

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
TECHNICAL UNIVERSITY OF GEORGIA
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ISSN 1512-0996

შ რ ტ მ ე ბ ი
TRANSACTIONS
Т Р У Д Ы

№ 1(475)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2010

სარედაქციო კოლეგია:

ა. მოწონელიძე (თავმჯდომარე), ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ე. ელიზბარაშვილი (თავმჯდომარის მოადგილე), ქ. ქოქრაშვილი, ს. ესაძე, ი. ლომიძე, აღ. გრიგოლიშვილი, გ. სალუქვაძე, მ. მაისურაძე, ტ. კვიციანი, ი. მშვენერაძე, თ. ამბროლაძე, ჯ. ბერიძე, თ. ჯიშკარიანი, შ. ნემსაძე, თ. ლომინაძე, უ. ზვიადაძე, ა. აბშილავა, ა. აბრალავა, მ. ჩხეიძე, ნ. გაბრიჩიძე, დ. ნატროშვილი, ა. გიგინეიშვილი, ნ. ჯიბლაძე, ვ. კოპალეიშვილი, თ. გაბადაძე, ო. გელაშვილი, გ. აბრამიშვილი, თ. მეგრელიძე.

EDITORIAL BOARD:

A. Motzonelidze (chairman), A. Prangishvili (vice-chairman), E. Elizbarashvili (vice-chairman), K. Kokrashvili, S. Esadze, I. Lomidze, A. Grigolishvili, G. Salukvadze, M. Maisuradze, T. Kvitsiani, I. Mshvenieradze, T. Ambroladze, J. Beridze, T. Jishkariani, Sh. Nemsadze, T. Lominadze, U. Zviadadze, A. Abshilava, A. Abralava, M. Chkheidze, N. Gabrichidze, D. Natroshvili, A. Gigineishvili, N. Jibladze, V. Kopaleishvili, T. Gabadadze, O. Gelashvili, G. Abramishvili, T. Megrelidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Моцонелидзе (председатель), А. Прангишвили (зам. председателя), Э. Элизбарашвили (зам. председателя), К. Кокрашвили, С. Эсадзе, И. Ломидзе, Ал. Григолишвили, Г. Салуквадзе, М. Маисурадзе, Т. Квициани, И. Мшвениерадзе, Т. Амброладзе, Дж. Беридзе, Т. Джишкარიани, Ш. Немсадзе, Т. Ломинадзе, У. Звиаддзе, А. Абшилава, А. Абралава, М. Чхеидзе, Н. Габричидзе, Д. Натрошвили, А. Гигинеишвили, Н. Джибладзе, В. Копалеишвили, Т. Габададзе, О. Гелашвили, Г. Абрамишвили, Т. Мегрелидзе.



საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2010

Publishing House “Technical University”, 2010

Издательский дом “Технический Университет”, 2010

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



Verba volant,
scripta manent

შინაარსი

სამშენებლო

ა. საბეიშვილი. მუღმივკვეთიანი ერთბაროვანი სწორი ღეროს ბანგაროშება ბრძოვ ღარტყმაზე, მღბრაღობის ბათვალისწინებით	13
ა. საბეიშვილი. ერთბაროვანი სწორკუთხა მუღმივი კვეთის მქონე ფურცლოვანი ხვეული რესორის ბანგაროშება ღარტყმაზე	17
ა. სოსაძე, გ. მაისურაძე. ბარსული საძირკვლები	21
შ. ბაქანიძე. სამშენებლო პროცესების ვარიანტული ღარტყმა	26
შ. ბაქანიძე. სამონტაჟო ამწის მოძრაობის ოპტიმალური სქემის შერჩევა	34
ა. სოსაძე, გ. მეძმარიაშვილი. ბასაშელი “საიერიშო” ხიდების კონსტრუქციების ღობიკა ღიღი მაღლების შემთხვევაში	39

ენერგეტიკა და ტელეკომუნიკაცია

შ. ნემსაძე, მ. გიუაშვილი. მახინტურ-იმპულსური, ტექნოლოგიური და ბამონსაცდელი სისტემები რევერსიულად ჩართვადი ღინისტორებით	44
---	----

სამთო-გეოლოგია

ა. გორღელიშვილი, ი. გელაშვილი. ავითქების ენერჯის მართვა	49
მ. მესხი, გ. ჭიაურელი. ნაბეობათა ღეფორმაციების პრობნოზირებისათვის ემპირიული პარამეტრების ღაღბენის ბრაფიკული მეთოდი	54

ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია

რ. გვეტაძე, დ. გვეტაძე. კველაღმოსავლური ასტრონომიულ-ქრონოლოგიური მიღწევები სისტემატიზირებული და ასახული წარმართული და აღრქრისიანულ ქართულ წერილობით კებლებში	59
--	----

არქიტექტურა, ურბანისტიკა, ღიზანი

მ. მილაშვილი, გ. მჭედლიშვილი. ბანათება ინტერიერში	66
ნ. ნაგევი. ღასვენების ორბანიზაცია ღიღი ქალაქის სარმკრეაციო (გუნებრივ) ზონაში (აზმრბანიზანის ქალაქების მახალითით)	71
გ. როყვა, მ. მილაშვილი. თანამეღროვე მინის ძირითადი თვისებები	75

ინფორმეტიკა, მართვის სისტემები

რ. კაკუბავა, დ. გულუა, გ. ფიფია, ვ. ღიდმანიძე. პრიორიტეტული M/G/1 სისტემა ზობიერთი შეხლუღვით	81
რ. კაკუბავა, რ. ქუთათელაძე, გ. ფიფია, ვ. ღიდმანიძე. ზობიერთი მომსახურების მომხმარებელთა ქვევის მათემატიკური მოღელირება	85

რ. სამხარაძე. საქართველოს ენერგოსისტემის ოპტიმალური სადღეღამისო რეჟიმის კოეფიციენტის ალგორითმი.....	89
--	----

სატრანსპორტო, მანქანათმშენებლობა

ჯ. იოსებბიძე, გ. აბრამიშვილი, თ. აფაქიძე, ლ. ზურაბიშვილი, ნ. დიასამიძე. ლოგისტიკური სისტემის «ავტომობილების ეკოლოგიური უსაფრთხოება – დიზელის საწვავის თვისებები» მოდელის დამუშავება.....	95
ე. სადალაშვილი. ხორბლის ფქვილის მიერ წყლის შეკავების უნარის ექსპერიმენტული გამოკვლევა.....	104
თ. მეგრელიძე, ე. სადალაშვილი, გ. გუგულაშვილი. კვების ზოგიერთი პროდუქტიდან წყლის გამოყინვის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევა.....	108
მ. ამირიძე. ელექტრონაპერწკლური ბამჭოლის მეთოდით მონოკრისტალური ვოლფრამის ნაგზაღვი მცირე დიამეტრით ღრმა ნახვრეტების ფორმირების პროცესის ოპტიმიზაცია.....	111
ნ. აბულაძე, მ. ჭელიძე, თ. შუკაკიძე. წრეწირის სახეები ორთოგონალურ-ინვოლუციურ კვადრატულ კომპლობიაში.....	115
ლ. სუთიძე, გ. იაკობაშვილი. ტექნიკური ტერმინოლოგია და თანამედროვე სასწავლო ლიტერატურა.....	121
ჯ. კანკაძე, ა. მეზონია, მ. კანკაძე. ფასები, ფასწარმოქმნა და მისი ცვლილების თავისებურებები.....	125

კუმანიტარულ-სოციალური

რ. ქუთათელაძე, ა. კობიაშვილი, ქ. ქუთათელაძე. ენერგოსისტემის ოპტიმალურ-ორიენტირებული წარმოებენა.....	130
--	-----

ავტორთა საკიბელო	136
-------------------------------	-----

ავტორთა საწურაფლები	137
----------------------------------	-----

CONTENTS

BUILDING

- A. Khabeishvili.** CALCULATION OF HOMOGENOUS STRAIGHT ROD OF CONSTANT SECTION WITH TAKING INTO ACCOUNT ITS STEADINESS ON LONGITUDINAL IMPACT..... 13
- A. Khabeishvili.** CALCULATION OF HOMOGENEOUS ROLLED-SHEET RIGHT ANGLED SPRING OF CONSTANT SECTION AGAINST SHOCK 17
- A. Sokhadze, G. Maisuradze.** SHELL FOUNDATIONS 21
- Sh. Bakanidze.** VARIATION PLANNING OF CONSTRUCTION PROCESSES 26
- Sh. Bakanidze.** CHOOSING OF OPTIMUM SCHEME OF ERECTION CRANE MOTION..... 34
- A. Sokhadze, G. Medzmariashvili.** CONSTRUCTIONAL LOGIC OF DEPLOYABLE “ASSAULTING” BRIDGE IN CASE OF LARGE SPANS 39

ENERGETICS AND TELECOMMUNICATION

- Sh. Nemsadze, M. Giuashvili.** MAGNETIC-IMPULSE TECHNOLOGICAL AND TESTING SYSTEMS WITH THE REVERSAL SWITCHING DYNISTORS..... 44

MINING AND GEOLOGY

- A. Gocholeishvili, I. Gelashvili.** ENERGY MANAGEMENT OF EXPLOSION..... 49
- G. Meskhi, G. Chiaureli.** SETTING EMPIRICAL PARAMETERS FOR ESTIMATING BUILDING DEFORMATIONS BY MEANS OF GRAPHIC METHOD 54

CHEMICAL TECHNOLOGY, METALLURGY

- R. Gvetadze, D. Gvetadze.** OLD ORIENTAL ASTRONOMIC-CHRONOLOGICAL ACHIEVEMENTS SYSTEMIZED AND REFLECTED IN PAGAN AND EARLY CHRISTIAN GEORGIAN WRITTEN MONUMENTS..... 59

ARCHITECTURE, URBANIZATION, DESIGN

- M. Milashvili, V. Mchedlishvili.** LIGHTING IN INTERIOR..... 66
- T. Nagiyev.** THE ORGANIZATION OF THE RECREATION IN SUBURBAN AREAS OF THE BIG CITY (ON EXAMPLE OF THE CITIES OF AZERBAIJAN)..... 71
- G. Rokva, M. Milashvili.** FUNDAMENTAL PROPERTIES OF MODERN GLASS 75

INFORMATIC, MANAGING SYSTEMS

- R. Kakubava, D. Gulua, G. Pipia, V. Didmanidze.** PRIORITY M/G/1 SYSTEM WITH SOME RESTRICTIONS..... 81
- R. Kakubava, R. Kutateladze, G. Pipia, V. Didmanidze.** MATHEMATICAL MODELLING FOR BEHAVIOUR OF SOME SERVICES CONSUMERS..... 85
- R. Samkharadze.** ALGORITHM OF FORMING OPTIMAL DAILY REGIME OF GEORGIAN POWER SYSTEM 89

TRANSPORT, MECHANICAL ENGINEERING

J. Iosebidge, G. Abramishvili, T. Apakidze, L. Zurabishvili, N. Diasamidze. ELABORATION OF MODEL OF LOGISTICAL SYSTEM “ECOLOGICAL SAFETY OF MOTOR VEHICLES - PROPERTIES OF DIESEL OIL” 95

E. Sadagashvili. EXPERIMENTAL RESEARCH OF WATER DETAINING SKILL OF WHEAT FLOUR 104

T. Megrelidze, E. Sadagashvili, G. Gugulashvili. EXPERIMENTAL STUDY OF WATER-FREEZING PROCESS FROM SOME FOOD-PRODUCTS 108

M. Amiridze. OPTIMIZATION OF THE FORMATION PROCESS OF HOLES OF A SMALL DIAMETER AND BIG DEPTH IN MONOCRYSTALS OF TUNGSTEN BY THE METHOD OF ELECTRIC-SPARK BROACHING 111

N. Abuladze, M. Chelidze, T. Shukakidze. KINDS OF CIRCUMFERENCE IN ORTHOGONAL-INVOLUTIONAL QUADRATIC HOMOLOGY 115

L. Sutidze, G. Iakobashvili. TECHNICAL TERMINOLOGY AND MODERN EDUCATIONAL LITERATURE 121

J.Kankadze, A.Mebonia, M.Kankadze. PRICES, PRICE FORMATION AND THE PECULIARITIES OF ITS CHANGE..... 125

THE HUMANITIES-SOCIAL

R. Kutateladze, A. Kobiashvili, K. Kutateladze. AN OBJECT-ORIENTED REPRESENTATION OF POWER SYSTEM 130

AUTHORS INDEX 136

FOR AUTHORS ATTENTION 137

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО

А.Д. Хабеишвили. РАСЧЕТ ОДНОРОДНОЙ ПРЯМОЙ БАЛКИ С ПОСТОЯННЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ НА ПРОДОЛЬНЫЙ УДАР С УЧЕТОМ УСТОЙЧИВОСТИ.....	13
А.Д. Хабеишвили. РАСЧЕТ ОДНОРОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ВИТОЙ РЕССОРЫ С ПОСТОЯННЫМ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ НА УДАР	17
А.П. Сохадзе, Г.Дж. Маисурадзе. ОБОЛОЧНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ	21
Ш.Т. Баканидзе. ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	26
Ш.Т. Баканидзе. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДВИЖЕНИЯ МОНТАЖНОГО КРАНА.....	34
А.П. Сохадзе, Г.Э. Медзмаришвили. ЛОГИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ РАЗВЕРТЫВАЕМЫХ «ШТУРМОВЫХ» МОСТОВ С БОЛЬШИМИ ПРОЛЕТАМИ	39

ЭНЕРГЕТИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Ш.А. Немсадзе, М.А. Гиуашвили. МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С РЕВЕРСИВНО ВКЛЮЧАЕМЫМИ ДИНИСТОРАМИ	44
--	----

ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОЛОГИЯ

А.Т. Гочолейшвили, И.Г. Гелашвили. УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГИЕЙ ВЗРЫВА.....	49
М.А. Месхи, Г.Г. Чиаурели. УСТАНОВЛЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	54

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТАЛЛУРГИЯ

Р.Г. Гветадзе, Д.Р. Гветадзе. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ И ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ДРЕВНЕГО ВОСТОКА, СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЕ И ОТРАЖЕННЫЕ В ЯЗЫЧЕСКИХ И РАННЕХРИСТИАНСКИХ ГРУЗИНСКИХ ПИСЬМЕННЫХ ПАМЯТНИКАХ.....	59
--	----

АРХИТЕКТУРА, УРБАНИСТИКА, ДИЗАЙН

М.В. Милашвили, В.В. Мчедлишвили. ОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЬЕРЕ.....	66
Н.Г. Нагиев. ОРГАНИЗАЦИЯ ОТДЫХА В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ АЗЕРБАЙДЖАНА)	71
Г.К. Роква, М.Т. Милашвили. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННОГО СТЕКЛА.....	75

ИНФОРМАТИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Р.В. Какубава, Д.В. Гулуа, Г.М. Пипиа, В.А. Дидманидзе. ПРИОРИТЕТНАЯ СИСТЕМА M/G/1 С НЕКОТОРЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ.....	81
---	----

Р.В. Какубава, Р.Г. Кутателадзе, Г.М. Пипия, В.А. Дидманидзе. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ УСЛУГ	85
Р.Ю. Самхарадзе. АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СУТОЧНОГО РЕЖИМА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ГРУЗИИ.....	89

ТРАНСПОРТ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

Дж.С. Иосебидзе, Г.С. Абрамишвили, Т.М. Апакидзе, Л.А. Зурабишвили, Н.Н. Диасамидзе. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ - СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА»	95
Э.З. Садагашвили. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ.....	104
Т.И. Мегрелидзе, Э.З. Садагашвили, Г.Л. Гугулашвили. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫМОРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ИЗ НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	108
М. Н. Амиридзе. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА И БОЛЬШОЙ ГЛУБИНЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ВОЛЬФРАМА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ПРОШИВКИ	111
Н.Г. Абуладзе, М.Д. Челидзе, Т.Д. Шукакидзе. ОБРАЗЫ ОКРУЖНОСТИ В ОРТОГОНАЛЬНО-ИНВОЛЮЦИОННОЙ КВАДРАТИЧНОЙ ГОМОЛОГИИ	115
Л.Н. Сутидзе, Г.И. Якобашвили. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	121
Дж.А. Канкадзе, А.С. Мебония, М.Д. Канкадзе. ЦЕНЫ, ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ.....	125

ГУМАНИТАРНО-СОЦИАЛЬНАЯ

Р.Г Кутателадзе, А.Г. Кобиашвили, К.Г. Кутателадзе. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ.....	130
--	------------

ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ	136
-------------------------------	------------

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	137
---------------------------------	------------

ღეზი ლამფილი – 70



საქართველთა შრომთადაცვალების კავშირების ფედერაციის ვიცე-პრეზიდენტი, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო ტექნიკის დირექტორი, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის წევრი, უმაღლესი ინჟინერი, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, ლიტერატურის დოქტორი, საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, შრომის მემორიალის მფლობელი, საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის 45 წელით აღსანიშნავი წლის ბიუროს წევრი.

სამხატვრო ხელოვნების დარგის განვითარების მიზნით

დ. ლამფილიმ სწავლა განაგრძო საქართველოს პედაგოგიური ინსტიტუტის ინსტიტუტში, სადაც განუღებია პედაგოგიური ინსტიტუტის ინსტიტუტის დირექტორის მოვალეობა.

დ. ლამფილის დამსახურება უმაღლესი ინჟინერი, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის 1981-1991 წლებში დირექტორის მოვალეობის დასრულება, 1991-1995 წლებში – საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო ინსტიტუტის დირექტორი, 1995-2005 წლებში, ინსტიტუტის დირექტორის მოვალეობის დასრულება – საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება.

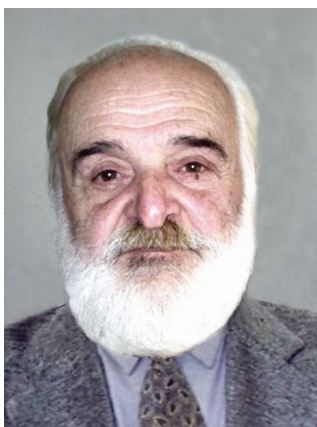
განუღებია 7000-ზე მეტი ინჟინერი-ინჟინერი, დამუშავდა წარმართული მემორიალი, დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება.

პედაგოგიური ინსტიტუტის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება.

პედაგოგიური ინსტიტუტის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება.

დ. ლამფილის კვლევა იცნობს დღეს-ეს, აგრეთვე აღმსარებელი უმაღლესი დირექტორის საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება, საქართველოს საინჟინრო-საინჟინრო აკადემიის დირექტორის მოვალეობის დასრულება.

აბრეშვილი საბრუნველი – 75



ცნობილი ქართველი მეცნიერს, მუშაობდა და ასალგაზმდა სპეციალისტთა მზარდი თანამის აღმზრდელს, სამეცნიერ-პროგნოზური მუშაობის ადგილზე მრავალი წლის განმავლობაში, საქართველოს ფუნდამენტური მეცნიერების დარგის დირექტორი და მიმდებარე ფუნდამენტის რეპროდუქციის თვითმართველი და უმცირესობის დირექტორის სტრუქტურის უმცირესობის, ფუნდამენტის მეცნიერებათა დეპარტამენტის აბრეშვილი საბრუნველს 2010 წელს დამატებით 75 და სამეცნიერ-პროგნოზური მუშაობის 50 წელი უსტუმრდა.

მეცნიერი აბრეშვილის ცხოვრება და მუშაობა მჭიდროდა დაკავშირებულია საქართველოს ფუნდამენტური მეცნიერების განვითარების თითქმის 50 წელი მანამდე ქვეყნის სახელმწიფოს კვლევითი განვითარება. ჯერ იყო დირექტორი ფუნდამენტის თანამდებარის სტრუქტურის (1954–1959 წწ.), შემდეგ სილიკონის ფუნდამენტის კათედრის ასისტენტი, დირექტორი, უმცირესობის (1966–1982 წწ.), თვითმართველი და უმცირესობის დირექტორის კათედრის გამგე (1982–2005 წწ.), სულთ 2005 წლიდან დღემდე თვითმართველი და უმცირესობის დირექტორის სტრუქტურის უმცირესობის.

მეცნიერი აბრეშვილი ფუნდამენტური მეცნიერების ასალგაზმდა მეცნიერებათა სამსახურის უმცირესობის დირექტორი იყო, სულთ 1979–1982 წწ. – დირექტორი ფუნდამენტის თანამდებარის რეპრო.

სულთის დამატებითი მუშაობის მუშაობის მსოფლიოს სამსახურის მსახურის უმცირესობის ინსტიტუტის მინის უმცირესობის, სულთ 3 წელი უმცირესობის ფუნდამენტური ინსტიტუტში განვითარდა. სულთ ადგილზე და დირექტორის სახელმწიფო (1966 წ.) და საქართველო (1979 წ.) დირექტორი.

აბრეშვილი საბრუნველის სამეცნიერ-ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა რეპრო მანგალიანის მინის და მსახურის უმცირესობის, მსახურის დირექტორის ცნობილი მეცნიერების კალისტოფი ქვეყანათა, უმცირესობის უმცირესობის, მსახურის უმცირესობის განვითარებით.

ინსტიტუტში მდებარე მანგალიანი და მსახურის უმცირესობის სინთეზის თვითმართველი დირექტორი, ამ სინთეზის მიზნობრივი ამოცანით, უმცირესობის, უმცირესობის მსახურის მიღების მიზნით. ამ სინთეზის მსახურის უმცირესობის და მისი თანამდებარის უმცირესობის, მსახურის უმცირესობის განვითარება სამსახურის და უმცირესობის სამეცნიერ-პროგნოზურში, მსახურის უმცირესობის უმცირესობის, მსახურის სინთეზის თვითმართველი და უმცირესობის აღიარება დამატებით. ამ სინთეზის ა. საბრუნველის სულთმდებარის მსახურის დირექტორის დირექტორის და 18 სახელმწიფო ნამუშევარი, 200-ზე მეტი სტრუქტურის და 60-მდე დამატებით, სულთ მინის დირექტორი მსახურის დირექტორის დირექტორის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია აბრეშვილი საბრუნველის ადგილზე მსახურის სინთეზის უმცირესობის. მსახურის ასალგაზმდა მსახურის მისი დირექტორი მინის და მინის დირექტორის დირექტორის ფუნდამენტში, სილიკონის და მსახურის აბრეშვილი მსახურის თვითმართველი

ქიმიკში, თიჩიკუნი ქიმიკის ზიგად ურისში. მისი სელმბლუვნილმით აბაკტი ასელლი ასალგაზბრა ღელთლას სპელნილმისას, აბაკტიმას ათელლმას, მისი გაულენით, თავისი მთმვალნი ღელუვნიმას მელნირბმას. მელთნიმას აბნილმას თანამთაზბრელთან ჟბთად, ბბმელთას შბბის მისი მბწათელნიც აბნიან, მელნიმას საბი სასელმბლუვნილმად, 15-ბბელ დასმმასბელ სასელმბლუვნილმად, 20-ზელ მელცი მელთბბბლი ღილციასბბბბა.

მელთნი აბნილი მთელი ცსბბბბბის მანბბლზელ აბასბბბელს გაბბბბბბბ საზბზბბბბბბბბბბის სასასბბბბბბბ მბბბბბას. სასვბბასსვას სპბბბბბბბ იელ ბ. მბბბბბბბბის საზბზბბბბბბბბბბ საბბბბბბბბბბბის საბბბბბბბბბბბის სპბბბბბბბბბბის, ებბბბბი სასბბ-ის მელნირბმისას და ზელნიისი კბბბბბბის საბმელნირბბ საბბბბბბ ბბბ სელციის, სასბბ-ის მელნირბბბბბბბბ ბვბბბბბის ჟბბი სელციის, აბაკტი სავალბბბბბბბბ საბბბბბ ბბბბბ. სელმბლუვნილმბბბ და მბბბბბბბბბბ სასვბბასსვას ბანბის კბბბბბბბბბბისას და სბბბბბბბბბბბის ბბბბბბბბბბბ-ბასბბბბბბბბბბ.

აბის ბელბბბბბბბბბის საზბზბბბბბბბბბ ბბბბბბბბბბბ „ბბბბბბბბბბბის ბვბბბბბის“ (ბბბბბბ) ბვბბბბბბის, ბბბბბბბბბბბბბ ბესავბბბბბბბ ასბბბბბბის მთავაბბი მბბბბბბბ, ასბბბბბბბ „საბბბბბბბბ-ბვბბბბბბბბბ“ ბბბბბბბბბბბ, საბბბბბბბბბ ბვბბბბბბბბბბბბბბბბბბბბბბბ ბბბბბბბბბბბბ და საბმელნირბბ ზელნირბბბბ ბბბბბბბბ „ბვბბბბბბის“ მთავაბბი ბვბბბბბბბბბის მბბბბბბ.

მელთნი აბნილი ბლესაც ასალგაზბბბბბ ბბბბბბბბბ და მბბბბბბბბბბ ბგბბბბბბბბ მბლვასბბბბბბ საბმელნირბბ და სწასულბბის ასპასბბბბბ. ბლბბბბ ბვბბ მბბბბბ სბბბბბბ და მესასბლელბბბბ ბბსასბბბბბ იბ საბბბბ, ბბბბბბბ მისი ცსბბბბბის აბსბბა.

ბრისბბბბბბ მელთნი აბნბბს კბბბის სბბბბბბბ, ბლბგბბბბბბბბ, ბსბბბბბბბ ბბბბბბბ. კვლასვაც ბბბბბბბბბბბ ბბბბბბბ მელბბბბბბბბ სბვბბბ და სბბბბ, ასელ ბბბბბბბბბბბ ბბბ გასბბბბბბ ებბბბბბბბბ.

საბბბბბბბბბბ ზელნირბბბ ბბბბბბბბბბბბის ბვბბბბბბბბბ
 ქიბბბბბბ ზელნილმბბბბისას და მელსბბბბბბბბბის ბვბბბბბბბბბბბ

შპს 624.923.93

მუდმივკვებითიანი ერთგვაროვანი სწორი ღეროს ბაანგარიშება ბრძივ დარტყმაზე, მდგრადობის ბათვალისწინებით

ა. საბეიშვილი

საინჟინრო მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: ninoxabei@Yahoo.com

რეზიუმე: განხილულია მუდმივკვებითიანი ერთგვაროვანი სწორი ღეროს ბაანგარიშება გრძივ დარტყმაზე, მდგრადობის გათვალისწინებით. მიღებულია განივკვეთის ფართობის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მარტივი გამოთვლებით დავადგინოთ სხვადასხვა მექანიკური და გეომეტრიული მახასიათებლები. მაგალითებით ნაჩვენებია სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობების შემოწმება.

საკანძო სიტყვები: მოქნილობა; გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი.

1. შესავალი

დარტყმით დაინამიკურია, თუ სხეულს გადაეცემა დროის მცირე შუალედში და აჩქარებას იწვევს. მისი ერთ-ერთი სახეა დარტყმითი ძალა. მან შეიძლება გამოიწვიოს გრძივი, განივი, გრძივითი და სხვა სახის დეფორმაციები. პრაქტიკული ბაანგარიშება სირთულის გამო გაძნელებულია, ვინაიდან მუშაობის ფიზიკური პირობები დრეკად სისტემებში რთულია და განსხვავებული, ვიდრე სტატიკური ძალების მოქმედების დროს.

არსებული მეთოდებით ხდება მოცემული სისტემის შემოწმება, როცა ცნობილია განივკვეთის ზომები. ამ შემთხვევაში გამოითვლება დინამიკურობის კოეფიციენტი და განისაზღვრება სხვადასხვა მექანიკური და გეომეტრიული მახასიათებლები: $\sigma_{\text{გ}} = k_{\text{გ}} \sigma_{\text{სტ}}$, $M_{\text{გ}} = k_{\text{გ}} M_{\text{სტ}}$, $\Delta_{\text{გ}} = k_{\text{გ}} \Delta_{\text{სტ}}$ და ა.შ. თუ აღმოჩნდება, რომ სიმტკიცისა და სიხისტის პირობები არ არის დაცული, მაშინ ზომების დაზუსტება ხდება.

ზოგადად, დინამიკურობის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით [1]:

$$k_{\text{გ}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{\text{სტ}}} \cdot \frac{Q}{Q + k_m Q_0}}, \quad (1)$$

სადაც H არის Q ტვირთის ვარდნის სიმაღლე; $\delta_{\text{სტ}}$ – დარტყმის წერტილში კვეთის გადაადგილე-

ბა, გამოწვეული იმავე წერტილში $P = Q$ სტატიკური დარტყმით; Q_0 – ღეროს საკუთარი წონა; k_m – ღეროს მასის დაყვანის კოეფიციენტი.

დარტყმისას განივკვეთის ფართობის გამოთვლის ფორმულა დღემდე არ არის მიღებული. შევეცადეთ მიგველო გრძივი დარტყმის დროს კვეთის ფართობის ფორმულა მდგრადობის გათვალისწინებით, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა დაკმაყოფილებულიყო სიმტკიცის და მდგრადობის პირობები [2]:

$$\max \sigma_{\text{გ}} = \frac{P_{\text{გ}}}{F} \leq [\sigma_{\text{გ}}] \quad (2)$$

$$\max \sigma_{\text{გ}} = \frac{P_{\text{გ}}}{\phi F} \leq [\sigma],$$

სადაც $\max \sigma_{\text{გ}}$ არის მაქსიმალური დინამიკური ძაბვა; $P_{\text{გ}}$ – დინამიკური დარტყმითი; $[\sigma]$ – დასაშვები ძაბვა; ϕ – დასაშვები ძაბვის შემამცირებელი კოეფიციენტი გრძივი ღუნვის დროს ანუ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი; იგი იცვლება 0,19–1,0-მდე ღეროს მოქნილობის მიხედვით (ცხრილი [3]); $[\sigma]$ – დასაშვები ძაბვა.

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ℓ სიგრძის მუდმივკვებითიანი ერთგვაროვანი სწორი ღერო, რომლის ქვედა ბოლო ხისტადაა ჩამაგრებული, ხოლო ზედა თავისუფალ ბოლოზე H სიმაღლიდან Q ტვირთი ეცემა (ნახ. 1) თუ ღეროს წონას მხედველობაში არ მივიღებთ $Q_0 = 0$, მაშინ (1)-ის მიხედვით, გამარტივებული დინამიკურობის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$k_{\text{გ}} = \sqrt{\frac{2H}{\Delta \ell_{\text{სტ}}}}, \quad (3)$$

სადაც $\Delta \ell_{\text{სტ}}$ არის $P = Q$ სტატიკური ძალით გამოწვეული აბსოლუტური გადაადგილება დარტყმის მიმართულებით და გამოითვლება ჰუკის კანონით:

$$\Delta \ell_{\text{სტ}} = \frac{P \ell}{EF}. \quad (4)$$

ჩავსვით (4) ფორმულა (3)-ში. მაშინ
 $k_{\text{გ}} = \sqrt{\frac{2HEF}{Pl}}$; დინამიკური დატვირთვა შეგვიძლია
 გამოვსახოთ $k_{\text{გ}}$ კოეფიციენტის მეშვეობით

$$P_{\text{გ}} = K_{\text{გ}} P$$

ანუ

$$P_{\text{გ}} = \sqrt{\frac{2HEPF}{\ell}} \quad (5)$$



ნახ. 1. ღარი

მოვლოთ ღეროზე დინამიკური ძალა სტატიკურად, მაშინ (2)-ის მიხედვით მდგრადობის პირობა ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\frac{P_{\text{გ}}}{F} \leq [\sigma_{\text{მგ}}] = \phi[\sigma] \quad \text{ანუ} \quad P_{\text{გ}} = F\phi[\sigma] \quad (6)$$

(5) და (6)-ის გათვალისწინებით გვექნება:

$$F = \frac{2HEP}{\ell\phi^2[\sigma]^2} \quad (7)$$

მიღებული განიკვეთის ფართობის გამოსათვლელი ფორმულაა გრძივი დარტყმის დროს, ღეროს მდგრადობის გათვალისწინებით. როცა განიკვეთი სწორკუთხაა, მაშინ $F = b \times h = nb^2$ და (7)-დან მივიღებთ:

$$b = \frac{1}{\phi} \sqrt{\frac{2HEP}{n\ell[\sigma]^2}} \quad (8)$$

ანალოგიურად წრიული კვეთისათვის

$$d = \frac{1}{\phi} \sqrt{\frac{8HEP}{\pi\ell[\sigma]^2}} \quad (9)$$

განვიხილოთ მაგალითები

მაგალითი 1

გამოთვალთ დინამიკური და სანაგარიშო ძაბვები 1-ლ ნახ-ზე მოცემული სქემისათვის. თუ $\ell = 1$ მ, $Q = 200$ კგ, $H = 5$ სმ, $E = 2 \cdot 10^6$ კგ/სმ², $[\sigma] = 1600$ კგ/სმ², განიკვეთი $F = b \times h = 2b^2$, $[\sigma]_{\text{ღობ}} = 1200$ კგ/სმ².

ამოხსნა

(8) გამოსახულებაში ცნობილი სიდიდეების ჩასმით მივიღებთ:

$$b = \frac{1}{\phi} \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 200}{2 \cdot 100 \cdot 1600^2}} = \frac{2,795}{\phi} \quad (10)$$

თუ $\phi = \phi_0 = 0,4$, მაშინ $b = \frac{2,795}{0,4} = 6,99$ სმ.

სწორკუთხა კვეთისათვის მინიმალური ინერციის რადიუსი

$$i_{\text{min}} = \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{F}} = \sqrt{\frac{hb^3}{12 \cdot bh}} = \frac{b}{3,46}, \quad \text{ამიტომ}$$

$$i_{\text{min}} = \frac{6,99}{3,46} = 2,02 \text{ სმ.}$$

ღეროს მოქნილობაა $\lambda = \frac{\mu\ell}{i_{\text{min}}}$, სადაც μ სივ-

რძის კოეფიციენტია და დამოკიდებულია ღეროს ჩამაგრების სახეზე; სქემის მიხედვით $\mu = 2$,

ამიტომ $\lambda = \frac{2 \cdot 100}{2,02} = 99$. გრძივი ღუნვის კოეფიცი-

ენტის ცხრილიდან ჩანს, რომ $\lambda = 90$; $\phi = 0,69$; $\lambda = 100$; $\phi = 0,60$, ინტერპოლაციით $\lambda = 99$ -ისათვის მივიღებთ $\phi_{\text{ცხრ}} = 0,69 + 0,009 \cdot 9 = 0,609$. პირვე-

ლი მიახლოებით $\phi_1 = \frac{\phi_{\text{ცხრ}} + \phi_0}{2} = 0,505$, ამიტომ

$$b = \frac{2,795}{0,505} = 5,54 \text{ სმ; } i_{\text{min}} = 1,6 \text{ სმ; } \lambda = 125; \phi_{\text{ცხრ}} = 0,425.$$

მეორე მიახლოებით $\phi_2 = \frac{\phi_{\text{ცხრ}} + \phi_1}{2} = 0,465$,

$$b = 6,01 \text{ სმ; } i_{\text{min}} = 1,74 \text{ სმ; } \lambda = 115; \phi_{\text{ცხრ}} = 0,485.$$

მიღებულ სიდიდესა და ϕ_2 -ს შორის განსხვავება 5%-ზე ნაკლებია და ამიტომ ვჩერდებით ამ მიახლოებაზე, ე.ი. $b = 6,01$ სმ; $F = 72,24$ სმ²; $\lambda = 115$; $\phi = 0,485$.

(5)-დან გამოთვალთ დინამიკური ძალა

$$P_{\text{გ}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 200 \cdot 72,24}{100}} = 53755 \text{ კგ.}$$

დასაშვები ძაბვა მდგრადობაზე

$$[\sigma]_{\text{მგ}} = \phi[\sigma] = 0,485 \cdot 1600 = 776 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კვეთში წარმოშობილი დინამიკური ნორმალური ძაბვა განესაზღვროთ (2)-ის მიხედვით, მივიღებთ:

$$\max \sigma_{\text{გ}} = \frac{P_{\text{გ}}}{F} = \frac{53755}{72,24} = 744 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მაქსიმალური ნორმალური ძაბვა

$$\max \sigma = \frac{P_{\text{გ}}}{\phi F} = \frac{53755}{0,485} = 1534 \text{ კგ/სმ}^2.$$

სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობები:

$$\max \sigma = 1534 \text{ კგ/სმ}^2 < 1600 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$\max \sigma_{\text{გ}} = 744 \text{ კგ/სმ}^2 < 1200 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მაშასადამე, ღერო მტკიცეა და მდგრადი.

მაბალაოთი 2

1-ლ ნახ-ზე მოცემული სქემიდან დავადგინოთ კრიტიკული ძაბვისა და ძალის სიდიდეები, თუ $l = 2,5 \text{ მ}$; $H = 10 \text{ სმ}$; $Q = 200 \text{ კგ}$, განივკვეთი ორტყე-სებრია, $E = 2 \cdot 10^6 \text{ კგ/სმ}^2$, $[\sigma] = 1600 \text{ კგ/სმ}^2$.

ამოხსნა

ფორმულა (7) მოგვცემს:

$$F = \frac{2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 200}{250 \cdot 1600^2 \phi^2} = \frac{12,5}{\phi^2}.$$

თუ $\phi = \phi_0 = 0,5$, მაშინ $F = 50 \text{ სმ}^2$; სორტამენტის ცხრილიდან ავირჩევთ $F = 50 \text{ სმ}^2$ -ის უახლოეს ფართობის მქონე ორტყესებს: I №30ა, რომლის მინიმალური ინერციის რადიუსია $i_{\min} = i_y = 2,95$. ღეროს მოქნილობა

$$\lambda = \frac{2 \cdot 250}{2,95} = 169.$$

შესაბამისი გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი $\phi_{\text{ცხრ}} = 0,263$. პირველი მიახლოებით $\phi = 0,382$ და $F = 85,66 \text{ სმ}^2$ -ის მიხედვით შევარჩევთ I №45: $i_{\min} = 3,12$, $\lambda = 160$, $\phi_{\text{ცხრ}} = 0,29$. მეორე მიახლოებით: $\phi_2 = 0,336$; $F = 110,7 \text{ სმ}^2$; I №55 – $F = 114 \text{ სმ}^2$, $\phi = 0,34$, $\lambda = 145$.

კრიტიკული ძაბვა [4]:

$$\sigma_{\text{კრ}} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \text{ ან } \sigma_{\text{კრ}} = a - b\lambda + c\lambda^2.$$

როცა $\lambda \geq \lambda_{\text{ბლვ}} = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_{\text{კრ}}}}$, ვიყენებთ პირველს, წინააღმდეგ შემთხვევაში – მეორეს. განხილული

ამოცანის შემთხვევაში $\lambda \geq \lambda_{\text{ბლვ}} \approx 100$ (ფოლადისათვის), ამიტომ

$$\sigma_{\text{კრ}} = \frac{9,8596 \cdot 2 \cdot 10^6}{145} = 938 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კრიტიკული ძალა

$$P_{\text{კრ}} = F \cdot \sigma_{\text{კრ}} = 114 \cdot 938 = 106932 \text{ კგ}.$$

(5)-დან $P_{\text{გ}} \approx 60399 \text{ კგ}$. შეგვიძლია გამოვთვალოთ მაქსიმალური დინამიკური და ნორმალური ძაბვები:

$$\max \sigma_{\text{გ}} = \frac{P_{\text{გ}}}{\phi F} = \frac{60399}{114} = 1558 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\max \sigma = \frac{P_{\text{გინ}}}{\phi F} = 1558 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მდგრადობისა და სიმტკიცის პირობებიც დაცულია: $1558 \text{ კგ/სმ}^2 < 1600 \text{ კგ/სმ}^2$; $530 \text{ კგ/სმ}^2 < \phi[\sigma] = 544 \text{ კგ/სმ}^2$.

3. დასკვნა

1. მიღებულია განივკვეთის საანგარიშო ფორმულა გრძივი დარტყმის დროს მდგრადობის გათვალისწინებით.

2. ამ ფორმულის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს მარტივად დავადგინოთ დარტყმითი ძალა, დინამიკურობის კოეფიციენტი და ძაბვები.

3. ფორმულით გამოთვლილი განივკვეთის ფართობი და, მაშასადამე, ზომები ყოველთვის აკმაყოფილებს სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობებს.

ლიტერატურა

1. ა. ხაბეშივილი. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი არაერთგვაროვანი კოჭის გაანგარიშება განივ დარტყმაზე // სტუ-ის შრომები, 4 (470), 2008, გვ. 24.
2. Миролубов И.Н., Енгаличев С.А., Сергиевский Н.Д., Алмаметов Ф.З., Курицин Н.А., Смирнов-Васильев К.Г., Яшина Л.В. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. Москва: Высшая школа, 1974, с. 209-212.
3. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Будивельник», 1982, с. 190.
4. Anzor Khabeishvili, Tamaz Batzivadze. Résistance des materieux. Edition «l'Université technique». Tbilisi, 1998, p. 251-252.

UDC 624.923.93

CALCULATION OF HOMOGENOUS STRAIGHT ROD OF CONSTANT SECTION WITH TAKING INTO ACCOUNT ITS STEADINESS ON LONGITUDINAL IMPACT**A. Khabeishvili**

Department of engineering mechanics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is considered calculation of homogenous straight rod of constant section with taking into account its steadiness on longitudinal impact. There is received the formula to calculate the cross-section, for the determination different mechanical and geometrical features with simple calculations. The examples are provided to verifying the conditions of strength and steadiness.

Key words: flexibility; longitudinal bending ratio.

УДК 624.923.93

РАСЧЕТ ОДНОРОДНОЙ ПРЯМОЙ БАЛКИ С ПОСТОЯННЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ НА ПРОДОЛЬНЫЙ УДАР С УЧЕТОМ УСТОЙЧИВОСТИ**Хაბეიშვილი А.Д.**

Департамент инженерной механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассматривается однородная прямая балка с постоянным поперечным сечением на продольный удар с учетом устойчивости. Получена общая расчетная формула для определения площади поперечного сечения, дающая возможность получить разные механические и геометрические характеристики. На примерах показана проверка на прочность и на устойчивость.

Ключевые слова: гибкость; коэффициент продольного изгиба.

*შემოსვლის თარიღი 03.07.09
მიღებულია დასაბუჯდად 01.12.09*

შპს 624.023.93

ერთგვაროვანი სწორკუთხა მუდმივი კვეთის მქონე ფურცლოვანი ხვეული რესორის ბანაბარიშება ღარტყმაზე

ა. ხაბეიშვილი

საინჟინრო მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: ninoxabei@Yahoo.com

რეზიუმე: განხილულია ერთგვაროვანი სწორკუთხა მუდმივი კვეთის მქონე ფურცლოვანი ხვეული რესორის სტატიკური და დინამიკური გაანგარიშება. მიღებულია დეროს მასის დაყვანის კოეფიციენტის ზოგადი საანგარიშო ფორმულა. დინამიკურობის კოეფიციენტის სიდიდე გამოთვლილია დეროს მასის გათვალისწინებით და გაუთვალისწინებლად. ორივე შემთხვევაში განსაზღვრულია მაქსიმალური ნორმალური დინამიკური ძაბვები და შედარებულია ერთმანეთთან. რიცხვით მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ, დეროს მასის გათვალისწინებით, დინამიკური ძაბვები საგრძობლად მცირდება.

საკვანძო სიტყვები: ხვეული რესორი, ფურცლოვანი რესორი.

1. შესავალი

მოვლენას, როდესაც არადრეკადი მყარი სხეული რაიმე სინქარით ეხება უძრავად დამაგრებულ სისტემას, დარტყმას ვუწოდებთ. იგი შეიძლება იყოს გრძივი, განივი, გრეხითი და სხვა. განვიხილავთ განივ დარტყმას, როდესაც ფურცლოვანი ხვეულ რესორზე H სიმაღლიდან Q ტვირთი ეცემა.

დარტყმის თეორიის შესწავლა აქტუალურია, რადგან, მათემატიკური და ფიზიკური სიძნელეების გამო, არ არის კარგად დამუშავებული.

დარტყმით დატვირთვები ხასიათდება დიდი ინტენსიურობის ძალების უეცარი და ხანმოკლე ქმედებით და წარმოიშობა კონსტრუქციების, ნაგებობებისა და მანქანების ექსპლუატაციის დროს.

მყარი სხეულის შეჯახებისას ზედაპირების სინქარებისა და ურთიერთქმედების ძალების გაზომვა დროის სიმცირის გამო, თითქმის შეუძლებელია; ამიტომ პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტის დროს შემოტანილია ე.წ. დინამიკურობის კოეფიციენტი და ზოგიერთი დაშვება [1], [3]:

1. დეროს დეფორმაცია დარტყმის ძალის გავლენით ვრცელდება მთელ სიგრძეზე და ჰუის კანონს ექვემდებარება. ამ დაშვებით, დინამიკური ძალებსა და გადაადგილებებს შორის კავშირი იგივეა, რაც სტატიკური დატვირთვის დროს.

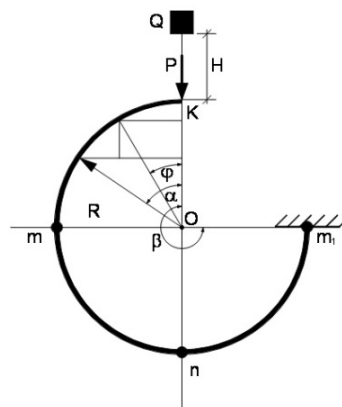
2. იგულისხმება, რომ დარტყმითი სხეული აბსოლუტურად ხისტია და შეხების მომენტიდან დეროსთან კავშირშია მოძრაობის მთელი ხნის განმავლობაში, ე.ი. არ ხდება ასხლეტა.

დიდი მნიშვნელობა აქვს დეროს მასის დაყვანის კოეფიციენტის გამოყენებას, რადგან მცირდება დინამიკურობის კოეფიციენტის სიდიდე და, მაშასადამე, გეომეტრიული და მექანიკური მახასიათებლები. მრუდწირული დეროების დარტყმაზე გაანგარიშებისას დაყვანის კოეფიციენტის გამოსათვლელი ფორმულა ლიტერატურაში თითქმის არ გვხვდება.

სტატიკური ძალით გამოწვეული გადაადგილებები, წრიული მოხაზულობის დეროებში უმჯობესია განესაზღვროთ მორის ინტეგრალით, ხოლო დრეკადი – მღუნავი მომენტებით, ვინაიდან ნორმალური და განივი ძალების გავლენა სიმცირის გამო მხედველობაში არ მიიღება [2].

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ერთგვაროვანი მუდმივი სიხისტის ($EI=const$) სწორკუთხა მუდმივკვეთიანი ფურცლოვანი ხვეული რესორი, რომლის ერთი ბოლო ხისტადაა ჩამაგრებული, ხოლო მეორე თავისუფალ ბოლოზე H სიმაღლიდან Q ტვირთი ეცემა (ნახაზი).



ხვეული რესორი

k დარტყმის წერტილში მოვლით $P=Q$ სტატიკური ძალა და მორის ინტეგრალის გამოყენებით δ_k განვსაზღვროთ ძალის მიმართულეობით გადაადგილება [2]:

$$\delta_k = \int_s \frac{M_p(\alpha)M_1(\alpha)}{EI} ds, \quad (1)$$

სადაც $M_p(\alpha)$ და $M_1(\alpha)$, შესაბამისად, P და ერთეულოვანი ძალით გამოწვეული მღუნავი მომენტებია α კვეთში. ნახაზიდან შეგვიძლია დავწეროთ ($P=1$ მოდებულია k წერტილში):

$$M_p(\alpha) = -PR \sin \alpha, \quad (2)$$

$$M_1(\alpha) = -1 \cdot R \sin \alpha \quad \left(0 \leq \alpha \leq \frac{3\pi}{2}\right).$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $EI=const$ და $dS = Rd\alpha$, მაშინ (2)-ის (1)-ში ჩასმით გვექნება:

$$\delta_k = \frac{PR^3}{EI} \int_0^{\frac{3\pi}{2}} \frac{(1 - \cos 2\alpha)}{2} d\alpha = \frac{PR^3}{EI} \cdot \frac{3\pi}{4}. \quad (3)$$

მაქსიმალური სტატიკური ნორმალური ძაბვა, როცა ღერო მცირე სიმრუდისაა $\left(\frac{h}{R} < 1,5\right)$, გამოითვლება ფორმულით:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W}, \quad (4)$$

სადაც N „საშიშ“ კვეთში ნორმალური ძალაა; M – იგივე კვეთში მღუნავი მომენტი.

ცხადია, რომ P ძალის მიმართულების ღეროსთან გადაკვეთის წერტილში მღუნავი მომენტი ნულის ტოლია, ხოლო ამ წრფის პარალელური მხები მოგვცემს „ m “ და „ m_1 “ წერტილებს, სადაც გვექნება მომენტების უარყოფითი და დადებითი მაქსიმალური მნიშვნელობები. (2)-დან, როცა $\alpha = \frac{\pi}{2}$, მაშინ $\sin \alpha = 1$ და როცა $\alpha = \frac{3\pi}{2}$, მაშინ $\sin \alpha = -1$, მივიღებთ:

$$M_m = -PR, \quad M_{m_1} = PR.$$

ნორმალური ძალა $N(\alpha) = -P \sin \alpha$; საშიშ კვეთებში იგი ტოლია:

$$N_m = -P, \quad N_{m_1} = P.$$

მასის დაყვანის კოეფიციენტის გამოსათვლელი ფორმულის მისაღებად ვისარგებლოთ შემდეგი გამოსახულებით [2]:

$$K_m = \frac{\int_0^{\ell} \left[\frac{\Delta x_{b\delta}}{\Delta_{b\delta}} \right]^2 dQ_0}{Q_0}, \quad (5)$$

სადაც $\Delta x_{b\delta}$ P სტატიკური ძალით გამოწვეული სისტემის ელემენტარული ნაწილაკის გადაადგილებაა; $\Delta_{b\delta}$ – დარტყმის დროს ტვირთთან შემხები ნაწილაკის გადაადგილება სტატიკური ძალით; Q_0 – რესორის მასა.

ჩვენი ამოცანის შემთხვევაში (5) ჩაიწერება შემდეგი სახით [3]:

$$K_m = \frac{1}{\beta} \int_s \left[\frac{\delta(\varphi)}{\delta_k} \right]^2 dS, \quad (6)$$

სადაც $\delta(\varphi)$ რესორის ნებისმიერი კვეთის ვერტიკალური გადაადგილებაა.

1-ლ ნახ-დან: $M_p(\alpha) = -PR \sin \alpha$; $M_1(\alpha) = -(R \sin \alpha - R \sin \varphi)$. მორის ინტეგრალის მიხედვით გვექნება:

$$\delta(\varphi) = \int_{\varphi}^{\beta} \frac{M_p(\alpha)M_1(\alpha)}{EI} Rd\alpha = \frac{PR^3}{4EI} \times$$

$$\times (2\beta - 2\varphi - \sin 2\beta - \sin 2\varphi + 4 \sin \varphi \cos \beta). \quad (7)$$

(7)-ში $\varphi = 0$ მნიშვნელობის ჩასმით მივიღებთ k კვეთის ვერტიკალურ გადაადგილებას:

$$\delta_k = \frac{PR^3}{4EI} (2\beta - \sin 2\beta). \quad (8)$$

(6)-ში (7) და (8)-ის გათვალისწინებით, გვექნება რესორის მასის დაყვანის კოეფიციენტის ზოგადი ფორმულა:

$$K_m = \frac{1}{\beta(2\beta - \sin 2\beta)^2} \times$$

$$\int_0^{\beta} (2\beta - 2\varphi - \sin 2\beta - \sin 2\varphi + 4 \sin \varphi \cos \beta)^2 d\varphi. \quad (9)$$

მასის დაყვანის კოეფიციენტი დამოკიდებულია რკალის მომჭიმავ კუთხეზე. ჩვენი ამოცანის შემთხვევაში $\beta = \frac{3\pi}{2} = 270^\circ$, ამიტომ $\sin 2\beta = 0$ და $\cos \beta = 0$, ე.ი. გვექნება

$$K_m = \frac{1}{4\beta^3} \int_0^{\beta} (2\beta - 2\varphi - \sin 2\varphi)^2 d\varphi,$$

საიდანაც

$$K_m = 0,32. \quad (10)$$

დავადგინოთ მაქსიმალურად ნორმალური დინამიკური ძაბვები ღეროს მასის გათვალისწინებით და გაუთვალისწინებლად, თუ განივკვეთი წარმოადგენს სწორკუთხედს $b \times h = 10 \times 6$ სმ², $Q = 100$ კგ, $R = 50$ სმ, $H = 42$ სმ, $\beta = \frac{3\pi}{2} = 270^\circ$. რესორი

დამზადებულია კონსტრუქციული ფოლადისაგან $E = 2 \cdot 10^6$ კგ/სმ², $[\sigma]_{\text{ფიბ}} = 2500$ კგ/სმ².

(3)-ში ცნობილი სიდიდეების ჩასმით მივიღებთ:

$$\delta_k = \frac{100 \cdot 50^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 180} \cdot \frac{3 \cdot 3,14}{4} = 0,082 \text{ სმ.}$$

ღეროს მასის გათვალისწინების გარეშე, დინამიკურობის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით [3], [4]:

$$K'_g = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_k}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 42}{0,082}} = 33,02. \quad (11)$$

(4)-ში ჩავსვით N და M -ის აბსოლუტური მნიშვნელობები და გავითვალისწინოთ, რომ $F = 60$ სმ²,

$$W = \frac{bh^2}{6} = 60 \text{ სმ}^3, \text{ მივიღებთ:}$$

$$\max \sigma_{\text{სტ}} = \frac{100}{60} + \frac{100 \cdot 50}{60} = 85 \text{ კგ/სმ}^2. \quad (12)$$

მაქსიმალური ნორმალური დინამიკური ძაბვა ღეროს მასის გათვალისწინების გარეშე, ტოლია:

$$\max \sigma'_{\text{ფიბ}} = K'_g \cdot \max \sigma_{\text{სტ}} = 33,02 \cdot 85 = 2807 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მასის გათვალისწინებით დინამიკურობის კოეფიციენტი გამოვიანგარიშოთ ფორმულით [5]:

$$K''_g = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_k} \cdot \frac{Q}{Q + K_m Q_0}},$$

სადაც $Q_0 = \frac{3}{4} 2\pi R \cdot bh \cdot \gamma = 111$ კგ რესორის წონაა.

ცნობილი სიდიდეების გამოყენებით გვექნება:

$$K''_g = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 42}{0,082} \cdot \frac{100}{100 + 0,32 \cdot 111}} = 28,51.$$

მაქსიმალური ნორმალური დინამიკური ძაბვა, მასის გათვალისწინებით, ტოლია:

$$\max \sigma''_{\text{ფიბ}} = K''_g \cdot \max \sigma_{\text{სტ}} = 28,51 \cdot 85 = 2423 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მიღებულიდან ჩანს, რომ მასის გათვალისწინებამ დინამიკური მაქსიმალური ძაბვა საგრძნობლად შეამცირა:

$$\frac{\max \sigma'_{\text{ფიბ}} - \max \sigma''_{\text{ფიბ}}}{\max \sigma'_{\text{ფიბ}}} \cdot 100\% = \frac{2807 - 2423}{2807} \cdot 100\% \approx 14\%.$$

მეორე შემთხვევაში მიღებული დინამიკური ძაბვის სიდიდე აკმაყოფილებს სიმტკიცის პირობას:

$$\max \sigma''_{\text{ფიბ}} = 2423 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ფიბ}} = 2500 \text{ კგ/სმ}^2,$$

განსხვავება: $4,4\% < 5\%$ -ზე

რაც უფრო დიდია სისტემის მასა ვარდნილ მასაზე, მით უფრო მიზანშეწონილია მისი გათვალისწინება.

3. დასკვნა

1. ხვეული რესორის სტატიკური გაანგარიშების დროს გადაადგილებისა და ნორმალური ძაბვის სიდიდეების დადგენისას ნორმალური და განივი ძაბვის გათვალისწინება მსხვილფენობაში არ მიიღება.

2. ღეროს მასის გათვალისწინება საგრძნობლად ამცირებს დინამიკურობის კოეფიციენტს და გეომეტრიულ და მექანიკურ მახასიათებლებს.

3. რაც უფრო დიდია სისტემის მასა ვარდნილ მასაზე, მით უფრო იზრდება შემცირების კოეფიციენტი.

4. მიღებული მასის დაყვანის კოეფიციენტის ზოგადი ფორმულა შეიძლება გამოვიყენოთ წრიული, მცირე სიმრუდის მქონე მრუდე ძელებისათვის; იგი დამოკიდებულია მხოლოდ რკალის მომჭიმავ კუთხეზე, ამიტომ მისი სიდიდე უნდა დადგინდეს საანგარიშო სისტემის მიხედვით.

ლიტერატურა

1. Писаренко Г.С., Агарев В.А., Квитка А.Л., Попков В.Г., Уманский Э.С. Сопротивление материалов. Киев: Головное изд-во объединения «Высшая школа», 1986, с.700-712.
2. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 1969, с. 595-605.
3. Anzor Khabeishvili, Tamaz Batzivadze. Résistance des materieux. Edition «l'Université technique». Tbilisi, 1998, p. 319-332
4. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Будивельник, 1982, с. 226-230.
5. ა. ხაბეიშვილი. წრიული ფირფიტის გაანგარიშება დინამიკურ (დარტყმა) დატვირთვაზე // საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები, 2 (468), 2008, გვ. 15.
6. Рывкин А.А., Рывкин А.З., Хренов Л.С. Справочник по математике. М.: Высшая школа, 1970.

UDC 624.023.93**CALCULATION OF HOMOGENEOUS ROLLED-SHEET RIGHT ANGLED SPRING OF CONSTANT SECTION AGAINST SHOCK****A. Khabeishvili**

Department of engineering mechanics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is considered statical and dynamical calculation of homogeneous rolled-sheet right angled spring of constant section against shock. There is received generalized formula of the rod mass coefficient.

The value of the dynamic index is determined with and without taking into account the rod mass. Maximum rated dynamic stresses are calculated and compared to each other for the both cases.

Key words: rolled springs; sheet spring.

УДК 624.023.93**РАСЧЕТ ОДНОРОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ВИТОЙ РЕССОРЫ С ПОСТОЯННЫМ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ НА УДАР****Хабеишвили А.Д.**

Департамент инженерной механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассматривается листовая витая рессора с постоянным прямоугольным поперечным сечением, на которую падает груз. Определены общая расчетная формула коэффициента приведения массы, динамический коэффициент с учетом и без учета веса стержня и максимальные динамические нормальные напряжения.

На примере показано, что с учетом веса стержня значительно уменьшается напряжение, дающее экономию материала.

Ключевые слова: витая рессора; листовая рессора.

*შემოსვლის თარიღი 18.06.09
მიღებულია დასაბუთებად 02.07.09*

შპს 624.15**ბარსული საპირკვლევი****ა. სოსხაძე, გ. მაისურაძე**

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: g.maisuradze@mail.ru

რეზიუმე: თანამედროვე მშენებლობაში აუცილებელი გახდა ახალი მეცნიერული მიდგომების დანერგვა. კერძოდ, ახალი კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გაანგარიშების გამოყენება, რათა შეიქმნას კონსტრუქციულად ხისტი და სეისმომდებელი შენობები. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, საპირკვლის ნაცვლად გთავაზობთ გარსულ ფილა-საპირკვლს, რომელიც, ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით, იაფი და კონსტრუქციულად თანამედროვე კონსტრუქციაა. სწორედ ამ მიზნით იქნა შესწავლილი საპირკვლში გარსების გამოყენების შესაძლებლობა ისე, რომ ამალღებულებო კონსტრუქციის სიმტკიცის და სიხისტის მახასიათებლები. გაანგარიშებამ გვანახა, რომ ჩვენ მიერ წარმოდგენილ გარსულ საპირკვლს, ფილა-საპირკვლთან შედარებით, გარკვეული ტექნიკურ-ეკონომიკური უპირატესობა აქვს.

საკვანძო სიტყვები: კონსტრუქციულად თანამედროვე; ორმაგი სიმრუდის გარსი; საპირკვლები გარსული ტანით; გარსული ტანის დაარმატურება.

1. შესავალი

ოცდამეერთე საუკუნის დასაწყისში საქართველოში განაშენიანების ზრდამ განაპირობა მშენებლობის სწრაფი განვითარება, რაც პერსპექტივაში მიუთითებს ეკონომიკური ზრდის ტემპებზე. რისთვისაც აუცილებელია მშენებლობაში ახალი მეცნიერული მიდგომების დანერგვა. კერძოდ, ახალი კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გაანგარიშების გამოყენება, რათა შეიქმნას კონსტრუქციულად ხისტი და სეისმომდებელი შენობები. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, თემის მეცნიერული აქტუალობა და პრაქტიკული სიახლეა ის, რომ გარკვეული ტიპის შენობებისათვის შეგვერჩია ისეთი საპირკვლი, რომელიც, ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით, იქნებოდა იაფი და კონსტრუქციულად თანამედროვე.

2. ძირითადი ნაწილი

როგორც დადგინდა, საპირკვლის ტიპის შერჩევა წარმოებს ნაგებობისა და გრუნტის სა-

ხეობის მიხედვით. საპირკვლების კონსტრუქციების რაციონალურ ფორმათა ძიების ძირითადი ამოცანაა, ერთი მხრივ, რაც შეიძლება სრულად იქნეს გამოყენებული ფუძის ზიდვის უნარი და, მეორე მხრივ, შემცირდეს საპირკვლის წონა.

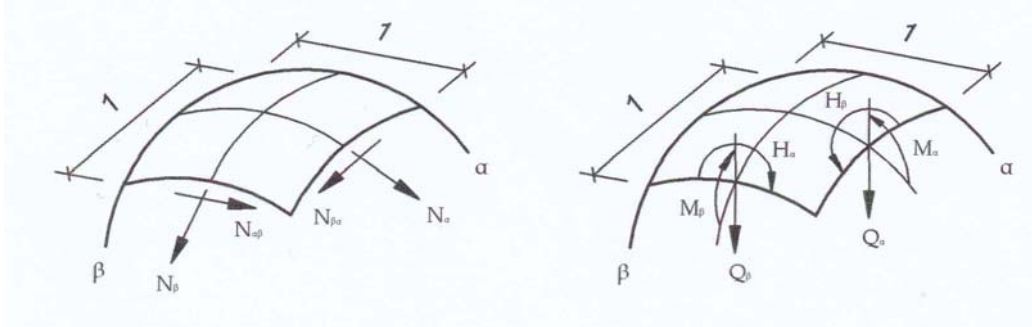
მთლიანი საპირკვლების მოწყობა გამართლებულია დიდი დატვირთვებისა და სუსტი გრუნტების შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა დატვირთვის გადაცემის დიდი ფართობი. იგი, ჩვეულებრივ, წარმოადგენს მთლიანი რკინაბეტონის ფილას მთელი შენობისათვის. ასეთი ფილების გაძლიერება სიხისტის წიბოებით ხდება.

დაპროექტების გამოცდილებით დადგინდა, რომ მთლიანი საპირკვლის ფილის სისქე (როდესაც სიხისტის წიბოები არა აქვს) უნდა ავიდნოთ მალის 1/6–1/8, ხოლო წიბოვანი ფილის სისქე – 1/8–1/12. საპირკვლის ფილა, მასზე გადმოცემული ძალების ზემოქმედებით, მუშაობს ღუნვაზე. ასეთი ფილების გაანგარიშებისას არ უნდა უგულებელვყოთ გრუნტის დრეკადი თვისებები და წნევის მრუდი ეპიურა. ფილა-საპირკვლის გაანგარიშებისას საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს დამოკიდებულება ფილის ძირის დაწვევასა და ფუძის დაჯდომას შორის.

ამიტომ, ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ, რამდენად შესაძლებელია გარსული საპირკვლის გამოყენება და შევადაროთ იგი წიბოვან ფილა-საპირკვლს, მოვახდინოთ მათი კონსტრუქციული და ეკონომიკური შედარება.

ბრტყელი კონსტრუქციებისაგან განსხვავებით, გარსებში ძალების გადანაწილება მთელ ზედაპირზე ხდება და მთლიანი გარსული ტანი მუშაობაში მონაწილეობს ისე, რომ მასალის სიმტკიცის მახასიათებლები მაქსიმალურადაა გამოყენებული. საკუთარი მასა და მასალის ხარჯი, გარსებში მალის ზრდასთან ერთად, გაცილებით ნაკლები სიდიდით იზრდება, ვიდრე ეს ხდება ბრტყელ კონსტრუქციებში. გარსების გამოყენება საგრძნობლად ამცირებს მასალის ხარჯს და მაღალი სიხისტით გამოირჩევა [2,3].

როგორც ვიცით, გარსების დაძაბული მდგომარეობა ხასიათდება ძალებით, რომლებიც მოქმედებს შუალედურ ზედაპირზე, შეპირობებული დეფორმაციებით ამავე ზედაპირზე, აგრეთვე განივი ძალებით და მომენტებით, რომლებიც ახდენს გარსის დეფორმაციას [3,6].



ნახ. 1. გარსის ელემენტზე მოქმედი ძალები

სადირკველი გარსული ტანით შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ორმაგი სიმრუდის გარსი ხისტი კონტურით. სწორედ ასეთი გარსული ტანისათვის წარმოვიდგინოთ ძალებისა და მომენტების გამოსათვლელ ფორმულებს და მთავარ ეპიურებს, რომლის მიხედვითაც ხდება გარსული ტანის დაარმატურება [5]:

$$N_x = \frac{d^2\phi(x,y)}{dy^2} = a_1(x^4 - 6x^2a^2 + 5a^4)12(y^2 - b^2) + a_2\left(x^8 - \frac{22}{9}x^6a^2 + \frac{13}{9}x^4a^4\right)12(y^2 - b^2) + a_3(x^4 - 6x^2a^2) + 5a^44(14x^6 - \frac{55}{3}y^4b^2 + \frac{13}{3}y^2b^4) + a_4(x^8 - \frac{22}{9}x^6a^2 + \frac{13}{9}x^4a^4)4(14y^6 - \frac{55}{3}y^4b^2 + \frac{13}{3}y^2b^4); \quad (1)$$

$$N_y = \frac{d^2\phi(x,y)}{dx^2} = a_112(x^2 - a^2)(y^4 - 6y^2b^2 + 5b^4) + a_24\left(14x^6 - \frac{55}{3}x^4a^2 + \frac{13}{3}x^2a^4\right)(y^4 - 6y^2b^2 + 5b^4) + a_312(x^2 - a^2)(y^8 - \frac{22}{9}y^6b^2 + \frac{13}{9}y^4b^4) + a_4(14x^6 - \frac{55}{3}x^4a^2 + \frac{13}{3}x^2a^4)(y^8 - \frac{22}{9}y^6b^2 + \frac{13}{9}y^4b^4); \quad (2)$$

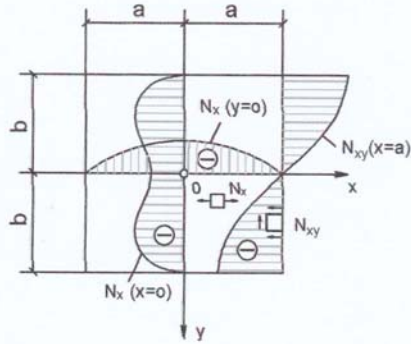
$$N_{xy} = -\frac{d^2\phi(x,y)}{dx dy} = -a_1(x^3 - 2xa^2)(y^3 - 3yb^2)16 - a_2(2x^7 - \frac{11}{3}x^5a^2 + \frac{13}{9}x^3a^4)(y^3 - 3yb^2)16 - a_3(x^3 - 3xa^2)(2y^7 - \frac{11}{3}y^5b^2 + \frac{13}{9}y^3b^4)16 - a_4(2x^7 - \frac{11}{3}x^5a^2 + \frac{13}{9}x^3a^4)(2y^7 - \frac{11}{3}y^5b^2 + \frac{13}{9}y^3b^4)16, \quad (3)$$

სადაც

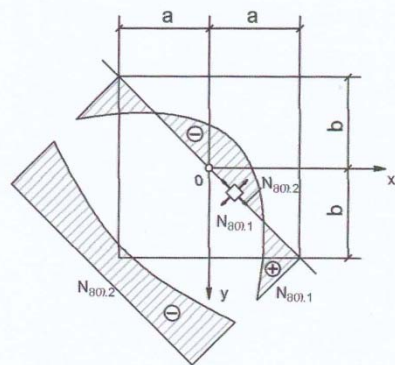
$$\phi(x,y) = a_1(x^4 - 6x^2a^2 + 5a^4)(y^4 - 6y^2b^2 + 5b^4) + a_2(x^8 - \frac{22}{9}x^6a^2 + \frac{13}{9}x^4a^4)(y^4 - 6y^2b^2 + 5b^4) + a_3(x^4 - 6x^2a^2 + 5a^4)(y^8 - \frac{22}{9}y^6b^2 + \frac{13}{9}y^4b^4) +$$

$$a_4(x^8 - \frac{22}{9}x^6a^2 + \frac{13}{9}x^4a^4)(y^8 - \frac{22}{9}y^6b^2 + \frac{13}{9}y^4b^4). \quad (4)$$

ეს ფორმულები გამოყვანილია ვარიაციული მეთოდით, ხოლო კოლოკაციის წერტილის კოორდინატები უნდა შერჩეს იმ წერტილებისათვის, სადაც მეტადაა მოსალოდნელია N_x და N_y ძალების ეპიურების ცვლილება.



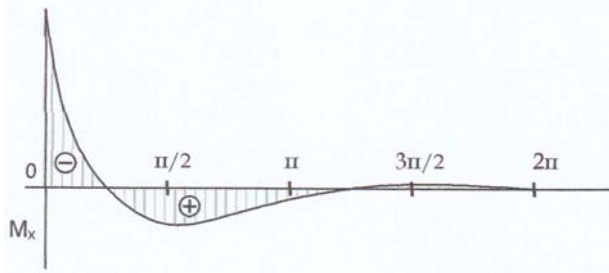
ნახ. 2. ხისტი კონტურის მქონე გარსულ ტანში მოქმედი N_x და N_{xy} ძალების ეპიურები



ნახ. 3. გარსულ ტანში მოქმედი მთავარი $N_{\theta 1}$ და $N_{\theta 2}$ ძალების ეპიურები დიაგონალურ კვეთში

მთავარი გამჭობი ძალები გამოიხატავენ ფორმულით:

$$\left. \begin{matrix} N_{\theta 1} \\ N_{\theta 2} \end{matrix} \right\} = \frac{N_x + N_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{N_x - N_y}{2}\right)^2 + N_{xy}^2}, \quad (5)$$



ნახ. 4. ხისტი კონტურის მქონე გარსულ ტანში მოქმედი მღუნავი მომენტების ეპიურა

კონტურის მიმდებარე ზონაში წარმოქმნილი მღუნავი მომენტი

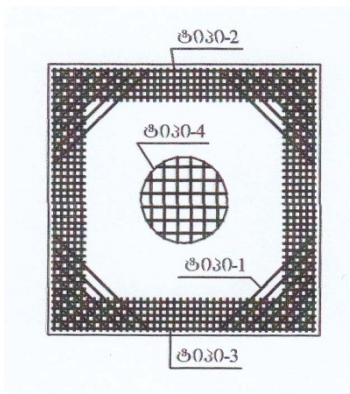
$$M_x = -\frac{1}{D} \frac{d^2 \omega}{dx^2} = \frac{S^2}{2} q e^{-\varphi} \sin \varphi, \quad (6)$$

სადაც

$$D = \frac{EI}{1-\nu^2} \approx E \frac{h^3}{12},$$

$$\omega = -\frac{1}{D} \frac{S^4}{4} q e^{-\varphi} \cos \varphi + \frac{S^4}{4} (q + k_x A S \varphi);$$

$$S = \sqrt[4]{\frac{4D}{k_y^2 E h}} = 0,76 \sqrt{R_y h}.$$

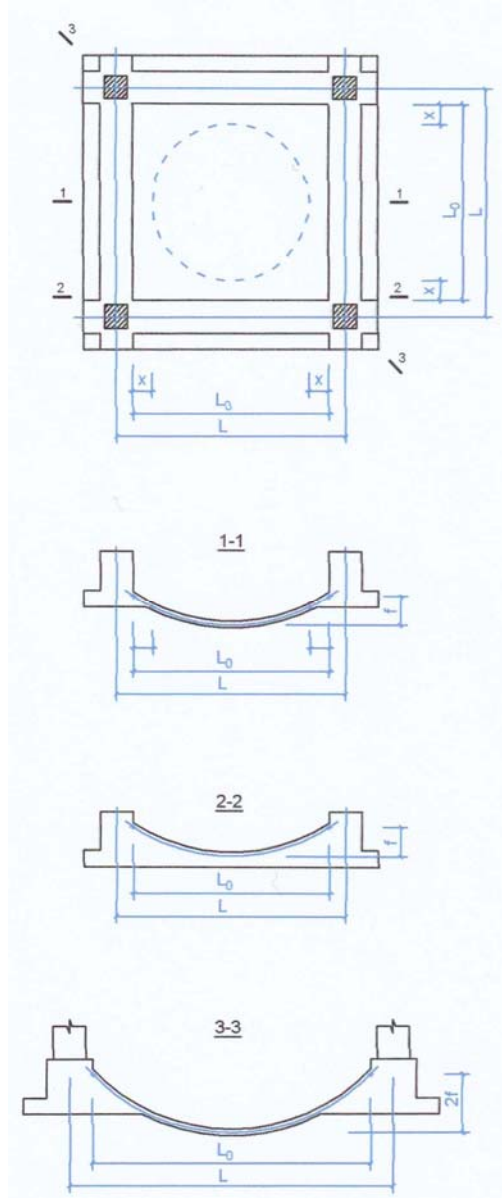


ნახ. 5. გარსული ტანის დაარმატურების სქემა

გარსული ტანის დაარმატურების სქემიდან (ნახ. 5) ჩანს, რომ პირველი ტიპის არმატურის განგარიშება ხდება მთავარი გამჭიმო $N_{მთ.1}$ და $N_{მთ.2}$ ძალების მიხედვით (ნახ. 3). საკონტურე ზონაში M_x და M_y მღუნავი მომენტების ასატანად (ნახ. 4) გამოითვლება მეორე ტიპის არმატურები. მესამე და მეოთხე ტიპის არმატურების განგარიშება ხდება N_x , N_y და N_{xy} ძალების მიხედვით (ნახ. 2).

