვარი ტრაფიკის სიმჭიდროვეს, თუმცა წინასწარ განსაზღვრული დატვირთვის მოდელირება საკმაოდ რთული ამოცანაა. თითოეული სიმულაციის მომენტისათვის კავშირის აღმავალი და დადმავალი არხების მოთხოვნები გამოითვლება არხის დანაკარგის, C/I (Carrier to Interference) მოთხოვნის და ინტენფერენციის დონის საფუძველზე. მობილური სადგურები, რომლებიც ვერ აკმაყოფილებენ C/I მოთხოვნებს, ჩაითვლებიან როგორც გათიშული მომხმარებლები. აღნიშნული გათიშვა შეიძლება იყოს გამოწვეული ფაქტორებით, როგორცაა არასაკმარისი გატარების ზოლის (Basaband) რესურსით ან აღმავალ არხზე მიღწეული მაქსიმალური ინტენფერენციის დონით. დიდი რაოდენობით სიმულაციის მომენტების გათვალისწინებით, შესაძლებელია გარკვეული მოვლენის აღბათობის განსაზღვრა.

სიმულაციაზე დაფუძნებული ქსელის დაგეგმარება.

LTE ქსელის დაგეგმარების პროცესს და თავად დაგეგმარებას დიდი მსგავსება აქვს WCDMA/HSPA ტექნოლოგიებთან. საჭირო ინტერფეისის არქიტექტურა განსხვავებულია, თუმცა სისშირის ხელახალი გამოყენების შესაძლებლობა იგივეა.

მონტე კარლოს სიმულაციები სტატიკურია და არა დინამიური. რაც ნიშნავს, რომ ეს პროცესი ფასდება ბევრი დამოუკიდებელი მყისიერი მომენტის (snapshots) გათვალისწინებით. ხოლო დინამიური სიმულაცია კი სისტემის მუშაობას აფასებს დროში მიყოლებული მომენტების რიგის გათვალისწინებით. ზოგადად, დაგეგმარება დინამიური სიმულაციებით გაცილებით მეტ დროს მოითხოვს, ვიდრე სტატიკური სიმულაციისას. მობილური სადგურების განაწილება ხდება სიმულაციის თითოეულ მყისიერ მომენტზე, დინამიური სიმულაციების მეშვეობით კი ხდება რადიო რესურსების მართვის საიმედო ანალიზი. თუმცა, ორივე სახის სიმულაციით შესაძლებელია მსგავსი ან იგივე შედეგების მიღწევა დაგეგმარების თვალსაზრისით.

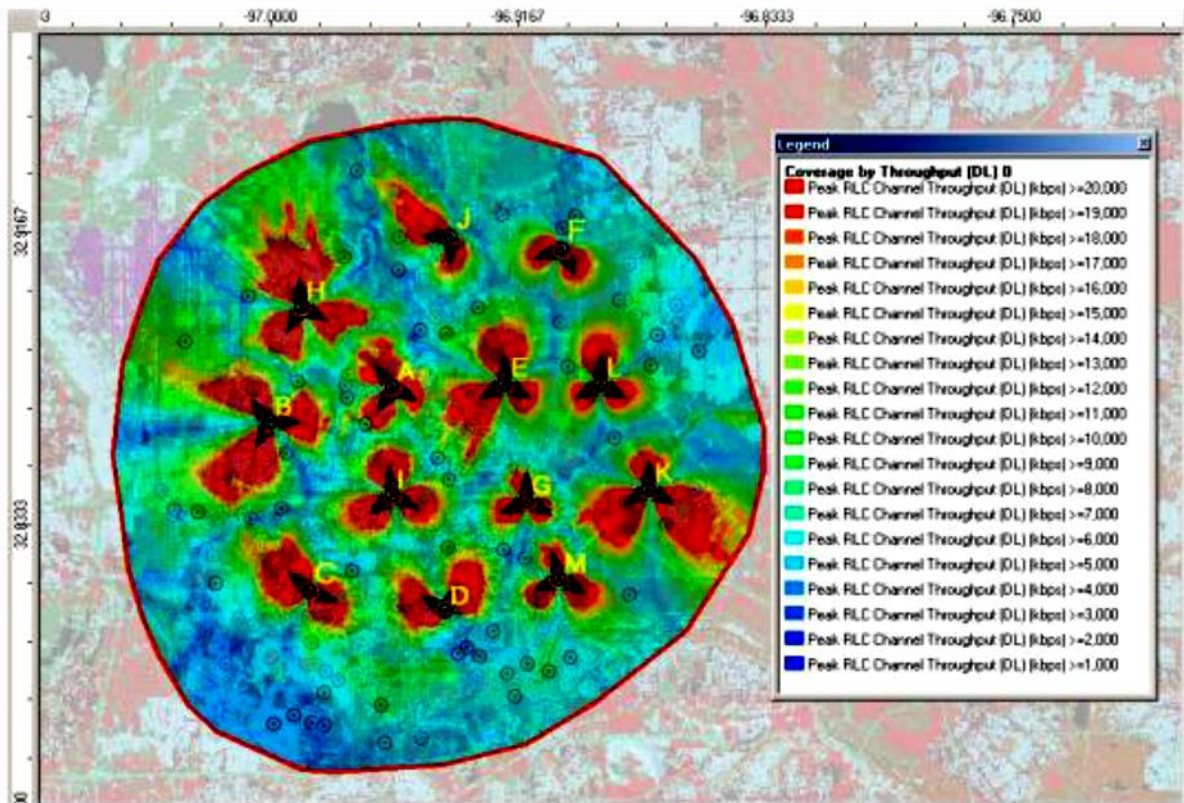
LTE ქსელის დაგეგმარებისთვის სიმულაციაზე დაფუძნებული მეთოდის მოთხოვნებია:

- LTE კანდიდატი სადგურების კონფიგურაციის ცოდნა (ანტენის ტიპი, ანტენის სიმაღლე, ანტენის დახრილობა, ანტენის აზიმუტი, ფიდერის ტიპი და ფიდერის სიგრძე);
- სიგნალის გავრცელების მოდელი;
- რელიეფის ციფრული რუკა;
- პირობითი LTE სისტემის პარამეტრი (სისშირული ზოლი, ხმაურის სიდიდე და ა.შ.);
- LTE ტრაფიკის პროფილი.

მთავარი სარგებელი LTE სისტემის სიმულაციისა, არის შედარებით დიდი მოცულობით და გენერირებული ინფორმაციის ქონა, რომელიც სწორად უნდა იყოს გაანალიზებული. ანალიზის პროცესი უფრო მარტივი იქნება, თუ ცალკეული სერვისი იქნება სიმულირებული. ქვემოთ მოყვანილია ტიპური LTE სისტემის სიმულაციის ძირითადი შედეგები:

- მომსახურებით დაფარვის ზონა;
- სისტემის ტევადობა;
- დატვირთვა დადმავალ არხზე ჯამური ტევადობის გათვალისწინებით;
- დატვირთვა აღმავალ არხზე ინტენფერენციული ზღვრის გათვალისწინებით;
- არამომსახურებული მობილური სადგურები (სია და პოზიციები);
- მომხმარებლის გამტარუნარიანობა დადმავალ და აღმავალ არხებზე.

როგორც წესი შესაძლებელია ამ შედეგების გრაფიკულად ასახვა და მათი შემდგომ





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



უზრუნველყოფაში გამოყენებამდე, ქვემოთ მოყვანილია არხის ბიუჯეტის აღწერის მაქსიმალური დასაშვები დანაკარგით მიღებული სიგნალის დონის ზღვრის მაგალითი.

Link budget result for maximum allowed path loss	150	dB
Downlink transmit power configured in the planning tool	43	dBm
eNodeB antenna gain assumed in the link budgets	18	dBi
Feeder loss assumed in the link budgets	2	dB
Planning tool signal strength threshold	-91	dBm

უმეტესი ხაწილი ოპერატორებისა რადიო ქსელის დაგეგმარებისთვის იყენებენ არხის დანაკარგებზე დაფუძნებულ 2-სიგნალის დონის ზღვრით უფრო მარტივია და ნაკლებ დროს საჭიროებს სიმულაციაზე დაფუძნებულ მიდგომასთან შედარებით, განსაკუთრებით დიდი ტევადობის ქსელებისათვის, ხოლო ეს უკანასკნელი უფრო კონკრეტულ და სპეციფიკურ თეორიულ კვლევებში გამოიყენება, ისევე როგორც ქსელის გაშვებამდე ოპტიმიზაციის საწყის ფაზაში (Pre-launch Optimization).

გამოყენებული ლიტერატურა

1. A. Mishra, Fundamentals of cellular network planning and optimisation: 2G / 2.5G / 3G... Evolution to 4G. Wiley-Interscience, 2004.
2. Hannes Ekström, Anders Furuskär, Jonas Karlsson, Michael Meyer, Stefan Parkvall, Johan Torsner and Mattias Wahlqvist. "Technical Solution for the 3G Long-Term Evolution". IEEE Communications Magazine, March 2006.
3. Mogensen P., Wei Na., Kovacs I.Z., Frederiksen F., Pokhariyal A., Pedersen K.I., Kolding T., Hugi K., Kuusela M.. "LTE Capacity Compared to the Shannon Bound". IEEE 65th Vehicular Technology Conference 2007, , April 2007. pages 1234–1238.
4. Amaldi, A. Capone, and F. Malucelli, "Radio planning and coverage optimization of 3G cellular networks," Journal of Wireless Networks, vol. 14, no. 4, , August 2008. pp. 435–447.
5. Hosein, P. "Resource Allocation for the LTE Physical Downlink Control Channel"-GLOBECOM Workshops, 2009, IEEE. [11].
6. Бабков, В. Ю., Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 432 с.

SIMULATION METHODS FOR PLANNING LTE NETWORKS

Tskvitinidze I. , Basilashvili G.

Georgian Technical University

Summary

Planning, based on the channel loss will not show the efficiency of the LTE system. However, it is possible to find out the answers to questions about basic coverage and to analyze SINR factor of the descending channel. Therefore, planning, based on the channel loss is an easy and a fast way to learn about the scope of basic coverage of radio network. This could be a significant step toward analyzing the network, which has the existing stations.

The budget description results of an LTE system channel need to be regulated before planning to use them in software. The budget description results are generated from the standpoint of the highest possible channel loss when the majority of planning software shows imagery corresponding to the signal level. This means that the eNodeB output power needs to be selected and then needs to be measured the threshold of signal level with the subtraction of highest possible channel loss. The upgrade rate of the base station antenna power and transmission loss level should be considered beforehand. Therefore, the signal level measured by planning software could be explained as the RSSI (Received Signal Strength Identifier) of the descending channel.



4B5B ტიპის სახაზო კოდის ბლოკური სინქრონიზების საკითხები

ნანობაშვილი ვ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განხილულია 4B5B ტიპის სახაზო კოდის შესაძლებლობები ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის თვალსაზრისით. მოყვანილია ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის ხანგრძლიობის განმსაზღვრელი ცნობილი კრიტერიუმი, შემოთავაზებულია სინქრონიზების აღდგენის ალბათობის გამოსათვლელი ანალიზური გამოსახულება. ნახვენებია, რომ ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის ხანგრძლიობა აღნიშნული კრიტერიუმით შეფასებისას შეადგენს 22 კოდური კომბინაციის გადაცემისთვის საჭირო დროის მონაკვეთს.

თანამედროვე ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში ფართოდ გამოიყენება mBnB კლასის ალფაბეტურ-ბალანსური კოდები, რომელთა ფორმირების ალგორითმის თანახმად საწყისი 0კმ სიგნალის m-თანრიგა ბლოკები გარდაიქმნება n-თანრიგა კომბინაციებად, შემდეგ კი ამ კომბინაციათა მიმდევრობა გადაეცემა კავშირის ხაზით, მიმღებში კი ხდება უკუგარდაქმნა. აღნიშნული კლასი შეიცავს კოდების მრავალ ნაირსახეობას, რომელთაგან ერთ-ერთს წარმოადგენს 4B5B ტიპის კოდი ($m=4; n=5$).

mBnB კლასის კოდების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის ხანგრძლიობა. ბლოკური სინქრონიზობა ნიშნავს გადამცემსა და მიმღებში n-თანრიგა ბლოკების საზღვრების შესაბამისობას, რაც სხვადასხვა მიზეზების გამო შეიძლება დარღვეულ იქნას. დარღვევის აღმოსაჩენად გამოიყენება მეთოდი, რომელიც დამყარებულია მიღებული სიგნალის მიმდევრობით თანრიგობრივ ძვრაზე და ყოველი ძვრის შედეგად დაფიქსირებული n-თანრიგა კომბინაციის ანალიზზე იმის გამოსავლენად, დასაშვებია ის თუ აკრძალული [1,2].

აკრძალული კომბინაციის გამოჩენის შემთხვევაში მისი საზღვრები მცდარია, მაგრამ თუ კომბინაცია დასაშვებია, ეს ჯერ არ ნიშნავს, რომ საზღვრები ჭეშმარიტია, რადგან დასაშვები კომბინაციის გამოჩენა შესაძლებელია მცდარ საზღვრებშიც. ამის გამო საჭირო ხდება n-თანრიგა კომბინაციების ანალიზის გაგრძელება იქამდე, სანამ აკრძალული კომბინაციები არ დაფიქსირდება ძვრის n-1 პოზიციაზე, რის შემდეგაც მიიღება გადაწყვეტილება ჭეშმარიტი საზღვრის აღმოჩენის შესახებ.

mBnB კლასის კოდების უმრავლესობისთვის ჭეშმარიტი საზღვრის აღმოჩენა 1-ის ტოლი ალბათობით თეორიულად შეუძლებელია, ამიტომ ამა თუ იმ კოდის შეფასებისთვის ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის თვალსაზრისით ითვალისწინებენ იმ გარემოებას, თუ რამდენად სწრაფად უზრუნველყოფს იგი ბლოკური სინქრონიზების აღდგენას რაღაც 1-თან მიახლოებული ალბათობით. [2]-ში შემოთავაზებულია ყველა კოდისთვის ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის ხანგრძლიობა განისაზღვროს კომბინაციათა იმ რაოდენობით, რომელთა ანალიზის შედეგად ჭეშმარიტი საზღვრის აღმოჩენა ხდება $P_{აღმ.ჭ.}=0,99$ ალბათობით, რაც სავესებით მისაღებია კოდების შესაძლებლობების შეფასებისთვის ამ ნიშნით.

მოცემული ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს 4B5B ტიპის კოდის სინქრონიზების აღდგენის ხანგრძლიობის განსაზღვრა.

4B და 5B ბლოკებს შორის არსებული შესაბამისობები მოყვანილია 1-ლ ცხრილში [3].

ბლოკური სინქრონიზების აღდგენის ალბათობის განმსაზღვრელი ანალიზის პირველ ეტაპზე შევადგინოთ დასაშვები 5B კომბინაციების ყველა შესაძლო წყვილი და მოვახდინოთ ამ წყვილების შიგნით თანრიგობრივი ძვრები აკრძალული კომბინაციების



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საზღვრების გამოსაფლენად. დასაშვები კომბინაციების რაოდენობიდან გამომდინარე შესაძლო წყვილების რაოდენობა იქნება $16 \times 16 = 256$. ანალიზმა აჩვენა, რომ 1 და 4 სიმბოლოთი ძვრის შემთხვევაში აკრძალული კომბინაციების გამოჩენა ხდება $80/256=0,31$ ალბათობით, 2 სიმბოლოთი ძვრის შემთხვევაში - $66/256=0,26$ ალბათობით და 3 სიმბოლოთი ძვრის შემთხვევაში - $59/256=0,23$ ალბათობით.

ცხრილი 1.

4B და 5B ბლოკებს შორის არსებული შესაბამისობები

4B	5B	
	დასაშვები კომბინაციები	აკრძალული კომბინაციები
0000	11110	00001
0001	01001	00010
0010	10100	00011
0011	10101	00110
0100	01010	01000
0101	01011	01100
0110	01110	10000
0111	01111	00000
1000	10010	11111
1001	10011	00100
1010	10110	11000
1011	10111	10001
1100	11010	00101
1101	11011	01101
1110	11100	00111
1111	11101	11001

ანალიზის ყოველ შემდგომ ეტაპზე ძვრის კონკრეტულ პოზიციაზე თითოეული წყვილის ანალიზისას მხედველობაში მიიღება მხოლოდ ის შემთხვევები, რომლებსთვისაც ამ წყვილის წინამდებარე არც ერთი წყვილისთვის აღნიშნულ პოზიციაზე არ იქნა დაფიქსირებული აკრძალული კომბინაცია. ასეთ პირობებში i -ურ ეტაპზე აკრძალული კომბინაციის პირველად აღმოჩენის $P_{i,აღმ}$ ალბათობა ყოველ პოზიციაზე განისაზღვრება ყველა წინამდებარე $i-1$ ეტაპის ანალოგიურ პოზიციაზე აკრძალული კომბინაციის არგამოჩენის $1-P_{აკრძ.(i-1)}$ ალბათობისა და აღნიშნულ პოზიციაზე მისი გამოჩენის $P_{აკრძ}$ ალბათობის ნამრავლით [4]:

$$P_{i,აღმ} = [1 - P_{აკრძ.(i-1)}] P_{აკრძ.} \quad (1)$$

რადგან ანალიზის ყოველ ეტაპზე კომბინაციათა ყველა შესაძლო წყვილი იდენტურია, ამიტომ (1)-ში მოყვანილი $P_{აკრძ}$ სიდიდე ანალიზის ყოველ ეტაპზე მუდმივია ძვრის ყოველი კონკრეტული პოზიციისთვის.

ანალიზის პირველ ეტაპზე აკრძალული კომბინაციის არგამოჩენის ალბათობები მარტივად გამოითვლება ბლოკური სინქრონულობის დარღვევის აღმოჩენის ზემოთ მიღებული ალბათობების მნიშვნელობების გათვალისწინებით. რაც შეეხება დანარჩენ ეტაპებს, ანალიზის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ ყოველ მათგანზე ეს ალბათობა წინა ეტაპის ალბათობისა და $(1-P_{აკრძ.})$ სიდიდის ნამრავლის ტოლია. აღნიშნულის გათვალისწინებით (1) მიიღებს სახეს:

$$P_{i,აღმ} = (1 - P_{აკრძ.})^{(i-1)} P_{აკრძ.} \quad (2)$$

(2) ფორმულით გამოთვლილი $P_{i,აღმ}$ ჯამური მნიშვნელობები ყოველი ეტაპის ბო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლოს ძერის 4-ივე პოზიციისთვის მოყვანილია მე-2 ცხრილში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბლოკური სინქრონულობის აღდგენა 0,99 ალბათობით 4B5B

ცხრილი 2.

P_{i,აღმ} ჯამური მნიშვნელობები ყოველი ეტაპის ბოლოს

		ძერის პოზიციები		
		1,4	2	3
P _{i,აღმ}	i=1	0,31	0,26	0,23
	i=2	0,52	0,452	0,41
	i=3	0,67	0,595	0,55
	i=4	0,77	0,705	0,65
	i=5	0,84	0,785	0,73
	i=6	0,89	0,845	0,79
	i=7	0,924	0,885	0,84
	i=8	0,944	0,915	0,88
	i=9	0,96	0,935	0,91
	i=10	0,97	0,953	0,93
	i=11	0,98	0,966	0,946
	i=12	0,986	0,977	0,957
	i=13	0,99	0,985	0,967
	i=14	-	0,99	0,974
	i=15	-	-	0,9786
	i=16	-	-	0,9816
	i=17	-	-	0,9841
	i=18	-	-	0,9861
	i=19	-	-	0,9875
	i=20	-	-	0,9885
	i=21	-	-	0,9893
	i=22	-	-	0,99

ტიპის კოდში ხდება მისი დარღვევიდან 22 კომბინაციის შემდეგ (აქ, რა თქმა უნდა, იგულისხმება ძერის ყველაზე უარესი პოზიცია ამ თვალსაზრისით). ეს არ არის სახარბიელო შედეგი, ამიტომ, სისტემებში, რომლებშიც ბლოკური სინქრონიზმის აღდგენის ხანგრძლიობას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება, აღნიშნული კოდის გამოყენება მიზანშეწონილი არ არის.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Котиков И.М. Исследование и разработка методов улучшения характеристик алфавитного кодирования в ЦСП. Кандидатская диссертация. Москва:1986 –190 с.
2. ნანობაშვილი ვ. ტელეკომუნიკაციის სახაზო სიგნალების სინქრონიზება. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009. – 205გვ.
3. P.P.Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. Москва:Эко-трендз, 1998.–267с.
4. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. Москва: Наука, 1969. – 575с.

THE ISSUES OF BLOCK SYNCHRONIZATION OF 4B5B-TYPE LINEAR CODE

Nanobashvili V.

Georgian Technical University

Summary

The paper describes block synchronism restoration capabilities of 4B5B type linear code. The known criterion determining duration of block synchronism restoration is given, the analytical expression for calculation of synchronism restoration probability is offered. It is shown that block synchronism restoration duration calculated according to mentioned criterion equals to 22 code combinations.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



შეცდომათა ალბათობის შეფასება ბადაცემის ციფრულ ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (ბცბოს)

როსტიაშვილი ნ., ჩხაიძე მ., სვანიძე რ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში წარმოდგენილია მიდგომები შეცდომათა ალბათობის BER (Bit Error Rate) შეფასებისათვის კავშირის ციფრულ სისტემებში. მოყვანილია ციფრული ტრაქტების ხარისხის განსაზღვრის კრიტერიუმები, გაზომვის რეჟიმები. შეცდომათა ალბათობის განსაზღვრის პირობებშია ნორმები გადაცემის ციფრულ ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (გცბოს).

კავშირის ხარისხის საკითხი სულ უფრო აქტუალურია თანამედროვე ტელეკომუნიკაციაში /1/. ეს პრობლემა მნიშვნელოვანია გცბოს-ში, სადაც კავშირის ხარისხის შეფასების ერთ-ერთ მთავარ კრიტერიუმს წარმოადგენს ბიტურ შეცდომათა კოეფიციენტი-სანბიტურშეცდომათა ალბათობის (BER - Bit Error Rate) მნიშვნელობის განსაზღვრა.

ორობითი სიმბოლოების (ბიტების) გადაცემისას გცბოს-ში შეცდომათა კოეფიციენტი რიცხობრივად ემთხვევა შეცდომათა ალბათობის მნიშვნელობას, ვინაიდან „1“ და „0“ თანაბარალბათური გადაცემის დროს შეცდომათა ალბათობა შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$P_{\text{შეცდ}} = [P(0/1) + P(1/0)]$$

სადაც, $P(0/1)$ - „0“-ის მიღების ალბათობაა „1“-ის გადაცემისას (ცრუ „1“-ის გაშვების ალბათობა); $P(1/0)$ - „1“-ის მიღების ალბათობაა „0“-ის გადაცემის დროს (ცრუ „1“-ის მიღების ალბათობა). აქედან გამომდინარე, ცნებებს „ბიტურ შეცდომათა კოეფიციენტი“ და „ბიტურ შეცდომათა ალბათობა“ თანაბარი მნიშვნელობები გააჩნიათ, წარმოადგენს გცბოს-ის განზოგადებულ მაჩვენებელს და რიცხობრივად: $P_{\text{შეცდ}} = K_{\text{შეცდ}}$

ბიტური შეცდომები წარმოადგენს კავშირის ხარისხის გაუარესების და არხის გამტარუნარიანობის შემცირების ძირითად წყაროს და ხასიათდებიან სტატისტიკური პარამეტრებით და ნორმებით, რომლებიც განისაზღვრებიან ამ ნორმების შესრულების შესაბამისი ალბათობით. არსებობს გრძელვადიანი და ოპერატიული ნორმები. გრძელვადიანი ნორმები განისაზღვრება ITU-T G.821 და G.826 რეკომენდაციებით, ხოლო ოპერატიული - M.2100, M.2110 და M.2120 რეკომენდაციებით. ამასთან ერთად, M.2100-ის მიხედვით ციფრული ტრაქტის ხარისხი შეცდომათა კრიტერიუმის მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად:

ნორმალური - $BER < 10^{-6}$; შემცირებული - $10^{-6} \leq BER < 10^{-3}$ (წინასაავარიო მდგომარეობა); მიუღებელი - $BER \geq 10^{-3}$ (ავარიული მდგომარეობა). მოთხოვნები გცბოს-ში კავშირის ხარისხისა და შეცდომათა ალბათობის მიმართ მნიშვნელოვნად მაღალია, ვიდრე კავშირის სხვა სისტემებში.

გცბოს-ში ბიტურ შეცდომათა ალბათობის განსაზღვრისას განასხვავებენ გაზომვების რეჟიმს კავშირის სისტემის ექსპლუატაციის პირობებში და რეჟიმს გცბოს-ის მშენებლობისა და გამოცდის (ინსტალაციის) პირობებში. ცხადია, პირველ შემთხვევაში გაზომვები და შეფასება უნდა განხორციელდეს კავშირის შეუწყვეტლად. აქედან გამომდინარე, გცბოს დაპროექტებისას ტექნიკური დავალების პირობები მოიცავს მრავალ მოთხოვნას: ოპტიკური კაბელის და მულტიპლექსირების ტიპის შერჩევა, მაგისტრალის კონფიგურაციის, ოპტიკური გამაძლიერებლებისა და რეგენერატორების რაოდენობის განსაზღვრა, საბოლოო და საშუალოდ პუნქტებში გამოყოფილი არხების რაოდენობა (რომელიც თავისთავად დამოკიდებულია ამ პუნქტებში გამოსაყოფ არხებზე), რეგიონის



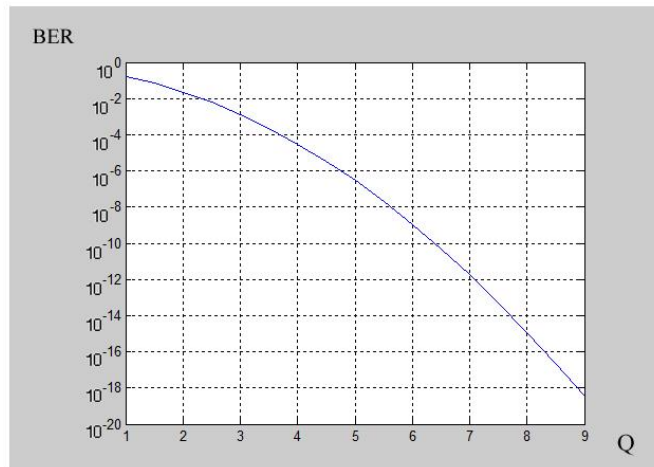
IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ეკონომიკური სტატუსი და განვითარების პერსპექტივა, სადაც დაგეგმილია ოპტიკურ-ბოჭკოვანი მაგისტრალის მშენებლობა და მრავალი სხვა ფაქტორი.

გაზომების ჩატარებისას მნიშვნელოვანია არსების გამტარუნარიანობა, ანუ გადაცემის სიჩქარე. ამიტომ განასხვავებენ გაზომვებს დაბალი სიჩქარის და მაღალი სიჩქარის პირობებში. მაღალი სიჩქარის პირობებში 5-10 გბტ/წმ სიჩქარის დროს შეცდომათა კოეფიციენტის დადგენას შეიძლება რამოდენიმე საათი დასჭირდეს, მითუმეტეს, რომ გცბოს ხასიათდება შეცდომათა დაბალი ალბათობით $10^{-9} - 10^{-15}$. ვინაიდან ასეთი გაზომვები იკავებს დროს დიდ შუალედს გცბოს არსებისათვის (16-160-300 არხი WDM, DWDM ტალღური მულტიპლექსირების სისტემები), რაც სრულიად მიუღებელია. პრობლემის გადასაწყვეტად შეიძლება ვისარგებლოთ ირიბი მეთოდით, ცალსახა ფუნქციონალური დამოკიდებულებით BER-სა და სიგნალი/ხმაური ფარდობას შორის. ამ დროს BER-ის დასადგენად საჭიროა გამზომი აპარატურის მეშვეობით გამოვთვალოთ ფარდობა სიგნალი/ხმაური. /2/-ში ანალიზურად მიღებულია და ექსპერიმენტურად დადასტურებულია ფუნქციონალური კავშირი $BER = \Psi (s/n)$ სიგნალი/ხმაური რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია შეცდომის კოეფიციენტის გამოთვლა. ორობითი სიგნალისათვის ასეთ ფუნქციას წარმოადგენს კრამპის ფუნქცია.

ოპტიკური სიგნალების გადაცემის ხარისხობრივი მახასიათებლების შეფასებისათვის იდენტურია Q-ფაქტორის განსაზღვრა, ვინაიდან არსებობს ცალსახა დამოკიდებულება BER-სა და Q-ფაქტორს შორის. ამის გამო, ხშირად ამ მაჩვენებლებს მიუთითებენ, როგორც - Q(BER). აქედან გამომდინარე სარგებლობენ დამოკიდებულებით $BER = \psi(Q)$ (ნახ.1).



ნახ.1 დამოკიდებულება $BER = \psi(Q)$

Q-ფაქტორი იანგარიშება ფორმულით:

$$Q = \frac{I_1 - I_0}{\sigma_1 - \sigma_0} \text{ ან } Q(\text{დბ}) = 10 \lg(Q^2) = 20 \lg(Q)$$

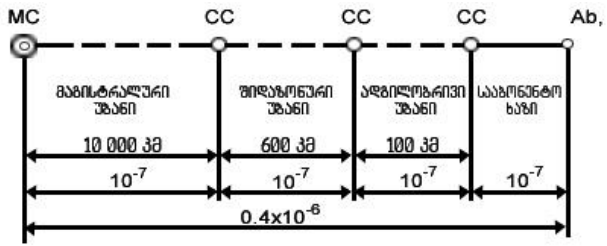
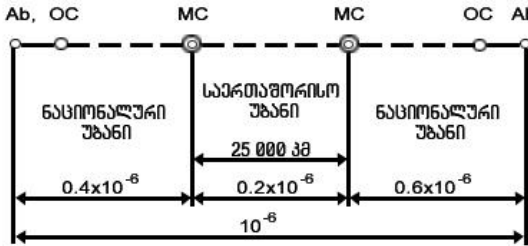
სადაც, I_1 - ციფრული ნაკადის „1“-ის დონეა, I_0 - ციფრული ნაკადის „0“ დონის მნიშვნელობაა, შესაბამისად σ_1 და σ_0 „1“-ის და „0“-ის დონეების საშუალო კვადრატული გადახრებია.

BER-ის მნიშვნელობა გამოითვლება შეცდომათა ფუნქციის (ლაპლასის ფუნქცია, ალბათობის ინტეგრალი) საშუალებით ან მისი მათემატიკური ფორმულით:



$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{Q}{\sqrt{2}} \right) \approx \frac{1}{Q\sqrt{2}} \exp \left(-\frac{Q^2}{2} \right)$$

გცბოს-ის ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრისას ყურადღება უნდა მივაქციოთ შემდეგ ძირითად ფაქტორებს: არსებობს ძირითადი არხის სიჩქარის (64 კბტ/წმ) იმპულსურ-კოდურად მოდულირებული (იკმ) სიგნალის გადაცემის შეცდომათა კოეფიციენტის ნორმირებული დონე 27500 კმ მანძილზე (ნახ.2). შეცდომათა კოეფიციენტის ნორმირება ძირითადი ციფრული არხისათვის საერთაშორისო კავშირის შემთხვევაში წარმოდგენილია ნახ.3-ზე.



თუ გავითვალისწინებთ, რომ ციფრული გადაცემის დროს ძირითად ციფრულ არხში შეცდომები ჯამდება, შესაძლებელია მივიღოთ პირობა შეცდომის კოეფიციენტის დასაშვები მნიშვნელობისათვის სახაზო ტრაქტის 1კმ მანძილისათვის. კერძოდ, მაგისტრალური უბნისათვის $K_{შეცდ} მა = 10^{-7}/100000 = 10^{-11}$; შიდაზონური უბნისათვის $K_{შეცდ} შზ = 10^{-7}/600 = 1.67 \cdot 10^{-10}$; ადგილობრივი უბნისათვის $K_{შეცდ} აუ = 10^{-7}/100 = 10^{-9}$. სადაც, მა(მაგისტრალური), შზ(შიდაზონური), აუ(ადგილობრივი უბანი).

$K_{შეცდ}$ მითითებული საფუძვლად უდევს მოთხოვნებს ერთეულოვანი რეგენერატორების მიმართ:

$$K_{შეცდ.რეგ} = K_{შეცდ} \cdot L_{რეგ}$$

საბოლოო პუნქტებს შორის მანძილის შესაბამისად სახაზო ტრაქტის სიგრძეზე შესაძლებელია განთავსდეს რამოდენიმე რეგენერაციული პუნქტი. შეცდომები, რომლებიც წარმოიშევა ციფრული სახაზო ტრაქტის თითოეულ რეგენერატორში შეძლება ჩავთვალოთ დამოუკიდებელ შემთხვევით სიდიდეებად. ამის გამო შეცდომათა ალბათობა სახაზო ტრაქტში n რეგენერატორის არსებობისას იზრდება n-ჯერ, ანუ მთლიანი სახაზო ტრაქტისათვის დამახოლოებელ სადგურებს შორის შეცდომის კოეფიციენტი:

$$K_{შეცდ.რეგ.საერთო} = n \cdot K_{შეცდ.რეგ.1}$$

აქედან გამომდინარე თუ მოცემულია $K_{შეცდ.რეგ.საერთო}$ ერთ რეგენერაციულ უბანზე უნდა უზრუნველყოთ

$$K_{შეცდ.რეგ.1} = K_{შეცდ.რეგ.საერთო} / n$$

ე.ი. რაც მეტია სახაზო ტრაქტის გასწვრივ განთავსებულ რეგენერატორების რაოდენობა, მით მეტი მოთხოვნა წაყენება გცბოს შეცდომათა კოეფიციენტის მიმართ. როგორც წესი, შეცდომათა კოეფიციენტი მთელი სახაზო ტრაქტისათვის მოიცემა პროექტირების პირობით.



ლიტერატურა:

1. სვანიძე რ., ჩხაიძე მ., გუძუაძე ზ. კავშირის მომსახურების ხარისხის პრობლემა თანამედროვე ტელეკომუნიკაციაში, Georgian Engineering News, №2, 2014 წ. გვ. 45-50.
2. Optical Fiber Telecommunications IIIB. Edited by Ivan P. Kaminov, Thomas L. Koch. Academic Press, USA, 1997.

MEASUREMENT PRINCIPLES OF BIT ERROR RATE (BER) IN DIGITAL FIBER-OPTIC TRANSMISSION SYSTEMS (DFOTS).

Rostiashvili N., Chkhaidze M., Svanidze R.
 Georgian technical University

Summary

The article presents the approaches for the assessment of the Bit Error Rate (BER) in digital communication systems. There are criteria for determining the quality of the digital tract, measurement modes. The conditions and norms to determinate BER in Digital Fiber-Optic Transmission Systems (DFOTS).

შეცდომათა ალბათობის გაზომვის პრინციპები ბაღაცემის ციფრულ ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (ბცბოს)

როსტიაშვილი ნ., ჩხაიძე მ., სვანიძე რ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში ITU-T-ს რეკომენდაციებზე დაყრდნობით მოყვანილია შეცდომათა ალბათობის BER (Bit Error Rate) გაზომვის პრინციპები გადაცემის ციფრული ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (ბცბოს). დასმულია საკითხი ბცბოს-ის ერთი მოდელის ჩამოყალიბების შესახებ, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელი იქნება მოცემული სისტემის ფარგლებში მოგახდინოთ შეცდომათა ალბათობის ოპტიმიზაცია ბცბოს-ის სხვადასხვა ფუნქციონალური მახასიათებლების ცვლილებისას.

ნაშრომში /1/ მითითებულია, რომ შეცდომათა კოეფიციენტი (BER - Bit Error Rate) შეუცვლელია ბცბოს-ის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შეფასებისას. კერძოდ, ბოჭკოვან-ოპტიკური არხების, ციფრული სისტემებისა და აპარატურის (მაგალითად რეგენერატორების) გამოცდისას მისი დაპროექტების, მონტაჟის და რემონტის ეტაპების დროს, როდესაც აპარატურა ექსპლუატაციაში შესული არ არის. მაგრამ, მას გააჩნია ერთი ნაკლი. ეს მაჩვენებელი პრაქტიკულად შეუძლებელია გამოყენებულ იქნას მაგალითად, IP ტელეფონის ციფრული არხის შეფასებისას. ციფრულკავშირის არხში (ტრაქტში) სეანსის შეფასებისათვის ლოგიკურია გამოვიყენოთ გადაცემის შეცდომათა ფარდობითი რიცხვი დროის ფიქსირებულ შუალედში - წამში ან ბიტების ჯგუფის გადაცემის პერიოდში, რომელსაც ეწოდება ბლოკი. სწორედ ეს მაჩვენებლები უდევს საფუძვლად ITU-T-ს ორ საბაზო რეკომენდაციას G.821 და G.826. G.821 რეკომენდაციაში ციფრული შეერთების შეცდომის პარამეტრების სახით არჩეულია შემდეგი:

1. წამების რაოდენობა შეცდომებით (Errored Second, ES), რომელთაც მიეკუთვნება თითოეული წამი, რომელშიც აღმოჩენილი (აღრიცხული) იქნება თუნდაც ერთი შეცდომა, როგორც განსაზღვრებიდან გამომდინარეობს, ასეთი მიდგომის დროს ერთეულოვანი შეცდომა და შეცდომათა პაკეტი ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან.
2. წამების რაოდენობა მრავალრიცხოვანი შეცდომებით (Severely Errored Second, SES), სადაც SES ნიშნავს წამს შეცდომათა კოეფიციენტით $\geq 10^{-3}$. ვინაიდან ორივე პარამეტრი ES და SES დამოკიდებული არიან გაზომვის t დროზე, ციფრული შეერთების პრაქტიკული შეფასებისათვის იღებენ მათ ფარდობით მნიშვნელობას.



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



უნდა აღინიშნოს, რომ შეცდომათა შეფასების ორი ფართოზოლოგანი მომსახურებების სულ უფრო ფართოდ გავრცელების პირობებში G.821 რეკომენდაციის გამოყენების ჩარჩოები თანდათან ვიწროვდება. მცდელობები გამოყენებულ იქნას ფართოზოლოგანი ციფრული ტრაქტების გასაზომად წარუმატებელი აღმოჩნდა. გარდა ამისა, ხარისხის განსაზღვრა G.821-ის მიხედვით ეფუძნება ბიტურ შეცდომათა აღბათობის შეფასებას, ხოლო ეს შეცდომები თავის მხრივ შეიძლება განსაზღვრულ იქნას მხოლოდ მაშინ, როდესაც ნამდვილად ცნობილია გასაზომი ციფრული მიმდევრობა (ამ პრინციპის მიხედვით, როდესაც გვაქვს სატესტო სიგნალები (სახაზო კოდები) BER-ის გაზომვა ხდება კავშირის სიტემის გამორთულ მდგომარეობაში ყოფნისას) ამის გამო ტესტირება G.821-ის მიხედვით შესაძლებელია მხოლოდ ციფრული სისტემის ექსპლუატაციიდან გამოყვანის (შენერების) შემთხვევაში.

მთლიანად გცბოს-ში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი (თუ არა უმთავრესი) არის სახაზო ტრაქტის ხარისხი. გცბოს-ის მიმართ მაღალი მოთხოვნილებების შესრულებისათვის ინფორმაციის ხარისხიანად მიტანის მიზნით სახაზო ტრაქტი შეიძლება დარეზერვირდეს მთლიანად (რეჟიმი 1+1-ერთი სამუშაო, ერთი სარეზერვო) ან ნაწილობრივ (1:n - ერთი სარეზერვო და n მუშა $n=(1,2,...,14)$). მუშა და საერზერვო ტრაქტები პროექტირდება ხარისხის მოცემული მაჩვენებლის მიხედვით, რომელთა შორის ძირითადია შეცდომათა კოეფიციენტი, ანუ გცბოს-ის დაპროექტებისას ტექნიკურ დავალებაში თავიდანვე ჩაღებულია შეცდომათა კოეფიციენტის მისაღწევი მნიშვნელობა.

ამრიგად, სპეციალისტები საჭიროებდნენ ახალ რეკომენდაციებს, სადაც გათვალისწინებული იქნებოდა კავშირის ციფრული სისტემის რეალიები, მათ შორის ციფრულ შეერთებებში SDH სისტემებში და ATM სისტემებში. ამ მხრივ ყველა ამ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს G.826 რეკომენდაცია „საერთაშორისო ციფრული შეერთებების შეცდომათა პარამეტრების და ნორმები პირველადზე მაღალ სიჩქარეზე“. მანუზრუნველყო ციფრული შეერთებების შეცდომათა ტესტირების სამი მთავარი ამოცანა-ტესტირება: ნორმალური ექსპლუატაციის დროს; ნორმალური ექსპლუატაციის დროს; 1544 კბტ/წმ, 2048 კბტ/წმ და უფრო მაღალ სიჩქარეებზე; ქსელებში SDH და ATM ტექნოლოგიების გამოყენებით.

პირველი ამოცანა გადაწყვეტილ იქნა ბიტებზე შეცდომების ტესტირებიდან ბლოკების მიხედვით შედომათა ტესტირებაზე გადასვლით. ლოკი წარმოადგენს შეცდომითი ბიტებისაგან შემდგარი ჯგუფისაგან, რომლებიც მიეკუთვნებიან საკვლევი ციფრულ ტრაქტს. თითოეული ბიტი მიეკუთვნება განსაზღვრულ ბლოკს. ბლოკების კონტროლი სრულდება გადაცემის სისტემაში ჩაშენებული სპეციალური მოწყობილობების სახით, რომელთა გამოყენება გარანტიას იძლევა აღმოჩნილ იქნას შეცდომები არანაკლებ 90% საიმედოობით. შეცდომები ციფრული კავშირის დროს კავშირის დაყოვნების გარეშე შესაძლებელია აღმოჩნილ იქნას მრავალი ხერხით. შეზღუდვა უპირველეს ყოვლისა მდგომარეობს მათ კერძო ხასიათსა და არასაკმარის სიზუსტეში. ამასთან ერთად, შეცდომათა აღმოჩენის მეთოდების მიმართ მნიშვნელოვანი მოთხოვნაა უნივერსალურობა, ეკონომიურობადა სიზუსტე. უნივერსალურობა ნიშნავს მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობას ნებისმიერი ციფრული სიგნალის მიმართ, ეკონომიურობა - დამატებითი გამტარუნარიანობის ეფექტური გამოყენება, მთავარი მოთხოვნა ბუნებრივია არის მაღალი სიზუსტე.

ამდენად, BER - წარმოადგენს ერთგვარ „პოპულარულ“ მაჩვენებელს /2/. ის უჩვენებს გადაცემის მოცემული გარემოს ხარისხს და მისი გაზომვა ადვილია BER - ტესტირის საშუალებით. ამის გამო, ეს მაჩვენებელი ფართოდ გამოიყენება თანამგზავრული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



კავშირის არხის (თკა), რადიოსარელეო კავშირის არხის (რსკა), ბოჭკოვან-ოპტიკური კავშირის არხის (ბოკა) ხარისხის შესაფასებლად. მაგალითისათვის, რსკა-თვის $BER \leq 10^{-6}$ ფაქტიურად წარმოადგენს არხის ფინქციონალური მუშაობის უნარიანობის საზომს. კავშირგაბმულობის ქსელის თანამგზავრული კავშირის არხის ნორმალურია $BER = 10^{-7}$; ასევე, სააბონენტო არხისათვის (უკანასკნელი მილი) $BER = 10^{-7}$; ხოლო ბოკა-თვის $BER \leq 10^{-10}$. ამავე დროს, როდესაც ბოკა-თვის $BER = 10^{-9} - 10^{-15}$. მაგრამ, როდესაც მთლიანი კავშირის სისტემა შედგება რამოდენიმე მონაკვეთისაგან (სეგმენტისაგან): კავშირგაბმულობის სიმეტრიული/კოაქსიალური არხი (კს/კკ)-თკა-რსკა-ბოკა-სა, ასეთი კავშირის სისტემა უზრუნველყოფს თითქმის იმავე მოთხოვნებს კავშირის ხარისხის მიმართ, რასაც უზრუნველყოფს კავშირის თანამგზავრული არხი $BER = 10^{-7}$ შევადართო ბოკა-ის შეცდომათა აღბათობას $BER = 10^{-9} - 10^{-15}$. აქედან გამომდინარე, საერთაშორისო შეერთებებისა და მრავალსეგმენტიანი არხებისათვის კავშირის ხარისხის მაჩვენებლად BER არ გამოდგება. ცხადია, კავშირის ცალკეული, დამოუკიდებელი არხებისათვის BER-ის მნიშვნელობის განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

აქედან გამომდინარე, BER-ის მნიშვნელობის დასადგენად გცბოს-ის მთლიანი შეფასებისათვის აუცილებელია გამოვიყენოთ მისი მოდელირება. როგორც ცნობილია, გცბოს წარმოადგენს მოდელირების რთულ სისტემას /3/. დიდ ინტერესს წარმოადგენს მოდელის შექმნა, რომლის დროსაც შესაძლებელი იქნება ისეთი საკითხების გადაწყვეტა, როგორცაა: BER-ის ოპტიმალური მნიშვნელობის დადგენა - ზვავისებური APD (Avalanche Photodiode) ფოტომოდულის ოპტიმალური მგრძობიარობის, დროით ჯიტერზე, ოპტიკური კაბელის დისპერსიაზე, სიმბოლოთაშორის დამახინჯებაზე დამოკიდებულების მიმართ და სხვა.

ლიტერატურა:

1. როსტიაშვილი ნ., ჩხაიძე მ., სვანიძე რ. შეცდომათა აღბათობის შეფასება ციფრულ ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (გცბოს). მეოთხე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუტაისი, 29-30 ოქტომბერი, 2016 წ.
2. Слепов Н. Оценка показателей ошибок цифровых линий связи. Связь и телекоммуникация. Электроника: Наука,Технология,Бизнес, стр.,22-28
3. ჩხაიძე მ. გადაცემის ციფრული ბოჭკოვან-ოპტიკური სისტემების (გცბოს) კვლევა. ავტორეფერატი დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 2013 წ. სტუ-ს ბიბლიოთეკა.

ASSESSMENT OF BIT ERROR RATE (BER) IN DIGITAL FIBER-OPTIC TRANSMISSION SYSTEMS (DFOTS)

Rostiashvili N., Chkhaidze M., Svanidze R.

Georgian Technical University

Summary

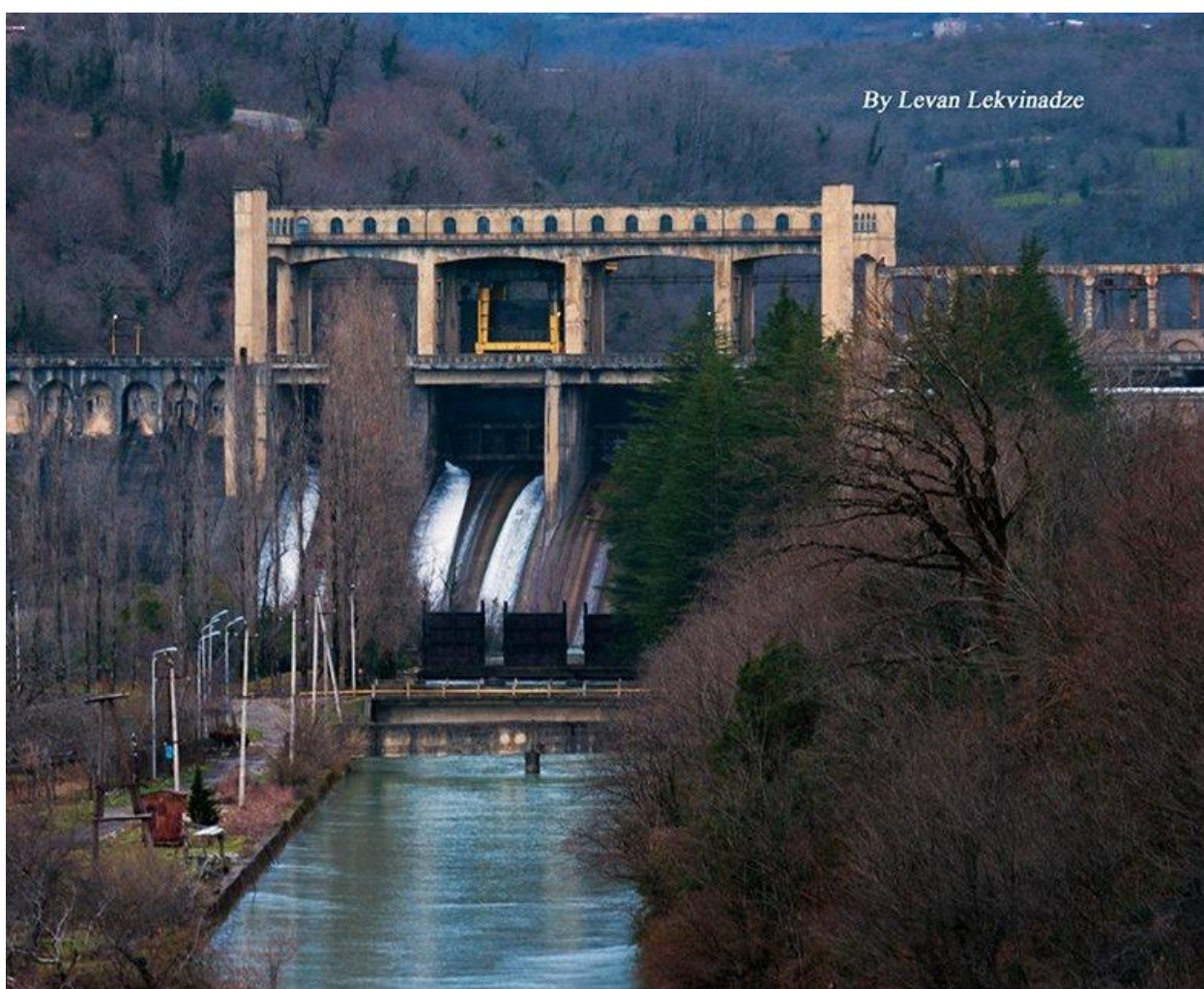
The article presents measurement principles of Bit Error Rate (BER) in digital fiber-optic transmission systems which are based on standards ITU-T. Raised the question for the formation one model of Digital Fiber-Optic Transmission Systems (DFOTS), through which it will be possible to optimize the BER within the system in terms of changes in various functional characteristics.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



4 ენერგეტიკის ეკონომიკა და მენეჯმენტი. ენერგეტიკის რეგულირება ENERGY ECONOMICS AND MANAGEMENT. ENERGY REGULATION





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტ-იმპორტი საქართველოში

ჩომახიძე* დ., ცხაკაია ქ.**

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

განხილულია ბოლო პერიოდის საქართველოს ენერგეტიკული კავშირები. ჩამოყალიბებულია ენერგორესურსების ექსპორტ-იმპორტის როლი ენერგეტიკის განვითარებაში. ნაჩვენებია, რომ საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი ღრმად დეფიციტურია. ქვეყანას გარედან შემოაქვს მოხმარებული ნავთობპროდუქტებისა და ბუნებრივი გაზის თითქმის მთლიანი რაოდენობა. ექსპორტის თვალსაზრისით წამყვანი ადგილი უჭირავს ელექტროენერგიას. 2010 წელს აღინიშნა მისი რეკორდული მაჩვენებელი – 1,5 მლრდ კვტ.სთ. სახეზეა იმპორტული ენერგორესურსების (ნავთობპროდუქტები, ბუნებრივი გაზი) ზრდის ტენდენცია. ნავთობპროდუქტებში მაღალი ხვედრითი წონითაა წარმოდგენილი დიზელი, საავტომობილო ბენზინი და მაზუთი. იმპორტის შემცირების მიზნით ყურადღება გამახვილებულია ადგილობრივი რესურსების ათვისების გაფართოების აუცილებლობაზე.

ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტ-იმპორტის მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ქვეყნის საიმედო ენერგოუზრუნველყოფაში. ელექტროენერგეტიკაში ამას განაპირობებს მინიმუმ შემდეგი ოთხი ფაქტორი:

- 1. დანახარჯების ეკონომია ელექტროენერგიის წარმოებაში.** ელექტროენერგიის ექსპორტ-იმპორტი ელექტროსადგურებს საშუალებას აძლევს იმუშაონ საათობრივი დატვირთვით და ყოველწლიური მოთხოვნით იმ ვარაუდით, რომ გამოიყენონ ელექტროენერგიის წყაროების ნაკლებადვირადღირებული კომბინაციები. ელექტროენერგიის ექსპორტ-იმპორტი შესაძლებლობას იძლევა ენერგოსისტემამ შეამციროს დანახარჯები ელექტროენერგიის გამომუშავებაზე ნებისმიერი 12-თვიანი პერიოდის განმავლობაში. დანახარჯების ეკონომია, საბოლოო ჯამში, გამოვლინდება ყფრო დაბალ ფასებში მიყიდვისათვის ან დიდ კაპიტალურ დაბანდებათა შემცირებაში, რომელიც საჭირო იქნებოდა სისტემის გაუმჯობესებისათვის. ველა შემთხვევაში მიყიდვლი უნდა იყოს მომგებიან სიტუაციაში.
- 2. მაკროეკონომიკური უპირატესობანი.** ელექტროენერგიის წარმოებაში უფრო მცირე დანახარჯები მიმწოდებელს საშუალებას აძლევს ელექტროენერგია მიყიდვლს მიაწოდოს ნაკლებ ფასებში. ფრო დაბალი ფასები ელექტროენერგიაზე კი ხელს უწყობს რეგიონის ეკონომიკურ განვითარებას. ქვეყნები, რომლებსაც უპირატესობა აქვთ ელექტროენერგიის წარმოებაში, ელექტროენერგიის ექსპორტს აწარმოებენ იმ ქვეყნებში, რომლებსაც აქვთ უპირატესობანი ეკონომიკის სხვა სფეროებში. ასეთი საერთაშორისო ვაჭრობა ხელს უწყობს ეკონომიკურ განვითარებას, იმ შემთხვევაში თუ იმპორტული და ექსპორტული ფასები არ რეგულირდება სახელმწიფოს მიერ ხელოვნური გზით.
- 3. ენერგეტიკული სექტორის რეფორმის შესაძლებლობა.** კონკურენტუნარიანი ელექტროენერგიის ბაზრის შექმნა უფრო ადვილია დიდ ქვეყანაში. რაც უფრო მეტია ელექტროენერგიის მწარმოებელი სადგურების რაოდენობა, მით მეტია სარგებლობა მომხმარებლისათვის, სადაც ენერგეტიკული რესურსები კონტროლდება მონოპოლიური ძალაუფლების მქონე ფირმის მიერ.
- 4. ევროკავშირის შიდა ბაზარში მონაწილეობის შესაძლებლობა.** ექსპორტ-იმპორტის განვითარება, როგორც წესი, აჩქარებს ენერგეტიკული სექტორის რეფორმას; შედეგად ქვეყანა შეძლებს ელექტროენერგიის იმპორტ-ექსპორტს ევროკავშირის ტერიტორიაზე, ხოლო სისტემის ოპერატორები იმუშავებენ ევროპული გადაცემების სისტემის ოპერატორების წესებით და სემოღებული იქნება ურთიერთქმედების ხელსაყრე



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლი პრინციპები.

გაერთიანებულ ენერგეტიკულ სისტემებს შორის არსებობს ვაჭრობის სამი შესაძლო ფორმა:

1. იმპორტი, ექსპორტი და ტრანზიტი ქვეყნებს შორის. ამ სიტუაციაში ქვეყანას შეუძლია ელექტროენერჯის იმპორტირება არამეზობელი ქვეყნიდან. რამდენადაც დიდია ტერიტორია, შესაძლოა იმპორტული და ექსპორტული ტრანსაქციების რაოდენობაც იმდენად დიდი იყოს. ელექტროენერჯის ნაკადების ხელშესაწყობად საჭიროა ერთი დიდი სინქრონული გაერთიანებული სისტემის შექმნა.
2. იმპორტ-ექსპორტული ოპერაციები მეზობელ ქვეყნებს შორის. ეს ტრანსაქციები შეიძლება განხორციელდეს მეზობელი ქვეყნების ენერგოსისტემათა შორის.
3. სინქრონული გაერთიანება ექსპორტ-იმპორტული სავაჭრო ურთიერთობების გარეშე. მეზობელი ენერგეტიკული სისტემების მაღალი ძაბვის გადაცემის ქსელების გაერთიანებები ხელს უწყობს სისშირისა და ძაბვის სტაბილიზაციას და ამცირებს უშუალოდ რეზერვებისა და გაერთიანებული ენერგოსისტემების საბრუნავი რეზერვების ღირებულებას.

ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტ-იმპორტის განხორციელება მჭიდროდ უკავშირდება ენერგეტიკული ბალანსის მდგომარეობას. ბალანსი თუ დეფიციტურია, ცხადია, ქვეყანა იძულებულია ენერგორესურსები გარედან შემოიტანოს და, პირიქით, რესურსების სიჭარბის პირობებში, მას შეუძლია მათი ექსპორტი განახორციელოს.

საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი ტრადიციულად დეფიციტურია. ქვეყანა თავის მოთხოვნილებას ენერგორესურსებზე საკუთარი წარმოებით იკმაყოფილებს მხოლოდ 30-35 პროცენტით, ხოლო დანარჩენი გარედან შემოაქვს. პირველ რიგში, ეს არის მოხმარებული ნავთობპროდუქტებისა და ბუნებრივი გაზის თითქმის მთელი რაოდენობა. ეს ხდება მაშინ, როცა ქვეყნის ტერიტორიაზე არსებობს ენერგორესურსების თითქმის ყველა სახე. საქართველო განსაკუთრებით მდიდარია ჰიდროენერგორესურსებით და ენერჯის ალტერნატიული წყაროებით.

საქართველოსთვის ენერგეტიკული ბალანსის პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალური გახდა სახელმწიფოებრივი დამოუკიდებლობის წლებში. ცნობილია, რომ საქართველოს ეკონომიკის ენერჯის იმპორტზე ხარგდღივ ორიენტაციას არცერთ საბჭოურ პერიოდში არ ჰქონია ენერჯის უკმარისობასთან დაკავშირებული სამეურნეო და სოციალური პრობლემები. ვინაიდან ვერტიკალურად მართვადი და ენერგოტეკვადი საწარმოებების ძირითადი ნაწილი ენერგორესურსებით მარაგდებოდა ვერტიკალური მართვის არხებით და ფონდებით. ამიტომ საქართველოს მთავრობას ფაქტიურად არ ეკისრებოდა პასუხისმგებლობა ამ საწარმოთა მოცდენებისათვის. განსაკუთრებით ნეგატიური როლი ითამაშა გეგმიური ეკონომიკის ყველა პერიოდში არსებულმა იაფი ენერჯის მენტალიტეტმა. საქართველო არ იყო დაინტერესებული ადგილობრივი მოპოვების ენერჯიაშემცველი მოძიებით და განვითარებით, რაც აშკარად აისახა გარდამავალ პერიოდში ქვეყნის ენერგოუზრუნველყოფაზე.

ბოლო წლებშიც საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი კვლავ დეფიციტურია. შემცირდა ენერგეტიკული რესურსების საერთო მოხმარებაში ადგილობრივი წარმოების წილი. შესაბამისად გაიზარდა იმპორტის მოცულობა. თუმცა საკუთარი წარმოების ჰიდროენერჯის და ალტერნატიული რესურსების მოპოვების მატება სახეზეა. ბალანსის დეფიციტურობაში თავისი როლი ითამაშა ენერგორესურსების არარაციონალურმა გამოყენებამ. ამას ადასტურებს ჩვენი ქვეყნის მშპ-ის ენერგოტეკვადობის შედარებით მაღალი დონე სხვა ქვეყნებთან შედარებით. შედარებით სტაბილურია საქართველოს ელექტრობალანსი. თუმცა, ათი წლის წინ (2005 წ.) იგი დეფიციტური იყო. ქვეყანაში ელექტროე-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ნერგიის წარმოება ამ პერიოდში უფრო სწრაფად გაიზარდა, ვიდრე მოხმარება. მან ქვეყანას საშუალება მისცა გაეზარდა ექსპორტი 5,4 ჯერ და გაენახევრებინა იმპორტის მოცულობა.

მომავალში ენერგეტიკული ბალანსის გაუმჯობესებას, პირველ რიგში, გამოიწვევს ადგილობრივი რესურსების ათვისების გაზრდა; აგრეთვე მოხმარების სფეროში მოწინავე ტექნოლოგიების ფართოდ დანერგვა, პროდუქციის ენერგოტევალობის შემცირების მიზნით. ყოველივე ეს შესაბამის ცვლილებებს გამოიწვევს ენერგიაშემცველების ექსპორტ-იმპორტში.

ქვემოთ მოტანილ ცხრილში მოცემულია 2010-2015 წლების კონკრეტული რაოდენობრივი მაჩვენებლები ექსპორტ-იმპორტის შესახებ ენერგორესურსების ცალკეული სახეების მიხედვით.

ცხრილი. ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტ-იმპორტი საქართველოში.

დასახელება	2010 წ.		2015 წ.	
	ექსპორტი	იმპორტი	ექსპორტი	იმპორტი
ქვანახშირი, ტონა	151,2	17859,7	1743,8	109608,2
ნედლი ნავთობი, ტონა	56803,9	6448,6	240405,3	127100,8
ნავთობი და ნავთობპროდუქტები, ტონა	3596,8	936594,9	12547,5	1231356,9
<i>მათ შორის</i>				
<i>საავტომობილო ბენზინი, ტონა</i>	491,9	435891,2	612,5	441161,7
<i>ნავთი, ტონა</i>	0,3	64296,9	0,5	64628,8
<i>დიზელი, ტონა</i>	-	415263,7	631,8	595058,1
<i>მაზუთი, ტონა</i>	2808,5	4475,2	10443,8	106568,8
<i>საპოხი და სხვა ზეთები, ტონა</i>	296,0	14581,6	658,9	19938,9
სხვა, ტონა	0,1	2086,3	200,0	4000,6
ბუნებრივი გაზი, მლრდ კუბ. მ	-	1,094	-	2,39
ელექტროენერგია, მლნ კვტ.სთ	1524,2	222,0	659,9	699,2

ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ იმპორტით შემოტანილ ენერგორესურსებში მთავარი ადგილი (“ლომის წილი”) უჭირავს ბუნებრივ გაზსა და ნავთობპროდუქტებს, რომლებსაც ზრდის ტენდენცია აქვს. კერძოდ, ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში ბუნებრივი გაზის მოცულობა 2,2 ჯერ, ხოლო ნავთობპროდუქტების რაოდენობა 31,5%-ით გაიზარდა. ნავთობპროდუქტებში მაღალი ხვედრიწონით გამოირჩევა დიზელი (48,3%, 2015 წ.), საავტომობილო ბენზინი (35,8%), აგრეთვე მაზუთი (8,6%). აღნიშნულ პერიოდში დიზელის რაოდენობა 43,3%-ით, საავტომობილო ბენზინის რაოდენობა – 1,2%-ით, ხოლო მაზუთისა – ყველაზე უფრო მეტად – 23,8-ჯერ გაიზარდა. მნიშვნელოვანი რაოდენობით შემოაქვს ქვეყანას ისეთი ნავთობპროდუქტები როგორცაა: რეაქტიული საწვავი (ნავთი), საპოხი და სხვა ზეთები. ამასთან მათი შემოტანაც წლების განმავლობაში ზრდის ტენდენციის ხასიათდება. რაც შეეხება ელექტროენერგიას, მისი იმპორტიც საკვლევ პერიოდში 3,1 ჯერ გაიზარდა და 2015 წელს 699,2 მლნ კვტ.სთ შეადგინა. იმპორტით შემოტანება აგრეთვე ქვანახშირი და ნედლი ნავთობი. პირველი 2010-2015 წლებში 6,1-ჯერ, ხოლო მეორე – 19,7-ჯერ გაიზარდა. ნედლი ნავთობის აღნიშნულ რაოდენობაში შედის ჩვენი ტერიტორიის გავლით გატარებული ნავთობიც. იგი შედის ექსპორტის რაოდენობაშიც (რეექსპორტი). საქართველო კი ამ წლებში ნავთობის მხოლოდ 40-50 ათასი ტონის ფარგლებში მოიპოვებდა.

ენერგეტიკული რესურსების საექსპორტო პროდუქციაში წამყვანი ადგილი ელექტროენერგიას უჭირავს. ელექტროენერგიის ექსპორტმა საქართველოს ისტორიაში რეკორდულ მაჩვენებელს 2010 წელს მიაღწია (1524,2 მლნ კვტ.სთ). თუმცა 2015 წლისთვის ეს რაოდენობა 699,2 მლნ კვტ.სთ-მდე, ანუ 2,2-ჯერ შემცირდა. დანარჩენ ენერგეტიკულ



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



რესურსებს ჩვენს საქსპორტო პოტენციალში მოკრძალებული პოზიციები უჭირავთ. ეს არის ქვანახშირი, ნედლი ნავთობი, ნავთობპროდუქტები.

ენერგეტიკის განვითარების ძირითადი მიმართულებების მიხედვით, რომელიც 2015 წელს საქართველოს პარლამენტმა დაამტკიცა, გათვალისწინებულია განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების უპირატესი გამოყენება. იგი კარგ საფუძველს იძლევა ჩვენი პიდროენერგორესურსების შემდგომი ათვისების გასაზრდელად. ახლა კი ეს მაჩვენებელი დაბალია. საკმარია ითქვას, რომ 2015 წლის მდგომარეობით, ეკონომიკურად მიზანშეწონილი ამ რესურსების მხოლოდ მესამედია ათვისებული. ამ მიმართულებით უკვე წარმატებით ხორციელდება პიდროენერგოპოტენციალის გამოყენების გაუმჯობესების ფართომასშტაბიანი პროგრამა. დამტკიცებული სამთავრობო გეგმის მიხედვით, საქართველოს პიდროელექტროსადგურებში ათი წლის შემდეგ (2016 წ.) ელექტროენერჯის წარმოება 28,2 მლრდ კვტ.სთ-ს მიაღწევს, რომელიც მთლიანად დააკმაყოფილებს ქვეყნის მოთხოვნილებას; ხოლო 9,1 მლრდ კვტ.სთ შესაძლებელია ექსპორტზე იქნას გატანილი.

ლიტერატურა.

1. გველესიანი თ., ჩომახიძე დ. საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოება. თბილისი, გამომცემლობა "უნივერსალი", 2011, 468 გვ.
2. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური (საქსტატი). საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი. სტატისტიკური პუბლიკაცია, 2014.- 46 გვ.
3. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური (საქსტატი). საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი. სტატისტიკური პუბლიკაცია, 2015, 54 გვ.
4. ჩომახიძე დ. საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2006.-353 გვ.
5. www.geostat.ge
6. www.gnerc.org

EXPORT AND IMPORT OF ENERGY RESOURCES IN GEORGIA

Chomakhidze D.*, Tskhakaia K.**

*Georgian Technical University, **Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on recent energy linkages of Georgia. There is formulated the role of export and import of energy resources in energy development. There is also shown that the energy balance of Georgia has a deep deficit. The country imports from overseas almost all the consumed oil products and natural gas. In terms of exports, electricity has the leading role. Its record figure – 1,5 billion kW, was fixed in 2010. Apparently, there is the growing trend in in the imported energy resources (oil products, natural gas). A large share in oil products is represented by diesel, motor gasoline and fuel oil. For the purpose of import compression, the emphasis is laced on the necessity of the development of local resources.

