

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგია

სამეცნიერო რევიურებადი ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES

SCIENTIFIC REVIEWED MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№1(718)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2015

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

მეცნიერება და
ტექნოლოგიები

№1(718), 2015 №.

CONSTITUENTS:

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

დამუშავებლები:

რთველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკად

აქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საქართველოს საინჟინერო აკადემია
საქართველოს სოფლის მეცნიერების მეცნიერებათა აკადემია
მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოება

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Грузии

Грузинский технический университет

Инженерная академия Грузии

Академия сельскохозяйственных наук Грузии

Грузинское общество истории наук

სარელაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ი. გორგიძე (თავმჯდომარის მოადგილე), ქ. ნაჭყბია (თავმჯდომარის მოადგილე), რ. ჩიქოვანი (თავმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიშვილი, ა. აბშილაძე, გ. არაბიძე, რ. არველაძე, რ. ბაბაიანი (რუსეთი), ხ. ბადათურია, თ. ბაციქაძე, გ. ბიბილიშვილი, კ. ბურჯოვი (რუსეთი), გ. გავარდაშვილი, ზ. გასიჩაშვილი, ხ. გეღდიძე, თ. გელაშვილი, ალ. გრიგოლიშვილი, ლ. გურგენიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშაკოვი (აშშ), გ. ვარშალომიძე, ს. ვასილიევი (რუსეთი), ნ. ვახანია (მექსიკა), მ. ზეუროვსკი (უკრაინა), ო. ზუმბურიძე, კ. ზუნგელი (ავსტრია), დ. თავეხლიშვილი, ზ. კაჯულია, კ. კვარაცხელია, გ. კვესიბაძე, ლ. კლიმიძაშვილი, ფ. კრიადო (ესპანეთი), მ. კუხალევშვილი, რ. ლაზაროვი (აშშ), ჯ. ლაიიტმანი (აშშ), ზ. ლომისაძე, ხ. მახვილაძე, დეკანოზი ლ. მათევილი, მ. მაცაბერიძე, კ. მატვეევი (რუსეთი), ჰ. მელაძე, კ. მემმარიაშვილი, გ. მიქაელიშვილი, თ. ნათოშვილი, მ. ნამიჩევიშვილი, დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ს. პეროლო (იტალია), რ. უნევიზიუსი (ლიბერვა), ი. ურდანია, კ. უკუგვასკი (რუსეთი), პ. რიჩი (იტალია), მ. სალუქევაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუა, თ. სულაბერიძე, ფ. უნგრი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ხ. ყავლაშვილი, ა. წერიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ნ. წერეთელი, ზ. წვერიაძე გ. ხელულური, თ. ჯაგოლინიშვილი, გ. ჯავახაძე, მიტროპოლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯერენაშვილი, მ. ჯიბლაძე, ჯ. ჯუჯარო (იტალია)

EDITORIAL BOARD:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), И. Гогидзе (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдушлишвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабаян (Россия), Н. Багатури, Т. Бацикадзе, Г. Бибилишвили, В. Бурков (Россия), Г. Варшаломидзе, С. Васильев (Россия), Н. Вахания (Мексика), Г. Гавардашвили, З. Гаситашвили, З. Геденидзе, О. Гелашивили, Ал. Григолишвили, Д. Гургенидзе, Б. Гусев (Россия), Г. Джавахадзе, Т. Джагоднишвили, Митрополит А. Джапаридзе, Г. Джеренашвили, М. Джибладзе, Дж. Джуджаро (Италия), И. Елишаков (США), Р. Жиневичус (Литва), И. Жордания, В. Жуковский (Россия), М. Згуровский (Украина), О. Зумбуридзе, Х. Зункел (Австрия), Н. Кавлашвили, З. Какулия, В. Кварацхелия, Г. Квеситадзе, Л. Климиашвили, Ф. Криадо (Испания), М. Кухалеишвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лайтман (США), З. Ломсадзе, В. Матвеев (Россия), Протеиерей Л. Матешвили, Н. Махвиладзе, М. Мацаберидзе, Э. Медзмариашвили, Г. Меладзе, Г. Микиашвили, О. Намичешвили, О. Натишвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салуквадзе, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурна, Т. Сулаберидзе, Д. Тавхелидзе, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулури, З. Цвераидзе, Н. Церетели, Г. Цинцадзе, Т. Цинцадзе, А. Чхеидзе

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015
Publishing House “Technical University”, 2015



Издательский дом “Технический Университет”, 2015
<http://www.acnet.ge/publicut.htm>
scitech@gw.acnet.ge



გინეარსი

შიზიპა

ბ. ბენდელიანი, გ. ლევან ბუძე, ი. მეცხვარიშვილი. მაღალტემატიკურული რეზისტიული ღუმლის ავტომატიზაცია	9
--	---

აგროტექნოლოგია

გ. მეხრიშვილი. სასოფლო-სამეურნეო მიწათმისარგებლობა სამართველოს თანამედროვე ეკონომიკურ კიროგებში (შიდა ქართვის რეგიონის მაგალითები)	13
---	----

მეტალურგია

ჯ. მოსია, გ. ნიკოლაიშვილი, მ. ჭუმბაძე, ა. ჯულუხიძე. ტექნიკური სილიციუმის მიღების პროცესის მოდელირება ადგილობრივი ნედლეული მასალების გამოყენებით	18
---	----

სამორ სამშე

დ. ტალახაძე, მ. გამცემლიძე, დ. თევზაძე, მ. თუთბერიძე, ნ. ლულუნიშვილი. მაღენეულის საბაზოზე სპილენძის დაბალხარისხოვანი მაღენების კვლევა გამდიდრებადობის მიხედვით.....	23
გ. ჯავახიშვილი, მ. გამცემლიძე, ზ. არაბიძე, თ. რუხაძე, მ. თუთბერიძე, ნ. სამხარაძე. სამსხვრებ მოწყობილობააში უპრილად დამსხვრების პროცესზე მოქმედი მირითადი უაძტორების გაცვალა ძრელსამდიდრებელი მანგანუმის მაღენებისა და ნახშირებისათვის	27

გოტანიპა

რ. ქვაჩაკიძე, კ. იაშალაშვილი. სამართველოს მეორეული ფიჭვნარები და ძირებული ტქებით მათი გუცებრივი ცვლის (სექციების) კანონზომიერებები	38
---	----

გეოლოგია

გ. ბერიძე. ახალი მონაცემები ხრამის კრისტალური მასივის გვიაცვარისცული ბრანატიანი ბრანიტების ბრანატების შესახებ	43
--	----

გარემოს დაცვა

ო. თევზაძე, გ. ომსარაშვილი. შავი ზღვის შეღური სანაკირო აკვატორიული ფერდობის პიონერული მართვის გეორგები	50
---	----

საინშინო ეპოლოგია	
თ. თევზაძე, გ. ომსარაშვილი. ნორსფერო, ნორბენეზის პროცესები და მისი პარმონიუაციის ასპექტები.....	59
 მანქანათმშენებლობა	
გლ. მარგველაშვილი, მ. ღლონტი, ს. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი, რ. ფარცხალაძე. მაბიჯი მანქანები — ტრანსაორტი უბზოობისთვის	66
რ. ფარცხალაძე, გლ. მარგველაშვილი, ს. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი,	
ნ. ბაშალევიშვილი. საეციალური დანიშნულების მოგილური რობოტტექნიკური კომპალექსები.....	74
 სატრანსაორტო მანქანათმშენებლობა	
ს. შარაშენიძე, გლ. მარგველაშვილი, რ. ფარცხალაძე, ი. ზაკუტაშვილი. ოთხდერძიანი სატვირთო ვაგონის ოპტიმალური სამუხრუჭო გერკეტული გადაცემის დამუშავება	86
ს. შარაშენიძე, მ. ღლონტი, გლ. მარგველაშვილი, რ. ფარცხალაძე, ი. ზაკუტაშვილი. ვაგონების კლასიფიკაცია და მოძრაობის თავისუფლების ხარისხის განსაზღვრა ურიკის ელემენტების მოძრაობის მიხედვით	91
 მოგილური მანქანები	
კ. ღოლიძე, რ. კენკიშვილი, ზ. მაისურაძე, ბ. მაზანიშვილი, გ. ბურდული. სამხედრო დანიშნულების სატრანსაორტო საშუალებების საბაზოცდო კოლიბრის გამავლობის უბნების საპოვნებო სტანდარტები.....	97
 უსიქოგიოლობა	
ნ. ალექსიძე. მკვლელი და თვითმკვლელი რობანიზმების უორმირების უსიქოგიოლობის საფუძვლები აზრების სისტემის სრციალურ გარემოზე დამოკიდებულებით.....	105
ბახსენება (მიხეილ ხეინგია – 90; ოთარ მარგველაშილი – 90; ბიძინა პეტრიაშვილი – 70)	115
ავტორთა საყურადღებოდ	119

CONTENTS

PHYSICS

B. Bendeliani, G. Dgebuadze, I. Metskhvarishvili. AUTOMATION OF THE HIGH-TEMPERATURE RESISTIVE FURNACE.....	9
--	---

AGROTECNOLOGY

G. Mekhrishvili. AGRICULTURAL LAND-TENURE UNDER THE MODERN ECONOMIC CONDITIONS OF GEORGIA (ON THE EXAMPLE OF SHIDA KARTLI REGION)	13
--	----

METALLURGY

J. Mosia, G. Nikolaishvili, M. Chumbadze, A. Julukhidze. MODELING of THE PROCESS OF OBTAINING TECHNICAL SILICON USING LOCALLY MANUFACTURED RAW MATERIALS	18
---	----

MINING

D. Talakhadze, M. Gamtselidze, D. Tevzadze, M. Tutberidze, N. Ghughunishvili. INVESTIGATION OF LOW-GRADE COPPER ORES OF THE MADNEULI DEPOSIT ON ORE-DRESSING	23
---	----

G. Javakhishvili, M. Gamtselidze, Z. Arabidze, T. Rukhadze, M. Tutberidze, N. Samkharadze. THE INFLUENCE OF THE MAIN FACTORS HAVING AN EFFECT ON THE PROCESS OF FINE CRUSHING IN CRUSHING DEVICE FOR REFRactory MANGANESE ORE AND COAL.....	27
--	----

BOTANY

R. Kvachakidze, K. Iashagashvili. SECONDARY PINE FORESTS OF GEORGIA AND REGULARITIES OF THEIR NATURAL SUCCESSION BY PRIMARY FORESTS	38
--	----

GEOLOGY

G. Beridze. FRESH DATA ON OF THE LATE VARISCAN GARNET-BEARING GRANITES OF THE KHRAMI CRYSTALLINE MASSIF	43
--	----

ENVIRONMENTAL PROTECTION

T. Tevzadze, G. Omsarashvili. BIOENFORCEMENT METHODS OF THE BLACK SEA SHELF COASTAL WATER SLOPES	50
---	----

ENGINEERING ECOLOGY

T. Tevzadze, G. Omsarashvili. NOOSPHERE, PROCESSES OF NOOGENESIS AND ASPECTS OF ITS HARMONIZATION	59
--	----

MECHANICAL ENGINEERING

V. Margvelashvili, M. Ghlonti, S. Sharashenidze, I. Zakutashvili, R. Partskhaladze. WALKING MACHINES – TRANSPORT FOR ALL-ROAD	66
R. Partskhaladze, V. Margvelashvili, S. Sharashenidze, I. Zakutashvili, N. Bashaleishvili. MOBILE ROBOTOTECHNICAL COMPLEXES WITH THE EXPRESS PURPOSE	74

MECHANICAL ENGINEERING OF TRANSPORT

S. Sharashenidze, V. Margvelashvili, R. Partskhaladze, I. Zakutashvili. DEVELOPMENT OF OPTIMAL BRAKE LEVERAGE TRANSMISSION OF FOUR-AXLE RAIL-CARS	86
S. Sharashenidze, M. Ghlonti, V. Margvelashvili, R. Partskhaladze, I. Zakutashvili. CLASSIFICATION OF RAIL-CARS AND DEFINITION OF MOTION DEGREES OF FREEDOM WITH CONSIDERATION OF BOGIES ELEMENTS MOTION	91

MOBILE MACHINES

P. Dolidze, R. Kenkishvili, Z. Maisuradze, B. Mazanishvili, G. Burduli. DESIGNING SCHEMES OF EXPERIMENTAL AREAS OF THE PROVING GROUND OF MILITARY VEHICLES ON PASSABILITY	97
--	----

PSYCHOBIOLOGY

N. Aleksidze. PSYCHOBIOLOGICAL BASIS OF KILLER AND SELF- KILLER ORGANISMS FORMATION DEPENDING ON AGGRESSIVE SOCIAL ENVIRONMENT	105
---	-----

MEMORY (Mikhail Khvingia – 90, Otar Margvelashvili– 90, Bidzina Petriashvili– 70)	115
TO THE AUTHORS ATTENTION	119

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Б.Г. Бенделiani, Г.Н. Дгебуадзе, И.Р. Мецхваришвили. АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕЗИСТИВНОЙ ПЕЧИ	9
--	---

АГРОТЕХНОЛОГИЯ

Г.Д. Мехришвили. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ (НА ПРИМЕРЕ ШИДА КАРТЛИЙСКОГО РЕГИОНА)	13
--	----

МЕТАЛЛУРГИЯ

Дж.В. Мосия, Г.У. Николайшвили, М.Т. Чумбадзе, А.Г. Джулухидзе. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ	18
---	----

ГОРНОЕ ДЕЛО

Д.Г. Талахадзе, М.Н. Гамцемлидзе, Д.М. Тевзадзе, М.Л. Тутберидзе, Н.М. Гугунишвили. ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСОРТНЫХ МЕДНЫХ РУД МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОБОГАТИМОСТЬ	23
Г.В. Джавахишвили, М.Н. Гамцемлидзе, З.Д. Арабидзе, Т.А. Рухадзе, М.Л. Тутберидзе, Н.О. Самхарадзе. УСТАНОВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРОЦЕСС МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ В ДРОБИЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ТРУДНООБОГАТИМЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД И УГЛЯ	27

БОТАНИКА

Р.К. Квачакидзе, К.Г. Яшагашвили. ВТОРИЧНЫЕ (ПРОИЗВОДНЫЕ) СОСНЯКИ ГРУЗИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕНЫ (СУКЦЕСИИ) КОРЕННЫМИ ЛЕСАМИ	38
--	----

ГЕОЛОГИЯ

Г.М. Беридзе. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕВАРИСКОВЫХ ГРАНАТАХ В ГРАНАТОВЫХ ГРАНИТАХ ХРАМСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА	43
--	----

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.В. Тевзадзе, Г.Г. Омсарашвили. МЕТОДЫ БИОУКРЕПЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ШЕЛЬФОВЫХ АКВАТОРИАЛЬНЫХ СКЛОНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ	50
---	----

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Т.В. Тевзадзе, Г.Г. Омсарашивили. НООСФЕРА, ПРОЦЕССЫ НООГЕНЕЗА И АСПЕКТЫ ИХ ГАРМОНИЗАЦИИ	59
--	----

МАШИНОСТРОЕНИЕ

В.О. Маргвелашвили, М.Г. Глонти, С.Г. Шарашенидзе, И.Б. Закуташвили, Р.И. Парцхаладзе. ШАГАЮЩИЕ МАШИНЫ – ТРАНСПОРТ ДЛЯ БЕЗДОРОЖЬЯ	66
Р.И. Парцхаладзе, В.О. Маргвелашвили, С.Г. Шарашенидзе, И.Б. Закуташвили, Н.Т. Башалеишвили. МОБИЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	74

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

С.Г. Шарашенидзе, В.О. Маргвелашвили, Р.И. Парцхаладзе, И.Б. Закуташвили. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЧЕТЫРЕХОСНОГО ГРУЗОВОГО ВАГОНА	86
С.Г. Шарашенидзе, М.Г. Глонти, В.О. Маргвелашвили, Р.И. Парцхаладзе, И.Б. Закуташвили. КЛАССИФИКАЦИЯ ВАГОНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВОБОДЫ ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕЛЕЖКИ	91

МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

П.Т. Долидзе, Р.А. Кенкишвили, З.Ш. Маисурадзе, Б.Р. Мазанишвили, Г.Н. Бурдули. ПРОЕКТНЫЕ СХЕМЫ УЧАСТКОВ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ПРОХОДИМОСТЬ	97
--	----

ПСИХОБИОЛОГИЯ

Н.Г. Алексидзе. ПСИХОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ УБИЙЦ И САМОУБИЙЦ ОРГАНИЗМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРЕССИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ СРЕДЫ.....	105
--	-----

ПАМЯТЬ (Михаил Хвингия – 90, Отар Маргвелашвили – 90, Бидзина Петриашвили – 70)	115
К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	119

მაღალტემპერატურული რეზისტიული ღუმლის აპტომატიზაცია

ბ. ბენდელიანი, გ. დგებუაძე, ი. მეცხვარიშვილი

(სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შექმნილია მაღალტემპერატურული, ავტომატიზებული, მრავალფუნქციური ღუმელი, რომლის დიდი ზომის კამერაში შესაძლებელია ნიმუშების სერიულად დამუშავება ერთდროულად, სწრაფად და კომფორტულად. პროგრამული მართვის ფუნქცია საშუალებას იძლევა ავტომატურად შეიცვალოს ტემპერატურისა და დროის რეგისტრაცია პერსონალის უშუალო მეთვალყურეობის გარეშე. საკონტროლო წერტილის მიღწევისას გათვალისწინებულია სმოვანი სიგნალიზაცია, ხოლო ავარიული სიტუაციისას სისტემის ავტომატური გამორთვა.

საკვანძო სიტყვები: კონტროლერი; ღუმელი; ტემპერატურა; მართვა; ავტომატიზაცია.

შესავალი

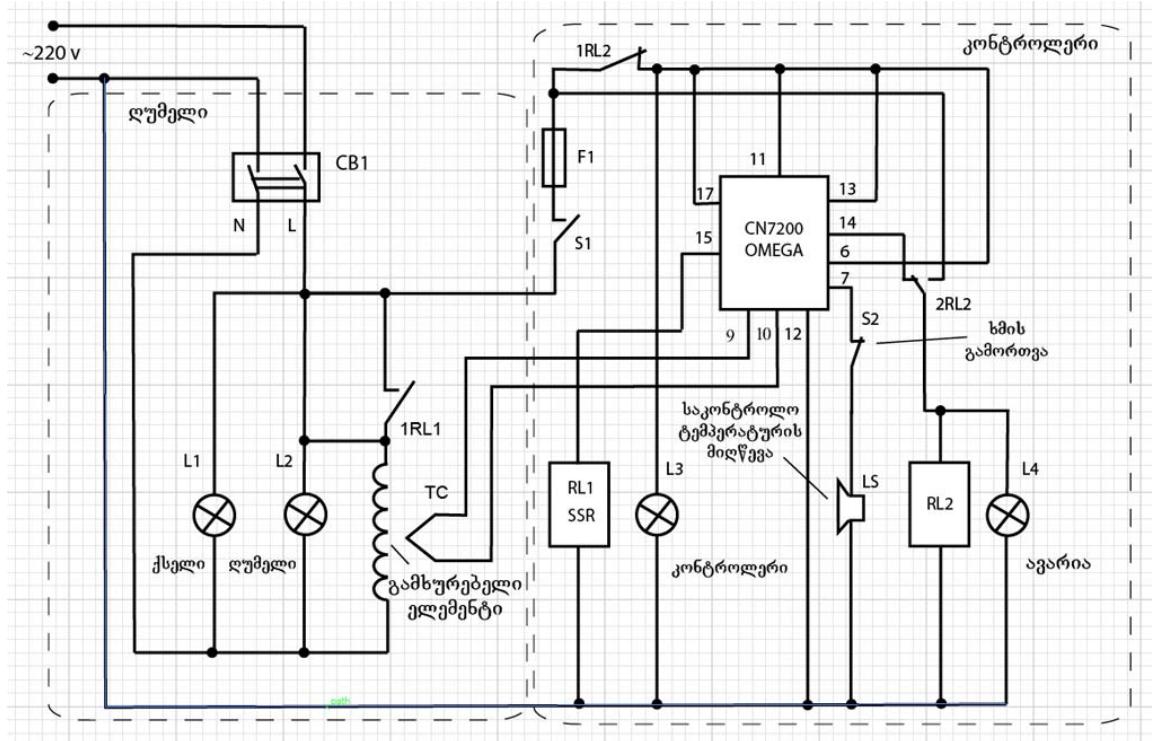
ინფაციური მასალების (ნაწილობრივი უკავიანი, კრისტალური, კომპოზიციური) მიღების ტექნილოგიებში თერმოსინთეზის ნიმუშნელოვანი აღგილი უკავია. თერმოსინთეზის პროცესი პირდაპირ უკავშირდება ტემპერატურას, შესაბამისად, ექსპერიმენტების დროს საყურადღებოა მისი რეგულირების პრეციზიულობა. ამასთან, ის მთლიანად უნდა ექვემდებარებოდეს ტექნილოგიური პროცესის სასურველ ალგორითმს. ამ მიზნით აუცილებელია თანამედროვე გამართული სქემის, საიმედო მართვის და მაკონტროლებელი სისტემის დამუშავება.

წარმოდგენილი ნაშრომი ეძღვნება მაღალტემპერატურული ზეგამტარების ტექნილოგიებში რეზისტიული ღუმლის ავტომატიზაციის და სათანადო თერმული სინთეზის ეფექტურობის ამაღლებას სხვადასხვა დროითი მოდელების გამოყენებით [1, 2].

ძირითადი ნაწილი

რეზისტიული ღუმლის ავტომატიზაციის და სათანადო თერმული სინთეზის ეფექტურობის ამაღლების მიზნით კრიოგენული ტექნიკისა და ტექნილოგიების ლაბორატორიაში არსებული CHONL-1100 მაღალტემპერატურული ღუმლის ბაზაზე დამუშავებული, შექმნილი და გამოცდილია ტემპერატურის მართვის ახალი ბლოკი ტმბ-1. ტემპერატურის მიმწოდად გამოყენებულია ღუმელში ჩამონატაჟებული და დაგრადუირებული თერმოწყვილი.

მართვის ბლოკის პრინციპული ელექტრული სქემა მოცემულია 1-ლ ნახ-ზე.



ნახ. 1. მართვის ბლოკის პრინციპული ელექტრული სქემა. CB1 – ავტომატური ჩამორთველი; L1-L4 – ნეონის ნათურები; RL1 – მყარსხეულიანი რელე; RL2 – ელექტრომაგნიტური რელე; F1 – დნობადი მცველი; S1-S2 – ტუმბლერები; CN7200 – ფირმა Omega-ს ტემპერატურის კონტროლერი; LS – ხმოვანი სიგნალიზაცია; TC – თერმოწყველი

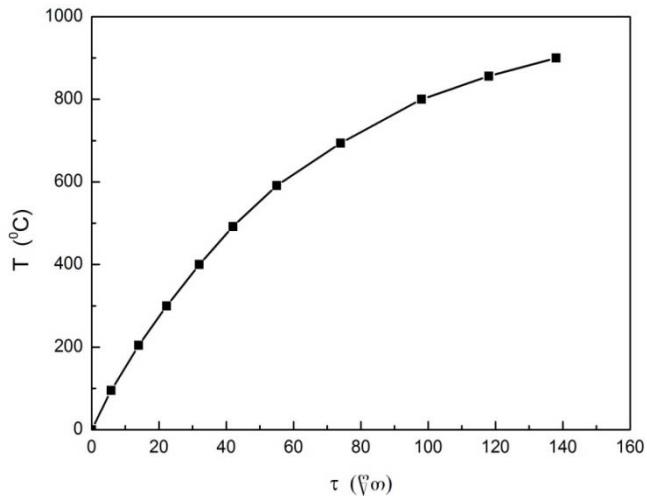
სქემა მუშაობს შემდეგნაირად: CB1 ჩამოთვლის ჩართვის შემდეგ S1 ტუმბლერით ვრთავთ ტემპერატურის კონტროლერს, ჩაირთვება L3 ნეონის ნათურა – კონტროლერი. კონტროლერის წინა პანელზე არსებული მართვის ლილაკებით ვირჩევთ ტემპნოლოგიური პროცესის სასურველ აღგორითმს, რომლის შესაბამისად ხდება ღუმლის გამხეურებელი ელემენტის მართვა RL1 რელეს მეშვეობით. ამ რელეს 1RL1 კონტაქტის შეკვრისას ინთება L2 ნეონის ნათურა – ღუმელი. RL1 წარმოადგენს მყარსხეულიან რელეს. მასში შესასვლელი სიგნალი მიეწოდება შუქდიოდს, რომელიც გადასცემს სიგნალს ფოტოდიოდურ მატრიცას, სადაც წარმოქმნილი ძაბვა მართავს ტირისტორულ ძალოვან გასაღებს გამოსასვლელზე. ჩვეულებრივთან შედარებით მყარსხეულიანი რელეს უპირატესობაა ის, რომ მას არ გააჩნია მექანიკური კონტაქტები, ელექტრომაგნიტური ხარჯზები, გაცილებით სწრაფმოქმედია, აქვს უფრო მეტი მუშაობის რესურსი და სხვ. ვინაიდან ღუმლის სიმძლავრე დიდია (დაახლოებით 3 კვტ), შესაძლოა რელე გადახურდეს, ამიტომ ის დამაგრებულია რადიატორზე და დამატებით გრილდება ქულერის საშუალებით. K-ტიპის TC თერმოწყვილი ჩადგმულია ღუმლის უპანა ნაწილში და პირდაპირ უერთდება თერმოკონტროლერის შესაბამის შესასვლელებს.

სქემაში გათვალისწინებულია სიგნალიზაცია. ტემპერატურის საკონტროლო წერტილის მიღწევისას კონტროლერის მე-6 და მე-7 კონტაქტები შეიკვრება და S2 ტუმბლერის გავლით ჩაირთვება სასიგნალო ხმოვანი სიგნალი [3]. თუკი რაიმე მიზეზის გამო ტემპერატურამ გამორაში გადააჭარბა კრიტიკულ ზღვარს, რეგულატორის გამოსასვლელზე (14) გაჩნდება სიგნალი, რომელიც ჩართავს RL2 რელეს და L4 სასიგნალო ნათურას. ამასთან, ის გათიშავს თავის 1RL2 კონტაქტს, გამორთავს კონტროლერს და თავისი მეორე, 2RL2 კონტაქტით გადავა ქსელიდან პირდაპირ კეცხაზე. კონტროლერის გამორთვის გამო ღუმლის გამხურებელი ელემენტი გამოირთვება და აღარ ჩაირთვება, სანამ მომსახურე პერსონალი არ გაარკვევს ავარიის მიზეზს. ღუმელი შედებილია თბომედეგი მაღალტემპერატურული (800 °C-ზე მეტი) სადებავით – DEI 010301 Black High-Temperature Silicone Coating. გამოყენებულია კანადური ფირმა Omega-ს SN7200 ტემპერატურის რეგულატორი და SSRL240 მყარსეულიანი რელე ღუმლის გამხურებელი ელემენტის სამართვად. კონტროლერის არჩევა გა-

ნაპირობა ფირმის საიმედოობამ, თვითონ კონტროლერის ფუნქციონალურმა შესაძლებლობებმა (შესასვლელი მოწყობილობების დიდი მრავალფეროვნება, გამოსასვლელების პარამეტრების შერჩევის შესაძლებლობა, ტექნოლოგიური პროცესის პროგრამული მართვის შესაძლებლობა და ა.შ) და მისაღებმა ფასმა. მე-2 ნახ-ზე მოცემულია მოდერნიზებული ღუმლის საერთო ხედი, ხოლო მე-3 ნახ-ზე – ღუმელში ტემპერატურის დამოკიდებულება დროზე.



ნახ. 2. მოდერნიზებული ღუმლის საერთო ხედი



ნახ. 3. ღუმელში ტემპერატურის დამოკიდებულება დროზე

უნდა აღინიშნოს, რომ CHOL-1100 რუსული წარმოების ღუმლის კონსტრუქციული ნაკლოვანებების (კამერის არასაკმარისი ჰერმეტულობა) გამო მასში ტემპერატურის ცდომილება შეადგენს $\pm 5^{\circ}\text{C}$ -ს, რაც ეკროპული და ამერიკული წარმოების ანალოგიურ ღუმლებთან ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) შედარებით ბევრად უფრო დაბალეფებურია.

დასკვნა

ამრიგად, ჩატარებული სამუშაოს შედეგად შეიქმნა ავტომატიზებული, მრავალფუნქციური მაღალტემპერატურული ღუმელი. კამერის დიდი ზომები შესაძლებელს ხდის ერთდროულად, სწრაფად და კომფორტულად დამუშავდეს ნიმუშების დიდი სერია. პროგრამული მართვის და ავარიული გამორთვის ფუნქციები კი საშუალებას იძლევა ავტომატურად მოხდეს ტემპერატურისა და დროის რეჟიმების შეცვლა მომსახურე პერსონალის მეთვალყურეობის გარეშე.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

- I. R. Metskhvarishvili, G. N. Dgebuadze, B. G. Bendeliani, M. R. Metskhvarishvili, T. E. Lobzhanidze, G. N. Mumladze. Low Field ac Susceptibility and High Harmonics Studies in PbMo₆S₈ Polycrystalline Superconductor // J. Low Temp. Phys., 170, 2013, p. 68-74.
- I. R. Metskhvarishvili, G. N. Dgebuadze, B. G. Bendeliani, T. E. Lobzhanidze, M. R. Metskhvarishvili, G. N. Mumladze. Low ac field response of Bi-based superconductors with addition of Antimony oxide // Journal of Physics: Conference Series, 507, 2014, 012032.
- ბ. ბენდელიანი, გ. დგებაძე, ი. მეცხვარიშვილი. სპეციალიზებული დროის ტაიმერ-კონტროლერი // მეცნიერება და ტექნოლოგიები, 2(716), 2014, გვ. 9-12.

AUTOMATION OF THE HIGH-TEMPERATURE RESISTIVE FURNACE

B. Bendeliani, G. Dgebuadze, I. Metskhvarishvili

(Ilia Vekua Sukhumi Institute of Physics and Technology)

Resume: There is created high-temperature, automated, multipurpose furnace Institute. Big size of the chamber allows us simultaneously, quickly and comfortably process big series of samples. Program of control function gives us the possibilities to change temperature and the time modes without continuous presence of the service personnel. Sound alarm system turns on at reaching to the control point and automatic shut-down is provided at emergency situations.

Key words: controller; furnace; temperature; control; automation.

ФИЗИКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕЗИСТИВНОЙ ПЕЧИ

Бенделиани Б.Г., Дгебуадзе Г.Н., Мецхваришвили И.Р.

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

Резюме: Создана высокотемпературная автоматизированная многофункциональная печь. Большие размеры камеры позволяют одновременно быстро и комфортно обрабатывать большие серии образцов. Функция программного управления дает возможность менять температуру и временные режимы без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Предусмотрена звуковая сигнализация при достижении контрольной точки и автоматическое отключение системы при аварийных ситуациях.

Ключевые слова: контроллер; печь; температура; управление; автоматизация.

აბროტექნოლოგია

სასოფლო-სამეურნეო მიწათსარგებლობა საქართველოს თანამედროვე ეკონომიკურ პირობებში (შიდა ქართლის რეგიონის მაბალითზე)

გ. მეხრიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მიწათსარგებლობის საკითხები; მათ შორის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სტრუქტურის ცვლილება უკანასკნელი 20–25 წლის განმავლობაში; გამოვლენილია პრივატიზაციის პროცესის შემდგომი განვითარების მნიშვნელოვანი პოტენციური შესაძლებლობები, იჯარით გაცემული ფართობების ზრდის ტენდენცია.

საკვანძო სიტყვები: სოფლის მეურნეობა; სავარგულების სტრუქტურა; კერძო პრივატიზაცია; მიწათსარგებლობა; იჯარა.

შესავალი

საქართველოს სახელმწიფო მოწეობის პოლიტიკური საფუძვლების შეცვლამ გამოიწვია მისი ეპონომიკური ზედნაშენის ძირეული ცვლილებები; კერძოდ, სოფლის მეურნეობის საბაზო ეკონომიკურ ურთიერთობებზე გადასვლამ და მიწის სავარგულების პრივატიზაციამ სოფლად ჩამოაქალიბა მეწარმეთა ახალი ფენა – წვრილ ფერმერთა ფენა, რომელმაც სოფლის მცხოვრებთა თითქმის 70 % შეადგინა. შესაბამისად, გაჩნდა წვრილი ფერმერული მეურნეობები, რომლებიც სოფლად წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის თითქმის 85 %-ს იძლევა.

ძირითადი ნაწილი

საქართველო ძირითადად აგრარული ქვეყანაა. ქვეყნის საერთო ფართობიდან დაახლოებით 2991100 ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულს წარმოადგენს. ქვეყნის მოსახლეობის 1019800 მცხოვრები მიწით მოსარგებლება, აქედან 693400 სოფლის მკვიდრია. მიწით მოსარგებლებთა სტრუქტურა და სავარგულების განაწილება მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მიწით მოსარგებლებთა ძირითადი ნაწილი გაერთიანებულია პირველ და მეორე ჯგუფებში (95.6 %), მაგრამ მათ მფლობელობაშია მიწის სავარგულების 59.9 %. აღსანიშნავია, რომ მეწარმე ფლობს მხოლოდ 1.25 ჰა-ს და ზოგჯერ უფრო ნაკლებ ფართობსაც. მიუხედავად იმისა, რომ ფიზიკური და იურიდიული პირების რაოდგრებაა 4.4 %, მათ განკარგულებაშია მიწის სავარგულების 49.1 %. თითოეულ ფიზიკურ პირზე მოდის 4.94-დან 5.76 ჰა-მდე, იურიდიულ პირზე კი – 101.2-დან 156.9 ჰა-მდე.

**მიწით მოსარგებლეთა სტრუქტურა და სასოფლო-სამეურნეო
საგარენაციულების გადანაწილება მწარმოებელთა შორის**

მიწით მოსარგებლეთა რაოდენობა											
სოფელში მცხოვრები		ქალაქში მცხოვრები		სულ		ფიზიკური პირი		იურიდიული პირი		სულ	
ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%
693.4	65.6	326.4	30	40.99	95.6	40.99	3.84	5.52	0.6	46.51	4.4

მიწის ფართობი, ჰა											
სოფელში მცხოვრები		ქალაქში მცხოვრები		სულ		ფიზიკური პირი		იურიდიული პირი		სულ	
ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%	ათასი	%	ათასი ჰა	%
717.1	46.2	326.4	30	789.7	50.9	202.4	13.1	556.1	36	761.0	49.1

საშუალო ფართობი ერთ მოსარგებლებზე, ჰა										
სოფელში მცხოვრები		ქალაქში მცხოვრები		სულ	ფიზიკური პირი	იურიდიული პირი	სულ			
1.03 – 0.82	0.22 – 0.23	0.774 – 0.58	4.94 – 5.76	101.2 – 156.9	16.36 – 20.8	16.36 – 20.8	16.36 – 20.8	16.36 – 20.8	16.36 – 20.8	16.36 – 20.8

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო მიწების პრივატიზაცია 1992 წლიდან დაიწყო. პრივატიზაციის მიზანი იყო მიწის ნაკვეთების გადასვლა მეურნის სრულ განკარგულებაში, რითაც იგი წარმოების ძირითად საშუალებად იქცეოდა. პრივატიზაცია შეეხო სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ყველა კატეგორიას, სახნავიდან დაწყებული საძოვრით დამთავრებული. მე-2 ცხრილში მოცემულია პრივატიზაციის შედეგები 2000 წლისათვის.

**სასოფლო-სამეურნეო საგარენაციულების სტრუქტურა
(პრივატიზაციის შედეგები 2000 წლისათვის)**

სავარგულების სახეები	სატურებაში გადაცემული	იჯარით გაცემული		გაუნაწილებელი		სულ	საგარენაციულები	
სახეავი	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%
	431.9	54.8	260.0	33.0	96.5	2.2	788.4	100
მრავალწლიანი ნარგავები	185.7	66.6	31.0	11.11	62.2	2.3	278.9	100
სათიბი	44.6	33.6	28.6	20.1	65.31	6.1	141.5	100
საძოვარი	124.5	7.0	441.4	24.8	1216.4	8.3	782.3	100
სულ	789.7	26.4	761.0	25.4	1440.4	48.2	2991.1	100

ცხრილიდან ჩანს, რომ მიწის სავარგულების 789700 ჰა, ანუ 26.4 %, პრივატიზებულია.

სავარგულების კატეგორიების მიხედვით ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ მაქსიმალურად პრივატიზებულია შედარებით უხემოსავლიანი, ძვირად ღირებული ნაყოფის მომცემი სავარგულები (სახნავი – 66.6 და მრავალწლიანი ნარგავები – 54.8 %). ამავე კატეგორიის სავარგულიდან იჯარით გაცემულია, შესაბამისად, 11.11 და 33 %, ე. ი. ამ კატეგორიის სავარგულებიდან სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში გამოყენებულია 77.71 და 87 %. შედარებით დაბალია (33.6 %) სათიბების პრივატიზაციის მაჩვენებელი, საძოვრებისა კი მხოლოდ 7 %-ია, რაც გამოწვეულია ამ კატეგორიის სავარგულების მაღალმოთიან ზონაში არსებობით და მათი სოფლის საერთო სარგებლობაში დატოვებით.

პრივატიზაციის შედეგები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან რეგიონების მიხედვით, ვინაიდნ ისინი დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სპეციალიზაციასა და ლანდშაფტურ პირობებზე. მაგალითად, შიდა ქართლის რეგიონში, სადაც ძირითადად განვითარებულია მემცენარეობა და მეხილეობა, პრივატიზაცია მაქსიმალურად შეეხო სახნავ სავარგულებსა და მრავალწლიან ნარგავებს. შიდა ქართლის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების პრივატიზაციის ნათელ მაგალითს კასპის რაიონის სავარგულების პრივატიზაციის შედეგები წარმოადგენს (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

კასპის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების პრივატიზაციის შედეგები 2000 წლისათვის (ათასი ჰა)

სავარგულების სახეები	საკუთრებაში გადაცემული	იჯარით გაცემული	გაუნაწილებელი	სულ სავარგულები				
სახნავი	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%
სახნავი	7.4	17.4	32.3	76.0	2.74	6.6	42.44	100
მრავალწლიანი ნარგავები	8.36	99.0	0.11	1.0	-	0	8.47	100
სათიბი	1.01	4.0	0.1	37.0	0.16	59.0	0.27	100
საძოვარი	1.13	0.2	38.0	76.4	11.6	23.4	49.73	100
სულ	15.9	15.8	70.5	69.9	14.5	14.3	100.9	100

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, მაქსიმალურად არის პრივატიზებული სახნავი მიწები და მრავალწლიანი ნარგავებით დაკავებული ფართობები (შესაბამისად, 17.4 % და 99 %), იჯარითად გაცემული 76.0 და 1 %. გაუნაწილებელია სახნავი ფართობების მხოლოდ 6.6 %, მაშინ როგორც სათიბებიდან და საძოვრებიდან სახელმწიფოს მფლობელობაში რჩება, შესაბამისად, 59 და 23.4 %. პრივატიზაციის ასეთი სურათი განპირობებულია კასპის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მიმართულებით, სადაც სათიბებსა და საძოვრებს 50 ათასი ჰა უკავია.

პრივატიზაციის შედეგად სოფლიდ ჩამოყალიბდა მეურნეობის ძირითადად ორი კატეგორია: მსხვილი ფერმერული მეურნეობა 50-დან 100 ჰა-მდე და უფრო მეტი ფართობის სავარგულებით და წვრილი ფერმერული მეურნეობა 0.25 – 1.25 ჰა-დან 5 ჰა-მდე სავარგულებით. მათ შორის მიწის სავარგულების სოფლის მოსახლეობაზე გადანაწილება მოცემულია 1-ლ ცხრილში. მსხვილ ფერმერულ მეურნეობაში შეიძლება გამოვყოთ ორი კატეგორია: ინდივიდუალური მეურნეობა და ასოცირებულ წვრილ ფერმერთა მეურნეობა. მიუხედავად იმისა, რომ ასეთი მეურნეობების მფლობელობაშია პრივატიზებული სავარგულების თითქმის 50 %, მათ მიერ წარმოებული პროდუქციის მოცულობა მცირეა, ვინაიდან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანა და აღება ჯერ კიდევ მოძველებული, ექსტენსიური ტექნიკური ეფექტურობებით ხდება და მოსავლიანობაც, შესაბამისად,

მწირიან. აქედან გამომდინარე, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითადი მწარმოებელია წვრილი ფერმერული მეურნეობები. წვრილი ფერმერულ მეურნეობებში სამი სახე შეიძლება გამოვყოთ: ფერმერული, გლეხური, და საგარმიდამო. საგარმიდამო ნაკვეთების (0.22 – 0.25 ჰა ფართობით) წვრილი გლეხური მეურნეობის (0.45 ჰა-მდე ფართობით) დანიშნულებაა საკუთარი მოხმარების პროდუქციის წარმოება. წვრილი ფერმერული მეურნეობის მიერ დაკავებული ფართობი შეადგენს 0.75 – 1.25 ჰა-ს და მის ფუნქციებში შედის როგორც კომლის სრული უზრუნველყოფა კვების პროდუქტებით, ისე სარეალიზაციო პროდუქციის წარმოება. თანამედროვე მოწინავე ტექნოლოგიებისა და შესაბამისი ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით შესაძლებელი იქნება სარეალიზაციო პროდუქციის წარმოება ყველა კატეგორიის წვრილ ფერმერულ მეურნეობებში.

ფერმერული მეურნეობის წარმატებით ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია განისაზღვროს მისი საწარმოო მიმართულება სარეალიზაციო პროდუქციის წარმოებაზე გათვლილი, თუ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე მხოლოდ კომლის მოთხოვნილებას ითვალისწინებს. საერთოდ, სასურველია მცირე ფერმერული მეურნეობის ორიენტირება იმ მონოკულტურაზე, რომელიც მოსავლიანობის მიხედვით ოპტიმალურია მეურნეობის ზონისათვის; ამასთან, მოწინავე მანქანური ტექნოლოგიების გამოყენებისას უზრუნველყოფს მეურნეობის რენტაბელურობას და მაქსიმალურ მოგებასაც იძლევა. ასეთ შემთხვევაში ფერმერის მოთხოვნილებას მონოკულტურის გარდა, სხვა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე რეგიონული ბაზარიც დააგძაყოფილებს. იმავე რეგიონული ბაზრის საშუალებით მოხდება ფერმერის მიერ წარმოებული ძირითადი პროდუქციის რეალიზაცია. მცირე ფერმერული მეურნეობის ამ წესით მოწყობას ეწინააღმდეგება ქართველი გლეხის მენტალიტები, რომლის მიხედვით იგი ვალდებულია ოჯახის მოთხოვნილება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე ძირითადად საკუთარი წარმოების პროდუქტებით დააგძაყოფილოს. ამრიგად, ფერმერული მეურნეობისათვის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნომენკლატურის შერჩევის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს როგორც ზონის ბუნებრივ-კლიმატური თავისებურებები, ისე კომლის მოთხოვნილება. წარმოების ასეთი ფორმა შეიძლება მაქსიმალურად რენტაბელური არ იყოს, მაგრამ კულტურების შერჩევის დროს ამ პრინციპით ხელმძღვანელობა აუცილებელია.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ცხადია, რომ მიწის საგარგულების საკუთრებაში გადაცემისა და იჯარით გაცემის პროცესი ჯერ კიდევ საგრძნობლად ჩამორჩება სოფლის მეურნეობის განვითარების მოთხოვნილებებს. დღეს საბაზო ეკონომიკის შემდგომი განვითარებისათვის აუცილებელია წვრილი ფერმერული მეურნეობების (5 ჰა-მდე) წილის და მსხვილი ფართობების იჯარით გაცემის შემდგომი გაზრდა გაუნაშილებელი ფართობების შემცირების ხარჯზე.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. მ. ვართანოვი, თ. სტურუა. ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკა. თბ., 2011.
2. Рабинович Б. Р. Экономическая оценка природных ресурсов. М., 1997.
3. Титинберг Т. Экономика природопользования и охрана окружающей среды. М., 2001.

**AGRICULTURAL LAND-TENURE UNDER THE MODERN ECONOMIC CONDITIONS
OF GEORGIA (ON THE EXAMPLE OF SHIDA KARTLI REGION)**

G. Mekhrishvili

(Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University)

Resume: There are discussed the issues about land-tenure, including changes to the structure of the agricultural lands during last 20 – 25 yrs. There was evinced an important potential opportunities for further development of the privatization process, extension of the areas to be leased.

Key words: agriculture; structure of arable lands; private privatization; land-tenure; lease.

АГРОТЕХНОЛОГИЯ

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ (НА ПРИМЕРЕ ШИДА КАРТЛИЙСКОГО
РЕГИОНА)**

Мехришвили Г. Д.

(Институт водного хозяйства Грузинского технического университета им. Ц. Мирцхулава)

Резюме: Рассмотрены вопросы землепользования, в том числе изменение структуры сельскохозяйственных угодий Грузии за последние 20–25 лет. Выявлены значительные потенциальные возможности дальнейшего развития процесса приватизации; увеличения площадей, передаваемых в аренду.

Ключевые слова: сельское хозяйство; структура угодий; частная приватизация; землепользование; аренда.

ტექნიკური სილიციუმის მიღების პროცესის მოდელირება ადგილობრივი ცენტრის მასალების გამოყენებით

ჯ. მოსია, გ. ნიკოლაიშვილი, მ. ჭუმბაძე, ა. ჯულუხიძე

(ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: ნაშრომში მოცემულია ადგილობრივი საბადოების გამოყენებით კვარცის კარბო-ტერმული აღდგენის ფიზიკურ-ქიმიური საფუძვლების კვლევის შედეგები. კვარცის ლაბორატორიული კვლევები მოიცავდა ისეთი პარამეტრების შესწავლას, როგორიცაა სიმკვრივე, წყალ-შთანთქმა, ელექტროფიზიკური თვისებები და ქცევები გახურების დროს. მოცემულია აგრეთვე სილიციუმის კარბოთერმული მიღების თერმოდინამიკური მოდელირების შედეგები.

საკვანძო სიტყვები: ტექნიკური სილიციუმი; კვარცი; კვარციტები; ოქსიდური ნაერთები; აქროლადები; თერმოგრავიმეტრიული ანალიზი; აღმდგენი; კარბოთერმული აღდგენა; ნაფნობი.

შესავალი

მსოფლიოში მეტალურგიულ, ანუ ტექნიკურ, სილიციუმზე მაღალი მოთხოვნილება განაპირობებს მისი მურმოებლების რაოდენობის აუცილებელ ზრდას. შედეგად მთელ რიგ ქვეყნებში ინტენსიურად მიმდინარეობს სამუშაოები, რომლებიც ეხება არსებული ნედლეულის ბაზაზე ტექნიკური სილიციუმის დნობის ტექნოლოგიის პროცესის სრულყოფასა და ძირითადი მოწყობილობების მუშაობის ოპტიმიზაციას ტექნიკური სილიციუმის მურმოებლების მოთხოვნების გათვალისწინებით, რაც მთლიანობაში გამოიწვევს გამოდნობილი პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას. განსაკუთრებით დიდი ყურადღება უქცევა სუფთა ნახშირბადოვანი აღმდგენების შერჩევას; ასევე მყარი აღმდგენების რეალური რეაქციის უნარის შეფასებას სილიციუმის ელექტროთერმინის პროცესთან მიმართებაში, დნობის პროცესში მინარევების ქცევის ანალიზს, მათ განაწილებას დნობის პროდუქტებს შორის, აგრეთვე გამოსადნობი მეტალურგიული სილიციუმის ქიმიური შედეგენილობის პროგნოზირებას.

აუცილებელია გარკვეული მოქმედება როგორც მაღნეული ნედლეულის მიღების, ისე მომზადების (ნაჭროვანი კვარციტების დამსხერევა-დაფრაქციების) დროს წარმოქმნილი წვრილი ფრაქციის დანაჭროვნების ეფექტური ხერხების შერჩევის მიმართულებით, აგრეთვე წარმოების სფეროში ისეთი გავრცელებული მასალების გამოყენების კუთხით, როგორიცაა კვარცის ქვიშები.

ტექნიკური სილიციუმის წარმოების თაობაზე არსებულ ლიტერატურაში ცოტაა მასალა, რომელიც მიძღვნილია სხვადასხვა საბადოს კვარცის კომპლექსური შესწავლისადმი მისი ხარისხისა და გამოყენების ეფექტურობის კუთხით. კვარცის დაბზარვა და დაქუცმაცება მაღანერმული ელექტროლუმლების საკერძებზე აუარესებს კაზმის აირგანვლადობას და იწვევს მის შეცხობას. ამის შედეგად უარესდება დნობის ტექნიკურ-ექონომიკური მაჩვენებლები. ამიტომ კრისტალური სილიციუმის გამოსადნობად ყველა კვარცი არ გამოდგება, რადგანაც დნობის დროს მისი სახეები ერთნაირი ქიმიური შედგენილობის დროსაც კი განსხვავებულად იქცევა როგორც გახურების, ასევე აღდგენის მაღალტემპერატურულ სტადიებში. ეს განსხვავებები დამოკიდებულია მინარევების ხასიათსა და შემცველობაზე, კრისტალური ფაზების სტრუქტურაზე და სხვა ფაქტორებზე, რომლებიც განპირობებულია კვარცების გენეზისით.