იმასთან შედარებით, სადაც ფილების და გარსების გამოყენება ტრადიციულია საძირკვლებში დატვირთვები დიდია, ამიტომ ძალები აქ საგრძნობლად იმატებს, რაც მის გეომეტრიულ მახასიათებლებს ცვლის. ამასთან, აწვეის ისარი აუცილებელია იყოს $1/9L_0 < f < 1/5L_0$ ზღვრებში [1]. წარმოგიდგენთ თანაბარი და არათანაბარი მაღის მქონე საძირკვლებს გარსული ტანით (ნახ. 6, ნახ. 7). ასეთი ტიპის სა-

ძირკვლების კონსტრუირება ხდება ისევე, როგორც დამრეცი გარსების შემთხვევაში, მცირედი განსხვავებით (ნახ. 8) [4].

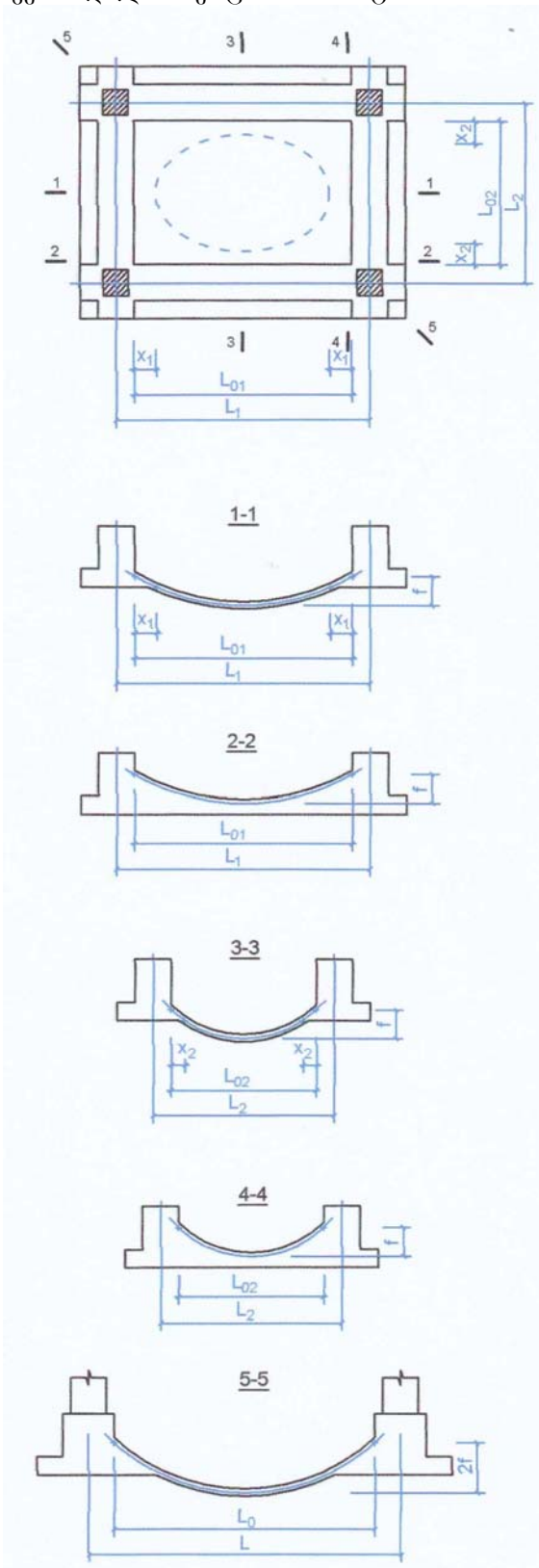


ნახ. 6

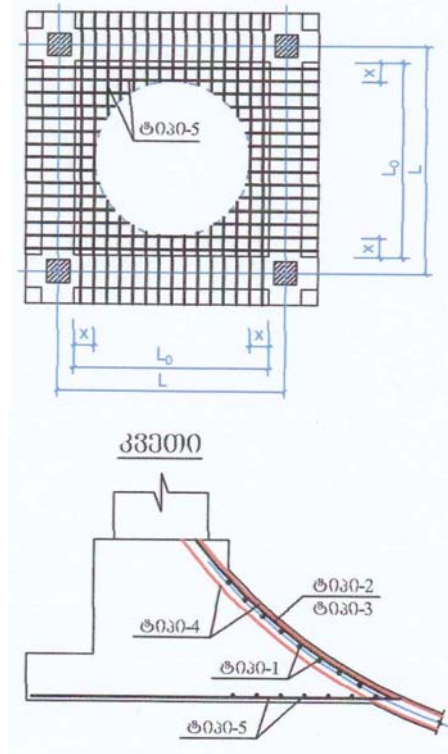
ჩვენ მიერ განხილულ იქნა 10-სართულიანი კარკასული შენობის საძირკვლები. ერთ შემთხვევაში ავიღეთ $h=40$ სმ-იანი წიბოვანი ფილა-საძირკველი და მეორე შემთხვევაში წიბოვანი საძირკველი გარსული ტანით $h=20$ სმ. ორივე შემთხვევაში ერთნაირი იყო გრუნტის და მასალის მახასიათებლები, სართულშორისი გადახურვის დატვირთვა 1 მ²-ზე და შენობის ყველა გეომეტრიული მახასიათებელი. გაანგარიშება მოხდა პროგრამის “ლირა 9.4” გამოყენებით 8-ბალიან სეისმურ ზემოქმედებაზე. გაანგარიშებამ აჩვენა, რომ ორივე შემთხვევაში ბეტონის ხარჯი თითქმის ერთნაირია, ხოლო არმატურის ხარჯი ფილა-საძირკველში 16%-ით მეტი აღმოჩნდა. ამა-

სამშენებლო

ვე დროს საძირკველი გარსული ტანით გამოირჩევა მაღალი სივრცითი სიხისტით.



ნახ. 7



ნახ. 8

3. დასკვნა

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, გარსული საძირკველები გამართლებულია როგორც კონსტრუქციულად, ასევე ეკონომიურად.

ლიტერატურა

1. ა. სოხაძე. რკინაბეტონის წინასწარდაძაბული კონტურიანი სფერული დამრეცი გარსოვანი პანელის ექსპერიმენტული შესწავლა. თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკად. გამომცემლობა, მოამბე №1, ტ. XXIV. 1960.
2. Пастернак П.Л. и др. Железобетонные конструкции. Специальный курс. М.: Госстройиздат, 1961.
3. Сахновский К.В. и др. Сборные тонкостенные пространственные и большепролетные конструкции. М., 1969.
4. НИИЖБ. Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий. М.: Стройиздат, 1979.
5. Байков В.Н. и др. Железобетонные конструкции. М., 1981.
6. Михайлов Б.К., Кипиани Г.О. Деформированность и устойчивость пространственных пластинчатых систем с разрывными параметрами. Санкт-Петербург: Стройиздат, 1996. - 442 с.

UDC 624.15**SHELL FOUNDATIONS****A. Sokhadze, G. Maisuradze**

Department of civil and industrial building, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: Modern construction has made as necessary the application of new scientific approaches. In particular, the application of new constructive and technological calculations gives the possibility for creation of structurally rigid and earthquake-proof buildings. From accounts of all aforesaid we offer to apply the shell foundation, instead of plate foundation, which practical novelty consists in creation from the technical and economic point of view cheap and structurally modern structure.

From this point of view there is researched the possibility of application of the shell foundations without decreasing of structural strength and stability parameters. Calculation has shown, that offered shell foundation in comparison with plate foundation has some technical and economic advantages.

Key words: constructionally modern; bicurvature shells; shell body foundation; shell body reinforcement.

УДК 624.15**ОБОЛОЧНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ****Сохадзе А.П., Маисурадзе Г.Дж.**

Департамент городского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: В современном строительстве стало необходимым внедрение новейших научных достижений, в частности, использование новых конструктивных и технологических расчётов для создания конструктивно жёстких и сейсмостойких прочных сооружений. С учётом вышесказанного, мы предлагаем вместо плиты-фундамента применение оболочной плиты- фундамента, практическое новшество которой проявляется в дешёвой, с технико-экономической точки зрения, современной конструкции.

Именно с этой целью была изучена возможность использования оболочной плиты в фундаменте с тем, чтобы не уменьшились показатели прочности и жёсткости конструкции. Как показали расчёты, представленный нами оболочный фундамент имеет определённые технико-экономические преимущества по отношению к плиточному фундаменту.

Ключевые слова: конструктивно современный; оболочка двоякой кривизны; фундаменты с оболочным телом; армирование оболочного тела.

*შემოსვლის თარიღი 30.06.09
მიღებულია დასაბუჯდად 28.09.09*

უპა 624.05

სამშენებლო პროცესების ვარიანტული დაპროექტება

შ. ბაქანიძე

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: gurbak@hotmail.com

რეზიუმე: სამშენებლო კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების დაპროექტებისას, მათი ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტის მიზნით, მიმართავენ ვარიანტულ დაპროექტებას.

ნებისმიერი შენობა-ნაგებობის ასაშენებლად უამრავი სამშენებლო პროცესი წარმოებს. მათი განხორციელება შესაძლებელია სხვადასხვა ტექნოლოგიითა და მასალით.

ცალკეული სამშენებლო პროცესების წარმოების ტექნოლოგიის სწორად შერჩევაზე დამოკიდებული მთლიანად შენობა-ნაგებობის ტექნოლოგიურობის ძირითადი კრიტერიუმების (მასალატევალობა, შრომატევალობა, მანქანატევალობა, ღირებულება და სხვ.) მნიშვნელობები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია სამშენებლო პროცესების ვარიანტული დაპროექტება. თითოეული სამშენებლო პროცესისათვის განხილულია 2, 3 და მეტი ვარიანტი. ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები გამოთვლილია ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების შედგენის საფუძველზე, რომლებიც დაფუძნებულია რესპუბლიკაში საშენი მასალების ამჟამად მოქმედ საფასურზე.

სამშენებლო პროცესების ვარიანტული შედარებისას, გარდა იმისა, რომ გამოვლენილია ოპტიმალური ვარიანტები, მითითებულია ტექნოლოგიურობის იმ კონკრეტულ კრიტერიუმზე, რომელმაც განაპირობა აღნიშნული ვარიანტების უპირატესობა.

საკვანძო სიტყვები: სამშენებლო პროცესი; ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები; ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა; ტექნოლოგიურობის განზოგადებული კრიტერიუმი; ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტა.

1. შესავალი

როგორც ცნობილია, ნებისმიერი შენობა-ნაგებობის ასაშენებლად საჭიროა შესრულდეს უამრავი სამშენებლო პროცესი, დაწყებული მოედნის მოშანდაკებით და დამთავრებული მოსაპირკეთებელი სამუშაოებით. აღნიშნული სამშენებლო პროცესები შეიძლება შესრულდეს იქნეს სხვადასხვა ტექნოლოგიითა და მასალით. აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ ცალკეული პროცესის ოპტიმალური ტექნოლოგიის შერჩევაზე დამოკიდებული მთლიანად ნაგებობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მონაცემების მნიშვნელობები ანუ მისი ტექნოლოგიურობა.

განხილულია რამდენიმე ძირითადი სამშენებლო პროცესის ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვის შედგენის საფუძველზე და გამოვლენილია ხელსაყრელი ტექნოლოგიური გადაწყვეტები.

2. ძირითადი ნაწილი

რადგან გვაინტერესებდა ქვემოთ განხილული სამშენებლო პროცესების არა სრული სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება, არამედ მათი ურთიერთფარდობები, ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები შევადგინეთ მხოლოდ პირდაპირ დანახარჯებზე [1, 2].

მაგალითის სახით, განვსახდურეთ რამდენიმე სამშენებლო პროცესის ტექნოლოგიურობის ძირითადი კრიტერიუმები (შრომატევალობა, მანქანატევალობა, ღირებულება, ხელფასი) და შევასრულეთ ვარიანტების შედარება ტექნოლოგიურობის განზოგადებული კრიტერიუმის ხერხით [3,4], რომელსაც იყენებენ სამშენებლო კონსტრუქციების ვარიანტული დაპროექტებისას. ჩვენ იგი გამოვიყენეთ სამშენებლო პროცესებისათვის.

აღნიშნული კრიტერიუმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$K = f(K_a, K_b, K_c, K_d \dots), \tag{1}$$

სადაც K_a, K_b, K_c, K_d ტექნოლოგიურობის დონის მაჩვენებლებია, შესაბამისად, სამშენებლო პროცესის შრომატევალობის, მანქანატევალობის, ხელფასის და საერთო ღირებულებისათვის.

აღნიშნული მაჩვენებლები განისაზღვრება საბაზო და მოცემული (შესადარებელი) სამშენებლო პროცესების შესაბამისი კრიტერიუმების ფარდობით:

$$K_a = \frac{W_b}{W}, K_b = \frac{M_b}{M}, K_c = \frac{3_b}{3}, K_d = \frac{C_b}{C} \text{ და ა.შ.} \tag{2}$$

ტექნოლოგიურობის განზოგადებულ კრიტერიუმს, თითოეულ კერძო შემთხვევაში, შეიძლება ჰქონდეს ერთზე მეტი ან ნაკლები რიცხვითი მნიშვნელობა. თუ $K > 1$, ცხადია, ეს შეესაბამება უფრო მაღალ ტექნოლოგიურობას.

სამშენებლო პროცესების განხილული ვარიანტებიდან I ვარიანტის ტექნოლოგიურობის განზოგადებული კოეფიციენტი მიღებულია 1-ის ტოლად (ანუ მიჩნეულია საბაზო ვარიანტად) და მასთან შედარებულია სხვა ვარიანტების ტექნოლოგიურობის განზოგადებული კრიტერიუმები. ცხრილებში (1, 3, 5, 7, 9, 11) მოცემულია სამშენებლო პროცესების ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები, ხოლო ცხრილებში (2, 4, 6, 8, 10, 12) – ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარებები.

სამშენებლო

სამშენებლო პროცესი – მიიღე დუღაბის დამზადება და მზადდება წვობისათვის
 განისაზღვროს შიშვე დუღაბის დამზადების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები ხაში ვარიანტისათვის (დუღაბის მარკა მყიფით 100, ხაზობი ერთეული – 100 მ³)
 I – კორ-ცემენტოვანი; II – თიხა-ცემენტოვანი; III – ცემენტოვანი.

ცხრილი 1

ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიფრი	საშუალო და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატივ-ერთეული	დირეკტული		რაოდ. ნორმატივ-ერთეული	დირეკტული		რაოდ. ნორმატივ-ერთეული	დირეკტული	
				ერთეული	სულ		ერთეული	სულ		ერთეული	სულ
კრებული 6 [1]			I ვარიანტი – (6-40-5)	2,8	487	II ვარიანტი – (6-40-12)	2,8	538	III ვარიანტი – (6-40-18)	2,8	328
თ.1. 3. 185 [2]	შრომის დანახარჯი	კვ. სთ	174	3,67	118	32,1	3,67	118	32,1	3,67	118
თ.4.1. 3.79	მოთხოვნი დუღაბის რაოდენობა, 150 ლ.	მან. სთ	67	3,2	214	77	3,2	246	63	3,2	202
თ.4.1. 3.96	სხვა მანქანები	მან. სთ	30,6	175	5355	31,0	175	5425	30,4	175	5320
თ.4.1. 3.100	ცემენტი მ 400	ტ.	7,9	125	988	-	-	-	-	-	-
თ.4.1. 3.106	კირი	ტ.	-	-	-	9,8	15,0	147	-	-	-
თ.4.3. 3.33	თიხა	მ ³	123	36	4428	123	36,20	4428	121	36	4356
	ქვიშა	მ ³	41	3,6	148	37	3,6	133	31	3,6	112
	წყალი	მ ³									
	ჯამი:				11738			11035			10436

ცხრილი 2

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ტექნოლოგიური მანქანების		დირეკტული (ლარი)	ტექნოლოგიური მანქანების კრიტერიუმები		განხ. კრიტერიუმები
	შრომატივ-ერთეული (კვ. სთ)	სულ (ლარი)		შრომატივ-ერთეული	სულ (ლარი)	
I	174	487	11738	1,0	1,0	1,0
II	192	538	11035	0,91	0,91	1,06
III	117	328	10436	1,49	1,48	1,12

დასკვნა: ოპტიმალურია III ვარიანტი (ძირითადი უპირატესობა – ნაკლები შრომატევადობა).

სამშენებლო პროექტი – საშუალო სართულის გარე კედლების ქვის წყობა
 შედარდეს ერთმანეთთან ტექნიკურ-კონსტრუქციულ მანქანებლების მიხედვით წყობის 5 ვარიანტი (წყობის 1 მ-თვის):
 I – კერამიკული აგურებისაგან; II – სილიკატური აგურებისაგან; III – ღრუტანიანი აგურებისაგან; IV – კერამიკული ქვებისაგან; V – სილიკატური აგურებისაგან.

ცხრილი 3

ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის ნიშანი	სამუშაოთა და დანახარჯების დასახელება	ხასიათი ერთ.	I ვარიანტი – (8-5-2)		II ვარიანტი – (8-5-2)		III ვარიანტი – (8-5-2)		IV ვარიანტი – (8-8-2)		V ვარიანტი – (8-8-2)	
			რაოდ. ნორმატივით	ლიტრ ბუნება	რაოდ. ნორმატივით	ლიტრ ბუნება	რაოდ. ნორმატივით	ლიტრ ბუნება	რაოდ. ნორმატივით	ლიტრ ბუნება	რაოდ. ნორმატივით	ლიტრ ბუნება
კრებული 8	- შრომის დანახარჯი	კაც. ხო	4,23	11,8	4,23	11,8	4,23	11,8	3,61	10,1	3,61	10
-	- მანქანები	მან	0,78	2,5	0,78	2,5	0,78	2,5	0,83	2,7	0,83	2,7
თ. 41, 3.252	- ცემენტის დუღაბი, M 50	მ³	0,23	21,2	0,23	21,2	0,23	21,2	1,17	15,6	0,17	92
თ.4.1, 3.1	- კონსტრუქციული აგური	ათ. ც	0,384	300	0,384	300	-	-	-	-	-	-
თ.4.1, 3.1	- სილიკატური აგური	ათ. ც	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
თ.4.1, 3.1	- ღრუტანიანი აგური	ათ. ც	-	-	-	-	0,38	115,2	-	-	-	-
თ.4.1, 3.2	- კერამიკული ქვები (წყობის)	ათ. ც	-	-	-	-	-	-	0,197	600	-	-
თ.4.1, 3.1.1	- სილიკატური ქვები (წყობის)	ათ. ც	-	-	-	-	-	-	-	-	0,197	360
-	- სხვა მასალები	მან.	0,17	3,2	0,17	3,2	0,17	3,2	0,16	0,5	0,16	3,2
	ჯამი:			151		105		151		147		100

ცხრილი 4

ვარიანტების ტექნიკურ-კონსტრუქციული შედარება

ვარიანტის №	შრომატვი (კაც. სთ)	ტექნიკური შრომის მანქანების მანქანები		ტექნიკური შრომის კრებულები		განს. კრებულები
		შრომატვი (მანქ. სთ)	ხელფასი (ლარი)	ლორბულ. (ლარი)	ხელფასი	
I	4,23	-	11,8	151	1,0	1,0
II	4,23	-	11,8	105	1,0	1,4
III	4,23	-	11,8	151	1,0	1,0
IV	3,61	-	10,1	147	1,17	1,03
V	3,61	-	10,1	100	1,17	1,51

დასკვნა: ოპტიმალურია V ვარიანტი (ძირითადი უპირატესობა – მასალის ნაკლები ღირებულება).

სამშენებლო პროცესი – ტიხრების მოწყობა

შევასრულოთ ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება ტიხრების მოწყობისას, მასალების შემდეგი ვარიანტებისათვის (100 მ² ტიხრების ფართობი):

I – თაბაშირის ფილა; II – მსუბუქი ბეტონის ფილა; III – მინაბლოკები.

ცხრილი 5

ვარიანტების დოკალურ-რეკონსტრუქციის ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიგრი	სამუშაოთა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატივით		დირეულება		რაოდ. ნორმატივით	დირეულება		რაოდ. ნორმატივით	დირეულება	
			I ვარიანტი – (8-17)	II ვარიანტი – (8-17)	ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ
კრებული 8			103	288,4	2,8	280	124	2,8	347	124	2,8	347
თ.4.1. კ.251	შრომის დანახარჯი	კაც. სთ	7,36	23,6	3,2	20,6	6,44	3,2	21,7	6,78	3,2	21,7
თ.4.1. კ.97	მანქანები	მან.	-	-	-	-	0,5	79	58,5	0,74	79	58,5
თ.4.2. კ.243	დუღიანი ცემენტ-კირის. 8 25	მ³	91	4095	45	-	-	-	-	-	-	-
თ.4.3. კ.52	თაბაშირის ფილა სისქით 100 მმ-მდე	მ²	-	-	-	-	87	8,8	765,6	-	-	-
თ.5.1. კ.2	მსუბუქი ბეტონის ფილა სისქით 100 მმ-მდე	მ²	-	-	-	-	-	-	-	2,6	1500	3900
თ.1.1. კ.5	მინის ბლოკები დრუტანანი 194X194X98	ათ.ც	0,1	38	380	38,0	0,1	-	-	-	-	-
თ.4.1. კ.106	ძელები III ხ., 50-60 მმ	მ³	0,013	13,9	1070	-	-	-	-	0,112	1070	119,8
თ.4.1. კ.203	არმატურა	ტ	0,57	256,5	450	-	-	-	-	-	-	-
	ალუბასტრი (სამშენ. თაბაშირი)	ტ	0,6	21,6	36,0	-	-	-	-	-	-	-
	ქვიშა სამშენებლო	მ³	6	12,0	2,0	12,0	6	2,0	-	-	-	-
	ტოლი	მ²	0,12	0,4	3,2	0,4	0,12	3,2	0,4	-	-	-
	სხვა მასალები	მან.	-	4749	-	-	-	-	-	-	-	-
	ჯამი:					4749			1156			4447

ცხრილი 6

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	შრომატმე (კაც. სთ)		ტექნოლოგიური მანქანების მანქანაჰმე (მანქ. სთ)		ტექნოლოგიური მანქანების ხელფასი (ლარი)		ტექნოლოგიური მანქანების მანქანაჰმე		ტექნოლოგიური მანქანების ხელფასი		განხ. კრებულში
	შრომატმე	მანქანაჰმე	ლორეულები (ლარი)	ლორეულები (ლარი)	შრომატმე	ხელფასი	მანქანაჰმე	ხელფასი	ლორეულები		
I	103	288,4	4749	288,4	1,0	1,0	-	1,0	1,0	1,0	1,0
II	100	280	1156	280	1,03	1,03	-	1,03	4,1	2,05	2,05
III	124	347	4447	347	0,83	0,83	-	0,83	1,06	0,91	0,91

დასკვნა: ოპტიმალურია II ვარიანტი (ძირითადი უპირატესობა – მასალის ნაკლები ღირებულება).



სამშენვემო პროცესი – ინვესტარული ხარაჩოების დაყენება და დაშლა

შეცვარულთ ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება ინვენტარული ხარაჩოების დაყენებისა და დაშლის სამუშაოებზე, შემდეგი საბი ვარიანტისათვის:

I – მილოვანი ხარაჩოები წყობისა და მოპირკეთების სამუშაოებისათვის;

II – იგივე გამოყენების სხვა სამუშაოებისათვის;

III – შეკიდული ხარაჩოები.

განგარიშებისას გამოყენებულ იქნეს 16 მ-მდე სიმაღლის გარე ხარაჩოები, მათი ვერტიკალური პროექციის 100 მ²-თვის.

ცხრილი 7

ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიფრი	სამუშაოთა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატივულზე	ლირებულდება		რაოდ. ნორმატივულზე	ლირებულდება		რაოდ. ნორმატივულზე	ლირებულდება	
				ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ
კრებული 8			I ვარიანტი – (8-22-1)	II ვარიანტი – (8-22-2)		III ვარიანტი – (8-22-3)					
	– შრომის დანახარჯი	კაც. სთ	45,8	2,8	128,2	45,9	2,8	68,6	2,8	128,5	68,6
	– მანქანები	მან.	0,23	3,2	0,7	0,23	3,2	0,23	3,2	0,7	0,23
თ.1.4, კ.31	– ხარაჩოების ფოლადის დეტალები	ტ. მგ	0,037	1380	51,1	0,035	1380	0,044	1380	48,3	0,044
თ.5.1, კ.2	– ხარაჩოების ხის დეტალები	მგ	0,006	380	2,3	0,009	380	0,009	380	3,4	0,009
თ.5.1, კ.31	– ფენილის ფარები	მგ	1,2	10,0	12,0	3,4	10,0	1,9	10,0	34,0	1,9
	ჯამი:				194,3					214,9	

ცხრილი 8

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ტექნოლოგიური მანქანების მაჩვენებლები			ტექნოლოგიური კრიტერიუმები			განხ. კრიტერიუმები
	შრომატემ. (კაც. სთ)	მანქანათემ. (მანქ. სთ)	ხელფასი (ლარი)	ლორეულ. (ლარი)	შრომატემ.	მანქანათემ.	
I	45,8	–	128,2	194,3	1,0	–	1,0
II	45,9	–	128,5	214,9	0,99	–	0,96
III	68,6	–	192,1	275,9	0,67	–	0,68
							ლორეულ.
							0,7

დასკვნა: ოპტიმალურია I ვარიანტი (მცირე უპირატესობით, II ვარიანტთან შედარებით).

სამშენებლო პროცესი – ფოლადის ვერტიკალური კავშირების მოწყობა

შესრულდეს ფოლადის ვერტიკალური კავშირების მოწყობის ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება 24 მ მაღლისათვის, შენობის 25 მ-მდე სიმაღლისას (1 ტონა კონსტრუქციისათვის).

განხილულ იქნეს შემდეგი 2 ვარიანტი:

I – ვერტიკალური კავშირები წამწებების სახით;

II – კავშირები და გამბჯენები ცალკეული და შეწყვილებული კუთხოვანებისგან.

ცხრილი 9

ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიფრი	სამუშაოთა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატივით		ლირბულება		რაოდ. ნორმატივით		ლირბულება	
			I ვარიანტი	სულ	ერთეულზე	სულ	ერთეულზე	II ვარიანტი	სულ	
კრებული 9			16,2	2,8	45,4	2,8	24,6	2,8	68,9	
თ.11, 335	- შრომითი დანახარჯები	კვ.სთ	0,59	20,6	12,2	20,6	0,59	20,6	12,2	
თ.11, 361	- ჯოჯოკანა აწვ. 30 ტ.	მანკ.სთ	0,66	27,77	18,3	27,77	1,22	27,77	33,9	
	- მუხლუხა აწვ. 25 ტ.	მანკ.სთ	1,05	3,2	3,4	3,2	0,95	3,2	3,0	
	- სხვა მანქანები	მან.	1,0	2150	2150	1,0	1480	1480		
თ.14, 350 (თ.12., 321)	- ფოლადის კონსტრუქციები	ტ.	0,1	1,38	0,1	1,38	0,2	1,38	0,3	
თ.14. 331	- სამონტ. სამარჯვების ფოდ. კონსტრ.	კვ	14,2	2,8	39,8	2,8	20,4	2,8	57,1	
თ.15, 316	- ჰანჯიკები სხვადასხვა სიზუსტის	კვ	2,78	3,2	8,9	3,2	2,78	3,2	8,9	
	- სხვა მასალები	მან.			2278				1664	
	ჯამი									

ცხრილი 10

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ტექნოლოგიის მანქანები		ლორბულ. (ლარი)	ტექნოლოგიის კონსტრუქციები		განხ. კრიტიკ. რეზი
	შრომატკმ. (კვ. სთ)	მანქანატკმ. (მანკ. სთ)		შრომატკმ.	მანქანატკმ.	
I	16,2	1,25	2278	1,0	1,0	1,0
II	24,6	1,81	1664	0,66	0,69	1,37

დასკვნა: ოპტიმალურია I ვარიანტი (ძირითადი უპირატესობა – ნაკლები შრომატევადობა).

სამშენებლო პროცესი – მრავალსართულიანი სამშენებლო შენობების გადახურვის რიგელების მონტაჟი შესრულდეს რიგელების მონტაჟის 2 ვარიანტის ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება შემდეგი პირობების გათვალისწინებით: რიგელების ჩამაგრების კვანძები – ხისტი; რიგელების სიგრძე – 6 მ; საზომი ერთეული – 100 ანაკრები კონსტრუქცია.
 I – მართკუთხა კვეთის რიგელები;
 II – თართობიანი რიგელები.

ცხრილი II

ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიგრი	სამუშაოთა და დანახარჯების დახასხვება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატივით		ლირებულზე		რაოდ. ნორმატივით		ლირებულზე	
			ერთეულზე	სულ	ერთეულზე	სულ	ერთეულზე	სულ		
კრებული 7			I ვარიანტი – (7-8-1)		II ვარიანტი – (7-8-2)					
1070			1070	2996	1120	2,8	1120	2,8	3136	
54,2	შრომის დანახარჯები	კაც.სი	54,2	902	55,8	16,64	55,8	16,64	929	
138	კომპლექტი აშუკები	მანკ.სი	138	442	160	3,2	160	3,2	512	
0,44	სხვა მანკები	მან.	0,44	480	0,57	1090	0,57	1090	621	
6,45	არმატურა – ნაშხადების	ტ	6,45	787	9,43	122	9,43	122	1150	
128	კომპლექტი A-III 20-28 88	მპ	128	52480	173	410	173	410	70930	
–	ბეტონი B 15 (M200)	მპ	–	–	0,13	–	0,13	1380	179	
441	ანაკრები კონსტრუქციები	ტ	441	1191	449	2,7	449	2,7	1212	
0,44	ანაკრები ნაკრები	კპ	0,44	2800	0,45	2800	0,45	2800	1260	
78	სამშენებლო შემფუთები	ტ	78	250	59	3,2	59	32,2	189	
	(აბაზანური შეღებვისათვის)	მან								
	ფლექტროლები 3-50									
	სხვა მასალები									
	ჯამი			60760					80118	

ცხრილი 12

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ტექნოლოგიური მანქანების მაჩვენებლები		ტექნოლოგიური მანქანების კრიტერიუმები		ჯამი კრიტერიუმები
	შრომატმ (კაც. სი)	მანქანატმ (მანქ. სი)	ლირებულ (ლარი)	შრომატმ/მანქანატმ	
I	1070	54,2	60760	1,0	1,0
II	1120	55,8	80118	0,96	0,96
				0,97	0,76

დასკვნა: ოპტიმალურია I ვარიანტი (ძირითადი უპირატესობა – ნაკლები ლირებულზე).

3. დასკვნა

განხილული სამშენებლო პროცესების ვარიანტების შედარების შედეგი შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს საპროექტო ფორმებისათვის – შენობა-ნაგებობათა ვარიანტული დაპროექტების დროს, აგრეთვე სამშენებლო ფორმების დამკვეთ-მენაშენეთათვის ამა თუ იმ სამშენებლო პროცესის დროს მასალის ან შესრულების მეთოდის შერჩევას.

ლიტერატურა

1. СНИП IV.2.82. Сборники элементарных норм на строительные конструкции и работы. М.: Стройиздат, 1984.

2. მშენებლობის შემფასებელთა კავშირი. სამშენებლო რესურსების ფასები (2009 წლის I კვარტლის დონეზე). თბილისი, 2009.
3. Сахновский М.М. Технологичность строительных сварных стальных конструкций. Киев: Будивельник, 1980.
4. Булгаков С.Н. Технологичность железобетонных конструкций и проектных решений. М.: Стройиздат, 1980.

UDC 624.05

VARIATION PLANNING OF CONSTRUCTION PROCESSES

Sh. Bakanidze

Department Of Industrial and Civil Construction, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: During building construction designing for optimum technological solving variation planning is used.

For construction of any building infinite constructing processes must be executed. Execution of them is possible by different technologies and materials.

Magnitude of main criteria of whole construction technology (material capacity, labour-consuming character, car content, cost and etc.) depends on correct choosing of construction process industrial technology.

Coming out of above-mentioned we've suggested variation planning of construction process. For each construction process 2,3 and more variations are discussed. Technology criteria are counted on the base of local-resourceful estimates, which is based on the current price of construction materials in the republic.

During comparison of construction materials, besides optimum variation are revealed, technology criteria are indicated, which conditioned preference of mentioned variation.

Key words: construction process; technology criteria; local-resourceful estimate; generalized technology criteria; optimum technological decision.

УДК 624.05

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Баканидзе Ш.Т.

Департамент промышленного и гражданского строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: При проектировании строительных конструкций и зданий, с целью выявления их оптимального технологического решения, применяют вариантное проектирование.

Для возведения любого здания необходимо выполнить множество строительных процессов. Их осуществление возможно различными технологиями и материалами.

От правильного подбора технологии производства отдельных строительных процессов во многом зависят значения основных критериев технологичности (материалоемкости, трудоемкости, машиноемкости, стоимости и т.д.) всего здания.

Исходя из вышеотмеченного, нами предлагается вариантное проектирование самих строительных процессов. Для каждого строительного процесса рассмотрено 2-3 и более вариантов.

Критерии технологичности подсчитаны посредством составления локально-ресурсных смет, основанных на ныне действующих в республике ценниках строительных материалов.

При вариантном сопоставлении строительных процессов, кроме выявления оптимальных вариантов, указаны те конкретные критерии технологичности, которые обеспечили преимущество данного варианта.

Ключевые слова: строительный процесс; критерии технологичности; учет локально-ресурсных затрат; обобщенный критерий технологичности; оптимальное технологическое решение.

შემოსვლის თარიღი 25.06.09
მიღებულია დასაბეჭდად 16.07.09

უპა 69.057.1

სამონტაჟო ამწის მოძრაობის ოპტიმალური სქემის შერჩევა

შ. ბაქანიძე

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: gurbak@hotmail.com

რეზიუმე: ანაკრები სამშენებლო კონსტრუქციების დასამონტაჟებლად სამონტაჟო ამწეების (ან მათი კომპლექტების) შერჩევას ვარიანტული დაპროექტებით აწარმოებენ. პირველ ეტაპზე წარმოებს სამონტაჟო ამწეების ვარიანტების დასახვა (2, 3 ან მეტი ვარიანტი) დასამონტაჟებელი ელემენტების ძირითადი სამონტაჟო მანევრებლების მიხედვით. მეორე ეტაპზე ახდენენ დასახული სამონტაჟო ამწეების ტექნიკურ-ეკონომიკურ შედარებას ძირითადი მანევრებლების მიხედვით. აღნიშნული მანევრებლების განსაზღვრისას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ამწის მუშაობის ხანგრძლივობას მოცემულ კონკრეტულ ობიექტზე რომელიც ხელით და ამწით შესასრულებელ სამუშაოთა ოპერაციების ხანგრძლივობათა ჯამია. რადგან ყოველ მოცემულ კონკრეტულ ობიექტზე კონსტრუქციების მონტაჟისას ხელით შესასრულებელ ოპერაციათა ხანგრძლივობის ჯამი დასახულ ვარიანტებში ერთი და იგივეა (კონსტრუქციათა ერთი და იგივე ტიპის და რაოდენობის გამო), ვარიანტების შედარებისას შეგვიძლია მისი უგულვებელყოფა და შედარება მხოლოდ ელემენტების მონტაჟზე დახარჯული სამანქანო დროის მიხედვით, რაც, ცხადია, დამოკიდებული იქნება ამწის მუშაგადაადგილების სქემაზე. განხილულია კონკრეტული მაგალითი, კერძოდ, ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის ანაკრები კარკასის I კომპლექტის ელემენტების (სვეტების და ამწისქვეშა კოჭების) მონტაჟი ამწის მუშაგადაადგილების ორი შესაძლო სქემით: მაღლების გრძივად და განივად. გამოთვლილია მონტაჟის სამანქანო დრო და გამოვლენილია ამწის მუშაგადაადგილების ოპტიმალური სქემა.

საკვანძო სიტყვები: კარკასის მონტაჟი; ამწის მუშაგადაადგილება; სუფთა სამანქანო დრო; ოპტიმალური სქემა.

1. შესავალი

ცნობილია, რომ სამონტაჟო ამწის შერჩევა ანაკრები კონსტრუქციების მონტაჟისათვის შემდეგი სქემით ხდება:

1. დასამონტაჟებელი კონსტრუქციების სამონტაჟო მახასიათებლების (ამწის ტვირთამწეობა, კაკვის აწევის სიმაღლე და ისრის შვერი) მიხედვით სამონტაჟო ამწეთა ვარიანტების დასახვა;
2. დასახული ვარიანტიდან ოპტიმალურის გამოსავლენად მათი შედარება ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების (კონსტრუქციის ერთეულის: ტ. მ³, ცალი – მონტაჟის თვითღირებულება, შრომატევადობა და მონტაჟის საერთო ხანგრძლივობა) მიხედვით.

აღნიშნული ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების გამოთვლისას საჭიროა განისაზღვროს თითოეული ტიპის კონსტრუქციის მონტაჟზე დახარჯული დრო (ე.წ. ციკლის ხანგრძლივობა), რომელიც წარმოადგენს ხელით და მანქანით (ამწით) შესრულებულ ოპერაციათა ხანგრძლივობების ჯამს.

2. ძირითადი ნაწილი

სამშენებლო კონსტრუქციების სამონტაჟო ციკლის ხანგრძლივობა გამოითვლება ფორმულით:

$$T_G = T_a + T_b, \tag{1}$$

სადაც T_a სამონტაჟო ციკლის სამანქანო დროა, წთ; T_b - სამონტაჟო ციკლის ხელით შესასრულებელ ოპერაციათა დრო, წთ.

თავის მხრივ:

$$T_a = \frac{H_{კა.}}{V_1} + \frac{H_{კდ.}}{V_2} + \left(\frac{2\alpha}{360n_{ბრ}} + \frac{S_1}{V_3} \right) \cdot K_{წ} + \frac{S_2}{V_4}, \tag{2}$$

სადაც $H_{კა.}$ კაკვის აწევის სიმაღლეა, მ; $H_{კდ.}$ - კაკვის დაშვების სიმაღლე; α - ამწის ისრის მობრუნების კუთხე, გრად; $n_{ბრ}$ - ისრის ბრუნის რიცხვი წთ-ში; V_1 - კაკვის აწევის სიჩქარე (მ/წთ); V_2 - კაკვის დაშვების სიჩქარე (მ/წთ); V_3 - ტვირთის გადაადგილების სიჩქარე ისრის შვერის ცვლილებისას (მ/წთ); V_4 - ამწის გადაადგილების სიჩქარე (მ/წთ); $K_{წ}$ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ამწის მუშა ოპერაციების შეთავსებას ($K_{წ} = 0,75$); S_1 - ტვირთის გადაადგილების მანძილი ისრის შვერის ცვლილების შედეგად, (მ); S_2 - ამწის გადაადგილების მანძილი, რომელიც ერთ ელემენტზე (მ) მოდის.

(1) ფორმულაში შემავალი T_b -ს მნიშვნელობები დამოკიდებულია შენობის ტიპსა და სამშენებლო კონსტრუქციების სახეობაზე. თუ შესაძარებელ ვარიანტებში განიხილება ერთი და იგივე კონსტრუქციები (საქმე ეხება მხოლოდ დაგეგმარების ვარიანტულობას), ვარიანტების ურთიერთშედარება შეგვიძლია შევასრულოთ მხოლოდ მონტაჟის სუფთა სამანქანო დროის (T_a) მიხედვით.

სამშენებლო

საკითხი განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე. ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის ანაკრები რკინაბეტონის კარკასის I კომპლექტის ელემენტების (სვეტები და ამწისქვეშა კოჭები) მონტაჟი.

მივიღოთ შენობის შემდეგი კონსტრუქციული გადაწყვეტა: მალეების რაოდენობა და ზომა

$3 \times 18 = 54$ მ; სვეტების ბიჯი – 12 მ; შენობის სიგრძე – 72 მ; სიმაღლე – 12,6 მ (ნახ. 1).

კონსტრუქციული ელემენტების სამონტაჟო პარამეტრების მიხედვით შერჩეულია მუხლუხა ამწე CKF-40 (ცხრ. 1)

ცხრილი 1

კონსტრუქციული ელემენტის დასახელება	მასა (ტ)	სამონტაჟო პარამეტრები			შერჩეული ამწე
		(ტ)	(მ)	ღ (მ)	
განაპირა რიგის სვეტები	11,7	12,2	16,95	10,8	CKF-40
შუა რიგის სვეტები	13,7	14,2	16,95	10,8	
ამწისქვეშა კოჭები	10,7	11,2	15,5	9,0	

განვიხილოთ ამწის მუშა გადაადგილების სქემის 2 ვარიანტი:

I – გადაადგილება შენობის გრძივად, მალეების შუაში (ნახ. 1, ა)

II – გადაადგილება შენობის განივად, ზოლების შუაში (ნახ. 1, ბ)

ვარიანტები ერთმანეთთან შევადაროთ კონსტრუქციების მონტაჟზე დახარჯული სუფთა სამანქანო დროის მიხედვით.

სამშენებლო კონსტრუქციების მონტაჟის ციკლის ხანგრძლივობა განისაზღვრა 1-ლი ფორმულის მიხედვით.

ფორმულაში შემავალი T_b -ს მნიშვნელობები დამოკიდებულია შენობის ტიპსა და სამშენებლო კონსტრუქციების სახეობებზე.

რადგან ჩვენ მიერ შესადარებელ ვარიანტებში განვიხილება ერთი და იგივე კონსტრუქციები (ამიტომ T_b იქნება ერთი და იგივე) და გვინტერესებს T_c -ს არა აბსოლუტური მნიშვნელობები, არამედ მათი ურთიერთფარდობა შემოთავაზებული ვარიანტებისათვის. მათ შორის ოპტიმალურის გამოსავლენად საკმარისი იქნება მხოლოდ სამანქანო დროის განხილვა, რომელიც, ცხადია, სხვადასხვა იქნება ამწის მუშაგადაადგილების სხვადასხვა სქემის შემთხვევაში. სამანქანო დროის განსაზღვრა ხდება მე-2 ფორმულით.

CKF-40 შერჩეული სამონტაჟო ამწის პარამეტრებია:

$$V_1 = V_2 = 5,25 \text{ მ/წთ}; n = 0,45 \text{ ბრ/წთ}; V_4 = 16,7 \text{ მ/წთ}.$$

ორივე ვარიანტისათვის კონსტრუქციების მონტაჟის დროს ამწის ისრის მობრუნების კუთხე

$$\alpha = \arctg \frac{6}{9} = \arctg 0,667 = 34^\circ.$$

ისრის შვერი (R):

$$\text{სვეტების მონტაჟის დროს: } R_1 = \sqrt{6^2 + 9^2} = 10,87 \text{ მ};$$

$$\text{ამწისქვეშა კოჭების მონტაჟის დროს: } R_2 = 9 \text{ მ}.$$

ერთი ელემენტის მონტაჟის სამანქანო დრო (T_a).

სვეტისათვის

$$T_a = \frac{16,95}{5,25} + \frac{15,95}{5,25} + \left(\frac{2 \cdot 34}{360 \cdot 0,45} \right) \cdot 0,75 = 6,6 \text{ წთ}.$$

ამწისქვეშა კოჭისათვის

$$T_a = \frac{15,5}{5,25} + \frac{14,5}{5,25} + \left(\frac{2 \cdot 34}{360 \cdot 0,45} \right) \cdot 0,75 = 6,02 \text{ წთ}.$$

ერთი დგომის ადგილიდან შემდგომ ადგილზე გადაადგილების წინ ისრის შემობრუნება და თვით გადაადგილების მანძილები (შესაბამისად, ხანგრძლივობები) იქნება:

I ვარიანტისათვის

ისრის შემობრუნება:

$$\alpha = 90^\circ \text{ და } T = \left(\frac{2,90}{360 \cdot 0,45} \right) \cdot 0,75 = 0,83 \text{ წთ};$$

ამწის გადაადგილება

$$l = 12 \text{ მ და } T = \frac{12}{16,7} = 0,72 \text{ წთ};$$

ამწის უკმი სვლა შემდეგი მალისკენ გადასაადგილებლად

$$l = 36 \text{ მ და } T = \frac{36}{16,7} = 2,2 \text{ წთ}.$$

II ვარიანტისათვის

ისრის შემობრუნება დგომის ერთი ადგილიდან შემდეგზე გადაადგილების წინ: $\alpha = 0^\circ$ და $T = 0$;

ამწის გადაადგილება დგომის ერთი ადგილიდან შემდეგზე

$$l = 18 \text{ მ და } T = \frac{18}{16,7} = 1,08 \text{ წთ};$$

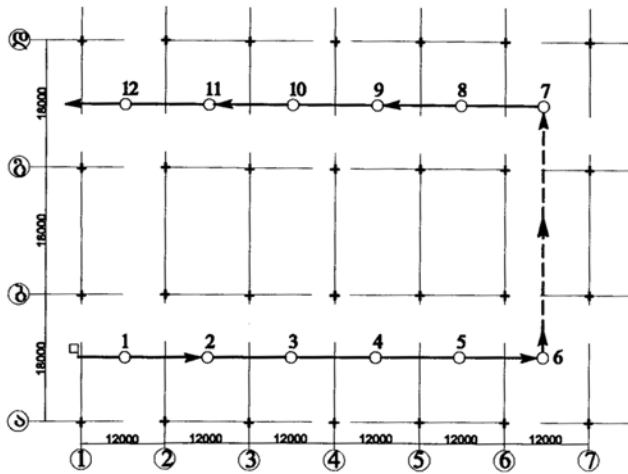
ისრის 2-ჯერ შემობრუნება შენობის ერთი განივი ზოლიდან II გადაადგილების წინ:

$$\alpha = 90^\circ \text{ და } T = 2 \cdot 0,83 = 1,66 \text{ წთ};$$

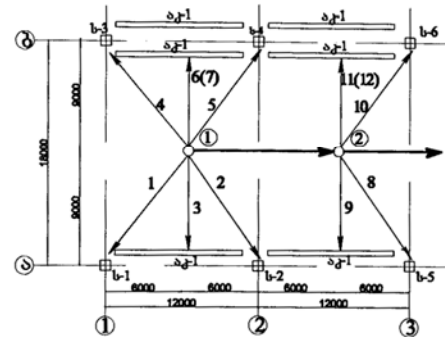
ამწის გადაადგილება შენობის ერთი განივი ზოლიდან მომდევნოზე (უკმი სვლა):

$$l = 30 \text{ მ და } T = \frac{30}{16,7} = 1,8 \text{ წთ}.$$

ა)

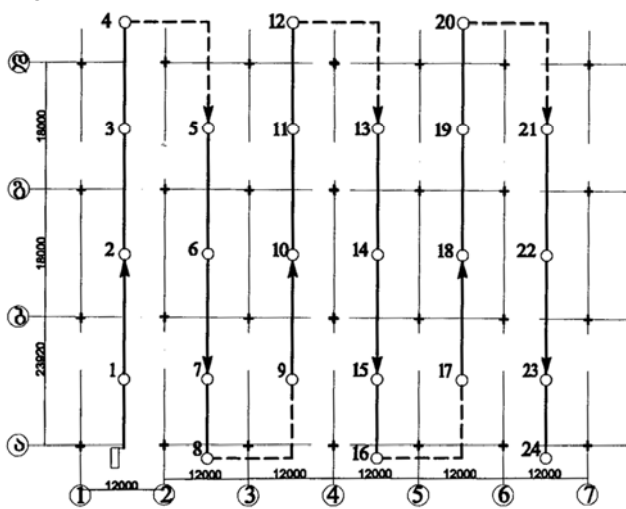


ამწის გრძივად მოძრაობის სქემა

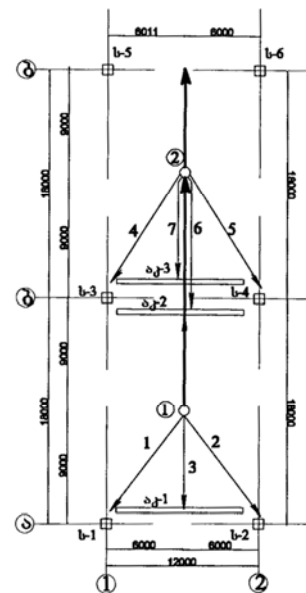


ელემენტების მონტაჟის თანამიმდევრობა (ფრაგმენტი)

ბ)



ამწის გრძივად მოძრაობის სქემა



ელემენტების მონტაჟის თანამიმდევრობა (ფრაგმენტი)

ნახ. 1. ამწის მოძრაობის სქემები:

ა) ვარიანტი I; ბ) ვარიანტი II

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე კონსტრუქციების მონტაჟის ჯამური სამანქანო დრო

I ვარიანტისთვის:

$$T_9 = 28 \cdot 6,6 + 36 \cdot 6,02 + 10 \cdot 0,83 + 10 \cdot 0,72 + 2,2 = 419,0$$

წთ. = 6 სთ 59 წთ;

II ვარიანტისთვის:

$$T_9 = 28 \cdot 6,6 + 36 \cdot 6,02 + 18 \cdot 1,08 + 5 \cdot 1,66 + 5 \cdot 1,8 = 438$$

წთ. = 7 სთ 18 წთ.

3. დასკვნა

ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის ანაკრები რკინაბეტონის სვეტების და ამწისქვეშა კოჭების (ანუ I კომპლექტის ელემენტების) მონტაჟისას ამწის მუშაგადაადგილების განხილული ორი ვარიანტიდან (მალის გრძივად და განივად), დახარჯული სამანქანო დროის მიხედვით, ოპტიმალურია ამწის შენობის მალეების

გრძივად გადაადგილების ვარიანტი. იგი შესაძარებელ ვარიანტს $[(438 - 419) / 438] \cdot 100 = 4,3\%$ -ით აღემატება.

აღნიშნული უპირატესობა, ცხადია, აისახება ვარიანტების ძირითად ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზეც.

ლიტერატურა

1. Литвинов О.О. Технология строительного производства. Киев: Будивельник, 1989.
2. Канюка Н.С. Справочник по проектированию организации строительства. М.: Стройиздат, 1969.
3. ЕНП. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. М., 1987.

UDC 69.057.1

CHOOSING OF OPTIMUM SCHEME OF ERECTION CRANE MOTION

Sh. Bakanidze

Department Of Industrial and Civil Construction, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: For arrangement of precast building constructions installation cranes are chosen by variational engineering.

At the first level erection crane variation is planned (2,3 or more variations) according main installation indices of arrangement elements. At the second level planned erection cranes technical-economical comparison is done according main indices.

During determination of mentioned indices crane work longevity is important on given object, which represents the sum of works to be executed manually and with crane.

Because during construction arrangement the sum of longevity of manually executed works in planned variation is the same (because of similar types and amount of constructions), during comparison of variations we can ignore it and execute comparison only according spent car time on installation of elements, which obviously will depend on crane working-motion scheme.

Specific example is discussed in work: precast of single-stage industrial building, installation of first aggregate elements of frame (columns and crane beam) according crane working-motion two schemes: longitudinally and across. Car times of installation are counted and optimum scheme for crane working-motion is revealed.

Key words: erection of frame; working-motion of erection crane; pure machine-time optimum scheme.

УДК 69.057.1

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДВИЖЕНИЯ МОНТАЖНОГО КРАНА

Баканидзе Ш.Т.

Департамент промышленного и гражданского строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: При монтаже сборных строительных конструкций подбор монтажных кранов (или их комплектов) производят вариантным проектированием.

На первом этапе подбирают варианты (2,3 или более вариантов) монтажных кранов по монтажным показателям монтируемых элементов.

На втором этапе производят сравнение подобранных монтажных кранов по основным технико-экономическим показателям.

При определении указанных показателей значительную роль играет продолжительность работы монтажного крана на данном конкретном объекте, которая представляет собой сумму продолжительностей операций, выполняемых вручную и подъемным краном.

Так как при монтаже строительных конструкций на данном конкретном объекте продолжительность операций, выполняемых вручную, одинакова при всех рассматриваемых вариантах (из-за наличия конструкций одного и того же типа и количества), можем при сравнении вариантов пренебречь ею и произвести сравнение только по машинному времени, затраченному при монтаже элементов, которое безусловно будет зависеть от схемы рабочего передвижения монтажного крана.

Рассмотрен конкретный пример, а именно: монтаж элементов I комплекта (колонн и подкрановых балок) сборного каркаса одноэтажного промышленного здания при рабочем передвижении монтажного крана по возможным двум схемам: вдоль или поперек пролетов. Подсчитано машинное время монтажа и выявлена оптимальная схема рабочего передвижения монтажного крана.

Ключевые слова: монтаж каркаса; работа-перемещение монтажного крана; чистое машинное время; оптимальная схема.

*შემოსვლის თარიღი 25.06.09
მიღებულია დასაბეჭდად 15.07.09*

შპს 623.6

გასაშლელი “საიერიშო” ხიდების კონსტრუქციების ლობიკა დიდი მალეების შემთხვევაში

ა. სოხაძე, გ. მეძმარიაშვილი

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: g.medzmariashvili@mail.ru

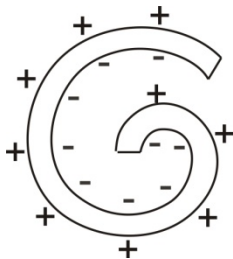
რეზიუმე: განხილულია ყველა პრინციპული სქემა “საიერიშო” სამხედრო ხიდებისა. შეფასებულია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. გაკეთებულია დასკვნა, რომელიც საფუძველად უდევს ახალი ტიპის, 48-მალიანი გასაშლელი “საიერიშო” ხიდის შექმნას.

საკვანძო სიტყვები: ხიდი, ხიდგამდები, მალი, სახიდე ნაშენი.

1. შესავალი

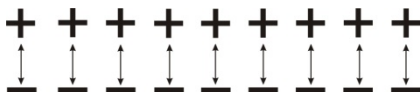
გასაშლელი ხიდების კონსტრუქციების ლოგიკის მიხედვით, მნიშვნელოვანია ტრანსფორმირებადი სისტემების თეორია [1], რომელთა ფორმალური აღწერის სამი ძირითადი პრინციპია:

1. დახვევის პრინციპი (ნახ. 1)

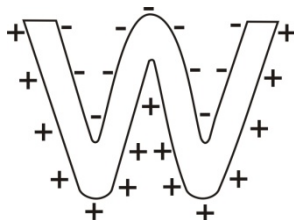


ნახ. 1

ასეთ მოდელში სისტემის დახვევის ან გაშლის დროს, შესაბამისად, ადგილი აქვს მისი საპირისპირო მხარეების (+ -) ურთიერთდაახლოებას ან დაშორებას, რაც სიმბოლოების მიხედვით შემდეგნაირად ჩაიწერება:

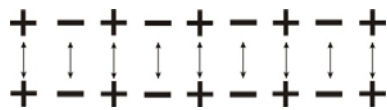


2. დაკეცვის პრინციპი (ნახ. 2)

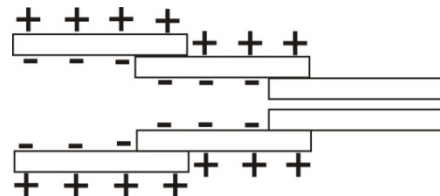


ნახ. 2

ასეთ მოდელში სისტემის დაკეცვის ან გახსნის დროს, შესაბამისად, ადგილი აქვს მისი ერთი და იგივე მხარეების (+ ; +) და (- ; -) ერთმანეთთან დაახლოებას ან დაშორებას, რაც სიმბოლოების მიხედვით შემდეგნაირად ჩაიწერება:

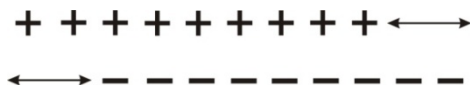


3. ტელესკოპის პრინციპი (ნახ. 3)



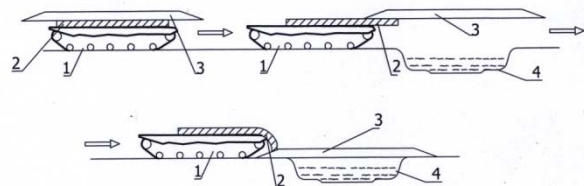
ნახ. 3

ასეთ მოდელში სისტემის დაკეცვისა და გახსნის დროს ადგილი აქვს სხვადასხვა ელემენტების, სხვადასხვა სიმბოლოების (+ -) მქონე ზედაპირების ურთიერთგრივად გადაადგილებას. ეს იწვევს დაკეცვასა და გახსნას, რაც სიმბოლოებით შემდეგნაირად ჩაიწერება:



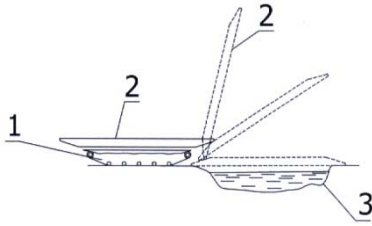
თუ განხილული პრინციპების მიხედვით გააკეთებთ სისტემატიზაციას, მაშინ გასაშლელი ერთმალეანი ხიდების გაშლა-დაკეცვისა და გადასალახ წინააღმდეგობებზე გადაების შემდეგ მივიღებთ ლოგიკურ სქემებს:

I. ხიდის კონსტრუქცია ლაკეცვა-გაშლის ბარეში მიიტანება და გადასალახ წინააღმდეგობაზე ბაიღება (ნახ. 4)



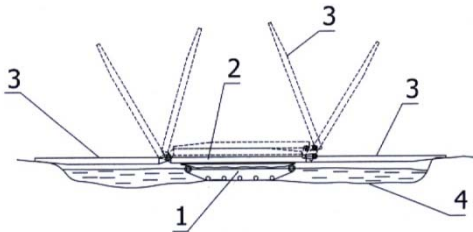
ნახ. 4. 1 - სატრანსპორტო საშუალება; 2 - სამონტაჟო საშუალება; 3 - ხიდის კონსტრუქცია; 4 - გადასალახი წინააღმდეგობა

II. ხიდის კონსტრუქცია “ოპროკიდივანიუს” მეთოდით გაიღება გადასალახ წინააღმდეგობაზე (დაბრკოლებაზე) (ნახ. 6)



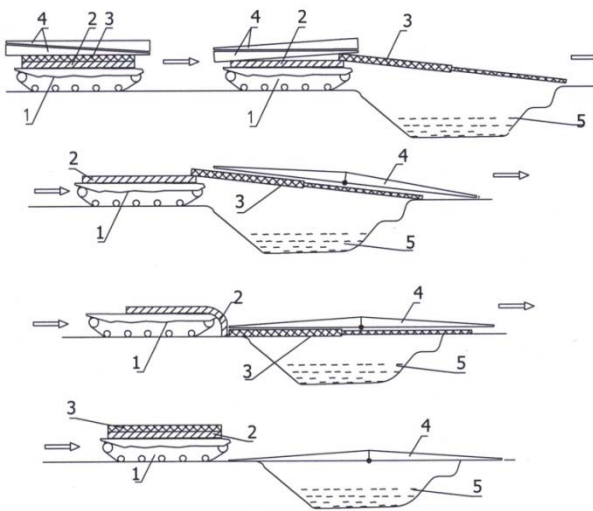
ნახ. 5.1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – ხიდის მალის კონსტრუქცია; 3 – გადასალახი წინააღმდეგობა

III. ხიდის მალეში ორმხრივი გადაშლით (ნახ. 7)



ნახ. 6.1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – ხიდის უძრავი მალი; 3 – გადასალახელი მალეები; 4 – დაბრკოლება

IV. დანაწევრებული გლოკები და ტელესკოპური ისრით, ხიდის მალის ნაშენის მოწყობა გადასალახ წინააღმდეგობაზე (ნახ. 5)



ნახ. 7. 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – სამონტაჟო საშუალება; 3 – ტელესკოპური ისარი; 4 – ხიდის მალის დანაწევრებული ბლოკები; 5 – გადასალახი წინააღმდეგობა

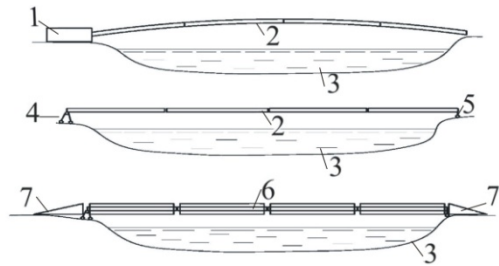
აღნიშნული მეთოდი გარკვეულწილად გულისხმობს ტრანსფორმირებადი სისტემების, ზემოთ განხილული, “ტელესკოპის პრინციპს”. ამასთან, ხიდის ორი ბლოკის გაერთიანება მალის ნაშენად შეიძლება შევადაროთ ასაწყობი ელემენტების კონსტრუქციის მონტაჟს.

ყველა შემთხვევაში, წარმოდგენილი სქემით შესაძლებელია ასაწყობი ხიდის მალის ნაშენისათვის ტელესკოპური ბაზის შექმნა და შემდგომ, მალის ბლოკების მიმდევრობითი “დაცურებით” და გაერთიანებით, გადასალახ წინააღმდეგობაზე ხიდის აგება.

ასეთი პრინციპი, შედარებით შრომატევადი და რთულია “საიერიშო” ხიდებისათვის, მაგრამ ძალიან ეფექტურად გამოიყენება ე.წ. “გამყოლი” ხიდების შექმნისას.

2. ძირითადი ნაწილი

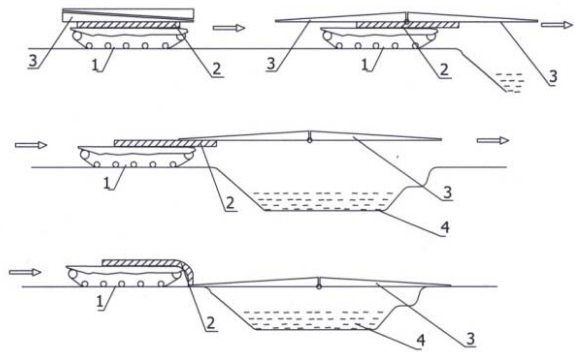
გამყოლი ხიდების აგებისას, რომელთა სიგრძე 48–60 მ აღწევს, გამოიყენება სპეციალური სამონტაჟო ტექნიკა და მრავალ სატრანსპორტო საშუალებებზე განთავსებული ხიდის მალის ცალკეული ბლოკები. ამასთან, მონტაჟის დრო 30–45–120 წუთამდე იზრდება (ნახ. 12).



ნახ. 8. სამონტაჟო ელემენტები და მათზე აგებული ხიდის მალი. 1 – ხიდის მონტაჟის მექანიზმი; 2 – ისარი, რომელიც იგება ტელესკოპურად ან თანამიმდევრობითი მონტაჟით; 3 – გადასალახი წინააღმდეგობა; 4-5 – ხიდის საყრდენები ნაპირზე; 6 – მალის ცალკეული ბლოკები; 7 – ხიდზე შესასვლელი

ყველაფერი ეს, მონტაჟის დროს, სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობისა და მომსახურე პერსონალის მანქანიდან გადმოსვლის გამო, მიუღებელია “საიერიშო” ხიდებისათვის.

V. ხიდის მალეების დანაწევრებული გლოკებისაგან მთლიანი მალის ნაშენის მოწყობა და მისი გაღება გადასალახ წინააღმდეგობაზე (ნახ. 9)



ნახ. 9. 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – სამონტაჟო საშუალება; 3 – ხიდის მალის კონსტრუქციის დანაწევრებული ბლოკები; 4 – გადასალახი წინააღმდეგობა

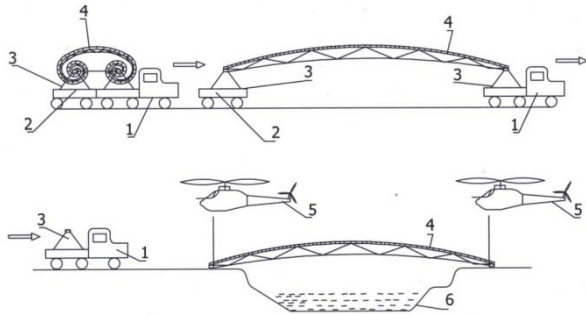
წინა შემთხვევებისგან განსხვავებით, აღნიშნული სქემით ხიდის მონტაჟი ტრანსფორმაციით ფორმის შექმნის მესამე პრინციპის ტიპური შემთხვევაა. აქ ხდება ხიდის კონსტრუქციის ბლოკების ურთიერთგასრიალება და ბოლო ეტაპზე მათი გაერთიანება.

დაუბრუნდეთ მთლიანი სახით გადასალახ წინააღმდეგობაზე ხიდის გადების I სქემას, რაც საკმაოდ რთულია. ასეთი სქემით ხიდის კონსტრუქციაში შესაძლებელია არა მარტო ორი, არამედ სამი ბლოკის გაერთიანებაც, თუმცა მათი რაოდენობა და, შესაბამისად, მალის ზრდა იზღუდება სატრანსპორტო პაკეტის გაბარიტებით.

ამდენად, “საიერიშო” ხიდებში, რომლებიც ტელესკოპის პრინციპით ფორმაწარმოქმნას გულისხმობს, წარმოიშობა მალის შეზღუდვა – 24, მაქსიმუმ 32 მ ფარგლებში. შემდეგ შეუძლებელი ხდება მისი ზრდა.

ერთმალისანი გასაშლელი ხიდის შექმნა შესაძლებელია ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმაწარმოქმნის დახვევისა და დაკეცვის პრინციპებით.

VI. ხიდის მალის დახვეულ-გასაშლელი კონსტრუქცია (ნახ. 10)



ნახ. 10. 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – მიმყოფი სატრანსპორტო საშუალება; 3 – სამონტაჟო ელემენტები; 4 – დასახვევი ხიდის კონსტრუქცია; 5 – ვერტმფრენი; 6 – გადასალახი წინააღმდეგობა

მოცემულ შემთხვევაში დასახვევი “საიერიშო” ხიდის კონსტრუქცია მეტად დანაწევრებულია. ამასთან, კონსტრუქციული თავისებურებიდან გამომდინარე, რთულდება მისი დაჭერა სხვა მდგომარეობაში, გარდა საექსპლუატაციო მდგომარეობისა. სწორედ ამიტომ იქნა მონტაჟის სქემებში გამოყენებული ორი ვერტმფრენი, რაც ასევე ართულებს მისი გადების სამუშაოს გადასალახ წინააღმდეგობაზე.

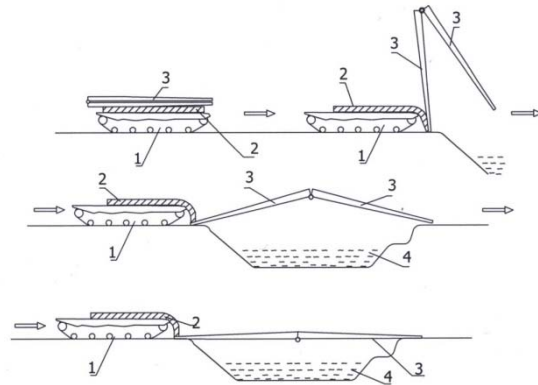
მიუხედავად ასეთი სირთულისა, შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული “დახვევის სქემით” მიღწეულია კონსტრუქციული გადაწყვეტა ხიდისა, რომლის მალი 48 მეტრია, ხოლო წონა 17-20 ტონა.

აღნიშნული ტიპის “დახვევის სქემით” რეალური კონსტრუქციების შექმნა და ისიც საიე-

რიშო ხიდებისათვის კვლავ მოითხოვს ახალი ვარიანტების შექმნას და შესწავლას.

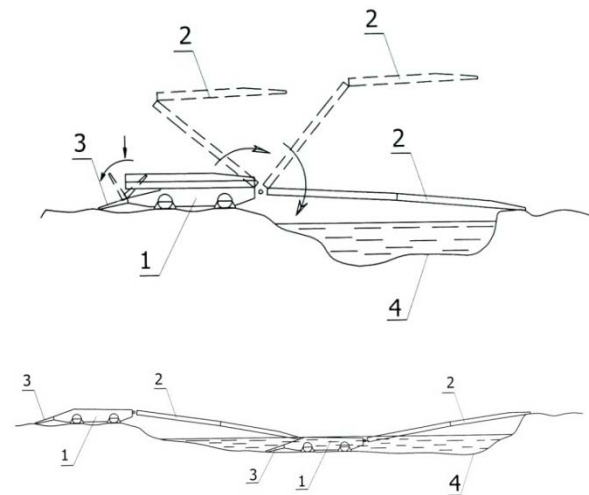
ამდენად, ხიდის გაზრდილი მალისათვის გვრჩება ფორმაწარმოქმნა დაკეცვის პრინციპით. აღნიშნული პრინციპის მიხედვით, რეალურად განხორციელებულ საიერიშო ხიდებში გვხვდება სამი სქემა (ნახ. 11+13).

VII – 1. ხიდის მალის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია (ნახ. 11)



ნახ. 11. 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – სამონტაჟო საშუალება; 3 – ორი ნაწილისაგან შედგენილი, მაკრატელას პრინციპით გაერთიანებული მალის კონსტრუქცია; 4 – გადასალახი წინააღმდეგობა

VII – 2. ხიდის მალის “მაკრატლისებრი” კონსტრუქცია სატრანსპორტო საშუალებაზე მიმაგრებით (ნახ. 12)

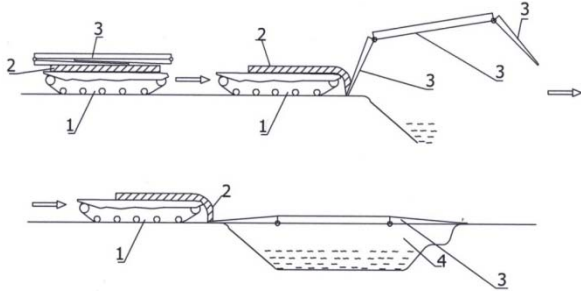


ნახ. 12. 1 – სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალება; 2 – “მაკრატლისებრი” მალი; 3 – ხიდის შესასვლელი; 4 – დაბრკოლება

გარდა 11 ნახ-ზე მოცემული საიერიშო ხიდისა და ხიდგამდების სქემისა, რომელიც ყველაზე მეტადაა გავრცელებული, საიერიშო ხიდებში ასევე შესაძლებელია სამი ნაწილისაგან შედგენილი, სახსრულად დაკავშირებული, ხიდის მალის კონსტრუქციის გამოყენებაც (ნახ. 13).

საბუნებისმეტყველო

VIII. ხიდის მალის ორსახსრიანი დასაკმეც-ბა-საშუალო კონსტრუქცია “ორმაბი მაპრატი-ლი” (ნახ. 13)



ნახ. 13. 1 – სატრანსპორტო საშუალება; 2 – სამონტაჟო საშუალება; 3 – სამი ბლოკისაგან შედგენილი, ერთმანეთთან სასსრულად დაკავშირებული ხიდის მალის კონსტრუქცია; 4 – გადასაღახი წინააღმდეგობა

სამივე სქემა (ნახ. 11-13) მიეკუთვნება ტრანსფორმირებადი სისტემების ფორმაწარმოქმნის “დაკეცვის პრინციპს”. ამასთან, იგი ორგანულად მზად არის კონსტრუქციის მალის გაზრდისათვის, რომლის დროსაც გასათვალისწინებელია:

- გაერთიანებულ ბლოკებს შორის დამატებითი სტრუქტურის შექმნა, რაც ხიდის კოჭური კონსტრუქციიდან ფერმულ კონსტრუქციაზე გადასვლის საშუალებას შექმნის;
- მონტაჟის სქემების სხვადასხვა ვარიანტების შექმნა.

ამასთან, დაცული უნდა იქნეს ხიდის დაკეცილი სატრანსპორტო პაკეტის ზღვრული გაბარიტები, განსაკუთრებით, სიგრძე, რომელიც 12 მეტრს უახლოვდება. ასევე, მისი ზღვრული წონა, რაც სატრანსპორტო პირობებითაა განსაზღვრული.

3. დასკვნა

ამდენად, შეიძლება ითქვას, რომ ერთმალის ხიდები, რომლებიც განკუთვნილია საიერიშო სისტემად:

- ვერ აკმაყოფილებს მოთხოვნებს, მალის გაზრდისა 32–48 მეტრამდე;
- აღნიშნული მალეების შემთხვევაში ვეღარ ხერხდება მათი სწრაფად აგება;
- ამასთან, რიგ შემთხვევაში, მოთხოვნებს ემატება სამუშაოების ჩატარება მეორე ნაპირზეც;
- გაზრდილი მალის შემთხვევაში, იზრდება სამონტაჟო და სატრანსპორტო საშუალებათა რიცხვი, რაც მიუღებელია საიერიშო სისტემებისათვის.

აქედან გამომდინარე, ძირითადი მიზანია:

- შეიქმნას ერთმალის, დიდი ზომის, 48 მეტრამდე, მალის მქონე, გასაშლელი ხიდის კონსტრუქცია, რომლის სატრანსპორტო პაკეტის სიგრძე 12 მეტრზე ნაკლები იქნება და განთავ-

სდება ერთ სამონტაჟო-სატრანსპორტო საშუალებაზე;

- ხიდის მონტაჟი და დემონტაჟი განხორციელდება დროის უმცირეს შუალედში – მაქსიმუმ 10 წუთის ინტერვალში;
- ხიდის მონტაჟი და დემონტაჟი განხორციელდება მომსახურე პერსონალის სამონტაჟო-სატრანსპორტო საშუალებიდან გამოსვლის გარეშე;
- ხიდის ტრანსპორტირება და გადასაღახი წინააღმდეგობაზე გადება, გარდა სატანკო ხიდგამდებისა, შესაძლებელი იქნება ავტომატიზირებული და ვერტმფრენიდან.

აღნიშნული მოთხოვნების მიხედვით დამუშავდა მრავალი სქემა საიერიშო, 48 მ მალის მქონე ხიდებისა. მათ საფუძველს წარმოადგენს ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციები, რომელშიც გადმოცემულია გასაშლელი სისტემების ფორმაწარმოქმნის ლოგიკა. ამის საფუძველზე შეიქმნა გასაშლელი ხიდების ახალი, სრულიად განსხვავებული კონსტრუქციული სქემები [12].

ლიტერატურა

1. ENGINEERING OPERATIONS. FM 5-100, 2005, (3-34), USA, 295 p.
2. ე. მეძმარიაშვილი. საქართველოს სამხედრო-საინჟინრო დოქტრინის საფუძვლები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2006 წ. 1059 გვ.
3. RIVER – CROSSING OPERATIONS. FM 90 -13. 2003. USA. 207 გვ.
4. Ильясевич С.А., Тарановский С.В., Нивин Н.А. Мосты и переправы. Москва: ВИА, 1961. - 420 стр.
5. Машины инженерного вооружения. Москва: Военное издательство, 1964. - 460 стр.
6. E. Medzmariashvili and others. 2008. New space reflex structures. “Problems of Mechanics”. Internacional scientific journal. ISSN 1512-0740 N 1(30). 24 p.
7. E.Medzmariashvili and others. 2008. Structure and kinematic analyses of arch transformed structure. “Problems of Mechanics”. Internacional scientific journal. ISSN 1512-0740 N 1(30). 53 p.
8. Сердцев Н., Евтушенко Н. Танковый мостоукладчик AVLB – 70 // Зарубежное Военное Образование. № 6. 2000.
9. Колибернов Е.С., Корнев В.И., Соснов А.А. Справочник офицера инженерных войск / Под редакцией маршала инженерных войск С. Х. Аганова. Москва: Военное издательство, 1989. - 375 с.
10. Машины инженерного вооружения. М.: Воениздат, 1964 г.
11. Волковский Н.Л. Энциклопедия современного оружия и боевой техники. Санкт-Петербург: Логикон – Аст, 1997. Том 2.