**ლობისტისური სისტემები და მათი დანერგვის
 მდგომარეობა ენერგეტიკაში**

ლომსაძე-კუჭავა მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია ენერგეტიკულ საწარმოში აქტივებისა და ფულად ნაკადების მართვის ოპტიმიზაციის საკითხები. დებიტორულ დავალიანებასა და აქტივებთან დაკავშირებით საწარმოს მიზნებიდან გამომდინარე, შემუშავებულია სტრატეგიული შემოსავლის მოდელი. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს განხორციელებადი სისტემური ცვლილებების გავლენა შემოსავლის და შემოსავლიანობის აქტივების მაჩვენებლებზე. სტრატეგიული შემოსავლის



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მოდელი გვიჩვენებს, როგორ მოქმედებს ერთ-ერთი მაჩვენებლის ცვლილება საწარმოს ფინანსურ შედეგებზე. აღნიშნული მოდელი ასევე გამოსადეგია ლოგისტიკაზე, აქტივების შემოსავლიანობის ფინანსურ მაჩვენებლებზე და საკუთარი კაპიტალის ხარჯების ცვლილების გავლენის შეფასებისთვის.

დღესდღეობით ბაზარზე წარმატებული მოღვაწეობისთვის საწარმოს, უპირველეს ყოვლისა, სჭირდება აქტივებისა და ფულადი ნაკადების კომპეტენტური მართვა. არსებობს ამ ამოცანის განხორციელების ყველაზე გავრცელებული ორი სტრატეგია. პირველი სტრატეგია ორიენტირებულია დებიტორული დავალიანების შემცირებაზე, მეორე - აქტივებისთვის ინვესტიციების შემცირებაზე. ამ ორი სტრატეგიის მიზანია ფულადი ნაკადის გაუმჯობესება და საწარმოს აქტივებზე ინვესტიციების მოცულობის შემცირება, იმ დაშვებით, რომ შემოსავლები და ხარჯები რჩება კონსტანტური. თუმცა უნდა გვესმოდეს, რომ გაყიდვის პირობების ნებისმიერი ცვლილება გამოიწვევს ცვლილებებს საწარმოს ფასების კომპონენტის მარკეტინგულ მიქსში.

მაგალითად, თუ ენერგეტიკული საწარმოში დადგენილია აქტივების ოპტიმალური მოცულობა, რომელიც კლიენტების მაღალ დონეზე მომსახურების საშუალებას იძლევა მინიმალური ლოგისტიკური დანახარჯებით, მაშინ ნებისმიერი ცვლილება დანახარჯის მოცულობაში გამოიწვევს ლოგისტიკაზე ხარჯების ზრდას.

დებიტორულ დავალიანებასა და აქტივებთან დაკავშირებით საწარმოს მიზნებიდან გამომდინარე, კარგი იქნება განხილულ იქნას სტრატეგიული შემოსავლის მოდელი. ეს მეთოდი საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ განხორციელებადი სისტემური ცვლილებების გავლენა შემოსავლის და შემოსავლიანობის აქტივების მაჩვენებლებზე.

ზოგადად აღნიშნული მოდელი გვიჩვენებს, რომ შემოსავლიანობა საწარმოს საკუთარ კაპიტალზე გაანგარიშებით წარმოადგენს ფუნქციას სამი კონტროლირებადი ფაქტორისა: სუფთა მოგების, აქტივების ბრუნვისა და ფინანსური ბერკეტის. აქედან გამომდინარე, სტრატეგიული შემოსავლის მოდელი გვიჩვენებს, როგორ მოქმედებს ერთ-ერთი მაჩვენებლის ცვლილება საწარმოს ფინანსურ შედეგებზე. აღნიშნული მოდელი ასევე გამოსადეგია ლოგისტიკაზე, აქტივების შემოსავლიანობის ფინანსურ მაჩვენებლებზე და საკუთარი კაპიტალის ხარჯების ცვლილების გავლენის შეფასებისთვის.

ლოგისტიკაზე ხარჯების შემცირების შესაძლო გზების განსაზღვრისთვის, პირველ რიგში, საჭიროა ჩატარდეს ლოგისტიკის სამსახურის ეფექტურობის შეფასება. ლოგისტიკაზე დანახარჯები შეიძლება დიდ წილ იკავებდეს დანახარჯებში რეალიზაციაზე. მაგრამ უნდა გვესმოდეს, რომ ლოგისტიკის მაღალი დონე განამტკიცებს ურთიერთობებს საწარმოსა და მის მომხმარებლებს შორის, ხელს უწყობს ახალი კლიენტების მოზიდვას და, როგორც შედეგი, იწვევს გაყიდვების მოცულობისა და შემოსავლის ზრდას. ამიტომ საწარმოს ლოგისტიკური სისტემის მუშაობის ეფექტურობის შეფასებისას არ უნდა შეგვაშინოს მისმა ხარჯიანობამ. საჭიროა გუდდასმით მოვიფიქროთ, საწარმოს მთავარი სტრატეგიიდან გამომდინარე, მაჩვენებლების სრულფასოვანი რიგი, რომელიც შეაფასებს საწარმოში ლოგისტიკის მდგომარეობას.

მეთოდი **Balanced Scorecard (BSC)** საშუალებას იძლევა განისაზღვროს საწარმოს ლოგისტიკური სტრატეგია რიგი ოპერატიული მიზნების სახით, რომლებიც განაპირობებს მის ქცევას ბაზარზე და ფინანსურ კეთილდღეობას. აღნიშნული მეთოდი განსაზღვრავს ეფექტურობის მთავარი მაჩვენებლების ნაკრებს (ინგ. **key performance indicators, KPI**), რომლებიც შეაფასებს ბიზნეს-პროცესების ეფექტურობას და მიზნების მიღწევისა და საწარმოს, მისი ქვეგანყოფილებებისა და თითოეული თანამშრომლის მუშაობის ხარისხს (სერგეევი ვ.ი., 2008). თანამშრომელთა მოტივაციის სისტემის გამოყენება ხელს



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



უწყობს მათ დაინტერესებას კომპანიის დასახული მიზნების მიღწევაში.

მეთოდი Balanced Scorecard მოიცავს ექვს ეტაპს:

1. ლოგისტიკური სტრატეგიის მიზნების ჩამოყალიბება;
2. ლოგისტიკის ეფექტურობის ძირითადი მაჩვენებლების განსაზღვრა და მიზნების განაწილება ამ მაჩვენებლების შესაბამისად;
3. მაჩვენებლების (KPI) გაანგარიშების მეთოდების განსაზღვრა;
4. ლოგისტიკის მიზნების მიღწევისა და ამოცანების გადაწყვეტის პროგრამის შემუშავება;
5. აღრიცხვისა და კონტროლის ინფორმაციული სისტემის შექმნა, ანგარიშების ფორმების დამუშავება;
6. KPI ნაკრების შეცვლა გარე გარემოს მოქმედების შესაბამისად.

პირველი ეტაპი განისაზღვრება ბაზარზე საწარმოს ქცევის ძირითადი სტრატეგიიდან გამომდინარე. მეორე ეტაპი ეფუძნება მაჩვენებლების ნაკრების განსაზღვრას, რომლებიც თანხმობაშია საწარმოს კორპორატიულ სტრატეგიასთან.

მაჩვენებლების ნაკრების განსაზღვრისთვის საჭიროა ჩატარდეს საწარმოს ბიზნესის ეფექტურობაზე ლოგისტიკური სისტემის გავლენის შესაძლო ბერკეტების ანალიზი. ზოგად შემთხვევაში „ლოგისტიკის ბერკეტში“ იგულისხმება მისი უნარი აამაღლოს ბიზნესის რენტაბელურობა.

ლოგისტიკის ეფექტურობის ყველაზე გავრცელებულ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება:

1. ლოგისტიკური ციკლების ხანგრძლივობა;
2. ლოგისტიკის საშუალებით კლიენტების დაკმაყოფილების ზომა;
3. საერთო ლოგისტიკური ხარჯები;
4. საწარმოს ლოგისტიკურ სისტემაში ინვესტიციების გამოყენება;
5. დამოკიდებულება წარმადობასა და ლოგისტიკური სისტემისა და პერსონალის რესურსდაბრუნებადობას შორის;
6. სტრატეგიული შემოსავლის მოდელი.

ლოგისტიკური გადაწყვეტილებების ეფექტურობის ძირითადი საზომები და KPI მაჩვენებლების ნაკრები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

ეფექტურობის ძირითადი საზომები და KPI მაჩვენებლები

საზომები	მაჩვენებლების ნაკრები (KPI)
ლოგისტიკური ციკლების ხანგრძლივობა	<p>დრო:</p> <ul style="list-style-type: none"> • შეკვეთის შესრულების; • შეკვეთის შემადგენელი ციკლების ხანგრძლივობის; • მომხმარებლისთვის შეკვეთის მიწოდების; • მომხმარებლის მიერ შეკვეთების დამუშავების; • შეკვეთის მომზადებისა და კომპლექტაციის; • მარაგების შევსების; • საწარმო-ტექნოლოგიური ციკლის; • პროდუქციის შესყიდვის ციკლის; • ანგარიშგების მომზადების ციკლის.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საზომები	მაჩვენებლების ნაკრები (KPI)
ლოგისტიკურ ინფრასტრუქტურაში ინვესტიციების გამოყენება	<ul style="list-style-type: none"> • საინვესტიციო დაბრუნება ძირითად ფონდებში; • ინვესტიციები ინფორმაციულ სისტემაში; • ინვესტიციები სასაწყობო ინფრასტრუქტურაში; • ინვესტიციები ტექნოლოგიურ დანადგარებზე; • ინვესტიციები სატრანსპორტო საშუალებებზე; • აქტივების ბრუნვის რაოდენობა და სიჩქარე; • აქტივების საშუალო დონე.
მომხმარებლებისთვის ლოგისტიკური სერვისის ხარისხი	<ul style="list-style-type: none"> • აქტივების ხელმისაწვდომობა; • ინფორმაციული და საკომუნიკაციო საიმედოობა; • საქონლის მიბრუნებათა რაოდენობა; მარაგის არქონა, ტარიფების გაზრდა; • მომხმარებელთა საჩივრების არსებობა; • შეკვეთის დათქმულ ვადაში შესრულების უზრუნველყოფა; • შეკვეთის სრულად დაკმაყოფილება; • შეკვეთის პარამეტრების შესრულების სიზუსტე.
საერთო და ოპერატიული ლოგისტიკური დანახარჯები	<p>ხარჯები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • შიდა და გარე ტრანსპორტირებაზე; • ტვირთის გადაზიდვისა და სასაწყობო; • საწარმოს ლოგისტიკური ხელშეწყობის; • შეკვეთების დამუშავების; • მარაგების მართვის; • ზარალი არასაკმაო ხარისხის ლოგისტიკური სერვისის გამო (გაყიდვების დანაკარგები, საქონლის მიბრუნება და ა.შ.)
ლოგისტიკური ინფრასტრუქტურისა და პერსონალის წარმადობა (რესურსდაბრუნებადობა)	<ul style="list-style-type: none"> • ტვირთების გაგზავნის რაოდენობა საწყობის; სიმძლავრისა და სატრანსპორტო საშუალებების ტვირთტევადობის ერთეულზე; • დისტრიბუციის ხარჯები გაყიდვების მოცულობის ერთეულზე; • დამუშავებული შეკვეთების რაოდენობა დროის ერთეულში; • თანაფარდობა საერთო ლოგისტიკური დანახარჯებისა წარმოებული პროდუქციის ერთეულზე; • თანაფარდობა ოპერატიული ლოგისტიკური დანახარჯებისა საინვესტიციო კაპიტალის ერთეულზე; • „შესავალი-გასავალი“ ტიპის ურთიერთობები პროდუქციის გამომშვების დინამიკისა და საბუთების მართვისთვის.

შემდეგი ეტაპი მოიცავს ლოგისტიკური ბიზნეს-პროცესების ეფექტურობის შეფასებას შერჩეული პარამეტრების სრული ნაკრების მიხედვით. შემდგომ საჭიროა ჩატარდეს მონაცემთა მონიტორინგი, მათი გაზომვა და შეფასება. ეს საშუალებას მოგვცემს გამოვაგლინოთ, თუ რომელი ლოგისტიკური ბიზნეს-პროცესი უნდა გაუმჯობესდეს, ასევე რესურსების საჭირო განაწილება, რომელიც უზრუნველყოფს ფირმის ლოგისტიკური სტრატეგიის რეალიზაციას.

მეოთხე ეტაპი ორიენტირებულია საწარმოს მთავარ მიზანზე. მაგალითისთვის შეიძლება გამოვადგეს საწარმოს კლიენტებზე ორიენტირებულობა. ასეთი პოლიტიკის გა-



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ტარებისთვის საწარმოს შეუძლია შეიმუშავოს ბონუსების სისტემა პერსონალისთვის.

მესუთე ეტაპი ორიენტირებულია ლოგისტიკის დაბალანსებული მაჩვენებლების განგარიშების ინფორმაციული მხარდაჭერის უზრუნველყოფაზე. დღეისათვის შემუშავებულია ანგარიშგების ფორმები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია სტანდარტების კონტროლი და ლოგისტიკის ეფექტურობის მაჩვენებლების ფაქტიური მნიშვნელობებისთვის თვალის დევნა. ჩვეულებრივ ასეთი ანგარიშგებები წარმოდგენილია Microsoft Excel-ის ცხრილის სახით, რომელშიც ხდება KPI მაჩვენებლების ფაქტიური მნიშვნელობების შედარება სტანდარტულთან.

ბოლო ეტაპი შეიცავს შემუშავებული KPI ლოგისტიკის გამოყენების რჩევებს. დროთა განმავლობაში KPI-ის ნაკრები და მისი გაანგარიშების მეთოდები შეიძლება შეიცვალოს გარე და შიდა პირობების შესაბამისად. შემდგომში ლოგისტიკის მუშაობის ეფექტურობის უფრო ღრმა ანალიზისთვის შეიძლება ჩატარდეს ბენჩმარკინგი (Benchmarking - შეფარდებითი ანალიზი ეტალონური მაჩვენებლების საფუძველზე). BSC მეთოდში მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს ინფორმაციის მიწოდება კომპანიის ლოგისტიკური სტრატეგიისა და KPI-ის გამოყენების შესახებ ლოგისტიკის სამსახურის თითოეული თანამშრომლისთვის.

BSC ლოგისტიკის გამოყენების შედეგად უნდა მიღწეულ იქნას შემდეგი მიზნები:

1. სტაბილური შემოსავლის მიღება;
2. საწარმოს კაპიტალიზაციის ზრდა;
3. კლიენტების კმაყოფილების ამაღლება;
4. ლოგისტიკური სისტემის ყველა ეტაპის წარმადობის ზრდა;
5. ლოგისტიკის მგრძობელობა მასთან დაკავშირებული გარე და შიდა ცვლილებების მიმართ.

საწარმოში ლოგისტიკის ეფექტური ფუნქციონირებისთვის შეიძლება შეიქმნას განაწილების ლოგისტიკის მოდელი დამუშავებული Balanced Scorecard მოდელის საფუძველზე, რომლის მთავარი მიზანია მომხმარებლისთვის საქონლისა და მომსახურების მიწოდება მინიმალური დანახარჯებით.

განაწილების ლოგისტიკის მოდელის შექმნის მიზანია:

- საწარმოს მოქმედი საქონლებრუნვის სისტემის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს წარმოებული პროდუქციის ფიზიკურ სვლას მომხმარებლისკენ და ეფექტური ლოგისტიკური მომსახურების სისტემის ფორმირებას საწარმოს საერთო ლოგისტიკური სისტემის ჩარჩოებში;
- ოპტიმალური ბალანსის მიღწევა ხარჯებსა (რესურსებსა) და მომხმარებელთა მომსახურების ხარისხის დონეს შორის.

საწარმოს განაწილების ლოგისტიკის მოდელის შექმნის მთავარი ამოცანაა საქონლის ნაკადების მართვა და ლოგისტიკური ინფრასტრუქტურის ჩამოყალიბება პროდუქციის დროული მიწოდების უზრუნველსაყოფად, მისი ხარისხის შენარჩუნებისთვის.

ლიტერატურა

1. ლომსაძე-კუჭავა მ. ინვესტიციები, საინვესტიციო პოლიტიკა საინვესტიციო გარემო საქართველოში. ჟ. მენეჯმენტის თანამედროვე პრობლემები, თბილისი, 2015. N2, გვ. 166-174.
2. ამყოლაძე ა., ლომსაძე-კუჭავა მ., დუგლაძე ჯ. ინტელექტუალური ენერგოსისტემების განვითარების ვარიანტების შეფასების მეთოდოლოგია//მენეჯმენტის თანამედროვე პრობლემები. თბილისი, 2015. N2, გვ. 179-195.
3. ლომსაძე-კუჭავა მ. საინვესტიციო პროექტის არსი და განვითარების სტადიები//მენეჯმენტის თანამედროვე პრობლემები. თბილისი, 2015. N3, გვ. 54-65.



4. ლოსადე-კუჩავა მ., გიორგაძე ხ. სამრეწველო საწარმოთა ლოგისტიკური უზრუნველყოფის საინვესტიციო საქმიანობის მართვის მოდელი//ბიზნეს-ინჟინერინგი. თბილისი, 2016. N1.

LOGISTICS SYSTEMS AND THE STATUS OF THEIR IMPLEMENTATION IN ENERGY SECTOR

Lomsadze-Kuchava M.
 Georgian Technical University

Summary

The paper deals with the energy company's assets and cash flow management optimization. Developed a strategic model of income receivables and related assets. This method allows to determine a feasible system changes affect income and profitability indicators of the assets. Strategic Income model shows how the rate of change is one of the company's financial results. The model is also suitable for logistics, assets, profitability and financial performance of their capital costs in the impact assessment.

საქართველოს ბაზბალონიანი ავტოპარკის სიტუაციური ანალიზი

ანანიაშვილი გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მოცემული კვლევის მიზანია საქართველოს გაზბალონიანი ავტოპარკის შესახებ საწყისი მონაცემების მოპოვება, ზოგადი ანალიზი და აგრეთვე, უსაფრთხოების კუთხით ზოგადი მდგომარეობის შეფასება.

ცნობილია, რომ საქართველოს ავტოპარკი ყოველწლიურად განუხრელად მატულობს. გაურკვეველი რჩება, საქართველოში რეგისტრირებული ავტომანქანების რა რაოდენობა იყენებს საწვავად დაჭირხნულ ბუნებრივ გაზს. სამწუხაროა, მაგრამ ფაქტია, რომ საქართველოში ყოველ წელს ხდება უბედური შემთხვევები (თუმცა ოფიციალური სტატისტიკა უცნობია), რომლებიც დაკავშირებულია გაზის ბალონის არასწორ მონტაჟსა და ექსპლუატაციასთან; შესაბამისად, ამ საკითხზე მუშაობა დაუყოვნებლივ უნდა დაიწყო.

მოცემული კვლევის მეთოდები მოიცავს შემდეგს:

- (1) სამაგიდო კვლევა: არსებული კვლევების, პუბლიკაციებისა და საკანონმდებლო დოკუმენტების ანალიზი და ინფორმაციის წერილობითი სახით გამოთხოვნა შესაბამისი უწყებებიდან/ორგანიზაციებიდან.
- (2) ექსპერტთა გამოკითხვა ინდივიდუალური ინტერვიუების მეშვეობით. ჩატარდა 6 ინტერვიუ შემდეგ ექსპერტებთან: თბილისის მერიის სატრანსპორტო სამსახურის წარმომადგენელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 2 პროფესორი, ავტოგაზგასამართი სადგურის მენეჯერი და 2 ჩამსხმელი ოპერატორი.
- (3) ერთ-ერთი ავტოგაზგასამართი სადგურის მომხმარებელთაგან შემთხვევით შერჩეული 105 ავტომანქანის გაზ-ს ვიზუალური დათვალიერება ერთი დღის განმავლობაში 2016 წლის მარტში; ვიზუალურად დათვალიერდა ბალონის მდგომარეობა და დამაგრების ხარისხი.

კვლევის შეზღუდვები და ეთიკური ასპექტები. კვლევის ძირითადი შეზღუდვები შემდეგი იყო: (1) სამაგიდო კვლევისთვის საჭირო ინფორმაცია (განსაკუთრებით, კვლევებისა და სათანადო უწყებებიდან მოწოდებული ინფორმაციის სახით) ძალიან მწირი იყო; (2) ექსპერტთა გამოკითხვა და ავტომანქანების შემთხვევით შერჩეული რაოდენობის ვიზუალური დათვალიერება არ იძლევა მიღებული შედეგების მთელი საქართველოს მასშტაბით გავრცობის შესაძლებლობას; (3) ვინაიდან ვიზუალური დათვალიერება ავტო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



გაზგასამართ სადგურზე შემოსული მომხმარებლების მანქანებზე მოხდა, შეუძლებელი იყო მანქანების დეტალური დათვალიერება და ინსპექტირება დროითი შეზღუდვებიდან გამომდინარე.

კვლევის ფარგლებში მიღებულ მთელ ინფორმაციასთან მიმართებით დაცულია კონფიდენციალობის პრინციპი.

კვლევის შედეგები:

ბუნებრივ გაზზე მომუშავე ავტომანქანების გლობალური საინფორმაციო ბაზის – NGV Global-ის მიხედვით, 2015 წლის ნოემბრის მონაცემებით, საქართველოს გაზბალონიანი ავტოპარკი მოიცავს 80600 ერთეულ ავტომანქანას [1] და საქართველოს ავტოსადგომების ქსელი – 100 ერთეულ სადგურს. ეს მონაცემები არ იცვლება 2010 წლიდან [2].

შინაგან საქმეთა სამინისტროს საინფორმაციო-ანალიტიკური დეპარტამენტის საინფორმაციო ცენტრის მიერ ოფიციალურ საიტზე გამოქვეყნებული კვლევის თანახმად [3], მხოლოდ მსუბუქი, სატვირთო და სამგზავრო ავტომანქანების რაოდენობა 2010-დან 2014 წლამდე 264 ათასი ერთეულით გაიზარდა, რაც თითქმის 38%-ით მეტია 2010 წლის მონაცემებთან შედარებით. ამავე კვლევის თანახმად, 2014 წლის მონაცემებით, იმპორტირებული ავტომანქანების საერთო რაოდენობის 6,3% საწვავად ბუნებრივ აირს იყენებს. ამავე კვლევის თანახმად, ავტოსატრანსპორტო საშუალებების განაწილებისას მფლობელთა რეგისტრაციის ადგილის მიხედვით, თბილისზე მოდის საქართველოს ავტოპარკის 36,6%, რაც 353100 ერთეულს უდრის. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია, ვივარაუდოთ, რომ მხოლოდ თბილისში 98868 ერთეული ავტომანქანა (28%) 2014 წლის მდგომარეობით საწვავად ბუნებრივ გაზს იყენებდა, ამასთან ერთად თბილისში ჩატარებული გამოკითხვის მიხედვით, ბუნებრივ გაზს საავტომობილო საწვავად 28% იყენებს (ACT, 02.2014) [4]. საქართველოს რეგიონებში გბა-ის მქონე ავტომანქანებთან დაკავშირებული მდგომარეობა, სამწუხაროდ, ცნობილი არ არის. ამას ემატება, აგრეთვე, ის ფაქტი, რომ გბა-ს მონტაჟის სერვისები საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე არსებობს, გარდა ამისა, ზოგიერთ ავტოსადგომზე შემავალი ავტომანქანების რაოდენობა 2-ჯერ მეტია, ვიდრე ბენზინგასამართ სადგურზე, თბილისის იმავე რაიონსა და დროის მონაკვეთში.

ინფორმაციის გამოთხოვნის წერილის საპასუხოდ საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტრომ მოიწერა [5], რომ "... ავტოსატრანსპორტო საშუალების რეგისტრაციისას ერთიან ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში საწვავის ტიპის დაფიქსირება გარკვეულ ეტაპზე იყო შეუძლებელი, ხოლო შემდგომ – არასავალდებულო, რის გამოც აღნიშნული ინფორმაცია არასრულყოფილია. შესაბამისად, დღეის მდგომარეობით, არარეკომენდებულია ინფორმაციის დამუშავება საქართველოში არსებული აირბლონიანი ავტომობილების (მათ შორის მუნიციპალური ავტომობილები) რაოდენობის შესახებ".

სსიპ საქართველოს ტექნიკური და სამშენებლო ზედამხედველობის სააგენტომ ინფორმაციის გამოთხოვნის შესახებ წერილზე პასუხად 2016 წლის 4 მარტს მოიწერა, რომ "... დღევანდელი მდგომარეობით ქვეყნის ტერიტორიაზე მოქმედებს დაახლოებით 150 ერთეული გაზსადგომი სადგური. წერილში აღნიშნულ სხვა საკითხებზე პასუხი არ წარმოადგენს სააგენტოს კომპეტენციას" [6]. NGV Global-ის 2015 წლის ნოემბრის მონაცემებით, საქართველოს ტერიტორიაზე არის 100 სადგური და მშენებლობის სტადიაშია 25 ერთეული ავტოსადგომი, რაც უფრო მეტად შეესაბამება რეალობას და მიუთითებს საქართველოს ავტოპარკის გაზზე გადაწყობისა და ავტოსადგომების ქსელის გაფართოების მაღალ ტემპებზე.

ექსპერტთა აზრით, გბა-ს მქონე ავტომანქანების დიდი უმრავლესობა არ შეესაბამება საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებს. გბა-ს მონტაჟისა და ექსპლუატაციის შესახებ საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნები, თავის



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მხრივ, არ შეესაბამება საზღვარგარეთ აპრობირებულ თანამედროვე ნორმებს.

ავტომანქანების დათვალიერების დროს, რიცხობრივი ინფორმაციის გარდა ხდებოდა თითოეული ავტომანქანის დათვალიერებული გაზის ბალონის შეფასება ხილულ ზედაპირზე ჟანგის წარმონაქმნებსა და მექანიკური დაზიანებების არსებობის მიხედვით კომენტარების სახით. ნაგულისხმევია ჟანგისა და უხეში მოქცევით მიყენებული ღრმა ნაკაწრის ზოგადი წარმონაქმნები. შემდგომ კომენტარები შეფასდა სკალაზე 0.5 ქულა მიენიჭა ისეთ კომენტარებს, როგორც არის, მაგალითად, “მცირე ჟანგი და ცვეთა ბალონსა და ცალულებზე” და 1.0 ქულით აღინიშნა ისეთი კომენტარები, როგორც არის, მაგალითად, “ერთი ცალული მთლიანად მოშვებული იყო” ან “ბალონის კედლებზე ძლიერი კოროზიის კვალი აღინიშნებოდა”. ქვემოთ მოცემულ სურათზე გამოსახული ბალონის ვიზუალური მდგომარეობა შეფასდა 1.0 ქულით. 0.0 ქულით შეფასდა ვიზუალური დეფექტების არმქონე გაზის ბალონი, რომელზეც დამცლელი სარქველია დამონტაჟებული. აგეს-ის ხელმძღვანელობასთან შეთანხმების მიხედვით, არ უნდა მომხდარიყო მომხმარებლის შეწუხება; ამიტომაც ვერ მოხერხდა ბალონის ვარგისიანობის ვადის შემოწმება და ავტომანქანების გბა-ს ტექდათვალიერების მოწმობის ნახვაც, თუმცა ჩამსხმელი ოპერატორების თქმით, გასამართი მანქანების დაახლოებით 60-70%-ს არ აჩნია ტექნიკური დათვალიერების მოწმობა. დღეისათვის, საქართველოს არცერთ აგესზე არ ითხოვენ ავტომანქანის გამართვისთვის ტექნიკური დათვალიერების მოწმობის წარდგენას. დაკვირვების შედეგად გაირკვა, რომ 105-დან 78 მანქანაში დამონტაჟებული იყო I ტიპის (სრულიად ფოლადის) ბალონი; 26 შემთხვევაში აღირიცხა II ტიპის ბალონი და ერთ ავტომანქანაში IV ტიპის ბალონი იყო დამონტაჟებული. მათგან სამი ავტომანქანა ქარხნული გბა-ით იყო; ასევე, დამცლელი სარქველი დამონტაჟებული იყო მხოლოდ 3 მანქანაში. თითქმის ყველა შემთხვევაში ცალულისთვის გამოყენებული იყო თხელი, არაკოროზიამდები მასალა. ცალულების საერთო რაოდენობისა და ბალონების საერთო რაოდენობის თანაფარდობა შეესაბამება 1.98-ს, რაც იმას ნიშნავს, რომ საშუალოდ 100 მანქანაში ბალონის დამაგრებისთვის გამოყენებულია 184 ცალული, იმ პირობით, რომ 13 შემთხვევაში ერთ მანქანაში ერთ ბალონზე მეტი იყო დამონტაჟებული. 9 შემთხვევაში მანქანის საბარგულში ვერტიკალურად ერთმენეთზე დადებული 2 ბალონის დამაგრებისთვის მხოლოდ 2 ცალული იყო გამოყენებული. გაზის ბალონის ზოგადი მდგომარეობის შეფასების მიხედვით, დათვალიერებულ 105 მანქანას მიენიჭა საშუალო ქულა 0.46, რაც იმას ნიშნავს, რომ დათვალიერებული ავტომანქანების გაზის ბალონების ზოგადი მდგომარეობა ვიზუალური შეფასებით ძალიან საყურადღებოა. საზღვარგარეთ მოქმედი და საქართველოში არსებული ტექნიკური ნორმების მიხედვით, დათვალიერებული 105 მანქანიდან, მხოლოდ 3 მანქანის გამართვა მოხდებოდა.

დასკვნა და რეკომენდაციები:

ამრიგად, მოცემული ანალიზი ცხადყოფს რომ საქართველოში ავტომანქანის საწვავად ბუნებრივი გაზის გამოყენებასთან დაკავშირებით მრავალრიცხოვანი ნორმატიული და პრაქტიკული სახის პრობლემა არსებობს. არ არის ფორმირებული სამართლებრივი ბერკეტი, რომელიც ხელს შეუწყობს არსებული მდგომარეობის შეცვლას. უნდა შეიცვალოს საზოგადოების დამოკიდებულებაც სწორი ექსპლუატაციის საჭიროების შესახებ. არსებული მდგომარეობის სწორი შეფასება და კრიტიკული მიდგომა აუცილებელი კრიტერიუმია წარმოქმნილი პრობლემის გადაჭრისთვის.

კვლევის საფუძველზე, არსებული მდგომარეობის გაუმჯობესებისთვის მნიშვნელოვანია შემდეგი რეკომენდაციების გათვალისწინება:

- გბა-ს უსაფრთხო მონტაჟისა და ექსპლუატაციის პრობლემის გადაჭრისთვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მაკონტროლებელი ორგანოს არსებობა.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- საინფორმაციო წყაროების საშუალებით ავტომფლობელების აგიტაცია არავალიდური გზის საფრთხის შესახებ ცნობადობის ამადლებისთვის.
- ცვლილების საწყის ეტაპზე დიდი მნიშვნელობა ექნებოდა საწვავის გაყიდვების ადგილზე გზის ინსპექტირებას; უნდა შეიქმნას აღრიცხვის მონაცემთა ერთიანი ბაზა, რომელშიც შეტანილი იქნება ინფორმაცია თითოეული ავტომანქანისა და მასზე დამონტაჟებული გზის შესახებ. მონაცემთა ასეთი ბაზის საშუალებით ადვილად მოსახერხებელია ბალონის ვარგისიანობის ვადის კონტროლი;
- მნიშვნელოვანი იქნება ავგს-ების მქონე კომპანიებისთვის მკაცრი პირობების წაყენება მათ მიერ ავგს-ებზე უსაფრთხოების დაცვის კუთხით. იგივე შეეხება მონტაჟის სერვისებს.
- საქართველოს ტექნიკურ რეგლამენტში დეტალურად და ამომწურავად უნდა იყოს გაწერილი, რა მასალები უნდა იყოს გამოყენებული გაზბალონიანი აღჭურვილობის დამონტაჟების დროს.
- საჭიროა ავგს-ზე გაზის კონდენსატის შეგროვების სპეციალური სამსახურის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს ავგს-ებს პირველი შენახვის ჭურჭლით და შემდგომ რეგულარულად მოახდენს დაგროვებული კონდენსატის გატანას.
- აუცილებელია სტატიკური ელექტრობის დაგროვებას დაეთმოს ყურადღება.
- საქართველოსთვის ფრიად სასარგებლო იქნებოდა მსოფლიოში ტრანსპორტის მეთაინზაციაში წამყვანი ქვეყნების გამოცდილების გადმოღება. მაგალითად, გაზის დარგში არგენტინის მარეგულირებელი ეროვნული სააგენტოს (ENARGAS) ტექნიკური დირექტივა “სამაგრი ნაკეთობები დაწნეხილი ბუნებრივი გაზის რეზერვუარებისთვის”-ის (NAG-E 401) თანახმად, ბალონის გრძივი განლაგების მიმართულებით სამაგრი ნაკეთობა უნდა უძლებდეს დატვირთვას, რომელიც სავსე ბალონის წონას 20-ჯერ აღემატება, ნებისმიერი სხვა მიმართულებით კი უნდა უძლებდეს დატვირთვას, რომელიც სავსე ბალონის წონას 8-ჯერ აღემატება. ეს მნიშვნელოვანი დეტალია გაზბალონიანი მოწყობილობის უსაფრთხო ექსპლუატაციისთვის, რადგან მოცემულია სტანდარტული სიდიდე, რომელსაც უნდა პასუხობდეს კონსტრუქციის სიმტკიცე. შედარებისთვის, საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 15 იანვრის №80 დადგენილების, IV თავის, მე-12 მუხლის თანახმად [7], “აირბალონი ავტოსატრანსპორტო საშუალებაზე დამაგრებული უნდა იყოს, რომ უზრუნველყოფილი იყოს მისი უძრავი მდგომარეობა”. საინტერესოა, რომ იგივე ENARGAS ტექნიკური დირექტივის თანახმად გზის მონტაჟის დროს გამოყენებული სამაგრი, რკინაშემცველი მასალა გადის კოროზიამდებელობის, ე.წ. მარილიანი ნისლის გამოცდას ASTM B 117 [8]-ის მიხედვით. მასალის ნიმუში თავსდება ნატრიუმის ქლორიდის 5% კონცენტრაციის ნისლიან კამერაში 48 საათის განმავლობაში. იმ შემთხვევაში, როცა გამოცდის შემდეგ საცდელ ნიმუშზე კოროზიული ლაქები არ წარმოიქმნება, გამოცდა გავლილად ითვლება [9].
- აუცილებელია არსებული მარეგულირებელი კანონის შეცვლა.

ლიტერატურა

1. Мировой рынок КПП по состоянию на ноябрь 2015 г. Национальная газомоторная ассоциация. <http://www.ngvrus.ru/statistics.html> (მოძიების თარიღი: 29.02.2016)
2. ანანიაშვილი, გ., საავტომობილო ბუნებრივი გაზის ბალონები: განვითარების ისტორია, კლასიფიკაცია და სამომავლო პერსპექტივები// ენერჯია. თბილისი, 2014. 4 (72), გვ. 37-40.
3. საქართველოს ავტოპარკი 2014 წლის მონაცემებით. შინაგან საქმეთა სამინისტრო. <http://police.ge/ge/useful-information/statistics/skhvadaskhva-sakhis-statistika-kvlevebi> (მოძიების თარიღი: 29.02.2016)
4. Analysis and Consulting Team – ACT, გამოკითხვა თემაზე “რამდენად უსაფრთხოა გაზზე მომუშა-



IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- ვე ავტომობილები?” თებერვალი, 2014.
5. შინაგან საქმეთა სამინისტრო. წერილი №399555, თარიღი 17.02.2016.
 6. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო; სსიპ ტექნიკური და სამშენებლო ზედამხედველობის სააგენტო. წერილი № 06/338, თარიღი: 04.03.2016.
 7. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 15 იანვრის №80 დადგენილება. “ავტოსატრანსპორტო საშუალებებზე აირბალონიანი მოწყობილობის განთავსების, ტექნიკურ მოთხოვნებთან მისი შესაბამისობის შეფასების და უსაფრთხო ექსპლუატაციის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე”. ტექნიკური რეგლამენტი ავტოსატრანსპორტო საშუალებებზე აირბალონიანი მოწყობილობის განთავსების, ტექნიკურ მოთხოვნებთან მისი შესაბამისობის შეფასების და უსაფრთხო ექსპლუატაციის შესახებ, თავი IV, მუხლი 12.
 8. ENARGAS; NAG-E 401 (ET-ENRG-GD Nr 1). Compressed Natural Gas, Group IV. Fastening devices for CNG cylinders (5,6). http://www.enargas.gov.ar/Gnc/Normativa/Html/Normas_Ing.php, 1997 (მოზიების თარიღი: 07.03.2016).
 9. მასალების გამომცდელი ამერიკული საზოგადოების მიერ შემუშავებული კოროზიამდებელობის დანქარებული გამოცდა B 117. ASTM B117 Testing for Stainless. http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image--files/PDF/ISSF_The_salt_spray_test_and_its_use_in_ranking_stainless_steels.pdf (მოძიების თარიღი 30.03.2016).

SITUATIONAL ANALYSIS OF CNG VEHICLES IN GEORGIA

Ananiashvili G.

Georgian Technical University

Summary

The goal of the present study is to gather and provide general analysis of the initial data on CNG vehicles, as well as to assess the general situation in terms of safety.

ДИАЛЕКТИКА, ДИХОТОМИЯ И МЕХАНИЗМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ

Помаза-Пономаренко А. Л.

Национальный университет гражданской защиты Украины

В статье проанализировано государственное управление системой безопасности Украины в контексте модернизации, а также дихотомическое деление такой системы. Доказано диалектическое единство трансформации ее элементов – социальной и экономической (энергетической) безопасности. Определены новационные методы государственного управления электроэнергетическим сектором.

Постановка проблемы. Экономическая безопасность имеет наибольшее влияние на существующий порядок вещей и национальную безопасность. Вопросы безопасности, а именно: социальной и экономической (энергетической), являются актуальными для Украины и одними из первостепенных в решении. Свидетельством этого выступает «пакет реформ», утвержденный Президентом Украины П. Порошенко в 2015 г. Согласно этому пакету в Украине к 2020 г. должны быть внедрены европейские стандарты жизни. Движение вперед может осуществляться в 4 направлениях («развитие», «безопасность», «гордость» и «ответственность»).

Как известно, дихотомия предусматривает последовательное деление чего-то целого на части. Понятие безопасности в научных работах трактуется по-разному. На наш взгляд, ее следует рассматривать с позиции системности и дихотомичности, т. е. деления на социальную и экономическую. Оба этих вида безопасности находятся в тесной взаимосвязи и допускают формирование своеобразной инфраструктуры в виде баланса государственного и рыночного регулирования, сферы правопорядка (противодействия политико-общественным угрозам, монополизму, коррупции и т. д.). Поэтому необходимо постоянно мониторить состояние развития этих сфер и включить их в систему обеспечения безопасности страны и ее регионов. Процесс



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



обеспечения такой безопасности предусматривает устойчивое сбалансированное развитие экономики, ее диверсификацию на структурно-инновационной основе, что позволяет проводить независимую экономическую политику регионов и достигать глобальных стратегических целей страны в целях динамичного и постоянного повышения качества жизни населения.

Диалектика – учение об общей связи явлений и их развитии, противоречиях бытия и мышления, переходе количественных изменений в качественные, перерывах в поступательности и т.д. В этой характеристике выделяют два главных принципа диалектики – общая связь и развитие. В связи с этим представляется возможным исследовать с помощью принципов диалектики влияние модернизации одной системы безопасности на другую, а именно: социальной и экономической (энергетической), а также роль и механизмы государства в этом процессе.

Основу механизмов государственного управления составляют методы влияния. В энергетике Украины методы государственного управления развивались одновременно со структурными изменениями и развитием рыночных отношений. Условно методы государственного управления можно разделить на командно-административные, правовые и регуляторные. Каждый из этих методов использовался на определенном этапе внедрения рыночных отношений в энергетике и создании оптового рынка, в частности электроэнергетики. Так, фактически все структурные изменения в отрасли, выделение субъектов в отдельные предприятия по видам деятельности (производство электроэнергии, ее передача магистральными сетями, распределение и снабжение) происходили при помощи использования административно-командных методов Министерством энергетики и угольной промышленности. В 1997 г. было создано государственное предприятие «Энергорынок», которое выступает единым оптовым покупателем и продавцом электроэнергии. С его появлением связано начало процесса постепенного перехода от административно-командных методов управления к правовым и регуляторным. Учитывая требования времени и общественности можем утверждать, что все большего значения приобретает новационные и «безопасные» методы влияния в исследуемой сфере, например, легитимации, крауд-маркетинга и т. д. В этой связи особенную актуальность имеет научное изучение вопросов применения таких методов.

Изложение основного материала. Правовые и регуляторные методы управления взаимосвязаны, так как базируются на разработке и внедрении правовых актов, которые обуславливают деятельность не только субъектов, работающих в ОПЭ, но и таких органов государственного управления. Как правило, в законодательстве не указывается название органов исполнительной власти (регуляторов и координаторов развития той или иной сферы жизнедеятельности) из-за различных организационных изменений и частую смену названия министерств и ведомств (например, ст. 8 и 27 Закона Украины «Об электроэнергетике»). Это приводит к коллизиям, так как не дает возможности четко определить орган государственного управления, на которого идет ссылка в законе и который может быть ответственен за реализацию функций государства.

Фактически формирование и реализация государственной политики в энергетическом комплексе Украины – функция одного центрального органа исполнительной власти (Минэнергоугля), деятельность которого направляется и координируется Кабинетом Министров Украины. Поэтому, на наш взгляд, при применении правовых методов для определения органов государственного управления необходимо четко указывать их название, количество и не распределять функции, принадлежащие одному существующему субъекту, который осуществляет государственное управление в электроэнергетическом комплексе (Минэнергоугля) между несколькими, которые не возможно идентифицировать. Это особенно важно для субъектов, работающих на оптовом рынке электроэнергии (ОПЭ), т. к. это обеспечивает прозрачность и эффективность власти.



IV НАМІСНІ НАУКОВІ ІНТЕРНАЦІОНАЛЬНІ НАУКОВІ КОНФЕРЕНЦІЇ IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



Уход от административно-командных методов управления, изменение форм собственности, структурная перестройка, и в связи с этим уменьшение влияния и рычагов управления со стороны Минэнергоугля, как центрального органа исполнительной власти, субъектов электроэнергетического комплекса, привело к созданию органа, который в первую очередь будет управлять действиями субъектов на оптовом рынке электрической энергии при купле-продаже ими электроэнергии, а также при передаче, распределении и поставке ее потребителям. Таким коллегиальным органом с 2014 г. является Национальная комиссия, осуществляющая государственное регулирование в сферах энергетики и коммунальных услуг (НКГРЭКУ).

Значительная нормативно-правовая база, которая разработана и утверждена НКГРЭКУ, сделала возможным развитие рыночных отношений на ОРЭ и переход к полно масштабному рынку двусторонних договоров, рынку на сутки вперед и балансирующему рынку, соответствующему третьему пакету Энергетического Сообщества через реализацию Закона «Об основах функционирования рынка электрической энергии Украины» [1]. Основную роль во внедрении данного Закона будут иметь регуляторные методы госуправления, которые должны обеспечить в условиях существующего экономического кризиса, решение проблемы долгов, отделение видов деятельности по передаче и поставке электрической энергии, отделения системного оператора от оператора передачи магистральными сетями т. п. Также необходимо обеспечить эффективную работу государственных компаний и других субъектов, которые будут, во-первых, работать на рынке электрической энергии, а во-вторых, будут участниками Фонда урегулирования стоимостного дисбаланса по безубыточности их работы. В условиях развитого рынка электрической энергии административно-командные методы управления можно применить фактически только по отношению к государственным компаниям (например, НЭК «Укрэнерго») в части выделения системного оператора и корпоратизации предприятия, которое будет осуществлять передачу электрической энергии магистральными и межгосударственными сетями.

Государственное управление акционированных и приватизированных компаний при переходе к новой модели рынка возможно только при внедрении регуляторных методов управления. Однако оно нуждается в обновлении нормативно-правовой базы регулирования субъектов, которые будут работать по новой модели рынка электрической энергии, а также устранения негативных факторов, в частности перекрестного субсидирования одних потребителей за счет других. Для решения этой проблемы в 2015 г. НКГРЭКУ было принято решение о постепенном доведении тарифов на потребление электрической энергии, отпускаемой населению, до экономически обоснованного уровня, что должно позволить при введении полномасштабного рынка электроэнергии отменить перекрестное субсидирование при ее купле-продаже.

Отдельно необходимо отметить, что сегодня НКГРЭКУ регулирует не только взаимоотношения, связанные с производством, передачей и поставкой электроэнергии, как это было определено при проведении структурной перестройки в 90-х годах в электроэнергетике, а также осуществляет государственное регулирование деятельности субъектов хозяйствования на смежных рынках, в сферах теплоснабжения, централизованного водоснабжения и водоотведения, на рынках газа (природного и газа иного происхождения), нефти и нефтепродуктов, а также по переработке и захоронению бытовых отходов. В соответствии с Положением о Национальной комиссии, осуществляющей государственное регулирование в сфере энергетики и коммунальных услуг, (утверждено Указом Президента Украины от 10.09.2014 г. № 715/2014) основными задачами деятельности НКГРЭКУ, кроме регулирования естественных монополий и деятельности на смежных рынках, является сбалансирование интересов субъектов хозяйствования, потребителей и государства. Последнее выдается возможным осуществлять с помощью легитимации, например, решений относительно тарифов за потребление различных видов энергии.

Легитимация является тем инструментом, который позволяет определить следующее:



насколько общество вовлечено в процессы формирования государственной политики и может контролировать ее реализацию, а также финансово обеспечено. С уверенностью можем утверждать, что для Украины характерен феномен легитимации (признания обществом) решений государства, однако он проявляется фрагментарно из-за неразвитости отечественного гражданского общества и иногда непрозрачности деятельности органов власти по разработке и утверждению тарифов за потребление энергии. Очевидным также является проявление феномена взаимосвязи системы экономической и социальной безопасности. Так, низкие доходы населения не позволяют оплачивать потребление энергии, что может способствовать общественно-политической дестабилизации в том или ином регионе и стране в целом.

Выводы. Таким образом, при разработке и реализации комплекса мероприятий, направленных на улучшение обеспечения системы безопасности необходимо учитывать состояние и динамику изменения существующей экономической, социальной, политической и демографической ситуации не только в стране, но и за ее пределами; доступность необходимых ресурсов (прежде всего, финансов и современных технологий) и др.

Соответственно, в энергетическом комплексе применения методов государственного управления должно быть направлено на следующее: 1) обеспечение развития и внедрение рыночных отношений; 2) повышение прозрачности и эффективности работы субъектов, работающих на рынке электрической энергии и смежных рынках национального хозяйства страны; 3) обеспечение экономического и социального развития и безопасности страны в целом и ее регионов в частности. Вместе с тем, отечественное законодательство требует доработки по направлению закрепления понятия «система безопасности», оно должно составлять основу осуществления государственной социально-экономической политики Украины. При этом важно, чтобы система безопасности определялась с помощью логики и эмпирических исследований.

Refereces:

1. Law of Ukraine № 663-VII "About principles of functioning of market of electric energy of Ukraine" [Zakon Ukrainy № 663-VII «Pro zasady fimktsionuvannia elektrychnoi energii Ukrainy»].

THE DIALECTICS, DICHOTOMY AND GOVERNANCE MECHANISMS OF THE TRANSFORMATION OF SECURITY SYSTEM IN UKRAINE

Pomaza-Ponomarenko A.

National University of Civil Defense of Ukraine

Summary

This article deals with the state administration of the Ukraine's system of security in context of modernization, as well as dichotomy of this system. The author concludes about the dialectical unity of transformation of its elements (social, economic and energy security). As well as the author pays most attention to the identification of new methods of state administration of electric energy sector.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Мамедова Х. Ф., Мамедов Ф. А.

Азербайджанский технологический университет

В работе рассматривается разработка комплекса теоретических и методических, а также практических рекомендаций по повышению конкурентоспособности и развитию промышленных предприятий швейной промышленности с учетом современных Азербайджанских условий.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



Проанализированы состояние швейной промышленности в условиях изменения внешней и внутренней среды предприятий, рассмотрены общие и специфические факторы и признаки возникновения кризисных ситуаций на предприятия швейной промышленности, рассмотрены условия достижения конкурентоспособности на предприятиях швейной промышленности на основе прогнозирования развития рынка товаров швейной промышленности, проанализированы меры государственной поддержки развития швейной промышленности Азербайджанской Республики и рассмотреть вопросы государственного регулирования предприятий швейной промышленности.

Конкурентные отношения являются неотъемлемой частью рыночной экономики. Конкуренция - это возможность удовлетворения совокупных требований рынка к продукции, при соперничестве нескольких организаций, действующих в одном и том же секторе рынка и имеющих пересекающиеся сферы интересов. Для современного рынка текстильной промышленности свойственно нарастание конкуренции, обострение ее форм и методов.

В этой связи под конкурентоспособностью можно понимать реальную и потенциальную возможность противостоять своим конкурентам, удерживать по возможности свою долю рынка. Конкурентоспособность должна предполагать наличие индивидуального набора конкурентных преимуществ, определяющих ее ключевые факторы успеха, обеспечивая ее стабильность и долгосрочную финансовую устойчивость.

Стабильность предприятия в рыночной среде вызывает необходимость разработки инновационной стратегии и последующую ее реализацию. Это позволяет предприятию успешно конкурировать на рынке с улучшенной или вновь созданной продукцией. Успешное функционирование предприятия определенное время на рынке позволяет ему заниматься поиском или разработкой новых продуктов или технологий, создавая определенную базу для адаптации инновации к данным производственным условиям, организации его производства и дальнейшего продвижения на рынок.

По нашему мнению, конкурентные преимущества являются предпосылкой успеха и могут возникнуть у предприятия в виде осязаемых (материальные активы) ресурсов и неосязаемых (нематериальные активы), которыми владеет предприятие и, которые помогают ему побеждать в конкурентной борьбе.

Конкурентные преимущества можно определить как высокую компетентность предприятия в какой-либо области, которая дает наилучшие возможности преодолевать силы конкуренции, привлекать потребителей и сохранять их приверженность товарам фирмы [1]. Средствами защиты конкурентных преимуществ могут быть:

- монополия (например, в сфере коммунальных услуг);
- патенты, лицензии и ноу-хау, приглашения на работу его носителей;
- доступ к источникам сырья.

В течение десятилетий и даже столетий экономисты обсуждают вопрос о том, что такое эффективная конкуренция. В экономической теории конкуренция довольно долго трактовалась как наиболее эффективное средство распределения ресурсов. Однако с усложнением рыночных структур современной экономики классическая модель конкуренции становится слишком абстрактной и далекой от многообразия реальных рынков. В результате появилась более практичная трактовка конкуренции - не как результата, а как процесса, в соответствии с которой конкуренция может быть эффективной, даже если некоторые черты «классической» модели отсутствуют. Так, согласно Уильяму Шепарду, «конкуренция представляет собой сложное явление, принимающее разнообразные формы. Конкуренции присущи разнообразные аспекты, но, конечно, ее главная функция очевидна. Эффективная конкуренция заставляет рыночную систему хорошо работать».

В трактовку эффективной конкуренции важный вклад внес Дж. Кларк .



В 1940 г. он использовал термин «работающая конкуренция» для объяснения олигопольного рынка, на котором общий результат взаимодействия фирм оказывается сходным с чисто конкурентным рынком. Разработка Дж. Мейсоном структурной концепции позволила использовать ее в качестве логически стройной методической основы для анализа конкуренции на конкретных отраслевых рынках. В соответствии с данной концепцией структура рынка обуславливает определенное поведение фирм - агентов рынка. В свою очередь поведение фирм в значительной степени определяет экономическую результативность отрасли. Позже, в 1958 г., Сосник С. выдвинул ряд более детальных критериев работающей конкуренции. Для оценки рынка им были предложены двадцать пять критериев структуры, поведения и результативности. Однако, хотя эти критерии сами по себе обоснованы и непротиворечивы, они не позволяют дать ответ на вопросы практического характера (в первую очередь каким образом измерять и взвешивать разные показатели), так что вряд ли могут быть использованы для исследования конкретных отраслей экономики.

Баумоль У., Панцар Дж. и Виллиг Р. подошли к исследованию проблемы с точки зрения соревновательного рынка. Согласно их оценке, эффективное конкурентное поведение участников рынка может быть обеспечено при условии свободы входа на рынок. Возможности появления новых конкурентов (в отрасли) зависят от так называемых барьеров входа в отрасль. Барьеры входа в отрасль — это препятствия, которые необходимо преодолеть для организации бизнеса и успешной конкуренции. В экономической литературе выделяются пять общепризнанных видов барьеров входа:

- 1) абсолютное преимущество в издержках (себестоимости продукции);
- 2) эффект масштаба, фокусирование (концентрация);
- 3) уровень капитальных затрат, необходимых для эффективного входа на рынок (стратегия первопроходца);
- 4) дифференциация товара — значительные расходы на рекламу и упаковку;
- 5) стратегическое поведение фирм, действующих на рынке, с целью предотвращения входа потенциальных конкурентов.

Салоп С. определил стратегические барьеры как «намеренно созданные для сокращения вероятности входа». В отличие от стратегических барьеров Он охарактеризовал первые четыре структурных барьера как «невинные», поскольку они ненамеренно создаются как побочный эффект стремления фирм к максимизации прибыли.

В качестве важных критериев эффективной конкуренции многими авторами отмечается разнообразие потребительского выбора и стабильность цен в долгосрочной периоде.

Главным критерием остаются барьеры входа как наиболее важный фактор, определяющий уровень конкуренции в отрасли.

Рассмотрим особенности конкуренции в переходной экономике. Возникает вопрос, можно ли применить стандартный анализ рынка к переходной экономике, где рыночные отношения еще недостаточно развиты, отсутствуют многие необходимые элементы инфраструктуры рынка и сохранились некоторые отношения, свойственные командной экономике. На наш взгляд, несмотря на существенные отличия в структуре и функционировании рынка и поведении фирм, общие подходы к анализу и определению эффективно конкурентного рынка применимы и к переходной экономике. При этом, однако, понятие барьеров входа как важнейшего критерия эффективного рынка требует более широкого толкования. Специфические формы поведения российских фирм также требуют особой классификации и анализа.

Определенные шаги в направлении развития методологии изучения рынка в в Азербайджане были предприняты Государственным антимонопольным комитетом Республики, который выработал ряд рекомендаций по оценке структур рынка и определению его границ. Исследование



барьеров входа и потерь от монопольного влияния в ряде отраслей экономики в Азербайджане были сделаны Самедзаде З.А.. [2]. Вертикальные ограничения и проблемы асимметричной информации на рынках в Азербайджане анализировались Алыевом И.Г.. [1]. Целый ряд исследований, в основном по результатам социологических опросов, посвящен анализу поведения фирм и адаптации их к рыночным условиям. Однако эти исследования носят разрозненный характер. Работа по исследованию российских рынков требует продолжения.

На наш взгляд, можно выделить несколько видов конкурентного поведения фирм в переходной экономике.

1. Традиционные формы конкуренции, присущие развитой рыночной экономике:

— ценовая конкуренция;

— неценовая конкуренция (дифференциация товара, реклама, упаковка; активные методы стимулирования сбыта; послепродажный сервис).

2. Специфические формы поиска ренты, унаследованные от командной экономики:

— ожидание поддержки государства, федеральных и местных властей;

— борьба за получение, с помощью льгот, благоприятных экономических условий (дешевых кредитов, лицензий и т.д.);

— невыполнение обязательств перед государством (неуплата налогов, обязательных платежей) в надежде на их списание.

3. Особые формы конкуренции, связанные с неразвитостью рыночных институтов и кризисной экономической средой переходного периода:

— задолженности по зарплате и другие неплатежи;

— бартерные и прочие виды не денежных расчетов;

— производство незарегистрированной продукции (теневой сектор);

— уход от налогообложения;

— лоббирование;

— использование незарегистрированной рабочей силы.

Два последних вида нередко выступают также формами стратегического поведения, направленного на получение конкурентных преимуществ и осложняющих доступ на рынок других фирм, т.е. стратегическими барьерами входа. Наличие таких специфических барьеров входа является важной чертой российского рынка.

Наряду с особыми барьерами входа, обусловленными стратегическим поведением фирм, в азербайджанской экономике появились особые виды барьеров, не всегда четко оформленных, но оказывающие, тем не менее, существенное влияние на развитие рынка:

1. Административные запреты на вывоз или ввоз товаров в регион. Хотя официально такие барьеры запрещены, существует бесчисленное множество примеров нарушения закона,

2. Личные связи между частным бизнесом и местными властями,

коррупционность властных структур, приводящие к установлению

благоприятных условий для отдельных предприятий, что создает существенные барьеры входа на рынок для фирм, не обладающих подобными возможностями.

3. Так называемые технические барьеры, навязываемые властными структурами, в частности излишне строгие санитарно-гигиенические нормы, бюрократическая процедура лицензирования, усложненный механизм регистрации фирм и т.д. Они также могут трактоваться как барьеры входа, унаследованные от командной экономики. Хотя подобные ограничения распространены и в рыночной экономике, они принимают гораздо более жесткие и нерациональные формы в переходной экономике, так что в результате вся бюрократическая система препятствует нормальному осуществлению бизнеса, например функционированию,



мелких предприятий. Эта проблема имеет большое значение для продовольственного рынка Азербайджане. Рассмотренные барьеры создаются органами власти различных уровней и могут быть, обусловлены стремлением решить социально-экономические проблемы собственного региона за счет нарушения конкурентных норм.

4. Барьеры криминального характера (рэклет, поборы и т.д.) представляют серьезную угрозу не только добросовестной конкуренции, но и экономическому развитию в целом.

Наконец, специфической чертой переходной азербайджанской экономики, которую также можно рассматривать как барьер для входа новых фирм, является отсутствие развитых институтов инфраструктуры рынка, создающих в развитых странах необходимую среду для эффективной конкуренции. К ним относится информационная система, системы стандартизации и оценки качества продукции, кредитно-финансовые институты, товарные биржи, В стадии формирования находится нормативно-правовая основа предпринимательства, а существующие правовые нормы зачастую не являются законом для субъектов азербайджанского рынка. Отсутствие или слабое развитие этих институтов в азербайджанской экономике замедляет осуществление деловых операций, что ведет к росту издержек и существенно снижает эффективность конкурентных усилий участников рынка.

В Азербайджане фирмы с развитым рыночным менталитетом вынуждены практиковать' формы поведения, отличные от цивилизованных конкурентных норм.

Наличие специфических барьеров входа на рынок в совокупности с малоразвитой инфраструктурой рынка объясняет низкую эффективность функционирования российских товарных рынков даже в отраслях с низко концентрированной структурой.

Следовательно, можно считать верным утверждение о том, что становление мониторинга и регулярные публикации рейтинговых оценок в СМИ и специальных изданиях облегчат не только изменение формы собственности предприятия, но и улучшат инфраструктуру рынка за счет качественного улучшения информационной составляющей.

Литература

1. Самедзаде З.А. Мировая экономика. Б. Гянджлик. 2011, 317с.
2. Алыев И.Г. Исторические этапы сельского хозяйства Азербайджана и перспективы его развитие. Баку: Ишыг, 2004. 384с.

THE COMPETITIVENESS OF CLOTHING INDUSTRY ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Kh. F. Mamedova, F.A. Mamedov
Azerbaijan Technological University

Summary

The paper dwells on the development of the set of theoretical, methodological and practical recommendations on increasing the competitiveness and development of industrial enterprises of clothing industry with account for Azerbaijani present-day conditions.

There have been analyzed the status of clothing industry in the conditions of changes in the internal and external environment of the enterprises, and the general and specific factors and signs of crisis situations at clothing industry enterprises, as well as there have been studied government support measures for the development of clothing industry of the Republic of Azerbaijan, and considered the issues of state regulation of clothing industry enterprises.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საქართველოს ელექტროენერგეტიკული ბაზრის მოდელის ცვლილების აუცილებლობა

სულაკაძე ლ.

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ენერგო სექტორი ქვეყნის ეკონომიკის პრიორიტეტულ მიმართულებას წარმოადგენს. საქართველოს მიერ ევროპასთან ასოცირების ხელშეკრულებით გათვალისწინებული ვალდებულებების აღება მოიცავს სხვადასხვა სფეროში, მ.შ. ენერგეტიკის სექტორში მნიშვნელოვანი ცვლილებების გატარებას და მათ ევროპულ საკანონმდებლო ბაზასთან ჰარმონიზაციას. ამიტომაც ელექტროენერგეტიკული სექტორი მრავალი გამოწვევის წინაშე დგას და ვინაიდან დღეს არსებულმა ბაზრის მოდელმა თავი ამოწურა, ცვლილებების აუცილებლობა გარდაუვალი ვახდა.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ ბაზარზე ჯანსაღი კონკურენტული გარემოს და არაკონცენტრირებული ბაზრის ჩამოსაყალიბებლად, აუცილებელია ერთად გაიზარდოს ელექტროენერჯის მწარმოებელი ენერგოკომპანიების რაოდენობა და წარმოების მოცულობა იმ დონემდე, რომ ბაზარზე რომელიმე კომპანიის დომინირება სრულად გამოირიცხოს. ელექტროენერჯის ბაზრის კონკურენტულ მოდელზე გადასვლისათვის მზადყოფნის ახალიზმა აჩვენა, რომ საქართველოში მაღალკონცენტრირებული ბაზარია, მასში დომინირებულია ელექტროენერჯის ძირითადი მწარმოებელი. ბაზრის მოდელის შეცვლისთვის არსებული პრობლემების დასარეგულირებლად შემოთავაზებულია ელექტროენერჯის ბაზრის კონკურენტულ მოდელზე გადასვლის ნორმები, კერძოდ:

- კანონის ფარგლებში გაიწიროს დარგის რესტრუქტურის ხაზის ვადები და პირობები;
- დადგინდეს ისეთი ნორმატივები, რომლებიც გააძვირებენ ბაზარზე შეღწევას და ალტერნატიული ელექტროენერჯის მიწოდებლების დამკვიდრებას;
- სასურველია შეიქმნას დამოუკიდებელი ოპერატორი და დაინერგოს კონკურენცია საცალო ბაზარზე.

წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს იმ განსახორციელებელი ცვლილებების დასაბუთების, ბაზრის მოდელის ცვლილების აუცილებლობის და კონკურენტულ ბაზრად გარდაქმნის ეტაპების ჩამოყალიბების ერთობლიობას, რომელიც აუცილებელია ნაკისრი ვალდებულებების შესასრულებლად.

დღეს საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სექტორი მრავალი გამოწვევისა და საინტერესო მოვლენის წინაშე დგას. ქვეყანაში არსებულმა ელექტროენერგეტიკულმა ბაზრის მოდელმა (განვითარების ხანგძლივი პერიოდი), რომელიც 2006 წელს იყო შემუშავებული თავი ამოწურა. სწორედ ამიტომ მიმდინარეობს აქტიური მუშაობა ბაზრის მოდელის სრულყოფისაკენ.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკული ბაზრის კვლევისას ნათლად იკვეთება ის პრობლემები და საკითხები, რაც ხელს უშლის ბაზრის განვითარებას. მაგალითად, მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად, განაწილების ლიცენზიატი ყიდის ელექტროენერჯის საცალო მომხმარებლებზე. ამასთან, ის ფლობს მნიშვნელოვან აქტივებს ელექტროენერჯის გენერაციაში, რაც ეწინააღმდეგება ევროპული კანონმდებლობის მოთხოვნებს, კერძოდ, განაწილების სისტემის ოპერატორის საქმიანობა გამიჯნული უნდა იყოს მიწოდებისა და წარმოების საქმიანობისგან. აუცილებელია მოხდეს კომპანიების სამართლებრივი და ქონებრივი გამიჯვნა.

საქართველოში დღეს არსებული ელექტროენერგეტიკულ ბაზრის მოდელს ახასიათებს რიგი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

დადებით მხარეებს შესაძლოა მივაკუთვნოთ: სახელშეკრულებო შეთანხმებების შესრულების უზრუნველყოფა, ენერგო საწარმოების პრივატიზაცია კერძო ინვესტიციების მოსაზიდად, ახალი ინვესტიციების მოზიდვის წინაპირობის შექმნა, მისაღები უკუგების ნორმა, ხოლო ნეგატიურ მხარეებად შესაძლოა ჩაითვალოს:

- ბაზრის გახსნის არასაკმარისი მოტივაცია;
- მიწოდების საქმიანობაში მონოპოლიური სიტუაცია;



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- საცალო მომხმარებლის უფლება, შეიძინოს ელექტრული ენერჯია პირდაპირი ხელშეკრულებით მცირე ელექტროსადგურებიდან არ იქნა რეალიზებული (დაფიქსირდა მხოლოდ რამოდენიმე შემთხვევა);
- ამ პროცესს აფერხებს ასევე მიწოდების საქმიანობის და განაწილების საქმიანობის გაუმიჯნაობა;
- განაწილების ლიცენზიატი ბოროტად იყენებს საცალო ბაზარზე თავის მონოპოლიურ მდგომარეობას (ერთი მხრივ, ბუნებრივ მონოპოლიას განაწილებაში და მეორე მხრივ, ხელოვნური მონოპოლია მიწოდებაში);
- მნიშვნელოვანი პრობლემაა საქმიანობის დაყოფის არასაკმარისი სიღრმე, კერძოდ განაწილების საქმიანობისა და ელექტროენერჯიის წარმოების საქმიანობის მხოლოდ ანგარიშგებით დაყოფა, წარმოშობს ინტერესთა კონფლიქტს, ერთი მხრივ, ქსელური მომსახურების საქმიანობასა და აღნიშნული ქსელით საკუთარი პროდუქციის რეალიზაციის და ამ ქსელში მესამე პირების დაშვების კუთხით;
- საბითუმო ბაზარზე არასაკმარისად კონკურენტული გარემო და ელექტროენერჯიით ვაჭრობის თანამედროვე მექანიზმების და შესაბამისი სტრუქტურების არარსებობა;
- დამხმარე მომსახურების და ელექტროენერჯიის მიწოდების ხარისხის მაჩვენებლების რეგულირების არასაკმარისი საკანონმდებლო საფუძვლები.

თანამედროვე მსოფლიოში ელექტროენერჯია აუცილებელი კომპონენტია, როგორც საწარმოების, ისე მოსახლეობის არსებობისთვის. მოსახლეობა მტკივნეულად აღიქვამს ტარიფის ყოველგვარ ცვლილებას. სწორედ ამიტომ უნდა შემუშავდეს დარგში არსებული მდგომარეობის შესაბამისი მიდგომები და მეთოდები, რათა გათვალისწინებული იქნეს მწარმოებლისა და მომხმარებლის ინტერესები. იმ ევროპულმა ქვეყნებმა, რომლებმაც ევროკომისიის მესამე დირექტივით გათვალისწინებული მოთხოვნები შეასრულეს, აღნიშნავენ რომ საწყის ეტაპზე კომპანიებს საოპერაციო დანახარჯები გაეზარდათ. მაგრამ გრძელვადიან პერიოდში შეიქმნება კონკურენტული გარემო, რომლის საშუალებითაც კომპანიები შეეცდებიან შეამცირონ ხარჯები და უფრო მეტად ეფექტიანები გახდნენ.