ძირითადი ნაწილი

კვარცის ნედლეულის საბადოები და გამოვლინებები საქართველოში შეინიშნება ბევრ რეგიონში, ხასიათდება განსხვავებული თვისებებით, შესაბამისად, სხვადასხვა სამრეწველო მნიშვნელობითაც [1]. ჩვენს შემთხვევაში ძირითადი კვლევები ჩატარდა რაჭის რეგიონში (სოფ. ლები) არსებული კვარცისა და კვარციტების გამოვლინებებზე. აღებული ნიმუშები დამუშავდა სხვადასხვა ტექნიკური ოპერაციის (დეზინტეგრაცია, ფრაქციული კლასიფიკაცია ცხაურზე, გადარეცხვა და სხვ.) გამოყენებით. კვარცის მიღებულ ნიმუშებში ძირითადი კომპონენტების შემცველობა (%) იცვლებოდა შემდეგ ზღვრებში: SiO_2 – 97–99; Al_2O_3 – 0,27–0,95; MgO – 0,13–0,20; CaO – 0,07–0,10; Fe_2O_3 – 0,10–0,75; Mn – 0,03; TiO_2 – 0,10–0,15; Cu – 0,001; B – 0,002. აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ წვრილი ფრაქციები ხასიათდება SiO_2 -ის შედარებით დაბალი შემცველობით, მსხვილ ფრაქციებში კი მისი შემცველობა აღწევს 99 %. კაუმიწის ცვალებადი შემცველობის მიხედვით, აღნიშნულ კვარცს ესაჭიროება გამდიდრების სპეციალური საშუალებები კრისტალური სილიციუმის წარმოებაში მისი გამოყენების დროს. 1-ლ ნახ-ზე ნაჩვენებია კვარცის ნატექები დაქუცმაცებამდე.



ნახ. 1. რაჭის (ლები) კვარცის ნატექები

ეს კვარცი უპირატესად და შეგვერილობისაა, რაც მიუთითებს პეტატიტის დაბალ შემცველობაზე. ნაპრალებზე (ბზარებზე) შეინიშნება რკინისა და მანგანუმის ჰიდრორექსიდების აპექტის განვითარება. მთლიანობაში კვარცი მსხვილმარცვლოვანია და აქვს დახურული მცირე ზომის ფორმები.

კვარცის ლაბორატორიული გამოკვლევების დროს ხდებოდა ისეთი პარამეტრების შესწავლა, როგორიცაა სიმკვრივე, წყლის შთანთქმა და ქცევები გახურების დროს. წყლის მაღალი შთანთქმის უნარი ითვლება მის უარყოფით თვისებად, რადგანაც შეუძლია კვარცის წყლით გაჯერებული ნატექების დაქუცმაცება ორთქლის ინტენსიური გამოყოფით ლუმლის საკერძებზე მისი მოხვედრის დროს. ამიტომ სილიციუმის გამოდნობისას კვარცის ეს თვისება ტექნოლოგიურობის თვალსაზრისით მისი მნიშვნელოვნი მახასიათებელია.

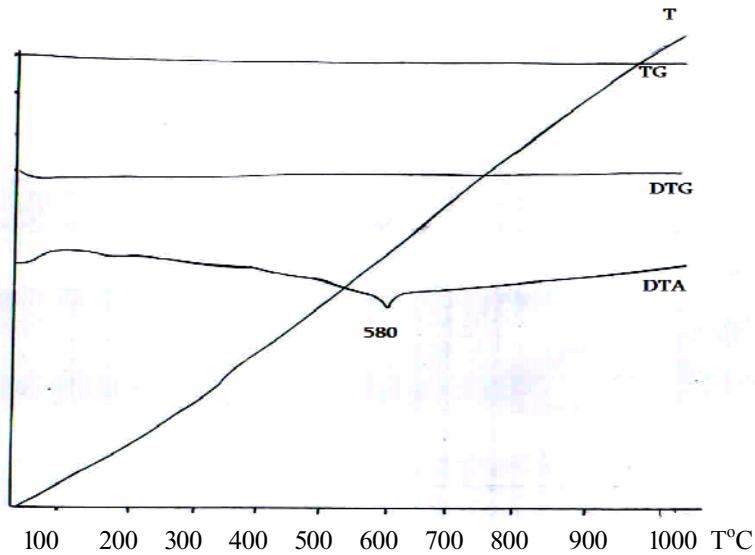
წყლის შთანთქმის უნარის დასადგენად საცდელი ნიმუშის აწონვა ხდებოდა ჰაერზე და 2,5 სთ-ის განმავლობაში – დისტილირებული წყლით გაუდენთვის შემდეგ. ცდების შედეგად დადგინდა, რომ ნიმუშის სიმკვრივე ტოლი იყო 2,60 გ/სმ³-ის და წყალშთანთქმა – 0,13 %-ის.

DTA-ანალიზით, კვარცის ნიმუშების შესწავლის დროს დერივატორამაზე 1000°C -მდე ფიქსირდება ადსორბციული წყლის დანაკარგი $T=100\text{--}130^{\circ}\text{C}$, რომელიც დამახასიათებელია კვარცისათვის. პიკი დერივატორამაზე $T=580^{\circ}\text{C}$ დროს მიანიშნებს კვარცის α-β გარდაქმნის ეფექტზე (ნახ. 2).

კვარცის თერმული მდგრადობა და მისი ქცევა გახურების დროს შესწავლით იქნა ტამანის ლუმებულში თთახის ტემპერატურიდან 1400°C ტემპერატურულ ინტერვალში $10^{\circ}\text{C}/\text{წთ}$ სიჩქარით გახურების დროს. კვარცის ნიმუშები აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში არ ქუცმაცდება. თერმულ დარტემაზე გამოცდის დროსაც ბზარები არ შეინიშნება. კვარცის დარბილებისა და დნობის ტემპერატურა მერყეობს $1500\text{--}1730^{\circ}\text{C}$ შუალედში.

სილიციუმის წარმოების ტრადიციული მეთოდის დროს აღმდგენად, ჩვეულებრივ, გამოიყენება სხვადასხვა ნახშირბადშემცველი მასალა; კერძოდ, ხის ნახშირი, ნავთობის კოქსი, გრაფიტი ან მური გრანულების სახით.

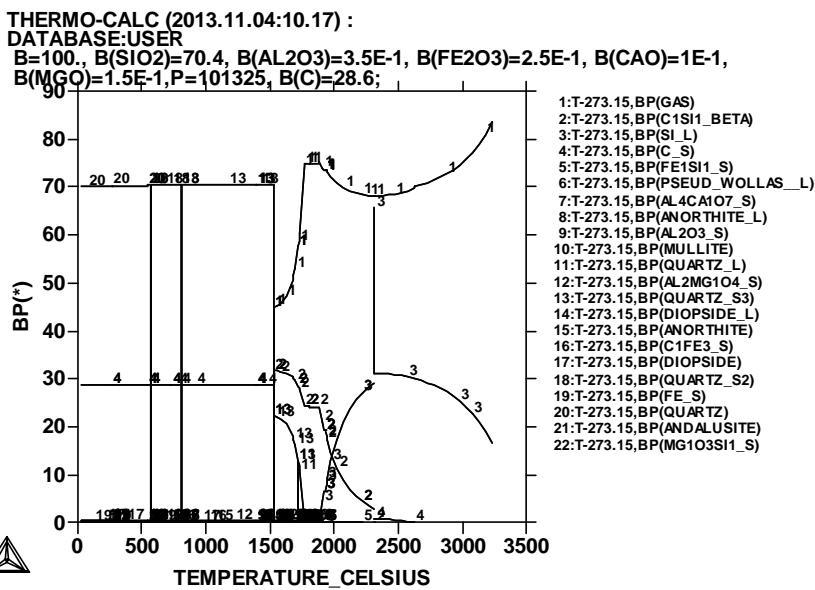
უველაზე უკეთეს აღმდგენად ითვლება ხის ნახშირი მისი მაღალი რეაქციის უნარისა და დიდი ელექტრული წინაღობის გამო. უველაზე სუფთა ტრადიციულ აღმდგენში – ნავთობის კოქსში – ნაცრის შემცველობა არ აღემატება 0,5 %-ს. გამოყენებული აღმდგენების კუთრი ელექტროწინაღობა განსაზღვრავს საკაზმე კომპოზიციის ელექტროგამტარობას, რომელზედაც არის დამოკიდებული ღუმელში ელექტროდების ჩაშვების სიღრმე, ელექტროენერგიის ხარჯი და ტექნოლოგიური პროცესის სხვა მახასიათებლები [2]. ტექნიკური სილიციუმის წარმოების დროს გამოყენებული აღმდგენებისათვის ეს მაჩვენებელი იცვლება ფართო ზღვრებში: ხის ნახშირისათვის 10 – 106 ომ/სმ-დან, ნავთობის კოქსისათვის < 1 ომ/სმ-დან.



ნახ. 2. რაჭის (დები) საბაზოს კვარცის დერიგატოგრამა

ხის ნახშირის კუთრი ელექტროწინაღობა სატყის მომენტში შედარებით მაღალია, მაგრამ ტემპერატურის ზრდასთან ერთად უველა მასალის კუთრი ელექტროწინაღობა მცირდება, რაც უველაზე მეტად აისახება ხის ნახშირზე. 700 – 800 °C დიაპაზონში გამოკვლეული მასალების კუთრი ელექტროწინაღობა თითქმის თანაბარია და ტემპერატურის შემდგომი მომატებისას შეიმჩნევა მისი მონოტონური შემცირება უველა აღმდგენისათვის, განსაკუთრებით ნავთობის კოქსწვრილასათვის. სილიციუმის აღდგენითი რეაქციების განვითარების ტემპერატურებში (~1600 °C) შეიმჩნევა კარბონიზაციის გარკვეული უპირატესობა სხვა აღმდგენებითან შედარებით. მაგრამ, ცხადია, რომ სილიციუმის პლაზმურ ღუმელში წარმოებისას ეს მახასიათებელი კარგავი თავის მნიშვნელობას. მიმდინარე პროცესების შესახებ არსებული კომპლექსური ცოდნა და მათი გამოყენების პირობები მეტალურგიული ტექნოლოგიების წარმატებით დამუშავებისა და სრულყოფის საშუალებას იძლევა. მადანთერმულ ღუმელში დნობის პროცესი მიმდინარეობს საქმაოდ მაღალი ტემპერატურების დროს და ხასიათება როტული ფიზიკურ-ქიმიური გარდაქმნებით კაზმის მდგენელებს შორის მთელი რიგი შუალედური ნაერთების წარმოქმნით [3-5]. სილიციუმის დნობისათვის განკუთვნილი ღუმლების ოპტიმიზაცია და მართვის სტანდარტული ხერხები ექვარება ვიზუალურ მეთოდებს, ელექტრული პარამეტრებისა და დნობის მატერიალური და ობიერი ბალანსის გათვლებს, რა დროსაც შეუძლებელია სრული ინფორმაციის მოპოვება პროცესის შესახებ. ამიტომ მიმდინარე პროცესების შეფასებისა და დნობის დროს მინარევების ქცევის დასადგენად გამოიყენება მათემატიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მოდელირების მეთოდები.

სილიციუმის კარბოთერმული მიღების ფიზიკურ-ქიმიური მოდელირებისათვის ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში მოქმედი შეედური პროგრამული პაპეტი “Thermocalc”. აქ კაზმის მაღნურ ნაწილს წარმოადგენდა რაჭის (დები) კვარციტი, აღმდგენად კი სიმარტივისათვის აღებულ იქნა სტექიომეტრული რაოდენობის გრაფიტი. ამ მოდელის კომპონენტური შედგენილობა 1 ატმ წნევის პირობებში მოცემულია მე-3 ნახ-ზე.



2013-11-04 10:17:07.48 output by user Jemal Mosia from

ნახ. 3. მოდელის კომპონენტური შედგენილობა 1 ატმ წნევის პირობებში

როგორც გრაფიკიდან ჩანს, ამ კაზმში 1500 °C-მდე ცალკეული საფეხურების გავლით ლითონურ ფაზამდე აღდგება მხოლოდ რკინა და ~1530 °C-ზე ხდება SiO₂-ის აღდგენა SiC-მდე, რომელიც იწყებს ურთიერთქმედებას SiO₂-თან 2000 °C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე და ხდება ლითონური სილიციუმის წარმოქმნა. გამოთვლის შედეგად დადგინდა, რომ სილიციუმის ამოდებამ შეაღვინა 84.5 %, რაც საკმაოდ კარგად შექსაბამება მაღანეტურმულ ღუმლებში დნობის ტექნოლოგიური პროცესის რეალურ მაჩვნებლებს – 85.8 %-ს [6]. სილიციუმის ძირითადი დანაკარგები დნობის პრაქტიკულ პროცესებში განპირობებულია მისი მნიშვნელოვანი აორთქლებით Si-ისა და SiO₂ სახით.

დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ცხადი გახდა, რომ კარბოთერმული ხერხით მაღალი სისუცთავის სილიციუმის მისაღებად აღმდგენი უნდა შეიცავდეს რაც შეიძლება მცირე რაოდენობით ბორს, ფოსფორს, რკინას, ალუმინს და სხვ. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ აღმდგენის და კვარცის მინარევების მნიშვნელოვანი რაოდენობა გადადის სილიციუმში. სილიციუმის შემდგომი გაწმენდა დიდ ტექნიკურ სირთულეებთანაა დაკავშირებული.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. Природные ресурсы Грузинской ССР. Т. 2. Неметаллические полезные ископаемые. М.: Изд. АН СССР, 1959, с. 380.
2. Сальников В. Н. и др. О некоторых электрофизических свойствах кварцитов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, №3, 1994, с. 89-99.
3. Гнесин Г.Г. Карбидокремниевые материалы. М.: Металлургия, 1997, с. 215.
4. Немчинова Н. В. и др. Физико-химическое моделирование карботермического получения кремния высокой чистоты // Современные проблемы науки и образования. №3, 2007, с. 28-34.
5. Абдюханов И. М. Разработка основ технологий производства металлургического кремния повышенной чистоты для наземной фотоэнергетики // Рос. хим. ж., т. XLV, № 5-6, 2001.
6. Рагулина Р. И., Емлин Б. И. Электротермия кремния и силумина. М: Металлургия, 1972, с. 240.

**MODELING OF THE PROCESS OF OBTAINING TECHNICAL SILICON USING
LOCALLY MANUFACTURED RAW MATERIALS**

J. Mosia, G. Nikolaishvili, M. Chumbadze, A. Julukhidze

(F. Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science)

Resume: There are given the results of the study physico-chemical bases of quartz carbothermic reduction using deposits of raw materials in Georgia. Laboratory research of quartz included such parameters as density, water absorption, electrophysical properties and warm-up behavior. There are also given the results of thermodynamic modeling of silicon carbothermic obtaining.

Key words: technical silicon; quartz; quartzites; oxide compounds; volatile; thermogravimetric analysis; reductant; compacting; carbothermic reduction; melt.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Мосия Дж. В., Николайшвили Г. У., Чумбадзе М. Т., Джулухидзе А. Г.

(Институт metallurgii и материаловедения им. Ф. Тавадзе)

Резюме: Приведены результаты изучения физико-химических основ карботермического восстановления кварца, используя залежи данного сырья в Грузии. Лабораторные исследования кварца включали изучение таких параметров, как плотность, водопоглощение, электрофизические свойства и поведение при нагреве. Даются также результаты термодинамического моделирования карботермического получения кремния.

Ключевые слова: технический кремний; кварц; кварциты; оксидные соединения; летучие; термогравиметрический анализ; восстановитель; карботермическое восстановление; расплав.

მაღნეულის საბაზოების სპეციალისტის დაბალხარისხოვანი მაღნების პლატა
ბამდიდრებადობის მიხედვით*

დ. ტალახაძე, მ. გამცემლიძე, დ. თევზაძე, მ. თუთბერიძე, ნ. ლულუნიშვილი
(გრიგოლ წელუკიძის სამთო ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია მაღნეულის საბაზოს სპეციალისტის დაბალხარისხოვანი მაღნების წინასწარი გამდიდრების შესაძლებლობა, რაც ემყარება მაღნების მძიმე სითხეებში განშრევების შედეგებს (ფრაქციული ანალიზი). ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგენილია, რომ საწყისი მაღნების (მსხვილი ფრაქცია) 2,75 გ/სმ² სიმკვრივის მძიმე სუსპენზიაში გამდიდრების შედეგად მიიღება მსუბუქი ფრაქცია – კუდები (სპეციალის შემცველობით არა უმეტეს 0,1 %-ისა) და მძიმე ფრაქცია, რომელშიც სპეციალის შემცველობა 50 %-ით მეტია გასამდიდრებელ მასალაში სპეციალის შემცველობაზე.

საკვანძო სიტყვები: საბაზო; მაღნი; მაღნეული მინერალები; ფრაქციები; სუსპენზია; ფუჭი ქანი; გამდიდრება.

შესავალი

ბოლნისის მაღნიანი რაიონი განლაგებულია ქვემო ქართლში და მოიცავს ოთხი ადმინისტრაციული რაიონის – ბოლნისის, ღმანისის, თეთრი წყაროსა და მარნეულის ტერიტორიებს. მისი მთლიანი ფართობი დაახლოებით 1880 კმ²-ს შეადგენს, ხოლო მის ფარგლებში არსებული ცნობილი ძირითადი საბაზოებისა და მაღანგამოვლინებების (მაღნეულის გამოკლებით) ჯამური ფართობი – დაახლოებით 120 კმ²-ს.

ბოლნისის მაღნიანი რაიონი მოიცავს პორფირულ-ეპითერმული სისტემის საბაზოებისა და მაღანგამოვლინებათა ერთობლიობას, რომელიც წარმოდგენილია ოქრო-სპეციალ-ბარიტ-მრავალ-ლითონიანი შედგენილობის საბაზოთა ჯგუფით. ამ ჯგუფში შედის წითელი სოფელი, საყდრისი, ქვემო ბოლნისი, კაზრეთი, მოშევანი-კატარკაია, იმედი, სამდერეთი, ბექთაქარი, ბნელი ხევი, ღრმა ხევი, ივანოვკა, მამულო, თამარისი, დამბლუდი და სხვ., რომელთა შორის დამუშავების პროცესში ჯერჯერობით მხოლოდ მაღნეულის საბაზოა.

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელ-შეწყობით (გრანტი №FR/354/3-180/13). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნით ავტორებს და, შესაძლოა, არ ასახავდეს საქართველოს სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ძირითადი ნაწილი

მაღნეული ოქრო-სპილენდ-პორფირული სისტემის კველაზე მნიშვნელოვანი საბადოა, რომელიც გარშემორტყმულია მთელი რიგი ანალოგიური საბადოებით – მადანგამოვლინებებით. იგი წარმოადგენს ერთ პორფირულ სისტემას და ხასიათდება დარიბი მაღნების დიდი მარაგით. საბადო მდიდარი და მრავალფეროვანია თავისი მინერალური შედგენილობით. სპილენის მადანი უანგვის ხარისხით მიეკუთვნება სულფიდურ (სპილენ-კოლჩედანურ) და ნახევრად დაუანგულ მაღნებს. მათგან დამახასიათებელია მასიური პორფირულ-ჩაწინწკლული და ძარღვული ტექსტურები, მეტასომატური ჩანაცვლებები, ასევე კოროზიული, გრაფიკული და სხვა ტექსტურები.

წინასწარი დაზვერვითი სამუშაოების ჩატარების შემდეგ საბადო დაიყო ბლოკებად და დამიების ხარისხის მიხედვით მიენიჭა შემდეგი კატეგორიები: III-C₁, I-B, VII-C₁, VIII-C₁, X-C₁, XI-C₁ და სხვ.

XI-C₁ ბლოკზე მადანი სპილენ-კოლჩედანურია, რომლის ძირითადი მაღნეული მინერალებია ქალკოპირიტი (CuFeS_2) და პირიტი (FeS_2). გვხვდება ასევე სპილენის მეორეული სულფიდები – კოველინი (CuS) და ქალკოზინი (Cu_2S). ფუჭი ქანი წარმოადგენილია კვარციტით, სერიციტით და სხვადასხვა სახის ალუმინისილიკატებითა და ქლორიდებით. მადანში სპილენის საშუალო შემცველობაა 0.32 %, რკინისა – 5.6 % და ოქროსი – 0.34 გ/ტ.

სპილენის ნაკლები და პირიტის მომეტებული შემცველობა განაპირობებს მადნის გამდიდრების სირთულეს, რაც იმით გამოიხატება, რომ გასამდიდრებელი მასალის ნატეხებში ფუჭი ქანის მინერალებთან სხვადასხვა ზომით ჩაწინწკლულია სპილენისა და ოქროს მინერალები. ადნიშნული მასალის გამდიდრების შედეგად მიღებულ ცალკეულ კონცენტრატებში შესაბამისი სასარგებლო კომპონენტების შემცველობის გაზრდისა და მიღებული პროდუქტების თვითონრებულების შემცირების მიზნით ამ მასალიდან წინდაწინ უნდა მოხდეს განსაზღვრული რაოდენობის სასარგებლო კომპონენტების მინიმალური შემცველობის მქონე ფუჭი ქანის გამოყოფა. ამის განსახორციელებლად გამოყენებულ იქნა გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდი მძიმე სუსპენზიაში. მოცემული ამოცანის გადასაწყვეტად კვლევების საფუძველზე დამსხვრევის საშუალო სტადიისათვის დადგენილ იქნა გამოსაშვები ხვრელის ზომა 70 მმ-ის ზღვრებში, რომელიც უზრუნველყოფს მინერალების შედარებით მაღალი ხარისხით გახსნას და ისეთი გრანულო-მეტრიული შედგენილობის მიღებას, რომელშიც, მსხვილი კლასის ფრაქციასთან შედარებით, წვრილი კლასის ფრაქციებში სასარგებლო კომპონენტი მაღალი შემცველობით იქნება. აქედან გამომდინარე, მსხვილი და საშუალო დამსხვრევის სტადიებში მიღებული დამსხვრეული პროდუქტი დაყოფილ იქნა 80–6 და 6–0 მმ-ის კლასებად. სპილენის მადნის გრანულომეტრიული შედგენილობა მოყვანილია 1-ლ ცხრილში, საიდანაც კარგად ჩანს, რომ მძიმე სუსპენზიაში გამდიდრება ფუჭი ქანის მოსაცილებლად ეფექტური იქნება 80–6 მმ კლასისათვის, ვინაიდან ამ შემთხვევაში სასარგებლო კომპონენტების გაცილებით ნაკლები დანაკარგებია მოსალოდნელი.

ცხრილი 1

სპილენის მადნის გრანულომეტრიული შედგენილობა

№	კლასის ზომა, მმ	გამოსავალი, %	შემცველობა, %		ამოკრება, %	
			Cu, %	Au, გ/ტ	Cu, %	Au, გ/ტ
1	80–6	77.21	0.31	0.40	70.41	67.14
2	6–0	22.79	0.44	0.66	29.59	32.86
	სულ	100	0.34	0.46	100	100

სპილენძის მაღნის 80 – 6 მმ კლასის ფრაქციული ანალიზის შედეგები

№	ფრაქციის სიმკვრივე, გ/ტ ³	გამოსავალი, %	შემცველობა, %		ამოკრება, %	
			Cu, %	Au, გ/ტ	Cu, %	Au, გ/ტ
1	+2.95	2.71	1.41	3.97	12.34	26.96
2	2.95 – 2.9	7.49	1.12	1.41	27.08	26.45
3	2.9 – 2.85	14.23	0.42	0.61	19.29	21.72
4	2.85 – 2.80	13.71	0.36	0.23	15.96	7.79
5	2.80 – 2.75	18.22	0.20	0.15	11.74	6.85
6	2.75 – 2.70	14.81	0.14	0.12	6.68	4.45
7	2.70 – 2.65	13.62	0.09	0.08	3.97	2.73
8	- 2.65	15.21	0.06	0.08	2.94	3.05
	სულ	100	0.31	0.40	100	100

მძიმე სუსპენზიაში გაყოფის სიმკვრივის დასადგენად სპილენძის მაღნის 80–6 მმ კლასისათვის ჩატარდა ფრაქციული ანალიზი. ანალიზისათვის მომზადდა 2,65 – 2,95 გ/ტ³ სიმკვრივის მძიმე სითხეები. ფრაქციული ანალიზის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, მაღნის 2.75 გ/ტ³ სიმკვრივის შემთხვევაში მიიღება მსუბუქი ფრაქცია (ფუჭი ქანი), როცა გამოსავალია 43,64 %; სპილენძი საშუალო შემცველობით – 0.1 %; ოქრო – 0.11 გ/ტ; მძიმე ფრაქცია სპილენძის შემცველობით – 0.47 %, რაც თითქმის 50 %-ით აღემატება გასამდიდრებელ საწყის მაღანში სპილენძის შემცველობას, ოქროს შემცველობა – 0.64 გ/ტ, რაც ასევე 55 %-ით აღემატება საწყის მაღანში ოქროს შემცველობას.

დასკვნა

ამრიგად, გრავიტაციული მეთოდით წინასწარი გამდიდრება (მძიმე სუსპენზიაში) ძვირად დირებულ ოპერაციებში (დაფქვა, ფლოტაცია) მიწოდებული მასალის რაოდენობის 43 ÷ 45 %-ით შემცირების საშუალებას იძლევა. ამასთან, შემცირდება წვრილად დაფქული მასალისა და შესაბამისად, კულსაცვეში მიწოდებული ჰულპის რაოდენობაც.

კვლევების შემდგომ ეტაპზე გათვალისწინებულია მძიმე სუსპენზიაში მიღებული მძიმე ფრაქციის გამდიდრება სპილენძის კონდიციური კონცენტრატის მისაღებად. ეკონომიკური გათვლებით დადგინდა, რომ ამ მეთოდის დამკვიდრება (წინასწარი გამდიდრება) მინიმუმ 30 ÷ 40 %-ით შეამცირებს მიღებული პროდუქტის თვითდირებულებას შესაბამისი მაღალი ეკონომიკური ეფექტის პირობებში.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т. II. М.: МГГУ, 2004, с. 510.
2. Абрамов А. А., Леонов С. В. Обогащение руд цветных металлов. М.: Недра, 1991, с. 406.
3. Шохин В. Н., Лопатин А. Г. Гравитационные методы обогащения. М.: Недра, 1993, с. 349.

INVESTIGATION OF LOW-GRADE COPPER ORES OF THE MADNEULI DEPOSIT ON ORE-DRESSING**D. Talakhadze, M. Gamtselidze, D. Tevzadze, M. Tutberidze, N. Ghughunishvili**

(G. Tzulukidze Mining Institute)

Resume: There has been discussed the possibility of pre-concentration of low-grade copper ore of the Madneuli deposit, which is based on the results of the heavy liquid separation of ores (fractional analysis). On the basis of the experiments it has been established, that in result of processing the initial ore (coarse fraction) of density 2.75 g/cm³ in a heavy suspension a light fraction – tails (having a copper content of not more than 0.1 %) and a heavy fraction with a copper content for 50 % over, than in concentrating material are obtained.

Key words: deposit; ore; minerals; fractions; suspension; bad rock; enrich.**ГОРНОЕ ДЕЛО****ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСОРТНЫХ МЕДНЫХ РУД МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОБОГАТИМОСТЬ****Талахадзе Д. Г., Гамцемлидзе М. Н., Тевзадзе Д. М., Тутберидзе М. Л.,****Гугунишвили Н. М.**

(Горный институт им. Г. Цулукидзе)

Резюме: Рассмотрена возможность предварительного обогащения низкосортных медных руд Маднеульского месторождения, которая основана на результатах расслоения руд в тяжелых жидкостях (фракционный анализ). На основании проведенных экспериментов установлено, что в результате обогащения исходных руд (крупная фракция) плотностью 2,75 г/см³ в тяжелой суспензии получают легкую фракцию – хвосты (с содержанием меди не более 0.1 %) и тяжелую фракцию, в которой содержание меди на 50 % больше, чем в обогащаемом материале.

Ключевые слова: месторождение; руда; рудные минералы; фракции; суспензия; пустая порода; обогащение.

სამსხვრევ მოწყობილობაში ღვრილად დამსხვრევის პროცესზე მოქმედი ძირითადი უაქტორების გაცლენა ძნელსამდიღრებელი მანბანუმის მაღლებისა და ნახშირების*

გ. ჯავახიშვილი, მ. გამცემლიძე, ზ. არაბიძე, თ. რუხაძე, მ. თუთბერიძე,

ნ. სამხარაძე

(გრიგოლ წელუკიძის სამთო ინსტიტუტი)

რეზიუმე: აღწერილია ძნელსამდიღრებელი მანგანუმის მაღნების და ნახშირის ნატეხების უწვრილეს ზომამდე დამსხვრევისათვის საჭირო ორიგინალური სამსხვრევი მოწყობილობის, ამასთან, ჰაერის გამწოვის და ციკლონის ერთდროულად მუშაობის პრინციპი. დამსხვრევის ორიგინალურობა გამოიხატება იმით, რომ ნატეხების დამსხვრევა უწვრილეს ზომამდე ხდება სამსხვრეველაში არსებული სპირალურად განლაგებული კბილებიანი დისკოთი (ჭრის პრინციპი), ხოლო დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილი ჰაერის ნაკადით ხორციელდება ნატეხების ცვეთა სამსხვრეველას შიგა კედელთან (ხევის პრინციპი).

აღნიშნული მასალებისათვის კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ სასარგებლო მინერალები ნატეხებში დამაგრებულია 3 – 1 მმ ზომის ფარგლებში. ამ ფარგლებში დამსხვრევისას დამსხვრეულ პროდუქტში 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის მაქსიმალური გამოსავლით მიღება გაცილებით ეფექტური იქნება შემდგომში მათი გრავიტაციული მეთოდით გამდიღრებისას.

მოცემულია კორელაციური ანალიზის მეთოდით ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემთა საფუძველზე დამოკიდებულებები დამსხვრევის პროცესში მონაწილე ძირითად ფაქტორებსა (მმართველი სიდიდეები: დისკოს ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ, მწარმოებლურობა, გ, სამსხვრეველადან გამოსაშვები ხვრელის დიამეტრი, მმ) და 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის გამოსავალს (%) შორის. ასევე, დისპერსიული ანალიზის მეთოდით დადასტურებულია საჭირო კლასის ფრაქციის გამოსავლის ცვლილებაზე ძირითადი ფაქტორების (რომლებიც ცდიდან ცდამდე მუდმივად მოქმედებს საჭირო კლასის ფრაქციის გამოსავლის მნიშვნელობაზე) უპირატესობა იმავე პროცესში მონაწილე შემთხვევით ფაქტორებთან (რომლებიც ცდიდან ცდამდე იცვლება და აღნიშნული კლასის ფრაქციის გამოსავლის მნიშვნელობას ხან ზრდის, ხან ამცირებს) შედარებით.

საკვანძო სიტყვები: მბრუნავი დისკო; სპირალურად განლაგებული კბილები; ნატეხები; ხეხა; ჰაერის ნაკადი.

* აღნიშნული პროექტი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი №FR/342/3-180/13). წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოთქმული წებისმიერი აზრი ეკუთვნით ავტორებს და, შესაძლოა, არ ასახავდეს საჭართველოს სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

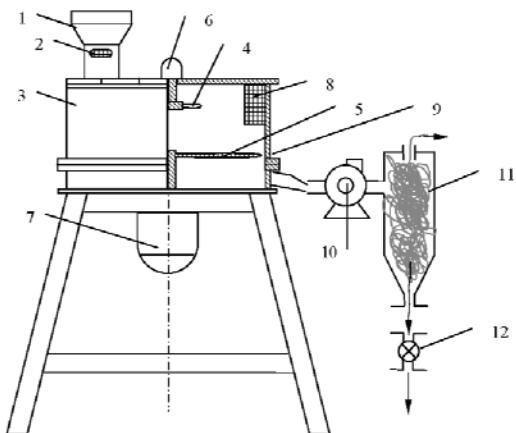
შესავალი

ძნელსამდიდრებელი მანგანუმის მაღნების და ნახშირების ნედლეულის დღემდე შემუშავებული მეთოდებით გამდიდრების სირთულეს ძირითადად განაპირობებს ნატეხებში არსებული (ჩაწინებული) უწვრილესი სასარგებლო მინერალები, რომელთა მაღალი ხარისხით განთავისუფლება (რაც ხელს უწყობს ტექნიკურ პროცესებში გამდიდრების ეფექტიანობის გაზრდას) სამსხვრევ და საფქავ მოწყობილობებში საკმაოდ გამნელებულია. ეს გამოწვეულია იმით, რომ სამსხვრევ მოწყობილობაში მიიღება დიდი რაოდენობით მსხვილი კლასის ფრაქცია (რაც ზრდის შენაზარდიანი ნატეხების რაოდენობას), ხოლო საფქავ მოწყობილობაში – 40 მკ-ზე ნაკლები კლასის ფრაქცია, რომელიც ტექნოლოგიურ პროცესებში დანაკარგების სახითაა წარმოდგენილი. აქედან გამომდინარე, კვლევის მიზანია აღნიშნული მასალის ნატეხებიდან სასარგებლო მინერალების მაღალი ხარისხით განთავისუფლება.

ძირითადი ნაწილი

ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემების საფუძველზე დადგინდა, რომ მოცემული მასალის ნატეხებში სასარგებლო მინერალები ძირითადად 3 – 1 მმ-ის ფარგლებშია და ზემოაღნიშნული მიზნის მისაღწევად, კერძოდ 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის მაქსიმალური გამოსავლის მისაღებად (რომელშიც სასარგებლო მინერალები მოცემულია თავისუფალი სახით), ნატეხების დამსხვრევა განხორციელდა ჩვენ მიერ შექმნილ ორიგინალურ სამსხვრევ მოწყობილობაში.

დასამსხვრევი მასალა (ნატეხები) ბუნკერიდან (1) გადადის სამსხვრევ კორპუსში (3) მკვებავი მოწყობილობით (2). კორპუსში მოთავსებული იმპელერი (4) ამ მასალას აწოდებს (სტეორცნის) საწინააღმდეგოდ მბრუნავ სპირალურად განლაგებულ კბილებიან დისკოს (5), როთაც ხორციელდება ნატეხების დაჭუცმაცება (ჭრა). ძრავები (6 და 7) უზრუნველყოფს დისკოსა და იმპელერის ბრუნვას. სამსხვრევ მოწყობილობაში პაერის შეწოვა ხდება სარკმლიდან (8). იმპელერისა და დისკოს სწრაფი ბრუნვით მიღებული აირჭავლის ნაკადი განაპირობებს ნატეხების უწვრილეს ზომამდე დაჭუცმაცებას. ამასთან, აირჭავლის ნაკადი ხელს უწყობს საჭირო ზომამდე დამსხვრეული ნატეხების (მზა პროდუქტის) სამსხვრევი კორპუსიდან სწრაფად გამოტანას. პროდუქტიდან 20 მკ-ზე ნაკლები კლასის ფრაქცია გამოიყოფა ციკლონის ზევიდან, ხოლო დამსხვრეული პროდუქტი ხვდება მიმღებ მოწყობილობაში (12).



ნახ. 1. სამსხვრევი მოწყობილობა. 1 – ბუნკერი; 2 – მკვებავი მოწყობილობა; 3 – სამსხვრევი კორპუსი; 4 – იმპელერი; 5 – სპირალურად განლაგებული კბილებიანი დისკო; 6, 7 – შესაბამისად, იმპელერისა და დისკოს მაბრუნი ძრავები; 8 – პაერის შეწოვი სარკმლი; 9 – გამოსაშვები ხელელის ზომების სხვადასხვა სისქის მარეგულირებელი რგოლები; 10 – პაერის გამწოვი მოწყობილობა; 11 – ციკლონი; 12 – მზა პროდუქტის მიმღები მოწყობილობა

ნატექსტის დამსხვრევის პროცესის შესწავლამდე სამსხვრეველაში აღნიშნული მასალის სინჯების ნატექსტი დამსხვრეულ იქნა 25 მმ-მდე და ნამსხვრევებიდან წინდაწინ იქნა გამოყოფილი 3 – 1 მმ კლასის ფრაქცია, რის შემდეგაც დამსხვრევის პროცესზე მოქმედი სპირალურად განლაგებული კბილებიანი დისკოს ბრუნთა რიცხვის (n), სამსხვრეველაზე მიწოდებული საწყისი მასალის დატვირთვის (Q), სამსხვრეველადან გამოსაშვები ხერელის ზომისა (d) და დამსხვრეულ პროდუქტში 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის გამოსავლის (γ) სიდიდეებს შორის დამოკიდებულების დასადგენად ჩატარდა ექსპერიმენტი. ამ ექსპერიმენტის მონაცემები მანგანუმის მაღნისა და ნახშირებისათვის მოყვანილია 1-ლ და მე-2 ცხრილებში.

ცხრილი 1

ექსპერიმენტის მონაცემები მანგანუმის მაღნისათვის

№	I სიდიდე		II სიდიდე		III სიდიდე	
	n , ბრ/წო	γ , %	Q , გ	γ , %	d , მმ	γ , %
1	900	31,2	3000	30	1	32,3
2	800	33,2	2530	31,2	1	32,2
3	700	31,5	2000	30,8	1	31,7
4	650	30,5	1700	29,5	1	32
5	850	32	3000	29,9	2	32,1
6	900	31	2500	30,9	2	31,8
7	750	32,3	2200	30,5	2	31,5
8	650	30,8	2900	30,5	2	31,6
9	870	32	1850	30,5	3	31,3
10	850	32,3	2000	30,4	3	31
11	800	32,7	1500	28,7	3	30,8
12	700	31	1500	29	3	31,2
13	900	31	1650	29,5		
14	600	28,9	1800	29,3		
15	650	29,8	2300	31,2		
16	750	32,5	2500	30,9		
17	700	32,1	2800	31		
18	650	29,6	3000	29,9		
19	600	29	1450	28,1		
20	900	31,3	2800	30,2		

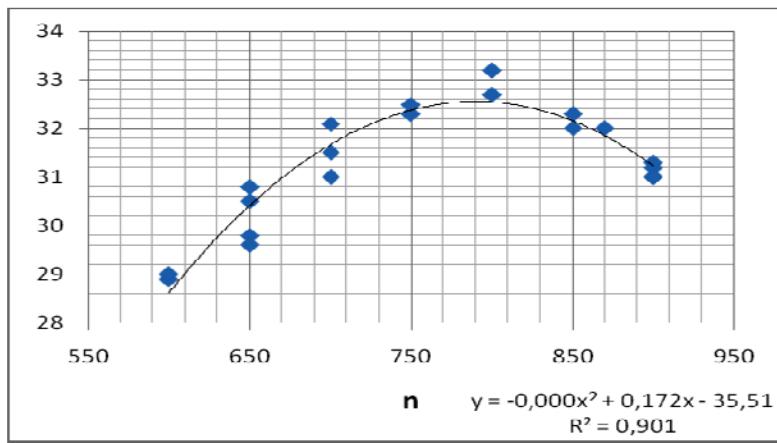
მიღებული მონაცემები დამუშავებულ იქნა კორელაციური ანალიზის მეთოდით. ამ ანალიზის საშუალებით დადგენილ იქნა წყვილებს შორის კაგშირების სახეები და სიმჭიდროვის საზომები: წრფივი კორელაციის შემთხვევაში ეს იყო კორელაციის კოეფიციენტი, არაწრფივი კორელაციის შემთხვევაში – კორელაციის ფარდობა. წყვილებს შორის დამოკიდებულება მანგანუმის მაღნისა და ნახშირებისათვის მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ნახაზებზე (1, 2, 3 – მანგანუმის მაღნისათვის, ხოლო 4, 5, 6 – ნახშირებისათვის).

ცხრილი 2

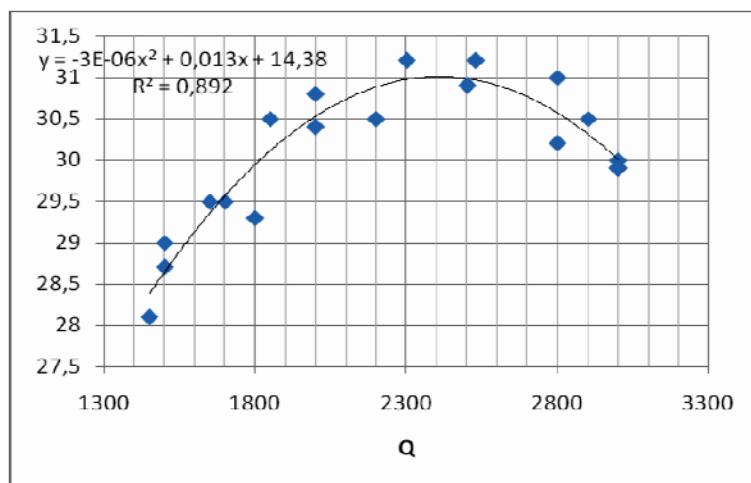
ექსპერიმენტის მონაცემები ნახშირებისათვის

№	I ხიდიდება		II ხიდიდება		III ხიდიდება	
	n , ბრ/წთ	γ , %	Q, ბ	γ , %	d , მმ	γ , %
1	957	33,2	1750	32,9	1	33,5
2	800	34,2	1750	32,8	1	32,9
3	700	32,9	1800	33,4	1	33,1
4	600	31	2250	34,5	1	32,4
5	897	33,8	2250	34,6	2	32,1
6	800	34,3	1500	31,8	2	31,8
7	800	34	2000	34	2	32,3
8	650	31,7	2500	34,3	2	31,6
9	850	34,2	3000	33,9	3	30,9
10	750	33,4	2000	34,6	3	31,1
11	750	33,8	2000	34,4	3	30,8
12	900	33,9	1500	32	3	31,8
13	870	33,9	2100	33,8		
14	900	33,8	2500	34,7		
15	900	33,5	3000	33,3		
16	950	33,8	3000	33,8		
17	835	34,6	1500	31,6		
18	820	34	2000	34,3		
19	700	32,7	2500	34,1		
20	600	30,9	3000	33,5		

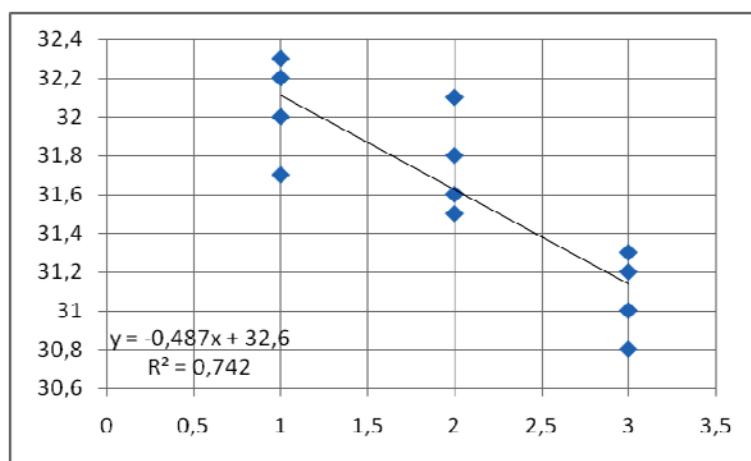
დამოკიდებულებებიდან ნათლად ჩანს, რომ დამსხვრევის პროცესში 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის გამოსავლის ცვლილებაზე დიდ გავლენას ახდენს როგორც ზემოთ მოცემული სიდიდეები (ძირითადი ფაქტორები), რომლებიც მუდმივად მოქმედებს ყოველი ცდის დროს, ისე პროცესში მონაწილე შემთხვევითი ფაქტორები (მასალის სიმაგრე, გრანულომეტრიული შედგენილობა და სხვ.), რომელთა მოქმედება ცდიდან ცდამდე იცვლება. დისპერსიული ანალიზის მეთოდით დგინდება 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის ცვლილებაზე რამდენად არსებითია ძირითადი ფაქტორების ზემოქმედება შემთხვევით ფაქტორებთან შედარებით. მე-3 და მე-4 ცხრილებში მოცემულია ძირითადი ფაქტორების ცვლილებით მიღებული 3 – 1 მმ კლასის ფრაქციის გამოსავლის მნიშვნელობები, სადაც S_n სამსხვრეველას ბრუნვის ცვლილების გავლენით მიღებულ დამსხვრეულ პროდუქტში საჭირო კლასის გამოსავლებია (%); S_Q – სამსხვრეველაზე მიწოდებული საწყისი მასალის დატვირთვის ცვლილებით მიღებული საჭირო კლასის გამოსავლები (%);



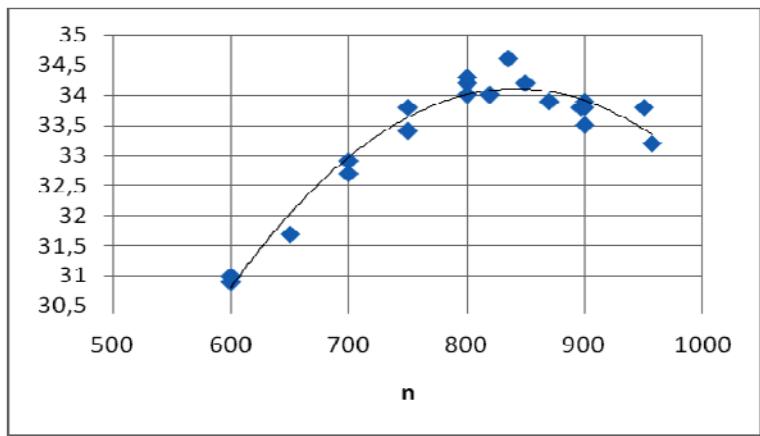
ნახ. 2. დამოკიდებულება 3 – 1 მმ ქლასის გამოსავალსა და სამსხვრეველას ბრუნთა რიცხვს (n) შორის



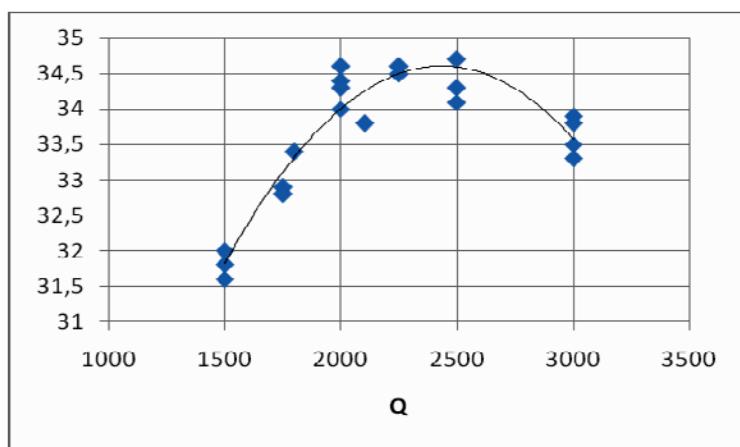
ნახ. 3. დამოკიდებულება 3 – 1 მმ ქლასის გამოსავალსა და სამსხვრეველაზე მიწოდებული საწყისი მასალის დატვირთვას (Q) შორის



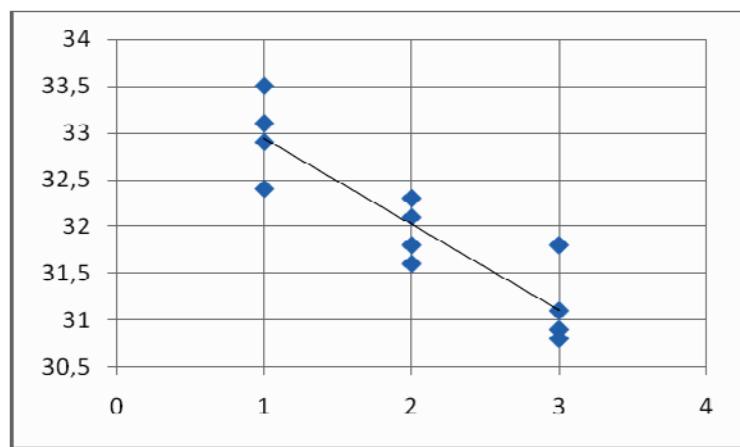
ნახ. 4. დამოკიდებულება 3 – 1 მმ ქლასის გამოსავალსა და სამსხვრეველას გამოსაშეგნის ხერელის დიამეტრს (d) შორის



ნახ. 5. დამოკიდებულება 3 – 1 მმ ქლასის გამოსავალსა და სამსხვრეველას
ბრუნთა რიცხვს (n) შორის



ნახ. 6. დამოკიდებულება 3 – 1 მმ ქლასის გამოსავალსა და სამსხვრეველაზე
მიწოდებული საწყისი მასალის დატვირთვას (Q) შორის



ნახ. 7. დამოკიდებულება 3 – 1 მმ ქლასის გამოსავალსა და სამსხვრეველას
გამოსაშეები ხერელის დიამეტრს (d) შორის

ექსპერიმენტის მონაცემები მანგანუმის მაღანისათვის

N _o	S_n	S_Q	S_d
1	31,20	30	32,3
2	32,20	31,2	32,2
3	31,50	30,8	31,7
4	30,50	29,5	31,8
5	32,00	29,9	32,1
6	31,00	30,9	31,8
7	32,30	30,5	31,5
8	30,80	30,5	31,6
9	32,00	30,5	31,3
10	32,30	30,4	31
11	32,70	28,7	30,8
12	31,00	29	31,2
13	31,00	29,5	
14	28,40	29,3	
15	29,80	31,2	
16	32,50	30,9	
17	32,10	31	
18	29,60	29,9	
19	29,00	28,1	
20	31,30	30,2	
	623,20	602	379,3

S	64,208
S_f	20,071
S_e	44,137

S^2	1,259
S_f^2	10,036
S_e^2	0,901

S_d გამოსაშვები ხერელის ცვლილების გავლენით მიღებული საჭირო კლასის გამოსავლებია (%); S – გადახრათა კვადრატების საერთო ჯამი; S_f – ფაქტორების მოქმედების შედეგად მიღებულ სიდიდეთათვის გადახრათა კვადრატების ჯამი; S_e – შემთხვევით სიდიდეზე დაკვირვების შედეგად მიღებულ მნიშვნელობათა ფაქტორების მიხედვით საშუალო მნიშვნელობებიდან გადახრათა კვადრატების ჯამი; S^2 , S_f^2 და S_e^2 დისპერსიებია.