12. Медзмариашვილი Э.В. Трансформируемые системы в космосе и на земле. Германия – Грузия, «Vallemap», 1995. - 447 с.
13. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Москва: Стройиздат, 1998. - 1010 с.
14. Справочник проектировщика расчетно-теоретический. Под редакцией А.А. Уманского. Т. I. Москва: Стройиздат, 1972. - 599 с.

UDC 623.6

CONSTRUCTIONAL LOGIC OF DEPLOYABLE “ASSAULTING” BRIDGE IN CASE OF LARGE SPANS

A. Sokhadze, G. Medzmariashvili

Address., Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There are discussed all schemes of “Assaulting” military bridges. There is estimated their positive and negative sides. On the basis of this there drawn conclusions, for the creation of 48 meter span, deployable “assaulting” bridge.

Key words: bridge; bridge-layer; span; bridge structure.

УДК 623.6

ЛОГИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ РАЗВЕРТЫВАЕМЫХ «ШТУРМОВЫХ» МОСТОВ С БОЛЬШИМИ ПРОЛЕТАМИ

Сохадзе А.П., Медзмариашვილი Г.Э.

Департамент городского и производственного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассмотрены все принципиальные схемы «штурмовых» военных мостов. Дана оценка их положительным и отрицательным сторонам. На основе этого сделаны выводы, которые легли в основу создания нового типа развертываемого «штурмового» моста с 48- метровым пролетом.

Ключевые слова: мост; мостоукладчик; пролет; пролетное строение.

*შემოსვლის თარიღი 09.06.09
მიღებულია დასაბუჯდად 03.07.09*

უპა 621.31

მაგნიტურ-იმპულსური, ტექნოლოგიური და ბამოსაცდელი სისტემები რეპარაციულად ჩართვადი დინისტორებით

შ. ნემსაძე*, მ. გიუაშვილი**

ელექტროენერგეტიკის, ელექტრომექანიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: s_nemsadze@gtu.ge; E-mail::m_giushvili@mail.ru

რეზიუმე: ნახევარგამტარული ხელსაწყოებით დიდი სიმძლავრის კომუტაციის დადებითი გამოცდილება არსებობს სტუ-ში. დამზადდა მაგნიტურ-იმპულსური სადიაგნოსტიკო დანადგარი, რომელიც შეიცავს TI-3000 ტიპის სამ მიმდევრობით შეერთებულ იმპულსურ ტირისტორებს, რაც 9MVA სიმძლავრის კომუტაციის საშუალებას იძლევა. ტრადიციული კომუტაციის მქონე ტირისტორებში პრაქტიკულად შეუძლებელია დიდი ფართობის მქონე დენგამტარი არხის შექმნა და დიდი სიმძლავრეების კომუტირება.

ნახევარგამტარული კომუტატორის სიმძლავრის მნიშვნელოვანი ზრდა შესაძლებელია რევერსიულად ჩართვადი დინისტორის (რჩდ) მეშვეობით, რომელსაც მართვის ელექტროდი არა აქვს. ეს უკანასკნელი ჩანაცვლებულია სამართავი ელექტრონულ-ხვრელური პლაზმური ფენით, რომელიც იქნება კოლექტორული გადასვლის სიბრტყეში. ეს ფენა ქმნის პლაზმურ დენგამტარ არხს ფართობით, რომელიც ხელსაწყოს სილიციუმის ფირფიტის ფართობის ტოლია.

რჩდ-ის გამოყენება, იმპულსური ტირისტორებით აწყობილი კომუტატორის მსგავსად, საშუალებას იძლევა ინდუქტორში გავატაროთ პრაქტიკულად უნიპოლარული იმპულსური დენი, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პიეზოელექტრული საზომი გარდამსახების დიაგნოსტიკებისას, როდესაც გაზომვის სიზუსტე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული საკვლევე ობიექტში შემავალი ძალოვანი ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე. დანადგარში რჩდ-ის კონდენსატორის განმუხტავად გამოყენება, კომუტირებული სიმძლავრის ზრდასთან ერთად, აუმჯობესებს სადიაგნოსტიკო დანადგარის მეტროლოგიურ მახასიათებლებს.

საკვანძო სიტყვები: მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიური დანადგარი; ტირისტორი; რევერსიულად ჩართვადი დინისტორი (რჩდ); კომუტატორი; სპექტრული სიმკვრივე; გაქვდენთვადი დროსელი.

1. შესავალი

მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე მძლავრ იმპულსურ ენერგეტიკაში მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღწეული 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 დამუშავებისას სტუ-ში გარკვეული შედეგებია მიღწეული. მაგალითად, ლითონების დამუშავება ძლიერი იმპულსური მაგნიტური ველით, როდესაც ხორციელდება ტექნოლოგიური ოპერაციები: მოჭერა, გაშლა, დატვიფერა, შეღუღება და აწყობა [1]; პიეზოელექტრული და სხვა სახის გამზომი გარდამსახების დინამიკური მახასიათებლების განსაზღვრა; ალუმინის, მაგნიუმის, ტიტანის და სხვა კონსტრუქციული მასალების დინამიკური მახასიათებლების გამოკვლევა [2].

მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიების გავრცელება განაპირობა მნიშვნელოვანმა მიღწევებმა ძლიერი იმპულსური დენებისა და მაღალი ძაბვის ტექნიკის განვითარებაში, რამაც განაპირობა ეფექტური ნახევარგამტარული კომუტატორების, მცირე მასა-გაბარიტებისა და ინდუქციურობის მქონე კონდენსატორების წარმოება.

მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიების ეფექტურობა ძირითადად განპირობებულია იმით, რომ მაგნიტური ველი ახდენს რა ძალოვან ზემოქმედებას ლითონის ზედაპირზე, წარმოადგენს პრაქტიკულად უინერციო (მეტად მოხერხებულ) ინსტრუმენტს.

ნებისმიერი მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიური ან გამოსაცდელი დანიშნულების დანადგარის ძირითადი კომპონენტებია ენერჯის დამგროვებელი (კონდენსატორების ბატარეა), კომუტატორი და ტექნოლოგიური ბლოკი (ინდუქტორი) [3].

მაგნიტურ-იმპულსური დანადგარის, როგორც იმპულსური ენერგეტიკული მოწყობილობის, ერთ-

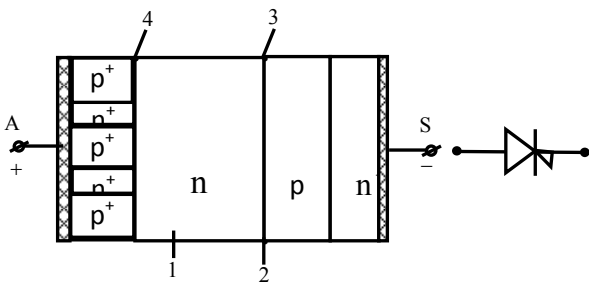
მწარმოებელი და ტექნიკური მხარდაჭერა

ერთი უმნიშვნელოვანესი კვანძია კომუტატორი, რომელსაც წაყენება საკმაოდ მკაცრი და წინააღმდეგობრივი მოთხოვნები. ერთი მხრივ, ის უნდა იყოს საიმედო, ხანმდები და ეკონომიკურად ეფექტური, ამავე დროს არც ისე ძვირი და, მეორე მხრივ, საჭიროა უზრუნველყოს დიდი იმპულსური სიმძლავრეების კომუტირება, დიდი დენებისა და ძაბვების დროს. მაგალითად, სტუ-ში შეიქმნა რამდენიმე მაგნიტურ-იმპულსური ტექნოლოგიური გამოსაცდელი დანადგარი, სადაც გამოყენებულია ვერცხლისწყლიანი იგნიტრონული ИРТ-2 და ИРТ-3 განმმუხტავეები 100 kA იმპულსური დენის კომუტირებისათვის 10 ÷ 20 kV ძაბვისას. ამ დანადგარების ექსპლუატაციამ დამაკმაყოფილებელი შედეგები აჩვენა, მაგრამ იგნიტრონი ანთების შემდეგ ინარჩუნებს გამტარობას ძაბვის პოლარობის ცვლილებისას და არ იძლევა უნიპოლარული იმპულსური დენის მიღების საშუალებას.

ბოლო დროს ნახევარგამტარული კომუტატორები წარმატებით ცვლის აირგანმმუხტავ კომუტატორებს, ვინაიდან აჭარბებს მათ ხანმდევობით და მუშაობის სტაბილურობით, აგრეთვე საშუალებას იძლევა უნიპოლარული იმპულსური დენის მიღებისა. მათი მიმდევრობითი შეერთებისას შესაძლებელია ხელსაწყოები გამოვიყენოთ დენებისა და ძაბვების ფართო დიაპაზონისათვის და წარმატებით გადავწყვიტოთ იმპულსური ენერგეტიკის აქტუალური პრობლემები.

2. ძირითადი ნაწილი

ნახევარგამტარული ხელსაწყოებით, დიდი სიმძლავრეების კომუტაციის დადებითი გამოცდილება არსებობს სტუ-ში. დამზადდა მაგნიტურ-იმპულსური სადიაგნოსტიკო დანადგარი, რომელიც შეიცავს ТИ-3000 ტიპის სამ მიმდევრობით შეერთებულ იმპულსურ ტირისტორებს, 9 MVA სიმძლავრის კომუტაციის საშუალებას იძლევა.



ნახ. 1. 1 – განიერი ბაზა; 2 – ცენტრალური (კოლექტორული) გადასვლა; 3 – მარჯვენა ემიტერული გადასვლა; 4 – მარცხენა ემიტერული გადასვლა

როგორც ცნობილია [4], ტირისტორში მოდებული ძაბვის ბლოკირება ხდება უკუწანაცვლებული p-n გადასვლის მოცულობითი მუხტის ზონით, რომელიც ძლიერი ელექტრული ველის მოქმედებით დაცლილია მუხტის მატარებლებისგან და ძალიან დიდი წინაღობა აქვს. ამ ზონის გამტარობის მკვეთრი ზრდა და, შესაბამისად, ტირისტორის ჩართვა ხდება მისი კარგი გამტარობის მქონე ელექტრონულ-ხვრელური პლაზმით შევსების გზით.

ტირისტორების კომუტირებისას დიდი წინაღობის მქონე ზონის აღვილას ხდება მდგრადი მოკლე დენგამტარი პლაზმური არხების წარმოქმნა. ტირისტორის გადართვა თხელი ბაზის ფენის გასწვრივ ემიტერ-ბაზის წრედში ინიცირდება იმპულსური დენის გატარებით. ამ ფენის დიდი წინაღობის გამო, n⁺-p გადასვლის მიერ ელექტრონების ინჟექცია ლოკალიზებულია რამდენიმე ასეული მიკრონი სიგანის მქონე ვიწრო არხში, ემიტერ-ბაზის საზღვრის გასწვრივ. ტირისტორში არხის სიგანე იზრდება, მაგრამ პროცესის სიჩქარე ძალზე დაბალია და 0.1 ÷ 0.05 mm/μs შეადგენს. ამ მოვლენის გამო, ტრადიციული კომუტაციის მქონე ტირისტორებში პრაქტიკულად შეუძლებელია დიდი ფართობის მქონე დენგამტარი არხის შექმნა და დიდი სიმძლავრეების კომუტირება.

ნახევარგამტარული კომუტატორის სიმძლავრის მნიშვნელოვანი ზრდა შესაძლებელია რვეერსიულად ჩართვადი დინისტორის (რჩდ) მეშვეობით, რომელსაც არა აქვს მართვის ელექტროდი. ეს უკანასკნელი ჩანაცვლებულია სამართავი ელექტრონულ-ხვრელური პლაზმური ფენით, რომელიც იქმნება p-n კოლექტორული გადასვლის სიბრტყეში. ეს ფენა ქმნის პლაზმურ დენგამტარ არხს ფართობით, რომელიც ხელსაწყოს სილიციუმის ფირფიტის ფართობის ტოლია.

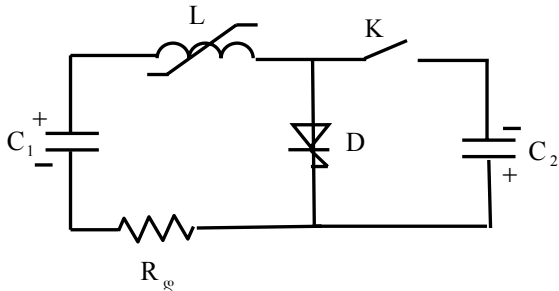
რჩდ დამზადების პროცესში წარმოიშობა რამდენიმე ათეული ათასი პარალელურად ჩართული, ერთიმეორეს მონაცვლე ტირისტორული და ტრანზისტორული ელემენტების ერთობლიობა. მათი დამახასიათებელი ზომა ნაკლებია, ვიდრე ხელსაწყოს n განიერი ბაზის სისქე. ცენტრალური (კოლექტორული) გადასვლა ამ ელემენტებისთვის საერთოა, რადგან საერთო აქვთ მარჯვენა n⁺-p ემიტერული გადასვლა.

ხელსაწყოზე მოდებულია მუშა ძაბვა 1-ლ ნახევრე ნაჩვენები პოლარობით. მასზე მუშა ძაბვის საწინააღმდეგო პოლარობის უფრო ნაკლები მნიშვნელობის ძაბვის მოდებით (რვეერსით)

ანარეზი და ტექსტურული

ელემენტებში გადის მართვის დენის იმპულსი და პროცესს თან სდევს პლაზმის ინექცია n ზონაში, რომელიც საერთოა ტრანზისტორული და ტირისტორული ელემენტებისათვის [5]. კოლექტორული გადასვლისას ტრანზისტორებისა და ტირისტორების პლაზმური სვეტები ერთმანეთს გადაფარას და წარმოქმნის საკმაოდ ერთგვაროვან პლაზმურ ფენას. მართვის დენის იმპულსის დამთავრებისას ხდება რჩდ-ის მომჭერებზე ნომინალური მიმართულების მუშა ძაბვის მოდება. ამ დროს კოლექტორული გადასვლის პლაზმური ფენის ელექტრონები და ხვრელები წაინაცვლებს შესაბამისად, n და p ბაზებში და ხელსაწყოს ჩართვა მთელ სიბრტყეში ერთდროულად მოხდება. ვინაიდან ხელსაწყოს მართვა და მუშაობა ხორციელდება ერთი და იგივე მომჭერების წყვილით, საჭიროა ძალოვანი და მართვის წრედების განცალკევება, რაც შესაძლებელია გაუდენთადი დროსელის გამოყენებით, მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენებია D რჩდ-ით C_1 კონდენსატორის R_{re} დატვირთვაზე განმუხტვის სქემა.

რჩდ-ის მართვის სქემა შეიცავს წინასწარდამუხტულ C_2 კონდენსატორსა და K ჩამრთველს. დინისტორის ძალოვანი და მართვის წრედები ერთიმეორისგან განმხოლოებულია L გაუდენთადი დროსელით. მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენები მძლავრი რჩდ რამდენიმე ასეული კილოამპერი დენის კომუტირების საშუალებას იძლევა ერთეულ მიკროწამებში.

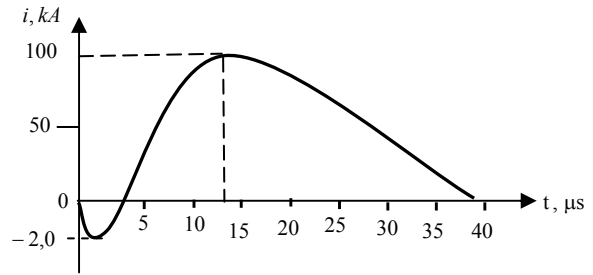


ნახ. 2

მე-3 ნახ-ზე ნაჩვენებია რჩდ-ის დენის ტიპური ოსცილოგრამა. საიდანაც ჩანს, რომ ხელსაწყოს მართვის იმპულსური დენი 2kA მაქსიმალური მნიშვნელობით და 2–3μs იმპულსის ხანგრძლივობით უზრუნველყოფს 100kA დენის კომუტირებას [6].

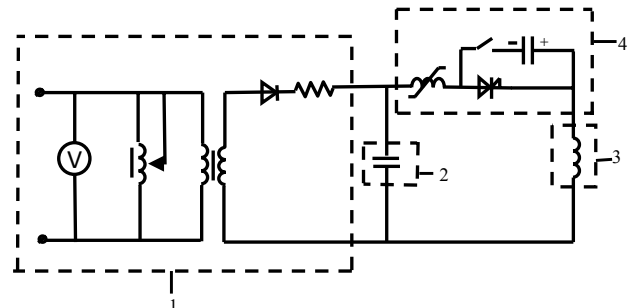
მე-4 ნახ-ზე ნაჩვენებია რჩდ-იანი მაგნიტურ-იმპულსური სადიაგნოსტიკო დანადგარის პრინციპული ელექტული სქემა. დანადგარი შეიცავს დამმუხტავ მოწყობილობას (1), კონდენსატორის ბატარეას (2), მუშა ორგანოს (3), სადაც ხორციელდება ტექნოლოგიური პროცესი. კომუტატორი (4) წარმოადგენს რჩდ-ს მართვის სქემით.

დანადგარის მეშვეობით შესაძლებელია მოვხდინოთ პიეზოელექტრული აჩქარების გამზომი გარდამსახების ტესტირება. მე-4 ნახ-ზე მოცემულ მაგნიტურ-იმპულსურ სისტემებში KPD – 25 – 170 ტიპის დინისტორის გამოყენებით შესაძლებელია დანადგარის ტექნოლოგიურ კვანძში – ინდუქტორში 200kA დენის გატარება.



ნახ. 3

რჩდ, იმპულსური ტირისტორებით აწვობილი კომუტატორის მსგავსად, საშუალებას იძლევა ინდუქტორში გავატაროთ პრაქტიკულად უნიპოლარული იმპულსური დენი, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პიეზოელექტრული საზომი გარდამსახების დიაგნოსტირებისას, როდესაც გაზომვების სიზუსტე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული საკვლევი ობიექტზე შემავალი ძალოვანი ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე. გამოსაცდელი ობიექტის მეტროლოგიური მახასიათებლები – სტრუქტურა, საკუთარი რხევების სიხშირე, დემფირების კოეფიციენტი, მგრძნობელობა, არაწრფივობა განისაზღვრება მოწყობილობის რეაქციისა და იმპულსური ზემოქმედების სპექტრულ სიმკვრივეთა ფარდობით. ეს ფარდობა მარტივდება, როდესაც იმპულსური ზემოქმედება ძალზე ხანმოკლეა და უახლოვდება დელტა ფუნქციას, რაც ნიშნავს, რომ გამოსაცდელი ობიექტის გადაცემის ფუნქციისა და რეაქციის სპექტრული სიმკვრივეები პრაქტიკულად თანხედენილი ფუნქციებია.



ნახ. 4

ამგვარად, ამ დანადგარში რჩდ-ის კომუტატორად გამოყენებით კომუტირებული სიმძლავ-

რის ზრდასთან ერთად, უმჯობესდება დანადგარის მეტროლოგიური მახასიათებლები.

3. დასკვნა

1. იმპულსურ ენერგეტიკაში რევერსიულად ჩართვადი დინისტორი მაღალეფექტური კომუტატორია, რომელიც ხასიათდება დიდი საიმედოობით და ხანმდეგობით, საშუალებას იძლევა პრაქტიკულად უნიპოლარული ძლიერი იმპულსური დენების გენერირებისა, როდესაც ხელსაწყოს მუშა ფართობი მაქსიმალურადაა გამოყენებული.

2. მაგნიტურ-იმპულსურ ტექნოლოგიურ დანადგარებში რევერსიულად ჩართვადი დინისტორებით ხდება დიდი სიდიდის დენების კომუტაციით ძლიერი და ხანმოკლე იმპულსური მაგნიტური ველების გენერირება და, შესაბამისად, მაღალეფექტური ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელება.

ლიტერატურა

1. Магнитно-импульсная обработка материалов, пути совершенствования и развития // Труды меж-

дународной научно-технической конференции. (МИОМ-2007). Самара, 2007.-274 с.

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 коммутации больших мощностей полупроводниковыми приборами. Л.: Наука, 1988, стр.115.
5. I. Grekhov, S. Korotkov, A. Stepaniants, D. Khristyak, V. Voronkov, Y. Aristov. High-Power Semiconductor-Based Nano and Subnanosecond Pulse Generator With a Low Delay Time. IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, VOL.33, NO.4, AUGUST 2005. p.1240-1244.
6. Грехов И.В., Коротков С.В., Яковчук Н.С. Исследование реверсивно включаемых динисторов в сильноточных импульсных режимах // Электротехника, №3, 1986, стр. 44-46.

UDC 621.31

MAGNETIC-IMPULSE TECHNOLOGICAL AND TESTING SYSTEMS WITH THE REVERSAL SWITCHING DYNISTORS

Sh. Nemsadze, M. Giuashvili

Department of electroenergetics, electronics and electromechanics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: A wide experience of commutation of high-powers by using of semiconductor equipments exists in GTU. A magnetic-pulse diagnostic unit has been made that consists of three series connected pulse thyristors TU-3000 and allows us to commutate the power 9 MVA. The creation of the big area conducting channels in the traditional thyristors and commutation of high-powers are practically im-possible.

The significant growth of the power in the semiconductor commutator is possible by using of the reversal switching dynistor (RSD), that has no control electrode. The latter has been changed by controlling p-n plasma layer. This layer creates a plasma-conducting channel with the silicon plate area.

The application of RSD allows us to conduct the nearly single-polar pulse current through the inductor, that is especially important while diagnostic the piezoelectric converters, when the measurement accuracy strongly depends on the power action duration. The RSD allows also improving the metrological characteristics of the diagnostic equipment.

Key words: magnetic-pulse technological equipment, thyristor, reversal switching dynistor(RSD), commutator, spectral density, saturable core.

УДК 621.31

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С РЕВЕРСИВНО ВКЛЮЧАЕМЫМИ ДИНИСТОРАМИ**Немсадзе Ш.А., Гиуашвили М.А.**

Департамент электроэнергетики, электроники и электромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: В Грузинском техническом университете накоплен большой опыт коммутации больших мощностей полупроводниковыми приборами. Была изготовлена диагностическая магнитно-импульсная установка, которая содержит три последовательно соединенных импульсных тиристора типа ТИ-3000. В тиристорах с традиционной коммутацией практически невозможно создание токопроводящего канала большой площади и, следовательно, коммутации больших мощностей.

С помощью РВД без управляющего электрода возможно значительное увеличение коммутируемой мощности. В РВД управляющий электрод заменен управляемым электронно-дырочным плазменным слоем, который создается в плоскости коллектора р-п перехода. Этот слой создает плазменный токопроводящий слой-канал с площадью, равной площади поверхности кремния в приборе.

Использование РВД подобно коммутаторам с импульсными тиристорами дает возможность провести в коммутаторе униполярный импульсный ток, что особенно важно при диагностике измерительных пьезоэлектрических преобразователей, когда точность измерений значительно зависит от продолжительности силового воздействия на объект измерений. Использование РВД коммутаторов в установках, помимо роста коммутируемой мощности, дает возможность улучшить метрологические характеристики установки.

Ключевые слова: магнитно-импульсные технологические установки; тиристоры; реверсивно включаемые динисторы; коммутатор; спектральная плотность; насыщающий дроссель.

*შემოსვლის თარიღი 11.06.09
მიღებულია დასაბეჭდად 08.07.09*

შპს 622.235

აფეთქების ენერგიის მართვა

ა. გოჩოლეიშვილი, ი. გელაშვილი*

სამთო-გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: ika@pcplus.ge

რეზიუმე: განხილულია აფეთქების ენერგიის მართვის ისეთი ღონისძიებები, როგორცაა ფეთქებადი ნივთიერების კუთრი ხარჯის შეცვლის მეთოდი; სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერების მარგი ქმედების კოეფიციენტის შეცვლის მეთოდი, აფეთქების კინემატიკური მახასიათებლების შეცვლის მეთოდი. მაგარი და კლდოვანი ქანების მსხვრევის ხარისხის გასაუმჯობესებლად საჭიროა გაზრდილ იქნეს აფეთქების პროდუქტების საწყისი წნევა და შემცირებული აფეთქების პროდუქტების ზემოქმედების ხანგრძლივობა, რაც ხორციელდება შემხვედრი დარტყმითი ტალღების წარმოქმნითა და ერთიანი დაძაბულობის ველის შექმნით.

საკვანძო სიტყვები: აფეთქება; ქანი; ინიცირება; ენერგია; მრავალწერტილოვანი.

1. შესავალი

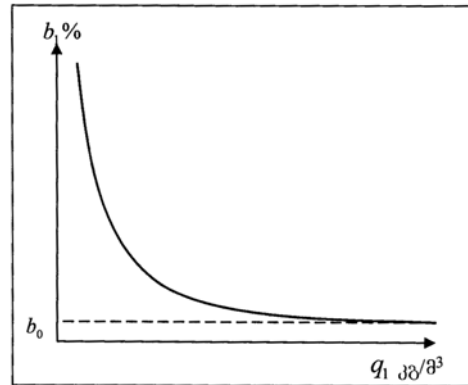
აფეთქების ენერგიის მართვა გულისხმობს ღონისძიებათა კომპლექსს, რომელიც უნდა ჩატარდეს ქანის დამსხვრევის, მისი გადაადგილების რეგულირებისა და აფეთქების სეისმური ზემოქმედების შემცირებისათვის. ასეთ ღონისძიებებს მიეკუთვნება: ფეთქებადი ნივთიერების კუთრი ხარჯის შეცვლის მეთოდი; სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერების მარგი ქმედების კოეფიციენტის შეცვლის მეთოდი, აფეთქების კინემატიკური მახასიათებლების შეცვლის მეთოდი [1] (42).

2. ძირითადი ნაწილი

აფეთქების კინემატიკური მახასიათებლების შეცვლის მეთოდი აფეთქებული მასივის გატყორცნის სიჩქარისა და კინეტიკური ენერგიის შეცვლაში მდგომარეობს. არანაკლებ მნიშვნელოვანი ფაქტორია აფეთქების ისეთი მეთოდების შემუშავება, რაც გამოიწვევს აფეთქებული ქანის ნაკადების ურთიერთშეჯახებას.

აფეთქებული ქანის გატყორცნის სიჩქარე და კინეტიკური ენერგიის შეცვლა შესაძლებელია ფეთქებადი ნივთიერების კუთრი ხარჯის რაოდენობის რეგულირებით და სხვა არაპირდაპირი მეთოდებით, რაც გულისხმობს ქანის აფეთქებას, სანგრევის (საფეხურის) წინ ასაწმენდი ნაყარის არსებობას ანუ აფეთქებას ღრმად დახშულ გარემოში, აფეთქებას ქანის ნატეხების ურთიერთშეჯახებით და მრავალი სხვა.

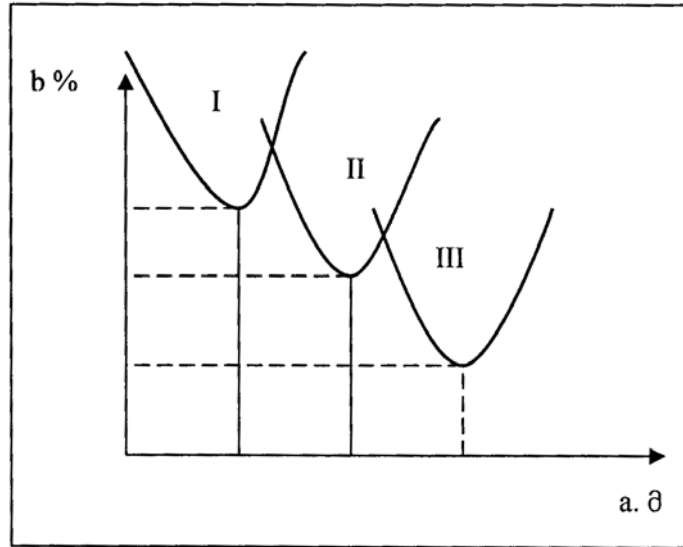
აფეთქებისას გადაადგილებული ქანის მასივის ურთიერთშეჯახების ეფექტი გამოიყენება როგორც ღია, ასევე მიწისქვეშა სამთო სამუშაოების წარმოებისას. სანგრევის შერჩეული ფორმისა და აფეთქების სქემის შესაბამისად, მიიღწევა, აფეთქებული ქანის გადაადგილების შედეგად, მასივის ნაკადების შეჯახება, რის გამოც შეჯახებული ნატეხების კინეტიკური ენერგიის ხარჯზე წარმოებს მათი მსხვრევის ხარისხის გაზრდა. 1-ლ ნახაზზე ნაჩვენებია დამოკიდებულება ფეთქებადი ნივთიერების კუთრი ხარჯისა და ქანის არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავალს შორის.



ნახ. 1. არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავალის მაჩვენებელსა და ფეთქებადი ნივთიერების მუხტის სიდიდეს შორის დამოკიდებულება

ამ გრაფიკიდან ნათლად ჩანს, რომ ფეთქებადი ნივთიერების კუთრი ხარჯის კვლავ გაზრდა არ იწვევს ქანის არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავლის უსასრულოდ შემცირებას. იგი მცირდება გარკვეულ ზღვრულ სიდიდემდე და განისაზღვრება ქანების ფიზიკური მდგომარეობით და მათში ბუნებრივი მიკრო- და მაკრობზარების არსებობით.

არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავლის ზღვრული სიდიდის არსებობის დამადასტურებელია მუხტებს შორის რაციონალური მანძილის დადგენისათვის ჩატარებული ექსპერიმენტები, როდესაც საფეხურის ძირში მუდმივი უმცირესი წინაღობის ხაზისა და უცვლელი ფეთქებადი ნივთიერების ხარჯის პირობებში მუხტებს შორის მანძილის გაზრდა საწყის ეტაპზე იწვევს არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავლის შემცირებას, ხოლო გარკვეული მაქსიმალური შემცირების შემდეგ კვლავ იწვევს არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავლის ზრდას (ნახ. 2)

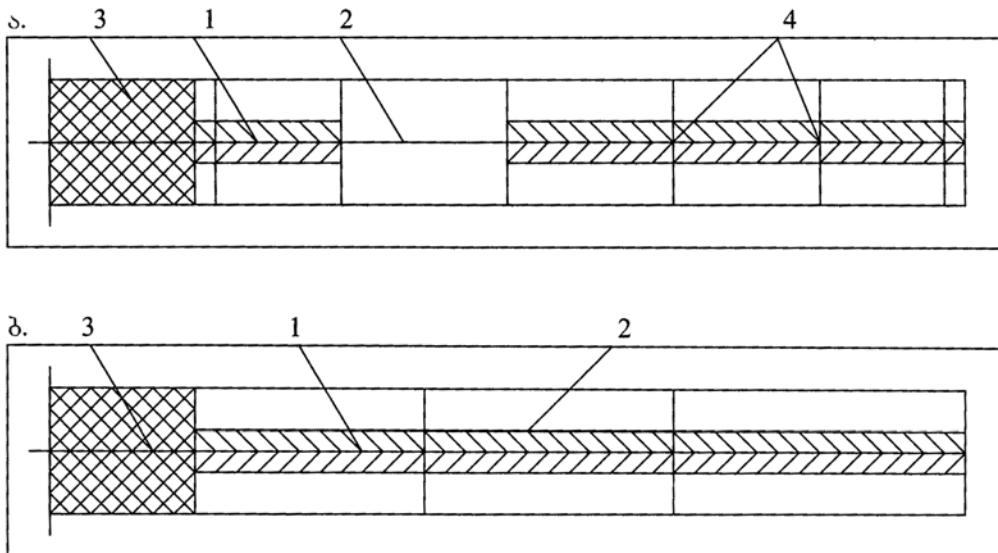


ნახ. 2. არაგაბარიტული ნატეხების გამოსავლის ცვალებადობა მუხტებს შორის მანძილის ცვალებადობაზე დამოკიდებულებით (I, II, III – ქანების ჯგუფი აფეთქების სიძნელის მიხედვით)

აფეთქებული ქანის კინეტიკური ენერჯისა და გატყორცვის სიჩქარის შეცვლა შესაძლებელია ფეთქებადი ნივთიერების სხედრითი ხარჯის რეგულირებით და სხვა დამხმარე გვერდითი მეთოდებით. ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება აფეთქების ისეთი ხერხები (პირდაპირი ინიცირება, უკუინიცირება, მრავალწერტილოვანი ინიცირება, დანაწევრებული მუხტის ინიცირება და სხვა), რომლებიც არ გამოიწვევს აფეთქებული ქანის შორ მანძილზე გატყორცვას.

აფეთქების ენერჯის რეგულირება გარკვეულწილად დამოკიდებულია დეტონაციის მარ-

თვაზე, სამთო საწარმოებში გარემოზე, აფეთქების პროდუქტების ზემოქმედების დროზე. მათზე განვითარებული წნევის რეგულირებისათვის ფართოდ გამოიყენება მუხტის კონსტრუქციის სხვადასხვა სახეობა. მათ შორისაა წაგრძელებული მუხტი გრძივი შუალედით და რადიალური ღრეჩოთი (ნახ. 3,ა), წაგრძელებული მუხტი წყლით შევსებული რადიალური ღრეჩოთი (ნახ. 3,ბ), წაგრძელებული მთლიანი მუხტი ინიცირების რამდენიმე წერტილით (მრავალწერტილოვანი ინიცირება) (ნახ. 5).



ნახ. 3. მუხტის კონსტრუქციები:

ა) გრძივი შუალედით და რადიალური ღრეჩოებით; ბ) წყლით შევსებული რადიალური ღრეჩოებით. 1 - ფეთქებადი ნივთიერების ვაზნები; 2 - მუხტის დანაწევრების მუყაოს მასრა; 3 - დაცობა; 4 - მაცენტრებული საყელური

პლასტიკური და ბლანტი ქანების ხარისხიანი მსხვერვის (დაქუცმაცების) მისაღებად საჭიროა შემცირებულ იქნეს აფეთქების პროდუქტების საწყისი წნევა და გაიზარდოს გარემოზე აფეთქების პროდუქტების მოქმედების ხანგრძლივობა [2].

აქედან გამომდინარე, მაგარი და კლდოვანი ქანების მსხვერვის ხარისხის გასაუმჯობესებლად საჭიროა გაიზარდოს აფეთქების პროდუქტების საწყისი წნევა და შემცირდეს გარემოზე აფეთქების პროდუქტების მოქმედების ხანგრძლივობა. აფეთქების პროდუქტების ზემოქმედების საწყისი წნევის გაზრდა უშუალო კავშირშია აფეთქების ენერჯის გაზრდასთან.

ცნობილია, რომ აფეთქების ენერჯია პირდაპირპროპორციულია ფეთქებადი ნივთიერების მუხტის რაოდენობის, აფეთქების სითბოსა და სითბოს მექანიკური ეკვივალენტის, ხოლო უკუპროპორციულია მუხტში აფეთქების გავრცელების დროისა

$$N = \frac{MQI}{T} \tag{1}$$

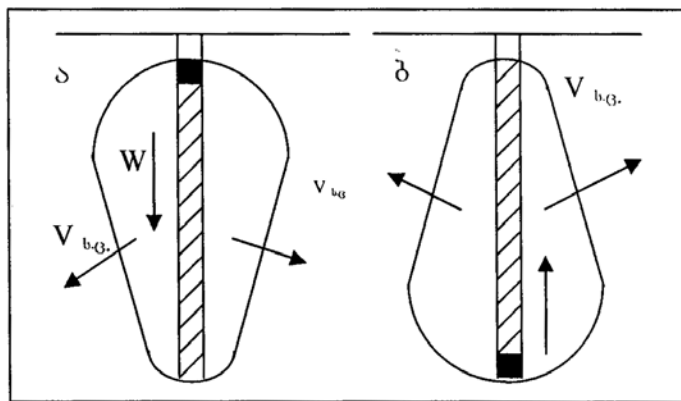
თუ დავუშვებთ, რომ ფეთქებადი ნივთიერების მუხტში დეტონაციის გავრცელების საზური სიჩქარე მუდმივი სიდიდეა, მაშინ

$$T = \frac{l}{D},$$

სადაც l მუხტის სიგრძეა, მ; D – ფ.ნ. დეტონაციის სიჩქარე.

ჩაესვათ T -ს მნიშვნელობა (1) ფორმულაში:

$$N = \frac{MQID}{l} \tag{2}$$



ნახ. 4. დაძაბულობის ველების წარმოქმნისა და განვითარების სქემა ინიცირების მეთოდის მიხედვით: ა) პირდაპირი ინიცირება; ბ) უკუინიცირება. W - დეტონაციის სიჩქარე; V_{d} - ასაფეთქებელი ქანის სიმძიმის ცენტრის გადაადგილების სიჩქარე

როგორც მე-4 ნახაზიდან ჩანს, დაძაბულობის ველის წარმოქმნა და განვითარება პირდაპირი ინიცირების შემთხვევაში (ნახ.4, ა) წარმოებს შპურის (ჭაბურღილის) პირიდან და ფეთქებადი ნივთიერებაში სადეტონაციო ტალღის გავრცელების კვალდაკვალ მიემართება შპურის ძირისაკენ მასივის სიღრმეში. წაგრძელებული მუხ-

მე-2 ფორმულიდან ჩანს, რომ ფეთქებადი ნივთიერების თანაბარი წონითი რაოდენობის შემთხვევაში აფეთქების ენერჯის გაზრდა შესაძლებელია მუხტის სიგრძის შემცირებით [3]. პრაქტიკულად, მუხტის სიგრძის შემცირება, ფეთქებადი ნივთიერების უცვლელი წონითი რაოდენობისა და საფეხურის (სანგრევის) მოვლ სიგრძეზე, მაგარი და მყიფე ქანების მსხვერვის ხარისხის გასაუმჯობესებლად, აფეთქების პროდუქტების საწყისი წნევის გაზრდასა და გარემოზე ამ პროდუქტების ზემოქმედების ხანგრძლივობის შემცირებით, შეიძლება გამოვიყენოთ წაგრძელებული მუხტის ინიცირება რამდენიმე წერტილიდან (მრავალწერტილოვანი ინიცირება).

დაძაბულობის ველის წარმოქმნისა და განვითარების სქემის განხილვისას გაითვალისწინება ფეთქებადი ნივთიერების დეტონაციის სიჩქარის შეფარდება ქანში ბგერის გავრცელების სიჩქარესთან (D/C). [4] 4, ა ნახაზზე მოცემულია

შემთხვევა, როდესაც $\frac{D}{C} > 1$; ასეთი პირობა და-

ცულია მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის უმრავლეს შემთხვევაში. კერძოდ, საშპურე მუხტებით აფეთქებისას გამოიყენება ამონიტი $ПХВ-20$, რომლის დეტონაციის სიჩქარე $D=3500 - 4000$ მ/წმ. ხოლო გარემო, სადაც ხდება მოცემული ნაგებობის მშენებლობა წარმოდგენილია მაგარი ქვიშაქვებით, რომელშიც ბგერის გავრცელების სიჩქარე $C = 3100 - 3500$ მ/წმ.

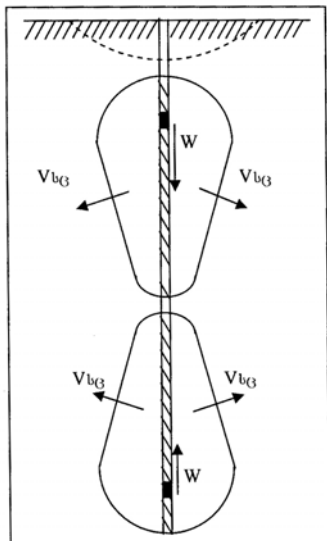
ტის უკუინიცირების შემთხვევაში (ნახ.4, ბ) დაძაბულობის ველის წარმოქმნა და განვითარება წარმოებს შპურის (ჭაბურღილის) ძირიდან და სადეტონაციო ტალღის გავრცელების კვალდაკვალ მიემართება, შპურის (ჭაბურღილის) პირის მიმართულებით, თავისუფალი ზედაპირისაკენ.

საბითო-ბაგოლოვას

3. დასკვნა

აქედან გამომდინარე, შემხვედრი დაძაბულობის ტალღების წარმოქმნისა და ერთიანი დაძაბულობის ველის შექმნის ერთ-ერთ საშუალებად უნდა მივიჩნიოთ წაგრძელებული მუხტის მრავალწერტილოვანი ინიცირება (ნახ. 5). ამავე ნახაზზე ნათლად ჩანს, რომ ასაფეთქებელი ქანის სიმძიმის ცენტრის გადაადგილების ვექტორები, მიემართება რა დაძაბულობის ველის მსახველების მართობულად, აუცილებლად გამოიწვევს აფეთქებული ქანის ნაკადების ურთიერთშეჯახებას.

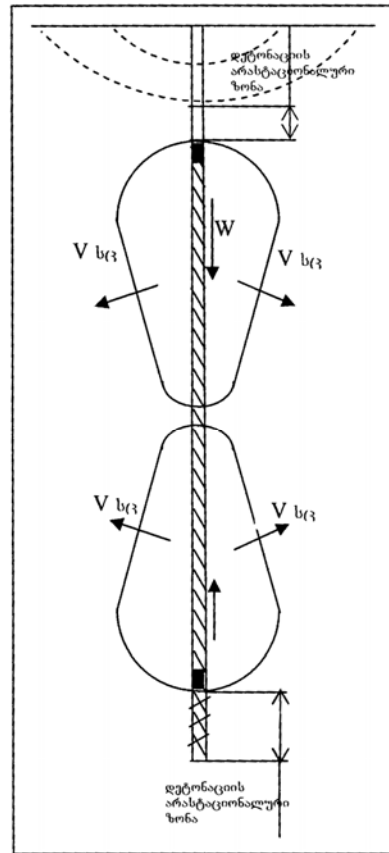
შემხვედრი ინიცირებისას ჩნდება შემხვედრი დარტყმითი ტალღების წარმოქმნისა და რეგულირების საშუალება, რის შედეგადაც ქანის გარკვეულ უბანზე იქმნება მაღალი წნევის მიღების პირობები, რაც განაპირობებს ქანის მასივის მსხვერვის ხარისხის გაუმჯობესებას.



ნახ. 5. წაგრძელებული მუხტის ინიცირება ორი წერტილიდან

ზოგიერთი ფეთქებადი ნივთიერების წაგრძელებული მუხტის ინიცირებისას წარმოიქმნება ე.წ. დეტონაციის არასტაციონარული ზონა (ნახ. 6), რამაც შეიძლება შეასუსტოს აფეთქების ეფექტი გარემოზე წნევის შემცირების გამო. აღნიშნული გასათვალისწინებელია შპურის (ჭაბურღილის) ძირში მოთავსებული ინიციატორის განლაგების მანძილის რეგულირებისას სამუხტავი კამერის ფსკერიდან მისი პირისკენ. რაც შეეხება პირდაპირ ინიცირებას, ინიციატორის მოთავსების ადგილი ისე უნდა განისაზღვროს,

რომ არ მოხდეს სამუხტავი კამერის წინასწარი დეკერმეტიზაცია.



ნახ. 6. დეტონაციის არასტაციონარული ზონების წარმოქმნის სქემა

ლიტერატურა

1. Мосинец В.Н. Энергетические и корреляционные связи процесса разрушения пород взрывом. Фрунзе: Изд-во АН Киргизской ССР, 1963 г.
2. Мосинев В.Н., Пашков А.Д., Ламышев В.А. Разрушение горных пород. Москва: Недра, 1975 г.
3. Гочолейшвили А.Т. Обоснование параметров и области применения многоточечного инициирования при строительстве подземных сооружений и горных предприятий. Дисс. на соиск. учен. степени к.т.н. АН ГССР. ИГМ Г.А. Цулукидзе, Тбилиси, 1985г.
4. Миндели З.О. Буровзрывные работы при надземной добыче полезных ископаемых. Москва: Недра, 1966г.

სამართლებრივი

UDC 622.235

ENERGY MANAGEMENT OF EXPLOSION**A. Gocholeishvili, I. Gelashvili**

Mining-geological department, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There are considered such management methods of energy of explosion what are: method of change of the specific expense of explosive method of change of efficiency of industrial explosiv method of change of kinematic characteristics of explosion. For improvement of splitting rate of of firm rocks, it is necessary to increase initial pressure of products of explosion and to reduce duration of impact of explosion products, that is carried out by occurrence of counter shock waves and creation of a field of uniform pressure.

Key words: explosion; minerals; initiation; energy; multipointed.

УДК 622.235

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГИЕЙ ВЗРЫВА**Гочолейшвили А.Т., Гелашвили И.Г**

Горно-геологический департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассмотрены такие методы управления энергией взрыва, какими являются: метод изменения удельного расхода взрывчатого вещества; метод изменения КПД промышленного взрывчатого вещества; метод изменения кинематических характеристик взрыва. Для улучшения степени разбиения твёрдых и скальных пород необходимо увеличить начальное давление продуктов взрыва и уменьшить продолжительность воздействия продуктов взрыва, что осуществляется возникновением встречных ударных волн и созданием поля единого напряжения.

Ключевые слова: взрыв; горная порода; инициирование; энергия; многоточечный.

*შემოსვლის თარიღი 01.06.09
მიღებულია დასაბუჯდად 27.07.09*

შპს 528.482

ნაგებობათა დეფორმაციების პროგნოზირებისათვის ემპირიული პარამეტრების დადგენის ბრაზიკული მეთოდი

მ. მესხი, გ. ჭიაურელი*

საინჟინრო გეოდეზიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: g.chiaureli@rambler.ru

რეზიუმე: მსხვილ საინჟინრო ნაგებობათა დეფორმაციების პროგნოზირების ამოცანა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ობიექტის ფუნქციონირების კანონზომიერების კვლევის დროს. მოცემულია საინჟინრო ნაგებობათა ვერტიკალური ძვრების და მათი სიჩქარეების მათემატიკური მოდელის პარამეტრების დადგენის გრაფიკული მეთოდი. მეთოდის სიზუსტის ანალიზი წარმოდგენილია ცხრილების სახით, რაც ადასტურებს პრაქტიკული გამოყენებისათვის მის ვარგისობას.

საკვანძო სიტყვები: დეფორმაციების პროგნოზირება; გრაფიკული მეთოდი; ნომოგრამა; დეფორმაციები.

1. შესავალი

საინჟინრო ნაგებობათა დეფორმაციების პროგნოზირების ამოცანა განიხილება ობიექტის ფუნქციონირების კანონზომიერებების კვლევისას. მისი მიზანია ნაგებობის საიმედოობის ხარისხის დადგენა, სარემონტო სამუშაოების რაციონალური დაგეგმვა, აგრეთვე გეოდეზიური დაკვირვებების სიზუსტისა და პერიოდულობის კვლევა [1].

დეფორმაციებზე დაკვირვების სისწორე, რომელიც მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ხარჯებთანაა დაკავშირებული, დამოკიდებულია დაწვევების სიდიდეებისა და მათი ინტენსიურობის პროგნოზირების ხარისხზე. მოსალოდნელი დეფორმაციების მაღალი ხარისხით შესრულებულ პროგნოზს შეუძლია ოპტიმალური გახადოს ციკლური და მასზე გაწეული დანახარჯები [3].

საინჟინრო ნაგებობათა დეფორმაციებზე გეოდეზიური დაკვირვებები აჩვენებს, რომ მათი ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნაგებობის ტიპზე და იმ სამთო ქანების ლითოლოგიურ შედგენილობასა და ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე, რომლებიც საძირკველშია განლაგებული. გაზომვების სისწორე კი, ძირითადად, დამოკიდებულია დაწვევების განვითარებაზე დროში ანუ სიჩქარეზე.

ამრიგად, დეფორმაციების პროგნოზირება მნიშვნელოვანი საინჟინრო ამოცანაა. პროგნოზირების ხარისხი დამოკიდებულია შერჩეული მათემატიკური მოდელის (ფუნქციის) სახეზე, დაკვირვების რიგის წვერთა რაოდენობაზე და

ამ ფუნქციის პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტეზე.

2. ძირითადი ნაწილი

პროგნოზირებისათვის მათემატიკური მოდელის შერჩევისას განმსაზღვრელია საბოლოო შედეგების კარგი შესაძლება ნატურულ დაკვირვებებთან. ამ მიზნით, დაკვირვების რიგის მიხედვით, შერჩევა საპროგნოზო მოდელის ანალიზური სახე, რომელიც ყველაზე კარგად აღწერს დაკვირვების შედეგებს. ასეთ სახედ, ხშირ შემთხვევაში, ირჩევენ ექსპონენციალური, პარაბოლური ან კვიპერბოლური სახის დამოკიდებულებებს. საერთოდ, პროგნოზირება დროში შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როცა ფუნქციური დამოკიდებულება მონოტონურია.

ამა თუ იმ მოდელის ვარგისობა დამოკიდებულია დაწვევებისა და სიჩქარეების განვითარების ხასიათზე, რაც, თავის მხრივ, განპირობებულია, სხვა ფაქტორებთან ერთად, გრუნტების თვისებებით. მაგალითად, დაწვევები მალე მთავრდება კლდოვანი ქანებისათვის, სადაც დეფორმაციები პრაქტიკულად დაიწყანება დრეკად დეფორმაციებსა და ნაპრალების ამოვსებაზე. შედარებით მალე მთავრდება დაწვევები ქვიშაქვის ფუქზეც. რაც შეეხება თიხოვან გრუნტებს, მათზე განლაგებული ნაგებობების სტაბილიზაცია წლობით გრძელდება.

ამა თუ იმ პირობებისათვის საპროგნოზო ფუნქციის სახის შერჩევის საკითხი შედარებით შრომატევადია და ცალკე კვლევის საგანია.

ამჟამად, ჩვენი მიზანია ნატურული დაკვირვებების ანალიზის შედეგად შერჩეული ექსპონენციალური სახის მათემატიკური მოდელის პარამეტრების დადგენის მეთოდის შერჩევა. როცა შერჩეულია ემპირიული ფორმულის ზოგადი სახე, ჩვენ წინაშე დგება არანაკლები სირთულის ამოცანა – დავადგინოთ ფორმულაში შემავალი პარამეტრების სიდიდეები. ამ ამოცანის ამოხსნა შესაძლებელია სხვადასხვა ხერხით, კერძოდ, შერჩეული წერტილების, საშუალო არითმეტიკულის, საშუალო კვადრატულის და უმცირეს კვადრატთა მეთოდით.

ჩვენ მიერ ემპირიული ფორმულის პარამეტრების დადგენისას შემუშავებულ იქნა გრაფიკული მეთოდი, რომელიც გამოირჩევა სიმარტივეთ, ოპერატიულობით, თვალსაჩინოებით და საინჟინრო გამოთვლებისათვის საკმარისი სიზუსტით.

საინჟინრო ნაგებობათა დაწვევის სიდიდეებისა და მათი სიჩქარეების პროგნოზირებისას შერჩეული ექსპონენციალური დამოკიდებულებები: დაწვევისათვის –

$$s_t = s_k(1 - e^{-\alpha t}); \tag{1}$$

დაწვევის სიჩქარეებისათვის –

$$v = s_k \alpha e^{-\alpha t}, \tag{2}$$

სადაც S_t დაწვევის სიდიდეა t დროში, მმ; S_k – დაწვევის საბოლოო სიდიდე მსგავსი ტიპის ნაგებობების სტაბილიზაციის პერიოდში, მმ; α – გრუნტების ფარდობითი კუმშვის კოეფიციენტი; t – დაკვირვების დაწყებიდან გასული დრო (თვე, წელი).

(1) და (2) ფორმულებში შემავალი S_k და α სიდიდეები საძიებო პარამეტრებია, რომელთა მნიშვნელობების დადგენა გვიწევს.

ამისათვის, ჩვენ მიერ შემუშავებულ იქნა ამ ფორმულებში შემავალი S_k და α პარამეტრების დადგენის გრაფიკული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ტრანსპარანტული ნომოგრამის აგებაზე. ასეთი ტიპის ნომოგრამებს იყენებენ ორი დანიშნულებით – ტექნიკური გამოთვლებისა და სამეცნიერო-კვლევითი მიზნით. მისი უპირატესობა ის, რომ ერთხელ აგებული ნომოგრამა, მასში შემავალი ცვლადების სათანადო დიაპაზონის გათვალისწინებით, შეგვიძლია გამოვიყენოთ მრავალჯერ, მაშინ, როცა ანალიზური მეთოდების გამოყენებისას, ყოველი ვარიანტისთვის გვისდება შრომატევადი სამუშაოს შესრულება.

ემპირიული ფორმულის პარამეტრების გრაფიკული მეთოდით დადგენის არსი მდგომარეობს ნატურული დაკვირვების მონაცემთა საფუძველზე მიღებული, (1) და (2) დამოკიდებულებების დახმარებით შედგენილი ტრანსპარანტული ნომოგრამის სახით წარმოდგენილი, სკალებისა და ბინარული ველების გამოყენებაში.

ტრანსპარანტული ნომოგრამა (1) და (2) დამოკიდებულებებისათვის აგებულია სათანადო მეთოდის საფუძველზე [2], მასში შემავალი ცვლადებისა და პარამეტრების ცვლილებათა შემდეგ დიაპაზონში:

$$1 \leq S_k, S_t \leq 100 \text{ მმ}; 0 \leq \alpha \leq 0.5 ;$$

$$1 \leq t \leq 10 \text{ წელი}; 0.01 \leq v \leq 30 \text{ მმ/წელი}.$$

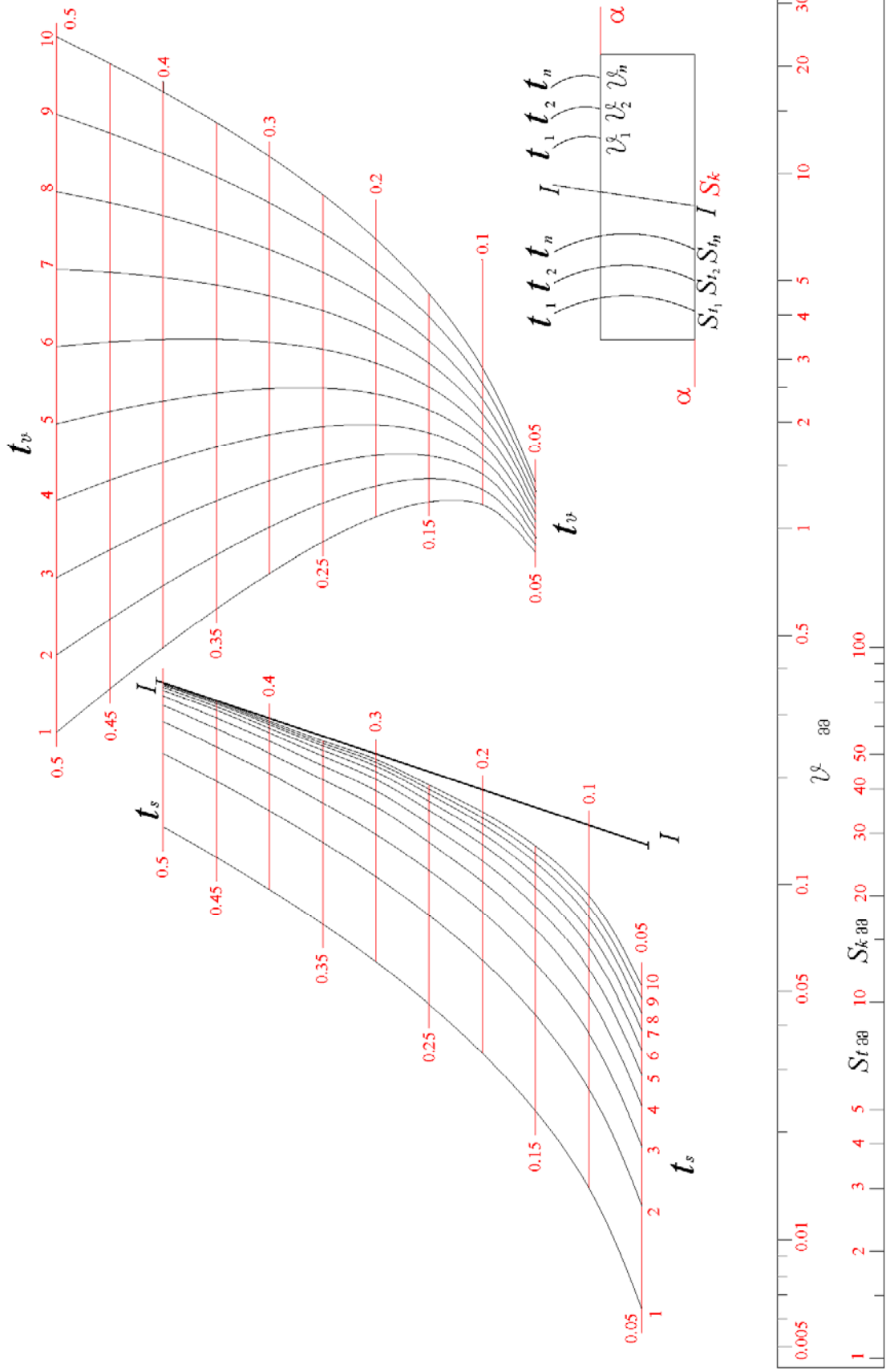
ნომოგრამით სარგებლობის გასაღები ნაჩვენებია ნახაზზე.

როცა საჭიროა ნომოგრამის გამოყენება ტექნიკური გამოთვლებისთვის, დაწვევისა და მათი სიჩქარეების გამოსათვლელად S_k , α და t დადგენილი მნიშვნელობებისათვის, ნომოგრამის მოძრავ ქვედა ნაწილზე გამოსახული სახაზავის ტიპის ტრანსპარანტს ვაძებთ ნომოგრამის უძრავ ხედა ნაწილზე ისე, რომ S_t და S_k სკალების ხაზი შეუთავსდეს მოცემულ α პორიზონტალურ

ხაზს ბინარულ (α, t_s) ველში. შემდეგ α ხაზის გასწვრივ ვამოძრავებთ, ვიდრე ცნობილი S_k სიდიდე არ შეუთავსდება $I-I$ ე.წ. მუხჯ სკალას. დავაფიქსირებთ რა ამ მდგომარეობას, საძიებელ S_t და v სიდიდეებს წავიკითხავთ მოცემული t მრუდების გადაკვეთაზე, შესაბამისად, ბინარულ (α, t_s) და (α, t_v) ველებში.

გამოვიყენოთ ახლა იგივე გრაფიკზე წარმოდგენილი ტრანსპარანტული ნომოგრამა, როგორც გეომეტრიული მექანიზმი, α და S_k პარამეტრების დასადგენად. ამისათვის უძრავ ნაწილზე ვამოძრავებთ პორიზონტალურად ორიენტირებულ სახაზავ-ტრანსპარანტს ზემოთ-ქვემოთ მანამ, სანამ არ ვიპოვით იმ მდებარეობას, რომლის დროსაც ერთმანეთს დაემთხვევა მოცემული $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ დროის აღმნიშვნელი მრუდები (α, t_s) ველში მოძრავი ნაწილის S_t სკალაზე – $S_{t_1}, S_{t_2}, S_{t_3}, \dots, S_{t_n}$ დაწვევის მოცემულ სიდიდეებს. ამ დროს ნომოგრამის უძრავ ნაწილზე პორიზონტალური ხაზის გასწვრივ წავიკითხავთ α მნიშვნელობას, $I-I$ მუხჯი სკალის S_k სკალასთან გადაკვეთის წერტილში კი – S_k მნიშვნელობას. უნდა აღინიშნოს, რომ t_j და S_{t_j} შეთავსებები ყველა წველისათვის არ იქნება ზუსტი, რადგან საქმე გვაქვს ემპირიულ დამოკიდებულებასთან, მაგრამ, როგორც ჩატარებული ანალიზი აჩვენებს, ამ გზით დადგენილი პარამეტრების სიზუსტე 0-დან 10%-ის ფარგლებში მერყეობს (ცხრ. 1), რაც სავსებით აკმაყოფილებს პროგნოზირებული სიდიდეების მოთხოვნილ სიზუსტეს. იგივე პარამეტრების გრაფიკული დადგენა შესაძლებელია მეორე ბინარული (α, t_v) ველის გამოყენებითაც, რაც შემდეგში მდგომარეობს: ვაორიენტირებთ ნომოგრამის მოძრავ ნაწილს უძრავზე პორიზონტალურად ისე, რომ მოცემული $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ დროის აღმნიშვნელი მრუდები ბინარულ (α, t_v) ველში საუკეთესოდ შეუთავსდეს მოძრავ ნაწილზე დაწვევის სიჩქარეების აღმნიშვნელ ($v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$) სიდიდეებს. ამ მდგომარეობის დაფიქსირების შემდეგ v სკალის გასწვრივ წავიკითხავთ α მნიშვნელობას, ხოლო მუხჯი სკალისა და S_k სკალის გადაკვეთაზე – S_k მნიშვნელობას. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ზუსტ შეთავსებებს არ ექნება ადგილი, მაგრამ უნდა შევარჩიოთ მდებარეობა, როცა ეს შეთავსებები იქნება საუკეთესო. სიზუსტის ანალიზი წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ პარამეტრების დადგენის სიზუსტე ამ შემთხვევაშიც 0-დან 10%-ის ფარგლებში მერყეობს. საშუალო შეცდომები ორივე შემთხვევაში 3-5% არ აღემატება.

საბითუმო-ბეჭდვითი



სახიფრ-პეოლოგია

ცხრილი 1

α და S_k პარამეტრების გრაფიკულად გამოთვლის სიზუსტის ანალიზი დაწვევების სიდიდეების მიხედვით

მაგალითები	$\frac{t_j}{S_j}$					გრაფიკ. ნაპოვნი პარამეტრ.		ფორმულით გამოთვლილი მნიშვნელობები					შეცდომები %-ში $\Delta_j = \frac{ S_{ij} - \hat{S}_{ij} }{S_{ij}} \times 100$				
	t_1/S_{i_1}	t_2/S_{i_2}	t_3/S_{i_3}	t_4/S_{i_4}	t_5/S_{i_5}	α	S_k	\hat{S}_{i_1}	\hat{S}_{i_2}	\hat{S}_{i_3}	\hat{S}_{i_4}	\hat{S}_{i_5}	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5
1	3/35	4/38	5/40	6/41	7/43	0,5	45	35	38.9	41.3	42.8	43.6	0	2	3	4	1
2	3/32	4/35	5/37	6/38	7/38	0,44	43	31.5	35.6	38.2	39.9	41.0	2	2	3	5	8
3	4/33	5/35	6/36	7/36	8/37	0,5	38	32.9	34.9	36.1	36.9	37.3	0	0	0	2	1
4	5/36	6/37	7/38	8/39	9/40	0,4	42	36.3	38.2	39.4	40.3	40.9	1	3	4	3	2
5	6/41	7/42	8/43	9/44	10/45	0,34	47	40.9	42.7	43.9	44.8	45.4	0	2	2	2	1
6	4/37	5/40	6/42	7/44	8/44	0,43	47	38.6	41.5	43.4	44.7	45.5	4	4	3	2	3
7	1/12	2/23	3/29	4/35	5/35	0,4	40	13.2	22.0	28.0	31.9	34.6	10	4	4	9	1
8	2/29	3/36	4/45	5/46	6/46	0,44	50	29.3	36.6	41.4	44.5	46.4	1	2	8	3	1
9	2/29	3/36	4/47	5/52	6/54	0,5	51	32.2	39.6	44.1	46.8	48.5	11	10	6	10	10
10	1/21	2/40	3/55	4/65	5/69	0,33	80	22.5	38.7	50.3	58.6	64.6	7	3	9	10	6

\hat{S}_{i_j} - დაწვევის მათემატიკური მოდელით გამოთვლილი სიდიდეები.

ცხრილი 2

α და S_k პარამეტრების გრაფიკულად გამოთვლის სიზუსტის ანალიზი დაწვევების სიჩქარეების მიხედვით

მაგალითები	$\frac{t_j}{v_j}$					გრაფიკ. ნაპოვნი პარამეტრ.		ფორმულით გამოთვლილი მნიშვნელობები					შეცდომები %-ში $\Delta_j = \frac{ v_{ij} - \hat{v}_{ij} }{v_{ij}} \times 100$				
	t_1/v_{i_1}	t_2/v_{i_2}	t_3/v_{i_3}	t_4/v_{i_4}	t_5/v_{i_5}	α	S_k	\hat{v}_{i_1}	\hat{v}_{i_2}	\hat{v}_{i_3}	\hat{v}_{i_4}	\hat{v}_{i_5}	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5
1	1/5	2/3	3/2	4/1,5	5/1	0,41	19	5,0	3,0	2,0	1,5	1,0	0	0	0	0	0
2	2/8	3/5	4/3,5	5/2,5	6/1,5	0,38	43	8,0	5,0	3,5	2,5	1,6	0	0	0	0	7
3	3/10	4/7	5/5	6/3	7/2	0,4	82	9,8	6,6	4,4	3,0	2,0	2	6	12	0	0
4	5/5,3	6/3,6	7/2,5	8/1,7	9/1,1	0,38	68	5,7	3,9	2,6	1,8	1,2	8	8	4	6	9
5	6/3	7/2,3	8/1,8	9/1,4	10/1	0,27	41	2,9	2,2	1,7	1,3	1,0	3	4	6	7	0
6	4/4	5/3	6/2	7/1,6	8/1	0,35	100	4,3	3,0	2,1	1,5	1,0	8	0	5	6	0
7	1/4	2/3	3/2	4/1,5	5/1	0,34	17	4,1	2,9	2,1	1,5	1,1	2	3	5	0	10
8	2/3	3/2,1	4/1,4	5/0,9	6/0,6	0,4	16	2,9	1,9	1,3	0,9	0,6	3	10	7	0	0
9	2/4	3/2,8	4/1,9	5/1,2	6/0,7	0,43	33	3,7	2,6	1,7	1,1	0,7	8	7	11	8	0
10	1/2	2/1,5	3/1	4/0,7	5/0,5	0,35	24	2,1	1,4	1,0	0,7	0,5	5	7	0	0	0

\hat{v}_{i_j} - სიჩქარეების მათემატიკური მოდელით გამოთვლილი სიდიდეები.

საბჭო-გეოლოგია

3. დასკვნა

დაწვევების და მათი სიჩქარეების პროგნოზირებისას, პარამეტრების დადგენის ზემოთ აღწერილი გრაფიკული მეთოდის სიზუსტეზე ჩატარებული ანალიზი (შედეგები ცხრილშია წარმოდგენილი) აჩვენებს, რომ იგი საკვებით მისაღება ემპირიული ფორმულის პარამეტრების დასადგენად.

ლიტერატურა

1. ნ. თევზაძე. საინჟინრო გეოდეზია. ტ. X. თბილისი: განათლება, 1982.
2. Хованский. Г.С. Основы номографии. М.: Недра, 1976.
3. Николаев С.А. Статистические исследования осадок инженерных сооружений. М.: Недра, 1983.

UDC 528.482**SETTING EMPIRICAL PARAMETERS FOR ESTIMATING BUILDING DEFORMATIONS BY MEANS OF GRAPHIC METHOD****G. Meskhi, G. Chiaureli**

Department of engineering geodesy, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: The problem of estimating deformations for large engineering constructions is one of the most important questions in studying regularity of object functioning.

There is presented the graphic method of setting parameters of mathematical model for vertical shifts in the engineering constructions and their speeds.

The analysis of the accuracy of received tabular parameters proving practical suitability of the presented method is also given in the article.

Key words: estimating deformations; graphic method; nomogram; deformations.

УДК 528.482**УСТАНОВЛЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ****Месхи М.А., Чиаурели Г.Г.**

Департамент инженерной геодезии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Задача прогнозирования деформаций крупных инженерных сооружений - один из важных вопросов при изучении закономерностей функционирования объектов.

Изложен графический метод установления параметров математической модели вертикальных сдвигов и их скоростей в инженерных сооружениях.

Дан анализ точности полученных параметров в виде таблиц, что подтверждает практическую пригодность метода.

Ключевые слова: прогнозирование деформаций; графический метод; номограмма; деформации.

*შემოსვლის თარიღი 05.06.09
მიღებულია დასაბეჭდად 30.07.09*

UDC 003.33

OLD ORIENTAL ASTRONOMIC-CHRONOLOGICAL ACHIEVEMENTS SYSTEMIZED AND REFLECTED IN PAGAN AND EARLY CHRISTIAN GEORGIAN WRITTEN MONUMENTS

R. Gvetadze, D. Gvetadze*

Department of metallurgy, science of materials and metal-working, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia
E-mail: david.gvetadze@ubc-i.com

Resume: There is presented historical, archeological materials and carried out analysis of old Georgian monument alphabet Asomtavruli, as a masterpiece of the culture of Hellenistic epoch. There is systemized astro-nomic calender and chronological ancient oriental information in this alphabet.

Key words: alphabet; astronomy; archeological monuments; lunar phase; solar year; Meton cycle; chronology.

1. INTRODUCTION

B. Van-der-Varder a famous mathematician and specialist of history of astronomy in the world, developed a picture of creation and development of Hellenistic science on the grounds of the preserved texts written in Solar script on papyrus and clay tablets, which evolved from the roots of ancient oriental civilization.

While analyzing astrology tests of new Babylon epoch, he points out, that at several places there is a mentioning of a secret 684-year ‘Long Lunar Period’ [1].

Identification of astronomic and chronological essence of ‘Lunar Long Periods’ makes it possible to understand ancient Georgian written and archaeological monuments of pagan epoch, created during the rule of the dynasty of Parnavaz, the King of Iberia.

Old Georgian monument alphabet Asomtavruli represents a masterpiece of the culture of Hellenistic epoch. There is no other precedence in the ancient civilization, that would be equal to the Georgian alphabet.

In this alphabet, on the basis of Phoenician consonant and Greek vocalized alphabets, by selecting the specific syllabic principle of letter names and by using the numeric characteristics of letters, astronomic calendar and chronological ancient oriental information is systemized [2]. In essence, this alphabet represents a scientific treaty, which includes astronomic and mathematical data of encyclopedic nature, practical application, of which is confirmed by Georgian monuments of material culture of pagan and early-Christian epoch.

2. THE BODY OF THE ARTICLE

Discussion about Alphabet Asomtavruli Symbols, list letters names, their ordinal and numeral meanings (see the table).

We can introduce indexation for characterizing the letters in the alphabet, for example, v13-man, and for denoting the numerical values – ancient Georgian Asomta-

vruLi, or contemporary Georgian symbols of letters are used with respective indexation $\overline{\tau}_{13}=40$ or $\overline{\delta}_{13}=40$

We refer to a group of letters as single-name, if similar syllabus is added to the letter phoneme. For example an, b-an, g-gan, m-an.

The alphabet starts with the trio of subsequent single-name letters, the ordinal values of which totals $1+2+3=6$ and represents a perfect number. However, unlike the perfect numbers, the product of the divisors of 6 is a perfect number too. Arithmetic mean of constituents of the trio of these letters equals 2 and the value of the 36-letter Georgian alphabet is a square of the first perfect number $6^2=36$. Based on such reference, we have used addition of ordinal calculation of letters, their multiplication, determination of arithmetic means or exponentiation in square – as the decoding key for alphabet cryptonalisation.

Numeric-symbolic system of the Asomtavruli alphabet

Categories of numeric system of the Alphabet				
Units	Tens	Hundreds	Thousands	Ten thousands
1. ა an ა=1	10. ი in ი=10	19. ძ რ რაე რა=100	28. ხ ე ცინ ხ=1000	37. თ - ხოე თ=10000
2. ბ ban ბ=2	11. კ ჯან კ=20	20. ს სან ს=200	29. ც ე ცან ც=2000	
3. გ gan გ=3	12. ლ ე ლას ლ=30	21. ე ლ რ ელ=300	30. ძ ჯ ჯილი ძ=3000	
4. დ don დ=4	13. მ მან მ=40	22. ვ ვე ვ=400	31. პ ც ეტი პ=4000	
5. ე en ე=5	14. ნ ნარ ნ=50	23. ფ პ რ ფ=500	32. ს ც ჯარ ს=5000	
6. ვ v vin ვ=6	15. ჯ je ჯ=60	24. კ კან კ=600	33. ხ ხან ხ=6000	
7. ზ zen ზ=7	16. ო on ო=70	25. რ ო რან რ=700	34. ყ ყარ ყ=7000	
8. თ hé თ=8	17. უ რ რარ უ=80	26. ვ ვარ ვ=800	35. ჯ ჯარ ჯ=8000	
9. ტ tan ტ=9	18. ჯ Z Zan ჯ=90	27. გ ო ონ გ=900	36. უ ზ ზარ ჰ=9000	

Total of ordinal values of the single-name letters of ‘an’ group states the amount of lunar synodic months in the ‘Saros’, eclipse cycle [3]:

$$1+2+3+9+11+13+18+20+24+25+29+33+35=223$$

Let us pay attention to the 34th letter of the alphabet $\overline{\tau}_{34}=700$ the name of which is “qhar”. Grapheme of this letter is an ideogram of a bull, and the name “har” is a Sumerian word, and like it is in the Georgian language, denotes a bull. Names of another 6 letters are produced with the syllable of this zoomorphic name of the moon:

ძირითადი
 სტატიის
 მკვლევარია

ჲ₁₄-nar, უ₁₇-par, ე₂₁-tar,
 ფ₂₃-par, ჟ₂₆-qhar, ყ₃₄-q^har

With the help of the group of letters of this identical name, astronomic information can be systemized – structuring of the line of letters – division in certain informative blocks or pairs. For example, ე₂₁-tar and უ₁₇-par are

$\left[\begin{array}{c} \text{ღ22} \\ \text{ჟ37} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{ფ23} \\ \text{უ36} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} +24 \\ \text{ჯ35} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{ი25} \\ \text{ყ34} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{ი26} \\ \text{ჲ33} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{ს27} \\ \text{ო32} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{ხ28} \\ \text{პ31} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{ც29} \\ \text{ძ30} \end{array} \right]$
--	--	---	--	--	--	--	--

ც₂₉ and ძ₃₀, are found in the end of the line of these paired letters, which represents main parameters for calculating the lunar year $6 \cdot 29 + 6 \cdot 30 = 354$; with the help of structuring the syllabic method of the alphabetical line the total eclipse of moon and the sun ‘Saros’ (Sr) is defined. $Sr = 223\frac{1}{3} = 223.29.5$ a day and a night.