მიზანშეწონილად მიმაჩნია ბაზრის ახალი მოდელის შექმნისთვის გათვალისწინებული იქნეს შემდეგი ძირითადი კრიტერიუმები:

- მოსახლეობის ინტერესებიდან გამომდინარე, უზრუნველყოფილი იქნეს საყოფაცხოვრებო მომხმარებლებისათვის ხელმისაწვდომი რეგულირებადი ტარიფები;
- უზრუნველყოფილი იქნეს სამომხმარებლო ბაზრის პერმანენტული გახსნა და გენერაცია-მიწოდების სეგმენტში კონკურენციის განვითარება;
- რაციონალურად და ეფექტიანად იქნას გამოყენებული ქვეყნის ენერგორესურსები;
- საკანონმდებლო ბაზა და ელექტროენერჯიით ვაჭრობის მექანიზმები ჰარმონიზებულ იქნას ევროპარლამენტის და ევროკომისიის მესამე ენერგეტიკულ პაკეტთან და მეზობელი ქვეყნების კანონმდებლობასთან, რამაც ხელი უნდა შეუწყოს საქართველოში სუფთა ენერჯიის რეგიონალური პლატფორმის ჩამოყალიბებას და ევროპის ერთიან ენერგეტიკულ ბაზარში ინტეგრაციას.

ნაშრომში აღწერილი სირთულეების გადასაღახად და ენერგეტიკის სექტორში ასოცირების ხელშეკრულების წარმატებით განსახორციელებლად, საქართველოს „ევროპის ენერგეტიკულ გაერთიანებაში“ გაწევრიანება ევროკავშირისა და საქართველოს საერთო ინტერესის სფეროს უნდა წარმოადგენდეს. დამატებითი ინვესტიციების განხორციელების გარეშე დარგის განვითარება და „ევროპის ენერგეტიკულ გაერთიანებაში“ გაწევრიანება თითქმის წარმოუდგენელია. მთავრობამ უნდა შეიმუშაოს გაერთიანებაში გაწევრიანების თანმიმდევრული გეგმა, რათა მოხდეს წევრობის შედეგად გამოწვეული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სოციალური სირთულეების მინიმუმამდე დაყვანა.

იმისთვის, რომ საქართველომ მიაღწიოს ენერგო უსაფრთხოებას, აუცილებელია მოხდეს გენერაციისა და მიწოდების, გადაცემისა და დისტრიბუციის პროცესში ჩართული კომპანიების გამიჯვნა.

ლიტერატურა:

1. საქართველოს ენერგეტიკის მინისტრის 2006 წლის 30 აგვისტოს №77 ბრძანებით დამტკიცებული „ელექტროენერჯის (სიმძლავრის) ბაზრის წესები“;
2. საქართველოს პარლამენტის №3259 დადგენილება „საქართველოს ენერგეტიკულ სექტორში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებების“ თაობაზე, 9.06.2006;
3. საქართველოს პარლამენტის №3758 დადგენილება „საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფოპოლიტიკის ძირითადი მიმართულებების“ თაობაზე, 24.06.2015;
4. Directive 2009/72/EC concerning common rules for internal market in electricity;
5. გაჩეჩილაძე ზ., მალრაძე ნ., მალრაძე თ., კონკურენტული ელექტროენერგეტიკული ბაზრის ჩამოყალიბება საქართველოში, თბ., 2014;
6. პირველი ი., სუმბაძე ნ., მუხიბიშვილი გ., ქვლბაქიანი გ., გალდავა ი., ელექტროენერგეტიკული პოლიტიკის მოდელირება და ანალიზი, თბ., 2013;
7. ჩომახიძე დ., შესავალი ენერგომენეჯმენტში, თბ., 2011;
8. Glachant J.M. Leveque F. Elgar E. Electricity reforms in Europe, Towards a single market, Cheltenham, UK Northampton, MA, USA, 2010;
9. Shively B. Ferrare J. Understanding Today's Electricity business. Enerdynamics 2012;
10. შპს „დელოიტ კონსალტინგის“ პუბლიკაცია, საქართველოს ელექტროენერგეტიკული ბაზრის მოდელი და ელექტროენერგით ვაჭრობის მექანიზმი – 2015, თბ., 2012;
11. საქართველოს რეფორმების ასოციაცია, საქართველოს ევროპის ენერგეტიკულ გაერთიანებაში გაწევრიანების შედეგების ანალიზი, თბ., 04.2015;
12. www.energy.gov.ge
13. www.gnerc.org

GEORGIAN ELECTRICITY MARKET MODEL CHANGES NECESSITY

Sulakadze L.

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Summary

The energy sector is the most priority in the economic field. The associated agreement's (between Georgia and Europe) obligations contain to do important changes in different spheres, between them energy sector and must be harmonized with European legal bases. Therefore, nowadays electricity sector has many challenges, based on market model is not in good condition and changes are imminent.

For formation competitive and non-concentrated electricity market in Georgia, we must increase together number of the supplier companies and production capacity, that none of the companies will not be dominant on the market. The process of analysis (to modify the electricity market model in competitive market model) showed us that the market is high concentrated and the main manufacturer is dominant in Georgia. To solve the problems of modifying the market model in competitive market, I offer some norms, for example:

- To write deadlines and conditions of energy sector's restructuration in the law;
- Must be developed the norms to be easier entering on the market and appearing an alternative electricity suppliers;
- Desirable to develop an independent operator and implement competition on the retail market.

This thesis tries to convince us necessity of the changes, the market model changing and the steps of the competitive market implementation, which is necessary to perform our obligations.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სექტორში განხორციელებული
 ინვესტიციების საჭიროება**

სულაკაძე ლ.

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების უზრუნველყოფანს ფაქტორს და მამოძრავებელ საშუალებას წარმოადგენს ინვესტიციების მოზიდვა. სახელმწიფოს საიმედო და მდგრადი ენერგოუსრუნველყოფა თანამედროვეობის ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალური პრობლემაა.

სახელმწიფოს ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულება არის საქართველოში არსებული უხვი ჰიდრორესურსების ათვისება. ენერგეტიკულ სექტორში გატარებული გრძელვადიანი პოლიტიკის ერთ-ერთ მიზანს, ახალი ელექტროსადგურების მშენებლობისთვის ინვესტიციების მოზიდვა წარმოადგენს. სრულყოფილი სატარიფო მეთოდოლოგიის შემუშავება, მიწოდების საიმედოობის უზრუნველყოფა და ამ გზით ენერგეტიკის სექტორში მდგრადი საინვესტიციო გარემოს ჩამოყალიბების ხელშეწყობა, ინვესტიციების მოზიდვისა და სექტორის განვითარების წინაპირობაა.

თემაში განხილულია სექტორში განხორციელებული პრივატიზებისა და ინვესტიციების საჭიროება, რაც გამოწვეული იყო დანაკარგების მოცულობით და ელექტროენერჯის გაზრდილი მოხმარებით, მასთან დაკავშირებული გამოწვევები და რისკები, ასევე საინვესტიციო შესაძლებლობები. ჩატარებული ანალიზი დაგეხმარება ელექტროენერგეტიკული სექტორის მიმზიდველი და საიმედო საინვესტიციო გარემოს ჩამოყალიბებაში.

დღეს აშკარაა საქართველოს ეკონომიკაში უცხოური ინვესტიციების გამოყენების აქტუალურობა. ეროვნული წარმოების კონკურენტუნარიანობის ამადლების, მსოფლიო ბაზარზე ნდობის მოპოვების, საერთაშორისო საფინანსო გაცვლაში მონაწილეობის ინტერესები, უცხოური ინვესტიციების მოზიდვისათვის პირობების შექმნის აუცილებლობას განაპირობებს.

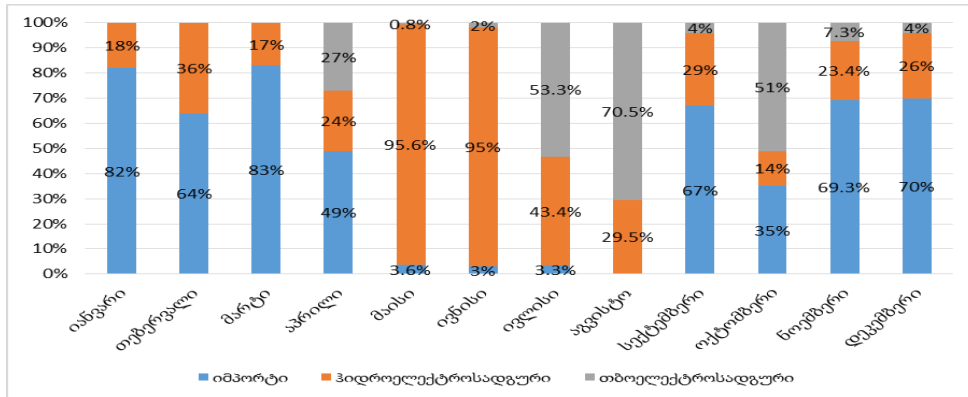
„ელექტროენერგეტიკისა და ბუნებრივი გაზის შესახებ“ საქართველოს კანონის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიზანს წარმოადგენს ადგილობრივი და უცხოური ინვესტიციების მოზიდვის ხელშეწყობა ელექტროენერგეტიკის დარგის რეაბილიტაციისა და განვითარების მიზნით. სწორედ დარგის განვითარებისთვის 1993-1994 წლებში განხორციელდა ე.წ. მცირე პრივატიზაცია, რომელსაც 1998 წლიდან მოჰყვა ფართომასშტაბიანი პრივატიზაციის პროცესი: სს „თელასი“, თბილსრესის მე-9 და მე-10 ენერგობლოკები, „ხრამი-1“ და „ხრამი-2“, შპს „ვარციხე-2005“, სს „საქართველოს გაერთიანებული სადისტრიბუციო ენერგოკომპანია“ და შპს „აჭარის ენერგოკომპანიის“ აქტივები, გენერაციის 6 ობიექტი (სს „ენერგო-პრო ჯორჯია“), „ჟინვალქესი“ წყალმომარაგების კომპანიებთან ერთად, სს „კახეთის ენერგოდისტრიბუცია“.

საქართველოში პრივატიზაციის ძირითად მიზანს შეადგენს სისტემის აღდგენა, მისი შემდგომი სრულყოფა და საიმედო და ეკოლოგიურად სუფთა ენერგომომარაგება უმცირესი დანახარჯებით. პრივატიზებით შესაძლებელია სექტორის მუშაობის მაჩვენებლების გაუმჯობესება.

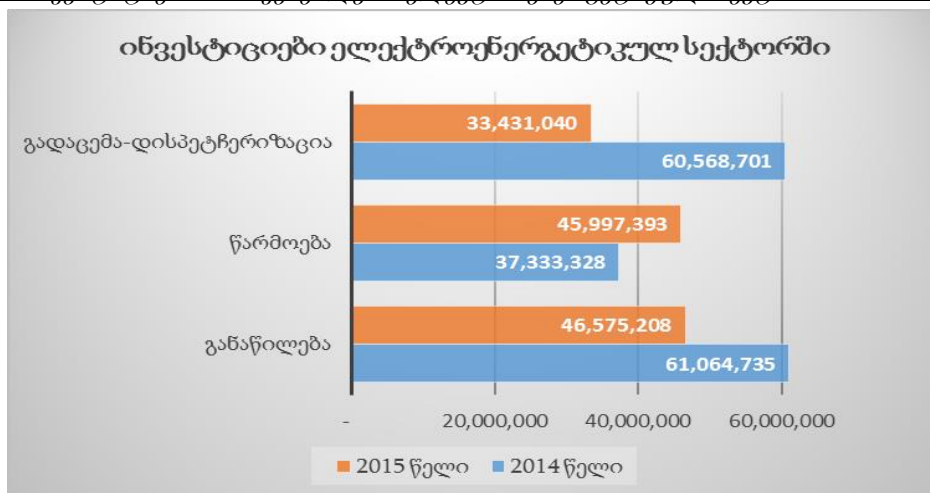
ქვეყანამ ენერგეტიკაში პრივატიზაციის მხარდამჭერი პოლიტიკა გაატარა, კერძოდ: ხელი შეუწყო ქვეყანაში ინვესტიციების შემოდინებას; კომერციული ოპერაციების სრულყოფას, გადასახადების ამოღების გაუმჯობესებას; მმართველობითი ტექნოლოგიების დანერგვას.

სექტორში პრივატიზაციის განხორციელების საჭიროება განაპირობა ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდამ, რომელსაც ადგილობრივი წარმოება ვერ აკმაყოფილებდა (ბაზარი ვერ ახდენს ქვეყნის შიგნით არსებული მოთხოვნის სრულ დაფარვას, შესაბამისად საჭირო ხდება იმპორტის განხორციელება. ზაფხულის თვეებში უხვი ჰიდრორესურსების გამო წარმოების გაზრდის შესაბამისად, ხდება ელექტროენერჯის ექსპორტი მეზობელ ქვეყნებში) და დანაკარგების არსებულმა მოცულობამ.

დიაგრამა №1. ბაზრის ოპერატორის მიერ შესყიდული
საბალანსო ელექტროენერჯიის სტრუქტურა



დიაგრამა №2. ინვესტიციების მხვენებლები ელექტროენერგეტიკულ სექტორში 2014-2015 წლებში





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**ბანახლებადი ენერგეტიკის სფეროში ევროკავშირის ღირებულებების
 საქართველოს კანონმდებლობის ჰარმონიზაციის ასპექტები**

ზიგზივაძე ა.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

განახლებადი ენერგეტიკის უპირატესი განვითარება მთელ მსოფლიოში უდავო ჭეშმარიტებად აღიარებულია. საქართველო განახლებადი ენერჯის წყაროებით მდიდარი ქვეყანაა. არსებობს პიდროენერგორესურსების, ქარისა და მზის ენერჯის დიდი პოტენციალი. მათი ათვისება და რაციონალურად გამოყენება სავრძნობლად გააუმჯობესებს ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ ბალანსს.

განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენების სტრატეგიული მიზნებია:

- მეორადი თბოენერჯის გამოყენების შემცირება;
- თბოენერგოკომპლექსის ეკოლოგიური უსაფრთხოება;
- დეცენტრალიზებული მოხმარების შემცირება;
- შემოტანილი სათბობის ხარჯების შემცირება.

განახლებადი ენერგეტიკის განვითარების აუცილებლობა მისი შემდეგი როლით განისაზღვრება:

- დეცენტრალიზირებული ენერგომომარაგების ზონებში მოსახლეობისა და მრეწველობის მდგრადი თბო და ელექტრომომარაგება, განსაკუთრებით, მაღალმთიან რაიონებში;
- ცენტრალიზებული ენერგომომარაგების ზონებში იმ მოსახლეობისა და მრეწველობის ენერგომომარაგების მინიმალური დონის უზრუნველყოფა, რომლებიც ენერჯის მწვავე დეფიციტს განიცდიან.
- ავარიული სიტუაციებისა და შეზღუდვებისაგან მოსალოდნელი ზარალის შემცირება;
- მძიმე ეკოლოგიური გარემოს მქონე ქალაქებში, დასახლებულ პუნქტებსა და მასობრივი დასვენების ადგილებში ენერგეტიკული დანადგარების მანვე გამონაფრქვევების შემცირება.

ამ რესურსების ამოუწურაობა და ეკოლოგიური სისუფთავე მათი ინტენსიური გამოყენების აუცილებლობას განსაზღვრავს. განახლებადი ენერჯის წყაროებისადმი ინტერესი გაცილებით გაიზარდა ტრადიციული საწვავის გაძვირებისა და განახლებადი ენერჯის მოწყობილობების გაიაფების ფონზე.

საქართველოს პარლამენტმა 2015 წლის 24 ივნისს დაამტკიცა „საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებები“. იგი მოიცავს ქვეყნის ენერგეტიკის პრიორიტეტებს და დარგის განვითარების სტრატეგიულ მიმართულებებს. მასში მითითებულია, რომ დოკუმენტი დარგის მარეგულირებელი სამართლებრივი ბაზის დახვეწის საფუძველი გახდება.

განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისების ნაწილში ნათქვამია, რომ კლიმატის ცვლილების პრობლემის გადაჭრისა და ქვეყნის სუფთა ენერჯით უზრუნველყოფისათვის მნიშვნელოვანია განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისება. საქართველო მდიდარია პიდრორესურსებით. მას აქვს ქარის, მზის, ბიომასისა და გეოთერმული წყლების ენერჯის პოტენციალიც, რაც საშუალებას იძლევა, შეიქმნას დამატებითი სიმძლავრეები ადგილობრივი და უცხოური ინვესტიციების განხორციელებით. ამისათვის აუცილებელია საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესება სტაბილური, გამჭვირვალე და არადისკრიმინაციული სამართლებრივი ბაზის შექმნით, მეზობელი ქვეყნების ენერგეტიკულ ბაზრებთან მჭიდრო და სტაბილური სავაჭრო ურთიერთობების გაღრმავება.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ბით, სათანადო სასისტემო და სისტემათშორისი ინფრასტრუქტურის განვითარებით, შესაბამისი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების განხორციელებით. ეს უზრუნველყოფს იმპორტირებულ ენერგომომცველებზე დამოკიდებულების შემცირებას და ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაუმჯობესებას.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველო მდიდარია განახლებადი ენერგორესურსებით, გარდა ჰიდროენერგორესურსებისა, მათი ათვისება ახლა თითქმის არ ხდება. ამაში, ჩვენი აზრით, დიდი როლი ეკუთვნის იმ ფაქტს, რომ ამ სფეროში არ არსებობს სათანადო კანონმდებლობა.

ცნობილია, რომ ჩვენი ქვეყანა მიერთებულია ევროპასთან ასოცირების ხელშეკრულებით, რომელიც უკვე ამოქმედდა 2014 წლის 27 ივნისს საქართველოსა და ევროკავშირს შორის ხელმოწერილი ასოცირების შესახებ შეთანხმებით, საქართველო კისრულობს ვალდებულებას, რომ ელექტროენერგეტიკულ სექტორში არსებულ კანონმდებლობას შესაბამისობაში მოიყვანს ევროკავშირისა და ენერგეტიკული თანამეგობრობის რეგულაციებისა და დირექტივების მოთხოვნებთან. აქედან გამომდინარე, ცხადია, ევროკავშირთან პოლიტიკური და ეკონომიკური ურთიერთობების გაღმავებისთვის მნიშვნელოვანია საქართველოს კანონმდებლობის ევროკავშირის კანონმდებლობასთან ეტაპობრივი დაახლოება. ეს ხელს შეუწობს კონკურენტული, გამჭვირვალე და ეფექტიანი საინვესტიციო გარემოს შექმნას, საქართველოს და ევროკავშირის წევრ ქვეყნებს შორის ენერგეტიკული რესურსებით ვაჭრობის განვითარებას, ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად გამართლებული გზით განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისებას და ენერგოეფექტიანობაზე ორიენტირებული ღონისძიებების განხორციელებას.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სექტორში ამჟამად მოქმედი მთავარი საკანონმდებლო აქტია „ელექტროენერგეტიკისა და ბუნებრივი გაზის შესახებ“ საქართველოს კანონი. კანონის მიზანია ხელი შეუწყოს ჰიდროენერგეტიკული, სხვა განახლებადი ალტერნატიული და ბუნებრივი გაზის ადგილობრივი რესურსების უპირატეს გამოყენებას, აგრეთვე დარგში ეფექტიანობის გაზრდას. მეორე მხრივ, კანონის ამოცანაა წარმოების ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით უზრუნველყოს ენერგეტიკული რესურსების მოპოვების გაფართოება, განახლებადი (ალტერნატიული) ენერჯის წყაროების უპირატესი ათვისება, ენერგოეფექტიანი ღონისძიებების ხელშეწყობა.

სამწუხაროდ, ჯერ-ჯერობით განახლებადი ენერგეტიკის სფეროში, აგრეთვე ენერგოეფექტიანობის მიმართულებით საქართველოს საკანონმდებლო ბაზა ძალზე სუსტი და არაეფექტურია. არ არსებობს კანონი არც განახლებადი ენერგეტიკის შესახებ და არც ენერგოეფექტიანობის შესახებ. შესაბამისად, ვერ ხდება ამ აქტუალური პრობლემების გადაწყვეტა და, რაც მთავარია, საფრთხე ექმნება ევროკავშირთან საქართველოს ასოცირების ხელშეკრულებით ნაკისრი ვალდებულებების შესრულებას.

მაშასადამე, საქართველოში ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი რეფორმებია გასატარებელი. ასევე გასათვალისწინებელია, რომ საზოგადოებაში ჯერ კიდევ დაბალია ცნობიერების დონე როგორც განახლებადი, ისე ენერგოეფექტიანობის კუთხით, არ არსებობს როგორც განახლებადი ენერჯის, ისე ენერგოეფექტიანობის ხელისშემწყობი ერთიანი ხედვა და სტრატეგია, როგორცაა ენერგოეფექტიანობის ეროვნული სამოქმედო გეგმა და განახლებადი ენერჯის ეროვნული სამოქმედო გეგმა. მეორე მხრივ, საჭირო და აუცილებელია, რომ მოხდეს ქვეყნის განახლებადი ენერჯის რესურსების როგორც ტექნიკური, ისე ეკონომიკური პოტენციალის შეფასება და შესწავლა, რათა უფრო ეფექტიანად და მდგრადი განვითარების პრინციპების საფუძველზე მოხდეს მათი ათვისება. ასევე მნიშვნელოვანია როგორც ზოგადად ენერგოსტაბილურობის, ისე განახლებადი ენერჯისა და ენერგოეფექტიანობის შესახებ დეტალური სტატისტიკის წარმოება, რაც ასო-



IV სამართაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ცირების შეთანხმების ერთ-ერთი მოთხოვნაცაა.

ამ მიმართულებით ევროკავშირს გასულ წლებში მიღებული აქვს შესაბამისი დირექტივები, კერძოდ, განახლებადი ენერჯისა და ენერგოეფექტიანობის სფეროში საყურადღებოა ევროკავშირის შემდეგი დირექტივები:

- 2009 წლის 23 აპრილს ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს 2009/28/ ჩ დირექტივა განახლებადი ენერჯის წყაროებიდან ენერჯის გამოყენების ხელშეწყობის შესახებ;
- 2006 წლის 5 აპრილის 2006/32/ ჩ დირექტივა ენერჯის საბოლოო მოხმარების ეფექტიანობისა და ენერგომომსახურების შესახებ;
- 2012 წლის 25 ოქტომბერს ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს 2012/27/ დირექტივა ენერგოეფექტიანობის შესახებ.

აღნიშნული დირექტივები სხვა ენერგეტიკულ დირექტივებთან ერთად საქართველოს მიერ უნდა შესრულდეს ენერგეტიკული თანამეგობრობის ხელშეკრულების ფარგლებში შეთანხმებულ ვადებში. იმ შემთხვევაში, თუ საქართველოს მიერთება ენერგეტიკული თანამეგობრობის ხელშეკრულებასთან არ მოხდება ასოცირების შეთანხმების ძალაში შესვლიდან ორი წლის განმავლობაში, 2016 წლამდე, ასოცირების საბჭოს წარედგინება წინადადება ახალი ვადის შესახებ ასოცირების შეთანხმების ძალაში შესვლიდან არაუგვიანეს სამი წლის განმავლობაში, 2017 წლამდე.

ზემონათქვამი იმაზე მიუთითებს, რომ საქართველოში არსებული ელექტროენერგეტიკული რესურსების ეფექტიანად გამოყენების, ელექტროენერგეტიკული უსაფრთხოების გაზრდისა და მდგრადობის ამაღლების, ასევე ქვეყანაში ელექტროენერჯიაზე მოთხოვნის სრულად დაკმაყოფილების მიზნით, ქვეყნის ელექტროენერგეტიკული სექტორის სამომავლო განვითარების ერთ-ერთ პრიორიტეტად რჩება განახლებადი ენერჯის რესურსების ათვისების პოლიტიკა და, შესაბამისად, არსებული საკანონმდებლო ბაზის განახლება და დაახლოება ევროკავშირის ენერგეტიკულ დირექტივებთან.

როგორც არსებული მასალებიდან ჩანს, საქართველოში მნიშვნელოვანი ღონისძიებები ხორციელდება ევროკავშირიდან ასოცირების ხელშეკრულებით ნაკისრი ვალდებულებების შესასრულებლად. ამ მხრივ საგულისხმო ფაქტია საქართველოს პარლამენტის მიერ მიღებული ზემონათქვამი დადგენილება, კერძოდ,

ქვეყანაში განახლებადი ენერჯისა და ენერგოეფექტიანობის დარგის მხარდამჭერ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მარეგულირებელ კანონმდებარე აქტს წარმოადგენს საქართველოს პარლამენტის მიერ 2015 წლის 24 ივნისს დამტკიცებული დადგენილება „საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებების შესახებ“. ამ პოლიტიკის მთავარი მიმართულებებია:

- საქართველოს განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისება. ეს კი უზრუნველყოფს იმპორტირებულ ენერგოშემცველებზე დამოკიდებულების შემცირებას და ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაუმჯობესებას;
- საქართველოს სუფთა ენერჯის წარმოების და ამ ენერჯის ვაჭრობის რეგიონალური ცენტრის შექმნა, კერძოდ, საქართველოში არსებული ჰიდრორესურსები და სხვა განახლებადი რესურსები, შესაბამისი ინფრასტრუქტურა და ხელსაყრელი საინვესტიციო გარემო საშუალებას იძლევა, ქვეყანა სუფთა ენერჯის წარმოების და ამ ენერჯით ვაჭრობის რეგიონალური ცენტრად იქცეს.
- ენერგოეფექტიანობისადმი ერთიანი მიდგომის შემუშავება და განხორციელება. აღნიშნული მიმართულება გულისხმობს ენერჯის წარმოების, გადაცემის, განაწილებისა და მოხმარების სწორ მართვას, მათ შორის ენერგოეფექტიანობის პროგრამების განხორციელებას, რაც მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს ქვეყანაში ენერჯის მოხმარების



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ოპტიმიზაციაში.

ჩვენი აზრით, ამ მიმართულებით მიზანშეწონილია შემდეგი ძირითადი ღონისძიებების განხორციელება:

1. მოსახლეობის საინფორმაციო უზრუნველყოფა;
2. მოსახლეობის ენერგეტიკული განათლების დონის ამაღლება (ტრენინგები), სამოქალაქო მონიტორინგი;
3. გარემოზე ზემოქმედების შეფასება;
4. ადგილობრივი კადრების გადამზადება და დასაქმება;
5. საქართველოში არსებული განახლებადი ენერგორესურსების პოპულარიზაცია საერთაშორისო ბაზარზე;
6. ენერჯის განახლებადი წყაროების საცდელ-საწარმოო ცენტრის შექმნა.

ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებისა და ორგანული საწვავის მომავალი თაობებისათვის დაზოგვის მიზნით აუცილებელია „განახლებადი ენერჯის წყაროების შესახებ“, აგრეთვე „ენერგოეფექტიანობის შესახებ“ კანონების მიღება და ამოქმედება და, რაც მთავარია, ევროკავშირიდან ასოცირების ხელშეკრულებით ნაკისრი ვალდებულებების შესრულება მითითებულ ვადებში.

ლიტერატურა

1. საქართველოს ენერგეტიკული სტრატეგია (ავტორთა კოლექტივი დ.მირცხულავა, დ.ჩომახიძე და სხვა). თბილისი, 2004 წ. 297გვ. შპს „ბაკურ სულაკაურის“ გამომცემლობა
2. საქართველოს პარლამენტის 2015 წლის 24 ივნისის დადგენილება „საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებები“. ქუთაისი.
3. სემეკის წლიური ანგარიშები. www.gnerc.org.
4. საქართველოს კანონი „ელექტროენერგეტიკისა და ბუნებრივი გაზის შესახებ“, თბილისი, 1999წ.
5. ასოცირების ხელშეკრულება www.mfa.gov.ge

THE ASPECT OF HARMONIZING GEORGIAN LEGISLATION WITH THE EU DIRECTIVES IN RENEWABLE ENERGY SECTOR

Zivzivadze A.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The priority development of renewable energy sector is acclaimed throughout the world as absolute truth. Georgia is country rich in renewable energy sources. There is a great potential of hydro-, wind and solar power resources. Their development and rational use will significantly improve the country's fuel and energy balance.

ენერგოეფექტიანობა - ქვეყნის ეკონომიკის საფუძველი

ჟორჟოლიანი ც., გორდაძე ე.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თანამედროვე და გონივრული ენერგეტიკული პოლიტიკა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების აუცილებელი წინაპირობაა. დღეს დედამიწაზე ენერჯის მეთოდების საკმაოდ ფართო შესაძლებლობები არსებობს, რომელთა შორის მნიშვნელოვანი ენერჯის ალტერნატიული წყაროების ძიება და არსებული ტრადიციული რესურსების რაციონალური გამოყენება.

ადამიანის მიერ ბუნებრივი რესურსების ინტენსიურმა გამოყენებამ აუცილებელი გახადა გარემოს დაცვისადმი ახალი მიდგომა - ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება. ადამიანი ბუნებიდან არასოდეს იღებდა იმდენ რესურსს, რამდენსაც დღეს,



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



რამაც ბუნებრივი რესურსების გამოფიტვისა და ეკოსისტემების შეცვლის რეალური საფრთხე დააყენა. დღეს ერთ სულ მოსახლეზე ენერჯის მოხმარება მსოფლიოში საშუალოდ 2 ტ. პირობით საწვავს შეადგენს წელიწადში. განვითარებულ ინდუსტრიულ ქვეყნებში ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო მაღალია (მაგ. გერმანიაში 6 ტ; იაპონიაში - 4 ტ; აშშ-ში 12 ტ. და ა.შ.) განვითარებულ ქვეყნებში კი იგი ბევრად ნაკლებია (0,3-1,0 ტ). ისეთი მნიშვნელოვანი ენერგეტიკული რესურსი როგორცაა ნავთობი და ბუნებრივი გაზია მათი ხვედრითი წილი მსოფლიო ენერგეტიკაში დღეისათვის 80% - ზე მეტს შეადგენს. მკვლევართა შეფასებით ნავთობის რესურსების მსოფლიო პოტენციალური მარაგი 250-400 მლრდ. ტონაა, დაძებნილი მარაგი კი 100 მლრდ. ტონა. დიდია მსოფლიო ოკეანის სარესურსო პოტენციალი. შეღვის ფარგლებში არსებულ ნავთობის სავარაუდო მარაგი 3 ტრილიონ ტ-ზე მეტია. მისი წილი ნავთობის მსოფლიო მოპოვებაში 25-30%-ია. დღეს არსებული მარაგი არათანაბრადაა გადანაწილებული მსოფლიოს მაშსტაბით. ნავთობის ძირითადი ნაწილი 84% თავმოყრილია ირანის, ერაყის, ვენესუელის, ქუვეითის, საუდის არაბეთის, კატარის, ინდონეზიის, არაბეთის ემირატების, ალჟირის, ნიგერიის, ლიბიის, ეკვადორისა და სხვა ქვეყნების ტერიტორიაზე.

ნავთობის მოხმარება 1973 წლიდან დაწყებული ბევრად უფრო მეტია ვდირე წინა პერიოდებში, თუ ეს ტემპი ძალაში დარჩა, მაშინ ენერგეტიკული კრიზისი ახლო მომავლის გარდაუვალი პერსპექტივაა. თუმცა იმედის მომცემია ნავთობის დიდი რეზერვები ბევრ რეგიონში, ამასთან არსებობს ჯერ კიდევ ხელშეუხებელი რესურსები, რომელიც მომავლის რესურსია.

საქართველოს ბუნებრივ რესურსებს ქვეყნის ეკონომიკაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. ქვეყნის მინერალურ-სანედლეულო ბაზა მოიცავს სათბობ-ენერგეტიკულ ნედლეულს შავი, ფერადი, იშვიათი და ძვირფასი ლითონების სამთო-ქიმიური ნედლეულის, სამშენებლო ინტეგრული მასალების, სასმელი და სხვა საბადოების სანედლეულო ბაზას. (ცხრილი 1)

საქართველოს ტერიტორიის სხვადასხვა კუთხეში ისტორიულად ნავთობის მრავალი ბუნებრივი საბადო არსებობს. ნავთობის პირველი საძიებელი ჭაბურღილი გაბურღულია 1867 წ. (პრუსიელი ვალტერ სიმენსის მიერ). დღემდე გამოვლენილია ნავთობის 15 და ბუნებრივი გაზის 2 საბადო, რომელთა შორის აღსანიშნავია ჭალადიდის, სუფსის, სამგორის, საცხენოს, ნორიოს, რუსთავის, თელეთის, მირზაანის, პატარა შირაქის და სხვ. მოპოვებული ნავთობის 90%-ზე მეტი მოდის სამგორი-პატარაშირაქის და თელეთის საბადოზე. მისი პროგნოზული რესურსები 580 მლნ ტ. შეადგენს.

დედოფლის წყაროში აგებული ნავთობგამოსახდელი ქარხნის წარმადობა 2000ტ-ზე მეტი იყო. 1828 წ. იტალია-ბელგიის სამთო მრეწველთა საზოგადოებამ მირზაანში 540 მ ჭაბურღილიდან ნავთობის შადრევანი მიიღო.

საქართველოში 1974 წ-მდე მოპოვებული იყო 1,5 მლნ ტ. ნავთობი; 1974 წ-დან 2002 წლამდე 26 მლნ ტ-ზე მეტი. 1986-1991 წლებში ნავთობის საშუალო წლიური მოპოვება 180 ათას ტ. აღემატებოდა. 1992 წლიდან რესპუბლიკაში იგი შემცირდა 100 ათას ტონამდე. 1994-1995 წლებში კი 67-75 ათას ტონამდე ნავთობის მრეწველობას დიდი ზიანი მიყენა მისმა მასობრივმა დატაცებამ რესპუბლიკის საშინაო არეულობის დროს. ნავთობის მოპოვებამ საქართველოში ზენიტის 1980 წ. (3,2 მლნ ტ.) მიადწია. შემდგომ პერიოდში იგი მკვეთრად დაეცა. ამჟამად მისი რაოდენობა 13 მლნ ტ. ყველა საბადოს მიხედვით (ცხრ. 1)

ქართული ნავთობი მაღალხარისხოვანია, ნაკლები რაოდენობით შეიცავს გოგირდს (რითაც გარემოს ნაკლებ გამაბინძურებელს წარმოადგენს. ბოლო ათი წლის წინ უცხოური ინვესტირების მონაწილეობით ჩატარებულმა სამუშაოებმა შექმნა გარანტია, მომა-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ვალში საქართველოში ნავთობის მოპოვების საგრძნობლად გაზრდის შესაძლებლობების შესახებ. საქართველო დღეს ნავთობზე მოთხოვნილებას ძირითადად ახერხებია აზერბაიჯანული და შუა აზიური ნათობით იკმაყოფილებს.

ცხრილი №1.

საქართველოს მინერალური რესურსები/სათბობენერგეტიკული ნედლეული

სასარგებლო წიაღისეული	ზომის ერთეული	დამუშავებული საბადო		რაოდენობა	
		რაოდენობა	მარაგი	რაოდენობა	მარაგი
ნავთობი	მლნ ტ.	13	-	13	-
ქვანახშირი	მლნ ტ	2	400	12	745
მურა ქვანახშირი	მლნ ტ.	-	-	2	76
ტორფი	მლნ ტ.	7	48	35	64

ბუნებრივი გაზი სათბობ-ენერგეტიკულ რესურსთა შორის მნიშვნელოვანია. მას რიგი უპირატესობა აქვთ ნათობსა და ქვანახშირთან შედარებით. იაფი და ადვილია მისი ტრანსპორტირება, იწვის თითქმის უნარჩენოდ, რის გამოც ეკოლოგიურად სუფთაა.

საქართველოში დღემდე 0,3 მლრდ. მ³ ბუნებრივი გაზია მოპოვებული. მოთხოვნა თითქმის მთლიანად იმპორტირებული გაზით შემოიფარგლება.

ნავთობისა და გაზით მომარაგების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია შაჰდენიხ-თბილის-ერზრუმის სრული ამოქმედება და მისი საქართველოს ტერიტორიაზე გატარება, რომელიც 1 მლრდ V^3 -ზე მეტი გაზისა და ნავთობის გატარებასა და ფასის გარკვეულ შეღავათსაც გულისხმობს.

მნიშვნელოვანი ენერგეტიკული რესურსია ჰიდრორესურსები. საქართველო განსაკუთრებით დასავლეთ საქართველო ამ რესურსით მდიდარია. აქ 1 სულ მოსახლეზე წელიწადში 19 ათასი მ³ წყალი მოდის. აღმოსავლეთ საქართველოში 5 ათასი V^3 . საქართველოში 26060 მდინარეა, დღეისათვის საქართველოს ჰიდრორესურსების მხოლოდ 12% გამოყენებული, რასაც ამ რესურსის სრულყოფილი აუთვისებლობით და მდინარეთს ჩამონადენის სეზონურად არათანაბარი განაწილებით არის გამოწვეული, რისი დარეგულირებაც მისი გამოყენების პოტენციალის გაზრდას განაპირობებს. ასევე პერსპექტიული მიმართულებაა მცირე ჰესების მშენებლობაც. თუმცა ეკოლოგიური თვალსაზრისით აქ ზოგიერთ სირთულეებსაც აქვს ადგილი, რომლის გათვალისწინების უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ამ რესურსის მოხმარებისათვის. საქართველოში მცირე ჰიდროენერგეტიკის განვითარება დღეისათვის დროული და მნიშვნელოვანია. დღეს ექსპლოატაციაშია 40-მდე მცირე ჰესი, რომელთაც სიმძლავრე დაახლოებით 90 მგ³-ია. მცირე ჰესების წილი ენერგოსისტემაში მომუშავე ელექტროსადგურების სიმძლავრეში 1,9%-ია ხოლო ელექტროენერჯის გამომუშავებაში 3,2%-ს შეადგენს.

საქართველოში ქარის ენერჯია დაახლოებით 10^{12} კვსთ/წ შეადგენს რომლიდან შეიძლება 3 მლრდ კვტ სთ/წ ელექტროენერჯის მიღება. ქარის ენერჯის მიღების შესაძლებლობა როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში არის შესაძლებელი. დღეს ამ მიმართულებით რიგი სამუშაოებია დაწყებული.

ენერგეტიკური რესურსებიდან მნიშვნელოვანია ქვანახშირის მოხმარება. თუმცა მისი წილი საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში რამდენადმე მცირდება (მარაგის ამოწურვის, მისი შედარებით დაბალი ენერგოშემცველობას და გარემოზე ეკოლოგიური თვალსაზრისით უარყოფითი ზემოქმედებისა გამო).

ქვანახშირის საერთო მარაგი დღეს შეფასებულია 14800 მლრდ ტ. დღეს ქვანახშირის 10 უდიდესი მომპოვებელი ქვეყანაა ჩინეთი, აშშ, ინდოეთი, ავსტრალია, რუსეთი,



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სამხრეთ აფრიკა, პოლონეთი, გერმანია, ყაზახეთი, უკრაინა. დღეს განვითარებად ქვეყნებში მრეწველობის სწრაფი განვითარება ამ რესურსის გამოყენებით ხდება, რაც დიდ ეკოლოგიურ პრობლემას უქმნის კაცობრიობას.

საქართველოში ადგილობრივ ენერგეტიკულ რესურსთა შორის მნიშვნელოვანია ქვანახშირი, რომლის სავარაუდო მარაგი 745 მლნ ტონაა. ამჟამად ექსპლოატაციაშია ორი საბადო ტყიბული-შაორისა და ტყვარჩელის. ტყიბულ-შაორის საბადოზე მოდის რესურსის 90%, თუმცა ტყვარჩელის საბადო უფრო მაღალი ხარისხისაა.

მომავლის ენერჯიად, რომელიც ეკოლოგიურადაც სუფთაა განიხილება ატომური ენერჯია. ცნობილია, რომ 1კვ - 238 გახლეჩის შედეგად იძლევა თითქმის 3 მლნ ჯერ მეტ ენერჯიას ვიდრე 1 გრ ანტრაციტი დაწვისას, თუმცა უსაფრთხოების თვალსაზრისით მის გამოყენებას აქვს რიგი პრობლემები. კიდევ უფრო მეტ შესაძლებლობებს ამ მხრივ იძლევა თერმობირთვული სინთეზის პროცესები.

ფაქტობრივად საქართველოში არ გვაქვს ბირთვული რესურსების მარაგი და მისი გამოყენების ტრადიცია, მაგრამ მიმდინარეობს ინტენსიური კვლევა-ძიება ალტერნატიული რესურსების ათვისებისათვის, კერძოდ, თერმულ წყლების, მზის და ქარის ენერჯიის გამოსაყენებლად.

დღეს იხვეწება გეოთერმული ენერჯიის გამოყენება, თანდათან იზიდება მისი გამოყენების მასშტაბებიც. საქართველოში გეოთერმული წყლები ცნობილია უძველესი დროიდან და საუკუნეების მანძილზე მათი გამოყენება ხდებოდა აბანოების და სამკურნალო ბალნეოლოგიურ დაწესებულებებში. საქართველოში გეოთერმული რესურსების მარაგი შეადგენდა 220-260 მლნ მ³ წელიწადში. გეოთერმული წყლებიდან აღსანიშნავია თბილისის, ზუგდიდის, ცაიშის, სამტრედიის, ვანის და სხვ. წყლები რომლებზეც გამოიყენება ბალნეოლოგიური, კომუნალური და სასოფლო სამეურნეო თვალსაზრისით.

ბიოგაზი - ორგანული ნარჩენების ანაერობული გადამუშავების შედეგად წარმოიშვება. მას იყენებენ საწვავად. იგი ეფექტურია მეცხოველეობის ფერმებსა და საოჯახო მეურნეობებში. მას სპეციალურ მეთანტენკებში ღებულობენ. დღეს 400-ზე მეტი ბიოგაზის მიმღები დანადგარი მოქმედებს. ბიოგაზს დღეს საქართველოს მეცხოველეობის ზოგიერთ რეგიონშიც წარმატებით იყენებენ.

მზის ენერჯია დღეს ენერჯიის ამოუწურავი წყაროა. ენერჯია უზარმაზარია და მთელი მსოფლიოს ელექტროსადგურების მიერ გამოიმუშავებულ ენერჯიას ათასჯერ აღემატება. ჰელიოთერმულ დანადგარებში ხდება მზის ენერჯიის თბოენერჯიად გარდაქმნა. ეს სისტემები საყოთაცხოვრებო მეურნეობებში წყლის გათბობისათვის გამოიყენება ავსტრალიაში, საბერძნეთში, შუა აღმოსავლეთის ქვეყნებში. საქართველოში მზის ბატარეები ექსპერიმენტის სახით დადგმული იქნა როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოსა და ზოგიერთ მთიან რეგიონში. რამაც დადებითი შედეგები გამოიღო.

საბოლოოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ტრადიციული ენერგორესურსების ნაკლი დღეს მათი მარაგის თანდათანობით ამოწურვა და გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედებაა, ამიტომ ენერჯიის ალტერნატიული და განახლებადი წყაროების გამოყენება მომავალში ეკონომიკის საფუძველი უნდა გახდეს. დღეს ენერჯიის დაზოგვის სტრატეგიას არა მარტო ეკონომიკური არამედ დიდი ეკოლოგიური მნიშვნელობაც აქვს. ინდუსტრიულ ქვეყნებში ენერჯიის დაზოგვა ახალი ტექნოლოგიების დანერგვით წელიწადში 17%- 40%-ს შეადგენს. პროგრესული ენერგოპოლიტიკა პასუხობს ეკონომიკური განვითარების თანამედროვე მოთხოვნებს და ამავე დროს ხელს უწყობს გარემოს ნორმური ეკოლოგიური მდგომარეობის შენარუნებას. დღეს კლიმატის გლობალური ცვლილებები მჭიდრო კავშირშია იმ ტექნოლოგიურ პროცესებთან, რომლებიც CO₂-ის ემისიის ძირითად წყაროს წარმოადგენენ (სატრანსპორტო საშუალებებთან ერთად). ამიტომ აღნიშნული პრობლე-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მის შერბილების მიმართულებით მნიშვნელოვანია სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების რაციონალური გამოყენება, მაღალეფექტური ტექნოლოგიების დანერგვა, ენერგოდამზოგავი ღონისძიებების პრაქტიკული განხორციელება, ენერჯის ალტერნატიული წყაროების სახალხო მეურნეობის მნიშვნელოვან დარგებში ჩართვა და მათი მოქმედების პრინციპების სრულყოფილი მართვა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ც. ჟორჯოლიანი, ე. გორდაძე ბუნების დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება (სახელმძღვანელო), ქუთაისი, 2010
2. ი. მიქაძე ნავთობი და გაზი: კავკასია; თბილისი, 2002
3. ც. ჟორჯოლიანი; ე. გორდაძე - ენერგოეფექტურობა - თანამედროვეობის გლობალური პრობლემა. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია; ქუთაისი, 2015
4. არდია მ. მარგველანი გ - მსოფლიოს ბუნებრივი რესურსები; თბ., 1998 წ.

ENERGY EFFICIENCY – THE COUNTRY’S ECONOMIC FOUNDATION

Zhorzholiani Ts. Gordadze E.

Akaki Tsereteli State University

Summary

Because of using of traditional natural resources, humanity has faced danger of reduce their supplies. Nowadays, there are pretty great opportunities to get energy, among which it’s important alternative sources of energy extraction and their inclusion in the manufacturing process, while existing traditional resources rational use is the necessary condition for their maintenance.

ქარის ენერჯის გამოყენების პერსპექტივები საქართველოში

შალამბერიძე თ.

სსიპ ქ. ქუთაისის 21-ე საჯარო სკოლა

შეიძლება დაბეჭდით ითქვას, რომ კაცობრიობის განვითარების ისტორია ენერგეტიკის ისტორიაა. ადამიანმა სულ მცირე პერიოდში მოახერხა მილიონობით წლის განმავლობაში დაგროვილი მარაგების მნიშვნელოვნად შემცირება და გაიხინა ბევრი თანამდევი პრობლემა. უცილებელია, კაცობრიობა თანდათანობით დაუბრუნდეს ენერჯის ისეთ წყაროებს, რომელთა რესურსი განახლებადია. მისი პოტენციალი მნიშვნელოვნად აღემატება საზოგადოების მოთხოვნილებას ენერჯიაზე და რაც მთავარია, არ აბინძურებს გარემოს.

საქართველოში ქარის სრული თეორიული ენერგოპოტენციალი შეადგენს 1300 მლრდ. კვტს-ს, მაშინ, როდესაც საქართველოს მდინარეების სრული თეორიული ენერგოპოტენციალი 135 მლრდ. კვტს-ია. აღსანიშნავია, რომ ქარის ენერჯის ძირითადი წილი მოდის ზამთრის იმ თვეებზე, როდესაც ჰიდროელექტროსადგურები განიცდიან წყლის რესურსების დეფიციტს და ცხადია, ქარის ენერჯის გამოყენება ნამდვილად დიდ უპირატესობებს იძლევა მთლიანად გარემოსა და საზოგადოებისათვის.

საქართველოში ნავთობპროდუქტების არასაკმარისმა რაოდენობამ გამოიწვია ეკოლოგიური კრიზისი, რაც გამოიხატა მომხმარებლის მიერ იმპორტირებული საქონლის მოხმარებაში, ხოლო ეკოლოგიურმა პრობლემებმა როგორც მთელ მსოფლიოში, ასევე საქართველოში კატასტროფულად გაზარდა ონკოლოგიური, ინფექციური და რესპირატორული დაავადებების სიხშირე.

საშუალო ქართული ოჯახი (4სული) ზამთრის სეზონზე ენერგომატარებლებზე კომუნალური გადასახადების საერთო თანხის 55.2%-ს ხარჯავს, რაც დაახლოებით 80 ლარს შეადგენს. ამასთან, სავარაუდოა, რომ ეს რიცხვები კიდევ უფრო გაიზრდება.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



უკანასკნელი 5 წლის განმავლობაში ენერგომომხმარება საქართველოში 20%-ით გაიზარდა და ამჟამად არსებული მონაცემებით, ის საშუალოწლიურად ერთ ადამიანზე 1069 კვტ/სთ-ის ტოლია.

დედამიწაზე ჩვენ ვცხოვრობთ 200 000 წელია და ამ ხნის განმავლობაში ბევრი რამის შეცვლა მოვასწარიტ. ბოლო 50 წელიწადში შევქმენით და თითქმის მთლიანად გავანადგურეთ მთელი ეკოლოგიური ბალანსი. იმისათვის, რომ კაცობრიობის განვითარებას საფრთხე არ დაემუქროს, აუცილებლად გვჭირდება მოვიძიოთ განახლებადი ან ამოუწურავი ენერჯის წყაროები. მაგრამ მაშინაც კი, თუ აღმოვაჩინოთ ნახშირის ან ბუნებრივი გაზის 100 ან თუნდაც 1000 წლის მარაგს, რას მოიმოქმედებენ ადამიანები შემდეგი 250000 წელი ან მას შემდეგ, რაც ეს რესურსები გამოილევა? პრობლემის გადაჭრის ერთ-ერთი გზა ქარის ენერჯის პოპულარიზაციისა და მისი განვითარების გზით ეკონომიკური და ეკოლოგიური პრობლემების მეტნაწილად აღმოფხვრაა.

ფიქრობ, ამ მიზნებისათვის მნიშვნელოვანია ქარის ენერჯის გამოყენება, რომელიც:

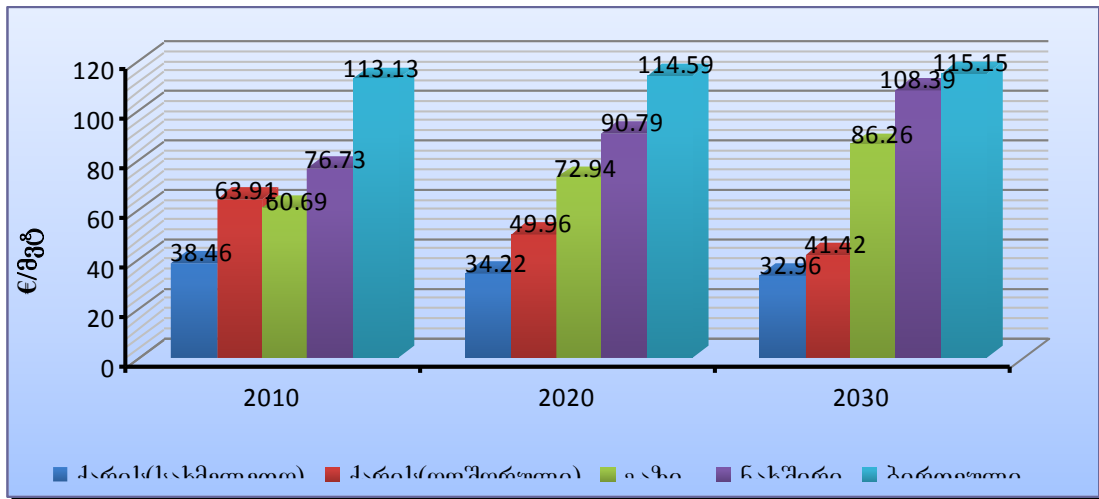
- ამოუწურავია – ქარის ენერჯია დედამიწაზე იარსებებს მანამ, სანამ იარსებებს მზე;
- ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხოა;
- არ აზიანებს ნიადაგს – გამოსადეგია მეცხოველეობის და ბიომეურნეობის განვითარების ტერიტორიებზეც კი, არ იწვევს ლანდშაფტის მნიშვნელოვან სახეცვლილებებს;
- არ აქვს გამონახობი და არ საჭიროებს წყალს და საწვავს;
- შეიძლება მისი გამოყენება, როგორც ხმელეთზე, ისე ზღვაზე.
- ქმნის იაფ ენერჯიას და სამუშაო ადგილებს – ევროკავშირის მიერ ჩატარებული კვლევის თანახმად, 30%-ით მეტ სამუშაო ადგილს ქმნის, ვიდრე თბოელექტროსადგური და 60%-ით მეტს, ვიდრე ატომური ელექტროსადგური;
- მონტაჟი და დემონტაჟი არ მოითხოვს დიდ დროით ან ფინანსურ ხარჯებს;
- ზრდის ექსპორტით მიღებულ შემოსავლებს;
- აქვს დადებითი გარეგანი ეფექტი გარკვეული დარგებისთვის;
- სტაბილური ფასი – წიაღისეული საწვავის და ატომური ელ. ენერჯის ფასი გამუდმებით იცვლება, მაშინ, როცა ქარის ენერჯის საშუალებით გამოიმუშავებული ელ. ენერჯის ფასი ფიქსირებულია.
- ზრდის ენერგოუსაფრთხოებას და ამცირებს იმპორტზე დამოკიდებულებას – ეს საკითხი საქართველოსთვის აქტუალური განსაკუთრებით 2005 წელს გახდა, როცა რუსეთმა საქართველო ენერგობლოკადაში მოაქცია. მართალია, დღესდღეობით საქართველომ მოახდინა მოწოდების დივერსიფიკაცია, მაგრამ ეს პრობლემა ჯერ კიდევ გადაუჭრელია და ამის გამო ჩვენს ქვეყანას რიგ უპირატესობებზე უხდება უარის თქმა.

ქარის ენერჯის განვითარებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორი, როგორცაა სოციალ-კულტურული გარემო, რაშიც მოიაზრება საზოგადოების ცნობიერება და დამოკიდებულება ამ დარგისადმი. აუცილებელია საზოგადოებამ დაინახოს მათი საჭიროება და მოითხოვოს მათი დანერგვა. დღესდღეობით საზოგადოების პასუხისმგებლობა და ინტერესი გარემოს დაცვის საკითხებისადმი იზრდება, ამიტომ განვითარებულ

ელექტროენერჯის ღირებულება ალტერნატიული ენერჯის წყაროების მიხედვით



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სათვალისწინებელია, რომ სამაგიეროდ იმპორტირებულ ენერჯიასა და ნებისმიერი თბო-ელექტროსადგურის საშუალებით მიღებულ ენერჯიაზე გაცილებით იაფი ჯდება.

ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორია დაყოფილია მაღალ, საშუალო და დაბალ სიჩქარიან ზონებად, სადაც ქარის სიჩქარე წელიწადში 2,5 მ/წმ-დან 9,0 მ/წმ-მდე მერყეობს, სამუშაო დროის ხანგრძლივობა კი, წელიწადში 4000-5000 საათს შეადგენს. საქართველოში ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლენილია ქარის ეფექტური ელექტროსადგურების პერსპექტიული მშენებლობის რამდენიმე მოედანი, მათ შორისაა ფოთი, ჭოროხი, ქუთაისი, სამგორი, რუსთავი.

საქართველოს აქვს რესურსი, გახდეს ენერგოდამოუკიდებელი ქვეყანა და ქარის ენერჯიის გამოყენება ნამდვილად დიდ უპირატესობებს იძლევა არა მარტო კონკრეტული ქვეყნისათვის, არამედ მთლიანად გარემოსა და საზოგადოებისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Renewable Energy – POWER FOR A SUSTAINABLE FUTURE , edited by Godfrey Boyle, OXFORD University Press, 2004
2. გელოვანი დ . ზედგინიძე ა. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი. თბილისი: 2004წ.
3. ქელბაქიანი გ. Wind Energy Prospects for Georgia - The Importance of the Monthly Trend of the Potential Wind Generation. თბილისი, 2011წ.

ვებ-რესურსები:

1. www.menr.gov.ge
2. www.parliament.ge
3. www.generatorsolutionsas.com
4. www.bioenergy.ge
5. www.informsoc.org
6. www.telosnet.com
7. www.windpower.org

PROSPECTS OF USING WIND ENERGY IN GEORGIA

Shalamberidze T.

LEPL Kutaisi Public School N21

Summary

It can be said with confidence that history of mankind and the development of civilization is also the history of Energetics. In a very short period of time a man managed to reduce a considerable number of reserves stored for millions of years and caused many problems. In such cases the life itself dictates to every man the necessity of some radical changes. Mankind needs gradually to return to renewable energy resources that are correspondingly non exhaustive. It is equally important, that they don't pollute the environment. In comparison with the traditional energy facilities harmful impacts of wind energy on the environment are very minimal.

According to all the above mentioned the usage of wind energy really gives great advantages not only to a specific country but also to the whole environment and society.

ელექტროენერჯიის უსაღენო გადაცემა არის თანამედროვე მეცნიერების წინაშე ერთ-ერთი პრიორიტეტული გამოწვევა, რადგან ის შესაძლებლობას მოგვცემს მივიღოთ საკმაოდ დიდი ენერჯია დედამიწის ორბიტაზე არსებული მზის ელექტროსადგურებიდან, დიდი თანხა დაეზოგოთ დენგამტარ ძვირადღირებულ მასალებზე და მივიღოთ უფრო კომფორტული და მობილური ელექტრომწოდებლობები. ამ მიმართულებით მუშაობა მიმდინარეობს ბევრი მეთოდით, მაგრამ

თევდორაძე ს.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ელექტროენერჯიის უსაღენო გადაცემა არის თანამედროვე მეცნიერების წინაშე ერთ-ერთი პრიორიტეტული გამოწვევა, რადგან ის შესაძლებლობას მოგვცემს მივიღოთ საკმაოდ დიდი ენერჯია დედამიწის ორბიტაზე არსებული მზის ელექტროსადგურებიდან, დიდი თანხა დაეზოგოთ დენგამტარ ძვირადღირებულ მასალებზე და მივიღოთ უფრო კომფორტული და მობილური ელექტრომწოდებლობები. ამ მიმართულებით მუშაობა მიმდინარეობს ბევრი მეთოდით, მაგრამ



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ვეელა ამ მეთოდს გააჩნია თავისი სირთულე და შეზღუდვა, რომლის გადაჭრა პერსპექტივაში მოითხოვს დიდ ძალისხმევას. ეს მეთოდები და მათის დამახასიათებელი სირთულეები განხილულია სტატიაში.

დენგამტარი ელემენტების გამოყენების გარეშე ელექტრულ ქსელში ელექტროენერჯის გადაცემის ხერხი დღესდღეობით ფიზიკაში პროგრესის ერთერთი უმთავრესი სიმბოლოა. თუ ინფორმაციის უკონტაქტო გადაცემის ამოცანა ძირითადად გადაწყვეტილია, სამრეწველო მასშტაბებით ელექტროენერჯის გადაცემა ჯერჯერობით მომავლის საქმეა. ელექტრული სადენების გარეშე, პერსპექტივაში, შესაძლებელი იქნებოდა დედამიწაზე კოსმოსიდან მზის ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის მიწოდება და ელექტროგადაცემის ხაზებზე დახარჯული ძვირადღირებული ფერადი ლითონების მილიონობით ტონის ეკონომია. რა თქმა უნდა, შესაძლებელი იქნებოდა მობილური ტელეფონების და, აკუმულატორებზე მომუშავე, სხვა ელექტროტექნიკის დამუხტვა მათგან და კაბელების გარეშე.

2011 წლამდე წარმატებით ჩატარდა ათეული კილოვატი ელექტროენერჯის მიკროტალღურ დიაპაზონში გადაცემის ცდები, დაახლოებით 20%-ნი მქკ-ით გოლდსტონში (კალიფორნია, აშშ) 1975 წელს და გრანდ ბასინში (კუნძული რენიუნი) 1997 წელს.

ასეთი გადაცემა ეფუძნება ინდუქციურ (მცირე მანძილებზე და შედარებით მცირე სიმძლავრით), რეზონანსულ და მიმართულ ელექტრომაგნიტურ (შედარებით დიდი მანძილებისათვის და სიმძლავრეებისათვის) პრინციპებს.

გადაცემის ტექნოლოგია შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდით:

ულტრაბერითი მეთოდი- გადამცემი ასხივებს ულტრაბერას, მიმღები კი გარდაქმნის მას ელექტროენერჯიად. პირველად წარმოდგენილი იყო 2011 წელს, გადამცემული სიმძლავრე იყო 8 ვოლტი, ხოლო გადაცემის მანძილი - 7-10 მეტრი (აუცილებელია პირდაპირი ხილვადობა გადამცემსა და მიმღებს შორის). გამოყენებული ულტრაბერული სისწირეების მავნე ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე და საცდელ ცხოველებზე გამოვლენილი არ იყო.

ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მეთოდი - გულისხმობს ახლო ელექტრომაგნიტური ველის გამოყენებას ტალღის ერთი მეექვსედის მანძილზე. ელექტროდინამიკური ინდუქციის წყალობით პირველად გრაგნილში გაგლისას ცვლადი ელექტრული დენი ქმნის ცვლად მაგნიტურ ველს, რომელიც ზემოქმედებს მეორად გრაგნილზე, მასში დენის წარმოშობით. მაღალი ეფექტურობის მისაღწევად ურთიერთმოქმედება უნდა იყოს საკმაოდ მჭიდრო. რაც უფრო პირველადი გრაგნილი დაშორებულია მეორეს, მით ნაკლები მაგნიტური ველის ნაწილი აღწევს მეორე გრაგნილს. შედარებით მცირე მანძილებზეც ინდუქციური კავშირი ხდება არაეფექტური, იკარგება გადასაცემი ენერჯის უდიდეს ნაწილი.

ელექტრული ტრანსფორმატორი წარმოადგენს უმარტივეს მოწყობილობას ენერჯის უსადენო გადაცემისათვის. პირველადი და მეორადი გრაგნილები მასში უშუალოდ დაკავშირებული არაა. ამ შემთხვევაში მოქმედებს ურთიერთინდუქციის პროცესი. რეზონანსის გამოყენება გარკვეულ წილად ზრდის გადაცემის სიშორეს. რეზონანსური ინდუქციისას გადამცემი და მიმღები დაყენებულია ერთ სისწირეზე. რეზონანსი გამოყენებულია როგორც გადამცემ კონტურში, ასევე მიმღების მოდულში მაქსიმალური ეფექტურობის უზრუნველსაყოფად.

ამ მეთოდის ძირითად გამოყენებად შეიძლება ჩაითვალოს პორტატული მოწყობილობების აკუმულატორული ელემენტების დამუხტვა (პორტატული კომპიუტერები, მობილური კავშირგაბმულობის მოწყობილობები, სამედიცინო იმპლანტანტები და ელექტრო-

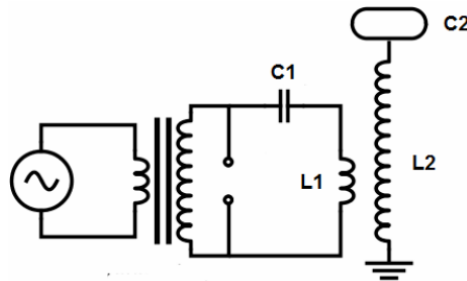


მობილები).

ელექტროსტატიკური ინდუქციის მეთოდი ან ტევადური კავშირი წარმოადგენს ელექტროენერგიის გავლას დიელექტრიკში. პრაქტიკაში ეს არის ელექტრული ველის გრადიენტი ან დიფერენციული ტევადობა ორ ამ მეტ იზოლირებულ კლემას, ფირფიტას, ელექტროდს ან გამტარის ზედაპირზე ამადლებულ კვანძს შორის. ელექტრული ველი წარმოიქმნება მაღალი სიხშირის მაღალი პოტენციალის მქონე ცვლადი დენით ფირფიტების დამუხტვის ხარჯზე. ორ ელექტროდსა და მიმდებ მოწყობილობას შორის ტევადობა წარმოქმნის პოტენციალთა სხვაობას.

ელექტროსტატიკური ინდუქციით გადაცემული ელექტროენერგია შეიძლება იყოს გამოყენებული უსადენო ნათურებში. 1893 წელს ჩიკაგოში კოლუმბის საერთაშორისო გამოფენაზე ნიკოლა ტესლამ მოახდინა უსადენო ლუმინესცენტური ლამპებით განათების დემონსტრირება.

„ლამპის დისტანციური კვებისათვის ელექტროდინამიკურ ინდუქციაზე იმედის დამყარების მაგივრად, ოთახისა ან დარბაზის განათების იდეალური მეთოდი იქნებოდა ისეთი პირობების შექმნა, რომლის დროსაც შესაძლებელია სანათი მოწყობილობის გადატანა და განთავსება ნებისმიერ ადგილას, და ის იქ იმუშავებდა სადენებში ჩართვის გარეშე. მე ეს შევძელი, ოთახში მაღალი სიხშირის მძლავრი ცვლადი ელექტრული ველის შექმნით. ამ მიზნისათვის მე დავამაგრე იზოლირებული ლითონის ფირფიტა ჭერზე და შევაერთე ის ინდუქციური კოჭის ერთ კლემასზე. მეორე კლემა დამიწებული იყო. სხვა შემთხვევაში მე შევაერთე ორი ფირფიტა ინდუქციური კოჭის სხვადასხვა ბოლოებს მათი ზომების ზუსტი შერჩევით. აირგანმუხტავი ლამპა შეიძლება მოთავსდეს ოთახის ნებისმიერ წერტილში ლითონის ფირფიტებს შორის, მათგან გარკვეული დაშორებითაც კი, და უწყვეტად გაანათებს“



ნახ.2 ტესლას ტრანსფორმატორის სქემა

მიკროტალღური გამოსხივების მეთოდი- ელექტროენერგიის გადაცემა შეიძლება უფრო მიმართული გავხადოს ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ტალღის მიკროტალღურ დიაპაზონამდე. მიკროტალღური ენერგიის ელექტროენერგიად უკუგარდაქმნისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს რექტენა, რომლის ენერგიის გარდაქმნის ეფექტურობა აღემატება 95%-ს. ეს მეთოდი შემოთავაზებულია ენერგიის გადასაცემად ორბიტალური მზის ელექტროსადგურებიდან დედამიწაზე და მზის სისტემის გარეთ მიმავალი კოსმოსური ხომალდების ენერგოკვებისათვის.

ენერგეტიკული მიკროტალღური სხივის შექმნის სირთულეს წარმოადგენს ის, რომ დიფრაქციის გამო საჭიროა დიდი ზომის დიფრაგმა. NASA-ს გათვლებით გადამცემი ანტენის დიამეტრი უნდა იყოს 1 კმ-ზე მეტი, ხოლო მიმღები რექტენის - 10 კმ.

ლაზერული მეთოდი -თუ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ტალღის სიგრძე უახლოვდება სპექტრის ხილულ ნაწილს (10 კმ-დან 10 კმ-მდე), ენერგიის გადაცემა შეიძლება მისი ლაზერის სხივად გარდაქმნით, რომელიც მიმართული იქნება მიმღების ფოტო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლემენტზე. ამ შემთხვევაში ენერჯის გადაცემა შესაძლებელია დიდ მანძილებზე, მაგრამ ამ ხერხსაც გააჩნია ბევრი ნაკლი, კერძოდ დღაბალი მქკ (40-50%), დანაკარგები ატმოსფეროში, მიმღებსა და გადამცემს შორის პირდაპირი ხილვადობის აუცილებლობა და ა.შ.