მე-3 ცხრილის მიხედვით, მანგანუმის მაღანისათვის გადახრათა კვადრატების საერთო ჯამი (S) გამოითვლება შემდეგი სახით

$$S = 31.2^2 + 32.2^2 + \dots + 31.3^2 + 30^2 + 31.2^2 + \dots + 30.2^2 + 32.3^2 + 32.2^2 + \dots + 31.2^2 - \\ - \frac{(31.2 + 32.2 + \dots + 31.3 + 30 + 31.2 + \dots + 30.2 + 32.3 + 32.2 + \dots + 31.2)^2}{52} = 64.208 ,$$

ექსპერიმენტის მონაცემები ნახშირებისათვის

N ^o	S_n	S_Q	S_d
1	33,2	32,9	33,5
2	34,2	32,8	32,9
3	32,9	33,4	33,1
4	31	34,5	32,4
5	33,8	34,6	32,1
6	34,3	31,8	31,8
7	34	34	32,3
8	31,7	34,3	31,6
9	34,2	33,9	30,9
10	33,4	34,6	31,1
11	33,8	34,4	30,8
12	33,9	32	31,8
13	33,9	33,8	
14	33,8	34,7	
15	33,5	33,3	
16	33,8	33,8	
17	34,6	31,6	
18	34	34,3	
19	32,7	34,1	
20	30,9	33,5	
	667,6	672,3	384,3

S	67,147
S_f	20,567
S_e	46,580

S^2	1,317
S_f^2	10,283
S_e^2	0,951

სადაც n დაკვირვებათა რიცხვია, ჩვენს შემთხვევაში $n=52$; ძირითადი ფაქტორების მიხედვით, გადახრათა კვადრატების ჯამი S_f კი გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$S_f = \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} + \frac{S_3^2}{n_3} - \frac{(S_1 + S_2 + S_3)^2}{n}; \text{ ხოლო } S_e = S - S_f.$$

ანალოგიურად გამოვთვალეთ ეს სიდიდეები ნახშირებისთვისაც (ცხრილი 4).

S , S_f და S_e გადახრათა კვადრატების სათანადო თავისუფლების რიცხვზე გაყოფით მივღებთ S^2 , S_f^2 და S_e^2 დისპერსიებს. ჩვენს შემთხვევაში საერთო დისპერსიის ხარისხთა რიცხვი არის ყველა დაკვირვების რიცხვი შემცირებული ერთით, ე. ი. $52-1=51$. ძირითადი ფაქტორების მიხედვით, გამოთვლილ დისპერსიათა თავისუფლების რიცხვი არის ყველა მწყრივის რიცხვს გამოკლებული 1, ე. ი. $3-1=2$, ხოლო ნარჩენი (შემთხვევითი ფაქტორების) დისპერსიისათვის

თავისუფლების ხარისხთა რიცხვი იქნება ზემოთ გამოთვლილ თავისუფლების ხარისხთა რიცხვების სხვაობა $51-2=49$. ყოველივე ამის გათვალისწინებით დისპერსიები გამოითვლება ფორმულებით:

$$S^2 = \frac{S}{51} ; \quad S_f^2 = \frac{S_f}{2} ; \quad S_e^2 = \frac{S_e}{49} .$$

დასკვნა

დაბოლოს, იმისათვის, რომ გამოვთვალოთ რამდენად არსებითა შემთხვევით ფაქტორებთან შედარებით ძირითადი ფაქტორების ზეგავლენა დამსხვრეულ პროცესებში საჭირო კლასის ფრაქციის გამოსავალზე, ვისარგებლოთ T პრიტერიუმით, რომლის გამოსათვლელად ვიყენებთ შემდეგ ფორმულას: $T_{\text{დაკვირ.}} = \frac{S_f^2}{S_e^2}$, რომლის თანახმად ვიღებთ მანგანუმის მადნისათვის $T_{\text{დაკვ.}} = 11.14$,

ხოლო ნახშირისათვის $T_{\text{დაკვ.}} = 10.8$. T -ს მნიშვნელობას ავიღებთ სპეციალური ცხრილიდან [4], სადაც $K_1=2$, $K_2=49$, $T=5.06$. რადგანაც, ჩვენს შემთხვევაში $T_{\text{დაკვ.}} > T$ იმას ნიშნავს, რომ განსხვავება არსებითია. ჩატარებული კვლევებისა და ძირითადი ფაქტორების გათვალისწინებით შესაძლებელია წვრილფრაქციად დამსხვრევის მართვის მოდელის შექმნა, რომელიც საბოლოოდ საჭირო კლასის მაქსიმალური გამოსავლის მიღების საშუალებას მოგვცემს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Козин В. З., Тихонов О. Н. Опробование, контроль и автоматизация обогатительных процессов. М.: Недра, 1990, с. 228-241.
2. Перов В. А., Андреев Е. Е., Биленко Л. Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М.: Недра, 1990, с. 252-263.
3. Андреев С. Е., Перов В. А., Зверевич В. В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М.: Недра, 1980, с. 110-135, 243-262.
4. გ. მანია. ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა. თბილისის უნივერსიტეტის გამოცემლობა, თბ., 1976, გვ. 292-311.

THE INFLUENCE OF THE MAIN FACTORS HAVING AN EFFECT ON THE PROCESS OF FINE CRUSHING IN CRUSHING DEVICE FOR REFRACTORY MANGANESE ORE AND COAL

**G. Javakhishvili, M. Gamtselidze, Z. Arabidze, T. Rukhadze, M. Tutberidze,
N. Samkharadze**

(G. Tzulukidze Mining Institute)

Resume: There is described the principle of simultaneous work of the original crushing devices required for crushing fragments of refractory manganese ore and coal to the smallest sizes, hood and cyclone. Originality of the crusher is that the crushing fragments to the smallest size is carried out in a crusher by spirally arranged toothed disk (cutting principle) and the flow of air, created by rotation of the disc, wears out fragments at the inner wall of crusher (grinding principle).

As a result of research for these materials it has been established, that minerals in fragments are fastening within the sizes of $3 \div 1$ mm. In case of crushing within these sizes, obtaining the maximum output of $3 \div 1$ mm class fraction in crashed product will be more effective when it is further processed by gravitation method.

In this paper based on the data of the experiments the dependences between the main factors involved in the process of crushing (controlling variables: the number of disk rotations, rpm; productivity, g; diameter of crusher outlet, mm) and output (%) of $3 \div 1$ mm class fraction by correlation analysis are given. Also, by the method of dispersive analysis the advantage of the impact of the major factors in the value of the fraction of the desired class output (which from experiment to experiment permanently effect the value of the fraction of the desired class output) compared to random factors involved in the same process (which from experiment to experiment are accidentally changed and now increase, then decrease the output value of the specified class fractions) is demonstrated.

Key words: rotating disk; the teeth arranged in a spiral; pieces; grinding; air flow.

ГОРНОЕ ДЕЛО**УСТАНОВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРОЦЕСС МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ В ДРОБИЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ТРУДНООБОГАТИМЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД И УГЛЯ**

**Джавахишвили Г. В., Гамцемлидзе М. Н., Арабидзе З. Д., Рухадзе Т. А.,
Тутберидзе М. Л., Самхарадзе Н. О.**

(Горный институт им. Г. Цулукидзе)

Резюме: Описан принцип одновременной работы оригинального дробильного устройства, необходимого для дробления до мельчайших размеров обломков труднообогатимой марганцевой руды и угля, вытяжного шкафа и циклона. Оригинальность дробилки заключается в том, что дробление обломков до мельчайшего размера осуществляется в дробилке спирально расположенным зубчатым диском (принцип резки), а потоком воздуха,

создаваемым вращением диска, осуществляется стирание обломков у внутренней стенки дробилки (принцип шлифования).

Для указанных материалов в результате исследования установлено, что полезные минералы в обломках закреплены в пределах размеров 3 – 1 мм. При дроблении в этих пределах получение максимального выхода фракции 3 – 1 мм класса в раздробленном продукте будет значительно эффективнее при его дальнейшем обогащении гравитационным методом.

На основании проведенных экспериментов методом корреляционного анализа даны зависимости между основными факторами, участвующими в процессе дробления (управляющими величинами: количество оборотов диска, об/мин; производительность, г; диаметр выпускного отверстия дробилки, мм), и выходом (%) фракции класса 3 – 1 мм. Также методом дисперсного анализа показано преимущество воздействия основных факторов на значение выхода фракции нужного класса (которые от опыта к опыту постоянно воздействуют на значение выхода фракции нужного класса) по сравнению со случайными факторами, участвующими в этом же процессе (которые от опыта к опыту случайно изменяются, и то увеличивают, то уменьшают значение выхода фракции указанного класса).

Ключевые слова: вращающий диск; спирально расположенные зубчики; осколки; шлифовка; поток воздуха.

საქართველოს მეორეული ფიზიკურები და პირეული ტემპერატურით მათი გუნებრივი ცვლის (სუქცესის) პანონზომიერებები

რ. ქვაჩაკიძე, კ. იაშალაშვილი

(ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: შესწავლითა მეორეული ფიზიკურების (*Pinus sosnovskyi Nakai*) ძირეული ტყეებით ბუნებრივი ცვლა საქართველოს მთიან რეგიონებში; გამოვლენილია ტყისადდგენითი სუქცესიების ძირითადი კანონზომიერებები.

საკვანძო სიტყვები: ძირეული ფიზიკურები; ტყისადდგენითი სუქცესია; მეორეული ტყეები; ტყის ცენოზები.

შესავალი

საქართველოში კავკასიური ფიჭვის (*Pinus sosnovskyi Nakai*) ტყეებს, ოფიციალური სტატისტიკური მონაცემებით [1], 122050 ჰა ფართობი უკავია. ფიჭვნარები გავრცელებულია უმეტესად დასავლეთ საქართველოს მთების კალთებზე, ზ. დ. 300 – 500 მ-დან (აღმოსავლეთ საქართველოში 700 – 900 მ-დან) 2400 მ-მდე. ცალქეულ რეგიონებში (მდინარეების – ენგურისა და დიდი ლიახვის აუზები, თუშეთი) ფიჭვნარები უფრო მაღლა, ზ. დ. 2500 – 2600 მ-მდე ვრცელდება.

ძირეული (კლიმატური, ბუნებრივად განახლებადი) ფიჭვნარების გავრცელება საქართველოს მთების კალთებზე შეზღუდულია. მათი მეტ-ნაკლები ფართობის (0,5 – 1,0 ჰა-დან რამდენიმე ჰა-მდე) ნაკვეთები ჩართულია სხვადასხვა ფორმაციის მთის ტყეების (ქართული მუხის მუხნარის, წიფლნარის, ნაძვნარის, სოჭნარის და სხვ) მასივებში, მეტწილად სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობებზე, სადაც განვითარებულია მცირე და საშუალო სიღრმის მომშრალო და მშრალი ნიადაგები. ძირეული ფიჭვნარის მომცრო კორომები (ე. წ. კლდე-ტყის კომპლექსები) გახვდება მთების დიდი დაქანების კლდოვან ფერდობებზეც და ლოკალურად დაგროვილ ქვაყრილებზე. აღნიშნულ ადგილსამყოფლებში ფიჭვის ტყე პრაქტიკულად არ განიცდის კონკურენციას სხვა ფორმაციის ტყეებისაგან [2 – 5]. ძირეული ფიჭვნარები შედარებით ფართოდაა გავრცელებული მთის ზედა და სუბალპურ სარტყლებში; ეს ტყეები გვხვდება მაღალმთიან ზემო სვანეთსა და თუშეთში მოზრდილი მასივების სახით [4 – 6].

საქართველოს მთის ფიჭვნარების უმეტესობა მეორეული (დროებითი) ტყეებია, დასახლებულია ადგილობრივი ძირეული ტყეების – ძირითადად ქართული და მაღალმთის მუხის მუხნარების, ნაძვნარების, სოჭნარების, ნაძვნარ-წიფლნარების ნაალაგებზე (ნატყვარებზე). აღნიშნული ტყეები მყისიერად განადგურდა ტყეში ბუნებრივად გაჩენილი სანძრების, ქარქცევებისა და

თოვლის ზვავების (რომლებმაც წალეპა ტყის მოზრდილი მასივები) გამო. ბოლო ასწლეულებში მთის კალთებზე ძირეული ტყების განადგურება გამოიწვია ანთროპოგენურმა ზემოქმედებამაც – ტყის პირწმინდა გაჩეხვამ, ხელოვნურად გაჩენილმა ხანძარმა, შინაური პირუტყვის ტყეში გადაჭარბებულმა ძოვებამ.

საქართველოს ფიჭვნარი ტყეები, მათი ტიპოლოგიური შემადგენლობა და ბუნებრივი ცელა შევისწავლეთ კავკასიონისა და თრიალეთის ქედების მთავარი მდინარეების – ენგურის, ცხენისწყლის, რიონის, თეძამის, ტანას, ალგეთის აუზებში. ყურადღება გამახვილდა ფიჭვნარი ტყის ცენოზების (ტყის კორომების) ბუნებრივ განახლებაზე ზოგადად, განსაკუთრებით კი ფიჭვნარის ფიტოცენოზებში ინგაზირებული (ბუნებრივად შეჭრილი, ჩანერგილი) ძირეული ტყეების ედიფიკატორებისა და დამახასიათებელი სახეობების პოპულაციური სტრუქტურის ფორმირებაზე.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ მოპოვებული გეობოტანიკური მასალების ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით* გამოტანილი დასკვნები, ვფიქრობთ, მეტ სიცხადეს შეიტანს ქვეყნის უნიკალური, მრავალათასწლოვანი მთის ძირეული ტყეების განვითარების (ბუნებრივი დინამიკის) კანონზომიერებებისა და თავისებურებების გარკვევაში.

კვლევებმა ცხადყო, რომ მეორეული ფიჭვნარების ცელა ძირეული ტყეებით (ტყისადგენით სუქცესია) საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, ადგილობრივ კლიმატურ-ნიადაგურ პირობებთან და მცენარეულ (ტყიან) გარემოცვასთან დაკავშირებით, მნიშვნელოვანი თავისებურებებით ხასიათდება. მიზანშეწონილია გამოიყოს სამი ძირითადი რეგიონი:

1. დასაგლეთ საქართველოს (კოლხეთის) რეგიონი. იგი მოიცავს კავკასიონის სამხრეთი კალთისა და მცირე კავკასიონის გეობოტანიკურ ოლქებს [4].

ტყის სარტყლის ქვედა ნაწილში (ზ. დ. 300 – 500 მ-დან 1000 – 1100 მ-დე) გავრცელებულ შერეული ფართოფოთლოვანი და მუხნარი ტყეების მასივებში ჩართულ მეორეული ფიჭვნარი ტყის ცენოზებში ინგაზირდება და ასაკობრივად დაბალანსებულ პოპულაციას ავითარებს (მოზარდის სიმაღლეა 10 – 15 სმ-დან 4 – 5 მ-დე, ზოგჯერ მეტიც) ძირითადად აღმოსავლური წიფელი (*Fagus orientalis*) და ქართული მუხა (*Quercus iberica*), იშვიათად – აღმოსავლური ნაძვიც (*Picea orientalis*). ფიჭვნარებში ინგაზირებულ ხემცენარეთა სხვა სახეობების მოზარდები მცირერიცხოვანია და ასაკობრივად დაბალანსებული არაა.

მომდევნო – ტყის სარტყლის წიფლნარი და მუქწიწვიანი ტყეების – ქვესარტყელში და სუბალბური სარტყლის ქვედა ნაწილში (ზ. დ. 1100 მ-დან 2000 – 2200 მ-დე) ადგილობრივი ძირეული ტყეების მასივებში ჩართულ მეორეული ფიჭვნარი ტყის ცენოზებში ინგაზირდება და ასაკობრივად დაბალანსებულ პოპულაციებს ავითარებს ძირითადად აღმოსავლური წიფელი, აღმოსავლური ნაძვი და კავკასიური სოჭი (*Abies nordmanniana*);

2. აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთკავკასიური რეგიონი. მთების (კავკასიონის სამხრეთი კალთა, გომბორის ქედი, თრიალეთის ქედი) კალთებზე, ტყის სარტყლის ქვედა ქვესარტყელში (ზ. დ. 700 – 900 მ-დან 1000 – 1100 მ-დე) ადგილობრივი ქართული მუხის ტყის მასივებში ჩართულ

* მასალების ნაწილი გამოქვეყნებულია, ნაწილი ინახება ხელნაწერის სახით ბოტანიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო ბიბლიოთების ხელნაწერთა ფონდში. მასალა – „საქართველოს მეორეული ტყეები“ – უახლოეს მომავალში გამოქვეყნდება.

მეორეულ ფიჭვნარებში ინგაზირდება ძირითადად ქართული მუხა. ზოგან, მეტწილად თრიალეთის ქედზე, ბორჯომის ხეობაში, მდ. ლიახვის აუზში გავრცელებულ მუხნარი ტყის მასივებში ჩართულ მეორეულ ფიჭვნარებში საკმაოდ აქტიურად ინგაზირდება და ასაკობრივად დაბალანსებულ პოპულაციას ავითარებს აღმოსავლური ნაძვი;

3. აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილოკავკასიური რეგიონი. იგი მოიცავს ხევის, პირიქითა ხევსურეთის და თუშეთის გეობოტანიკურ რაიონებს [4]. რეგიონში ფართოდაა გავრცელებული (განსაკუთრებით თუშეთში) ძირეული ფიჭვნარები და არყნარები. როგორც აქ ჩატარებული გეობოტანიკური გამოკვლევები ცხადყოფს [5], მეორეული ფიჭვნარები, რომლებიც ჩართულია ძირეული ტყეების – ლიტვინოვის არყის (*Betula litwinowii*) არყნარებში, ბუნებრივად იცვლება არყნარი ტყეებით.

მეორეული (დროებითი) ფიჭვნარი ტყის ცენოზებში ძირეული ტყეების შემქმნელი სახეობების ინგაზირება და მათი პოპულაციების ფორმირების თავისებურება განპირობებულია ადგილობრივი რელიეფური და კლიმატურ-ნიადაგური პირობებით. ამ მხრივ უწინარესად მნიშვნელოვანია ფიჭვნარის ადგილსამყოფლის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ფერდობის ექსპოზიცია და დახრილობის დონე, ნიადაგის განვითარებულობა (სიღრმე) და მისი ტენიანობის რეჟიმი. ისინი ასახულია ფიჭვნარი ტყეების სინტაქსონომიურ (ტიპოლოგიურ) სტრუქტურაში (ასოციაციებში).

ჩვენი კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით შესაძლებელია ჩამოვაყალიბოთ რამდენიმე მთავარი კანონზომიერება:

1. მეორეული ფიჭვნარი ტყის ფიტოცენოზებში (ტყის კორომებში) **ინტენსიურად მიმდინარეობს აღმოსავლური ნაძვის ინგაზირება** ზ. დ. 1400 – 1850 მ სიმაღლეზე (მუქწიწვიანი ტყეების ქვესარტყელი), საშუალო სიღრმის და ღრმა – ზომიერად ტენიან ნიადაგებზე (ასოციაციები: ფიჭვნარი მთის წივანიანი – *Pinetum festucosum*, ფიჭვნარი ბერსელიანი – *Pinetum brachypodiosum*, ფიჭვნარი მარცვლოვან-ნიარბალახიანი – *Pinetum graminoso-mixtoherbosum*, ფიჭვნარი ხავსიანი – *Pinetum muscosum*). აღნიშნული ასოციაციების ფიჭვნარებში აღმოსავლური ნაძვის ასაკობრივად დაბალანსებული (სხვადასხვა სიმაღლის) მოზარდის საერთო რაოდენობა 1 ჰა-ზე შეადგენს 1600-დან 2300-მდე მირს.

2. მეორეული ფიჭვნარი ტყის ფიტოცენოზებში **შედარებით დაბალი ინტენსიურობით მიმდინარეობს აღმოსავლური ნაძვისა და აღმოსავლური წიფლის ინგაზირება** ზ. დ. 900 – 1400 მ სიმაღლეზე (წიფლნარი ტყეების ქვესარტყელი) საშუალო სიღრმის მომშრალო ნიადაგებზე (ძირითადად იმავე სერის ფიჭვნარი ტყის ასოციაციები). ფიჭვნარებში აღმოსავლური ნაძვისა და აღმოსავლური წიფლის ასაკობრივად დაბალანსებული მოზარდის რაოდენობა (თითოეული სახეობისა) 1 ჰა-ზე 550-დან 800-მდე მირს შეადგენს.

3. მეორეული ფიჭვნარი ტყის ფიტოცენოზებში **იშვიათად და შედარებით დაბალი ინტენსიურობით მიმდინარეობს ქართული მუხის ინგაზირება** ზ. დ. 1000 – 1100 მ სიმაღლემდე (მუხნარი ტყეების ქვესარტყელი) მცირე და საშუალო სიღრმის, ხირხატიან, მეტწილად მომშრალო ნიადაგებზე (ასოციაციები: ფიჭვნარი ჯაგრცხილიანი – *Pinetum carpinosum*, მუხნარ-ფიჭვნარი ჯაგრცხილიანი – *Querceto-Pinetum carpinosum*, მუხნარ-ფიჭვნარი თხილიანი – *Querceto-Pinetum corylosum*). მეორეულ ფიჭვნარებში ქართული მუხის მოზარდის (მეტწილად დაბალასაკოვანი) რაოდენობა 1 ჰა-ზე შეადგენს 900 – 1000-მდე მირს.

დასკვნა

ამრიგად, საქართველოს მეორეული ფიჭვნარი ტყის ფიტოცენოზებში ძირითადად ინგაზირდება მთის ძირეული ტყეების (მუხნარის, წიფლნარის, ნაძვნარის და ა.შ.) ის წამყვანი სახეობები, რომელთა ნაალაგებზე არის განვითარებული მეორეული ფიჭვნარები. სახეზეა მეორეული ფიჭვნარების შუალედური სტადიის გავლით მყისიერად განადგურებული (ხანძრებით, ქარქცევებით, თოვლის ზვავებით, პირწმინდა გაჩეხვებით, მეწყრებით და ა.შ.) მთის ძირეული ტყეების ბუნებრივად აღდგენა.

საქართველოს მთის ტყეებში მიმდინარე მრავალფეროვანი სუქცესიების აღნიშვნელი ნაირსახეობა (ვარიანტი) გათვალისწინებული და, შესაბამისად, გამოყენებული უნდა იქნეს ქვეყნის სატყეო-სამჟურნეო პრაქტიკაში, კერძოდ, ნატყევარებზე (ნახანძრალები, ნამეწყრალები, ტყის პირწმინდა განაჩეხები და ა. შ.). ტყის აღდგენის ღონისძიებების დაგეგმვისას [7]. მიზანშეწონილია მისი გამოყენება ქალაქების (მათ შორის თბილისის) მიდამოებში ხელოვნურად გაშენებული, ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად ნაკლებპერსპექტიული ელდარის ფიჭვის (*Pinus eldarica*) და შავი ფიჭვის (*Pinus nigra*) კორომების ადგილობრივ კლიმატურ-ნიადაგურ პირობებში პერსპექტიული და სოციალურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით უფრო ფასეული ძირეული ტყეებით თანდათანობით შეცვლისათვის მისაღები ტექნოლოგიების დამუშავების დროს.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. გ. გიგაური. საქართველოს ტყეები. თბ., 2004.
2. Долуханов А. Г. Лесная растительность Грузии. Тб., 2010.
3. რ. ქვაჩაკიძე. საქართველოს ტყეები. თბ., 2001.
4. რ. ქვაჩაკიძე. საქართველოს გეობოტანიკური რაიონები. თბ., 2010.
5. Тумаджанов И. И. Леса Горной Тушетии. Труды Тбил. ин-та ботаники, т. 5, 1938.
6. Квачакидзе Р. К. Высокогорные леса южного склона Большого Кавказа и основные направления их смен. Тб., 1979.
7. რ. ქვაჩაკიძე. საქართველოს მთის ტყეების აღდგენა. თბ., 2014.

**SECONDARY PINE FORESTS OF GEORGIA AND REGULARITIES OF THEIR
NATURAL SUCCESSION BY PRIMARY FORESTS**

R. Kvachakidze, K. Iashagashvili

(Institute of Botany of Ilia State University)

Resume: There were studied the natural changes of secondary pine forest (*Pinus sosnowskyi Nakai*) by primary forests in mountainous regions of Georgia. Principal patterns of forest regeneration successions have been revealed.

Key words: primary pine forests; forest regeneration succession; secondary forests; forest cenoses.

БОТАНИКА

**ВТОРИЧНЫЕ (ПРОИЗВОДНЫЕ) СОСНЯКИ ГРУЗИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ
ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕНЫ (СУКЦЕССИИ) КОРЕННЫМИ ЛЕСАМИ**

Квачакидзе Р. К., Яшагашвили К. Г.

(Институт ботаники Государственного университета Ильи)

Резюме: Изучены смены вторичных (производных) сосняков (*Pinus sosnowskyi Nakai*) коренными лесами (сукцессии) в горных регионах Грузии. Выявлены основные закономерности лесовосстановительных сукцессий.

Ключевые слова: коренные соснякки; лесовосстановительная сукцессия; вторичные леса; лесные ценозы.

ახალი მონაცემები ხრამის პრისტალური მასივის გვიანვარისძული ბრანატიანი გრანიტების გრანატების შესახებ

გ. ბერიძე

(ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ალექსანდრე ჯანელიძის
გეოლოგიის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: გრანატიანი გრანიტების გამოსავლების ფართობი $\approx 1-1.5 \text{ km}^2$ -ია. გრანატის შემცველობა გრანიტებში 5–10 %-ია. გრანატი განვითარებულია კარგად გამოხატული ტეტრაგონ-ტრიოქტაედრული კრისტალების სახით. მათი ზომა მერყეობს 2–10 მმ ფარგლებში. გრანატის კრისტალების მიკროზონდური შესწავლის შედეგად დადგინდა მისი ზონალური ხასიათი: ბირთვიდან პერიფერიისკენ კლებულობს მაგნიუმის და მატულობს მანგანუმის შემცველობა, შესაბამისად, მცირდება პიროპის და მატულობს სპესარტინის მინალის რაოდენობა. გრანატის ბირთვი ჩამოყალიბდა მაგმურ სტადიაზე პარაგენეზისში Bt+Pl+Ort+Grt+Qtz , ხოლო მისი პერიფერია გრანიტული მაგმის გაცივების პოსტმაგმურ სტადიაზე პარაგენეზისში – $\text{Ab+Mikr+Grt+Qtz}\pm\text{Ms}$. გრანატის წარმოქმნა არ იყო დაკავშირებული ასიმილაციის მოვლენებთან, როგორც ეს ადრე მიაჩნდათ.

საკვანძო სიტყვები: ხრამის მასივი; გრანატი; მიკროკლინი; მიკროზონდი; ზონალური.

შესავალი

ხრამის კრისტალური მასივის გვიანვარისკული გრანიტოიდების ასაკი დამაჯერებლად არის დადგენილი U-Pb LA ICP MS ცირკონული მეთოდებით. კერძოდ, 27-წერტილოვანი ანალიზის მონაცემები მოიცავს $321-331\pm6.0$ მლნ წლების პერიოდს [1, 2].

ხრამის მასივის გვიანვარისკული გრანიტოიდები ოთხი სახესხვაობით არის წარმოდგენილი: ბიოტიტ-რქატყუარა-ალანიტიანი, ბიოტიტიანი, ბიოტიტ-გრანატიანი და ალიასკიტებიანი.

ძირითადი ნაწილი

ხრამის მასივის გვიანვარისკული გრანიტოიდების საწყისი და, შესაბამისად, ყველაზე მაღალტემპერატურული ფაზა ბიოტიტ-რქატყუარიანი სახესხვაობით არის წარმოდგენილი. იგი მის მომყოლ ბიოტიტიან და ბიოტიტ-რქატყუარიან სახესხვაობებთან შედარებით უფრო ნაკლები რაოდენობით შეიცავს SiO_2 -სა და K_2O -ს და უფრო გამდიდრებულია FeO -თი და MgO -თი (ცხრილი 1). გრანიტწარმოქმნის პროცესი მთავრდება ალიასკიტური ფაზით, სადაც შესამჩნევად გაზრდილია SiO_2 -ის რაოდენობა და შემცირებულია ფერური კომპონენტები.

**ხრამის კრისტალური მასივის გვიანგარისკული გრანიტოიდების ქიმიური ანალიზის საშუალო
შემცველობები (მასა, %)**

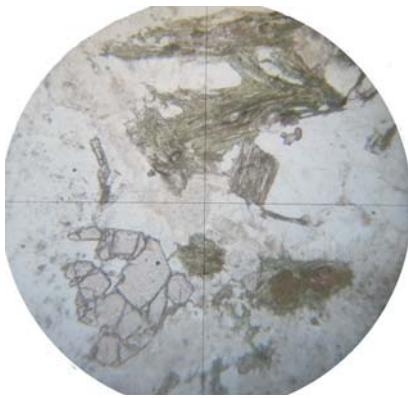
ბიოტიტ-რქატყუარა-ალანიტიანი გრანიტები										
ნიმუშ. რაოდ.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
14 ნიმ. საშ.	67.80	0.36	14.47	5.28	0.97	0.97	2.64	4.03	2.77	0.10
ბიოტიტიანი გრანიტები										
16 ნიმ. საშ.	71.10	0.27	14.45	2.97	0.05	0.53	1.6	3.70	3.83	0.08
ბიოტიტ-გრანატიანი გრანიტები										
4 ნიმ. საშ.	70.91	0.26	14.40	4.7	0.05	0.45	1.79	3.97	3.31	0.07
ალიასკიტები										
10 ნიმ. საშ.	75.80	0.13	12.20	1.97	0.03	0.30	1.07	3.60	3.68	0.04

ხრამის კრისტალური მასივის გრანიტებში გრანატი ძალიან იშვიათად მხოლოდ ერთეული მარცვლის სახითაა დაფიქსირებული [3, 4]. მ. ცხელიშვილმა ხრამ-I-ის მიდამოებში პირველად დაფიქსირა გრანატიანი გრანიტების დამოუკიდებელი სხეული [5].

გრანატიანი გრანიტები შიშვლდება ხრამ-I-ის მიდამოებში და მისი გამოსავლები $\approx 1-1.5$ კმ²-ია. ეს არის ლეიკოკრატული, მსხვილკრისტალური პორფირისფერი ქანი, რომლის მთავარი ქანმშენი მინერალებია: კვარცი, პლაგიოკლაზი, მიკროკლინი, ბიოტიტი და გრანატი. გამოირჩევა გრანატიანი გრანიტების ორი სახესხვაობა – მონაცრისფრო და მოვარდისფრო. მონაცრისფრო სახესხვაობაში გრანატი უფრო ფართოდაა გავრცელებული. მასში გრანატის შემცველობა 5–10 %-ია. გრანატი განვითარებულია კარგად გამოხატული ტეტრაგონ-ტრიოქტაედრული კრისტალების სახით. მისი ზომა მერყეობს 2–10 მმ ფარგლებში. მასში გეტლება აპატიტის, ბიოტიტის, ცირკონის, ალანიტის ჩანართები (ნახ-ები 1, 2). გრანატი საღია, მაგრამ ძალზე დამსხვრეული და დაშლილია. გრანატი სპორადულად გვხვდება ბიოტიტ-რქატყუარა-ალანიტიან გრანიტებშიც. გრანატის რაოდენობრივი შემცველობა გვიანგარისკულ გრანიტოიდებში მოცემულია მე-2 ცხრილში.

**გრანატის შემცველობა ხრამის მასივის ქანებში, გ/ტ
(მ. ცხელიშვილის მიხედვით [6])**

ქანები	ნიმუშების რაოდენობა	გრანატის შემცველობა, გ/ტ
გრანატიანი გრანიტები	10	1158.90
ორთიტ-შემცველი გრანიტები	5	2.16
ბიოტიტიანი გრანიტები	15	49.00
ალიასკიტები	12	0.452



ნახ. 1. გრანატის კრისტალი
ბიოტიტ-გრანატიან გრანიტებში



ნახ. 2. გრანატის კრისტალი
ბიოტიტის და ალანიტის ჩანართებით

მ. ცხელიშვილი [7] აღნიშნავს, რომ ხრამის მასივის გრანატიან გრანიტებში გრანატი ასიმილაციური წარმოშობისაა, რაც განპირობებულია გრანიტული მაგმის მიერ თიხოვანი ქანების ასიმილაციით, თუმცა ჩვენი მონაცემებით ეს არ დასტურდება. კერძოდ, Al_2O_3 -ის რაოდენობა გრანატიან გრანიტებში ისეთივეა, როგორც ბიოტიტ-რქატყუარიან და ბიოტიტიან გრანიტებში. ქანებში არ ფიქსირდება ჰიბრიდული გრანიტებისთვის დამახასიათებელი TiO_2 -ის მაღალი შემცველობა (0.5–0.69) [8]. ასევე არ ფიქსირდება კონტამინირებული გრანიტებისთვის CaO -ს მომატებული რაოდენობა, რომელიც 32.5 %-ია, ხოლო არაკონტამინირებულები – 0.7–45 %; მაგნიუმის შემცველობა და სპესარტინული მოლეკულა 5 %-მდეა შემცირებული [8].

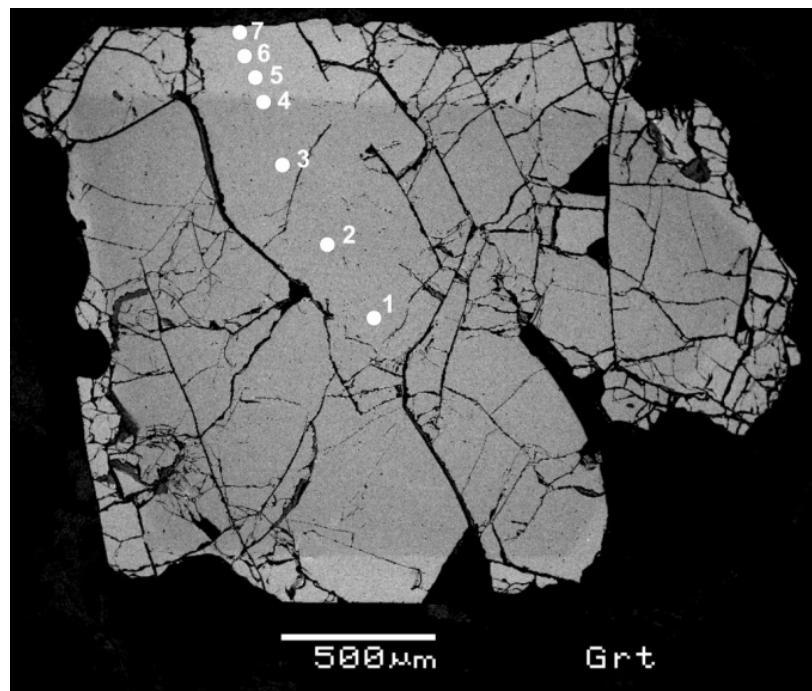
გრანატის მიკროზონდები ანალიზისა და მისი მინაცემებიდან (ცხრილი 3; ნახ-ები 3–5) ნათლად ჩანს, რომ კრისტალის საშუალო ნაწილი პრაქტიკულად ჰომოგენურია, ხოლო გარე ზონა – მკვეთრად ზონალური. რკინის რაოდენობა ბირთვიდან პერიფერიისაკენ

ცხრილი 3

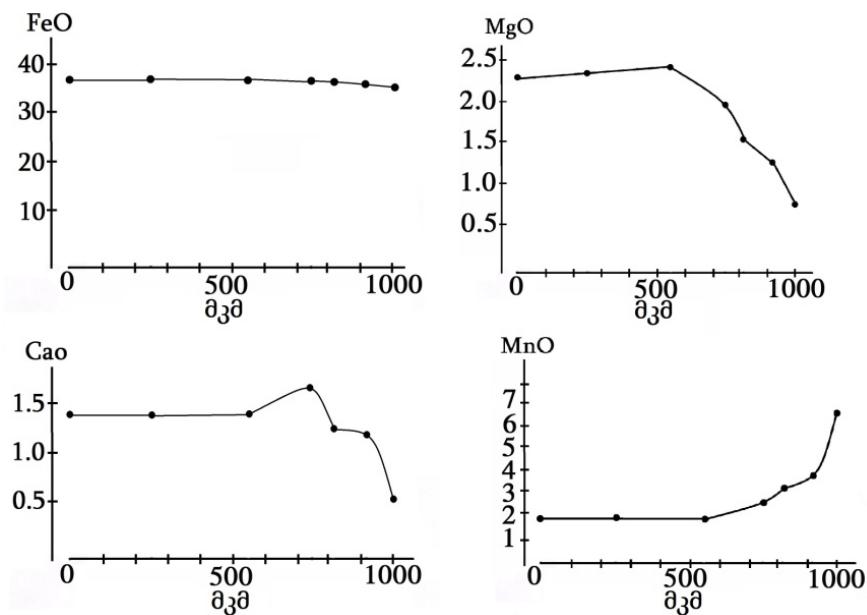
ბიოტიტ-გრანატიანი გრანიტების გრანატის მიკროზონდები ანალიზი*

	გრანატი						
	1 (ბირთვი)	2	3	4	5	6	7 (პერიფერია)
SiO_2	36.39	36.47	36.43	36.48	36.18	36.59	36.81
Al_2O_3	20,91	20.86	20.76	20.77	20.84	20.60	20.48
FeO	37.01	36.90	36.81	36.86	36.87	36.59	35.70
MnO	1,87	1.94	1.9	2.31	3.06	3.79	6.49
MgO	2.27	2.29	2.37	1.96	1.53	1.23	0.70
CaO	1.43	1.43	1.44	1.55	1.25	1.18	0.53
ჯამი	99.88	99.89	99.71	99.93	99.73	99.98	100.71
Si	2.96	2.96	2.96	2.97	2.96	3.00	3.01
Al	2.00	2.00	1.99	1.99	2.01	1.99	1.97
Fe^{3+}	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.02	0.01
Fe^{2+}	2.43	2.43	2.42	2.44	2.45	2.48	2.43
Mn	0,13	0.13	0.13	0.16	0.21	0.26	0.45
Mg	0.27	0.28	0.29	0.24	0.19	0.15	0.09
Ca	0.12	0.12	0.13	0.14	0.11	0.10	0.05
$X_{Fe^{2+}}$	0.90	0.90	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96
Alm	0.84	0.84	0.84	0.84	0.85	0.84	0.83
Prp	0.08	0.08	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
Sps	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.08	0.13
Grs	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01

*ანალიზები შესრულებულია მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პეტროლოგიის კათედრაზე ელექტრონულ მიკროსკოპ JSM-6480-სა და ელ. სპექტრომეტრ INCA-350-ზე.

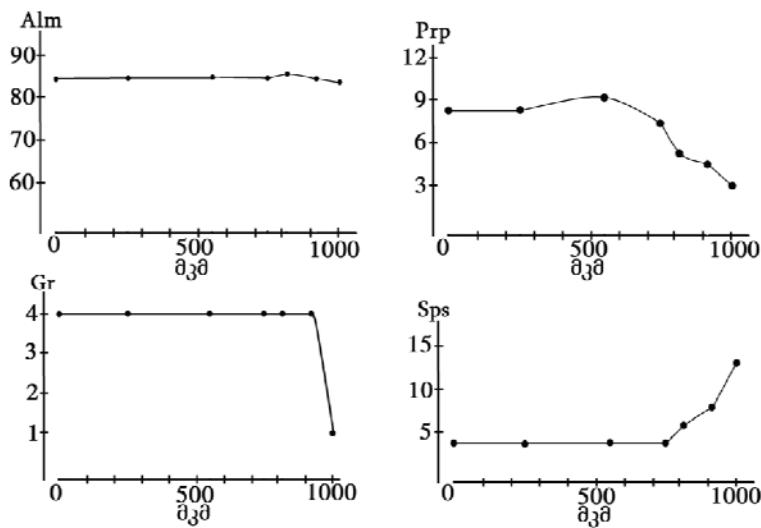


ნახ. 3. გრანატის მიკროფორმო, სადაც წერტილებით აღნიშნულია გაზომვის ადგილები



ნახ. 4. გრანატის მიკროზონდური პროფილი (ცხრილი 3)

უმნიშვნელოდ მცირდება, ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის – უფრო მკვეთრად; მანგანუმისა კი, პირიქით, მნიშვნელოვნად იზრდება. ალმანდინის შემცველობის გარიაცია უმნიშვნელოა, პიროპის და გროსულარის რაოდენობა ბირთვიდან პერიფერიისკენ კი მკვეთრად ეცემა, ხოლო სპესარტინისა – იზრდება.



ნახ. 5. გრანატის მინალური შედგენილობის პროცენტი (ცხრილი 3)

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ქანში არსებული პირველადი (მაგმური სტადიის) მაღალტემპერატურული პლაგიოკლაზები და კალიუმის მინდვრის შპატები პოსტმაგმურ სტადიაზე გარდაქმნილია დაბალტემპერატურულ მინერალებად (ალბიტად, რომელიც შეიცავს 1 % ანორთიტს, და მიკროკლინად, რომელშიც 3 % ალბიტის მოლეკულაა, ცხრილი 4) დავასკვნით, რომ გრანატის ბირთვი ჩამოყალიბდა მაგმურ სტადიაზე პარაგენეზის შემთხვევაში Bt+Pl+Ort+Grt+Qtz, ხოლო მისი პერიფერია გრანიტული მაგმის გაცივების პოსტმაგმურ სტადიაზე (სავარაუდოდ, 450–500 °C პირობებში) პარაგენეზის ში – Ab+Mikr+Grt+Qtz±Ms.

ცხრილი 4

კალიუმის მინდვრის შპატის მიკროზონდური ანალიზი ბიოტიტ-გრანატიან გრანიტებში

	Kfs	Pl
SiO ₂	64.07	68.27
Al ₂ O ₃	18.58	19.66
FeO	-	0
CaO	-	0.19
Na ₂ O	0.31	11.51
K ₂ O	16.08	0.15
BaO	1.04	0.23
	100.08	100.02
ჯამი		
Si	2.99	2.99
Al	1.02	1.01
Fe ²⁺	-	-
Ca	-	0.01
Na	0.03	0.98
K	0.96	0.01
Ba	0.05	0.01
Ort	0.92	0.01
Ab	0.03	0.97
An	-	0.01
Cs	0.05	0.01

დასკვნა

ამრიგად, გრანატის ფორმირება მიმდინარეობდა ორ სტადიაზე: გრანიტული მაგმის კრისტალიზაციის პროცესის დროს და მის მომდევნო პოსტმაგმურ სტადიაზე და არ იყო დაკავშირებული ასიმილაციის პროცესთან, როგორც ეს ადრე მიაჩნდათ.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. I. Gamkrelidze, D. Shengelia, T. Tsutsunava, Sun-Lin Chung, Han-Vi Chiu, K. Chikhelidze et al. New data on U-Pb zircon age of Pre-Alpine crystalline basement of the Black-Sea-Central Transcaucasian terrain and it's geological significance. Bull. of Georgian National Acad. of Sci., Vol. 5, №1, 2011, p. 64-76.
2. Тедлиашвили К. Новые данные об этапах формирования доальпийской континентальной коры Храмского кристаллического массива (Кавказ). ДАН. Т.453, №5. 2013, с. 522-526.
3. Беликов Б. П. Материалы по геологии и петрографии ССР Грузии. М.: АН СССР, 1936, с. 56-90.
4. Казахашвили Т. Г. Геолого-петрографическое изучение Храмской кристаллической плиты. Автореферат канд. диссерт. 1939, с. 47.
5. ქ. ცხელიშვილი. ხრამის მასივის გრანიტოდების გრანატიანი საექსევაობის შესახებ // საქ. მეცნ. აკად. მოამბე, 64, №2. 1971, გვ. 357-360.
6. Цхелишвили М. С. О некоторых минеральных разновидностях гранитоидов Храмского массива (Южная Грузия). Аксессорные минералы магматических и метаморфических пород. Акад. Наук СССР. Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов. М.: Наука, 1982, с. 205-209.
7. Цхелишвили М. С. Петрографические, минералогические и геохимические особенности гранитоидов Храмского массива. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. 1974, с. 197.
8. Ляхович В. В. Аксессорные минералы. М.: Наука, 1968, с. 275.

FRESH DATA ON OF THE LATE VARISCAN GARNET-BEARING GRANITES OF THE KHRAMI CRYSTALLINE MASSIF**G. Beridze**

(A. Janelidze Institute of Geology of I. Javakhishvili Tbilisi State University)

Resume: Garnet-bearing granites outcrop over the area of $\approx 1-1.5 \text{ km}^2$. Garnet content amounts 5–10 % of the granite. The garnet is spread in the form of tetragon-trioctahedral crystals. Their size ranges within the limits of 2–10 mm. Microprobe analysis of garnet crystals revealed its zonal character: from the core to the periphery Mg content decreases and Mn content increases, respectively decreases amount of pyrope (magnesium-aluminum garnet) and increases number of spessartine mineral. The garnet core formed at the magmatic stage in the paragenesis Bt+Pl+Ort+Grt+Qrt and its periphery at the postmagmatic stage of granitic magma cooling in the paragenesis $\text{Ab+Mikr+Grt+Qrt}\pm\text{Ms}$. Change of garnet composition during the process of crystallization was conditioned by temperature decrease and not by the assimilation events, as previously was believed.

Key words: khrami massif; garnet; microcline; microprobe; zone.**ГЕОЛОГИЯ****НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕВАРИСКОВЫХ ГРАНАТОВЫХ ГРАНИТАХ ХРАМСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА****Беридзе Г. М.**

(Институт геологии А. Джанелидзе Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили)

Резюме: Площадь обнажения гранатовых гранитов $\approx 1-1,5 \text{ км}^2$. Содержание гранатов в гранодиоритах 5–10 %. Гранат представлен хорошо развитыми тетрагон-триоктаэдрами. Их размер колеблется от 2 до 10 мм. При изучении кристаллов граната микрозондовым анализом был выявлен их зональный характер: от центра к периферии содержание магния уменьшается, а содержание марганца, наоборот, увеличивается; соответственно количество пиропа уменьшается, а спессартина растет. Ядро граната формировалось при магматической стадии в парагенезисе Bt+Pl+Ort+Grt+Qrt , а периферическая часть кристалла при постметаморфической стадии остывания гранитной магмы в парагенезисе $\text{Ab+Mikr+Grt+Qrt}\pm\text{Ms}$.

Ключевые слова: храмский массив; гранат; микроклин; микрозонд; зональный.

შავი ზღვის შეღწური სანაპირო აკვატორიული უერდობის გიოგამაბრების მეთოდები

თ. თევზაძე, გ. ომსარაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში წარმოდგენილია ეროზიული და აბრაზიულ-ეროზიული პროცესების ზემოქმედებით გამოწვეული ნეგატიური მოვლენებისაგან დაცვის მეთოდები.

დედამიწის ზედაპირზე ეროზიული მოვლენებისაგან დაცვის მეთოდებს ადამიანი უსოვარი დროიდან იყენებს და დღემდე შემუშავებული აქვს უამრავი სახეობის დამცავი საშუალება. მაგალითად, ქარისმერი ეროზისაგან დაცვის საუკეთესო საშუალებაა ხებუჩქნარის ქარსაცავი და ნათესბალახიანი ზოლების მოწყობა, ეროზიულ ფერდობებზე მრავალწლიანი ხეების გაშენება, ბარაჟირება მაღალი ქანობის ხევებზე და ა.შ. ახლახან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მუურნეობის ინსტიტუტში შემუშავდა ნიადაგის ეროზისაგან დაცვის ახალი მეთოდი – გეოხალიჩა „ნესგეო“. ზემოთ ჩამოთვლილ მეთოდთაგან, გარდა ბარაჟირებისა, ყველა ბიოფიტოგენურ დამცავ საშუალებას წარმოადგენს.

ეროზიას განიცდის არა მარტო სმელეთის რელიეფისა და ბუნებრივ-ტექნოგენური ობიექტების ტერიტორიები, არამედ შელფის აკვატორიული ნაწილის ფსკერის ფერდობებიც. განსაკუთრებით დიდი ზიანის მომტანია აბრაზიულ-ეროზიული პროცესები შელფური ფერდობების სანაპირო ზოლში. შელფური ფერდობების ქვიშახრეშოვანი აკვატორიის ფსკერულ ნაწილში ნალექების გადაადგილებას იწვევს შტორმული ტალღათცემა და სანაპირო ზოლის გასწვრივ არსებული სამხრეთ-ჩრდილოეთი მიმართულების დინება, რასაც თან ახლავს ლამიანი, ქვიშიანი, თიხნარი, ხრეშიანი, კენჭნარი და სხვ. ფსკერული გრუნტების მიგრაცია კონტინენტური ფერდობის დიდი სიღრმეებისაკენ და სანაპირო ურბანული ტერიტორიებიდან მნიშვნელოვანი ფართობები წაიტაცება. ნეგატიური აბრაზიულ-ეროზიული მოვლენებისაგან დაცვა და შელფურ ფერდობზე მიმდინარე უარყოფითი საინჟინრო-გეოლოგიური პროცესების პარმონიზაცია სხვა ტრადიციულ მეთოდებთან ერთად ბიოზოოგენური ან ბიოზოოგენურ-ფიტოგენური ლონისძიების განხორციელებითაა შესაძლებელი. მაგალითად, აბრაზიულ-ეროზიული მოვლენებისაგან დაცვის ერთ-ერთი წარმატებული დონისძიებაა მარჯნის პოლიპების ხელოვნური გამრავლება, რაც ხელს შეუწყობს რიფების ჩამოყალიბებას და ქმნის ლაგუნებს.