There are very credible indications about the lunar phases, reflected in the alphabet. Single-name letters **ც₁-an** and **ც₂₉-can** are matched with the scythe shape and age of a waxing and waning moons. Darkened part of the moon has a shape of a semi-disc and when the moon’s age is Age=7, ^d 4 and Age=22, ^d 2, these phases are matched with the single-name semi-vocal letters | 8-he and ღ22-we, the semicircle element is attached to the vertical line of the graphs.

After 14-15 days of waxing moon there is a full moon Age=14, ^d 8. This is called a representative of the same single-name letters’ group ი15-je.

Although this symbol, like other graphemes that denote moon, are distinguished from other symbols with (arched) bow-shaped elements from other letters, the function of a determinant is played by the grapheme of subsequent 16th letter, which represents a circle-line with the arched elements added to the lower right side ი16-on, which indicates, that the moon at this age has a shape of a sun disc.

The letters, the name of which includes the syllable ‘in’ („ობ“), have specific numeric features. At the same time, ‘in’ is the name of the letter that is 10th in the order. Gematria of this letter’s name is $10(\text{ი})+50(\text{ინ})=60$, it bears mutual relationships of old Mesopotamian base-60 system and contemporary base-10 system $60:10=6$, six is a perfect number. Perfect numbers 6 and 28 ო6-vin and ხ28 – cin represent the ordinal numbers of the letters. 27 is referred to as „Šin“ (g27=900), which is a final symbol, that finishes the set of base-100 system.

Gematria of the letters in the group ‘in’, calculated according to the ordinal numbers, represents calendar parameters.

$$\begin{aligned} 10(\text{ი})+14(\text{ინ}) &= 24 \\ 6(\text{ო})+10(\text{ი})+14(\text{ინ}) &= 30 \\ 28(\text{ხ})+10(\text{ი})+14(\text{ინ}) &= 52 \end{aligned}$$

Sumerian roots were revealed in the names of the letters, that are related to the lunar calendar parameters; and the naming of numerical symbols, that bear the solar as-

located as ღ22-we. Total of the natural numbers including 22 or 37 equals 472, and the arithmetic average is 29.5, which equals to the duration of a synodic month of the moon. In regards to cryptanalysis it is reasonable to pair the letters, that are found in this interval.

tronic-calendar parameters, have signs of Egyptian influence. These are ჟ₁₉-rae, ი₁₆-on ო-don.

Name of the 16th letter is a theoneme, as far as it coincides with the name of the Egyptian city of the sun, and its circular grapheme is similar to the Egyptian ideogram.

With the help of the syllable of the name of the 16th letter, the name ‘don’ of ო₄ is formed. It is noteworthy that the ideogram of this letter is formed on the motif of the sun’s nether world’s sign – Egyptian cross (crux ansata), and is one of the symbols of the sun in the Georgian alphabet.

For the letters, that bear theonemes and ideograms of the sun, relevant positions are selected in the order of the Georgian alphabet, which enables us to read out astronomic-calendar parameters. Duration of day and night is calculated on the 4th position in hours: $1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24$.

On the basis of the ordinal and numeric value of the letter in the 19th position (ღ₁₉=100), also on the grounds of the gematria of its name, which equals $19(\text{ღ})+1(\text{ც})+5(\text{ი})=25$, duration of a solar year is calculated

$$19^2 + \frac{100}{25} + \frac{25}{100} = 365.25 \text{ days}$$

As it is seen, addition of ‘e’ to the Egyptian theoneme ‘ra’ in the end of the name of the 19th letter aimed at stating the duration of the solar year by that time, in a cryptographic way.

There is a grapheme of the 11th letter of the alphabet, that has two shapes: ბ-kan and ბ₁₁-kan. In both cases the right and left vertical lines of the grapheme indicates, that a three-letter block, which is carrying certain information, is formed with the neighboring letters. Let’s summarize square values of ordinal values of these letters and we will the duration of a non-leap solar year.

$$10^2 + 11^2 + 12^2 = 365$$

It is noteworthy, that there is another indication on the meton number: sum of the natural figures including 1 or 37 equals to 703. Arithmetic means of this value and the positional module of the 37th letter coincides with the

other and equals $M_{37} = \frac{703}{37} = 19$.

According to the ancient Georgian historical data, Asomtavruli alphabet is called “Mrglovani” (Rounded). At the same time there is a composition dated back the 4th century “Praise and Glory to the Georgian Language” (Kebai da Didebai Kartulisa Enisai), which notes, that

ძირითადი
 ტექსტის
 მკვლევარია

‘All the secrets are buried within this language’, and there is a reference to the letter, which has a name “share” and the numeric value of 4,000. This is a 31st letter of the alphabet. In the interval, there is a sacred number 31 isolated in the alphabet, with the refers ᠒₁₄-nar and ᠒₁₇-phar, for which the 15th and 16th letters are found in the middle, and the total of their ordinal values equals 31. Besides, as we have mentioned, there is an ideogramic and calendar reflection of the phase of the full moon in this interval.

Problems of Mrglovani (rounded) letters are possible to be solved with the positional modules of the letters 31 and 37: $M_{31} = \frac{496}{31} = 16$ and $M_{37} = \frac{703}{37} = 19$. Positional module of one of them indicates on the circular ideogram of the sun, and that of the other – it is linked with the symbol, that is used for calculating the solar calendar year.

This indicates, that the product of ordinal values of these two letters will be analyzed: 31x37=1147

᠒ ₄	᠒ ₅	᠒ ₁₆	᠒ ₇	h ₈	᠒ ₉	᠒ ₁₀	b ₁₁	᠒ ₁₂	᠒ ₁₃	᠒ ₁₄	᠒ ₁₅	᠒ ₁₆	᠒ ₁₇	᠒ ₁₈	
᠒ ₃₄	᠒ ₃₃	᠒ ₃₂	᠒ ₃₁	᠒ ₃₀	᠒ ₂₉	h ₂₈	᠒ ₂₇	᠒ ₂₆	᠒ ₂₅	+ ₂₄	᠒ ₂₃	᠒ ₂₂	᠒ ₂₁	᠒ ₂₀	᠒ ₁₉

Pairing by such manner is indicated by the circumstance, that the letter ‘u’ („უ“) in the Georgian and, likewise, in the Greek alphabet is written by using two graphemes ᠒₁₆=70 and ᠒₂₂=400. Georgian scientists [3] have determined, that the sum of ordinal values of these letters indicates on meton cycle 16+22=2x19, and the sum of numeric values indicates the number of sinoid months in this cycle 70+400=2.235.

In this line the solar ideogram ᠒₁₉ is in evident position again. Total of the natural numbers, inclusive 4 or 34, equals 598, 598:19=31. Meton cycle of lunar-solar calendar equality was stated with arithmetic and geometric symmetry, and, most importantly, with the sacred number 31.

The information about the 19 year meton cycle is filled in by the positional indicators $M_{13} = \frac{91}{13} = 7$ of the letter ᠒₁₃-man in the order of alphabet.

Total of natural figures including 1 or 13 equals 91. This number is 7x13=91. The first factor shows the number of meton cyclic-intercalated lunar leap years, and the other – 13-month composition of the leap year. ‘Man’ („მან“) represents the root of an old Persian name of the moon ‘Mangi’ („მანგი“), and the same name is used in the old Georgian literature for denoting the Moon.

19 and 28 represent the numbers of lunar and solar cycles. At the same time the letter 19 states the duration of a solar year in the days; and the gematria of the name of the 28th letter – the number of weeks: 28(x)+10(b)+14(y)=52. Product 14x28=532 is a Big Indiction;

The word ‘Tsil’ – share („წილ“) is a synonym to a fraction. Let us determine the share of the duration of the solar year in the number 1147: 1147:365,2564=3,14025

We have received π, the constant of relationship of the length of the circle line to the diameter, which is confirmed in the Georgian order of letters with quite high accuracy.

The number 1147=3,14x365,2564 represents a parameter of the sun’s movement around the zodiac circle, that we call a zodiac, or ecliptic constant.

As far as synchronization of lunar and solar calendars is done with the help of Meton cycle, let us discuss two solar ideograms ᠒₄ and ᠒₁₉, ideogram of lunar toteme ᠒₃₄. ᠒₄ and ᠒₃₄ are characterized with vertical axis symmetry, and one side of h₁₉ grapheme is directed to the symbol ᠒₄, and the other – towards the symbol ᠒₃₄. Let us pair ᠒₄ and ᠒₃₄ letter-symbols and analogically the rest of the letters of the alphabet within the 4th and 34th range.

after this period the days of the week and the lunar phase coincides with one and the same day of the month, when it was revealed, that the total of ordinal numbers of the letters on the 19th-28th position states the number of lunar sinodic months in the Meton cycle – 235.

Thus, all the constituents of the formula of the Meton cycle are completely represented in the ancient Georgian alphabet:

$$19S=235\ell=19L+7\ell$$

The 19th letter ‘Rae’ („რე“) is paired with the 36th letter ‘Hae’ („ჰე“) with its name – both names end with the syllable ‘ae’ („ე“). This provides the grounds for assuming, that by selecting a name a ‘great lunar period’ is represented in the ancient Georgian alphabet [3].

$$19x36=684$$

However, the information about a 684-year period is not exhausted only with this indication in the Georgian alphabet. The same information is proved by the block of the 18th, 19th and 20th letters, where ᠒₁₇-par and ᠒₂₁-tar are used for marking the positional borders. Let us multiply the ordinal values of the block of letters, marked with the borders:

$$18x19x20=6840$$

In accordance with the Pythagoras opinion,

10 can be represented as 1

$$6840 \Rightarrow 684$$

It is interesting, that even in the line of 37 letters, ᠒₁₉ still is found in the central position. It is clearly seen if we pair the letters, that are allocated symmetrically towards h₁₉ according to the ordinal numbers.

ქართველი
 მეცნიერების
 მემკვიდრეობა

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19



We have received 18 pairs of letters. The sum of ordinal numbers of constituting letters in the pair equals $38=19 \times 2$. Let us identify the first six pairs, which starts with the lunar symbol ζ_1 -an, and which has a perfect number with the value of 6 in the end, which is a decoding key in the Georgian order of letters. As far as there is a zodiac constant $1147=3,14 \cdot 365,2564$, reflected in the numeric system of the Georgian alphabet, let us locate the figures of the first of the first six pairs on the circle-line so that the ordinal values of the paired symbols are placed in the ends of the diameter, and place a symbol of the sun Ⓐ_{19} -rae in the circle's center. Total of the ordinal values of 12 letters on the circle equals to 228. Then place the set of 6 letters of II and III pairs additionally on the two concentrated circle. Total of ordinal numbers of the letters on all the three concentrated circles equals 684. Thus, the reflection of 684-year chronological interval of the 'Great Lunar Period', based on the calendar equality of the moon and the sun, took a shape of a magic circle. Total of the 6-6 figures written down on the disc diameters are equal to each other and totals 114. Three circles of the disc represents three constituent cycles of a solar-lunar 684-year period:

$$228S=12 \cdot 19S=12 \cdot 235\ell=235L$$

$$684S=3 \cdot 228S=3 \cdot 235L=705$$

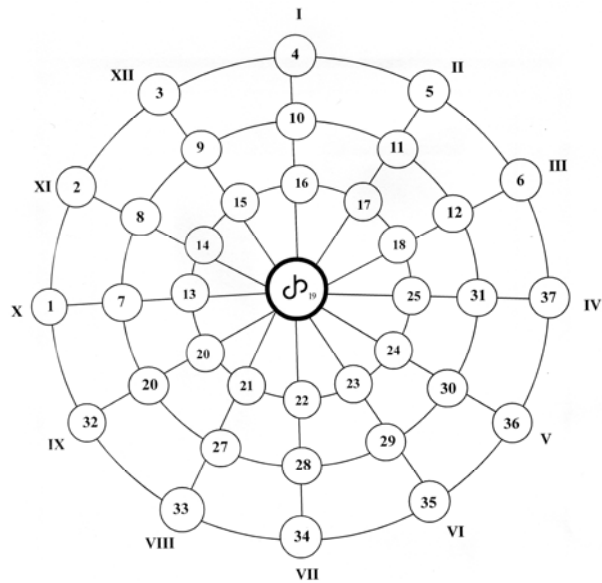
p – Van-der-Varden [1] relates the Great Lunar Period to the short periods of eclipses $\text{spe}=47\ell$, which is reflected the following way:

$$228S=12 \cdot 235\ell=12 \cdot 5 \cdot 47\ell=60\text{spe}=60 \text{ spe}$$

Chronological-calendar essence of the Great Lunar Period has been identified. It is divided into 3 cycles. 228-year solar interval of each cycle equals to 235 lunar non-leap years and a short 47-month period of 60 eclipses. Simple relationships between the lunar and solar calendar systems are established. If we take 56 instead of 57 leap years within 228-year solar calendar interval (S_k), then $S_k=(365 \times 172)+(366 \times 56)=83276$, which is less than the lunar 235-year interval only with 0.266 days. In total, 684 solar years are equal to 705 non-leap lunar years and 180 short periods of eclipses.

A structure of a disc, that reflects a 684-year period, as it seems, was constructed according to the round 'astrolabe' model, which was widely used for systemizing the knowledge on the stars in the near East. Astrologist divided each of zodiacal signs into three parts, which they referred to as dekanes and 36 dekanes were perceived as divine powers. The older oneness – Assyrian 'astrolabe' dates back about 1100 BC. There are numbers of samples from Ashur, Nineveh, Uruk and Babylon, which almost

cover the period of 1,000 years [1]. As it seems the Iberian priests not only knew the meaning of π , but also possessed the perfect knowledge of Astrolabial schemes as well.



Such idea is generated naturally, when the names of the mentioned luminaries – stars and planets, depicted on ancient astrolabias, coincide with the names of Georgian letters completely, or when the name of the letter is a short form of a luminary. The star 'Ban' of the 'ea' constellation is mentioned in the 'astrolabia B', which coincides with the name of the letter – "ban". In the same astrolabia, the first syllable of the name of Anu constellation is the name of 'an' („სბ“) $f_1=1$, and 'An' syllable is used for forming other 12 names.

There is a list of 12 Elami, 12 Acadi and 12 Amuru, which comprise the name of the letter n_{21} -tar.

'Tar' – is deciphered as 'Jupiter'. It is noteworthy, that in the Anatolia of Hittite era, the cult of Taros deity was widely spread.

In Georgia, still there is a Taresh Church and the crypt, which is located on the road that links Svaneti to the coast of Kolkheti of antique era, running through the gorge of the river Tskhenistskali [5, p. 92-95].

In addition, in the catalogue of 36 morning stars of Babylon, 'mul Apin' is also mentioned 'BAN'.

If we consider, that the Phoenician letter 'Sin' had a function of double phoneme [S] and [Š], and 'Sin' was a Babylonian name of the Moon, we can assume that g_{27} -

დიდი პერიოდის
 მანძილზე
 მარტივად

šin symbol in the Georgian order of letters has a role of “moon” in the divine pantheon.

Existence of the name of Babylonian moon in the Georgian alphabet is not a simple coincidence. Sun-praising hymn “Shamash” are still sung in the mountains of Georgia, in Svaneti, where other names of the sun are also represented: Ra and Re [4].

It should be mentioned as well, that in Sumerian ‘Gana’ means land, a valley, and the name of the third letter of the alphabet is ‘gan’ („გან“).

The Sumerian language, like Georgian, belongs to Japhethic language. It was no longer used after the rule of Hamurabi, but the Babylonian priests used it as a cult language. In the Ancient East the Sumerian language played the same role as Latin did in medieval Europe [6].

It is noteworthy, that in the area of ancient oriental world, the Georgians are the only autochthonal nation, which has its own vocalized alphabet and which has practically retained unchanged during at least 2300 years.

This is why there are so many parallels to Sumerian-Babylonian words in the names of Georgian letters.

In chronology, the usage of Great Lunar Period of 684 year is confirmed by the Georgian material and cultural monuments.

Ancient Georgian inscriptions found on the territory of Nekresi and Rustavi old city ruins, which are of special significance for the history of Georgian culture, are linked to the name of academician Levan Tchilashvili. By discovering these inscriptions, existence of high-level culture of script is confirmed in the pagan Georgia [7].

Especially large number, and interesting materials were identified in Nekresi, near the Mazdeance cult-construction.

Out of 10 monuments with inscriptions, the majority is represented as a stone with inscriptions of epitaphic nature. Besides a fragment of a ceramic top of the pitcher was found, where Asomtavruli letters were scratched out before burning.

Several inscriptions found on the monuments found in Nekresi and Rustavi ruins, and with the letters ჰ(č), or with the letter combination ლლ (ii), ჰლ (č i), which are put in the end of the text (figures 1) as isolators, we think, that it represents a date, that corresponds to the chronological interval of 684 years.

Let us discuss the monuments chronologically:

1. The oldest one is Rustavi stone #1 with an inscription. There are two letters ლლ (ii) scratched out there. First numerical symbol of the date is a number of completed meton cycle of 19 years, and the other one is an ordinal number of the solar year of the current cycle.

$$\lrcorner_{10} \lrcorner_{10} = (10 \times 19) + 10 = 200$$

2. The inscription ჰ₁₃ღ₂ has a sign of title above them- a straight line on a piece of clay pot in Nekresi, states the date.

$$\bar{\text{ჰ}}_{13} \bar{\text{ღ}}_2 = (13 \times 19) + 2 = 249$$

3. There is a letter x28 given on Nekresi #1 stone and Rustavi #3 stone, which denotes

$$h_{28} = 28 \cdot 19 = 532$$

4. Two letters with a sign of title above them- a straight line at the end of Rustavi’s #3 stone text is yb

$$h_{28} \lrcorner_{10} = (28 \times 19) + 10 = 542$$

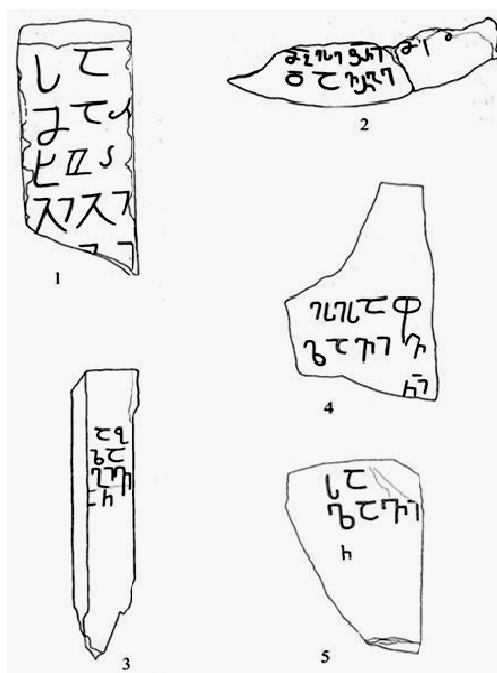


Figure 1. Graphic copies of Nekresi and Rustavi monuments with inscriptions:
 1 – Rustavi stone #1 with inscription; 2 – Inscription on a clay pitch from Nekresi (graphic copy); 3 – Nekresi stone #1 with inscription; 4 – Rustavi stone #2 with inscription (graphic copy); 5 - Rustavi stone #3 with inscription (graphic copy)

It needs to find out what the initial point for calculating the Georgian pagan chronology was. In ancient times the chronology was based on eponomic calculation; e.i. the date related to the accession of a relative-in-chief, or a great ruler. The beginning of the Georgian literature and chronology calculation is related to the accession of the King Parnavaz of Iberia, and this date is 284 BC. In this case the chronological chain made of numerical symbols and reflected on the monuments will look like this:

$$84 \text{ BC} - 37 \text{ BC} - 115 \text{ AD} - 249 \text{ AD} - 259 \text{ AD}$$

According to the research of N. Gaprindashvili, Nekresi stone N1 with inscriptions (figure 1-3) is regarded the pagan calendar stele [5, გვ. 117-159]. There is an interesting information on this stele, which is related to the lunar-solar calendar system. We will refer only to some information related to chronology issues.

Numerical symbols found on Nekresi stele are given in four rows and consist of 2 duos (ღ₁- ღ₂ and ზ₇-ღ₁), trios (ღ₃, ლ₁₀, ლ₁₆) and isolation grapheme (x28). First of all, we should focus on the total value of the trio of letters ლ₃+ღ₁₀+ღ₁₆=19, which indicates on solar-lunar Metan cycle of 19-years.

The total sum of the symbols in the second line is ზ₇+ღ₁=8, and the total of the second and last lines - 28+8=36. This means, that there are two chronological cycles provided on the stele 532=28x19 and 684=36x19.

შიშვილი
 ლევან
 თხილაშვილი

This is why we cannot exclude, that there is date of creating this stele as well.

As far as the scheme of locating the duo-written elements of the first and second lines are identical, let us separately summarize their numeric values

$$C_1 + C_2 + C_7 + C_1 = 11$$

Let us multiply the final figure with the total of the trio on the third line – 19, and the numeric value of the letter on the fourth line – 28.

$$11 \times 19 \times 28 = 5852$$

Deduct the value of Georgian Christian date reckoning from the world's creation from this figure:

$$5852 - 5603 = 249 \text{ AD}$$

According to both methods of dating, the calendar stele was made in 249 BC.

As it is seen, one of the purposes of the stele was to match the 684-year chronology calculation with the Julian calendar, for which a 532-year cycle of 'Great Indiction' was made.

R. Ramishvili, an outstanding Georgian archaeologist found a Davati stele, which represents a cultural monument of great significance. There is quite a complicated composition on the monument, where all the 37 letters of Asomtavruli alphabet are written down, and 3 letters among them are written in sign of title above them - a straight line $S_{32} = 5000$, $E_{21} = 300$ and $b_{11} = 20$, which indicates, that there are figures, the total of which equals 5320. As far as the initial date of the Georgian Christian era equals the year of 5603/4, our scientists correctly assumed, that there is a year of 284/5 BC given in the stele, which is the beginning of the Georgian literature and Georgian pagan epoch [8].

We consider, that there is also another chronologic information expressed on Davati stele and for this 36 phonemes of the alphabet is distributed in two identical registry. 18 letters of each registry is provided in 3 lines. there are 7 letters in the first lines of upper and lower registry, there is 6 letters in the second and 5 letters in the third one, and also there is a 37th grapheme as an isolator (figure 2).

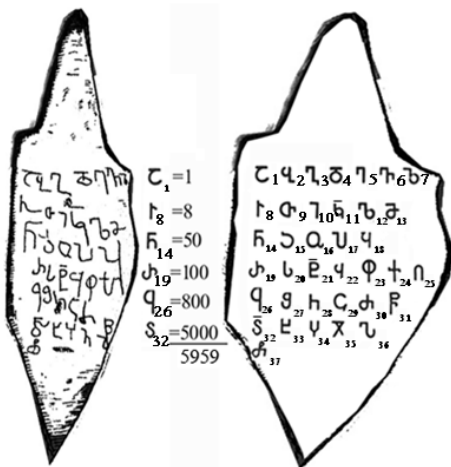


Figure 2. Scheme of 2-registry distribution of letters in the Davati Stele and their indixation per order

By representing the letters in two registries, the cycle of 532 years is stated again: total of ordinal values of the letters found in the first registry equals 171, and the total of the natural numbers from 1 to 37 equals 703.

$$703 - 171 = 532$$

By distributing the letters from two registries, and by using the numbers, that are found in the end of the lines, also 'Great Lunar Period' is also stated.

Let us sum up the ordinal values of the letters in the end of the lines of the first registry, which states the date of creating the monument:

Let us multiply the result with the ordinal value of the last symbol of the lower registry:

$$(7 + 13 + 12) \times 36 = 1368 = 2 \times 684$$

Thus, the chronological cycle of 684 years was also stated on this monument as well. It should be pointed out, that the total of the numeric values of the letters located in the first column of Davati Stella states the date of monument creation, 356 AD.

$$1 + 8 + 50 + 100 + 800 + 5000 = 5959$$

$$5959 - 5603 = 356 \text{ AD}$$

Davati stele represents a memorial monument, which reflects the pagan grounds of the Georgian Christian Chronology.

3. CONCLUSION

The represented historical – archeological materials pave the high level of pagan Georgian civilization.

From the Ancient time our ancestry first used the lunar and the solar calendar and the later only the solar calendar. The chronology was conducted in the solar 684 year cycle which is equal to the lunar 705 year cycle.

REFERENCES

1. Ван-дер-Варден Б. Пробуждение науки. II Рождение астрономии. Москва: Наука, 1991.
2. Pataridze R. Georgian Asomtavruli. Tbilisi, Nakaduli, 1980
3. Kandelaki N. Tsertsvadze G. Cryptoanalysis of Georgian Asomtavruli Alphabet Tbilisi, 2005 (in Georgian)
4. Kapianidze Z. Mibchuanu T. Sumer. Sumerian-Georgian Paralels. Tbilisi. 2002 (in Georgian)
5. The VI conference of Christian Archaeology. Tbilisi, 2002 (in Georgian)
6. J. Friedrich. Entzifferung verschollener Schriften und Sprachen. Berlin. 1954
7. Levan Chilashvili. The ancient Georgian inscriptions of Nekresi and questions of the history of Georgian writing. Tbilisi. 2004.
8. Abramishvili G, Alexidze Z. National motif depicted on the iconographic programme of Davati stele, Le museum revue d'etudes orientales, Tom 103. Fasc, 1990 pg 283-292.

უპა 003.33

**კვლევით-მეცნიერული ასტრონომიულ-ქრონოლოგიური მიღწევები
სისტემატიზებული და ასახული წარმართულ და აღრეპრისტიანულ
ქართულ წერილობით ძეგლებში**

რ. გვეტაძე, დ. გვეტაძე

მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

რეზიუმე: წარმოდგენილია ისტორიულ-არქეოლოგიური მასალები და ჩატარებულია ქართული ასომთავრული ანბანური სისტემის ანალიზი მასში დაფიქსირებული ასტრონომიული და კალენდარული პარამეტრების გამოვლინების მიზნით. წერილობითი და არქეოლოგიური მასალები მეტყველებს ქართული წინაქრისტიანული ეპოქის მაღალ დონეზე. ამ კულტურული ფენომენის გამოაშკარავებას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ქართულ წერილობით ძეგლებში ასახულია ძველი ახლო-აღმოსავლეთის ასტრონომიული და ქრონოლოგიური მიღწევები. ქართული ასომთავრული მონუმენტური ანბანი ელინიტური კულტურის შედეგია, მასში დაფიქსირებულია მთვარე-მზის კალენდარული პარამეტრები, აგრეთვე 684-წლიანი ქრონოლოგიური წელთაღრიცხვა, დადასტურებული არქეოლოგიურ წერილობით ძეგლებში.

საკვანძო სიტყვები: ანბანი; ასტრონომია; არქეოლოგიური ძეგლები; მთვარის ფაზები; მზის წელიწადი; მეტონის ციკლი; ქრონოლოგია.

УДК 003.33

**АСТРОНОМИЧЕСКИЕ И ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ДРЕВНЕГО ВОСТОКА,
СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЕ И ОТРАЖЕННЫЕ В ЯЗЫЧЕСКИХ И РАННЕХРИСТИАНСКИХ
ГРУЗИНСКИХ ПИСЬМЕННЫХ ПАМЯТНИКАХ**

Гветадзе Р.Г., Гветадзе Д.Р.

Департамент металлургии, материаловедения и обработки металлов, Грузинский технический университет,
Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

Резюме: Представлен анализ грузинской алфавитной системы Асомтаврули, с целью выявления зафиксированных астрономических и календарных данных. Письменные историко-археологические материалы свидетельствуют о высоком культурном уровне грузинской цивилизации дохристианской эпохи. Освещение этого культурного феномена имеет большое значение, т.к. в грузинских письменных памятниках запечатлены астрономические и хронологические достижения Древнего Ближнего Востока.

Древнегрузинский монументальный алфавит Асомтаврули представляет шедевр эллинистской культуры. В нем зафиксированы лунно-солнечные астрономические и календарные параметры, а также 684-летний цикл хронологического летоисчисления, обнаруженный в археологических письменных памятниках.

Ключевые слова: алфавит; астрономия; археологические памятники; лунные фазы; солнечный год; Метонов цикл; хронология.

*შემოსვლის თარიღი 20.06.09
მიღებულია დასაბეჭდად 21.07.09*

უპა 628.93

განათება ინტერიერში

მ. მილაშვილი*, ვ. მჭედლიშვილი

არქიტექტურისა და ქალაქმშენებლობის /ურბანისტიკის/ დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: amv59@mail.ru

არქიტექტურა,
უბანისტიკა,
დრეზინი

რეზიუმე: განხილულია ინტერიერის კომფორტისა და მხატვრულ-არქიტექტურული ხარისხის განმსაზღვრელი ისეთი მნიშვნელოვანი მახასიათებელი, როგორც განათებაა. იგი ინტერიერის ფორმირებაში განსაკუთრებულ როლს ასრულებს და ისეთ ელემენტს წარმოადგენს, რომლის დანიშნულება ფუნქციურ და კომფორტის კატეგორიებს სცილდება. ინტერიერის განათება დიდ ზეგავლენას ახდენს ადამიანის ფსიქოემოციურ მდგომარეობასა და განწყობაზე. სრულიად განსხვავებული ელფერის მქონე განწყობის შექმნის უნარი შესწევს, ამდენად იგი მხატვრულ-ესთეტიკურ კატეგორიად და ადამიანის ფსიქოემოციური განწყობის შექმნის ერთ-ერთ ფაქტორად გვევლინება. განათების მახასიათებელი პარამეტრების განხილვისა და ანალიზის საფუძველზე განსაზღვრულია სხვადასხვა დანიშნულების ინტერიერებში გამოსაყენებელი ხელოვნური განათების სახეები, ფორმები, როლი და ადგილი ინტერიერის მხატვრულ-არქიტექტურული ხასიათის ფორმირებაში. ინტერიერებში ხელოვნური განათების შერჩევისას, მათი ფუნქციური დანიშნულების შესაბამისად, მოცემულია კონკრეტული რეკომენდაციები და წინადადებები.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურა; ინტერიერი; ხელოვნური განათება; კომფორტი; განწყობა.

1. შესავალი

არქიტექტურა კომპლექსური ხელოვნებაა, მასში განუყოფელია სილამაზისა და მოხერხებულობის ცნება. იმისათვის, რომ არქიტექტორმა სრულფასოვნად გადაწყვიტოს მის წინაშე მდგარი ფუნქციური თუ მხატვრულ-ესთეტიკური ხასიათის ამოცანები და შექმნას ყოველმხრივ სრულყოფილი გარემო, მრავალმხრივი ცოდნა მოეთხოვება. აუცილებელია ინტერიერის დაპროექტებას წინ უსწრებდეს მასში მიმდინარე სხვადასხვა პროცესებისადმი წაყენებული მოთხოვნების სერიოზული გაცნობა, შესწავლა, გააზრება და მთელი რიგი ტექნოლოგიური პარამეტრების გათვალისწინება, რადგან იმაზე, თუ როგორი განათება, ინსოლაცია, აკუსტიკა და სხვა ტექნიკური აღჭურვა იქნება ამა თუ იმ დანიშნულების მქონე ინტერიერში, მნიშვნელოვნა-

დაა დამოკიდებული მისი კომფორტულობის ხარისხი.

ინტერიერის ხარისხის განმსაზღვრელი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მახასიათებელია განათება, რომელიც ინტერიერის ფორმირებაში განსაკუთრებულ როლს ასრულებს და ისეთ ელემენტს წარმოადგენს, რომლის დანიშნულება ფუნქციურ და კომფორტის კატეგორიებს სცილდება და დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის ფსიქოემოციურ მდგომარეობასა და განწყობაზე. მის მრავალსახეობას სრულიად განსხვავებული ელფერის განწყობის შექმნის უნარი შესწევს.

ისტორიის მანძილზე ინტერიერის განათებისადმი წაყენებული მოთხოვნები და მათი დაკმაყოფილების საშუალებები რადიკალურად იცვლებოდა. დროთა განმავლობაში ჩამოყალიბდა სამშენებლო ფიზიკის დარგი – შუქტექნიკა, რომელიც ადგენს და შეისწავლის ოპტიმალური განათებულობის კრიტერიუმებსა და პარამეტრებს.

2. ძირითადი ნაწილი

შუქტექნიკა თანამედროვე განათების მაღალტექნიკურ შესაძლებლობებს ეყრდნობა და მეცნიერულ დონეზე ასაბუთებს განათებულობის საუკეთესო კლიმატის შექმნის პირობებს. მიუხედავად ამისა, ინტერიერში სინათლის მხატვრული თვისებების ნორმირება შედარებით რთულია, რადგან, როგორც ხელოვნების ყველა დარგში, სუბიექტური ფაქტორების როლი სჭარბობს, რაც ართულებს ან სრულად გამორიცხავს ზუსტი კრიტერიუმების დადგენას.

არქიტექტორს, ინტერიერებში განათების დაპროექტებისას, გადასაწყვეტი აქვს სამი ძირითადი ამოცანა:

1. ფუნქციური (მისაღები განათებულობის დონის უზრუნველყოფა კონკრეტული დანიშნულების სათავისათვის);
2. არქიტექტურული (მხატვრულად გამომსახველი ინტერიერის შექმნა);
3. ეკონომიკური (ფუნქციური და არქიტექტურული მოთხოვნების გათვალისწინებით, განათების ოპტიმალური ვარიანტის განსაზღვრა).

ამ ამოცანების წარმატებით გადასაწყვეტად არქიტექტორს აუცილებლად სჭირდება განათების სახეებისა და მისი ძირითადი მახასიათებლების, როგორც ინტერიერის ფორმირების, ერთ-ერთი განმსაზღვრელი ფაქტორის ზედმიწევნით კარგი ცოდნა.

ზოგადად, განათების ორ ძირითად ტიპს ასხვავებენ – ბუნებრივს და ხელოვნურს. ისინი თავისთავში შემდეგ სახეებს მოიცავს: პირდაპირ, გაფანტულ და არეკლილ განათებულობას. ინტერიერის ბუნებრივი განათებულობის შემთხვევაში, მისი მახასიათებლები დამოკიდებულია სათავსო ორიენტაციასა და ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობაზე.

ფანჯრიდან შემოსული ე.წ. პირდაპირი განათებულობა თვალისმომჭრელია, ზოგიერთი სამუშაოს შესრულებისას ხელის შემშლელ ფაქტორს წარმოადგენს, მაგრამ ამასთანავე, ინტერიერში შეუძლია შექმნას ამბლერული, ხალისიანი განწყობილება, ამიტომ, მის მიმართ ორმხრივი დამოკიდებულება არსებობს: ერთი მხრივ, შუქრდილების ფერწერული თამაშის მეშვეობით გამოიყენება საგნებისა და დეტალების ფორმების გამოსავლენად, მეორე მხრივ, სასწავლო და სამუშაო ოთახებში აუცილებელი ხდება დამცავი სპეციალური კონსტრუქციების მოწყობა.

გაფანტული განათებულობა ცის კამარიდან არეკვლით მიიღება. იგი ყველაზე რბილი, წყნარი და, ერთგვარად, მოდუნებულად კია, არ აფლენს ფორმების შუქრდილებს, ამდენად, მისი გამოყენება ძლიერი პლასტიკისა და ფორმათა დინამიკურობის გამოვლენის მიზნით მიზანშეწონელია. იდეალურია სამუშაო ზონების გასანათებლად.

ბუნებრივი სინათლის არეკლილი განათებულობის მიღება საგანგებო ამრეკლავი სიბრტყეების მოწყობითაა შესაძლებელი. ამ გზით მიღებული წყნარი და თანაბარი სინათლის გამოყენება მისაღებია სასწავლო და სამუშაო ოთახებში, საგრძნობლად ზრდის განათებულობას და, ამავე დროს, გამორიცხავს დამაბრმავებელი მზის ათინათებს.

ბუნებრივი განათებისაგან განსხვავებით, ხელოვნურმა განათებამ ისტორიული და ტექნიკური განვითარების რთული გზა განვლო, ეს იყო: კოცონი – გამოქვაბულში, კვარი – ქოხში, სანთლები – სახლში, ელექტრული ნათურა – ბინაში და ლუმინესცენციური სინათლე – ქალაქის ქუჩებისა და მოედნების განათებაში. ყოველ ეტაპზე იგი აღმოცენდებოდა, როგორც სინათლის ახალი წყარო და ახალი ფორმის ძიებისა და ჩამოყალიბების გზას გადიოდა.

ხელოვნური განათება სინათლის საგანგებო წყაროს მოითხოვს. ის ინტერიერში არა დამატებით ელემენტს, არამედ მის განუყოფელ და ორგანულ ნაწილს წარმოადგენს.

ხელოვნური განათების საშუალებით ინტერიერის მანათობელი ჭერის მოწყობა, განათებული კედლის ნახატის შექმნა, ინტერიერის ცალკეული დეტალებისა და ელემენტებისთვის ფორმის, ზომის და დანაწევრების ხასიათის მოძებნა და გამოვლენა კონკრეტული მხატვრული ამოცანაა, რომელიც საერთო ჩანაფიქრის შესაბამისად უნდა გადაწყდეს.

ახალი ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად გაჩნდა განათების ახალი ფორმები, რამაც თანამედროვე საზოგადოებრივი და საცხოვრებელი შენობების ინტერიერების არქიტექტურაში შესაბამისი ასახვა პოვა – შეიქმნა ე.წ. "განათების არმატურები", ჭერის და კედლების მანათობელი სიბრტყეები, ცალკეული განათებული ზოლები, სხვადასხვა მოხაზულობის ჩაშენებული სანათები და სხვა.

თანამედროვე ხელოვნური განათების ფორმირებაში, წარსულისაგან განსხვავებით, ახალი ხერხები გამოიყენება, მაგალითად, როგორცაა ე.წ. "განათების არმატურები", რომლებიც მეტად ეფექტური და რაციონალურია დაბალი სიმაღლის სათავსებში, ფორმით ლაკონურია და კარგად მიესადაგება თანამედროვე ესთეტიკურ მოთხოვნებს.

შედარებით ბნელი ზედაპირის ფონზე იყენებენ ე.წ. "მანათობელ სიბრტყეს". იგი სიმკვეთრით ფორმების მხატვრული გამომსახველობის გააქტიურების მრავალ შესაძლებლობას იძლევა, თუმცა, ამავე დროს, სინათლის ღაქის, ნახატის, ზომისა თუ ფერის დადგენისას, არქიტექტორს გარკვეულ სიძნელებებს უქმნის.

ჭერიდან, კედლებიდან და სხვადასხვა კონსტრუქციული ელემენტებიდან ხელოვნური განათების არეკლილ შუქს ინტერიერში გამომსახველობის განსაკუთრებული თვისებები გააჩნია. იგი თბილ, რბილ, ამავე დროს, ნათელიდან ბნელისაკენ საკმაოდ აქტიურ გადასვლის შეგრძნებას ქმნის. ამავე დროს, ხსნის რა კაშკაშა, პირდაპირი სინათლისათვის დამახასიათებელ დამაბრმავებლობას, იწვევს სირბილის, ინტიმურობის შეგრძნებას და ქმნის სიმსუბუქის ილუზიას. თანამედროვე არქიტექტურაში ამ ხერხს ხშირად მიმართავენ. მაგალითად, მეტროს სადგურებში არეკლილი შუქი ამსუბუქებს მასიური, მძიმე თაღებისა და კამარების მასის აღქმას, ილუზიურად ზრდის და ჰაეროვანს ხდის სივრცეს. მიუხედავად იმისა, რომ არეკლილი სინათლე არაეკონომიურია, მარგი ქმედების კოეფიციენტის სიმციერის გამო, ინტერიერებში სიმყუდროვის მისაღწევად მას ხშირად მიმართავენ. ასევე, ხშირად გამოიყენება პირდაპირი და არეკლილი სინათლის მონაცვლეობაც, რაც, ხელოვნური განათების კომბინაციების მეშვეობით, მრავალფეროვან განათებას ქმნის.

თანამედროვე ინტერიერებში, არეკლილი სინათლისა და "განათების არმატურასთან" ერთად, ფართოდაა გავრცელებული სხვადასხვა ფორმის სანათი მოწყობილობები – მარტივი ლუმინესცენციური სანათურებით დაწყებული, რთული ფორმის ჭაღებით დამთავრებული. მათი ფორმების მრავალფეროვნება შემთხვევითი როდია, იგი შეგნებული შემოქმედებითი ძიების შედეგია.

სანათურების ფორმების შერჩევისას გასათვალისწინებელია, რომ მასობრივი დანიშნულების შენობების ინტერიერებში, სანათურები მაქ-

არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი

სიმაღურად რაციონალური ფორმის უნდა იყოს, ხოლო უნიკალური ინტერიერების ჭადები სრულიად მოულოდნელ ფორმებსა და ზოგჯერ აბსტრაქტული ქანდაკების ხასიათსაც შეიძლება ატარებდეს.

ინტერიერის არქიტექტურული იდეის განხორციელებაში მეტად მნიშვნელოვანია და მხატვრული ამოცანის გადაწყვეტას ხელს უწყობს სწორად შერჩეული განათების სახეები და სისტემები. ერთ-ერთია, სწორად რეგულირებადი სინათლის აქცენტებით, ინტერიერის კომპოზიციურად წამყვანი ელემენტების გამოყოფა. ამასთან, მნიშვნელოვანია მისი ფუნქციური და მხატვრული ასპექტების ერთდროული გადაწყვეტა.

შუქის მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე მრავალფეროვანია, ამიტომ, ხელოვნური განათების დაპროექტებისას, საჭიროა მთელი რიგი საკითხების გათვალისწინება, რომლებიც გარკვეული წესებითა და ნორმებით რეგულირდება.

ბოლო წლებში განათების სხვადასხვა კრიტერიუმების განსაზღვრისა და ნორმების დადგენის მიზნით მრავალი გამოკვლევაა ჩატარებული, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, დღეს არ არსებობს ერთიანი აზრი იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა ხდებოდეს ამა თუ იმ ინტერიერის განათების რეგლამენტირება ისე, რომ ერთდროულად გათვალისწინებულ იქნეს განათების ფუნქციური დანიშნულება, ადამიანის ფსიქოემოციური განწყობა და ინტერიერის მხატვრულ-არქიტექტურული გადაწყვეტა. მაგალითად, მათთვის, ვინც ოფისსა და სახლში სამუშაო მაგიდასთან გონებრივად მუშაობს, სამუშაო ზედაპირის განათებაზე მოთხოვნაა ერთნაირი, ვინაიდან ერთი და იგივეა მხედველობითი სამუშაოს სირთულე, რაც ერთნაირად განათებულ გარემოსა და სამუშაო ადგილს მოითხოვს, ამით იქმნება იმის საშიშროება, რომ თითქოს სამუშაო დღე გაგრძელდა, რამაც, თავისთავად, შესაძლებელია, ადამიანში გადაღლილობის შეგრძნება გამოიწვიოს. ამის თავიდან ასაცილებლად, მიზანშეწონილია, განათების სათანადო პარამეტრების გათვალისწინებით, სამსახურსა და სახლში სამუშაო ადგილებს შორის შეიქმნას განსხვავებული განათებული გარემო, რაც, შესაბამისად, სხვადასხვა შთაბეჭდილებასა და განწყობას შექმნის. ამაში გადამწყვეტი როლი, რა თქმა უნდა, სწორედ შერჩეულმა განათების მოწყობილობებმა უნდა შეასრულოს.

ინტერიერის დიზაინში წვრილმანი არ არსებობს. ყველაფერი ურთიერთდამოკიდებულია, ყველაფერი მაქსიმალური ეფექტისა და ერთიანი სახის შექმნის მისაღწევად კეთდება. ამიტომ არქიტექტორები, რომლებიც ინტერიერს აპროექტებენ, მნიშვნელოვანწილად პასუხს აგებენ იმ მხედველობით ინფორმაციაზე, რომელსაც შენობაში მყოფი ადამიანი იღებს. ამასთან, ცნობილი ფაქტია, რომ ფსიქოლოგიური ტესტების შედეგ-

ბის მიხედვით ამ ინფორმაციის ნაკლებობა ან სიჭარბე ვნებს ადამიანის ფსიქიკას.

დღეს პრაქტიკაში გამოიყენება განსხვავებული გამოსხივების მქონე სხვადასხვა ტიპის ნათურები. ტრადიციულ ნათურებში ჭარბია ყვითელი ფერის ტონი, ამიტომ ინტერიერში მათი გამოყენებისას გასათვალისწინებელია, რომ ასეთი განათებისას ლურჯი და მწვანე ფერები კარგავს სიმკვეთრესა და სხვა ფერს იძენს. ეს ნიუანსი გათვალისწინებული უნდა იქნეს სათავსო კედლებისა თუ სხვა ელემენტების ფერთა შერჩევისას. საუკეთესო ვარიანტია, თუ კედლისთვის შერჩეულ ფერს შეეხედავთ როგორც ბუნებრივი, ასევე ხელოვნური განათების პირობებში, ეს სწორი არჩევანის გაკეთების საშუალებას მოგვცემს.

არსებობს სპეციალური ცხრილი, რომლის მეშვეობით შესაძლებელია იმის დადგენა, როგორ იცვლება ესა თუ ის ფერი თბილი ან ცივი განათების დროს. მაგალითად, თბილი განათების დროს, ყვითელი ფერი ხდება უფრო თბილი და რბილი, ინტენსიური და მუქი ფერები კი ნაზ, პასტელური ტონალობის ფერებში გადადიან. ცივი განათებისას, ყვითელი ფერი ფერმკრთალი და მორუხო ხდება, თითქოს ბურუსშია გახვეული. მწვანე ფერი თბილ განათებაზე ნაზ საღათისფერს იღებს, ცივ განათებაზე მოლურჯო ფერი დაჰკრავს და ზღვის ტალღის ფერს გვაგონებს, გამჭვირვალე, მქრქალი და სუსტი ხდება.

განათება სახეს უცვლის არა მარტო ფერს, არამედ ცვლის მის სიკაშკაშესა და ინტენსიობასაც. მაგალითად, ბუნებრივად, მზით კარგად განათებულ სამხრეთით მდებარე ოთახში ფერები უფრო კაშკაშა და ინტენსიური ჩანს, საღამოს ფერები კარგავს იერს და რეალურზე უფრო მუქად გამოიყურება. ფერზე განათების ასეთ ზეგავლენას მეცნიერები მეტამერიზმს უწოდებენ.

ნათურების შერჩევისას მხედველობაშია მისაღები გასანათებელი ზედაპირის ფერთა გამაცვლია ფერთა გამის მქონე ზედაპირების არეკვლის კოეფიციენტი უფრო მაღალია, ვიდრე მუქი ან მოლურჯო-მწვანე ფერის მქონე ზედაპირებისა, ამიტომ, ღია და თბილი ფერების ინტერიერის განათების შემთხვევაში, რეკომენდებულია განათების ნორმების შემცირებული მნიშვნელობები, მაშინ, როდესაც მუქი და ცივი ფერთა გამების შემთხვევაში ეს ნორმები მკაცრად დაცულია.

ინტერიერში უკვე არსებულ ფერთა გადაწყვეტისათვის, განათების და სანათის შერჩევის დროს, გასათვალისწინებელია ნათურის შექცევა-დაცემის ინდექსი. ნათურის შექცევა-დაცემა ეწოდება მისი სპექტრის შესაძლებლობას მაქსიმალურად სწორედ გადასცეს ფერი. რაც უფრო მაღალია ინდექსი, მით უფრო ბუნებრივად გამოიხედება ინტერიერის ფერები. ეს მაჩვენებელი სასურველია მერყეობდეს 80-90-100 ერთეულის ფარგლებში.

გარდა შექცევა-დაცემისა, ნათურებს მრავალი მახასიათებელი აქვს, რასაც მათი შერჩევისას

არქიტექტურა,
უბანისპირა,
დიზაინი

ყურადღება უნდა მიექცეს. მნიშვნელოვან მახასიათებლად ითვლება ფერთა ტემპერატურა, რომელიც ფაქტიურად აღწერს ნათურის მიერ გამოხსივებული შუქის ფერს. შუქი შეიძლება იყოს თბილი და ცივი. თბილი შუქი მოყვითალო-თეთრია, ხასიათდება 3500°C ტემპერატურით, ცივი კი – მოლურჯო-თეთრია, რომლის ტემპერატურა 3500⁰–5000⁰C-ია. თუ ნათურის ფერთა ტემპერატურა 5000⁰C-ზე მეტია, ასეთ შუქს დღის განათებას უწოდებენ. ადამიანის თვალი სხვადასხვა ტემპერატურის შუქს სხვადასხვანაირად აღიქვამს. თბილი შუქი მაქსიმალურად უახლოვდება დღის სინათლეს ან საღამოს მზეს, ამიტომ ადამიანის ბიორიტმზე დადებითად მოქმედებს. ასეთი შუქი ფერთა 3000⁰–3400⁰C ტემპერატურით ხასიათდება. ამ ტიპის ნათურების გამოყენება რეკომენდებულია უმეტესად საცხოვრებელი ბინების განათებისას. ცივი შუქის ნათურებს მაღალი ფერთა ტემპერატურა აქვს (3500⁰–5000⁰C) და რადგან ადამიანს სამუშაო სტიმულს მატებს, უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს ოფისებში, სამუშაო ოთახებსა და კაბინეტებში. ე.წ. "დღის განათებები" (ფერთა ტემპერატურით 5000⁰C-ზე მეტი) ინტერიერებში შედარებით იშვიათად და შეზღუდულად გამოიყენება. მათი გამოყენება რეკომენდებულია ინტერიერის დეკორატიული განათების მოწყობის მიზნით.

ამჟამად, სანათებში ძირითადად გამოიყენება ოთხი ტიპის ნათურები: ჩვეულებრივი, ჰალოგენური, "ეკონომიური" და დღის შუქის ნათურები. ნათურების შერჩევას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა ფერთა გადაცემა და ნათურის ტემპერატურა. ასევე მნიშვნელოვანია სათავსო განათების ნორმები. იმისთვის, რომ ბინა მაქსიმალურად, ოპტიმალურად იყოს განათებული სპეციალისტები გვირჩევენ ვისარგებლოთ შემდეგი გათვლების ნორმებით: ჩვეულებრივი ნათურის გამოყენებისას 1მ²-ზე საშუალოდ 25ვტ/მ² უნდა მოდიოდეს, ჰალოგენურისათვის ეს სიდიდე 23ვტ/მ²-ს უნდა შეადგენდეს, დღის განათებისას – 6,5ვტ/მ²-ს. ეს სიდიდეები განათების ნორმების საშუალო მნიშვნელობებია, რომლებიც ავტომატურად ორმაგდება ან სამმაგდება, როდესაც საქმე სამუშაო ადგილის განათებას ეხება.

მნიშვნელოვანია მანათობლების შერჩევა შუქის მიმართულების მიხედვითაც. თუ სანათიდან გამოსული შუქი ვიწრო კონად და ერთი მიმართულებით ანათებს საქმე შუქის სწორხაზოვან განაწილებასთან გვაქვს. ამის მაგალითია მაგიდის ლამპა, რომელიც სამუშაო ზედაპირს ინტენსიურად ანათებს. თუ განათება სხვადასხვა მხარეს თანაბრად ნაწილდება, ასეთ განათებას "გაფანტულ განათებას" უწოდებენ. ამის მაგალითია ჭადი, რომელსაც სფეროს, ნახევარსფეროს ან მრგვალი ფორმის დაბურულსანათურიანი პლაფონები აქვს. სინათლის გადანაწილების

მესამე ტიპს ანარეკლი შუქი წარმოადგენს. ამ შემთხვევაში, შუქი მიმართულია ჭერის ან კედლებისაკენ და მათი ზედაპირებიდან აირეკლება. ასეთი ტიპის სანათურების შერჩევასას გასათვალისწინებელია, რომ სხვადასხვა ზედაპირი შუქს სხვადასხვაგვარად აირეკლავს. ასე, მაგალითად, პრიალა ზედაპირი, სარკისებრი ეფექტით (მაგალითად, პრიალა დაჭიმული ჭერი, კაფელი, სარკისებრად პოლირებული მაგიდა და სხვა), შუქს მაქსიმალურად აირეკლავს. ასეთ დროს, თვითონ ზედაპირი მკრთალი გამოჩნდება. ფაქტურიანი, ამობურცულ-ჩახნექილ ზედაპირიანი ავეჯი ან რელიეფური შპალერი კი შუქს შთანთქმავს და გაფანტავს. თუ შუქი ასეთი ზედაპირისკენაა მიმართული, მაშინ ის მკაფიოდ გამოაჩენს მის რელიეფს, ასეთი ზედაპირიდან არეკლილი შუქი წაშლის ზედაპირის რელიეფურობას.

სანათების ფართო არჩევანი საშუალებას იძლევა იდეალურად შეირჩეს სხვადასხვა დანიშნულების ინტერიერის განათება. მთავარია, სწორად იქნეს არჩეული და ჰარმონიაში მოდიოდეს ინტერიერის სტილისტურ დიზაინთან. ამასთან, აუცილებელი არ არის ყველა მანათობელი ერთი ფორმის იყოს, საკმარისია, რომ მათ ერთნაირი პლაფონი, ერთნაირი მასალა ან ერთი სტილი ჰქონდეთ – იქნება ეს ბაროკოს სტილის ჭადი თუ ტექნოლოგიური ჰაი-ტექის "განათების არმატურა". სანათების შერჩევასას, გარეგნული ფორმისა და მასალის გარდა, მნიშვნელოვანია მანათობლის ფუნქციური დანიშნულების გათვალისწინებაც, რა როლი აკისრია მას ინტერიერის განათების საერთო ხასიათის შექმნაში. განათებას შესაძლებელია ჰქონდეს ძირითადი, დამატებითი, ტექნიკური, მხატვრულ-დეკორატიული, ფსიქოემოციური და სხვა ფუნქცია.

განათების მხატვრულ-დეკორატიული დანიშნულების შემთხვევაში, სხვადასხვა ტიპის სანათების გამოყენებით, შესაძლებელია მნიშვნელოვანი ვიზუალური ეფექტების მიღწევა. მაგალითად, იმისთვის, რომ გრძელი ოთახი ვიზუალურად დამოკლდეს, შორეული კედელი მკაფიოდ უნდა განათდეს, დანარჩენი კედლები კი თანაბრად უნდა იყოს განათებული, ამ დროს იქმნება ისეთი შთაბეჭდილება, თითქოს ოთახი კვარდატულია და პირიქით, თუ ოთახი მოკლეა, მისი "დაგრძელების" ეფექტის მიღწევა შეიძლება ერთ-ერთ კედელზე გრძივი "შუქითი ლაქის" მოწყობით.

ჭერის თანაბარი და არეკლილი განათება სათავის სიმაღლის ვიზუალურ შთაბეჭდილებას ქმნის. იმ შემთხვევაში, თუ საჭიროა ჭერი ვიზუალურად დადაბლდეს – სანათები კედლებზე უნდა მოეწყოს (ბრები, კედლის ნათურები და სხვა) ან განათება ჭერიდან, ზემოდან ქვემოთ უნდა იყოს მიმართული.

არქიტექტურა,
ურბანისტიკა,
დისაინი

3. დასკვნა

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ინტერიერში სხვადასხვა ტიპის სანათურების სწორად შერჩევისა და მათი კომბინაციის საშუალებით, შესაძლებელია შეიქმნას კომფორტული და, ამავე დროს, მაღალმხატვრულ-ესთეტიკური განათებული გარემო. მათივე საშუალებით ასევე შესაძლებელია საჭირო ვიზუალური ეფექტების მიღწევაც. რადგან განათება ინტერიერის განუყოფელ ნაწილს უნდა წარმოადგენს, დადგენილი ნორმებისა და წესების

დაცვით არქიტექტორს ინტერიერში კომფორტისა და კარგი განწყობის შექმნის იდეალური საშუალება ეძლევა.

ლიტერატურა

1. გ. მირიანაშვილი. სამოქალაქო შენობების ინტერიერი. თბილისი: განათლება. 1993, გვ.105-108.
2. Лисициан М.В. и др. Интерьер общественных и жилых зданий. Москва: Стройиздат, 1973, с. 87-96.

UDC 628.93**LIGHTING IN INTERIOR****M. Milashvili, V. Mchedlishvili**

Department of architect and urbanistics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is considered such important characteristics of comfort and architecture quality of interior, as lighting. It has very important role in generate of interior and is such component, wich is more significant, then comfort and functionality.

The lighting of interior has an important role in emotional condition of person, its multiformity can make an different effect, therefore it is in interior as a category of aesthetics and is one of the factors for production persons emotional and psychical condition. On the basis of definition and review of parameter of lighting are given artificial lighting, s sorts, forms, their role and place.

According to functional purpose are given concrete recommendations and offers for choice of artificial lightning in interiors.

Key words: interier; artificial lighting; comfort mood.

УДК 628.93**ОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЬЕРЕ****Милашвили М.Т., Мчедlishvili В.В.**

Департамент архитектуры и градостроительства /урбанистики/, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассмотрен такой значительный фактор, определяющий комфорт и художественно- архитектурные качества интерьера, как освещение. Оно играет особую роль и является таким элементом, значение которого гораздо больше, чем категории функциональности и комфорта.

Освещение интерьера имеет большое влияние на психо-эмоциональное состояние и настроение человека, его многообразие может создать настроение совершенно необыкновенного облика, поэтому оно является художественно-эстетической категорией интерьера и одним из факторов создания психо-эмоционального настроения человека.

На основании рассмотрения и анализа характеризующих параметров освещения, определены виды и формы искусственного освещения, используемые в интерьерах разного назначения, их роль и место в формировании художественно-архитектурного облика интерьера. Приведены конкретные рекомендации и предложения для выбора искусственного освещения интерьеров в соответствии с их функциональным назначением.

Ключевые слова: архитектура; интерьер; искусственное освещение; комфорт; настроение.

*შემოსვლის თარიღი 18.11.09
მიღებულია დასაბეჭდად 04.12.09*

არქიტექტურა,
უბანისტიკა,
დრეზინი

УДК 711.416

ОРГАНИЗАЦИЯ ОТДЫХА В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ АЗЕРБАЙДЖАНА)

Н.Г. Нагиев

Азербайджанский архитектурно-строительный университет

E-mail: rector@azmiu.ab.az

Резюме: В связи с тенденцией увеличения числа горожан, выезжающих на воскресный отдых в пригород на природу, рассмотрены проблемы: необходимости планирования городов с учетом их периферийной зоны; воскресного туризма для индивидуального и массового отдыха; создания привлекательных условий для длительного отдыха горожан.

Поскольку в стране происходит процесс индустриализации и урбанизации и беспощадно эксплуатируются ландшафтные территории (вырубка леса, хаотические индивидуальные застройки, размещение объектов коммунального хозяйства), назрела необходимость в защите пригородных зон. Анализируется задача создания национальных парков, соответствующих современным экономическим требованиям, с управляемой природной средой.

Ключевые слова: город; пригород; туризм; индустриализация; урбанизация; природная среда.

1. ВВЕДЕНИЕ

Город всегда многочисленными узлами был связан со своим окружением, т.е. с пригородной зоной. Примером этому может служить город Баку и его пригородная зона-Апшеронский полуостров. На сегодняшний день невозможно рассматривать все стороны жизни города Баку в отрыве от пригородной среды и населенных пунктов Апшеронского полуострова, селений Нардаран, Бильгах, Мярдакяны и других.

Рассмотрение пригородной зоны целого ряда городов Азербайджанской республики, таких как Гянджа, Ширван, Нахчиван, Лянкаран и др., показывает, что во всех случаях жизненные процессы населения городов проходят не только в границах города, но и тесно связаны с пригородной зоной.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Одной из задач пригородной зоны является создание для жителей большого города условий для более длительного отдыха. Формы отдыха подвергаются постоянным изменениям. Они отличаются в зависимости от местных условий, в частности от условий отдыха в самом городе, от рекреационной и туристической ценности пригородных зон, от степени транспортной доступности зон отдыха и т.п. Увеличение численности личных автомобилей и умень-

шение числа рабочих дней в неделе приводит к росту доли населения, покидающей город в выходные дни.

В планах благоустройства многих европейских городов предусматривается, что в будущем еженедельное движение населения в выходные дни значительно увеличится. Предполагается, что в 2025 году цифра выезжающих за пределы города увеличится почти в три раза по сравнению с 2000 г. и около 1 млн. жителей будет выезжать из города Баку. Это означает, что перед планировщиками встают огромные задачи, решить которые можно будет путем устройства пригородных зон отдыха, привлекательных для людей, еженедельно выезжающих за город, и создания удобных подъездов к ним. Поскольку число людей, выезжающих на воскресный отдых, очень велико, эти задачи можно успешно решить, используя в широких масштабах формы массового отдыха и средства общественного транспорта на обширных территориях.

С таким интенсивным загородным движением связано много сложных проблем. Прежде всего - излишняя перегрузка опасна для пригородной среды, так как может привести к повреждению и гибели природы. Лес способен принять только небольшое число посетителей, особенно если он растет на обочине дороги или слой почвы неглубок. Луга также имеют ограниченную сопротивляемость, особенно если климатические условия не способствуют их восстановлению. Не организованные надлежащим образом кемпинги способствуют опустошению такой среды. Еще больше страдают от нарушения режима территории заповедников.

Например, территория заповедника Гёк-гель в пригородной зоне города Гянджа была перегружена от излишней посещаемости и было решено ограничить в эту зону посещение туристов. Сегодня сложилось тяжелое положение в альпийско-луговой зоне Гаджибулаг близ Дашкесана.

Перегрузка районов отдыха уменьшает их ценность для самих потребителей, лишает последних покоя и возможности отдохнуть в контакте с природой. Город, от которого они бегут, догоняет их в местностях, урбанизирующихся благодаря привлекательности пейзажа, который постепенно увядает. Домики и дачи, в массовых масштабах строящиеся для сезонного использования, обширные автостоянки и кемпинги могут лишить очарования любое прекрасное поначалу место. Воскресное движение насе-

ления зачастую вносит дезорганизацию и нарушение режима в жизнь курортных местностей, являющихся центрами длительного отдыха или лечения.

Воскресный туризм – сложная экономическая проблема. Учреждения, связанные с его обслуживанием, используются только в краткие периоды времени, когда им приходится справляться с резко возрастающей нагрузкой.

И, наконец, пригородная зона, по своей природе предназначенная играть доминирующую роль в воскресном отдыхе населения большого города, выполняет еще и многие другие функции. Она предоставляет площадь для развития города и используется, в частности, для строительства промышленных предприятий, вредных для окружающей среды. Здесь обычно размещаются различные объекты коммунального хозяйства – водозаборные сооружения, станции очистки сточных вод и т.п. Она имеет важное значение для снабжения города продуктами огородничества и садоводства. На наиболее привлекательных территориях иногда размещаются закрытые объекты, предназначенные только для определенных категорий потребителей, что значительно ограничивает или даже исключает возможность использования этих мест для массового отдыха населения. Нелегко примирить между собой эти разные потребности.

Планируя сеть сооружений для отдыха и туризма на загородных территориях, нужно еще более тщательно анализировать природную среду, чем при проектировании сети благоустройства для ежедневного отдыха в пределах города. Объекты, соответствующие низшим ступеням этой сети, должны располагаться поблизости от жилья, поэтому возможности выбора площади для них очень ограничены. С другой стороны, и при сравнительно скромных капиталовложениях можно придать большую привлекательность районным скверам, спортивным и игровым площадкам и т.д. В поисках места для продолжительного отдыха жители городов готовы преодолевать значительные расстояния, стремясь найти такое место, которое им особенно понравится; достоинства пейзажа при этом имеют решающее значение. Анализ природной среды должен учитывать как ее достоинства, так и недостатки; следует оценивать не столько нынешнее положение, сколько возможность изменений ее в будущем.

Этот анализ должен определить степень допустимой нагрузки района людьми, ищущими здесь отдых, которую нельзя превысить, и позволить выбрать наиболее подходящий для этой местности способ ее использования. Территории, обладающие наиболее ценными природными условиями, могут потребовать особой их охраны от вторжений. С этим связана необходимость функционального зонирования открытых районов вокруг города, дополняющего

зонирование территорий застройки. Отсюда вытекает также необходимость создания «национальных парков», включающих полностью и частично природные заповедники и обеспечивающих охрану природы, особенно в районах, привлекательных для туризма, которые, впрочем, на территории парков подвергаются необходимым ограничениям. Отсюда возникла идея организации «ландшафтных» парков, в которые будут входить ценные природные элементы и сельские объекты, служащие для массового отдыха и туризма. С этим связана и необходимость создания разнообразных центров и сооружений для подвижного и оседлого, индивидуального и массового отдыха здоровых и больных людей, взрослых и детей.

Ввиду высокой стоимости обслуживания воскресного отдыха и перегрузки дорог, ведущих к его главным центрам, использование для целей туризма и массового отдыха привлекательных районов, расположенных вблизи города, должно иметь приоритет перед другими видами использования территорий этого типа. Координация размещения селитебных территорий в городе и мест воскресного отдыха в его окрестностях – задача, аналогичная координации расположения мест жительства и труда; то же относится к правильной организации транспортной сети, связывающей жилые массивы и места отдыха. Организация новых зон отдыха в пригородных районах весьма желательна, хотя и нелегка. Однако, создавая искусственные водотоки и водохранилища, озеленяя территории и другим образом обогащая пейзаж, наконец, строя искусственные бассейны и другие объекты, привлекающие население городов, можно значительно преобразить территории, окружающие город. В связи с этим пригородные зоны должны быть включены в план преобразования природной среды, который определяет мероприятия, необходимые для охраны ценностей природы и создания новых, а в случае необходимости и для устранения нарушений, допущенных ранее.

Проведение свободного времени в переполненных центрах массового отдыха не может быть единственной формой досуга для людей, ищущих его за городом. Поэтому важное значение имеет развитие пешеходного и велосипедного туризма, менее опасного для природы, даже если он углубляется в сторону от главных магистралей. То же относится и к водному туризму. Можно стимулировать развитие такого рода туризма, облегчая комбинированные путешествия, в которых туристы пользуются сначала средствами общественного транспорта – железными дорогами или автобусами, а потом уже путями, предназначенными для пешеходов и велосипедистов, байдарок и яхт, маршрутами, обеспеченными сетью снабжения и сооружениями для ночлега.

Для того чтобы оторваться от потока людей и машин, приходится зачастую уезжать далеко от города. Автотуризм получил широкое распространение не

только благодаря привлекательности цели, которой он позволяет достигнуть, но и удовольствию, которое получает владелец автомобиля или мотоцикла, сидя за рулем. Можно сомневаться, является ли такой способ проведения свободного времени полным отрывом от современного образа жизни или же, что современность отражается в такой форме отдыха. Так или иначе, автотуризм развивается все быстрее и в будущем примет еще более широкий размах. Обширность территорий, используемых сегодня для отдыха, в том числе для воскресного, свидетельствует о том, насколько анахронично рассматривать вопросы, связанные с планировкой городов, в отрыве от их ближайшей и более удаленной периферийной зоны. Промышленная революция как во всех развитых странах, так и в Азербайджанской республике способствовала неблагоприятным изменениям ландшафта. Началось загрязнение воздуха, воды и почвы и то, что с этим связано, - уничтожение растительности и отравление рыбы. Появились обширные открытые разработки различного минерального сырья. Широко «разливаясь», хаотическая городская застройка, приводит к опустошениям в пейзаже. На территориях, требующих охраны, прокладываются линии высоковольтных передач. Строительство городов и промышленных предприятий привело к снижению уровня грунтовых вод, отрицательно сказавшемуся на растительном мире, вырубка лесов привела к эрозии почв и вредно отразилась на климате. В стремлении к увеличению эффективности лесного хозяйства смешанные леса заменяли однородными. Везде, где происходит быстрый процесс индустриализации и урбанизации, существует угроза ландшафту. Потребовались многие десятилетия беспощадного уродования природы, чтобы человечество, наконец, оценило урок,

наносимый такими действиями, и приняло некоторые, далеко недостаточные, предупредительные меры. Нашей задачей является формирование нового естественного ландшафта, соответствующего современным экономическим требованиям и более глубокому современному пониманию биологических законов, управляющих природной средой, и знание этой среды для здоровья жителей городов, для восстановления их сил и психического равновесия, нарушенного промышленной цивилизацией.

Желательно, чтобы окружающий нас пейзаж удовлетворял наши эстетические вкусы и был выражением гармоничного сосуществования человека с природой.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесонасаждения на целине, создание лесозащитных полос, посадка кустов на обочинах дорог, которым угрожает эрозия почвы, возвращение с той же целью рекам их зеленой оправы, рекультивация территорий бывших открытых разработок, создание подлеска и увеличение числа растущих в лесу пород деревьев, забота о фауне и флоре рек, наконец, забота о правильном включении застройки и транспортных сооружений в формируемую среду – все это необходимо, чтобы создать ландшафт, удовлетворяющий функциональным требованиям, и по-новому прекрасный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фатуллаев Ш.С. Градостроительство и архитектура Азербайджана XIX - начала XX века. Ленинград: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1986.
2. Эфендизаде Р.М. Архитектура советского Азербайджана. Москва: Стройиздат, 1986.

შპს 711.416

დასვენების ორგანიზაცია დიდი ქალაქის სარეკრეაციო (ბუნებრივ) ზონაში (აზერბაიჯანის ქალაქების მაგალითით)

6. ნაგივეი

აზერბაიჯანის არქიტექტურულ-სამშენებლო უნივერსიტეტი

რეზიუმე: განხილულია შაბათ-კვირას ქალაქგარეთ, ბუნების წიაღში დასვენების მსურველთა ზრდის ტენდენციასთან დაკავშირებული პრობლემები, რომლებიც ეხება ქალაქის დაგეგმვისას პერიფერიული ზონის გათვალისწინებას, ორდღიანი ტურიზმისას ინდივიდუალური და მასობრივი დასვენების საკითხს, ქალაქის მცხოვრებთა ხანგრძლივი დასვენებისათვის მიმზიდველი პირობების შექმნას. ვინაიდან ქვეყანაში მიმდინარეობს ინდუსტრიალიზაციისა და ურბანიზაციის პროცესი, რის შედეგადაც უმოწყალოდ ხდება ლანდშაფტური ტერიტორიების ექსპლუატაცია (ტყის გაჩეხვა, ქაოსური ინდივიდუალური განაშენიანება, კომუნალური მეურნეობის ობიექტის განთავსება), მომწიფდა ქალაქის მიმდინარე ზონების დაცვის აუცილებლობა. გაანალიზებულია თანამედროვე ეკონომიკური

მოთხოვნების შესაბამისი მართვადი ბუნებრივი გარემოს მქონე ნაციონალური პარკების შექმნის ამოცანა.

საკვანძო სიტყვები: ქალაქი; მიმდინარე ზონა; ტურიზმი; ინდუსტრიალიზაცია; ურბანიზაცია; გარემო.

UDC 711.416

THE ORGANIZATION OF THE RECREATION IN SUBURBAN AREA OF THE BIG CITY (ON EXAMPLE OF THE CITIES OF AZERBAIJAN)

T. Nagiev

Azerbaijan State Architecture and Construction University

Resume: The city always was closely connected with its environment i.e. with its suburban area.

One of the main purposes of suburban area is the creation of convenient conditions for long-time rest for the citizens of the big city. The forms of the recreation are always changing. They are differentiated by the local rest conditions, by the conditions of the rest in the city, by the recreational and tourism value of the suburban area, by the level of suitability of the transport in that area.

While planning the set of constructions for tourism and recreation at the suburban areas one should carefully analyze the natural environment of the area, more carefully, than when planning such kind of constructions within the city.

This analysis should determine the allowable loading level of the area, which should not be overloaded by people, who are looking for the place to have a rest and it also will be effective in choosing the most appropriate way of utilization of that place. Almost everywhere, where the rapid process of industrialization and urbanization exists, there is a real threat for landscape. It was spent a hundred of years for people to understand the real terrible results of ineffective and harmful utilization of the landscape. Our primary purpose is to form new, natural landscape, that will be in a strong correspondence with the economical conditions and biological laws that are guiding the natural environment and which will provide a healthy life and better psychological rehabilitation for the citizens after the damages made by industrial civilization.

Key words: city; suburb; tourism; industrialization; urbanization; environment.

*შემოსვლის თარიღი 11.02.10
მიღებულია დასაბეჭდად 25.02.10*

შპს 666.1

თანამედროვე მინის ძირითადი თვისებები

გ. როყვა, მ. მილაშვილი*

არქიტექტურისა და ქალაქმშენებლობის /ურბანისტიკის/ დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: amv59@mail.ru

რეზიუმე: განხილულია თანამედროვე სამშენებლო მინის თავისებურებები და იმ თვისებრივი მახასიათებლების გაანგარიშების გზები, რომლებიც მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს მის, როგორც საამშენებლო მასალის, საექსპლუატაციო-კონსტრუქციულ თვისებებს და რომლის ცოდნა არქიტექტორს საშუალებას მისცემს შენობისათვის სიმსუბუქის, ჰაეროვნების, გამჭვირვალობისა და ელვანტური იერსახის მინიჭების მიზნით, ასევე განსაკუთრებული, უნიკალური არქიტექტურული ობიექტების შესაქმნელად, აირჩიოს ამა თუ იმ ფაქტორის, ფერის, გამჭვირვალობის თუ სხვა მახასიათებლის მქონე მინა. მოცემულია მინის არეკვლის კოეფიციენტის, სინათლის ნაკადის შთანთქმის, შუქგამტარობისა და ხილვადობის კოეფიციენტების, მინის სიმტკიცის და დარტყმისადმი წინააღობის მახასიათებლების, ასევე მინის თერმული და სხვა თვისებების გამოსათვლელი ფორმულები და მხატვრული მინის ნომენკლატურული ჩამონათვალი, განსაზღვრულია სამშენებლო მინისა და მინის სხვა ნაკეთობების ესტეტიკური მახასიათებლების შეფასების კრიტერიუმი, რომელიც განსაზღვრავს მინის ნაკეთობების დეკორატიულ თვისებებს.

საკვანძო სიტყვები: სამშენებლო მინა; შუქგამტარი პოლიმერი; არეკვლის კოეფიციენტი.

1. შესავალი

თანამედროვე შენობების არქიტექტურაში მინა ფართოდ გამოიყენება. იგი გვხვდება როგორც საფანჯრე ღიობების შემავსებელი შუქგამტარი მასალა, ასევე შენობათა ფასადებისა თუ ინტერიერების ერთ-ერთი ძირითადი სამშენებლო ელემენტი. მინას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია დეკორატიული ნივთების, აქსესუარებისა და ყოფითი ჭურჭლისა თუ ავეჯის წარმოებაში. აქედან გამომდინარე, მეტად აქტუალურია ყველა იმ თვისებრივი სიახლის თუ მახასიათებლის გაცნობა, რაც თანამედროვე მინას, როგორც მასალას, ახასიათებს, რათა არქიტექტორის მიერ დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის სწორად მოხდეს სათანადო სახეობის მინის შერჩევა.