ელექტროგამტარობა - ერთგამტარიანი ელექტრული სისტემა SWER (Single Wire with Earth Return) ეფუძნება დედამიწის დენზე და ერთ იზოლირებულ გამტარზე. ავარიულ სიტუაციებში მუდმივი დენის მაღალვოლტიანი ხაზები შეიძლება იმუშაონ SWER რეჟიმში. მაღალსიხშირეანი ცვლადი დენის გადასაცემად იზოლირებული სადენის ატმოსფერულ უკუკავშირზე ცვლილება გახდა უსადენო გადაცემის ერთ-ერთი მეთოდი. ამის გარდა იკვლევდნენ ელექტროენერჯის უსადენო გადაცემის შესაძლებლობას მხოლოდ მიწის გავლით.

ელექტროენერჯის უსადენო გადაცემამ შესაძლებელია დაეხმაროს კაცობრიობას ეკოლოგიური, ეკონომიკური და ენერგეტიკული პრობლემების გადაწყვეტაში. გლობალური უსადენო სისტემის შექმნის შემდეგ შესაძლებელი გახდება არა მარტო ტრადიციული ენერჯის წყაროებიდან მიღებული ელექტროენერჯის სწრაფი მიწოდება ნებისმიერ ადგილას, არამედ ელექტროენერჯის გადაცემა სუბორბიტალური ელექტროსადგურებიდან, სადაც გამოყენებული იქნება მზის ენერჯია. პერსპექტივაში ეს გადაჭრის ენერჯოდეფიციტს დედამიწაზე და მისცემს საშუალებას კოსმოსური ხომალდების ენერჯომომარაგება მოხდეს უშუალოდ კოსმოსში.

იაფი და სანდო უსადენო ელექტროგადაცემის პრობლემის გადაჭრა არის ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულება თანამედროვე ფიზიკაში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Alexander Trivaylo, PhD. «Microwave Powered UAVs and Drones: Historical Examples And Next Steps.»7.05.2105. www.linkedin.com
2. Nikola Tesla. «Wireless Transmission of Elektric Energy.», «The Electrical World and Engineer»5.03.1904
3. Алексей Паевский. «Беспроводная Энергия И Космос», <http://galspace.spb.ru/orbita>
4. Шамиль Гареев.«Электричество будет передаваться без проводов», Великая Эпоха 12.06.2007
5. Д.В.Борыгин,М.К.Вшивцев. «История и перспективы развития беспроводной передачи энергии».

CHALLENGES AND PROSPECTS OF WIRELESS POWER TRANSMISSION

S. Tevdoradze

Akaki Tsereteli State University

Summary

Wireless power transmission is one of the priority challenges facing the modern science, since it will allow us for getting a lot of energy from solar power plants existing on Earth orbit, saving large amounts of money for the expensive current-carrying materials and obtaining the more comfortable and mobile electrical appliances. Work in that regard is being carried out by using many methods, but all these methods are characterized some difficulties and constraints, and overcoming them in the future will require great effort. The paper describes these methods and difficulties characteristic of them.

5

ენერჯისა და რესურსების დამზოგავი
ტექნოლოგიები ენერგეტიკაში,
მრეწველობაში, მშენებლობასა და
ტრანსპორტში

ENERGY AND RESOURCES SAVING TECHNOLOGIES IN POWER ENGINEERING, INDUSTRY, CONSTRUCTION ENGINEERING AND TRANSPORT





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**სამრეწველო სექტორში ნახშირორჟანგის (ჩ 2) ემისიების
 უმცირების ორგანიზაციული და ტექნოლოგიური ღონისძიებები**

არაბიძე ხ., ჯავშანაშვილი ნ., ჯიშკარიანი თ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კლიმატის ცვლილება ანუ გლობალური დათბობა, რომლის გამომწვევი ძირითადი მიზეზი ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის, CO₂-ის, არნახული რაოდენობით დაგროვებაა დღევანდელი მსოფლიო საზოგადოების განსაკუთრებულ შეშფოთებას იწვევს. ორგანული სათბობის (ნავთობი, ნახშირი, ბუნებრივი აირი) წვის შედეგად მსოფლიოში ყოველწლიურად 6 გიგატონამდე ნახშირორჟანგი გამოიყოფა, რომლის ნახევარზე მეტი ატმოსფეროში ილექება. ბოლო 50 წლის განმავლობაში CO₂-ის, კონცენტრაცია ატმოსფეროში ყოველწლიურად 1.7 მეგილიონედი ნაწილით (ppm) იზრდება და მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების ტემპების შემცირების შემთხვევაშიც კი (იგულისხმება ეკონომიკის განვითარების ტემპები, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს 2%-ს წელიწადში), 2050 წლისთვის, 500 ppm-ს გადააჭარბებს (ყოველ ერთ მილიონ ლიტრ ატმოსფერულ ჰაერში იქნება 500 ლიტრი CO₂). სამწუხაროდ, მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების ტემპების შემცირება, მიუხედავად იმისა, რომ შეამცირებს ორგანული სათბობის მოხმარების ტემპს, ვერ შეაჩერებს ატმოსფეროში CO₂-ის, კონცენტრაციის ზრდას. ამის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მომავალი 10-20 წლის განმავლობაში CO₂-ის, ყოველწლიური ემისია 3-ჯერ ნაკლები იქნება 1990 წლის ემისიასთან შედარებით.

ნახშირორჟანგის (CO₂) ემისიის შეზღუდვა ატმოსფეროში და კლიმატის ცვლილების სინქარის შემცირება უშუალოდ არის დაკავშირებული სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო, სამშენებლო, სატრანსპორტო და სხვა სექტორებში სათბობენერგეტიკული რესურსების რაციონალურად გამოყენებასთან, მაღალეფექტური ტექნოლოგიების დანერგვასა და ენერგოდამზოვი ღონისძიებების პრაქტიკული რეალიზებასთან.

მსოფლიო მასშტაბით, მოხმარებული ენერჯის თითქმის მესამედი და ნახშირორჟანგის (CO₂) ემისიის თითქმის 36% სამრეწველო სექტორზე მოდის. ამიტომ, ატმოსფეროზე მავნე ნივთიერებების გავლენის შემცირების მიზნით აუცილებელია სამრეწველო ობიექტებზე ორგანიზაციული და ტექნოლოგიური ღონისძიებების ერთობლივი გატარება და მუდმივი მონიტორინგის სისტემის შექმნა ატმოსფეროს სისუფთავის ხარისხზე და მავნე გამონაბოლქვებზე (ნახ.1).

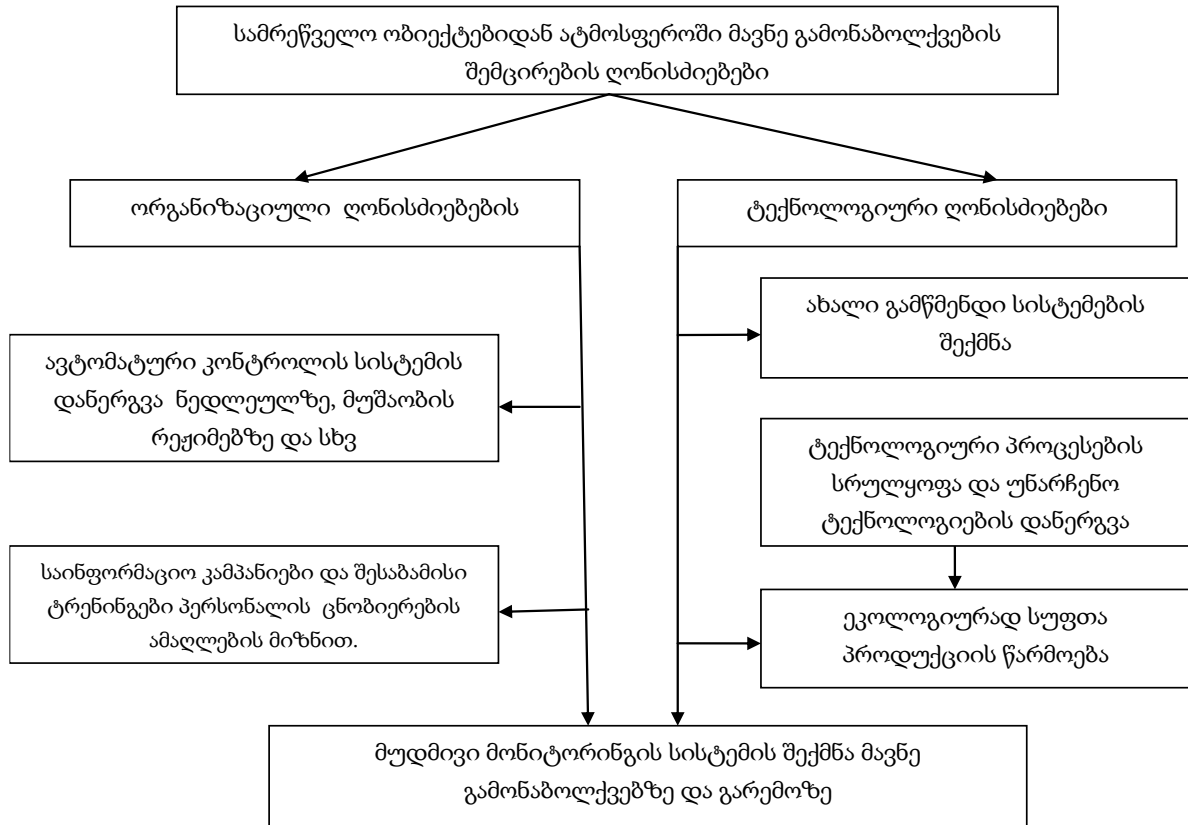
ზოგადად ეს ნიშნავს: ტექნოლოგიური დანადგარებისა და მოწყობილობების მოდერნიზაციას მოხმარებული ენერგეტიკული რესურსების დაზოგვის მიზნით, მუდმივ კონტროლს ტექნოლოგიური რეჟიმების დაცვაზე, ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფას და უნარჩენო ან მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიების დანერგვას, გამოყენებული რესურსების ხარისხის ამაღლებას, ნედლეულის კომპლექსურ გამოყენებას და იმ რესურსების გამოყენების შეზღუდვას, რომლებიც უშუალოდ უკავშირდება გარემოს გაჭუჭყიანებას, ახალი აპარატურის შექმნას გამონაბოლქვების თავიდან აცილების ან დასაშვები ნორმების დონემდე მათი შეზღუდვის მიზნით, მოხმარებული სათბობის ხარისხისა და მათი წვის რეჟიმების გაუმჯობესებას, გამონაბოლქვი გაზების გაწმენდას და გამოშვებული პროდუქტის ხარისხის ამაღლებას.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებების გავრცელების ხარისხის შემცირების ღონისძიებებს ასევე მიეკუთვნება გამონაბოლქვების ნეიტრალიზაცია, კონსერვაცია, დამარხვა და უტილიზაცია.



ნახ. 1. ატმოსფეროში მავნე გამონაბოლქვების შემცირების ღონისძიებების სტრუქტურა

რაც შეეხება მუდმივი მონიტორინგის სრულყოფილი სისტემის შექმნას, ის იძლევა არა მარტო სრული იმფორმაციის მიღების საშუალებას სამრეწველო ობიექტის ადგილმდებარეობის ეკოლოგიური ვითარების პროგნოზული გამოკვლევებისათვის, არამედ უზრუნველყოფს ატმოსფერული ჰაერის სისუფთავის კრიტერიუმების დადგენას ორგანიზაციული და ტექნოლოგიური ღონისძიებების მიზანდასახული და ეფექტური განხორციელების ბაზაზე.

საქართველოში ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების გამოყენებისა და ენერჯის დაზოგვის არსებული პოტენციალის შეფასება პირველად ჩატარდა 1997-1999 წლებში საქართველოს ელექტროენერგეტიკის სექტორის ოპტიმალური განვითარების პროექტის ფარგლებში. შეფასებები მოიცავდა ეფექტური ტექნოლოგიების სტანდარტულ პაკეტებს ცალ-ცალკე მრეწველობისა და საყოფაცხოვრებო სექტორებისათვის.

მრეწველობის სექტორისათვის ეს იყო ცვლადსიჩქარიანი ელექტრული ამძრავების გამოყენება, ტრანსფორმატორების სიმძლავრეებისა და მუშაობის რეჟიმების ოპტიმიზაცია, შეკუმშული ჰაერის მიწოდების ქსელის დეცენტრალიზაცია



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



და მცირე ზომის კომპრესორების დაყენება მაღალი სიმძლავრის დაუტვირთავი კომპრესორების ნაცვლად, რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსატორებისა და ძრავების გადატვირთვისაგან დაცვის მოწყობილობების გამოყენება, ენერგორესურსების ელექტრონული ხარჯსაზომი სისტემების, ენერგოდამზოვი განათებისა და ელექტროგენერაციის ეკონომიური დეცენტრალიზებული სისტემების გამოყენება და სხვა. შეფასებებმა აჩვენა, რომ აღნიშნული სისტემების ეტაპობრივი დანერგვით მრეწველობის სექტორში შესაძლებელი იქნებოდა ყოველწლიურად დაზოგილიყო მინიმუმ 200 მლნ. კვტ*სთ ელექტროენერგია. შესაბამისად, შეიძლებოდა ყოველწლიურად $200\ 000\ 000 \times 0.104/1000 = 20\ 800$ ტონით შემცირებულიყო ნახშირორჟანგის ემისიაც (0.104 კგ CO_2 /კვტ*სთ არის ერთ კვტ.სთ ენერგიაზე მოსული CO_2 -ის რაოდენობა კგ-ში).

ლიტერატურა

1. მ.გუდიაშვილი, გ.არაბიძე, თ.ჯიშკარიანი. ენერგომენეჯმენტის პრინციპები. სახელმძღვანელო. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2011 წ. ქ.თბილისი. 156 გვ;
2. მ.გუდიაშვილი, გ.არაბიძე, ო.კიღურაძე, ი.ლომიძე, თ.ჯიშკარიანი. ენერგოაუდიტი სამრეწველო სექტორში. დამხმარე სახელმძღვანელო. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2011 წ. ქ.თბილისი. 276 გვ;
3. მ.გუდიაშვილი, თ.მიქიაშვილი, გ.არაბიძე, ო.კიღურაძე, თ.ჯიშკარიანი. შესავალი ენერგომენეჯმენტში. მონოგრაფია. USAID, ენერგეტიკის სექტორის შესაძლებლობების გაუმჯობესების პროექტი (ECI). 2011 წ. ქ.თბილისი. 184 გვ;

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MEASURES FOR REDUCING CARBON DIOXIDE (CO₂) EMISSIONS IN THE INDUSTRIAL SECTOR

Kh. Arabidze, N. Javshanashvili, T. Kishkariani

Georgian Technical University

Summary

Climate Change or Global Warming is generally caused by the accumulation of CO_2 in the atmosphere is the reason of global concern. Limitation of carbon dioxide (CO_2) emissions in order to mitigate climate change is concerned to rational use of energy recourses,utilization of high efficient technologies and implementation of energy saving measures in the industry, residential, transport, construction sector and etc. One-third of total energy consumption and share of CO_2 emissions by the industrial sector is about 36% of over the world. The article discusses combination of the measures for reduction of harmful exhaust gases generated by the industrial facilities.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**ბირთვული ენერგეტიკის მასალები და მადნეულის კონცენტრატი –
 კომპლექსური ტექნოლოგიების პოტენციალი**

ბერეჟიანი მ., მეტრეველი ი., ბერეჟიანი ა.*

საქართველოს მაღალი ტექნოლოგიების ეროვნული ცენტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

განხილულია ბირთვული ენერგეტიკის იზოტოპური მასალების საქართველოში მოქმედი წარმოებისა და მადნეულის სპილენძის კონცენტრატის გადამუშავების შესაძლო ურთიერთქმედების პერსპექტივა, ცალკეული წარმოებების ტექნოლოგიური და ეკოლოგიური ბარიერები გადაიქცევა ურთიერთხელსაყრელი კავშირების წყაროდ და მთლიანობაში გვაძლევს პრაქტიკულად უნარჩუნო კომპლექსურ ტექნოლოგიას.

საქართველოს უკავია მსოფლიოში წამყვანი პოზიცია მაღალტექნოლოგიური პროდუქციის - მსუბუქი ელემენტების სტაბილური იზოტოპების წარმოებაში, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან მედიცინაში, ბირთვულ ენერგეტიკაში, მიკროელექტრონიკაში, ქიმიურ და ბიოლოგიურ კვლევებში [1,2]. ეს შეიძლება ხუმრობას წაავს - გურამ დოჩანაშვილის ცნობილ მოთხრობაში გაუდერებელი იუმორისტული ფრაზის: „დუშეთის ფლოტი უძლიერესია მსოფლიოში“ მსგავსად, მაგრამ რეალობაა.

თბილისში არსებული ყოფილი სტაბილური იზოტოპების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი (იგივე საწარმო П/Я А3521) წარმოადგენდა საბჭოთა კავშირის საშუალო მანქანათმშენებლობის სამინისტროს წამყვან ორგანიზაციას მოცემული მიმართულებით. იმ დროს ბევრისთვის ცნობილი არ იყო, რომ ამ სამინისტროს უწყინარი სახელის უკან იმალებოდა სსრკ-ს ბირთვული შეიარაღებისა და ენერგეტიკის მმართველი უწყება. საქართველოს მიერ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ ორგანიზაციამ შეინარჩუნა სპეციფიკა, ამჟამად მას ეწოდება საქართველოს მაღალი ტექნოლოგიების ეროვნული ცენტრი. ამჟამად მის ბაზაზე შექმნილი კომპანიების მიერ იწარმოება შემდეგი იზოტოპური პროდუქცია:

- ჟანგბადი-18, გამდიდრებით 99+%, მიღწეულია 99.9+% (ბუნებრივი შემცველობაა 0,204%).
- ჟანგბადი-17 (წარმოადგენს მაღალგამდიდრებული პროდუქტის საწარმოო მასშტაბით ერთადერთ მწარმოებელს მსოფლიოში), გამდიდრებით 90+%, მიღწეულია 95+% (ბუნებრივი შემცველობაა 0.037%).
- აზოტი-15 (პრაქტიკულად ერთადერთი მწარმოებელი მსოფლიოში), გამდიდრებით 99+%, მიიღწევა 99.9+% (ბუნებრივი შემცველობაა – 0.365%).
- ბორი-10 (ერთადერთი მწარმოებელი პოსტსაბჭოთა სივრცეში), გამდიდრებით 98+% (ბუნებრივი შემცველობა 19.8%).
- ბორი-11 (მსოფლიო წარმოების ნახევარზე მეტი), გამდიდრებით 99.9+%, მიიღწევა 99.99% (ბუნებრივი შემცველობაა 80.2%).
- ნახშირბადი-13, ამჟამად მიმდინარეობს წარმოების პროექტის დამუშავება 99+% იზოტოპური გამდიდრების (ბუნებრივი შემცველობაა 1.07%).



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



განსაკუთრებული მნიშვნელობა მედიცინაში, ქიმიურ (მეტად - ბიოქიმიურ) კვლევებში ენიჭებათ ჟანგბადის, აზოტის, ნახშირბადის იზოტოპებს, მაგრამ ზემოთ ჩამოთვლილი იზოტოპები მნიშვნელოვანია ბირთვულ ენერგეტიკისთვის – როგორც არსებული, ასევე პერსპექტიული ან შორეული მომავლის.

¹⁰B იზოტოპი ხასიათდება ნეიტრონების შთანთქმის დიდი კვეთით (3820 ბარნი) და ძირითადად გამოიყენება ბირთვულ ენერგეტიკაში გახლეჩის რეაქციის მარეგულირებელი და ნეიტრონული გამოსხივებისგან დამცველი ნაკეთობების დასამზადებლად. ¹¹B იზოტოპი ძირითადად გამოიყენება ნახევარგამტარული ნაკეთობების დასამზადებლად - მალეგირებელი მინარევის სახით. გარდა ამისა, იგი გამოიყენება “ნეიტრონ-გამჭვირვალე” სპეციალური მტკიცე მასალების დასამზადებლად.

¹⁵N აზოტის იზოტოპი ამჟამად გამოიყენება ქიმიურ-ბიოქიმიურ-ბიოლოგიურ კვლევებში ნიშანდებული ნაერთების სახით. ბაზრის მოთხოვნა მთლიანად კმაყოფილდება წარმოების არსებული სიმძლავრეებით. მაგრამ პერსპექტივაში იკვეთება მოთხოვნის მნიშვნელოვანი ზრდა ბირთვულ ენერგეტიკაში: მომავლის ბირთვული საწვავის ოპტიმალურ სახეობად მიიჩნევა ურანის, თორიუმის, პლუტონიუმის აზოტნაერთების (ნიტრიდული) სახით გამოყენება [3,4]. ამისთვის საჭიროა ¹⁵N იზოტოპის გამოყენება, ვინაიდან მისი ატომბირთვი ხასიათდება ნეიტრონების შთანთქმის მცირე კვეთით (2×10^{-5} ბარნი), რაც 100 000-ჯერ ნაკლებია ¹⁴N იზოტოპის ბირთვის კვეთზე.

სტაბილური იზოტოპების განცალკევების ტექნოლოგია დამყარებულია იზოტოპური მიმოცვლის პროცესებზე მაცალკევებელ სვეტებში დადმავალ სითხის და ადმავალ აირად ფაზებს შორის [2]. გამოიყენება დაბალტემპერატურული რექტიფიკაცია, აგრეთვე ქიმიური მიმოცვლის მეთოდი თხევად და აირად ფაზებს შორის. ამ პროცესებისთვის აუცილებელია ფაზების სრული შექცევის უზრუნველყოფა სვეტების ბოლოებში (იზოტოპური კომპონენტების სრულ გადასვლა ფაზებს შორის). აზოტ-15 იზოტოპის წარმოებისათვის ქიმიური გაცვლის მეთოდით სისტემაში - აზოტის ოქსიდი/აზოტმჟავა შექცევის პროცესისათვის გამოიყენება გოგირდოვანი ანჰიდრიდი (გოგირდის დიოქსიდი SO₂). ამ დროს აზოტმჟავას წყალხსნარისა და გოგირდოვანი ანჰიდრიდის შემხვედრი ნაკადების ურთიერთქმედების შედეგად მიიღება აზოტის ჟანგეულები და გოგირდმჟავა. იგივე ხერხი გამოიყენება აზოტის ოქსიდის გენერაციისთვის ჟანგბადისა და აზოტის იზოტოპების ერთდროული დაცალკევების ტექნოლოგიაში დაბალტემპერატურული რექტიფიკაციის მეთოდით. საჭირო ხდება გოგირდის დიოქსიდის შექმნა (იმპორტი), რომელიც წარმოადგენს ტრანსპორტირებისთვის საშიშ ნივთიერებას, ამასთან მისი ხარისხი ხშირად არადამაკმაყოფილებელია. დღემდე აქტუალური რჩება გოგირდის დიოქსიდის ადგილზე წარმოების ამოცანა. დამუშავებული იქნა კონცეფცია მის მისაღებად სულფიდური მადნების გადამუშავების დროს გამოყოფილი აირებიდან [5].

როგორც ცნობილია, ამჟამად მადნეულის სამთო კომბინატში ხორციელდუ-



ბა სპილენძის შემცველი სულფიდური მადნის ფლოტაციური გამდიდრება. მოპოვებული კონცენტრატი მიახლოებით შემადგენლობით: Cu- 17%, Fe-33%, S- 25-35% საქართველოში არ გადამუშავდება, არამედ მთლიანად იგზავნება ექსპორტზე. თავის დროზე განიხილებოდა სპილენძის კონცენტრატის მეტალურგიული გადამუშავების სიმძლავრის შექმნა [6].

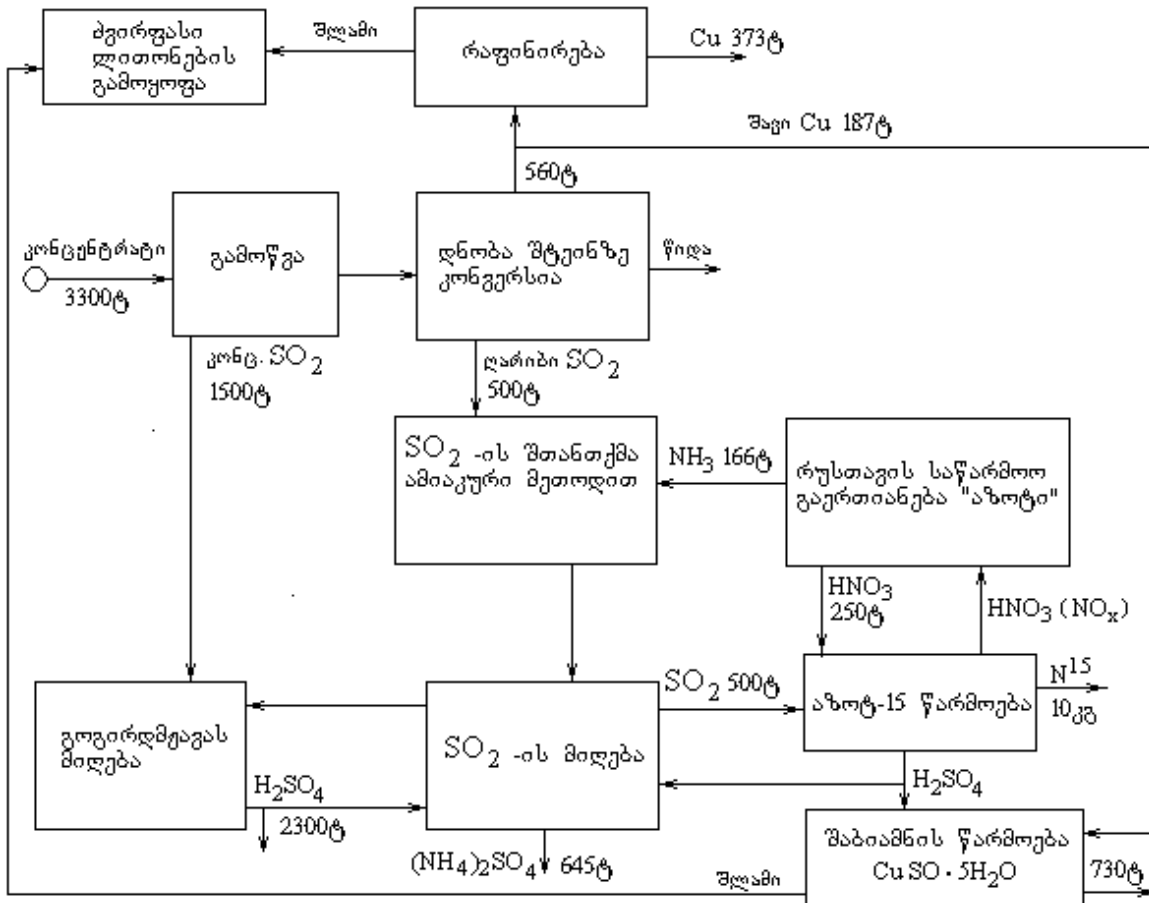
ფერადი ლითონების მეტალურგიული საწარმოები აწყდებიან სერიოზულ ეკოლოგიურ ბარიერებს. პირომეტალურგიული მეთოდები ხასიათდებიან გოგირდოვანი ანჰიდრიდის გამონაბოლქვით, ამასთან, თუ კონცენტრატის გამოწვის სტადიაზე გამოყოფილი კონცენტრირებული აირები გამოიყენება გოგირდმჟავის მისაღებად, შემდგომ სტადიაზე (შტეინზე დნობა, კონვერსია) მიიღება აირები SO₂-ის დაბალი კონცენტრაციით – 1.5%-მდე [7]. გამონაბოლქვი აირების გოგირდის ორჟანგისაგან გაწმენდა წარმოადგენს ერთ-ერთ უსერიოზულეს პრობლემას ქიმიურ ტექნოლოგიასა და მეტალურგიაში. დამუშავებულია ქემოსორბციული ხერხების მთელი რიგი, ერთ-ერთ მაღალეფექტურ მეთოდად ითვლება გოგირდის ორჟანგის შთანთქმის ამიაკური არაციკლური ხერხი. ამ დროს შთანთქმელად გამოიყენება ამიაკის წყალი და მიიღება ამონიუმის ბისულფიტი. მარტივია ამონიუმის სულფიტის სულფატად გარდაქმნა გოგირდმჟავას დამატების გზით. ამ დროს მიიღება პრაქტიკულად სუფთა SO₂, ხოლო ამონიუმის სულფატი (NH₄)₂SO₄ გამოიყენება სასუქად [8]. ამიაკური ხერხის რეალიზაციას ამარტივებს რუსთავეში არსებული ქიმიური საწარმო “აზოტი”, რომელიც აწარმოებს ამიაკურ წყალს.

საწარმოო მონაცემებით, ქიმიური მიმოცვლის მეთოდით 1 კგ ¹⁵N მიღება მოითხოვს 50 ტონამდე SO₂-ს. გოგირდმჟავა მიიღება დახლოებით 50%-იანი წყალხსნარის სახით, რომელიც შეიცავს დაახლოებით 5% SO₂-ს. ასეთი მჟავის უტილიზაცია და რეალიზაცია გაძნელებულია, მაშინ, როცა მისი გამოყენება შესაძლებელია SO₂-ის მისაღებად ამონიუმის სულფიტიდან. ამასთან გოგირდოვანი ანჰიდრიდის მიღება შესაძლებელია უშუალოდ აზოტ-15 იზოტოპის საწარმოში, ამ დროს გამოირიცხება აგრესიული და საშიში ნივთიერებების – შეკუმშული /გათხევადებული SO₂-ისა და SO₂-ის შემცველი განზავებული გოგირდმჟავის შემხვედრი გადაზიდვები, არამედ მოხდება გაცილებით უსაფრთხო ამონიუმის სულფიტის ტრანსპორტირება.

ნახაზზე წარმოდგენილია სპილენძის კონცენტრატის კომპლექსური გადამუშავებისა და იზოტოპ აზოტ-15 მიღების ტექნოლოგიური პროცესების მატერიალური ნაკადების სქემა. ხდება ფერადი მეტალურგიისათვის დამახასიათებელი, გარემოსათვის საშიში გოგირდოვანი ანჰიდრიდის დაჭერა ეფექტური ამიაკური ხერხით, მიღებული სუფთა გოგირდოვანი ანჰიდრიდი გამოიყენება აზოტ-15 იზოტოპის წარმოებისთვის, საბოლოოდ კი მიიღება სასუქი – ამონიუმის სულფატი, ამასთან ხდება წარმოების მეორადი მჟავებისა და აზოტის ჟანგეულების უტილიზაცია. გათვალისწინებულია სოფლის მეურნეობისათვის საჭირო პროდუქტის - შაბიამნის მიღება იზოტოპის წარმოების მეორადი მჟავების გამოყენებით [9], რომლის დროსაც რეალიზებულია უნარჩენო, ენერგეტიკულად ხელსაყრელი



ციკლი, ნედლეულად შესაძლოა გამოყენებული იქნას სპილენძის მეტალურგიის სხვადასხვა ნარჩენები, აგრეთვე “შავი” სპილენძი, ხოლო ნედლეულში არსებული ძვირფასი ლითონები პრაქტიკულად უდანაკარგოდ კონცენტრირდება დარჩენილ შლამში.



სქემაზე დატანილი რაოდენობრივი მონაცემები გაანგარიშებულია 10 კგ ¹⁵N-ს წარმოებაზე გადათვლით (დაცალკევების დაბალტემპერატურული რექტიფიკაციის მეთოდის დროს SO₂-ის ხარჯი 10-20-ჯერ ნაკლებია და უზრუნველყოფს სულ ცოტა 100 კგ ¹⁵N-ს წარმოებას). მოსალოდნელია, რომ აზოტ-15 იზოტოპის მსხვილმასშტაბური წარმოება მოითხოვს რუსთავის ქიმიურ საწარმოსთან უშუალო ტერიტორიულ შერწყმას. ამ შემთხვევაში აზოტის ჟანგეულების ნაკადი მიეწოდება ქიმიური საწარმოს შესაბამის უბანს. ზემოთაღწერილი მიდგომების რეალიზაციის შემთხვევაში მიიღება შედეგი, როდესაც ცალკეული წარმოებების ტექნოლოგიური და ეკოლოგიური ბარიერები გადაიჭრება ურთიერხელსაყრელი კავშირების წყაროდ და მთლიანობაში გვაძლევს პრაქტიკულად უნარჩენო საწარმოო კომპლექსს.

გამოყენებული ლიტერატურა



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



1. Изотопы: свойства, получение, применение. Под ред. В.Ю. Баранова. М., ИздАТ. 2000, - 704 с.
2. В.М. Андреев, Я.Д. Зельвенский, С.Г. Катальников "Разделение стабильных изотопов физико-химическими методами", М.: "Энергоатомиздат", 1982, с. 113-125
3. Advanced Fuel Cycle Initiative: Objectives, approach and Technology Summary. U.S. Department of Energy. Office of Nuclear Energy, Science and Technology. Report to Congress, May 2005, 47p.
4. J. Wallenius. N-15 Requirement for 2nd Stratum ADS Nitride Fuels. Nuclear Times, Eurepen Commision, Joint research Centre, Institute for Energy, 28-Jun-2004, 5 p.
5. მბერეუიანი, ა.ბერეუიანი - მადნეულის სპილენძის კონცენტრატის ეკოლოგიურად გამართლებული გადამუშავების პერსპექტივა საქართველოში//საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2008, ტ.3, № 2, გვ. 193-196.
6. მადნეულის საბადოს გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლების ზოგიერთ ღონისძიებათა შესახებ//საქართველოს რესპუბლიკა: 1996წ. 4 ოქტომბერი, №200, გვ. 3.
7. Общая химическая технология. под. ред. И.П. Мухленов. ч.2. М.: Высшая школа, 1977, с. 123-128
8. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989, с. 113-125.
9. თ. აბზიანიძე, მ. ბერეუიანი, ა. ევიაზაროვი და სხვ. დანადგარი აზოტ-15 იზოტოპისა და შაბიამნის მისაღებად. საქართველოს პატენტი N 1421, B01 D 59/28, C 01 G 3/10, 27.12.96, 4 გვ.

MATERIALS OF NUCLEAR POWER AND MADNEULI COPPER ORE - THE POTENTIAL OF INTEGRATED TECHNOLOGIES

Berezhiani M., Metreveli Y., Berejiani A.

Summary

Prospect of possible cooperation actions between existing in Georgia nuclear power isotope materials production and processing of copper ore concentrate is considered, where technological and ecological barriers of separate productions turn into sources of mutually beneficial relations and in general, it gives practically non-waste complex technology.

მშენებლობაში ენერჯო და რესურსდამოკები ტექნოლოგიები მსუბუქი, ოსეკედელიანი ფოლადის კონსტრუქციების გამოყენებით

ყიფიანი პ., გერაძე პ., მინდაძე ს., დოგრაშვილი მ.
 აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია მშენებლობაში ოსეკედელიანი ფოლადის კონსტრუქციების გამოყენება, რაც არა მარტო შენობა-ნაგებობების სწრაფად აგების საშუალებას, არამედ ენერჯისა და რესურსების დამზოვ ტექნოლოგიას წარმოადგენს.

სამშენებლო დარგი სწრაფად განვითარებად დარგს წარმოადგენს. ჯერ კიდევ არც თუ ისე დიდი ხნის წინ შენობებს აგებდნენ ქვის, აგურის და სხვა სამშენებლო მასალებისაგან. ამჟამად დიდი პოპულარობით სარგებლობს ნაგებობები, რომელთა აგება ბევრად უფრო სწრაფად ხდება მსუბუქი, მაგრამ საიმედო მასალის - ფოლადის გამოყენების შედეგად.

ამ მასალისგან იგება საგამოფენო პავილიონები, სავაჭრო კომპლექსები, სპორტული ნაგებობები, სასაწყო სათავსოები, სამრეწველო კონსტრუქციები და შენობები, ხიდები, ესტაკადები და სხვა.

ლითონის კონსტრუქციები უნივერსალურებია, გამოირჩევიან სიმტკიცით. ამავე დროს, მსუბუქი და, შესაბამისად, სწრაფადაგებადია, რასაც დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ სამშენებლო კომპანიები.



ნახ.1. უემოსავლების სამსახურის შენობა მანსარდული სართულით ქ.ქუთაისში.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ლებისას შესაძლებელია ცალკეული კონსტრუქციების უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე აწყოფა, რაც გამორიცხავს მძიმე სამშენებლო ტექნიკის გამოყენებას და საწვავის ეკონომიის საშუალებას იძლევა. მსუბუქი თხელკედლიანი სამშენებლო ფოლადის კონსტრუქციებისათვის ამწობ-საშემდგომლო სამუშაოების შესრულებისას ენერგოდამზოგი შედულების ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს ენერჯის დანახარჯები დიდი სისქის სორტამენტის გამოყენების შემთხვევასთან შედარებით.

ამჟამად სამშენებლო დარგში ცნობილია მსუბუქი თხელკედლიანი ფოლადის კონსტრუქციების შეერთების სახეების საკმაოდ დიდი რაოდენობა: შეწვებით, თვითსახრახნი ხრახნებით, მოქლონებით და ჭანჭიკებით, ასევე აღნიშნული შეერთებების კომბინირებით [2]. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენი აზრით გარდა ამისა ასეთ შეერთებებთან ერთად წარმატებით შეიძლება შედულების გამოყენება. ზოგიერთი მეცნიერები თვლიან, რომ ასეთი შეერთებები პრინციპში დაუშვებელია, რადგან უმრავლეს შემთხვევებში ლითონის პროფილების სისქე არ აღემატება 2,5-3 მმ-ს, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის კონსტრუქციების გამჭოლი “ჩადნობის” რისკს. ხშირად შედულების გამოყენება არასასურველია ფოლადის ზედაპირზე მოთუთიებული თხელი ფენის არსებობის გამო.

სხვა მკვლევართა აზრით კი [3], ასეთი კონსტრუქციების შედულება დასაშვებია და ეს ფაქტი დასტურდება მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით.

ჩვენც ვთვლით, რომ თხელი ფურცლოვანი ლითონის ასეთი შეერთებების მიღებისათვის არსებობს შესაბამისი ტექნიკა და ტექნოლოგია. მითუმეტეს, რომ 2 მმ-ზე მეტი სისქეებისათვის (ბოლო დროს აქტიურად გამოიყენება 4 მმ სისქის პროფილები) საშემდგომლო მოწყობილობის სწორი შერჩევისას შეიძლება ოპტიმალური ტექნოლოგიის დამუშავება, შესაბამისი კვლევებისა და ექსპერიმენტების ჩატარების შემდეგ.

ნახევრად ავტომატური შედულება დამცავ აირებში საშუალებას იძლევა, კონსტრუქციები შედუდდეს ნებისმიერ სივრცულ მდგომარეობაში. ამასთან, 0,8 მმ დიამეტრის მავთულის გამოყენება უზრუნველყოფს შენადული ნაკერების კარგ ფორმირებას გამჭოლი “ჩადნობის” გარეშე. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად მცირდება ელექტროენერჯის ხარჯი ზომიერი შედულების რეჟიმის პარამეტრების გამო.

ვთვლით, რომ ხარისხიანი უდეფექტო შენადული კონსტრუქციის მისაღებად და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის უნდა იქნას დამუშავებული შედულების ოპტიმალური ტექნოლოგია.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Рыбаков В.А. Основы строительной механики легких стальных тонкостенных конструкций: учеб. пособие /В.А. Рыбаков – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 207 с
2. Куракова В.Г., Назмеева Т.В. Виды узловых соединений в легких стальных тонкостенных конструкциях. /Инженерно-строительный журнал, №3(21), 2011, с.47-52.
3. Брудка, Я.; Лубиньски, М. Легкие стальные конструкции. Изд. 2-е, доп. - М.: Стройиздат, 1974. – 342с.

ENERGY- AND RESOURCE- SAVING TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION WITH THE USE OF THIN-WALLED LIGHT STEEL STRUCTURES

Kipiani P., Geradze P., Mindadze S., Dograshvili M.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper discusses the use of thin-walled steel structures in construction, which are not only a means of quick erection of buildings and structures, but also are the energy- and resource-saving technology.

ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში ბაზოენიკური მასალების მიმოხილვა



ზიგზივაძე ბ.ლ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში გაკეთებულია ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში გამოყენებული მასალების მიმოხილვა.

ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში გამოყენებული მასალები მნიშვნელოვნად განსაზღვრავენ ელექტრული მანქანების ტექნიკურ მაჩვენებლებს. მაღალხარისხიანი ფოლადის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს არსებითად შევამციროთ მანქანების წონა და გაბარიტები და გავზარდოთ მათი მარგი ქმედების კოეფიციენტი. საიზოლაციო მასალების და ლაქების თვისებები ზღუდავენ დასაშვებ ელექტრომაგნიტურ დატვირთვებს. საიზოლაციო მასალების სისქე და თბომდეგობა განსაზღვრავენ ელექტრული მანქანების გამოყენების ხარისხს. ჩვეულებრივ იზოლაცია საშუალოდ იკავებს საიზოლაციო ღარის საერთო მოცულობის 30 %-ს, რომელშიც ჩადებულია გრაფნილის გამტარები. იზოლაციის სისქის შემცირება საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ გამტარების მოცულობა ღარში და შესაბამისად, გავზარდოთ მანქანის სიმძლავრე მისი გაბარიტების შენარჩუნებით. საიზოლაციო მასალების გაზრდილი თბომდეგობა აგრეთვე საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ მანქანის დატვირთვა. ელექტრული მანქანების ტექნიკური მაჩვენებლები და მათი საიმედოობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული არა მარტო სწორ კონსტრუქციაზე და გაანგარიშებაზე, არამედ მაგნიტური და საიზოლაციო მასალების, მათი თვისებების და ხარისხის სწორ არჩევაზე და აგრეთვე საკონსტრუქციო ელემენტების მასალებზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ საჭირო მექანიკურ სიმტკიცეს.

ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში გამოყენებული მასალები იყოფიან სამ ჯგუფად [1, 2]: საკონსტრუქციო, აქტიური და ელექტროსაიზოლაციო მასალები.

საკონსტრუქციო და აქტიური მასალები. საკონსტრუქციო მასალებიდან ამზადებენ მანქანის ნაწილებს, რომლებიც განიცდიან მექანიკურ დატვირთვას. ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში გამოიყენებიან ძირითადად იგივე საკონსტრუქციო მასალები, რაც ზოგად მანქანათმშენებლობაში. მათ მიეკუთვნებიან ფოლადი, თუჯი, ფერადი ლითონები და პლასტმასები.

აქტიური მასალები ემსახურებიან მანქანის მაგნიტური ნაკადის და ელექტრული დენის გატარებას და იყოფიან დენგამტარ და მაგნიტოგამტარ მასალებად. ძირითად დენგამტარ მასალად ბოლო დრომდე გამოიყენებოდა სპილენძი. ბოლო წლებში გამტარი მასალის რანგში დაიწყო უფრო იაფი და ფართოდ გავრცელებული ალუმინის გამოყენება. მისი უპირატესობა არის დაბალი ხვედრითი წონა, უფრო მაღალი გამტარებლობა წონის ერთეულზე, მექანიკური დამუშავების სიადვილე და კარგი ანტიკოროზიული თვისებები. ალუმინის ნაკლოვანება არის მაღალი ხვედრითი ელექტრული წინააღმდეგობა და ცუდი შედუღებადობა. მაღალი ხვედრითი ელექტრული წინააღმდეგობის შედეგად ალუმინის გრაფნილებიან ელექტრულ მანქანებს აქვთ დიდი გაბარიტები. ელექტრომანქანათმშენებლობაში ფართოდ გამოიყენებიან სპილენძის სხვადასხვა შენადნობები, მაგალითად, თითბერი, ფოსფორიანი ბრინჯაო და ა.შ.

დენგამტარ ელემენტებს ასევე მიეკუთვნება მუსები, რომელთა დახმარებით ხორციელდება დენის მოხსნა მბრუნავი გრაფნილებიდან კონტაქტური რგოლების ან კოლექტორის მეშვეობით. მუსებს ჩვეულებრივ ამზადებენ გრაფიტის, ნახშირის ან სპილენძის ფუძეზე.

ძირითად მაგნიტოგამტარ მასალად ითვლება ფურცლოვანი ლეგირებული ელექტროტექნიკური ფოლადი, რომელიც შეიცავს 2-დან 5 %-მდე კაუბადს. კაუბადი ამცირებს



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



დანაკარგებს ჰისტერეზისზე. ფოლადის ხვედრითი ელექტრული წინააღმდეგობის გაზრდის შედეგად მცირდება დანაკარგები გრიგალურ დენებზე. ფოლადი ხდება მდგრადი დაჟანგვისა და დაძველებისადმი, მაგრამ ხდება უფრო მყიფე. ბოლო წლებში ფართოდ გამოიყენება ცივად ნაგლინი ტექსტურირებული ფოლადი, უფრო მაღალი მაგნიტური თვისებებით გლინვის მიმართულებით. მაგნიტოგამტარის გულანა მზადდება ნატვიფრი ფოლადის ფურცლებისაგან აკრებილი პაკეტის სახით. ფოლადის ფურცლის სისქე არის 0,5 მმ-დან 0,15 მმ-მდე. მუდმივი მაგნიტური ნაკადის გასატარებლად ფართოდ გამოიყენება ფოლადის სხმულები და თუჯი.

ელექტროსაიზოლაციო მასალები. ელექტროსაიზოლაციო მასალები გამოიყენებიან მანქანის დენგამტარი ნაწილების ელექტრული იზოლაციისათვის. მანქანის საგრაგნილე გამტარების იზოლაცია მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს და ექსპლოატაციის ხარისხს. იზოლაციის სისქეზე არსებითად არის დამოკიდებული მანქანის წონა და გაბარიტები. ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში გამოყენებული მასალები უნდა ფლობდნენ მაღალ ელექტრულ სიმტკიცეს, უნდა იყვნენ თბო, ტენ და ქიმიურად მდგრადები. იზოლაციას აგრეთვე უნდა ჰქონდეს მაღალი ხვედრით წინააღმდეგობა და მცირე დიელექტრიკული დანაკარგები. მყარ დიელექტრიკულ მასალებს მოეთხოვებათ საკმაო მექანიკური სიმტკიცე.

ხურვალმედეგობის მიხედვით მყარი ელექტროსაიზოლაციო მასალები იყოფიან შვიდ კლასად. ყველაზე ფართოდ გავრცელება ბოლო დრომდე ჰქონდა A კლასს, რომელსაც მიეკუთვნებიან გაჟღენთილი ქაღალდი, მუყაო, ხე, ბამბეულის და შაღის ქსოვილები და ლენტები. მასალები იჟლინთებიან ელექტრული სიმტკიცის და თბოგამტარობის გაზრდის მიზნით, აგრეთვე ჰიგროსკოპულობის შემცირების მიზნით. გამჟღენთ მასალებად გამოიყენება სატრანსფორმატორო ზეთი, ზეთოვანი ლაქები და ბიტუმი. ამ კლასის მასალების დასაშვები ტემპერატურა შეადგენს 105 °C-ს. გაჟღენთვის გარეშე ეს მასალები მიეკუთვნებიან Y კლასს, მათი დასაშვები ტემპერატურა არის 90 °C. ბოლო წლებში ფართოდ იყენებენ სინთეტიკურ საიზოლაციო მასალებს, რომლებსაც აქვთ მცირე სისქე და მაღალი ელექტრული და მექანიკური მაჩვენებლები.

ლაგსანის ტიპის სინთეტიკური ორგანული ფირები, პლასტმასები ორგანული შემავსებლით და ფენოვანი ფირფიტები მიეკუთვნებიან E კლასის ელექტროსაიზოლაციო მასალებს, რომელთა გახურების დასაშვები ტემპერატურა არის 120 °C.

B კლასის მასალებს მიეკუთვნებიან ქარსისაგან, აზბესტისაგან და მინის ბოჭკოსაგან დამზადებული ნაკეთობები, რომლებიც შეკრული და გაჟღენთილი არიან მაღალი ხურვალმედეგობის ორგანული ლაქებით და ფისებით. ამ კლასს მიეკუთვნებიან აგრეთვე პლასტმასები არაორგანული შემავსებლით და მაღალხარისხიანი მასალები, როგორცაა მიკალენტა და მიკაფოლი, რომლებიც დამზადებული არიან ერთმანეთთან შეწებებული და შემდეგ ქაღალდზე დაწებებული ქარსის ფირფიტებისაგან. ისინი კარგად აკმაყოფილებენ საიზოლაციო მასალებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს, მაგრამ შედარებით ძვირია. ზღვრული დასაშვები ტემპერატურა B კლასის მასალებისათვის არის 130 °C.

ბოლო დროს ფართოდ გავრცელებას პოულობს თერმოპლასტიკების ტიპის სინთეტიკური იზოლაცია, რომელიც დამზადებულია ქარსის ფუძეზე თერმოაქტიური პოლიეთერ-სტიროლის კომპაუნდის გამოყენებით. თერმოპლასტიკის ელექტროსაიზოლაციო და მექანიკური თვისებები უფრო მაღალია, ვიდრე მიკალენტის, მაგრამ მას აქვს დამზადების უფრო რთული ტექნოლოგია.

ქარსის, აზბესტის და მინის ბოჭკოს ნაკეთობები სინთეტიკური გაჟღენთილი შედ-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



გენილობების ფუძეზე მიეკუთვნებიან F კლასის ელექტროსაიზოლაციო მასალებს, მათი გახურების დასაშვები ტემპერატურაა 155 °C. იგივე მასალები გამოყენებული კაპორგანულ შემაკავშირებლებთან და გამჟღენთ ნივთიერებებთან ერთად მიეკუთვნებიან H კლასს, რომლის გახურების დასაშვები ტემპერატურაა 180 °C. კაპორგანული იზოლაცია არის განსაკუთრებით პერსპექტიული, თუმცა ის დღესდღეობით შედარებით ძვირია.

C კლასს მიეკუთვნებიან ქარსის, მინის, მინაბოჭკოს, ფაიფურის და სხვა არაორგანული მასალების ნაკეთობები ორგანული შემაკავშირებელი ნივთიერებების შერევის გარეშე. ამ კლასის მასალებისათვის დასაშვები ტემპერატურა არ არის შემოსაზღვრული.

ლიტერატურა

1. Алиев И.И. Электротехнические материалы и изделия: справочник. – М.: ИП Радио Софт, 2005. – 351 с.
2. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.

AN OVERVIEW OF MATERIALS USED IN ELECTRO-TECHNICAL INDUSTRY

Zivzivadze B.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on an overview of materials used in electro-technical industry.

ტყიბულის ქვანახშირის ფართოდ გამოყენების პერსპექტივაში

ქვეხიშვილი ნ., ჯიშკარიანი თ., ჯავშანაშვილი ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გლობალურ პრობლემებს შორის ერთ-ერთი მოწინავე ადგილი უკავია ბუნებრივი რესურსების მარაგების ამოწურვადობას. აღნიშნული საკითხის მოსაგვარებლად მსოფლიოს წამყვანი სპეციალისტები და ფირმები აქტიურად მუშაობენ, რის შედეგადაც იქმნება ენერჯო დამზოვი ტექნოლოგიები. აღსანიშნავია, რომ ენერჯის დაზოგვასთან ერთად ასევე ძალიან მნიშვნელოვანია ისეთი ტექნოლოგიების შექმნა, რომლებიც არსებული ტრადიციული რესურსების მოხმარების ეფექტიანობას გაზრდიან.

სამუშაოს მიზანია მაღალტემპერატურული მდულარე შრის ტექნოლოგიით მომუშავე წვის კამერების შექმნა, რომელშიც გამოყენებული იქნება ადგილობრივი წვრილფრაქციული ქვანახშირები. ამჟამად ენერგეტიკაში ანალოგიური დაბალკალორიული წვრილფრაქციული საწვავის გამოყენების შესაძლებლობით დაინტერესებულია ბევრი ქვეყანა, მათ შორის რუსეთიც, რომელიც ნავთობისა და გაზის დიდი ექსპორტიორია. მიზეზი ასეთი დაინტერესებისა განპირობებულია იმით, რომ მთელს მსოფლიოში მსგავსი წიაღისეული საწვავის მარაგები, მაღალკალორიულ სათბობებთან შედარებით გაცილებით მეტია.

საქართველოში, სადაც არსებობს ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის 300 მლნ. ტონა მარაგი (ლიცენზია მოპოვებაზე), მისი სხვადასხვა სფეროში გამოყენება განსაკუთრებით აქტუალურია, რადგან ქვეყანა ძირითადად მოიხმარს იმპორტირებულ საწვავს, რაც მძიმე ტვირთად აწევა ეკონომიკას. ამჟამად, ამ საწვავის ერთადერთი მომხმარებელია ჰაიდელბერგის ცემენტის მწარმოებელი სამი ქარხანა, სადაც გამოყენებულია ქვანახშირების წვის ტრადიციული ტექნოლოგია – ქვანახშირის დაფქვა მტვრის სახით და მისი



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



გაფრქვევა. აღნიშნული ტრადიციული ტექნოლოგია მოითხოვს ქვანახშირის რთულ და ძვირად ღირებულ გადამუშავებას. ამდენად, მისი გამოყენება გარდა მძლავრი ენერგეტიკული ბლოკებისა სხვაგან შეუძლებელია. ტყიბულის და სხვა ანალოგიური სათბობის გამოყენება გადამუშავების გარეშე გამოყენება შეიძლება მხოლოდ მდულარე შრეში წვის ტექნოლოგიით.

მდულარე შრეში მიმდინარე გაზოდინამიკური პროცესების კვლევა ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 20-იანი წლებიდან დაიწყო და განსაკუთრებული ინტენსივობით 40-იან წლებში გაგრძელდა, მაგრამ 60-იანი წლების დასაწყისში პრაქტიკულად ყველა კვლევა შეწყდა. ამის მთავარი მიზეზი იყო წვის კამერაში წიდის წარმოქმნა, რომელიც არ იძლეოდა პროცესის გაგრძელების საშუალებას. შედეგად, ზოგიერთი მკვლევარი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ შეუძლებელია მაღალტემპერატურული მდულარე შრის ტექნოლოგიით მყარი საწვავის დაწვა (ამ ტექნოლოგიის გამოყენების მცდელობა იყო 2011-2014 წლებში ტყიბულის თბოელექტროსადგურში).

შემდგომში, უფრო დეტალურმა გამოკვლევამ აჩვენა, რომ 800-900 °C ტემპერატურულ დიაპაზონში (დაბალტემპერატურული მდულარე შრის ტექნოლოგია) შესაძლებელია წვის პროცესის განხორციელება თუ საწვავის კონცენტრაცია კამერაში ინერტულ მასასთან (ქვიშასთან) ერთად იქნება მაქსიმუმ 5-6%. ამჟამად, სწორედ ეს დაბალტემპერატურული წვის ტექნოლოგია გამოიყენება ტყიბულის თბოელექტროსადგურში.

ამ ტექნოლოგიის ნაკლია ის, რომ:

- კუთრი სიმძლავრე წვის კამერაში არ აღემატება 1-2 მგვტ/მ², მაშინ როდესაც მაღალტემპერატურულ რეჟიმში წვის დროს მიიღწევა 15-20 მგვტ/მ².
- რთულია დაბალტემპერატურული რეჟიმის მართვა და სტაბილური მუშაობა, რის გამოც პრაქტიკულად შეუძლებელია მისი გამოყენება ფართო მომხმარებლისთვის პატარა სიმძლავრეებზე.

დღეისათვის შეიძლება ითქვას, რომ ჩატარებული კვლევითი სამუშაოებით (საქართველოს სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით) მიღწეულ იქნა წვის კამერის ისეთი კონსტრუქციული გადაწყვეტა შესაბამისი გაზოდინამიკური მართვით, რომელიც ამ ტექნოლოგიის გამოყენების საშუალებას იძლევა ნებისმიერი მცირე და დიდი სიმძლავრეების მომხმარებლებისთვის, მათ შორის თბოელექტროსადგურებისთვის [1,2,3].

რაც შეეხება, შედეგების კომერციალიზაციის პერსპექტივას, ტყიბულის და მისი მსგავსი ქვანახშირების ფასი მთელ მსოფლიოში, მნიშვნელოვნად იაფია სხვა სათბობთან შედარებით. მაგალითისათვის, ბუნებრივი აირი საქართველოში ღირს 800±980 ლარი/1000 მ³, მაშინ როდესაც ექვივალენტური თბუნარიანობის ტყიბულის საწვავი ღირს 350 ლარი/2 ტონა.

ტყიბულის წვრილფრაქციული საწვავის სამრეწველო და კომუნალურ სექტორში (სამრეწველო საწარმოები, რეგიონის სკოლები; მუნიციპალური შენობები; სათბურები და ა.შ.) გამოყენების შემთხვევაში:

- მომხმარებელს ენერგომომხმარებაზე დანახარჯები შეუმცირდება 2-2,5-ჯერ, შესაბამისად შემცირდება ქვეყანაში ძვირადღირებული იმპორტირებული საწვავის მოხმარება;
- გაფართოვდება ტყიბულ-შაორის საბადოზე ქვანახშირის მოპოვება;
- შემცირდება ხე-ტყის გამოყენება რეგიონის სკოლებში მაინც.

ამ ტიპის დანადგარების წარმოებას არ სჭირდება სასტარტო ინვესტიცია, მათ შორის სახელმწიფო ბიუჯეტიდან. დამამზადებელი ქარხანა თვითონ უზრუნველყოფს ბაზრის მოთხოვნების დაკმაყოფილებას.



ლიტერატურა

1. Нацвлишвили Т.Ш. Теплогенератор для сжигания низкосортных углей в кипящем слое. GEN #1, 2009.
2. Нацвлишвили Т.Ш. Технология сжигания топлива в топках высокотемпературного кипящего слоя. GEN №4(vol.52), 2009.
3. Джишқариანი Т. Технология сжигания топлива в топках низкотемпературного кипящего слоя. Энергия №1(53), 2010.

THE PEOPECTS FOR WIDE APPLICATION OF TKIBULI COAL

Kevkhisvili N., Jishkariani T., Javshanashvili N.

Georgian Technical University

Summary

Among the global problems one of the most important issue is depletion of the traditional natural resources reserve. The leading experts and companies of the world are working on to create new energy saving technologies in order to solve global problems. Note that parallel to energy saving it is very important to create resources efficient technologies as well. The article discusses benefits from the high temperature burning chambers creation in order to utilize fine fraction coal burning technology.

**ცილინდრული ზედაპირების გამოწვევის პროცესის
 ენერგოეფექტიანობის შესახებ**

სახანბერიძე ნ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

დამუშავების სიზუსტის და ენერგოეფექტიანობის გაზრდის მიზნით საწვლავის კბილების დიამეტრალური კორექციის და ტემპერატურული ველის განსაზღვრისათვის მოყვანილია საწვისი და სასაზღვრო პირობები ერთდროულად მომუშავე კბილებით ჭრისას მომდევნო კბილისათვის აღდგენილი დრეკადი დეფორმაციების და ჭრის ზედაპირის პლასტიკური დეფორმაციის შემდეგ გამტკიცების გათვალისწინებით.

საწვლავის თითოეული კბილისათვის მიღებულია რადიალური მიმართულებით წნევის საანგარიშო ფორმულები ყოველი მომდევნო კბილისათვის წინა კბილით ჭრის პროცესთან დაკავშირებული შედეგების გათვალისწინებით.

თანამედროვე წარმოების აქტუალურ ამოცანად გვევლინება ისეთი ეფექტიანი საწარმოო პროცესების დანერგვა და გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ დამუშავების მაღალ ხარისხს მოთხოვნილი წარმადობის და თვითღირებულების უზრუნველყოფით. ნახვრეტების ჭრის ეფექტიანი საწარმოო პროცესებიდან ერთ-ერთს მიეკუთვნება გამოწვევა. გამოწვევა გამოიყენება სხვადასხვა ფორმის ზედაპირების დასამუშავებლად. საწვლავების გავრცელებული სახესხვაობებიდან ყველაზე ხშირად გამოიყენებიან პროფილური სქემით მომუშავე ცილინდრული ზედაპირების დასამუშავებელი მრგვალი საწვლავები. საწვლავის მჭრელი ნაწილი შედგება მჭრელი და მაკალიბრებელი კბილებისაგან. გამოწვევაზე ნამატის მოხსნის ძირითად სამუშაოს ასრულებს იარაღის მჭრელი ნაწილი, საწვლავის მაკალიბრებელი კბილები უზრუნველყოფენ დასამუშავებელი ზედაპირის მოთხოვნილ სიზუსტეს და სისუფთავეს [1].

ჭრის პროცესში, საწვლავის მჭრელი კბილები და დასამუშავებელი ნამზადი ჭრის ღერძული (P_b) და რადიალური (P_a) ძალების ზემოქმედებით განიცდიან დრეკად დეფორმაციებს როგორც ღერძული, ასევე რადიალური მიმართულებებით. ამასთან, დიამეტრალური ზომების სიზუსტეზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენენ მათი რადიალური დეფორმაციები. საწვლავის კბილის მჭრელი წიბოს რადიალური დეფორმაციისას მისი



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ფაქტიური დიამეტრი მცირდება საწყის დიამეტრთან შედარებით დრეკად რადიალური დეფორმაციის სიდიდით. ამას ემატება დასამუშავებელი ნახვრეტის დრეკად რადიალური დეფორმაციით გამოწვეული ცლომილებაც, ამიტომ დამუშავების სიზუსტის გასაზრდელად, საწელავის დამზადებისას აუცილებელია მისი კბილის მჭრელი წიბოს დიამეტრალური ზომის კორექცია, ჭრის პროცესში წარმოქმნილი იარაღისა და ნამზადის დრეკად რადიალური დეფორმაციების სიდიდით.

ჭრის პროცესის ენერგოძალოვან პარამეტრებზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მჭრელი იარაღის ცვეთა. ცვეთაზე მოქმედი ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანია ჭრის ტემპერატურა, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს საიარაღო მასალის წითელმდედობას. ამიტომ სხვადასხვა მასალების დამუშავებისას, ტემპერატურის მიხედვით საწელავის კბილის მასალის მუშაობისუნარიანობის პროგნოზირებისათვის აუცილებელია საწელავის მჭრელ ნაწილზე ტემპერატურული ველის განაწილების კანონზომიერების ცოდნა.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ჭრის პროცესში საწელავის მჭრელი კბილები განიცდიან ძალოვან და ტემპერატურულ ზემოქმედებას. რაც უარყოფით ზეგავლენას ახდენს იარაღის სიმტკიცეზე, დამუშავების სიზუსტეზე და პროცესის ენერგოეფექტიანობაზე. ამიტომ საწელავის მუშა და მაკალიბრებელი კბილების დიამეტრალური კორექციისა და ტემპერატურული ველის განსაზღვრა მნიშვნელოვანია მჭრელი იარაღის სიმტკიცის და დამუშავების სიზუსტის გაზრდის, ასევე ჭრაში მონაწილე კბილების რაოდენობის და შესაბამისად სამანქანო დროს შემცირებით პროცესის ენერგოეფექტიანობის გაზრდის თვალსაზრისით.

ზემოთ დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად საჭიროა განხილულ იქნას მჭრელი იარაღის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა.

სამუშაოში [2] განხილულია კონტურული იარაღის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა ნამზადის ერთი კბილით დამუშავებისას. მიღებულია ძაბვისა და დეფორმაციის ტენზორის კომპონენტების ფორმულები თერმოდრეკადობის დამოკიდებულებებით:

$$\sigma_r = \frac{E}{(1+\mu)(1-2\mu)} \left[(1-\mu) \frac{\partial U}{\partial r} + \mu \left(\frac{\partial W}{\partial Z} + \frac{U}{r} \right) - (1+\mu) \alpha T \right];$$

$$\sigma_z = \frac{E}{(1+\mu)(1-2\mu)} \left[(1-\mu) \frac{\partial W}{\partial Z} + \mu \left(\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{U}{r} \right) - (1+\mu) \alpha T \right];$$

$$\sigma_\theta = \frac{E}{(1+\mu)(1-2\mu)} \left[(1-\mu) \frac{U}{r} + \mu \left(\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{\partial W}{\partial Z} \right) - (1+\mu) \alpha T \right];$$

$$\tau = \frac{E}{2(1+\mu)} \left(\frac{\partial U}{\partial Z} + \frac{\partial W}{\partial r} \right).$$

გამოყვანილია დიფერენციალური განტოლებები გადაადგილებათა კომპონენტების U და W-ს მიმართ:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)} \frac{\partial^2 U}{\partial Z^2} - \frac{U}{r^2} + \frac{1}{2(1-\mu)} \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial Z} - \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha \frac{\partial T}{\partial r} = 0;$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial Z^2} + \frac{1-2\mu}{1-\mu} \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{1-2\mu}{2r(1-\mu)} \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{\partial^2 U}{\partial r \partial Z} + \frac{1}{2r} \frac{\partial U}{\partial Z} - \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha \frac{\partial T}{\partial Z} = 0.$$

მათი ინტეგრირებისათვის კონტურული იარაღის ზედაპირებზე, მოცემული ძალოვანი ფაქტორების ზოგადი შემთხვევისათვის და ცხადი გეომეტრიული თანაფარდობების საფუძველზე მოყვანილია საწყისი და სასაზღვრო პირობები.

მრგვალი საწელავებით ნახვრეტების დამუშავებისას, ჭრის პროცესში ერთდროუ-

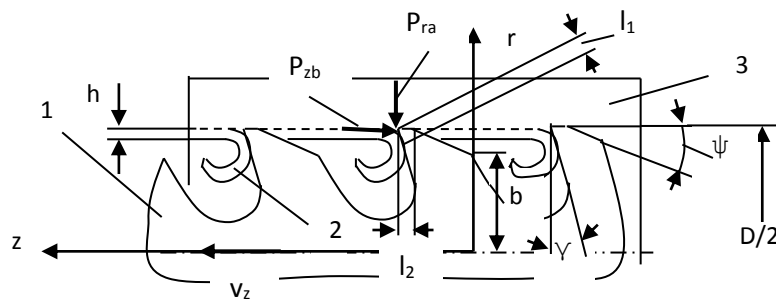


ლად მონაწილეობს საწვლავის 2-3 კბილი (ნახ.1), რაც ართულებს სასაზღვრო პირობების ჩამოყალიბებას. ეს დამოკიდებულია ნამზადის დასამუშავებელი ზედაპირის მექანიკური მახვენებლების ცვლილებასთან, ე.ი. პირველი კბილის მიერ ნამატის მოხსნისას პლასტიკური დეფორმაციის შედეგად ზედაპირის გამტკიცების წარმოქმნასთან.

აღნიშნოთ, მჭრელი იარაღის დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი შესაბამისად E_M და μ_M ხოლო ნამზადისათვის - E_3 და μ_3 . მჭრელი იარაღის და ნამზადის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი α_M და α_3 . მჭრელი კბილის გავლისას კბილის მჭრელი წიბოს გადაადგილება რადიალური მიმართულებით უარყოფითია (-U) და ტემპერატურის ცვლილების გათვალისწინებით შეიძლება ვიანგარიშოთ დამოკიდებულებით [3]:

$$U_1 = -\frac{1-\mu_H}{E_M} \times \frac{D}{2} \times P_{rk} - \alpha_M \times \Delta T \times \frac{D}{2}, \quad (1)$$

სადაც P_{rk} - კონტაქტის ზედაპირზე რადიალური მიმართულებით წნევის სიდიდეა.