რიფწარმომქმედი მარჯნის ცხოველუნარიანობა და გამრავლება გარემო პირობების ბევრ კონკრეტულ ფაქტორთანაა დაკავშირებული, რაც დეტალურ შესწავლას საჭიროებს.

საკვანძო სიტყვები: მარჯნის რიფი; ატოლი; ლაგუნა; პოლიპი; აბრაზია.

შესავალი

ეროზიული პროცესების ბიოგენური გამაგრების დამცავი დონისძიებები შეიძლება გაიყოს ბიოფიტოგენურ და ბიოზოოგენურ დონისძიებებად.

ბიოფიტოგენურ დამცავ დონისძიებებს ადამიანი უხსოვარი დროიდან იყენებდა თავისი საცხოვრისის თუ სამეურნეო ობიექტების რელიეფის სხვადასხვა სახის ეგზოგენური პროცესით გამოწვეული ეროზიული და სამეურნეო ობიექტების ფერდობული მეწყრული მოვლენებისაგან დასაცავად; უფრო დიდ უპირატესობას ანიჭებდნენ ბუჩქნარისა და ხეების განაშენიანებას; ასევე ნაოესბალახიანი და ქარსაცავი ზოლების მრავალწლიანი ნარგავების გაშენებას ქარისმიერი ეროზიისა და ფერდობებზე გავრცელებული ნიადაგების ეროზიის მიმართულებით და სხვ.

ბუნებრივ-ტექნოგენური ობიექტების შექმნისას ადამიანის საინჟინრო საქმიანობის პროცესში ნებისმიერი ზემოქმედება ბუნებაზე (სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების ნაგებობები, წყალსაცავები და კაშხლები, საავტომობილო და სარკინიგზო მაგისტრალები, პიდრომელიორაციული და პიდროენერგეტიკული კომპლექსები, მაგისტრალური წყალსადენის, ნავთობისა და აირის, სარწყავი არხების წრფივი ტრასები, ელექტროგადამცემი ხაზები და სხვ.) წარმოადგენს წონასწორობაში მყოფი კლდოვანი ან ნახევრად კლდოვანი და დისპერსიული გრუნტების (თიხნარი, კენჭნარი, ქვიშიანი, დორდნარი) მასივების წონასწორობის დარღვევას [1]. სხვადასხვა დანიშნულების ტექნოგენური ობიექტებისათვის ასეთი წონასწორობის დარღვევა და ნეგატიური პროცესების ჩასახვა სხვადასხვაგვარია და ამიტომ ერთმანეთისაგან განსხვავებული ანტიეროზიული დონისძიებების შერჩევას მოითხოვს. მაგალითად, ბორჯომის რაიონის სოფ. წალვერში (რუსის დელე) ჩატარებული ფიტოდონისძიებების შედეგად გრუნტების შინაგანი ხახუნის კუთხის ნორმატიული სიდიდე ($\varphi=11-12^0$)-დან ($\varphi=28-38^0$)-მდე გაიზარდა, წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში კი – ($\varphi_w=6-7^0$)-დან ($\varphi_w=17-22^0$)-მდე [1].

ფიტოგენური დონისძიებები განსაკუთრებით ეფექტურია III-IV კლასის მიწის კაშხლებისა და დამბების როგორც ზედა (სველი), ისე ქვედა (მშრალი) ფერდობებისათვის. ნეგატიურ, ეროზიისადმი განსაკუთრებული მიდრეკილების მქონე უბნებზე უმჯობესია მრავალშრიანი ბიოსაინჟინრო დონისძიებების განხორციელება.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისა და შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით კურორტ ბორჯომის მიმდებარე ნახანძრალ ეროზიულ ფერდობზე განხორციელდა ბიოსაინჟინრო მეთოდის – გეოხალიჩა „ნესგეო“-ს სავალე კვლევები ეროზიის საწინააღმდეგო დონისძიების ეფექტიანობის შესაფასებლად. აღნიშნული კვლევების საფუძველზე მიღებულ იქნა დადებითი შედეგი და გაიცა რეკომენდაცია მოწყვლად ფერდობებზე გეოხალიჩა „ნესგეო“-ს გამოყენების მიზანშეწონილობის შესახებ [2]. ზემოაღნიშნული ანტიეროზიული მეთოდები უფრო მეტად ორიენტირებულია, როგორც ნიადაგის ეროზიისაგან დამცავი საშუალება.

ძირითადი ნაწილი

ბუნებრივი და ბუნებრივ-ტექნოგენური ობიექტების გარემოში ნეგატიური საინჟინრო გეოლოგიური პროცესების ინიცირებაში უაღრესად დიდ როლს ასრულებს აბრაზია (ტალღების ზემოქმედებით ზღვის ნაპირის ჩარეცხვა). ნეგატიური აბრაზიულ-ეროზიული მოვლენებისაგან დაცვა შესაძლებელია ბიოზოოგენური დამცავი დონისძიებების განხორციელებით. ზღვის შეღწის აკვატორიულ ზონაში ფსკერის არამდგრადი გრუნტების (ლამიანი, ქვიშნარი, თიხნარი, ხრეშიანი და სხვ.) მასალების მიგრაციული პროცესებისაგან დასაცავად, როგორც ზემოთ აღნიშნეთ, საჭიროა მარჯნის პოლიპების ხელოვნური გამრავლება. მარჯნის პოლიპების უმთავრესი საკვები პროდუქტია წყალმცენარეები, რომლებთანაც ისინი სიმბიოზურ ცხოვრებას ეწევიან. ამიტომ, თუ შელფური ნაწილის ფსკერზე ავტოგენური წყალმცენარეები არ ხარობს, მაშინ იქ მარჯნის

პოლიპებთან ერთად წყალმცენარეების ხელოვნური გამრავლებაცაა საჭირო. ასეთ შემთხვევაში დამცავი საშუალება ბიოზოოგენურფიტოგენურ სახეს იღებს.

აბრაზიული მოვლენები განვითარებულია ზღვების, ტბების და ხელოვნური წყალსაცავების სანაპირო ზოლში, სადაც განსაკუთრებით დიდ ზიანს აქვნებს შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპირო შელფურ ზონას. თურქეთის ტერიტორიაზე, მდ. ჭოროხზე ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის შექმნის შემდეგ, როდესაც თვალსაჩინოდ იკლო მდინარის მყარმა ნატანძა, ფართო მასშტაბი მიიღო სანაპირო ზოლის წარეცხვის ისეთმა ნეგატიურმა მოვლენებმა, როგორიცაა შელფური ფერდობის ფსკერული ნაწილის ქვიშახრეშოვანი ნალექების გადაადგილება გამოწვეული შტორმული ტალღათცემითა და სანაპირო ზოლის გასწვრივ არსებული სამხრეთიდან ჩრდილოეთისკენ მიმართული დინებით, რასაც თან ახლავს ხმელეთის მნიშვნელოვანი მასივების წატაცება. ეს ძალზე უარყოფითად მოქმედებს არსებულ ურბანულ ტერიტორიებზე. ასეთ შემთხვევაში აბრაზიული პროცესების შემდგომი განვითარებისაგან დამცავ საშუალებას სანაპირო ზოლის აკვატორიულ ნაწილში ქვა-დორდისა და კენჭნარ-რიყნარ-ხრეშოვანი მასალის დიდი რაოდენობით შეტანაა საჭირო. ბუნებრივი გარემო გვაძლევს უამრავ მაგალითს ზღვებისა და ოკეანების სანაპიროს აბრაზიული ზონის პარმონიზაციის და წონასწორობის ჩამოყალიბების შესახებ. ესენია, მაგალითად, პლაჟების მოწყობა, აკვატორიულ ნაწილში მარჯნის პოლიპების გამრავლება, ატოლებისა და რიფების მშენებლობა და სხვა.

მარჯანი წარმოადგენს მარჯნის პოლიპების კოლონიის მასალის ჩონჩხს. მათი დიდი რაოდენობით დაგროვების შედეგად ყალიბდება მარჯნის რიფები და მარჯნის კუნძულები. ზოგიერთი მონაცემის მიხედვით [3], ყველაზე ხელშემწყობ პირობებშიც კი მარჯნის ზრდა გრძივი მიმართულებით 1 სმ/წ-ს შეადგენს. ამიტომ ბუნებრივად საშუალო რიფის ფორმირებას ასეული წლები დასჭირდება, ხოლო კუნძულისას ათასწლეული.

მარჯანი ძირითადად კალციუმის კარბონატისაგან შედგება. მისი მინარევებია მაგნიუმის კარბონატი და მცირე რაოდენობით რკინის ჟანგი, შეიცავს 1 %-მდე ორგანულ ნივთიერებასაც. ინდური შავი მარჯანი კი მთლიანად ორგანული ნივთიერებისაგან შედგება [3]. მარჯნის სიმკვრივე 2.6–2.7 გ/სმ³-ს შეადგენს, სიმაგრე მოოსის შეალით – მიახლოებით 3.75 გ/სმ³-ს. შავი მარჯანი უფრო მსუბუქია და მისი სიმკვრივე 1.32–1.35 გ/სმ³-ის ტოლია. ბუნებაში ცნობილია მარჯნის 3500 სახეობა, რომელთა შორის 350 გამოირჩევა განსხვავებული ელფერით. მარჯანის იუნებენ კირის მისაღებად, ზოგიერთი სახეობა კი წარმატებით გამოიყენება საიუველირო წარმოებაში.

მარჯნის პოლიპები ქინძისთავისხელა ნახევრად გამჭირვალე, სვეტისებრი ცოცხალი ორგანიზმებია, რომლებსაც ბოლოში საცვეტი აქვს. მათი სხეული უაღრესად ნაზია და თავის დასაცავად ისინი მცირე ზომის ფინჯნისებრ კირვან უჯრედებს აშენებენ. ეს უჯრედები ერთმანეთს ეკვრიან და ქმნიან მარჯნის რიფებს (ნახ. 1) [3].



ნახ. 1. ატოლი, მარჯნის რიფი, ლაგუნა

რიფებთან ვითარდება არაჩვეულებრივი წყალქვეშა მარჯნის ტყეები. ფორმით ისინი ემსგავსებიან ნაძვის ხეებს, ეკლოვან ბუჩქნარს, სოკოებს, გიგანტურ ძაბრებს, ვაზას, ჯამებს. უმეტესად ჭარბობს და ფერები: ლიმონისფერი, მომწვანო ზურმუხტისფერი, და ყავისფერი, ჟოლოსფერი.

მარჯანი ცხოველთა სამყაროს განეკუთვნება, მისი საერთაშორისო სახელწოდებაა Anthozou Ehzenbezug. მარჯნის ქვეკლასებია: რვასხივიანი (Octocorallia) და ექსხივიანი (Hexacorallia). მარჯნის პოლიპები (Anthozoa) ზღვის უხერხემლოთა კლასს განეკუთვნება. ისინი კოლონიური, განცალკევებული ფსკერული ორგანიზმებია.

მარჯნის პოლიპების უმეტესი ნაწილი ტროპიკულ ზღვებშია დასახლებული; იქ, სადაც წყლის ტემპერატურა 20°C -ის ქვემოთ არ ჩამოდის და მათი გავრცელების სიღრმე 20 მ-ს არ აღემატება. იგი ხარობს პლანქტონის უხვად გავრცელების პირობებში, რომლითაც იკვებება. დღისით პოლიპები იკუმშება, ხოლო დამით იჭიმება, მართავს საცეცებს, რომელთა საშუალებითაც საკვებს პოულობს. დიდი ზომის ზოგიერთ პოლიპს შეუძლია შედარებით მსხვილი ორგანიზმების დაჭერა (თევზი, ხამანწერა). ზოგიერთი სახის მარჯნის პოლიპი ცხოვრობს მეზოგელში ერთუჯრედიან წყალმცენარეებთან სიმბიოზის ხარჯზე. მარჯნის პოლიპებს აქვთ მუსკულოგანი უჯრედები, რომლებიც ქმნიან გრძივ და განივ ძარღვებს. მათ ასევე აქვთ ნერვული სისტემა (ნახ. 2).



ნახ. 2. მარჯნის რიფი (ფერდობი, ლაგუნა)

მარჯნის პოლიპი მრავლდება როგორც უსქესო, ასევე სქესობრივი გზით. მარჯნის კოლონიის ნორმალური სიცოცხლისუნარიანობისათვის, ზოგიერთი მეცნიერის მონაცემებით, საჭიროა მარილიანი ($27\text{--}40\%$) წყალი, რომლის ოპტიმალური ტემპერატურაა $18\text{ -- }32^{\circ}$; სიღრმეა არაუმეტეს 200 მ. ცალკეული თანამედროვე მონაცემებით, მარჯანშემქმნელი კოლონიები დაფიქსირებულია ღრმა ფსკერისა და ცივი წყლების პირობებში.

მარჯნის ჩონჩხი განვითარებულია ტოტების სახით, რომლებზეც სახლდებიან პოლიპები. ერთი თაობა რომ იხოცება, მასზე ახალი თაობა სახლდება, რომელიც, თავის მხრივ, ადგილს უთმობს მომდევნო თაობას. ასე იქმნება დროთა განმავლობაში მარჯნის პოლიპების დატოტვილი კოლონიები.

დადგენილია, რომ ვარდისფერი მარჯნის კოლონია იზრდება დაახლოებით 75 მმ/წ სიჩქარით.

დევონური პერიოდის ნამარხი მარჯნების ზრდის დღედამური ხაზების ელექტრონული მიკროსკოპით შესწავლის შედეგად პალეონტოლოგების მიერ დადგენილ იქნა, რომ დედამიწის ბრუნვა

თავისი დერმის გარშემო 340–360 მლნ წლის წინათ 460 – 470 დღეს შეადგენდა. წლიურ ციკლში თანამედროვე მარჯნის კედლების ზრდა კი – 360 – 370 მიკროსკოპულ შრეს მოიცავს. მარჯნი მხოლოდ მზით განათების შემთხვევაში იზრდება, როდესაც ფოტოსინთეზის პროცესში გამოიყოფა ჟანგბადი და შთაინთქმება ნახშირორჟანგი, რასაც მიკროსკოპიული მწვანე წყალმცენარეების სიმბიოზში მცხოვრები მარჯნები გამოიყოფენ [3].

საიუველირო საქმეში უმეტესწილად გამოიყენება *Corallium rubrum*, რომელიც იზრდება 20–200 მ-ის სიღრმეზე და *Corallium japonicum*, რომელიც ატლანტისა და წყნარი ოკეანის სივრცეშია გავრცელებული, ძირითადად 100 – 1500 მ სიღრმეზე. საიუველირო საქმეში გამოიყენება ნამარხი მარჯნები. ფლორიდაში (აშშ) მდ. სუკონის კალაპოტში, ქ. უაინგ სპრინგსის ახლოს, ტამპის ყურის ნაპირას ნაპოვნია ლამაზი, გაჭვავებული, წითელი, ყვითელი და თეთრი ფერის აქატიზებული მარჯნები, რომელთა განივევეთი 7 – 10 სმ-ს აღწევს.

მარჯნის პოლიპების ცხოველმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ატოლები და რიფები.

ატოლი წარმოადგენს მარჯნის კუნძულს, რომელსაც მთლიანი ან წყვეტილი რგოლის ფორმა აქვს. ის ამაღლებულია ოკეანის ფსკერის მიმართ მარჯნოვანი ზედნაშენით, რომელიც ქმნის რიფს კუნძულების ჯგუფთან ერთად. კუნძულები განცალკევებულია ერთმანეთისაგან სრუტებით. ეს სრუტები აერთებენ ოკეანეს ლაგუნასთან. თუ სრუტები არ არსებობს, მაშინ ხელეთი წარმოადგენს ერთიან რგოლს. ამ შემთხვევაში ლაგუნის წყალი ოკეანის წყალთან შედარებით ნაკლებმარილია; ოკეანის ფსკერზე ამაღლებას კონუსის ფორმა აქვს და უმეტეს შემთხვევაში ჩამქრალ კულკანს წარმოადგენს (ნახ. 3.).



ნახ. 3. მარჯნის რიფის ფერდობი ოკეანის შერიდან

ტიპური ატოლი სამი ნაწილისაგან შედგება. ესენია: რიფის გარე ფერდობი (ნახ.-ები 3 და 4), რიფის პლატფორმა და ლაგუნა. ატოლის სიმაღლე (ოკეანის საშუალო დონესთან შედარებით) 3–4 მ-ს არ აღემატება. ატოლებს შეიძლება პქონდეს სხვადასხვაგვარი კონფიგურაცია და ზომები.

მთელ რიგ ატოლებზე აშენებულია ურბანული ნაგებობები, მაგალითად, აეროპორტები, შენობები, ნავმისადგომები და სხვ. (ნახ. 4.).

ერთ-ერთი ყველაზე დიდი ატოლი დედამიწაზე კაკაჯალეინის ატოლია, რომელიც მარშალის კუნძულების არქიპელაგში მდებარეობს. მისი ფართობი 2336 კმ²-ს აღწევს. აქედან 92 % ლაგუნაა და გადაჭიმულია 300 კმ-ზე. კუნძულების ჯამური ფართობი 14.5 კმ²-ია. მეორე დიდი ატოლია რანგითოა ტუამოტოს არქიპელაგში, მისი ფართობია 1639 კმ², ხოლო მასში შემავალი 241 კუნძულის ფართობი – 43 კმ²-ს შეადგენს.



ნახ. 4. მარჯნის კუნძულზე მოწყობილი აეროპორტი

ასეთი მსხვილი ატოლების მარჯნის რიფებით გარშემორტყმულია ოკეანის ფსკერზე არსებული ვულკანური პლატო და ისინი არ წარმოადგენებ ცალკეულ ვულკანურ კუნძულებს მცირე ზომის ატოლების გამოკლებით. რიფების ფართობი შეადგენს ატოლების ფართობის მხოლოდ რამდენიმე პროცენტს, ხოლო ხმელეთი კი მხოლოდ პროცენტის ნაწილს.

ატოლები ჩვეულებრივ წარმოიქმნება ვულკანურ კუნძულებზე მარჯნის რიფის შემოზრდით. ხშირად ამას თან ახლავს ვულკანური საფუძვლის დაძირვა წყალქვეშ. თუ ასეთი დაძირვა არ მიმდინარეობს, მაშინ ლაგუნის შიგნით ფორმირდება ბირთვული ატოლი ვულკანური კუნძულით. წყლის დონის (ან ატოლის საფუძვლის ტექტონიკურიანად) მცირეოდენი დაწევა განაპირობებს მარჯნის რიფის ატოლად ჩამოყალიბებას. ხმელეთის შემდგომ აწევას შეიძლება მოჰყვეს წყალქვეშა მეჩების ან დაძირული ატოლის ფორმირება.

დიდ ბარიერულ რიფზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად გამოვლინდა ის მექანიზმები, რომლებიც იწვევს მარჯნის პოლიპების მასობრივ დაღუპვას. ეს პროცესები ვლინდება მაშინ, როდესაც ხდება წყალსა და ნალექებში ორგანული ნივთიერებების რაოდენობის გაზრდა. შეამავალს ამ პროცესში მიკრობები წარმოადგენებ. ორგანული ნაერთებით მდიდარი გარემო იწვევს მიკრობების სწრაფ და მასობრივ ზრდას, რის შედეგადაც გარემოში მცირდება ჟანგბადი და pH; ეს კი მომაკვდინებელია მარჯნებისათვის.

ფიჯის კუნძულებზე მარჯნის არსებობას საფრთხე შეექმნა იმის გამო, რომ გლობალური დათბობის შედეგად წარმოქმნილი მაღალტემპერატურიანი, მომაკვდინებელი ორგანული ნივთიერებების ბაქტერიების შემცველი დინებები მიემართება უშუალოდ ფიჯის კუნძულების მიმართულებით. ეს უაღრესად ნეგატიურ ზეგავლენას ახდენს სანაპირო ზოლზე, რასაც თან ხდევს აბრაზიული პროცესების გაძლიერება და ტერიტორიების გადარეცხვა.

ასეთი პროცესების გამოსახირიცხავად და ფიჯის კუნძულების სანაპირო ზოლის დასაცავად ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ ინტენსიურად მიმდინარეობს წყალმცენარეებისა და მარჯნების მასობრივი დარგვა აკვატორიულ ნაწილში 0.5–1.0 მ სიღრმეზე.

ზემოაღნიშნული მაგალითები ცხადყოფს, რომ მარჯნის პოლიპების გამრავლება როგორც ბუნებრივ პირობებში, ისე ხელოვნურად ოკეანეებისა და ზღვების სანაპიროს აკვატორიულ ზოლში აბრაზიულ-ეროზიული ზემოქმედებისაგან დამცავი რიფებისა და ატოლწარმომქმნელი პროცესების განვითარებას განაპირობებს. მათი დაცვა ადამიანის ანთროპოგენური ზემოქმედებისაგან

ეფექტურად ხორციელდება ხმელთაშუა ზღვის ეგვიპტის სანაპიროს აკვატორიულ ზოლში. ზოგიერთი ავტორის მონაცემებით, მარჯნის პოლიპები დაფიქსირებულია შოტლანდის ზღვის-პირეთშიც.

მარჯნის პოლიპების ცხოველუნარიანობა და გამრავლება დიდადაა დამოკიდებული გარემოს მთელ რიგ ფაქტორებზე. ეს ენია:

- ზღვის წყლის ტემპერატურა და მინერალური შედგენილობა;
- პლანქტონის სიუხვე;
- ზღვის შელფური ნაწილისა და ფერდობგრუნტების შედგენილობა;
- ზღვის წყალში გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობა;
- მზის რადიაცია; ნათელი დღეების ხანგრძლივობა წლის განმავლობაში.

მარჯნის პოლიპებზე უაღრესად უარყოფით გავლენას ახდენს ნავთობის პროდუქტებით ოქანეებისა და ზღვების დაბინძურება, აგრეთვე მაღალტემპერატურული თბილი დინებები, რომლებიც ერთულრედიანი მიკრორგანიზმების მმაფრ გამრავლებას იწვევს, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს ჟანგბადის დეფიციტს პოლიპებისათვის. ნებატიურად მოქმედებს ასევე ქარბუქიანი და შტორმული დღეებიც.

შევი ზღვის საქართველოს სანაპიროს ნებატიური აბრაზიულ-ეროზიული პროცესებისაგან დასაცავად კომპლექსურად, სხვა დამცავ ღონისძიებებთან ერთად ბიოგენური (მაგალითად, გეოხალიჩა „ნესგეო“) მეთოდების გამოყენება უაღრესად პერსპექტიულია.

მარჯნის პოლიპებისა და მათი სიმბიოზური პარტნიორის (წყალმცენარეების) შელფის ფერდობის აკვატორიულ ზონაში აბრაზიული-ეროზიული ზემოქმედებისაგან დამცავ ღონისძიებად დასახეასა და გამოყენებას წინ უნდა უძღვდეს 1÷5 პუნქტებში ჩამოყალიბებული ფაქტორების დეტალური შესწავლა, პოლიპებისა და წყალმცენარეების ისეთი სახეობების შერჩევა, რომლებიც მიზანშეწონილია ადგილობრივი კლიმატური პირობებისათვის და ასევე ადგილობრივ გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების გათვალისწინება.

შელფურ ფერდობებზე მარჯნის პოლიპებისა და ფიტოსამყაროს (წყალმცენარეების) გამრავლება, გარდა აკვატორიული ნაწილის ფსკერის გამაგრებისა, ხელს შეუწყობს აქ გავრცელებული ფსკერული გრუნტების მიგრაციის შენელებას წყალქვეშა დინებების მიერ, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს სანაპირო ზოლის არააკვატორიული ნაწილის მედეგობის გაზრდას, ფლორისა და ფაუნის გამრავალფეროვნებას და ა.შ.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. თევზაძე, მ. შავლაყაძე, გ. ომსარაშვილი. ეროზიული მოვლენებისაგან დამცავი ფიტოგენური ღონისძიებების გეოტექნიკური ასპექტები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი. სამეცნიერო შრომათა კრებული № 68, ობ., 2013, გვ. 89-93.
2. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო გეოხალიჩა „ნესგეოს“ ლაბოლატორიული კვლევა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №67, ობ., 20012, გვ. 203-208.
3. <http://bebет.net/avstraliya/bolshoy-bariernyy-rif>

ENVIRONMENTAL PROTECTION

BIOENFORCEMENT METHODS OF THE BLACK SEA SHELF COASTAL WATER SLOPES

T. Tevzadze, G. Omsarashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There are presented the methods of protection against negative effects of erosive and abrasive-erosive processes. The methods of protection against erosive occurrences on the surface of the earth have been used by a human being since ancient times. A lot of tools of protective tools have been elaborated. For example, planting trees and bushes and plant rows for a windbreak to protect against wind erosion, planting perennial trees on erosive slopes, aerial inspection of gorges with high slopes, etc. The method of protecting ground from erosion has been recently elaborated in Water Management Institute – Geokhalicha (Geocarpet) “NESGEO”. All the above – mentioned methods excluding aerial inspection present a biophytopgenic protective tool.

Not only the territories of land relief and natural-technogenic objects, but also the slopes of the bottom of water territory of the shelf undergo erosion. Abrasive-erosive processes exert especially great damage on coastal stripe of shelf slopes. In the bottom part of the water territory of shelf slopes the stone-gravel sediments are moved by the falling of stormy waves and the south-north flow existing along coastal stripe. It is accompanied by migration of bottom (fine sandy, sandy, argillous, gravel-stony) grounds towards great depths of continental slopes following by removal of important areas from urban territories.

Protection against negative abrasive-erosive occurrences and harmonization of negative engineering-geological processes taking place in a shelf slope is possible by means of carrying out biozoogenic or biozoogenic- phytogenic measures together with other traditional methods. It can be carried out by artificial reproduction of coral polyps, which form cays and create lagunes. A cay-forming process is one of the most successful measures to protect abrasive-erosive occurrences.

Cay-forming corral vivifying ability and reproduction is related to a lot of factors of environmental conditions and it should be studied in details.

Key words: coral reef; atoll; laguna; polyp; abrasion.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МЕТОДЫ БИОУКРЕПЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ШЕЛЬФОВЫХ АКВАТОРИАЛЬНЫХ СКЛОНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

Тевзадзе Т. В., Омсарашвили Г. Г.

(Грузинский технический университет)

Резюме: В статье представлены защитные методы от негативного воздействия эрозионных и абразионно-эрэзионных процессов.

Защитные мероприятия поверхности Земли от эрозионных процессов человеком использовались с незапамятных времен. Выработано множество видов мероприятий; например, от ветряной эрозии: устройство дерево-кустарниковых и травяно-посевных полос, баражирование крутых оврагов и т.д. В последнее время в

Институте водного хозяйства Грузинского технического университета им. Ц. Мирцхулава разработан метод защитных мероприятий почв с помощью геоковра «Несгео». Вышеназванные мероприятия, кроме метода барражирования, являются биофитогенными защитными мероприятиями.

Эрозирование претерпевают не только территории рельефа суши, но и откосы дна акваториальной части шельфа. Особенно большой урон от абразионно-эрэзионных процессов претерпевают шельфовые склоны прибрежной зоны. Перемещение песчано-гравелистых отложений в акваториальной части дна и откосов шельфа происходит от штормового волнобоя и морских течений, имеющих направление юг-север. Этому сопутствует миграция донных грунтов (иловатые, песчаные, суглинок, гравелисто-галечниковые) в сторону больших глубин континентального откоса. Вследствие этого происходит размыв значительной территории урбанизированной прибрежной части.

Защиту от абразионно-эрэзионных явлений и гармонизацию отрицательных инженерно-геологических процессов, наряду с традиционным методом, возможно осуществить биозоогенным или биозоогенно-фитогенным мероприятиями. Это можно осуществить путем размножения коралловых полипов, которые формируют рифы и создают лагуны.

Рифоформирующие процессы являются одним из успешных мероприятий для защиты абразионно-эрэзионных процессов.

Жизнеспособность рифообразующих кораллов и их размножение связаны с многими конкретными условиями природной среды и требует детального изучения.

Ключевые слова: коралловые рифы; атолл; лагуна; полип; абразия.

ნორსფერო, ნორბენეზის პროცესები და მისი ჰარმონიზაციის ასპექტები

თ. თევზაძე, გ. ომსარაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: წარმოდგენილია ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 20–40-იან წლებში მოღვაწე ცნობილი ფრანგი მეცნიერების პ. ტეიარ დე შარდენის, ე. ლერუასა და საბჭოთა მეცნიერის, აკადემიკოს ვ. ვერნადსკის მოსაზრება, რომ ადამიანის ზემოქმედება გარემოზე ხდება მისი განვითარების სულ უფრო და უფრო მძლავრი ფაქტორი. ამ მოსაზრების თანახმად, ნორსფერო უნდა წარმოვიდგინოთ არა როგორც საზოგადოებად, რომელიც გარკვეულ გარემოში არსებობს, არა უბრალოდ გარემოდ, რომელმაც განიცადა კაცობრიობის ძლიერი ზემოქმედება, არამედ ერთიან, ინტეგრირებულ საზოგადოებად, რომელშიც გაურთიანებულია განვითარებული საზოგადოება და ცვალებადი გარემო.

ტერმინი „ნორგენზე“ ავტორთა მიერ პირველად დაფიქსირებულ იქნა 1999 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტის საიუბილეო შრომათა კრებულში, რომელიც მიეძღვნა ინსტიტუტის დაარსების 70 წლისთავს და იმავე წელს მოსკოვის საერთაშორისო კონფერენციის („საინჟინრო გეოლოგიის თეორიული პრობლემები“) შრომათა კრებულში.

ნორსფეროში მიმდინარე ნორგენზე პროცესებს აგზორები განიხილავენ, როგორც ბუნებრივ-ტექნოგენური კომპლექსების შექმნასთან დაკავშირებით ინიცირებულ პროცესებს, ხოლო აღნიშნული პროცესების ზემოქმედების შედეგად მიღებულ ქანებს, როგორც ნორგენზე ქანებს, წყალსაცავის მიერ ტერიტორიის დატბორვით მიღებული მიწისქვეშა წყლების ახალ, ნორგენზე პორიზონტს, სხვადასხვა დანიშნულების ტექნოგენური ობიექტების მშენებლობასთან დაკავშირებით ფერდობული პროცესებით შექმნილ რელიეფურ ფორმებს და ა.შ.

საზოგადოების ზეგავლენა გარემოზე, განსაკუთრებით ისეთი, როგორიც გეოლოგიური პროცესების ინიცირების ტოლფასია, პიდრომელიორაციული და პიდრონერგებიკული ტექნოგენური კომპლექსები წარმოადგენს. ასეთი ბუნებრივ-ტექნოგენური კომპლექსები (ბტკ) განაპირობებს ნორგენზის პროცესების ჩამოყალიბებას. შესაბამისად, ყალიბდება გარემოსაგან განსხვავებული ნორგენზე წარმოშობის ქანები, რელიეფური ფორმები, პიდროგეოლოგიური პირობები, მიკროკლიმატი, სეისმური პირობები და ა.შ., რომლებიც ადამიანის გონის მძლავრი ზემოქმედებითაა შექმნილი.

ნორგენზის პროცესების პარმონიზაციას და ბუნებრივ-ტექნოგენური პროცესების უსაფრთხოებას საფუძველი ეყრება მათი მაღალპროფესიული დაპროექტების, ხარისხიანი მშენებლობის და ექსპლუატაციის წესების მკაცრი დაცვის პირობებში.

საკვანძო სიტყვები: ნორსფერო; ნორგენზი; გონი, ფიტოგენეზი; ბიოგენეზი.

შესავალი

გასული საუკუნის 20–40-იან წლებში ვ. ვერნადსკიმ ყურადღება მიაქცია ადამიანის მძლავრ ზემოქმედებას გარემოზე და თანამედროვე ბიოსფეროს გარდაქმნის პროცესებზე. მისი აზრით, ადამიანი, როგორც ბიოსფეროს ელემენტი, მივიდა იმის გაგების აუცილებლობამდე, რომ საჭიროა

დედამიწაზე უოველგვარი სიცოცხლის ფორმის შენარჩუნება. ის განახორციელებს პლანეტის ცოცხალი გარსის გონივრულ მართვას, გარდაქმნის მას ერთიან სფეროდ – ნოოსფეროდ და გონების სფეროდ. ეს ახალი ცნება კ. ვერნადსიმ ჩამოაყალიბა 1944 წელს. მან მოასწრო თავისი ახალი მოძღვრების ზოგადი ასახვა: „ბიოსფეროს გეოლოგიურ ისტორიაში ადამიანის წინაშე ისახება დიდი მომავალი, თუ ის გაიგებს ამას და თვითგანდიდებას არ მოახმარს თავის გონებასა და შრომას” [1,2].

ნოოსფერო (noos ბერძნულიდან წარმომდგარი სიტყვაა და გონიერებას ნიშნავს) ადამიანის მიერ გონივრულად მართული ბიოსფეროა. ის წარმოადგენს ბიოსფეროს განვითარების უმაღლეს სტადიას, რაც დაკავშირებულია ცივილიზებული საზოგადოების წარმოქმნასა და ჩამოყალიბებასთან. ამ მხრივ ადამიანის გონივრული საქმიანობა დედამიწაზე ხდება მისი განვითარების მთავარი ფაქტორი.

ტერმინი და ცნება „ნოოსფერო” შემოღებულია ფრანგი მეცნიერების – მათემატიკოს კ. ლერუას, ფილოლოგ პ. ტეიარ დე შარდენისა და საბჭოთა მეცნიერის კ. ვერნადსკის მიერ.

ამოსავალ წერტილად კ. ვერნადსკის და პ. ტეიარ დე შარდენს მიაჩნდათ კ.წ. ცეფალიზაცია, ანუ თავის ტკინის მასის გაზრდის პროცესი, როგორც ადამიანის ნერვული სისტემის დაჩქარებული განვითარება. გაკეთდა ნახტომი ინსტინქტიდან აზროვნებამდე და, აქედან გამომდინარე, ბიოსფეროს ევოლუცია შემეცნების განვითარების მიმართულებით, ანუ მოხდა ნოოსფეროს ფორმირება. ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ადამიანის არამატერიალური აზრი გარდაიქმნება გეოლოგიურ ფაქტორად, რომელიც მატერიალურად გარდაქმნის პლანეტას. პლანეტა იძენს საერთო პლანეტარულ ტვინს, რომელიც თავის თავზე იღებს მისი შემდგომი განვითარების პასუხისმგებლობას.

პ. ტეიარ დე შარდენმა ნოოსფეროს დაარქვა რადაც „აზრთა გარსის” მსგავსი დედამიწაზე. გონიერებას (გონება) ის წარმოიდგენდა, როგორც ალს, რომელიც ათბობს დედამიწას და ახალი საფრის შექმნით თანდათანობით მოიცავს მას. იგი წერდა: „დედამიწა არამარტო იფარება მილიარდობით აზროვნების მარცვლით, არამედ იფუთება ერთიანი მოაზროვნე გარსით, რომელიც ქმნის კოსმოსური მასშტაბით აზროვნების ფუნქციონალურად ერთ ფართო მარცვალს. უამრავი ინდივიდუალური აზრი ჯგუფდება და ძლიერდება ერთსულოვანი აზროვნების ერთ აქტში. ასეთია ის სახე, რომელშიც წარსულთან ანალოგითა და სიმეტრიულად ჩვენ შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ კაცობრიობა მომავალში” [1].

დედამიწის ქერქის პირველადი სახის ფორმირების (არქაული ერა) შემდგომ პერიოდში (პროტეროზოული ერა), რომელიც დაახლოებით 900 მლნ წელს გრძელდებოდა, უკვე შეიმჩნევა ბიოლოგიური ცხოვრების ნიშნები (ერთუჯრედიანი ცხოველები, ბაქტერიები, მიკროორგანიზმები), რასაც მოჰყვა ჯერ უხერხებლოთა (კ.წ. თავფეხიანების, ზღვის გარსეკვლავების, მოლუსკების), ხოლო შემდეგ, პალეოზოურ ერაში, ხერხემლიანების წარმოშობა. პროტეროზოული ერის მომდევნო პერიოდები მთლიანად ცხოველური და მცენარეული სამყაროს მძაფრ განვითარებას დასჭირდა.

ძირითადი ნაწილი

პირველი ძუძუმწოვრები ცარცულ პერიოდში გაჩნდნენ, ხოლო პრიმატების ცალკეულ ჯგუფად ჩამოყალიბების ისტორია 5 – 10 მლნ წელს არ აღემატება. როდესაც პ. ტეიარ დე შარდენი აანალიზებდა ბიოლოგიური ევოლუციის ამ წარმოუდგენლად ხანგრძლივ გზას, რომლის გვირგვინიც ადამიანის შექმნაა, სვამდა კითხვას: „ნუთუ ამ ხანგრძლივ პროცესს ჩიხამდე მივყავართ? ნუთუ ბუნებას, რომელმაც შექმნა ორგანიზმით საოცარი მრავალფეროვნება, რომელიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია პარმონიული ერთიანობით, არ ძალუმს მისი საოცარი ქმნილება – მოაზროვნე ადამიანი შეინარჩუნოს და არ გაწიროს უსახელო დასასრულისათვის” [1].

კ. ვერნადსკი ნოოსფეროს ცნებას პრინციპულად განსხვავებულად აღიქვამდა. მისი აზრით, ნოოსფერო არის დედამიწის მატერიალური გარსი, რომელიც იცვლება ადამიანების ზემოქმედების

შედეგად, ისინი თავიანთი ზემოქმედებით გარდაქმნიან პლანეტას ისე, რომ იგი აღიქვან, როგორც „მძლავრი გეოლოგიური ძალა”. ეს ძალა თავისი აზრითა და შრომით გარდაქმნის ბიოსფეროს ერთ მთლიანობად თავისუფლად მოაზროვნე კაცობრიობის ინტერესებისათვის [2,3].

ტერმინ „ნოოსფეროში“ ეპოლოგიები უპირველეს ყოვლისა გულისხმობენ იმ პრობლემათა კომპლექსს, რომელთა გადაწყვეტა აუცილებელია მიმართულ იქნებს ბიოსფეროს განვითარებისაკენ” [1, 2]. ამ შემთხვევაში საჭიროა ყურადღების გამახვილება ვ. ვერნადსკის მოძღვრების კიდევ ერთ მნიშვნელოვან მხარეზე, სახელდობრ იმაზე, რომ ვ. ვერნადსკის მოთხოვნაა არა მარტო ბიოსფეროს მიზანმიმარტული განვითარება და ცივილიზაციის განვითარების შემდგომი უზრუნველყოფა, არამედ საზოგადოების, მისი ბუნებისა და ორგანიზაციის ისეთი ცვლილება, რომელიც განაპირობებს ბუნებისა და საზოგადოების ჰარმონიულ დამოკიდებულებას. „ნოოსფერო არის საზოგადოების, წარმოებისა და ბუნების უნიკალური ერთიანობა, რომელიც უნდა გარდაიქმნებოდეს და იმართებოდეს უმაღლესი გონიერების მქონე ადამიანის მიერ. სწორედ ეს განაპირობებს საზოგადოების პროგრესულ განვითარებას ახალი სოციალური კანონების და ბუნებრივი ისტორიული კანონიერების საფუძველზე” [3].

ვ. ვერნადსკი აღნიშნავდა, რომ ნოოსფეროს, როგორც ბიოსფეროს ნაწილის, წარმოშობა არის ბუნებრივი მოვლენა. იგი გაცილებით უფრო ღრმა და მძლავრია თავის საფუძველში, ვიდრე კაცობრიობის ისტორია. „კაცობრიობა ერთად აღებული წარმოადგენს პლანეტის მასის უმცირეს ნაწილს. მისი სიმძლავრე დაკავშირებულია არა მის მატერიასთან, არამედ მის ტვინთან, აზროვნებასთან და ამ აზროვნების მართვასთან, მის შრომასთან. ნოოსფერო არის ახალი გეოლოგიური მოვლენა ჩვენს პლანეტაზე. ადამიანი პირველად ხდება უმსხვილესი გეოლოგიური ძალა; მას შეუძლია შრომითა და აზროვნებით ძირებულად გარდაქმნას თავისი ცხოვრების ნაწილი და შეცვალოს ის, რაც აღრე იყო.” ვ. ვერნადსკის ესმოდა, რომ ნოოსფერო ბიოსფეროს განვითარების ახალი ეტაპია, რაც ადამიანისა და გარემოს ურთიერთობის გონივრულ დამოკიდებულებას გულისხმობს [2, 3].

ნოოსფერო უნდა წარმოვიდგინოთ არა როგორც საზოგადოება, რომელიც გარკვეულ გარემოში არსებობს, არა უბრალოდ გარემოდ, რომელმაც განიცადა კაცობრიობის ძლიერი ზემოქმედება, არამედ ერთიანად, ინტეგრირებულად, რომელშიც გაერთიანებულია განვითარებული საზოგადოება და ცვალებადი სისტემა.

ვ. ვერნადსკის იდეების მთელი რიგი დებულებები ნოოსფეროს მდგრადი განვითარების შესახებ რიო-დე-ჟანეიროს 1992 წლის მსოფლიო კონფერენციის განხილვის ძირითად თემას წარმოადგენდა.

თანამედროვე საზოგადოების საინირო მოღვაწეობის ერთ-ერთ ყველაზე სენსიტიურ სახეობას პიდრომელიორაციული და პიდროვნერგებიკული მშენებლობა წარმოადგენს. ამ სახის ტექნიკური ობიექტების შექმნა და ექსპლუატაცია უაღრესად მოწყვლადია მათი განთავსების ბუნებრივი პირობების მიმართ და, ისევ ვ. ვერნადსკისა და ვ. ტეიარ დე შარდენს თუ დავესეხებით, მოითხოვს სრულ პარმონიზაციას გეოგრაფიმოსთან.

პიდრომელიორაციული სისტემების შექმნის აუცილებელობა, თანამდევი ბუნებრივ-დანდშაფტური კომპონენტების მაღალი დინამიკური ცვლილებებით მათვის დამახასიათებელი არაერთგვაროვნების ფონზე, დიდი ტერიტორიების მელიორაციული ათვისებისას უაღრესად მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გეოლოგიურ გარემოზე. იგი, თავის მხრივ, განაპირობებს ქანების ძირითადი კომპონენტებისა და ლითოგენეზის განვითარების პირობების ცვლილებას, რაც შეიმჩნევა როგორც სტრუქტურულ მაჩვენებლებში, ისე მისი კავშირების ტიპებში და, შესაბამისად, გეოლოგიური პროცესების ხასიათსა და ინტენსიურობაში [4].

ტერმინი „ნოოგენეზი“ სტატიის ავტორთა მიერ პირველად იქნა დაფიქსირებული 1999 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინირო ეპოლოგიის ინს-

ტიტულის საიუბილეო შრომათა კრებულში, რომელიც მიემდვნა ინსტიტუტის დაარსების 70 წლის-თავს და ამავე წლის მოსკოვის საერთაშორისო კონფერენციის („საინჟინრო გეოლოგიის თეორიული პრობლემები“) შრომათა კრებულში.

ნოოსფეროში მიმდინარე ნოოგენეზური პროცესები განხილულ იქნა, როგორც ბუნებრივ-ტექნიკური კომპლექსების შექმნასთან დაკავშირებით ინიცირებული პროცესები, ხოლო აღნიშნული პროცესების შედეგად მიღებული ქანები, როგორც ნოოგენეზური ქანები, წყალსაცავის მიერ ტერიტორიის დატბორვით გაჩენილი მიწისქვეშა წყლების ახალი ნოოგენეზური პორიზონტი, სხვადასხვა დანიშნულების ტექნოგენური ობიექტების შშენებლობასთან დაკავშირებით ფერდობული პროცესებით წარმოქმნილი რელიეფური ფორმები და ა.შ.

ბუნებაზე ადამიანის საინჟინრო საქმიანობით გამოწვეული ნებისმიერი ზემოქმედება (სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობების, საავტომობილო და სარკინიგზო გზების, გვირაბების, მაგისტრალური წყალსადენის მშენებლობა; ნავთობისა და აირის, სარწყავი არხების წრფივი ტრასების, ელექტროგადამცემი ხაზების გაყვანა; კაშხლების, სასარგებლო ნედლეულის მომპოვებელი შახტების მოწყობა და სხვ.) იწვევს წონასწორობაში მყოფი კლდოვანი (ან ნახევრად კლდოვანი) და დისკერსიული გრუნტების (თიხნარი, ქვიშნარი, კენჭნარი, ღორღნარ-ხვინჭნარი) მასივების წონასწორობის დარღვევას. იცვლება საინჟინრო ნაგებობების საფუძველში გავრცელებული გრუნტების ფიზიკური თვისებები (ტენიანობა, სიმკვრივე, ფორიანობა, კონსისტენცია), სამტკიცისა (შინაგანი ხახუნის კუთხე, შეჭიდულობა) და დეფორმაციის მახასიათებლები (ფარდობითი დეფორმაცია, ფორიანობა, კონსოლიდაციის პარამეტრები, დეფორმაციის მოდული) [5].

ასობით ათასი ჰა მიწის ფართობების დამუშავებისას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ათვისების მიზნით მინერალური მარილების, ჰერბიციდების, ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების შეტანით მნიშვნელოვნად იცვლება ნიადაგების როგორც ფიზიკური, ისე ქიმიური თვისებები. ასევე მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის ნიადაგები ჰიდრომელიორაციული დონის-ძიებების განხორციელების შედეგ, როდესაც ხდება ახალი წყალ-ჰაერის რეჟიმის, ფორიანობა-სიმკვრივისა და წყალშემცველობის ხარისხის ჩამოყალიბება [5].

ჰიდროენერგეტიკული და ფიტომელიორაციული კომპლექსების შექმნისას წყალსაცავების სანაპირო ზოლში ვითარდება ერთზიულ-აბრაზიული პროცესები, იტბორება დიდი რაოდენობით ტერიტორიები, წყალსაცავის ტერიტორიიდან ჩაუნილი ფილტრატების ხარჯზე ყალიბდება ახალი ჰიდროგეოლოგიური პირობები, წყლის ნაკადების მიერ შემოტანილი მყარი ნატანით ხდება კომპლექსის აკვატორიულ ნაწილში ადამიანის ანთროპოგენური საქმიანობით ინიცირებული დანალექი ქანების მძლავრი ფენების ფორმირება [5].

ზოგიერთი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის (კაშხალი) სიმაღლე რამდენიმე ასეულ მეტრს აღწევს. მაგალითად, ხურეკისა და რანგუნის (ტაჯიკეთი) წყალგაუმტარგულიანი ქვაყრილის კაშხლების სიმაღლე, შესაბამისად, 300 და 330 მ-ს აღწევს. მათ საფუძველში განლაგებული გრუნტები, ცხადია, მაღალი დაწევის პირობებში იქმნება. ასევე იქმნება საფუძვლის გრუნტების ახალი დაძაბულობის პირობები, რაც სეისმურობის გააქტიურებას და დაყვანილი მიწისმვრების ინიცირებას განაპირობებს წყალსაცავის კომპლექსის განლაგების ტერიტორიაზე. ასეთი მოვლენები განსაკუთრებით მგრძნობიარება მთიან რეგიონებში. ჰიდროტექნიკური ნაგებობის საფუძველში იწყება გრუნტების კონსოლიდაციის პროცესი, მათი ახალი ფიზიკური, დეფორმაციული, სიმტკიცის და ფილტრაციული თვისებების ჩამოყალიბება.

უაღრესად მასშტაბურია აგრეთვე ადამიანის ზემოქმედება გეოგარემოზე წრფივი ნაგებობების (მელიორაციული დანიშნულების მაგისტრალური არხი, ენერგომატარებლების მილსადენები, ავტობანები, რკინიგზა და ა.შ.) მშენებლობისას. განსაკუთრებით სენსიტიურია, თუ ის მთიან რეგიონში გადის, ვინაიდან ირდვევა ჩამოყალიბებული ან ნაწილობრივ ჩამოყალიბებული გრუნტების მასივების წონასწორობის პირობები, ყალიბდება ისეთი ნეგატიური საინჟინრო-გეოლოგიური პროცესები, როგორიცაა მეწყერი, ჩამონგრევა-ჩამოშვავება, ქვათაცვენა, მდინარისა და ხევების

კალაპოტის შეტბორვა. განსხვავებული სეისმურობის და გეოტექტონიკურ პირობებში წრფივი ნაგებობები არაერთგვაროვან ზემოქმედებას განიცდის. თავის მხრივ, ადამიანი ახორციელებს მრავალგვარი დამცავი ნაგებობების შექმნას, შერჩევას და მათი პროგნოზირების საფუძველზე საიმედო, სანდო ექსპლუატაციის პირობების უზრუნველყოფას [4].

ამრიგად, XXI საუკუნის დასაწყისში ადამიანთა საზოგადოება განვითარების ისეთ სტადიაშია, რომ თავისი საინჟინრო საქმიანობით აინიცირებს და ცვლის ბუნებრივ გეოეკოლოგიურ პროცესებს. იმის გასარკვევად, თუ რამდენად მასშტაბურია დედამიწის ატმოსფეროს ზედა შრებში მიმდინარე პროცესებში ადამიანის ჩარევის როლი, განვიხილოთ ე.წ. ოზონის ხვრელის გაფართოების და შემდგომი სტაბილურების მაგალითი.

ოზონის შრეში, რომელიც იცავს დედამიწას რაღიაციისაგან, ხვრელების წარმოქმნა დაფიქსირდა სულ რამდენიმე ათეული წლის წინათ ჩვენი პლანეტის სამხრეთში, ანტარქტიდის კონტინენტის მიმდებარე ტერიტორიის ციურ ნაწილში. მეცნიერული შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ მისი გამომწვევი მიზეზი იყო მავნე აირების (ნეონი, ფრეონი და სხვ.) გამოფრქვევა ატმოსფეროში, რომლებიც მაცივრებისა და სხვა სამრეწველო პროდუქციის შესაქმნელად გამოიყენებოდა. 2007 წელს ჩატარებული საერთაშორისო კონფერენციის დადგენილებით ასზე მეტმა ქვეყნამ 25 %-ით შეამცირა ამ მავნე აირების წარმოება. უკვე 2014 წლისათვის, ე. ი. შვიდ წელიწადში, ოზონის ხვრელის გაფართოება შეწყდა.

დასკვნა

ზემოთ წარმოდგენილი მაგალითები ცხადყოფს, თუ რამდენად მასშტაბურია განხილულ ასპექტებში გეოგარემოს ფორმირების ცვლილებები. პროცესებს, რომლებიც ადამიანის ზემოქმედებით აღნიშნულ ცვლილებებს განაპირობებს, ნოოგენეზის პროცესები ეწოდება. შესაბამისად, ნოოგენეზის პროცესების შედეგად გეოგარემოში ფორმირდება ახალი, ბუნებრივისაგან განსხვავებული ნოოგენეზური ქანები, რელიეფური ფორმები, პიდროგეოლოგიური პირობები, მიკროკლიმატი, სეისმური პირობები და ა.შ., რაც ადამიანის გონის მძლავრი ზემოქმედებითაა შექმნილი.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. მასალები ინტერნეტიდან [http://vernadsky.lib.ru/](http://vernadsky.lib.ru;);
http://translate.google.ge/translate?hl=ka&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Vernadsky&prev=search.
2. В. И. Вернадский. Собрание сочинений. Т. 1, 1954, с. 10-630.
3. В. И. Вернадский. Собрание сочинений. Т.2., 1955, с. 35-590.
4. თ. თევზაძე. ნოოგენეზის პროცესების განვითარების პროგნოზირება წყალში ჩაყრის ტექნოლოგიით მშენებარე პიდროგექნიკურ ნაგებობებში // წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო გელოგიის თანამედროვე პრობლემები. საიუბილეო სამეცნიერო შრომათა კრებული, მიდვნილი ინსტიტუტის დაარსების 70 წლისთავისადმი. თბ., 1999, გვ. 48-53.
5. Варазашвили Н.Г., Варазашвили Л.Г., Тевзадзе Т.В. Формирование процесса ноогенеза при мелиоративном освоении территории горных регионов // Труды Международной научной конференции теоретических проблем инженерной геологии. М.: МГУ, 1999, с. 67-69.
6. თ. თევზაძე, გ. გავლიაძე, გ. ომსარაშვილი. ეროზიული მოვლენებისაგან დამცავი ფიტოგენური ღონისძიებების გეოტექნიკური ასპექტები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული №68, თბ., 2013, გვ. 89-93.

NOOSPHERE, PROCESSES OF NOOGENESIS AND ASPECTS OF ITS HARMONIZATION

T. Tevzadze, G. Omsarashvili

(Georgian Technical University)

Resume: There is presented the opinion of French scientists P. Teiar De Charden, E. Lerua and Academician V. Vernadsky of the 20s-40s of the last century. According to this opinion the impact of a human being on natural environment is becoming a stronger and stronger factor of its development. This opinion says, that noosphere should be presented not as a simple society which exists in the certain environment, as a simple environment which has been impacted greatly by mankind, but as a totally integrated one, in which developed society and variable environment are united.

The term “Noogenesis” was first applied by us in 1999, in the Collection of Anniversary Works of the Institute of Water Management and Engineering Ecology dedicated to the 70th anniversary of foundation of the institute and in the same year, in the collection of works “International Theoretical Problems of Engineering Geology”, Moscow.

Processes of noogenesis taking place in noosphere are discussed by us, as the processes initiated in relation with creation of natural- technogeneous complexes and the rocks generated due to the mentioned processes, as noogenesis rocks, new noogenesis horizon of underground waters generated, as the result of flooding the territory by a water reservoir, relief forms created by slope processes related to construction of technogeneous structures for various uses, etc.

Impact of society on natural environment, especially such one, which equals to initiating of geological processes, presents hydromelioration and hydroenergetic technogeneous complexes. Such natural- technogeneous complexes (NTC) stipulate the formation of processes of noogenesis. Rocks of noogenesis origin different from natural environment, relied forms, hydrogeological conditions, microclimate, seismic conditions, etc, which are created by influence of a human being’s powerful mind.

Harmonization of processes of noogenesis and safety of natural-technogenous processes are based on their high professional designing, high quality construction and strict application of the terms of operation.

Key words: noosphere; noogenesis; brains; phytogenesis; biogenesis.

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

НООСФЕРА, ПРОЦЕССЫ НООГЕНЕЗА И АСПЕКТЫ ИХ ГАРМОНИЗАЦИИ

Тевзадзе Т.В., Омсарашвили Г.Г.

(Грузинский технический университет)

Резюме: Представлены соображения французских ученых Э. Леруа, П. Тейяра де Шардена и советского ученого, академика В. И. Вернадского о том, что воздействие человека на природную среду становится все более и более мощным фактором. Эти высказывания сформулированы в 1920–1940-ые годы. Согласно этим соображениям, ноосферу нужно представить не просто как общество, которое существует в определенной

среде, не просто как среду, которая претерпела мощное воздействие человечества, а как единое интегрированное сообщество, в котором объединены развитое общество и изменяющаяся среда.

Термин „ноогенез” авторами впервые зафиксирован в 1999 году в юбилейном сборнике научных трудов, посвященном семидесятилетию основания Института водного хозяйства и инженерной экологии и в том же году в сборнике трудов Московской международной конференции – "Теоретические проблемы инженерной геологии".

Процессы ноогенеза, протекающие в ноосфере, авторами рассматриваются как процессы, инициированные созданием природно-техногенного комплекса, а породы, полученные под воздействием в итоге этих процессов – как ноогенезные породы. В процессе заполнения водохранилища образуются ноогенезные горизонты подземных вод, а разнообразные формы рельефа образуются при создании техногенных объектов разного назначения.

Воздействия человечества на природную среду, особенно такие, которые равносильны инициированию геологических процессов – это гидромелиоративные и гидроэнергетические природно-техногенные комплексы (ПТК). Такие природно-техногенные комплексы обуславливают формирование процессов ноогенеза. Соответственно, за счет процессов ноогенеза в природной среде формируются новые, отличные от природной среды породы ноогенезного происхождения, рельефные формы, гидрогеологические условия, микроклимат, сейсмические условия и т.д., которые создаются под воздействием человеческого разума.

Гармонизация процессов ноогенеза и безопасность природно-техногенных процессов предопределяется высококоммерческим проектированием, качественным строительством и строгим соблюдением условий эксплуатации.

Ключевые слова: ноосфера; ноогенез; ум; питогенез; биогенез.

მაბიჯი მანქანები — ტრანსპორტი უზზორგისთვის

ვლ. მარგველაშვილი, მ. ღლონტი, ს. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი, რ. ფარცხალაძე
(რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მაღალი გამავლობის მობილური ტექნიკის, კერძოდ, მაბიჯი მაძრავებით აღჭურვილი მობილური მანქანების დამუშავებისა და შექმნის მოკლე ისტორია და საკითხი თანამედროვე ეტაპზე მათი მდგომარეობის შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: მაბიჯი მანქანა; ამძრავი; კიდური; მართვის სისტემა; საყრდენი რგოლები.

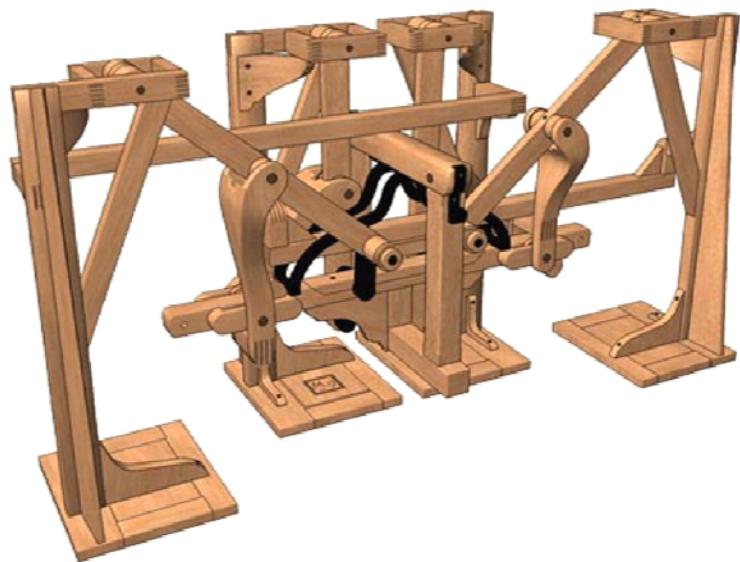
შესავალი

ადამიანის მიერ საკმაოდ ბევრი მაძრავია გამოგონებული. უდავოდ, პირველ ადგილზეა თვალი. მის მერე უმჭველად უნდა დასახელდეს მუხლუხა მაძრავი; შემდეგ როტორულ-ხრახნული, პაერის, ვაკუუმის, ელექტრომაგნიტური, პიდრავლიკურბალიშებიანი, ელექტროსტატიკური და ელექტროდინამიკური მაძრავები; დაბოლოს, მაბიჯი მაძრავები, რომლებსაც არ გააჩნია ექსკავატორული ეფექტი და გადაადგილებისას არ ქმნის უწყვეტ ლიანდს. მაბიჯი მანქანების მაძრავები ხასიათდება ლიანდის დისკრეტულობით, არ ტკეპნის და არ შლის ნიადაგს. შესაბამისი ზომებისა და ელემენტების შეთანწყობით შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს ნიადაგზე დასაშვები კუთრი დაწოლა, რითაც შენარჩუნებული იქნება ნიადაგის თვისებები. მაბიჯი მანქანებისთვის დამახასიათებელია მაღალი გამავლობა და მდგრადობა. ტრადიციული მაძრავებით აღჭურვილი მანქანები მთიან პირობებში მუშაობისას საყრდენებზე მასის გადანაწილების გამო არამდგრადი ხდება; მაბიჯი მანქანების შემთხვევაში კი რელიეფთან შეგუება ავტომატურად ხორციელდება.

ტრადიციულ- და მაბიჯმაძრავიანი მანქანების ზოგიერთი მახასიათებლის შედარებითი ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტრადიციულ მანქანებთან შედარებით მაბიჯი მანქანების უპირატესობა მით უფრო თვალსაჩინოა, რაც უფრო რთულია მათი ექსპლუატაციის პირობები.

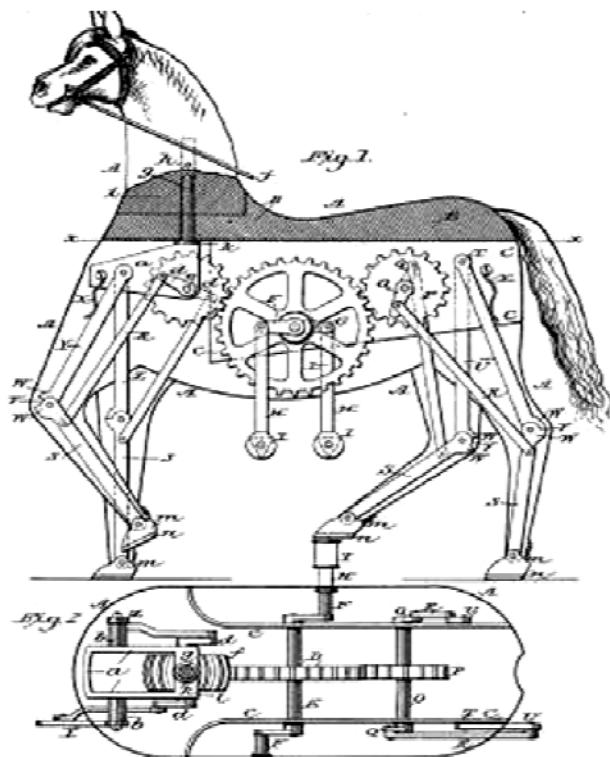
ძირითადი ნაწილი

მაბიჯი მანქანების განვითარების შეფასებისას მიზანშეწონილია გამოიყოს ძირითადი მომენტები და გაანალიზდეს მათი ცალკეული ჯგუფები, რომლებსაც რაიმე საერთო ნიშანი ახასიათებს. ბუნებრივია, ანალიზი საჭიროა დავიწყოთ ადრინდელი, საკმაოდ პრიმიტიული მანქანების ჯგუფით, რომელიც მიეკუთვნება XIX საუკუნეს. ამ ჯგუფში შედის ის მაძრავები, რომელთა საყრდენი რგოლის ტრაექტორია მიიღწევა ტრაექტორიული სინოეზით.



ნახ. 1. პ. ჩებიშვილის „ტერფებით მოსიარულე“ მანქანა

მსოფლიოში პირველ მოსიარულე მექანიზმად ითვლება პ. ჩებიშვილის მიერ 1878 წელს შექმნილი „ტერფებით მოსიარულე“ მანქანა (ნახ. 1). საინტერესოა 1893 წელს ა. რიგის მიერ დაპატენტებული კონსტრუქცია, რომელშიც გაერთიანებულია ველოსიპედისა და ცხენის ფუნქციები (ნახ. 2). აღსანიშნავია 1913 წელს ინგლისში შექმნილი „მექანიკური მოგზაური“ და XIX საუკუნის ბოლოს და XX საუკუნის დასაწყისში შესრულებული სხვა სამუშაოები. თავისი არასრულყოფილების მიუხედავად, ეს კონსტრუქციები იმსახურებას ყურადღებას მხოლოდ იმიტომ, რომ მათ შემქმნელებს აღმოაჩნდათ ინტუიცია, ანუ შეიძლება ითქვას, რომ მათ დაინახეს ტექნიკაში ისეთი მა-მოძრავებელი ელემენტების გამოყენების აუცილებლობა, რომელიც დამახასიათებელია ცხოველთა სამყაროსათვის.



ნახ. 2. ა. რიგის მიერ დაპატენტებული მაბიჯი კონსტრუქცია

მაბიჯი მანქანების განვითარების ისტორიაში XX საუკუნის 60–70-იან წლებამდე (ტექნოლოგიურ გარღვევამდე) შეინიშნება პასიური პერიოდი. ამ დროს სხვადასხვა ქვეყანაში უკვე ყალიბდება სამეცნიერო კოლექტივები.

სულ სხვა საფეხურზე ავიდა ტექნიკური პროგრესი XX საუკუნის ბოლოს და XXI საუკუნის დასაწყისში. სწორედ ამ პერიოდს მიეკუთვნება 1994–1999 წლებში ფინეთის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ინსტიტუტში შემუშავებული პროექტი, რომლის მიხედვით შეიქმნა მაბიჯი რობოტი Timberjek Plustech (ნახ. 3). მაბიჯი რობოტის შემუშავებისა და შექმნის მიზანი იყო კონსტრუქციის მაღალი საიმედოობისა და გარემოზე ზემოქმედების მინიმალური უზრუნველყოფა. წარმოდგენილ მაბიჯს უნარი შესწევს იმოძრაოს როგორც წინ და უკან, ისე განივად და დიაგონალურად. მას შეუძლია აგრეთვე ადგილზე ტრიალი და შემხვედრ წინადობებზე გადაბიჯება. ამასთან, უსწორმასწორო ლანდშაფტის გათვალისწინებით ოპერატორი ცვლის როგორც მოლიანად მანქანის, ისე თითოეული ნაბიჯის სიმაღლეს. მანქანა აღჭურვილია ხის საჭრელი მოწყობილობით; მას შეუძლია გრუნტის დაუზიანებლად შეასრულოს სხვადასხვა ტექნოლოგიური ოპერაცია. შექმნილი იყო მისი მხელოდ ერთი ეგზემპლარი. სამწუხაროდ, ამ პროექტმა ვერ პოვა განვითარება და ამჟამად ის სამუხეუმო ექსპონატს წარმოადგენს [3].



ნახ. 3. ხის საჭრელი მაბიჯი რობოტი Timberjek Plustech

მაბიჯი რობოტების ერთ-ერთ სანიმუშო მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ ბოსტონის ტექნოლოგიურ უნივერსიტეტში შემუშავებული ე.წ. Big Dog. პროექტის ავტორები მას „მოზრდილ ძალას“ ადარებენ, რაც აისახება კიდევ მის სახელწოდებაში. მისი სიგრძეა 0,91 მ, სიმაღლე – 0,76 მ, მასა – 240 კგ, ტეიკონიაზური – 154 კგ. აქვს 11 კვტ სიმძლავრის შიგაწვის ავტონომიური ძრავა და ელექტროჰიდრაულიკური მართვის სისტემა. ჰიდროსისტემის მუშა წნევაა 200 ატმ, ჰიდრო-ამძრავში გამოყენებულია თანამედროვე ფირმა MOOG-ის 024 სერიის სერვომძველარები, რომელთა მასა სულ რაღაც 92 გ-ია. მცირე მასა იმის საშუალებას იძლევა, რომ ერთ კვანძში იყოს გაერთიანებული შემსრულებელი მექანიზმი, ჰიდრომკვეთარები და გადამწოდების სისტემა (ნახ. 4).



**ნახ. 4. BIG DOG-ის პიდროამძავი და ფირმა
MOOG-ის E024 სერიის სერვომკვეთარა**

თითო კიდურში 4 ამძრავია: 2 ბარძაყში, თითო-თითო კი მუხლსა და ტერფში. საბორტო კომპიუტერის სახით წარმოდგენილია Pentium-ის კლასის პროცესორიანი და QNX ოპერაციული მართვის სისტემიანი პლატფორმა PC/104-ის გაძლიერებული ვარიანტი. საგამოცდო ტესტებმა ცხადყო, რომ Big Dog-ს შეუძლია წარმატებით გადაადგილდეს ქვაღორღიან, ძლიერ დანაწევრებულ, თოვლიან და ტალახიან გრუნტებზე. ამავე დროს მას შეუძლია დაძლიოს 35° დახრილობის მქონე ქანობი. საინტერესოა, რომ ამ მობილურმა რობოტმა დაამყარა მსოფლიო რეკორდი ერთჯერადი უწყვეტი გადაადგილებისას, ანუ მან შეძლო 19,3 კმ-ის დაფარვა შეუჩერებლად (სისტემის გაწყობის გარეშე) 6,4 კმ/სთ სიჩქარით.

პროექტი შესრულებულია BOSTON DYNAMICS-ის მიერ მ. რაიბერტის ხელმძღვანელობით აშშ-ის მოწინავე სამხედრო-კალევითი პროექტების სააგენტოს დაკვითითა და დაფინანსებით. პროექტში ჩართულია: FOSTER MILLER, რეაქტიული მოძრაობის ლაბორატორია (NASA), ჰარვარდის უნივერსიტეტის COUCORD FIELD STATION. იმ ამოცანებიდან, რომლებსაც სამხედროები განიხილავენ, მაბიჯი რობოტისათვის მთავარია ლოჯისტიკა. როგორც აღინიშნა, ავღანეთში, გარემოს პირობებიდან გამომდინარე, იქმნება მობილურობის პრობლემები, რაც ნებატიურად აისახება მომარაგებაზე, რომელსაც აწარმოებს სახმელეთო ან სპაერო ტრანსპორტი. დღითიდევ იზრდება პირადი შემადგენლობის მიერ გადასატანი აღჭურვილობის მოცულობა და მასა. ზოგჯერ პრობლემა იმდენად მწვავდება, რომ ჯარების უზრუნველყოფის მიზნით გამოიყენება ოთხფეხა ცოცხალი ძალა. პროექტი უნდა დამთავრებულიყო 2013 წელს, მაგრამ შიგაწვის ძრავას ხმაურის შემცირებით გამოწვეული პრობლემის გამო გადაიწია 2014 წლის ბოლომდე (ნახ. 5) [10].



ნახ. 5. Boston Dynamics-ის დაკვეთით შექმნილი BIG DOG

მაბიჯი მანქანების კვლევაში დიდი წვლილი მიუძღვის იაპონელ მეცნიერს შეიგო პიროვსის. აღსანიშნავია მისი ჯგუფის მიერ შექმნილი ლეგენდარული TITAN-ების (Tokyo Institute of Technology Aruku Norimono) სერია. მათი პირველი მოდელები წარმოადგენდა საწერი მაგიდის ზომის მანქანებს, რომელთა მასა 40 კგ-ს აღწევდა. სულ სხვა წონით კატეგორიაშია 2002 წელს შექმნილი TITAN X1, რომელიც განკუთვნილია მთიან იაპონიაში რეინიგზების მშენებლობისთვის (ნახ. 6). ეს მანქანა, კიდურების გარდა, აღჭურვილია მუხლუხა მაძრავითა და საბურლი დანადგარით. მისი მასა შეადგენს 7000 კგ-ს, ხოლო ნაბიჯის სიგრძე – 3,7 მ-ს. მასში გამოყენებულია 49.1 კვტ სიმძლავრის შიგაწვის ძრავა [3]. სამხრეთ კორეის ოკეანოლოგიისა და ტექნოლოგიების ინსტიტუტის (KIOST) მეცნიერების ბოლო ნიმუშია ე.წ. CRABSTER CR200, („კიბორჩხალა რობოტი“), რომელიც განკუთვნილია წყალქვეშა სამუშაოების შესასრულებლად. მისი მასა 600 კგ-ია და წყალქვეშ რამდენიმე დღის განმავლობაში ყოფნა შეუძლია. ეს მაბიჯი რობოტი ჯერჯერობით ტესტირებას გადის (ნახ. 7).



ნახ. 6. გიგანტური მაბიჯი მანქანა TITAN



ნახ. 7. მაბიჯი რობოტი CRABSTER CR 200

მაბიჯი მაქანების მიმოხილვისას გვერდს ვერ ავუვლით 2010 წელს შექმნილ MANTIS-ს, (ნახ. 8), რომელიც აღჭურვილია დიზელისძრავიანი და ჰიდროამძრავიანი 2,2 ლ მოცულობის ტურბოთი. მისი მასა შეადგენს 2000 კგ-ს, სიჩქარე კი – 1,5 კმ/სთ-ს. პროექტი დაფინანსებულია კინონაცვლის მიერ.

რობოტის კლირენსის სიმაღლეა 1,8 მ; მის ჰიდროსისტემაში გამოყენებულია BOSCH REXROTH-ის ჰიდროაპარატურა. პროექტი მუშავდებოდა 5 წლის განმავლობაში [4].



ნახ. 8. მ. დალტონის MANTIS –ჟექსაპოდი

აღსანიშნავია Jet Propulsion Laboratory-ის და NASA-ს მიერ 2008 წელს განხორციელებული ერთობლივი პროექტი – ATHLETE, რომელიც წარმოადგენს მთვარემავალს (ნახ. 9). აქ, ერთ სისტემაში გამოყენებულია თვლიანი და მაბიჯი, ანუ მაბიჯთვლიანი, მაძრავები. იგულისხმება, რომ შედარებით სწორ ზედაპირზე მოძრაობისას იმუშავებს თვალი, ხოლო გამავლობის დაკარგვისას მაბიჯი მაძრავის საშუალებით მოხდება თვლისათვის გადაულახვი წინაღობის დამდევა [5].

დასკვნა

საინფორმაციო წყაროებში, მათ შორის ინტერნეტსივრცეში, განხილულია კომპინირებული, იგივე პიბრიდული მაძრავების სხვადასხვა ნიმუში. აღსანიშნავია, რომ ის იდეები, რომლებიც ჩადებული იყო მრავალი წლის წინათ, დღესაც განიხილება. ტექნიკური თვალსაზრისით, ის ამოცანები, რომლებიც იდგა მეცნიერ-მკვლევართა წინაშე წარსულში, დღესაც აქტუალურია. ზოგადად, კვლევითი პროცესი მიმდინარეობს და მრავალი წლის წინათ მოფიქრებული იდეების განხორციელებამ, შესაძლებელია, ისეთი მობილური რობოტის შექმნამდე მიგვიყვანოს, რომლისთვისაც დედამიწის ზედაპირზე გადაულახავი წინააღმდეგობა არ იარსებებს.



ნახ. 9. NASA-ს მიერ შექმნილი მოვარემავალი ATHLETE

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი მაბიჯი მანქანების რამდენიმე ნიმუში ასახავს იმ ზოგად ტენდენციებს, რითაც განპირობებულია მეცნიერ-მკვლევართა ინტერესი ასეთი ტიპის გადაადგილების საშუალებების მიმართ. ეს ყოველივე კომპლექსური ინჟინრული ამოცანებია და მათ გადაწყვეტას მნიშვნელოვანი გონიერებით და ფინანსური რესურსები სჭირდება.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. John Deere. Walking Tractor. www.URL: <http://blog.machinfinder.com/3255/john-deere-walking-tractor> (მიმართვის თარიღი 09. 02. 2015).
2. L. Greenemeier. Leggy “Big Dog” Robot Set to Step up for the Military // Scientific American, 15. 2008. (ელექტრონული გამოცემა).
3. Unusual Off-road Locomotion. Walking Vehicles. www.URL: http://www.unusallocomotion.com/pages/locomotion/walking-vehicles.html#page_maintitle (მიმართვის თარიღი 12. 01. 2015).
4. Rick Lehrbaum. Inside Mantis: a 2-ton hexapod robot with a Linux Brain. www.URL: <http://linuxgizmos.com/mantis-hexapod-robot-embedded-linux-computer/> (მიმართვის თარიღი 03. 02. 2015).
5. The Athlete Rover. www.URL: <http://www-robotics.jpl.nasa.gov/systems/system.cfm?System=11> (მიმართვის თარიღი 21. 12. 2014).

MECHANICAL ENGINEERING

WALKING MACHINES – TRANSPORT FOR ALL-ROAD

V. Margvelashvili, M. Ghlonti, S. Sharashenidze, I. Zakutashvili, R. Partskhaladze

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: There are considered the problems of development and creation of walking machines. There is given short history and status at the present stage of this problem.

Keywords: walking machines; support link; control system; drives.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ШАГАЮЩИЕ МАШИНЫ – ТРАНСПОРТ ДЛЯ БЕЗДОРОЖЬЯ

**Маргвелашвили В. О., Глонти М. Г., Шарашенидзе С. Г., Закуташвили И. Б.,
Парцхаладзе Р. И.**

(Институт механики машин им Р. Двали)

Резюме: В статье рассмотрены вопросы разработки и создания шагающих машин. Приведена краткая история и состояние на современном этапе данного вопроса.

Ключевые слова: шагающие машины; опорные звенья; система управления; приводы.

საეციალური დანიშნულების მოძილური რობოტური პროგრამების

რ. ფარცხალაძე, ვლ. მარგველაშვილი, ს. შარაშენიძე, ი. ზაკუტაშვილი,
ნ. ბაშალეიშვილი

(რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატია მოიცავს რობოტტექნიკის სფეროს. სპეციალური დანიშნულების რობოტებს შეუძლია შეცვალოს ადამიანი ექსტრემალურ პირობებში (ავარია, სტიქიური უბედურება და სხვ), როდესაც ამოცანის შესრულება ადამიანისათვის საფრთხეს წარმოადგენს. რობოტიზაციის პროცესი შეეხო ისეთ სპეციფიკურ სფეროს, როგორიცაა საზოგადოებრივი წესრიგის უზრუნველყოფა: უპავ თო ათეულ წელზე მეტია, რაც სპეცსამსახურები და პოლიცია აღიჭურვა მობილური რობოტებითა და რობოტექნიკური კომპლექსებით. რობოტების უმრავლესობის კონსტრუქციებში ჩადებული მოდულური პრინციპი მრავალფუნქციური კომპლექსების შექმნის საშუალებას იძლევა. აქ იგულისხმება ერთიან სატრანსპორტო სისტემაზე, როგორც საბაზოზე, ცვლადი შეიარაღების, აღჭურვილობისა და შესაბამისი მართვის სისტემის დამონტაჟებით მუშა სისტემის ფორმირება. მოცემულია იმ პროექტების მოკლე მიმოხილვა, რომლებიც დაკავშირებულია მცირებაბარიზიანი მობილური რობოტების გამოყენებასთან. განხილულია სხვადასხვა ქვეყანაში დამუშავებული და დამზადებული მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსების ნიმუშები. მოყვანილია საქართველოში შექმნილი კომპლექსის კონსტრუქცია.

საკანონი სიტყვები: რობოტი; მანიპულატორი; სატაცი; დისტანციური მართვა; მობილური პლატფორმა.

შესავალი

სპეციალური დანიშნულების რობოტები განკუთვნილია სხვადასხვა სახის სარემონტო, ადგენითი და სამაშველო სამუშაოების ჩასატარებლად ექსტრემალურ პირობებსა და სიტუაციებში სმელეთზე, წყალსა და კოსმოსში; ასევე ავარიებისა და სტიქიური კატასტროფების შედეგების ლიკვიდაციისათვის. მათი გამოყენება შესაძლებელია აგრეთვე ტერორიზმთან და ორგანიზებულ დანაშაულთან ბრძოლის დროს.

ბოლო პერიოდში მიმდინარეობს ადამიანის საქმიანობის თითქმის ყველა სფეროს რობოტიზაცია. რობოტტექნიკის გამოყენების დიაპაზონი ძალზე ფართოა, კერძოდ:

- წარმოებაში ადამიანი შეცვლილია რობოტებით; მრავალი საწარმოო პროცესის ავტომატიზაციამ განაპირობა ის, რომ ადამიანის მონაწილეობა წარმოებაში განისაზღვრა მხოლოდ მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღებით და მოწყობილობების უწესივრობათა აღმოფხვრით;
- უდიდეს როლს ასრულებს რობოტი კოსმოსისა და ოკეანის სიღრმეების შესწავლაში;
- დღეს რობოტების საშუალებით ხორციელდება სხვადასხვა ურთულესი ქირურგიული ოპერაცია;

– სამხედრო ტექნიკა აღჭურვილია ისეთი “ჭკვიანი” სისტემებით, რომ თავად ახორციელებს მოძრაობის მართვას, სიტუაციის კონტროლს, დამიზნებას და სროლას. ადამიანისთვის კი რჩება ტაქტიკური ამოცანების გადაწყვეტა და ტექნიკური მომსახურება.

რობოტიზაციის პროცესი შეეხო ისეთ სპეციფიკურ სფეროსაც, როგორიცაა საზოგადოებრივი წესრიგის უზრუნველყოფა – უკვე ორ ათეულ წელზე მეტია, რაც სპეცსამსახურები და პოლიცია იყენებს მობილურ რობოტებსა და რობოტების კომპლექსებს.

ძირითადი ნაწილი

დღემდე არ არსებობს მკაფიო წარმოდგენა იმის შესახებ, თუ რომელ მანქანას შეიძლება ეწოდოს რობოტი. ლიტერატურის მიხედვით, რობოტი ეწოდება შემსრულებელი მექანიზმებითა და გარემოს შესახებ ინფორმაციის აღქმადი გადამწოდებით აღჭურვილ ავტომატურ სისტემას, რომელსაც მართვის სისტემის მეშვეობით შეუძლია ფუნქციონირება ცვლად სიტუაციაში. რობოტის სახასიათო თავისებურებაა ადამიანის მამოძრავებელი და ინტელექტუალური ფუნქციების ნაწილობრივ ან მთლიანად შესრულების უნარი. ჩვეულებრივი ავტომატიზებული სისტემისაგან (მაგალითად, დაზგა-ავტომატი) რობოტი განსხვავდება მრავალმიზნობრივი დანიშნულებით, უფრო დიდი უნივერსალობით, სხვადასხვა ფუნქციის შესრულებისათვის გადაწყვობის შესაძლებლობის უნარით. პრაქტიკაში კი „რობოტის“ ცნება აღიქმება დისტანციურად მართვად სატრანსპორტო საშუალებად, რომელიც აღჭურვილია სულ ცოტა ტექნიკური ხედვის სისტემით.

რობოტის დანიშნულებაა შეცვალოს ადამიანი იმ შემთხვევებში, როდესაც ამოცანის შესრულება აღემატება ადამიანის შესაძლებლობებს ან მისი სიცოცხლისათვის საფრთხეს წარმოადგენს.

რობოტების კლასიფიკაციისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს:

• გამოყენების სფერო – სამრეწველო, სამხედრო, თავდაცვითი, სამეცნიერო-კვლევითი, სამედიცინო;

• ექსპლუატაციის სფერო (გარემო) – მიწისზედა, მიწისქვეშა, წყლის ზედაპირზე, წყალქვეშ, საჰაერო, კოსმოსში;

• მოძრაობის ხარისხი – სტაციონარული, მობილური;

• მართვის სისტემა – პროგრამული, ადაპტური, ინტელექტუალური;

• ფუნქციური დანიშნულება – მანიპულაციური, სატრანსპორტო, ინფორმაციული, კომბინირებული;

• უნივერსალობის დონე – სპეციალური, სპეციალიზებული, უნივერსალური;

• შემსრულებელი ამძრავები – ელექტრული, პიდრავლიკური, პნევმატიკური;

• მაძრავების ტიპი – მუხლუხია, თვლიანი, მუხლუხა-თვლიანი, ნახევრად მუხლუხია, მაბიჯი, მაბიჯთვლიანი, როტორული, ხრახნული;

• ტექნოლოგიურ მოწყობილობათა კონსტრუქციული თავისებურებები – მანიპულატორების რაოდენობა, მანიპულატორების ტვირთამწეობა, მუშა ზონის კოორდინატთა სისტემა (ხაზობრივი, კუთხური);

• პირველადი მმართველი სიგნალების წყაროების ტიპი – ელექტრული, ბიოელექტრული, აკუსტიკური;

• მართვის მეთოდი – ავტომატური, დისტანციური, ხელით მართვადი.

რობოტების ფუნქციონირების პირობები, რომლებიც განსაზღვრულია საექსპლუატაციო გარემოს ტიპითა და მუშა პროცესის ხასიათით, შეიძლება დაიყოს ორ კატეგორიად: დეტერმინირებულად (განსაზღვრული) და არადეტერმინირებულად (განუსაზღვრული). დეტერმინირებულს მიეკუთვნება ადამიანის მიერ დაპროექტებული და შექმნილი გარემო. შესაბამისად, დეტერმინირებული პროცესი დამოკიდებულია ადამიანის მიზანმიმართულ საქმიანობაზე. დეტერმინირებულ გარემოში უკვე არსებობს ორგანიზაციის მაღალი დონე ან ორგანიზაციის აუცილებელი ხარისხი შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს

მცირე დანახარჯებით. განსაზღვრულ გარემოში წინასწარაა ცნობილი ყველა იმ ობიექტის ადგილ-მდებარეობა, რომლებთანაც შეიძლება ურთიერთქმედებდეს რობოტი. მანიპულაციური რობოტისათვის ეს ნიშნავს მის მუშა ზონაში განლაგებული ყველა ობიექტის ორიენტაციისა და ადგილმდებარეობის ცოდნას. სატრანსპორტო რობოტისათვის დეტერმინირებული გარემოა, მაგალითად, რელსური ტრასა საამქონში, რომელიც პირველ კატეგორიას მიეკუთვნება. ამავე კატეგორიისაა, ისეთი გარემოც, რომლის ორგანიზება შესაძლებელია წაყენებული მოთხოვნების შესაბამისად. ეს მიიღწევა მნიშვნელოვანი დანახარჯებით (არასრულად ორგანიზებული გარემო). ამ შემთხვევაში ცალკეულ ობიექტებს შესაძლებელია პქონდეს ეტალონისთვის წინასწარ უცნობი გადახრები. აქ იგულისხმება საბრძოლო, საწვავ-საპონი მასალების საველ საწყობები და ა.შ.

მეორე კატეგორიას განეკუთვნება გარემო, რომლის ორგანიზება პრაქტიკულად შეუძლებელია (ბუნებრივი გარემო პირობები, სტრუქტურით ან ადამიანის მიერ დაპროექტებული ობიექტების ნგრევის შედეგად წარმოქმნილი სიტუაცია). ისეთ გარემოს უწოდებენ მთლიანად არაორგანიზებულს (არადეტერმინირებულს). გარემოში რობოტის მოქმედება ითვლება საველ პირობებში მოქმედებად: მას შეუძლია ადგილმდებარეობის დაზვერვა ომის დროს, საომარ მოქმედებებში მონაწილეობა, ნაღმების გაუვნებლება, პატრულირება, წყალქვეშა და მიწისქვეშა სამუშაოების შესრულება (იგი წარმატებით გამოიყენება გარემოს რადიოაქტიური და ბაქტერიოლოგიური გაჭუჭყიანების დროსაც). გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, რობოტი შესრულებს საომარ მოქმედებას ქუჩის პირობებში, გაწმენდით სამუშაოებს – ნგრევის შემთხვევაში, სამაშველო ოპერაციების — დანგრეულ შენობებში და ა.შ.

არადეტერმინირებულ პროცესებს განეკუთვნება პროცესი, რომლის მიმდინარეობა და შედეგი არ არის მთლიანად დამოკიდებული ადამიანის მიზანმიმართულ საქმიანობაზე. ასეთია, მაგალითად, საომარი მოქმედებები, ყველა ბუნებრივი პროცესი (მიწისძვრა, ვულკანის ამოფრქვევა და ა.შ.), ხანდარი, აფეთქებები (როგორც ტექნოგენური ავარიების შედეგი) და სხვ.

არადეტერმინირებულ პირობებში სამუშაოების ჩასატარებლად თანამედროვე ეტაპზე ვითარდება ტექნიკურ ლიტერატურაში „მობილურ რობოტებად“ წოდებული რობოტტექნიკური სისტემების განსაზღვრებული კლასი, რომლის განმასხვავებელი თვისებაა ლოკომოციური, ანუ სისტემის სივრცეში გადაადგილების, უნარი.

ნებისმიერი მობილური რობოტი შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს, როგორც სამი დიდი სისტემის – სატრანსპორტო, სპეციალური და მართვის სისტემის ერთობლიობა.

სატრანსპორტო სისტემა წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალებას, რომლის დანიშნულებაა სპეციალური და ტექნოლოგიური აღჭურვილობის მიტანა დანიშნულების ადგილზე.

სატრანსპორტო საშუალება შედგება სავალი ნაწილისაგან, კორპუსისა და ენერგეტიკული დანადგარისაგან. როგორც წესი, მართვის სისტემა თავსდება კორპუსში. საექსპლუატაციო გარემოს ტიპიდან გამომდინარე, სავალი ნაწილი შეიძლება იყოს მუხლუხა, თვლიანი, მუხლუხათვლიანი, ნახევრად მუხლუხა, მაბიჯი, მაბიჯთვლიანი, როტორული და ხრახნული მაძრავებით.

მიწისზედა მობილური რობოტის იერ-სახე განისაზღვრება მაძრავის ტიპითა და კონსტრუქციით. მაძრავის ტიპისა და ზომების შერჩევა ძალზე რთულია. პრაქტიკულად შეუძლებელია მაძრავის ისეთი უნივერსალური კონსტრუქციის შექმნა, რომლითაც ცვლად გარემო პირობებში შესაძლებელი იქნება ერთნაირად კარგად გადაადგილება. სწორედ ცვლადი გარემო წარმოშობს რობოტებისა და მაძრავების ტიპების შეთანაწყობის სქემების სიუხვეს.

მირითადად ყურადღება გამახვილებულია თვლიანი და მუხლუხა მაძრავების ვარიანტებზე, ნაკლები ყურადღება ეთმობა მაბიჯ მაძრავს და ბევრად უფრო ნაკლები – სხვა ტიპებს (მაგალითად, როტორულ-ხრახნულ, საჰერო ბალიშზე მოძრავს და სხვ., რომლებიც განკუთვნილია სპეციალური ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გრუნტებზე მოძრაობისათვის). მაძრავების თითოეული ტიპისათვის არსებობს თავისი გამოყენების სფერო. ასე მაგალითად, მრავალფუნქციური მობილური რობოტისათვის, რომელიც განკუთვნილია ძნელად სავალ ადგილებში გადაადგილებისათვის, შერჩეულია მუხლუხა მაძრავი, როგორც ყველაზე უნივერსალური. გზებზე მოძრაობისათვის მიზანშეწონილია

თველიანი გარიანტის გამოყენება. მაბიჯი მანქანები პერსპექტიულია მხოლოდ იმ ადგილებში, სადაც თველიანი და მუხლუხამაძრავიანი მანქანების სიჩქარე საგრძნობლად ნაკლებია მაბიჯი მაძრავის სიჩქარეზე. ასეთია, მაგალითად, დაჭაობებული ადგილები, ნგრევის კერები და ა.შ. სტანდარტული სატრანსპორტო საშუალებების კონსტრუირებისას, მაძრავის პარამეტრები ოპტიმიზირდება ექსპლუატაციის პირობებისა და მოძრაობის ზედაპირების მიხედვით. მობილური რობოტისათვის ასეთი ოპტიმიზაცია შეუძლებელია გაურკვეველი მოძრაობის პირობების გამო. თანამედროვე ეტაპზე რობოტების მაძრავების კონსტრუქციებში ჩადებულია გადაადგილების ზედაპირის მიმართ ადაპტაციის უნარი. პირველ რიგში ეს ეხება მცირებაბარიტიან რობოტებს, რომლებიც განკუთხილია შენობანაგებობების შიგნით და ნგრევის კერებში სამუშაოდ.

ასეთი რობოტების ადაპტურ მაძრავებს შეუძლია თავისი სტრუქტურისა და პარამეტრების შეცვლა. ეს ყოველივე სრულდება დამოუკიდებლად ან მართვის სისტემის საშუალებით მოძრაობის პირობების შესახებ მიმდინარე ინფორმაციის საფუძველზე.

რობოტების სპეციალური სისტემების დანიშნულებაა დასახული ამოცანის უშუალო შესრულება. სპეციალური სისტემა შედგება ტექნოლოგიური მოწყობილობების აუცილებელი ნაკრებისაგან, რომლის დაკომპლექტება ხდება დასახული ამოცანისა და მობილური რობოტის დანიშნულების მიხედვით; მაგალითად, დაზვერვითი ამოცანების გადაწყვეტისას ტექნოლოგიური აღჭურვილობა მარაგდება პირველადი ინფორმაციის გადამუშავების საშუალებებითა და გადამწოდების კომპლექტით. ტექნოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტაში მონაწილეობს მანიულატორი და ცვლადი ხელსაწყობის ნაკრები, აგრეთვე ასაფეთქებელი მოწყობილობების დიაგნოსტიკის გადამწოდები და პიდროდამანგრევლები.

მართვის სისტემა უზრუნველყოფს მოძრაობის მართვას და ტექნოლოგიური აღჭურვილობის მუშაობას. მისი საშუალებით ხორციელდება ენერგეტიკული დანაღვარისა და სავალი ნაწილის ადაპტური მართვა სატრანსპორტო სისტემის გარემოსთან ურთიერთქმედების გათვალისწინებით.

მართვის სისტემაში შედის რობოტზე განლაგებული საინფორმაციო-მმართველი ნაწილი (რობოტის მართვის აპარატურა, გადამწოდები, ტექნიკური ხედვის სისტემა და პირველადი ინფორმაციის დამუშავების მიკროპროცესორები); მობილური რობოტის ოპერატორის პოსტი (მართვის პულტი, ვიდეომონიტორები, ინფორმაციის დამუშავების ეჭვი) და მიმღებ-გადამწოდი აპარატურის კომპლექტი, რომელიც უზრუნველყოფს რობოტიდან ოპერატორის პოსტამდე ინფორმაციისა და ოპერატორის პოსტიდან რობოტამდე მმართველი ბრძანებების გადაცემას. ამასთან, მართვის სისტემაში უნდა უზრუნველყოს მოძრაობის დაგეგმვა არადეტერმინირებულ პირობებში კარტოგრაფიული ბაზისა და რობოტის სხვადასხვა სისტემიდან მართვის სისტემაში შემავალი უწყვეტი ინფორმაციის საფუძველზე.

მართვის სისტემის სირთულე განისაზღვრება შესასრულებელი ამოცანის სირთულით, გარემოს განუსაზღვრელობის ხარისხითა და რობოტის მოთხოვნილი ავტონომიურობის დონით. მართვის სისტემების განვითარება განაპირობებს რობოტების კომპლექსების განვითარებას მთლიანობაში. სწორედ ეს დაედო საფუძვლად თაობების მიხედვით მობილური რობოტების კლასიფიკაციას. ზოგადად მართვის სისტემა შეიცავს მართვის სამ დონეს: ზედას (სტრატეგიულს), საშუალოს (ტაქტიკურს) და ქვედას (შემსრულებელს). მართვის დონეების ურთიერთქმედების ორგანიზება უნდა უზრუნველყოფდეს გადაწყვეტილების მიღებას ისეთ დონეზე, რომელზედაც იმ მოქენტისათვის არსებობს უტყუარი ინფორმაცია (უფრო მაღალ დონეზე მართვის გადაცემის გარეშე). ადამიანი (ოპერატორი) თანამედროვე ეტაპზე წარმოადგენს მართვის სისტემის განუყოფელ ნაწილს. მართვის სისტემაში ადამიანის ფუნქციები განსაზღვრავს მის სირთულეს.

პირველი თაობის რობოტებში ოპერატორი აქტიურად მონაწილეობს მართვაში სამივე დონეზე და შემსრულებელი მექანიზმის ხელით უშუალო მართვაშიც კი. ეს ყოველივე ამარტივებს მართვის სისტემას, მაგრამ ართულებს ოპერატორის მუშაობას. დისტანციური მართვის რეჟიმში საგზაო სიტუაციების ამოცნობა, მარშრუტის დაგეგმვა და მართვის ბრძანებების ფორმირება ხორციელდება ოპერატორის მეშვეობით სტაციონარული ან მოძრავი მართვის პულტიდან. დისტანციური მართვის

ნაკლოვანებები განპირობებულია კავშირგაბმულობის ტელე- და რადიოარხების დაბალი დაცულობით, რადიოდუმილის რეკიმის შენარჩუნების შეუძლებლობით, რადიოჩრდილის ზონებში კავშირის დაკარგვის საშიშროებით.

მეორე თაობის რობოტებში ქვედა დონის მართვა ხორციელდება რობოტის საბორტო მართვის სისტემით. აქ უკუკავშირის გამოყენებით განისაზღვრება რობოტის როგორც სამუშაო მდგომარეობა, ისე მისი მდგომარეობა გარემოში.

მესამე თაობის რობოტებში ადამიანისათვის დათმობილია მხოლოდ სტრატეგიული დონე; კერძოდ, ოპერატორისა და სისტემის ურთიერთობა შემოიფარგლება მხოლოდ დაგალების გაცემითა და ამ დაგალების შესრულების შესახებ ინფორმაციის მიღებით. საერთოდ, დონისძიებები მიმართული ოპერატორის ფუნქციების შემცირებისაკენ ძირიად ფასობს, რადგან ავტომატური სისტემა უნდა იყოს უნივერსალური, მოქნილი და გამოიჩინა ინტელექტის ფართო შესაძლებლობებით. ამასთან, ხელოვნური ინტელექტის სისტემის საშუალებით ამოხსნილი ნებისმიერი დამატებითი ამოცანა საჭიროებს გადაწყვეტის სპეციალური ალგორითმებისა და სპეციალიზებული ტექნიკური საშუალებების შემუშავებას; კერძოდ, სპეციამომთვლელებს, შემსრულებელ და მგრძნობიარობის ახალ ტექნიკურ საშუალებებს, ანუ ყოველი ასეთი ამოცანა რთული სამეცნიერო-ტექნიკური პრობლემის წინაშე დგას.

თანამედროვე ეტაპზე მიზანშეწონილია შეიქმნას ავტომატური და დისტანციური სუპერვიზორული მართვის მქონე ისეთი კომბინირებული სისტემები, რომლებშიც გზის მოძიებას და მასზე გასვლას განახორციალებს ოპერატორი, გზაზე მოძრაობას – აგროპილოტი, ადგილმდებარეობის ორიენტირების ძებნასა და მათ იდენტიფიკაციას – ოპერატორი, რობოტის ადგილმდებარეობის გამოთვლას – მართვის საბორტო სისტემა. მართვის პროცესიდან ადამიანის გამორიცხვა მკვეთრად შეამცირებს ეთერით გადაცემული ინფორმაციის მოცულობას, ხოლო რთულ სიტუაციებში მისი ჩარევა გააფართოებს გადასაწყვეტი ამოცანების სფეროს. გარდა ამისა, ავტომატური სისტემა უზრუნველყოფს დაგალების შესრულების გაგრძელებას ან რობოტის ევაკუაციას სახიფათო ზონიდან კავშირის დარღვევის ან რადიოდანადგარების მწყობრიდან გამოსვლის დროს.

მობილური რობოტის გამოყენება უფრო ეფექტურია რობოტექნიკური კომპლექსის შემადგენლობაში, რომელიც შექმნილია მობილური რობოტების ჯგუფისაგან. ჯგუფში შესულია მიწოდების, ენერგოუზრუნველყოფის, ტექნიკური მომსახურების საშუალებების, მონაცემთა დამუშავებისა და მართვის ცენტრალური პოსტი, რაც უზრუნველყოფს მობილური რობოტების უნივერსალობას და მათს სხვადასხვა სფეროში გამოყენების შესაძლებლობას. განსაკუთრებულ სიტუაციებსა და სამხედრო საქმეში რობოტექნიკის გამოყენებისათვის პრიორიტეტულ მნიშვნელობას იძენს რობოტების ტექნიკური შესაძლებლობები, ექსტრემალურ პირობებში მათი მუშაობის უნარი, მომსახურე პერსონალის დაცვის უზრუნველყოფა. სამოქალაქო მრეწველობაში რობოტების გამოყენებისას უფრო დიდი ყურადღება ექცევა მათს ეკონომიკურ ეფექტიანობას.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, მობილური რობოტების გამოყენება შესაძლებელია სპეციამსახურებისა და პოლიციის ქვედანაყოფების ნებისმიერი ოპერაციის დროს; კერძოდ, ფეთქებასაშიში საგნების ძებნის, ანტიტერორისტული ოპერაციებისა და მნიშვნელოვანი ობიექტების დაცვისას.

რობოტები ხელს უწყობს ისეთი ტაქტიკური ამოცანების გადაწყვეტას, როგორიც ჩნდება ფეთქებასაშიში სამუშაოების დროს:

- ასაფეთქებელი მოწყობილობების მოძიება და დიაგნოსტიკა;
- ასაფეთქებელი მოწყობილობების განადგურება ან ევაკუაცია;
- ასაფეთქებელი მოწყობილობების გაუვნებლება;
- ობიექტებისა და ტერიტორიების ქიმიური და რადიოაქტივური დაზვერვა.

ანტიტერორისტული ოპერაციების დროს:

- რადიოელექტრონული დაბრკოლებების, სპეციალური და კვამლის ფარდების მოწყობა;
- არალეტალური მოქმედების სპეციალური საშუალებების ადგილზე მიტანა და გამოყენება;

- დაკავებულ ან დაცულ ობიექტებში ფარული შეღწევა;
- რადიოელექტრონული, აუდიო- და ვიდეოდაზვერვის ჩატარება;
- დაბრკოლებების გადალახვა (კარის მოხსნა, კედლის დანგრევა);

ობიექტების დაცვის დროს:

- ობიექტის ტერიტორიისა და პერიმეტრის პატრულირება;
- ობიექტის ტერიტორიაზე შეღწევის აღკვეთა;
- ობიექტზე შესული პირების ნეიტრალიზება.

ჩამოთვლილი ოპერაციები ტარდება სხვადასხვა ობიექტზე განსხვავებულ პირობებში:

- საზოგადოებრივი ტრანსპორტის ობიექტებზე (საქალაქო, საავიაციო, საზღვაო, საავტომობილო ტრანსპორტი, რკინიგზა);
- ადამიანის საცხოვრებელ და სამუშაო ადგილებში (ბინები, სახლები, ოფისები და ა.შ.);
- სამრეწველო ობიექტებზე (ქიმიური მრეწველობის, ბირთვული ტექნოლოგიური ციკლის ობიექტები და სხვ.);
- ქალაქის ინფრასტრუქტურის ობიექტებზე (კანალიზაცია, თბოსადგურები, წყალგაყვანილობა და ა.შ.).

ჩასატარებელი ოპერაციების სპეციფიკა, ექსპლუატაციის პირობები და რობოტის ფუნქციური დანიშნულება განსაზღვრავს მის კონსტრუქციულ თავისებურებას, მართვის სისტემის სირთულის ხარისხს, მასაგაბარიტულ მახასიათებლებსა და სპეციალურ აღჭურვილობას.

მობილური რობოტი უნდა აქმაყოფილებდეს შემდეგ საერთო მოთხოვნებს:

- რობოტს უნდა პქონდეს მაღალი მანევრულობა და გამავლობა ქალაქის პირობებში, შენობა-ნაგებობებში, ნგრევის ზონებში, ტერასულ ადგილებში, მყარ და დეფორმირებად გრუნტებზე;
- რობოტი სამედოდ უნდა გადაადგილდებოდეს მოუმზადებელ ბუნებრივ და ადამიანის საქმიანობისთვის სპეციალურად მომზადებულ პირობებში;
- რობოტის კონსტრუქციამ უნდა უზრუნველყოს აღჭურვილობის სწრაფი გაშლა სპეცოპერაციების შესრულების დროს.

ზემოაღნიშნული ამოცანების შესასრულებლად შექმნილია მობილური რობოტების მთვლი რიგი ძირითადი ჯგუფები:

• მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსები – უნივერსალური რობოტები, რომლებიც განკუთვნილია საქალაქო ინფრასტრუქტურის, ტრანსპორტის და ა.შ. ობიექტებსა და ლია ბუნებრივ ადგილებში სამუშაოდ;

• სპეციალური რობოტტექნიკური კომპლექსები – რობოტები, რომლებსაც შეუძლია ვერტიკალურ და დახრილ სიბრტყეებზე, მიღსაღენებსა და სხვა ანალოგიურ ადგილებში გადაადგილება;

• მცირევაბარიტიანი, დისტანციურად მართვადი საფრენი აპარატები – საპაურო რობოტები დაზგერვითი ოპერაციების ჩასატარებლად ლია სივრცეში.

მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსები გამოიყენება:

• საბრძოლო სპეცოპერაციების ჩატარებისას (გადამღობი ცეცხლი, ზღუდეების დანგრევა და ა.შ.);

- დაზვერვის დროს;
- ფერჭებასაში სამუშაოების შესრულებისას (ნაღმების, აუფეთქებელი ჰურვების, საეჭვო საგნების მოძიება და გაუვნებლება);
- მნიშვნელოვანი ობიექტების უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

მასის, მობილურობის და ძირითადი დანიშნულების მიხედვით ეს კომპლექსები შეიძლება დაიყოს ოთხ ჯგუფად: ზემსუბუქ (35 კგ-მდე მასით), მსუბუქ (150 კგ-მდე მასით), საჭუალო სიმძიმის (800 კგ-მდე მასით) და მდიმე (800 კგ და ზევით).

მსოფლიო პრაქტიკაში განვითარება პოვა პირგელი სამი ჯგუფის რობოტობების კომპლექსებით. ეს განპირობებულია მათი მანევრულობით, შესასრულებელი დავალების კონკრეტული სახეობისადმი სწრაფი ტექნიკური ადაპტაციის უნარითა და მათ წარმოებასა და ექსპლუატაციაზე შედარებით ნაკლები მატერიალური დანახარჯებით.

რობოტების უმრავლესობის კონსტრუქციებში ჩადებული მოდულური პრინციპი საშუალებას იძლევა შეიქმნას მრავალფუნქციური კომპლექსები (იგულისხმება ერთიან საბაზო სატრანსპორტო სისტემაზე მუშა სისტემის ფორმირება ცვლადი შეიარაღების, აღჭურვილობისა და შესაბამისი მართვის სისტემის დამონტაჟებით).

800 კგ-მდე მასის რობოტებისათვის მუშავდება ორიგინალური სპეციალიზებული სატრანსპორტო მოდულები. უფრო მძიმე რობოტტექნიკური სისტემებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა სერიული შასი. სპეციალური აღჭურვილობის მქონე კონსტრუქციულად უნივერსალური მობილური რობოტები წარმოადგენს მცირებაბარიტიან თვითმავალ საშუალებებს, რომლებიც დაკომპლექტებულია დაზვერვითი აპარატურით, ცვლადი მუშა იარაღებითა და სხვა საშუალებებით.

ამ შემთხვევაში გათვალისწინებულია დისტანციური მართვა ოპერატორის საშუალებით, უშუალოდ ან ტელეკამერით.

რობოტებზე დასაყენებელ აღჭურვილობაში შედის:

- ტელეაღჭურვილობა (კამერები ფერადი გამოსახულებით);
- განათების საშუალებები (მათ შორის დამით ხედვის სისტემები);
- მანიპულატორები, რომლებიც გამოიყენება ობიექტების ატაცების, გადაადგილებისა და ტრანსპორტირებისათვის;
- პორტატიული რენტგენის დანადგარი ობიექტების მოძიებისა და მათი საშიშროების ხარისხის დადგენისათვის;
- აღჭურვილობა ფერქებასაშიში საგნების ადგილზე განადგურებისათვის (პილოტგამანადგურებლები, გლუკომეტრიანი თოფები, აცეტილენის სანთურები);
- სტეტოსკოპები (საქვეო ობიექტების მოსასმენად) და სარკეების ნაკრები (საქვეო ობიექტების დასათვალიერებლად).

მანქანების შასი დამზადებულია ალუმინის შემცველი შენადნობებისაგან. აქვს თვლიანი, მუხლება ან ცვლადი საფალი ნაწილი; შასიზე დამონტაჟებულია მანიპულატორი, რომელზედაც მარტივად მონტაჟება ცვლადი აპარატურა და იარაღები. ენერგეტიკული დანადგარის როლს ასრულებს ელექტროაქტულატორები.

დისტანციურად მართვადი მანქანების მცირე მასისა და გაბარიტების გამო მათი ტრანსპორტირება შესაძლებელია მსუბუქი სატრანსპორტო საშუალებებით, ხოლო დატვირთვა-გადმოტვირთვა – საკუთარი სვლით.

ქვემოთ მოყვანილია იმ პროექტების მოკლე მიმოხილვა, რომლებიც დაკავშირებულია მცირე-გაბარიტიანი მობილური რობოტების გამოყენებასთან. სამხედრო და ექონომიკური თვალსაზრისით, მოწინავე განვითარებული ქვექნები თავიანთ ჯარს აღჭურავენ სხვადასხვაგარი რობოტით – დაწყებული უპილოტო საფრენი აპარატებით და დამთავრებული მოძრავი სახმელეთო ინტელექტუალური რობოტების მოწყობილობებით. ამ მიმართულებებს ისინი ნაციონალური პროგრამების სტატუსს ანიჭებენ.

აშშ-ში უახლოეს ათწლეულებში (2030 წლამდე) შეიარაღებული ძალების განვითარების უველავე მნიშვნელოვან მიმართულებას წარმოადგენს FCS (Future Combat Systems – მომავლის საბრძოლო სისტემა) პროგრამა [1], რომლის ფარგლებში სამხედრო-სახმელეთო რობოტიზებული მოძრავი საშუალებების რამდენიმე ტიპის შექმნაა გათვალისწინებული. კერძოდ, FCS პროგრამის მეოთხე ქვეჯგუფი – სახმელეთო დისტანციურად მართვადი მანქანები – UGV (Unmanned Ground Vehicles – უეპიბაჟო სახმელეთო მანქანები) ითვალისწინებდა შეიარაღებული რობოტიზებული – ARV (Armed Robotic Vehicle), სადაზვერვო – RSRA (Reconnaissance, Surveillance and Target Acquisition),

მოიერიშე (Assault), სასანგრე, სატრანსპორტო დახმარების მრავალფუნქციური MULE (Multifunctional Utility Logistics and Equipment Platform) და მცირებაბარიტიანი უპილოტო მანქანების – SUGV (Small Unmanned Ground Vehicle) შექმნას.

ერაყსა და ავღანეთში სახმელეთო უპილოტო რობოტიზებული საშუალებების რაოდენობა 2004 წლიდან 2010 წლამდე გაიზარდა 162 ერთეულიდან 7000-მდე. 2015 წლის ბოლოსათვის აშშ-ში გეგმავენ არსებული საბრძოლო სახმელეთო მანქანების მესამედის რობოტიზებას.

Andros-ის ოჯახის გამნაღმველი უპილოტო რობოტი (ნახ. 1) მიეკუთვნება დისტანციურად მართვადი რობოტების კლასს, რომლებსაც იყენებენ ამერიკელი სამხედროები [2]. საბაზო კომპლექტში შედის LCD მონიტორი, თავად გამნაღმველი რობოტი, დამაკავშირებელი კაბელი და დამატებითი მოწყობილობები, რომლებიც აუცილებელია დასახული ამოცანების შესასრულებლად.



ნახ. 1. მობილურ რობოტ Andros MkVA-ს აქვს ადაპტური მუხლება მაძრავი.
მუხლების წინა და უკანა სექციებს შეუძლია შეცვალოს თავისი მდგომარეობა
და ამით უზრუნველყოს მანქანის მაღალი გამავლობა

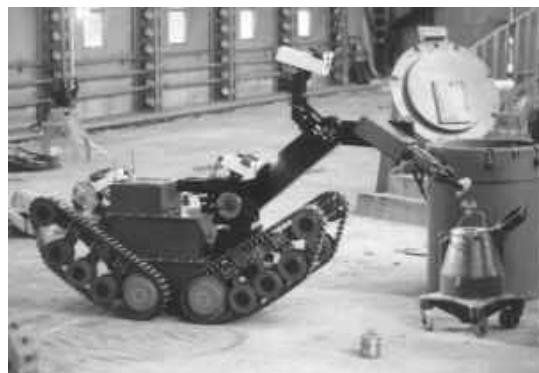
სამხედრო კომპლექსების განვითარების ერთ-ერთი მაგალითია ექსპურიმენტული რობოტიზებული დამცავი კომპლექსი MDARS (აშშ). კომპლექსის დანიშნულებაა სამხედრო საწყობების დაცვა. იგი დამუშავებულია SPAWAR System Center-ში (სან-დიეგო) აშშ-ის თავდაცვის სამინისტროსთან კონტრაქტის საფუძველზე [3]. ტერორიზმის მზარდი საფრთხის გამო ამ მიმართულების განვითარება ბოლო დროს გახდა აქტუალური.

ამერიკის სამხედროების მიერ უპილოტო სახმელეთო სატრანსპორტო საშუალებების დამუშავებაზე გამოყოფილმა მილიონობით აშშ დოლარმა შედეგი გამოიღო. აშშ-ის ისეთმა მსხვილმა კომპანიებმა, როგორიცაა SuperDroid ჩრდილოეთ კაროლინაში [4] და iRobot მასაჩუსეტსის ტექნოლოგიურ ინსტიტუტში [5], უკვე აითვისა საყოფაცხოვრებო და სამხედრო რობოტების დიდი ნომენკლატურის სერიელი წარმოება (ნახ. 2). პირველი სერიელი საბრძოლო რობოტების მასა დაახლოებით 200 კგ-ია. იგი აღჭურვილია მექანიკური მანიპულატორით, გადაადგილდება მუხლების საშუალებით და აღჭურვილია 40 მმ-იანი მრავალლულიანი უჟმბარმტყორცნით. რობოტი iRobot PackBot Explorer-ის მოდიფიცირებულ ვარიანტში გამოყენებულია ელექტრული პისტოლეტი Taser X26.



ნახ. 2. უნივერსალური მრავალფუნქციური რობოტები

დღეისათვის სხვადასხვა ქვეყნის რობოტებების ური საშუალებების ქვედანაყოფები აღჭურვილია დისტანციურად მართვადი მანქანებით; მაგალითად MV-3 (ნახ. 3); BROKK Holmhed Systems AG (შვედეთი, ნახ. 4); MPK-25M და MPK-26M – ბაუმანის ტექნიკური უნივერსიტეტი (რუსეთი, ნახ. 5).

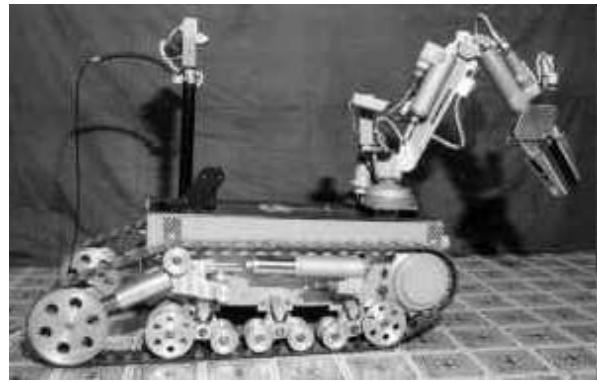


ნახ. 3. მოძილური რობოტი MV-3 ფერქებასაშიში საგნის (ნაღმის) კონტეინერში ჩატვირთვისას



ნახ. 4. დისტანციურად მართვადი რობოტი BROKK 330

საბრძოლო სახმელეთო რობოტიზებული მანქანების დამუშავებისას წარმოიქმნა დილემა: რობოტებს განიხილავენ როგორც „სახარჯო მასალას“, რომლებიც არ საჭიროებს სპეციალურ დაცვას ან ჯავშანს. პირველ შემთხვევაში მივიღებთ იაფ და მანევრულ რობოტებს, მაგრამ შეიძლება მწყობრიდან გამოვიდეს პირველივე გასროლისთანავე. მეორე შემთხვევაში მათი სიცოცხლისუნარიანობა გახანგრძლივდება, მაგრამ გაიზრდება ფასი, მანქანის სიმძლავრე და მასა, შემცირდება მანევრულობა. საბრძოლო ამოცანიდან გამომდინარე, დღეს მუშაობა ხორციელდება ორივე მიმართულებით.



**ნახ. 5. მობილურ რობოტ MPK-25-ს (ბაუმანის ტექნიკური უნივერსიტეტი)
აქეს ცვლადი გეომეტრიის მქონე სავალი ნაწილი**

რაფიელ დგალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის მობილური მანქანების განყოფილებაში დამუშავებული და აგებულია მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსი (ნახ. 6). მისი კონსტრუქცია ბაზირდება ზემოაღნიშნულ აგების მოდულურ პრინციპზე, რაც საგრძნობლად ამცირებს დამუშავებისა და დამზადების ხარჯებს და აფართოებს მისი გამოყენების სფეროს.



**ნახ. 6. რაფიელ დგალის მანქანათა მექანიკის ინტიტუტში დამუშავებული
და შექმნილი მობილური რობოტტექნიკური კომპლექსი**

კომპლექსის აღჭურვილობაში შედის: საბაზო მობილური მოდული, ანთროპომორფული ტიპის მანიპულატორი, დისტანციური მართვის პულტი, შემაერთებელი კაბელი და რადიომართვის პულტი. მანიპულატორი შედგება მხარისაგან, იდაყვისაგან, მაჯისა და მარწუხისაგან. საყრდენი ფილის მეშვეობით მანიპულატორი მარტივად მაგრდება პლატფორმაზე. საყრდენი ფილი თავსდება საყრდენის მიმმართველებზე და ფიქსირდება მოსაჭერი თამასებით. მანიპულატორის მხარი და იდაყვი წარმოადგენს სივრცით ჩარჩოებს. მხარის ერთი ბოლო ხისტადაა დამაგრებული ჭია რედუქტორის გამომავალ ლილვზე, ხოლო მეორე – სახსრულად უკავშირდება იდაყვს. იდაყვის მეორე ბოლოც ასევე სახსრულად უკავშირდება მანიპულატორის სატაცს. რობოტი აღჭურვილია ორი ტელეკამერით. პირველს აქეს ფართო გაშლის კუთხე და ფიქსირებული საფოკუსე მანძილი (პანორამული ხედვისთვის), ხოლო მეორეს – ტრანსფორმატორი ობიექტების გამოსახულების გადადებისათვის (მოახლოებისათვის). ცხრილში წარმოდგენილია ზემოაღნიშნული რობოტტექნიკური კომპლექსის ტექნიკური მახასიათებლები.

**რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინტიტუტში დამუშავებული და შექმნილი
მობილური რობოტექნიკური კომპლექსის ტექნიკური მახასიათებლები**

მასა, კგ.	62
გაბარიტული ზომები:	
სიგრძე, მმ	860
სიგანგ, მმ	600
სიმაღლე, მმ	570
მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ	08÷2,1
მანიპულატორის ტვირთამწეობა, კგ	10
მანიპულატორის ხელის შვერი, მმ	1200
მანიპულატორის მოქმედების რადიუსი:	
ბრუნვის დერძიდან, მმ	1000
შასის უკიდურესი წერტილიდან, მმ	830
სისტემის თავისუფლების ხარისხის რიცხვი	8
ძირითადი მოძრაობების ამძრავების ტიპი	ელექტრომექანიკური

დასკვნა

ჩატარებული ლაბორატორიული და საექსპლუატაციო გამოცდების შედეგად დადგინდა, რომ რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში დამუშავებული მობილური რობოტექნიკური კომპლექსის კონსტრუქცია მთლიანობაში პასუხობს ასეთი სისტემებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს. მანიპულატორი მუშა ზონის ფარგლებში თავისუფლად მანიპულირებს სხვადასხვა ფორმის, ზომისა და 10 კგ-მდე მასის ობიექტებით. მობილური მუხლებია პლატფორმა მაღალი გამავლობისაა. მას შეუძლია კიბეებსა და 35° დახრილობის მქონე ზედაპირებზე გადაადგილდება. დამუშავებული დისტანციური მართვის სამი ორიგინალური სისტემით – კაბელით, რადიოთი და ფიჭური ტელეფონით – უზრუნველყოფილია მობილური რობოტექნიკური კომპლექსის საიმედო მართვა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Future Combat Systems Manned Ground Vehicles. www/URL:
<http://en.wikipedia.org/wiki/FutureCombatSystemsMannedGroundVehicles> (მიმართვის თარიღი 16.11.2013)
2. Remotec ANDROS Mark V-A1 Robot from Northrop Grumman. www/ URL:
<http://www.azorobotics.com/equipment-details.aspx?EquipID=412> (მიმართვის თარიღი 11.10.2013)
3. Mobile Detection Assessment and Response System (MDARS). www/URL:
<http://www.gdrs.com/robotics/programs/program.asp?UniqueID=27> (მიმართვის თარიღი 17.11.2013)
4. Super Droid Robots. This is our HD2-S with a multi-axis robotic arm.www/ URL:
<http://www.superdroidrobots.com/shop/item.aspx?hd2-s-tactical-swat-eod-robot-with-multi-axis-arm/1090/>
(მიმართვის თარიღი 20.11.2013)
5. Боеевые роботы фирмы iRobot. www/URL: <http://sa100.ru/robots2/manufacturer/USA/iRobot/iRobot.htm>
(მიმართვის თარიღი 20.10.2013)

MOBILE ROBOTOTECHNICAL COMPLEXES WITH THE EXPRESS PURPOSE

R. Partskhaladze, V. Margvelashvili, S. Sharashenidze, I. Zakutashvili, N. Bashaleishvili

(R. Dvali Institutie of Machine Mechanics)

Resume: The article is concerned with the robototechnical sphere. Robots are used to perform various types of repair, recovery and rescue operations in extreme conditions and situations on the ground, as well as in cases of accidents, natural disasters and their consequences. In recent years, robots are used for almost all areas of human activity. The robots are designed to replace the person in cases, where the task is beyond human capabilities, or subject to excessive threat to health and life. Mobile robots are universal and therefore can be used in various fields. With regard to the use of robots for military purposes and in emergency situations, the robots are given as priority for technical capabilities, suitability for use in difficult and extreme conditions and have ability to ensure the protection of staff. At present time, a large number of mobile robots have been created. In this article different variants of mobile robotic systems manufactured in different countries are considered. The design of such robot constructed in Georgia is also described in the article.

Key words: robot; manipulator; gripper; distance control; mobile platform.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МОБИЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Парцхаладзе Р. И., Маргвелашвили В. О., Шарашенидзе С. Г., Закуташвили И. Б.,
Башалеишвили Н. Т.**

(Институт механики машин Р. Двали)

Резюме: Статья касается сферы робототехники. Роботы специального назначения служат для выполнения различного вида ремонтных, восстановительных и спасательных работ в экстремальных условиях и ситуациях на Земле, а также в случаях аварий, стихийных бедствий и при ликвидации их последствий. В последние годы происходит роботизация буквально всех сфер человеческой деятельности. Робот призван заменить человека в случаях, когда выполнение задачи находится за пределами человеческих возможностей, либо сопряжено с чрезмерной угрозой здоровью и его жизни. Мобильные роботы универсальны и поэтому могут быть использованы в разных областях. Применительно к использованию робототехники в военных целях и в чрезвычайных ситуациях приоритетное значение имеют технические возможности роботов, пригодность к эксплуатации в жестких и экстремальных условиях и способность обеспечить защиту обслуживающего персонала. В настоящее время создано большое количество мобильных роботов. В статье рассмотрены различные варианты мобильных робототехнических комплексов, изготовленных в различных странах. Приводится конструкция такого комплекса, построенного в Грузии.

Ключевые слова: робот; манипулятор; схват; дистанционное управление; мобильная платформа.

სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა

ოთხეურიანი სატრანსპორტო გამონის ოპტიმალური სამუხრავი ბერპეტული ბაზაცემის დამუშავება

ს. შარაშენიძე, ვლ. მარგველაშვილი, რ. ფარცხალაძე, ი. ზაკუტაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: თანამედროვე გაგონები და მათ შორის ოთხეურიანი სატრანსპორტო გაგონი აღჭურვილია რთული მრავალრგოლიანი სამუხრავი ბერპეტული გადაცემებით. დიდი რაოდენობით სახსრული შეერთებების გამო იზრდება სამუხრავი ცილინდრიდან განვითარებული დაწოლის ძალის დანაკარგები ხახუნის ძალების დაძლევაზე, რის შედეგადაც უარესდება სრული სამუხრავი ეფექტი. ნაშრომში დამუშავებულია ოთხეურიანი სატრანსპორტო გაგონის სამუხრავი გადაცემის კონსტრუქციის ოპტიმალური ვარიანტი. განსაზღვრულია სამუხრავი ბერპეტული გადაცემის რაოდენობა, მიღებულია სათანადო ანალიზური გამოსახულებები თანამდებობის მიზნების მიზნებით.

საკვანძო სიტყვები: სატრანსპორტო გაგონი; ოპტიმალური გადაცემა; სახსრული შეერთება; ბერპეტული; წევები.

შესავალი

გაგონის სრული სამუხრავი ეფექტის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ სამუხრავი ცილინდრიდან განვითარებული დაწოლის ძალის უდანაკარგოდ ან მცირე დანაკარგებით სამუხრავი ხუნდებზე გადაცემით. დღეისთვის სამუხრავი გაანგარიშებები და შესაბამისი სქემები სამუხრავი ბერპეტული გადაცემებისათვის საქმაოდ მაღალ დონეზე განხილული [1, 2], მაგრამ დაწოლის ძალის გადაცემა უფრო ნაკლები დანაკარგებით შესაძლებელია სამუხრავი ბერპეტული გადაცემის ოპტიმალური კონსტრუქციის შექმნით, რაც ითვალისწინებს გადაცემაში შემავალი ბერპეტულის, წევებისა და სახსრული შეერთებების რაოდენობის შემცირებას.

ბოლო ხანებში სქემებით და სამუხრავი ბერპეტული გადაცემების ოპტიმიზაციის მიმართულებით [5] ჩატარებული გაანგარიშებით შეიქმნა ოპტიმალური სამუხრავი ბერპეტული გადაცემები ნაკლები რაოდენობის სახსრებითა და ბერპეტულით [4]. გარდა იმისა, რომ მიღწეულ იქნა არსებული გადაცემების კონსტრუქციული გაუმჯობესება, განხორციელდა ოპტიმალურ გადაცემათა რეალური გამომავალი პარამეტრების დინამიკური გაანგარიშება სახსრულ შეერთებებში არატექნილოგიური დრენირების გათვალისწინებით რეალური დინამიკური მოდელების შექმნისას [3]. დინამიკური ანალიზის შედეგების მიხედვით შესაძლებელი გახდა ოპტიმალური სამუხრავი ბერპეტული გადაცემების გამომავალი პარამეტრების კინემატიკური და დინამიკური პარამეტრების დიაპაზონების დაგენალიანდაგის მიმართ უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფად [6]. დაზუსტებულ იქნა პარამეტრები [7] არსებული და გაუმჯობესებული გადაცემების დინამიკური და კინემატიკური კვლევის გზით. ამ კვლევების შედეგები გამოქვეყნებულია ადგილობრივ უფრნალებსა და საერთაშორისო კონგრესების შრომათა კრებულებში. მსგავსი კვლევების ჩატარება აუცილებელია სატრანსპორტო ოთხეურიანი გაგონის

გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემისთვისაც. წინამდებარე ნაშრომში დამუშავებულია ამ გადაცემის ოპტიმალური ვარიანტი.

ძირითადი ნაწილი

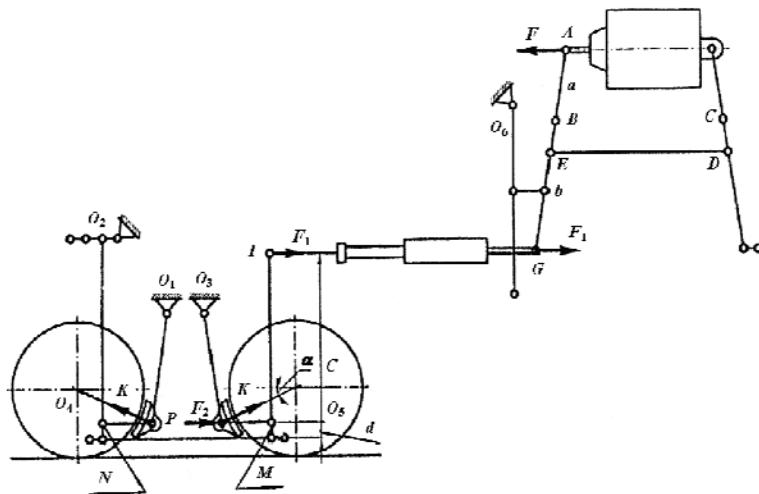
თანამედროვე სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემები ხასიათდება რთული კონსტრუქციით. ასეთი ბერკეტული გადაცემა ოთხლერმიანი სატვირთო ვაგონისათვის წარმოდგენილია 1-ლ ნახ-ზე მოცემულ სქემაზე, რომლის მიხედვით სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა მოძრაობაში მოდის A სახსრულ შეერთებაზე მოქმედი სამუხრუჭო ცილინდრიდან განვითარებული ჭოკის დაწოლის F ძალის საშუალებით. ჭოკზე მოქმედი F ძალის მიმართულება განსაზღვრავს DE წევისა და IG -რეგულატორიანი ბერკეტის გადაადგილებას მარჯვნივ. შესაბამისად, IM ვერტიკალური ბერკეტი შემობრუნვება M სახსრის გარშემო და გამოიწვევს სამუხრუჭო ხუნდის F_2 ძალით მიქერას თვლის გორვის ზედაპირზე. ამ დროს გადაადგილდება MN წევა მარცხნივ და O_2N ბერკეტის შემობრუნებისას მეორე ხუნდიც F_2 ძალით დააწვება თვლის გორვის ზედაპირს. რადგან ხუნდები განლაგებულია O_4 და O_5 თვლების ცენტრების ქვემოთ, ხოლო α ხუნდის დაწოლის კუთხეა, ამიტომ ხუნდის დაწოლის ძალა K მიმართული იქნება თვლების ცენტრისაკენ.

A სახსარზე ჭოკის ზემოქმედების შედეგად განვითარებული F_1 ძალა გამოითვლება ფორმულით:

$$F_1 = F \frac{a}{b}, \quad (1)$$

სადაც a და b არის AG ბერკეტის მხრები.

F ძალის გარდა, F_1 ძალის მნიშვნელობას განსაზღვრავს D და E სახსრების მდებარეობები. წარმოდგენილი ნახატის მიხედვით, გამოყენებულია კომპოზიციური ხუნდები, ხოლო D და E სახსრების გადატანისას C და B წერტილებში გამოიყენება თუნის ხუნდები.



ნახ. 1. ოთხლერმიანი სატვირთო ვაგონის არსებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა

ოუ ხუნდზე მოქმედი ძალა

$$F_2 = F_1 \frac{c+d}{d}, \quad (2)$$

მაშინ ხუნდის დაჭერის K ძალა გაიანგარიშება ფორმულით:

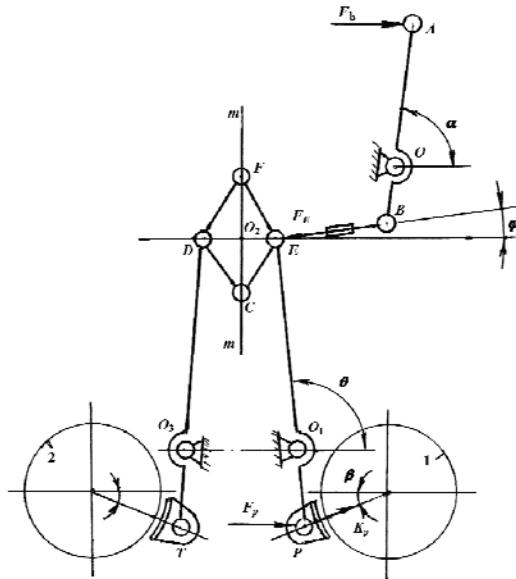
$$K = F_1 \frac{a}{b} \cdot \frac{c+d}{d}. \quad (3)$$

ხუნდის დაჭერის ასეთივე ძალა იმოქმედებს მეორე ხუნდის P სახსარშიც.
n რაოდენობის ხუნდების შემთხვევაში

$$K = nF_1 \frac{a}{\sigma} \frac{c+d}{d} \cos \alpha. \quad (4)$$

(1-4) ფორმულები სამართლიანია, როცა სახსრულ შეერთებებში ხახუნის ძალები არ არის გათვალისწინებული და მქე 1-ის ტოლია. შეერთებებში ხახუნის ძალების გათვალისწინებისას მქე დაახლოებით $0,8 \div 0,92$ დიაპაზონშია.

ავტორთა მიერ დამუშავებულ ოპტიმალურ სამუხრუჭო ბერკეტულ გადაცემაში (ნახ. 2) ბერკეტები, წევები და სახსრული შეერთებები ტრადიციულთან შედარებით უფრო ნაკლებია.



ნახ. 2. ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა

წარმოდგენილი ნახაზის მიხედვით, გადაცემის ამძრავი ბერკეტია უძრავი O სახსრული შეერთების მქონე AB ბერკეტი, რომლის A სახსარში მოდებულია სამუხრუჭო ცილინდრიდან განვითარებული F_b ძალა. O სახსრის მიმართ რაღაც α კუთხით AB ბერკეტის შემობრუნებისას მოძრაობაში მოდის BE წევა, რომელიც ბრტყელი $ECDF$ პარალელოგრამის E სახსარზე ზემოქმედებისას იწვევს B სახსრის გადაადგილებას მარცხნივ და, შესაბამისად, EO_2 და DO_2 მანძილების შემცირებას $m - m'$ მოქმედების ხაზის მიმართ. E სახსარში მიერთებული ვერტიკალური EP ბერკეტი შემობრუნდება უძრავი O_1 სახსრისკენ, ხოლო DT ბერკეტი – უძრავი O_3 სახსრისკენ. ამ პროცესის შედეგად ბრუნვის P და T სახსრებიანი ორივე სამუხრუჭო ხუნდი მიებჯინება პირველი და მეორე თვლის გორგის ზედაპირებს.

ბრტყელი $CDFE$ პარალელოგრამის E სახსარში დაწოლის ძალა განისაზღვრება ფორმულით:

$$F_E = F_b \frac{AO}{OB} \cos \varphi. \quad (5)$$

ხუნდის ბრუნვის P სახსარზე მოქმედი ძალაა F_p ;

$$F_p = F_E \frac{EP + O_1 P}{O_1 P} \cos \varphi. \quad (6)$$

თვლის გორგის ზედაპირზე მოსული დაწოლის ძალა K_p გაიანგარიშება ფორმულით:

$$K_p = F_{b.} \cdot \frac{AO}{OB} \cdot \frac{EP + O_1P}{O_1P} \cos \beta \cos \varphi. \quad (7)$$

n რაოდენობის ხუნდის შემთხვევაში:

$$K_p = nF_{b.} \cdot \frac{AO}{OB} \cdot \frac{EP + O_1P}{O_1P} \cos \beta \cos \varphi. \quad (8)$$

საბოლოო $FDEC$ ბრტყელი პარალელოგრამის O_2E მანძილის შემცირების გათვალისწინებით (8) ტოლობა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$K_p = nF_{b.} \cdot \frac{AO}{OB} \cdot \frac{CE}{EO_2} \cdot \frac{EP + O_1P}{O_1P} \cos \beta \cos \varphi. \quad (9)$$

არსებულთან შედარებით ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის უპირატესობას წარმოადგენს გამარტივებული კონსტრუქციული სქემა, რომლის მიხედვითაც ბერკეტების რაოდენობა 13-დან 8-მდეა შემცირებული, ხოლო სახსრული შეერთებები – 16-დან 10-მდე. სახსრული შეერთებების რაოდენობის შემცირებით იზრდება სამუხრუჭო ცილინდრიდან განვითარებული დაწოლის ძალის მნიშვნელობა სახსრებში სახუნის ძალების დაძლევისას ძალური დანაკარგების შემცირების ხარჯზე. გარდა ამისა, ლიანდაგთან ახლოს განლაგებული სამუხრუჭო კვანძების დამაკავშირებელი წევები ზიანდება, რაც აიხსნება ატმოსფერული ზემოქმედებით (ნალექი, ტალახი, ზეთისებრი ჰუჭი და სხვ.). ახალ კონსტრუქციაში ეს გამორიცხულია აღნიშნული წევების არარსებობის გამო. ამასთან, შესაძლებელია უძრავი სახსრების მქონე ბერკეტების ამძრავი და ამყოლი მხრების შეუზღუდვავი რეგულირებით გაუმჯობესდეს სრული სამუხრუჭო ეფექტი.

დასკვნა

შეიქმნა ოთხლერძიანი სატვირთო ვაგონის ოპტიმალური სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა, რომელსაც არსებულთან შედარებით უფრო ნაკლები ბერკეტები, წევები და სახსრული შეერთებები აქვთ.

სახსრების რაოდენობის შემცირებით შემცირდა სამუხრუჭო ძალის დანაკარგები სახსრულ შეერთებებში სახუნის ძალების დაძლევისას, ე.ო. გაიზარდა სამუხრუჭო ხუნდზე დაწოლის ძალის მნიშვნელობა.

ბერკეტების რაოდენობის შემცირებით შემცირდა გადაცემის წონა და მთელი რიგი ტექნიკური სამუშაოები, რაც გარკვეულ ეკონომიკურ ეფექტიანობას განაპირობებს.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. Афонин Г. С. Автоматические тормоза подвижного состава. М.: Академия, 2010.
2. Крылов В. И., Клыков Е. В. Автоматические тормоза. М.: Транспорт, 1973.
3. გ. ს. შარაშენიძე, ა. მ. შარვაშიძე. ცალმხრივი დამუხრუჭების მქონე ვაგონის ბერკეტული სამუხრუჭო გადაცემის დინამიკური მოდელის შექმნა // სტუს შრომები, № 3 (436), თბ., 2001, გვ. 92-94.
4. G. S. Sharashenidze, S. G. Sharashenidze. Optimal brake leverage for rail-car wheel with two sided press the shoes and calculation of its characteristic parameters // Problems of Applied Mechanics, N3(12), Tb., 2003, p. 28-36.
5. G. S. Sharashenidze, N. N. Mgebrishvili. Improved system of a braking lever transmission for rail-cars // Trans. of ASME RTDE 2008 Tech. Conference. 24-25 September, 2008, Chicago, Illinois, USA. PN: RTDF 2008 – 74006.
6. G. S. Sharashenidze, S. G. Sharashenidze, P. R. Kurtanidze. Of expedience of choice and collaboration of optimal systems of rail-cars braking lever transmission // Trans. of the GTU, N 2 (472), Tb., 2009, p. 96-99.
7. G. S. Sharashenidze, L. V. Baron, P. R. Kurtanidze. About dynamical analysis of existing and optimal brake leverage systems // Problems of Mechanics, N 1(38), Tb., 2010.

MECHANICAL ENGINEERING OF TRANSPORT

DEVELOPMENT OF OPTIMAL BRAKE LEVERAGE TRANSMISSION OF FOUR-AXLE RAIL-CARS

S. Sharashenidze, V. Margvelashvili, R. Partskhaladze, I. Zakutashvili

(Georgian Technical University, R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: Modern rail-cars, including a four-axle freight rail-cars are equipped with complex braking linkage transmissions, with taking into account the large number of joint connections. There are increased force losses from the brake cylinder to overcome the frictional forces in these connections, as a result of deteriorating full braking effect. In this paper there is developed an optimum variant of this transmission with less number of rods and joint connections. There is determined the transmission ratio. There are obtained the corresponding analytical expressions with taking into account the external forces.

Key words: freight rail-car; optimal transmission; joint connection, levers; tightenings.

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЧЕТЫРЕХОСНОГО ГРУЗОВОГО ВАГОНА

Шарашенидзе С. Г., Маргвелашвили В. О., Парцхаладзе Р. И., Закуташвили И. Б.

(Грузинский технический университет, Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме: Современные вагоны, в том числе четырехосный грузовой вагон, оснащены сложными тормозными и рычажными передачами. Большое количество шарнирных соединений, естественно, увеличивает силовые потери тормозного цилиндра на преодоление сил трения в этих соединениях, в результате чего ухудшается полный тормозной эффект. В работе разработан оптимальный вариант этой передачи с меньшим количеством тяг и шарнирных соединений. Определено передаточное число рычажной передачи тормозной системы. Получены соответствующие аналитические выражения с учетом внешних сил.

Ключевые слова: грузовой вагон; оптимальная передача; шарнирное соединение; рычаги; затяжки.

სატრანსპორტო მანქანათმშენებლობა

გაგონების კლასიფიკაცია და მოძრაობის თავისუფლების ხარისხის
ბანსაზღვრა ურიკის ელემენტების მოძრაობის მიხედვით

ს. შარაშენიძე, მ. ლლონტი, ვლ. მარგველაშვილი, რ. ფარცხალაძე,

ი. ზაკუტაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: ვაგონების კლასიფიკაციისა და ურიკების მოძრაობის მიხედვით დადგენილია სივრცეში ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი, რაც აუცილებელია ვაგონის მოძრაობისას გამომავალი პარამეტრების განვარიშების დროს. მოცემულია სამგზავრო და სატვირთო ვაგონების ძირითადი გეომეტრიული მახასიათებლები, რომელთა მიხედვითაც შესაძლებელია მოძრაობის თავისუფლების ხარისხისა და „ვაგონი-ლიანდაგის“ უთანაბრობათა გათვალისწინებით შეიქმნას კვლევის ალგორითმი სათანადო ქვეპროგრამებით ვაგონის თვლისა და რელსის გორვის ზედაპირების უთანაბრობათა ათვლისა და რებულინების მიზნით. დამუშავებულია ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების საანგარიშო სქემა ოთხდერძიანი ვაგონებისათვის ერთმაგი საბუქსე ზამბარული კომპლექტი.

საკვანძო სიტყვები: მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი; ვაგონი; ურიკა; წყვილთვალი; ზამბარული კომპლექტი.

შესავალი

ვაგონის უსაფრთხო მოძრაობა ლიანდაგზე დამოკიდებულია ვაგონის ტექნიკურ გამართულობაზე, გარედან მოქმედი ცენტრიდანული და ქარის დაწოლის ძალებზე, ატმოსფერულ ზემოქმედებაზე და სხვ. ამასთან, აუცილებელია თვლისა და რელსის თავის გორვის ზედაპირებს ახასიათებდეს უთანაბრობათა მინიმალური რაოდენობა [1, 2, 3]. აუცილებელია აგრეთვე დადგენილ იქნეს სამგზავრო და სატვირთო ვაგონების ტექნიკური პარამეტრები, რაც ყოველდღიურ ცვლილებას განიცდის ახალი სახის ვაგონის დაგეგმარებისას [4]. ამ ტექნიკური მონაცემების ბაზაზე კლასიკური მექანიკისა და მანქანათა თეორიის ძირითადი დებულებების მიხედვით [5, 6] შესაძლებელია განისაზღვროს მოძრავი ვაგონისა და მისი შემადგენელი ელემენტების დინამიკური მახასიათებლები. ამისათვის საჭიროა დადგინდეს ვაგონის ელემენტების მონაცემები და შედგეს სქემა ვაგონის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების ფორმირების მიზნით. ამ განტოლებების შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ვაგონის წრფივი და კუთხური განზოგადებული კოორდინატები და ძალები [7], რომელთა მიმართ შეიძლება შედგენილ იქნეს მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები დალამბერის პრინციპის ან ლაგრანჟეს მეორე რიგის მოძრაობის განტოლების გამოყენებით. ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების ხარისხის მიხედვით შედგენილ განტოლებათა ერთობლივი ამოხსნის შედეგად განისაზღვრება ვაგონის ძარის, ურიკის ჩარჩოსა და წყვილთვლების დინამიკური დატვირთვების დიაპაზონები.

ძირითადი ნაწილი

არსებობს სამი ძირითადი სახის ვაგონი: სამგზავრო, სატვირთო და სპეციალური. სამგზავრო ვაგონის დანიშნულებაა მგზავრების გადაყვანა შესაბამისი კომფორტის დაცვით, სატვირთოსი – სხვადასხვა მიმართულებით ტვირთების გადაზიდვა; ხოლო სპეციალურის – გარკვეული დანიშნულებით მგზავრების გადაყვანა ან ტვირთების გადაზიდვა.

მიღები სადგურის სიშორის მიხედვით სამგზავრო ვაგონები შეიძლება იქნას შორი მომოსვლისათვის (700 კმ-დე), ადგილობრივი მიმოსვლისათვის (140-დან 700 კმ-დე) და საგარეუბნო მიმოსვლისათვის (140 კმ-დე).

შორი მიმოსვლის სამგზავრო შემადგენლობა სასიათდება გაზრდილი სამარშრუტი სიჩქარით (140 კმ/სთ), აქვს ნაკლები განერებები და კომფორტულია. ოუ მოძრაობის სიჩქარე 140 კმ/სთ-ზე მეტია, მაშინ ასეთი შემადგენლობა ჩქარია. დიდსიჩქარიანი შემადგენლობისათვის მოძრაობის სიჩქარის დიაპაზონია $300 \div 500$ კმ/სთ.

უნიფიცირებული ძარისა და შიგა მოწყობილობის მქონე სამგზავრო ვაგონების პარამეტრებია: ავტოგადაბმულობის დერების შორის მანძილი – 24537 მმ; ძარის სიგრძე – 23600 მმ; მანძილი ურიკების ცენტრებს შორის – 17000 მმ; ვაგონის ჩარჩოს სიგრძე – 23600 მმ. ასეთივე გეომეტრიული პარამეტრებით სასიათდება მრავალწახნაგა გამჭვირვალესახურავიანი ორსართულიანი ტურისტული ვაგონები.

სატვირთო ვაგონები უნივერსალურია ან სპეციალიზებული. უნივერსალურის საშუალებით გადაიზიდება ფართო ნომენკლატურის ტვირთები, ხოლო სპეციალიზებულით – ერთნაირი ტვირთები.

უნივერსალური ვაგონებია: დახურული ვაგონები გასაწევი კარგით და ჩასატვირთავი სარქვლებით გვერდით კედლებსა და სახურავზე; ნახევარვაგონები გასატვირთავი სარქვლებით; პლატფორმები გადასაწევი გვერდითი კედლებით; იზოთერმული ვაგონები და ცისტერნები.

დახურული ვაგონები გამოიყენება ატმოსფერული ნალექებისა და გაძარცვისაგან დასაცავად. ასეთი ვაგონებით გადასატანი ტვირთებს მიეკუთვნება პაკეტირებული და ზოგიერთი ფხვიერი ტვირთი. ისინი აღჭურვილია საგენტილაციო სარქვლებით ბოსტნეულისა და ხილის გადასატანად, სახურავიდან შესაძლებელია ჩაიტვირთოს ხორბალი ან სხვა სახის კედების პროდუქტი. დახურული ვაგონების პარამეტრები წარმოდგენილია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

ოთხდერძიანი დახურული ვაგონის გეომეტრიული პარამეტრები

გეომეტრიული პარამეტრები, მ	დახურული ვაგონის მოდელები			
	11-066	11-217	11-260	11-270
ავტოგადაბმულობის დერების შორის მანძილი	14,73	14,73	16,97	14,73
ჩარჩოს სიგრძე	13,87	13,87	15,75	13,87
მაქსიმალური სიგრძე	3,282	3,249	3,26	3,266
ვაგონის ბაზა	10	10	12,24	10

ნახევარვაგონებით ხდება ქვანახშირის, მაღნეულის, ხე-ტყის, ლითონის, ასევე ნაყარი მასალისა და ისეთი ტვირთების გადაზიდვა, რომლებიც არ საჭიროებს ატმოსფერული გარემოსაგან დაცვას. ნახევარვაგონს არა აქვს სახურავი.

სამგზავრო, სატვირთო ან სპეციალური ვაგონების გარდა, არსებობს სამხედრო ტექნიკის გადასატანი ვაგონები გადასაშლელი სახურავით, სპეციალური რაკეტამატარებელი პლატფორმები და სხვ. აღსანიშნავია, რომ ვაგონების ტექნიკური და გეომეტრიული მახასიათებლების მიხედვით,

შესაძლებელია დაზიანებათა აღმოჩენა და სპეციალური ალგორითმის შექმნა ამ დაზიანებათა გამოკვლევისა და აღმოფხვრის მიზნით.

ამ ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით, რომელთა შედეგების კომპიუტერული უზრუნველყოფით გადაწყვეტილი იქნება არსებულ და მოსალოდნელ დაზიანებათა რეგისტრაცია, დამუშავდება ღონისძიებები რეგულირების მოსალოდნელი შედეგების მაჩვენებლების სახით.

ნებისმიერი სახის ვაგონის სავალი ნაწილია ურიკა, რომელიც უზრუნველყოფს მოძრაობის უსაფრთხოებას ლიანდაგზე, სვლის სიმდოგრის მახასიათებელ პარამეტრებს და მოძრაობის სიჩქარეს.

დანიშნულების მიხედვით, არსებობს სატვირთო და სამგზავრო ვაგონების ურიკები; დერძების მიხედვით, ურიკა შეიძლება იყოს ორდერმიანი, ოთხდერმიანი და მრავალდერმიანი. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ორდერმიანი ურიკები.

ბოლო წლებში დამუშავებულ იქნა მოდერნიზებული KB3-ЦНИИ-М სახის ურიკა, რომელიც 200 მ/სთ-მდე სიჩქარით მოძრაობს, ასევე TCK-1 სახის ურიკა 5 ბადროსებრი და 6 ელექტრომაგნიტური მუხრუჭით. ამ ურიკების ტექნიკური პარამეტრები იხილეთ მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

სამგზავრო ვაგონების ურიკების ტექნიკური პარამეტრები

ტექნიკური პარამეტრები	სამგზავრო ვაგონების ურიკების სახეები				
	KB3-5	KB3- ЦНИИ-1	KB3-ЦНИИ-II	სამდერმიანი	TCK-1
დასაშვები სიჩქარე, კმ/სთ	140	160	160	160	200
ურიკის მასა, ტ	7,0	7,4	7,2	11,43	7,5
ურიკის ბაზა, მ	2,4	2,4	2,4	4,0	2,5

სატვირთო ვაგონებისათვის შექმნილია ორდერმიანი ურიკების შემდეგი მოდელები: 18-131, 18-12 და 18-755. ამ ურიკებში გამოყენებულია წყვილთვლები გაძლიერებული დერძებითა და საბუქსე კვანძებით.

სატვირთო ვაგონების სამდერმიანი ურიკები გამოყენებულია ექსლერმიან ვაგონებში. ამ ტიპის ურიკებიდან YB3-9M მოდელს 20÷25 ტ-მდე დერძული დატვირთვა აქვს. ოთხდერმიანი ურიკების გეომეტრიული პარამეტრები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

სატვირთო ვაგონების ურიკების ტექნიკური და გეომეტრიული პარამეტრები

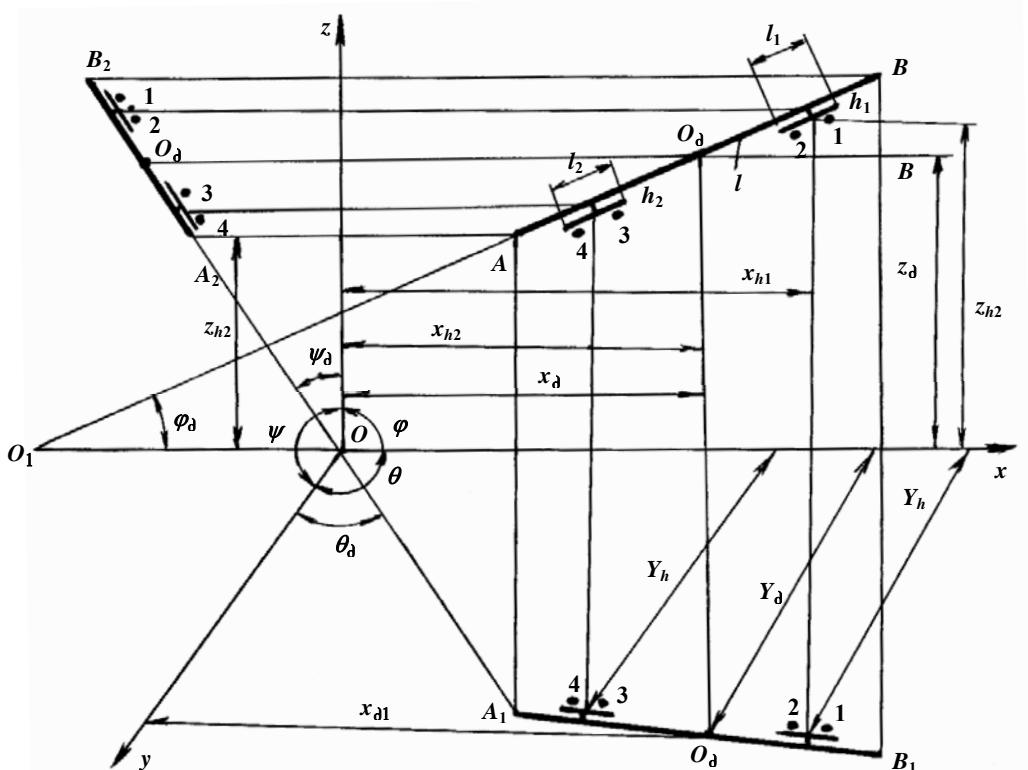
ტექნიკური და გეომეტრიული პარამეტრები	სამგზავრო ვაგონების ურიკების სახეები					
	18-00	18-115	18-775	18-102	18-101	KB3-II
დასაშვები სიჩქარე, კმ/სთ	120	140	120	120	120	120
ურიკის მასა, კბ	4680	4700	5100	8600	12000	7800
ურიკის ბაზა, მ	1,85	1,85	1,25	3,50	3,20	2,40

უოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შესაძლებელია კომპლექსური პროგრამის შექმნა, რომლის დახმარებითაც გამოკვლეული იქნება პარამეტრული ცდომილებები და დაზიანებები, შემუშავდება შესაბამისი ღონისძიებები, რაც დღესდღეობით მეტად პრობლემატურია.

ამ პრობლემის გადაწყვეტა საჭიროებს გამოკვლევებს „ვაგონი-ლიანდაგის“ დინამიკურ სისტემაში, რათა დადგენილ იქნეს ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი, რაც სერიოზულ გათვლებთან არის დაკავშირებული.

თეორიული მექანიკის, ასევე მექანიზმებისა და მანქანათა თეორიის ძირითადი დებულებების თანახმად, სივრცეში მოძრავი ფიზიკური სხეული ხასიათდება მოძრაობის ექვსი თავისუფლების ხარისხით. იგი გულისხმობს სხეულის გადაადგილებას სივრცითი $XOYZ$ უძრავი საკორდინატო სისტემის OX, OY, OZ ღერძების მიმართ და შემობრუნებას ამავე ღერძებისადმი.

განხილული კლასიფიკაცია ცხადყოფს, რომ ვაგონი არის ძარისა და ურიკების ერთობლიობა, ხოლო ურიკა წარმოადგენს დრეკადი რესორული ჩამოკიდებით დაკავშირებული ურიკის ჩარჩოსა და წყვილთვლების შეერთებას. ამ მოსაზრების თანახმად, ვაგონის თითოეულ კომპონენტს უნდა პქნდეს ექვსი თავისუფლების ხარისხი, რასაც ადასტურებს ვაგონის თავისუფლების ხარისხის საანგარიშო სქემა (იხ. ნახ.).



ვაგონის სივრცითი მდებარეობის სქემა მოძრაობის თავისუფლების
ხარისხის განსაზღვრისათვის

ნახაზზე წარმოდგენილია სატვირთო ვაგონის მდებარეობა სივრცეში ერთმაგი საბუქსე ჩამოკიდებით, რომლის შესაბამისი წყვილთვლებია 1, 2, 3 და 4. ვაგონი კი მოცემულია ხისტი და ამავე დროს ერთგვაროვანი ძელის სახით. მისი გეომეტრიული ცენტრია O_d , ხოლო l_1 და l_2 პირველი და მეორე ურიკების ჩარჩოთა სიგრძეებია. ნახაზზე აღნიშნული პარამეტრები აითვლება უძრავ $XOYZ$ სისტემაში φ, ψ და θ კუთხეების მიმართ.

ვაგონის (AB ძელის) პარამეტრები A_1B_1 და A_2B_2 გეგმილების მიხედვით ხასიათდება შემდეგი წრფივი და კუთხური განზოგადებული კორდინატებით (იხ. ნახ.).

წრფივი განზოგადებული კორდინატებია:

$$\left. \begin{array}{l} x_d, \quad x_{h1}, \quad x_{h2}, \quad x_{\psi 1}, \quad x_{\psi 2}, \quad x_{\psi 3}, \quad x_{\psi 4}; \\ y_d, \quad y_{h1}, \quad y_{h2}, \quad y_{\psi 1}, \quad y_{\psi 2}, \quad y_{\psi 3}, \quad y_{\psi 4}; \\ z_d, \quad z_{h1}, \quad z_{h2}, \quad z_{\psi 1}, \quad z_{\psi 2}, \quad z_{\psi 3}, \quad z_{\psi 4}. \end{array} \right\}. \quad (1)$$

კუთხეური განზოგადებული კოორდინატები აისახება სისტემით:

$$\left. \begin{array}{l} \varphi_d, \quad \varphi_{h1}, \quad \varphi_{h2}, \quad \varphi_{\psi 1}, \quad \varphi_{\psi 2}, \quad \varphi_{\psi 3}, \quad \varphi_{\psi 4}; \\ \theta_d, \quad \theta_{h1}, \quad \theta_{h2}, \quad \theta_{\psi 1}, \quad \theta_{\psi 2}, \quad \theta_{\psi 3}, \quad \theta_{\psi 4}; \\ \psi_d, \quad \psi_{h1}, \quad \psi_{h2}, \quad \psi_{\psi 1}, \quad \psi_{\psi 2}, \quad \psi_{\psi 3}, \quad \psi_{\psi 4}. \end{array} \right\} \quad (2)$$

(2) სისტემაში მობრუნების კუთხეების ნაცვლად შეიძლება შევიტანოთ მათი შესაბამისი კუთხური სიჩქარეები: მაგალითად, $\omega_d = \dot{\varphi}_d$; $\dot{\varphi}_{hi} = \omega_{hi}$ და $\dot{\varphi}_{\psi i} = \omega_{\psi i}$.

(1) და (2) სისტემების მიხედვით, სატვირთო ოთხდერძინი ვაგონის მოძრაობის თავისუფლების ხარისხია 42. ე. ი. ვაგონის პარამეტრების აღწერისა და დადგენის მიზნით უნდა შედგეს მოძრაობის 42 მეტრე რიგის არაწრფივი დიფერენციალური განტოლება წრფივი და კუთხური განზოგადებული კოორდინატების მიმართ. შესაბამისად, განსაზღვრული იქნება ძარის, პირველი და მეორე ჩარჩოს ინერციის ძალები სიმძიმის ცენტრების მიმართ – I_d , I_{h1} და I_{h2} . ასევე ამ ძალების M_d , M_{h1} და M_{h2} წყვილძალის მომენტები.

დასკვნა

სივრცეში მოძრავი ვაგონისა და ურიკების მახასიათებელი წრფივი და კუთხური განზოგადებული კოორდინატების განსაზღვრის მიზნით დადგინდა ვაგონის და ურიკების შესაძლო მოძრაობები უძრავ საკოორდინატო სისტემაში;

შეიქმნა ვაგონის სივრცითი მოძრაობის თავისუფლების ხარისხის განსაზღვრის და შემდგომში მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები, რომელთა ამოხსნით დადგინდება ყველა გამოძალი დინამიკური თუ კინემატიკური პარამეტრი.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. Шадур А.А. Вагоны. М.: Транспорт, 1980, с. 440.
2. გ. ს. შარაშენიძე. ვაგონების დინამიკა. თბ.: განათლება, 2001, გვ. 544.
3. გ. ს. შარაშენიძე. ვაგონების კონსტრუქციული ელემენტებისა და მექანიკური სისტემების კვლევის მიზანთადი პრობლემები. თბ.: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2013, გვ. 380.
4. Лукин В. В., Анисимов П. С. Вагоны. М.: Маршрут, 2004, с. 465.
5. Артоболевский И. И . Теория механизмов и машин. М.: Машиностроение, 1975, с.725.
6. Левитский Н. И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1979, с. 574.
7. G.S. Sharashenidze, O.G. Gelashvili. Principles of development and foundations of dynamical analysis optimal brake leverage systems of passenger carriages // Trans. of theory of elasticity ASME 2010 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, November 12-18, 2010, Vancouver, British Columbia, USA. PN: IMECE 2010-37731.

MECHANICAL ENGINEERING OF TRANSPORT

CLASSIFICATION OF RAIL-CARS AND DEFINITION OF MOTION DEGREES OF FREEDOM WITH CONSIDERATION OF BOGIES ELEMENTS MOTION

S. Sharashenidze, M. Glonti, V. Margvelashvili, R. Partskhaladze, I. Zakutashvili

(Georgian Technical University, R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: With the consideration of classification of carriages and mobility of bogies in three dimensional spaces is defined motion freedom of rail-cars, that is necessary in calculating the output parameters. There are stated basic geometric indicators of rail-cars, due to that there is determined motion freedom in the "rail-car - railway" system. The approach of this nature gives the possibility to create a special algorithm with subprograms to detect irregularities on the rolling surface of wheel and rail head. There is developed the scheme for determining the degree of free movement for four-axle rail-cars by box spring sets.

Key words: degree of motion freedom; rail-car; bogie; wheel pair; spring set.

ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

КЛАССИФИКАЦИЯ ВАГОНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВОБОДЫ ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕЛЕЖКИ

**Шарашенидзе С. Г., Глонти М. Г., Маргвелашвили В. О., Парцхаладзе Р. И.,
Закуташвили И. Б.**

(Грузинский технический университет, Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме: С учетом классификации вагонов и подвижности тележек установлена степень подвижности вагонов в трехмерном пространстве, что является обязательным при расчете выходных параметров. Даются основные геометрические параметры вагонов, с помощью которых определяются степени подвижности в системе «вагон-железная дорога». Подход такого характера дает возможность разработать специальный алгоритм с подпрограммами с целью обнаружения неровностей на поверхности качения колеса и головки рельса. Разработана схема для определения числа степеней подвижности свободного движения для четырехосных вагонов с буксовым пружинным комплектом.

Ключевые слова: степень свободы движения; вагон; тележка; колесная пара; пружинный комплект.

**სამხედრო დაციშველების სატრანსალტო საშუალებების საბამოცდო
კოლიგონის ბამავლობის უპენების საპროექტო სტანდარტი**

პ. დოლიძე, რ. კენკიშვილი, ზ. მაისურაძე, პ. მაზანიშვილი, გ. ბურჯული

(რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: სტატიაში წარმოდგენილია სამხედრო დანიშნულების სატრანსპორტო საშუალებების გამავლობის უნარის შესაფასებელი სამშენებლო კონსტრუქციების საპროექტო მონაცემები იმ პარამეტრების შემოწმებისათვის, რომლებიც მიღებულია სავალებულოდ ჩრდილოატლანტიკური ხელშეკრულების ორგანიზაციის ფარგლებში. სატროექტო მონაცემები შერჩეულია აშშ-ისა და რუსეთის ფედერაციის სამხედრო დანიშნულების სატრანსპორტო საშუალებებისათვის განკუთხნილი საგამოცდო პოლიგონების მონაცემებიდან და შესაბამისი დოკუმენტაციიდან ისე, რომ წინააღმდეგობაში არ მოდის ჩრდილოატლანტიკური ხელშეკრულების ორგანიზაციის პუბლიკაციებთან.

საკვანძო სიტყვები: სატრანსპორტო საშუალება, გამავლობა, გამავლობის პარამეტრები, საგამოცდო პოლიგონი.

შესავალი

ცნობილია, რომ გამავლობა განსაზღვრავს ავტომობილის მოძრაობის შესაძლებლობას ცუდ საგზაო პირობებში, უგზოობისას და სხვადასხვა დაბრკოლების გადალახვის დროს. გამავლობის უნარი უნდა ჰქონდეს კველა ტიპის ავტომობილს, მაგრამ დანიშნულების მიხედვით სხვადასხვა ტიპის ავტომობილს განსხვავებული გამავლობა მოვთხოვება. მაგალითად, უმაღლესი კლასის მსუბუქი ავტომობილი გამიზნულია მხოლოდ კარგი ხარისხის გზებზე სამუშაოდ და ამიტომ მას არც სჭირდება განსაკუთრებული გამავლობა. სატგირთო ავტომობილებს, რომლებსაც ჭუშაობა უხდებათ როგორც კარგი, ისე ცუდი ხარისხის გზებზე, უგზოობის პირობებშიც კი უნდა ჰქონდეთ გადიდებული გამავლობა. ბუნებრივია, სამხედრო დანიშნულების სატრანსპორტო საშუალებებისათვის გამავლობისადმი მოთხოვნა განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იქნება. დღემდე არ არსებობს ისეთი ერთიანი კრიტერიუმი, რომლითაც შესაძლებელი იქნებოდა ავტომობილის გამავლობის სრული შეფასება, ამიტომ ავტომობილის გამავლობას აფასებენ როგორც გასავლელი მონაკვეთებისა და ცალკეული დაბრკოლებების დაძლევის უნარის შედარებით შეფასების გზით. ავტომობილი იმდენად უფრო გამავალია, რაც უფრო დიდი საშუალო სიჩქარით შეუძლია მას ცუდ საგზაო პირობებში, უგზოობისას და სხვადასხვა დაბრკოლების გადალახვის დროს სატრანსპორტო მუშაობის შესრულება [1, 10].

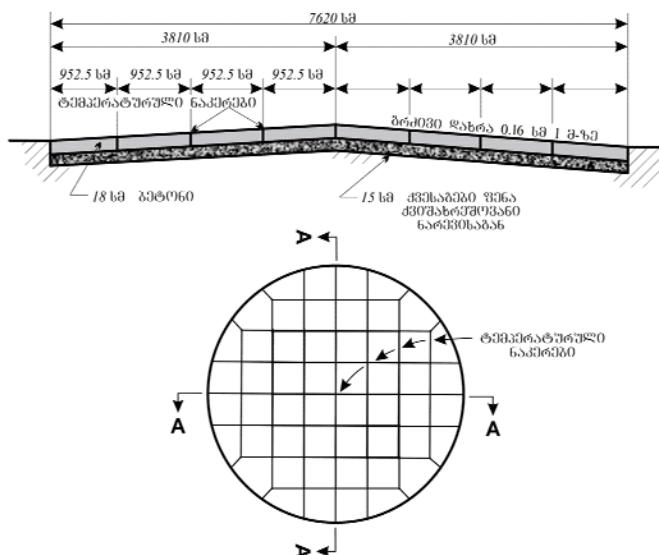
პირითადი ნაწილი

სატრანსპორტო საშუალებამ შეიძლება დაკარგოს მოძრაობის უნარი გამოშვერილი ნაწილების სავალი ნაწილის უსწორმასწორო ზედაპირთან შეხებით, ფერდობებზე გადაბრუნების საშიშროების შემთხვევაში, ქანობების გადალახვის შეუძლებლობით, სამოძრაო ზედაპირთან თვლების არასაკმარისი ჩაჭიდებით ან ზედაპირში მათი ჩაფლობით, წყლის დაბრკოლების გადალახვისას სატრანსპორტო საშუალების ელექტრომოწყობილების დასველებით ან ჰაერმიმდებში წყლის

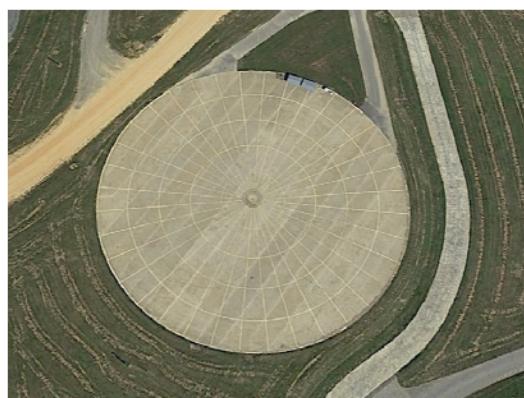
შედწევით და სხვ. აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით სამხედრო დანიშნულების სატრანსპორტო საშუალებების გამავლობის პარამეტრების ნომენკლატურა შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ: საგზაო დრენო, წინა განაკიდის კუთხე, უპანა განაკიდის კუთხე, ასვლის კუთხე, მობრუნების მინიმალური რადიუსი, მინიმალური რადიუსით მობრუნებისას დერეფნის სიგანე, გადასალახავი ქანობის უდიდესი კუთხე, გადასალახავი ფერდობის უდიდესი კუთხე, გადასალახავი თხრილის უდიდესი სიგანე, გადასალახავი ვერტიკალური საფეხურის უდიდესი სიმაღლე, გადასალახავი ვერტიკალური კედლის უდიდესი სიმაღლე, რბილ ნიადაგებზე მობრაობისას სატრანსპორტო საშუალების კავშე წევის ძალა, აგრეთვე გადაადგილების სიჩქარე და აჩქარება, გადასალახავი წყლის ფონის მაქსიმალური სიღრმე [2–7, 11].

გამავლობის ისეთი პარამეტრების განსაზღვრა, როგორიც არის საგზაო დრენო, წინა და უპანა განაკიდის კუთხეები, აგრეთვე ასვლის კუთხე, ხელი თანაბარი მყარი საფრის მქონე (ხე, ბეტონი, ასფალტი და ა.შ.) ბრტყელ, პორიზონტალურ მოედანზე. თუ შესაძლებელია, მოედანი უნდა იყოს გადახურული. მოედნის საყრდენი ზედაპირის უსწორობის დასაშვები ზღვარია ± 3 მმ, ხოლო პორიზონტალურობიდან გადახრისა – ± 5 [2, 10].

მობრუნების მინიმალური რადიუსი და მინიმალური რადიუსით მობრუნებისას დერეფნის სიგანე შეიძლება განისაზღვროს 1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილი სქემის მიხედვით მოწყობილ მოედანზე. მე-2 ნახ-ზე მოცემულია აღნიშნული მოედნის აეროფოტოსურათი [3, 8, 11].

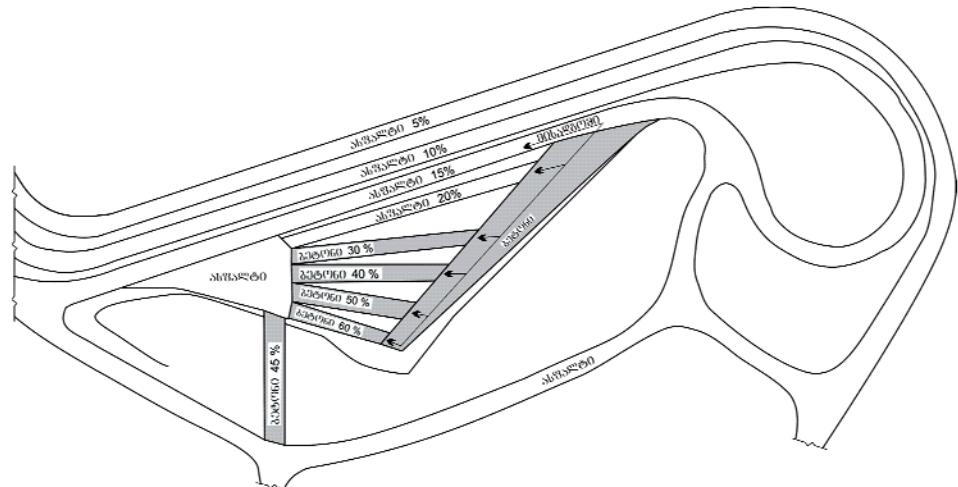


ნახ. 1. მობრუნების რადიუსების განსასაზღვრავი
მოედნის საპროექტო სქემა



ნახ. 2. მობრუნების რადიუსების განსასაზღვრავი
მოედნის აეროფოტოსურათი

სატრანსპორტო საშუალებების მიერ გადასალახავი ქანობები ეწყობა მყარ, სწორ გრუნტებზე. დასაშენებია მათი მოწყობა ხელოვნური საფრით. გამავლობაზე გამოსაცდელი ქანობების კომპლექსი შედგება $30 \div 60$ % დახრილობის სხვადასხვა ქანობისაგან. ქანობის დახრა უნდა იყოს სიგრძეში მუდმივი და ტოლი სატრანსპორტო საშუალების არანაკლებ ორმაგი გაბარიტული სიგრძისა. მუდმივი დახრილობიდან გადახრის დასაშეგნები მნიშვნელობაა ± 5 %. ქანობების გადალახვაზე გამოსაცდელ უბნებს ორივე მხრიდან უნდა ჰქონდეს მოსაბრუნებელი მოედნები. მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილია საგამოცდო პოლიგონის ქანობების საერთო საორიენტაციო სქემა. მოცემულ სქემაშია გაერთიანებული გამავლობაზე გამოსაცდელი 30, 40, 45, 50 და 60 %-იანი ქანობებიც, ხოლო 1-ლ ცხრილში მოცემულია მათი საორიენტაციო საპროექტო მონაცემები; მე-4 ნახ-ზე კი წარმოდგენილია სხვადასხვა დახრის კუთხის მქონე ქანობები [5, 8, 11].



ნახ. 3. საგამოცდო პოლიგონის ქანობების საერთო
საორიენტაციო სტრუქტურა

ცხრილი 1

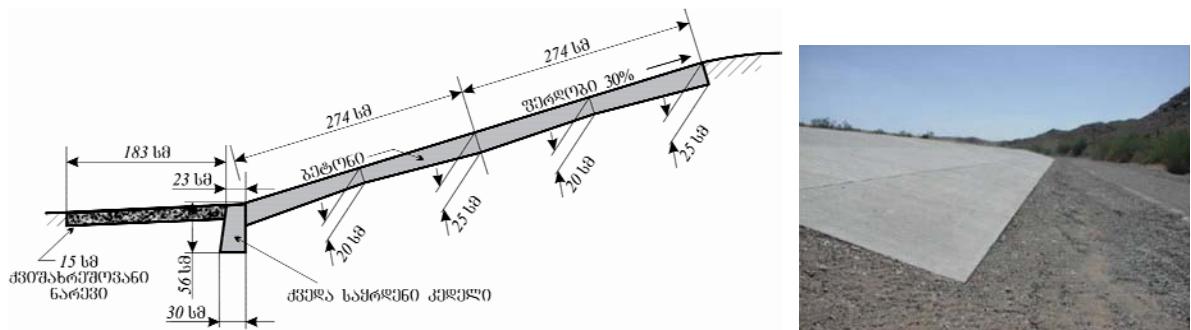
გამავლობაზე გამოსაცდელი ქანობების საორიენტაციო საპროექტო მონაცემები

№	ქანობის დახრის კუთხე, %	საგალი ნაწილის სიგრძე, მ	გზის საფრად გამოყენებული მასალა
1	30	45	ბეტონი
2	40	34	ბეტონი
3	45	18	ბეტონი
4	50	30	ბეტონი
5	60	25	ბეტონი



ნახ. 4. სხვადასხვა დახრის კუთხის მქონე ქანობები

სატრანსპორტო საშუალებების მიერ გადასალახავი ფერდობები ეწყობა მყარ, სწორ გრუნტებზე. დასაშვებია მათი მოწყობა ხელოვნური საფრით. გამავლობაზე გამოსაცდელი ფერდობების კომპლექსი შედგება 20, 30 და 40 %-იანი დახრის კუთხის მქონე სხვადასხვა ფერდობისაგან. ფერდობის დახრა მთელ სიგრძეზე უნდა იყოს მუდმივი და ტოლი სატრანსპორტო საშუალების არანაკლებ სამმაგი გაბარიტული სიგრძისა. მუდმივი დახრილობიდან გადახრის დასაშვები მნიშვნელობაა ± 5 %. მე-5 ნახ-ზე წარმოდგენილია 30 %-იანი ფერდობის განივი ჭრილი და ილუსტრაცია, ხოლო მე-2 ცხრილში მოცემულია განივი ფერდობების საორიენტაციო საპროექტო მონაცემები [5, 8, 11].



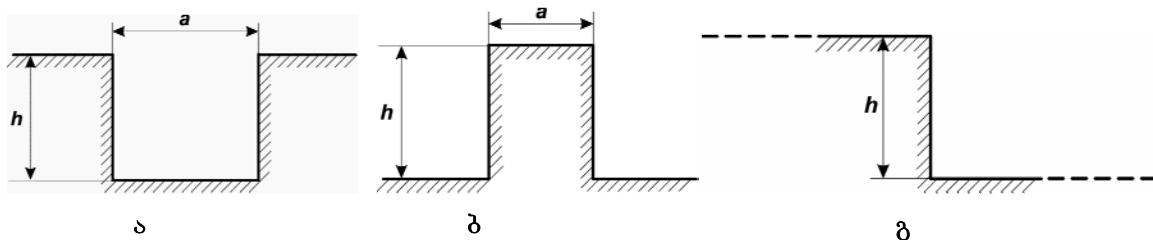
ნახ. 5. 30 %-იანი ფერდობის განვითარების მიზანი

Georgo 2

ფერდობების საორიენტაციო საპროექტო მონაცემები

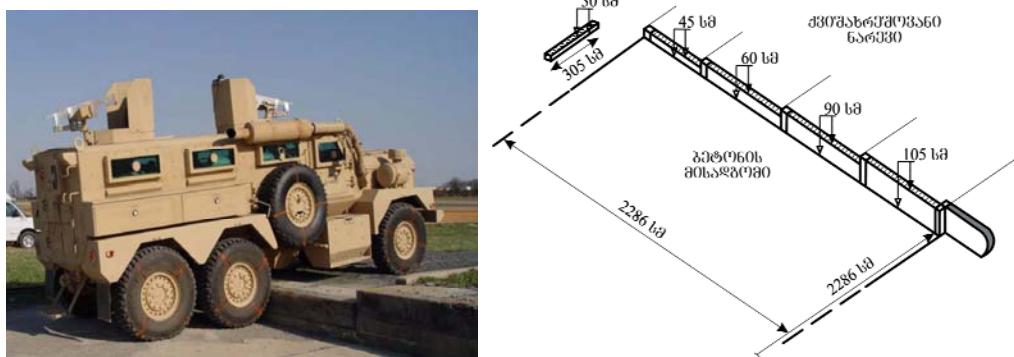
№	ვერდობის დახრის პროცენტი, %	სავალი ნაწილის ხიგრძე, %	გზის საფრად გამოყენებული მასალა
1	20	83	ბეტონი
2	30	220	ბეტონი
3	40	91	ბეტონი

ვერტიკალურგვერდებიანი თხრილები (ნახ. 6, а), ვერტიკალური კედლები (ნახ. 6, б) და ვერტიკალური საფეხურები (ნახ. 6, გ) ეწყობა მყარი საფრის მქონე სწორ, პორიზონტალურ მოედანზე სხვადასხვა ზომის ცალკეული ნაგებობების ნაკრების სახით. დასაშვებია ამ კონსტრუქციების ბეტონით მოწყობა. მოედნის ზომები უნდა იძლეოდეს სატრანსპორტო საშუალების მიერ ამ დაბრკოლებების სრულად გადალახვის საშუალებას. თითოეული თხრილის სიგრძე არ უნდა იყოს 4 მ-ზე ნაკლები. თხრილების სიღრმე (h) ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ მისი გადალახვისას სატრანსპორტო საშუალების საღრმეები არ შეეხოს თხრილის ძირს. სხვადასხვა სიმაღლის ცალკეული ნაგებობების სახით შესრულებული ყოველი ვერტიკალური კედლისა და ვერტიკალური საფეხურის სიგრძე, რომლებსაც აქვს სიმაღლის ერთი მნიშვნელობა, არ უნდა იყოს 4 მ-ზე ნაკლები. ვერტიკალური კედლის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს მის სიმაღლეს ($a \leq h$) [4, 11].



ნახ. 6. ვერტიკალურგვერდებიანი თხრილის (ა), ვერტიკალური ქედლის (ბ) და ვერტიკალური საფეხურის (გ) სქემები

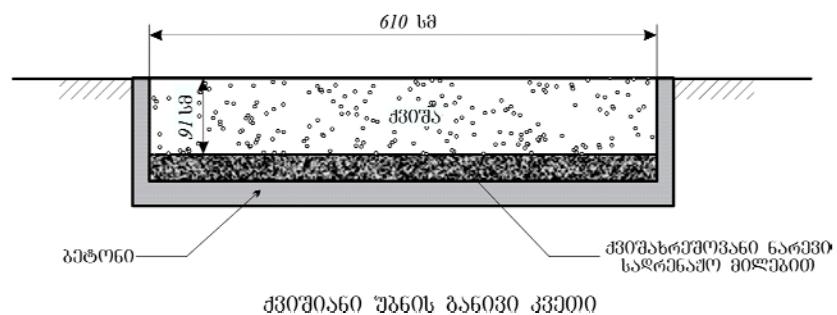
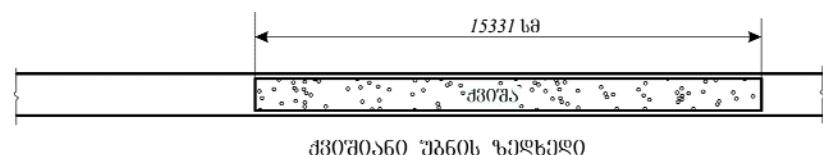
გამოცდების დროს ვერტიკალური საფეხურის ზედა წიბოების დაზიანებისას მისი სტანდარტულ მდგომარეობაში შენარჩუნებისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ხის ცვლადი ელემენტები (ნახ. 7). სხვადასხვა სიმაღლის ვერტიკალური საფეხურების მოწყობის საორიენტაციო სქემა მოცემულია მე-8 ნახ-ზე [8].



ნახ. 7. ვერტიკალური საფეხურის ხის
ცვლადი ელემენტები

ნახ. 8. სხვადასხვა სიმაღლის ვერტიკალური
საფეხურების მოწყობის სქემა

რბილ ნიადაგებზე მოძრაობისას სატრანსპორტო საშუალების კაპვზე წევის ძალის, აგრეთვე გადაადგილების სიჩქარისა და აჩქარების განსაზღვრისათვის იყენებენ ქვიშიან სამოძრაო ზედაპირს. მე-9 ნახ-ზე მოცემულია ქვიშიანი გზის უბნის საპროექტო მონაცემები. გარდა აღნიშნულისა, მოთხოვნის შესაბამისად მოცემული პარამეტრები შეიძლება განისაზღვროს როგორც წვრილმარცვლოვან ნიადაგებზე (მაგალითად, თიხნარი, თიხამიწა), ასევე ყამირ რელიეფზე. გამოსაცდელი უბნების პარამეტრები (სიგრძე, სიგანე) არ უნდა იყოს ქვიშიანი გზის უბნის პარამეტრებზე ნაკლები. ამასთან, წვრილმარცვლოვანი ნიადაგების გამოსაცდელ უბანზე უნდა არსებობდეს საფრის მორწყვისა და მოხვნის საშუალება მინიმუმ 60 სმ სიღრმეზე. მოსარწყავად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მე-10 ნახ-ზე მოცემული კონსტრუქციის ანალოგიური მოწყობილობა [6, 8, 11].

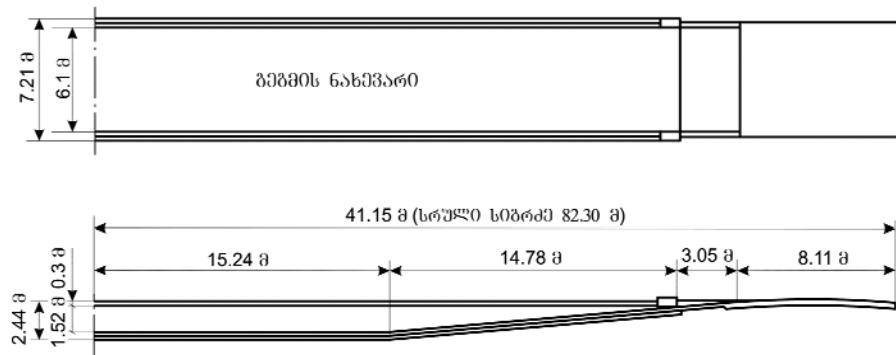


ნახ. 9. ქვიშიანი უბნის ზედხედი და განივი კვეთი

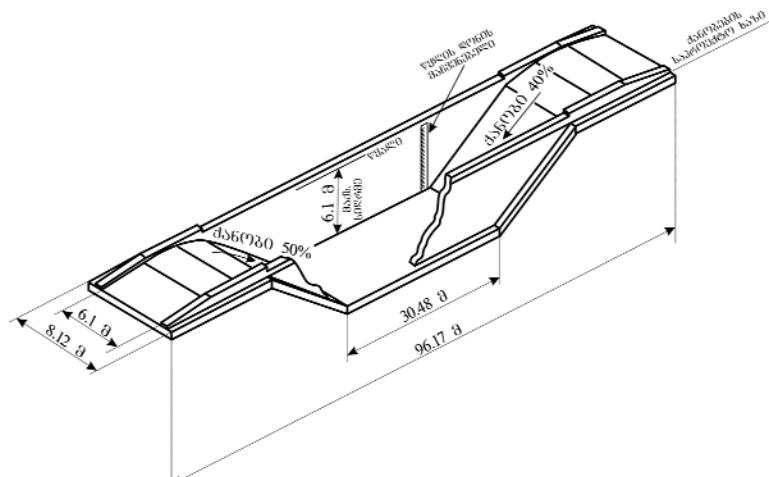


ნახ. 10. წვრილმარცვლოვანი ნიაღაგების სარწყავი სისტემა

სატრანსპორტო საშუალების მიერ წყლის დაბრკოლების დაძლევის უნარის შესამოწმებელი აუზების საპროექტო სექტემბრი მოცემულია მე-11 და მე-12 ნახ-ებზე. აუზის ფსკერი ეწყობა მტკიცედ დატკეპნილი სილიანი ღორღით ან ბეტონით. აუზის თანაბარი სიღრმის უბნის სიგრძე უნდა იყოს არანაკლებ სატრანსპორტო საშუალების სამმაგი გაბარიტული სიგრძისა. აუზიდან ამოსვლის შემდეგ მოძრავ სატრანსპორტო საშუალებაზე უნდა იყოს საჭის მართვისა და სამუხრუჭო თვისებების შემოწმების საშუალება [7, 9, 11].



ნახ. 11. წყლის დაბრკოლების გადალახვაზე
შესამოწმებელი აუზის სქემა



ნახ. 12. წყლის დაბრკოლების წყალქეუშა გადალახვაზე
შესამოწმებელი აუზის სქემა

დასკვნა

ამრიგად, აშშ-სა და რუსეთის ფედერაციის სამხედრო დანიშნულების სატრანსპორტო საშუალებებისათვის განკუთვნილი შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტაციის საფუძველზე შემუშავებულია სამხედრო სატრანსპორტო საშუალებების გამავლობის უნარის შესაფასებელი სამშენებლო კონსტრუქციების საპროექტო სქემები. აღნიშნული სქემები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საგამოცდო პოლიგონის გამავლობის უბნების მშენებლობისა და შედარებითი შეფასების გზით სამხედრო დანიშნულების სატრანსპორტო საშუალებების გამავლობის იმ პარამეტრების შესამოწმებლად, რომლებიც ითვლება საფალდებულოდ ჩრდილოატლანტიკური ხელშეკრულების ორგანიზაციის ფარგლებში.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. რ. დვალი. ავტომობილის საექსპლუატაციო თვისებების თეორია. თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბ., 1986.
2. AVTP 01-10. Dimension and profile.
3. AVTP 03-30. Steering and Manoeuvrability.
4. AVTP 03-80. Standard obstacles.
5. AVTP 03-90. Gradients and Slopes.
6. AVTP 03-100. Soft Soil Mobility.
7. AVTP 03-110. Fording.
8. TOP 01-1-011A. Vehicle Test Facilities at Aberdeen Test Center and Yuma Test Center.
9. TOP 2-2-612. Fording.
10. Агейкин Я. С. Проходимость автомобилей. М.: Машиностроение, 1981.
11. ГОСТ Р В 52048-2003. Автомобили многоцелевого назначения. Параметры проходимости и методы их определения.

DESIGNING SCHEMES OF EXPERIMENTAL AREAS OF THE PROVING GROUND OF MILITARY VEHICLES ON PASSABILITY

P. Dolidze, R. Kenkishvili, Z. Maisuradze, B. Mazanishvili, G. Burduli

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: There is presented design data of construction designs for an assessment of passability of military vehicles for check of those parameters, which are accepted as obligatory within the North Atlantic Treaty Organization. Design data are selected from proving grounds of military vehicles and the relevant documents of the USA and the Russian Federation, so that they don't come in a contradiction with publications of the North Atlantic Treaty Organization.

Key words: vehicle; passability; parameters of passability; proving ground.

МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

ПРОЕКТНЫЕ СХЕМЫ УЧАСТКОВ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ПРОХОДИМОСТЬ

Долидзе П. Т., Кенкишвили Р. А., Маисурадзе З. Ш., Мазанишвили Б. Р., Бурдули Г. Н.

(Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме: Представлены проектные данные строительных конструкций оценки проходимости транспортных средств военного назначения для проверки тех параметров, которые приняты как обязательные в пределах Организации Североатлантического Договора. Проектные схемы отобраны из данных испытательных полигонов транспортных средств военного назначения и соответствующих документов США и Российской Федерации так, что они не приходят в противоречие с публикациями Организации Североатлантического Договора.

Ключевые слова: транспортное средство; проходимость; параметры проходимости; испытательный полигон.

მპვლელი და თვითგავლელი ორგანიზაციის ფორმირების ფსიქოგიოლოგიური
საზოგადოები აბრამსიულ სოციალურ ბარემოზე დამოკიდებულებით

6. ალექსიძე

(ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია აგრესიულ სოციალურ გარემოზე დამოკიდებულებით მკვლელი და თვითმკვლელი ორგანიზმების ფსიქობიოლოგიური მექანიზმები. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ტვინში სეროტონინის რაოდენობის შემცირება და სასქესო ჰორმონების გაზრდა განაპირობებს ვირთაგვების მკვლელებად ჩამოყალიბებას. სპეციალურად იქნა გამოკვლეული, ხომ არ აირგალება ერთორციტების მემბრანების ფიზიკურ-ქიმიურ მდგომარეობაზე სტრესირებულ ცხოველთა აგრესიულობა. მცენარეული ლექტინების გამოყენების გზით დადგინდა, რომ ორგანიზმების სტრესული მდგომარეობის დროს მკვეთრად მცირდება ლექტინების შეკავშირება, რაც აგრესიული ორგანიზმების გამოვლენის საფუძველია. აღსანიშნავია, რომ მკვლელობა და თვითმკვლელობა უმეტესად წლის თბილ თვეებში ხდება.

საკვანძო სიტყვები: მკვლელები; თვითმკვლელები; ლექტინები; აგრესიული სოციალური გარემო.

შესავალი

ფსიქობიოლოგიის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა აგრესიული სოციალური გარემოს (ფინანსური პრობლემები, ფსიქოლოგიური ზეწოლა, არასრულფასოვანი კვება, ორგანიზმში ბიოგენური ამინის, კერძოდ სეროტონინის, ნაკლებობა, შიზოფრენია, სტრესი, ალკოჰოლიზმი, ნარკოტიკების გამოყენება და სხვ.) გაგლენის შესწავლა მკვლელობასა და თვითმკვლელობაზე. გასათვალისწინებელია, რომ სტრესფაქტორების საპასუხოდ ყოველთვის ვითარდება ადაპტაციური, შეგუებითი სინდრომი, თუმცა ქრონიკული სტრესის პირობებში მნიშვნელოვნად ირდვევა ადაპტაციური სინდრომის შესაძლებლობები, რაც მრავალი დაავადების, მკვლელობისა და თვითმკვლელობის მიზეზი ხდება. სამწუხაროდ, ეს შესანიშნავად აისახა საქართველოს მოქალაქეების ფსიქომოციურ მდგომარეობაზე XX საუკუნის 90-იან წლებში, როცა ქვეყანაში სიცივე, სიბრძე და სოციალური იზოლაცია სუფესია [1]. იზოლაცია, თავის მხრივ, ერთ-ერთი უმძიმესი სტრესფაქტორია, რაც, სამწუხაროდ, თავის ასახვას პოულობს ახალგაზრდების კულტურის ფორმირებაში. როგორც წესი, ერთშეინიან თჯახებში იზოლაციის გამო ბავშვებში ძლიერდება აგრესიული ქვევები. ამიტომ ასეთი ბავშვების აღზრდა აუცილებლად უნდა მოხდეს მის თანატოლებთან ერთად საბავშვო ბაღებში, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ინტელექტუალურად არაკონტროლირებადი აგრესიული ქვევები.

ძირითადი ნაწილი

აგრესიულ სოციალურ პრობებში 1991–2014 წლების სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, საქართველოში დაახლოებით 5000-ზე მეტი მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შემთხვევა იქნა დაფიქსირებული. მეცნიერთა აზრით, ახლა უკვე ეჭვს არ იწვევს ის ფაქტი, რომ მკვლელობა და

თვითმკვლელობა განპირობებულია ორგანიზმებში სეროტონინის უქმარისობით. მაგალითად, 4–6 დღის განმავლობაში სეროტონინის წინამორბედი ამინმჟავა ტრიატოფანით დარიბი საკვებით ვირთავების კვებისას, როცა ორგანიზმი სეროტონინის რაოდენობა 30 %-ით შემცირდა, არამკვლელი ვირთაგვები გადაიქცნენ მკვლელებად. ამინმჟავა ტრიატოფანით მდიდარი (25–100 მგ) საკვებით გამოკვების შემდეგ მკვლელი ვირთაგვები ტოლერანტული გახდნენ თაგვებისა და ბაყაყების მიმართ და მათთან ურთიერთობისას აგრესიისა და მკვლელობის არც ერთი შემთხვევა არ დაფიქსირებულა.

მართალია, მკვლელობის შემთხვევები ძირითადად აღწერილი იყო მშიერ ცხოველებში, მაგრამ ანალოგიური ქმედება გამოვლინდა ვირთაგვების კარგად დანაყრების შემდეგაც. ცნობილია, რომ მკვლელობა და თვითმკვლელობა აღინიშნება როგორც მდედრ, ისე მამრ თრგანიზმებში. მკვლელობის შემთხვევები მამრებში 8.5-ჯერ აღემატება მდედრ თრგანიზმებში გამოვლენილ შემთხვევებს. ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს (ძილ-დვიძილის) ცირკადული რიტმის დარღვევა თრგანიზმების ფსიქომოციურ მდგომარეობაზე, რის გამოც ქრონიკული სტრესის პირობებში ცხოველთა 40 % ყალიბდება, როგორც პათოლოგიურად აგრესიული მკვლელი, ხოლო 60 % გამოირჩევა მაღალი აგრესიულობით. განსაკუთრებული ინტერესი გამოიწვია იმ ფაქტმა, რომ ბუნებრივად აგრესიულ და ფარმაკოლოგიურად პილოკარპინით გამოწვეული აგრესიის მქონე ცხოველებში საგრძნობლად შემცირებულია სეროტონინის რაოდენობა [2, 3], რაც კიდევ უფრო აძლიერებს აგრესიას.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, სპეციალურად იქნა შესწავლილი ბუნებრივად და პილოკარპინით გამოწვეული აგრესიული ვირთაგვების თავის ტვინის სპეციფიკურ უბნებში ბიოგრნური ამინების, კურმოდ, დოფამინის, ნორეპინეფრინისა და სეროტონინის რაოდენობრივი განაწილება.

ცხრილი 1

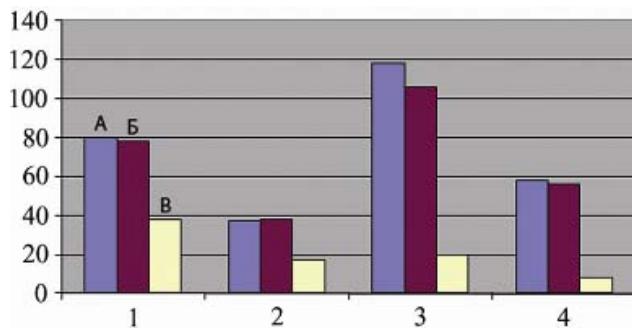
ბიოგენური ამინების რაოდენობრივი განაწილება (მგ/გ) ვირთაგვების თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში

თავის ტვინის უბნები	ბიოგენური ამინები	საკონტროლო	ბუნებრივი აგრესია	პილოკარპინით გამოწვეული აგრესია
შუატვინი	დოფამინი ნორეპინეფრინი სეროტონინი	0.32±0.04 0.48±0.02 0.50±0.05	0.80±0.13 0.68±0.21 0.35±0.06	0.52±0.03 1.20±0.18 0.25±0.02
პიპოთალამუსი	დოფამინი ნორეპინეფრინი სეროტონინი	0.58±0.02 1.45±0.08 1.12±0.09	0.95±0.07 2.24±0.13 0.24±0.04	0.73±0.04 2.83±0.02 0.45±0.06
პიპოკამპი	დოფამინი ნორეპინეფრინი სეროტონინი	0.61±0.09 0.75±0.06 0.48±0.04	0.85±0.02 1.12±0.17 0.24±0.04	0.74±0.04 1.18±0.04 0.28±0.06

ცხრილიდან ჩანს, რომ საკონტროლო, ბუნებრივად აგრესიული და პილოკარპინით გამოწვეული აგრესიის მქონე ვირთაგვების შუატვინში, პიპოთალამუსისა და პიპოკამპში დოფამინისა და ნორეპინეფრინის რაოდენობა 2–2.5-ჯერ იზრდება, სეროტონინის რაოდენობა კი, პირიქით, დააბლოებით 50 %-ით მცირდება [3], რაც იმაზე მიუთითებს, რომ აგრესიული განწყობის ფორმირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კორელატია სეროტონინი.

კ. მიჩევის მონაცემების მიხედვით [4], სამი კვირის განმავლობაში 12.5 ან 25 მგ პილოკარპინით ცხოველების ყოველდღიური დამუშავებისას ვირთაგვების თავის ტვინში სეროტონინის რაოდენობა 50 %-ით მცირდება, შესაბამისად, არამკვლელი ვირთაგვების 25–70 % ხდება მკვლელი [4]. მას შემდეგ, რაც დადგენილ იქნა აგრესიული ვირთაგვების თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში სეროტონინის მცირე რაოდენობა, ცდების შემდგომ სერიაში სპეციალურად შევისწავლეთ, თუ როგორ შეიცვლებოდა ვირთაგვების თავის ტვინის სპეციფიკურ უბნებში სეროტონინის რაოდენობრივი განაწილება სოციალურად აგრესიულ გარემოში (სიბნელე/სინათლე – 23/1, სიცივე – 10–18°C, სოციალური იზოლაცია) ერთვიანი ექსპოზიციის შემდეგ [3, 5].

1-ლ ნახ-ზე მოცემული დიაგრამიდან ნათლად ჩანს, რომ 30 დღის განმავლობაში სიბნელეში, დაბალი ტემპერატურისა და იზოლაციის პირობებში ექსპოზიციის დროს სეროტონინის რაოდენობა ვირთაგვას თავის ტვინის სპეციფიკურ უბნებში მნიშვნელოვნად მცირდება, რაც აგრესიისა და მკვლელი ორგანიზმების ფორმირების წინაპირობაა. კერძოდ, საკონტროლო (A), სიბნელეში განთავსებული არააგრესიული (B) და ბუნებრივიად აგრესიული (B) ვირთაგვების შუატვინში (1), ჰიპოკამპში (2), ლატერალურ ჰიპოკამპსა (3) და ვიზუალურ ბირთვებში (4), სიცივის (18 °C), სიბნელისა და იზოლაციის პირობებში 30-დღიანი ექსპოზიციის შემდეგ სეროტონინის რაოდენობა შემცირდა შუატვინსა და ჰიპოკამპში 50 %-ით, ხოლო ლატერალურ ჰიპოკამპსა და ვიზუალურ ბირთვებში 17 და 14 %-ით [3].

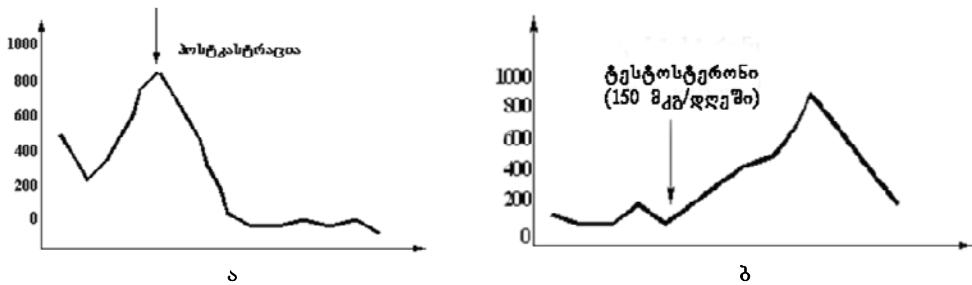


ნახ. 1. სეროტონინის რაოდენობრივი განაწილება (მგ/გX1000)
ვირთაგვას თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში

საყურადღებოა, რომ სეროტონინის რაოდენობა მნიშვნელოვნადაა შემცირებული აგრეთვე ცხოველებისადმი აგრესიულად განწყობილი ბავშვების სისხლში და იმ მაიმუნებში, რომლებმაც დაკარგეს ლიდერის ფუნქცია ჯოგში [6]. ადგილი წარმოსადგენია, თუ რა მძიმე ფსიქომოციურ მდგომარეობაში არიან პატიმრები საპატიმროს სოციალურად აგრესიულ გარემოში. ციხიდან გამოსვლის შემდეგ საზოგადოებაში ინტეგრირების მიზნით აუცილებელია, რომ მათ ჩატარდეთ ფსიქოფარმაკოლოგიური მკურნალობა და ფსიქოთერაპია [7]. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, ფსიქოთერაპიის შემდეგ ადამიანის ფსიქომოციური მდგომარეობა 50 %-ით უმჯობესდება.

ბოლო ხანებში საგრძნობლად გახშირდა 14–16 წლის ასაკის მოზარდებში მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შემთხვევები, რაც სოციალური ფსიქოლოგიის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემად რჩება. ჩვენი აზრით, ვინაიდან ეს ასაკი გარდატეხის პერიოდია, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა გამახვილდეს სასქესო პორტონებზე, რადგან სწორედ ასეთ ასაკში აღინიშნება სერიოზული ძვრები პორტონების რაოდენობრივ განაწილებაში [1].

ამ მიზნით ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა სპეციალური ცდები. შევისწავლეთ სასქესო პორტონების რაოდენობრივი ცვლილების გავლენა ვირთაგვების აგრესიულ ქცევაზე კასტრაციისა და მამრობითი სასქესო პორტონის – ტესტოსტერონის ინიციციის პირობებში.



ნახ. 2. ვირთაგვების კასტრაციისა (A) და მამრობითი სასქესო პორმონის – ტესტოსტერონის (B) ინიექციის გავლენა ცხოველების აგრესიულ ქცევაზე

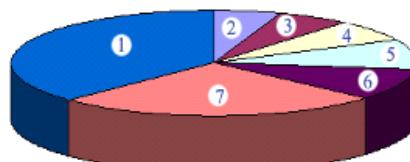
როგორც მე-2 ნახ-დან ჩანს, ვირთაგვების კასტრაციის შემდეგ, როცა ორგანიზმში მნიშვნელოვნად მცირდება მამრობითი სასქესო პორმონის რაოდენობა, ცხოველთა აგრესია პრაქტიკულად არ შეინიშნება; მამრობითი სასქესო პორმონის – ტესტოსტერონის ინიექციის შემდეგ კი ვირთაგვების აგრესიული ქცევა კვლავ ძლიერდება [1, 3].

აგრესიულობის პრევენციის მიზნით ჩავატარეთ სპეციალური ცდები იმის შესახებ, თუ რა გავლენას მოახდენდა ვირთაგვების აგრესიულ განწყობაზე წყალში ინტენსიური ცურვა და დაღლა. მივიღეთ უაღრესად საინტერესო შედეგები. კერძოდ, ძლიერი დაღლის შემდეგ ვირთაგვებში პრაქტიკულად არ გამომჟღავნდა ბაყაყებისა და თაგვების მიმართ არც აგრესიის და არც მკვლელობის შემთხვევები [7].

ადნიშნულიდან გამომდინარე, დაგასცევენით, რომ სკოლებში გაკვეთილებს შორის შესვენებებზე უნდა გაძლიერდეს მოსწავლეთა ფიზიკური დატვირთვა, რათა მათ ორგანიზმში შემცირდეს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებისა და მოჭარბებული სასქესო პორმონების რაოდენობა.

სამწუხაროდ, ბოლო ხანგბში სატელევიზიო გადაცემებში ხშირად მოისმენთ, რომ საქართველოში მნიშვნელოვნად გაიზარდა თვითმკვლელობის შემთხვევები. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, სეროტონინის რაოდენობა კრიტიკული აღმოჩნდა თვითმკვლელებში და თვითმკვლელობის მცდელობის მქონე ადამიანებშიც. ისე როგორც მკვლელობა, თვითმკვლელობაც აგრესიული სოციალური გარემოს გავლენით ფსიქიკური აქტიურობის დარღვევითაა განპირობებული, რაც იმიტაციური განწყობის ფონზე სარკისებრი ნეირონებით რეალიზდება.

პროცენტული მონაცემების მიხედვით, მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შემთხვევები შესანიშნავად აისახა ადამიანების ფსიქომოციური და აგრესიული სოციალური გარემოს გავლენის პირობებში (ნახ. 3).



ნახ. 3. აგრესიული სოციალური გარემოთი და პათოლოგიური დარღვევებით გამოწვეული ძალადობის შემთხვევები (%).

1 – ინტოესიკაცია (40–60 %), 2 – ურთმოთი უუნარობა (5–10 %), 3 – დეპრესია (2–15 %), 4 – ცუდი სოციალური პირობები (5 – 12 %), 5 – მაზიოფრენიით დააგადება, აგრესია (6–15 %), 6 – ალკოჰოლიზმი, ნარკომანია (10–15 %), 7 – გენეტიკური და პერსონალური ფუნქციური დარღვევები (25–50 %)

ახლა უკვე ცნობილი ხდება, რომ ფსიქოლოგიური განწყობის მიხედვით, თვითმკვლელობა მიმდევითი ხასიათისაა და სამწუხაროა, რომ ტელეგადაცემებში მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შემთხვევები ფართოდ და დეტალურად შექდება – უჩვენებენ სისხლს, სისხლიან დანებს, ჭრილობებს, გარდაცვლილებს და სხვ. ტელეგადაცემების წამყვანი ჟურნალისტის შემდეგ მკვლელობის შესახებ საუბრობენ მეზობლები, ახლობლები; შემდეგ ექიმი, რომელიც დაწვრილებით აღწერს, თუ რა სიღრმის და რამდენი ჭრილობა მიაყენეს დაზარალებულს. ბოლოს, პოლიციის წარმომადგენელი მსჯელობს დანაშაულზე და მოსალოდნელ განაჩენზე.

საყურადღებოა, რომ ასეთი სატელევიზიო გადაცემების პარალელურად ფსიქოლოგიური იმიტაციისა და ემფატიკურად აღქმის გამო მნიშვნელოვნად იზრდება თვითმკვლელობის შემთხვევები. პირველი მინიშნება თვითმკვლელობის და მისი მიბაძითი ხასიათის შესახებ ევროპაში გავრცელდა მას შემდეგ, რაც XVIII საუკუნეში გამოქვეყნდა გოეთეს რომანი „ახალგაზრდა ვერტერის ვწებანი“ და ამის გამო თვითმკვლელობამ მიიღო ვერტერის ეფექტის, ანუ ვერტერის ფენომენის, სახელწოდება. თვითმკვლელობის არაცნობიერი იმიტაცია, როგორც წესი, დამასასიათებელია იმ ადამიანებისათვის, რომლებიც არ არიან თვითდაჯერებულები და ცდილობები გაითავისონ სხვა ადამიანების ქცევა. ამ პროცესში აქტიურადაა ჩართული სარკისებრი ნეირონები, რომელთა მეშვეობით ხორციელდება ქცევის ემფათიკური აღქმა და თვითმკვლელობა.

ამერიკაში ამ საკითხს 7 წლის განმავლობაში (1986 – 1993 წწ.) შეისწავლიდნენ ფილიპსი და კარსტენსენი. მათ დაადგინეს, რომ თვითმკვლელობის შესახებ ტელეგადაცემის შემდეგ, ორი თვის განმავლობაში, თვითმკვლელობის შემთხვევები 58-ჯერ გაიზარდა [6], რაც განსაკუთრებით სახიფათო აღმოჩნდა მოზარდებისათვის.

2013 წლის 80-იან წლებში ერთ-ერთი კანოსერიალის სცენარის მიხედვით მატარებლის ბორბლებში ჩავარდნით „სტუდენტის სიკვდილის“ შემდეგ 15–19 წლის ახალგაზრდებში თვითმკვლელობამ 175 %-ით იმარა. მომდევნო წელს, აღნიშნული ფილმის განმეორებითი ჩვენების შემდეგ, თვითმკვლელობის შემთხვევები კიდევ უფრო გაიზარდა.

გასული საუკუნის 80-იან წლებში აგსტრალიაში, მეტროში თვითმკვლელობის შემთხვევების გახმაურების შემდეგ მნიშვნელოვნად გახშირდა ასეთი შემთხვევები. მეტროს ადმინისტრაციამ აკრძალა „რელსებზე თვითმკვლელობის“ ტელევიზიით ჩვენება და მსგავსი სენსაციური ცნობების გავრცელება. ერთი თვის შემდეგ მეტროპოლიტებში თვითმკვლელობის შემთხვევები 3-ჯერ შემცირდა. ამის შემდეგ აგსტრალიაში აიკრძალა ტრაგიკული შემთხვევების შესახებ ინფორმაციის გაშუქება.

ალბათ, ეს იყო ერთ-ერთი მიზეზი, რომ CNN-ის სატელევიზიო გადაცემებში კატეგორიულად აიკრძალა სისხლის, მკვლელობის იარაღის და გარდაცვლილების ჩვენება. დროა, ჩვენი ტელე- ვიზიების ხელმძღვანელობამ უურადღება მიაქციოს ამ პრობლემას და საინფორმაციო გადაცემებში აიკრძალოს მსგავსი შემთხვევების დეტალური ჩვენება და ანალიზი, ვინაიდან ასეთი გადაცემები ანგრევს ადამიანების, განსაკუთრებით ახალგაზრდების, ფსიქიკას.

ცხადია, თვითმკვლელობა სარწმუნოდ კორელირებს განწყობასთან. მაგალითად, თუ გამოცხადებულ იქნა თვითმკვლელობა ასაკოვანი ადამიანის შესახებ, თვითმკვლელობა მატულობს ასაკოვან ადამიანებში. თუ ეს სხვა სოციალური წრის წარმომადგენლებში მოხდა, მაშინ თვითმკვლელობა იზრდებოდა იმავე სფეროს წარმომადგენლეთა ხარჯზე. მართალია, მსგავსი გამოკვლევები საქართველოში არ ჩატარებულა, მაგრამ ჩვენ მოვიძიოთ შინაგან საქმეთა სამინისტროს ცნობები 2006–2009 წლებში საქართველოში თვითმკვლელობის შემთხვევების შესახებ. როგორც ცხრილიდან ჩანს, 2006 წელს აღრიცხულ იქნა თვითმკვლელობის 81 შემთხვევა, 2007 წელს – 111, 2008 წელს – 90, ხოლო 2009 წელს – 91 შემთხვევა.

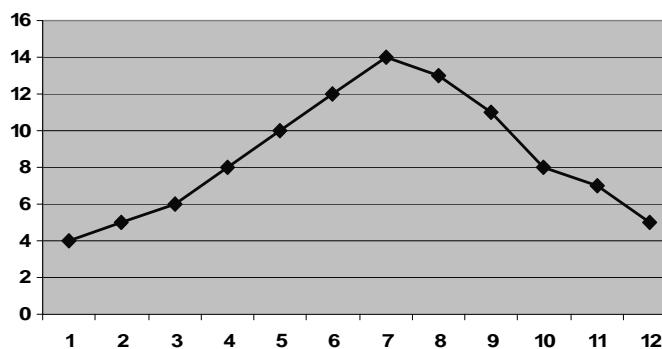
ცხრილი 2

საქართველოში თვითმკვლელობის შემთხვევები 2006–2009 წლებში თვეების მიხედვით

თვე	იანვრი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	სულ
2006	6	3	10	6	3	5	8	12	14	6	10	6	89
2007	10	12	10	9	7	7	11	6	6	8	8	7	101
2008	5	3	8	5	12	16	9	6	6	6	7	7	90
2009	12	9	7	3	14	10	4	3	5	6	7	11	91
სულ	33	27	35	23	36	38	32	27	31	26	32	31	371

წარმოდგენილი მონაცემებიდან გამომდინარე, თვითმკვლელობის შემთხვევები საშუალო მონაცემების მიხედვით, ძირითადად ზაფხულში, წლის თბილ თვეებში ხდება; მაისში 36 შემთხვევა დაფიქსირდა, ივნისში – 38 და ივლისში – 32, რაც სრულ შესაბამისობაშია ს. ანდერსონის მონაცემებთან [8].

თვითმკვლელობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე შესანიშნავადაა ასახული წარმოდგენილ მე-4 ნახ-ზე. ნახაზიდან ჩანს, რომ ცოცხალი ორგანიზმების აგრესიულობა განსაკუთრებით ძლიერდება წლის თბილ თვეებში. გასაოცარია, მაგრამ ფაქტია, რომ წლის ცივ თვეებში აგრესიულობის შემთხვევები მნიშვნელოვნადაა შემცირებული. არის მოსაზრება, რომ თვითმკვლელობის შემცირების ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს ზამთარში მზის სხივების გავლენით ადამიანის ორგანიზმში სეროტონინის რაოდენობის არააღეპატური მატება. ზამთარში სეროტონინის სინთეზის გაძლიერების გამო აღინიშნება თავის ტვინის ინტელექტუალური და ინტეგრალური მოქმედების ნორმალიზაცია, საგრძნობლად მცირდება სტრესი და ფსიქომოციური დაძაბულობა, რის შედეგადაც მცირდება მკაფიოდებისა და თვითმკვლელობის შემთხვევები.

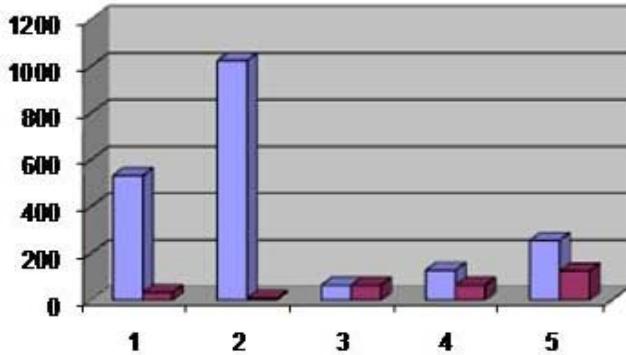


ნახ. 4. ტემპერატურის გაგლენა ცოცხალი ორგანიზმების აგრესიულ ქცევაზე. აბსცისაზე
ნაჩვენებია წლის თვეები, ორდინატაზე – აგრესიული ქმედებების შემთხვევები (%)

წარმოდგენილი მონაცემები ცხადყოფს, რომ ყველა ფორმის ფსიქოემოციური აქტიურობა გარევეული სახის განწყობით არის განპირობებული, რაც ნეირომედიატორებითა და ჰორმონებით რეალიზდება. მკაფიოდება, როგორც სოციალური ქცევის უმიმესი გამოვლინება, პათოლოგია. ეს ისეთი მდგომარეობაა, როცა ადამიანი ინტელექტუალურად ვერ აკონტროლებს საკუთარ ქცევას, რასაც შეიძლება მოჰყვეს კრიმინალური ქმედება.

ადსანიშნავია, რომ სტრესით გამოწვეული აგრესია და თვითმკვლელობის პათოლოგია მკურნალობას ექვედებარება და პრევენციული ღონისძიებების გატარებისათვის საჭიროა აგრესიული ადამიანების დროული გამოვლენა და მათი შემდგომი მკურნალობა. ამ მიზნით დიდ ინტერესს იწვევს იმის დადგენა, თუ რამდენად აისახება ქრონიკული სტრესით გამოწვეული ცვლილებები მკაფიოდ თრგანიზმების სისხლის ერთორციტების მემბრანების ქიმიურ შედგენილობაზე, რაც პერსპექტივაში საშუალებას მოვცემს მარტივად და დროულად გამოვავლინოთ აგრესიული ორგანიზმები. აქედან გამომდინარე, სპეციალურად შევისწავლეთ სტრესირებული და ნორმალური ვირთაგების სისხლის ერთორციტებთან ნახშირწყალსპეციფიკური ლექტინების დაკავშირების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რათა დაგვეგინა ცილარეცეპტორებისა და ერთორციტების მემბრანის გლიკოპროტეინებში ტერმინალური შაქრების რაოდენობრივი განაწილება [1, 3, 9]. ამ მიზნით გამოვიყენეთ შემდეგი ლექტინები:

1. VAL – *Viscum album* – ოეთრი ფითრი (ჰაპტენი – Gal, NANA – α-ცეტილნეირამინის მჟავა);
2. PNA – *Arachis hypogaea* – არაქისი (ჰაპტენი – β-D-Gal, Gal-β-(1,4-Glc);
3. PSE – *Pisum sativum* – ბარდა (ჰაპტენი – Man, Glc);
4. VGA – *Triticum aestivum* - ხორბალი (ჰაპტენი – GlcNac, NANA);
5. SN – *Sambucus nigra* – ანაული (ჰაპტენი – NANA (N-აცეტილნეირამინის მჟავა)

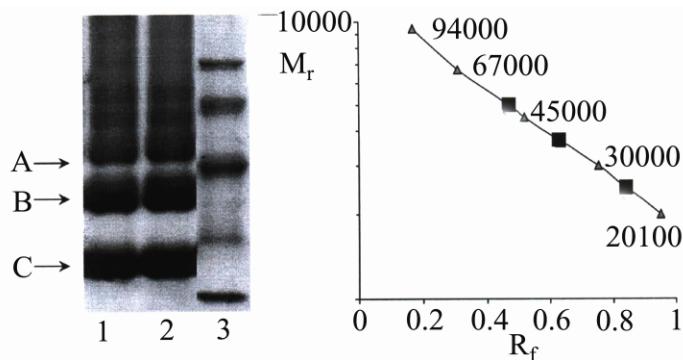


ნახ. 5. სტრესირებული და ნორმალური ვირთაგვების სისხლის ერითროციტებთან ლექტინების დაკავშირების რაოდენობრივი მაჩვენებლები პირობით ერთეულში. ღია ფერის სეეტებით აღნიშნულია არასტრესირებული ვირთაგვების სისხლის ერითროციტები, მუქი სეეტებით – სტრესირებული ვირთაგვების სისხლის ერითროციტები. ორდინატაზე მოცემულია ლექტინური აქტიურობა პირობით ერთეულში, აბსცისაზე – ლექტინები

როგორც მე-5 ნახ-დან ჩანს, სტრესირებული ვირთაგვების სისხლის ერითროციტებთან არაქისის ლექტინის – PNA-ს დაკავშირება (2), სხვა ლექტინებისაგან განსხვავებით, დაახლოებით 138-ჯერ მცირდება. პერსპექტივაში სტრესით გამოწვეული აგრესია შესაძლებელია დადგინდეს ლექტინების გამოყენებით და მოხდეს პათოლოგიურად აგრესიული ორგანიზმების დორული გამოვლენა და შემდგომ მათი მკურნალობა [9]. გაურკვეველი რჩებოდა, PNA-ს დაკავშირების შემცირება აგრესიული ცხოველების ერითროციტების მემბრანული ცილების ტერმინალური ნახშირწყლების რაოდენობრივი ცვლილებით იყო განპირობებული თუ ცილა-რეცეპტორების რაოდენობის შემცირებით.

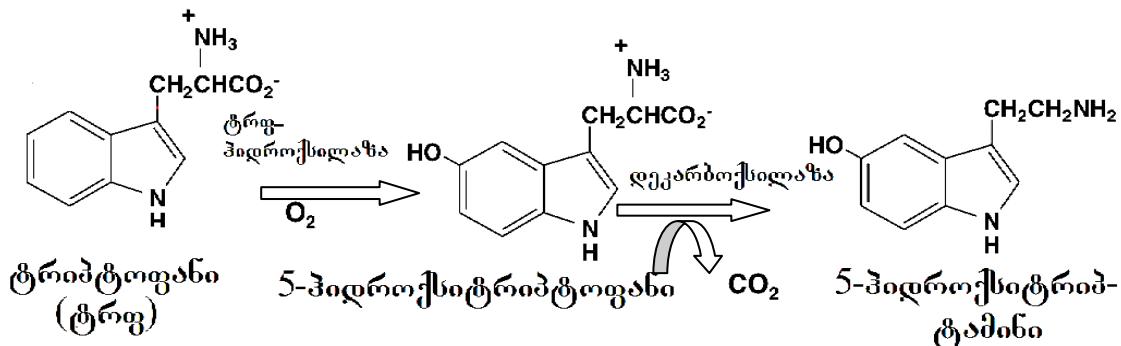
აღნიშნულიდან გამომდინარე, 0.1 %-იან დეტერგენტი Triton X-100-ით სტრესირებული აგრესიული და საკონტროლო ვირთაგვების ერითროციტებიდან მემბრანული ცილის გამოყოფით მოვახდინეთ მისი ფრაქციული შედგენილობის ელექტროფორეზული შესწავლა [9].

როგორც მე-6 ნახ-დან ჩანს, რაოდენობრივი ცვლილება ცილების ფრაქციების განაწილებაში არ გამოვლინდა, ამიტომაც დავასკვენით, რომ PNA-ს სტრესირებული ვირთაგვების ერითროციტებთან დაკავშირების შემცირება განპირობებულია ერითროციტების ცილა-რეცეპტორების ტერმინალური ნახშირწყლების რაოდენობრივი განაწილების ცვლილებით, რაც პერსპექტივაში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს აგრესიული ორგანიზმების გამოსავლენად.



ნახ. 6. სტრესირებული (1) და საკონტროლო (2) ვირთაგვების მემბრანული ცილების ელექტროფორეგრამა. 3-ით გამოსახულია ცნობილი მოლეკულური მასების მქონე სტანდარტული ცილები. ღია ფერის მასაზე (ზემოდან ქვემოთ) მითითებულია: ფოსფოლიაზა – 94000 კდალტონი, ალბუმინი – 67000 კდალტონი, ოვალბუმინი – 45000 კდალტონი, კარბონ-ჰიდრაზა – 30000 კდალტონი, ტრიპსინის ინჰიბიტორი – 20100 კდალტონი. A, B, C – გლიკოპროტეინები, R_f – ძვრადობის მაჩვენებელი

წარმოდგენილი მონაცემებიდან გამომდინარე, თუ ვაღიარებთ, რომ აგრესიული და მკვლელი ორგანიზმების ფორმირებაში გადამწყები როლი სეროტონინის რაოდენობრივ განაწილებას ენიჭება, მაშინ ბუნებრივად ისმება კითხვა, მამრი ორგანიზმებია უფრო აგრესიული, თუ მდედრი. ამ მიზნით სპეციალურად იქნა შესწავლილი მამრ და მდედრ ორგანიზმებში სეროტონინის მასინობირებელი ენზიმის აქტიურობა. დადგენილ იქნა, რომ მდედრებში სეროტონინის მასინობირებელი ენზიმების აქტიურობა დაახლობით 42 – 52 %-ით ნაკლებია, ვიდრე მამრებში [10, 11].



ამის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, ბუნებრივია, მდედრი ორგანიზმები უფრო აგრესიულები უნდა იყვნენ, ვიდრე მამრები. როგორია სიტუაცია ადამიანებში? გამოკითხვების საფუძველზე დადგინდა, რომ მამაკაცები გამოირჩევან ფიზიკური აგრესიულობით, ქალბატონები კი თავის აგრესიულობას ამჟღავნებენ ვერბალურად. როგორც ჩანს, ქალბატონები საკუთარ ქცევებს აქტიურად აკონტროლებენ ინტელექტუალურად, რაც, სამწუხაროდ, ნაკლებად შეინშება მამაკაცებში.

ბუნებრივად ისმის კითხვა, როგორ უნდა დავარეგულიროთ სეროტონინის რაოდენობა ადამიანის ორგანიზმში აგრესიულობის პრევენციის მიზნით? ამისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ ისეთი საკვები პროდუქტები, რომლებიც ჭარბი რაოდენობით შეიცავს ამინმეჯავა ტრიპტოფანს (მგ/100 გ). ასეთებია ლობიო, ბარდა (260), ხორბლის ფქვილი (120), წიწიბურას ბურდული (180), შვრის ბურდული (160), მაკარონის ნაწარმი (130), ცხიმიანი ხაჭო (210), პოლანდიური ყველი (790), მდნარი ყველი (500), საქონლის ხორცი ხარისხის მიხედვით (210–230), ბოცვრის ხორცი (330), ქათმის ხორცი (290) და ქათმის კვერცხი (200). სეროტონინის რაოდენობა იზრდება ფიზიკური დატვირთვისა და თერაპიული მასაჟის (იოგას ვარჯიშები) დროსაც. სეროტონინის შემცველობაზე დადებით გავლენას ახდენს აგრეთვე კლასიკური მუსიკა, სასიამოვნო ლიტერატურის კითხვა და დადებითი ემოციის გამომწვევი ყველა ფაქტორი [7].

დასკვნა

ყოველივე ზემოაღნიშულის გათვალისწინებით, სასურველია, ამ მხრივ დავიცვათ ზომიერება, ვინაიდან ორგანიზმში სეროტონინის ჭარბი რაოდენობით დაგროვებისას, მართალია, მნიშვნელოვნად მცირდება აგრესიულობა, მაგრამ შესაბამისად მცირდება სექსუალური ლტოლვაც. ალბათ, სწორედ ამის მიზეზია ის, რომ ადამიანებს, რომლებიც იღებენ ანტიდეპრესანტებს, ორგანიზმში სეროტონინის ჭარბი რაოდენობით დაგროვების გამო ხშირად ექმნებათ სხვადასხვა სახის სექსუალური პრობლემები.

წარმოდგენილი მონაცემებიდან გამომდინარე, საჭიროა გაძლიერდეს სეოლებში ფსიქოლოგების მუშაობა, რათა მუდმივად მოხდეს მოსწავლეთა აგრესიული ქმედებების რეგისტრაცია და კომპიუტერულ ბანკში შედეგების დაფიქსირება აგრესიული ბავშვების დროულად გამოვლენისა და მათი შემდგომი ფსიქოთერაპიული თუ ფსიქოფარმაკოლოგიური მკურნალობის მიზნით.

ლიტერატურა—REFERENCES—ЛИТЕРАТУРА

1. N. G. Aleksidze. The involvement of serotonin and sex hormones in the generation of “killer rats” // Neurochemical Journal, vol. 7, 4, 2013, p. 266-269.
2. Алексидзе Н. и др. Обмен биогенных аминов в головном мозге крыс при пилокарпиновой агрессии.// Бюлл. эксп. биол. и мед. 132(8), 2001, с. 170-173.
3. N. Aleksidze. Neurochemical basis of the stress, aggression and formation of killer rats // Neurochemical Research, 33, (6), 2008, p. 1150-1167.
4. K. A. Miczek. Mouse-Killing and Motor-Activity - Effects of Chronic Delta – Tetrahydrocannabinol and Pilocarpine // Psychopharmacology, 47(1), 1976, p. 59-64.
5. რ. გოგუაძე და სხვ. ქრონიკული სტრესის, აგრესიისა და მკვლელობის ურთიერთკავშირის შესახებ. საქ. მეცნ. აკად. მაცნე. 30(6), 2004, გვ. 781-784.
6. 6. ალექსიძე, გ. ალექსიძე. ეპოლოგიური ბიოქიმიის საფუძვლები. თბ.: უნივერსალი, 2010.
7. 6. ალექსიძე. ფსიქობიოლოგიის საფუძვლები. საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემია. თბ., 2014.
8. C. A. Anderson. Temperature and aggression: Ubiquitous effects of heat on the occurrence of human violence // Psychological Bulletin, 106, 1989, p. 74-96.
9. R.P. Goguadze et al. Changes of the surface of erythrocyte membrane during chronic stress in rats // Bull. Exp. Biol. Med. 141(5), 2006, p. 581-583.
10. S. Nishizawa et al. Differences between males and females in rates of serotonin synthesis in human brain // Proc. Acad. Sci. USA, 94(10), 1997, p. 5308-5313.
11. H. Okuzava et al. Statistical mapping analysis of serotonin synthesis images generated in healthy volunteers using positron-emission tomography and alpha-[(11)C]methyl-L-tryptophan // J. Psychiatry Neurosci, 25(4), 2000, p. 359-370.

**PSYCHOBIOLOGICAL BASIS OF KILLER AND SELF- KILLER ORGANISMS
FORMATION DEPENDING ON AGGRESSIVE SOCIAL ENVIRONMENT**

N. Aleksidze

(I. Javakhishvili Tbilisi State University)

Resume: There is discussed the psychobiological mechanism of killer and self-killer organisms formation depending on the aggressive social environment. With numerous findings there was established, that serotonin and sex hormone levels play a fundamental role in the development of aggressive behavior. Aggression has been linked to other negative emotional states, such as suicide behavior. Both behavioral responses are affected by seasonal fluctuation. Studies have shown, that aggression is strongly responded to seasonal fluctuations. Findings from these studies indicate, that lectin binding reduced in the stressed rats. Non-pharmacological treatment of aggressive and suicide behavior is briefly discussed in this paper. Manipulation of the serotonergic system by nutrition and cognitive therapy will help people, who struggle to combat with pathological aggressive behavior and related mood disorders.

Key words: killer; self-killer; lectins; aggressive social environment.

ПСИХОБИОЛОГИЯ

**ПСИХОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ УБИЙЦ И САМОУБИЙЦ
ОРГАНИЗМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРЕССИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ СРЕДЫ**

Алексидзе Н. Г.

(Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили)

Резюме: Рассматриваются психобиологические механизмы формирования организмов убийц и самоубийц в зависимости от агрессивной социальной среды. Экспериментально было установлено, что уменьшение количественного содержания серотонина в мозгу и повышение мужского полового гормона – тестостерона в организме способствуют формированию крыс-убийц. Специально было исследовано, отражается ли на физико-химическом состоянии мембран эритроцитов агрессивность стрессированных животных. Путем использования растительных лектинов было установлено, что при стрессированном состоянии организмов резко уменьшается связывание лектинов, что дает основание для выявления агрессивных организмов с целью их дальнейшего психо- и фармакологического лечения. Следует отметить, что убийство и самоубийство преимущественно проявляется в теплые месяцы года.

Ключевые слова: убийцы; самоубийцы; лектины; агрессивная социальная среда.

სასიძაღულო მამული გილერეა

მიხეილ ჩვითია – 90

90 წელი შესრულდა გამოჩენილი ქართველი მეცნიერის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს, პროფესორ მიხეილ ხვინგიას დაბადებიდან.

მიხეილ ხვინგია დაიბადა 1924 წლის 7 თებერვალს ქ. ბათუმში. 1941 წელს დაამთავრა ბათუმის მე-4 ქართული საშუალო სკოლა, ხოლო 1948 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი მანქანათმშენებლობის სპეციალობით. 1948 წელს ჩაირიცხა ასპირანტურაში და 1952 წელს დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 1966 წელს სადოქტორო დისერტაციები მანქანათა დინამიკისა და რხევების გამოყენებითი თეორიის სფეროში.



თავისი შრომითი და სამეცნიერო საქმიანობა ბატონმა მიხეილმა დაიწყო საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში, სადაც იგი 1952 წლიდან 1966 წლიდება მუშაობდა მანქანათა ნაწილების კათედრაზე ასისტენტისა და დოცენტის, ხოლო 1968 წლიდან თვითმფრინავთმშენებლობის კათედრაზე პროფესორის თანამდებობაზე.

1966 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი მიხეილ ხვინგიამ დააარსა მანქანათა დინამიკისა და სიმტკიცის განყოფილება და იყო მისი უცვლელი ხელმძღვანელი ორი ათეული წლის განმავლობაში. 1987 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე იგი მუშაობდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამოყენებითი მექანიკისა და მართვის პროცესების განყოფილების აკადემიკოს-მდივნად და ამავდროულად სამეცნიერო კონსულტაციებს უწევდა მანქანათა დინამიკის განყოფილებას მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში.

დიდია მისი დამსახურება და წვლილი მანქანათა დინამიკისა და სიმტკიცის, ვიბრაციული ტექნიკის, მანქანათა აკუსტიკის, ვიბროდაცვისა და ბიომექანიკის, მართვის პროცესების მათვა-მატიკური მოდელირების სფეროებში. იგი 200-ზე მეტი გამოქვეყნებული შრომის ავტორია. მათ შორისაა: 12 მონოგრაფია, 6 სახელმძღვანელო, 25 გამოგონება და მრავალი სამეცნიერო სტატია.

ბატონ მიხეილს პქონდა დიდი მეცნიერული ალლო, რომ აღექვა და მოწაფებისთვის გაეცნო ტექნიკური მეცნიერების განვითარების თანამედროვე პრობლემები და მიეწოდებინა მათი გადაჭრის გზები. ამ მხრივ ნიშანდობლივია, რომ მისი დიდი მცდელობით 1980-იან წლებში ინსტიტუტი ჩამოყალიბდა იმ დროისათვის ერთ-ერთი ძლიერი, ანალოგურ-ციფრული გამომთვლელი მანქანების ცენტრი, რამაც დიდად შეუწყო ხელი ინსტიტუტი არსებული მეცნიერული პრობლემატიკის ეფექტურ კადეგასა და მაღალი მეცნიერული შედეგების მიღწევას.

ბატონი მიხეილის ხელმძღვანელობით მნიშვნელოვანი, მსოფლიოში აღიარებული თეორიული და პრაქტიკული შედეგები იქნა მიღებული მექანიკის ისეთ სფეროებში, როგორიცაა: ვიბრაციული ტექნიკა, ბიომექანიკა, ვიბროაკუსტიკა. თეორიული კვლევების შედეგებისა და გაანგარიშების ახალი მეთოდების აღიარებაა მათი ფართოდ წარმოდგენა 6-ტომიან ფუნდამენტურ ცნობარში, სადაც რამდენიმე თავი ბატონი მიხეილის მიერაა დაწერილი. კვლევის შედეგები საფუძვლად დაედო ვიბრაციული მანქანების ვიბროამძრავებში არაწრფივი სუბ- და სუპერჰარმონიკული რეჟიმების გენერირებას, ოპტიმალური კვანძური ამორტიზაციის სქემების შექმნას.

ცხინვალის ქარხანა „ელექტროვიბრომანქაში“ 1980 წელს მ. ხვინგიას მიერ მცირე პისტერეზებისის მქონე ახალი მანქანის მსხვილსერიული წარმოების დანერგვამ ქვეყანას თითქმის 5 მლნ მან-ის წლიური ეკონომია მისცა.

ბატონი მიხეილის ფართო ერუდიცია და მრავალმხრივი ინტერესები არ იყო შემოფარგლული მხოლოდ სამეცნიერო მოღვაწეობით. იგი მთელი თავისი შეგნებული ცხოვრების განმავლობაში ეწეოდა ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში: კითხულობდა ლექციებს ჩარხების, საფრენი აპარატების, სამშენებლო მექანიკის, დინამიკისა და სიმტკიცის დარგებში, რითაც აქტიურად უწყობდა ხელს ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების აღზრდასა და ჩამოყალიბებას. მისი ხელმძღვანელობით მომზადდა და დაცულ იქნა 8 სადოქტორო და 23 საკანდიდატო დისერტაცია.

ბატონი მიხეილი დიდ ყურადღებას უთმობდა საზოგადოებრივ-სამეცნიერო საკითხებს. იგი იყო ამიერკავკასიის სემინარის ხელმძღვანელი რხევების გამოყენებით თეორიაში, ვიბრაციულ ტექნიკასა და მანქანათა დინამიკაში, მრავალი საერთაშორისო კონფერენციის უშუალო ორგანიზაციონი და თავმჯდომარე, რესპუბლიკის სამეცნიერო-ტექნიკური და გამომგონებელთა საზოგადოებების პრეზიდიუმების წევრი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქურნალი „მეცნიერება და ტექნიკის“ კურატორი 1987 წლიდან გარდაცვალებამდე (1994 წ.), საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სპეციალიზებული სადოქტორო საბჭოს თავმჯდომარის მოადგილე სპეციალობაში – „მანქანათა დინამიკა და სიმტკიცე“.

სამწუხაროდ, ბატონი მიხეილი 1994 წელს მოულოდნელად 70 წლის ასაკში წაგიდა ამ ქვეყნიდან იდეებითა და გეგმებით აღსავს, მაშინ როდესაც ჯერ კიდევ ბევრი მნიშვნელოვანი საზოგადოებრივი საქმის გაკეთება და მეცნიერული შედეგების მიღწევა შეეძლო.

მის მიერ ორგანიზებული სამეცნიერო სკოლა და განყოფილება წარმატებით ფუნქციონირებს დღესაც. მოსწავლეები აგრძელებენ მის ტრადიციებს და თავისი წვლილი შეაქვთ ქვეყნის სამეცნიერო პოტენციალის გაზრდასა და მანქანათმშენებლობის დარგის განვითარებაში.

90 წელი შეუსრულდებოდა რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის ერთ-ერთ დამაარსებელს და ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მის ერთ-ერთ ხელმძღვანელს, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ თოარ მარგველაშვილს.

თოარ მარგველაშვილი დაიბადა 1925 წლის 17 მარტს თბილისში. 1948 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მექანიკის ფაკულტეტი სპეციალობით – „ავტომობილები და ტრაქტორები“. 1948–1954 წლებში მუშაობდა ჯერ თბილისის ავტომექანიკურ ქარხანაში უფროსი ინჟინერ-კონსტრუქტორის თანამდებობაზე, ხოლო შემდეგ ხოფლის მეურნეობის მანქანათმშენებლობის სამინისტროს სახელმწიფო სპეციალურ საკონსტრუქტორო ბიუროში სხვადასხვა თანამდებობაზე. 1954 წელს მან ჩააბარა გამოცდები საქართველოს სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტურაში, რომლის დამთავრების შემდეგ მუშაობდა იქვე საკონსტრუქტორო ბიუროს უფროსად.



1959 წელს დაიცვა საპანდიდატო დისერტაცია თემაზე „ტრაქტორის ელასტიკური თვლების გვერდცდების მოვლენის გამოკვლევა“ და მუშაობა გააგრძელდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტის მანქანათმშენებლობის განყოფილებაში. 1960 წელს ამ განყოფილების ბაზაზე შეიქმნა მანქანათმცოდნეობის ინსტიტუტი (ამჟამად – რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი) და ზემოაღნიშნული განყოფილება გადაიყვანეს ამ ინსტიტუტში. აქ მას თავიდან უფროსი მეცნიერი თანამშრომლის, ხოლო შედეგ განყოფილების გამგის თანამდებობა ეკავა.

1962 წლიდან 2005 წლამდე იგი ამავე ინსტიტუტში მუშაობდა ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილედ სამეცნიერო დარგში, ხოლო შემდეგ, სიცოცხლის ბოლომდე (2010 წ.) – მთავარ მეცნიერ თანამშრომლად.

1973 წელს ბატონშა ოთარმა დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „ტრაქტორის ავტომატური მართვის თეორია და გამოყენებითი ამოცანები“. 1976 წელს საატესტაციო კომისიაში მას მიანიჭა პროფესორის წოდება. 1976–1986 წლებში იგი ძირითად საქმიანობასთან ერთად კითხულობდა ლექციებს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში „ავტომობილებისა და ტრაქტორების“ დარგში.

თოარ მარგველაშვილი 70 სამეცნიერო ნაშრომის, რამდენიმე პატენტისა და გამოგონების ავტორია. მისი ხელმძღვანელობით დაცულია 15 დისერტაცია. იგი დაჯილდოებული იყო „ლირსების ორდენითა“ და მედლით – „შრომითი მამაცობისათვის“.

თოარ მარგველაშვილმა უშრები ენერგიითა და გარჯით მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ჩვენი ქვეყნის ტექნიკური მეცნიერების განვითარებაში. დიდია მისი დვაწლი რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის ერთ-ერთ მოწინავე და წამყვან სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებად ჩამოყალიბებაში.

ბატონი თოარი ინსტიტუტის დაარსების დღიდან თითქმის 50 წლის განმავლობაში მოღვაწეობდა მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში და ხელმძღვანელ თანამდებობაზე ყოვნა არ უშლიდა მას ხელს ყოფილიყო გამოქვიდი მეცნიერი „ავტომობილებისა და ტრაქტორების“ დარგში.

გარეგნობითა და ზნეობით გამორჩეულმა, ჰერმარიტად დახვეწილმა ინტელიგენტმა განსაკუთრებული შრომისუნარიანობით, დაკისრებული საქმისადმი ერთგულებით, უსაზღვრო პასუხისმგებლობის გრძნობით, მაღალი პროფესიონალიზმით, სათნოებითა და სიმშვიდით დაგვამახსოვრა თავი მის კოლეგებს.

დვაწლმოსილი მეცნიერის, ქართველი ინტელიგენტისა და ჭეშმარიტი მამულიშვილის თოარ მარგველაშვილის ნათელი ხსოვნა მუდამ დარჩება მისი ახლობლებისა და კოლეგების გულში.



იმ ადამიანებში, ვინც ბატონ ბიძინა პეტრიაშვილს პირადად იცნობდა, ეს სახელი და გვარი საუკეთესო მოგონებებსა და კეთილ ემოციებს იწვევს; მათთვის კი, ვინც მას არ იცნობდა, შესაძლებელია, ეს პატარა მოგონება კიდევ ერთი ღირსეული მამული-შვილის მიერ განვლილი ცხოვრების გაცნობის საწინდარი გახდეს.

52 წლის ასაკში წავიდა ჩვენგან შესანიშნავი მოქალაქე, უნიჭიერესი ინჟინერ-მექანიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ბიძინა პეტრიაშვილი. იგი დაიბადა თბილისში 1945 წლის 11 მარტს. მისი მშობლები – ქალბატონი ლეილა რუსია და ბატონი დავით პეტრიაშვილი ქართული ინტელიგენციის იმ თაობის შესანიშნავი წარმომადგენლები იყვნენ, რომლებმაც თავიანთი ოპტიმიზმით, ცხოვრების წესით, შრომისმოყვარეობითა და მოყვასის სიყვარულით მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ საქართველოს აღორძინებას ჩაუყარეს საფუძველი.

ბატონი ბიძინას მამა წლების განმავლობაში საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის შიგაწვის ძრავების კათედრის გამგე და ავტომექანიკური ფაკულტეტის დეკანი იყო. სკოლის დამთავრების შემდეგ ბიძინა მამის კვალს გაცემა და 1962 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მექანიკა-მანქანითმშენებლობის ფაკულტეტის სტუდენტი გახდა. ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ, 1968 წელს იგი ჩაირიცხა მოსკოვის მანქანითმცოდნების ინსტიტუტის ასპირანტურაში და აქტერი დაიწყო მისი სამეცნიერო საქმიანობა. 1972 წელს წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მოდგაწეობა განაგრძო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში.

მრავალმხრივი იყო ბატონი ბიძინას ინტერესთა სფერო, კერძოდ: მექანიზმებისა და მანქანების თეორია, მანქანათა ნაწილები, ფერდობმავალი ტრაქტორები, რობოტებები სისტემები და თვითნაკეთი მაღავლი გამავლობის ავტომობილები. ამ ინტერესთა რეალიზაცია აისახა მრავალ სამეცნიერო ნაშრომსა და გამოგონებაში.

განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია მისი ღვაწლი მაღავლობის არატრადიციული მაძრავების კვლევის საქმეში. მისი ხელმძღვანელობით შემუშავდა და დამზადდა მაბიჯი მაძრავების რამდენიმე უნიკალური ნიმუში. ეს სამუშაოები საფუძვლად დაედო მის სადოქტორო დისერტაციას, რომელიც მან 1995 წელს დაიცვა. გარდა სამეცნიერო მოღვაწეობისა, ბიძინა პეტრიაშვილი წარმატებულ პედაგოგიურ საქმიანობასაც ეწეოდა. მრავალი წლის განმავლობაში იგი იყო პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მანქანათა ნაწილების კათედრის ჯერ დოცენტი, ხოლო შემდეგ პროფესორი.

ბატონი ბიძინა უადრესად გულისხმიერი, ამავდროულად ძალზე პრინციპული პიროვნება და ერთგული მეგობარი იყო.

არ შეიძლება ბიძინაზე ისაუბრო და არ გაიხსენო მისი სპორტული კარიერა. იგი იმ თაობის ქართველ მორაგბეთა ერთ-ერთი შესანიშნავი წარმომადგენელი იყო, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა სპორტის ამ სახეობის დღვევანდელ წარმატებებს. გასული საუკუნის 70-იან წლებში იგი წარმატებით იცავდა თბილისის „დინამოს“ ღირსებას.

შესანიშნავი ოჯახიშვილის, ბრწყინვალე მეცნიერ-მექანიკოსისა და სამაგალითო მოქალაქის ბიძინა პეტრიაშვილის ხსოვნა მუდამ დარჩება მისი ოჯახის წევრების, მეგობრებისა და კოლეგების გულში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი

ავტორთა საზურადლებოდ

ქართულენოვანი მრავალდარგოვანი სამეცნიერო-რეფერირებადი ჟურნალი “მეცნიერება და ტექნოლოგიები” პერიოდული გამოცემა; გამოდის კვარტალურად (წელიწადში ოთხჯერ).

1. ავტორის/ავტორების (რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 5-ს) მიერ სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს მთავარი რედაქტორის სახელზე ქართულ ენაზე და თან უნდა ახლდეს:

- აკადემიის წევრის, წევრ-კორესპონდენტის ან კოლეგიის წევრის წარდგინება, ან დარგის სპეციალისტების რეცენზიები (ორი მაინც);
- რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- ცნობები ავტორის/ავტორების შესახებ (რომელთა მიხედვით ივსება ავტორის ბარათი): ავტორის/ავტორების გვარი, სახელი, მამის სახელი, დაბადების წელი, საცხოვრებელი ბინის და სამსახურის მისამართები, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონები (ბინის, სამსახურის, მობილური).

2. სტატია ამობეჭდილი უნდა იყოს A4 ფორმატის თეთრ ქადალდზე 1,5 ინტერვალით, მინდვრების ზომა – 2-2 სმ; სტატიის მოცულობა ფორმულების, ცხრილებისა და ნახატების (ფოტოსურათების) ჩათვლით არ უნდა აღემატებოდეს 10 ნაბეჭდ გვერდს, ქართული ტექსტისათვის გამოყენებული უნდა იყოს Acadmox შრიფტი, ინგლისური და რუსული ტექსტისათვის – Times New Roman, ზომა – 12;

3. სტატია გაფორმებული უნდა იყოს შემდეგნაირად:

- რეზიუმე (მეცნიერების დარგი);
- სტატიის სათაური;
- ავტორის/ავტორების სახელი და გვარი (სრულად);
- სად დამუშავდა სტატია;
- ქართული რეზიუმე და საკვანძო სიტყვები უნდა იყოს სტატიის დასაწყისში, ინგლისური და რუსული რეზიუმეები საკვანძო სიტყვებიანად – სტატიის ბოლოში;
- დამოწმებული ლიტერატურის სია, რომელიც უნდა დალაგდეს ტექსტში ციტირების თან-მიმდევრობის მიხედვით, სტატიას უნდა დაერთოს ბოლოში (ლიტერატურა ტექსტში აღნიშნული უნდა იყოს ციტრებით კვადრატულ ფრჩხილებში);
- ნახატები (ფოტოსურათები) და ცხრილები თავისი წარწერებით უნდა განთავსდეს ტექსტში. მათი კომპიუტერული გარიანტი უნდა შესრულდეს TIFF ფორმატში (გარჩევადობა – 150 dpi);
- რედაქტირებული და კორექტირებული მასალის გამოქვეყნებაზე თანხმობა ავტორმა უნდა დაადასტუროს ხელმოწერით (რედაქტირებული გერსია ან სარედაქციო პოლეგიის მიერ დაწუნებული სტატია ავტორს არ უბრუნდება);

დამატებითი ცნობებისათვის მიმართეთ მისამართზე: 0108 თბილისი, რუსთაველის გამზირი 52, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. IV სართული, ოთახი 434, ტელ.: 299-58-27.

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

გადაეცა წარმოებას 18.03.2015. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 14.05.2015. ქაღალდის ზომა
60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბაზი 7. ტირაჟი 120 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