2. ძირითადი ნაწილი

სამშენებლო მინის თვისებები ფართო დიაპაზონში იცვლება. მინის სახეობის სწორი არჩევისას აუცილებელია ვიცოდეთ მისი განმასხვავებელი თვისებების და მოცემული სახეობისათვის დამახასიათებელი თვისებების შეთავსება. ამასთან, ყველა სამშენებლო მინას ახასიათებს რიგი საერთო თვისებები, გამომდინარე მასალის ბუნებიდან, დამზადების მეთოდიდან და სხვა ფაქტორებიდან.

როგორც წესი, მინა მშენებლობაში გამოიყენება, როგორც შუქგამტარი მასალა. არცთუ დიდი ხნის წინ, ამ მხრივ მინა შეუცვლელი იყო, მაგრამ ამჟამად გამოჩნდა ახალი შუქგამტარი პოლიმერული მასალები. თუმცა, სინათლის დიფიუზიისათვის მინა კვლავ რჩება ძირითად შესავსებ მასალად, ვინაიდან, პოლიმერებისაგან განსხვავებით, იგი პრაქტიკულად არ ძველდება და არ იწვის.

მინის, როგორც სამშენებლო მასალის, ძირითად თვისებად ითვლება მისი ოპტიკური მახასიათებლები, რაც დაკავშირებულია ქიმიურ შედგენილობასთან, მინის სტრუქტურასთან, მისი ზედაპირების მახასიათებლებსა და დამატებითი დამფარავი ფირების თვისებებთან. ამასთან, ყველაზე ძირითადად ითვლება სინათლის ოპტიკური დიაპაზონის გარდატეხის, გამტარობის, არეკვლის და შთანთქმის მახასიათებლები და ფერადღვნება.

მინაზე დაცემული სინათლის ნაკადი ტრანსფორმირდება და დამოკიდებულია მის ოპტიკურ მახასიათებლებზე. სინათლის გაერცვლების სიჩქარე არაერთგვაროვანია სხვადასხვა სიმკვრივის გარემოში, ამიტომ ჰაერსა და მინაში გამავალი სინათლის სხივი პირვანდელი მიმართულებიდან გადაიხრება კუთხით, რომელიც დამოკიდებულია მინის გარდატეხის მაჩვენებელზე. თავის მხრივ, გარდატეხის მაჩვენებელი მუდმივია ორივე გარემოსათვის და არ არის დამოკიდებული სხივის დაცემის კუთხეზე, მაგრამ დამოკიდებულია მინის ქიმიურ შედგენილობაზე და 146-დან 2.0-მდე მერყეობს. ჩვეულებრივი სამშენებლო მინისათვის ეს მაჩვენებელი 1.51 უდრის.

მინის ამრეკლავი თვისება რაოდენობრივად ფასდება არეკვლის კოეფიციენტით ρ , რომელიც ტოლია მინისგან არეკლილი ρ და მასზე დაცემული i სინათლის ნაკადის სიდიდეების შეფარდებისა:

არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი

$$\rho = \frac{F_p}{F_i}$$

მინის არეკვლის კოეფიციენტი დამოკიდებულია მასზე დაცემული სინათლის ნაკადის კუთხეზე. დაცემის კუთხის გაზრდასთან ერთად მატულობს არეკვლის კოეფიციენტი, რაც ამცირებს მინაში გასული სინათლის ინტენსივობას ანუ მცირდება მისი შუქგამტარობა.

მინის მიერ სინათლის ნაკადის შთანთქმა რაოდენობრივად ფასდება შთანთქმის α კოეფიციენტით, რომელიც ტოლია მინის მიერ შთანთქმული F_α სინათლის ნაკადის შეფარდებისა მასზე დაცემულ ნაკადთან F_i :

$$\alpha = \frac{F_\alpha}{F_i}$$

მინის მიერ სინათლის შთანთქმა მნიშვნელოვანწილადაა დამოკიდებული მის ქიმიურ შედგენილობასა და ფურცლის სისქეზე. სპეციალური სამშენებლო მინის ზოგიერთი სახეობა, მაგალითად, მზისგან დამცავი მინები, შთანთქმავს დაცემული სინათლის ნაკადის 40%. ფერადი

მხატვრული და დეკორატიული მინების მიერ შთანთქმული სინათლის რაოდენობა შეიძლება უფრო მეტი იყოს.

მინის უმთავრეს თვისებად ითვლება მის მიერ სინათლის გატარების უნარი. ეს თვისება ხასიათდება შუქგამტარობის კოეფიციენტით τ , რომელიც ტოლია მინაში გამავალი სინათლის ნაკადის F_τ ფარდობისა მასზე დაცემულ ნაკადთან F_i :

$$\tau = \frac{F_\tau}{F_i}$$

შუქგამტარობის კოეფიციენტი დამოკიდებულია მინის ზედაპირის ამრეკლავ და შთამნთქმელ თვისებებზე, ამიტომ თეორიულად, იდეალურ, სრულიად არაშთამნთქმელ მინასაც კი არ შეუძლია გაატაროს სინათლის 92%-ზე მეტი, ვინაიდან მისი ორივე ზედაპირი აირეკლავს სინათლის სხივების მინიმუმ 8%-ს.

შემინვის შუქგამტარობის დამოკიდებულება გამჭვირვალე სამშენებლო მინის ფურცლების რაოდენობაზე ასახულია 1-ლ ცხრილში [1].

ცხრილი 1

შუქგამტარობის დამოკიდებულება შემინვისას მინის ფურცლების რაოდენობაზე

მაჩვენებელი	ფურცლების რაოდენობა				
	1	2	3	4	5
შუქგამტარობა	0.92	0.84	0.77	0.72	0.66
არეკვლა	0.08	0.15	0.21	0.25	0.30

სპეციალური სამშენებლო მინებისათვის ეს მახასიათებლები მნიშვნელოვანწილად იცვლება. ასე, მაგალითად, არეკვლის კოეფიციენტი შეიძლება შემცირდეს ან გაიზარდოს მინის ზედაპირზე სხვადასხვა ნივთიერების აპკის ფირის დატანის მეშვეობით. გარდა ამისა, მრავალ სპეციალურ მინას მნიშვნელოვანი შუქშთანთქმის უნარი აქვს.

ფანჯრის ღიობების სპეციალური მზის და სითბოდამცავი თვისებების მქონე სამშენებლო მინით შევსებისას, აუცილებელია შემინვაში გასული სინათლის ნაკადის სპექტრული მახასიათებლების შეფასება. მათი მეშვეობით ხდება შესაბამისი მინის სახეობის არჩევა, საშუალება გვაქვს სინათლეგამტარი ზღუდეებისათვის წინასწარ განვსაზღვროთ თბოტექნიკური და შუქტექნიკური თვისებები და მხედველობით სამუშაოზე მათი ზეგავლენა ბუნებრივი განათების ფერადოვნების შეცვლისას.

მხედველობით სამუშაოს პირობებზე ფერადი შემინვის ზემოქმედების შესაფასებლად, აუცილებელია განისაზღვროს სპექტრის ხილული ნაწილის შედგენილობა სხივურ ენერგიაში, რომელიც მინაში გაივლის. ამასთან, მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ შუქგამტარობის ვიზუალური კოეფიციენტი, რომელიც მინას დაცვა, ხილული სპექტრის მონაკვეთის მთელ დიაპაზონში ($\lambda_1 - \lambda_2$). ამასთან, გათვალისწინებულია თვალის შედარებით მგრძობელობა

$$\tau_B = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \epsilon_\lambda \tau_\lambda \nu_\lambda d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \epsilon_\lambda \tau_\lambda d\lambda}$$

სადაც λ ენერჯიის სპეციალური განაწილება ენერგეტიკულად მნიშვნელოვანი მზის სპექტრის ფარგლებში ($\lambda_0 - \lambda_3$); λ – სპექტრული გამტარობის კოეფიციენტი.

თუმცა, ნებისმიერი მინა, გარდა ხილული სინათლის სხივებისა, ატარებს მზის სპექტრის უხილავ, ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ სხივების გარკვეულ ნაწილს. მინის ეს თვისება შეიძლება გამოიხატოს T ენერგოგამტარობის ინტეგრალური კოეფიციენტის მეშვეობით, რომელიც მინაში გაივლის.

არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი

მელიც მინაში გატარებული სხივური ენერგიისა და მასზე დაცემული ენერგიის შეფარდებით განისაზღვრება:

$$T = \frac{\int_{\lambda_0}^{\lambda_3} \epsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} d\lambda}{\int_{\lambda_0}^{\lambda_3} \epsilon_{\lambda} d\lambda}$$

ვიციოთ რა შუქგამტარობისა და ენერგოგამტარობის ინტეგრალური კოეფიციენტები, შეგვიძლია მივიღოთ ხილვადობის კოეფიციენტი K'_v , განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ჩვენთვის, რადგან გვინტერესებს მინაში გატარებული სხივური ენერგიის ხილული სინათლის შემცველობას

$$K'_v = \frac{\tau_B}{T} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \epsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} u_{\lambda} d\lambda}{\int_{\lambda_0}^{\lambda_3} \epsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} d\lambda}$$

თუ ეტალონად მივიღებთ ჩვეულებრივ ფანჯრის მინას, როდესაც $T^0=0.85$, $\tau_B^0=0.91$ და $K'_v=1.07$, შეიძლება განვსაზღვროთ ფარდობითი ხილვადობის კოეფიციენტი K_v , რომელიც წარმოადგენს ფარდობას

$$K_v = \frac{\tau_B}{T} : \frac{\tau_B^0}{T^0} = \frac{\tau_B}{T \cdot 1.07},$$

და გვინტერესებს, როგორ იცვლება თანაფარდობა გატარებულ სინათლესა და სრულ სხივურ ნაკადს შორის, უბრალო ფანჯრის მინის სპეციალური მინით შეცვლისას.

ამგვარად, შედებილი სამშენებლო მინების თვისებების შეფასება ხილვადობის კოეფიციენტისა K_v და ფერადონების მახასიათებლით λ , არეკვლის კოეფიციენტის P ნაჯერობის მეშვეობით, საშუალებას გვაძლევს ავირჩიოთ მინა, რომელიც უზრუნველყოფს არა მარტო კარგ დაცვას მზის რადიაციისაგან, არამედ საუკეთესო პირობებს მხედველობითი სამუშაოსათვის. უპირატესობა უნდა მიენიჭოს მინებს, რომელთა ხილვადობის კოეფიციენტი 1.5–2 უდრის და ფერადონება მიახლოებულია 555 ნმ მზის სპექტრის ხილული დიაპაზონის შუატალღოვან მონაკვეთთან.

კუთრი წონა და, შესაბამისად, მთელი კონსტრუქციის მასა, სამშენებლო ელემენტების

ერთ-ერთი უმთავრესი მახასიათებელია. ეს თანაბარწილად ვრცელდება მინის შუქგამტარ საამშენებლო ელემენტებზეც. ჩვეულებრივ, მინებს, მიუხედავად მათი დამზადების ხერხისა, აქვს 2500 კგ/მ³ მოცულობითი მასა. თუ მინის შედგენილობაში შედის სხვადასხვა ქანგეული, რომელიც არაა ჩვეულებრივ მინაში, მოცულობითი მასა შეიძლება, შესაბამისად, საგრძნობლად გაიზარდოს.

მინის სიმტკიცის მახასიათებლები წინასწარ განსაზღვრავს სამშენებლო კონსტრუქციის სახეს, ზომას და მასას. მინას, როგორც მრავალსხვა საამშენებლო მასალას, აქვს სამშენებლო კონსტრუქციებისათვის არასასურველი თვისებები. მათ განეკუთვნება სიმეფე, შედარებით მცირე სიმტკიცე გაჭიმვასა და მოხრაზე, სიმტკიცის დამოკიდებულება ზედაპირის მდგომარეობაზე, ნარჩენი ძაბვები ნაკეთობებში, მზა ნაკეთობების მექანიკური დამუშავების სირთულე. თუმცა, ყველა ეს ნაკლი მეტ-ნაკლებად შეიძლება გაბათილებულ ან კომპენსირებულ იქნეს სხვადასხვა კონსტრუქციული იდეით ან თუ მინა დამზადების პროცესში შეიძენს ახალ თვისებებს. მინის მექანიკური თვისებები მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია კონსტრუქციული ელემენტის დაძაბული მდგომარეობაზე. მინის სიმტკიცე სხვადასხვა სახის დატვირთვისას არაერთგვაროვანია: მოხრასა და გაწევაზე იგი 7–10-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე კუმშვაზე. მინის სიმტკიცე დამოკიდებულია მასალის ქიმიურ შედგენილობაზე, ტემპერატურაზე, ნაკეთობის ზომებზე, დატვირთვის სიჩქარესა და ხასიათზე, გამოწვის ხარისხზე, დეფექტების არსებობასა და მათ ხასიათზე და ა.შ.

მინისათვის დამახასიათებელია ის გარემოება, რომ თეორიულად გათვლილი სიმტკიცე მნიშვნელოვანწილად განსხვავდება არსებული საგან. ასე, მაგალითად, თუ თეორიულად მინის სიმტკიცე გაჭიმვაზე დაახლოებით 12 000 მეგანიუტონი/მ²-ია, რეალური მასალისათვის მხოლოდ 30–60 მეგანიუტონი/მ² შეადგენს. ეს აიხსნება მინაში სხვადასხვა დეფექტის არსებობით, რომელიც გავლენას ახდენს მის სიმტკიცეზე. მინის ზედაპირი სუსტდება მიკრობზარებით, რომელიც წარმოიქმნება ნაკეთობის გაცივებისას, დამუშავებისა და ექსპლუატაციისას. მომიჯნავე მონაკვეთების არაერთგვაროვანი შედგენილობა ხელს უწყობს მინაში შიგა დაძაბულობების გაჩენას. მინის სიმტკიცეზე დამოკიდებულია გარემოს ზემოქმედება, ატმოსფეროს

არქიტექტურა,
უბანისპირა,
ფიზიკა

შედგენილობა, ჰაერის სინოტივე, მინის ზედაპირზე წყლის არსებობა. ასე, მაგალითად, წყლის არსებობა მინის ზედაპირზე მის სიმტკიცეს 20–25%-ით ამცირებს. ეს იმით აიხსნება, რომ წყალი აღწევს მიკრობზარების სიღრმეში და ახდენს მინის ჰიდროლიზს. ნივთიერებები, რომელიც ამ პროცესისას წარმოიშობა, თავის მხრივ, სოლისებრ მოქმედებას იწვევს. გარდა ამისა, ჰიდროლიზის პროცესი შლის მოლეკულურ კავშირებს ბზარის წვერებში და ხელს უწყობს მის გავრცელებას.

მინის მექანიკური თვისებების ასამაღლებლად შემდეგ ხერხებს იყენებენ: წრთობას, ამოჭმას და შემდგომ მისი ფირებით დაფარვას, ზედაპირის ელექტროქიმიურ დამუშავებას, მიკროკრისტალიზაციას. შედეგად მოხრისადმი წინაღობა იზრდება: წრთობისას 4–5-ჯერ, ამოჭმისას და ფირით დაფარვისას 5–10-ჯერ, მიკროკრისტალიზაციისას 10–15-ჯერ.

დარტყმისადმი მინის წინაღობა ორი მანკენებელით ხასიათდება: დარტყმითი სიბლანტით α_n და სიმყიფის მანკენებელით G_z . სამშენებლო მინების უმრავლესობისათვის (რომლებიც არ არის სპეციალურად დამუშავებული) $\alpha_n=1295$ ჯოული/მ², $G_z=12\ 800$ ჯოული/მ³. ნაწრთობი მინების დარტყმითი სიბლანტე 5–6-ჯერ მაღალია, ვიდრე გამომწვარის, ფთორწყალბადმჟავით ამოჭმით გამყარებული მინის 3–4-ჯერ მაღალი, ვიდრე დამუშავებულის. მინის ქიმიური შედგენილობის შეცვლა ცვლის დარტყმით სიბლანტეს. მაგნიუმის ჟანგის, კაუმიწის და რკინის შეყვანა ზრდის დარტყმისადმი წინაღობას 5–20%-ით, ბორის ანჰიდრიდის – 50%-ით, დარტყმისადმი წინააღობის შემცირება შეიმჩნევა მინის შედგენილობაში ბარიუმის მჟავის შეყვანით.

შემინვისადმი განმსაზღვრელ მოთხოვნას, ხშირ შემთხვევაში, წარმოადგენს მისი დაშლისას უსაფრთხოების მოთხოვნა. ეს შედეგი მიიღწევა მინის დაარმატურებით ან ტრიპლექსირებით. ასეთ დროს, მინის დაშლისას ნამსხვრევები არმატურაზე ან ფირზე რჩება.

მინის ფურცლების სიმტკიცეზე მრავალი ისეთი ფაქტორი ახდენს გავლენას, როგორცაა ზომები, ფორმა, ფურცლის მხარეების შეფარდება, კონსტრუქციაში მინის დამაგრების თავისებურება. მართკუთხა ფორმის მინის ფურცლების სიმტკიცე უფრო მეტია, ვიდრე იგივე ფართობის კვადრატული ფორმის მინისა. ასე, მაგალითად, მართკუთხა ფურცელი 4:1 და 6:1 გვერდების შეფარდებით, შესაბამისად, 2-ჯერ და 3-ჯერ უფრო

მტკიცეა, ვიდრე იგივე ფართობის მქონე კვადრატული მინის ფურცლის სიმტკიცე. ჩასამაგრებელი კონსტრუქციის კონტურზე მინის ფირფიტის დაყრდნობა მის სიმტკიცეს ზრდის იმ მინის ფურცლთან შედარებით, რომელიც დამაგრებულია მხოლოდ ორი საწინააღმდეგო მხარით (ცხრილი 2) [1].

მინის თერმული თვისებები მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს მის, როგორც სამშენებლო მასალის, საექსპლუატაციო და კონსტრუქციულ მახასიათებლებს. მინის თერმულ თვისებებს შორის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი განსაკუთრებული ადგილი უკავია, რამეთუ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს მასალების, შეერთების ხერხების, დეფორმაციული ღრწების კონსტრუქციების არჩევისას. მინის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი დარბილების ტემპერატურამდე პრაქტიკულად უცვლელია. ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი დამოკიდებულია მინის ქიმიურ შედგენილობაზე და მერყეობს საგრძნობ ფარგლებში (ცხრილი 3) [1].

ცხრილი 2

ფურცლოვანი მინის სიმტკიცის დამოკიდებულება კონსტრუქციაში მისი დამაგრების ხასიათზე

მინის სახეობა	ფურცლის სიმტკიცე, ნიუტონ/მ ² (დამაგრებული)	
	ორ საწინააღმდეგო მხრიდან	გარშემო კონტურზე
გაჭიმული	6.18 ხ 10 ⁻⁵	12.75 ხ 10 ⁻⁵
გაპრიალებული	4.90 ხ 10 ⁻⁵	5.25 ხ 10 ⁻⁵
დაარმატურებული	3.67 ხ 10 ⁻⁵	4.26 ხ 10 ⁻⁵
ნაყშიანი	3.67 ხ 10 ⁻⁵	5.52 ხ 10 ⁻⁵
ნაგლინი	3.29 ხ 10 ⁻⁵	4.01 ხ 10 ⁻⁵

ცხრილი 3

ზოგიერთი მინის სახეობის თერმული თვისებები

მინის სახეობა	ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი, °C ⁻¹	კუთრი თბოტევადობა ჯოული/(კგ °C)	თბოგამტარობის კოეფიციენტი, ვატი/(მ °C)
სამშენებლო:			
კვრტიკალური შეწვევის	8.9 ხ 10 ⁻⁶	850	0.88
ნაგლინი	8.8 ხ 10 ⁻⁶	840	0.92
ბორსილიკატური	9.0 ხ 10 ⁻⁶	840	0.88
მცირეტუტანი	5.0 ხ 10 ⁻⁶	840	0.88
ტყვიაშემცველი	8.0 ხ 10 ⁻⁶	393	0.71

არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი

სახვით ხელოვნებაში მინის მხატვრული ღირებულება საუკუნეების მანძილზე გამოიყენებოდა. ასევე ითვლება, რომ „მინის გამოყენება სახვით ხელოვნებაში იყო მისი ძირითადი დანიშნულება დედამიწაზე მინათწარმოების მრავალსაუკუნოვანი არსებობის მანძილზე“ [2].

მინის სილამაზე, მისი კეთილშობილი ბრწყინვალეობა, ღრმა ფერი, მასიურ მინის ბლოკებში სინათლის რთული თამაში გულგრილს არ ტოვებს არც მხატვარს და არც არქიტექტორს. მხატვრული მინის ნომენკლატურა ძალზე მრავალფეროვანია: მოზაიკა, ვიტრაჟი, მინის ქანდაკება, დეკორატიული მოპირკეთება და სხვა. მაგრამ, როდესაც ვსაუბრობთ მინის ესთეტიკურ თვისებებზე, მხედველობაში უნდა მივიღოთ არა მარტო დეკორატიული, არამედ სამშენებლო მინის ყველა სახეობა და მათი როლი ნაგებობათა არქიტექტურაში.

მინა ვიზუალურად მრავალ სამშენებლო მასალას ეხამება. მისი გლუვი ზედაპირები კარგად გამოიყურება ქვის და აგურის წყობასთან, მარმარილოსთან, ლითონთან, ხესთან და ა.შ. ალბათ, ძნელია მოიძებნოს მასალა, რომელსაც მინა ფაქტურით არ ეხამებოდეს. დღეს არქიტექტორს მინის არჩევანის ფართო საშუალება აქვს, შეუძლია აირჩიოს ამა თუ იმ ფაქტურის, ფერის, გამჭვირვალობის თუ სხვა მახასიათებლის მქონე მინა, რომელიც წარმოების პროცესში მიიღება. მინა გამოიყენება შენობისთვის სიმსუბუქის, ჰაეროვნების, გამჭვირვალობის, ელემენტური იერსახის მისანიჭებლად. მინას განსაკუთრებული ადგილი უკავია უნიკალური არქიტექტურული ობიექტების შესაქმნელად.

სამშენებლო მინის და მისგან შექმნილი ნაკეთობების ესთეტიკური თვისებები შემდეგი მახასიათებლებით ფასდება: მინის მასის ფერითი ელფერი, ფერითი ტონი და გაჯერებულობა,

ზედაპირის ფაქტურა და ტექსტურა, ნაკეთობის დამზადების ფორმა და ხარისხი. ფერითი ელფერი ახასიათებს შეუღებავ მინას, ხოლო ფერითი ტონი, მისი სისუფთავე და გაჯერებულობა – შეღებილ, ფერად მინას. მინის ზედაპირის ფაქტურა განისაზღვრება ისეთი თვისებებით, როგორცაა ზედაპირის სისწორის ხარისხი, რელიეფური ნაქმის არსებობა და მისი სიმკვეთრე, სიმკრალე და სიგლუვე. ყველა ეს მახასიათებელი სრულად განსაზღვრავს მინის ნაკეთობის დეკორატიულ თვისებებს. ამჟამად კეთდება ასე თუ ისე წარმატებული ცდები, რაოდენობრივად განსაზღვრონ მინის და მინის ნაკეთობების ესთეტიკური თვისებები.

3. დასკვნა

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ რადგან ფართოა სამშენებლო მინის თვისებებისა და მახასიათებლების დიაპაზონი, მისი განმასხვავებელი თვისებებების და კონკრეტული სახეობისათვის დამახასიათებელი თვისებებისა და შეთავსების გაცნობა არქიტექტორებსა და მშენებლებს დაპროექტების პროცესში დაეხმარება მინის სახეობის სწორ შერჩევაში. ამ დარგის სპეციალისტებისათვის ასევე მნიშვნელოვანია მინის ნაკეთობების იმ ესთეტიკური მახასიათებლების გაცნობა, რომლებიც მათ დეკორატიულ თვისებებს განსაზღვრავს.

ლიტერატურა

1. Соловьев С.П., Динева Ю.М. Стекло в архитектуре. Москва: Стройиздат, 1981, с. 21-25.
2. Левинсон Е.А., Смирнов Б.А., Шелковникова Б.А., Энтелис Ф.С. Художественное стекло и его применение в архитектуре. Москва: М-Л, 1953, с. 13-18.

UDC 666.1

FUNDAMENTAL PROPERTIES OF MODERN GLASS

G. Rokva, M. Milashvili*

Department of architect and urbanistics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is considered article outlines peculiarities of modern building glass and methods of calculation of those qualitative characteristics, which significantly determine operational and constructive features of glass, as a building material. such knowledge will enable an architect to select a glass made of various material, color, transparency and quality in order to give a building airiness, lightness and transparent and elegant appearance and also to create special and unique architectural objects.

There is given calculation formulas of glass reflection vatic, light absorption and transparency vatios, visibility vatio, glass strenght and impact resistance characteristics, also thermal and ather features.

The article lists the range of architectural glass and specifies criteria for evolution of aesthetic characteristics of building glass and other objects made of glass, which define decorative features of glass objects.

Key words: building glass; light absorption polymer coefficient of reflection.

УДК 666.1

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННОГО СТЕКЛА

Роква Г.К., Милашвили М.Т.

Департамент архитектуры и градостроительства (урбанистики), Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассмотрены особенности современного строительного стекла и способы расчета характеристик, которые в значительной степени определяют его эксплуатационные и конструктивные показатели как строительного материала. Знание вышеуказанного дает возможность архитектору придать строению облик легкости, воздушности, прозрачности и элегантности, а также создать уникальные архитектурные объекты, выбрав стекло той или иной фактуры, цвета, прозрачности и других показателей.

Даны расчеты коэффициентов отражения, светопропускания, видимости стекла, погашения светового потока стеклом, также формулы расчета показателей прочности и ударной стойкости, термических и других показателей.

Перечислены номенклатурные данные художественного стекла, определены критерии оценки эстетических показателей изделий из строительного стекла, которые определяют его декоративные свойства.

Ключевые слова: строительное стекло; светопропускающий полимер; коэффициент отражения.

*შემოსვლის თარიღი 19.05.09
მიღებულია დასაბეჭდად 20.07.09*

შპს 6813

პრიორიტეტული M/G/1 სისტემა ზობიერთი შეზღუდვით

რ. კაკუბავა,* დ. გულუა,* გ. ფიფია, ვ. დიდმანიძე*****

*კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი; **მათემატიკის დეპარტამენტი; ***ორგანიზაციული მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: iveri@gtu.edu.ge

რეზიუმე: განხილულია მასობრივი მომსახურების ერთარხიანი სისტემა, რომელიც რეალურად შეიძლება იყოს ერთობლივი სარგებლობის ნებისმიერი ტექნიკური სისტემა არადეტერმინირებული დატვირთვით.

აღბათურ მსჯელობათა საფუძველზე მიღებულია ტექნიკური სისტემის მათემატიკური მოდელი. აღნიშნული მოდელის აგების პრინციპის დემონსტრირება ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც მომსახურების სისტემაში შემოდის შეტყობინებათა ორი უმარტივესი ნაკადი. მოდელის განზოგადება, ნებისმიერი შემომავალი ნაკადთა რაოდენობისათვის, მიღებულია ნაკადთა გაერთიანების გზით, სამნაკადიანი მოდელის ერთნაკადიანზე დაყვანით. ნაჩვენებია, რომ ამ მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია ერთ ნაკადთა ნებისმიერი რაოდენობისათვის.

საკანძო სიტყვები: რიგების პრიორიტეტული მომსახურება; მომსახურებაზე არადეტერმინირებული დატვირთვა; უმარტივესი ნაკადი; მათემატიკური მოდელი.

1. შესავალი

ბოლო პერიოდში საკმაოდ დასაბუთებულია აზრი იმის შესახებ, რომ რთული ტექნიკური სისტემების დაპროექტებისას მნიშვნელოვანია, სისტემების კვლევის მიმართ, ანალიზური მიდგომა (იხილეთ [1]). აღსანიშნავია, რომ ამ მიმართულებით სამეცნიერო ლიტერატურაში აქტივობა არ შეიმჩნევა. თუმცა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერთა ჯგუფი რამდენიმე წელია აქტიურად მუშაობს რთული ტექნიკური სისტემების ანალიზური მეთოდებით კვლევის საკითხებზე ([2—4] და სხვა).

2. ძირითადი ნაწილი

განხილვა მომსახურების სისტემა, რომელშიც შემოდის შეტყობინებათა რამდენიმე უმარტივესი ნაკადი, შესაბამისად, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ ინტენსივობებით. იგულისხმება, რომ ეს მიმდევრობა განსაზღვრავს აბსოლუტური პრიორიტეტული მომსახურების დისციპლინასაც. სისტემაში რიგის სიგრძე არ არის შემოსაზღვრული არც ერთი კლასის შეტყობინებისათვის, ხოლო ლოდინის დრო ან სისტემაში ყოფნის დრო შეიძლება იყოს

შემოსაზღვრული. თუ მაღალი პრიორიტეტის შეტყობინება გამოდევნის დაბალი პრიორიტეტისას, ეს უკანასკნელი არ იკარგება და რამდენჯერაც არ უნდა გამოიდევნოს, საბოლოოდ ტოვებს სისტემას, თუ მისი სისტემური დრო (ლოდინისა და სისტემაში დაყოვნების) მანამდე არ ამოიწურა. სხვადასხვა პრიორიტეტის შეტყობინებათა დროის შეზღუდვა სხვადასხვანაირია და ერთმანეთზე არ არის დამოკიდებული. არ გამოირიცხება ისეთი შემთხვევებიც, როცა ზოგიერთ პრიორიტეტს საერთოდ არა აქვს სისტემაში ლოდინის ან ყოფნის დრო შემოსაზღვრული.

განვიხილით შემთხვევა, როდესაც სისტემაში შემოდის მხოლოდ ორი ნაკადი. ასეთი დაშვება მოსახერხებელია მათემატიკური აღწერის გაადვილების თვალსაზრისით. ასევე ვიგულისხმობთ, რომ პირველი ნაკადის შეტყობინებათა სისტემური დრო შემოსაზღვრულია. ეს დაშვებაც არარსებითია. მეორე ნაკადის შეტყობინებათა სისტემაში ყოფნის დრო შემოსაზღვრულია μ -პარამეტრით ექსპონენტური შემთხვევითი სიდიდით. ეს ნიშნავს, რომ სისტემაში ორგანიზებულია შეტყობინებათა სისტემური დროის კონტროლი და თუ ეს დრო გადააჭარბებს შეზღუდვის სიდიდეს, მაშინ ის ტოვებს სისტემას მომსახურების დასრულების გარეშე, რაც მის დაკარგვას ნიშნავს.

შემდგომი აღწერის გაადვილების მიზნით k პრიორიტეტის შეტყობინებას მოკლედ ვუწოდოთ k -შეტყობინება. თუ დავუბრუნდებით სისტემას ორი პრიორიტეტით, საქმე გვექნება 1-შეტყობინებასთან და 2-შეტყობინებასთან.

რადგან სისტემა ფუნქციონირებს აბსოლუტური პრიორიტეტული დისციპლინის მიხედვით, ცხადია, რომ 1-შეტყობინების ბედზე 2-შეტყობინება გავლენას არ ახდენს. ფაქტობრივად, პირველი ნაკადისათვის მეორე ნაკადი არ არსებობს. ეს ნიშნავს, რომ პირველი ნაკადის სისტემის მახასიათებლები მიიღება მეორე ნაკადისგან დამოუკიდებლად. დავეშვათ, რომ მომსახურების ხანგრძლივობა როგორც პირველი, ასევე მეორე ნაკადისათვის შემთხვევითი სიდიდეებია ზოგადი განაწილებით.

1-შეტყობინების შემოსვლის მომენტში იწყება სისტემის დაკავება, რომლის ხანგრძლივობა შემთხვევითი სიდიდეა. ეს შემთხვევითი სიდიდე წარმოადგენს 1-შეტყობინების სიგრძეს მიმატებული 1 ნაკადის ყველა იმ შეტყობინების სიგრძე, რაც მისი მომსახურების დროს შემოდის სისტე-

ინფორმაცია, მართვის სისტემაში

მაში, ასევე ამავე ნაკადის ყველა იმ შეტყობინების სიგრძე, რაც ზემოთ აღნიშნულ შეტყობინებათა მომსახურების დროს შემოდის სისტემაში და ა.შ., სანამ სისტემა არ დაამთავრებს პირველი ნაკადის შეტყობინებათა მომსახურებას აღწერილი მიმდევრობის მიხედვით.

ცხადია, რომ პირველი ნაკადის მიმართ გვაქვს კლასიკური M/G/1 სისტემა, რომლის ყველა აღბათურ-დროებითი მახასიათებელი ცნობილია [5]. სახელდობრ, ცნობილია სისტემის დაკავების ხანგრძლივობის განაწილების ფუნქციის მოძებნის ხერხები. ვგულისხმობთ, რომ ეს ფუნქცია მოცემულია და აღვნიშნოთ ის $G(u) = \int_0^u g(v)dv$.

2-შეტყობინების მომსახურება შემდგენიარად მიმდინარეობს: თუ მისი შემოსვლის მომენტში სისტემა თავისუფალია, მაშინ მყისვე იწყება მომსახურება; თუ სისტემა დაკავებულია პირველი ან მეორე შეტყობინებათა მომსახურებით, მაშინ ახლად შემოსული მეორე შეტყობინება რიგში დგება და ელოდება, სანამ სისტემა არ გათავისუფლდება ყველა ადრე შემოსული შეტყობინებისაგან.

2-შეტყობინების მომსახურებას აჩერებს 1-შეტყობინების შემოსვლა და ეს გაგრძელება 1-დაკავების ხანგრძლივობით. ასეთი წყვეტები შესაძლოა განმეორდეს ნებისმიერი რაოდენობით. განაცხადის სიგრძეს ვუწოდებთ მისი მომსახურების ხანგრძლივობას, როცა ის მიმდინარეობს შეჩერებათა გარეშე. რეალურად შეტყობინების გასვლის დრო მომსახურების არხში მოიცავს როგორც უშუალო მომსახურების ინტერვალებს, ასევე წყვეტათა ინტერვალებს და აგრეთვე სხვა დროით დანაკარგებს, რაც დაკავშირებულია მომსახურების გაგრძელებასთან შეჩერების შემდეგ. სხვადასხვა ვარიანტის განხილვა შეიძლება იმის მიხედვით, თუ როგორ გრძელდება შეტყობინების მომსახურება მორიგი წყვეტის შემდეგ. ხშირად რეალურ სისტემაში შესაძლებელია შეწყვეტილი მომსახურების გაგრძელება უშუალოდ იმ ადგილიდან, სადაც შეწყვეტა მოხდა. ასეთი წყვეტა არ იწვევს უკვე ჩატარებული მომსახურების გაუფასურებას. სხვა შემთხვევებში მოსალოდნელია, რომ აუცილებელი გახდეს შეწყვეტილი მომსახურების თავიდან დაწყება, თანაც სხვადასხვა სტატისტიკური ვარიაციებით, რაც იმაზეა დამოკიდებული, ხდება თუ არა განაცხადის სიგრძის, როგორც შემთხვევითი სიდიდის, ხელახალი რეალიზაცია, თუ უცვლელი რჩება ადრინდელი რეალიზაცია. ეს არის გამაუფასურებელი წყვეტის შემთხვევა. პრაქტიკულად რეალიზებადია შუალედური ვითარებაც, როცა ხდება ჩატარებული მომსახურების ნაწილობრივი გაუფასურება მისი შეწყვეტის შემდეგ.

ნებისმიერ აღწერილ შემთხვევაში მიზანშეწონილია 2-შეტყობინების მომსახურების ხანგრძლივობა ვუწოდოთ დროის მონაკვეთს მისი მომსახურების დაწყების მომენტიდან იმ მომენტამდე, როცა ის ტოვებს მომსახურების სისტემას. ეს შემთხვევითი სიდიდე აღვნიშნოთ ξ -ით,

მისი განაწილების ფუნქცია $H(u) = \int_0^u h(v)dv$ -ით.

ასეთი შეთანხმება გულისხმობს, რომ 2-შეტყობინების მომსახურების დროს სისტემაში არ შემოდის პირველი ნაკადის შეტყობინება. სწორედ ასეთი ინტერპრეტაციაა ყველაზე ხელსაყრელი სისტემის ანალიზის განხილვისას.

შემოვიღოთ $v(t)$ და $\gamma(t)$ შემთხვევითი პროცესები: $v(t)=0$, თუ დროის t მომენტში სისტემა თავისუფალია, წინააღმდეგ შემთხვევაში $v(t)=1$; $\gamma(t)$ არის 2-შეტყობინების ლოდინის ვირტუალური დრო, რომელიც დროის ინტერვალში t მომენტიდან იმ მომენტამდე, როცა სისტემაში არ იქნება არც ერთი ის განაცხადი, რაც t მომენტში იყო (ან იცდიდა რიგში, გადიოდა მომსახურებას). სხვანაირად რომ ვთქვათ, t მომენტიდან $\gamma(t)$ დროის გავლის შემდეგ სისტემას შეეძლება შეუდგეს 2-შეტყობინების მომსახურებას, თუ სისტემაში შემოვა t მომენტში.

აღვნიშნოთ $R(t) = P\{v(t)=0\}$,

$$q(t,u)du = P\{v(t)=1;$$

$$u < \gamma(t) < u+du\} + o(du), u \in [0, +\infty]$$

$R(t)$ და $q(t,u)$ ფუნქციების მიმართ იწერება დიფერენციალური და ინტეგრალურ-დიფერენციალურ განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$R'(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2)R(t) + q(t,0), \quad (1)$$

$$\frac{\partial q(t,u)}{\partial t} - \frac{\partial q(t,u)}{\partial u} = -\lambda_2 q(t,u) +$$

$$+\lambda_1 \int_0^u q(t,v)h(u-v)dv + \lambda_1 R(t)g(u) + \lambda_2 R(t)h(u). \quad (2)$$

განტოლება (1) მიიღება შემდეგ ალბათურ მსჯელობათა საფუძველზე: განვიხილოთ ხდომილობა $s\{v(t+\Delta)\}$. ეს ხდომილობა შემდეგ არათავსებად ხდომილობათა ჯამია:

- 1) დროის t მომენტში სრულდება ხდომილება $v(t)=0$ და t დროის ინტერვალში არ შემოდის არც ერთი შეტყობინება, რადგან ორივე შემავალი ნაკადი უმარტივესია λ_1 და λ_2 ინტენსივობით, ამიტომ $R(t)[1-(\lambda_1+\lambda_2)\Delta t] + o(\Delta t)$ ამ ხდომილობის ალბათობაა;
- 2) დროის t მომენტში სრულდება ხდომილობა $\{v(t)=1; 0 < \gamma(t) < \Delta t\}$; $q(t,0)\Delta t + o(\Delta t)$ ამ ხდომილობის ალბათობაა;
- 3) სხვა ხდომილობების ალბათობებს აქვთ $o(\Delta t)$ რიგი.

აღნიშნული მსჯელობის საფუძველზე შეგიძლია ჩავწეროთ:

$$R(t+\Delta t) = R(t)[1-(\lambda_1+\lambda_2)\Delta t + q(t,0)\Delta t + o(\Delta t)].$$

ამ განტოლებიდან მარტივი გარდაქმნებით მივიღებთ (1).

ანოლოგიური მსჯელობით მიიღება (2) განტოლება. კერძოდ, განვიხილოთ ხდომილობა $\{v(t)=1; u < \gamma(t) < u+du$ და მისი ალბათობა $q(t+\Delta t, u)du$. ეს ხდომილობა ხუთი შესაძლო არათავსებადი ხდომილობათა ჯამია. შესაბამისად, შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$$q(t + \Delta t, u)du = q(t, u + \Delta t[1 - \lambda_2 \Delta t]du + \lambda_2 \Delta t \int_0^u q(t, v)h(u-v)dv + \lambda_1 \Delta t R(t)g(u)du + \lambda_2 \Delta t R(t)h(u)du.$$

ამ განტოლების გარკვეული გარდაქმნის შემდეგ, თუ ორივე მხარეს გავყოფთ Δt და გადავალთ ზღვარზე, როცა $\Delta \rightarrow 0$, მივიღებთ (2) განტოლებას.

განვიხილოთ მიღებული შედეგი იმ შემთხვევაში, როდესაც შემავალი ნაკადების რაოდენობა ორზე მეტია. საილუსტრაციოდ განვიხილოდ სამი უმარტივესი ნაკადის შემთხვევა λ_1, λ_2 და λ_3 ინტენსივობით. პირველი და მეორე ნაკადების მიმართ ყველა ზემოთ მოყვანილი დაშვება უცვლელი რჩება, მათ მიმართ სისტემის ყოფაქცევა, მათი აბსოლუტური პრიორიტეტის გამო, არ შეიცვლება. გარდა ამისა, ვგულისხმობთ, რომ ცნობილია მესამე ნაკადის განაცხადთა მომსახურების განაწილების ფუნქცია $K(u)$. საჭიროა სისტემის გამოკვლევა მესამე ნაკადის მიმართ. ამ საკითხის გადაწყვეტა ხდება ზემოთ აგებული მოდელის გამოყენებით. სახელდობრ, ვვარაუდობთ, რომ პირველი და მეორე ნაკადი გაერთიანებულია. ჯამური ნაკადის ინტენსივობა იქნება: $\lambda = (\lambda_1 + \lambda_2)$. ამის შემდეგ გვაქვს ისევ ორნაკადიანი სისტემა, λ და λ_3 ნაკადების ინტენსივობით.

გაერთიანებული ნაკადის მიერ სისტემის დაკავების დროის განაწილების ფუნქცია $S(u)$ იწერება სრული ალბათობის ფორმულის გამოყენებით. განვიხილოთ ჰიპოთეზები: 1) გაერთიანებული ნაკადის განაცხადი ეკუთვნის პირველ ნაკადს. ადვილი მისახვედრია, რომ ამ ჰიპოთეზის ალბათობა:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2};$$

2) გაერთიანებული ნაკადის განაცხადი ეკუთვნის მეორე ნაკადს.

ამ ჰიპოთეზის ალბათობაა $\frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$. აქედან

$$S(u) = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} [\lambda_1 G(U) + \lambda_2 H_1(U)].$$

აქ $H_1(u)$ მეორე ნაკადის მიერ სისტემის დაკავების დროის განაწილების ფუნქციაა.

შემდეგ მესამე ნაკადის მიმართ სისტემის ყველა იმ მახასიათებლის მისაღებად, რაც ზემოთ განვიხილეთ, საკმარისია ყველა ფორმულაში λ_1 -ის ნაცვლად ჩავსვათ $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$, $G(u)$ ფუნქციის ნაცვლად – $S(u)$ ფუნქცია, ხოლო $H(u)$ ფუნქციის ნაცვლად – $K(u)$ ფუნქცია.

ამით სამი ნაკადის შემთხვევის ანალიზი დამთავრებულია. ნათელია, რომ ოთხი და მეტი ნაკადის შემთხვევაში აქ აღწერილი მეთოდი შეიძლება პირდაპირ, მექანიკურად გამოვიყენოთ.

3. დასკვნა

ჩვენ ვიკვლევთ მასობრივი მომსახურების ერთარხიან სისტემას, როგორც ინფორმაციული პროცესების მათემატიკურ მოდელს. აღწერილი სქემის ფიზიკური ანალოგი რეალურად შეიძლება იყოს ერთობლივი სარგებლობის ნებისმიერი ტექნიკური სისტემა არადეტერმინირებული დატვირთვით. ნაშრომში მოყვანილი მათემატიკური მოდელის გამოკვლევისა და შესაბამისი გამოთვლითი ალგორითმების ჩაწერის შემდეგ, საშუალება გვქვია გადავწყვიტოთ სხვადასხვა სახის პრაქტიკული ამოცანები.

აღნიშნული პროექტი განხორციელდა საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით. წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ლიტერატურა

1. Recommendation E.862 (rev.1) Dependability of Telecommunication Networks. Geneva, 1992.
2. Khurodze R., Kakubava R. On dependability planning of technical systems: mathematical approach // Vestnik RAEN, No.3, 2003.
3. Khurodze R., Kakubava R., Svanidze N. Closed multi-channel queuing system with two types of service: model of multi-unit standby // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 168, No.2, 2003.
4. Khurodze R., Kakubava R., Gulua D. Priority queuing system for replacement and renewal // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 172, No.1, 2005.
5. Гнеденко Б.В. Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. Москва: Наука, 1987.

ინფორმაცია, მარტივი სისტემები

UDC 681.3

PRIORITY M/G/1 SYSTEM WITH SOME RESTRICTIONS

R. Kakubava,* D.Gulua,* G. Pipia,** V. Didmanidze***

*Department of Computer Engineering; **Department of Mathematics; ***Department of organizational management, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is considered the work one-server queuing system. It may be really any technical system with non-deterministic load. In consequence of some usual probabilistic considerations the mathematical model for such systems is constructed. The main principles of that model is demonstrated for the case of two simplest flows. There is proposed the method for its generalization.

Key words: priority service of queues, non deterministic load, the simplest flow, mathematical model.

УДК 681.3

ПРИОРИТЕТНАЯ СИСТЕМА M/G/1 С НЕКОТОРЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Какубава Р.В.,* Гулуа Д.В.,* Пипиа Г.М.,** В.А. Дидманидзе***

*Департамент компьютерной инженерии; **Департамент математики; ***Департамент организационного управления, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассмотрена одноканальная система массового обслуживания, которая на практике может представлять собой произвольную техническую систему совместного использования с недетерминированной нагрузкой. На основании вероятностных рассуждений получена математическая модель данной технической системы.

Построение модели продемонстрировано на примере, когда в обслуживающую систему входят два простейших потока. Обобщение модели получено на примере сведения модели с тремя потоками к модели системы, обслуживающей два потока. Показано, что

подобный подход возможен для произвольного количества входящего простого потока.

Ключевые слова: приоритетное обслуживание очередей; недетерминированная нагрузка на обслуживание; простейший поток; математическая модель.

*შემოსვლის თარიღი 19.06.09
მიღებულია დასაბუქდად 21.07.09*

УДК 681.3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ УСЛУГ

Р.В. Какубава,* Р.Г. Кутателадзе,** Г.М. Пипия,*** В.А. Дидманидзе****

*Департамент компьютерной инженерии; **Департамент экономики и бизнес-администрации; ***Департамент математики; ****Департамент организационного управления, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77
E-mail: iveri@gtu.edu.ge

Резюме: Рассмотрены некоторые актуальные вопросы, относящиеся к структурам полезности [3]. Именно, конкретное решение потребителя о выборе определенного набора услуг, представляется как выбор точки в пространстве услуг. Постулировано несколько начальных положений, которые обоснованы в теории полезности. Построена и исследована математическая модель поведения потребителя. Рассмотрен конкретный пример и получены численные решения.

Ключевые слова: математическая модель; пространство услуг; выбор потребителя; функция полезности.

3. ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных понятий экономической теории является потребитель товаров и услуг. В частности, главная проблема при изучении поведения потребителя заключается в том, чтобы установить, в каких объемах он приобретет наличные услуги при заданных ценах и доходах и как он будет вести себя после введения новых услуг или технологий [1,2].

Кроме того, при изучении проблем построения и эксплуатации систем услуг всегда приходится учитывать цели, желания и нужды как потребителей, а также тех, кто управляет такими системами или сам подвергается их воздействию. Именно поэтому исследование полезности представляет собой неотъемлемую составную часть прикладных системных исследований на всех этапах жизненного цикла систем услуг (информационных, коммуникационных и т.д.).

4. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Конкретное решение потребителя о покупке определенного набора услуг математически можно представить как выбор конкретной точки в пространстве услуг. Пусть n - конечное число рассматриваемых услуг, а $x=(x_1, \dots, x_n)$ - вектор услуг, приобретенных потребителем за определенный срок (например, за год) при заданных ценах и определенном капитале, затрачиваемых на эти услуги за тот же срок. Пространство услуг - это множество

всевозможных наборов услуг x с неотрицательными координатами:

$$C=\{x: x_i \geq 0\}, \quad i = \overline{1, n}.$$

В теории полезности предполагается, что каждый потребитель изначально имеет свои предпочтения на некотором подмножестве пространства услуг $X \subset \{x: x_i \geq 0\}$. Это означает, что для каждой пары $x \in X$, $y \in X$ имеет место одно из трех отношений:

$x \succ y$ - набор x , предпочтительнее y ;

$x \prec y$ - набор x , менее предпочтителен, чем y ;

$x \sim y$ - для потребителя оба набора обладают одинаковой степенью предпочтения.

Отношения предпочтения обладают по крайней мере следующими свойствами:

1) если $x \succ y$, $y \succ z$, то $x \succ z$ (транзитивность);

2) если $x_i \geq y_i$ для каждого i , то $x \succ y$ (ненасыщаемость: большой набор всегда предпочтительнее меньшего).

Отношения предпочтения каждого потребителя при определенных слабых предположениях (имеет место следующая теорема Дебре: если множество X связное, а отношение предпочтения непрерывно, то функция полезности существует [6]), касающихся предпочтений, можно представить в форме индикатора предпочтений, т.е. такой функции полезности $u(x)$, что из $x \succ y$ следует $u(x) > u(y)$ и из $x \sim y$ следует $u(x) = u(y)$.

Введение функции полезности позволяет заменить отношения предпочтения привычными отношениями между числами: больше, меньше, равно [3].

В теории полезности часто предполагается, что функция полезности дважды дифференцируема, строго вогнутая и обладает следующими свойствами:

1) $\frac{\partial u}{\partial x_i} > 0$ - с ростом потребления блага полезность растет;

2) $\lim_{x_i \rightarrow 0} \frac{\partial u}{\partial x_i} = \infty$ - небольшой прирост блага при его первоначальном отсутствии резко увеличивает полезность;

3) $\frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} < 0$ - с ростом потребления блага скорость

роста полезности замедляется;

4) $\lim_{x_i \rightarrow 0} \frac{\partial u}{\partial x_i} = 0$ - при очень большом объеме блага

его дальнейшее увеличение не приводит к увеличению полезности.

Напомним, что функция $u(x)$ называется строго вогнутой, если $u(\alpha x + \beta y) > \alpha u(x) + \beta u(y)$ при любых $x, y \in X$, $x \neq y$, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\alpha + \beta = 1$.

Положим, $u_{ij}(x) = \frac{\partial^2 u(x)}{\partial x_i \partial x_j}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$.

Матрицу $(u_{ij}(x))$ называют матрицей Гессе.

Приведем без доказательства [3] следующее утверждение, которое позволяет проверять факт строгой вогнутости функции.

Утверждение о строгой вогнутости. Функция $u(x)$ строго вогнута тогда и только тогда, когда

$\sum_{ij=1}^n u_{ij}(x) \xi_i \xi_j < 0$ при всех ξ_i , $i = 1, 2, \dots, n$,

одновременно не равных нулю.

При соблюдении последнего неравенства говорят, что матрица $(u_{ij}(x))$ отрицательно определена.

Предельной полезностью услуги называется предел отношения приращения полезности к вызвавшему этот прирост приращению услуги:

$$\lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta x_i} = \frac{\partial u}{\partial x_i}.$$

Таким образом, предельная полезность показывает, насколько возрастет полезность, если объем услуги возрастет на малую единицу.

Поверхностью безразличия называется гиперповерхность размера $(n-1)$, на которой полезность постоянна:

$$u(x) = C = \text{const}$$

или в дифференциальной форме

$$du = \sum_{i=1}^n \frac{\partial u}{\partial x_i} dx_i = 0. \quad (1)$$

Условие (1) означает, что касательная к поверхности безразличия перпендикулярна градиенту полезности [3].

С точки зрения потребителя, наличие множества наборов услуг, обладающих одинаковой полезностью (т.е. одинаковой степенью предпочтения), означает возможность замены одного набора другим равноценным набором, в том числе возможность замены одной услуги другой.

Пусть в соотношении $dx_i = 0$ для $i = 3, \dots, n$, тогда это соотношение примет вид

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial u}{\partial x_2} dx_2 = 0,$$

откуда

$$-\frac{dx_2}{dx_1} = \frac{\partial u}{\partial x_1} / \frac{\partial u}{\partial x_2}, \quad (2)$$

т.е. предельная норма замены первой услуги второй равна отношению предельных полезностей первой и второй услуг. Норма замены показывает, сколько требуется единиц второй услуги, чтобы заменить выбывшую малую единицу первой услуги.

Бюджетным множеством называется множество тех наборов услуг, которые может приобрести потребитель, имея капитал k :

$$B = \{x: px \leq k\},$$

где $p = (p_1, \dots, p_n)$ - вектор цен, а px означает скалярное

произведение векторов p и x . $px = \sum_{i=1}^n p_i x_i$.

В теории полезности предполагается, что потребитель всегда стремится максимизировать свою полезность и единственное, что его сдерживает - это ограниченность капитала:

$$\max_{x \in B \cap X} u(x) = \max_{px \leq k} u(x). \quad (3)$$

В задаче (3) предполагается, что точка максимума $x^* \in X$. Эта задача на условный экстремум сводится к нахождению безусловного экстремума функции Лагранжа - лагранжиана [6].

Приведем без доказательства общее утверждение для нахождения условного экстремума функции $u(x)$ с неизвестными (x_1, \dots, x_n) , когда в числе условий имеются только уравнения $v_i(x) = 0$, $i = \overline{1, m}$ [6].

Утверждение об условном экстремуме. Составим лагранжиан

$$L(x, \lambda) = \lambda_0 u(x) + \lambda_1 v_1(x) + \lambda_2 v_2(x) + \dots + \lambda_m v_m(x),$$

где $\lambda_0, \dots, \lambda_m$ - некоторые скалярные величины. Для того, чтобы в точке $x^* \in B \cap X$ достигался максимум функции $u(x)$ в области $\{x: v_i(x) = 0, i = \overline{1, m}\}$, необходимо, чтобы существовали λ_i^* , $i = \overline{0, m}$, $\lambda_0^* \geq 0$, не равные одновременно нулю и такие, чтобы они совместно с x^* удовлетворяли системе уравнений

$$\frac{\partial L(x, \lambda)}{\partial x_i} = 0, \quad i = \overline{1, n},$$

$$v_i(x) = 0, \quad i = \overline{1, m}$$

При этом предполагается, что функции $u(x)$ и $v_i(x)$ ($i = \overline{1, m}$) дифференцируемы в точке x^* . Если, кроме того, выполнено условие регулярности

$$\text{rank} \left\{ \frac{\partial v_i}{\partial x_j}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n} \right\} = m$$

при $x=x^*$, то заведомо существуют такие λ_i^* , причем $\lambda_0^* \neq 0$.

Отметим, что приведенные необходимые условия однородны по λ_i ($i = \overline{1, m}$) и фактически определяют лишь отношение компонент вектора $(\lambda_0, \dots, \lambda_m)$ к какой-нибудь одной, не равной нулю.

В нашем случае условие регулярности выполняется, поэтому можно положить $\lambda_0 = 1$ и $\lambda_i = \lambda$. Тогда

$$L(x, \lambda) = u(x) - \lambda(px - k).$$

Необходимые условия локального экстремума:

$$\sum_{j=1}^n p_j x_j^* = K, \quad (4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{\partial u(x)}{\partial x_i} - \lambda p_i = 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Если потребуем, что $p > 0$, то можно доказать, что эти условия действительно определяют единственную точку максимума функции $L(x, \lambda)$, которую обозначим через $(x^*, \lambda^*) = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*, \lambda^*)$. Из (5), в частности, вытекает, что $x^* > 0$.

Из (5) видно, что потребитель при фиксированном доходе так выбирает набор x^* , что в этой точке отношения предельных полезностей равны отношениям цен:

$$\frac{\partial u(x)}{\partial x_i} / \frac{\partial u(x)}{\partial x_j} = p_i / p_j, \quad i, j = \overline{1, n}.$$

Если разрешить (4) и (5) относительно x , получим однозначную функцию спроса потребителя

$$x^* = x^*(p, k). \quad (6)$$

Именно $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ - тот набор услуг, приобретенных потребителем с капиталом K за рассматриваемый период, который максимизирует его функцию полезности.

Для иллюстрации полученных теоретических выводов рассмотрим частный вид аддитивной функции полезности, приведенной во введении, при $n=2$:

$$u(x) = u(x_1, x_2) = a_1 \sqrt{x_1} + a_2 \sqrt{x_2},$$

$$a_1 > 0, \quad a_2 > 0.$$

Нетрудно проверить, что эта функция удовлетворяет всем ранее приведенным требованиям, предъявляемым к функциям полезности.

Уравнения (4) и (5) для этой функции имеют вид

$$\begin{cases} p_1 x_1 + p_2 x_2 = k, \\ \frac{a_1}{2\sqrt{x_1}} - \lambda p_1 = 0, \\ \frac{a_2}{\sqrt{x_2}} - \lambda p_2 = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Решение системы (7) не представляет труда. В частности, из второго и третьего уравнений x_2 легко выражается через x_1 (или наоборот), а потом, после его подстановки в первое уравнение, получаем

$$x_1^* = \frac{k \cdot a_1^2 \cdot p_2}{p_1(a_1^2 p_2 + a_2^2 p_1)}, \quad (8)$$

$$x_2^* = \frac{k \cdot a_2^2 \cdot p_1}{p_2(a_1^2 p_2 + a_2^2 p_1)}. \quad (9)$$

Величины (8) и (9) представляют собой компоненты векторной функции спроса $x^*(p, k)$.

Пусть $p_{1=3} = d \cdot e / e \cdot y$, $p_{2=4} = d \cdot e / e \cdot y$, $k = 60d \cdot e$, где $d \cdot e$ и $e \cdot y$ обозначают денежную единицу и единицу услуг соответственно.

Подстановка приведенных числовых значений параметров в (8) и (9) дает

$$x_1^* = 5e \cdot y \quad \text{и} \quad x_2^* = 11,25e \cdot y.$$

Последнее означает, что потребитель получает максимальную полезность, приобретая $x_1^* = 5$ и $x_2^* = 11,25$ условных единиц услуг первого (x_1^*) и второго (x_2^*) видов соответственно.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе мы воспользовались методами теории полезности, с целью построения и исследования моделей поведения потребителя для определения оптимального набора услуг, в случае, когда капитал потребителя за рассматриваемый период ограничен заданным числом. Основываясь на построенной модели, можно провести определённый анализ потребительского рынка.

Благодарность. Отмеченный проект был осуществлен при финансовой поддержке Национального Научного Фонда Грузии (Grant ##GNSF/STO07/3-173). Любая мысль, высказанная в публикации, принадлежит авторам и может не отражать взгляда Национального Научного Фонда Грузии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Handbook on Quality of Service and Network Performance. / ССИТТ. Geneva, 1993.
2. Исследование операций. Т.1. Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. М.: МИР, 1981.

საქართველოს
 მეცნიერებათა
 აკადემიის
 სიმბოლო

3. Robert E. Markland, Shawnee K. Vickery, Robert A. Davis. Operations Management. South-Western College Publishing, 1995.
4. Archibald G.C., Utility, Risk, and Linearity, J. Pol. Econ., 67, 437-450 (1959).
5. Arrow K. J., Aspects of the Theory of Risk-Bearing, Yrjo Jahnssonion Saatio, Helsinki, 1965.
6. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. – М.: Наука, 1984.

შპს 681.3

ზოგიერთი მომსახურების მომხმარებელთა ქცევის მათემატიკური მოდელირება

რ. კაკუბავა,* რ. კუთათელაძე, გ. ფიფია,*** ვ. დიდმანიძე******

*კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი; **ეკონომიკისა და ბიზნესის მართვის დეპარტამენტი; ***მათემატიკის დეპარტამენტი, ****ორგანიზაციული მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

რეზიუმე: განხილულია სარგებლობის სტრუქტურათა ზოგიერთი აქტუალური საკითხი, სახელდობრ, მომხმარებლის მიერ გარკვეული ტიპის მომსახურებათა არჩევის გადაწყვეტილების მიღებანიშნავს მომსახურებათა სივრცეში წერტილის არჩევას. პოსტულირებულია რამდენიმე საწყისი დებულება, რაც სარგებლობის თეორიაში დამკვიდრებულად ითვლება. აგებული და გამოკვლეულია მომხმარებელთა ქცევის მათემატიკური მოდელი. მოცემულია კონკრეტული მაგალითი და მიღებულია რიცხვითი ამონახსნი.

საკვანძო სიტყვები: მათემატიკური მოდელი; მომსახურებათა სივრცე; მომხმარებლის არჩევანი; სარგებლობის ფუნქცია.

UDC 681.3

MATHEMATICAL MODELLING FOR BEHAVIOUR OF SOME SERVICES CONSUMERS

R. Kakubava,* R. Kutateladze, G. Pipia,*** V. Didmanidze******

*Department of Computer Engineering; **Department of Economics and Business Administration; ***Department of Mathematics; **** Department of organizational management, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There are considered some important topics of utility structures. Namely, choosing a type of service by consumer is identical to choosing the concrete point in the choice space. Some initial conventions are postulated, which are widely adopted in the utility theory. The mathematical model for consumers behaviour is constructed and investigated. An illustrative example is considered and explicit numerical expressions are derived.

Key words: mathematical model; services space; consumer choice; utility function.

*შემოსვლის თარიღი 19.06.09
მიღებულია დასაბუჯდად 21.07.09*

ინფორმაცია, მართვის სისტემები

УДК 681.3.06.001.5(043)

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СУТОЧНОГО РЕЖИМА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ГРУЗИИ

Р.Ю. Самхарадзе

Департамент компьютерной инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: rsamkharadze@posta.ge

Резюме: Предложен алгоритм нахождения оптимального суточного режима энергосистемы Грузии. Алгоритм находит оптимальный суточный режим по критерию минимизации расхода топлива на ТЭС (теплоэлектростанции). Критерий состоит из двух компонентов: расхода топлива, вызванного изменением мощностей в соседних часах, и расхода топлива, вызванного изменением состава агрегатов в соседних часах. На основе многочисленных экспериментов установлены вид штрафной функции и числовые значения, составляющие ее элементы, при которых достигается минимум расхода топлива на ТЭС. Данный алгоритм реализован в компоненте вычислений экспертной системы, построенной для управления суточными режимами энергосистемы Грузии.

Ключевые слова: суточный режим энергосистемы; критерии минимизации расхода топлива на ТЭС; оптимизация суточного режима.

1. ВВЕДЕНИЕ

В задачах оптимизации, основанных на методах штрафных функций, основная сложность заключается в выборе вида штрафной функции. При решении задач энергетики, а в частности, управления суточными режимами энергосистем, основная сложность заключается в определении такого вида штрафной функции, при которой достигалась бы максимальная плавность выработки на ТЭС и минимум расхода топлива [1-3]. В статье предлагается одно из решений указанной проблемы.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В статье описывается алгоритм нахождения оптимального суточного режима энергосистемы Грузии. Оптимизация заключается в минимизации расхода топлива на ТЭС. Указанный критерий оптимизируется использованием метода усеченного перебора в сочетании с методом штрафных функций. Данный метод позволяет монотонно улучшать значение целевой функции вида

$$И = И_1 + И_2 + Ш_{j,j} \quad j \in J.$$

Здесь Ш – штрафная функция, $И_1$ и $И_2$ – целевые функции вида

$$И_1 = \sum_{j=1}^J \Pi_j \sum_{t=1}^T (B_{ckj,t} + B_{арпj,t}) \rightarrow \min, t \in T; \quad (1)$$

$$И_2 = \sum_{j=1}^J И_{1j} = \sum_{j=1}^J \Pi_j \sum_t B_{j,t} \rightarrow \min, t \in T. \quad (2)$$

Здесь Π_j – цена топлива на j -ой ТЭС; B_{ckj} – перерасход топлива, вызванный изменением мощностей j -ой ТЭС в соседних интервалах времени t и $t-1$; $B_{арпj}$ – перерасход топлива, вызванный изменением состава агрегатов.

Штрафная функция, используемая для обеспечения плавности выработки ТЭС, имеет вид

$$Ш_{j,t} = \begin{cases} 0, \text{ если } |N_{ТЭСj,t} - N_{ТЭСj,t-1}| \leq \xi_j, \\ Ш_{ckj,t}, \text{ если } \xi_j < |N_{ТЭСj,t} - N_{ТЭСj,t-1}| \wedge R_{j,t} = R_{j,t-1}, \\ Ш_{арпj,t}, \text{ если } R_{j,t} \neq R_{j,t-1}, t \in T, j \in J, \end{cases} \quad (3)$$

где $Ш_{арпj,t}$ – штраф за изменение состава агрегатов j -ой ТЭС, $Ш_{ckj,t}$ – штраф за нарушение плавности выработки на j -ой ТЭС, ξ определяется экспертным путем.

Штраф за изменение состава агрегатов j -ой ТЭС в часе t определяется по формуле

$$Ш_{арпj,t} = \alpha_j, j \in J, \quad (4)$$

где α_j – штрафной коэффициент и выбирается экспертным путем.

Штраф за нарушение плавности выработки на j -ой ТЭС можно определить следующим образом:

$$Ш_{ckj,t} = \alpha_j \left| \frac{N_{ТЭСj,t} - N_{ТЭСj,t-1} - \xi_j}{\Delta N_j - \xi_j} \right|^{n_j}, \quad (5)$$

где n_j – показатель степени и определяется экспертным путем, ΔN_j – диапазон регулирования на j -ой ТЭС при неизменном составе агрегатов и определяется по формуле

$$\Delta N_j = N_{ТЭСj}^{\max} - N_{ТЭСj}^{\min}, j \in J.$$

Выражение (5) было выбрано путем многочисленных экспериментов на ЭВМ с соответствующей экспертной оценкой (расчёты проводились для разнотипных режимов). Целью экспериментов было нахождение таких значений α_j и n_j , при которых достигалась бы максимально возможная плавность выработки на ТЭС. Величины α_j и n_j варьировались в процессе эксперимента. Результаты экспериментов для разнотипных режимов приведены на рис.1 и рис. 2 в виде графика зависимости

$$\Delta N_{2j} = И_{2j}^{\max} - И_{2j}^{\min}, j \in J$$

от α_j и n_j , где $I_{2j}^{исх}$ – исходное значение критерия (1), $I_{2j}^{кон}$ – значение критерия (1) после оптимизации. График, представленный на рис. 1, соответствует режиму, когда ТЭС не имеет исходную плавную выработку, а график, представленный на рис. 2, соответствует режиму, когда ТЭС имеет исходную плавную выработку. Как видно из графиков, при значениях $n_j \geq 5$ значения критерия (1) мало зависят от α_j , т.е. достигается максимально возможная плавность работы ТЭС и суммарный критерий (1) и (2) достигает минимального значения. Расчёты показывают целесообразность выбора α_j в диапазоне 200 ÷ 700. Эксперименты также показали, что чем плавнее исходные графики выработки мощностей ТЭС, тем меньше экономия топлива и наоборот.

Разработанный метод оптимизации является монотонным, т.е. обеспечивается последовательное улучшение компромиссного плана, что очень важно с точки зрения оперативности: ход расчёта может быть приостановлен на любом промежуточном этапе и полученный режим может быть принят в качестве приемлемого решения. Опишем алгоритм, состоящий из нескольких шагов.

1. На первом шаге алгоритма технолог в диалоговом режиме выделяет те ГЭС, которые имеют высокие КПД (90% и больше). После этого, он определяет очередность участия ГЭС в процессе оптимизации. При желании технолог может исключить ГЭС от участия в оптимизации или вообще отказаться от данного шага.

2. Формируется матрица, в которую для i -ой ГЭС, принимающей участие в оптимизации, заносится расход воды, соответствующий номерам составов агрегатов $Q_{i,s}, i \in I, s \in S$. Зависимость мощности от j -ой ГЭС от расхода воды $Q_{i,s}$, соответствующей номерам составов агрегатов, вычисляется по формуле

$$N_{ГЭСi,t} = a_{sh} Q_{i,t}^2 + b_{sh} Q_{i,t} + c_{sh}, s \in S, \quad (6)$$

где a_{sh}, b_{sh}, c_{sh} – коэффициенты полинома для s -го состава агрегатов i -ой ГЭС и h -го напора. Данная матрица будет использована для определения номеров составов агрегатов с помощью расхода воды $Q_{i,s}$.

3. Для каждой ГЭС, принимающей участие в оптимизации, формируется матрица почасового распределения расходов воды $Q_{i,t}, i \in I, t \in T$, и номеров агрегатов $S_i, i \in I$, в соответствии с почасовым распределением мощностей $N_{ГЭСi,t}, i \in I, t \in T$.

4. Формируются матрицы почасового распределения расхода топлива $V_{j,t}, j \in J, t \in T$ и номеров состава агрегатов $r_j, j \in J$ для каждой ТЭС, принимающей участие в оптимизации, в соответствии с почасовым распределением мощностей $N_{ТЭСj,t}, j \in J, t \in T$.

Номер состава агрегатов s_i i -ой ГЭС в часе t определяется по формуле

$$N_{ГЭСi,t}^{min} \leq N_{ГЭСi,t} \leq N_{ГЭСi,t}^{max}, s \in S, i \in I, t \in T.$$

Номер состава агрегатов r_j и расход топлива V_j j -ой ТЭС определяются соответственно по формулам:

$$I_{2j} = (a_r N_{ТЭСj,t}^2 + b_r N_{ТЭСj,t} + c_r) \zeta_j, r \in R, \quad (7)$$

$$N_{ТЭСj,t}^{min} \leq N_{ТЭСj,t} \leq N_{ТЭСj,t}^{max}, r \in R, j \in J, t \in T.$$

5. Формируется матрица почасового распределения штрафной функции $\Pi_{j,t}, j \in J, t \in T$, согласно матрицам почасового распределения мощностей $N_{ТЭСj,t}, j \in J, t \in T$ и номерам составов агрегатов $r_j, j \in J$ j -ой ТЭС. Значения штрафной функции в часе t вычисляются по формулам (1)-(3). Если выполняется условие

$$r_{j,t} \neq r_{j,t-1}, j \in J, t \in T,$$

то штрафная функция вычисляется по формуле (2). В противном случае, проверяется:

$$\xi_j < |N_{ТЭСj,t} - N_{ТЭСj,t-1}|, j \in J, t \in T.$$

Если она выполняется, тогда штрафная функция вычисляется по формуле (3), в противном случае, она принимает нулевое значение.

6. Вычисляются суммарные значения затрат топлива V_j и штрафная функция Π_j за сутки и определяется исходное значение результирующей целевой функции $I_{исх}$. Суммарное значение затрат на топливо за сутки определяется по формуле

$$V_j = \sum_{t=1}^T V_{j,t}, j \in J.$$

Суммарное значение штрафной функции за сутки определяется по формуле

$$\Pi_j = \sum_{t=1}^T (\Pi_{ckj,t} + \Pi_{arpj,t}), j \in J.$$

Исходное значение целевой функции определяется по формуле

$$I_{исх} = V_j + \Pi_j, j \in J.$$

7. Вычисляется среднее квадратическое отклонение почасовых значений мощностей j -ой ТЭС за сутки от ее средней мощности:

$$N_{ТЭСj}^{сред} = \frac{N_{ТЭСj}^{сум}}{T}, j \in J,$$

где

$$N_{ТЭСj}^{сум} = \sum_{t=1}^T N_{ТЭСj,t}, j \in J.$$

Вычисляется исходное значение среднего квадратического отклонения почасовых значений мощностей j -ой ТЭС от ее средней мощности:

$$\sigma_{исх} = \sum_{t=1}^T |N_{ТЭСj,t}^{сред} - N_{ТЭСj,t}|^2, j \in J.$$

чем больше $\sigma_{исх}$, тем лучше плавность выработки на j -ой ТЭС.