ნახ.1. მრგვალი საწვლავით ნახერცის გამოწვევის სქემა:

1-საწვლავი; 2-ნამზადი; 3-ბურბუშელა

ნამზადის შიგა დიამეტრის იარაღთან კონტაქტის ზონაში წერტილების გადაადგილება დადებითია და შესაძლებელია ვიანგარიშოთ ფორმულით [3]:

$$U_2 = \frac{D \times P_{rk}}{2E_3} \left[\frac{1-\mu_3}{(D_3/D)^2} + \frac{1+\mu_3}{1-(D/D_3)^2} \right] + \alpha_3 \times \Delta T \times \frac{D}{2}, \quad (2)$$

სადაც D_H - დასამუშავებელი ნამზადის გარე დიამეტრია; D-დასამუშავებელი დიამეტრი.

საწვლავის პირველი კბილის მიერ მოსაჭრელი ფენის სიდიდე $\Delta_1 = U_2 - U_1$. შესაბამისად, კონტაქტის ზედაპირზე წნევა ტემპერატურული ცვლილების გათვალისწინებით

$$P_{rk} = \left[\frac{2 \times \Delta_1}{D} - (\alpha_3 + \alpha_H) \times \Delta T \right] \times \frac{1}{\left\{ \frac{1}{E_3} \left[\frac{1-\mu_3}{(D_3/D)^2} + \frac{1+\mu_3}{1-(D/D_3)^2} \right] - \frac{1-\mu_H}{E_H} \right\}}. \quad (3)$$

ფორმულა (3) შესაძლებელია გამოყენებული იქნას საწვლავის ერთდროულად მომუშავე კბილებიდან თითოეულისათვის Δ კორექტირების გათვალისწინებით, ანუ დრეკადი დეფორმაციის აღდგენით წინა კბილის გავლის შემდეგ.

აღდგენილი დრეკადი დეფორმაციის სიდიდე იანგარიშება ფორმულით:

$$\varepsilon_i^e = \sigma_i / E_z,$$

სადაც σ_i - ძაბვების სიხშირეა.



$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2 + 6\tau^2}. \quad (4)$$

პირველი კბილით მუშაობისას ძაბვების სიხშირე ტოლია ნამზადის მასალის დენადობის ზღვარის $\sigma_i = \sigma_s$ და ნამატის მოჭრისას კონტაქტის ზედაპირზე მხები ძაბვები კი ძვრაზე დენადობის ზღვარის $\tau = \tau_s$. შესაბამისად (4) ფორმულიდან გვექნება:

$$\sigma_s = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2 + 6\tau_s^2}. \quad (5)$$

(5) ფორმულიდან ჩანს, რომ კონტაქტის ზედაპირზე დაძაბული მდგომარეობა ზღვრულ მდგომარეობაში ახლოსაა პიდროსტატიკურთან, ამიტომ, განტვირთვის შემდეგ კონტაქტის ზედაპირებზე აღდგენილი დრეკადი დეფორმაციები განისაზღვრება ფორმულით:

$$\varepsilon_\theta^e = \frac{1-2\mu_z}{E_z} \times P_{rk}, \quad (6)$$

შესაბამისად, რადიალური გადაადგილება შიგა ზედაპირზე ტოლია

$$U_2^0 = \varepsilon_\theta^e \times \frac{D}{2} = \frac{1-2\mu_z}{E_z} \times P_{rk}. \quad (7)$$

ეს გადაადგილება უნდა იყოს გათვალისწინებული სასაზღვრო პირობებში მეორე კბილის გაანგარიშებისას, კერძოდ (2) ფორმულის მარცხენა ნაწილში უნდა შევიდეს U_2^0 და კონტაქტური წნევის ანგარიშისათვის ვლებულობთ პირობას $\Delta_2 = U_2^0 - U_1$. (1) და (7) ფორმულების გათვალისწინებით მეორე კბილისათვის კონტაქტის ზედაპირზე ვსაზღვრავთ რადიალურ P_{rk}^2 ძაბვებს.

(4) ფორმულით სარგებლობისას უნდა გავითვალისწინოთ ჭრის დროს მასალის პლასტიკური დეფორმაციით გამოწვეული გამტკიცება, რაც შესაძლებელია მარტივად განვახორციელოთ მოცემულ ტემპერატურაზე გაჭიმვის დიაგრამის გამოყენებით.

ჭრის პროცესში საწელავის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესასწავლად სასაზღვრო პირობებს აქვს სახე:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= 0; & \frac{\partial U}{\partial r} &= \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha T - \frac{\mu}{1-\mu} \left(\frac{\partial W}{\partial Z} + \frac{U}{r} \right); \\ \sigma_z &= 0; & \frac{\partial W}{\partial Z} &= \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha T - \frac{\mu}{1-\mu} \left(\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{U}{r} \right); \\ \tau &= 0; & \frac{\partial U}{\partial Z} + \frac{\partial W}{\partial Z} &= 0; \\ \tau &= \tau_a; & \frac{\partial U}{\partial Z} &= \frac{2(1+\mu)\tau_a}{E} - \frac{\partial W}{\partial r}; \\ \sigma_r &= P_{rk}; & \frac{\partial U}{\partial r} &= \frac{P_{rk}(1+\mu)(1-2\mu)}{E(1-\mu)} - \frac{\mu}{1-\mu} \left(\frac{\partial W}{\partial Z} + \frac{U}{r} \right) + \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha T; \\ \sigma_z &= P_{zb}; & \frac{\partial W}{\partial Z} &= \frac{P_{zb}(1+\mu)(1-2\mu)}{E(1-\mu)} - \frac{\mu}{1-\mu} \left(\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{U}{r} \right) + \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha T; \\ r &= \frac{D}{2}; & Z &= l; \quad \sigma_r = P_{rk}; \quad \sigma_z = P_{zb}; \end{aligned} \quad (8)$$

l_1 კონტაქტის ზედაპირზე

$$\frac{\partial W}{\partial r} = \frac{2(1-2\mu)^2(1+\mu)}{E \cos 2\gamma} (P_{ra} \cos \gamma - P_{zb} \sin \gamma) - \frac{\partial U}{\partial Z};$$

$$r = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial r} = 0; \quad \frac{\partial W}{\partial r} = 0 - \text{სიმეტრიის პირობა}$$

$$r = b + z \operatorname{tg} \psi;$$



IV სამართაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



$$\frac{\partial U}{\partial r} = \frac{P_{rk}(1+\mu)(1-2\mu)}{(1-\mu)E \cos \psi} - \frac{\mu}{1-\mu} \left(\frac{\partial W}{\partial Z} + \frac{U}{r} \right) + \frac{1+\mu}{1-\mu} \alpha T - \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)} \left(\frac{\partial U}{\partial Z} + \frac{\partial W}{\partial r} \right) \operatorname{tg} \psi .$$

ამრიგად:

1. თერმოდრეკადობის ორგანოზომილებიანი არასტაციონალური დიფერენციალური განტოლებები საწყისი და სასაზღვრო პირობებით წარმოადგენს ჩაკეტილ სისტემას თერმოდრეკადი ამოცანისათვის, რომელიც აღწერს საწვლავის მჭრელი კბილების დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობას, რომლის ამოხსნა ხორციელდება სასრულ სხვაობათა მეთოდით.
2. წარმოდგენილი მეთოდიკის პრაქტიკაში გამოყენება საშუალებას იძლევა ცნობილი ჭრის ძალების, საწვლავის კბილების გეომეტრიის, ჭრის რეჟიმების და ასევე დასამუშავებელი და საიარალო მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შემთხვევაში განისაზღვროს საწვლავის კბილების შესასრულებელი ზომები კონკრეტული ზომური დამუშავებისას და საიარალო მასალის გამოყენების სფერო ჭრის ტემპერატურის მიხედვით.
3. საწვლავის მუშა და მაკალიბრებელი კბილების დიამეტრალური კორექციისა და ტემპერატურული ველის განსაზღვრა მნიშვნელოვანია მჭრელი იარაღის სიმტკიცის და დამუშავების სიზუსტის გაზრდის, ასევე ჭრაში მონაწილე კბილების რაოდენობის და შესაბამისად სამანქანო დროს შემცირებით პროცესის ენერგოეფექტიანობის გაზრდის თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. **Г.И. Грановский, В.Г. Грановский.** Резание металлов.-М.:Высшая школа, 1985, 304с.ил.
2. **ოკიკვიძე, ნ.სახანბერიძე.** რგოლური იარაღის დაზაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა ნახვრეტების დამუშავებისას. “მეცნიერება და ტექნოლოგიები”. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო-რეფერირებული ჟურნალი. თბილისი, №10-12,2009, გვ.60-64.
3. **В.А. Колмогоров.** Механика обработки металлов давлением. Металлургия. М.: 1986, 688с.

ON ENERGY EFFICIENCY OF STRETCHING PROCESS OF CYLINDRICAL SURFACES

Sakhanberidze N.

Akaki Tsereteli State University

Summary

For the purpose of increasing processing accuracy and energy efficiency for calculation of diametric adjustments and temperature fields of broach cutting teeth, the paper formulates the boundary conditions at cutting with simultaneously working teeth, by taking into account the restored elastic deformations for the next tooth and transient surface hardening after plastic deformation.

For each broach tooth, there have been obtained the formulas for calculation of the pressure value in radial directions taking into consideration the cutting process pre-history for each tooth of a broach.

წყლის ელექტროლიზით დეიონიზაციის პროცესის ინტენსიფიკაცია

რუხაძე შ., ტოლმაჩივი ლ.*, აფრიდონიძე მ., შოთაძე ა.**

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, *დახურული სააქციო საზოგადოება “JSC Membrane Technologies”, ლიტვა, **ბათუმის საზღვაო აკადემია

სტატიაში გადმოცემულია მცირედმინერალიზებული წყლის მემბრანების გამოყენებით ელექტროლიზის ორსაფეხურიანი დეიონიზაციის პროცესის შედეგები. დეიონიზაციის პირველ საფეხურზე გამტკნარების სექციები შეესებულები იყო ანიონცვალი გრანულებით, ხოლო კონცენტრირების



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



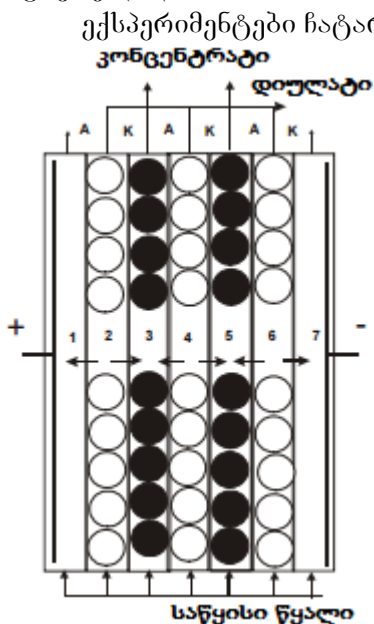
სექციები კათიონცვლადით. ელექტროლიაზატორის მეორე საფეხურის გამტკნარების სექციებში მოთავსებული იყო კათიონცვლადი ბადეები და ანიონცვლადების გრანულები. თანმიმდევრული დეიონიზაციის შედეგად მიღებული იქნა წყალი კუთრი ელექტროწინალობით 3 მომი-სმ.

ბუნებრივი წყლის ელექტროლიაზით დემინერალიზაციის პროცესის აქილევსის ქუსლს წარმოადგენს მცირედსხნადი ელექტროლიტების ნალექების წარმოქმნა, რომლებიც გამოილეკება უპირატესად ანიონცვლადი მემბრანის ზედაპირზე კონცენტრირების სექციის ხსნარებში. ამ მოვლენის ცნობილ მიზეზს წარმოადგენს ჰიდროქსიდის იონების უპირატესი გენერაცია ანიონცვლადი მემბრანებისა და ხსნარის ფაზათაშორის საზღვარზე, აქ დენის ზღვრული დიფუზიური სიმკვრივის გაზრდის გამო, ვიდრე კათიონცვლად მემბრანასა და ხსნარს შორის. ამასთან დაკავსირებით ხსნარში კონცენტრირების სექციაში ხვდება სიდიდით მეტი ჰიდროქსიდის იონების ნაკადი, რაც იწვევს სექციაში ხსნარის pH ამაღლებას და კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატებისა და ჰიდროქსიდების ხსნადობის გადაჭარბებას.

ცდილობენ ეს სირთულეები გადალახონ მუდმივი ელექტრული დენის დინების მიმართულების შეცვლით, რასაც მიყვავართ დეიონიზაციის და კონცენტრირების სექციების ფუნქციების ინვერსიასთან. ელექტროდების მუხტების შეცვლის დროს კონცენტრირების სექციები პერიოდულად გარდაიქმნება გამტკნარების სექციებად, რომლებშიაც შესაძლებელია მცირედსხნადი ელექტროლიტების გახსნა [1,2]. რევერსული ელექტროლიაზის წარმართვისათვის აუცილებელია ანოდიც და კათოდიც დამზადებული იყოს მასალისაგან, რომელიც არ იხნება მუდმივი ელექტრული დენის გავლის დროს.

უფრო ხშირად წყლის დეიონიზაციის წინ ხდება მისგან კალციუმის და მაგნიუმის კათიონების იონცვლადი გამოღება კათიონცვლადების შემდგომი ქიმიური რეგენერაციით ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით. რადგანაც კალციუმისა და მაგნიუმის კათიონები კათიონცვლადებით სორბირდება უფრო ძლიერად, ვიდრე ნატრიუმის იონები, ამას მიყვავართ ჩამდინარე წყლებში რეაგენტების მასის ზრდამდე წყლიდან გამოღებული კათიონების მასასთან შედარებით.

წინამდებარე სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს იონცვლადების გრანულების გეტეროპოლიარულ საზღვრებზე წყალბადის იონების გენერაციის მოვლენის გამოყენება ბუნებრივი მცირედმინერალიზირებული წყლის ელექტროლიაზის დროს ნალექწარმოქმნის აღმოსაფხვრელად.



ექსპერიმენტები ჩატარებული იქნა ელექტროლიაზის ლაბორატორიულ დანადგარზე, რომლის საერთო სქემა ნაჩვენებია ნახ.1. აპარატის ანოდი დამზადებულია პლატინისაგან, კათოდი უჟანგავი ფოლადისაგან. ელექტროდებს შორის არე დაყოფილი იყო შვიდ სექციად მონაცვლეობით მოთავსებული ჰეტეროგენული ანიონცვლადი MA-41 და კათიონცვლადი MK-40 მემბრანებით. ელექტროლიაზატორის სექციები, რომლებიც მუშაობს პირველ საფეხურზე შევსებული იყო იონცვლადი კომპოზიციებით (2/3 ანიონცვლადით და პოლიეთილენით) დამზადებულ ბადეში მოთავსებული გრანულირებული ანიონცვლადებით AB-17. კონცენტრირების სექციაში მოთავსებული იყო კათიონცვლადის გრანულები და კათიონცვლადი ბადე.

ნახ.1 ელექტროლიაზატორი წყლის გამტკნარებისთვის. A-ანიონცვლადი, K- კათიონცვლადი მემბრანები. 1-7 - სექციების ნომრები



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



აპარატის თითოეულ სექციას ჰქონდა ზომები 120 x 1 x 0.1 სმ³. მეორე საფეხურის ელექტროდიალიზატორში გამტკნარების სექციები შევსებული იყო კათიონცვლადი ბადეებით, რომელთა ბუდეებშიც მოთავსებული იყო ანიონცვლადის AB-17 გრანულები. სექციებში წყლის მიწოდების სიჩქარე იყო 2 სმ³/მ.

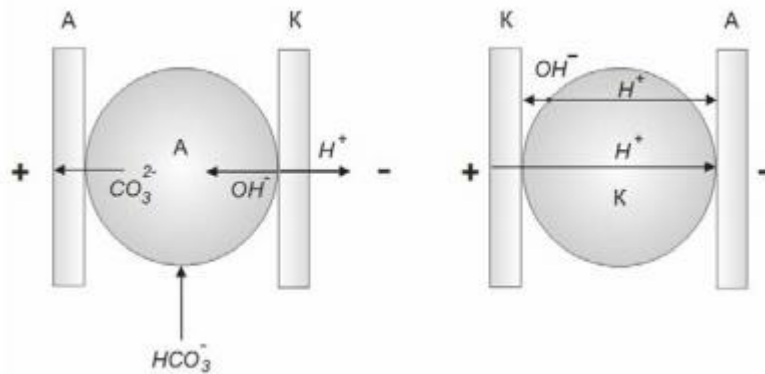
მუდმივი დენის წრედში აპარატი ჩართული იყო კვების წყაროთი HY3005C. გამტკნარების სექციიდან გამომდინარე წყალში ვზომავდით კუთრ ელექტროწინააღმდეგობას და pH იონმზომით.

განვიხილოთ პირველი საფეხურის დეიონიზაციის სექციაში, ხსნარში დენის გავლა, რომელშიაც მემბრანებს შორის არე შევსებულია ანიონცვლადის გრანულებით (ნახ. 2ა). განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს კათიონცვლადი მემბრანის და ანიონცვლადის გრანულების ჰეტეროპოლარულ კონტაქტს. მისი კაპილარული ღრეჩო მსგავსია ბიპოლიარული მემბრანის შიგა საზღვრის, რომელიც არის წყალბადის და ჰიდროქსილის იონების გენერატორი. ჰიდროქსილის იონები მიგრირდებიან ანოდისკენ და შედიან რეაქციაში ანიონცვლადების გრანულებით სორბირებულ ჰიდროკარბონატების იონებთან.



ამ რეაქციის წარმართვას მიყვავართ ჰიდროქსილის იონების ბმასთან, რომელიც ჰიდროკარბონატს გარდაქმნის კარბონატად. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წყალბადის იონების გენერაცია, რომლებიც მიგრირდებიან კონცენტრირების სექციაში, სადაც ელექტროდიალიზის ჩვეულებრივ პირობებში გამოილეკებიან.

კონცენტრირების სექციის კათიონცვლადის გრანულებით შევსების დროს (ნახ.2.ბ) წყალბადის იონები მასში ხვდებიან კათიონცვლადი მემბრანის გავლით და შემდგომ მიგრირდებიან ეკვიპოლარული კონტაქტის გავლით ანიონცვლადი მემბრანის საზღვართან, სადაც დიდია ნალექის წარმოქმნის ალბათობა.

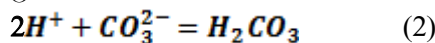


ნახ.2 გამტკნარებისა და კონცენტრირების სექციებში მიმდინარე პროცესების სქემები.

A- ანიონცვლადები გრანულების ფორმით ან მემბრანები, K- კათიონცვლადი მემბრანა

B-

წყალბადის იონებსა და კარბონატის იონებს შორის რეაქციით კათიონცვლადი გრანულების და ანიონცვლადი მემბრანის ჰეტეროპოლარული კონტაქტის არეში წარმოიქმნება მცირედდისოცირებადი ნახშირმჟავა, რაც მკვეთრად აქვეითებს ნალექის წარმოქმნელი კარბონატის იონების კონცენტრაციას.



იონცვლადის გრანულა მუდმივი დენის ველში ბევრად მსგავსია იონცვლადი მემბრანის. მის ეკვატორებზე ხდება კონცენტრაციის გრადიენტების წარმოქმნა, მაგრამ ორიენტაციის სხვა და სხვა მხარეს ნიშნების განსხვავება პოლარული კუთხის პოლუსებთან მიახლო-

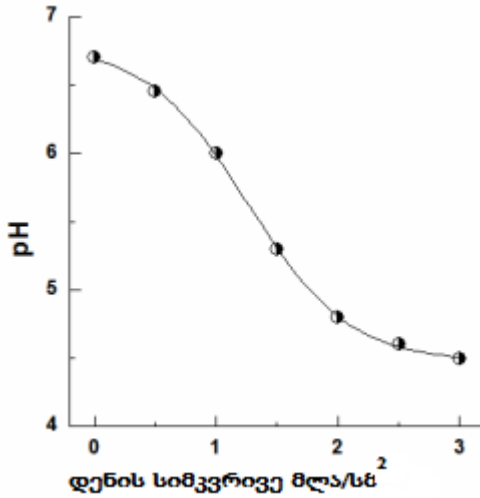


IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

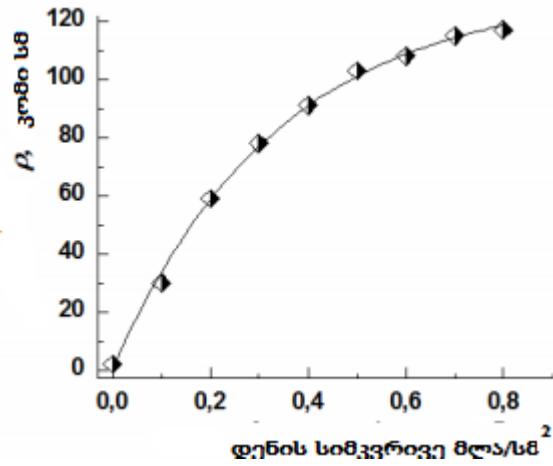


ება იწვევს გრადიენტის განულებას. ხსნარის გრანულასთან საზღვართან აღიძვრება ზღვრული დიფუზიური დენი, ისე როგორც მემბრანისა და ხსნარის საზღვართან. ხოლო მისი გრანულების ზედაპირის ფაზებს შორის საზღვართან ხდება წყლის შეუქცევადი დისოციაცია, რომელიც ხდება წყალბადის იონების დამატებითი წყარო. (ნახ.2.)

ნახ.3 გვიჩვენებს, რომ სექციების ასეთი შევსების დროს ხერხდება კონცენტრირების სექციაში ხსნარი მივიღოთ pH ისეთი მნიშვნელობით, რომლის დროსაც არ ხდება მცირედ-ხსნადი ელექტროლიტების ხსნადობის გაზრდა.



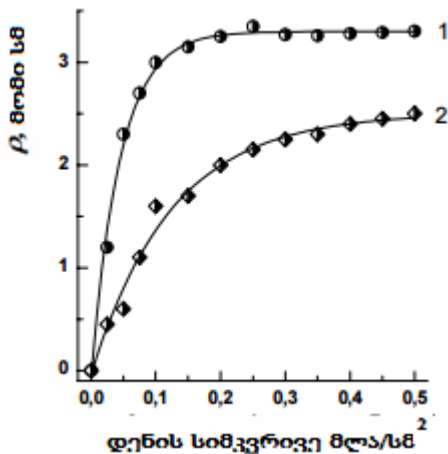
ნახ.3. ელექტროლიტის დროს, მემბრანებს შორის სივრცის, გრანულირებული კათიონცვლადებით შევსებისას კონცენტრირების სექციის გამოსასვლელში ხსნარის pH სიდიდის დენის სიმკვრივეზე დამოკიდებულება



ნახ.4. პირველ საფეხურზე გამტკნარებული წყლის კუთრი ელექტროწინალობის დენის სიმკვრივეზე დამოკიდებულება

დენის სიმკვრივის შემდგომი ზრდის დროს ანიონცვლადი მემბრანის მიმღებ მხარეზე კონცენტრირების სექციაში ხდებოდა ნალექის წარმოქმნა. შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ დეიონიზაციის პირველ საფეხურზე შეიძლება კალციუმისა და მაგნიუმის წინასწარი მოცილების გარეშე მივიღოთ წყალი დისტილატთან ახლო ხარისხის, მაგრამ ენერგოდანახარჯები ელექტროლიტის დროს გაცილებით მცირეა, ვიდრე დისტილიაციის დროს, რადგანაც ელექტროლიტის დროს სცილდება წყლის იონური მინარევები, ხოლო დისტილიაციის დროს ხდება ძირითადი ნივთიერების გამოსხდა.

დეიონიზაციის მეორე საფეხურზე ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო დეიონიზირებული წყლის გამოყენებით. დეიონიზაცია მიმდინარეობდა ელექტროლიტატორში (ნახ.1). ექსპერიმენტების პირველი სერია ჩატარებულ იქნა გამტკნარების სექციის იონცვლადი ბადით შევსებისას, რომელსაც გადახლართული იყო კათიონცვლადი და ანიონცვლადი კომპოზიტებისგან დამზადებული ფირები. იონცვლადი ბადეების გამოყენებით დეიონიზაციის შედეგები ნაჩვენებია ნახ.5 (მრუდი 2). დენის სიმკვრივის დროს 0,25 მლა/სმ² მირებული იქნა კუტრიელექტროწინალობა 2 მეგაომი-სმ მეტი. გამტკნარების სექციების კათიონცვლადი ბადეებით შევსების დროს, რომელთა ღრეწობებში მოთავსებული იყო ანიონცვლადის AB-17 გრანულები (ნახ.5, მრუდი 1) უკვე დენის სიმკვრივის დროს 0,1 მლა/სმ² მირებული იქნა დემინარილიზებული წყალი 3 მეგაომი-სმ ელექტროწინალობით.



ნახ.5. დეიონიზირებული წყლის კუთრი ელექტროწინაღობის დენის სიმკვრივეზე დამოკიდებულება ელექტროდიალიზის დროს დეიონიზაციის სექციების კათიონცვლადი ბადეებით და ანიონცვლადების გრანულებით (1) და შერეული კათიონ-ცვლადი და ანიონცვლადი ბადეებით (2)

მთლიანად დეიონიზირებული წყლის მიღების აუცილებლობის შემთხვევაში მესამე საფეხურზე გამოყენებული უნდა იქნას ელექტროდიალიზი გამტკნარების სექციებში შერეულ ფენებად გრანულირებული კათიონცვლადების და ანიონცვლადების გამოყენებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

- 1.Исаев Н.И., Шапошник В.А. Растворение малорастворимых электролитов электродиализом с ионообменными мембранами. В кн.: «Синтез и свойства ионообменных материалов. М.: Наука, 2007. – С. 256-261.
- 2.Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. Долгопрудный издательский дом «ИНТЕЛЛЕКТ», 2008. 423 с.

WATER DEIONIZATION ELECTRODIALYSIS PROCESS INTENSIFICATION

Rukhadze Sh., Tolmachev L., Apridonidze M., Shotadze A.

Summary

The article presents the results of the two-stage deionization of little mineralized water by electro dialysis with ion-exchange membranes. Dilution sections were filled with anion-exchange grains while concentration sections were filled with cation-exchange grains in the first stage of deionization. In the second stage of desalination process cation-exchange nets with anion-exchange grains were put between the membranes of dilution sections. Pure water with specific electrical resistance about 3 MΩ·cm was produced as a result of the two-stage deionization process.

ზღვის წყლიდან კალიუმის სასუშის მიღება ელექტროდიალიზის ახალი ტექნოლოგიური მეთოდით

კონცელიძე ლ., გოცირიძე რ., კონცელიძე ზ., მხეიძე ნ.

შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

ნაშრომში ნახვენებია, რომ ელექტროდიალიზის პროცესით ელექტროდებზე დენისა და ძაბვის მიწოდების რეგულირებით ზღვის წყლის კონცენტრირებისას, შესაძლებელია კონცენტრატში კალიუმის იონის რაოდენობის გაზრდა, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება ზღვის წყალში არსებული კალიუმის იონის რაოდენობას.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ზღვის წყლიდან კალიუმის კონცენტრირების ამოცანა გამოწვეულია კალიუმის სასუქების მზარდი მოთხოვნილების გამო, რამაც დასახა ახალი ინტენსიური ტექნოლოგიური პროცესების შემუშავებისა და დანერგვის პერსპექტივა.

“იონმიმოცვლით პროცესებში იზოთერმული გაჯერებულობის” აღმოჩენამ საშუალება მისცა მათ შემუშავებინათ ახალი ტექნოლოგია ზღვის წყლიდან კალიუმის სასუქის მიღებისა ადგილობრივი ბუნებრივი სორბენტებით – ცეოლიტებით [2]. პროცესი დაფუძნებულია ცეოლიტების მაღალი სელექტიურობით, კერძოდ, სხვადასხვა კლინოპტილოლიტის ნაერსახეობაზე და ზღვის წყლის კომპონენტების სორბციის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

წარმოდგენილი სამუშაოს მიზანს, კალიუმის სასუქების მიღების ეფექტის გაძლიერების მიზნით, წარმოადგენდა ზღვის წყალში არსებული მარილების წინასწარი კონცენტრირება ელექტროდიალიზის მეთოდით. სამუშაოს ჩატარების დროს მივიღეთ საინტერესო შედეგები, კერძოდ, სხვადასხვა ტექნოლოგიური რეჟიმების, აპარატის კონსტრუქციისა და სხვადასხვა მუშაობის პირობებში მივიღეთ სხვადასხვა ელემენტების კონცენტრირების სხვადასხვა ხარისხი. კვლევის მიზნიდან გამომდინარე, შერჩეული იქნა ელექტროდიალიზის აპარატის მუშაობის ისეთი ოპტიმალური პარამეტრები, როდესაც კალიუმის კონცენტრირების მაჩვენებელი ჭარბობდა სხვა იონების კონცენტრირების მაჩვენებლებს.

ზღვის წყლის კონცენტრირების ექსპერიმენტს ვატარებდით მოდელურ ელექტროდიალიზურ დანადგარზე, რომლის ჰიდრაულიკური სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.

მოდელური ელექტროდიალიზის დანადგარის მუშა პაკეტი შედგება 30 დიალიზატისა და 30 კონცენტრირების კამერისაგან, პარალელურ-მიმდევრობითი სქემით და შედგება 7 სექციისაგან.

კონცენტრირების ყოველი ციკლის ჩატარების შემდგომ ელექტროდიალიზის მუშა კამერებში ვახდენდით ელექტროდებზე პოლარობისა და ჰიდრაულიკური ნაკადის მიმართულების შეცვლას, ელექტროდებსა და მემბრანებზე ნალექების გამოლექვის თავიდან აცილების მიზნით.

ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევის შემდგომ ჩავატარეთ ზღვის წყლის კონცენტრირების 10 ციკლი. ზღვის წყალში არსებული მარილების კონცენტრირების მაჩვენებლებს ვსაზღვრავდით, როგორც ანალიზური მეთოდით, ასევე აღურ სპექტრომეტრზე. მიღებული შედეგების დამუშავების შემდგომ შევადგინეთ ცხრილები და ავაგეთ ნახაზები, რომლებიც სრულად ასახავენ მიღებულ შედეგებს.

სტატიაში მოცემულია ზოგიერთი ციკლის მნიშვნელოვანი მახასიათებლები.

გაფიქრებზე აღნიშნული მონაცემების მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ კალიუმის იონის კონცენტრირების კოეფიციენტი $\beta = \frac{K_{Ca}}{K_{Na}}$ შეადგენს:

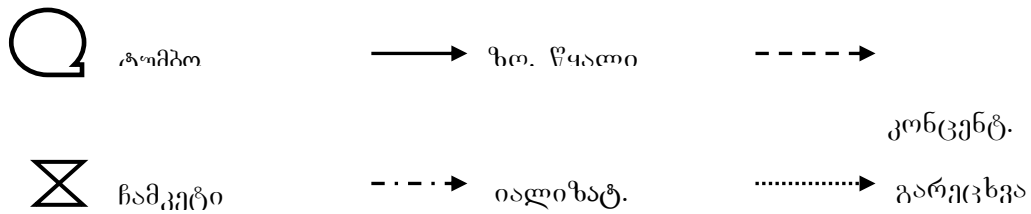
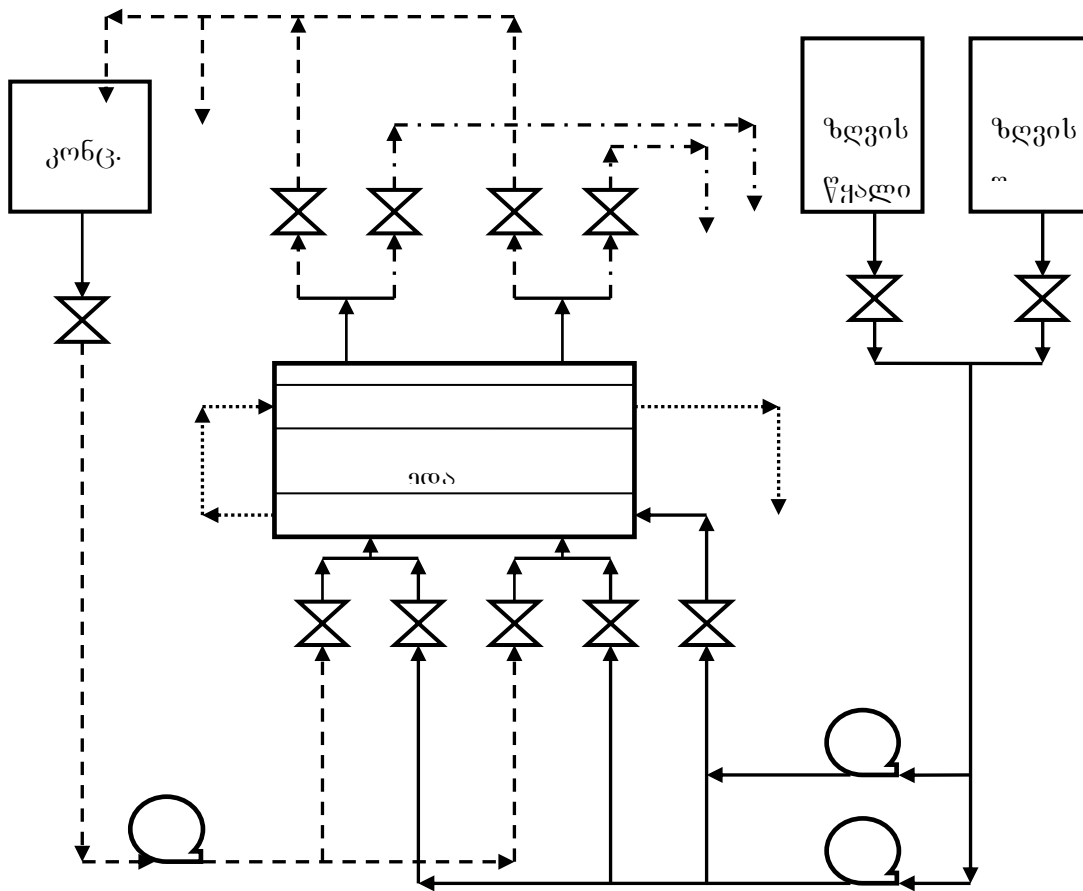
პირველ ციკლში - კალიუმისათვის $\beta = 4,35$, ნატრიუმისათვის - $\beta = 2,59$;

მეორე ციკლში - კალიუმისათვის $\beta = 4,4$ ნატრიუმისათვის - $\beta = 2,87$;

მესამე ციკლში - კალიუმისათვის $\beta = 3,48$, ნატრიუმისათვის - $\beta = 2,6$.

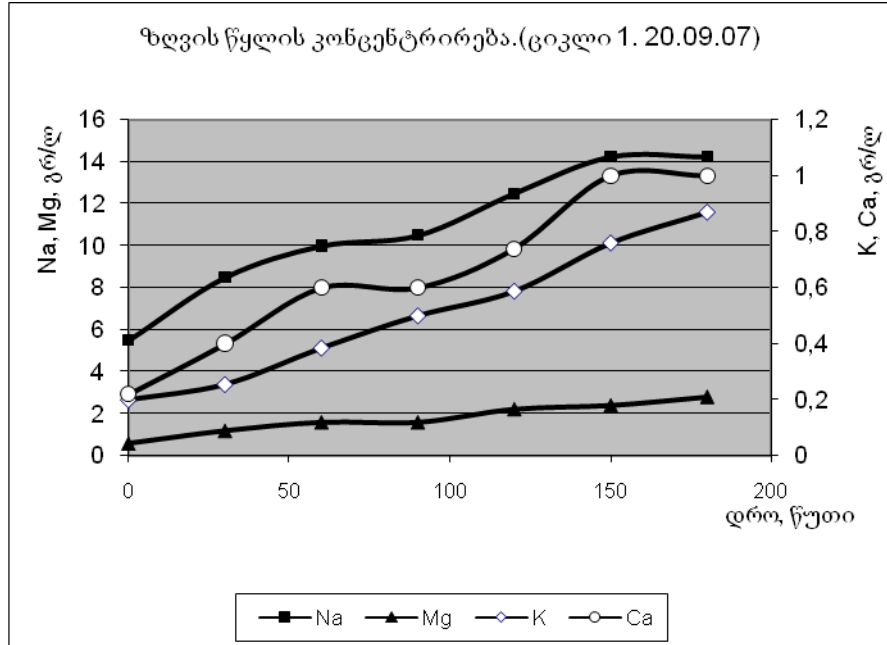
ზღვის წყლის კონცენტრირების ათივე ციკლის ჩატარების დროს კონცენტრირების მაჩვენებელი $\beta = \frac{K_{Ca}}{K_{Na}}$ კალიუმის იონისადმი იყო 3,8 – 4,4 –ის ფარგლებში, ხოლო ნატრიუმის იონის მიმართ 1,87 – 2,87 ანუ კალიუმის იონის კონცენტრირების მაჩვენებელი 2-ჯერ აღემატება ნატრიუმის იონის კონცენტრირების მაჩვენებელს.

მესამე მაგალითში ნაჩვენებია, რომ სულფატ იონის კონცენტრირების კოეფიციენტი ტოლია 1,9 –ის.

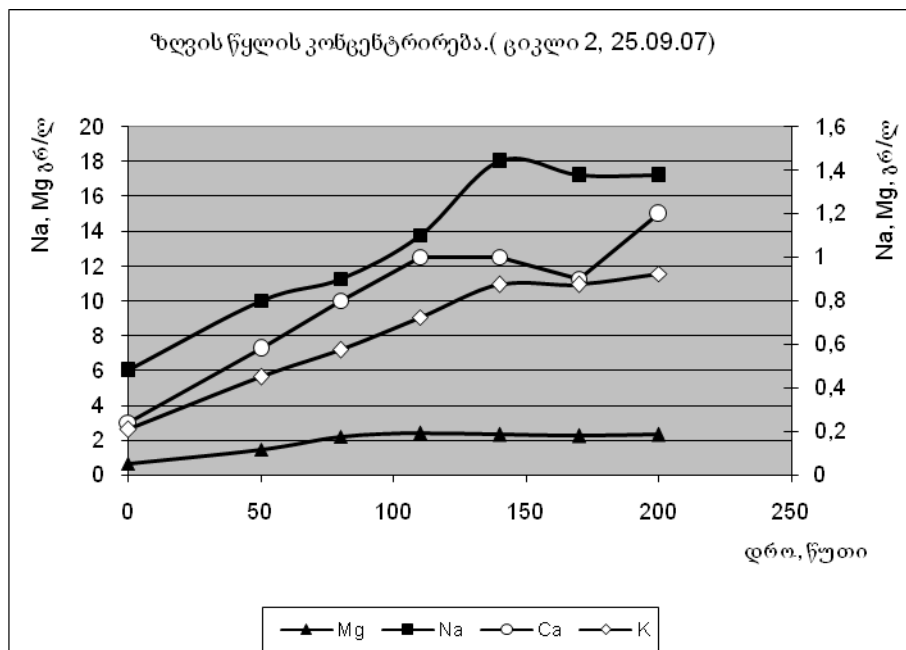


ნახ. 1

ციკლი № 1 (20.09.2007წ). ზღვის წყლის კონცენტრირება.



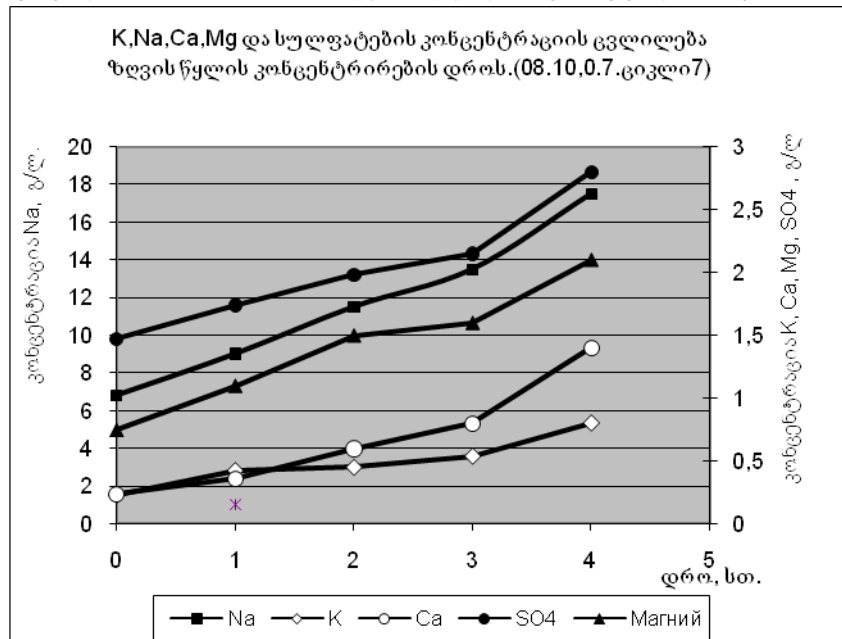
ციკლი 2. (25.09.2007წ) ზღვის წყლის კონცენტრირება .



მოცემულ ნახაზზე მოცემულია დამატებითი ანალიზი სულფატზე. მისი ჩვენება აღნიშნულ გრაფიკზე განპირობებული იყო ამ ციკლის დროს სულფატის მიღებული არაკანონზომიერი მაჩვენებლის გამო.



ციკლი 7 (08.10.07). ზღვის წყლის კონცენტრირება



მოცემულ მოდელურ დანადგარზე ხვედრითი წარმადობა(μ) ტოლი იყო 4,9 ლ/მ² საათში კონცენტრატისადმი.კონცენტრირების პროცესზე ენერგო ხარჯი შეადგენდა W= 5,4 ვატს/ლიტრ კონცენტრატზე.

ამრიგად, ელექტროდიალიზის მეთოდით შესაძლებელი გახდა ზღვის წყალში გაგვეზარდა კალიუმის იონი 4-ჯერ, რაც ხელს შეუწყობს ზღვის წყლიდან კალიუმის სასუქების მიღების პროცესს ბუნებრივ ცვლილებაზე – კლინობტილოლიტზე სორბციით, ორტემპერატურული იონმიმოცვლითი მეთოდით.

ლიტერატურა

1. Р.Х. Хамизов, В.А. Новиков, С.А. Мелихов. ГЕОХИ РАН. Безреагентный способ производства минеральных удобрений на основе природных цеолитов. Москва; ЮГСПИ Южно-Сахалинск, интернет – сайт. <http://pr-elektg.org.ru/index.php>.
2. THE AQUAMAITE A PACKAGED DESALTING PLANT by Edward P. Geishecker ionics, incorporated. Presented at the 5th Annual Meeting National Water Supply improvement Association – San Diego, Calif. – july, 1977. Printed with permission of NWSIA. Bulletin: TP-306.

CONCENTRATION OF POTASSIUM FROM SEA WATER BY METHOD OF ELECTRODIALYSIS .

L. Kontselidze, R. Gotsiridze, Z. Kontselidze, N. Mcheidze

Batumi Scientific- research Institute of membrane technology
Shota Rustaveli State University

Summary

In article the results of researches of a degree concentration of various elements which are taking place in sea water, in particular –potassium, are submitted. The work is of interest in connection with development of new technological process of reception potassium fertilizers from sea water. For intensification of effect and productivity of a new method it is offered to use preliminary concentration of sea water by a method of electrodialysis.

Is shown, that it is possible to receive preliminary concentration of potassium in concentrate in 4 times in relation to initial sea water.



აეროდინამიკური ძალებით დატვირთული აბსოლუტურად მოქნილი ღეროების
წონასწორობის განტოლებები

ბაძგარაძე ა.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ძაფის მექანიკის პრაქტიკულად და თეორიულად მნიშვნელოვანი ამოცანები დაკავშირებულია ძაფზე მოქმედ გარე აეროდინამიკურ ძალებთან, რომელთა ზუსტ მათემატიკურ აღწერაზე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული გაანგარიშების სიზუსტე. ამ სტატიაში მიღებულია ნაკადში მოთავსებულ ღეროზე მოქმედი აეროდინამიკური ძალების მათემატიკური გამოსახულება და ჩაწერილია შესაბამისი წონასწორობის განტოლებები, როგორც ზოგად, ასევე კერძო შემთხვევაში

1. ღეროს წონასწორობის განტოლებები ზოგადი სახით

წინამდებარე ნაშრომში მიღებულია აბსოლუტურად მოქნილი ღეროების წონასწორობის განტოლებები იმ შემთხვევაში, როცა სხეული განიცდის აეროდინამიკურ ზემოქმედებას. კერძოდ, მასზე მოქმედებს სტაციონალური ნაკადი.

აბსოლუტურად მოქნილი ეწოდება ღეროს, რომლის სიხისტე ღუნვაზე უზუღებელ-ყოფილია და ძირითად როლს თამაშობს ღერძული დაჭიმულობის ძალები. ასეთ სხეულებს მიეკუთნება ელექტროგადამცემი ხაზები, ბაგირები, სითხის გადასატუმბად გამოყენებული შლანგები, ლენტური რადიატორები და სხვა. ასეთ სხეულებს ხშირად ძაფს უწოდებენ. მრავალი პრაქტიკული ამოცანა მოითხოვს ისეთი ღეროების გაანგარიშებას, რომლებიც იმყოფებიან აერო დინამიკური ძალების ზემოქმედების ქვეშ. თუ განვიხილავთ ძაფის ელემენტს, რომელზედაც მოდებულია შესაბამისი ძალები (ნახ.1) და ჩაწერთ წონასწორობის განტოლებებს, გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ ძაფის წონასწორობის დიფერენციალურ განტოლებებს ვექტორული სახით

$$\frac{d\vec{Q}}{ds} + q = 0, \quad (1)$$

სადაც $\vec{Q} = Q_1 \vec{e}_1$ - ღეროს დაჭიმულობაა, s - რკალური კოორდინატია, ხოლო \vec{e}_1 - ღერძული ხაზის მხების გასწვრივმიმართული ერთეულოვანი ვექტორია. თუ გავითვალისწინებთ ღეროს დეფორმაციას გვექნება $ds = ds_0 f(Q_1)$, სადაც ds_0 ელემენტის საწყისი სიგრძეა, ხოლო $f(Q_1)$ განისაზღვრება ღეროს მასალის ფიზიკური მახასიათებლებით.

კერძოდ, დრეკადი ძალის შემთხვევაში ამ დამოკიდებულებას აქვს სახე:

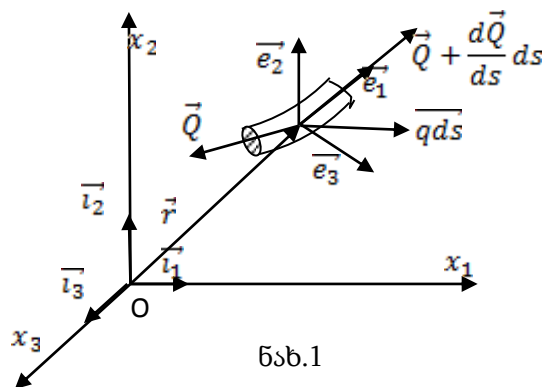
$$f(Q_1) = 1 + \frac{Q_1}{EF}$$

თუ (1) განტოლებას დავაგებ- მიღებთ დეკარტეს მართკუთხა კოორდინატთა სისტემაში მივიღებთ წონასწორობის შემდეგ განტოლებებს:

$$\frac{d}{ds} \left(Q_1 \frac{dx_i}{ds} \right) + q_{xi} = 0, \quad i = 1, 2, 3. \quad (2)$$

მიღებული განტოლებათა სისტემა არ წარმოადგენს ჩაკეტილ სისტემას, რადგან მასში უცნობების რიცხვი აღემატება განტოლებების რიცხვს, ამიტომ უნდა დავმატოს ერთი განტოლება, რომელსაც უწყვეტობის განტოლებას უწოდებენ

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2.$$





თუ ძაფი ღერო მოთავსებულია სიმძიმის ძალთა ველში და, გარდა ამისა, მასზე მოქმედებს შექურსული ძალები (P_i) და (s_{q1}, s_{q2}) უბანზე განაწილებული q ინტენსივობის დატვირთვა, წონასწორობის განტოლებები ასე ჩაიწერება:

$$\frac{d\vec{Q}}{ds} - mg\vec{i}_2 + \sum P_i \delta(s - s_i) + \vec{q} \left(H(s - s_{q1}) - H\delta(s - s_{q2}) \right) = 0. \quad (3)$$

სადაც δ - დირაკის ფუნქციაა, ხოლო H - ხევისაიდის ფუნქცია.

2. ღეროზე მოქმედი აეროდინამიკური ძალები.

ღეროს წონასწორული მდგომარეობა არსებითად არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რა გარე ძალები მოქმედებენ მასზე. მიტომ პროცესის ზუსტი აღწერისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს გარე ზემოქმედების ზუსტ მათემატიკურ აღწერას.

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა ღეროზე მოქმედებენ აეროდინამიკური ძალები q_a და სიმძიმის ძალა. ამ ძალების ზუსტ მათემატიკურ აღწერას არსებითი მნიშვნელობა აქვს პროცესების დიდი სიზუსტით აღწერისათვის. აეროდინამიკური ძალა შეიძლება წარმოვადგინოთ ორი ვექტორის ჯამის სახით:

$$\vec{q}_a = \vec{q}_n + \vec{q}_1, \quad (4)$$

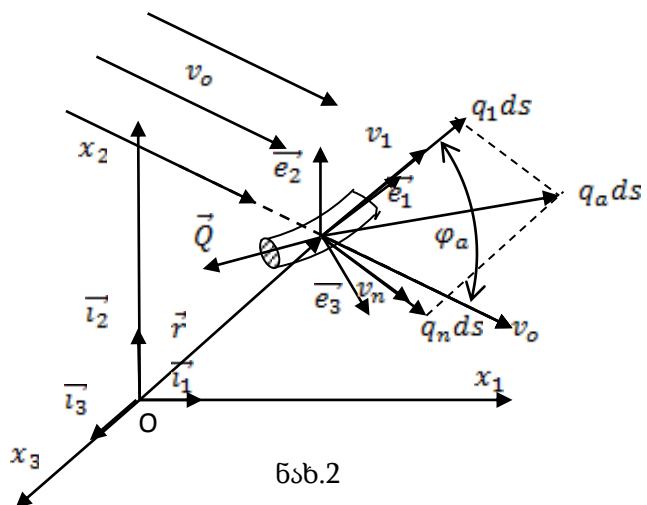
სადაც \vec{q}_n ღერძული წირის მართობულად მიმართული აერო დინამიკური ძალის მდგენელის ინტენსივობაა, ხოლო \vec{q}_1 - ღერძული წირის მხების გასწვრივ მიმართული მხები ძალების ინტენსივობა

ნახ.2 -ზე ნაჩვენებია ღეროს ელემენტი, რომელიც მოთავსებულია ნაკადში. როცა კუთხე ღერძულა ხაზის მხებსა და სიჩქარის მიმართულებას შორის φ_a ნებისმიერია განაწილებული აეროდინამიკური ძალა არ ძევის (\vec{e}_2, \vec{e}_3) სიბრტყეში. სრული აეროდინამიკური ძალა დავშალოთ ორ მდგენელად \vec{q}_n და \vec{q}_1 , რომლებიც, შესაბამისად ღერძულა ხაზის მიმართ სიჩქარის ნორმალური და მხები მდგენელების კვადრატების პროპორციულია.

$$q_n = \frac{1}{2} c_n \rho d v_n^2 \quad (v_n = v_0 \sin \varphi_a) \quad (5)$$

$$q_1 = \frac{1}{2} c_1 \rho d v_1^2 \quad (v_1 = v_0 \cos \varphi_a)$$

სადაც c_1, c_n - მხები და ნორმალური აეროდინამიკური ძალების კოეფიციენტებია, ρ - გარემოს სიმკვრივეა, d - ღეროს განივი კვეთის მახასიათებელი სიდიდეა (წრიული კვეთის შემთხვევაში კვეთის დიამეტრია). ხოლო φ_a - ნაკადის სიჩქარის ძელის ღერძულა ხაზის მხებთან შედგენილი კუთხეა. ნაკადის სიჩქარის ვექტორი ნებისმიერი მიმართულების შემთხვევაში ასე შეიძლება ჩავწეროთ :



ნახ.2

$$\vec{v}_0 = v_0 (\cos\alpha \cos\beta \cdot \vec{i}_1 + \sin\beta \cdot \vec{i}_2 + \sin\alpha \sin\beta \cdot \vec{i}_3). \quad (6)$$



სადაც α - კუთხეა x_1 ღერძსა და $x_1 O x_3$ სიბრტყეზე სიჩქარის გეგმილს შორის კუთხე, ხოლო β - კუთხე სიჩქარესა და $x_1 O x_3$ სიბრტყეს შორის. კუთხე φ_a განისაზრვრება ტოლობიდან:

$$\cos \varphi_a = \frac{(\vec{v}_0 \cdot \vec{e}_1)}{v_0}. \quad (7)$$

ვექტორი \vec{q}_n უნდა აკმაყოფილებდეს პირობებს:

$$(\vec{q}_n \cdot \vec{e}_1) = 0, \quad \vec{q}_n (\vec{e}_v \cdot \vec{e}_1) = 0. \quad (8)$$

თუ ამ ტოლობებს დავაგეგმილებთ შესაბამის ღერძებზე და მოვახდენთ გარდაქმნებს, მივიღებთ აეროდინამიკური ძალების შესაბამის ღერძებზე გეგმილების შემდეგ გამოსახულებებს:

$$\begin{aligned} q_{nx1} &= q_{n0} \sin \varphi_a (\cos \alpha \cos \beta - x_1 \cos \varphi_a); \\ q_{nx2} &= q_{n0} \sin \varphi_a (\sin \beta - x_1 \cos \varphi_a); \\ q_{nx3} &= q_{n0} (\sin \alpha \cos \beta - x_3 \cos \varphi_a). \end{aligned}$$

(9) აეროდინამიკური ძალები იცვლიან მიმართულებას იმის მიხედვით თუ როგორია კუთხე φ_a , ამიტომ შემოგვაქვს მამრავლი $\text{sign}(\cos \varphi_a)$. თუ (9) გამოსახულებებს გადავიყვანთ უგანზომილებო სიდიდეებში და ჩავსვათ (2)-ში საბოლოოდ მივიღებთ სტაციონალურ ნაკადში მოთავსებული აბსოლუტურად მოქნილი ღეროს წონასწორობის განტოლებებს:

$$\begin{aligned} \frac{dQ_{x1}}{d\eta} + q_{n0} \sin \varphi_a (\cos \alpha \cos \beta - x_1 \cos \varphi_a) + q_{10} \cos^2 \varphi_a x_1 \text{sign}(\cos \varphi_a) &= 0, \\ \frac{dQ_{x2}}{d\eta} + q_{n0} \sin \varphi_a (\sin \beta - x_2 \cos \varphi_a) + q_{10} \cos^2 \varphi_a x_2 \text{sign}(\cos \varphi_a) - 1 &= 0, \\ \frac{dQ_{x3}}{d\eta} + q_{n0} \sin \varphi_a (\sin \alpha \cos \beta - x_3 \cos \varphi_a) + q_{10} \cos^2 \varphi_a x_3 \text{sign}(\cos \varphi_a) &= 0, \\ \sum x_i^2 &= 0. \end{aligned}$$

კერძო შემთხვევაში, როცა ნაკადის მიმართულება ჰორიზინტალური სიბრტყის პარალელურია, მიღებულ განტოლებებში უნდა დავუშვათ, რომ $\beta = 0$.

ლიტერატურა:

1. Светлиский В. А. – механика абсолютно гибких стержней. Москва. Изд. МАИ, 2001, 425с.
2. Вадзгарაძე. А. Г. – Определение форм равновесия и натяжения в шланге находящемся в потоке воздуха или жидкости. – Изв. Вузов. Машиностроение. 1984г. №7 с. 31-34.

EQUILIBRIUM EQUATIONS COMPLETELY FLEXIBLE ROD, UNDER THE ACTION OF AERODYNAMIC FORCES

Badzgaradze A.G.

Akaki Tsereteli State University

Summary

Many practical and theoretical problems connected with the forces acting on the rods with a side of aerodynamic forces. The exact mathematical description of these forces is important in calculating the rods. The paper obtained the analytical expression for the aerodynamical forces. And also is the equation of equilibrium of the rod, with the seat in the flow



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სატრანსპორტო საშუალებების უძრავ დაბრკოლებასა შეჯახების
ბამოკვლევას სხვადასხვა მათემატიკური მოდელებით

mardaleiSvili n.

akaki wereTlis saxelmwifo universiteti

naSromi eZRvneba uZrav dabrkolebaze satransporto saSualebebis dajaxebis meqanizმის gamokvlevas sxvadas-xva maTematikuri modelebis ganxilviT. Ggamokvleulia rogorc pirdapiri (SubliT) dajaxeba, aseve iribi, anu garkveuli kuTxiT dajaxeba. Aavtomobili ganxilulia, aseve, rogorc or-masuri modeli. Aam modelis ganxilvisas gamokvleulia mxolod pirdapiri (SubliT) dajaxeba.

[1] naSromSi ganxilulia satransporto saSualebis dajaxeba uZrav dabrkolebasTan. Aavtomobili ganxilulia, rogorc garkveuli masis marTkuTxa paralelepipedis modeli. Ddajaxebis procesi dayofilia or fazad. pirdapiri (SubliT) Ddajaxebisas pirvel fazaSi miRebulia diferencialuri gantoleba:

$$M\ddot{x} + cx + h\dot{x}^2 = 0. \quad (1)$$

(1) meore rigis arawrfivi diferencialuri gantolebis integreba SesaZlebelia mocemuli sawyisi pirobebiT:

roca $t = 0$, მაშინ $x = 0$, $\dot{x} = v_0$,

sadac v_0 avtomobilis siCqarea dartyმის momentSi.

Ggarda am SemTxvevisa ganxilulia avtomobilis uZrav dabrkolebasTan arapirdapiri (raRac kuTxiT) dajaxeba. Aavtomobili isev ganvixileba, rogorc M M masis marTkuTxa paralelepipedis modeli. vTqvaT, dartyმა xdeba α kuTxiT, anu ganixileba xist sibrtyesTan L sigrZis M masis marTkuTxa paralelepipedis formis mqone sxეulis dartyმა α kuTxiT, sadac α Aaris kuTxe xist sibrtyesa da marTkuTxa paralelepipedis waxnags Soris. maSasadame, dartyმის diferencialur gantolebas aqvs saxe:

$$M M\ddot{x} + \frac{\sigma_s x^2}{2tg^2 \alpha} = 0. \quad (2)$$

sadac σ_s - masalis denadobis zRvaria. Aam meTodiT dajaxebis gamokvlevisas gamoyenebulia [2] naSromSi miRebuli Sedegebi.

xSir SemTxvevaSi mosaxerxebelia avtomobilis warmodgena or-masuri an sam-masuri modelebis saSualebiT. jer ganvixiloT avtomobilis or-masuri modeli (nax.1).

avtomobilis uZrav dabrkolebaze dajaxebis meqanizმის gamokvlevisas, rogorc wesi, ganixileba moZraobis ori faza [1]. jer ganvixiloT pirveli faza, rodesac avtomobili ejaxeba uZrav dabrkolebas da mysierad Cerdeba (anu ar vixilavT ukusvliT moZraobas).

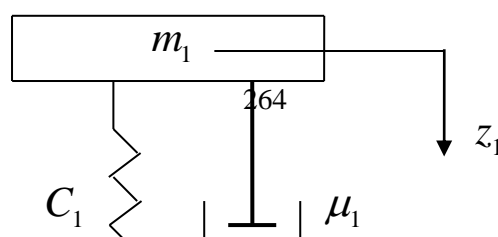
am SemTxvevaSo meqanikuri sistemis (avtomobilis) moZraobis diferencialur gantolebaTa sistemas eqneba saxe:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{z}_1 + \mu_1 \dot{z}_1 + c_1 z_1 - c_2 (z_2 - z_1) + F_1 = 0, \\ m_2 \ddot{z}_2 + \mu_2 \dot{z}_2 + c_2 (z_2 - z_1) + F_2 = 0, \end{cases}$$

Ees sistema umjobesia ase gadavweroT:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{z}_1 + \mu_1 \dot{z}_1 + (c_1 + c_2) z_1 - c_2 z_2 + F_1 = 0, \\ m_2 \ddot{z}_2 + \mu_2 \dot{z}_2 + c_2 z_2 - c_2 z_1 + F_2 = 0, \end{cases} \quad (3)$$

sadac c_1 da c_2 zambarebis sixistis koeficientebia, μ_1 da μ_2 blanti xaxunis koeficientebia, oTxive koeficienti CaTvlilia mudmivad, F_1 da F_2 xaxunis Zalebia. Ees Zalebic mudmivebia.



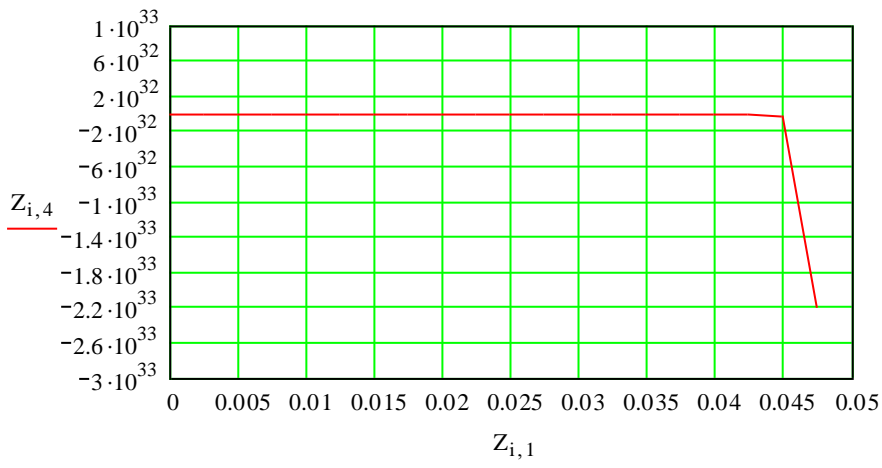


Nmax.1.

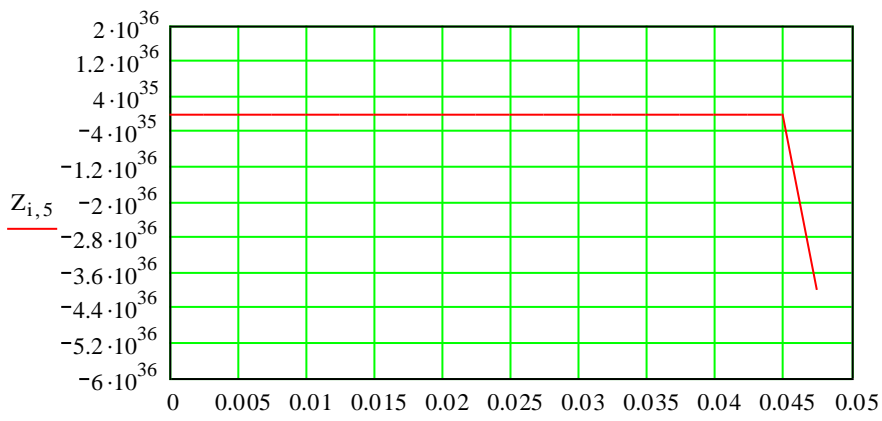
(3) gantleba samarTliania mxolod dartyms pirvel fazaSi. avtomobilis myisieri gaCerebis $t = t_1$ momentSi $\dot{z}(t_1) = 0$ ($z(t) = z_2(t) - z_1(t)$). avtomobilis Tavdapirveli sigrZe aRvniSnoT L . vTqvaT, dartyms Semdeg misi sigrZe gaxda ℓ , e.i. misi sigrZe Seicvala $z(t_1) = \Delta$ sididiT. Ees sidide warmoadgens narCen deformacias da misi gamoTvla SesaZlebelia formuliT $\Delta = L - \ell$.

(3) diferencialur gantlebaTa sistemis analizi CavataroT maTematikuri paketis Mathcad-is gamoyenebiT. amisaTvis cnobili unda iyos c_1 , c_2 , μ_1 da μ_2 koeficientebi da sawyisi monacemebi (dajaxebis momentSi cnobili unda iyos z_1 , z_2 , \dot{z}_1 , \dot{z}_2 sidideebi). Uunda aRiniSnos, rom c_1 , c_2 , μ_1 da μ_2 koeficientebi ganisazRvrebaze eqsperimentidan. kvlebebisaTvis maTi monacemebi aRebulia [3] naSromidan. Aam naSromSi moyvanilia am koeficientebis mniSvnelobebi Jigulis sxvadsxva markis avtomobilebis uZrav dabrkolebaze (20 tonis masis betonze) dajaxebebis gamokvlevis Sedegebis safuZvelze.

Mmocemul naxazze naCvenebia siCqaris cvlilebis grafikebi. [1] naSromSi miRebuli iyo, rom siCqare myisierad nuli xdeba (moZraobis pirveli fazis dasaruli) $t=0.048$ wm drois momentisaTvis. TiTqmis analogiuri Sedegi miviReT ganxiluli modelis SemTxvevaSi: $t \approx 0.045$ wm.



max.2





Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on the investigation of the mechanism of vehicles crash with a solid obstacle by considering different mathematical models. There have been investigated both direct (head-on) crash and indirect crash, i.e. crash at a certain angle. The vehicle is also considered as a dual-mass model. When considering this model, there is investigated only the direct (head-on) crash.

სასილოსე მასის პოლიეთილენის ტომრეაში ჩამწნეხი მოწყობილობის გრაქტორზე ავრევატირებით შესაძლებელი ხდება შესანახი ტრანშეებისა და კოშკურების მაგივრად ტომრების შესანახად გამოყენებული იქნას სხვადასხვა ტიპის იაფადღირებულ სარდაფები და სხვა გადასურული შენობა-ნაგებობები.

სამადალაშვილი ა., ლომიძე ა., მოდებაძე ტ.
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სასილოსე მასის პოლიეთილენის ტომრეაში ჩამწნეხი მოწყობილობის გრაქტორზე ავრევატირებით შესაძლებელი ხდება შესანახი ტრანშეებისა და კოშკურების მაგივრად ტომრების შესანახად გამოყენებული იქნას სხვადასხვა ტიპის იაფადღირებულ სარდაფები და სხვა გადასურული შენობა-ნაგებობები.

საქონლის საკვების ამღები მანქანათა სისტემა ითვალისწინებს სასილოსე კულტურებისა და მწვანე ბალახეულის სილოსად აღების ამა თუ იმ ინდუსტრიულ ტექნოლოგიას.

საკვების დამზადების ინდუსტრიული ტექნოლოგია - ეს არის ტექნოლოგიური, საინჟინრო და ორგანიზაციული ღონისძიებათა ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს მუშაობის საჭირო რიტმს, კომპლექსური მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის პროცესების მაღალ დონეს.

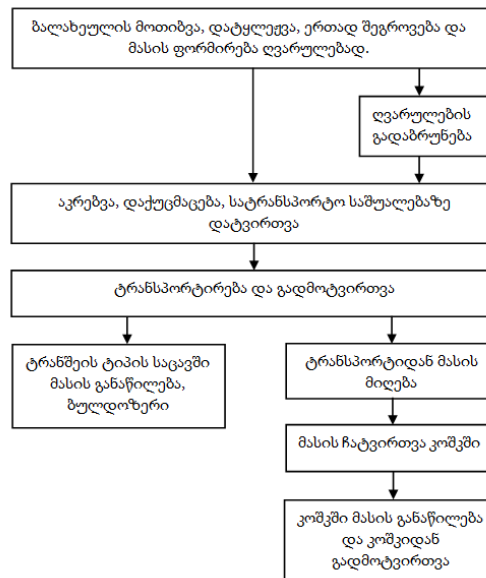
არსებობს ტექნოლოგიის შემდეგი სახეები: სასილოსე კულტურებისა და ბალახეულის სასილოსედ და მწვანე საკვებად აღების ტექნოლოგია და მანქანათა ტექნოლოგიური კომპლექსები. არსებული ტექნოლოგიების სქემები ნაჩვენებია ნახ. 1 და ნახ. 2-ზე.



ნახ. 1. სასილოსე კულტურებისა და ბალახეულის სასილოსედ ამღები მანქანათა ტექნოლოგიური კომპლექსი და ტექნოლოგია.

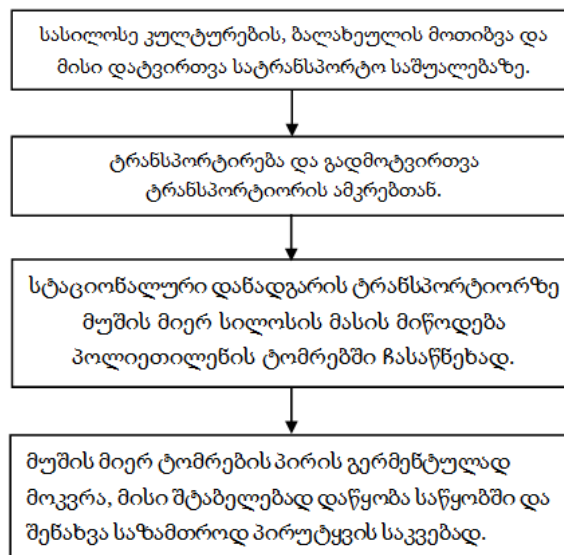
ტექნოლოგიის შერჩევისას მხედველობაში დებულობენ მექანიზაციის დონეს, მოწყობილობების ღირებულებას, შრომით დანახარჯებს, ფერმერულ (გლეხურ) მეურნეობებში მწვანე მასის მოსავალს, შესანახი საცავების არსებობას და, აგრეთვე, კლიმატურ პირობებს. საკვებდამამზადებელი ტექნიკის რაოდენობას განსაზღვრავენ მანქანის მწარმოებლობის, ასაღები ფართისა და სამუშაოს ჩატარების ოპტიმალური აგროტექნიკური ვადების მიხედვით.

სილოსის დამზადებისას მასის 72...75% ტენიანობისას საჭიროა მისი დაქუცმაცება 20...40 მმ სიგრძის ნაწილებად, 76...80% - 50...70 მმ, 80...85% - 100...120 მმ.



ნახ. 2. სენაჟად მწვანე ბალახეულის ამღები მანქანათა ტექნოლოგიური კომპლექსი და ტექნოლოგია

ნახაზებზე (1-2) ნაჩვენები ტექნოლოგიური კომპლექსები და ტექნოლოგიები გულისხმობს ძვირადღირებული სილოსის შესანახ ტრანშეებისა და კოშკების მოწყობას, ასევე შესაბამის ძვირადღირებულ ტექნიკას (სატრანსპორტო საშუალებები, ბულდოზერი), რაც შეუძლებელს ხდის ფერმერის (ფერმერების) მიერ მათ გამოყენებას, რადგანაც იგი ვერ პასუხობს თანამედროვე მოთხოვნებს - გაწარმოთ პროდუქცია საჭირო რაოდენობით და ნაკლები ფულადი დანახარჯებით. ამიტომ საჭიროა, რომ შემუშავდეს მარტივი და იაფადღირებული სილოსის საზამთროდ შენახვის ტექნოლოგია და ტექნოლოგიური კომპლექსები ნაკლები ფულადი დანახარჯებით (ნახ. 3).



ნახ. 3. სასილოსე მასის პოლიეთილენის ტომრებში ჩაწნევის ტექნოლოგიური სქემა სტაციონალური მოწყობილობის გამოყენებისას.

როგორც ნახ. 3-დან ჩანს ნაშრომით წარმოდგენილი ტექნოლოგია გაცილებით მარტივი და იაფადღირებული ტექნოლოგიაა ნახ. 1-ზე და ნახ. 2-ზე წარმოდგენილ ტექ-



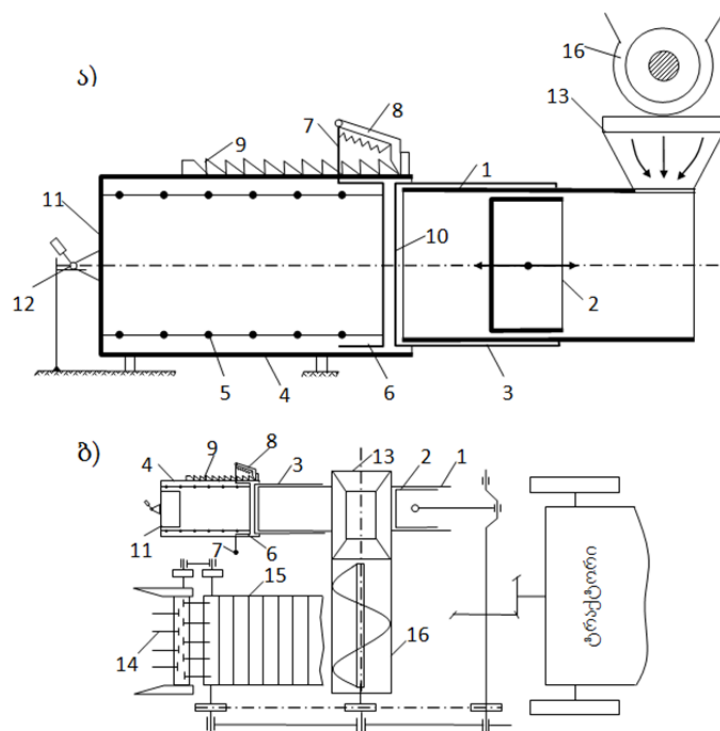
IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ნოლოგიებთან შედარებით, რადგანაც არ არის საჭირო ძვირადღირებული სილოსის შესანახი ტრანშეებისა და კოშკების მშენებლობა, ასევე ბუდლოზერის შექმნა. გარდა ამისა ფერმერთა (გლეხურ) მეურნეობებში არ არის ისეთი დიდი ფართობები, რომ საჭირო იყოს მოწყობილობის აგრეგატირება ტრაქტორზე. ფართობები მცირეკონტურიანია და სასილოსე მასალა ხშირად არ არის იმ რაოდენობის, რომ აუცილებელი იყოს ასეთი ძვირადღირებული ტექნიკის (ტრაქტორი, ბუდლოზერი, სატრანსპორტო საშუალებები) შექმნა, რაც ფერმერებს დაუზოგავს როგორც ფულად დანახარჯებს, ასევე სამუშაო დროს. ფერმერებისათვის უფრო მომგებიანი იქნება სტაციონალურ დანადგართან სილოსის მოზიდვა და ადგილზე, საწყობებთან ჩაწნევა ტომრებში.

მოწყობილობა შეიძლება აგრეგატირდეს ტრაქტორებზე ან გამოყენებულ იქნას როგორც სტაციონალური დანადგარი.

ტრაქტორზე აგრეგატირების შემთხვევაში მოწყობილობით შეიძლება შესრულდეს მინდვრის ზედაპირიდან სილოსის ამღები მანქანით ღვარულებად დაყრილი სასილოსე მასა და მოძრაობის პროცესში ჩატვირთოს ტომარაში. ასევე ხეხილის ბაღებში, პარკებში და ქუჩებში ჩამოცვენილი ხის ხმელი ფოთლების მიწის ზედაპირიდან აკრება და ტომარაში ჩაწნევა. სტაციონალურად გამოყენების შემთხვევაში მისი აძვრა შეიძლება მოხდეს ელექტრო ძრავიდან რედუქტორის საშუალებით და შეასრულოს არა მარტო მოზიდული სასილოსე მასის ტომრებში ცაწნევა, არამედ სილოსის და ბზის (დაქუცმაცებული), ხმელი ფოთლების და სხვა დანამატების აკრება და ტომარაში ჩაწნევა. მოწყობილობას ემსახურება ერთი მუშა.



ნახ. 4. სასილოსე მასის პოლიეთილენის ტომრებში ჩამწნეხი სტაციონალური დანადგარის სქემა.

1-სილოსის მასის მიმღები; 2-ღეუში; 3-პოლიეთილენის ტომარა; 4-სახსნელი სათავსი; 5-ცილინდრული ზამბარა; 6-საბრჯჯენ-სამუხრუჭე თევში; 7-დამჭერები; 8-საკეტელა; 9-ხრუტუნა თამასა; 10-ტომრის ძირი; 11-სახსნელი სათავსის ძირი; 12-სახსნელი სათავსოსჩამკეტი კვანძი; 13-ხვიძირი; 14-ცოცხი (თითები); 15-ტრანსპორტიორი; 16-შნეკი.

ნახ. 4-ზე ნაჩვენები კონსტრუქციით შეიძლება შესრულდეს ორი მნიშვნელოვანი



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სამუშაო. ტრაქტორზე აგრეგატორებისას, ჯერ ერთი - მინდორში ღვარულებად დაწყო-ბილი სასილოსე მასის, ასევე ხეხილის ბაღების, პარკების, ქუჩების დასუფთავება ჩამოცვენილი ხის ხმელი ფოთლებისაგან, ასევე ნაკლები შრომითი და ფულადი დანახარჯებით. აკრებილი ხმელი ფოთლების გადამუშავებით და მისი შემდგომი დაფქვით მიღებული ფქვილი შეიძლება გამოყენებული იქნას საქონლის კომბინირებული საკვების დანამატად, როგორც ერთ-ერთი შემადგენელი კომპონენტი და მეორე - პოლიეთილენის ტომრებში სილოსის მასის შენახვა საზამთროდ საქონლის საკვებად სპეციალური ძვირადღირებული სილოს საცავების გარეშე.

მოთიბული მწვანე ბალახისა და სასილოსე კულტურების სილოსად პოლიეთილენის ტომრებში ჩამწნეხი მოწყობილობა (ნახ. 4, ა) შედგება სილოსის მიმღებისაგან 1 მასში მოთავსებული დგუშით 2, მიმღებზე წამოცმული ტომრისაგან 3, სახსნელი სათავისაგან 4, რომელშიც ჩადგმულია ზამბარა 5 და საბრჯენ-სამუხრუჭე თევზისაგან 6, რომელიც დამჭერებით 7 დაკავშირებულია საკეტელასთან 8, ეს უკანასკნელი მოდებში იმყოფება ხრუტუნა თამასასთან 9. ფოთლის მიწოდებისათვის მიმღებზე 1 გათვალისწინებულია ხვიშირი 13.

სასილოსე მასის აკრება და ტომარაში ჩაწნეხა სტაციონალურ მდგომა-რეობაში ხორციელდება შემდეგნაირად: სასილოსე მასა სილოსის მიმღების 1 ხვიშირს 13 მიეწოდება ცოცხის 14, ტრანსპორტიორის 15 და შნეკის 16 საშუალებით და შემდგომ დგუშის 2 მეშვეობით ტომარაში 3 (ნახ 4, ბ). ამასთან სასილოსე მასის ცოცხზე და ტრანსპორტიორზე მიწოდებას ახდენს ერთი მუშა, ხოლო შევსებული ტომრის მოხსნას და ახლით შეცვლას მეორე.

დგუშის 2 წინვლითი მოძრაობისას დაწნეხილი სილოსის მასა აწვება ტომრის 1 ძირს 10, ეს უკანასკნელი კი საბრჯენ-სამუხრუჭე თევზას 6 და ტომარა, მასში ჩაწნეხილი სილოსით, ზამბარის 5 შეკუმშვის გამო, დაიწყებს სახსნელ სათავსში 4 ძირისაკენ 11 გადაადგილებას და შევსებას. ამ დროს საკეტელა 8 თევზასთან 6 ერთად გადაადგილება ხრუტუნა თამასაზე 9. საბრჯენ-სამუხრუჭე თევზას 6 ბოლომდე გადაადგილებით ხდება ტომრის მთლიანად შევსება სილოსით.

შევსებული ტომრის მოხსნა და მისი ცარიელით შეცვლა ხორციელდება სახსნელი სათავსის 4 განთავისუფლებით ჩამკეტი კვანძის 12 საშუალებით.

ტომრის შევსების ხარისხის კონტროლი, მისი მოხსნა პირის გერმეტულად მოკვრა და ახლით შეცვლა ხორციელდება ოპერატორის მიერ. ამასთან ტომარაში ფოთლის ცაწნეხის ხარისხი დამოკიდებულია ზამბარის 5 სიხისტეზე და ხრუტუნა-თამასას 9 ბიჯზე.

სასილოსე მასის ტომარაში ჩამწნეხი მოწყობილობა უზრუნველყოფს ტომარაში სასილოსე მასის თანაბარ განაწილებას, გამორიცხავს ცელოფნის ტომრის დაზიანებას, ზრდის შრომის ნაყოფიერებას. მოწყობილობის ცოცხის პირმოდების სიგანეა 90 სმ. მწარმოებლობა ერთ ცვლაში ტოლია 1,45 ჰა (ტრაქტორთან აგრეგატორების შემთხვევაში).

პუბლიკაცია განხორციელდა სამეცნიერო პროექტის AR/40/9-250/14 ბიუჯეტიდან.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Осьмяк В.Я., Пономаренко А.Ф. Эксплуатация кормоуборочных машин. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.
2. ა. სამადალაშვილი. ხმელი ფოთლების ტომარაში ჩამწნეხი მოწყობილობა. პატენტი GE №855. B65 B1/24, 15.04.1997, ბიულ. №5.

ENSILAGE PRESSING DEVICE IN POLYETHYLENE BAGS



Samadalashvili A., Lomidze A., Modebadze T.
Akaki Tsereteli State University
Summary

By aggregation of the ensilage pressing device in polyethylene bags to the tractor, the storage clamps and towers for storage of bags can be replaced by various cheap cellars and other coating premises.

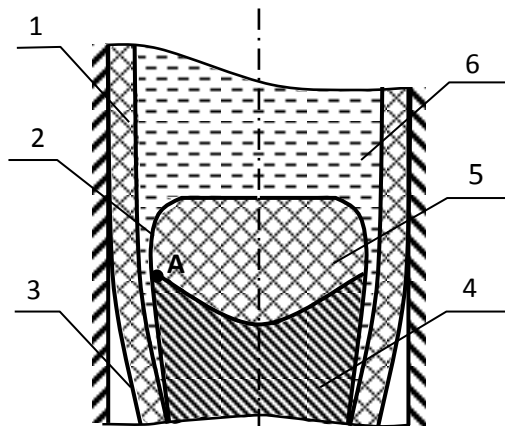
ელექტროწილური გადადნობისას სხმულის ფორმირების პირობები

აკაკურიძე ა., ზივზივაძე ლ., ცქიფურიშვილი თ., შალამბერიძე მ.
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სტატიაში ჩამოყალიბებულია ლითონების ელექტროწილური გადადნობისას კრისტალიზატორში სხმულის მაღალი ხარისხის ზედაპირის ფორმირების პირობები. სხმულის ზედაპირის ხარისხი დამოკიდებულია წილის ქერქის შიგა ზედაპირზე, შენარჩუნებული თხევადი წილის პროფილზე, მისი სისქის სტაბილურობაზე. ნახევნებია, რომ ჰვენს მიერ შემოთავაზებული ორიგინალური არადნობადელექტროდებიან კრისტალიზატორში შიგა კედლის მახლობლობაში წიდაში გამავალი დენის სიმკვრივე და შესაბამისად გამოყოფილი სითბოს ინტენსივობა გაზრდილია და ამით გაუმჯობესებულია სხმულის ზედაპირის ფორმირების ხარისხი, სარკისებური ზედაპირის მქონე სხმულის მიღება.

გადამდნარი ლითონი, წვეთების სახით გაივლის წილის აბაზანას, გროვდება კრისტალიზატორის ქვედა ნაწილში და წარმოქმნის ელექტროწილურ სხმულს. კრისტალიზატორის კედლიდან გაგრილების სისტემის მიერ სითბოს ართმევის შედეგად თხევადი ლითონის ნაწილობრივი კრისტალიზაცია ხდება, ხოლო მისი ზედა ნაწილი მუდმივად თხევად მდგომარეობაშია და წარმოქმნის ე. წ. ლითონის აბაზანას. ლითონის აბაზანა შემოფარგლულია ქვევიდან და გვერდებიდან გამყარებული ლითონით, ხოლო ზემოდან, თხევადი წილის აბაზანით. ლითონური აბაზანის მოცულობა იცვლება და იგი დამოკიდებულია ელექტროწილური გადადნობის პროცესის რეჟიმზე და გამაგრილებელი ზედაპირის მდებარეობაზე.

ელექტროწილური გადადნობის ოპტიმალურ პირობებში ლითონურ აბაზანას აქვს ცილინდრული ფორმა, რომელიც ზემოდან ამოზნექილია. (ნახ.1)



ნახ.1. ლითონური აბაზანის ცილინდრული ზონის კრისტალიზატორის კედელთან კონტაქტის სქემა

- 1. წილის ქერქი; 2. თხევადი წილის ფენა; 3. საპაერო დრეჩო;
- 4. გამყარებული სხმული; 5. თხევადი ლითონი; 6. თხევადი წიდა.

ლითონური აბაზანის ცილინდრულ ნაწილში მყოფ თხევად ლითონსა და წილის ქერქს



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



შორის მუდმივად იმყოფება თხევადი წილის შრე (2), რაც განპირობებულია იმით, რომ წილის ქერქის ზედაპირის ტემპერატურასა და ლითონის დნობის ტემპერატურას შორის სხვაობა 100⁰C-ზე მეტია. წილის შრის (2) სისქე დამოკიდებულია წილის და ლითონის სიმკვრივეთა სხვაობაზე, ლითონის ბოძის სიმაღლეზე და ლითონსა და წიდას შორის ადგეზიის სიდიდეზე. თხევადი ფენის სისქე მიახლოებით შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით. [1]

$$\delta_{გრ} = \frac{\zeta}{h(\gamma_{ლ} - \gamma_{ფ})g}$$

სადაც ζ - წიდასა და ლითონს შორის ადგეზიაა, $\zeta = \delta_{ლ} + \delta_{ფ} - \delta_{ლფ}$;

h - წილის და ლითონის ცილინდრის სიმაღლე;

g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა.

გამოთვლები მოყვანილი ფორმულით აჩვენებენ, რომ წილის თხევადი ფენის სისქე წიდასა და ლითონის გამყოფი დონიდან 20, 30 და 40 მმ-ზე შესაბამისად დაახლოებით ტოლია 1მმ, 0,66 მმ, 0,5 მმ.

თუ მივიღებთ, რომ თხევადი ფენის (2) თბოგამტარობა ტოლია წილის ქერქის (1) თბოგამტარობის, მაშინ თბური ნაკადისათვის 1·10⁶ კკალ/მ².სთ, რაც დამახასიათებელია ელექტროწილური გადადნობის პროცესისათვის, თხევადი წილის 0,5 მმ სისქეზე ტემპერატურული ვარდნა შეადგენს 200-250⁰C, რაც სრულიად საკმარისია იმისათვის, რომ ამ ზონაში შეწყდეს გამდნარი ლითონის კრისტალიზაციის პროცესი.

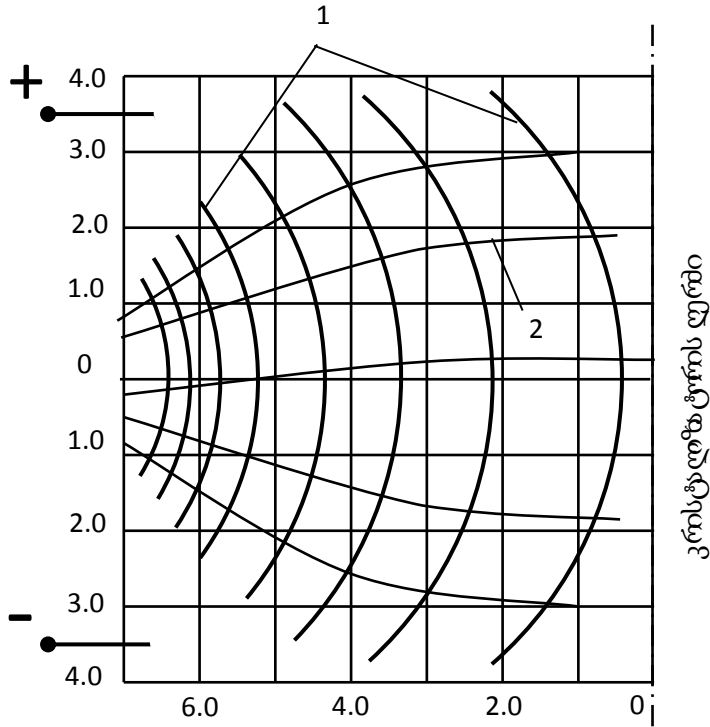
გამდნარი წილისა და ლითონის გამყოფი ზედაპირიდან დაშორებასთან ერთად თხევადი ფენის (2) ტემპერატურა მცირდება და იწყება გამდნარი ლითონის კრისტალიზაცია (ნახ. 1, წერტილი A). პირველად წარმოიქმნება ქერქი, შემდეგ კი იწყება ლითონის ელექტროწილური გადადნობის სხმულის ზედაპირული ფენის წარმოქმნა. ე. ი. ელექტროწილური გადადნობის პროცესში სხმული ფორმირდება ქერქის შიგა ზედაპირზე თხევადი წილის ფენაზე (2). ამის გამო სხმულის ზედაპირის ხარისხი დამოკიდებულია წილის ქერქის შიგა ზედაპირის პროფილზე, მისი სისქის სტაბილურობაზე, ასევე ქერქის უნარზე წინააღმდეგობა გაუწიოს მის მსხვრევას სხვადასხვა ძალების მოქმედებისას.

აღნიშნულ ფაქტორებზე დადებითად მოქმედებს კრისტალიზატორის კედლის გაგრძელების დაბალი ინტენსიურობა, ასევე კრისტალიზატორის კედლის მახლობლობაში გამოყოფილი სითბოს ინტენსიობის გაზრდა, გაგრძელების პირობების უცვლელობის შემთხვევაში. ეს უკანასკნელი გაზრდილია ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ორიგინალური კრისტალიზატორის და გადადნობის სქემის მიხედვით ლითონების ელექტროწილური გადადნობისას.

ნახ.2-ზე წარმოდგენილია არადნობადელექტროდებიანი კრისტალიზატორის თხევად წიდაში ელექტრული ველის განაწილების სურათი, რომელიც დამახასიათებელია ელექტროწილური გადადნობის შემთხვევისათვის, როცა ელექტრული ენერჯიის კვების წყაროდან დადებითი და უარყოფითი პოტენციალი მიეწოდება შესაბამისად ქვედა და ზედა არადნობად ელექტროდებს. ელექტრული ველის განაწილების წარმოდგენილი სურათი მიღებულია ექსპერიმენტულად ელექტროწილური გადადნობის ფიზიკური მოდელის საშუალებით.[2]

მოდელში პოტენციალები სიმეტრულადაა განაწილებული კრისტალიზატორის ღერძის, აგრეთვე კრისტალიზატორის ზედა და ქვედა ნაწილში.

ცხრილიდან და ნახ.2-დან ჩანს, რომ კრისტალიზატორის შიგა კედლის მახლობლობაში პოტენციალი გაცილებით მაღალია ე. ი. მაღალია კრისტალიზატორის შიგა კედელთან წიდაში გამავალი დენი და შესაბამისად გამოყოფილი ჯოულის სითბო. ამ უკანასკნელის გამო შემოთავაზებულ ორიგინალურ არადნობადელექტროდებიან კრისტალიზატორში მიღებული ლითონის ელექტროწილური გადადნობის სხმულის ზედაპირი სარკისებურია.



ნახ. 2. ექვიპოტენციალების და დენის ხაზების მდებარეობა, როცა დენი მიყვანილია მოდელზე მარცხენა ზედა და ქვედა ელექტროდებთან ერთდროულად.

ცხრილი. პოტენციალის განაწილება კრისტალიზატორში, როცა დენი მიყვანილია მოდელის მარცხენა ზედა და ქვედა არადნობად ელექტროდებთან.

№	უჯრის მდებარეობა კრისტალიზატორის სიმაღლეზე შუა ხაზიდან, მმ	უჯრის მდებარეობა კრისტალიზატორის ძირის გასწვრივ და მათში პოტენციალის მნიშვნელობები (ვოლტი)											შენიშვნა	
		3	4	5	6	7	7	6	5	4	3	2		1
1	4	3,5	2,0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	კრისტალიზატორის შუახაზიდან და ღერძიდან პოტენციალის განაწილება სიმეტრიულია
2	3	3,4	3,0	2,4	2,0	1,14	1,14	0,7	0,7	0	0	0	0	
3	2	2,5	2,0	2,0	1,8	1,2	1,2	0,8	0,6	0,5	0,2	0	0	
4	1	2,4	2,0	2,0	1,4	1,0	1,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0	
5	1	2,4	2,0	2,0	1,4	1,0	1,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0	
6	2	2,5	2,1	2,0	1,8	1,7	1,2	0,8	0,6	0,5	0,1	0	0	
7	3	3,4	2,6	2,6	2,0	1,2	1,2	0,7	0,6	0	0	0	0	
8	4	3,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ამრიგად, ლითონების ელექტროწიფური გადადნობის შემოთავაზებულ ორიგინალურ კრისტალიზატორში შიგა კედლის მახლობლობაში თხევად წიდაში გამავალი დენის სიმკვრივე და შესაბამისად გამოყოფილი სითბოს ინტენსიობა გაზრდილია და ამით გაუმჯობესებულა ლია სხმულის ზედაპირი ფორმირების ხარისხი.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Патон Б. Е., Медовар Б. И., Артомонов В. Л. и др. О механизме формирования поверхности слитка при



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ЭШП с относительных перемещением кристаллизатора и слитка. _В кн.: Рафинирующие переplавы, вып.2 к., 1975, с 49-53.

2. კაკაურიძე ა., ცქიფურიშვილი თ., შალამბერიძე მ. ლითონების ელექტროწიდური გადადნობისას ელექტრული ველის კვლევა// მესამე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. ქუთაისი, 2015. გვ. 273-277.

MOULDING FORMATION CONDITIONS IN ELECTROSLAG REMELTING PROCESS

Kakauridze A., Zivzivadze L., Tskipurishvili T., Shalamberidze M.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper describes the conditions of moulding surface formation during the electroslagremelting process.

There is shown that intensity of heat released near the inside wall is maximal, and this improves the quality of moulding surface formation conditions.

ბოჭკოს ბამოსამუშავებელი მინების ნედლეულის სინთეზი

ბაკურაძე ე., ზივზივაძე ბ., ვადაჭკორია ზ., ბაკურაძე კ., აბესაძე ნ.
 აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია ახალი სახის და თვისებების ბოჭკოს ფორმირებისათვის საწარმოო ტექნოლოგიური ნარჩენებისაგან სხვადასხვა სინთეზით მინების გამომუშავება და მათი თვისებების კვლევა.

საფეიქრო კომპოზიციური მასალების წარმოებაში ყველაზე დიდი ხვედრითი წილი მოდის მინის ბოჭკოზე, რომელიც კვლავ რჩება ლიდერის როლში [1-3]. მინის ბოჭკოს და მისგან დამზადებულ კომპოზიტთა თვისებები ძირითადად განისაზღვრება მინის შემადგენლობით. საჭიროა ისეთი ნედლეულის და რეცეპტურის ძიება, რომლებიც მინას და მისგან წარმოებულ ბოჭკოს მიანიჭებს თერმომედეგობას და ქიმიურ მდგრადობას. ჩვენს მიერ ახალი სახის მინის ბოჭკოს ფორმირებისათვის შერჩეული იქნა ადგილობრივი მეტალურგიული და ქიმიური ქარხნების საწარმოო ტექნოლოგიური ნარჩენები, კერძოდ, ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის (ზფქ) და ქუთაისის ლითონის ქარხნის (ქლქ) საწარმოო ნარჩენები.

ბოჭკოს მაფორმირებელი მინების მისაღებად მომზადებული იქნა სხვადასხვა შემადგენლობის ნაზავები, რომლებიც შედგებიან შემდეგი კომპონენტებისაგან: კომპონენტი 1 - ზფქ ნარჩენები, კომპონენტი 2 - ქლქ ნარჩენები, კომპონენტი 3 - კვარცის ქვიშა. ქვემოთ მოცემულია სხვადასხვა შემადგენლობის ნაზავების რეცეპტურა:

	კომპონენტი №1, %	კომპონენტი №2, %	კომპონენტი №3, %
ნაზავი № 1	50	5	45
ნაზავი № 2	40	20	40
ნაზავი № 3	30	20	50
ნაზავი № 4	20	15	65
ნაზავი № 5	22	11	67
ნაზავი № 6	24,4	22	53,6
ნაზავი № 7	25	20	55

ერთერთ ძირითად თვისებას, რომელიც განსაზღვრავს ნაზავის ვარგისიანობას ბოჭკოს გამომუშავებისათვის წარმოადგენს მათი დნობის საბოლოო ტემპერატურა. ნა-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



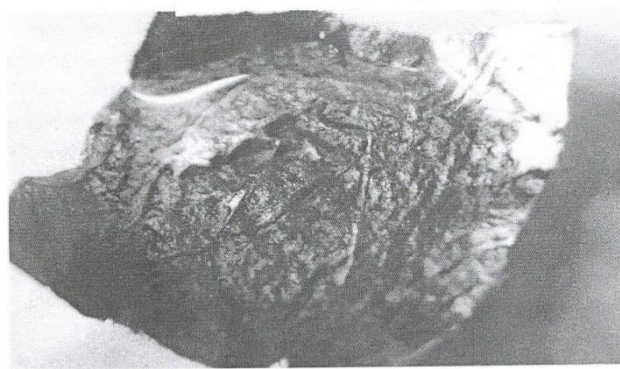
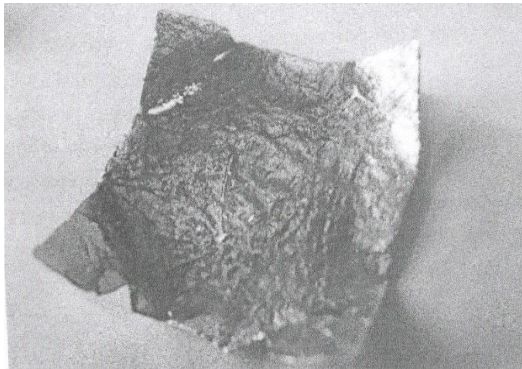
ზავის დნობადობა არის მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რომელიც განსაზღვრავს პომოგენური ნაღობის მიღების შესაძლებლობას.

დნობის საბოლოო ტემპერატურა შეესაბამება გადნობილი ნაზავის მთლიან დინებას. ამ შემთხვევაში გამოდინებული წვეთის ზედაპირი უნდა იყოს მბზინვარე, გლუვი, ხილვადი კრისტალური და აირის შენაერთების (ჩანართების) გარეშე.

ნაზავი, რომელიც გამოიყენება ბოჭკოს წარმოებისათვის დნობადობის მიხედვით პირობითად შეიძლება დაყოფილი იქნას ორ ჯგუფად: დნობის საბოლოო ტემპერატურა 1450°C -მდე; დნობის საბოლოო ტემპერატურა 1450°C -ზე მეტი. უწყვეტი ბოჭკოს წარმოების დროს ძირითადად გამოიყენება სინჯები, რომელთა დნობის ტემპერატურა არ აღემატება 1450°C .

გამოსაკვლევი ნაზავის დნობის ტემპერატურის განსაზღვრისათვის ნახევრად მშრალი მეთოდით ვახდენთ ნიმუშების დაწნევას. ნიმუშებს, რომელთა ზომებია სიმაღლე 5 მმ, დიამეტრი 3 მმ, ვათავსებთ ღუმელში. ღუმელის გაცხელება ხდება სინქარით $5^{\circ}\text{C}/\text{წუთში}$. 1450°C ტემპერატურაზე 0,5 საათის განმავლობაში დაყოვნებით ნაზავი №1 სინჯს აქვს აირის ბუშტულაკები და გაუდნობელი ჩანართები.

ნიმუში სინჯიდან №2, დაყოვნების იმავე პირობებისას, არის უფრო ერთგვაროვანი, შეინიშნება აირის ცალკეული ბუშტულაკები და ერთი გაუდნობელი ჩანართის ნაწილაკი. დნობადობის განსაზღვრის შედეგები წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.



ღღობილი № 1 ნაზავიდან

ღღობილი № 2 ნაზავიდან

ნახ.1. ღღობილები №1 და №2 ნაზავიდან 1450°C ტემპერატურაზე 0,5 საათის დაყოვნების შემდეგ

მინის მისაღებად ნედლეულის მასა წონით 300 გრ მოთავსებული იქნა ქიმიურად ინერტულ 500 მლ მოცულობის კორუნდის ტიგელში. ტიგელი განვათავსეთ ვერტიკალურ მილისებრ ღუმელში. მაქსიმალურმა სამუშაო ტემპერატურამ შეადგინა 1500°C . 1000°C ტემპერატურამდე გაცხელების სინქარე შეადგენდა $7-8^{\circ}\text{C}/\text{წუთში}$, ხოლო 1500°C -მდე კი $2-5^{\circ}\text{C}/\text{წუთში}$.

გაცხელების მითითებული ტემპერატურული რეჟიმი გვაძლევს საშუალებას არ მოხდეს ღღობილის სწრაფი აქაფება, რომელიც შესაძლებელია დეგაზაციის ეტაპზე საღღობში მყოფი აირის და ქიმიურად შეკრული წყლის გამოყოფის ხარჯზე. ქვემოთ მოცემულია საღღობის დნობისა და მინის მიღების პირობები.

ნაზავი №1. 1050°C ტემპერატურაზე იწყება შეცხობის პროცესი და შეიმჩნევა ნაზავის მოცულობის ზრდა დეგაზაციის პროცესების ხარჯზე, რომელიც ძლიერდება $1150-1200^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის ინტერვალში. 1200°C ტემპერატურაზე ნაზავს ვაყოვნებთ 1 საათის განმავლობაში აირის გამოყოფის შემცირებამდე და ტიგელში მის დაწვეამდე. აირის ზომიერი გამოყოფა დაფიქსირებული იქნა 1450°C ტემპერატურამდე. მიღებული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ღღობილის წყალში გადასხმა შეუძლებელი იყო, ვინაიდან ის იყო ძალზე ბლანტი. შესაბამისად, ტიგელიდან მაშების დახმარებით ღღობილი ნაწილ-ნაწილ მოვათავსეთ ცივ წყალში. ტიგელი აგრეთვე მოვათავსეთ წყალში (0-1°C). მიღებული მინის დათვალიერებამ მიკროსკოპის დახმარებით გვიჩვენა, რომ ერთგვაროვნობა სრულიად არ არსებობს.

ნაზავი №2. 1100°C ტემპერატურაზე დაიწყო აირის ზომიერი გამოყოფა მოცულობის მატების გარეშე, რომელიც იყო დაფიქსირებული 1400°C ტემპერატურაზე. აღნიშნულ ტემპერატურაზე ხდება აირის ინტენსიური გამოყოფა მოცულობის მნიშვნელოვან ზრდასთან ერთად და რომელიც შემდეგ თანდათან მცირდება, მაგრამ არ წყდება 1450°C-ზე. 1480°C ტემპერატურის მიღწევისას სამი საათის დაყოვნების შემდეგ ღღობილის რაოდენობა ტიგელში იწყებს კლებას. ჭიქა ამოღებული იქნა ღუმელიდან და შემდეგ მოთავსებული იქნა ცივ წყალში. ამ პროცესის დროს აღმოჩნდა, რომ №2 ნაზავის ღღობილმა მასალამ ამოჭამა კორუნდის ტიგელი და გადმოიღვარა ღუმელში. პირველ ეტაპზე ჩატარდა ღღობილის შეცხობა 800-1000°C ტემპერატურაზე მუფელის ღუმელში 1,5 საათის განმავლობაში.

ნაზავი №3. ზომიერი გაწონასწორებული აირის გამოყოფა იწყება 1100°C ტემპერატურაზე. 1400°C ტემპერატურის მიღწევისას აღინიშნება ნაზავის მოცულობის ზრდა, რომელიც მაქსიმუმს აღწევს 1420°C-ზე. აღნიშნულ ტემპერატურაზე ხდება ნაზავის ღღობილის დაყოვნება 2 საათის განმავლობაში აირის გამოყოფის პროცესის სრულდამთავრებამდე. 1450°C ტემპერატურაზე აღინიშნება ღღობილის ზედაპირზე ერთეული ბუშტულები. საბოლოო 1450°C ტემპერატურაზე ვახდენთ ღღობილის დაყოვნებას 3 საათის განმავლობაში. ღღობილის წყალში გადასხმა არ იყო შესაძლებელი, ვინაიდან ის იყო ძალზე ბლანტი, ამიტომ, ცივ (0-1°C) წყალში მოთავსებული იქნა ტიგელი. სრული გაგრილების შემდეგ მინა ამოტეხილი იქნა ტიგელიდან, დავაქუცმაცეთ და მიკროსკოპის საშუალებით 750*-2500* გადიდებით შესწავლილი იქნა მისი ჰომოგენურობა. შედეგები წარმოდგენილია ნახ.2-ზე.



ერთგვაროვანი მინა



არაერთგვაროვანი მინა



გაუღლებელი მინა

ნახ.2. №3 ნაზავიდან სხვადასხვა სახის მიღებული მინები

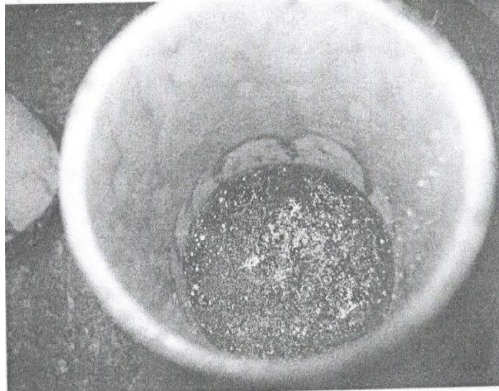
ნაზავი №4. 1060°C ტემპერატურაზე იწყება ნაზავის შეცხობა, რომელსაც თან ახლავს აირის ზომიერი გამოყოფა. ტემპერატურის შემდგომი მატება იწყებს ნაზავის მო-



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ცულობის მატებას აირის გამოყოფის გაძლიერების ხარჯზე. 1375°C ტემპერატურაზე შეინიშნება ლღობილის დაწვევა და აირის გამოყოფის შემცირება. საბოლოო 1450°C ტემპერატურაზე ხდებოდა ლღობილის დაყოვნება 3 საათის განმავლობაში.



ნახ.3. №4 ნაზავიდან მიღებული მინა

გამაგრებული ლღობილის ზედაპირი წარმოადგენს დიდი რაოდენობით გაუდნობელი ნაწილაკებისაგან შემდგარ ხორკლიან მასას. შემდგომი გამოკვლევებისათვის შერჩეული იქნა მინა ჩანართების გარეშე.

ნაზავი №5. 1190–1250°C ტემპერატურაზე ზედაპირზე შეიმჩნეოდა აირის უხვი გამოყოფა. 1300°C ტემპერატურაზე ლღობილის ზედაპირი არათანაბარია, ხორკლიანია და არ გააჩნია მინისათვის დამახასიათებელი ბრწყინვალება. ნაზავის 3 საათიანი 1450°C ტემპერატურაზე დაყოვნების შემდეგ ჰომოგენური ლღობილი არ იყო მიღებული და შესაბამისად, მოხდა შემდგომი დაყოვნება 2,5 საათის განმავლობაში 1500°C ტემპერატურაზე. მიღებული მინა გამოტეხილი იქნა ტიგელიდან. ვიზუალურად შემჩნეული იქნა მისი შრეებად დაშლა. ზედა ნაწილში შემჩნეული იქნა მოთეთრო-წითური ფერის ჩანართების შეჯგუფება. მიკროსკოპის ქვეშ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ აღნიშნულ ჩანართებს არ გაუვლიათ მინის წარმოქმნის სტადია. მათი დნობის ტემპერატურა 1500°C-ზე მეტია.

დადასტურდა, რომ აღნიშნულ ნაზავს სრულად არ გააჩნია ბოჭკოს წარმოქმნის თვისებები. ბოჭკოს ხელით გაწველისას აღმოჩნდა, რომ ის მთლიანად შედგება კრისტალური ჩანართებისაგან.

ნაზავი №6. ნაზავს ვაღდობთ კორუნდის ტიგელში. 1100°C ტემპერატურაზე ხდება ნაზავის კომპონენტების შეცხოება, შემდეგ კი 1200°C ტემპერატურაზე ადგილი ჰქონდა გადნობილი ნაზავის ნაწილის აქაფებას მოცულობის გაზრდასთან ერთად, რაც აღმოფხვრილი იქნა მექანიკური მორევით. აირის ზომიერი გამოყოფა ხდებოდა 1450°C ტემპერატურამდე. პერიოდულად ლღობილის ნაწილს ვიღებდით ერთგვაროვნობის დასადგენად. ვინაიდან შედეგი იყო არადამაკმაყოფილებელი, გადაწყვეტილი იქნა დაყოვნების დროის გაზრდა. შედეგად, ლღობილის დაყოვნების დრომ შეადგინა 15 საათი 1450°C ტემპერატურაზე, ხოლო 1500°C ტემპერატურაზე კი 9 საათი.

მიღებული მინის გამოკვლევამ მიკროსკოპის ქვეშ გვიჩვენა, რომ ლღობილის 9 საათიანმა დაყოვნებამ 1500°C ტემპერატურაზე არ მოგვცა საშუალება მიგველო ჰომოგენური ლღობილი. მიღებული მინის მიკროსტრუქტურა შეიცავს ძალზე დიდ რაოდენობას აირისა და გაუდნობელ ჩანართებს.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



№6 ნაზავიანი ბოჭკოს მიღება შეუძლებელია, ვინაიდან ღღობილი კრისტალდება ფილიერში.

ნაზავი №7. აღნიშნული ღღობილი წარმოდგენილი იქნა რუსი ფერის შეცხოვრილი მასის სახით. 1330°C ტემპერატურაზე ზედაპირზე შეიმჩნევა ნაწილობრივი დნობა და აირის გამოყოფა. ტემპერატურის აწევამ 1500°C-მდე და დაყოვნებამ 0,5 საათის განმავლობაში არ გამოიწვია ნაზავის დნობა. ნაზავის მოცულობის 90% დარჩა საწყის მდგომარეობაში და შემდგომი მინის წარმოქმნა არის შეუძლებელი.

მიკროსკოპიულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ყველა ნიმუშს გააჩნია მნიშვნელოვანი რაოდენობის აირისა და გაუღებელი ჩანართები. შედარებით ერთგვაროვანია №3 და №4 ნაზავებიდან მიღებული მინები.

ამრიგად, ბოჭკოს წარმოქმნილი მინის გამოსამუშავებელი ნედლეულად შევირჩიეთ მდიდარი შედგენილობის ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის და ქუთაისის ლითონის ქარხნის საწარმოო ტექნოლოგიური ნარჩენები და მაკორექტირებელი კომპონენტი. სხვადასხვა შემადგენლობის ნაზავებიდან ყველაზე ერთგვაროვანია №3 და №4 ნაზავებიდან მიღებული მინები. შემდგომ ეტაპზე ამ ნაზავებიდან გამომუშავებული იქნება ახალი სახისა და თვისებების ბოჭკოები.

ლიტერატურა

1. Методика определения температурного интервала выработки непрерывного волокна из горных пород /НИЛБВ ИПМ АН Украины-К.1990
2. Некоторые особенности горных пород и их расплавов, пригодных для получения волокон. /Махова М.Ф., Горбачев Г.Ф. и др.// В сб. Строительные материалы, изделия и санитарная техника, Вып.5-Киев, 1982
3. Любина Дж. «Справочник по композиционным материалам», Том 1. Перевод с английского. – Москва, 1988

SYNTHESIS OF RAW MATERIALS FOR FIBER-FORMING GLASSES

Bakuradze E., Zivzivadze B., Vadachkoria Z., Bakuradze K., Abesadze N.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper dwells on producing the glasses from industrial-technological waste for forming a novel fiber by using various syntheses, as well as on studying their properties.

**ავტომობილის არაფატალური უიბასალონური ტრამვისას
 მძღოლის დაზიანებების ანალიზი**

ჩოგოვაძე ჯ., ჩოგოვაძე ლ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ჩატარდა ანალიზი მძღოლის მიერ ყველაზე ხშირად მიღებული და ზიანებების ხასიათსა და ლოკალიზაციაზე ავტომობილის შივა სალონის არაფატალური ტრამვირების დროს, როგორც მარცხენა-საჭიან ასევე მარჯვენა-საჭიანი ავტომობილების სხვადასხვა სახის შეჯახების დროს. დადგინდა, რომ ცენტრალური ფრონტალური შეჯახებისას მძღოლის ძირითადი და ზიანებების ლოკალიზაციის ადგილია სხეულის წინა ნაწილი, მარცხენა ფრონტალური შეჯახებისას - სხეულის წინა და მარცხენა ნაწილი, ხოლო მარჯვენა ფრონტალური შეჯახებისას მძღოლის ძირითადი და ზიანებების ლოკალიზაციის ადგილია სხეულის წინა და მარჯვენა ნაწილი;

საერთაშორისო ორგანიზაცია World Health Organization-ის მონაცემებით, ყოველწლიურად მსოფლიოში ავტოსაგზაო შემთხვევების შედეგად 1.2 მილიონი ადამიანი იღუპება, ხო-



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



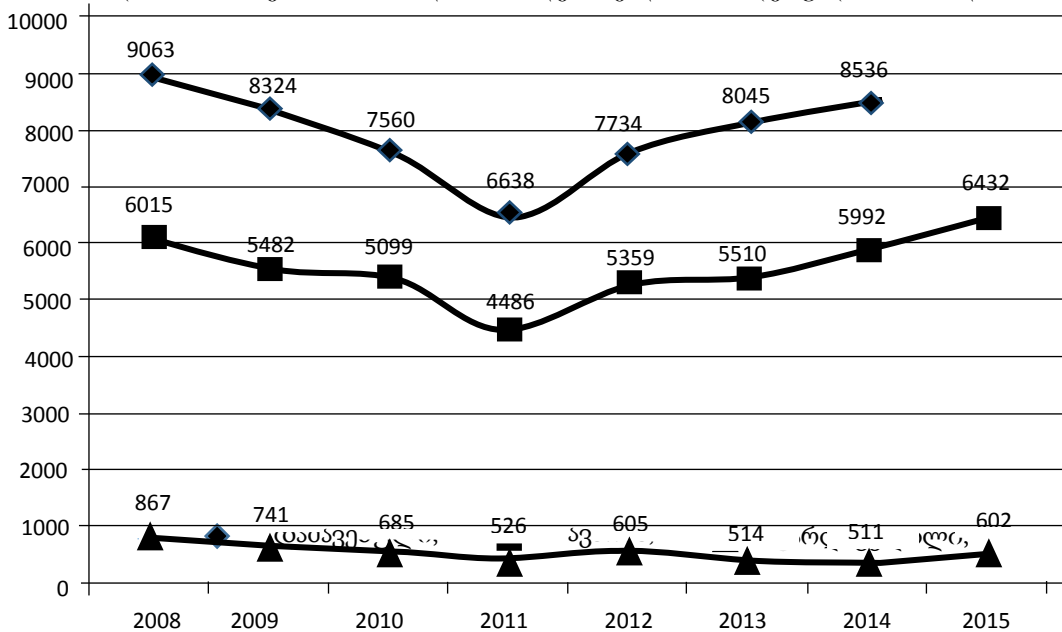
ლო 50 მილიონი იღებს სხვადასხვა სიმძიმის ტრავმებს.

საქართველოში საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევებისა და საავტომობილო ტრავმატიზმის მნიშვნელოვანი ზრდა (ნახ.1) უშუალოდაა დაკავშირებული როგორც ობიექტურ მიზეზებთან: კერძოდ შემოტანილი ავტომობილების რაოდენობის ზრდა, საავტომობილო გზების ცუდი მდგომარეობა, და ა.შ. ასევე სუბიექტურთან- მძღოლების მომზადების არასაკმარისი დონე, გაუარესებულია გზებზე მოძრაობის დისციპლინა, არასწორი მანევრირება, სიჩქარის გადაჭარბება, ნასვამ მდგომარეობაში ავტომობილის მართვა, ასევე, ქვეითების ბრალეულობით გამოწვეული შემთხვევები და სხვა. ამასთან მნიშვნელოვნად გაიზარდა მსუბუქი ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარე. ავარიულობის გამომწვევი მიზეზების გამოკვლევა არ წარმოადგენს სასამართლო მედიცინის პირროგატივას, ამასთან ის მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სასამართლო-სამედიცინო ექსპერტიზის ჩატარების თავისებურებაზე.

საქართველოში 100 000 რეგისტრირებულ ავტომანქანაზე ავარიების რიცხვის კლების ტენდენციის მიუხედავად ავტოსაგზაო შემთხვევათა აბსოლუტური მაჩვენებელი მაინც იმატებს და შესაბამისად იზრდება დაშავებულთა რიცხვიც.

საერთაშორისო ორგანიზაცია **OECD**-ის (ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ორგანიზაცია) 2013 წლის **მონაცემების** მიხედვით, 1 მილიონ მოსახლეზე ავტოსაგზაო შემთხვევების შედეგად გარდაცვლილთა რაოდენობით (118 გარდაცვლილი) საქართველოს ევროპაში ერთ-ერთი ყველაზე ცუდი სტატისტიკა აქვს.

აღსანიშნავია, რომ პასიური უსაფრთხოების ელემენტების გაუმჯობესების გამო 10-12 წლისწინანდელი ავტომობილის სალონის კონსტრუქცია მნიშვნელოვნად განსხვავდება თანამედროვესაგან. რამაც მნიშვნელოვნად შეცვალა სალონის შიგა ელემენტებით გამოწვეული ტრამვების ხასიათი. საექსპერტო პრაქტიკაში პრაქტიკულად არ გვხვდება დაზიანებები, რომლებიც აქამდე ითვლებოდა კლასიკური. შეიცვალა სხეულის დაზიანების ხასიათი. გაჩნდა ახალი მორფოლოგიური ნიშანთვისებები. საექსპერტო კომისიის მუშაობაში წარმოიშვა განსაზღვრული სირთულე, კერძოდ, როდესაც ხდება პიროვნების დადგენის საკითხი, თუ ვინ იმყოფებოდა საჭესთან საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის მომენტში, განსაკუთრებით თვითმხილავლის არ არსებობისა ანდა რამოდენიმე დაზარალებული პირის დროს.



ნახ.1. საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების დინამიკა საქართველოში.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საექსპერტო პოზიციიდან გამომდინარე განსაკუთრებით რთულია ავტომობილის შიგა სალონის ელემენტებით ტრამპებისას დაზარალებულის (მძღოლი, წინა სავარძელის მგზავრი) განლაგების ადგილის საკითხის გადაწყვეტა.

მრავალი ნაშრომი, რომელშიც განხილულია მძღოლის დაზიანებების ხარისხი ავტომობილის შიგა სალონით ტრამპირების დროს ეხება მხოლოდ ფატალურ შიგა სალონურ ტრამპებს (1, 2, 3)

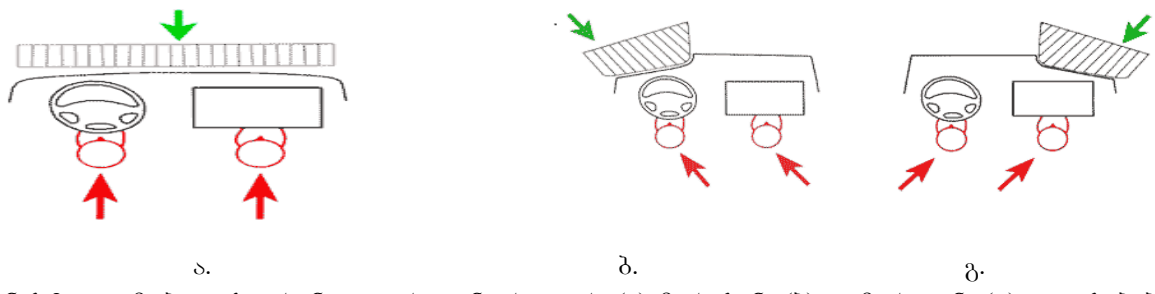
კვლევის მიზანს წარმოადგენს მძღოლის შიგა სალონის ელემენტებით გამოწვეული არაფატალური ტრამპის ხასიათისა და ლოკალიზაციის განსაზღვრა როგორც მარჯვენასა-ჭიანი ასევე მარცხენასაჭიანი ავტომობილების საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების დროს.

კვლევის დროს შესწავლილი იქნა რამოდენიმე საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევა, რომლებშიც დაზიანებები მიიღო მძღოლებმა. კვლევები ჩატარდა როგორც მარცხენასაჭიან ასევე მარჯვენასაჭიან ავტომობილებზე შეჯახების ტიპის გათვალისწინებით.

შეჯახების ტიპის მიხედვით ყველაზე ხშირად აღინიშნება ფრონტალური (71,5%) შეჯახება. ავტომობილის ცენტრალური ფრონტალური შეჯახებისას აღიძვრება ავტომობილის წინა ცენტრალური ნაწილის დეფორმაცია (ნახ.2.ა), ხოლო მძღოლი და მგზავრები ინერციის ძალით ძირითადად გადაადგილდებიან მხილოდ უკნიდან წინ.

ფრონტალური მარცხენა შეჯახებისას ხდება ავტომობილის წინა მარცხენა ნაწილის დეფორმაცია (ნახ.2, ბ), ხოლო მძღოლი და მგზავრები ინერციის ძალით ძირითადად გადაადგილდებიან უკნიდან წინ და მარჯვნიდან მარცხნივ.

მარჯვენა ფრონტალური შეჯახებისას ხდება ავტომობილის წინა მარჯვენა ნაწილის დეფორმაცია (ნახ.2, გ), რომლის დროსაც მძღოლი და მგზავრები ინერციის ძალით ძირითადად გადაადგილდებიან უკნიდან წინ და მარცხნიდან მარჯვნივ. ავტომობილის სალონში დარტყმის მხარეს მჯდომ ადამიანებზე მოდის ყველაზე მეტი დაზიანებები.



ნახ.2.ავტომობილის ფრონტალური ცენტრალური (ა), მარცხენა (ბ) და მარჯვენა (გ) დაჯახებები

საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების შემდეგ, საჭიროების მიხედვით, ყველა დაზარალებულს ჩაუტარდათ გამოკვლევა და მკურნალობა სტაციონარში ან პოლიკლინიკაში. სასამართლო-სამედიცინო ექსპერტიზით ტრამპის მექანიზმისა და მიყენების ხანდაზმულობის დადგენა ხდება სამედიცინო დოკუმენტების საფუძველზე, რომლებშიც ხშირად დაზიანებები აღწერილია ძალიან ზედაპირულად, ზუსტი ლოკალიზაციის, რაოდენობების, ფორმის, ზომებისა და მორფოლოგიური თვისებების მითითების გარეშე.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ტრამვის სახის მიხედვით დაუქუილი ჭრილობები აღენიშნათ: თავის თმიან ნაწილში; მარცხენა ყურის ნიჟარასთან; ნიკაპზე. ჩალურჯებები და სისხლჩაქცევები- თავის თმიან ნაწილში, სახეზე და საფეთქელის მიდამოებში. თვალის ბუდეს, შუბლის, სახის ჩონჩხის და ქვედა ყბის ძვლების გატეხვა; თავის ტვინის დაშავება. მძღოლებს თავის დაზიანება აღენიშნა ფრონტალური, გვერდითი მარცხენა, თანხვედრითი დაჯახებისას და უძრავ დაბრკოლებაზე შეჯახებისას. დაზიანებებს პრაქტიკულად ყოველთვის ჰქონდა მარცხენა მხარეს ლოკალიზაცია.

მარჯვენასაჭიანი ავტომობილის ფრონტალური შეჯახების მხოლოდ ორ შემთხვევაში აღენიშნა სახეზე დაუქუილი ჭრილობები, ჩალურჯებები და სისხლჩაქცევები მარჯვენა მხარეს ლოკალიზაციით.

გულმკერდის კანის საფარზე ჩალურჯებები და სისხლჩაქცევები აღენიშნა: წინა, წინა-მარცხენა და მარჯვენა გვერდითი ფრონტალური შეჯახებისას; მარჯვენა გვერდითი შეჯახებისას. ნეკნების ერთმხრივი და ორმხრივი მოტეხილობა აღენიშნა იშვიათად. გულმკერდის, ლავიწის და ბეჭის მოტეხილობა არ დაფიქსირებულა შეჯახების არცერთ შემთხვევაში.

იშვიათად აღინიშნა ზედა კიდურების მოტეხილობა. ორ შემთხვევაში აღენიშნა სისხლჩაქცევები იდაყვის სახსრების მიდამოებში. ოთხ შემთხვევაში მარცხენა მხრის ძვლის მოტეხილობა, ხოლო მარჯვენასი- ორჯერ.

ზედა კიდურებთან შედარებით უფრო ხშირად შეიმჩნეოდა ქვედა კიდურების ტრავმირება. თოთხმეტ შემთხვევაში ქვედა კიდურების ტრავმა აღენიშნა მარცხენა საჭიანი ავტომობილების საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის დროს, ხოლო შვიდი- მარჯვენასაჭიანის დროს. მარჯვენასაჭიანის შემთხვევაში აღენიშნა: დაუქუილი ჭრილობები მარცხენა (2 შემთხვევა) და მარჯვენა (3 შემთხვევა) მუხლის სახსრების წინა ზედაპირზე. მარჯვენა ბარძაყის ძვლის შუასაბგიდული მოტეხილობა (1 დაშავებული), ორივე ბარძაყის ძვლების შუასაბგიდული მოტეხილობა (1 დაშავებული), კოჭ-წვივის ძვლების მოტეხილობა-დრძობა (1 დაშავებული), უკანა ტერფის ძვლების მოტეხილობა (1 დაშავებული).

სხეულის მიდამოებზე არსებული დაზიანებების ლოკალიზაციის ანალიზმა აჩვენა, რომ დაჯახების სხვადასხვა ტიპის და საჭის განლაგების მიუხედავად მძღოლებს არ აღენიშნა კისერის ტრავმირების არცერთი შემთხვევა და პრაქტიკულად არ დაზიანებულა მენჯის მიდამოები.

ჩატარებული კვლევების ანალიზმა აჩვენა:

- ცენტრალური ფრონტალური შეჯახებისას მძღოლის ძირითადი დაზიანებების ლოკალიზაციის ადგილია სხეულის წინა ნაწილი;
- მარცხენა ფრონტალური შეჯახებისას მძღოლის ძირითადი დაზიანებების ლოკალიზაციის ადგილია სხეულის წინა და მარცხენა ნაწილი;
- მარჯვენა ფრონტალური შეჯახებისას მძღოლის ძირითადი დაზიანებების ლოკალიზაციის ადგილია სხეულის წინა და მარჯვენა ნაწილი;
- მარცხენასაჭიანი ავტომობილის სალონის შიგნით მიყენებული დაზიანებებს აქვს მარცხენამხარისანი ლოკალიზაცია;
- მარჯვენასაჭიანი ავტომობილის სალონის შიგნით მიყენებული დაზიანებებს აქვს „სარკისებური“ ასახვა;
- მძღოლებს არ აღენიშნებათ კისრის, გულმკერდის ბეჭის ორგანოების დაზიანებები; იშვიათად აღინიშნებოდა მუცლისა და თეძოების დაზიანებები;

ლიტერატურა

1. Ардашкин А. П., Юрасов Г. И. Повреждение нижних конечностей водителя при трамве внутри автомобиля //суд.мед.эксперт.,1983.-2.-с.29-31.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



2. Сидоров Ю.С. Судебно-медицинская оценка повреждений водителей и пассажиров переднего сидения легковых автомобилей при столкновениях. (Экспериментально-морфологическое исследование). Автореф. дис. д-ра мед. наук. М., 1991. -39с.
3. Новоселов А.С. Судебно-медицинская оценка морфологических особенностей повреждений для диагностики водителя и пассажира переднего сидения при фронтальных столкновениях автомобиля. Автореф. диссер. канд. мед. наук.-М., 2009. -25с.

ANALYSIS OF INJURIES TO THE CAR DRIVER WITH A NONFATAL IN-VEHICLE TRAUMA

Chogovadze J., Chogovadze L.

Akaki Tsereteli State University

Summary

An analysis was conducted on the pattern and localization of the most common injuries to the driver with a nonfatal in-vehicle trauma during the collision of both left-hand steering and right-hand steering cars with during the different types of collisions. It has been established that during the central frontal collision, the main injuries to the driver are localized at the frontal part of the body, during the left-side frontal collision – the left and right parts of the body, but during the right-side frontal collision the main injuries to the driver are localized at the frontal and right parts of the body.

დენთის ბასროლით წარმოქმნილი ჰვარტლის კრიმინალისტიკური კვლევა

ორმოცაძე ნ., ზივზივაძე ა., მესხიშვილი მ.

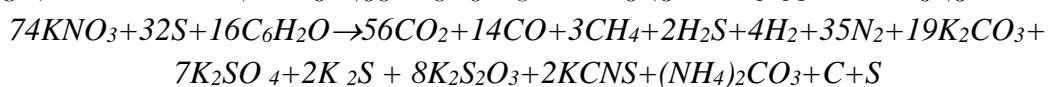
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სტატიაში განხილულია ცეცხლსასროლი იარაღის გამოყენებასთან დაკავშირებულ სხვადასხვა ობიექტებზე შემავალი ღიობების ირგვლივ და იარაღის ღულის არხიდან გასროლის ჰვარტლში ღიობების აღმოჩენა სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით

ცეცხლსასროლი იარაღის გამოყენებასთან დაკავშირებულ კომპლექსური კრიმინალისტიკური კვლევის საქმეებში (მკვლელობების, თვითმკვლელობების, სხეულის დაზიანებების და ა. შ. შემთხვევებში) სასამართლო ქიმიური კვლევის საგანს წარმოადგენს; თოფის წამალი, ჰვარტლის დაგროვება სხვადასხვა ობიექტებზე შემავალი ცეცხლსასროლი ღიობების ირგვლივ და ნამწვი იარაღის ღულის არხიდან (წარმოქმნილი დენთის აფეთქებისას და კაფსულა-ამაღლებლის დასარტყამი ნაწილის წვისას), ასევე საფანტი, კარტეჩი და თოფის დასატენი.

როგორც ცნობილია, ახლო მანძილიდან ბოლიანი დენთით გასროლის ერთ-ერთი ნიშანს წარმოადგენს შემავალ ღიობის ზონაში ე. წ. გასროლის ჰვარტლის არსებობა, ხოლო უბოლო დენთით გასროლისას კი მისი მარცვლების არსებობა. გასროლის ჰვარტლს დენთის სახეობისაგან დამოკიდებულებით აქვს სხვადასხვაგვარი შემადგენლობა.

ბოლიანი დენთის აფეთქებით გარდაქმნის რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს იარაღის ღულის არხში, მიდის შემდეგი (გ. კასტის მიხედვით) რეაქციის მიხედვით:



ბოლიანი დენთის გასროლით წარმოქმნილი ჰვარტლის შემადგენლობაში ძირითადად შედის ნახშირის დაუწვავი ნაწილაკები, გვარჯილის ნარჩენები და თოფის წამლის



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



აფეთქებით წარმოქმნილი მყარი პროდუქტები – კალიუმის კარბონატი (ნახშირმჟავა ტუტე), კალიუმის სულფიდი და სულფატი და რიგი სხვა ნივთიერებები.

ნახშირბადის ნაწილაკების აღმოსაჩენად ახდენენ ობიექტის მიკროსკოპულ კვლევას; ამისათვის ტანსაცმლის ქსოვილიდან იღებენ მის ცალკეულ ძაფებს, ხოლო სხვა მასალებს ჩამოფხეკენ უბნებს, რომლებიც მდებარეობენ სავარაუდო ცეცხლსასროლ დიობთან. ძაფებს და მიღებულ ანაფხეკებს ათავსებენ სასაგნე მინაზე წყლის წვეთში და იკვლევენ მიკროსკოპის ქვეშ.

კარბონატ-, სულფიდ-, სულფატ-, ნიტრატ- იონების და კალიუმის იონის აღმოსაჩენად ახდენენ აფხეკას ცალკეული უბნებიდან, რომლებიც მდებარეობენ სავარაუდო ცეცხლსასროლ დიობთან, ხოლო ასეთის არ არსებობისას (მუქ ან დაჭუჭყიანებული ობიექტების ახლოს) 10-12სმ-ის რადიუსში, წმენდის არშიის უგულვებელყოფით (1,5-2მმ შეწებით ნაპირიდან), რადგანაც ისინი წარმოიქმნებიან შორი მანძილიდან გასროლისასაც, და შედგება იმავე ელემენტებისაგან, რისგანაც გასროლის ჭვარტლი.

ჭვარტლი შეიძლება იყოს 200-400 მ-ის და მეტი მანძილით დაშორებული, თუ გასროლა მოხდა ვინტოვკასა და შუალედურ პატრონაზე გათვლილი იარაღიდან (შაშხანა, კარაბინი, ტყვიამრფევე) იმ შემთხვევებში, როცა ტანსაცმლის ფენებს შუა ან ტანსაცმელსა კანის საფარველს შორის თუ არსებობს შუალედი 0.5 – 1 სმ, მასთან რგოლის ფორმის ჭვარტლი -1სმ სიგანით არა ტყვიის მიერ პირველად გახვრეტილ ფენაში, არამედ ყოველთვის მეორე და მომდევნო ფენებში (ი.ე. ვინოგრადოვის ფენომენი).

ზოგჯერ სანადირო ცეცხლსასროლი იარაღიდან გასროლისას იყენებენ უბოლო და ბოლიანი დენტის ნარევეს. ამ შემთხვევაში გასროლის ჭვარტლს ექნება შესაბამისი შემადგენლობა და სახე.

ანაფხეკს ასხამენ შეძლებისდაგვარად მცირე რაოდენობის დისტილირებულ წყალს, მიღებულ გამონაწველილს ფილტრავენ და მასზე ატარებენ რეაქციას ნახშირმჟავა ტუტისა ფენოლფტალეინთან კალიუმის იონზე, ნიტრატ-, სულფიდ-, და სულფატ- იონებზე.

ზემოთ მითითებული რეაქციის ჩატარებისას მათი დადებითი შედეგის შემთხვევაში აუცილებელია საკონტროლო რეაქციის ჩატარება ობიექტის იმ უბნებზე, რომლებზეც გასროლის ჭვარტლის მოხვედრა გამორიცხულია.

ბოლიანი დენტის გასროლის ჭვარტლის რეაქციის შეფასება

1) კალიუმის კარბონატზე, სულფიდებზე, სულფატებზე, ნიტრატებზე და ნახშირის ნაწილაკებზე კვლევის დადებითი შედეგები მიუთითებენ ბოლიანი დენტის გასროლის ჭვარტლის არსებობაზე.

2) სულფიდები შეიძლება არც კი აღმოჩნდნენ გასროლის ჭვარტლში, რადგანაც ისინი მალე იუანგებიან. სულფიდების უანგვის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენენ სულფატები.

3) მხოლოდ ნახშირის ნაწილაკების აღმოჩენა ჯერ კიდევ არ მიუთითებს გასროლის ჭვარტლის არსებობაზე, რადგანაც ნახშირბადი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. ნახშირის ნაწილაკები შეიძლება განვიხილოთ გასროლის ჭვარტლის შემადგენელ ნაწილად მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ეს ნაწილაკები არსებობენ საკვლევ ობიექტზე ჩანერგილი სახით, მაგრამ ხედაპირზე არ არიან განლაგებულნი.

4) მხოლოდ ნიტრატების არსებობა ასევე არ მიუთითებს გასროლის ჭვარტლის არსებობაზე, იმის გამო, რომ ისინიც ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში.

5) ქიმიური კვლევების შედეგების შეფასებას აქვს ყველა რეაქციის ერთობლიობის მნიშვნელობა.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

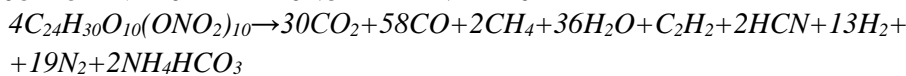


უბოლო დენტის მარცვლების აღმოჩენა (რომლებსაც შენარჩუნებული აქვთ თავისი ფორმა)

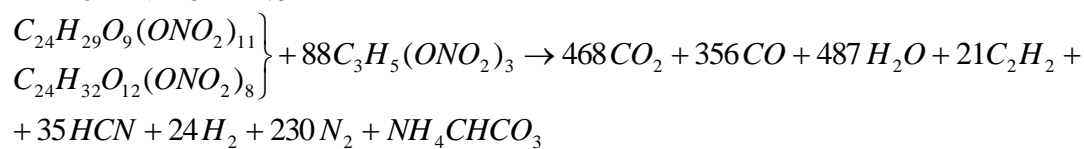
დენტის ნარცვლებს გასროლის მანძილიდან და იმ მასალის ხასიათისაგან დამოკიდებულებით, რომლებზეც ისინი ხედებიან, შეუძლიათ ძლიერად ჩაინერგონ მიზანში ან არსებობდნენ მის ზედაპირზე მასზე სუსტად მიმაგრებულ მდგომარეობაში. ადამიანის კანში და ტყავის სხვადასხვა ნაკეთობებში დენტის მარცვლები შეიძლება ჩაენერგონ ისე ღრმად, რომ ვიზუალური დათვალიერებისას მათი აღმოჩენა ხანდახან ძალზე ძნელია.

სავარაუდო ცეცხლსასროლ დიობთან მიმდებარე მასალის უბნებში დენტის მარცვლების აღმისაჩენად მას გულმოდგინედ ათვალიერებენ ჯერ ლუპის ხოლო შემდეგ ბინოკულიარის მეშვეობით. განსაკუთრებული გულმოდგინებაა საჭირო ხაოიანი (ბეწვიანი ნივთების და ტყავის) ნაწარმის დათვალიერებისას; ამ უკანასკნელში დენტის მარცვლებს შეუძლიათ წარმოქმნან ღრმა ნაფხაჭნები, რომელთა ფსკერზეც შეიძლება ისინი მდებარეობდნენ. აღმოჩენილი დენტის მარცვლების მსგავსი მოყვითალო ან მოთეთრო ნაწილაკების, რომლებიც ჰგვანან მომრგვალებულბოლოებიან ცილინდრებს, ფირფიტებს, ღარს და ა. შ; გამოწველილავენ პრეპარატული ნემსის საშუალებით, რეცხავენ ფაიფურის ჯამში დისტილირებული წყლით მასში ხსნადი შენაერთების მოსაშორებლად, რომლებიც ხელს უშლიან შემდგომ კვლევებს. გარეცხილ ნაწილაკებს იკვლევენ.

უბოლო დენტის გასროლის ჭვარტლის აღმოჩენა: იარაღის ლულის არხში უბოლო დენტის აფეთქებით მიმდინარე გარდაქმნის რეაქციები მიახლოებით (კასტის მიხედვით) შემდეგი ტოლობების მიხედვით მიმდინარეობს:



პიროქსილინური დენტი



ნიტროგლიცერინული დენტი

როგორც მოყვანილი რეაქციებიდან ჩანს, უბოლო დენტის აფეთქებით მიმდინარე გარდაქმნისას არ ხდება აზოტის ოქსიდების წარმოქმნა, თუმცადა იარაღის ლულის არხში ისინი არაერთხელ იყო აღმოჩენილი (ა. ი. კოვანი, ტ. ი. ბარაბაში და სხვა.).

უბოლო დენტის ჭვარტლი შეიძლება შეიცავდეს: 1) სხვადასხვა ზომის დენტის დამწვარ მარცვლებს; 2) დასარტყამი მოწყობილობის წვის პროდუქტებს (ტყვიის, სტიბიუმის და ვერცხლისწყლის ნაერთებს); 3) ჰილზის მასალიდან მექანიკურად მოშორებული ლითონის ნაწილაკებს, ტყვიის გარსს და გულს (სპილენძი, თუთია და ტყვია, ხოლო მექანიკური გარსისას ნიკელიც); 4) კაფსულა – ამაალებლის დასარტყამი მოწყობილობის დამფარავი ფოლგის ნაწილაკებს (კალა).

თანამედროვე უბოლო დენტის გასროლის ჭვარტლი შეიძლება შეიცავდეს ნახშირის ნაწილაკებს, მაგრამ ძალზე მცირე რაოდენობით ბოლიანი დენტის ჭვარტლთან შედარებით.

უბოლო დენტის ჭვარტლის აღმოჩენა მდგომარეობს ან მისი ძირითადი კომპონენტების - ლითონის დამწვარი მარცვლების და მეტალების (როლებიდანაც დღეისათვის ექსპერტიზის ჩატარებისას ქიმიური მეთოდით აღმოაჩენენ სპილენძს, ნიკელს, ტყვიას და სტიბიუმს) დადგენაში, ან აზოტოვანი მუავას, როგორც დენტის მარცვლების ნარჩენების შემადგენელი ნაწილის აღოჩენაში, ან, ბოლოს, დენტის მარცვლების ანაბეჭდების



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მიღებაში (მათში შემავალი ნიტრატების მიხედვით) ფოტოქადაღდზე. თანამედროვე სახის უბოლო დენტის ჭვარტლში ნახშირის აღმოჩენა მიზანშეწონილი არ არის, რადგან ნახშირი ჭვარტლის მუდმივ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს.

ი. ს. ბალაგინი რეკომენდაციას იძლევა გასროლის ჭვარტლში მის მიერ შემოთავაზებული მეთოდით დავადგინოთ დიფენილამინის არსებობა.

სავარაუდო ცეცხლსასროლი ღიობის შესასვლელში უბნებზე დენტის დამწვარი მარცვლების აღმოჩენისათვის, წმენდის არშიის გამოკლებით იღებენ ანაფხეკს სკალპელის ან სუფთა კბილის ჯაგრისით ამოვარცხნის გზით.

მითითებული ოპერაციის შედეგად მიღებულ მასალას რეცხავენ ფაიფურის ჯამში დისტილირებული წყლით მანამ, სანამ განარეცხი წყალი არ მოგვცემს ლურჯ შეფერილობას დიფენილამინის ხსნარი კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში. გარეცხილ მასალას აშრობენ წყლის აბაზანაზე და მისგან ქსოვილის ხაოს წინასწარი მოშორების შემდეგ (ქსოვილის გამოკვლევისას), რომელმაც შეიძლება ხელი შეუშალოს რეაქციის შედეგების დაკვირვებას, უმატებენ დიფენილამინის ხსნარს კონც. გოგირდმჟავაში. მითითებულ რეაქტივიდან ლურჯი შეფერილობის მომცემ ნაწილაკებს ხსნარიდან იღებენ პრეპარატული ნემსის მეშვეობით და იკვლევენ ისევე, როგორც თოფის წამლის მარცვლებს; ატარებენ ცდას აფეთქებაზე, აფეთქების შემდეგ დარჩენილი ნარჩენის იკვლევენ ისევე, როგორც თოფის წამლის მარცვლებს; ატარებენ ცდას და რეაქციას დიფენილამინთან და გრისის რეაქტივთან.

გასროლის ჭვარტლში ლითონის აღმოჩენა შეიძლება ჩავატაროთ შემდეგი მეთოდებით. 1) ნახევრადმიკრომეთოდით; 2) საფანტის მეთოდით; 3) ელექტროგრაფიული და დიფუზიურკოპირებადი მეთოდით.

ნახევრადმიკრომეთოდი. სავარაუდო მიმდებარე შემავალ ღიობთან ამოჭრიან მასალის ერთ მეოთხედ ნაწილს, დახლოებით 10სმ. რადიუსით, ამასთან ღიობთან უშუალოდ მყოფი უბანი (წმენდის არშია) არ აიღება. ამოჭრილ მასალას შლიან წყალბადის ზეჟანგისა და გოგირდმჟავას მეშვეობით. ამ მიზნით საკვლევე მასალას ასხამენ დაახლოებით 10მლ. 50%-იან გოგირდმჟავას და აცხელებენ ფაიფურის ლამბაქზე წყალბადის ზეჟანგის პერიოდული დამატებით მანამ, სანამ სითხე არ შეწყვეტს გამუქებას გაცხელებისას 10-15 წთ-ის განმავლობაში წყალბადის ზეჟანგის დამატების გარეშე. მასალის დაშლის შემდეგ მიღებულ უფერო სითხეს ანზავებენ წყლის სამმაგი რაოდენობით, ხოლო შემდეგ უმატებენ 96⁰ -იან ღვინის სპირტს მოცულობის 1/3 -ის ოდენობით. თუ ამღვრვის ან ნალექის გამოჩენის შემთხვევაში, სითხეს აცენტრიფუგირებენ. ნალექს საცენტრიფუგო სინჯარაში რეცხავენ 1%-იან გოგირდმჟავათი, შემდეგ სპირტით ნეიტრალურ რეაქციამდე, ხოლო შემდეგ ხსნიან ამონიუმის აცეტატის 30%-იანი ცხელი ხსნარის შესაძლო მცირე რაოდენობაში. ამ ხსნარში აღმოაჩენენ ტყვიის იონს.

ამისათვის ხსნარის წვეთს ათავსებენ სასგნე მინაზე და უმატებენ ქრომიკის ხსნარის წვეთს. ტყვიის იონის არსებობისას ჩნდება ყვითელი ნალექი.

ხსნარის მეორე წვეთს, რომელიც ასევე სასაგნე მინაზეა მოთავსებული, უმატებენ განზავებულ გოგირდმჟავას რამდენიმე წვეთს. ჩნდება თეთრი სიმღვრიე ან ტყვიის სულფატის ნალექი, რომლებიც იხსნება მწვავე ტუტებში.

მესამე წვეთს უმატებენ გოგირდწყალბადიან წყალს, ჩნდება შავი ნალექი ან ტყვიის სულფიდის შავი შეფერილობა.

ნალექიან სითხეს აცხელებენ სპირტის მოსაცილებლად, რის შემდეგაც სითხეს ანზავებენ იმავე რაოდენობის დისტილირებული წყლით და აჯერებენ გოგირდწყალბადით. სითხის მხოლოდ გამუქების შემთხვევაში, მას ათავსებენ (სინჯარით) ცხელ წყლიან აბაზანაში 4-5 წთ, ხოლო შემდეგ ისევ აჯერებენ გოგირდწყალბადით. მითითებული



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ოპერაციის შედეგად, ხსნარში არსებული სტიბიუმისა და სპილენძის სულფიდები ილექტირდებიან. ამ ნალექს აშორებენ ცენტრიფუგირების გზით, თავდაპირველად რეცხავენ გოგირდწყალბადიანი წყლით, ხოლო შემდეგ ამონიუმის ქლორიდის 16 ხსნარით სუსტმუაგა რეაქციებამდე; შემდეგ ამონიუმის ნალექს ამუშავებენ 5%-იანი მწვავე ტუტის ხსნარის მცირე რაოდენობით ცხელი წყლის აბაზანაზე გაცხელებისას - ამასთან სტიბიუმის სულფიდი გადადის ხსნარში თიომარილის სახით, ხოლო სპილენძის სულფიდი რჩება ნალექში. მწვავე ტუტეში უხსნად ნალექს ამუშავებენ ცხელი აზოტმუაგით ხვედრითი წონით 1,2. აზოტმუაგა ხსნარს აორთქლებენ წყლიან აბაზანაში სიმშრალემდე; ნარჩენს ხსნიან ცხელი წყლის მცირე რაოდენობაში და მიღებულ ხსნარში აღმოაჩენენ სპილენძის იონს.

გოგირდწყალბადიანი ნალექიდან მიღებულ ტუტე ხსნარს ამუშავებენ მარილმუაგით, წარმოქმნილ ნალექს აცილებენ, ამუშავებენ 10 წვეთი მარილმუაგას (ხვედრითი წონით 1,19) ხსნარით, წყლიან აბაზანაზე გაცხელებით. სტიბიუმისა და კალის სულფიდები ამ დროს იხსნებიან, ხოლო დარიშხანი არა. მარილმუაგას ხსნარით ატარებენ რეაქციას როდამინით, იისფერი მეთილისა და ცეზიუმის ქლორიდთან ერთად.

ლიტერატურა

1. ნ.ორმოცაძე. მეთოდური მითითებანი ლაბორატორიული სამუშაოების შესასრულებლად ნივთიერმტკიცებულებათა ქიმიურ ექსპერტიზაში. ქსტუ 2002
2. ნ. ორმოცაძე. მეთოდური მითითებანი ლაბორატორიული სამუშაოების შესასრულებლად ნივთიერმტკიცებულებათა ქიმიურ ექსპერტიზაში აკ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი 2010
3. ნ. ორმოცაძე. ლექციების კურსი ნივთიერმტკიცებულებათა ქიმიური ექსპერტიზაში ქსტუ 2005
4. მჭედლიშვილი, სასამართლო ქიმიური ექსპერტიზის საფუძვლები, 1 ნაწილი, სტუ 2009

FORENSIC EXAMINATION OF SOOT CAUSED BY GUNPOWDER SHOOTING

Ormotsadze N., Zivzivadze A., Meskhishvili M.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The article discusses different methods of metal detection in the deposition of soot shot around the bullet entrance holes and at various sites and soot from the channel gun barrel formed during explosive transformation of gunpowder

შეუღლებული დეტალების სწავლების მეთოდების თავისებურებები მანქანათა ნაწილებში

ყურშუბაძე ც, ბექირიშვილი მ.
ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია

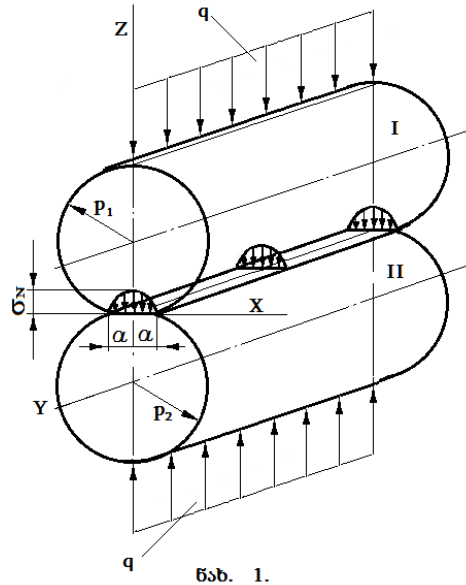
ნაშრომში წარმოდგენილია შეუღლებული დეტალების, შეუღლებული ზედაპირების სხვადასხვა სახეები: მოძრავი და უძრავი დეტალების შეუღლება. მანქანების დეტალებს შორის ძალის გადაცემა ხდება შეუღლებული ზედაპირების მეშვეობით, შეუღლება პირობითად შეიძლება იყოს პირველადი კონტაქტის სახით: ფართის, ხაზის და წერტილოვანი მოდების სახით. ამ საკითხების შესწავლისას ვითარდება პრაქტიკული სამუშაოების შერულების უნარ-ჩვევები და საერთოდ მდიდრდება ტექნიკური განათლების სივრცე.

ყოველ სასწავლო კურსს და მათ შორის მმთ და მანქანათა ნაწილებსაც აქვს თავისებურებები, სიძნელებები, სწავლების თავისებური მეთოდები. ამ სასწავლო კურსების



სწავლებისას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია შეუღლებული დეტალების სწავლება. ამ საკითხის კარგად ათვისებაში სტუდენტებს ხელს უწყობს საინჟინრო გრაფიკის კურსის კარგი ცოდნა, რომელიც ხელს უწყობს სივრცითი აზროვნების განვითარებას, აყალიბებს ხედვის, შედარების, დაკვირვების, სინთეზისა და ანალიზის უნარს.

მანქანების დეტალებს შორის ძალის გადაცემა ხდება შეუღლებელი ზედაპირების მეშვეობით (საკონტაქტო ფართობით). შეუღლება პირობითად შეიძლება იყოს პირველადი კონტაქტის სახით: ფართის, ხაზის და წერტილოვანი მოდების სახით. ანსხვაგვებენ მოძრავ და უძრავ დეტალების შეუღლებას.



უძრავი შეუღლებები პირველადი კონტაქტით ფართის მიხედვით (ხრახნული, ძაბვითი, სოგმანური და შლიცებით შეერთებები) გამოითვლება მარტივი სქემებით. ამავდროულად მკუმშავ ძაბვას დებულობენ ნორმალური F ძალის ტოლად, რომელიც დაყოფილია კონტაქტის მთელ ფართობზე A:

$$\sigma_{კუმშვის} = F/A < [\sigma_{კუმშვის}]$$

მოძრავი კონტაქტის დროს ზედაპირზე (სრიალის საკისრები მიმართული ჩარხებზე) გაანგარიშება ხდება ხვედრითი დაწნევის გათვალისწინებით

$$P = F/A < [P]$$

პირველადი კონტაქტის დროს ხაზითა და წერტილით, სიმტკიცის მახასიათებელი უძრავი კონტაქტის დროს გამოსახება

$$\sigma_H < [\sigma_H]$$

სადაც σ_H და $[\sigma_H]$ არის საანგარიშო და დასაშვები საკონტაქტო ძაბვები.

კონტაქტური ძაბვები წარმოიშობა, როდესაც ორი სხეულის კონტაქტის ფართი დატვირთვის გარეშე მცირეა თვით ამ სხეულის ფართზე, მაგალითად ორი ცილინდრის კონტაქტი (ხაზოვანი კონტაქტი) ორი ბურთულის ბურთულა და ფართი (წერტილოვანი კონტაქტი).

ცილინდრების კუმშვის დროს გრძივად განლაგებული χ ძალების, შედეგად მათი დრეკადობისაგან გამოწვეული დეფორმაციით წარმოიქმნება კონტაქტის ფართობი სიბრტყის სახით სივანით 2a. ამ კონტაქტური ამოცანის ამოხსნა გააკეთა ჰერცმა, ორი სხეულის საერთო კონტაქტის შედეგად (ნახ.1).

ფოლადის ცილინდრებისათვის ფორმულას ექნება შემდეგი სახე

$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{q E_{np}}{\rho_{np}}} \leq [\rho_H]$$

სადაც ρ_{np} - კონტაქტის ხაზზე სიმრუდის დაყვანილი რადიუსი;

$E_{np} = 2E_1 E_2 / (E_1 + E_2)$ - ფოლადის დრეკადობის დაყვანილი მოდული.

უდიდესი კონტაქტური ძაბვები აღიძვრება მასალის თხელ ზედაპირულ ფენაში. ამიტომ მისი კონტაქტური სიმტკიცის ამადლებისათვის სრულიად საკმარისია ზედაპირული ფენის გამტკიცება.

კბილანური გადაცემებისათვის ამ ფენის სისქე შეადგენს 0,2...0,3 მოდულის მნიშვნელობას.

ჭიახრახნის და ჭიაკბილანას შეუღლებისას სტანდარტული რედუქტორებისათვის დად-

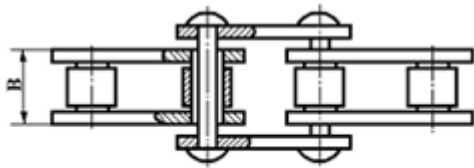
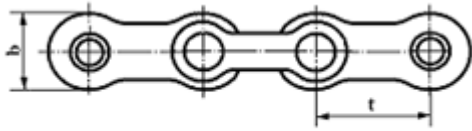


გენილია ცენტრთა შორისი მანძილის შემდეგი მნიშვნელობები:

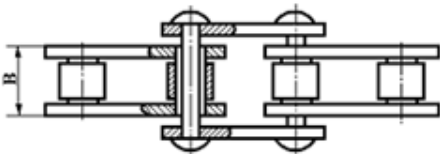
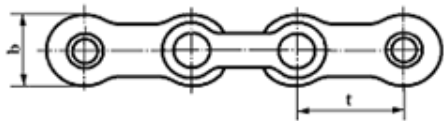
$$a_w = 40; 50; 63; 80; 100; 125; 140; 160; 200; 225; 280; 315; 355; 400; 450; 500 \text{ მმ};$$

პრაქტიკულად ამის მიღწევა ხდება სხვადასხვა მეთოდებით, კერძოდ მასალის თერმო-ქიმიური დამუშავებით.

ყოველი კონკრეტულ მუშაობის პირობებში სიხისტეზე გაანგარიშება ითვალისწინებს



ნახ. 2



ნახ. 3

დეტალების დრეკადი დეფორმაციების შეზღუდვას დასაშვებ ზღვრამდე. ასეთი შეზღუდვა შეიძლება იყოს შეუღლებული დეტალების ერთობლივი მუშაობის დროს (მაგალითად, მოდებში მყოფი კბილა თვლებისა და საკისრების მუშაობა უარესდება ლილვის დიდი ჩაზნექის შემთხვევაში), აგრეთვე ტექნოლოგიური პირობები (მაგალითად, დამუშავების სიზუსტე და მწარმოებლობა ლითონსაჭრელ ჩარ ხეზე უმთავრესად დამოკიდებულია ჩარხისა და დასამუშავებელი დეტალების სიხისტეზე).

ერთმანეთთან შეუღლებული დერძაკები და მილისები ქმნიან ბრუნვით სახსარს. მილისებზე წამოგებულია გორგოლაჭები (ნახ.2.)

მილისებური ჯაჭვები (ნახ.3.) გორგოლაჭიანი ჯაჭვების ანალოგიურია, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ მათ გორგოლაჭები არ გააჩნიათ.

ყოველივე ზემოთ მოცემული საკითხების შესწავლისას ვითარდება პრაქტიკული სამუშაოების შერულების უნარ-ჩვევები და საერთოდ მდიდრდება ტექნიკური განათლების სივრცე.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ც. ყურშუბაძე, მ. ბეკირიშვილი, ზ. შუბლაძე „გამოყენებითი მექანიკა“- გამოცემლობა „უნივერსალი“. თბილისი 2013-233
2. М. Н. Иванов, В. А. Финогенов „Детали машин“ - Москва „Высшая школа“ 2005 -408

PECULIARITIES OF METHODS FOR STUDYING MACHINERY MATING PARTS

Kurshubadze Ts., Bekirishvili M.

Batumi State Maritime Academy

Summary

The paper presents different types of machinery mating parts and surfaces: relation of moving and static details. Force transmission in machine details is implemented by related details. Conditionally relation may be of initial contact types: area, line and point models. Practical skills of relation are developed and technical education is enriched as the result of studies of this issue.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ბამოსასულებათა დამუშავების თეორიის გამოყენება დოკუმენტების
იდენტიფიკაციის ამოცანებში ატჰჩაღ-ის სისტემაში

კობალიანი ნ., ლინტიბიძე ნ., ორმოცაძე ნ., ფილია რ., რ. მაისაშვილი
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

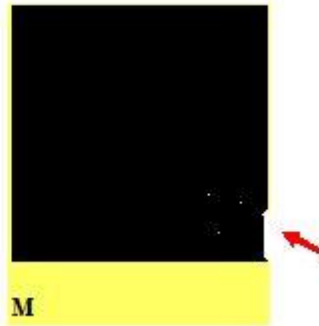
სტატიაში განხილულია დოკუმენტების იდენტიფიკაციის ამოცანა MathCad-ის სისტემაში
გამოსახულების წერტილოვანი ანალიზის მეთოდით. ანალიზს აქვს მაღალი სიზუსტე ყოველი
წერტილის დონეზე (ერთი პიქსელის). ამ მეთოდებით შესაძლებელია მაღალი სიზუსტით ამოიხ-
სნას დოკუმენტების იდენტიფიკაციის ბევრად უფრო რთული ამოცანები კრიმინალისტიკის დარ-
გში, ასტრონომიაში, დიაგნოსტიკაში და ბევრ სხვადასხვა დარგებში.

სტატიის პირველ ნაწილში (1) მოცემული იყო დოკუმენტების განსხვავებების მო-
ძებნის შესაძლებლობა გამოსახულებათა მატრიცების შედარების მეთოდით.
განსხვავებების მოძებნის მეორე ვარიანტი. რადგან MathCad-ში გამოსახულებები წარ-
მოდგენილია მატრიცებით, ამიტომ განსხვავებების მოსაძებნად, უბრალოდ არითმეტიკუ-
ლად გამოკვლოდ მეორე მატრიცას პირველი მივიღებთ განსხვავებას სამი წერტილის
სახით.

$$M = M2 - M1$$

M =

	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	...



მე-2 მატრიცის განსწავვებული
ელემენტები (თეთრი წერტილები)

$M_{94,98} = 222$
 $M_{98,114} = 199$
 $M_{113,103} = 169$

$$M4 := \text{invert}(M)$$



M4 =

	0	1	2	3
0	255	255	255	255
1	255	255	255	255
2	255	255	255	255
3	255	255	255	255
4	255	255	255	...

$\text{cols}(M4) = 128$
 $\text{rows}(M4) = 128$
 $\text{max}(M4) = 255$
 $\text{min}(M4) = 33$

მე-2 მატრიცის განსწავვებული, ინვერტირებული
ელემენტები (უკვე შავი წერტილები თეთრ
ფონზე)

$M4_{94,98} = 33$
 $M4_{98,114} = 56$
 $M4_{113,103} = 86$

A1 := READRGB("strike3.tif")

A2 := READRGB("strike4.tif")



extract(A1)



extract(A2)

A1 =

	0	1	2
0	255	255	255
1	255	255	255
2	255	255	255
3	255	255	255
4	255	255	...

A2 =

	0	1	2
0	255	255	255
1	255	255	255
2	255	255	255
3	255	255	255
4	255	255	...

cols(A1) = 384

rows(A1) = 100

max(A1) = 255

min(A1) = 0

rc1 := READ_RED("strike3.tif")

rc2 := READ_RED("strike4.tif")

gc1 := READ_GREEN("strike3.tif")

gc2 := READ_GREEN("strike4.tif")

bc1 := READ_BLUE("strike3.tif")

bc2 := READ_BLUE("strike4.tif")



rc1

cols(rc1) = 128

rows(rc1) = 100

max(rc1) = 255

min(rc1) = 0



gc1

cols(gc1) = 128

rows(gc1) = 100

max(gc1) = 255

min(gc1) = 0



bc1

cols(bc1) = 128

rows(bc1) = 100

max(bc1) = 255

min(bc1) = 0



rc2

rc := rc2 - rc1



rc



gc2

gc := gc2 - gc1



gc



bc2

bc := bc2 - bc1



bc



ლიტერატურა

1. ნ.კოპალიანი, ნ. ღინტიბიძე, ნ.ორმოცაძე, რ. ფილია, გამოსახულებათა დამუშავების თეორიის გამოყენება დოკუმენტების იდენტიფიკაციის ამოცანებში – MathCad-ის სისტემაში – მე-3 საერთაშორისო სამეცნიერო-მეთოდური კონფერენცია “ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები” – ქუთაისი, ოქტომბერი, 2015.
2. Криминалистика: Учебник/Отв.ред. Н.П.Яблоков – М.:Юрист, 2007. – 781 с.
3. В.П.Дьяконов – Энциклопедия Mathcad 2001i и Mathcad 11. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 832 <http://bibliotekar.ru/criminalistika-1/12.htm>
4. http://www.lib.ru/PRAWO/BESTJUR/loer1.txt_with-big-pictures.html
5. Mathcad 15.0 – Help, Image Processing, Extension Pack.

THE USE OF THE IMAGE THEORY IN PROBLEMS OF IDENTIFICATION OF DOCUMENTS IN A MATHCAD SYSTEM

Kopaliani N., Ghintibidze N., Ormotsadze N., Filia R., R. Maisashvili
Akaki Tsereteli State University

Summary

By these methods the dot analysis of any monochrome image is possible. The analysis has high precision at the level of each point. Similarly, the analysis of color images is possible. For example: It is visible that by these methods perhaps high precision to solve considerably complex problems of identifications of documents in the field of criminalistics, and also to use these methods in astronomy, in diagnostics etc.

6 ეკოლოგია და გარემოს დაცვა ECOLOGY AND ENVIRONMENT





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE





ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის მარბეულირებელი ევროპული
მიღბომები და მოთხოვნები

ბერეუიანი ა.

საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო

გადმოცემულია ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის თანამედროვე მიდგომები, შესაბამისი ევრო-დირექტივა და მის შესაბამისად შემუშავებული ქართული კანონმდებლობა, რომელიც მიზნად ისახავს ნარჩენების მართვის თანამედროვე სისტემის შექმნას და დანერგვას, რაც ასევე მოიცავს ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის საკითხებს.

მსოფლიოში სულ უფრო აქტუალური ხდება ნარჩენების მართვის პრობლემა. აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს ნარჩენების გადამუშავებისა და გაუნებელყოფის უნარჩენო, უსაფრთხო და ტექნო-ეკონომიკურად გამართლებული ტექნოლოგიური ხერხების დამუშავება საქართველოში მოქმედი საწარმოებისთვის თანამედროვე მოთხოვნათა შესაბამისად.

ნარჩენების მართვის თანამედროვე მიდგომად ითვლება 3R, რაც წარმოადგენს 3 პრიორიტეტული ქმედებების აღმნიშვნელი სიტყვების აბრევიატურას: Reduce, Reuse და Recycle.

ნარჩენების შემცირება (Reduce) გულისხმობს ნაკლები ნარჩენის წარმოქმნას და არის ცალკეული ადამიანების ან საზოგადოების მიერ წარმოქმნილი ნარჩენების შემცირებისკენ მიმართული პროცესი ან პოლიტიკა, ასევე მოხმარებული ენერჯისა და რესურსების შემცირება. ნარჩენების ხელახალი გამოყენება (Reuse) გულისხმობს უკვე მოხმარებული საგნების მეორად გამოყენებას იგივე ან სხვა დანიშნულებით, რაც ზოგავს ფულს, ენერჯიას და სხვა რესურსებს. მაგალითებია: მინის ტარის ჩაბარება, მეორადი ნივთებით (ტანსაცმლით) სარგებლობა და სხვა.

ნარჩენების რეციკლირება (Recycle) წარმოადგენს აღდგენით ღონისძიებებას, რითაც ნარჩენი ისეთ პროდუქტად, მასალად ან ნივთიერებად გარდაიქმნება, რომელიც განკუთვნილია თავდაპირველი დანიშნულებით ან სხვა მიზნით გამოსაყენებლად. იგი მოიცავს ორგანული მასალების გადამუშავებას, მაგრამ არა ენერჯის აღდგენას ან საწვავად გამოყენებას.

3R ინიციატივის რეალიზაციის შედეგადაც კი რჩება ისეთი ნარჩენები, რომლებიც არ ექვემდებარება გადამუშავებას ან ხელახლა გამოყენებას. ამიტომ ნარჩენების მართვის სფეროში არსებობენ დამატებითი კომპონენტები: ენერჯის აღდგენა (Energy recovery) და განთავსება (Disposal). ერთობლიობაში იქმნება „ნარჩენების იერარქია“. მის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ნარჩენების მართვის სისტემის ჩამოყალიბება, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია მაქსიმალური პრაქტიკული სარგებლის მიღება გარემოსთვის მინიმალური ზიანით [2].

ევროპული კანონმდებლობის მიხედვით, აღდგენა წარმოადგენს საქმიანობას, რომლის ძირითადი შედეგია ნარჩენების სასარგებლო მიზნებისთვის გამოყენება იმ მასალების ჩანაცვლებით, რომლებიც სხვა პირობებში რაიმე ფუნქციის შესასრულებლად იქნებოდა გამოყენებული [1-2]. აღდგენა მოიცავს რეციკლირების ღონისძიებებსაც. რეციკლირება მოიცავს ორგანული მასალების გადამუშავებას, მაგრამ არ მოიცავს ენერჯის აღდგენას და მათ ისეთ მასალებად გარდაქმნას, რომლებიც საწვავად გამოიყენება.

ნარჩენების აღდგენა განსაზღვრულია 2008/98 ევროდირექტივით „ნარჩენების შესახებ“, რომლის მიხედვითაც აღდგენის ოპერაციებს წარმოადგენს - R1 – „საწვავად ან სხვაგვარი გამოყენება ენერჯის მისაღებად“.

ისეთი ნარჩენების აღდგენა, რომელთა ხელახალი გამოყენება და რეციკლირება



IV საქართველოს სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სირთულეებთან არის დაკავშირებული, მიიღწევა ნარჩენების ინსინერაციითა და თანაინსინერაციით, რაც ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის საშუალებას იძლევა [3-4].

ნარჩენების ინსინერაციის საწარმო - ეს არის სტაციონარული ან მობილური ტექნიკური ობიექტი ან მოწყობილობა, რომელიც განკუთვნილია ნარჩენების თერმული დამუშავებისთვის, გამოყოფილი წვის სითბოს აღდგენით ან მისი აღდგენის გარეშე, ნარჩენების დაუანგვით (ოქსიდაციით) ინსინირების გზით, აგრეთვე სხვა თერმული დამუშავების პროცესით, როგორცაა პიროლიზი, გაზიფიკაცია ან პლაზმური დამუშავება, თუ ამ პროცესის შედეგად მიღებული ნივთიერებები ინსინირებულია. ხოლო, ნარჩენების თანაინსინერაციის საწარმო წარმოადგენს სტაციონარულ ან მობილურ ტექნიკური ობიექტს ან მოწყობილობას, რომლის ძირითადი დანიშნულებაა ენერჯის მიღება ან მატერიალური პროდუქტის წარმოება, რომელიც ნარჩენებს ძირითად ან დამატებით საწვავად იყენებს ან რომელშიც ნარჩენები თერმულად მუშავდება განთავსებისათვის, დაუანგვით (ოქსიდაციით) ინსინირების გზით, აგრეთვე სხვა თერმული დამუშავების პროცესით, როგორცაა პიროლიზი, გაზიფიკაცია ან პლაზმური დამუშავება, თუ ამ პროცესის შედეგად მიღებული ნივთიერებები ინსინირებულია[1].

ბევრ ქვეყანაში ნარჩენების თერმული დამუშავება ან დაწვა კანონით იკრძალება, თუკი ამის შედეგად არ ხდება ენერჯის აღდგენა. ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის ერთერთი მაგალითია ნაგავსაყრელებიდან გამომუშავებული ენერჯია, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას დასახლებული პუნქტების ცენტრალური გათბობისთვის და/ან ელექტროენერჯის მისაღებად.

საქართველოში შეზღუდული რაოდენობით არსებობს ისეთი მასალების რეციკლირების ობიექტები, როგორცაა ქაღალდი, მინა, პლასტიკი და სხვა. თუმცა, არ ხდება აღდგენილი რაოდენობების აღრიცხვა და შესაბამისად, მონაცემები არ არის ხელმისაწვდომი. რეციკლირებას მხოლოდ კერძო კომპანიები ასორციელებენ და მხოლოდ ისეთი ნარჩენების რეციკლირება ხდება, რომელთა შეგროვების და დამუშავების ღირებულება (1 ტონაზე) ახალი ნედლეულის ღირებულებაზე ნაკლებია[3; 4].

ქვეყანაში ფუნქციონირებს ნარჩენების გადამუშავების რამდენიმე ობიექტი და დღემდე არ არსებობს ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის საწარმო. ნარჩენების მართვის თანამედროვე სისტემის შექმნის და დანერგვის მიზნით, შემუშავდა ნარჩენების მართვის გრძელვადიანი (15 წლიანი) ეროვნული სტრატეგია, რომელშიც გათვალისწინებულია ნარჩენების მართვის ძირითადი პრიორიტეტები და მიმართულებები, მათ შორის ქვეყანაში გასატარებელი ნარჩენების პრევენციის, ხელახალი გამოყენების, რეციკლირების (გადამუშავება), აღდგენის და განთავსების ღონისძიებები.

ასევე, მომზადდა ნარჩენების მართვის ეროვნული სამოქმედო გეგმა (5 წლიანი), სადაც გათვალისწინებულია უახლოეს 5 წელიწადში განსახორციელებელი ღონისძიებები, განხორციელების ვადები, დაფინანსების წყაროები და სხვა.

ნარჩენების მართვის ეროვნული სამოქმედო გეგმითა და სტრატეგიით ნარჩენების პრევენციის, ხელახალი გამოყენების, რეციკლირებისა ან/და აღდგენის მიზნით განსაზღვრულია ამოცანები, რომლის მიხედვითაც ქვეყანაში უნდა მოხდეს ენერჯის აღდგენა 2030 წლისთვის იმ ნარჩენებიდან, რომელთა ხელახალი გამოყენება ან რეციკლირება არ მომხდარა. ასევე, ნარჩენების ხელახალი გამოყენების, რეციკლირებისა და ენერჯის აღდგენის ობიექტების მოწყობა 2025 წლისთვის.

საქართველოში ნარჩენების აღდგენის დიდი პოტენციალია. სხვადასხვა სახის ნარჩენი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს როგორც რესურსი, განთავსებულია ნაგავსაყრელებზე. არ ხდება არსებული სამედიცინო ნარჩენების ინსინერაციებიდან



ენერჯის აღდგენა[3; 4].

სახიფათო და არასახიფათო ნარჩენების აღდგენის მიზნით საჭიროა პირდაპირი სეპარაციისა ან/და დახარისხების (სორტირების) სისტემების დანერგვა და ინსინერაციის გზით ენერჯის აღდგენა იმ ნარჩენებიდან, რომელიც რეციკლირებას არ ექვემდებარება.

ენერჯის აღდგენა უნდა განხორციელდეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ არსებობს ცენტრალური გათბობის სისტემები და შესაბამისი მომხმარებელი. ელექტროგადამცემი ქსელიც ისე უნდა იყოს მოწყობილი, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ენერჯის მოხმარება ზემოთ აღწერილი კომბინირებული აღდგენის შემთხვევაში.

ნარჩენების მართვის იერარქია დროთა განმავლობაში იწვევს მსოფლიოში ნებისმიერი ნარჩენების მართვის სისტემის ეტაპობრივ ცვლილებას. უმეტეს ქვეყნებში ყველაზე გავრცელებული პრაქტიკა ნარჩენების ნაგავსაყრელზე განთავსება იყო. თუმცა, რესურსების შეზღუდვის შედეგად ამჟამად ნარჩენები აღიქმება ღირებულ რესურსად.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს კანონი “ნარჩენების მართვის კოდექსი”; №2994-რს; საქართველოს პარლამენტი; 26/12/2014; <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2676416>
2. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and repealing certain Directives; 2008/98/EC, 19/11/2008, European Parliament and Council. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
3. ნარჩენების მართვის 2016-2020 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმა; №160; საქართველოს მთავრობა, 01/04/2016. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3242506>
4. ნარჩენების მართვის 2016-2030 წლების ეროვნული სტრატეგია; №160; საქართველოს მთავრობა, 01/04/2016. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3242506>

EUROPEAN APPROACHES AND REGULATORY REQUIREMENTS FOR THE ENERGY RECOVERY FROM WASTE

Berejiani A.

Ministry of Environment and Natural Resources Protection of Georgia

Summary

Waste management international requirements and relevant European directive are considered, in particular – that are directed to Energy recovery from waste.

ON THE ROLE OF PUBLIC ENGAGEMENT IN IMPLEMENTATION OF WASTE MANAGEMENT POLICIES IN GEORGIA ACCORDING TO AN EU ASSOCIATION AGREEMENT

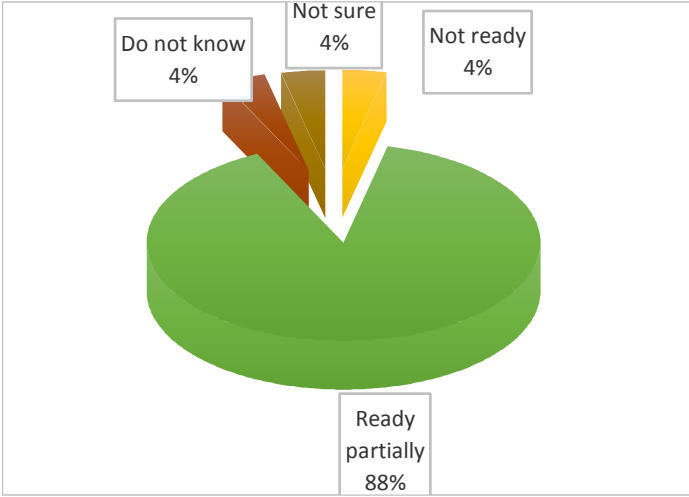
Tskhakaia K.*, Tsiskaridze D., Gamkrelidze E.***

*Akaki Tsereteli State University,

** International Business and Economic Development Waste Center

By signing the Association Agreement with the European Union, Georgia has made commitments, in addition to other areas, to harmonize waste management sector with the EU requirements. The paper dwells on the results of survey, which reflects the attitude of various interested parties toward the adoption of modern waste management approaches in Georgia, using an example of three large cities of Georgia.

An Association Agreement (AA) sets special requirements for Georgia in the field of environmental protection and, particularly, in the field of waste management. Waste is also seen as not



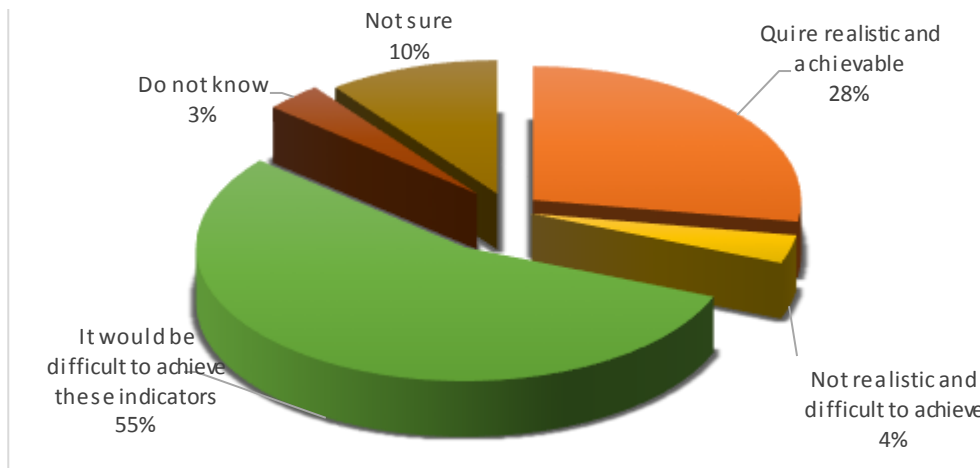


Fig.2

According to the National Waste Management Strategy, the municipalities have to start the meeting the commitments of implementing the waste separation practices since 2019. In this regard, 14% of respondents believe that the municipalities are ready to meet these commitments, but 39% of them think that the municipalities have no relevant experience, and only 18% of them believe that they are not ready for this (fig.3).

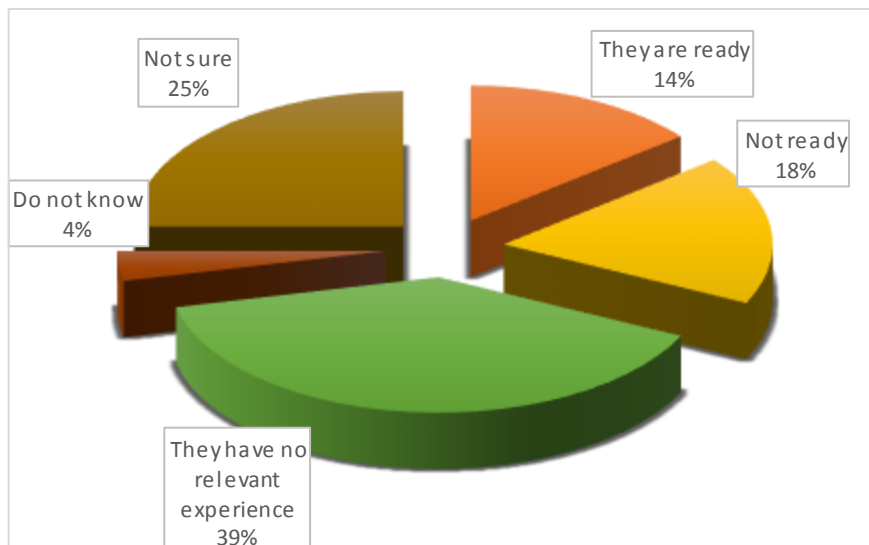
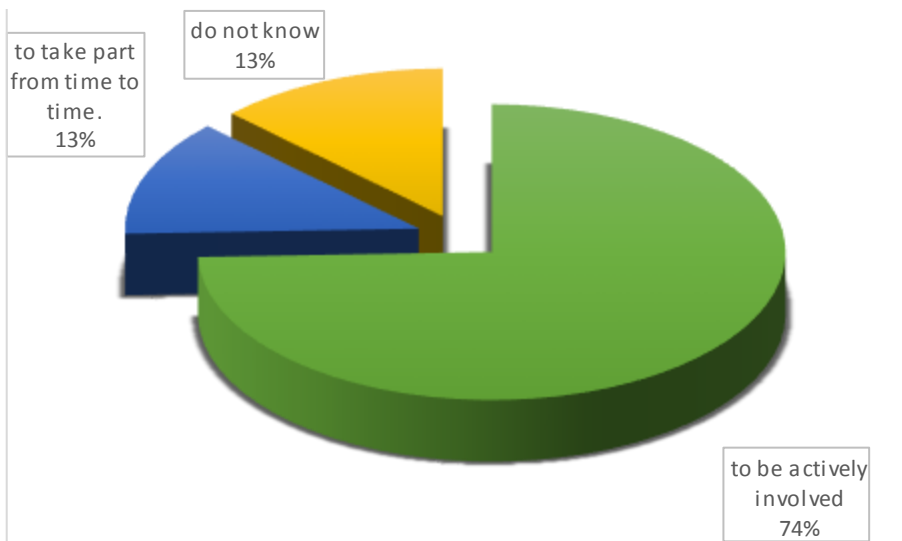


Fig.3





IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



თევზსავალით გატარებული წყლის ხარჯის გაანალიზება ზედა ბიეფის ცვალებადი დონის დროს

ხელიძე გ. კ., შატაკიშვილი ლ. ა., კიკაჩიშვილი ნ. გ.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მდინარეთა სამთო უბნებზე, სადაც ორაგულისებრი თევზებია გავრცელებული, გვხვდება ღარიბი თევზსატარები ნაკადის მოძრაობის ბუნებრივთან მიახლოებული პირობებით. განხილულია ბახვი 3 ჰესის თევზსავალი ნაგებობის გამტარუნარიანობის გაანალიზება ზედა ბიეფის დონის ცვალებადობისას. თევზსავალით გატარებული წყლის ხარჯის განისაზღვრა იმ მოსაზრების საფუძველზე, რომ გადამდობი კედელი და ზღუდარი თხელკედლიანი წყალსაშვია, ხოლო მათ შორის მდებარე არე განიხილება როგორც გამოდინება ნახევრადდაძირული ხვრეტიდან. წყალსაცავში ნ.შ.დ.-ზე დაბალი დონეების შემთხვევაში თევზსავალის ხვრეტი ზედა ბიეფის მხრიდან განიხილება, როგორც დაუძირავი ფართოზღურბლიანი წყალსაშვი.

თანამედროვე გამკაცრებული ეკოლოგიური მოთხოვნების გათვალისწინებით, დიდი ყურადღება ექცევა ჰიდროკვანძების წყალშემტორი ნაგებობების ქვედა ბიეფში სანიტარულ წყალგაშვებებს, რომლის ერთ-ერთი მიზანია მდინარეთა იხტიოფაუნის დაცვა. ამ თვალსაზრისით საყურადღებოა თევზსატარი ნაგებობების მუშაობა, რომლებმაც საქართველოში უკანასკნელ ხანს ფართო გავრცელება ჰპოვეს. მათი მრავალი სახეობა არსებობს, რომელთა ტიპის არჩევა ისეთ ფაქტორებზეა დამოკიდებული, როგორცაა ჰიდროკვანძის დაწნევა, თევზის სახეობა და რაოდენობა.

საქართველოს მთიანი რელიეფის პირობებში, სადერივაციო ტიპის ჰიდროკვანძები ჭარბობს, რომელთა შემადგენლობაში შედის სათავე ნაგებობა დაბალდაწნევიანი კაშხლის სახით, ხოლო მდინარეთა სამთო უბნებზე ძირითადად ორაგულისებრთა ოჯახის წარმომადგენელი თევზებია გავრცელებული. აქედან გამომდინარე, ჩვენში ხშირად გვხვდება ღარიბი ტიპის თევზსატარები, რომლებიც აღნიშნულ პირობებს კარგად ესადაგება, ვინაიდან მათში ნაკადის მოძრაობის ბუნებრივთან მიახლოებული პირობებია შექმნილი.

თევზსავალის ზომები დამოკიდებულია კაშხლით შექმნილ დაწნევაზე, ადგილმდებარეობის რელიეფზე კაშხლის გასწორში, აგრეთვე სათავე ნაგებობის კომპლექსის კონსტრუქციულ გადაწყვეტაზე, ხოლო ეფექტური მუშაობა - მის მდებარეობაზე წყალდენის მიმართ - გამოსასვლელი ხვრეტი ზედა ბიეფის მხრიდან უნდა მოეწყოს ზედა ბიეფიდან მომდინარე სწრაფად მოძრავ წყლის ჭავლში, ამასთან იგი უნდა მუშაობდეს ზედა ბიეფის დონის ცვალებადობის მთელ დიაპაზონში. ქვედა ბიეფის მხრიდან შესასვლელი ეწყობა ბუნებრივ კალაპოტში.

ასეთ პირობებში თევზსავალის გამტარუნარიანობას განსაზღვრისათვის, მაგალითის სახით, განვიხილოთ ბახვი 3 ჰესის თევზსავალი ნაგებობა.

ბახვი 3 ჰესის თევზსავალი ნაგებობის მართკუთხა შესასვლელი ხვრეტი მოწყობილია სათავე ნაგებობის სადაწნეო ზედაპირზე წყალსაშვ კაშხალსა და გამრეცხ ფარს შორის. მისი ზომებია: სიგანე 0,14 მ, სიმაღლე 1,3 მ. ხვრეტის კვეთის ჭერის ნიშნულია 500,0 მ (ემთხვევა წყალსაცავში ნორმალური შეტბორვის დონეს), ხოლო ძირის ნიშნული - 498,7 მ. საკუთრივ თევზსავალი შესრულებულია ბეტონის დახრილი მართკუთხა 1,4 მ სიგანის ღარის სახით, რომლის კვეთშიც მარცხენა ბორტის მხრიდან მოწყობილია 1,27 მ სიმაღლის და 1,1 მ სიგანის გადამდობი კედელი. გადამდობი კედლის შემდეგ 0,06 მ მანძილზე ღარის მარჯვენა ბორტის მხრიდან მდებარეობს 1,27 მ სიმაღლის და გეგმაში 0,16 0,16 მ ზომების მქონე ზღუდარი. გადამდობი კედლის და ზღუდარის კომბინაცია გარკვეული ბიჯით მეორდება 48,0 მ-იანი თევზსავალი ღარის მთელ სიგრძეზე ქვე-



და ბიეფამდე.

თევზსავალით გატარებული წყლის ხარჯის განსაზღვრა განხორციელდა იმ მოსაზრების საფუძველზე, რომ გადამღობი კედელი და ზღუდარი წარმოადგენს თხელკედლიან წყალსაშვს, ხოლო მათ შორის მდებარე არე განიხილება როგორც გამოდინება ნახევრადდაძირული ხვრეტიდან, რომელთა გამტარუნარიანობა შესაბამისად განისაზღვრება დამოკიდებულებით [1, გვ.გვ. 51,60]:

$$Q_{\text{თ.ბ.}} = m_{\text{თ.ბ.}} b_{\text{თ.ბ.}} \sqrt{2gH_{\text{თ.ბ.}}^2},$$

$$Q_{\text{ნახ.დაძ.ხვრ.}} = \sigma \mu b h \sqrt{2gH_{\text{საშ.}}}$$

სადაც $m_{\text{თ.ბ.}} = \left(0,405 + \frac{0,0027}{H} \right) \left(1 + 0,55 \frac{H^2}{(H+p)^2} \right)$ არის თხელკედლიანი წყალსაშვის ხარჯის კოეფიციენტი [1, გვ.62]; $b_{\text{თ.ბ.}} = 1,26\text{მ}$ ($1,1\text{მ} + 0,16\text{მ}$) - თხელკედლიანი წყალსაშვის ფრონტის სიგანე; $H_{\text{თ.ბ.}}$ - დაწნევა თხელკედლიან წყალსაშვზე; $p = 1,27\text{მ}$ - წყალსაშვის სიმაღლე; $g = 9,81\text{მ/წმ}^2$ - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება. σ არის შესწორება ხვრეტის დაძირულობაზე. იგი აიღება $\eta = \frac{h_{\text{დაძ.}}}{H_2}$ და $\varphi = \frac{H_1}{H_2}$ -ის მიხედვით [1, გვ.52, ცხრ.5-3]. ჩვენს შემთხვევაში $\eta = \frac{1,1}{1,27} = 0,866$; $\varphi_1 = \frac{0}{1,27} = 0$, $\sigma = 0,668$; $\mu = \varepsilon \times \varphi_2$ - ხარჯის კოეფიციენტი; $\varphi_2 = \sqrt{\frac{1}{1+\zeta}}$ - სიქარის კოეფიციენტი, $\zeta = 0,05$ - წინაღობის კოეფიციენტი, [1, გვ.49]. მაშინ $\varphi_2 = 0,976$. $\varepsilon = \frac{0,041}{1,1-n} + 0,57$ - კუმშვის კოეფიციენტი $n = \frac{0,15}{1,4} = 0,11$ არის ხვრეტის კვეთის ფართობის ფარდობა ხვრეტის წინ ნაკადის განიკვეთის ფართობთან. მაშინ $\varepsilon = 0,613$, ხოლო $\mu = 0,598$. $H_{\text{საშ.}} = \frac{1,27}{2} = 0,635\text{მ}$. $b = 0,15\text{მ}$, $h = 1,27\text{მ}$ - შესაბამისად ხვრეტის სიგანე და სიმაღლე.

გადამღობი კედლის არსებობა იწვევს თევზსავალის შესასვლელი ხვრეტის მუშაობას ნახევრად დაძირულ რეჟიმში:

$$Q_{\text{შესახ.ხვრტ.}} = \sigma \mu b h \sqrt{2gH_{\text{საშ.}}}$$

სადაც, $\sigma = 0,701$, ვინაიდან ჩვენს შემთხვევაში $\eta = \frac{1,1}{1,3} = 0,846$; $\varphi_1 = \frac{0}{1,3} = 0$,

$\mu = \varepsilon \times \varphi_2$ $\varphi_2 = \sqrt{\frac{1}{1+\zeta}}$, $\zeta = 0,05$, მაშინ $\varphi_2 = 0,976$. $\varepsilon = \frac{0,041}{1,1-n} + 0,57$ - $n = 0$ არის ხვრეტის კვეთის ფართობის ფარდობა ხვრეტის განლაგების ზედაპირის ფართობთან. მაშინ $\varepsilon = 0,609$, ხოლო $\mu = 0,594$ $H_{\text{საშ.}} = \frac{1,30}{2} = 0,65\text{მ}$. $b = 0,14\text{მ}$, $h = 1,3\text{მ}$ - შესაბამისად ხვრეტის სიგანე და სიმაღლე. ცხადია, რომ $Q_{\text{შესახ.ხვრტ.}} = Q_{\text{თ.ბ.}} + Q_{\text{ნახ.დაძ.ხვრ.}}$ შესაბამისი ჩასმით, თანდათანობით მიახლოებით, მივიღებთ: $Q_{\text{ნახ.დაძ.ხვრ.}} = 0,269\text{მ}^3/\text{წმ}$ და $Q_{\text{თ.ბ.}} = 0$, ხოლო



$Q_{შესახებ} = 0,271 \text{ მ}^3/\text{წმ}$. როგორც ჩანს, განსხვავება 1%- ს არ აღემატება.

ამრიგად, წყალსაცავში ნორმალური შეტბორვის დონის შემთხვევაში თევზსავალით გატარდება 0,271 მ³/წმ ხარჯი. ამასთან, წყლის გადაღინებას გადამლობ კედელზე და ზღუდარზე ადგილი არ ექნება.

წყალსაცავში ნ.შ.დ.-ზე დაბალი დონეების შემთხვევაში თევზსავალის ხერეტი ზედა ბიეფის მხრიდან განიხილება როგორც დაუძირავი ფართოზღურბლიანი წყალსაშვი, რომლის გამტარუნარიანობა გაიანგარიშება ფორმულით:

$$Q = mb\sqrt{2gH}^{3/2}$$

სადაც, წყალსაშვის ხარჯის კოეფიციენტი მიღებულია $m=0,32$ [2, გვ.72, ცხრ. 2-17]. ქვემოთ მოგვყავს გაანგარიშების შედეგები.

ბახვი 3 ჰესის თევზსავალით გატარებული წყლის ხარჯი (Q) ზედა ბიეფის წყლის დონის ნიშნულის ($\nabla_{\text{ნ.ბ.}}$) შესაბამისად.

$\nabla_{\text{ნ.ბ.}}$ მ	Q მ ³ /წმ
1	2
499,5	0,142
499,6	0,169
499,7	0,198
499,8	0,229
499,9	0,261
500,0	0,271
500,1	0,285
500,2	0,300
500,3	0,325
500,4	0,342
500,5	0,365
500,6	0,391
500,7	0,419
500,8	0,438
1	2
500,9	0,458
501,0	0,477

ამრიგად, ზედა ბიეფში 499,5 – 499,9 მ წყლის დონეების პირობებში თევზსავალის ხერეტი ზედა ბიეფის მხრიდან განიხილება, როგორც ფართოზღურბლიანი წყალსაშვი; 500,0 -500,8მ-ის ფარგლებში - როგორც ნახევრადდაძირული ხერეტი, ხოლო 500,9 – 501,0 მ ფარგლებში - როგორც დაძირული ხერეტი. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში ხერეტის დაწნევა წარმოადგენს სხვაობას ზედა ბიეფის დონეს და გადამლობ კედელზე გადაღინებულ წყლის დონეს შორის.

ზედა ბიეფში 501,0 მ წყლის დონის პირობებში თევზსავალის გადამლობ კედელზე გადაღინებული წყლის ფენა არის 0,21მ, ე.ი. წყლის დონე თევზსავალში მისი ბორტების ქიმის ნიშნულს უტოლდება. რადგან, ზედა ბიეფში წყლის დონის ნიშნულის ზრდა გამოიწვევს გადამლობ კედელზე გადაღინებული წყლის ფენის გადაღინებას თევზსავალის ბორტებზე, ამიტომ ზედა ბიეფში წყლის დონის ნიშნულის ზრდა არ იქნა განხილული 501,0 მ-ის ზემოთ



ლიტერატურა

1. Справочник по гидравлическим расчётам. Под ред. П. Г. Киселева. М: Энергия, 1974.
2. Справочник по гидротехнике, М., Госэнергоиздат, 1955.

CALCULATION OF WATER FLOW PASSED THROUGH FISH-PASSING ON VARIABLE LEVEL OF HEADWATER

Khelidze G., Shatakishvili L., Kikacheishvili N.
Georgian Technical University

Summary

For low-pressure diversion dam hydroschemes, characterized for the conditions of mountainous relief of Georgia and the mountainous areas of rivers, considering the prevalence of salmonidae, the flume-type fish-passing structures are found mainly, which corresponds to the above conditions well, as there are conditions of flow motion close to the natural conditions. Calculation of flow capacity for a fish-passing structure of Bakhvi 3 hydro plant while variation of the level of upper pool has been described as an example. The fish-passing structure has been made in the form of inclined rectangular concrete flume, in the section of which there is a fender from the port side and a barrier – from starboard side under the fender. Determination of water flow passed through the fish-passing structure has been determined on the basis of an idea, so that the fender and the barrier are of thin-walled spillway, but the area between them is considered as the outflow from the semi-immersed hole. In case of lower levels than normal flooding level in the water storage, the ship-passing hole from the side of upper pool is considered as non-immersed wide-threshold spillway.

ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Нугуева Ш.с, Мамедов Э.а,
Азербайджанский Технологический Университет

Проанализированы варианты сочетаний электрохимических и каталитических воздействий на окисляемые компоненты электрокаталитических систем. Показано, что эффективность таких сочетаний определяется различиями в характере конечных продуктов окисления, образующихся при электрохимических и каталитических воздействиях, взятых в отдельности.

Проблемы, связанные с обесцвечиванием высокоцветных сточных вод и деструкцией содержащихся в них красителей сложны и многоплановы. Как известно, обесцвечивание является лишь первой стадией очистки сточных вод, сопровождающееся лишь разрушением цепи сопряжения и не затрагивающее разрушение ароматических структур. Между тем, именно эти структуры определяют высокую токсичность водных растворов красителей, тем самым низкие значения ПДК.

В проведенных нами исследованиях основное внимание было уделено вопросам деструктивной очистки, что потребовало применения комплекса современных физико-химических методов анализа, таких как спектрофотометрия, фотокалориметрия, ЯМР, газожидкостная хроматография, хроматоспектрометрия. Исследованиям были подвергнуты разнообразные красители, как основного, так и кислотного характера. Результаты, полученные с модельными растворами, проверялись также и на натуральных сточных водах различных красильных производств.[2]

Комплексом электрохимических методов исследований установлено, что для большинства красителей, в отличие от сахаристых веществ, формальдегида и других отмеченных

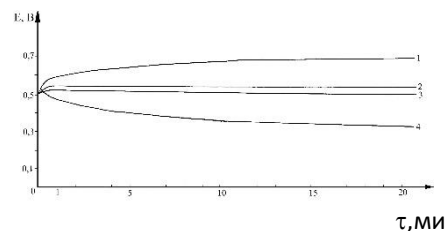


Рис. 1. Изменение потенциала платинированной платины во времени в растворе 0,1 М КОН при введении азокрасителей: ПЖ – (1), ПЗ – (2), П – (3), ПЧ – (4).



выше органических веществ отсутствуют адсорбционные сдвиги потенциала, свидетельствующие об их деструктивной адсорбции. Этот, впервые установленный факт, имеет не только теоретический, но и существенный практический интерес, поскольку предопределяет кинетику и механизм, как процесса обесцвечивания, так и глубину деструкции ароматических структур (рис.1). [3,4]

В работе было установлено, что в системах, работающих в условиях разомкнутой цепи, пероксид водорода, как окислитель, не затрагивает ароматические ядра красителей. В этом плане, как показали исследования, деструктивное окисление красителей протекает достаточно интенсивно только лишь при электрохимических действиях (ЭКС-2 и ЭКС-3). В то же время в условиях работы ЭКС-1, гетерогенно-каталитический распад пероксида водорода вызывает обесцвечивание, заметно увеличивающееся в присутствии хлорид-ионов (таблица 4).

Таблица 4

Обесцвечивание водных растворов азокрасителей при гетерогенно-каталитическом распаде H_2O_2 на Pt в KOH

Краситель	г/л NaCl	°C	Исходная, Ц°	конечная	λ,%
ПЧ	0	20	135	110	15
	1	20	135	84	38
	0	60	135	82	39
	1	60	150	83	46
	1	20	60	60	98
ПГ	0	20	135	89	34
	1	20	135	87	36
	1	60	135	46	66
	1	60	40	2,5	94
	1	20	150	83	46
ПЗ	1	20	40	2,1	93
ПЖ	1	60	160	110	33
ПЧ,ПЗ,ПГ, ПЖ (смесь)	1	20	138	103	25
	0	60	135	58	43
	1	60	135	65	40
	1	20	70	2,6	96

При этом было также установлено, что в отсутствии катализатора, пероксид водорода не вызывает обесцвечивания. [7,5,6]

Литература

1. Mammadov E.A. Negative environmental conditions of west region of Azerbaijan. The 3rd Euro-Asian Conference on Hazardous waste and human health, Istanbul, Turkey, March 27-30, 2008, p. 53-54.
2. Мамедов Э.А., Халилова Л.Ш. Электрокаталитическая очистка сточных вод производств синтетических красителей. Материалы конференции «Чрезвычайные ситуации и окружающая среда», Баку, 15-16 декабря, 2009, с. 265-266.
3. Мамедов Э.А., Мустафаев И.И. Электрокаталитическое обесцвечивание и деструкция азокрасителей. Азербайджанский Химический Журнал, №4, 2009, с. 199-201.
4. Мамедов Э.А., Мустафаев И.И. Обесцвечивание и деструктивная очистка сточных вод предприятий легкой промышленности. Материалы научной практической конференции, Кутаиси 2009, с. 115-117.
5. Мамедов Э.А. Электрокаталитическая деструктивная очистка промышленных сточных вод. Научный журнал «Новация», Кутаиси 2009, №5, с. 157-161.
6. Мамедов Э.А., Амиров Ш.А., Халилова Л.Ш. Электрокаталитическая очистка сточных вод производств органических красителей в присутствии хлорид-ионов. Труды международной научно-технической конференции, Тбилиси 2010, с. 136-138.
7. Мамедов Э.А. Электрокаталитическая деструкция азокрасителей. Ж. Естественные и технические науки, Москва-2010, № 5.



**IV SAJERTASHORISO SAMECNIMRO KONFERENCA
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**



ELECTROCATALYTIC TREATMENT OF LIGHT INDUSTRY WASTEWATER.

Nugueva Sh., Mammadov E.

Azerbaijan Technological University

Summary

The synthetic dyes are widely used in dyeing-trimming productions. In most of technological processes the dyed waters appear.

Azo-dyes production is accompanied by appearing of large amount of highly dyed sewage.

Therefore, the searching for methods of sewage purification, which provide high intensity of discoloration and a rather deep destruction of the dye itself, is of great interest.

**სატრანსპორტო ენერგეტიკული დანადგარში ხმაურის წარმოქმნა
და მისი ბანსაზღვრის მეთოდი**

თოფურია რ., კოჩაძე თ., ბარაბაძე მ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნაშრომში აღწერილია სატრანსპორტო შიგაწვის ძრავში ხმაურის წარმოქმნის მექანიზმი, მისი გარემოზე მავნე ზემოქმედება. განხილულია შიგაწვის ძრავის აკუსტიკური ბალანსის სხვადასხვა სახის განტოლებები. ენერგეტიკული დანადგარის აკუსტიკური ბალანსი სხვადასხვა მოდიფიკაციით შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ ხმაურის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი მდგენელი, მივუთითოთ მათი წარმოქმნის მიზეზები, შევისწავლოთ ფორმირების პროცესი და დავსახოთ ყველაზე რაციონალური გზები ძრავის ხმაურის შესამცირებლად.

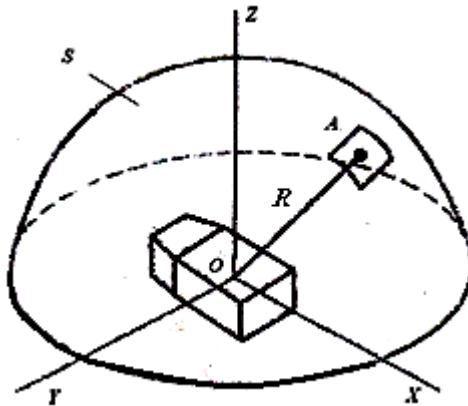
დიდი რაოდენობის ავტომობილების კონცენტრაციის შემთხვევაში მათი ენერგეტიკული დანადგარების მიერ წარმოქმნილი ხმაური, რაც ხელს უშლის ადამიანებს შრომასა და დასვენებაში. ხმაური, უპირველეს ყოვლისა, ცუდად მოქმედებს სატრანსპორტო საშუალებების ოპერატორების სმენის ორგანოებზე და ნერვიულ სისტემაზე, ამცირებს შრომის ნაყოფიერებას, ხელს უშლის სასარგებლო ხმოვანი სიგნალების აღქმას, ადამიანების საუბარს. ხმაურის ნორმების არსებობა, აგრეთვე სამუშაო ადგილზე ხმაურის სიდიდის სწორი განსაზღვრა საფუძვლად უდევს სამუშაოს ორგანიზაციას იმ მუშებისთვის, რომლებიც შეხებაში იმყოფებიან მომუშავე ენერგეტიკული დანადგარებთან. ჩვეულებრივ ხდება მანქანის გარე და შიგა ხმაურის ნორმირება. მნიშვნელოვანია მანქანის ხმაურის არსებული სიდიდის შემცირების ტენდენცია, რაც იძლევა სტიმულს ახალი უფრო ხარისხიანი ტექნიკის შექმნისათვის. ხმაურის საერთო დონე შეიძლება ჩაითვალოს მანქანის ხარისხის, წარმოების კულტურის და გამოყენებული ტექნოლოგიის მახასიათებლად.

ენერგეტიკული დანადგარის ხმაურში გულისხმობენ აკუსტიკურ გამოსხივებას, რომელიც მუშაობის დროს წარმოიქმნება. ხმაურს ზომავენ დონით და სპექტრით. ეს ხმაურის მახასიათებლებია სივრცის მოცემულ წერტილში. შიგაწვის ძრა როგორც აკუსტიკური ხმაურის წყარო ხასიათდება აკუსტიკური გამოსხივების სიმძლავრით და გამოსხივების მიმართულებების დიაგრამით.

ცნობილია, რომ ბგერითი წნევა P ბგერის ტალღაში ტოლია გარემოში ტალღის არსებობის და არარსებობის სხვაობისა. ხმაურის დონეს უწოდებენ ბგერის წნევის და ზღვრული მნიშვნელობის ($P=2 \cdot 10^{-5} \text{ ნ/მ}^2$), ფარდობის ოცჯერად ლოგარითმს. დაუშვათ, რომ ხმაურის წყარო (ძრავი) მდებარეობს წერტილ O -ში (ნახ.1) და ასხივებს ხმაურს გარემოში, მაშინ თუ გამოვეყოფთ R რადიუსიან S ნახევარსფეროს და ერთეულოვან



ფართს – A -ს სფეროს ზედაპირზე შეიძლება განვსაზღვროთ ბგერის ძალა I , ბგერის ენერჯიის ის რაოდენობა, რომელიც გაივლის R რადიუსის მართობულად განლაგებული ერთეულოვან A სფეროში დროის ერთეულში,



ნახ. 1. ბგერის გავლა ერთეულოვან ფართში.

ბგერის ძალა იზომება ვატ/მ²-ში. ის პროპორციულია ბგერის წნევისა, ამიტომ ხმაურის დონეს ზოგჯერ ზომავენ ძალის და ზღურბლური მნიშვნელობის $I_0=10^{-12}$ ვატ/მ² ფარდობის ათჯერადი ლოგარითმით. ხმაურის დონის ერთეულია დეციბელი ე.ი.

$$L = 10 \lg \left(\frac{I}{I_0} \right) = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right),$$

ძრავის აკუსტიკური სიმძლავრე w გამოისატება ვატებში $w = \phi IdS$, ე.ი. ენერჯიის საერთო რაოდენობა, რომელსაც ასხივებს ძრავი გარემოში ბგერის სახით და გაივლის R რადიუსიანი ნახევარსფეროს ზედაპირს დროის ერთეულში.

აკუსტიკური სიმძლავრის ერთეულს წარმოადგენს სიდიდე $L_w = 10 \lg \frac{w}{w_0}$, სადაც

$w_0 = 10^{-12}$ ვტ. სიმძლავრის დონესა და ხმაურის დონეს შორის არსებობს დამოკიდებულება

$$L_w = L + 20 \lg R + 10 \lg \Omega - 10 \lg \Phi$$

სადაც Ω – მოცულობითი კუთხეა, რომელშიც გამოსხივება ხორციელდება (თუ გავითვალისწინებთ ჩვენს მიერ მიღებულ დაშვებას მასზედ, რომ აკუსტიკური გამოსხივება ხდება ნახევარსფეროს O ცენტრიდან, მაშინ $10 \lg \Omega = 8$;

Φ – გამოსხივების მიმართულების ფაქტორია, რომლის მნიშვნელობა შეესაბამება P_R^2/P_s^2 ფარდობას, ე.ი. ბგერითი წნევის კვადრატის ფარდობა R რადიუსიანი სფეროს ნებისმიერი წერტილის გასაშუალოებულ წნევის მნიშვნელობის კვადრატთან. ჩვეულებრივ L –ს ნებისმიერ წერტილში ზომავენ ხმაურმზომის საშუალებით ხელსაწყოს ხაზოვანი სიხშირის მახასიათებლის გამოყენებით.

ხმაურის რიცხვითი მახასიათებლების მიახლოებისათვის სუბიექტურ აღქმამდე იყენებენ ხმაურ-მზომის სიხშირის მახასიათებელს „ A “-ს, რომელიც ითვალისწინებს ადამიანის მიერ სხვადასხვა სიხშირის ბგერების აღქმას. ამ შემთხვევაში მიღებულ სიდიდეს ბგერის დონეს უწოდებენ, მის ერთეულად დეციბელია მიღებული. აკუსტიკური სიმძლავრე გამოითვლება ფორმულით $w = 10^{0.1L_w - 12}$ ვტ.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სატრანსპორტო ენერგეტიკული დანადგარში (შიგაწვის ძრავში) აკუსტიკური გამოსხივების პირველ მიზეზად მუშა პროცესის განხორციელება წარმოადგენს, რომელიც დაკავშირებულია ენერგეტიკული დანადგარის ცილინდრში მუშა სხეულზე სითბოს Q_1 -ის მიწოდებასთან. იმისათვის, რომ შევაფასოთ შიგაწვის ძრავის კონსტრუქციის ხარისხი, რაც გულისხმობს Q_1 თბური ენერჯის გარკვეული ნაწილის გარდაქმნას ბგერითი გამოსხივების ენერჯიად გამოყენება ენერგეტიკული დანადგარის აკუსტიკური გამოსხივების კოეფიციენტი $n_{აკ} = \frac{w}{Q_1}$. თუ რომელიმე ენერგეტიკულ დანადგარს, ეს კოეფიციენტი უფრო მაღალი აქვს სხვა დანადგარებთან შედარებით, შეიძლება ჩაითვალოს, რომ მისი კონსტრუქცია ნაკლებ სრულყოფილია. თანამედროვე შიგაწვის ძრავები, რომლებიც სატრანსპორტო საშუალებებშია გამოყენებული ნომინალურ რეჟიმზე მუშაობისას გამოსხივებენ 2 ± 3 ვატის ტოლ აკუსტიკურ სიმძლავრეს. სტენდზე მომუშავე ძრავის ირგვლივ სივრცის წერტილებში 1 მ. მანძილზე ძრავის ზედაპირიდან წარმოიქმნება ხმაური დონით 104 ± 120 დბ.

ენერგეტიკული დანადგარის აკუსტიკური ბალანსში ხმაურის წარმოქმნის მიზეზს წარმოადგენს:

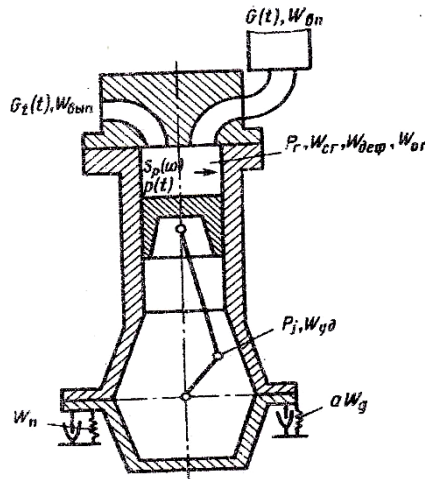
- ა) რხევითი სხეულის და გარემოს ურთიერთობა;
- ბ) ენერჯის სწრაფი გამოყოფა გარემოს სასრულო მოცულობაში;
- გ) ნივთიერების სასრული რაოდენობის დაყვანა გარემოს განსაზღვრულ სასრულო არეში;
- დ) ნივთიერების ნაკადის ურთიერთობა მყარ სხეულთან.

ასეთი ფიზიკური პროცესები წარმოიქმნება ერთდროულად ან თანმიმდევრობით მუშა ციკლის განხორციელებისას ენერგეტიკული დანადგარში. ამასთან ყველა შემთხვევაში აკუსტიკური გამოსხივების მიზეზს წარმოადგენს რხევითი სისტემის შეშფოთება (წონასწორობიდან გამოყვანა), მასში რხევების გავრცელება და შედეგად რხევითი ენერჯის გამოსხივება გარემოში. ნახ.2-ზე მოცემულია ენერგეტიკული დანადგარის აკუსტიკური გამოსხივების წარმოქმნის პროცესის სქემა.

შეშვების ტაქტის დროს მოძრავი ახალი მუხტი შეხებაში მოდის შემშვები არხის კედლებთან, შემშვებ სარქველთან და კონსტრუქციის სხვა ელემენტებთან. შეშვების ტაქტის დროს აღიძვრება აკუსტიკური გამოსხივება, რომელსაც შეშვების ხმაურს უწოდებენ. ამ დროს გამოსხივებულ აკუსტიკურ სიმძლავრეს აღნიშნავენ $V_{შეშვ-ით}$.

კუმშვის, წვის და გაფართოების პროცესების დროს ხდება წვის კამერის კედლების დეფორმაცია, რასაც ძრავის გარე კედლების რხევასთან მიყვავართ. რხევითი ენერჯია ბგერის სახით გამოსხივდება გარემოში და მას აღნიშნავენ $V_{დეფ}$. გარდა ამისა, მუშა სხეულზე სითბოს მიწოდება ცილინდრში აგრეთვე იწვევს აკუსტიკურ გამოსხივებას რომელსაც $V_{წვ-ით}$ აღნიშნავენ. ასევე გადამაყირავებელი მომენტი $V_{გად}$. ენერჯით წარმოქმნის ენერგეტიკული დანადგარის რხევებს და ბგერის სახით ნაწილობრივ აგრეთვე გამოსხივდება გარემოში.

ენერგეტიკული დანადგარის მექანიზმების მუშაობისას წარმოიქმნება დარტყმები შეუღლებულ დეტალებს შორის (სარქველი-უნაგირი), რასაც მიყვავართ ხმაურის წარმოქმნად $w_{დარტყ}$ სიმძლავრით. ძრავზე განლაგებული აგრეგატების მუშაობის დროს წარმოიქმნება ხმაური, სიმძლავრით $w_{აგრ}$, გამომშვების დროს ხდება ნივთიერების გამოღიწება გარემოში, რომელიც გარს ერტყმის გამომშვებ მილტუნს, აქაც ენერჯის გარკვეული რაოდენობა გამოიყოფა, რაც გვაძლევს გამოშვების ხმაურის სიმძლავრეს $w_{გამოშ}$.



ნახ.2. ენერგეტიკული დანადგარის კონსტრუქციის იდეალიზაციის სქემა და აკუსტიკური გამოსხივების წარმოქმნა

ჩამოთვლილი ცალკეული მდგენელების შეჯამება გვაძლევს შიგაწვის ძრავის აკუსტიკური ბალანსის განტოლებას მუშა ცილის მიმდინარეობის დროს:

$$w_{\text{ძრ.}} = w_{\text{შეშ.}} + w_{\text{გამოშ.}} + w_{\text{დფ.}} + w_{\text{წვ.}} + w_{\text{ამომ.}} + w_{\text{დარტყ.}} + w_{\text{აგრ.}}$$

შესაძლოა სხვა სახესხვაობის აკუსტიკური ბალანსის განტოლებებიც. სინამდვილეში ყველა შემთხვევაში აკუსტიკური გამოსხივება ხორციელდება ენერგეტიკული დანადგარის შემშვები და გამომშვები სისტემის ტრაქტის მილყელიდან და მისი მთელი ზედაპირიდან. ცდები გვიჩვენებს, რომ ზედაპირის ელემენტები გამოასხივებენ აკუსტიკურ ენერგიას სხვადასხვა რაოდენობით. თუ ზედაპირზე გამოვყოფთ მახასიათებელ ზონებს ან ცალკეული დეტალის ზედაპირებს (კაპოტის სახურავი, ცილინდრების ბლოკის სახურავი, კარტერი) და სხვა, შემდეგ შევაჯამებთ აკუსტიკურ სიმძლავრეს გამოსხივებლი ყველა ზედაპირიდან, შეგვიძლია მივიღოთ ენერგეტიკული დანადგარის ზედაპირის აკუსტიკური ბალანსის განტოლება.

$$w_{\text{ძრ.}} = w_{\text{შეშ.}} + w_{\text{გამოშ.}} + \sum_{i=1}^m w_i$$

სადაც w_i – ძრავის i -რი ელემენტის აკუსტიკური გამოსხივების სიმძლავრეა.

m - ელემენტის რაოდენობა, დანადგარის ზედაპირის ელემენტებად დაყოფის რიცხვი.

ენერგეტიკული დანადგარის მუშა პროცესის ორგანიზების თავისებურებებისაგან დამოკიდებულებით მისი 1მ² ზედაპირი გამოასხივებს ხვედრით აკუსტიკურ სიმძლავრეს 90÷115 დეციბელს. ხშირად დანადგარის ცალკეული ზედაპირების შემშვები და გამომშვები ტრაქტის მილყელების აკუსტიკური გამოსხივება გაიგივებულია ნულოვანი და პირველი რიგის უბრალო გამოსხივებასთან (უფრო მაღალი რიგის გამოსხივებებს უგულვებელყოფენ მათი სიმცირის გამო). ამგვარად, არსებობს აკუსტიკური ბალანსის განტოლების მესამე სახესხვაობა

$$w = \sum_{i=1}^k w_0 + \sum_{i=1}^i w_{i_2},$$

სადაც w_0 – ნულოვანი რიგის გამოსხივებაა;

i - ნულოვანი რიგის გამომსხივებლების რაოდენობაა;

k - პირველი რიგის გამომსხივებლების რაოდენობაა.



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



ენერგეტიკული დანადგარის აკუსტიკური ბალანსი სხვადასხვა მოდიფიკაციით შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ ხმაურის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი მდგენელი, მივუთითოთ მათი წარმოქმნის მიზეზები, შევისწავლოთ ფორმირების პროცესი და დავსახოთ ყველაზე რაციონალური გზები ძრავის ხმაურის შესამცირებლად.

ლიტერატურა

Луканин В. Н., Гудцов В. Н. и др. Снижение шума автомобиля. М., «Машиностроение». 1981. 237стр.

**NOISE FORMATION AND ITS DETERMINING METHODS
 IN TRANSPORT-POWER INSTALLATION**

Topuria R., Kochadze T., Barabadze M.

Akaki Tsereteli State University

Summary

The paper describes the transport of the internal combustion engine noise generation mechanism, its environmental impact. The paper discusses the internal combustion engine acoustic balance different types of equations. Turbine acoustic balance with a variety of modification enables us to determine the most important component of the noise, pointing their Reasons to study the formation process and plan the most efficient ways to reduce engine noise.

**ბაკემოსდაცვითი უსაფრთხოების პრობლემები ენერგორესურსების
 ტრანსპორტირებისას**

ბერიშვილი ს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ცხადია, რომ ენერგო მილსადენები წარმოადგენენ რთულ კონსტრუქციულ ნაგებობებს, რომლებიც საჭიროებენ სწორ დაგეგმარებას, როგორც საპროექტო აგერეთვე სამშენებლო სამუშაოების დროს. იმისათვის, რომ თავიდან ავირიდოთ ეკოლოგიური კატასტროფები აუცილებელია დაპროექტების ეტაპზე შემუშავდეს გარემოზე ზემოქმედების შეფასების დოკუმენტი და შესაბამისად გარემოსდაცვითი მართვის გეგმები. სამშენებლო კომპანია მშენებლობის ეტაპზე უნდა იმოქმედონ ამ გეგმების მოთხოვნების შესაბამისად და ეს შეამცირობს ეკოლოგიურ რისკებსაც და კატასტროფებსაც. შესაბამისად დაცული იქნება ეკოლოგიური უსაფრთხოება მილსადენებისა, რომელთა მეშვეობითაც ხდება ენერგოპროდუქტების ტრანსპორტირება.

მილსადენის უსაფრთხოების ძირითადი ფაქტორია მასზე განთავსებული ნაგებობების კონსტრუქციის საიმედოობა. ჩატარდა პრობლემის ანალიზი, რომლის მიზანი იყო ნავთობისა და გაზსადენების კონსტრუქციების საიმედოობის უზრუნველყოფა. მათი ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

ნავთობ-გაზსადენების უსაფრთხო ექსპლუატაციის კრიტერიუმი მდგომარეობს მათი კონსტრუქციის მიღების საიმედოობაში, რაც გულისხმობს მათ მიერ დაკისრებული ფუნქციების შესრულებას, ამავდროულად შეინარჩუნონ თავისი საექსპლუატაციო ნიშანთვისებები დასახული დროის განმავლობაში ანუ „სასიცოცხლო ციკლის“ მანძილზე.

ნავთობის, გაზის და ნავთობ/გაზ პროდუქტების ტრანსპორტირებისას მაგისტრალურ მილსადენებზე განსაკუთრებით მწვავედ დგას ეკოლოგიური უსაფრთხოების საკითხები. მილსადენის მწყობრიდან გამოსვლისას, რომელიც ვლინდება მილის კედლის გერმეტიულობის დარღვევაში ან მილის სხვა დეტალების დაზიანებაში რაიმე გარე ზემოქმედების შედეგად, როგორც წესი, ზემოაღნიშნულის შედეგად გარდაუვალია მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ზემოქმედება და გამოუსწორებელი ზიანი, რომელიც მიაღებია



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



გარემოს.

უახლოეს დრომდე მაგისტრალური ნავთობისა და გაზსადენების საიმედოობის პრაქტიკა განიხილებოდა მხოლოდ შემდეგი თვალსაზრისით, როგორია მილსადენთა კონსტრუქციების ნორმატიული თვისებები და ტექნოლოგიური მანველებლები. ამავდროულად ანალიზის მათემატიკური მიდგომა გულისხმობს სტატისტიკურ შეფასებას სავარაუდო შედეგებისა. ის გამოყენება საბაზრო საინფორმაციო რესტროსპექტიულო მონაცემების სახით, რომელიც გვაწვდის ინფორმაციას მილსადენის კონსტრუქციის გაუმართავი მუშაობის შესახებ.

ყურადსარებაა სტატისტიკა დაზიანების შესახებ, რომელიც მოცემულ მომენტში წარმოადგენს მილსადენების მუშაობის ყველაზე საიმედო შეფასებას. ეს კი იყო მანიშნებელი უკუქცევითი ურთიერთკავშირისა, რომელიც გვაძლევდა წარმოდგენას საჭირო საიმედოობის მანველებლების შესახებ მილსადენების მშენებლობისათვის გამოყოფილი საწყისი მასალების, კონსტრუქციებს და უფრო იშვიათად ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებებისა, რაც თავისთავად უზუნველყოფს საჭირო საიმედოობას. ამ გარემოების შედეგად მივიღეთ შემდეგი - გაქრა დარგობრივი მეცნიერება გაზსადენების მაგისტრალების მშენებლობის შესახებ, როგორც მეთოდოლოგიური რეზერვი და განსაზღვრა დასახულ ამოცანათა წრე, რომელმაც ახსნა ვერ ჰპოვა კლასიკურ თეორიებსა და ტრადიციული გათვლების მეთოდების მიუხედავად.

პრინციპული გამოსავალი შექმნილი სიტუაციიდან მდგომარეობს არსებული პრობლემებისადმი სისტემური მიდგომის რეალიზაციაში, რომელიც დაფუძნებულია კომპლექსურ გადაწყვეტილებებზე მილსადენების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის მათი ხარისხის და საიმედოობის ოპტიმალურად სწორ მართვაში.

ზემოთ მოყვანილ შეხედულებათა გათვალისწინებით, მნიშვნელოვანია გამოვთავალოთ და პროგნოზი გავაკეთოთ ტექნიკური პროექტების შესაძლო განვითარების რეალურ პირობებში მილსადენების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის დროს წინასწარ განსაზღვრული ხარისხის მანველებელთა უზრუნველყოფა, კონტროლისა და გამოცდის სპეციალური ორგანიზაცია.

ნავთოსადენისა და გაზსადენის საიმედოობა - ეს არის მთავარი ფაქტორი გარემოს დაცვის მიზნით მისი უსაფრთხოების უზრუნველყოფისთვის.

მილსადენის კონსტრუქციულ საიმედოობაში იგულისხმება მისი თვისება შეინარჩუნოს პოტენციური შესაძლებლობა დასახული ფუნქციის შესრულებისა საჭირო დროის მონაკვეთში. ეს თვისება (შესაძლებლობა) თავის მხრივ მქლავნდება მილსადენის ხარისხის იბიექტური კრიტერიუმების სისტემით, რაც უზრუნველყოფს მის ნორმატიულ შრომისუარიანობას ექსპლუატაციის დროს არსებული აქტიური ფაქტორების ზემოქმედებით, მათთან ერთად ასევე იგულისხმება გარემოც. ამ თვალსაზრისით, კონსტრუქციული საიმედოობა, როგორც მილსადენის კონსტრუქციის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელი უნდა აკმაყოფილებდეს ეკოლოგიურ კრიტერიუმს, რადგან მილსადენის მიერ მთლიანი ან/და ნაწილობრივი შრომის უნარიანობის დაკარგვა უცვლელად გამოიწვევს უარყოფით ზემოქმედებას გარემოზე.

ამიტომ ეკოლოგიისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრობლემა მილსადენის ხმარებისას უნდა განიხილებოდეს მისი მანველებელთა ფორმირებათა კონტექსტში „ცხოვრების ციკლის“ ყველა ეტაპზე.

მილსადენის ეკოლოგიური საიმედოობა არის კრებითი მცნება, რათა აღვნიშნოთ ურთიერთ შეჯერებული თვისებები, რომლებიც მოცემული ობიექტის ფუნქციონირების ხარისხს განსაზღვრავს. მაგისტრალური მილსადენი წარმოადგენს რთულ ტექნიკურ სისტემას, რომელშიც შედის განახლებული და შემნახველი ელემენტები. ეკოლოგიური



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



საიმედობის მცნება უნდა გაგვიზიროთ როგორც მისი თვისება წინ აღუდგეს გარეშე და შინაგანი დათვითვებს და ზემოქმედებას. ეს კი არის პროდუქციის ტრანსპორტირებისთვის დამახასიათებელი პროცესები თუ დაირღვა ჰერმეტიულობა რაიმე მიზეზით ანუ დაცული არ იქნა წესები ექსლუატაციის, ტენიკური მომსახურების ან რემონტის.

მაგისტრალური მილსადენის კონსტრუქციური საიმედობის ამადლება ხშირად ხელს უწყობს მისი ფუნქციონალურ უსაფრთხოების ამადლებასაც. მაგისტრალური მილსადენის საიმედობის პრაქტიკა უდიდესი მნიშვნელობისაა და პირველ რიგში უკავშირდება მზარდ როლს, რომელსაც ასრულებს მილსადენი ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისთვის.

თანამედროვე მაგისტრალური მილსადენები ხარისხობრივად შეიცვალა, გაიზარდა მათი ენერგეტიკული სიმძლავრე, ისინი შენდება სხვადასხვა პირობებში ნიადაგისა და კლიმატური მდგომარეობის მხრივ, ამასთანავე მილსადენთა მნიშვნელოვანი მოცულობა გადანაცვლებულია არქტიკულ და სუბარქტიკულ ზონაში და დაჭაობებულ ტერიტორიაზე.

გაიზარდა მილსადენების დიამეტრი და წნევა პროდუქციისა, რომელიც გადაიზიდება მილებით: ერთი მხრივ იზრდება მარაგი კინეტიკური ენერჯის, რომელიც მილების კედლებზე მაღალი დაწოლის მიზეზია, რაც თავის მხრივ ზევე საშიშროებას იწვევს. გამომდინარე ყველაფერი ზემოთ მოცემულისა მკვეთრად იზრდება ავარიის შემთხვევაში პროდუქციის დაკარგვის შესაძლებლობა.

ამასთანავე უნდა ავღნიშნოთ, რომ გაზის, ნავთობისა და ნავთბროდუქტების დიამეტრის, ასევე მათი სიგრძის ზრდამ, მათმა გავლამ ძნელად მისაღწევ ადგილებზე და დაჭაობებულ ტერიტორიებზე გამოიწვია ის, რომ მნიშვნელოვნად გაიზარდა დრო ვიდრე შესაძლებელი გახდებოდა ავარიის შედეგების აღმოფხრა. გარდა ამისა, მილსადენების საშუალო სიშორის, რომელმაც მრავალ ათას კილომეტრს გადააჭრა უეჭველად გაზარდა მილსადენის მწყობრიდან გამოსვლის ალბათობა.

მილსადენებზე ავარიისას პროდუქტის პირდაპირი დაკარგვის გარდა შესაძლოა ასევე, რომ მომხმარებელს არასაკმარისი რაოდენობით მიეწოდოს სათბობი, ხოლო გრძელვადიანი შეჩერება მუშაობისა აუცილებლად იწვევს დიდ ეკონომიკურ დანაკარგებს საკუთრივ მილსადენის სისტემის მიღმა, შორ მანძილზე. საძიებო მომპოვებელ საწარმოთა ასევე ნავთ/გაზის ნედლეულის და საწვავის მომხმარებელი საწარმოების იძულებითი შეჩერება ბევრად ძვირი ჯდება ვიდრე ტრანსპორტირებისას მილსადენების ავარიული გაჩერებისას მიღებული პირდაპირი დანაკარგი. ამასთან დაკავშირებით უნდა ავღნიშნოთ, რომ საიმედობის ამადლება იწვევს დამატებით მატერიალურ დანახარჯებს, ხოლო საიმედობის დაბალი ხარისხები იწვევს დიდ მატერიალურ ზიანს ავარიის დროს და ასევე მიზეზია ეკოლოგიური კატასტროფისა. ყველაფრიდან გამომდინარე საჭიროა ოპტიმალური გადაწყვეტილების ძიება.

მაგისტრალური მილსადენების საიმედობის პრაქტიკა მრავალი საკითხისგან შესდგება და ამჟამად არ არის მკაფიოდ ჩამოყალიბებული მისი თეორიული და მეთოდოლოგიური ასახვა. ასევე არ არის შემუშავებული საიმედობის დონის შეფასება და არ არის განსაზღვრული კონკრეტული დონისძიებები, რათა შევქმნათ მათი საჭირო საიმედობის დონე.

არ არსებობს სისტემატიზირებული მონაცემები, რათა გაითვალისწინოთ მილსადენის პროექტირებისას მისი საიმედობა, ასევე პრაქტიკაში ადვილად მოსახმარი ათვლითი მეთოდოლოგია, რათა შესაძლო დარღვევები წინასწარ განისაზღვროს მილსადენის სისტემის საიმედობის შეფასებისას.

მილსადენის ეკოლოგიური საიმედობის უზრუნველყოფის თვალსაზრისით მისი ექ



IV სამერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



სპლუატაციაში ყოფნის განმავლობაში მნიშვნელოვანია, რომ შემუშავდეს ღონისძიებები, რათა უზრუნველყოთ ავარიების თავიდან აცილება და არა მათი სავალალო შედეგების აღმოფხვრა, მილსადენთა საიმედობის შეფასება ძალიან მნიშვნელოვანია მისი ექსპლუატაციის თვითოეულ ეტაპზე. აქ საუბარია მაგისტრალურ მილსადენთა ტექნიკურ დიაგნოსტიკაზე და მათი შრომის უნარიანობის შეფასებაზე. მაგისტრალური მილსადენების კონსტრუქციული საიმედობის გამოკვლევის ძირითად მიმართულებად შეიძლება ჩაითვალოს მისი საექსპლუატაციო საიმედობის პროგნოზირება. საექსპლუატაციო საიმედობის საჭირო ღონის მიღწევა ხდება საწყისი მასალებისთვის (მილები, საიზოლაციო მასალები, ელექტროდები) ხარისხის ღონის განსაზღვრით, ასევე გასათვალისწინებელია საპროექტო საკითხები, მშენებლობის და ექსპლუატაციის კულტურა.

მაგისტრალური მილსადენები ზემოქმედებას ახდენენ გარემოზე არა მხოლოდ ავარიულ სიტუაციაში. მათი მშენებლობისას აღინიშნება გრუნტის მასივის დესტრუქცია და ირღვევა ურთულესი თანაფარდობა ურთიერთკავშირებისა და ლანდშაფტის სხვადასხვა კომპონენტებს შორის. აეროკოსმიური გამოკვლევები ნათლად ასახავენ იმ ადგილებს სადაც, მილსადენი გაჰყავდათ, ამ დროს აისახება ყვეა ეკოლოგიური პრობლემა, რაც არსებობს მათი დაპროექტების და მშენებლობისას ეტაპებზე.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან, ცხადია, რომ ენერგო მილსადენები წარმოადგენენ რთულ კონსტრუქციულ ნაგებობებს, რომლებიც საჭიროებენ სწორ დაგეგმარებას, როგორც საპროექტო აგერეთვე სამშენებლო სამუშაოების დროს. იმისათვის, რომ თავიდან ავირიდოთ ეკოლოგიური კატასტროფები აუცილებელია დაპროექტების ეტაპზე შემუშავდეს გარემოზე ზემოქმედების შეფასების დოკუმენტი და შესაბამისად გარემოსდაცვითი მართვის გეგმები. სამშენებლო კომპანია მშენებობის ეტაპზე უნდა იმოქმედონ ამ გეგმების მოთხოვნების შესაბამისად და ეს შეამცირობს ეკოლოგიურ რისკებსაც და კატასტროფებსაც. შესაბამისად დაცული იქნება ეკოლოგიური უსაფრთხოება მილსადენებისა, რომელთა მეშვეობითაც ხდება ენერგოპროდუქტების ტრანსპორტირება.

ლიტერატურა:

- Pipeline transport http://en.wikipedia.org/wiki/Pipeline_transport
- Assessing the environmental impacts of pipelines, BY DR JANET SWAN, ENVIRONMENT DIRECTOR, RSK, http://pipelinesinternational.com/news/assessing_the_environmental_impacts_of_pipelines/008361/ "ზეტაფონი-ფონის" მაგისტრალური გაზსადენის "სენაკი-ფონის" ახალი 720მმ დიამეტრის გაზსადენის 23კმ-იანი სექციის მშენებლობის გარემოზე ზემოქმედების შეფასებისანგარიში <http://gogc.site.itdc.ge/uploads/other/0/325.pdf> <http://gogc.ge/ge/enviroenmentassasement>
- Environmental, Health and Safety Guidelines, Waste Water and Ambient Water Quality Guidelines
- http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/European_council_Directive_91/27/Of_21_May_1991_on_urban_waste_water_treatment
http://ec.europa.eu/enviroenmnt/water-urbanwaste/info/docs_en.htm
- FAO (Food Agriculture Organization) 1995 "Guidelines on Good Labelling Practices for Pesticides" Rome; FAO
<http://ecoport.org/Resources/Refs/Pesticid/Guides/guids.htm>
- FAO 1985. Guidelines for the Packaging and Storage of Pesticides. "Rome. FAO http://fao.org/ag-AGP/AGPP/Pesticide_Code/downloads/pacstor.doc
- Environmental, Health and Safety Guidelines, hazardous material Management, www.ifc.org/ifcenxt/enviro.-nsf/Content/EnvironmentalGuidlines
- The Assessment of Implementation of the ENP EU-Georgia Action Plan Environmental dn Sustainable Development, January 31
www.greenalt.org/webmail/data/file/publications
- Specially installed Software Codes by A Maisuradze
- Dundee Group to Tackle Pipeline Reliability and Safety Challenges <http://www.dundee.ac.uk/research/main-news/20100701115655/716.html>



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



- Environmental Impact Assessment and Public Participation in a Gas Pipeline Project's Planning Phase: How Adequate is the Croatian Environmental Regulatory Framework? <http://www.dundee.ac.uk/cepmlp/gateway-/?news=31284>
- National Environmental Policy Act and Natural Gas Pipelines <http://www.ingaa.org/cms/145.aspx>

**ENVIRONMENTAL SAFETY PROBLEMS WHILE TRANSPORTATION
 OF THE ENERGY RESOURCES**

Berishvili S.

Georgian Technical University

Summary

It is obvious that energy structures are complicated and difficult to build structures, the construction of such structures require proper planning both on design and construction stages. In order to avoid environmental damages. It is important to develop Environmental Impact Assessment on design stage. In addition to Environmental Assessments and Management Plans it is also important to develop social studies and Resettlement Action Plans. Construction companies should act in accordance of these Environmental and Social Management Plans this will eliminate risks, thus the environmental security of the pipelines will be protected and this will reduce risks of the accidents on pipelines.

ელექტროსადგურების მშენებლობა საქართველოში და მისთან გამომწვეული ეკოლოგიური ცვლილებები

გორდაძე ე., უორჟოლიანი ც.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოში ელექტროსადგურების მშენებლობასთან ერთად შეიცვალა ეკოლოგიური პირობები. (ტერიტორიების დატბორვა, მიკროკლიმატი სშეცვლა, ლფორიშ ინვაზიური ელემენტები სვამოხენა. წელის ფაუნის მიგრაციის დაბრკოლება და სხვა. მიუხედავად ჰესების მშენებლობით გამოწვეული ცვლილებებისა საჭიროა ახალი ელექტროსადგურების მშენებლობა. ისე, რომ მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი მათგან გამოწვეული ეკოლოგიური ცვლილებები.

საქართველოში ელექტროსადგურების მშენებლობა ჯერ კიდევ მეფის რუსეთის პერიოდში დაიწყო. პირველი ელექტროსადგური აიგო ბორჯომში რომანოვების მიერ. ეს ჰესი აკმაყოფილებდა მხოლოდ რომანოვების ოჯახს. ჰესების მშენებლობა მასიურად დაიწყო საბჭოთა პერიოდში. რიგით მეორე ჰიდროელექტროსადგური საქართველოში აიგო მდინარე მტკვარზე. მშენებლობა განხორციელდა ზემო ავჭალაში და ამოქმედდა 1927 წელს, „ზემო ავჭალის“ ჰიდროელექტროსადგურის სახელით. მტკვარმა დაფარა მცხეთასთან დამაკავშირებელი ხიდი. ზაპვისის გახსნის დღესვე 1927 წელს საფუძველი ჩაეყარა მდინარე რიონზე, ქუთაისთან „რიონჰესის“ მშენებლობას. ჰესის მუშაობისათვის საჭირო გახდა წყალსაცავის მოწყობა რიონზე შუა დინებაში სოფელ გუმათთან. გუმათის წყალსაცავი ექსპლოატაციაში შევიდა 1958 წელს. კაშხალის სიმაღლე 30 მეტრია. ფართობი 2,4 კმ² მოცულობა 39 მილიონი კუბი, სიგრძე 11 კმ. სიგანე 60-850 მეტრი. წყალსაცავი გამოიყენება სპორტული მიზნითაც. (აკადემური ნინბოსნობა, ბაიდარი, კანოე და სხვა) მდინარე რიონს ყოველწლიურად 5 მილიონი ტონა მყარი მასალა ჩამოაქვს. რის გამოც საჭირო ხდება საგუბარის გაწმენდა. მიუხედავად იმისა, რომ კაშხალს აქვს საკონტროლო გამშვები, ძლიერი წვიმების დროს ხშირია სოფლების დატბორვის შემთხვევები. გუმათის წყალსაცავიდან რიონჰესისათვის წელის მისაწოდებლად დაიწყო ღია არხის მშენებლობა, მაგრამ მშენებლობას ხელი შეუშალა კარტსულმა მღვიმეებმა. რის გამოც პროექტი შეიცვალა და რიონჰესთან დაკავშირებული არხი ქალაქის ქვეშ გვირაბის სახით გაიჭრა. არხი მიწის ზემოთ ამოდის ახალგაზრდობის პროსპექტის ახლოს, სამხედრო ლეგიონის შესასვლელთან. გაედინება ახალგაზრდობის პროსპექტის



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



პარალელურად. რიონჰესისათვის საჭირო შეიქმნა კიდევ ერთი შედარებით პატარა წყალსაცავის მშენებლობა და ჰესთან ახლოს შეიქმნა წყალსაცავი. (რიონჰესის დასახლებაში) წყალსაცავის მოწყობამ გამოიწვია მუნხარის ტყის უნიკალური მუხებისა და ძეგლების ფესვთა სისტემის დატბორვა და სხვა ფაქტორებთან ერთად (მუხის დიდი ხარაბუხა) გამოიწვია მათი ხმობა. საჭირო გახდა საწრეტი არხების გაყვანა, თუმცა საქმეს ამანაც ვერ უშვალ და დღეს მასიურად ხდება ამ მცენარეების ხმობა. გუმათის წყალსაცავიდან რიონჰესადმე ღია არხის გაყვანის დროს ერთ-ერთი კარტსულ მღვიმეში აღმოჩენილი იქნა სრულიად ბრმა თევზი - ტიპიური რტროგლობიონტი. (სიბნელეში მცხოვრები ორგანიზმი). რიონჰესს მოჰყვა მთელი რიგი სხვა ჰესების მშენებლობა: ლაჯანურჰესი, შაორჰესი, ვარციხჰესის და ენგურჰესის კაკადები და სხვა. ასევე აშენდა მრავალი პატარა ჰესები: ცხენისწყალზე აბაშისწყალზე, ოკაცეზე და სხვა. რომლებიც დღეს არ ფუნქციონირებენ.

შაორჰესის მშენებლობას მოჰყვა ორი წყალსაცავის შექმნა (შაორის და ტყიბულის წყალსაცავი). შაორის წყალსაცავი შექმნა რაჭაში ორი პატარ ტბის ხარისთვალასა და ძროხისთვალას ტბების ხარჯზე. წყალსაცავმა რომლის ფართობი $9,2^2$ კილომეტრია,, სიგრძე 7,1 კმ, უდიდესი განი 2,7 კმ. ხოლო მოცულობა 90 მილიონი კუბური მეტრი. შეიწირა საუკეთესო საძოვრები. რომელსაც ადგილობრივი მოსახლეობისთვის უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა, რადგან რაჭა ძირითადად მეცხოველეობის მხარეა. შაორის წყალსაცავის შექმნამ შეცვალა მიკროკლიმატი მოიმატა ატმოსფეროში ტენიანობამ რამაც ხელი შეუწყო ზოგიერთი სოკოს განვითარებას და დაზიანება დაიწყო ნიკორწმინდას ტაძრის უნიკალურმა ჩუქურთმამ.

შაორჰესის მშენებლობამ მოითხოვა მეორე წყალსაცავის ტყიბულის წყალსაცავის შექმნა,, ტყიბულის წყალსაცავი მოეწყო მდ. ტყიბულზე, რომელიც მიწაში იკარგებოდა. გააშენა ჯებირი და მიწაყრილებით შეიქმნა წყალსაცავი, რომლის სიგრძე 8,1 კმ-ია, სიგანე 3,2 მ. სიღრმე 12 მ. ფართობი $12,1$ კმ². წყლის მოცულობა 86 მილიონი მეტრკუბი.

ორივე წყალსაცავი (შაორი, ტყიბული) გამოიყენება იქთიოფაუნის მოსამრავლებლად საინტერესოა ლაჯანურჰესი, იგი სოფელ ლაჯანში შეიქმნა (ლენხუმი). ჰესი აიგო კლდეში 1960 წელს გადმოგდებული ცხენისწყლის ჩანადენზე. კაშხლის სიმაღლე 69 მეტრია. ამ ჰესის მნიშვნელობა ისიც არის, რომ იგი მთაშია და გარედან არ სჩანს. საქართველოში ყველაზე დიდი ჰიდროელექტროსადგურის ენგურჰესის კასკადის მშენებლობა 1961 წელს დაიწყო. რომლის საპროექტო სიმძლავრე 1640 ათასი კილოვატია. იგი აგებულია მდინარე ენგურზე. წყალსაცავის მოცულობა 1 მილიარდი მეტრ კუბია. სიგრძე 30 კმ. მისმა აგებამ გარდა იმისა, რომ დატბორა ტერიტორიები, მდინარე ენგურის გასწვრივ შავ ზღვამდე დაშრა არტეზიული ჭები და საჭირო გახდა სოფლების სასამელი წყლით მომარაგება. ასევე აშენდა გალის წყალსაცავი 1,19 მილიონი მ³ მოცულობის. ხელოვნური წყალსაცავების შექმნა იწვევს მიკროკლიმატის შეცვლას, რაც თავისთავად უარყოფითად მოქმედებს იქ გავრცელებულ ფლორაზე. რაც შეეხება თბოელექტროსადგურებს გარდა იმისა, რომ მათ მიერ გამომუშაებული ენერგია გაცილებით ძვირი ჯდება, ძლიერ აბინძურებენ გამონაბოლქვით ატმოსფეროს. საქართველო თავისი წყალუხვი მდინარეებით მზის დიდი განათებით და ჰაერის მოძრაობით (ქარებით) დიდ საშუალებას იძლევა ვაწარმოთ შედარებით დაბალფასიანი ელექტრო ენერგია. დღეს უკვე დაიწყო ქარის ელექტროსადგურების მშენებლობა საქართველოში. ბოლო წლებში დაგეგმილია ბევრი ახალი ელექტროსადგურის მშენებლობა. მაგრამ ხშირად მას ხელს უშლის მოსახლეობა. ხალხს უნდა ელექტროენერგია, მაგრამ არ უნდათ ჰესების მშენებლობა. საჭიროა ხალხთან მეტი მუშაობა, რათა ხელი არ შეუშალოს ჰესების მშენებლობას და ქვეყნის აღმავალი გზით განვითარებას.



ლიტერატურა:

1. კერესელიძე თ., მსოფლიოში მცირე ჰიდროენერგეტიკის განვითარების ტენდენციები და პერსპექტივები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, 2015 წ.
2. ჟორჯოლიანი ც., გორდაძე ე., ბუნების დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება. 2010 წ.
3. ჟორჯოლიანი ც., გორდაძე ე., ენერგოეფექტურობა თანამედროვეობის გლობალური პრობლემა; საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, 2015 წ.

THE CONSTRUCTION OF HYDRO POWER PLANTS IN GEORGIA AND RESULTING ENVIRONMENTAL CHANGES

Gordadze E., Zhorzholiani Ts.
 Akaki Tsereteli State University

Summary

The construction of hydro power plants in Georgia resulted in change of environmental conditions (submerging territories, microclimate change, prevention of water fauna migration, etc.). Despite changes caused by the construction of HPPs, it is necessary to construct new hydro power plants, by minimizing the resulted environmental changes.

**ჰიდროგამობის ეროზიისგან დამცავი და სტრუქტურის აღმდგენი
 გეოტექსტილის მასალების შემწნა მშენებლობის
 PET(პოლიეთილენტერეფთალატის) ნედლეულისაგან**

ბარათაშვილი მ., ღინტიბიძე ნ., რ. მაისაშვილი
 აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

გარდამავალი რელიეფის პირობებში ინფრასტრუქტურული პროექტების, სხვადასხვა კავეორიის გზების, სარკინიგზო მაგისტრალების მშენებლობისას ხშირად ხდება მთის გვერდითი გზის დონიდან ზედა და ქვედა ფერდობების მთლიანობის გახსნა. ფერდობებზე ეროზიული პროცესების შეჩერებისა და მისი მთლიანობის აღდგენის მიზნით, ძვირადღირებული ჯეოტექსტილის ნაცვლად მიღებული იქნა PET-ბოთლების მფორადი გამოყენებით აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტის შესაძლებლობები, მიღებული იქნა პირველი შედეგები.

გარდამავალი რელიეფის პირობებში ინფრასტრუქტურული პროექტების, სხვადასხვა კავეორიის გზების, სარკინიგზო მაგისტრალების მშენებლობისას ხშირად ხდება მთის გვერდითი გზის დონიდან ზედა და ქვედა ფერდობების მთლიანობის გახსნა. რაც თავის მხრივ იწვევს სხვადასხვა დონის ეროზიული მოვლენების განვითარებას ფერდობის ჩამოშლამდე. ეს გავლენას ახდენს გზის გამყარ უნარიანობაზე. იზრდება მგზავრთა გადაყვანისა და ტვირთების გადაზიდვისას მოსალოდნელი რისკები.

ასეთ პირობებში გზის პროექტირებისა და მშენებლობისას აღნიშნული პროცესების შეჩერების მიზნით, წარმოებს სხვადასხვა მეთოდების, რკინა ბეტონის საინჟინრო ნაგებობების, გაბიონების, სხვადასხვა კონსტრუქციის მქონე, სინთეტიკური მასალებისაგან დამზადებული ბადეების გამოყენება.

საავტომობილო გზის გვერდითა ფერდობების მთლიანობის რღვევისას, მოკლე პერიოდში დაზიანებული ეროზირებული ფართობების აღდგენის მიზნით, გზაზე ზემოქმედების შეფასებასთან ერთად მნიშვნელოვანია სწორად იქნას გათვლილი გარემოზე მიყენებული ზიანი და ბიო მრავალფეროვნებაზე წარმოებული ზემოქმედებით განვითარებული ნეგატიური პროცესების მასშტაბის შეფასება მისი შეჩერებისა და.

თანამედროვე დამცავი კონსტრუქციების წაყენება არამარტო ფუნქციონალური შესაბამისობის მოთხოვნები, (დამცავი, შემაკავებელი, და დამჭერი თვისებების უზრუნველყოფა)





- ორიგინალური ბადის ადგილზე დამონტაჟების შემდეგ ბადის შიგა კონტურში ჩარგული იქნება გეოგრაფიული არიალის შესაბამისი სწრაფად მზარდი მასიური ფესვთა სისტემის მქონე მრავალწლიანი მცენარეები. რაც უზრუნველყოფს მწვანე საფარის მოკლე დროში აღდგენას.

ეს კი თავის მხრივ უზრუნველყოფს ჩამოქცეული ჩამოშლილი ფერდობის აღდგენას მისი გამაგრების ზედაპირული სტრუქტურის აღდგენის ხარჯზე. მიმდინარე კვლევის შედეგების მიხედვით განსაზღვრული იქნა ფერდობის დაზიანების ხარისხის შესაბამისად ბადეების კონსტრუქციული თავისებურებები, მათი ადგილზე მომზადებისა და დამაგრების პირობები, შესწავლილი იქნა ფერდობზე ეროზიული მოვლენების შმცირებისა და მათი მთლიანად აღმოფხვრის აუცილებელი წინა პირობები და სავარაუდო ვადები.

ლიტერატურა.

1. Miyajima M. Damage Analysis of Buried Lifelines in the Niigata-Ken Chuetsu Earthquake, Japan. 8th NCEE, April 18-22, 2006, San Francisco, California, USA. paper N1042.
2. Seed Bolton H. Landslides During Earthquake due to Soil Liquefaction. J. Soil Mechanics and Foundations Division. vol.94. NO.SM5. Sept. 1968. p.p. 1055-1123.
3. Castro Gonzalo, Poulus Steve J. and Leathers Francis D. Re-Examination of Slide of Lower San Fernando Dam. J. Geotechnical Engineering. vol.111.NO9. Sep. 1985. p.p. 1093-1107.

CREATING THE SLOPE EROSION-RESISTANT AND STRUCTURE-RESTORING GEOTEXTILE MATERIALS FROM SECONDARY PET (POLY ETHYLENE TEREPHTALATE) RAW MATERIALS

Baratashvili M., Gintibidze N. R. Maisashvili

Akaki Tsereteli State University

Summary

When building infrastructural projects, different categories of roads and railway trunk lines under conditions of transitional relief, there frequently occurs breaching of the integrity of the upper and lower slopes from the level of the mountain side road. With a view to preventing the slope erosion process and restoring its integrity, there have been found the opportunities for resolving the mentioned problem by secondary use of PET bottles instead of the expensive geotextile materials. The first results have been already received.



შინაარსი

**1 ელექტროენერგეტიკული მრეწველობის ტექნოლოგია
POWER INDUSTRY TECHNOLOGIES**

ჭუნაშვილი ბ., პეტროსიანი ა., გამრეკელაშვილი თ., ხარებავა დ. – ელექტრომომხმარებლების მიერ ქსელში წარმოქმნილი ააბვის მაღალი სიხშირის ჰარმონიკების სიმეტრიულობის გამოკვლევა	5
ჭუნაშვილი ბ., ქობალია მ., პეტროსიანი ა., გვიმრაძე ა. – ელექტრომომხმარებლების რეაქტიული დატვირთვების ასიმეტრიულობის ხარისხის დადგენა და შეფასება	8
კოსრეიძე გ., ხორავა ვ., ფრანგიშვილი გ., ტეტუნაშვილი ე. – წვივის ძვესადგურებში ქსელის მიმყოფი საფხაზა ინვერტორების მუშაობის რეჟიმები შემხვედრ-პარალელურად მიერთებული უკუ მართვადი გამმართველის პირობებში	12
კოსრეიძე გ., ბახტაძე მ., ფრანგიშვილი გ., ტეტუნაშვილი ე. – შემხვედრ-პარალელურად ჩართულ უკუ მართვად გამმართველ-ინვერტორულ აბრეზატებში ელექტრომაგნიტური ბარდამავალი პროცესების მათემატიკური მოდელირება	17
კოსრეიძე დ., ბუჭველაშვილი გ. – ზეპამტარი ელექტროსისტემის მათემატიკური მოდელი	19
ხურცილავა გ., კიდურაძე თ. – რეაქტიული ენერჯის კომპენსაცია სს „საქართველოს რკინიგზა“-ს წვივის ძვესადგურებში	23
ნემსაძე შ., ძეგური დ. – კლიერი იმპულსური მაგნიტური ველის პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივები	25
მუსელიანი თ., ცოფურაშვილი გ., მთვარელიშვილი გ. – სამრეწველო სიხშირის ელექტრული და მაგნიტური ველების ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის პრობლემები	29
შაველაშვილი ი., შაველაშვილი გ. – ელექტროენერჯის დანაკარგების სტრუქტურული სქემის შემუშავება (სს „თელასის“ 110/10-6/0.4 კვ ქსელისათვის)	32
დოჭვირი ჯ., საჭაპურიძე თ. – მძლავრი ბენერატორების უკუგავშირიანი მართვის სისტემები გაუმჯობესებული დინამიკური მახასიათებლებით	35
გიუაშვილი მ. – პიეზოელექტრული გამზომი ბარდამასხის დინამიკური მახასიათებლების განსაზღვრა მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარით	39
სირაძე ჯ., კაფთელაძე ნ., ტურქელაძე დ. – მცირე წარმადობის ელექტროსაშრობი დანადგარის კვლევა	42
პაპიძე ზ. ფხაკაძე შ. – ძირითადი რეჟიმების დადგენა ჰიბრიდული ელექტროენერგეტიკული სისტემის ცვლადი დენის ქსელთან პარალელური მუშაობის პირობებში	44
ფხაკაძე შ. – ლითონ-იონური აკუმულატორთა გატარების დამუხტვისა და განმუხტვის პროცესის რეჟიმები	48
ცეცხლაძე მ. – მუდმივი დენის ელექტრული ძრავის მართვის სისტემის ოპტიმიზაცია	51
ნოსელიძე ჯ., მომცემიძე შ., კალაძე დ., ნოსელიძე გ. – ბუმატქვის წყალსაცავის ჰიდრაგლიკური ბარეჯვის კვლევა	53
კოპალიანი ნ., ზიგზივაძე თ., ზიგზივაძე დ. – საქართველოს ელექტრო-ენერგეტიკული სისტემის ელექტრული დატვირთვების ბრკელვადიანი პრობლემატიკა თანამედროვე, წინასწარმეტყველების უწყვეტების გამოყენებით	57



2 ენერგოეფექტურობა და განახლებადი ენერგიის წყაროები ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

არაბიძე გ., ფხალაძე ი., არაბიძე ნ. – ენერგოეფექტურობის ბარიერები საქართველოს შენობების სექტორში _____	67
არაბიძე გ., ფხალაძე ი., არაბიძე ნ. – CO ₂ ემისიები საქართველოს შენობების სექტორში _____	71
Y. Akgüney – PRINCIPLES OF CONTROL FOR EFFICIENCY OF THE ENERGY USED IN A ROOM _____	76
გრძელიშვილი ა., ბარათაშვილი მ. – შენობების ენერგოეფექტიანობის ამაღლების შესაძლებლობები _____	81
გიგინეიშვილი გ., მაჭავარიანი ე., ჯიხვაძე მ., ქსოვრელი ნ. – ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანის ეფექტურობის ანალიზი _____	83
მაჭავარიანი ე., გიგინეიშვილი გ. – ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანა _____	87
კოხრეიძე თ., ქადაგიშვილი გ. – მაღალტემპერატურული სამფანა პრიოტრონული ბამბარტველი ნახევრადგამტარული მარტვითი _____	90
კოხრეიძე თ., კენჭოშვილი ფ. – ზემამტარული ელექტრომოწყობილობების მოკლე შერთვის დენების შეზღუდვა ზემამტარული დენსაზღვრით და მისი ანგარიში ღრობი ინტერვალების მიხედვით _____	93
პაპიძე ზ. – ელექტრომაგნიტური ბარდამავალი პროცესები, ძარის ელექტროსაღებურისა და სამფანა მარტვიანი ბამბარტველის ერთობლივი მუშაობის პირობებში _____	98
წერეთელი კ., ფიროსმანაშვილი გ. – ელექტრომომარაგების ქსელში კაპის არასიმეტრიის გავლენის შესახებ _____	101
ლომიძე ი., ხელიძე გ., ჩუბინიძე ზ., სამსონაშვილი პ. – ერთეული სიმძლავრის შესაბამისი წყლის ხარჯის დადგენა ნატურული ბაზომეზიტით, ბახვი 3 ჰვის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში. _____	104
ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ფანცხავა ე., პაპავა ლ., ჯიხვაძე მ., რაზმაძე მ., მჭედლიძე ქ. – საქართველოში არსებული ენერგორესურსების ათვისების პოტენციალური მიმართულებანი _____	108
ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ჟორდანიას ირ., ნოზაძე თ., მირიანაშვილი ნ., ლომსაძე ზ., წოწონავა-დურგლიშვილი თ. – ატრადიციული, განახლებადი რესურსები – ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის ალტერნატივა _____	110
ქათამაძე ი. ნაკაშიძე ვ. კაპანაძე თ. – ორბანული (OLED) უმქდიოდები და მათი ბამოქმენება თანამედროვე ტექნოლოგიებში _____	113
ნემსწვერიძე მ. ნეტო აღრიცხვის ეფექტიანობა და სარბეგელი ჰიდროენერგეტიკაში _____	117
Yılmaz AKGÜNEY – MODELLING OF AN EXPERIMENTAL ROOM TO WORK WITH MINIMUM USE OF ENERGY _____	120

3

საინფორმაციო ტექნოლოგიები ენერგეტიკასა და ტელეკომუნიკაციაში INFORMATION TECHNOLOGY IN POWER INDUSTRY AND TELECOMMUNICATION

მარდალეიშვილი ზ., გელხვიძე პ., – კოპლატაძე მ., კუპატაძე თ. – საქართველოს სატელეკომუნიკაციო სფეროში დასაქმების უორმულა _____	129
ბურკაძე ტ., ბასილაშვილი გ. – ინფორმაციის პაპეტიური მიმოცვლის თავისებურებები მოგილური კავშირის ახალი თაობების ტექნოლოგიებში _____	131



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



მასხარაძე ს., ბერიძე ჯ., ქორთუა თ. – რადიოსიხშირული უზრუნველყოფის პრობლემები 5G თაობის (5G) მობილური კავშირის ქსელებისათვის _ 135

კვიციანი შ., ბერიძე ჯ. – 5G თაობის (5G-Generation) მობილური კავშირის განვითარების ასპექტები _____ 138

ჯღამაძე მ. ს., ხუნწარია ჯ. მ. – მომავლის FN ქსელის ძირითადი სტრუქტურა და მისი ძირითადი დონეები _____ 142

ჯღამაძე მ. ს., ხუნწარია ჯ. მ. – ახალი ქსელური არქიტექტურის SDN ქსელის ძირითადი სტრუქტურა და განვითარების ეტაპები _____ 145

ბუინაგა ე., ყიფიანი ქ., გვალია თ. – მულტიმედიაზე ქსელში მოთხოვნებზე დაყრდნობის წარმოქმნის დამოკიდებულება ქსელში არსებულ მარშრუტებზე _____ 147

შამანაძე თ., შამანაძე გ. – პირდაპირი გადადანიშნულების პროცედურების გავლენა მობილური ქსელის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე _____ 151

ძოწენიძე გ., მურჯიკნელი გ., ბაჯელიძე ი. – კვანძობენულ ქსელებში Wi-Fi შედგენის წერტილების მონიტორინგის მეთოდების შედარებითი ანალიზი _____ 154

მურჯიკნელი გ., აბულაძე ვ. – 4G თაობის მობილური კავშირის ქსელში ხმის გადაცემის “VoLTE” ტექნოლოგიის საკითხების გამოკვლევა და დამუშავება _____ 157

მურჯიკნელი გ., ჩხაიძე ი., აბიანაძე ნ. – ფრაქტალური განზომილების გამოყენება ტოპოლოგიური ქსელების მოდელირებისათვის _____ 162

სახუტაშვილი ე., დობრაძე ნ. – საინფორმაციო ტექნოლოგიები (სტ) ტელეკომუნიკაციის მარკეტინგულ საქმიანობაში _____ 166

ხუნწარია ლ., კუკავა ი. – ინტერნეტი მსოფლიო კომუნიკაციისა და ეკონომიკური ზრდის ბენეფიციარი _____ 168

ზუმბურიძე თ., ადამაშვილი ნ. – მობილური კავშირის მეთხმე თაობის LTE/SAE-ის მახასიათებლების ანალიზი _____ 172

ცქვიტინიძე ი., ბასილაშვილი გ. – LTE – ქსელების დაგეგმვების სიმულაციური მეთოდები _____ 175

ნანობაშვილი ვ. – 4G თაობის სახარკო კოდის ბლოკური სინქრონიზების საკითხები _____ 179

როსტიაშვილი ნ., ჩხაიძე მ., სვანიძე რ. – შეცდომათა ალგორითმის შეფასება გადაცემის ციფრულ ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (ბცბოს) _____ 182

როსტიაშვილი ნ., ჩხაიძე მ., სვანიძე რ. – შეცდომათა ალგორითმის გაზომვის პრინციპები გადაცემის ციფრულ ბოჭკოვან-ოპტიკურ სისტემებში (ბცბოს) _____ 185

4 ენერგეტიკის ეკონომიკა და მენეჯმენტი.
ენერგეტიკის რეგულირება
ENERGY ECONOMICS AND
MANAGEMENT. ENERGY REGULATION

ჩომახიძე დ., ცხაკაია ქ. – ენერგეტიკული რესურსების ექსპორტ-იმპორტი საქართველოში _____ 191

ლომსაძე-კუჭავა მ. – ლობისტიკური სისტემები და მათი დანერგვის მდგომარეობა ენერგეტიკაში _____ 195

ანანიაშვილი გ. – საქართველოს ბაზააღრიწვიანი ავტოკარკის სიტუაციური ანალიზი _____ 199

Помаза-Пономаренко А. Л. – ДИАЛЕКТИКА, ДИХОТОМИЯ И МЕХАНИЗМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ _____ 203



Мамедова Х. Ф., Мамедов Ф. А. – КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ _____	206
სულაკაძე ლ. – საქართველოს ელექტროენერგეტიკული ბაზრის მოდელის ცვლილების აუცილებლობა _____	211
სულაკაძე ლ. – საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სექტორში ბანხორციელებული ინვესტიციების საჭიროება _____	214
ზივზივაძე ა. – ბანახლებადი ენერგეტიკის სფეროში ევროკავშირის ღირებულებებთან საქართველოს კანონმდებლობის ჰარმონიზაციის ასპექტები _____	217
ჟორჟოლიანი ც., გორდაძე ე. – ენერგოეფექტურობა - ძველის ეკონომიკის საფუძველი _____	220
შალამბერიძე თ. – ქარის ენერჯის გამოყენების პერსპექტივები საქართველოში _____	224
თევდორაძე ს. – ელექტროენერჯის უსაღენო გადაცემის პრობლემები და პერსპექტივები _____	227

5

ენერჯისა და რესურსების დამზოგავი ტექნოლოგიები ენერგეტიკაში, მრეწველობაში, მშენებლობასა და ტრანსპორტში
ENERGY AND RESOURCES SAVING TECHNOLOGIES IN POWER ENGINEERING, INDUSTRY, CONSTRUCTION ENGINEERING AND TRANSPORT

არაბიძე ს., ჯავშანაშვილი ნ., ჯიშკარიანი თ. – ამრეწველო სექტორში ნახშირორქანების (ჩ 2) ემისიების შემცირების ორბანინახაციული და ტექნოლოგიური ღონისძიებები _____	233
ბერეჟიანი მ., მეტრეველი ი., ბერეჟიანი ა. – ბირთვული ენერგეტიკის მასალები და მადნეულის კონცენტრატი – კომპლექსური ტექნოლოგიების პროტენციალი _____	236
ყიფიანი პ., გერაძე პ., მინდაძე ს., დოგრაშვილი მ. – მშენებლობაში ენერგო და რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები მსუბუში, თხელკედლიანი ფოლადის კონსტრუქციების გამოყენებით _____	240
ზივზივაძე ბ.ლ. – ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში გამოყენებული მასალების მიმოხილვა _____	243
ქეხიშვილი ნ., ჯიშკარიანი თ., ჯავშანაშვილი ნ. – ტყიბულის ქვანახშირის ფართოდ გამოყენების პერსპექტივები _____	245
სახანბერიძე ნ. – ცილინდრული ზედაპირების გამოწვევის პროცესის ენერგოეფექტიანობის შესახებ _____	247
რუნაძე შ., ტოლმაჩევი ლ., აფრიდონიძე მ., შოთაძე ა. – წყლის ელექტროდინამიკით დეინინახცის პროცესის ინტენსიფიკაცია _____	251
კონცელიძე ლ., გოცირიძე რ., კონცელიძე ზ., მხეიძე ნ. – ზღვის წყლიდან კალიუმის სასუქის მიღება ელექტროდინამიკის ახალი ტექნოლოგიური მეთოდით _____	255
ბაძგარაძე ა. – ამროდინამიკური კალებით დატვირთული აბსოლუტურად მონილი ღეროების წონასწორობის ბანტოლებები _____	260
მარდალეიშვილი ნ. – სატრანსპორტო საშუალებების უძრავ დაბრკოლებაზე შეჯახების გამოკვლევა სხვადასხვა მათემატიკური მოდელით _____	263
samadalaSvili a., lomize a., modebaZe t. – სასილოსე მასის კოლიმეტილენის ტომრებში ჩამწენი მოწყობილობა _____	266



IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია
IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



kakauriZe a., zivzivaZe l., cqifuriSvili T., SalamberiZe m. – ელექტროწიფი ბადადნობისას სხმულის ფორმირების პირობები _____ 270

bakuraZe e., zivzivaZe b., vadaWkoria z., bakuraZe k., abesaZe n. – ბოჭკოს გამოსამშუშავებელი მიწების ნელეულის სინთეზი _____ 273

CogovaZe j., CogovaZe l. – ავტომობილის არაფატალური შიბასალონური ტრამვისას მძღოლის დაზიანებების ანალიზი _____ 277

ormocaZe n., zivzivaZe a., mesxiSvili m. – ღენთის ბასროლით წარმოქმნილი ჰვარტლის კრიმინალისტიკური კვლევა _____ 281

ყურშუბაძე ც., ბეჭირიშვილი მ. – შეუღლებული დეტალების სწავლების მეთოდების თავისებურებები მანქანათა ნაწილებში _____ 285

კოპალიანი ნ., ღინტიბიძე ნ., ორმოცაძე ნ., ფილია რ., რ. მაისაშვილი – გამოსახულებათა დამუშავების თეორიის გამოყენება დოკუმენტების დენტიფიკაციის ამოცანებში ატჰნად-ის სისტემაში _____ 289

6 ეკოლოგია და გარემოს დაცვა
ECOLOGY AND ENVIRONMENT

ბერეჟიანი ა. – ნარჩენებიდან ენერჯის აღდგენის მარეზულირებელი ევროკული მიღბომები და მოთხოვნები _____ 293

Tskhakaia K.*, Tsiskaridze D.*, Gamkrelidze E. – ON THE ROLE OF PUBLIC ENGAGEMENT IN IMPLEMENTATION OF WASTE MANAGEMENT POLICIES IN GEORGIA ACCORDING TO AN EU ASSOCIATION AGREEMENT** _____ 295

ხელიძე გ. კ., შატაკიშვილი ღ. ა., კიკაჩიშვილი ნ. გ. – თეზსსავალით გატარებული წყლის ხარჯის ბანანბრეშება ზედა ბიევის ცვალეაბადი ღონის დროს _____ 299

Нугуева Ш.С, Мамедов Э.А. – ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. _____ 302

თოფურიან რ., კოჩაძე თ., ბარაბაძე მ. – სატრანსპორტო ენერგეტიკული დანაღბარში ხმაურის წარმოქმნა და მისი ბანსაზღვრის მეთოდი _____ 304

ბერიშვილი ს. – გარემოსდაცვითი უსაფრთხოების პრობლემები ენერგორესურსების ტრანსპორტირებისას _____ 308

გორდაძე ე., ჟორჟოლიანი ც. – ელექტროსადგურების მშენებლობა საქართველოში და მისბან გამოწვეული ეკოლოგიური ცვლილებები _____ 312

ბარათაშვილი მ., ღინტიბიძე ნ., რ. მაისაშვილი – შერღობების ეროზიისბან დამცავი და სტრუქტურის აღმდგენი ბეოტემსტილის მასალების შექმნა მერადი PET(პოლიეთილენტერეფტალატის) ნელეულისაბან _____ 314



კომპიუტერული უზრუნველყოფა ლევან იობაძე

ქაღალდის ზომა 1/8
ნაბეჭდი თაბახი 20
ტირაჟი 80

დაიქვეჭდა აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სტამბაში