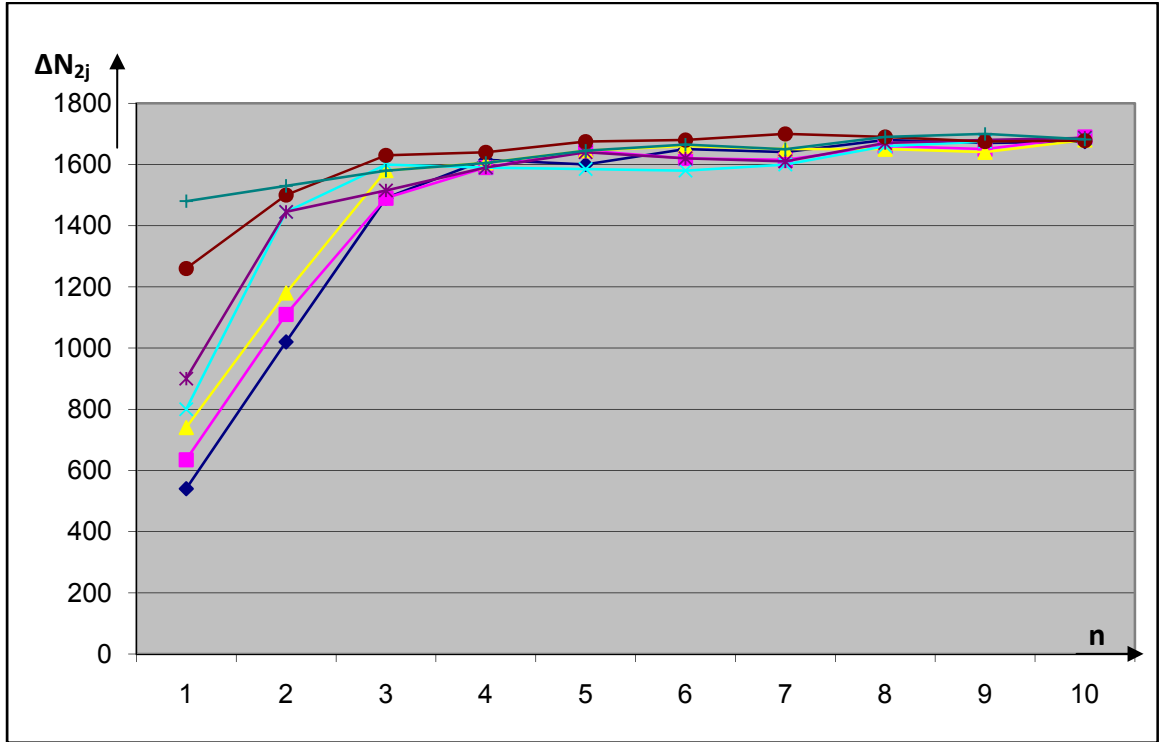


Рис. 1. Экономия топлива на ТЭС, когда она не имеет исходную плавную выработку

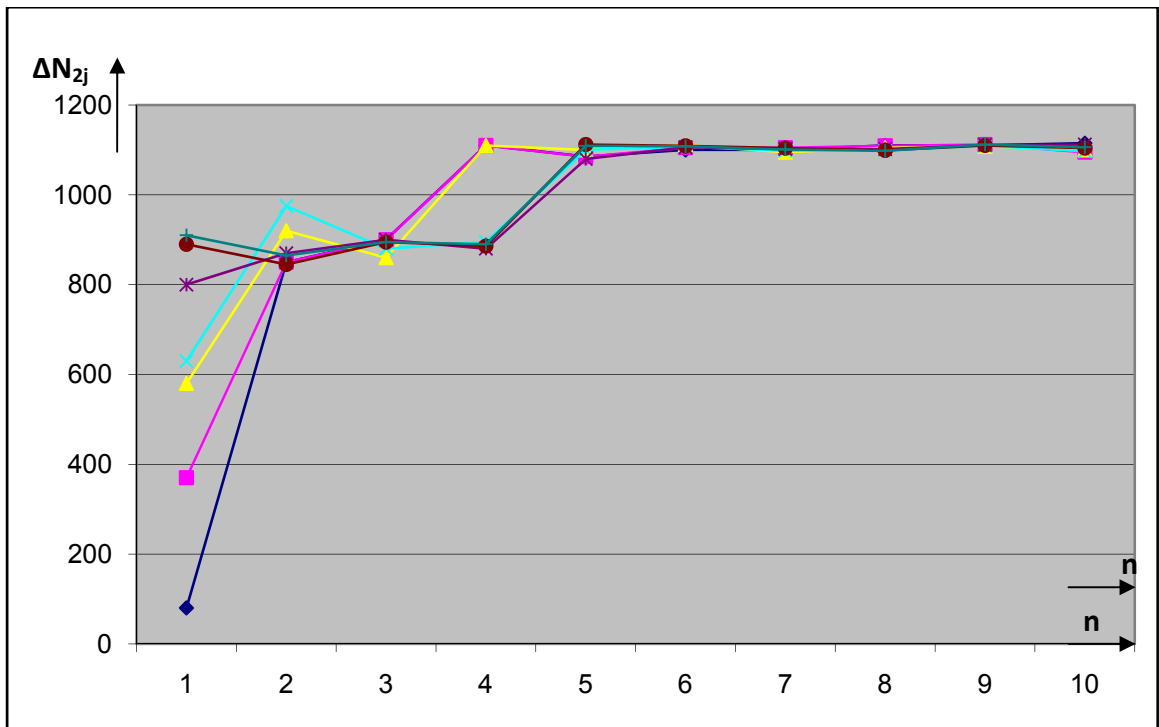


Рис. 2. Экономия топлива на ТЭС, когда она имеет исходную плавную выработку

ინჟინერ-მეცნიერი,
 მანქანების
 სისტემები

8. Осуществляется оптимизация исходного плана, используя матрицы, заполненные на предыдущих этапах. Часы суток группируются попарно t' и t'' , $t' = 1, 2, \dots, 23$, $t'' = 2, 3, \dots, 24$. Всего получается 276 пар часов. Для каждой пары часов выполняются нижеописанные действия.

Выбираются i -ая ГЭС и j -ая ТЭС, принимающие участие в оптимизации. Выбираются первая пара часов и прямое направление шага ΔQ_i , при этом индикатору направления шага присваивается нулевое значение $\Pi^{\text{напр}} = 0$. Это означает, что переменные параметры в часе t' будут иметь приращение со знаком "+", а в часе t'' – со знаком "-". Вычисляется почасовое значение целевой функции по формуле

$$I_t = V_{j,t} + \sum_{j \in J, t \in T} \quad (8)$$

Выбираются соответствующие первой паре часов параметры:

$$N_{ГЭСi,t'}, N_{ГЭСi,t''}, N_{ТЭСj,t'}, N_{ТЭСj,t''}, Q_{i,t'}, Q_{i,t''}, S_{i,t'}, S_{i,t''}, r_{j,t'}, r_{j,t''}.$$

Проверяется выполнение ограничений-неравенств:

$$N_{ТЭСj}^{\min} \leq N_{ТЭСj,t} \leq N_{ТЭСj}^{\max}, j \in J, t \in T, \quad (9)$$

$$N_{ГЭСi,t} = 0 \vee N_{ГЭСi}^{\min} \leq N_{ГЭСi,t} \leq N_{ГЭСi,t}^{\max}, i \in I, t \in T. \quad (10)$$

При их выполнении задается шаг ΔQ_i расхода воды в выбранных часах:

$$\begin{aligned} Q_{i,t'} &= Q_{i,t} + \Delta Q_i, \\ Q_{i,t''} &= Q_{i,t} - \Delta Q_i, \\ i \in I, t', t'' \in T. \end{aligned}$$

Проверяются новые значения $Q_{i,t'}$ и $Q_{i,t''}$ по условию

$$Q_i^{\min} \leq Q_{i,t} \leq Q_i^{\max}, i \in I, t \in T. \quad (11)$$

Если оно удовлетворяется, тогда по новым значениям $Q_{i,t'}$ и $Q_{i,t''}$ корректируются номера состава агрегатов i -ой ГЭС. Номера состава агрегатов корректируются с использованием матрицы $Q_{i,s}$, $i \in I, s \in S$.

При наличии разрыва на i -ой ГЭС шаг ΔQ_i корректируется, т.е. увеличивается до величины, позволяющей обойти зону разрыва. Корректировка шага осуществляется следующим образом. Если выполняется условие

$$Q_{i,t} = 0, i \in I, t \in T,$$

тогда уточняется значение $Q_{i,t}$. Если выполняется условие

$$Q_{i,t} < 2Q_i^{\min}, i \in I, t \in T,$$

тогда при задании шага ΔQ_i , значение параметра $Q_{i,t}$ окажется в зоне разрыва. Чтобы обойти разрыв, необходимо увеличить шаг $\Delta Q_i = Q_{i,t}$.

Если выполняется условие

$$Q_{i,t} \geq Q_i^{\min}, i \in I, t' \in T,$$

тогда уточняется значение $\Delta Q_{i,t}$. Если выполняется условие

$$Q_{i,t} \leq Q_i^{\min} + Q_i, i \in I, t'' \in T, \quad (12)$$

тогда при задании шага ΔQ_i , величина расхода воды $Q_{i,t}$ окажется в зоне разрыва. Чтобы обойти разрыв, необходимо увеличить шаг $\Delta Q_i = Q_{i,t}$. Если условие (12) не выполняется, тогда шаг не корректируется и осуществляется задание шага величинам $Q_{i,t'}$ и $Q_{i,t''}$. После корректировки шага определяются новые значения $Q_{i,t'}$ и $Q_{i,t''}$ и, соответственно, уточняются номера составов агрегатов $s_{i,t'}$ и $s_{i,t''}$. После обхода разрыва, шаг принимает прежнее значение. Определяются мощности i -ой ГЭС $N'_{ГЭСi,t}$ и $N''_{ГЭСi,t}$, соответствующие значениям $Q_{i,t'}$ и $Q_{i,t''}$. Мощность i -ой ГЭС в часе t определяется по формуле (6).

Чтобы не нарушить баланс системы, необходимо изменить мощности j -ой ТЭС. Для этого определяются значения:

$$\begin{aligned} \Delta N' &= N'_{ГЭСi,t} - N_{ГЭСi,t}, t' \in T, i \in I, \\ \Delta N'' &= N_{ГЭСi,t} - N''_{ГЭСi,t}, t'' \in T, i \in I, \end{aligned}$$

и задается шаг:

$$\begin{aligned} \Delta N'_{ТЭСj,t} &= N'_{ТЭСj,t} - \Delta N', t \in T, j \in J, \\ \Delta N''_{ТЭСj,t} &= N_{ТЭСj,t} + \Delta N'', t'' \in T, j \in J. \end{aligned}$$

Проверяются новые значения мощностей $N'_{ТЭСj,t}$ и $N''_{ТЭСj,t}$ j -ой ТЭС согласно условию (9). Если оно выполняется, тогда по формуле (7) вычисляются расходы топлива j -ой ТЭС $V'_{j,t}$ и $V''_{j,t}$, соответствующие новым значениям мощностей $N'_{ТЭСj,t}$ и $N''_{ТЭСj,t}$.

По формулам (3)-(5) определяются значения штрафной функции в часе t для выбранных часов сравнения. Для определения часов сравнения все пары часов разделяются на три группы. В зависимости от того, какой группе принадлежат пары часов, выбираются часы сравнения мощностей и номеров составов агрегатов j -ой ТЭС.

В первую группу входят те пары часов, для которых $t'=1$. Во вторую группу входят те пары часов, для которых $t''=24$. В третью группу входят те пары часов, для которых $t'>1$ и $t''<24$. Для пар часов первой группы часы сравнения определяются следующим образом:

- а. если $t''=2$, тогда t' сравнивается с $t'+1$, а t'' с $t''+1$;
- б. если $t''>2$, тогда t' сравнивается с $t'+1$, а t'' с $t''-1$ и $t''-1$;
- в. если $t''=24$, тогда t' сравнивается с $t'+1$, а t'' с $t''-1$.

Для пар часов второй группы часы сравнения определяются следующим образом:

ა. если $1 < t' < 23$, тогда t' сравнивается с $t'-1$ и $t'+1$, а t'' с $t''-1$;

б. если $t'=23$, тогда t' сравнивается с $t'-1$, а t'' с $t''-1$;

Для пар часов третьей группы часы сравнения определяются следующим образом:

а. если $1 < t' < 24$, $1 < t'' < 24$ и t', t'' - соседние часы, тогда t' сравнивается с $t'-1$ и $t'+1$, а t'' с $t''+1$;

б. если $1 < t' < 24$, $1 < t'' < 24$ и t', t'' - несоседние часы, тогда t' сравнивается с $t'-1$ и $t'+1$, а t'' с $t''+1$ и $t''-1$.

После определения штрафов в каждом часу суток, вычисляется новое почасовое значение целевой функции по формуле (8). Если выполняется условие

$$I_{t+1} < I_t, t \in T,$$

тогда запоминаются новые значения параметров:

$$N'_{ГЭСi,t'}, N''_{ГЭСi,t'}, N'_{ТЭСj,t'}, N''_{ТЭСj,t'}, \\ V'_{j,t'}, V''_{j,t'}, S'_{i,t'}, S''_{i,t'}, r'_{j,t'}, r''_{j,t'}$$

и новое почасовое значение целевой функции становится исходным:

$$I_{t+1} = I_t, t \in T,$$

Таким образом, обеспечивается монотонное убывание значений почасовой целевой функции. После этого опять проверяются ограничения-неравенства (9) и (10) и процесс оптимизации повторяется аналогично вышеописанному до тех пор, пока не будет нарушено одно из следующих условий (9)-(11), (13)-(14):

$$0 \leq s_{i,t} \leq s_i^{\max}, i \in I, t \in T, \quad (13)$$

$$r_j^{\min} \leq r_{j,t} \leq r_j^{\max}, j \in J, t \in T. \quad (14)$$

В случае нарушения одного из этих условий меняется направление шага оптимизации на $-\Delta Q_i$ и признаку направления шага присваивается единица $\Pi^{\text{напр}} = 1$. Перед заданием отрицательного шага выбираются соответствующие данной паре часов исходные параметры. При обратном направлении шага приращения расхода воды будут даваться следующим образом:

$$Q'_{i,t} = Q_{i,t} - \Delta Q_i, i \in I, t' \in T,$$

$$Q''_{i,t} = Q_{i,t} + \Delta Q_i, i \in I, t'' \in T,$$

и процесс оптимизации будет повторяться аналогично вышеописанному. Если при обратном направлении шага будет нарушено одно из вышеперечисленных условий, то происходит запоминание лучших значений параметров:

$$N'_{ГЭСi,t'}, N''_{ГЭСi,t'}, N'_{ТЭСj,t'}, N''_{ТЭСj,t'}, \\ V'_{j,t'}, V''_{j,t'}, S'_{i,t'}, S''_{i,t'}, r'_{j,t'}, r''_{j,t'}$$

т.е. таких, при которых почасовое значение целевой функции I_t имеет минимальное значение. Соответственно, корректируется, согласно новым значениям параметров, штрафная функция $\Psi_{j,t}$. Выбирается сле-

дующая пара часов и повторяется вышеописанный процесс оптимизации исходного плана. Когда все пары часов будут исчерпаны, выбирается следующая ГЭС и повторяется вышеописанный процесс оптимизации. После того как все ГЭС примут участие в оптимизации, выбирается следующая ТЭС и заново повторяется вышеописанный процесс оптимизации. После того как все ТЭС примут участие в оптимизации, вычисляется новое значение целевой функции $I_{\text{кон}}$. Если выполняется условие

$$I_{\text{исх}} - I_{\text{кон}} < \varepsilon, \quad (15)$$

тогда новое значение целевой функции становится исходным:

$$I_{\text{исх}} = I_{\text{кон}}$$

и вышеописанный процесс оптимизации повторяется заново. Здесь ε - малое положительное число и выбирается экспериментальным путем. Таким образом, достигается постепенное убывание значения целевой функции I . Данный этап алгоритма будет выполняться до тех пор, пока не нарушится условие (15), т.е. когда план перестанет улучшаться.

После завершения работы данного этапа выполняется предыдущий этап. Вычисляется конечное значение среднего квадратического отклонения $\sigma_{\text{кон}j}$ мощностей j -ой ТЭС от ее средней мощности. Если выполняется условие

$$\sigma_{\text{кон}j} < \sigma_{\text{исх}j}, j \in J,$$

тогда плавность выработки на ТЭС улучшилась.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложенный в статье алгоритм формирует оптимальный суточный режим энергосистемы Грузии. Режим оптимален по критерию минимизации расхода топлива на ТЭС. Разработанный алгоритм реализован в компоненте вычислений экспертной системы, построенной для управления режимами энергосистемы Грузии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герцволь Л.Б. Оптимизация краткосрочных режимов энергосистем // Сб. научных трудов ВНИИ электроэнергетики - М.: Энергоатомиздат, 1999.
2. Оптимальные режимы работы энергосистем//Сб. науч. тр. ВНИИ электроэнергетики - М.: Энергоатомиздат, 2005.
3. Горнштейн В.М., Мирошниченко Б.П., Пономарев А.В., Тимофеев В.А., Юровский А.Г. Методы оптимизации режимов энергосистем. - М.: Энергоиздат, 2001.
4. Прангишвили А., Самхарадзе Р. Теория построения экспертных систем управления энергосистемами. Тбилиси: Мецниереба, 2002. – 285 с.

0589746830033
 856078015
 6016398300

უპა 681.3.06.001.5(043)

საქართველოს ენერგოსისტემის ოპტიმალური სადღეღამისო რეჟიმის პოვნის ალგორითმი

რ. სამხარაძე

კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

რეზიუმე: მოცემულია საქართველოს ენერგოსისტემის ოპტიმალური სადღეღამისო რეჟიმის პოვნის ალგორითმი. ალგორითმით განისაზღვრება ოპტიმალური სადღეღამისო რეჟიმი, თბოელექტროსადგურზე სათბობის ხარჯის მინიმიზების კრიტერიუმში, რომელიც ორი კომპონენტისაგან შედგება: სათბობის ხარჯი, გამოწვეული თბოსადგურზე მეზობელ საათებში სიმძლავრეების ცვლილებით და სათბობის ხარჯი, გამოწვეული თბოსადგურზე მეზობელ საათებში აგრეგატების შედგენილობის ცვლილებით. მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგენილია საჯარო ფუნქციის სახე და მისი ელემენტების რიცხვითი მნიშვნელობები, რომელთა პირობებში მიიღწევა სათბობის ხარჯის მინიმიზაცია თბოელექტროსადგურზე. ალგორითმი რეალიზებულია საქართველოს ენერგოსისტემის რეჟიმების მართვისთვის აგებული საექსპერტო სისტემის გამოთვლით კომპონენტში.

საკვანძო სიტყვები: ენერგოსისტემის სადღეღამისო რეჟიმი; თბოელექტროსადგურზე სათბობის ხარჯის მინიმიზაციის კრიტერიუმში; ოპტიმალური სადღეღამისო რეჟიმი.

UDC 681.3.06.001.5(043)

ALGORITHM OF FORMING OPTIMAL DAILY REGIME OF GEORGIAN POWER SYSTEM

R. Samkharadze

Department of computer engineering, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is offered the algorithm of forming optimal daily regime of Georgian regional power system. The algorithm finds the optimal regime by criterion of daily regime estimation, such as, minimization of consumption and overexpenditure of fuel on the thermoelectric station. The criterion consists of two components: expenditure of fuel caused by changing power in neighbour hours and expenditure of fuel, caused by changing of composition of aggregates in neighbour hours. On the base of multiple experiments is established kind of fine function and quantity meanings of it elements. The algorithm is realized in the component of computation of the expert system, built for managing the regimes of power system of Georgia.

Key words: daily regime of power system; criterion of minimization of consumption of fuel on thermoelectric station; optimization of adily regime.

*შემოსვლის თარიღი 15.06.09
მიღებულია დასაბუჯდად 21.10.09*

შპს 621

ლობისტიკური სისტემის «ავტომობილის ეკოლოგიური უსაფრთხოება – დიზელის საწვავის თვისებები» მოდელის დამუშავება

ჯ. იოსებიძე, გ. აბრამიშვილი,* თ. აფაქიძე, ლ. ზურაბიშვილი, ნ. დიასამიძე

სატრანსპორტო დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: g.abramishvili@gtu.ge

რეზიუმე: არსებული გამოკვლევების შედეგების საფუძველზე დამყარებულია კონცეპტუალური დამოკიდებულება საავტომობილო დიზელის ძრავების გამონაბოლქვი მანეჟ პროდუქტების რაოდენობასა და დიზელის საწვავის ისეთ მანეჟებლებს შორის, როგორცაა ფრაქციული შედგენილობა, ცეტანური რიცხვი, სიბლანტე, სიმკვრივე, ნაცრიანობა, კოქსვადობა, მჟავიანობა, გოგირდისა და ფაქტობრივი ფისების შემცველობა და სხვა. დადასტურებულია საწვავის ძირითადი მანეჟებლების (50%, 90% და 96%-ის გამოხდის შესაბამისი ტემპერატურები, ცეტანური რიცხვი და ა.შ.) მნიშვნელოვანი გავლენა ავტომობილის აღნიშნულ ეკოლოგიურ მანეჟებლებზე. გამოვლენილ კანონზომიერებათა გათვალისწინებით, დამუშავებულია ავტომობილის ეკოლოგიური უსაფრთხოების მანეჟებლისა და დიზელის საწვავის თვისებების დამოკიდებულების ლოგისტიკური სისტემის მოდელი, რომლის კომპონენტების სიდიდეთა დარეგლამენტება უზრუნველყოფს ავტომობილის ეკოლოგიურობის დაგეგმილი დონის შენარჩუნებას და იძლევა მისი ამაღლების პერსპექტიული გზებისა და ხერხების გამოვლენის შესაძლებლობას.

საკვანძო სიტყვები: ავტომობილის ეკოლოგიური უსაფრთხოება; დიზელის საწვავის მანეჟებლები; ლოგისტიკური სისტემა.

1. შესავალი

საწვავის კუთრი ხარჯი საავტომობილო დიზელის ძრავებში 30–40%-ით ნაკლებია, ვიდრე ბენზინზე მომუშავე (მაგალითად, კარბურატორიან) ძრავებში, რის გამოც დიზელის გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა და მათში შემავალი არასრული წვის ტოქსიკური და კანცეროგენური პროდუქტების ჯამური რაოდენობა შედარებით მცირეა. ცხადია, შესაბამისად მცირდება ატმოსფერული ჰაერის გატუქვიანების ალბათობაც. მიუხედავად ასეთი უპირატესობისა, საავტომობილო დიზელის ძრავები და მათი საწვავები მოითხოვს მუდმივ სრულყოფას, რათა დააკმაყოფილოს, ეკოლოგიური თვალსაზრისით, მათდამი წაყენებული სწრაფად მზარდი მოთხოვნები.

ასეთი მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად დიზელის საწვავებმა, პირველ რიგში, უნდა

უზრუნველყონ მაღალხარისხოვანი მუშა ნარევის წარმოქმნა ძრავას ცილინდრში და მისი მაქსიმალურად სრული წვა, რათა გამონაბოლქვის სახით გარემოში გამოიტყორცნოს რაც შეიძლება ნაკლები რაოდენობის და ნაკლებად მანეჟ ნივთიერებები. ამავე დროს უნდა განაპირობოს კატალიზური ნეიტრალიზატორების ნორმალური მუშაობა და გარემოში, ორთქლისა და გამონაჟონის სახით, მოხვედრის ნაკლები ალბათობა.

2. ძირითადი ნაწილი

ავტომობილის ეკოლოგიურობის ასამაღლებლად საჭიროა ოპტიმალური იყოს საავტომობილო დიზელის საწვავების თვისებების ისეთი მანეჟებლები, როგორცაა ცეტანური რიცხვი, ფრაქციული და ქიმიური შედგენილობა, სიბლანტე, სიმკვრივე, ნაცრიანობა, კოქსვადობა, მჟავიანობა, გოგირდის და ფაქტობრივი ფისების შემცველობა და სხვა (ცხრ. 1, 2).

აღსანიშნავია, რომ წვის საკანში შეფრქვეული საწვავის ჩირაღდანში წვეთების რაოდენობა რამდენიმე მილიონს აღწევს, ხოლო მათი ზომები იცვლება 3–5-დან 100–150 მკმ-მდე ზღვრებში. აღნიშნული წვეთების სიდიდე, მათი შეღწევალობა ცილინდრში არსებულ შეკუმშულ და გაცხელებულ ჰაერში, ასევე აორთქლებადობა დამოკიდებულია საწვავის სიბლანტესა და სიმკვრივეზე (ცხრ. 1, 2). თუ ამ მანეჟებლების სიდიდე საჭიროზე (ნორმაზე) მეტია, მაშინ წარმოიქმნება მსხვილი ნაწილაკები და შეფრქვევისას შექმნილი დიდი კინეტიკური ენერჯის გამო საწვავის ნაწილი მოხვედება წვის კამერის კედლებზე, დროულად არ აორთქლებება და ადგილი ექნება მუშა ნარევის არასრულ წვას, რაც განაპირობებს საწვავის ხარჯის, გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობის და, საბოლოო ანგარიშით, გარემოს გატუქვიანების ზრდას წვის მანეჟ პროდუქტებით (ნახ. 1, ცხრ. 3).

ნორმაზე ნაკლები სიბლანტისა და სიმკვრივის (ცხრ. 1, 2) შემთხვევაში საწვავის გაფრქვევისას წარმოიქმნება მცირე ზომის წვეთები, რომლებიც ღრმად ვერ აღწევს წვის საკანში არსებულ შეკუმშულ ჰაერში, გროვდება ძირითადად ფრქვევანას ახლოს და წარმოქმნის მდიდარ მუშა ნარევის, რაც განაპირობებს ნარევის არასრულ წვას. შესაბამისად, ადგილი ექნება საწვავის ხარჯისა და გამონაბოლქვი აირებში ტოქსიკური კომპონენტების შემცველობის ზრდას.

საზოგადოებრივი მნიშვნელობის ნაშრომია

ცხრილი 1

L-02-62 დიზელის საწვავის თვისებების მაჩვენებლები და მათი ნორმები სსტ 51:2003 მიხედვით

მაჩვენებლები	ნორმები
* ცეტანური რიცხვი, არანაკლებ	45
* ფრაქციული შედგენილობა: 50% გამოიხდება ტემპერატურაზე, °C, არა უმაღლეს	280
96% გამოიხდება (გამოხდის დასასრული) ტემპერატურაზე, °C, არა უმაღლეს	360
* კინემატიკური სიბლანტე 20°C-ზე, მმ²/წმ (სანტისტოქსი)	3,0–6,0
* გამყარების ტემპერატურა, °C, არა უმაღლეს	– 10
* შემღვრევის ტემპერატურა, °C, არა უმაღლეს	– 5
* აფეთქების ტემპერატურა დახურულ ტიგელში, °C, არა უდაბლეს	62
* გოგირდის მასობრივი წილი, %, არა უმეტეს	0,20
* მერკაპტანული გოგირდის მასობრივი წილი, %, არა უმეტეს	0,01
* გოგირდწყალბადის შემცველობა	არა
* გამოცდა სპილენძის ფირფიტაზე	უძლებს
* წყალში ხსნადი მჟავებისა და ტუტეების შემცველობა	არა
* ფაქტიური ფისების კონცენტრაცია, მგ/100 სმ³-ზე, არა უმეტეს	25
* მჟავიანობა, მგ KOH/100 სმ³ საწვავზე, არა უმეტეს	5
* იოდის რიცხვი, გ იოდი/100 გ საწვავზე, არა უმეტეს	5
* ნაცრიანობა, %, არა უმეტეს	0,01
* 10%-იანი ნარჩენის კოქსვადობა, არა უმეტეს	0,20
* ფილტრაციის კოეფიციენტი, არა უმეტეს	3
* მექანიკური მინარეგების შემცველობა	არა
* წყლის შემცველობა	არა
* სიმკვრივე 20°C-ზე, კგ/მ³, არა უმეტეს	860
* ფილტრაციის ზღვრული ტემპერატურა, °C, არა უმაღლეს	-5

* ავტომობილების ეკოლოგიურობაზე გავლენის მქონე მაჩვენებლები

ცხრილი 2

საავტომობილო დიზელის საწვავის თვისებების მაჩვენებლები და მათი ნორმები ГОСТ 305-82-ის მიხედვით

მაჩვენებლები	ნორმები მარკებისათვის		
	ზაფხულის	ზამთრის	არქტიკული
* ცეტანური რიცხვი, არანაკლებ	45	45	45
* ფრაქციული შედგენილობა: 50% გამოიხდება ტემპერატურაზე, °C, არა უმეტეს	280	280	255
96% გამოიხდება (გამოხდის დასასრული) ტემპერატურაზე, °C, არა უმეტეს	360	360	330
* კინემატიკური სიბლანტე 20°C-ზე, მმ²/წმ	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
* გამყარების ტემპერატურა, °C, არა უმაღლეს, კლიმატური ზონებისათვის: ზომიერი	-10	-35	–
ცივი	–	-45	-55
* შემღვრევის ტემპერატურა, °C, არა უმეტეს	-5	-25	–
* ფეთქების ტემპერატურა დახურულ ტიგელში, °C, არანაკლებ	62	40	35
* გოგირდის მასობრივი წილი, °C, არა უმეტეს	0, 20	0, 20	0, 20
* მერკაპტანული გოგირდის მასობრივი წილი, °C, არა უმეტეს	0,01	0,01	0,01
* ფისების ფაქტობრივი შემცველობა, მგ/100სმ³, არა უმეტეს	40	30	31
* მჟავიანობა, მგ KOH/100სმ³, არა უმეტეს	5	5	5
* იოდის რიცხვი, გ/100 გ, არა უმეტეს	6	6	6
* ნაცრიანობა, %, არა უმეტეს	0,01	0,01	0,01
* 10%-იანი ნარჩენის კოქსვადობა, არა უმეტეს	0,20	0,30	0,30
* ფილტრაციის კოეფიციენტი, არა უმეტეს	3	3	3
* სიმკვრივე 20°C-ზე, კგ/მ³, არა უმეტეს	860	840	830

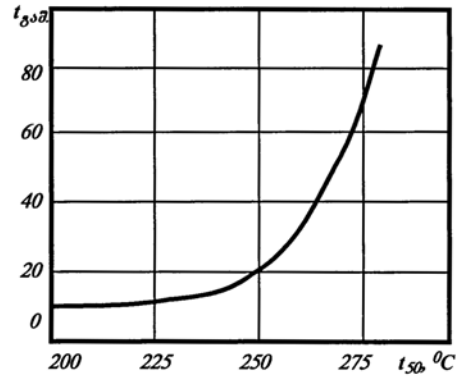
შენიშვნა. მოცემული საწვავებისათვის გოგირდწყალბადის, წყალში ხსნადი მჟავებისა და ტუტეების, მექანიკური მინარეგებისა და წყლის შემცველობა არ დაიშვება. ისინი უძლებენ სპილენძის ფირფიტაზე გამოცდას.

* ავტომობილების ეკოლოგიურობაზე გავლენის მქონე მაჩვენებლები.



ნახ. 1. წვის კამერაში გაფრქვეული ძველი დიზელის საწვავის წვეთების საშუალო დიამეტრის დამოკიდებულება პირობითი სიბლანტეზე (°E)

მომზადების დრო და ძრავას გაშვების ხანგრძლივობა $t_{გაშ}$ (ნახ. 2).



ნახ. 2. ძრავას გაშვების ხანგრძლივობის ($t_{გაშ}$) დამოკიდებულება საწვავის 50%გამოხდის ტემპერატურაზე (t_{50})

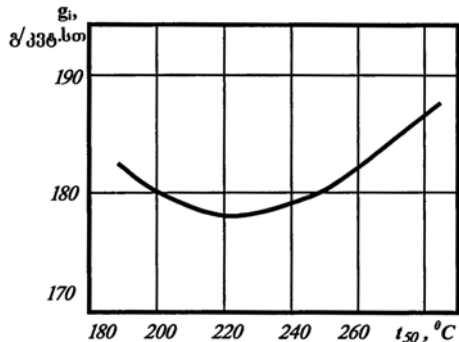
ცხრილი 3

დიზელის საწვავის სიბლანტისა და სიმკვრივის გაელენა საწვავის კუთრი ხარჯისა და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობაზე

კინემატიკური სიბლანტე 20°C-ის დროს, მმ ² /წმ	სიმკვრივე 20°C-ის დროს, კგ/მ ³	საწვავის კუთრი ხარჯი, გ/ცხ.დ.სთ	გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა, პირობითი ერთეულები
7	886	246	77
15	905	250	82
40	923	260	86
65	930	328	96

დღესათვის რუსეთში გავრცელებული დიზელის საწვავების სამი (ზაფხულის, ზამთრის და არქტიკული) მარკისათვის (ГОСТ 305-82-ის მიხედვით) კინემატიკური სიბლანტე 20°C-ის დროს შეადგენს, შესაბამისად, 3,0–6,0; 1,8–3,0; 1,5–4,0 მმ²/წმ-ს, ხოლო სიმკვრივე 20°C-ის დროს 860; 840; 830 კგ/მ³-ს არ უნდა აღემატებოდეს (ცხრ.2).

დიზელის ძრავას ცილინდრში წარმოქმნილი მუშა ნარევის ხარისხზე დიდ გავლენას ახდენს საწვავის ფრაქციული შედგენილობა და ნაჯერი ორთქლის წნევა. უკანასკნელის მახვენებელი არ შედის დიზელის საწვავებისადმი წაყენებულ ოფიციალურ მოთხოვნებში, მაშინ, როცა სავალდებულოა ფრაქციული შედგენილობის ისეთი მახვენებლების ნორმირება, როგორცაა მისი 50%, 90% და 96%-ის გამოხდის (ე.წ. დუდილის დამთავრების) შესაბამისი ტემპერატურის სიდიდეები. ბენზინისაგან განსხვავებით, დიზელის საწვავის გამშვებ თვისებებს გარკვეულწილად ახასიათებს მისი 50% ამოორთქლების შესაბამისი ტემპერატურა $t_{50\%}$. მაგალითად, ძრავას ამუშავებისას საწვავზე, რომლის $t_{50\%} \approx 200-250^{\circ}\text{C}$, მუხლა ლილვის დაბრუნების დრო 9-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე უფრო მძიმე ფრაქციების შემცველ საწვავზე, რომლისთვისაც $t_{50\%} \approx 285^{\circ}\text{C}$ (ნახ.2). $t_{50\%}$ -ის სიდიდის გაზრდის შესაბამისად იზრდება საწვავის ხარჯი და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა (ნახ. 3, ცხრ. 3), რადგან იზრდება მუშა ნარევის



ნახ. 3. საწვავის კუთრი ხარჯის (გ) დამოკიდებულება საწვავის 50% გამოხდის ტემპერატურაზე (t_{50})

მე-4 ცხრილის მონაცემებიდანაც კარგად ჩანს, რომ მსუბუქი ფრაქციული შედგენილობის საწვავი შედარებით სწრაფად ორთქლდება, რაც ამცირებს მუშა ნარევის მომზადების დროს. ამასთან, ორთქლების ინტენსიურობაზე ფრაქციული შედგენილობის გავლენა სჭარბობს ძრავას ცილინდრში შეწოვილი ჰაერის და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის (α) გავლენას.

მძიმე ფრაქციული შედგენილობის საწვავების გამოყენებისას, რომლებისთვისაც, შესაბამისად, მაღალია $t_{90\%}$ და $t_{96\%}$ -ის მნიშვნელობა, საავტომობილო სწრაფსვლიან დიზელებში ვერ ესწრება გაფრქვეული საწვავის წვეთების ნაწილის აორთქლება და დაწვა წვის კამერაში, რაც იწვევს საწვავის ხარჯის და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობის, ასევე ნამწვწარმოქმნის ინტენსიურობის გაზრდას. მაგალითად, სტანდარტულ საწვავთან შედარებით, 30°C-ით მეტი წვის დასასრულის ტემპერატურის ($t_{96\%}$) მქონე საწვავის გამოყენებისას, დიზელის ძრავას საწვავის ხარჯი საშუალოდ 3%-ით იზრდება, ხოლო გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა – 10%-ით. საწვავის თხევადი წვეთები ცილინდრის კედლებიდან იწვევს ზეთის ჩამორეცხვას, რაც განაპი-

საზოგადოებრივი განათლების ცენტრი

რობებს ცვეთის ინტენსიურობის გაზრდასა და ზეთის ხარისხის გაუარესებას. ორივე ეს მოვლენა უარყოფით გავლენას ახდენს ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე (ცვეთის გამო კომპრესიის დაცემა და ფაქტიური კუმშვის ხარისხის შემცირება, წვის საკანში ზეთის მოხვედრის გაადვილება და ა.შ. რაც, საბოლოო ანგარიშით, ხელს უწყობს საწვავის არასრულ წვას).

ცხრილი 4

დიზელის საწვავის ფრაქციული შედგენილობის გავლენა შეფრქვევის დროს მის აორთქლებაზე

მაჩვენებლები	საწვავის ნიმუშები	
	1	2
1. საწვავის ფრაქციული შედგენილობა: გამოსხდის დაწვების ტემპერატურა, °C	140	220
გამოსხდის ტემპერატურა, °C:		
10%-ის	160	240
50%-ის	200	270
90%-ის	240	310
96%-ის	280	340
2. წვის კამერის და ცილინდრის კედლების ტემპერატურა, °C	100	100
3. აორთქლებული საწვავის რაოდენობა, %:		
- როცა ცილინდრში შემავალი ჰაერის ტემპერატურა 50°C-ია და $\alpha = 1,0$,	56	15
$\alpha = 1,7$	70	22
- როცა ცილინდრში შემავალი ჰაერის ტემპერატურა 100°C-ია და $\alpha = 1,0$,	63	17
$\alpha = 1,7$	71	23

დიზელის საწვავების სხვადასხვა მარკის შესაბამისი ზედაპირული დაჭიმულობის, დიფუზიის კოეფიციენტის, აორთქლების ფარული სითბოს, სითბოტევადობის და ზოგიერთ სხვა მაჩვენებლის სიდიდეები ახლოსაა ერთმანეთთან და ამიტომ ამ მაჩვენებლების ცვლილებით ნარეგულარობის პროცესის გაუმჯობესების შესაძლებლობა ფრიად შეზღუდულია.

ცეტანური რიცხვი დიზელის საწვავის თვითაალებადობის მთავარი მაჩვენებელია. იგი განსაზღვრავს დიზელის ძრავას ამუშავების სიადვილეს, მუშაობის სიხისტის ხარისხს, საწვავის ხარჯსა და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობას. თუ მისი სიდიდე ოპტიმალურზე (რომელზეც ძრავაში წნევის ზრდის სინქარე ნორმალურია, ე.ი. არ აღემატება 0,26 მნ/მ²ლ-ს) მეტია, მაშინ ძრავას საწვავის ეკონომიურობა საშუალოდ 0,2–0,3%-ით უარესდება და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა ცეტანური რიცხვის ერთეულზე ხარჯის 1–1,5 ერთეულით იზრდება. ამასთან, თუ ცეტანური რიცხვი 53-დან 38-მდე მცირდება, მაშინ ძრავას გაშვების დრო იზრდება 3-დან 45–50 წამამდე, რაც ასევე განაპირობებს საწვავის ხარჯისა და გამონაბოლქვი აირების ტოქსიურობის გაზრდას.

აღნიშნული ეფექტების არსი შემდეგში მდგომარეობს.

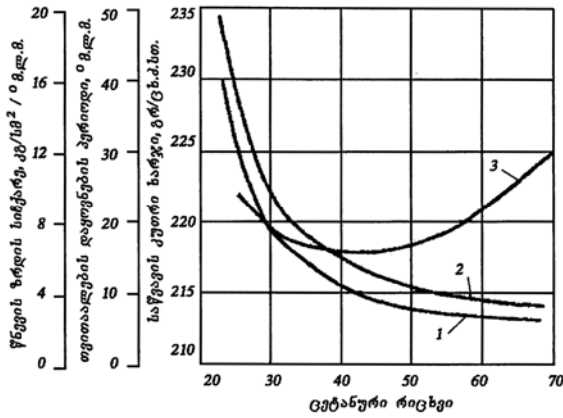
როგორც ცნობილია, ძრავას წვის კამერაში დიზელის საწვავის თვითაალების დაყოვნების პერიოდის სიდიდე უშუალო გავლენას ახდენს წვის პროცესის ხასიათზე – მიმდინარეობის სინქარეზე, სისრულეზე და ა.შ., რაც გამოწვეულია ამ პერიოდში თვითაალებისათვის საწვავის მომზადების განმაპირობებელი ქიმიური პროცესის მიმდინარეობის ხასიათით. რაც უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ეს პროცესი, მით მცირეა საწვავის თვითაალების დაყოვნების პერიოდის ქიმიური შემდგენი რაოდენობა, რომელზეც უშუალო გავლენას ახდენს ცეტანური რიცხვი. რაც შეეხება მის ფიზიკურ შემდგენს – რაოდენობას, როგორც ცნობილია, იგი ხასიათდება დროით, რაც იხარჯება შეფრქვეული საწვავის ჭავლის წვეთებად დაშლაზე, მათ აორთქლებაზე, ჰაერთან შერევაზე. მასზე ძირითად გავლენას ახდენს ძრავას კონსტრუქციის თავისებურება, საწვავის ფრაქციული შედგენილობა, სიბლანტე, სიმკვრივე და არა საწვავის ცეტანური რიცხვი.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, რაც მეტია ცეტანური რიცხვი, მით ნაკლებია საწვავის თვითაალების დაყოვნების პერიოდი, ე.ი. მით ნაკლები რაოდენობის საწვავი აალებება ერთდროულად და წნევის ზრდას უფრო მდოვრე ხასიათი ექნება. მაგრამ თუ ცეტანური რიცხვი ნორმას მნიშვნელოვნად აღემატება და, შესაბამისად, საწვავის აალების დაყოვნების პერიოდი ოპტიმალურზე ბევრად ნაკლებია, მაშინ საწვავი შეიძლება თითქმის შეფრქვევისთანავე აალებს და დანარჩენი უღუფები ფაქტიურად შეიფრქვევა უკვე ნამწვ აირებში, სწრაფად აორთქლდება და ვეღარ მიაღწევს წვის საკნის იმ ნაწილებს, სადაც ჰაერი (ჟანგბადი) ჯერ არაა დახარჯული. ეს შეამცირებს წვის სისრულეს, რაც გამოიწვევს ძრავას სიმძლავრის შემცირებას, საწვავის ხარჯისა და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობისა და ტოქსიურობის გაზრდას. აღნიშნულს ადასტურებს ექსპერიმენტების შედეგები, რომლებიც მოცემულია მე-4 ნახ-ზე.

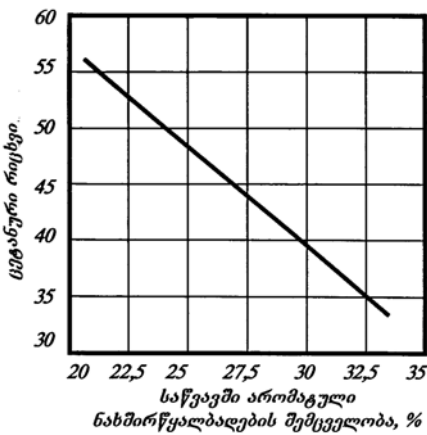
ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ 40-ზე ნაკლები ცეტანური რიცხვის მქონე საწვავების გამოყენება იწვევს ძრავას ხისტ მუშაობას, ხოლო თუ მისი სიდიდე 50-ს აღემატება, მაშინ ადგილი აქვს ძრავას საწვავის ეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის გაუარესებას (ნახ. 4).

რაც უფრო მეტ პარაფინულ და ნაკლებ არომატულ ნახშირწყალბადებს შეიცავს დიზელის საწვავი (ნახ. 5), რაც უფრო მაღალია მათი მოლეკულური მასა და, შესაბამისად, დუდილის ტემპერატურა, მით უფრო დიდია ცეტანური რიცხვის მნიშვნელობა (ნახ. 6). ამასთან, საწვავის დაბალტემპერატურული თვისებების ნებისმიერი ხერხით (დეპარაფინიზაცია, ფრაქციული შედგენილობის შემსუბუქება – დუდილის დამთავრების ტემპერატურის 360-დან 300-320°C-მდე შემცირება და სხვა) გაუმჯობესება, ე.ი. გამყარების ტემპერატურის შემცირება იწვევს ცეტა-

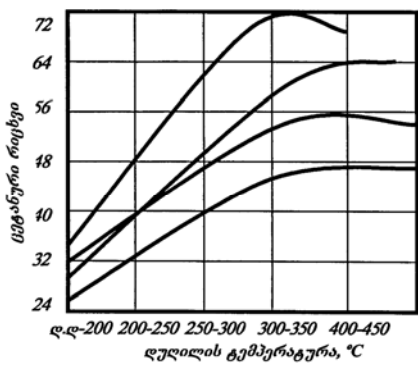
ნური რიცხვის შემცირებას. ასევე უარყოფით გავლენას ახდენს ბენზინის ფრაქციების შემცველობა დიზელის საწვავში.



ნახ. 4. დიზელის საწვავის ცეტანური რიცხვის გავლენა დიზელის ძრავაში საწვავის თეთრალების დაყოვნების პერიოდზე (1), წნევის ზრდის სიჩქარეზე (2), საწვავის კუთრ ხარჯზე (3)



ნახ. 5. ცეტანური რიცხვის დამოკიდებულება დიზელის საწვავში არომატული ნახშირწყალბადების შემცველობაზე



ნახ. 6. ცეტანური რიცხვის დამოკიდებულება დიზელის საწვავის ოთხი ნიმუშის ვიწრო ფრაქციების დუღილის ტემპერატურაზე

რუსეთის სტანდარტ ГОСТ 305-82-ის თანახმად, დიზელის ყველა მარკის საწვავის ცეტანური რიცხვი არ უნდა იყოს 45-ზე ნაკლები, ხოლო გამყარების ტემპერატურა ზაფხულის, ზამთრისა და არქტიკული მარკებისათვის, შესაბამისად, უნდა იყოს არა უმაღლეს -10 , $-35(-45)$ და -55°C -ისა (ცხრ. 2). ევროპული სტანდარტების მიხედვით, ცეტანური რიცხვის ქვედა ზღვარი 48 ერთეულია.

ძრავას წვის კამერაში ნამწვწარმოქმნისადმი დიზელის საწვავის მიდრეკილება (რაც ირიბად ხასიათდება საწვავის ისეთი მაჩვენებლებით, როგორცაა გოგირდის მასობრივი წილი, მერკაპტანული გოგირდის მასობრივი წილი, ფაქტობრივი ფისების შემცველობა და ნაცრიანობა, ასევე ფრაქციული შედგენილობა) მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დიზელის ძრავას საწვავის ეკონომიურობასა და ეკოლოგიურობაზე. ბენზინზე მომუშავე ძრავებისაგან განსხვავებით, დიზელის ძრავაში ნარეწვწარმოქმნაზე და წვის პროცესზე გავლენის თვალსაზრისით ყურადსაღებია, პირველ რიგში, არა ნამწვის ქიმიური ბუნება და გავლენა კუმშვის ხარისხზე, არამედ მისი ფიზიკური დაგროვება ფრქვევანას გამფრქვევზე (რაც იწვევს საწვავის ჩირაღდნის გამრუდებას და გაფრქვევის ხარისხის გაუარესებას) და გამფრქვევის ნემსაზე (რაც იწვევს მის ე.წ. „გამოკიდებას“, ე.ი. თავის ბუდეში არამჭიდროდ ჩაჯდომას და ხელს უწყობს საწვავის გამფრქვევიდან გამოუონებას). ორივე შემთხვევაში ნარეწვწარმოქმნა უარესდება, შედეგად უარესდება წვის პროცესი და კლებულობს წვის სისრულე. შესაბამისად, კლებულობს ძრავას სიმძლავრე, იზრდება საწვავის ხარჯი და გამონაბოლქვ აირებში მავნე კომპონენტების, პირველ რიგში, ჭვარტლის შემცველობა.

ნამწვწარმოქმნისადმი დიზელის საწვავის მიდრეკილება მცირდება მისი ფრაქციული შედგენილობის შემსუბუქებით. მაგალითად, სასაქონლო საწვავები, რომელთა გამოხდის დასრულების ტემპერატურა ($t_{96\%}$) არ აღემატება 360°C -ს და $400-420^{\circ}\text{C}$ -ს, შესაბამისად, წარმოქმნის 245-265 მგ/კგ და 360 მგ/კგ-მდე ნამწვს.

საწვავში გოგირდის შემცველობის გაზრდა არა მარტო ზრდის ნამწვწარმოქმნის ინტენსიურობას (ცხრ. 5), არამედ ამაღლებს ნამწვის სიმკვრივესაც, რამდენადაც მატულობს მისი კონცენტრაცია უშუალოდ ნამწვშიც. მაგალითად, თუ საწვავში გოგირდის შემცველობა გაიზარდა 0,08-დან 1,5%-მდე, შემცველობა ნამწვში მალდება 1-დან 9%-მდე, ნამწვის სიმკვრივე, შესაბამისად, 0,03-დან 0,5 გ/სმ³-მდე.

საზოგადოებრივი მენეჯერებისთვის

დიზელის ძრავაში ნამწვწარმოქმნის ინტენსიურობა მცირდება დიზელის საწვავში არომატული ნახშირწყალბადებისა და ფაქტობრივი ფისების შემცველობის (ნახ. 7), ნაცრიანობისა და კოქსვადობის შემცირებით.

ცხრილი 5

დიზელის საწვავში გოგირდის შემცველობის გავლენა დიზელის ძრავას წვის კამერაში ნამწვწარმოქმნაზე

ძრავა	გამოცდის დრო, სთ	გოგირდის შემცველობა საწვავში, %	წვის კამერაში დაგროვებული ნამწვის რაოდენობა, მგ
„ИТ 9-3“	10	0,18	100
	10	0,80	170
	10	1,20	200
	10	1,40	245
	10	1,60	290

შესაბამისად, თუ აღნიშნული მაჩვენებლების სიდიდეები დადგენილ ნორმებშია, ე.ი. მაგალითად, სსტ 51:2003-ის მიხედვით (ცხრ.1), გოგირდისა და მერკაპტანული გოგირდის მასობრივი წილი არ აღემატება 0,20 და 0,01 %-ს, ფაქტიური ფისებისა – 25 მგ/სმ³-ს, ნაცრიანობა – 0,01%-ს, 10%-იანი ნარჩენის კოქსვადობა კი – 0,20-ს, მაშინ საწვავი უზრუნველყოფს ძრავას მუშაობას ყველა რეჟიმში ნამწვის მცირე წარმოქმნით, რაც, თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს ძრავას საწვავის ეკონომიური და ეკოლოგიური მაჩვენებლების დადგენილ ნორმებში შენარჩუნებას.

დიზელის საწვავის კოროზიული აგრესიულობა გამოიხატება მამჭიდროებელი მასალების, ავზების, კვების სისტემის მილსადენების და აგრეგატების და დგუშ-ცილინდრის წყვილის დეტალების კოროზიულ დაზიანებაში, რაც განაპირობებს მათი ჰერმეტიულობის დარღვევას ან ცვეთის ინტენსიურობის გაზრდას (ცხრ. 6). აღნიშნულის გამო, დიზელის საწვავი შეიძლება გამოაქონოს სახით მოხვედეს გარემოში და გააბინძუროს იგი. მაღალი წნევის ტუმბოს ცვეთა, რაც ამცირებს მის ერთ სელაზე ძრავას წვის კამერაში შეფრქვეული საწვავის რაოდენობას, მისი ჩირაღდნის პარამეტრების (გაფრქვევის სიშორე, წვეთების ზომები) ოპტიმალურობას და ასევე დგუშის საკომპრესიო რგოლების ცვეთა, რაც იწვევს რეალური კუმშვის ხარისხის შემცირებას, განაპირობებს ნარეწვარმოქმნისა და წვის პროცესების გაუარესებას, ამცირებს მუშა ნარევის სრულ წვას. ეს კი გამოიწვევს ძრავას სიმძლავრის (ცხრ. 6), საწვავის ეკონომიურობის შემცირებას და გამონაბოლქვ აირებში მავნე კომპონენტების შემცველობის გაზრდას.

აღსანიშნავია, რომ კოროზიულ აგრესიულობაზე გავლენის მქონე უანგზადოვანი და გოგირდოვანი ნაერთების რაოდენობა დიზელის საწვავში 3÷5-ჯერ მეტია, ვიდრე საავტომობილო ბენზინებში.

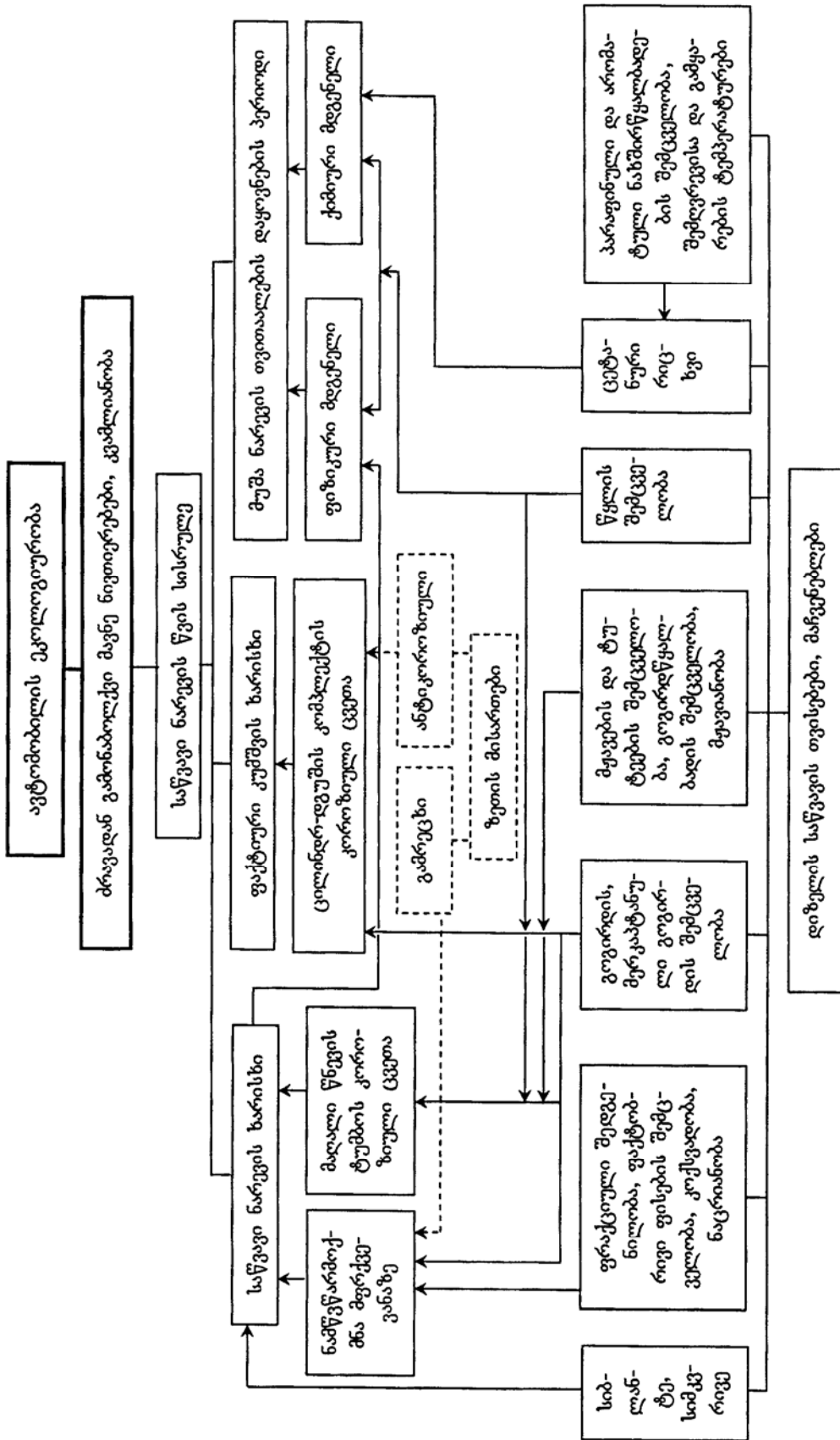
სტანდარტების (ცხრ. 1, 2) თანახმად, დიზელის საწვავის კოროზიული აგრესიულობის მახასიათებლებით ისეთი პარამეტრების დარეგლამენტება ხდება, როგორცაა გოგირდის საერთო შემცველობა, მერკაპტანული გოგირდისა და გოგირდწყალბადის შემცველობა, მჟავიანობა, წყლის შემცველობა, გამოცდა სპილენძის ფირფიტაზე. პირველი ორი მაჩვენებლის დასაშვები სიდიდე ზემოთ იყო ნაჩვენები. რაც შეეხება დანარჩენ მაჩვენებლებს – საწვავი არ უნდა შეიცავდეს გოგირდ-წყალბადს, წყალს, წყალში ხსნად მჟავებსა და ტუტეებს, ასევე უნდა კმაყოფილდებოდეს სპილენძის ფირფიტაზე გამოცდის პირობა, ხოლო მჟავიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 5მგ KOH-ს 100 სმ³ საწვავზე.

სტანდარტების (ცხრ. 1, 2) თანახმად, დიზელის საწვავის კოროზიული აგრესიულობის მახასიათებლებით ისეთი პარამეტრების დარეგლამენტება ხდება, როგორცაა გოგირდის საერთო შემცველობა, მერკაპტანული გოგირდისა და გოგირდწყალბადის შემცველობა, მჟავიანობა, წყლის შემცველობა, გამოცდა სპილენძის ფირფიტაზე. პირველი ორი მაჩვენებლის დასაშვები სიდიდე ზემოთ იყო ნაჩვენები. რაც შეეხება დანარჩენ მაჩვენებლებს – საწვავი არ უნდა შეიცავდეს გოგირდ-წყალბადს, წყალს, წყალში ხსნად მჟავებსა და ტუტეებს, ასევე უნდა კმაყოფილდებოდეს სპილენძის ფირფიტაზე გამოცდის პირობა, ხოლო მჟავიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 5მგ KOH-ს 100 სმ³ საწვავზე.

ცხრილი 6

დიზელის საწვავის მჟავიანობის გავლენა „ЯА3-204“ მარკის ძრავას მაჩვენებლებზე (ცდის ხანგრძლივობა 500 სთ)

მაჩვენებლები	მჟავიანობა, მგ KOH/100 მლ	
	4	5
ყვინთას საშუალო ცვეთა, მმ	0,0015	0,0023
ფრქვევანას მწარმოებლურობის შემცირება ყვინთას ერთ სელაზე საწყისთან შედარებით, %	1,9	15,4
დგუშის პირველი საკომპრესიო რგოლის ცვეთა, მმ	0,03	0,07
ძრავას სიმძლავრის შემცირება, ცხ.ძ.	5	23



ნახ. 7. ლოგისტიკური სისტემის – «ავტომობილების ეკოლოგიურობა – დიზელის საწვავის თვისებები» კონცეპტუალური მოდელი

საზრუნავი
მანქანებისთვის

აღნიშნული მაჩვენებლებიდან, დიზელის საწვავის კოროზიულ აგრესიულობაზე ძირითად გავლენას ახდენს მერკაპტანული გოგირდის შემცველობა. მისი გაზრდით ნორმის (0,01 %) ზემოთ 0,06 %-მდე, კოროზია მატულობს 2-ზე მეტჯერ.

საწვავში წყლის შემცველობა მოქმედებს არა მარტო მის კოროზიულ თვისებებზე, არამედ იწვევს საწვავის თვითააღების დაყოვნების პერიოდის გაზრდას, რაც აუარესებს ძრავას სიმძლავრის, საწვავის ეკონომიურ და ეკოლოგიურ მაჩვენებლებს.

დიზელის საწვავის აღნიშნული მაჩვენებლების დარეგლამენტებასთან ერთად, ზეთებში ანტიკოროზიული დანამატის შეტანა უზრუნველყოფს ძრავას კვების სისტემის და წვის კამერის დეტალების მინიმალურ ცვეთას. ეს კი, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გამოიწვევს ძრავას ეკოლოგიურობის ამაღლებას.

ზემოთ გამოვლენილ კონცეპტუალურ კანონზომიერებათა გათვალისწინებით, დამუშავებულ იქნა დიზელის საწვავის მაჩვენებლებზე ავტომობილების ეკოლოგიურობის დამოკიდებულებათა ლოგისტიკური სისტემის მოდელი (ნახ. 7).

3. დასკვნა

პირველადაა დამუშავებული ლოგისტიკური სისტემის «ავტომობილების ეკოლოგიური უსაფრთხოება - დიზელის საწვავის თვისებები» მოდელი, რაც ავტომობილების ეკოლოგიური უსაფ-

რთხოების დონის მართვის საშუალებას იძლევა დიზელის საწვავის ეკოლოგიურად მნიშვნელოვანი მაჩვენებლების ოპტიმიზაციის გზით.

ლიტერატურა

1. Сафонов А. С., Ушаков А. И., Чечкенов Я. В. Автомобильные топлива: Химмотология. Эксплуатационные свойства. Ассортимент. - СПб.: НППИКЦ, 2002. — 264 с.
2. Данилов А. М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. - Москва: Химия, 1996. - 232 с.
3. Данилов А. М., Емельянов В. Е., Митусова Т. Н. Разработка и производство экологически улучшенных моторных топлив. - Москва: ЦНИИТЭ-нефтехим, 1994. - 53 с.
4. Шатров Е.В., Гербер А.З., Табомен В.В. Резервы снижения токсичности автотранспортных средств // Автомобильный транспорт, №8. Москва, 1992, с.10-12.
5. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Справочник. Под ред. Школьников В.М. Москва: Техинформ, 1999. - 596 с.
6. Чулков П.В., Чулков И.П. Топлива и смазочные материалы: ассортимент, качество, применение, экономия, экология. Москва: Политехника, 1995.- 304 с.
7. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы. Москва: Колосс, 2004.- 200 с.

UDC 621

ELABORATION OF MODEL OF LOGISTICAL SYSTEM "ECOLOGICAL SAFETY OF MOTOR VEHICLES - PROPERTIES OF DIESEL OIL"

J. Iosebidze, G. Abramishvili, T. Apakidze, L. Zurabishvili, N. Diasamidze

Department of transport, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There are determined conceptual dependences between quantity of harmful products exhausted by automotive diesel engines and such indices of diesel oil as fractional compound, cetane number, tenacity, density, coking, acidity, content of sulphur and factual pitches and so on on the basis of results of existing researches. It is confirmed the significant influence of fuel basic indices (corresponding temperatures of 50, 90 and 96% distillation, cetane number and so on) on the mentioned ecological index of motor vehicle. Regarding discovered regularities the model of logistical system of dependences of motor vehicle ecological safety and properties of diesel oil is elaborated, and regulation of quantities of its components will guarantee the reservation of planned level of ecological compatibility as well as gives us a possibility to discover the perspective ways and methods of its increase.

Key words: ecological safety of motor vehicle; indices of diesel oil; logistical system.

УДК 621

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ - СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА»**Иосебидзе Дж.С., Абрамишвили Г.С., Апакидзе Т.М., Зурабишвили Л.А., Диасамидзе Н.Н.**

Транспортный департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: На основе результатов существующих исследований установлены концептуальные зависимости между количеством выхлопных вредных продуктов дизельных двигателей и такими показателями дизельного топлива как фракционный состав, цетановое число, вязкость, плотность, коксуемость, кислотность, содержание серы и фактических смол и др. Подтверждено значительное влияние основных показателей топлива (температуры, соответствующих испарению 50, 90 и 96%, цетановое число и др.) на указанный экологический показатель автомобиля. С учетом выявленных закономерностей разработана модель логистической системы связи показателя экологической безопасности автомобиля и свойств дизельного топлива, регламентирование величин компонентов которых обеспечит сохранение запланированного уровня экологичности автомобиля, а также даст возможность выявления путей и методов ее повышения.

Ключевые слова: экологическая безопасность автомобиля; показатели дизельного топлива; логистическая система.

*შემოსვლის თარიღი 20.07.09
მიღებულია დასაბეჭდად 26.09.09*

შპს 664.71

ხორბლის ფქვილის მიერ წყლის შეკავების უნარის ექსპერიმენტული გამოკვლევა

ე. სადაღაშვილი

მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: etosadagashvili@Gmail.com

სახარისხო მანქანათმშენებლობა

რეზიუმე: ხორბლის ფქვილის პურის ცხობის უნარი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სახამებლის თვისებებზე. კერძოდ, ფქვილის უნარზე – შეკრას წყალი. სამუშაოს მიზანია სახამებლისა და წებოგვარას წყლის შეკავების უნარის შესწავლა. კვლევების შედეგები გვიჩვენებს, რომ ძლიერი ფქვილის შემთხვევაში წყლის შეკავების უნარი განპირობებულია წებოგვარას მიერ წყლის შეკავების ენერგიით. გამოყვანილია ემპირიული ფორმულა, რომელიც გვიჩვენებს პურის პიგროსკოპიული თვისებების დამოკიდებულებას ფქვილში არსებული სახამებლისა და წებოგვარას თავისებურებებზე. დადგენილია, რომ სახამებლისა და წებოგვარას სორბციული თვისებები მნიშვნელოვნად განაპირობებს ფქვილის მიერ წყლის შეკავების უნარსა და მზა პურის ხარისხს.

საკვანძო სიტყვები: სახამებელი; წებოგვარა; ცილა; წყლის შეკავების უნარი; სორბციული თვისებები.

1. შესავალი

ხორბლის პურისა და პურფუნთუშეულის სხვადასხვა ასორტიმენტის დამზადებისას ცომში წყლის შემცველობა 35–40%-იდან 73–75%-მდე იცვლება, ფქვილის მასასთან შეფარდებით. ტენიანობის გადიდება ხელს უწყობს ცომის დამწიფების დაჩქარებას და, შესაბამისად, გავლენას ახდენს პურის ფოროვანი სტრუქტურის ფორმირებაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ პირდაპირი დამოკიდებულება პურის სტრუქტურის ხარისხსა და ცომის ტენიანობას შორის ჯერჯერობით შესწავლილი არაა.

2. ძირითადი ნაწილი

ხორბლის ფქვილის პურის ცხობის უნარი მნიშვნელოვნადაა განსაზღვრული სახამებლის თვისებებით და, კერძოდ, მისი უნარით შეკრას წყალი [1,2,3].

ცომში ტენის მცირე შემცველობის შემთხვევაში (38–42%) პურს აქვს შემცირებული მოცულობა (277–308 სმ³/100გ), მკვრივი, ცუდად გაფხვიერებული რბილობი (0,79–1,07 მმ). აღნიშნული მოვლენა შეიძლება აიხსნას ცილების გაჯირჯვების პროცესებისა და პეპტიზაციის შენელებით,

აგრეთვე საფუარის უჯრედებისა და ფერმენტების დუდილის გამომწვევი აქტივობის შემცირებით, რის შედეგადაც აღარ წარმოიქმნება ნახშირმჟავა აირის საჭირო რაოდენობა.

ცომის ტენიანობის გაზრდა იწვევს დუდილის პროცესის დაჩქარებას, განსაკუთრებით აღსანიშნავია დიდი დიამეტრის ფორების წარმოქმნის სისწირის გადიდება. ცომის 48% ტენიანობამდე გადიდების პირობებში იზრდება ფორიანობა (79%-მდე), კუთრი მოცულობა (350სმ³/100 გ-მდე) და რბილობის კუმშვის დეფორმაცია (დაახლოებით 70–71 ერთეულამდე). ცომის ტენიანობის შემდგომი მომატების პირობებში (50%-მდე) ადგილი აქვს რბილობის ფორიანობისა და პურის კუთრი მოცულობის შემცირებას, რადგან ამ პირობებში ცომის არასაკმარისი სიბლანტისა და დრეკადობის, აგრეთვე ცომის ზედაპირული დაჭიმულობის შემცირების გამო, უარესდება მისი აირდამჭერი უნარი. ეს კი იწვევს ცომის ნამზადის თავისუფალი ზედაპირიდან ნახშირმჟავა აირის დიდი რაოდენობის დაკარგვას.

პურის ცომის სიმტკიცის მახასიათებლები დამოკიდებულია ცომის ტენიანობაზე, მოზელის ხანგრძლივობასა და პლასტიკურ თვისებებზე. ამასთან, ცომის მოზელის ხანგრძლივობის გადიდება განაპირობებს მისგან მოცილებული წებოგვარას რაოდენობის გადიდებას, რის მიხედვითაც შესაძლებელია მსჯელობა ცომის დამწიფებაზე.

პურის ცომის მოზელა ხდება სამფაზიანი დისპერსიული სისტემით: მყარი ფაზის როლს ასრულებს ფქვილის მარცვლების დასველებული ნარჩენები და სახამებლის მარცვლები; დისპერსიული გარემოა პლასტიფიცირებული წებოგვარა; აირის ფაზას წარმოადგენს ცომში ჩართული ჰაერი. მსგავსი სისტემა, ჰომოგენურისაგან განსხვავებით, შეიძლება მტკიცდებოდეს. ასეთი სისტემის სიმტკიცე დამოკიდებულია მყარი ფაზის ნაწილაკების დისპერსიულობის ხარისხზე, მათ კონცენტრაციასა და ურთიერთქმედების ხასიათზე ერთმანეთთან და დისპერსიულ გარემოსთან, აგრეთვე მოზელის ინტენსივობაზე.

ანალიზი ჩატარდა 70%-იანი გამოსავლიანობის ხორბლის ფქვილის ნიმუშებზე, რომლებიც მიღებულია ძლიერი და სუსტი ხორბლების ავტომატურ წისქვილზე დაფქვის შედეგად. მარცვლის ხარისხის მაჩვენებლები წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

მაჩვენებლები	მარცვლის ნიმუშის მაჩვენებლები	
	ბეზოსტაი	ალბიდუმი-43
ნატურა, გ/ლ	875	765
1000 მარცვლის მასა	47,1	38,7
საერთო მინისებრი	76,0	40,0
ტენიანობა, %	12,0	12,2
ნაცრიანობა, %	1,79	1,96
ნედლი წებოვარას შემცველობა	36,0	29,8
წებოვარას ხარისხი	1	11
ცილის შემცველობა	14,6	12,3
სახამებლის შემცველობა, %	68,9	67,3
ალგოგრამის p/L ფარდობა	1,4	0,52
ცომის დეფორმაციის ხვედრითი სამუშაო 10^{-4}	425	101
ფირინგოგრამის მაჩვენებელი: მდგრადობა	9,5	0,75
გათხევალება	35	200
ტენიანობა, %	94	89
კუბადლინჯოთი დაზიანებული მარცვლის შემცველობა	0,8	0,7

მარცვლის ნიმუშები შესამჩნევად განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან ყველა მაჩვენებლის მიხედვით.

ფქვილის შესასწავლი ნიმუშებიდან გამოყოფილ იქნა სახამებელი და წებოვარა, რის შემდეგ განხორციელდა მათი პიგროსკოპიული თვისებების შესწავლა ტენზომეტრული მეთოდით, არაორგანული მარილების ნაჯერი ხსნარების გამოყენებით.

ცხრილი 2

ნიმუში	ცილა	სახამებელი	შაქარი	ლიპიდები	ნაცრიანობა
<i>წებოვარა</i>					
ძლიერი	89,59	6,87	1,68	0,96	0,78
სუსტი	87,34	8,35	1,73	1,27	0,57
<i>ხორბლის სახამებელი</i>					
ძლიერი	0,38	96,70	0,74	0,92	0,47
სუსტი	0,21	97,10	0,89	0,64	0,36

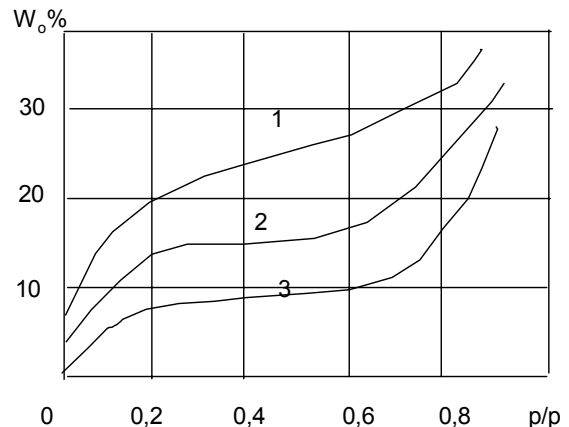
სახამებლის სორბციული თვისებების შესწავლა ხდებოდა 20, 30, 40 და 50°C ტემპერატურებზე. ანალიზისათვის გამოყენებულია მონაცემები [5], 80°C ტემპერატურის პირობებში. წებოვარას სორბციული თვისებები შესწავლილ იქნა 20°C ტემპერატურაზე. სორბციული თვისებების შესწავლის მიზნით როგორც სახამებელი, ასევე წებოვარაც წინასწარ იქნა გაუწყლოებული ლიოფილიზაციის მეთოდით.

წყლის სორბციის მიღებული იზოთერმები ანუ W_c ტენშემცველობის წყლის ორთქლის ატმოსფეროში ფარდობით წნევაზე P/P_0 დამოკი-

დებულების გრაფიკი სახამებლისა და წებოვარასათვის ისეთივეა, როგორც ჩვეულებრივი ჰიდროფილური ბიოპოლიმერებისთვისაა დამახასიათებელი. როგორც აღმოჩნდა, სახამებლის ჰიდროფილურობა როგორც ძლიერი, ასევე სუსტი ხორბლისათვის პრაქტიკულად ერთნაირია. რაც შეეხება წებოვარას, აქ მნიშვნელოვანი განსხვავებაა: ძლიერი წებოვარას ჰიდროფილურობა გაცილებით მეტია სუსტის ჰიდროფილურობაზე. სახამებლის განზოგადებული იზოთერმა (მრუდი 2, ნახ. 1) განლაგებულია ძლიერი (მრუდი 1, ნახ 1) და სუსტი (მრუდი 3, ნახ. 1) ხორბლების იზოთერმებს შორის.

ამგვარად, ხორბლის ფქვილის მიერ წყლის დაჭერის უნარი განპირობებულია წებოვარათი ან სახამებლით იმის მიხედვით, თუ როგორი თვისებები ახასიათებს წებოვარას ცილებს. თუ ხასიათდება ძლიერი თვისებებით, მაშინ სახამებლით წყლის შეკვრა ხდება ნაკლები ხარისხით, ვიდრე წებოვარათი. თუ წებოვარა სუსტია, მაშინ წყლის შეკვრაში განმსაზღვრელ როლს ასრულებს სახამებელი. ფქვილის შედგენილობაში მყოფი დანარჩენი ბიოპოლიმერები უმნიშვნელო როლს ასრულებს წყლის შეკვრაში. წარმოდგენილ მოსაზრებას კარგად ასაბუთებს პურის საშუალო ტენიანობის გაანგარიშება, რომელიც ემყარება იმ წარმოდგენას, რომ პურის ცხობის პროცესის დასასრულს სახამებლისა და წებოვარას ცილების ტენიანობა პიგროსკოპიულობის დონეზეა.

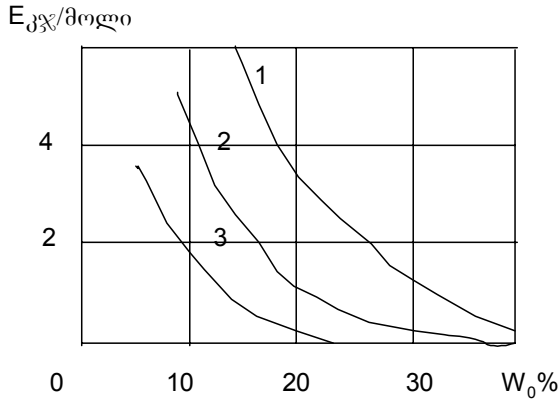
ცნობილია [3,4], რომ სახამებლის პიგროსკოპიული ტენიანობის მნიშვნელობა შეადგენს დაახლოებით 35%, ხოლო წებოვარასი – 70%. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ფქვილის შედგენილობაში შემავალი სახამებლისა და წებოვარას თანაფარდობა 4:1-ია, მაშინ გამოდის, რომ მზა პურის ტენიანობა დაახლოებით 43% უნდა შეადგენდეს. მიღებული მნიშვნელობა შეესაბამება პურის ჩვეულებრივ ტენიანობას და ასაბუთებს წარმოდგენილი მონაცემების სისწორეს.



ნახ. 1. წყლის ორთქლის ატმოსფეროში ფარდობით წნევაზე ტენშემცველობის დამოკიდებულების მრუდები

სახამებლისა და წებოვარის განსხვავება

ფქვილსა და მზა პურში წყალი იმყოფება ბმულ მდგომარეობაში; აღნიშნული კავშირის ძირითად ფორმას წყალბადთან კავშირი წარმოადგენს.



ნახ.2. მოცემულია, როგორ იცვლება წყლის სახამებელსა (მრუდი 2) და წებოგვარასთან (ძლიერთან (მრუდი 1), სუსტთან (მრუდი 3)) E კავშირის ენერგია W_c ტენიანობის გადიდების პროცესში

მრუდები ერთნაირადაა დახრილი და გვიჩვენებს ენერგიის სწრაფ შემცირებას W_c ღერძის გასწვრივ. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ადგილი აქვს $E < 0$ უტოლობას სორბციის იზოთერმის მთელ სიგრძეზე, უშუალოდ ჰიგროსკოპიულობის წერტილამდე. შესაბამისად, სახამებლის და წებოგვარას ცილების მიერ შთანთქმული მთელი წყალი ბმულ წყალს წარმოადგენს.

ძლიერი წებოგვარასათვის წყლის კავშირის ენერგია მეტია, ვიდრე სუსტისა. ცხადია, ეს თავისებურება უშუალო ზეგავლენას ახდენს ფქვილის პურის ცხობის უნარზე. რაც უფრო მაღალია ფქვილის ჰიდროფილურობა, მით მეტი წყლის დაკავშირება შეუძლია მას და რაც უფრო მტკიცე იქნება ეს კავშირი წყალთან, მით უფრო მაღალი იქნება მიღებული პურის ხარისხიც.

ცდების შედეგები გვიჩვენებს აგრეთვე, რომ ძლიერი ფქვილის შემთხვევაში – წყლის შეკავების უნარი განპირობებულია წებოგვარას მიერ წყლის შეკავების ენერგიით, ხოლო სუსტი ფქვილის შემთხვევაში – სახამებლის მიერ.

თუ გავანალიზებთ ტენის დაკავშირების ენერგიის მონაცემებს სახამებელში, წებოგვარაში, ფქვილში, მარცვალსა და პურში ვნახავთ, რომ მათი დამოკიდებულება გარემომცველ ატმოსფეროში წყლის ორთქლის ფარდობითი შემცველობაზე შეიძლება აღიწეროს გაერთიანებული გრაფიკით.

მიღებული ცდების შედეგების მათემატიკური დამუშავებით გამოყვანილია ემპირიული ფორმულა:

$$\lg E = 0,875 - 1,28P / P_0,$$

სადაც P/P_0 ატმოსფეროში წყლის ორთქლის ფარდობითი წნევაა.

მიღებული ფორმულა გვიჩვენებს, რომ მარცვლის, ფქვილის და პურის ჰიგროსკოპიული თვისებები მნიშვნელოვნადაა განპირობებული წყალთან ისეთი ძირითადი კომპონენტების კავშირის თავისებურებით, როგორცაა სახამებელი და წებოგვარას ცილები.

3. დასკვნა

სორბლის სახამებლისა და წებოგვარას სორბციული თვისებები მნიშვნელოვნად განაპირობებს ფქვილის მიერ წყლის შეკავების უნარს და მზა პურის ხარისხს.

ლიტერატურა

1. Poinot, P. / Arvisenet, G. / Grua-Priol, J. / Fillonneau, C. / Prost, C. , Food Research International, 42 (5), p.717-726, Jun 2009
2. Decock, P. / Cappelle, S. , Trends in Food Science & Technology, 16 (1), p.113-120, Jan 2005
3. Räsänen, Leena , Scandinavian Journal of Food & Nutrition, 51 (3), p.91-99, Sep 2007
doi:10.1080/17482970701652245
4. Curic, D. / Novotni, D. / Skevin, D. / Rosell, C.M. / Collar, C. / Le Bail, A. / Colic-Baric, I. / Gabric, D. , Food Research International, 41 (7), p.714-719, Aug 2008
5. ა. თარხნიშვილი. კვების პროდუქტების ზოგადი ტექნოლოგია. თბილისი: განათლება, 1982. – 691 გვ.
6. Ауерман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. М.: Пищевая пром-сть, 1972. - 512 с.
7. Чижова К.Н., Шкваркина Т. И., Маслов И. Н., Заглодина Ф. И. Технохимический контроль хлебопекарного производства. М.: Пищевая пром-сть, 1975. - 480 с.
8. თ. მეგრელიძე თ. ენუქიძე ე. სადალაშვილი. ნამცხვრის ცომის და მზა ნაწარმის თბოფიზიკური მახასიათებლების ექსპერიმენტული კვლევა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქუთაისის სამეცნიერო ცენტრის შრომები, XVI გამოშვება, 2006.
9. თ. მეგრელიძე, ე. სადალაშვილი. სოიოს ფქვილის გამოყენება პურის ცხობისას. თბილისი: მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №7-9, 2005.

სახამებლისა და წებოგვარას მონაცემების შედგენა

UDC 664.71

EXPERIMENTAL RESEARCH OF WATER DETAINING SKILL OF WHEAT FLOUR

E. Sadagashvili

Department of mechanical engineering, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: The skill of bread baking for wheat flour importantly depends on the starch features, privately on the flour skill – water detaining. The work objective was to study the water detaining skill of starch and gluey. The research results show, that in case of strong flour, water detaining skill is conditioned by the gluey detaining energy of water. The empirical formula is made up, which shows the dependence of hygroscopic features of bread from the starch and gluey features, existing in the flour. There is determined, that sorption properties of starch and gluey importantly condition detaining skill of the flour and ready-made bread quality.

Key words: Starch; gluey; albumen; water detaining skill; sorption properties.

УДК 664.71

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Садагашвили Э.З.

Департамент машиностроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Для пшеничной муки хлебопекарные достоинства в значительной степени определяются качеством крахмала, в частности, способностью муки связывать воду. Целью работы являлось изучение водоудерживающей способности крахмала и клейковины. Результаты исследований показывают, что в случае сильной муки водоудерживающая способность определяется энергией связи воды клейковиной, а в случае слабой муки - энергией связи воды крахмалом. Выведена эмпирическая формула, которая показывает зависимость гигроскопических свойств хлеба от особенностей крахмала и клейковины муки. Установлено, что сорбционные свойства крахмала и клейковины имеют определяющее значение для водоудерживающей способности муки и качества хлеба.

Ключевые слова: крахмал; клейковина; белки; водоудерживающая способность; сорбционные свойства.

*შემოსვლის თარიღი 17.06.09
მიღებულია დასაბეჭდად 20.07.09*

უპა 663.952.1

კვების ზოგიერთი პროდუქტიდან წყლის გამოყინვის პროცესის მქსპერიმენტული კვლევა

თ. მეგრელიძე*, ე. სადაღაშვილი, გ. გუგულაშვილი

მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: etosadagashvili@posta.ge

საზოგადოებრივი მანქანათმშენებლობა

რეზიუმე: ბიოლოგიური სისტემების გაყინვის პროცესი განსხვავდება ფიზიკური ხსნარების გაყინვის პროცესისაგან. ეს იმით აიხსნება, რომ გაყინვის პროცესში ბიოლოგიურ ორგანიზმებში ჯერ კიდევ მიმდინარეობს ბიოლოგიური პროცესები. ამიტომ ფიზიკურ ხსნარებში მიმდინარე პროცესებთან ერთად ადგილი აქვს ქსოვილების სტრუქტურის რღვევას და ბიოლოგიური პროცესების დამუხრუჭებას. კვების ზოგიერთი პროდუქტის გაყინვის პროცესის შესწავლის მიზნით ექსპერიმენტები ჩატარდა კავკასიური ცხვრისა და ბატკნის ხორცზე. კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული პროდუქტების გაყინვის პროცესში გამოყინული წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია არა გაყინვის პროცესის ხანგრძლივობაზე, არამედ პროდუქტის საბოლოო ტემპერატურაზე. -30°C ტემპერატურის დროს თავისუფალი წყალი პრაქტიკულად სრულად არის გამოყინული პროდუქტიდან, თუმცა მასში ასევე სრულადაა დარჩენილი ჰიდრატაციული ანუ ბმული წყალი.

საკვანძო სიტყვები: ბიოლოგიური სისტემა; გაყინვის პროცესი; სტრუქტურული ცვლილება; დამუხრუჭება; გამოყინვა.

1. შესავალი

ცნობილია, რომ ბიოლოგიური სისტემის გაყინვის პროცესი განსხვავდება ფიზიკური ხსნარების გაყინვის პროცესისაგან. ეს იმით აიხსნება, რომ გაყინვის პროცესში ბიოლოგიურ ორგანიზმებში ჯერ კიდევ მიმდინარეობს ბიოლოგიური პროცესები. ამიტომ ფიზიკურ ხსნარებში მიმდინარე პროცესებთან ერთად ადგილი აქვს ქსოვილების სტრუქტურის რღვევას და ბიოლოგიური პროცესების დამუხრუჭებას.

ამასთანავე, ბიოლოგიური სისტემებისათვის კრიოსკოპიული ტემპერატურა არ წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს. იგი დამოკიდებულია უჯრედული წველის კონცენტრაციაზე. ერთი და იმავე სახეობის ბიოლოგიური ქსოვილისთვისაც კი დამახასიათებელია სხვადასხვა სიდიდის კრიოსკოპიული ტემპერატურები. უფრო მეტიც, შეიძლება ითქვას, რომ ერთი და იგივე ბიოლოგიური სისტემისთვისაც არ რჩება მუდმივი კრიოსკოპიული ტემპერატურა. რაც უფრო მეტი წყლის გამოყინვა მიმდინარეობს რთული ბი-

ოლოგიური სისტემის უჯრედებში და რაც უფრო იზრდება მისი უჯრედშორისი წველის კონცენტრაცია, მით უფრო მეტად მცირდება ამ ბიოლოგიური სისტემის კრიოსკოპიული ტემპერატურა. ამ თვალსაზრისით, კრისტალიზაციის პროცესის დაწყების ტემპერატურას შეიძლება ეწოდოს საწყისი კრიოსკოპიული ტემპერატურა.

დამახასიათებელია, რომ ცოცხალი ქსოვილების გაყინვის შემთხვევაში კრიოსკოპიული ტემპერატურა უფრო დაბალია, ვიდრე მკვდარი ქსოვილების ან გამოწნეხილი წველის გაყინვის შემთხვევაში.

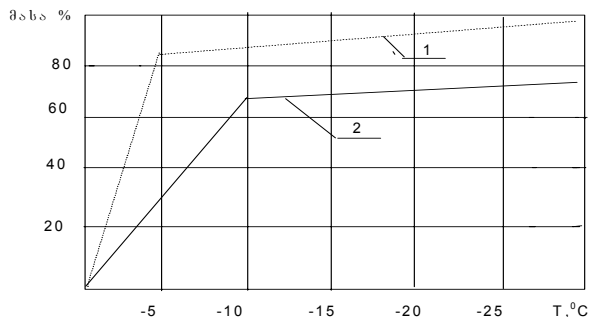
2. ძირითადი ნაწილი

ბიოლოგიურ ქსოვილებში შემაჯავლი წყალი შეიძლება იყოს თავისუფალი, ქსოვილის სტრუქტურასთან ირიბად დაკავშირებული და ჰიდრატაციული ანუ ბმული. თავისუფალი წყალი იმყოფება ქსოვილის უჯრედშორის არეში და გამხსნელის როლს ასრულებს პროდუქტში შემაჯავლი ორგანული ნაერთებისა და მინერალური ნივთიერებებისათვის. ეს თავისუფალი წყალი ადვილად გამოიყოფა პროდუქტიდან გაყინვის პროცესში. პროდუქტის შედგენილობაში მყოფი წყლის დიდი რაოდენობა დაკავშირებულია ქსოვილის სტრუქტურის სივრცულ ბადესთან, წყალბადის კავშირებით და ელექტროსტატიკური ძალებით. ჰიდრატაციული წყალი კი მჭიდროდაა დაკავშირებული ცილებისა და პოლისაქარიდების იონებსა და პოლარულ ჯგუფებთან. გაყინვის პროცესში ეს წყალი ფაზურ გარდაქმნებში არ მონაწილეობს. აღსორბციული ძალების ზეგავლენით ადგილი აქვს მისი თვისებების ცვლილებას: იზრდება ხვედრითი მასა, მცირდება ორთქლის პარციალური წნევა, იცვლება კუთრი სითბოტევადობისა და დიელექტრიკული შეღწევადობის მნიშვნელობები.

კვების ზოგიერთი პროდუქტის გაყინვის პროცესის შესწავლის მიზნით ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტები კავკასიური ცხვრისა და ბატკნის ხორცზე. აღნიშნული პროდუქტებიდან წყლის გამოყინვის შესასწავლად გამოყენებულ იქნა კალორიმეტრიული მეთოდი. ამისათვის პროდუქტის ნიმუშებს წყლის სხვადასხვა შემცველობით ვყინავდით და ვაკვირდებოდით მათი კუთრი სითბოტევადობის ცვლილებას 10°C -დან -30°C -მდე ტემპერატურულ ინტერვალში.

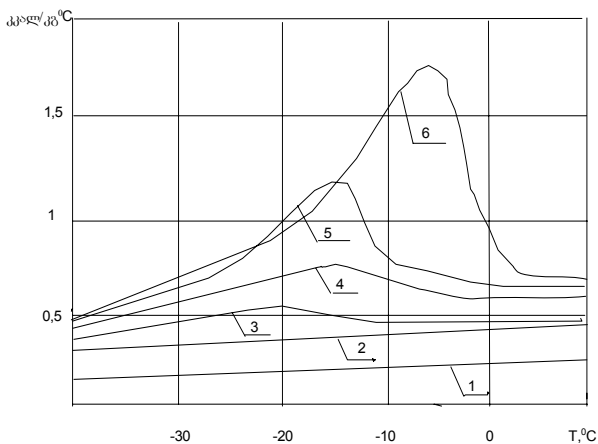
ჩატარებულ ექსპერიმენტების შედეგები წარმოდგენილია 1-ლ და მე-2 ნახ-ზე. გამოყინული

წყლის რაოდენობის გაყინვის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ გამოყინული წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია არა გაყინვის პროცესის ხანგრძლივობაზე, არამედ პროდუქტის საბოლოო ტემპერატურაზე (ნახ. 1).



ნახ. 1. გამოყინული წყლის რაოდენობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე: 1 – კავკასიური ცხვრის ხორცში; 2 – ბატნის ხორცში

წყლის სხვადასხვა შემცველობის პირობებში ცხვრის ხორცის კუთრი სითბოტევადობის გაყინვის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკიდან (ნახ. 2) ჩანს, რომ წყლის მცირე შემცველობის (20 %-ზე ნაკლები) შემთხვევაში კუთრი სითბოტევადობის ცვლილებას სწორხაზოვანი ხასიათი აქვს. პროდუქტებში წყლის შემცველობის გადიდების (20 %-ზე ზემოთ) შემთხვევაში, ტემპერატურათა შესწავლილ დიაპაზონში, კუთრი სითბოტევადობის ცვლილებას დამახასიათებელი მწვერვალი აქვს. ამასთან, რაც უფრო მეტია პროდუქტის ნიმუშში წყლის შემცველობა, მით უფრო მაღალია კუთრი სითბოტევადობის პიკური მნიშვნელობა.



ნახ. 2. კავკასიური ცხვრის ხორცის კუთრი სითბოტევადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე, წყლის სხვადასხვა შემცველობის პირობებში: 1-5,6%; 2-17,4%; 3-22,4%; 4-26,1%; 5-30,4%; 6-35,5%

3. დასკვნა

როგორც ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, ტემპერატურათა შესწავლილ დიაპაზონში კავკასიური ცხვრისა და ბატნის ხორცის გაყინვის პროცესში გამოყინული წყლის რაოდენობა დამოკიდებულია არა გაყინვის პროცესის ხანგრძლივობაზე, არამედ პროდუქტის საბოლოო ტემპერატურაზე. ამასთან, წყლის მაღალი შემცველობის შემთხვევაში, ხორცის კუთრი სითბოტევადობის ცვლილებას დამახასიათებელი პიკური მნიშვნელობა აქვს, ხოლო წყლის დაბალი შემცველობის შემთხვევაში კუთრი სითბოტევადობა პრაქტიკულად სწორხაზოვნად იცვლება. -30°C ტემპერატურის დროს თავისუფალი წყალი პრაქტიკულად სრულად არის გამოყინული პროდუქტიდან, თუმცა მასში ასევე სრულადაა დარჩენილი ჰიდრატაციული ანუ ბმული წყალი.

ლიტერატურა

1. Бурмакин А.Г., Лазунова А.С., Резникова Ф.Н. Технология замороженных продуктов. М.: Пищевая промышленность. 1964. – 245 с.
2. Чижев Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1972. – 295 с.
3. Бурмакин А.Г. Справочник по производству замороженных продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1970. – 324 с.
4. თ. მეგრელიძე, ზ. ჯაფარიძე, გ. ბერუაშვილი, ი. ფონხიძე, გ. გოლეთიანი, გ. კვირიკაშვილი, ა. ტეფნაძე, გ. გუგულაშვილი. მაცივარი მანქანების თბური გაანგარიშება. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2007. – 97 გვ.
5. Рой Дж. Доссат. Основы холодильной техники. Перевод с английского М.Б.Розенберга. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 519 с.
6. Постольски Я., Груда. 3. Замораживание пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1978.– 607 с.
7. The Accelerated Freezing – Drying (AFD) Method of Foods Preservation. London, 1981, s. 98 – 108.
8. Thomson I. S., Fox I. B. The Effect of Water and temperature on the Deterioration of Freese-dried Beef During Storage. - Food Technology. Vol 16, N 6, 1982. t. 131.
9. Stein I., Klempova T. Kinetika enrymatickych react; Lyophilisovanych potravinaet. Bulletin ustredneho vyskumneho ustiku pitrovinarskeho prrumysly poboska. Bratislava, N3, 1987, s. 1-7.

საზღვარგარეთი მანქანათმშენებლობა

UDC 663.952.1

EXPERIMENTAL STUDY OF WATER-FREEZING PROCESS FROM SOME FOOD-PRODUCTS**T. Megrelidze, E. Sadagashvili, G. Gugulashvili**

Address., Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: The biological systems freezing process is different from physical solutions freezing process. It is explained with it, that in time of freezing process in biological organisms it is still going the biological process. For this, with the processes in physical solutions, in biological organisms we have the tissues structure destruction and biological processes braking.

For study some food products freezing process, there was carried out the experimental research of Caucasian mutton and lamb. The experimental results show, that in this products freezing process protruding ice quantity is not depended from freezing process continuance. It is depended only on products final temperature. In water high quantity cases the mutton warmth capacity has a characteristic peak importance, but in water insignificant quantity cases its warmth capacity is rectilinear. On the -30° temperature the free water is practically complete frozen from product though hydrational water is complete remained.

Key words: biological system; freezing process; structure destruction; braking freezing.

УДК 663.952.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ВЫМОРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ИЗ НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**Мегрелидзе Т.И., Садагашвили Э.З., Гугулашвили Г.Л.**

Департамент машиностроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Процесс замораживания биологических систем отличается от процесса замораживания физических растворов. Это объясняется тем, что в биологических организмах в процессе замораживания все еще протекают биологические процессы. Поэтому наряду с процессами, происходящими в физических растворах, дополнительно имеет место разрушение структуры тканей и торможение биологических процессов.

С целью изучения процесса замораживания некоторых пищевых продуктов были проведены экспериментальные исследования на кавказскую баранину и ягнятину. Результаты проведенных исследований показывают, что в процессе замораживания указанных продуктов количество вымороженной воды зависит не от продолжительности замораживания, а от конечной температуры продукта. При высоком содержании воды изменение удельной теплоемкости мяса имеет характерный пик, а при низком содержании воды изменение носит практически линейный характер. При температуре -30°C свободная вода практически полностью выморожена, однако в нем также полностью сохранена гидратационная вода.

Ключевые слова: биологическая система; процесс замораживания; структурные изменения; торможение; вымораживание.

*შემოსვლის თარიღი 25.03.09
მიღებულია დასაბუჯდად 08.07.09*

УДК 621.9

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА И БОЛЬШОЙ ГЛУБИНЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ВОЛЬФРАМА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ПРОШИВКИ**М. Н. Амиридзе**

Департамент машиностроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: m.amiridze@mail.ru

Резюме: Целью данной работы была разработка технологического процесса получения отверстий малого диаметра и большой глубины в деталях из монокристаллов вольфрама. При исследовании одной из основных задач данной работы было построение математической модели объекта с помощью планирования эксперимента. На основе проведенных исследований установлено, что наибольшее положительное влияние на глубину прошиваемого отверстия и производительность обработки имеют частота колебаний электрода, далее следуют частота импульсов и подача электрода.

Ключевые слова: отверстие; формирование, монокристалл; электроискровая прошивка; математическая модель.

1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие ряда отраслей промышленности (электротехнической, электронной, ракетно-космической, атомной энергетики и др.) связано с созданием энергоустановок и приборов с рабочей температурой до 3270 К, что вызывает необходимость использовать в качестве конструкционных материалов тугоплавкие металлы и сплавы на основе вольфрама, молибдена, ниобия, тантала, ванадия.

Уникальные физические свойства монокристаллов тугоплавких металлов, разработка и освоение промышленных способов получения заготовок из них, обусловили широкое применение названных материалов для указанных выше целей. Характерными деталями являются аноды и катоды источников тока, нагреватели вакуумных печей, выхлопные сопла и детали активной зоны реакторов, монокристаллические лопатки паровых турбин, а также аналогичные им детали, к точности обработки и качеству поверхности которых предъявляют повышенные требования [2, 3].

В то же время освоение новых монокристаллических конструкционных материалов лимитируется рядом

причин, одной из которых является сложность обработки этих материалов резанием, которое в большинстве случаев известно, как наиболее производительный способ размерной обработки [1]. В таких случаях эффективно использовать электро-физико-химические методы размерной обработки, производительность которых практически не зависит от твердости и вязкости обрабатываемого материала. К преимуществам этих методов размерной обработки следует отнести и возможность осуществления обработки без силового воздействия на заготовку, возможность копирования инструмента сложной формы, легкость автоматизации процесса обработки, возможность многостаночного обслуживания и др.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью данной работы была разработка технологического процесса получения отверстий малого диаметра и большой глубины ($l/d = 20 \div 40$) в деталях из монокристаллов вольфрама.

При исследовании сложного процесса, на который воздействует большое число факторов, обычно неизвестно, какие из них являются доминирующими. Степень влияния факторов весьма различна и лишь небольшое число из них оказывает существенное влияние. Поэтому одной из основных задач данной работы было построение математической модели объекта с помощью планирования эксперимента.

В производственных условиях часто нельзя экспериментально определить рациональные условия обработки новых материалов до их запуска в производство. Между тем, бывает необходимо заранее, хотя бы в первом приближении, оценить или рассчитать рациональные условия и время обработки деталей, которые должны быть изготовлены из новых материалов. Требуемые приближенные данные о рациональных условиях обработки новых материалов могут быть определены путем сравнительной оценки

по имеющимся данным об обрабатываемости ранее исследованных материалов, а также расчетным путем.

Данные по обрабатываемости резанием вольфрама в поли- и монокристаллическом состояниях немногочисленны. Основные трудности при обработке резанием вольфрама, очевидно, заключаются в высокой интенсивности износа режущего инструмента и дефектах поверхностного слоя в виде сколов и трещин.

Методы обработки отверстий малых размеров многообразны. В зависимости от свойств материала деталей, формы и размеров отверстий применяют различные механические, электрофизические и электрохимические методы их получения. Например, в деталях из материалов, поддающихся обработке резанием стальным и твердосплавным инструментом, производится сверление, зенкерование, развертывание и др. Получение отверстий в заготовках из материалов с высокой твердостью и хрупкостью (напр., стекло, керамика, синтетические камни) производится алмазным сверлением.

Многочисленные электрофизические и электрохимические методы обработки материалов значительно расширили технологические возможности производства.

Основные преимущества электрофизических методов обработки материалов: независимость производительности процесса обработки от твердости и вязкости обрабатываемого материала, возможность копирования инструмента сложной формы по всей поверхности заготовки при простом поступательном движении инструмента, возможность обработки без силового воздействия на заготовку, легкость автоматизации процесса обработки.

Для получения отверстий малых размеров по объему использования в производстве на первом месте после мехобработки находится электроискровая обработка.

Производительность электроискровой обработки зависит от большого количества факторов. Так, согласно практике, производительность зависит от частоты, длительности, энергии и напряжения импульсов, подачи электродов и др. В качестве примера на рис. 1 представлен график производительности обработки от режимов обработки заготовки из монокрибида вольфрама

рама вольфрамовым электродом ВА-1А4 диаметром 0,1 мм в водной среде.

Решение задачи, связанной с выбором оптимальных параметров процесса электроискровой обработки монокрибида вольфрама, осуществлялось с применением планирования эксперимента. Критерий оптимальности – глубина прошиваемого отверстия l_1 мм, (y_1) и производительность обработки Q , мм³/мин (y_2)*.

Учитывалось влияние следующих факторов:

x_1 - частота следования импульса, кГц;

x_2 - частота колебания электрода, Гц;

x_3 - подача электрода, мм/мин.

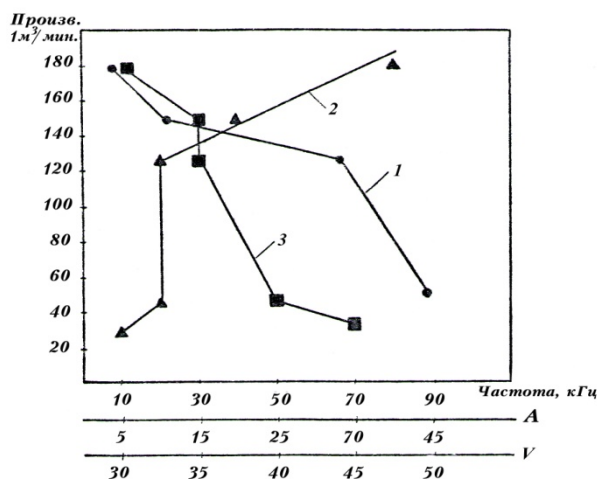


Рис. 1. Изменение производительности в зависимости от выбранных режимов обработки:
1 – частота, кГц; 2 – рабочий ток, А;
3 – среднее рабочее напряжение, В

Для оценки влияния факторов был применен дробный факторный эксперимент типа 2^{3-1} . Условия проведения эксперимента, матрица планирования и результаты представлены в таблице.

В результате обработки полученных данных рассчитано уравнение, связывающее глубину прошиваемого отверстия l и производительность обработки с факторами x_1 , x_2 и x_3 :

$$y_1 = 2,45 + 0,15x_1 + 0,30x_2 + 0,10x_3, \quad (1)$$

$$y_2 = 0,00132 + 0,00008x_1 + 0,00022x_2 + 0,00002x_3. \quad (2)$$

* Производительность обработки $Q = \frac{\pi r^2 l}{t}$ мм³/мин, где $r=0,05$ мм. Время обработки $t_1=15$ мин, $t_2=12$ мин, $t_3=14$ мин, $t_4=16$ мин.

Матрица планирования и результаты эксперимента

	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2
Основной уровень	55	500	9,25		
Интервал варьирования	11	300	1,25		
Нижний уровень	44	200	8,0		
Верхний уровень	66	800	10,5		
Опыты:					
1	+	+	+	3,0	0,0015
2	-	+	-	2,5	0,0012
3	+	-	-	2,2	0,0014
4	-	-	+	2,1	0,0016

Статистический анализ найденных уравнений показал, что они адекватны.

Из анализа уравнений (1) и (2) видно, что наибольшее положительное влияние на глубину прошиваемого отверстия l и производительность обработки Q имеют частота колебаний электрода x_2 , далее следует частота следования импульсов x_1 и подача электрода x_3 .

Планирование эксперимента позволило получить уравнение с 3-мя переменными на основе 12 опытов (с учетом 3-кратного повторения опыта в каждой точке факторного пространства). Для обычного метода испытаний, когда одновременно изменяется

только одна из переменных, число опытов значительно больше. На основе проведенных исследований, а также с учетом результатов оптимизации обработаны микроотверстия $\varnothing 0,1^{+0,1}$ мм и длиной $l = 2,7$ мм в опытной партии деталей, которая затем прошла соответствующий контроль на качество и производственные испытания.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана математическая модель для оптимизации основных технологических параметров процесса электроискровой обработки применительно к рабочим параметрам станка мод. 04ЭП-10М. Установлено, что наибольшее влияние на глубину обрабатываемого отверстия и производительность обработки оказывает частота колебаний электрода, частота следования импульса и подача электрода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Товажнянский Л. Л. и др. Интегрирование технологии ускоренного прототипирования и изготовления. Харьков: Модель Вселенной, 2005 - 224 с.
2. Технологии в производстве электроники. Сборник статей специалистов ЭСТ, опубликованных ими в официальных изданиях. Часть I. ООО. М.: МайкАП-принт, 2005 - 400 с.
3. Семенов П. В. Технологии в производстве электроники. Справочник. Часть II. М.: ООО Электрон-сервистехнология, 2007. – 566 с.

შპს 6219

ელექტრონაპერჯოლური გამჭოლის მეთოდით მონოკრისტალური ვოლფრამის ნამზადში მცირე დიამეტრით ღრმა ნახვრეტების ფორმირების პროცესის ოპტიმიზაცია

მ. ამირიძე

მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

რეზიუმე: მოცემულია ვოლფრამის მონოკრისტალში მცირე დიამეტრის ღრმა ნახვრეტების ფორმირების ტექნოლოგიური პროცესის შემუშავება. კვლევის ძირითადი ამოცანა იყო პროცესის მათემატიკური მოდელის აგება ექსპერიმენტის პლანირების მეთოდის გამოყენებით. ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგენილია, რომ ნახვრეტის განჭოლის სიღრმესა და დამუშავების პრო-

ცვის წარმადობაზე მაქსიმალურ ზეგავლენას ახდენს ელექტროდის რხევის სისშირე, შემდეგ იმპულსის სისშირე და ელექტროდის მიწოდება.

საკვანძო სიტყვები: ნახვრეტი; ფორმირება; მონოკრისტალი; ელექტრონაპერწყლური გამჭოლვა; მათემატიკური მეთოდი.

UDC 621.9

OPTIMIZATION OF THE FORMATION PROCESS OF HOLES OF A SMALL DIAMETER AND BIG DEPTH IN MONOCRYSTALS OF TUNGSTEN BY THE METHOD OF ELECTRIC-SPARK BROACHING

M. Amiridze

Department of mechanical engineering, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There was elaborated technological process of obtaining holes of a small diameter and a big depth in the parts from monocrystals of tungsten. During investigation of one of the major tasks of this work was the construction of mathematical model of the object by means of design of experiment.

On the basis of conducted investigations there was established, that the most positive influence on the depth of broached hole and productivity of machining have the oscillation frequencies of the electrode, then follows frequency of impacts and feeding of electrode.

Key words: Holes; formation; monocrystal; electric-spark broaching; mathematical model.

შემოსვლის თარიღი 21.07.09

მიღებულია დასაბუტად 28.09.09

УДК 513.76

ОБРАЗЫ ОКРУЖНОСТИ В ОРТОГОНАЛЬНО-ИНВОЛЮЦИОННОЙ КВАДРАТИЧНОЙ ГОМОЛОГИИ

Н.Г. Абуладзе, М.Д. Челидзе, Т.Д. Шукакидзе

Департамент инженерной графики и технической механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава 77

E-mail: gdchelidze@gmail.com

Резюме: Определены и исследованы образы окружности в ортогонально – инволюционной квадратичной гомологии и их уравнения в зависимости от расположения центра преобразуемой окружности относительно фундаментальной системы ортогонально-инволюционной квадратичной гомологии. Среди полученных образов оказались известные, давно изученные кривые: прямая каппа, циссоида Диоклеса, офиурида и окружность, которые несмотря на отличие формы, порядка кривой и способа построения, описываются выведенным в работе одним уравнением. Они, а также другие образы, представляют частный случай исследованного преобразования, когда начало координат фундаментальной системы инцидентно произвольной точке круга.

Ключевые слова: квадратичная гомология; инволюция; плоские кривые; образы окружности.

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из разнообразных способов определения кривой является геометрическое преобразование уже известной кривой.

К числу геометрических преобразований относится квадратичная гомология.

Квадратичные преобразования плоскости, в том числе и квадратичная гомология, исследованы в работах [1, 2].

В работе [5] квадратичные преобразования рассматриваются не только с точки зрения их применения в решении локальных задач инженерной графики, но и в общем контексте геометрического моделирования пространства.

В работе [4] исследован один из случаев общих кремоновых преобразований, который, с точки зрения способов задания квадратичного соответствия на плоскости, является частным случаем квадратичного соответствия первого типа [1, 2]. В работе [4] проведено синтетическое исследование ортогонально-инволюционной квадратичной гомологии совмещенных полей $\alpha_1 = \alpha_2$ (рис. 1). Она вполне определяется заданием: ортогонально- инволюционного

пучка прямых $T_1(a_1, b_1 \dots) = T_2(a_2, b_2 \dots)$ с центром в вырожденную точку в конике двойных точек; слабоинвариантного пучка прямых с несобственным центром $S_1^\infty(m_1, n_1 \dots) = S_2^\infty(m_2, n_2 \dots)$ при условии, что общие прямые пучков $S_1^\infty T_1 = p_1$ и $S_2^\infty T_2 = p_2$ не являются соответственными в заданных двух проективностях, и парой соответственных точек $A_1 \rightarrow kv(A_2)$.

Каждая пара соответственных точек, например, $A_1 \rightarrow kv(A_2)$, определяется в результате пересечения прямых $m_1 = m_2$ пучка $[S_1^\infty = S_2^\infty]$ с соответственными прямыми $a_1 \rightarrow a_2$ ($a_1 \perp a_2$) пучка $[T_1 = T_2]$ (рис. 1).

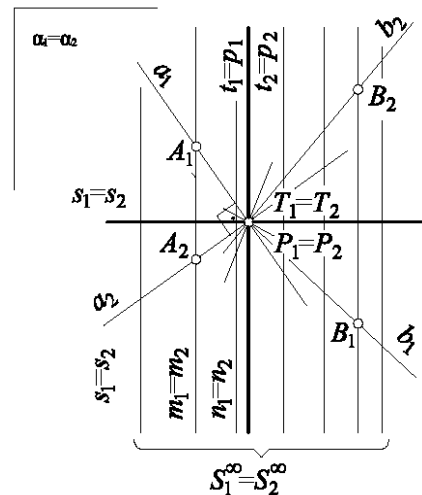


Рис. 1. Конструктивная схема задания ортогонально-инволюционной квадратичной гомологии

В общем случае, в каждом квадратичном соответствии любой конике, в том числе и окружности одного поля в другом поле соответствует кривая 4-го порядка, которая в отдельных случаях распадается на кривую 3-го порядка и прямую или кривую 2-го порядка и две совпадающие прямые.

Для исследуемого квадратичного соответствия фундаментальными (Ф) элементами являются центры пучков $T_1 = T_2$, $S_1^\infty = S_2^\infty$, а также соединяющие их прямые $S_1^\infty T_1 = p_1$, $S_2^\infty T_2 = p_2$ и соответственные им элементы другого поля $t_1 = t_2$, $s_1 = s_2$ и $P_1 = P_2$. В рассматриваемом случае две вершины и две стороны Ф треугольников совпадают. Таким образом, Ф треугольники вырождаются в пару пересекающихся взаимно перпендикулярных прямых, а коника двой-

საბჭო-ს შტრუქტურა, გამომცემი საბჭო-ს შტრუქტურა

ных точек – в точку. Следовательно, одна пара сопряженных точек $S_1^\infty = S_2^\infty$ совпадает, а две пары $T_1 = T_2$ и $P_1 = P_2$ являются двойными, так как точке T_1 соответствуют все точки t_2 , а $P_2 \in t_2$. К тому же, точке P_1 соответствуют все точки p_2 , а $T_2 \in p_2$ (рис. 1).

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Образы окружности определяются относительно Φ системы ортогонально-инволюционной квадратичной гомологии, которая принимается за декартовую прямоугольную систему координат xOy . В частности, в этой системе Φ двойные точки $T_1=P_1$ и $T_2=P_2$ являются началом координат O , Φ прямые $s_1=s_2$ – осью абсцисс x и Φ прямые $t_1=p_1$ и $t_2=p_2$ – осью ординат y , а u и v – координатами центра преобразуемой окружности (рис. 2).

В зависимости от того, будет ли центр преобразуемой окружности инцидентен собственной Φ двойной точке $T_1=P_1$ (рис. 3, а), находится на одной из взаимно перпендикулярных Φ прямых s_1 или $t_1=p_1$ (рис. 3 б,в,д,е), или не будет инцидентен ни одному Φ элементу (рис. 3 г, ж), образы окружности будут иметь одну из форм, представленных на рис. 3.

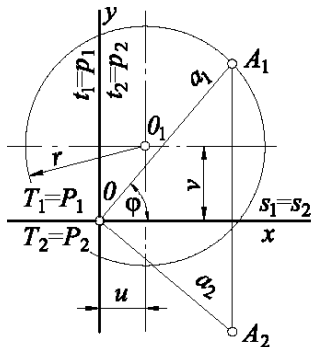


Рис. 2. Совмещение Φ системы ортогонально-инволюционной квадратичной гомологии и декартовой прямоугольной системы координат

За исключением преобразованной в конгруэнтную окружность (рис. 3, е), полученные образы являются бесконечными ветвями, состоящими из 2-х (рис. 3, в,г) или 4-х (рис. 3, а,б,д,ж) дуг монотонных кривых, которые расположены между касательными к преобразуемой окружности, проведенными параллельно Φ прямой $t_1 = p_1$.

Когда Φ двойная точка $T_1 = P_1$ находится внутри круга (рис. 3, а, б, д, ж), ветви полученного образа состоят из 4-х дуг монотонных кривых, которые в Φ двойной точке $T_2=P_2$ образуют точку самоприкосновения с совпавшими касательными. Эта точка является регулярной вершиной, когда кривая сим-

метрична относительно Φ прямой $t_2 = p_2$ (рис.3, а,д), и двойной вершиной, когда радиусы кривизны соединенных сторон не равны (рис. 3, б, ж).

Вообще, полученная кривая симметрична относительно Φ -прямой s_2 (или $t_2 = p_2$) тогда и только тогда, когда центр преобразуемой окружности инцидентен Φ прямой s_1 (или $t_1 = p_1$) (рис 3, а, б, д).

Когда Φ двойная точка $T_1 = P_1$ инцидентна преобразуемой окружности (рис. 3, в, г), полученный образ состоит из 2-х дуг монотонных кривых. Если Φ прямая s_1 проходит через центр преобразуемой окружности (рис. 3, в), то эти кривые образуют вершину острия – точку возврата 1-го рода с совпавшими касательными, а если Φ двойная точка $T_1 = P_1$ инцидентна произвольной точке преобразуемой окружности (рис. 3, г), то – двойную точку – узел с касательными $y = 0$ и $y = vx/u$.

Исключение составляет случай, когда Φ двойная точка $T_1 = P_1$ инцидентна Φ прямой $t_1 = p_1$, проходящей через центр преобразуемой окружности, и полученный образ конгруэнтен ей (рис. 3, е).

Отдельные кривые напоминают известные, давно изученные кривые, определенные отличными способами. Для идентификации полученных кривых необходимо сопоставление их геометрических свойств и уравнений.

Уравнение составим для случая, когда Φ двойная точка (начало координат) инцидентна произвольной точке круга (рис. 2).

Рассмотрим окружность с радиусом r и центром $O_1(u, v)$

$$(x - u)^2 + (y - v)^2 = r^2 \tag{1}$$

и точку A_1 пересечения каждой прямой a_1 ортогонально-инволюционного пучка

$$y = x \operatorname{tg} \varphi \tag{2}$$

с окружностью (1). Точке прообраза A_1 поставлена в соответствие точка образа A_2 , которая инцидентна соответственной прямой $a_2 \perp a_1$ пучка $[T_1 = T_2]$

$$y = -x \operatorname{ctg} \varphi \tag{3}$$

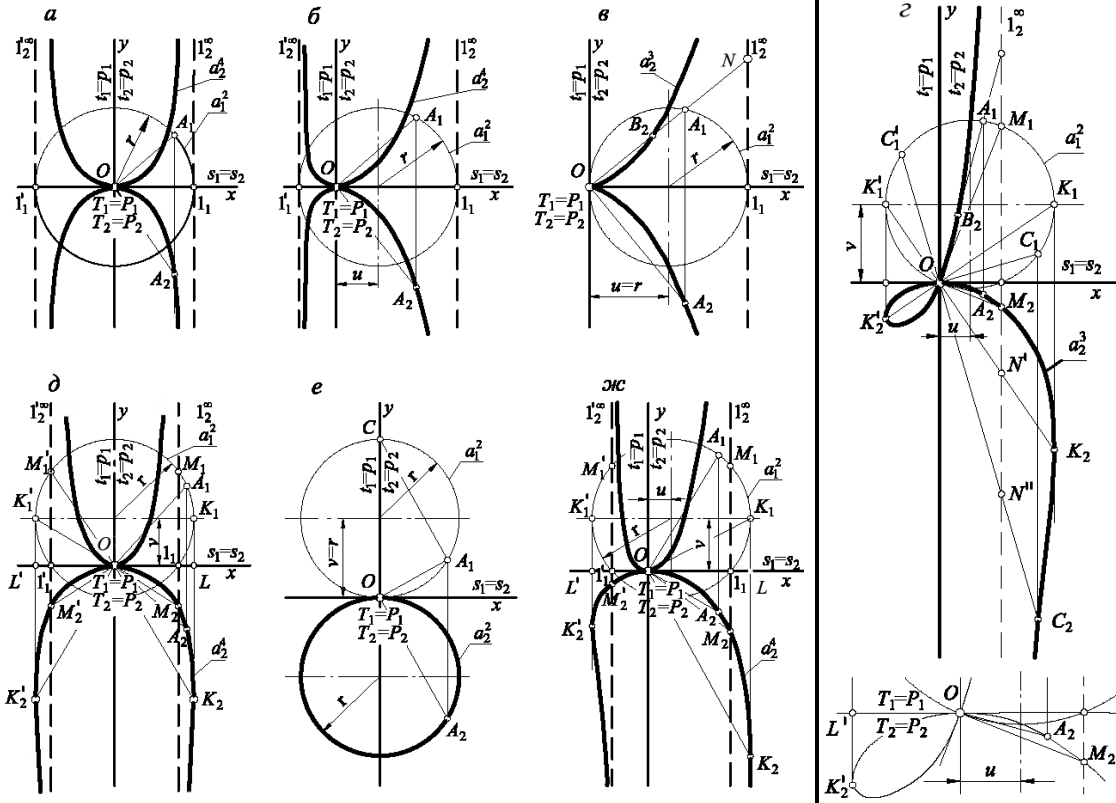
Точки A_1 и A_2 имеют общую абсциссу, которая определяется решением уравнений (1) и (2)

$$x_{1,2} = [u + v \operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{r^2 + \sec^2 \varphi - (u \operatorname{tg} \varphi - v)^2}] \cos^2 \varphi \tag{4}$$

Что же касается ординаты точки A_2 , которая при вращении прямой a_1 вокруг Φ двойной точки $T_1 = P_1$ будет описывать кривую образа преобразуемой окружности (1), то для ее определения, учитывая уравнение (3), будем иметь:

$$y_{1,2} = - [u + v \operatorname{tg} \varphi \pm \sqrt{r^2 + \sec^2 \varphi - (u \operatorname{tg} \varphi - v)^2}] \times \times \cos^3 \varphi / \sin \varphi \tag{5}$$

საზღვრის გეომეტრია
TRANSACTIONS OF TUG



რის. 3. ობრავი ოკრუჟნისი ვი ორთოგონალნი-ინვოლუციონი კვადრატნი ჰომოლოგი

Уравнения (4) и (5) являются параметрическими уравнениями образа окружности (1) в ортогонально – инволюционной квадратичной гомологии.

Исключив φ из уравнений (4) и (5), получим

$$x^4 + x^2y^2 + 2vx^2y - 2uxy^2 + (u^2 + v^2 - r^2)y^2 = 0. \quad (6)$$

Уравнение (6) является каноническим уравнением образа окружности (1) в ортогонально – инволюционной квадратичной гомологии. Это уравнение алгебраической кривой 4-го порядка.

С целью сопоставления с известными кривыми, рассмотрим геометрические свойства отдельных образов.

а) Когда центр преобразуемой окружности инцидентен Φ двойной точке $T_1=P_1(u=0, v=0)$, окружность преобразуется в кривую (рис. 3, а), которая инцидентна всем Φ точкам второго поля, имеет центр симметрии в начале координат и две оси симметрии относительно взаимно перпендикулярных Φ прямых s_2 и $t_2 = p_2$, касается с Φ прямой s_2 в Φ двойной точке $T_2 = P_2$, в которой имеет узел с совпавшими касательными $y = 0$ и включает в себя несобственную точку S_2 . Эта точка соответственна точкам 1_1 и $1_1'$ пересечения преобразуемой окружности с Φ прямой s_1 , в которых проходят асимптоты $x = \pm r$ полученной кривой, которая расположена между ними.

В литературе [3] описан один из способов определения кривой каппа. Схема способа идентична ортогонально – инволюционной квадратичной гомологии.

По геометрическому описанию и способу построения кривая (рис. 3, а) идентична кривой **прямая каппа**.

Идентично и уравнение кривой, которое получим подстановкой $u = 0, v = 0$ в уравнение (6):

$$x^4 + x^2y^2 - r^2y^2 = 0. \quad (7)$$

Уравнения известных кривых, приведенные в этой работе и в литературе [3] и др., эквивалентны.

б) Когда центр преобразуемой окружности инцидентен Φ прямой $s_1(r>u>0, v=0)$, все геометрические свойства полученной кривой (рис. 3 б) соответствуют прямой каппе, за исключением симметрии. Эта кривая симметрична только относительно Φ прямой s_2 .

Уравнение полученной кривой, названной **косой каппой**, получим подстановкой $r>u>0, v=0$ в уравнение (6):

$$x^4 + x^2y^2 - 2uxy^2 + (u^2 - r^2)y^2 = 0. \quad (8)$$

Область расположения левой ветви $x=r-u$ меньше правой $x=r+u$.

С увеличением u уменьшается область расположения левой ветви, радиус кривизны части левой ветви,

სტუდენტური შრომები

находящейся вне круга, увеличивается, точки пересечения этой ветви с преобразуемой окружностью приближаются к Ф прямой s_2 и в пределе, когда $u = r$, они сливаются и кривая 4-го порядка кривой каппы распадается на кривую 3-го порядка (циссоида Диоклеса) и прямую $t_2 = p_2$ ($x = 0$).

в) Когда преобразуемая окружность, центр которой инцидентна Ф прямой s_1 ($u = r, v = 0$), касается Ф прямой $t_1 = p_1$ в Ф двойной точке $T_1 = P_1$, она преобразуется в кривую, для которой начало координат является точкой возврата первого рода. Кривая симметрична относительно Ф прямой s_2 и прямая $x = 2r$ служит для нее асимптотой (рис. 3, в).

Полученная кривая полностью соответствует **циссоиде Диоклеса**, построенной одним из способов, описанным в работе [3]. Отрезки A_1N и OB_2 на лучах, проведенных из начала координат до пересечения кривой (точка B_2) преобразуемой окружности (точка A_1) и асимптоты (точка N), равны.

Идентично и уравнение кривой, которое получим после подстановки $u = r, v = 0$ в уравнение кривой (6). Полученное уравнение кривой 4-го порядка распадается на кривую 3-го порядка, определяемую уравнением

$$x^3 + xy^2 - 2ry^2 = 0, \quad (9)$$

которое является уравнением кривой циссоиды Диоклеса, и прямую $t_2 = p_2$ ($x = 0$).

г) Когда Ф двойная точка инцидентна преобразуемой окружности, ($r > u > 0, v = \sqrt{r^2 - u^2}$), полученная кривая в начале координат имеет узловую точку с касательными $y = 0$ и $y = vx/u$. Последняя проходит через центр преобразуемой окружности. Прямая $x = 2u$ служит асимптотой (рис. 3, г. На рисунке внизу, для большей наглядности, петля и получение точек A_2 и M_2 показаны увеличенно).

По геометрическому описанию полученная кривая идентична кривой, называемой **офиуридой** [3]. Идентично и уравнение кривой, которое получим подстановкой $r > u > 0, v = \sqrt{r^2 - u^2}$ в уравнение (6). Полученное уравнение кривой 4-го порядка распадается на кривую 3-го порядка, определяемую уравнением

$$x^3 + xy^2 + 2(vx - uy)y = 0, \quad (10)$$

и прямую $t_2 = p_2$ ($x = 0$).

Область расположения офиуриды $x = ub/r$; она пересекается со своей действительной асимптотой в точке M_2 ($x = 2u, y = -2u^2/v$) и касается прямой $x = u + r$ в точке K_2 ($y = -v(r + u)/(r - u)$).

Петля офиуриды касается прямой $x = u - r$ в точке K_2' ($y = -v(r - u)/(r + u)$).

Эти точки пересечения и касания определены как аналитически, по формуле (10), так построением – они непосредственно вытекают из рассмотрения треугольников O_1M_1 и O_1M_2, OLK_1 и $OLK_2, OL'K_1$ и $OL'K_2$ на рис. 3, г.

Величина петли офиуриды зависит от положения Ф двойной точки (начала координат) на преобразуемой окружности. С увеличением v размеры петли возрастают и в пределе, когда $v = r$, петля превращается в окружность с центром $x = 0, y = -r$. Подставив $u = 0, v = r$ в уравнение (10), получим уравнение кривой 3-го порядка, которая распадается на кривую 2-го порядка (окружность) и прямую $t_2 = p_2$ ($x = 0$).

Для положительных значений x уравнение офиуриды (10) описывает **косую циссоиду**, что подтверждается построением: отрезки A_1N и $OB_2, K_1'N'$ и $OK_2, C_1'N''$ и OC_2 . . . на лучах, проведенных из начала координат до пересечения кривой (точки B_2, K_2, C_2 . . .) преобразуемой окружности (точки A_1, K_1', C_1' . . .) и асимптоты (точки N, N', N'' . . .), равны.

д) Когда центр преобразуемой окружности инцидентна Ф прямой $t_1 = p_1$ и окружность пересекает Ф прямую s_1 , т.е. $u = 0, r > v > 0$ (рис. 3, д), все геометрические свойства полученной кривой, за исключением симметрии, соответствуют прямой каппе. Эта кривая симметрична только относительно Ф прямой $t_2 = p_2$ ($x = 0$).

Прямые $x = \pm \sqrt{r^2 - v^2}$ служат асимптотами. Кривая пересекается со своими действительными асимптотами в точках M_2 и $M_2'(x = \pm \sqrt{r^2 - v^2}, y = -(r^2 - v^2)/2v)$ и касается прямых $x = 6r$ в точках K_2 и $K_2'(x = 6r, y = -r^2/v)$.

Эти точки определены аналогично предыдущему случаю из рассмотрения треугольников $O_1'M_1'$ и $O_1'M_2', OL'K_1'$ и $OL'K_2'$ на рис. 3, д.

Уравнение полученной кривой, названной **неравносторонней каппой**, получим подстановкой $u = 0, r > v > 0$ в уравнение (6):

$$x^4 + x^2y^2 + 2vxy^2 + (v^2 - r^2)y^2 = 0. \quad (11)$$

Область расположения ветви кривой над Ф прямой s_2 $x = \pm \sqrt{r^2 - u^2}$ меньше нижней $x = \pm r$. С увеличением v ветви кривой над Ф прямой s_2 приближаются к Ф прямой $t_2 = p_2$, и в пределе, когда $v = r$, они сливаются - кривая 4-го порядка неравносторонней каппы распадается на кривую 2-го порядка (окружность) и две совпадающие прямые $x^2 = 0$.

е) Когда Ф двойная точка $T_1 = P_1$ инцидентна пересечению Ф прямой $t_1 = p_1$ и преобразуемой окружности, как очевидно из рис. 3, е, образ, по-

лученный ортогонально-инволюционной квадратичной гомологией, является окружностью, т.к. его можно рассмотреть и как результат перемещения (переноса) преобразуемой окружности на $A_1A_2 = OC = 2r$, параллельно Φ прямой $t_1 = p_1$.

Уравнение **окружности** – образа с центром $x = 0$, $y = -r$ получим из уравнения (6) подстановкой в него $u=0$, $v=r$:

$$x^2 + y^2 + 2ry = 0. \quad (12)$$

ж) Когда центр преобразуемой окружности находится внутри круга, т.е. $r > u > 0$ и $r > v > 0$, все геометрические свойства полученной кривой, названной **косой неравносторонней каппой**, соответствуют прямой каппе, за исключением симметрии – кривая не имеет симметрию (рис. 3, ж).

Область расположения ветви кривой над Φ прямой s_2 $x = u \sqrt{r^2 - v^2}$ меньше нижней $x = ubr$.

Прямые $x = u \sqrt{r^2 - v^2}$ служат асимптотами.

Кривая пересекается со своими действительными асимптотами в точках M_2 и M_2'

$$x = u \sqrt{r^2 - v^2}, y = -(u \sqrt{r^2 - v^2}) / 2v$$

и касается прямых $x = ubr$ в точках

$$K_2 \text{ и } K_2' (x = ubr, y = -(ubr)^2 / v).$$

Эти точки пересечения и касания, как в предыдущих случаях, определены из рассмотрения треугольников $O1_1M_1$ и $O1_1M_2$, $O1_1' M_1'$ и $O1_1' M_2'$, OLK_1 и OLK_2 , $OL'K_1'$ и $OL'K_2'$, которые на рис. 3, ж не построены во избежание перегрузки рисунка.

Кривая косой неравносторонней каппы описывается уравнением (6), которое, к тому же, является общим для всех описанных образов окружности. Эта кривая 4-го порядка при $u=r$, $v=0$ распадается на циссоиду Диоклеса, кривую 3-го порядка и прямую $x=0$, при $r>u>0$, $v=\sqrt{r^2 - u^2}$ – офиуриду, кривую 3-го

порядка и прямую $x=0$ и при $u=0$, $v=r$ – на окружность, кривую 2-го порядка и две совпадающие прямые $x^2=0$.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди образов окружности в ортогонально – инволюционной квадратичной гомологии оказались известные, давно изученные кривые: прямая каппа, циссоида Диоклеса, офиурида и окружность, которые несмотря на отличие формы, порядка кривой и способа построения, описываются выведенным в работе одним уравнением (6). В зависимости от взаимного расположения Φ системы ортогонально – инволюционной квадратичной гомологии они, а также другие образы, представляют частный случай косой неравносторонней каппы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джапаридзе И.С. Начертательная геометрия в свете геометрического моделирования. Тбилиси: Ганатлеба, 1983. - 202 с.
2. Каландадзе К.Н. Квадратичные поля на основе проективных пучков и рядов // Труды ГПИ. Начертательная геометрия и инженерная графика. №5(98). Тбилиси, 1964, с. 9–24.
3. Совелов А.А. Плоские кривые. М.: ГИФМЛ, 1960. - 289 с.
4. Челидзе М.Д. Ортогонально - инволюционная квадратичная гомология плоскости // Труды ГТУ, №1 (459). Тбилиси, 2006, с. 130 – 136.
5. Хатискаци И. Е., Никвашвили Н.К. Квадратичные преобразования в задачах инженерной графики. Тбилиси: Технический университет, 2007. - 151 с.

შპს 513.76

წრეწირის სახეები ორთოგონალურ-ინვოლუციურ კვადრატულ ჰომოლოგიაში

ნ. აბულაძე, მ. ჭელიძე, თ. შუკაკიძე

საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

რეზიუმე: განსაზღვრული და გამოკვლეულია წრეწირის სახეები და მათი განტოლებები გარდასაკმენელი წრეწირის ცენტრის ორთოგონალურ-ინვოლუციური კვადრატული ჰომოლოგიის ფუნდამენტური სისტემის მიმართ განლაგებაზე დამოკიდებულებით. მიღებულ სახეებს შორის აღმოჩნდა ცნობილი, დიდი ხნის წინათ შესწავლილი მრუდები: კაპა, დიოკლესის ცისოიდა, ოფიურიდა და წრეწირი, რომლებიც, მიუხედავად განსხვავებული ფორმის, მრუდის რიგის და აგების ხერხისა, ერთი განტოლებით აიწერება (ნაშრომში გამოყვანილი). ისინი და, აგრეთვე, სხვა სახეები გამოკ-

ვლელის გარდაქმნის კერძო შემთხვევაა, როდესაც ფუნდამენტური სისტემის კოორდინატთა სათავე წრეწირის შიგნით ნებისმიერ წერტილში მდებარეობს.

საკვანძო სიტყვები: კვადრატული ჰომოლოგია; ინვოლუცია; ბრტყელი მრუდეები; წრეწირის სახეები.

UDC 513.76

KINDS OF CIRCUMFERENCE IN ORTHOGONAL- INVOLUTIONAL QUADRATIC HOMOLOGY

N. Abuladze, M. Chelidze, T. Shukakidze

Department of engineering drawing and technical mechanics, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There are defined and explored kinds of circumference and their equations in dependence of positions of centre of circumference relative to position of system of orthogonal- involutorial quadratic homology. Among the derived forms many well-known curves appeared: kappa, Diokles' cissoida, ophiurida and circumference. Despite the difference of their form, degree and methods of construction, they may be described with help of one equation, obtained in this work. They all and other forms represent particular case, when origin of coordinate system is located in any point inside of circumference.

Key words: quadratic homology; involution; plane curves; kinds of circumference.

შემოსვლის თარიღი 01.06.09

მიღებულია დასაბეჭდად 22.07.09

შპს 0014

ტიმნიკური ტერმინოლოგია და თანამედროვე სასწავლო ლიტერატურა

ლ. სუთიძე*, გ. იაკობაშვილი**

მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: lianasutidze@rambler.ru; dep56@gtu.edu.ge

რეზიუმე: ქართული ტექნიკური ლიტერატურის უმეტესობა თარგმნილია რუსულიდან და, ამდენად, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ამა თუ იმ რუსული ტექნიკური ტერმინისათვის შესატყვისი ქართული ტერმინის მოძიებას, რომელიც არ დაარღვევს მის ფუნქციურ დატვირთვას და, მაშასადამე, წინადადების აზრსა და შინაარსს. განხილულია ჩვენ მიერ გამოკვლეული ზოგიერთი ტექნიკური ტერმინის გამოყენების მართებულობა მათ ფუნქციურ დანიშნულებასთან შესაბამისობაში. აღნიშნულია თარგმანის ზოგიერთი უხეში დარღვევა, რაც შეინიშნება ბოლო წლებში გამოცემულ ტექნიკურ ლიტერატურაში, მაგალითად, ბუდლოზერის ფრთა, ბაგირის დამარაგება და სხვა. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროდ მიგვაჩნია დარგის ტექნიკური განმარტებითი ლექსიკონის შექმნა.

საკვანძო სიტყვები: ტექნიკური ტერმინი; ბუდლოზერის ფრთა; ბაგირის გადახვევა; მარკა; ლექსიკონი.

1. შესავალი

ახალი ტექნიკისა და უახლესი ტექნოლოგიების დანერგვის ხანაში ბევრი ახალი ტერმინი შემოდის და ქართულ ტერმინოლოგიაში მკვიდრდება უცხო სიტყვის სახით. თანაც ეს პროცესი ისე სწრაფად მიმდინარეობს, რომ არც კი ეფიქრობთ შედეგებზე. ჯერ რუსულმა ტერმინოლოგიამ წააღწია ქართული, ახლა ინგლისურმა. ნუთუ „თინეჯერი“ სჯობს ჩვენ „მოზარდს“ ან „ახალგაზრდას“? ლექციაზე ასხენებ „ქანჩს“, „ჭანჭიკს“ ან „საკისარს“ და უმრავლესობისთვის გაუგებარია, რაზეა საუბარი. საკმარისია თქვა „ბოლტი“, „გაიკა“, „პოდშიპნიკი“ და ეს ყველასათვის გასაგებია. ასეთ უცხო, ქართულში დამკვიდრებულ სიტყვებზე ამბობდა სულხან-საბა „უხმარ არს ქართველთათვის“.

რა ვუყოთ ახლად შემოსულ „სილაბუსს“ ან „პორტფოლიოს“, ან „კულუკულუმებს“? რატომ და რაში გვჭირდება ბევრი ადამიანისთვის ეს გაუგებარი ტერმინი. ნუთუ ასე გაგვიღარბდა ქართული ენა? ენა უნდა ვითარდებოდეს, გასაგებია, მაგრამ არა უცხო სიტყვათა ხარჯზე, თუმცა, ზოგ შემთხვევაში, ამას ვერ ავცდებით.

რა დასამაღია, რომ ქართულ ენაზე გამოცემული ტექნიკური სასწავლო ლიტერატურის

უმეტესობა რუსულიდანაა ნათარგმნი. ეს განსაკუთრებით ეხება სახელმძღვანელოებსა და დამხმარე ლიტერატურას, რომელიც ამ ბოლო ათწლეულში კონვეირულად მიეწოდება მომხმარებელს. არადა, სხვადასხვა მიზეზთა გამო, ტექნიკური ლიტერატურის მომხმარებელთა რაოდენობა ჩვენ ქვეყანაში რამდენჯერმე შემცირდა და, ამდენად, იგი უფრო სტუდენტებისთვისაა გამიზნული.

სახელმძღვანელო, რომლითაც უნდა იხელმძღვანელოს სტუდენტმა, უნდა იყოს გამართული ერთ დაწერილი, ხოლო გამოყენებული ტექნიკური ტერმინები სწორად უნდა ესადაგებოდეს იმ დანიშნულებასა და პროცესს, რომელსაც ასახავს. არასწორად გამოყენებული ტერმინი და ცუდად დალაგებული წინადადება ქმნის აზრობრივ ლაფსუსს. ამის მაგალითები ბევრია ჩვენ მიერ განხილულ ზოგიერთ სახელმძღვანელოში [4; 5; 6].

აქედან გამომდინარე, ტექნიკური ტერმინოლოგიის სადავო საკითხები უნდა განვიხილოთ ორი კუთხით:

1. რამდენად სწორადაა მორგებული ის ტერმინები მათ შინაარსს, რომელსაც გვთავაზობს ტექნიკური ტერმინოლოგიის ბოლო გამოცემა (ქართულ-რუსული და რუსულ-ქართული ნაწილები);

2. რამდენად სწორად იყენებს ავტორი ამა თუ იმ ტერმინს.

2. ძირითადი ნაწილი

ამჯერად, ყურადღებას გაგამახვილებთ მოძველებულ, შესაცვლელ და ტერმინოლოგიაში არმოხვედრილ ზოგიერთ ტერმინზე, აგრეთვე შინაარსობრივად და აზრობრივად შეუსაბამო ტერმინებზე, რომლებიც უხვადაა გაბნეული როგორც სასკოლო, ისე უმაღლესი სასწავლებლების სახელმძღვანელოებსა და დამხმარე ლიტერატურაში.

„სარედაქციო კოლეგია ცდილობდა, რომ გაერცვლებული ტერმინების თარგმანები არ ყოფილიყო განსხვავებული სათანადო დარგის სპეციალისტების მიერ ხმარებული ტერმინებისაგან. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, რიგ შემთხვევაში, განსხვავება მაინც რჩება. ამის ერთ-ერთი მიზეზი ისაა, რომ ტერმინს ხშირად, საერთოდ გავრცელებულ მნიშვნელობასთან ერთად, აქვს ვიწრო სპეციალური მნიშვნელობა“. ეს არის ამონარიდი ენათმეცნიერების მიერ 1983 წელს გამოცემული რუსულ-ქართული ლექსიკონის წი-

სახარისხო
მანქანების მართვა

ნასიტყვაობიდან. ვეთანხმებით აქ მოტანილ არგუმენტს, თუმცა მიგვაჩნია, რომ ამის აცილება შეიძლებოდა, თუ იქნებოდა ვეთანხმების მცდელობა ენათმეცნიერებსა და ტექნიკური დარგის მუშაკებს შორის. ამის გამო, ბევრი ტერმინი სპონტანურად დამკვიდრდა ქართულში, რომელთა უმეტესობა დამახინჯებული რუსულია ან არასწორად ნათარგმნი (კალკი). ზოგიერთი ტერმინი საერთოდ ვერ მოხვდა ლექსიკონში, ზოგიერთი კი მოძველდა და ამოსაღებია. რუსულიდან სიტყვასიტყვით ნათარგმნი ტექსტი (კალკი), არასტანდარტული, მოძველებული ტერმინებისა და ფიზიკურ-მექანიკურ სიდიდეთა აღნიშვნები და განზომილებები, სხვა სახის ტექნიკური უზუსტობანი მრავლად გვხვდება ახლად გამოცემულ სასწავლო ლიტერატურაში. ავტორები, ხშირ შემთხვევაში, ეყრდნობიან რუსულ-ქართული ტერმინოლოგიის ბოლო გამოცემას, რომელშიც მრავლად გვხვდება სადავო ტერმინები – ფილოლოგთა აზრით სწორი, ტექნიკური დარგის მუშაკებისათვის არასწორი შინაარსობრივად და, ამდენად, მიუღებელი.

ამჯერად განვიხილავთ რამდენიმე დამხმარე სახელმძღვანელოს და შევაფასებთ, რამდენად სწორადაა გამოყენებული კონკრეტული ტერმინი კონკრეტულ შემთხვევაში, შემოთავაზებით მოძველებულ ტერმინებსა და ფიზიკურ-მექანიკურ სიდიდეთა აღნიშვნებს, აგრეთვე გრამატიკულად და აზრობრივად (შინაარსობრივად) გაუმართავ წინადადებებს.

მაგალითად, „სამუშაო ორგანოს მოწყობის თვალსაზრისით, ასხვავებენ ბუდლოზერებს არამბრუნავი ფრთით... და საბრუნო ფრთით“. აქ სადავოა რამდენიმე ტერმინი და თვით შინაარსიც, რადგან ლაპარაკია არა „მოწყობაზე“, არამედ მუშა ორგანოს კონსტრუქციაზე და, აქედან გამომდინარე, მის დანიშნულებაზე. ბუდლოზერს აქვს არა „ფრთა“, არამედ „ფარი“ და არა მბრუნავი (საბრუნო), არამედ მობრუნებადი. ამ შემთხვევაში „დამნაშავე“ ორია: „ტექნიკური ტერმინოლოგია“, რომელშიც საერთოდ არ არის მოცემული ერთად ტერმინი „рабочий орган“, ხოლო „отвал“ ნათარგმნია, როგორც „ფრთა“ და, შესაბამისად, о. бульдозера – ბუდლოზერის ფრთა. რუსულად ასეა: бульдозеры с поворотным или с неповоротным отвалом. Поворот ქართულად მობრუნებას, შემობრუნებას, მოსახვევს, მოხვევას ნიშნავს, თუმცა ლექსიკონში განმარტებულია როგორც საბრუნო, ბრუნვითი. მეორე „დამნაშავე“ ავტორი, რომელსაც ვვალეხება შინაარსს, მუშა ორგანოს ფუნქციას, მიუსადაგოს შესატყვისი ტერმინი და ბუდლოზერის მუშა ორგანო მბრუნავ ფრთად არ წარმოგვიდგინოს. სინამდვილეში, ერთ შემთხვევაში ფარს აქვს საშუალება შემობრუნდეს (შემობრუნდეს) ჰორიზონტალურ სიბრტყეში 60°-მდე კუთხით და ვერტიკალურად – 80°-მდე კუთხით, ხოლო მეორე შემთხვევაში ფარი ხისტადაა დამაგრებული ჩარჩოზე. პირველ შემთხვევაში

ბუდლოზერის გამოყენების ფუნქცია ფართოდება – მოსასწორებელი სამუშაოების გარდა გამოიყენება თხრილებისა და არხების შესავსებად. კიდევ: „საწვევლას ბაგირის სამარავო სქემა“; „ექსკავატორის ბაგირების დამარავების სქემა“. როგორც ცნობილია, ბოლოსართი „ელა“ აპატარაებს, აკინებს, ამცირებს საგანს და მისი გამოყენება სამშენებლო-მექანიკურ ტერმინოლოგიაში შეუსაბამოდ მიგვაჩნია. არადა, ძალიან ბევრი ავტორი მიმართავს ასეთ დასახელებას: საწვევლა (საწვევარი), სარეველა (სარევი), სამსხვრეველა (სამსხვრევი) და სხვა. რაც შეეხება „ბაგირების დამარავებას“ რუსულად იგი ასე უდერს – запасовка канатов. ლექსიკონში მისი შესატყვისი ტერმინი ქართულად არ არის მოცემული. არის запас – მარავი, канат – ბაგირი. აქედან ავტორმა შექმნა შინაარსობრივად გაუგებარი ტერმინი „ბაგირების დამარავება“, რაც მიუღებელია. სპეციალისტები მას განიხილავენ, როგორც ბაგირების გადახვევის ვარიანტს და სქემასაც ასევე უნდა ვუწოდოთ: ბაგირების გადახვევის სქემა. ავიღოთ სახელმძღვანელოში გამოყენებული დასახელება: „ქვასამსხვრევის მიმღები ნახვრეტი“ (?) განა შეიძლება უზარმაზარი ლოდების ჩატვირთვა ნახვრეტში? საერთოდ, არსებობს კი ასეთი? ქვასამსხვრევს აქვს სამსხვრევი კამერა, რომლის ზედა ნაწილიდან ხორციელდება დასამსხვრევი მასალის მიწოდება და, პირობითად, სპეციალისტები მას მიმღებ ანუ ჩასატვირთ ფანჯარას უწოდებენ. მაშასადამე, აქაც სუფთა რუსული კალკია, რადგანაც რუსულ ლიტერატურაში იყენებენ ტერმინს „приёмное отверстие камнедробилки“. აქვეა სადავო ტერმინები, როგორებიცაა: მგეთქარი დატვირთვა – უნდა იყოს პულსირებული დატვირთვა; მასალის წვრილი და ზეწვრილი დაფქვა – წმინდა და ზეწმინდა დაფქვა; მასალის დაწვრილმანება გაცვეთით – დაფქვა გახეხვით; მასალის გაჭყლეტა – მასალის გასრესა; გამოსაყვანი სამუშაოები – მოსაპირკეთებელი სამუშაოები; მოდების სინარჩურე – მოდების სიმდოვრე.

დაფიქრება და შინაარსში გარკვევა დასჭირდება შემდეგი წინადადებების წამკითხველს: დასამსხვრევი მასალის საშუალოდ აწონილი ზომა; ... გარდაქმნა ქვისმაგვარ სხეულად, რომელშიც ცემენტი მტკიცედ არის შეჭიდებული შემავსებლებთან; მასალის პრიზმის მოცულობა, რომელიც გამოიყოფა ქვასამსხვრევიდან; მასალის გრძივი წონა; ტვირთის მასა იცვლება კილოგრამის რამდენიმე ნაწილიდან ათეულ ტონამდე; ნატეხის (ნაწილაკის) სიმსხო განისაზღვრება მისი ფორმის უდიდესი ზომის მიხედვით; მასალის სიფხვიერე ხასიათდება მოძრაობის კოეფიციენტით; კონვეიერის ლენტას ამზადებენ ნეკნებიანს; ფინებიანი ტრანსპორტიორი ეწოდება ისეთი კონსტრუქციების კონვეიერებს ... ; ტვირთის გაჭედვის მაფიქსირებელი – შეტყობის გადამწოდ; დღეისათვის დამუშავებულია

და მზადდება მკვებავების მრავალი კონსტრუქცია; ცალკობითი ტვირთის თვისებას მიეკუთვნება აგრეთვე სიმყიფე; მომენტი რედუქტორის გამოსავალი ლილვიდან გადაეცემა მუშა მანქანის ლილვს და სხვა [4, 5, 6].

ანალოგიური მაგალითების ჩამოთვლა შორს წაგვიყვანს: უამრავი ტერმინია შესაცვლელი, დასახვეწი, ამოსადები, ჩასამატებელი, შესაჯერებელი. ზოგიერთი ავტორი არაშესატყვის შინაარსობრივ-ფუნქციური დატვირთვის ან გრამატიკულად არასწორი ფორმის ტერმინს მიმართავს. მაგალითად, წარმოიშობიან ძალები. უნდა იყოს: წარმოიქმნება (აღიძვრება) ძალები; მათემატიკური ლოდინი – მათემატიკური მოლოდინი; მოყვანილი საკითხები – მოტანილი საკითხები; საკისრის ზიდვის უნარი – საკისრის მზიდუნარიანობა; აღმოცენდება დინამიკური წნევა – აღიძვრება დინამიკური დაწნევა; ლამინირებული დინება – ლამინარული დინება; ნესტის შთანთქმა – ტენის შთანთქმა; ერთეული მეტრი – გრძივი მეტრი; ბრუნთა რიცხვი – ბრუნვის სიხშირე; ყრილი ტვირთი – ნაყარი ტვირთი; თარაზული კონვეიერი – ჰორიზონტალური კონვეიერი; ბუნკერის გამოსაშვები ნახვრეტი – გამოსაშვები ფანჯარა; გათხელებული მასალა – თხევადი მასალა [4, 5, 6].

რაც შეეხება ტერმინს „მარკა“, იგი ლექსიკონში ვერ მოხვდა. თუმცა არის: ნიშანმდებელი – маркировщик; ნიშანსადები – маркировочный; ნიშანდება – маркировка. მაშასადამე, უნდა ვოგუდისხმით, რომ „марка“ არის „ნიშანი“. რუსულ ენციკლოპედიურ ლექსიკონში ვკითხულობთ: марка производственная – клеймо (штамп), проставляемое на изделие или его упаковке в целях индивидуализации изготовителя. Применяется независимо от товарного знака [1]. მაშასადამე, ამ შემთხვევაში რუსული „марка“-ს შესატყვისია „დამდა“, ასევე თვით „მარკაც“ (ქართულად), ოღონდ მისი გამოყენება უნდა მიესადაგოს ფუნქციასა და შინაარსს. მაგალითად, უნდა ვთქვათ „სამარკო ღვინო“, „ფოლადის მარკა“, ამა თუ იმ მარკის ტრატორი. რაც შეეხება „товарный знак“-ს, ეს უკვე „სასაქონლო ნიშანია“, მაგრამ ამა თუ იმ მანქანა-დანადგარს შეიძლება ჰქონდეს მწარმოებელი ქარხნის დამდა [1, 2, 3].

ავიღოთ ტერმინი „снаряд“. ტექნიკურ ტერმინოლოგიაში იგი განმარტებულია, როგორც ყუმბარა; ჭურვი; იარაღი. იქვე, с. дноуглубительный – ძირსადრმავებელი იარაღი; с. землеройный – მიწასათხრელი იარაღი; с. землесосный – მიწასაწოვი იარაღი; с. камнедробильный – ქვასამსხვრევი იარაღი და სხვა. როგორც ვხედავთ, ტერმინოლოგიის (ლექსიკონის) ავტორებმა ამ შემთხვევაში უპირატესობა მიანიჭეს „იარაღს“, ზოგჯერ იხმარებოდა „ჭურვიც“ (მიწისმწოვი). მაგრამ, მიგვაჩნია, რომ თავისი დანიშნულებით და გაბარიტული პარამეტრების მიხედვით, ზე-

მოთ ჩამოთვლილი მანქანები უფრო დანადგარებია და უმჯობესია ასევე ვუწოდოთ [1, 2].

აღსანიშნავია, რომ სახელმძღვანელოებსა და სხვა ტექნიკურ ლიტერატურაში არათანამიმდევრულადაა გამოყენებული ერთი და იგივე ფიზიკურ-მექანიკურ სიდიდეთა სტანდარტული აღნიშვნები და განზომილებები. ზოგიერთს ბოლოში ერთვის ე.წ. გადასაყვანი ცხრილები, რომლითაც უნდა ისარგებლოს მომხმარებელმა: სტუდენტმა, კონსტრუქტორმა, მეცნიერი მუშაკმა, რაც გარკვეულ დისკომფორტს შეუქმნის მუშაობაში. აქედან გამომდინარე, სახელმძღვანელოებისა და სხვა ტექნიკური ლიტერატურის გამოცემისას მათ ავტორებს მეტი პასუხისმგებლობა მართებთ.

3. დასკვნა

სტატიაში მოტანილი ფაქტობრივი მასალა (მინიმალურია არსებულთან შედარებით) გვაფიქრებინებს, რომ საჭიროა შეიქმნას ტექნიკური ტერმინოლოგიის განმარტებითი ლექსიკონები დარგების მიხედვით, რაც დიდ დახმარებას გაუწევს როგორც დარგის მუშაკებს, ასევე სტუდენტობას და სხვა დაინტერესებულ პირებს. ეს თავიდან აგვაცილებს ჩვენ მიერ მოტანილი მაგალითების მსგავს ლაფსუსებს. მიგვაჩნია, რომ ამ საქმეში დიდი დახმარების გაწევა შეუძლია წამყვანი უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების მაპროფილებელ მიმართულებებს.

ქართული ტექნიკური ტერმინოლოგიის ახალი გამოცემისათვის მუშაობა ჯერ კიდევ 90-იან წლებში დაიწყო. ჩვენ მიერ შესრულებულ იქნა საკმაოდ დიდი მოცულობის სამუშაო, რომელიც გადაეცა მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტს, მაგრამ, გაურკვეველი მიზეზების გამო, კომისიამ მუშაობა შეწყვიტა და ახალი ტექნიკური ტერმინოლოგიის გამოცემაც გადაიდო. არადა, ბევრი ტერმინი მოძველდა და შესაცვლელია, შესაცვლელია ზოგიერთი ფიზიკური სიდიდის აღნიშვნა და განზომილება, ჩასამატებელია ბევრი ტერმინი, რომელიც რატომღაც არ მოხვდა წინა გამოცემის ტერმინოლოგიაში, დასახვეწია და დასამკვიდრებელი ბევრი ახალი ტერმინი, რაც დაკავშირებულია ახალი ტექნოლოგიების დანერგვასთან და სხვა.

ლიტერატურა

1. ტექნიკური ტერმინოლოგია (ქართულ-რუსულ ნაწილი). თბილისი: მერანი, 1982 წ., 568 გვ.
2. ტექნიკური ტერმინოლოგია (რუსულ-ქართული ნაწილი). თბილისი: მეცნიერება, 1983 წ., 521 გვ.
3. Советский энциклопедический словарь. Изд. 4-ое, Москва: Советская энциклопедия, 1990 г. – 1632 с.

4. ჯ. ბიჭიაშვილი, მ. ადგიშვილი, რ. იმედაძე. სატრანსპორტო-სამშენებლო მანქანები. თბილისი: განათლება, 2002 წ. – 430 გვ.
5. მ. შილაკაძე. სამშენებლო მანქანების საიმედოობის საფუძვლები (ტრიბოტექნიკა, დაღლილობა). თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 1998წ. 214 გვ.
6. შ. სულხანიშვილი, მ. მაღლაკელიძე, გ. ჯაფარიძე. ამწე-სატრანსპორტო მანქანები. ნაწ. II. სატრანსპორტო მანქანები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2008 წ. 358 გვ.

UDC 001.4**TECHNICAL TERMINOLOGY AND MODERN EDUCATIONAL LITERATURE****L. Sutidze, G. Iakobashvili**

Department of mechanical engineering, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: Since the majority of the technical literature in Georgian is translated from Russian, correct choice of Georgian technical term equivalent to the Russian one is very considerable as it would be in compliance with the functional meaning and content of given sentence.

There is reviewed the issues concerning the usage of some technical terms analyzed by us regarding their correct usage correspondingly to its functional meaning. Some rude abolishments of translations done lately are marked as well. For example: bulldozer wing, rope reserving and etc.

Therefore we suggest creation of the technical explanatory dictionary in the field urgently.

Key words: technical term, bulldozer shield; rope rewind; grade; dictionary.

УДК 001.4**ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА****Сутидзе Л.Н., Якобашвили Г.И.**

Департамент машиностроения, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Большая часть технической литературы на грузинском языке переведена с русского, поэтому большое значение имеет правильный выбор соответствующего русскому техническому термину грузинского термина, который не нарушил бы его функциональной нагрузки и, тем самым, правильность содержания и смысла данного предложения.

Рассматривается правомерность использования исследованных нами некоторых технических терминов, с точки зрения их соответствия своему функциональному назначению. Отмечены некоторые грубые нарушения перевода, встречающиеся в технической литературе, изданной за последние годы, например, отвал бульдозера, запасовка каната и др.

С целью исправления создавшегося положения считаем целесообразным создание технического пояснительного словаря отрасли.

Ключевые слова: технический термин; отвал бульдозера; запасовка каната; марка; словарь.

*შემოსვლის თარიღი 18.06.09
მიღებულია დასაბუჯდად 25.07.09*

შპს 69.1:628.511

ფასები, ფასწარმოქმნა და მისი ცვლილების თავისებურებები

ჯ. კანკაძე, ა. მებონია, მ. კანკაძე

მანქანათმშენებლობის და ტრანსპორტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: goderdzi57@mil.ru

რეზიუმე: განხილულია ფასებისა და ფასწარმოქმნის ცვლილების თავისებურებები, რაზეა დამოკიდებული და რა გაითვალისწინება მისი წარმოქმნის დროს. დადგენილია ფასწარმოქმნის ნიუანსები თანამედროვე საბაზრო ეკონომიკის პრინციპების გათვალისწინებით, ასევე ბაზარზე ფასების დადგენის მიმართულებით გაკეთებულია კომერციული სუბიექტების მოქმედების სპეციფიკის ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: ფასწარმოქმნის სტრატეგია; პროდუქციის რეალიზაცია; ბაზარი.

1. შესავალი

თანამედროვე ცივილიზებული ქვეყნების ადამიანთა მშენებლობის საქმეში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეკონომიკის ისეთი ელემენტების მდგომარეობას, როგორცაა: წარმოების ორგანიზაცია, საკუთრების ფორმები, საგადასახადო რეგულირების საკითხები, ფასების წარმოქმნის მექანიზმები და სხვ. ამ ელემენტების ჩამოყალიბება და განვითარება მეტწილად დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა სახის ეკონომიკური მოდელია დამკვიდრებული ქვეყანაში. ამ კუთხით, ეკონომიკურ თეორიაში, ძირითადად, ცნობილია ორი სახეობა: კაპიტალიზმის წიაღში წარმოშობილი საბაზრო ეკონომიკა და სოციალიზმის ეპოქაში დამკვიდრებული ადმინისტრაციულ-გეგმური სისტემა.

ბაზარზე ფასების ჩამოყალიბების საკითხები გაანალიზებულია მთელ რიგ ნაშრომებში [1-5], მაგრამ ფასწარმოქმნის დინამიკურობის და ბაზრის ცალკეული სეგმენტის სპეციფიკურობის გათვალისწინებით მისი მექანიზმები შედარებით სწრაფად იცვლება, რაც საჭიროებს დაკვირვებას და შემდგომ შესწავლას.

2. ძირითადი ნაწილი

მწარმოებლები და მომხმარებლები სამეურნეო-კომერციულ ქცევებს წარმართავენ ბაზარზე ჩამოყალიბებული ფასების მიხედვით. ფასები მათთვის ასრულებს როგორც მოტივაციის, ისე შეზღუდვის ფუნქციას. თავისუფალი ეკონომიკის სისტემის დომინირებისას ბაზარი თავად არეგულირებს ფასწარმოქმნის პროცესს. კაპიტა-

ლისტურ ქვეყნებში ვაჭრობა ეროვნული მეურნეობის ერთ-ერთი დარგია, საბაზრო ეკონომიკა კი მისი ორგანიზების ერთ-ერთი წესი ანუ სისტემა, რომლის დროსაც წარმოების ყველა ფაქტორი ყიდვა-გაყიდვის ობიექტია, მათზე ფასები მოთხოვნა-მიწოდების საფუძველზე წესდება. ბაზარი, როგორც ურთიერთკავშირში მყოფი ელემენტების ერთობლიობა, სახელმწიფოსა და მწარმეს (ფირმას) შორის შუალედური რგოლის ფუნქციით წარმოგვიდგება, რომელსაც თავისი შიგა სისტემა გააჩნია და ორგანიზაციული სტრუქტურისაგან, საწარმოო სიმძლავრეებისა და რესურსებისგან შედგება, რომელთა განვითარება განაპირობებს ბაზრის ნორმალურ ფუნქციონირებას. საბაზრო ეკონომიკის პირობებში კონკრეტული ფირმები, ცალკეული მწარმეები და ადამიანები თავიანთი პასუხისმგებლობით ადგენენ ეკონომიკური საქმიანობის გეგმებს და თავად წყვეტენ, რა აწარმოონ ან მოიხმარონ, რა მიაწოდონ ან რა შეიძინონ. ცხადია, საკუთარი სურვილები და შესაძლებლობები მათ უკეთ იციან, ვიდრე, დაუშვათ, სახელმწიფო სტრუქტურებმა. რატომ არ იწვევს მილიონობით ასეთი ცალკეული გეგმა და მათი რეალური განხორციელება ბაზარზე ქაოსს? ამ უამრავი გეგმის მიხედვით საქმიანობის ოპტიმალურ კოორდინაციას უზრუნველყოფს ეკონომიკის ერთ-ერთი მგრძობიარე მექანიზმი – ფასი. იგი ბევრად უფრო სწრაფად, ზუსტად და ბიუროკრატიული ბარიერების გარეშე უზენებეს მწარმოებელს, რა სახის და რა რაოდენობის პროდუქცია უნდა იქნეს წარმოებული ანუ ასეთ ვითარებაში ბიზნესის განხორციელების მთავარი პრინციპია – რა და რამდენი, როგორ და ვისთვის (ანუ მომხმარებლის რომელი კატეგორიისთვის) იწარმოება პროდუქცია.

სოციალისტურ ქვეყნებში კი სახელმწიფო თავად აწესებდა ფასებს, წარმოებას ჰქონდა გეგმური ხასიათი, საწარმოების ხელმძღვანელები შესაბამისი სახელმწიფო სტრუქტურებისგან ღებულობდნენ გეგმას, რა რაოდენობის პროდუქცია უნდა ეწარმოებინათ დროის კონკრეტულ მონაკვეთში და რა ფასი უნდა ჰქონოდა მას, რადგან ამ სისტემის პირობებში წარმოებული პროდუქცია სახელმწიფო საკუთრებად ითვლებოდა. მაგ., ერთი კოლოფი ასანთი თუ მოსკოვში ღირდა 5 კაპიკი, ანალოგიური ფასი

საზოგადოებრივი მნიშვნელობის მქონე ნაშრომია

საზოგადოებრივი
მედიის განვითარება

ჰქონდა მას ტიუმენშიც. სოციალისტური მოდელი ეყრდნობოდა წარმოებისთვის მასიური ხასიათის მიცემას, პროდუქციის შექმნაზე გაწეული ხარჯები გარკვეულწილად უგულვებლყოფილი იყო. ასეთი მიდგომა პერსპექტივაში წარმოების რენტაბელობას სერიოზულ საფრთხეს უქმნის (მაგ., ისნის ფაბრიკა ფეხსაცმელს აწარმოებდა, მაგრამ მისი პროდუქცია უხარისხო იყო და ბაზარზე რეალიზაციის დაბალი მაჩვენებელი ჰქონდა. მიუხედავად ამისა, ფაბრიკა მაინც აგრძელებდა ფუნქციონირებას სახელმწიფო დოტაციებით. ცხადია, კაპიტალიზმის პირობებში ასეთი ტიპის საწარმოებს არ აქვს პერსპექტივა). სოციალისტური სისტემის რღვევისას (XX სს 80-იანი წლები) წარმოების კრიზისმა პერმანენტული ხასიათი მიიღო, რადგან სახეზე იყო კონკურენციის დაბალი დონე, შრომის მოტივაციის შემცირება, რამაც გამოიწვია საქონლის ქრონიკული დეფიციტი, ამას მასშტაბურად ფასების ლიბერალიზაცია და მწვავე ინფლაციური პროცესი მოჰყვა.

პროდუქციის ფასი უნდა იყოს საწარმოსთვის მოგების მიღების გარკვეული გარანტი [6]. საწარმოების ხელმძღვანელები შეიმუშავებენ ფასების დადგენის სტრატეგიას. გავანალიზოთ რამდენიმე სტრატეგიული მიმართულება: მაღალი ფასების სტრატეგია დასაწყისში ითვალისწინებს საქონლის გაყიდვას თვითღირებულებაზე საგრძნობლად მაღალ ფასში. ეს მეთოდი ვრცელდება იმ სახის საქონელზე, რომელიც ახალია მომხმარებლისთვის და მისდამი ინტერესი გაორმაგებულია, მომხმარებლის შემცირების შემთხვევაში კი ფასიც მცირდება. დაბალი ფასების სტრატეგია ბაზარზე “შედწევას” ისახავს მიზნად, ამ დროს მწარმოებლის მიზანია დაბალი ფასებით მოთხოვნის სტიმულირება, რადგან მომხმარებლის დიდ ნაწილი სწრაფად რეაგირებს დაბალ ფასზე. შესაბამისად, მოთხოვნის გაზრდით და წარმოების მოცულობის გადიდებით ხდება (საქონელზე ფასის დაკლებით) შემოსავლის შესაძლო შემცირების კომპენსირება. ეს მეთოდი ამართლებს, როდესაც მომხმარებლების ადაპტაცია პროდუქციასთან მოკლე დროში ხდება.

დიფერენცირებული ფასების სტრატეგია გულისხმობს სხვადასხვა ფასების დაწესებას სხვადასხვა ბაზრებსა და სეგმენტებზე, ერთი და იგივე სახის საქონელზე, რომელიც გათვლილია მომხმარებლის გარკვეულ კატეგორიაზე. თბილისის მაგალითზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ქალაქის ცენტრში მდებარე ე.წ. “დახურული” ბაზარი ყოველთვის უფრო სიძვირით გამოირჩეოდა, ვიდრე დიდუბის ე.წ. „დეზერტირების“ ბაზარი, ასევე ცენტრალურ უბნებში არსებული მინიბაზრები უფრო ძვირად

ვაჭრობდნენ. მაგ., 1კგ ხილი გაცილებით უფრო ძვირი იყო, ვიდრე საკოლმეურნეო ბაზარზე ანალოგიური ხარისხის 2,5 კგ ხილი, მაგრამ იმ უბნების მცხოვრები დროის ეკონომიის და სხვა სერიოზული ფაქტორების გათვალისწინებით, თავს არიდებდნენ შორს წასვლას და არჩევდნენ სახლთან ახლოს უფრო ძვირად შეეძინათ პროდუქტი. დღეს ამ ტიპის ბაზრებს სერიოზულ კონკურენციას უწევს თანამედროვე სუპერმარკეტები (მაგ., „პოპულის“ ქსელი), მათ ახასიათებს საქონლის მრავალფეროვნება და, სიძვირის მიუხედავად, ბევრი მომხმარებელი ჰყავს, რომელიც უპირატესობას ანიჭებს იქ არსებულ გარემო პირობებს (მომსახურების დონე, სისუფთავე და ა.შ). ზოგიერთი ფირმისთვის დამახასიათებელია სტაბილური ფასებით ვაჭრობა ანუ საქონელზე მუდმივი ფასი გრძელვადიანი პერიოდის მანძილზე, რაც ფირმას გარკვეულ ავტორიტეტს მატებს მომხმარებლებში. ასევე აღსანიშნავია კვების პროდუქტებით ვაჭრობისას დამკვიდრებული ტაქტიკა, რომელიც განსაკუთრებით შეეხება საკონდიტრო ნაწარმს და პურ-ფუნთუშეულს, როდესაც არ ზრდიან ფასს, მაგრამ აკლებენ წონას და ამით დეზულობენ დამატებით მოგებას, რაც მომხმარებლისთვის, ზოგ შემთხვევაში, შეუმჩნეველია, ეს „ტაქტიკური მეთოდი“ მწარმოებლების ნაკლად უნდა ჩაითვალოს. მეწარმეთა გარკვეული ნაწილი არჩევს საქონელი გაყიდოს დაუმრგვალებელ ფასად, ეს სტრატეგიული მეთოდი ითვალისწინებს საქონლის გაყიდვას, მაგალითად, არა 11 ლარად, არამედ 10 ლარად და 75 თეთრად, რაც მომხმარებლის გარკვეულ კატეგორიას უქმნის შთაბეჭდილებას, რომ საქონელზე ფასი ზუსტად თეთრებშია გათვლილი და ეს ზრდის მის მოტივაციას.

მნიშვნელოვანია საქონლის საექსპორტო ფასი, რომელზეც უპირობოდ მოქმედებს რეალიზაციის ვადები (განსაკუთრებით, საკვები პროდუქტებისა და ხილის ექსპორტირებისას), მოგების დონე. მისი ღირებულების დადგენისას გასათვალისწინებელია ტრანსპორტირებისა და სადაზღვევო ხარჯები.

ფასწარმოქმნის პროცესში მთავარი როლი ენიჭება მოთხოვნის დონეს. თავის მხრივ, მოთხოვნა განაპირობებს მიწოდების სიდიდეს. ფასების დინამიკა რეალურად ყალიბდება მეწარმე სუბიექტებს შორის ფაქტობრივი გარიგების, ბიჯებისა და აუქციონებზე ვაჭრობის შედეგების მიხედვით. საწარმოსთვის ფასწარმოქმნის ძირითადი პრინციპია ის, რომ საქონლის ფასმა უზრუნველყოს პროდუქციის წარმოება-რეალიზაციის ხარჯების დაფარვა და იმ რაოდენობით მოგების მიღება, რომ გადახდილ იქნეს საბიჯეტო გადასახადები და გადაწყვეტილი საწარ-

მოს განვითარების სოციალურ-ტექნიკური საკითხები. ამრიგად, საწარმოს ეფექტური ფუნქციონირებისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ფასწარმოქმნის სწორი პოლიტიკის გატარებას. პროდუქციაზე ოპტიმალური ფასის დაწესება, ბევრ და ზოგ შემთხვევაში, უკავშირდება არაერთგვაროვან ფაქტორს. ფასის ჩამოყალიბება და საქონლის რეალიზაციის მოცულობა დამოკიდებულია ბაზრის კონიუნქტურაზე. დასავლური ფირმები ამ ამოცანის გადაწყვეტისას, პირველ რიგში, აკეთებენ იმის ანალიზს, რა როლს ანიჭებს ფირმა საქონლის ფასს კომერციულ საქმიანობაში, რადგან ფასი მოთხოვნის სტიმულატორის ფუნქციასაც უნდა შეიცავდეს. ასევე აღსანიშნავია მოთხოვნაზე მოქმედი ფაქტორები: იმ მეწარმეთა რაოდენობა და პოტენციალი, რომელსაც ბაზარზე ერთგვაროვანი სახის პროდუქცია გამოაქვს, ასევე მომხმარებლის ზოგადი დამოკიდებულება წარმოებული კონკრეტული პროდუქციის მიმართ, საზოგადოების ჩვეულებები და ტრადიციები. შემდგომი ეტაპია საწარმოს მიერ პროდუქციის შექმნაზე გავლელი ხარჯების შეფასება, სადაც ხდება საწარმოს პროდუქციის თვითღირებულების მანევრებლების შედარება სხვა ანალოგიური პროდუქციის მწარმოებელი საწარმოების საშუალო მანევრებლებთან, დგინდება საბაზრო ფასი ერთი სახეობის პროდუქციაზე და მოგების საშუალო ნორმა, რომელიც განსხვავებულია სხვადასხვა საწარმოებისთვის – წარმოების ხარჯების სიდიდე საწარმოსთვის არის არსებული ფასის ქვედა ზღვარი, რომლის დაბლა საქონლის გაყიდვა ზარალიანია, ხოლო მისაღები ფასების ზედა ზღვარი, რეალური მოთხოვნა-მიწოდებისა და კონკურენციის დონის გათვალისწინებით.

კონკურენტი საწარმოები პროდუქციის ფასების ანალიზის დროს ყურადღებას აქცევენ ბაზარზე არსებულ ფასდაკლებების სისტემას, რომელიც პროდუქციის მაქსიმალური რეალიზაციისთვის ერთობ ეფექტური საშუალებაა, რაც დამახასიათებელია ცნობილი ფირმებისთვის, რომლებიც უფრო მეტად საახალწლოდ, და შეიძლება სხვა პერიოდშიც, სიურპრიზს უკეთებს საკუთარ მომხმარებელს, როცა ეწეობა ე.წ. სეილები (ფასდაკლება) მაღაზიაში არსებულ სხვადასხვა სახის საქონელზე [7].

დასავლეთის ქვეყნებში ფასების გაანგარიშების ერთ-ერთი გავრცელებული მეთოდია – წარმოების საშუალო დანახარჯებს დამატებული მოგება. ეს დანამატი ფასზე საქონლის სახეობის მიხედვით განისაზღვრება, მაგ., აშშ-ში თამბაქოზე 20%-იანი დანამატი გამოიყენება, წიგნებზე – 34%, საცალო გაყიდვებში ყველაზე მაღალი დანამტი აქვს ყავას, შაქარს, რძის ნაწარმს [8]. დანამატების სიდიდე დამოკიდებულია

რეალიზაციის მოცულობაზე, სასაქონლო მარაგების ბრუნვაზე და, რა თქმა უნდა, მიმდინარე მოთხოვნისა და კონკურენციის დონეზე. სხვადასხვა სახეობის საქონელზე ფასების ცვლილებას სპეციფიკური ხასიათი აქვს, მაგ., ტანსაცმელზე ფასები იცვლება სეზონის და, ცხადია, მოდის მიხედვით, რაც შეეხება საკვებ პროდუქტებს, მაგალითად, შეიძლება მოვიყვანოთ გრძელვადიანი პერიოდი, როდესაც არის მიძიმე მარხვა, ამ დროს კლებულობს მოთხოვნა ხორცპროდუქტებზე და რძის ნაწარმზე, განსაკუთრებით იმ რაიონში, რეგიონში თუ ქვეყანაში, სადაც საზოგადოებაში სულიერი განვითარების დონე მაღალია. ასევე ფასების დინამიკაზე დიდ გავლენას ახდენს ტექნოლოგიური განვითარება, რაც საყოფაცხოვრებო თუ სხვა სახეობის ტექნიკით ვაჭრობაზე აისახება, მაგ., მობილური ტელეფონი თუ ღირს 500 ლარი, გარკვეული პერიოდის შემდეგ მისი ფასი შეიძლება განახევრდეს, რადგან ბაზარზე სწრაფად შემოდის ახალი თაობის ტელეფონები, ეს ტენდენცია ეხება სხვა სახეობის ტექნიკასაც (კომპიუტერები იქნება ეს თუ ტელევიზორები და ა.შ.). ცნობილია, რომ ფასების ცვლილება აისახება ბუნებრივ მოთხოვნაზე, ერთი დასახელების საქონელზე ფასების ცვლილება გავლენას ახდენს სხვა საქონლის ფასზეც, მაგ., ფასების ზრდა და მოთხოვნის შემცირება საღებავზე გამოიწვევს გაყიდული ფუნჯების რაოდენობის შემცირებას. ცნობილია, რომ რომელიმე სახის პროდუქციაზე ფასის გაზრდისას მომხმარებელი გადადის კონკრეტული საქონლის ე.წ. შემცვლელი საქონლის შეძენაზე (კარაქი-მარგარინი, შოკოლადი-ნამცხვარი) ანუ ისეთი საქონლის შეძენაზე, რომელიც, პირველ შემთხვევაში, არსებულ მოთხოვნას დააკმაყოფილებს, მაგრამ, ზოგ შემთხვევაში, ძნელია სრული ურთიერთშემავსებელი პროდუქციით დაკმაყოფილება, მაგ., თუ ბენზინზე ფასი გაძვირდა, შესაძლებელია ავტომფლობელმა მანქანა გადაიყვანოს უფრო ეკონომიურ – გაზით მართვის სისტემაზე, მაგრამ ისიც აღსანიშნავია, რომ ეს მეთოდი ნაკლებ უსაფრთხოა მგზავრობისათვის.

ფასების წარმოქმნისას სახელმწიფოს მარეგულირებელი ფუნქცია გააჩნია, რაც გამოიხატება შედავათებში, საჭირო პროდუქციის გამომშვების სტიმულირებისა და მოსახლეობის სოციალური დაცვის უზრუნველსაყოფად. სახელმწიფო აყალიბებს სამართლებრივ საფუძვლებს [9], სისტემას ბაზარზე ჯანსაღი კონკურენციის არსებობისთვის (მაგ., ანტიმონოპოლიური სამსახური). ასევე შესაბამისმა სტრუქტურებმა განსაკუთრებულ ვითარებაში კონკრეტულ ფირმებს შეიძლება დაუწესონ ზღვრული ფასები. დაუშვათ, ენერგოკრიზისის პირობებში გაიზარდა ნავთის მოხმარება და ნავთობპროდუქტების რეალიზატორმა

ფირმებმა დაიწყეს ფასების პერმანენტული ზრდა. ასეთ დროს სახელმწიფო სტრუქტურების ჩარევით შესაძლებელია ამ პრობლემის დარეგულირება და მათთვის ზღვრული ფასის დაწესება, რადგან კონკრეტულ ვითარებაში ნაწილი აუცილებელი მოხმარების პროდუქტია. მსგავსი ტიპის გაგლეხა შეიძლება შესამჩნევი იყოს მარტო პირველადი და აუცილებელი მოხმარების პროდუქტიაზე, მაგრამ აღსანიშნავია ისიც, რომ გარკვეული პროფილით მოღვაწე მსხვილი ბიზნესის მფლობელებმა, რომლებიც დაახლოებული არიან ხელისუფლებაში დომინირებად ჯგუფებთან, გამოიყენონ აღნიშნულ წრეებთან ურთიერთობა თავისი ფინანსური ინტერესებიდან გამომდინარე (ამის მაგალითია მედიკამენტებზე ფასების პერმანენტული მატება, რითაც დიდ სარგებელს ღებულობენ სააფთიაქო ქსელების მფლობელები. ეს პროცესი თვალში საცემია მაშინ, როდესაც ერთ ან ორ ფარმაცევტულ ფირმას მონოპოლიზებული აქვს ბაზარი, რაც ჩვენ შემთხვევაში, ასეც არის. ამასთან, ხდება იმის გათვალისწინებაც, რომ მედიკამენტებზე ნაკლებად აისახება მოთხოვნის შემცირება, რადგან მოქალაქეების ანუ მომხმარებლის გემოვნებასა და სურვილზე არ არის დამოკიდებული მისი შექმნა-არშექმნა).

მსოფლიო ბაზარზე არსებულ ფასებზე დიდ გაგლეხას ახდენს დღესდღეობით გაურკვევლებული მსოფლიო ფინანსური კრიზისი, რომელიც აშშ-დან დაიწყო და განსაკუთრებით იმ ქვეყნების ეკონომიკას შეეხო, სადაც განვითარებულია მძიმე მრეწველობა, ამიტომ აღნიშნული სექტორის მიერ წარმოებული სხვადასხვა სახის პროდუქტიაზე ადგილი აქვს ფასების ვარდნას.

3. დასკვნა

განვითარებული ეკონომიკის მქონე ქვეყნებში ფასები საბაზრო მექანიზმის ფუნქციონირების ერთ-ერთ ფაქტორად გვევლინება, რადგან სტაბილური ფასები უზრუნველყოფს სტაბილურ ბაზარს და მდგრად ეკონომიკას და, რაც მთავარია, ფასების საშუალებით ხდება ბაზარზე უამრავი დამოუკიდებელი სუბიექტის კოორდინირება და მათი შემდგომი ეკონომიკური მოქმედების განხორციელება.

ლიტერატურა

1. Салимжанов И.К. Ценообразование. М.: КноРус, 2008. - 304 с.
2. Долан Р., Саймон Г. Эффективное ценообразование. М.: Экзамен, 2005. - 416 с.
3. Баздникин А.С. Цены и ценообразование. М.: Юрайт, 2007. - 284 с.
4. Ивчиков Н.Н. Трансферные цены в рыночной экономике // Финансовый менеджмент, №2, 2002, с.48-53.
5. Петросян А.А. Некоторые аспекты тактического ценообразования // Маркетинг в России, №3, 2003, с.18-24.
6. გ. ლომსაძე, ნ. დანგაძე. საწარმოს ეკონომიკა. თბილისი, 2000. გვ. 83-84.
7. Statistics.ge
8. გ. ჯოლია. მარკეტინგი. თბილისი, 1992. გვ. 145.
9. გ. თოდუა, რ. გოგოხია, რ. ქუტიძე. ეკონომიკის პრინციპები. თბილისი, 2008. გვ. 52-54.

UDC 69.1:628.511

PRICES, PRICE FORMATION AND THE PECULIARITIES OF ITS CHANGE

J.Kankadze, A.Mebonia, M.Kankadze

Department of machine building and Transport, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: Building is a modern civilized country involves such integral economic elements, as, production organization, forms of ownership, fix payment regulatory issues, price formation mechanisms and etc. The formation and development of such elements in many cases depends on the economic model adopted by the country.

Producers and consumers perform their economic and commercial activities according to their motivation and restriction function. Within a dominant liberal economic system it is the market itself, which regulates the pricing process. Under capitalism trade is one of the fields of national economy, whereas market economy is a form of its organization, that is a system under which all factors are considered a trade object and prices are based on demand and supply.

The present work thoroughly addresses prices, pricing and the peculiarities of its change as well the underlying factors.

Key words: price formation strategy; realization of production; market.

УДК 69.1:628.511

ЦЕНЫ, ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ**Канкадзе Дж.А., Мебония А.С., Канкадзе М.Д.**

Департамент машиностроения и транспорта, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: В деле построения современной цивилизованной страны большое значение придается состоянию таких составных частей экономики, какими являются организация производства, формы собственности, вопросы налогового регулирования, механизмы ценообразования и др.

Формирование и развитие этих элементов в большей степени зависят от того, какая экономическая модель является установившейся в стране.

Производители и потребители свою хозяйственно-коммерческую деятельность проводят с учетом сложившихся на рынке цен. Цены для них представляют функцию как мотивации, так и ограничения. При доминировании системы свободной экономики рынок сам регулирует процесс ценообразования. В капиталистических странах торговля является одной из отраслей национального хозяйства, рыночная экономика – одним из порядков или систем его организации, при котором все факторы представляют собой объекты купли-продажи, цены на них устанавливаются на основе спроса-предложения.

Основательно представлены изменения цен и ценообразования, показано от чего они зависят и что учитывается при их установлении.

Ключевые слова: стратегия ценообразования; реализация продукции; рынок.

შემოსვლის თარიღი 21.07.09

მიღებულია დასაბუჯდად 16.08.09

კუმათელაძე რ.

უპა 621.311

ენერგოსისტემის ობიექტურ-ორიენტირებული წარმოდგენა

რ. კუმათელაძე*, ა. კობიაშვილი, კ. კუმათელაძე

ეკონომიკისა და ბიზნესის მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77

E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

რეზიუმე: განხილულია ექსპერტული სისტემების გამოყენება და ცოდნის ინჟინერიის გამოყენების შესაძლებლობები პროცესების მართვაში. შეფასებულია რამდენიმე იდეა ენერგოსისტემებისათვის და მოდელირებულია მცირე-მასშტაბიანი პრიორიტეტები. ნახვენებია რეალური დროის ოპერაციების დაგეგმვის მოდელებზე დაფუძნებული დასაბუთება და ხდომილობათა ანალიზი.

საკანძო სიტყვები: ობიექტურ-ორიენტირებული წარმოდგენა; ენერგოსისტემა; ექსპერტული სისტემა.

1. შესავალი

ენერგოსისტემების მართვის მრავალი პრობლემის გადასაწყვეტად შექმნილია მრავალი სხვადასხვა სისტემა, რომელთა უმრავლესობა ძირითადად წესებზე დაფუძნებულ პროგრამებზეა აგებული. მათ შორის უფრო და უფრო მეტი ინტერესი ვლინდება ობიექტურ-ორიენტირებული მოდელებისადმი.

მოცემული ნაშრომის მიზანია ენერგოსისტემის მართვის მოდელირებაზე დაფუძნებული სისტემის შესაძლებლობების კვლევა. ნაშრომის მთავარი იდეაა ენერგოსისტემის წარმოდგენა ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომით, რომელსაც ესაჭიროება წესებზე აგებული ცოდნის ბაზა და მეთოდები, ლოგიკური პრობლემები და ატრიბუტები [1].

2. ძირითადი ნაწილი

ენერგოსისტემის ოპერატიული დაგეგმვა მოიცავს ოპერაციების ფართო დიაპაზონს, კერძოდ, გადართვის პროცედურების დაგეგმვას, გენერაციასა და ტესტირებას.

ნორმალურ რეჟიმში გადართვის ოპერაციები საჭიროა ენერგოსისტემაში სტაბილური მდგომარეობის შესანარჩუნებლად. საგანგებო სიტუაციებში ისინი გამოიყენება შემდეგი მიზნებისთვის:

- მტყუნების გავრცელების შეჩერება;
- არასტაბილურობის არის იზოლირება;
- გამორთვების მინიმიზაცია;
- დაუზიანებელი კომპონენტების აღდგენა;
- დაზიანებული კომპონენტების ან მტყუნების მიზეზების დადგენა;

- სიმძლავრის შეცვლა;
- დატვირთვის შემცირება.

საგანგებო სიტუაციებში ოპერატორმა უნდა მოიფიქროს, რა დროის დახარჯვა შეუძლია დაგეგმვის პროცესზე. თუ ხელმისაწვდომი დრო ძალიან მცირეა (<15წმ), ოპერატორმა უნდა გადაწყვიტოს შეასრულოს დატვირთვის შემცირება თუ მოახდინოს იზოლირება. თუ მეტი დროა (25-120წმ), ოპერატორი ცდილობს დაგეგმოს ნაკლებად “ძალისმიერი” ოპერაციები.

თავდაპირველად ოპერატორი განსაზღვრავს მიზნებს, მაგალითად, რომელი არეების იზოლირება უნდა მოხდეს. შემდეგ გეგმავს ამ მიზნების რეალიზებას, ვთქვათ, გადართვის გზით. შემდეგ იყენებს მათ ქსელის მიმდინარე მდგომარეობისათვის და ცდილობს მოდელირება გაუკეთოს მოქმედებათა შედეგებს ნაბიჯ-ნაბიჯ. თუ დაგეგმილი მოქმედებიდან რომელიმე გამოიწვევს საზიანო გვერდით ეფექტებს, ისინი შემდგომში აღარ დაიგეგმება.

შეფასების პროცესი ხშირად ძალიან გართულებულია თუ ქსელი დინამიკურად იცვლება. მაშინაც კი, როცა ხდება ერთი რომელიმე მარშრუტის იზოლირება, ოპერატორმა უნდა გადართოს ყველა ხაზი, რომელიც ამ მარშრუტთანაა დაკავშირებული, სხვა მარშრუტისკენ. მას უწევს თითოეული ხაზისთვის 2-8 გამოთიშველის გადართვა. ამ სახის გეგმა შეიძლება 20-80-მდე გადართვის მოქმედებას მოიცავდეს, რომლებიც უნდა შესრულდეს სათანადო თანამიმდევრობით და დროის შესაბამის შუალედებში.

ასეთი სახის მოქმედებები, ჩვეულებრივ, საჭიროებს ოპერაციებს სხვა ქვესადგურებზეც და გადართვების რეალური რაოდენობა შეიძლება ძალიან დიდი იყოს.

მას შემდეგ, რაც გეგმა შეფასებული და შემოწმებულია, ოპერატორი ახდენს გეგმის ფორმულირებას სპეციალურ ფორმაში და გადასცემს უბნის მართვის ცენტრს.

დაგეგმვის ძირითადი ინსტრუმენტი სიმძლავრის რეგულირების პროგრამაა, რომელსაც არც ისე ხშირად იყენებენ. ეს პროგრამა ითვლის მხოლოდ იმ სიტუაციებს, რომელთა წინ ან შემდეგ იყო პრობლემური მდგომარეობა. ამასთან, ეს პროგრამა საკმაოდ რთულია. მას იყენებენ დაგეგმვის ან რეგულირების ოპერაციების შესასრულებლად.

გადართვების გეგმის შედგენა ხშირად იმდენ დროს მოითხოვს, რომ ამ გეგმას აღგენენ მოვიანებით, ხოლო გადართვების თანამიმდევრო-

ბის ინსტრუქციებს უბნის მართვის ცენტრებს ტელეფონით გადასცემენ. ამიტომ, ძალიან აქტუალურია ისეთი სისტემის შექმნა, რომელიც რეალურ დროში მოახდენს ადეკვატური ოპერაციების დაგეგმვას.

რეალურ დროში ოპერაციების დაგეგმვა მოიცავს:

- ენერგოსისტემების მდგომარეობის იდენტიფიკაციას;
- მიზნების იდენტიფიკაციას;
- პროცედურების არჩევას;
- შერჩეული პროცედურების შემოწმებას.

ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემა (ცდს) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერ საფეხურზე. პირველი ორი საფეხურის ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემის გამოყენება განსხვავებულია, რადგანაც ამ საფეხურებს ხშირად ესაჭიროება ძალიან დიდი მოცულობის ცოდნა, კომუნიკაცია სხვა ადამიანებთან და ხალი აზრი.

პროცედურების არჩევასაც ცდს შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შესაძლო გადართვების თანამიმდევრობის განსაზღვრისათვის. ამ შემთხვევაში სასურველია პრობლემაში გამოიყოს ქვემიზნები და მოიძებნოს გადართვების თანამიმდევრობა მათ შესასრულებლად.

თუ პრობლემის გადაჭრა ამ სტრატეგიის გამოყენებით შეუძლებელი აღმოჩნდა, მაშინ სისტემა უნდა მოახდინოს ახალი თანამიმდევრობის გენერირება, უფრო მაღალი დონის წესების გამოყენებით. თუ სისტემა ამჯერადაც წარუმატებელი აღმოჩნდა, მაშინ სასწრაფოდ უნდა გამოიტანოს შეტყობინება ამის შესახებ, რათა ოპერატორმა მოახდინოს ამ თანამიმდევრობის განსაზღვრა ტრადიციული გზით – მანუალურად.

პროცედურების გენერირების შემდეგ სისტემა იხილავს უნდა შეამოწმოს მათი თანამიმდევრული და დროითი განაწილების წესებისა და მათემატიკური მოდელების საშუალებით, რათა მოძებნილ იქნეს გადატვირთვები. თუ სისტემა აღმოაჩენს ამგვარ მდგომარეობას, შეატყობინებს ოპერატორს. არასაგანგებო სიტუაციებში კი სისტემა თვითონ პოულობს ალტერნატიულ გადაწყვეტილებებს.

გადართვების დაგეგმვის პროცესი სისტემისათვის შეიძლება განისაზღვრება:

1. ოპერატორი აყალიბებს საჭირო გადართვის მოქმედებების მიზნებს სპეციალურ ენაზე. მაგალითად, “REPAIR LINE A1”(A1 ხაზის შეკეთება). თუ სასურველი მიზანი პირდაპირი გზით ვერ გამოიხატება, ოპერატორმა ის უნდა ქვემიზნებად დაყო.

2. სისტემა აანალიზებს მიზანს და ცდილობს მოახდინოს შესაბამისი მიმდევრობების გენერირება. თავდაპირველად აყალიბებს ისეთი ტიპის ქვემიზნებს, როგორცაა “DISCONNECT LINE A1 FROM SUBSTATION S1” (გათიშოს A1 ხაზი S1 ქვესადგურიდან) ან “EARTH LINE A1” (მოხდეს A1 ხაზის დამიწება).

3. ამის შემდეგ სისტემა აანალიზებს მიმდინარე გადართვების მდგომარეობას და ახდენს იმ მიმდევრობების გენერირებას, რომლებიც ასრულებს ქვემიზნების მოთხოვნებს.

4. მიმდევრობები და ქვემიზნები წარმოდგება გადართვების გეგმის საშუალებით. გეგმა წარმოდგენილია ცხრილის სახით, რომელშიც ნაჩვენებია ყველა ქვესადგურის ან გადამცემი ხაზის პარამეტრები და მდგომარეობა (ჩართულია, გამორთულია, დამიწებულია).

5. თუ მთავარი მიზნის შესაბამისი მიმდევრობა დასრულებულია, მისი შემოწმება ნაბიჯ-ნაბიჯ იწყება. თუ წამოიჭრება ისეთი პრობლემა, რომლის გადაჭრაც სისტემას არ შეუძლია, მიმდევრობა უნდა ჩამოყალიბდეს მანუალურად ან მიზნები და ქვემიზნები უნდა შეიცვალოს. ეს ოპერაციები შეიძლება შესრულდეს გადართვების გეგმის რედაქტირების გზით.

6. როცა გეგმა შემოწმებული და მიღწეულია იბეჭდება გადართვების გეგმის ფორმით.

სისტემა აიგება ობიექტურ-ორიენტირებულ პარადიგმაზე დაყრდნობით. მასში ტექნიკური სისტემის ყველა კომპონენტი აღწერება ობიექტით, ფუნქციები და ტექნიკური პარამეტრები – ატრიბუტებით და მაღალი დონის ცოდნა – წესებითა და ფუნქციებით. სისტემის ზოგადი სტრუქტურა ნაჩვენებია 1-ლ ნახ-ზე.

ენერგოსისტემა შედგება კომპონენტებისაგან, რომლებიც შეიძლება აღწეროს, როგორც ობიექტები; კომპონენტების პარამეტრები კი აღწერება, როგორც ატრიბუტები. კომპონენტები შეიძლება გაერთიანდეს კლასებსა და კომპოზიციებში. კლასების იერარქიის გამოყენება სისტემის რეალიზაციას უფრო ეფექტურს ხდის და უზრუნველყოფს მოდელში შეთავსებადობის შენარჩუნებას. კომპოზიციების გამოყენება აადვილებს სისტემის ფუნქციონირების აღწერას და ინტერფეისში ზრდის მომხმარებლის დონეს.

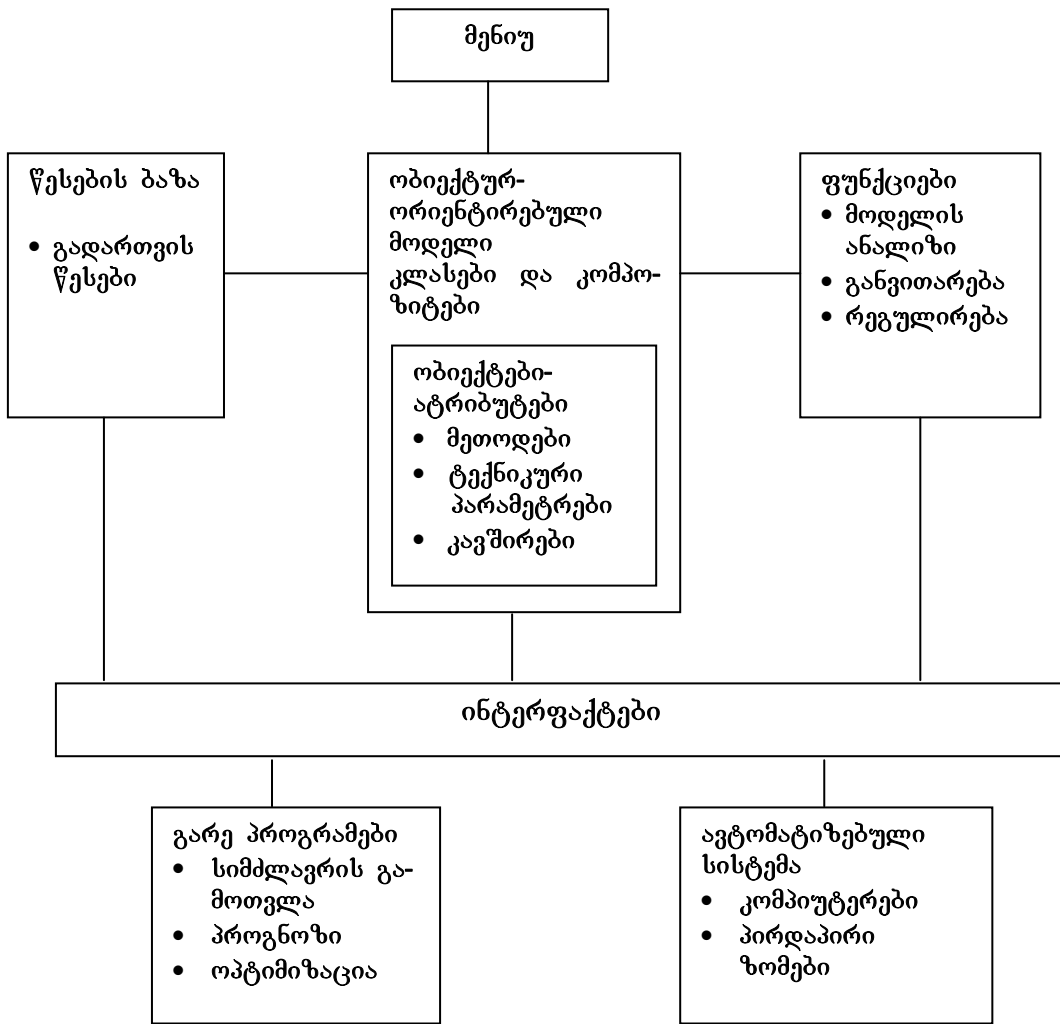
ყველა ობიექტს შორის კომუნიკაცია ხორციელდება შეტყობინებათა გადაცემის გზით.

ცდს-ში კომპონენტებს აქვს სულ ცოტა ხუთი ტიპის ატრიბუტი:

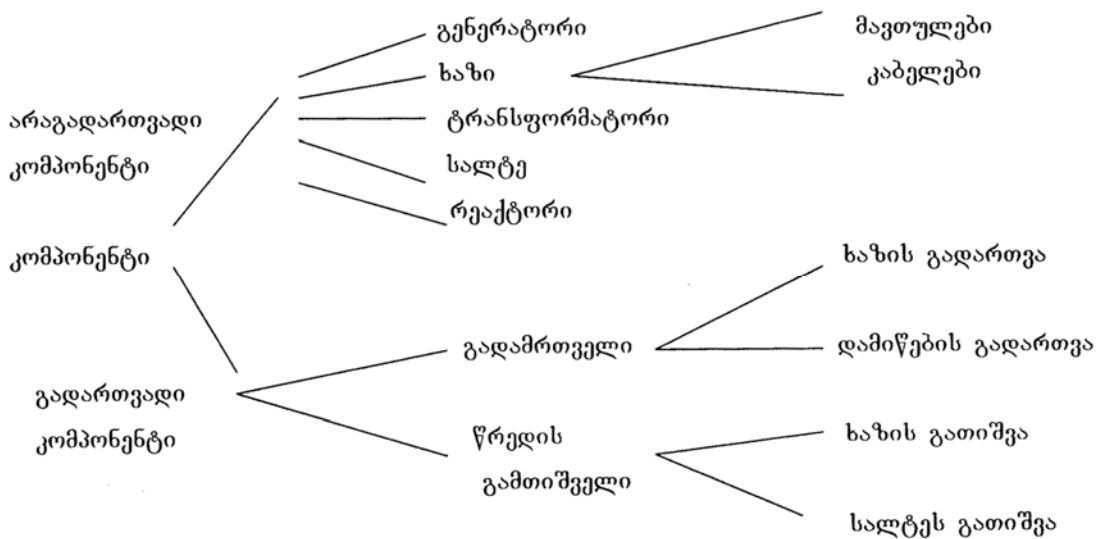
- ტექნიკური პარამეტრები, როგორცაა რიცხვითი სიდიდეები, მათი ზღვრული მნიშვნელობები და ა.შ.;
- სისტემის ქცევის პარამეტრები, რომლებიც აღწერს კომპონენტების ქცევას სხვადასხვა სიტუაციებში;
- ატრიბუტები, რომლებიც აღწერს მდგომარეობას;
- ატრიბუტები, რომლებიც აღწერს გაზომილ და გამოთვლილ სიდიდეებს;
- ატრიბუტები, რომლებიც აღწერს ადგილმდებარეობას;
- სარეალიზაციო ატრიბუტები, რომლებიც ობიექტს აკავშირებს სურათებთან, ფანჯრებთან, მენიუებთან, მაუსთან და ა.შ.

კომპიუტერული სისტემები

კომპანიტარული-
სონიკალი



ნახ. 1. ცდს-ის სტრუქტურა



ნახ. 2. კომპონენტების კლასიფიკაცია

კომპიუტერული სისტემების

ატრიბუტებს აგრეთვე აქვს პარამეტრები, რომლებსაც ასპექტებს უწოდებენ. ასპექტები გვიჩვენებს რამდენი მნიშვნელობა შეიძლება გააჩნდეს ატრიბუტს, რა არის მისი მნიშვნელობის დასაშვები ტიპი და როგორ მიიღება ეს მნიშვნელობები მემკვიდრეობითობის წესით.

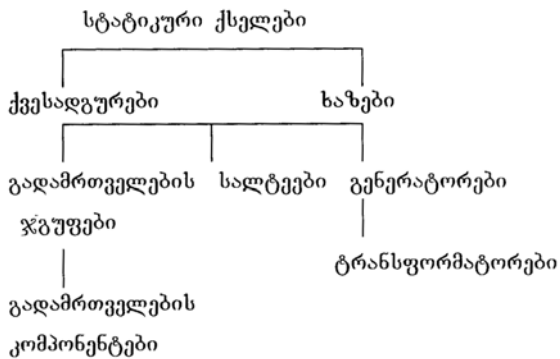
კლასები გამოიყენება კომპონენტების ტიპებისა და მემკვიდრეობითობის მექანიზმის ატრიბუტების წარმოსადგენად.

გამოვიყენოთ მე-2 ნახ-ზე წარმოდგენილი კლასიფიკაცია:

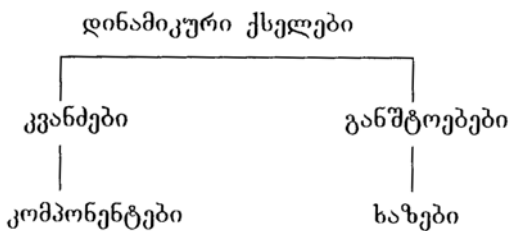
კომპოზიტი ვუწოდოთ ობიექტთა ჯგუფების მოდელს, მაგალითად, უჯრედებს, ქვესადგურებს და ა.შ. ხშირად კომპოზიტი ფუნქციური ობიექტია, რომელიც მოიცავს სხვადასხვა სახეობის კომპონენტებს.

კომპოზიტები სასარგებლოა კონცეფციების და კონცეფციების იერარქიის მოდელირებაში. კომპოზიტებისა და მათი იერარქიების გამოყენებით აღვიღია დიდი რაოდენობით ობიექტების მანიპულირება და კონტროლი და მათი ქცევის აღწერა.

კომპოზიტები შეიძლება იყოს სტატიკური და დინამიკურიც. სტატიკური კომპოზიტები სტაბილურია და ემყარება ქსელის ტოპოგრაფიას. დინამიკური კომპოზიტები გამოიყენება ელექტრული კვანძების, განშტოებების ან ქვექსელების მოდელირებისათვის. სტატიკური კომპოზიტების იერარქია წარმოდგენილია მე-3 ნახ-ზე, ხოლო დინამიკური კომპოზიტებისა – მე-4 ნახ-ზე.



ნახ. 3. სტატიკური კომპოზიტების იერარქია



ნახ. 4. დინამიკური კომპოზიტების იერარქია

უმარტივეს შემთხვევაში, კომპოზიტი შეიცავს ობიექტების სიას. სტატიკური კომპოზიტები შეიცავს აგრეთვე ატრიბუტებს, რომლებიც აღწერს კომპოზიტის მდგომარეობას, ტექნიკურ შეზღუდვებსა და მეთოდებს. კომპოზიტების დაკავშირება ხდება კომპონენტებს შორის კავშირების გამოყენებით. პირდაპირი კავშირები გამოიყენება მხოლოდ კვანძებისა და განშტოებების შემთხვევაში.

აღწერილ სისტემაში ცოდნის წარმოდგენა სხვადასხვა გზით ხდება. ტექნიკური შეზღუდვები აღიწერება ატრიბუტებსა და მათ სიდიდეებთან ერთად; კომპონენტების ქცევის შესახებ ცოდნა აღიწერება ლოკალური ფუნქციებისა და მეთოდების გამოყენებით; მაღალი დონის პრობლემების გადაწყვეტა ხდება მათი ამოხსნის შესაბამის წესებთან ერთად; ურთიერთდამოკიდებულებები აღიწერება ატრიბუტების მეშვეობით, მონაცემთა მართვის ცოდნა კი – პროცედურებით.

ძირითადი იდეა მდგომარეობს ცოდნის განაწილებაში მოდულურ შორის, მოდელის სტრუქტურის შესაბამისად. წესები მოცემულ სისტემაში შეესაბამება შემდეგ მიზნებს:

- გადართვების აღეკვამური მიმდევრობის გენერაცია;
- დინამიკური კომპოზიტის მოდელის სათანადო ანალიზი;
- კომპონენტის მოდელის ანალიზი;
- მთელი სისტემის მახასიათებლების ანალიზი (მეტა-წესები).

გადართვების მიმდევრობის გენერაციის წესები გარდასახავს ოპერატორის მიერ გაცემულ ბრძანებებს გადართვების მაკროენაში და აგზავნის ამ ბრძანებებს ქვესადგურებში ან უბანში. მაგალითად:

```

IF MAINTENANCE IN LINE X FROM Y TO Z
THEN DISCONNECT LINE X FROM BOTH
SUBSTATIONS
  OF 1 AT 2 AND EARTH LINE X
  IF CONNECT A_BUSES OF SUBSTATIONS X
  AND Y
  THEN CONNECT LINE_X_Y IN SUBSTATION X
  TO A_BUS
  AND CONNECT LINE_X_Y IN SUBSTATION Y
  TO A_BUS
  IF ISOLATE SUBSTATION X
  THEN DISCONNECT ALL CELLS OF SUBSTA-
  TION Z

```

კომპოზიტის მოდელის ანალიზის წესები თვალყურს ადევნებს კვანძებისა და ქსელის ცვლილებებს და ოპერატორს უგზავნის კომენტარებს ან კვანძებს, ქსელს და განშტოების კომპოზიტებს უგზავნის ბრძანებებს. ასეთი წესების მაგალითებია:

IF THE NUMBER OF NETWORKS IS GREATER THAN BEFORE

THEN ANALYZE THE POWER BALANCES OF ALL NETWORKS

IF POWER BALANCES ARE NOT OK

THEN DISPLAY UNBALANCED NETWORKS

AND ASK: DO YOU WANT TO MAKE A NEW PLAN?

კომპონენტის მოდელის ანალიზის წესები მეთვალყურეობას უწევს არანორმალურ მდგომარეობას კომპონენტის მოდელში და კომენტარებს აუზანის ოპერატორთან. ამ წესების მაგალითებია:

IF OVERLOADING AT LINE X

AND OVERLOADING AT LINE Y

AND X AND Y ARE PARALLEL COMPONENTS

THEN COMMENT : PARALLEL COMPONENTS X AND Y OVERLOADED

მეტა-წესების ამოცანებია:

- იმის გარკვევა, სასურველი გადართვების მიმდევრობის გენერაცია შესაძლებელია თუ არა;

- იმის გარკვევა, რა დრო დასჭირდება სხვადასხვა ამოცანას;

- შედეგების დამაჯერებლობის შემოწმება ქსელის მდგომარეობის შესახებ პროცესების დაგეგმვამდე და დაგეგმვის შემდეგ;

- მეტა-წესების მაგალითები:

IF THE GOAL OF THE USER IS UNKNOWN

THEN COMMENT: GOAL UNKNOWN!

GIVE SEQUENCES MANUALLY.

IF THE REASONING PROGCCESS TAKES TIME MORE

THAN X SECONDS

THEN COMMENT: REASONING PROCESS TAKES MORE TIME

THAN X SECONDS

DO YOU WANT TO PROCEED?

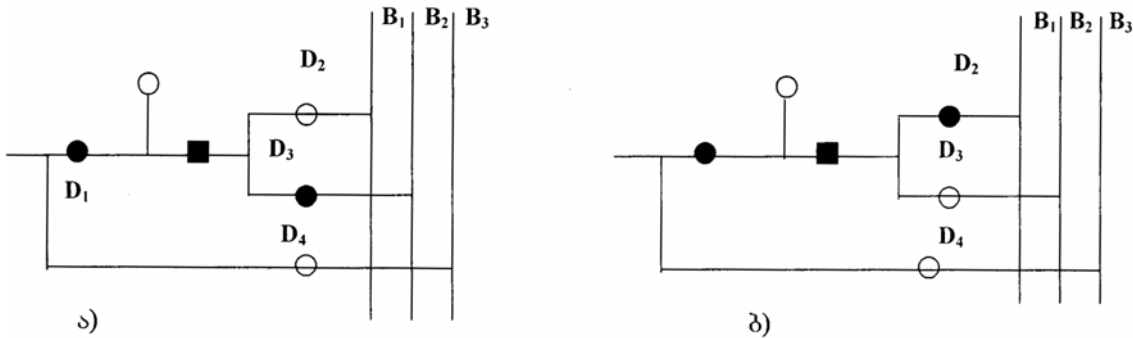
მეთოდები არის ობიექტების ატრიბუტები, რომლებიც გამოიყენება სისტემის ქცევის ცოდნის წარმოსადგენად. მეთოდმა უნდა განსაზღვროს, როგორ მოიქცევა ობიექტი სხვადასხვა სიტუაციაში. მეთოდები გამოიყენება:

- სტატიკური კომპონენტების გადართვების მიმდევრობის მართვისათვის;

- კომპონენტების მდგომარეობის და პოზიციების მართვისა და ანალიზისათვის;

- მოდელის რედაქტირებისათვის.

გადართვების მიმდევრობის მეთოდები განსაზღვრავს კომპონენტის გადართვების მდგომარეობას და მისი ცვლილებების აუცილებლობას. მაგალითად, მე-5 ნახ-ზე ნაჩვენებია SWITCH_TO_A_BUS (A სალტეზე გადართვა) მეთოდი, რომელიც განსაზღვრავს ხაზის გადართვას A სალტეზე სხვადასხვა სიტუაციაში.



ნახ. 5. უჯრედის გადართვა: ა) B₂ სალტეზე; ბ) B₁ სალტეზე

მოცემულ სისტემაში ფუნქციები გამოიყენება სხვადასხვა მიზნით:

- მოდელის კონსტრუქციებისათვის;
- მოდელის განახლებისათვის;
- შედეგების საჩვენებლად მონიტორზე ან პრინტერზე;
- სურათების შესაქმნელად;
- მენიუების შესაქმნელად;
- ფაილების შესანახად;
- გარე პროგრამებთან ინტერფეისისათვის;
- კვანძებისა და ქსელის ანალიზისათვის;
- სტატისტიკური კომპონენტების გენერაციისათვის.

ფუნქციები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კვანძებისა და ქსელის ანალიზში, როცა ქსელის კომპონენტები, მათი მეზობელი კომპონენტები და კომპონენტების გადართვის პოზიციები წარმოდგენილია სიის სახით და ეს სიები ანალიზდება, ასევე იქმნება ახალი სიები ცალკეული კვანძებისათვის. შემდეგ ეს სიები გადაეცემა იმ ფუნქციებს, რომლებიც ამუშავებს კვანძებსა და განშტოებებს.

მომხმარებლის ინტერფეისი მოიცავს სამი ტიპის დიაგრამას: ქსელის, ქვესისტემის და სიმძლავრის ბალანსის.

ქსელის დიაგრამა გვიჩვენებს მთელი ქსელის მდგომარეობას, ქსელის ნაწილებს, რომლებიც დაკავშირებულია მთავარ ქსელთან. კომპონენტები, რომლებიც შეკეთებისა და აღდგენის

მდგომარეობაშია, სარეზერვო კომპონენტებია. ეს დიაგრამა მოიცავს ქვესადგურებს, ხაზებს, გენერატორებს, ტრანსფორმატორებს, სექტორებსა და გადართვის ჯგუფებს.

ქვესადგურების დიაგრამები გამოიყენება ქვესადგურებში გადართვის მდგომარეობის წარმოსადგენად. ისინი მოიცავს საღებებს, წრედის გამთიშველებს, დამიწების გადამრთველებს, ხაზებს, ტრანსფორმატორებს, გენერატორებსა და რეაქტორებს.

სიმძლავრის ბალანსის დიაგრამა გვიჩვენებს ტოტალური ენერგომარაგების სიდიდებს, დატვირთვას, სისწირეს და გენერირებული და მიწოდებული სიმძლავრის ფარდობით კოეფიციენტებს. ამ ყველაფერის მიზანია მთელი ენერგოსისტემის მდგომარეობის ჩვენება ისე, რომ შესაძლებელი იყოს პრობლემების აღრეული ამოცნობა.

3. დასკვნა

ზემოთ აღწერილი სისტემა სავსებით მოხერხებულია დასმული პრობლემის გადასაწყვეტად. გადართვების დაგეგმვის სისტემის მთავარი ღირსება იმაშია, რომ ის გეთავაზობს მომხმარებლის მოქნილ ინტერფეისს და ქსელის დომენზე ორიენტირებულ წარმოდგენებს.

ობიექტურ-ორიენტირებული პარადიგმის გამოყენება და დაპროგრამება დასმული პრობლე-

მის ადეკვატურია. ობიექტებით, წესებით, მეთოდებით და ფუნქციებით ის ადვილად აღწერს ელექტრულ ქსელს, ურთიერთდამოკიდებულებებს მასში, მის ქცევასა და ცოდნას, რაც აუცილებელია გადართვების ოპერაციებისთვის.

მიუხედავად იმისა, რომ სისტემა განხილულია მხოლოდ თეორიულ დონეზე, პერსპექტიულია იმის გამო, რომ არსებობს სერიოზული პრაქტიკული პრობლემები, რომელთა გადაჭრა სწორედ ასეთი სისტემითაა ეფექტური. პირველი პრობლემაა ის, რომ არსებული მეთოდები ძალიან ნელია საიმისოდ, რომ ისინი გამოყენებულ იქნეს რეალურ დროში. მეორე, რეაქტივებისა და დოკუმენტაციის მეთოდების ნაკლებობამ შექმნა დამატებითი სამუშაო, რაც სისტემის მოდიფიკაციას ართულებს.

ლიტერატურა

1. Fujiwara R., Sakaguchi T., Kohno Y., Suzuki H. An Intelligent Load Flow Engine for Power System Planning. IEEE Expert Systems, 1996, pp. 236-241.
2. Sakaguchi T., Tanaka H., Uenishi K., Gotoh T., Sekine Y. Prospects of Expert Systems in Power System Operation. 9 th Power System Computation Conference. Cascais, Portugal, September, 1999, pp. 19-25.

UDC 621.311

AN OBJECT-ORIENTED REPRESENTATION OF POWER SYSTEM

R. Kutateladze, A. Kobiashvili, K. Kutateladze

Department of economics and business management, Technical University of Georgia, 77, Kostava str, Tbilisi, 0175, Georgia

Resume: There is discussed the use of expert system and the possibilities of knowledge engineering in process control are discussed. Several ideas have been evaluated for power systems and small scale prototypes have been modelled. There is shown model-based reasoning to real time operation planning and event analysis.

Key words: object-oriented representation; power grid; expert system.

УДК 621.311

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Кутателадзе Р.Г., Кобиашвили А.Г., Кутателадзе К.Г.

Департамент управления экономикой и бизнесом, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. Костава, 77

Резюме: Рассмотрены использование экспертных систем и возможности применения инженерии знаний в управлении процессами. Оценены несколько идей для энергосистем и смоделирован маломасштабный протокол. Показаны основанное на модели планирования операций реального времени обоснование и анализ событий.

Ключевые слова: объектно-ориентированное представление; энергосистема; экспертная система.

შემოსვლის თარიღი 23.09.09
მიღებულია დასაბეჭდად 18.11.09

ავტორთა საბიბლიოგრაფია

- | | | |
|--------------------|-------------------------|----------------------|
| აბრამიშვილი გ. 95 | კობიაშვილი ა. 130 | ჭიაურელი გ. 54 |
| აფაქიძე თ. 95 | მაისურაძე გ. 21 | ხაბეიშვილი ა. 13, 17 |
| ბაქანიძე შ. 26, 34 | მეზონია ა. 125 | Gvetadze D. 59 |
| გელაშვილი ი. 49 | მეგრელიძე თ. 108 | Gvetadze R. 59 |
| გიუაშვილი მ. 44 | მესხი მ. 54 | Абуладзе Н.Г. 115 |
| გონილაშვილი ა. 49 | მეძმარიაშვილი გ. 39 | Амиридзе М. Н. 111 |
| გუგულაშვილი გ. 108 | მილაშვილი მ. 66, 75 | Дидманидзе В. 85 |
| გულუა დ. 81 | მჭედლიშვილი ვ. 66 | Какубава Р.В. 85 |
| დიასამიძე ნ. 95 | ნემსაძე შ. 44 | Кутателадзе Р.Г. 85 |
| დიდმანიძე ვ. 81 | როყვა გ. 75 | Нагиев Н.Г. 71 |
| ზურაბიშვილი ლ. 95 | სადალაშვილი ე. 106, 108 | Пипия Г.М. 85 |
| იაკობაშვილი გ. 121 | სოსაძე ა. 21, 39 | Самхарадзе Р.Ю. 89 |
| იოსებიძე ჯ. 95 | სუთიძე ლ. 121 | Челидзе М.Д. 115 |
| კაკუბავა რ. 81 | ფიფია გ. 81 | Шукакидзе Т.Д. 115 |
| კანკაძე ჯ. 125 | ქუთათელაძე ქ. 130 | |
| კანკაძე მ. 125 | ქუთათელაძე რ. 130 | |

ავტორთა საყურადღებოდ!

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის რეგულირებული პერიოდული გამოცემა, რომელიც გამოიცემა წელიწადში ოთხჯერ (პირველი ნომერი მოიცავს პერიოდს 1 იანვრიდან 31 მარტამდე, მეორე ნომერი - 1 აპრილიდან 30 ივნისამდე, მესამე ნომერი - 1 ივლისიდან 30 სექტემბრამდე და მეოთხე - 1 ოქტომბრიდან 31 დეკემბრამდე).

კრებულის დანიშნულებაა მეცნიერების განვითარების ხელშეწყობა, მეცნიერთა და სპეციალისტთა მიერ მოპოვებული ახალი მიღწევების, გამოკვლევათა მასალებისა და შედეგების ოპერატიულად გამოქვეყნება.

სტატიების მიღება შესაძლებელია ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე (ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე).

ავტორს შეუძლია მხოლოდ ორი სტატიის მოწოდება.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელთათვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

სტატიის ავტორთა რაოდენობა ხუთს არ უნდა აღემატებოდეს.

კრებულში ქვეყნდება სტატიები მეცნიერული კვლევების ახალი შედეგების შესახებ შემდეგი თეორიული და გამოყენებითი დარგების მიხედვით:

- მშენებლობა
- ენერგეტიკა, ტელეკომუნიკაცია
- სამთო-გეოლოგია
- ქიმიური ტექნოლოგია, მეტალურგია
- არქიტექტურა, ურბანისტიკა, დიზაინი
- ინფორმატიკა, მართვის სისტემები
- სატრანსპორტო, მანქანათმშენებლობა
- ჰუმანიტარულ-სოციალური
- ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი.

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- ნაშრომის მოცულობა განისაზღვრება A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდი 5-7 გვერდით (მინდვრები 2 სმ) ნახაზების, გრაფიკების, ცხრილების და ლიტერატურის ჩამონათვალთ;
- სტატია შესრულებული უნდა იყოს DOC ფაილის სახით (MS-Word) ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ Acadnux შრიფტი, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტის შრიფტი - Times New Roman, ზომა 12;

- სტატიის თავი უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:
 - უაკ-ს (უნივერსალური ათწილადი კლასიფიკაცია);
 - ავტორის/ავტორების სახელს, მამის სახელს, გვარს;
 - ავტორის/ავტორების ელექტრონული ფოსტის მისამართს;
 - დეპარტამენტის დასახელებას სამივე ენაზე;
 - საკვანძო სიტყვებს სამივე ენაზე.
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილი უნდა იყოს შესავალი, ძირითადი ნაწილი და დასკვნა;
- ნახაზების ან ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი შესრულებული უნდა იყოს TIFF ფორმატში გარჩევადობით 150 dpi;
- სტატიას უნდა ახლდეს რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- სტატია შედგენილი უნდა იყოს წიგნიერად, სწორმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით, სტილისტური და ტექნიკური შეცდომების გარეშე;
- ავტორი/ავტორები პასუხს აგებს სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს:

- ერთი რეცენზია;
- რეცენზენტის CV;
- რეცენზენტის მიერ წარმოდგენილი სამეცნიერო ნაშრომის შესაბამის სპეციალობაში შესრულებული 2 ნაშრომის ასლი (მონოგრაფია - სატიტულო გვერდი, სარჩევი. სამეცნიერო სტატია - კრებულის სატიტულო გვერდი, სტატიის პირველი გვერდი, სარჩევი).

To attention of authors!

Transactions of Georgian Technical University represents reviewed, periodical edition, which is published four times in year. (the first number includes the period from 1 January to 31 March, the second number - from 1 April to 30 June, the third number - from 1 July to 30 September and the fourth - from 1 October to 31 December).

Purpose of collection is assistance of science development, new achievements of scientists and specialists, operative publication materials and results of scientific researches.

The articles are accepted in Georgian, English and Russian languages (are published in original language).

Author is allowed to present only two articles.

The publication of articles for the workers of Georgian Technical University is free of charge.

The amount of authors of article mustn't exceed 5.

In transactions are published articles about new results of scientific researches according to the following theoretical and applied sphere:

- Building
- Energetics, telecommunication
- Mining-geology
- Chemical technology, metallurgy
- Architecture, urbanist, design
- Informatic, systems of management
- Transport, engineering industry
- Humanitarian-social
- Institute of buildings, special systems and engineering maintenance

There is offered the rule of official registration of scientific articles:

- The volume of work is determined A4 paper size at 1,5 line spacing 5-7 printed page (margins - 2cm) draughts, diagrams, tables and a list of literature.
- The article should be carried out in form file DOC (MS-WORD), written down on any magnetic carrier
- For Georgian text is used Acadnux font, size 12
- For English and Russian texts is used font - Times New Roman, size 12;
- In the beginning of the article should contain the following informations
 - UDC (UNIVERSAL DECIMAL CLASSIFICATION)
 - Name, surname, of author/authors
 - E-mail of author/authors
 - The name of department in all three languages
 - Key words in all three languages

-
- In the article with subtitles should be isolated introduction, the body of the article and conclusion
 - Computer version of pictures or photos must be done in size TIFF with the recognition 150 dpi
 - The article should have resume in Georgian, English and Russian languages
 - The article should be written correctly, with the observance terminology, without stylistic and grammatical mistakes.
 - Author/authors are responsible for content and quality of article.

There is offered the following documentation for the article presentation:

- One review
- CV of reviewer
- From reviewer offered copy of two works carried out corresponding to profession (monograph – title-page, contents. Scientific article – title-page of transactions, the first page of article, contents).

К сведению авторов!

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является реферированным периодическим изданием, которое выходит в свет четыре раза в год (первый номер включает период с 1 января по 31 марта, второй номер – с 1 апреля по 30 июня, третий номер – с 1 июля по 30 сентября и четвертый – с 1 октября по 31 декабря).

Назначение сборника – содействие развитию наук, новых достижений ученых и специалистов, оперативная публикация материалов и результатов исследований.

Принимаются статьи на грузинском, английском и русском языках (публикуются на языке оригинала).

Автор может представить только две статьи.

Для сотрудников Грузинского технического университета статьи публикуются бесплатно.

Количество авторов статьи не должно превышать 5.

В сборнике печатаются статьи, касающиеся новых результатов исследований по следующим теоретическим и прикладным отраслям:

- Строительство.
- Энергетика, телекоммуникации.
- Горное дело-геология.
- Химическая технология, металлургия.
- Архитектура, урбанистика, дизайн.
- Информатика, системы управления.
- Транспорт, машиностроение.
- Гуманитарная – социальная.
- Сооружения, специальные системы, инженерное обеспечение.

Предлагаем порядок оформления научных статей:

- Объем работы определяется форматом бумаги А4 с интервалом 1,5, 5-7 печатными страницами (поля = 2см), с перечислением рисунков, графиков, таблиц и списка литературы.
- Статья должна быть выполнена в виде файла DOC (MS-Word), записанного на любом магнитном носителе.
- Для грузинского текста используется шрифт Acadnusx, размер 12.
- Для английского и русского текстов – шрифт Times New Roman, размер 12.

- В начале статьи должна содержаться следующая информация:
 - УДК (Универсальная десятичная классификация).
 - Фамилия, имя, отчество автора/авторов.
 - Адрес электронной почты автора/авторов.
 - Название департамента на трех языках.
 - Ключевые слова на трех языках.
- В статье подзаголовками следует выделить введение, основную часть и заключение.
- Компьютерный вариант рисунков или фото должен быть выполнен в формате TIFF распознаванием 150 dpi.
- Статья должна иметь резюме на грузинском, английском и русском языках.
- Статья должна быть написана грамотно, с соблюдением терминологии, без стилистических и грамматических ошибок.
- Автор/авторы ответствен/ы за содержание и качество статьи.

Для представления статьи необходимы следующие документы:

- Одна рецензия
- CV рецензента
- Представленные рецензентом копии двух работ, выполненных по соответствующей специальности. (Монография – титульная страница, оглавление. Научная статья – титульная страница, первая страница статьи, оглавление).

რედაქტორები: ლ. მამალაძე, დ. ქურიძე, მ. პრეობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ხ. უნგიაძის

გადაეცა წარმოებას 12.01.2010. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.03.2010. ბეჭდვა
ოფსეტური. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 9. ტირაჟი 100 ეგზ.
შეკვეთა №

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent