

ISSN 1512-407X

# საბთომ

სამეცნიერო

საინჟინრო

საინფორმაციო

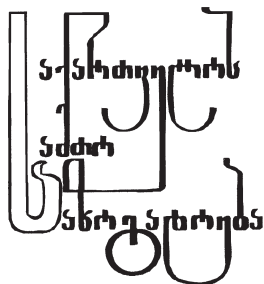
ანალიზური

რეფერირებადი

# საბთომ

2(39) Mining Journal 2017  
Горный Журнал





საქართველოს სამთო საზოგადოება  
საქართველოს ტექნიკური  
უნივერსიტეტი  
სსიპ ბრიგოლ ფულუკიძის  
სამთო ინსტიტუტი

ГОРНОЕ ОБЩЕСТВО ГРУЗИИ  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЮЛПГ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ Г.А. ЦУЛУКИДZE

GEORGIAN MINING SOCIETY  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
LEPL G. TSULUKIDZE MINING INSTITUTE

მთავარი რედაქტორი პროფ. ლ. მახარაძე  
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ПРОФ. Л. И. МАХАРАДZE  
EDITOR-IN-CHIEF PROF. L. MAKHARADZE

სარედაქციო კოლეგია

პროფ. აბაშილაძე, აკად. დოქტ. თ.ახვლედიანი, პროფ. აბაქანიშვილი, პროფ. მ. ბურნაჰი (ბულგარეთი),  
პროფ. გ.გოგია, პროფ. ი.გუჯაბიძე (მთ. რედაქტორის მოადგილე), აკად. დოქტ. რ. მნაგველი,  
პროფ. გ.ვარშალომიძე, პროფ. პ. მლასაძე (ჩვენთვის რესპუბლიკა), პროფ. ნ.ილიასი (რუმინეთი),  
აკად. დოქტ. უკაპითიაშვილი, პროფ. მ.კურლენია (რუმინეთის უმღერაგია), აკად. დოქტ. თ.კუნჭულია  
(პასუხისმგებელი მდივანი), პროფ. თ. ლომინაძე, პროფ. გ.ლომსაძე, პროფ. ფ. მარკუისი (აშშ),  
აკად. დოქტ. დ.როგავა (მთ. რედაქტორის მოადგილე), პროფ. ი. სობოტა (პოლონეთი), პროფ. რ.სტურუა,  
პროფ. დ.ტალახაძე, პროფ. ნ.პოპორაძე, აკად. დოქტ. ნ. ჩხრაძე, პროფ. ვ.ჭანტურია (რუმინეთის უმღერაგია),  
სამ. მშენ. მრ. აკად. ფ.მარ-კორ. ლ.ჯაჭვარიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ПРОФ. А.В.АБШИЛАВА, АКАД. ДОКТ. Т.О.АХВЛЕДИАНИ, ПРОФ. А.Г.БЕЖАНИШВИЛИ,  
ПРОФ. Е. БУРНАЗКИ (БОЛГАРИЯ), ПРОФ. Г.Х.ВАРШАЛОМИДZE, ПРОФ. П. ВЛАСАК (РЕСПУБЛИКА ЧЕХИЯ), ПРОФ. Г.К.ГОГИА,  
ПРОФ. И.К.ГУДЖАБИДZE (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), ЧЛЕН-КОР. НАЦ. АКАД. НАУКИ ГРУЗИИ Л.А.ДЖАПАРИДZE, ПРОФ. Н.ИЛЬЯШ  
(РУМЫНИЯ), АКАД. ДОКТ. У.Н.КАВТИАШВИЛИ, АКАД. ДОКТ. Т.С.КУНЧУЛИЯ (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), ПРОФ. М.В.КУРЛЕНИЯ (РФ),  
ПРОФ. Т. А. ЛОМИНАДZE, ПРОФ. Г.Н.ЛОМСАДZE, ПРОФ. Ф.МАРКУИС (США), АКАД. ДОКТ. Д.В.РОГАВА (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА),  
ПРОФ. Р.И.СТУРУА, ПРОФ. И. СОБОТА (ПОЛЬША), ПРОФ. Д.Г.ТАЛАХАДZE, ПРОФ. Н.Г.ПОПОРАДZE,  
ПРОФ. В.А.ЧАНТУРИЯ (РФ), АКАД. ДОКТ. Н.М.ЧИХРАДZE, АКАД. ДОКТ. Р. П. ЭНАГЕЛИ

EDITORIAL BOARD

PROF. A.ABSHILAVA, AC.DOC. T.AKHVLEDIANI, PROF. A.BEZHANISHVILI, PROF. E. BOURNASKI (BULGARIA), PROF. V.CHANTURIA  
(RF), AC.DOC. M.CHIKHRADZE, AC. DOC. R. ENAGELI, PROF. G.GOGIA, PROF. GUJABIDZE(DEPUTY EDITOR-IN CHIEF),  
PROF. N.ILIAS (ROMANIA), CORR. MEMB. OF THE NAT. ACAD.SC. GEORGIA L.JAPARIDZE, AC.DOC. U.KAVTIASHVILI,  
PROF. KURLENIA (RF), AC.DOC. T.KUNCHULIA (RESPONSIBLE SECRETARY), PROF. T. LOMINADZE, PROF. G.LOMSADZE,  
PROF. F.MARQUIS (USA), AC.DOC. D.ROGAVA (DEPUTI EDITOR-IN-CHIEF), PROF. N.POPORADZE, PROF. D.TALAKHADZE,  
PROF. J. SOBOTA (POLAND), PROF. R.STURUA, PROF. G.VARSHALOMIDZE, PROF. P. VLASAK (CZECH REPUBLIC)

რედაქციის მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 77  
ტელ.: (995 32) 236 50 47 ფაქსი: (995 32) 2 32 59 90; ვებგვერდი: www.samtojournali.ge  
E-mail: mining\_journal@posta.ge Imakharadze@rambler.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 0175, ГРУЗИЯ, ТБИЛИСИ, УЛ. КОСТАВА, 77.  
ТЕЛ.: (995 32) 236 50 47, ФАКС: (995 32) 2 32 59 90,  
www.samtojournali.ge  
E-mail: mining\_journal@posta.ge Imakharadze@rambler.ru

EDITORIAL OFFICE: 77, KOSTAVA STR, TBILISI, 0175 GEORGIA.  
TEL.: (995 32) 236 50 47, FAX: (995 32) 2 32 59 90,  
www.samtojournali.ge  
E-mail: mining\_journal@posta.ge Imakharadze@rambler.ru

ჟურნალი გამოდის 1998 წლიდან. Журнал издается с 1998 года. Published since 1998  
რეფერირდება ტექნიკური ინჟინერების „ქართულ რეფერენტულ ჟურნალში“  
Реферируется в реферативном журнале и в "Грузинском реферативном журнале" Техинформа  
"Georgian Referential Journal" of TEKHINFORM

**ქიმიური ტექნოლოგია**

Degussa-Huls  
www.cyplus.com  
Nalco  
www.nalco.com

**კონსულტაციები**

Australian Mining Consultants  
www.minesite.aust.com  
Knight Piesold  
www.knightpiesold.com  
MJRS  
www.mjrs.com  
SRK  
www.srk.co.uk

**საინჟინერო კომპანიები**

Bateman  
www.bateman.co.za  
Kvaerner  
www.kvaerner.com  
McIntosh Redpath Engineering  
www.mcintoshengineering.com  
MDM  
www.mdm-eng.co.za

**ჰიდროტექნოლოგია**

Universal Hydraulics  
www.universalhydraulics.co.uk

**მასალების გადაზიდვა**

Boart Longyear  
www.boartlongyear.com  
Roxon  
www.roxongroup.com  
Svedala  
www.svedala.com

**წიაღისეულის გამწვანება**

Larox  
www.larox.com  
Nordberg  
www.nordberg.com  
Outokumpu Mintec  
www.outokumpu.com  
Svedala  
www.svedala.com

**სამთო ინფორმაცია**

Mining Journal  
www.mininginformation.com  
www.miningevents.com

**სამთო პროგრამული**

uzrunvelyofa  
Mintec  
www.mintec.com

**მილსადენი სისტემები**

Alvenius Industrier  
www.alvenius.se  
Victaulic  
www.victaulic.com

**მადნის დანვრილმანება და  
ბაცრა**

Atlas Copco  
www.swellex.com

**თანამგზავრული კომუნიკა-  
ციები**

Inmarsat  
www.via-inmarsat.com

**საბადოთა ღია დამუშავება**

Atlas Copco  
www.atlascopco.com  
www.copdrill.com  
Boart Longyear  
www.boartlongyear.com  
Caterpillar  
www.CAT.com  
Dando Drilling International  
www.dando.co.uk  
Driltech Mission  
www.driltechmission.com  
Halco Drilling International  
www.halcodrilling.com  
Hitachi  
www.hitachi-kenki.co.jp  
Ingersoll-Rand  
www.irgmg.com  
Komatsu Mining Systems  
www.komatsu-mining.com  
Liebherr  
www.liebherr.com/us/  
Modular Mining Systems

www.mmsi.com  
O^K Mining  
www.ok-mining.com  
Padley and Venables  
www.padley-venables.com  
Rockmore International  
www.rockmore-intl.com  
Sandvik Rock Tools  
www.sandvik.com  
Sandvik Tamrock  
www.sandviktamrock.com  
Voest Alpine  
www.vaeimco.com

**საბადოთა მიწისძვება  
დამუშავება**

Atlas Copco  
www.atlascopco.com  
www.copdrill.com  
Atlas Copco Wagner  
www.atlascopco.com  
Boart Longyear  
www.boartlongyear.com  
Caterpillar  
www.CAT.com  
Fosroc Mining  
www.fosrocmining.com  
Ingersoll-Rand  
www.irgmg.com  
MBT/Meyco  
www.ugc.mbt.com  
McIntosh Redpath Engineering  
www.mcintoshengineering.com  
Modular Mining Systems  
www.mmsi.com  
Padley and Venables  
www.padley-venables.com  
Rockmore International  
www.rockmore-intl.com  
Sandvik Rock Tools  
www.sandvik.com  
Sandvik Tamrock  
www.sandviktamrock.com  
Siemag Transplan  
www.siemag.de  
Swedengineers Minetech  
www.swedengineers.com  
Voest Alpine  
www.vaeimco.com

**ბეოლოგია**

3. ნაღირაძე  
**აჭარის ტიპტონო-მაგმატური კვანძის ბეოლო-  
 გია და გააბადება**..... 5

8. კვინიკაძე, დ. პატარაძე, დ. ყუფარაძე,  
 3. კირაკოსიანი, ნ. ხუნდაძე  
**ბეოეპოლოგია, როგორც ერთ-ერთი მიმარ-  
 თულეა ბეოლოგიაში**.....10

**სამთო მრეწველოების პრობლემები**  
 დ. ჩოხანიძე, ა. ბასილაძე  
**ქვანახშირის მრეწველოების მდგომარეობა  
 საქართველოში დღესდღეობით და მისი გან-  
 ვითარების ზოგადი კონცეფცია**.....13

8. მაჩიკაძე, ა. ლოგანიძე,  
 ა. ტაველიშვილი, დ. ლორია  
**ტყივული-შპორის ქვანახშირის საბადოს  
 დაფუძვლების პრობლემები და მისი  
 განვითარების პერსპექტივები**.....16

**საბადოთა მიწისქვეშა დაფუძვება**  
 თ. ფირცხალავა  
**ლაშის სადღეღამისო დატვირთვის  
 გაანგარიშება სქელი ფენის  
 დაფუძვებისას ჭერისეული ნახშირის  
 სიჭრის გამოყვებით**.....21

**სასარგებლო წიაღისეულის  
 გამდიდრება**  
 ნ. ლომიძე, ზ. არაბიძე,  
 შ. მალაშენი, ლ. ქართველიშვილი  
**სპილენძ-კოლქვადანური მადნების  
 დასაწმენდად კუდების გროვითი  
 გაქტირულ-ქიმიური გამოტუტვის  
 მეთოდით გადაფუძვების საკითხები**.....26

**სამთო ელექტროგენერაცია**  
 ლ. მახარაძე, ს. სტერიკოვა  
**სადანეთო მაგნიტურული მილსადენი  
 მაგნიტურის შემადგენი მილების  
 შეერთების ადგილების მასში მიმდინარე  
 ჰიდროდინამიკურ პროცესებზე  
 გავლენის ანალიზი**.....36

ო. ლანჩავა, ბ. ნოზაძე,  
 ზ. სოქოლაშვილი, ნ. არაღაშვილი  
**დგუშის ეფექტით გამოწვეული ჰაერის  
 ნაკადების შეფასებისათვის  
 მეთოდის გვირაბში**.....37

**აფეთქების ენერჯის გამოყენება**  
 ს. სომერიკი, ზ. კუჭუნიძე, ა. აფრიაშვილი,  
 ბ. შატერაშვილი, ბ. თხელიძე, ნ. აბასაძე  
**სპეციალური სააფეთქებლო  
 საფუძვლების მეთოდები**.....45

8. ნაღირაშვილი, ს. სომერიკი,  
 ნ. ჩინჩაძე, ა. ხვადაბიანი,  
 ბ. ბახუტაშვილი, ი. ვარშანიძე  
**ენდოგენური ქანგბადის როლი აფეთქებად  
 ნივთიერებაში**.....52

**ეპოლოგია**

ა. იაშვილი  
**აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის  
 გამაგრების ღონისძიებები და მისი  
 განვითარების პროგნოზი**.....58

**ანალიზი**

ი. შაფაძე, რ. სხვიტარიაძე,  
 ი. ქაშუშაძე, ლ. გაბუნია, ი. გეჯაძე  
**ენერგოეფექტური სამშენებლო  
 მასალების წარმოების  
 პერსპექტივები საქართველოში**..... 61

თ. ლოგანიძე, ს. პლიაძე,  
 ე. გომეზიშვილი, დ. კუხატაძე  
**სასანთურე მუშაობის განახლება  
 ენერჯით მომარაგება**.....67

შ. მალაშენი  
**თორიუმი - მომავლის ენერჯეტიკული  
 უზრუნველყოფის რესურსი**.....74

შ. მალაშენი  
**აბრეშინიერალური რესურსების გაზაზა  
 წარმოებული ორგანო-მინერალური და  
 ბიოორგანო-მინერალური სასუქები,  
 როგორც ბეოეპოლოგიაში უსაფრთხოების  
 უზრუნველყოფის საფუძვლი**.....76

ი. ნოზაძე, ა. ოთარაშვილი,  
 ი. კუხატაძე, ბ. გაგრაშვილი  
**რეკონსტრუქციები წიაღით  
 სარგებლობისთვის ფიქსირებული  
 გადასახადების დაწესების  
 მიზნით**.....79

8. ოთარაშვილი, ლ. მახარაძე, ა. ზოკიშვილი  
**ფარავნის საბადოს პერლიტის  
 საფუძვლებზე მიღებული და გამოყენებული  
 სოკონიტის რეგენერაცია-უტილიზაციის  
 შესაძლებლობა**.....83

**უსაფრთხოების ტექნიკა**  
 თ. კუჭუნიძე, ვ. ხითარაშვილი, ა. მანუშაძე  
**კორუზიის გამოწვევი პირობები  
 და მისი აღმოფხვრის ხერხები  
 ნავთობისა და გაზის  
 ტანკარულიების გაყვანისას**.....89

**იუბილე**  
**თეგუაძე დინა**.....95  
**გელენიძე მიხეილ**.....97  
**წერეთელი ივარი**.....99  
**ლანჩავა ომარი**.....101  
**ჯავახიშვილი თეიმურაზი**.....104

**გახსენება**  
**ნიშარაძე ნაილი**.....106



## ГЕОЛОГИЯ

НАДИРАДЗЕ В.В.

ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ТЕКТОНО-  
МАГМАТИЧЕСКОГО УЗЛА АДЖАРИИ ..... 10

КВИНИКАДЗЕ М.С., ПАТАРИДЗЕ Д.В., КУПАРАДЗЕ Д.М.,  
КИРАКОСЯН В.А., ХУНДАДЗЕ Н.К.

ГЕОЭКОЛОГИЯ, КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ  
В ГЕОЛОГИИ..... 12

## ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЧОМАХИДЗЕ Д.И., БАСИЛАДЗЕ М.А.

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ  
КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ГРУЗИИ И ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ ЕЕ РАЗВИТИЯ ..... 15

МАЧАИДЗЕ Г.Л., ЛОБЖАНИДЗЕ Г.З., ТАВЕЛИШВИЛИ А.Д., ЛОРИА Д.З.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ТКИБУЛИ-ШАОРСКОГО  
УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ..... 20

## ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ПИРЦХАЛАВА Т.Г.

РАСЧЕТ СУТОЧНОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАВУ ПРИ  
ОТРАБОТКЕ МОЩНОГО ПЛАСТА С ВЫПУСКОМ  
ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ УГЛЯ ..... 25

## ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ЛОМИДЗЕ Н.Н., АРАБИДЗЕ З.Д., МАЛАШХИЯ Ш. С.,  
КАРВЕЛИШВИЛИ Л. Г.

ВОПРОСЫ КУЧНОГО БАКТЕРИАЛЬНО - ХИМИЧЕСКОГО  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СКЛАДИРОВАННЫХ ХВОСТОВ  
МЕДНО - КОЛЧЕДАННЫХ РУД ..... 28

## ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

МАХАРАДЗЕ Л.И., СТЕРЯКОВА С.И.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕСТ СОЕДИНЕНИЙ  
ОТДЕЛЬНЫХ ТРУБ, СОСТАВЛЯЮЩИХ  
НАПОРНЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ МАГИСТРАЛИ НА  
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ПРОТЕКАЮЩИЕ В НИХ..... 28

ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч.,

ХОКЕРАШВИЛИ З.З., АРУДАШВИЛИ Н.Н.

О ОЦЕНКЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ, ВЫЗВАННЫХ  
ПОРШНЕВЫМ ЭФФЕКТОМ В ТУННЕЛЯХ МЕТРО..... 45

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА

ХОМЕРИКИ С.К., КУЧУХИДЗЕ З.К.,

АПРИАШВИЛИ А.Г., ШАТБЕРАШВИЛИ Г.Г.,

ТХЕЛИДЗЕ Г.З., АБЕСАДЗЕ Н.А.

МЕТОДЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ  
РАБОТ ..... 52

НАДИРАШВИЛИ М.Д., ХОМЕРИКИ С.К., ЧИХРАДЗЕ Н.М.,

ХВАДАГИАНИ А.А., БАХУТАШВИЛИ Г.Г., ВАРШАНИДЗЕ Я.З.

РОЛЬ ЭНДОГЕННОГО КИСЛОРОДА В ВЗРЫВЧАТЫХ  
ВЕЩЕСТВАХ..... 57

## ЭКОЛОГИЯ

ЯШВИЛИ Г. Е.

МЕРОПРЯТИЯ ЗАЩИТЫ МОРСКОЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ  
АДЖАРИИ И ПРОГНОЗ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ..... 61

## АНАЛИЗ

ШАПАКИДЗЕ Е. В., СХВИТАРИДЗЕ Р.Е., КАМУШАДЗЕ И. Г.,

ГАБУНИЯ Л. В., ГЕДЖАДЗЕ И. В.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ В ГРУЗИИ ..... 66

ГОНГАДЗЕ Т.А., БЛИАДЗЕ С.Н.,

ГОБЕДЖИШВИЛИ Е. Г., КУПАТАДЗЕ Д. Г.

СНАБЖЕНИЕ ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ  
ВОЗОБНОВИВШИЙСЯ ЭНЕРГИЕЙ..... 74

МАЛАШХИЯ Ш.С.

ТОРИЙ - РЕСУРС ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БУДУЩЕГО ..... 76

МАЛАШХИЯ Ш.С.

ПРОИЗВОДИМЫЕ НА БАЗЕ АГРОМИНЕРАЛЬНЫХ  
РЕСУРСОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ И БИОРГАНО-  
МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, КАК  
ФАКТОР ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ..... 78

НОЗАДЗЕ И.Р., ОТАРАШВИЛИ М.В.,

ГАМКРЕЛИДЗЕ Г.Г., КВАТАШИДЗЕ И.Р.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ  
ФИКСИРОВАННЫХ НАЛОГОВ ЗА  
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ .....82

ОТАРАШВИЛИ М.В., МАХАРАДЗЕ Л.В., БРОКИШВИЛИ М.О.

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ  
ПОЛУЧЕННОГО И ИСПОЛЬЗОВАННОГО  
СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ПЕРЛИТА ПАРАВАНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ..... 89

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

КУНЧУЛИЯ Т.С., ХИТАРИШВИЛИ В.Э., МАИСУРАДЗЕ А.Г.

УСЛОВИЯ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ КОРРОЗИИ И  
СПОСОБЫ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРИ ПРОВОДКЕ  
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН..... 94

## ЮБИЛЕЙ

ТЕВЗАДЗЕ ДИАНА ..... 95

ГЕЛЕНИДЗЕ МЕДГАРИ ..... 97

ЦЕРЕТЕЛИ ИВЕРИ ..... 99

ЛАНЧАВА ОМАРИ .....101

ДЖАВАХИШВИЛИ ТЕИМУРАЗИ.....104

## ПАМЯТЬ

НИЖАРАДЗЕ НАИЛИ..... 106

**GEOLOGY**

NADIRADZE V.  
**THE GEOLOGY AND MINERALIZATION OF TECTONIC-  
 MAGMATIC KNOT OF AJARA** ..... 10

KVINIKADZE M., PATARIDZE D., KUPARADZE D.,  
 KIRAKOSYAN V., KHUNDAZE N.  
**GEOECOLOGY AS ONE OF THE DIRECTIONS  
 IN GEOLOGY** ..... 13

**PROBLEMS OF MINING INDUSTRY**  
 CHOMAKHIDZE D., BASILADZE M.  
**ON PRESENT STATUS OF THE COAL INDUSTRY IN  
 GEORGIA AND GENERAL CONCEPT OF ITS  
 DEVELOPMENT** ..... 16

MACHAIDZE G., LOBJANIDZE G.,  
 TAVELISHVILI A., LORIA D.  
**PROBLEMS OF TKIBULI-SHAORI DEPOSIT PROCESSING  
 AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES** .....20

**UNDERGROUND MINING**  
 PIRTSKHALAVA T.  
**PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL SCHEME  
 DEVELOPMENT OF POWERFUL  
 COAL SEAMS TKIBULI-SHAORI DEPOSIT**..... 25

**PROCESSING**  
 LOMIDZE N., ARABIDZE Z., MALASHKHIA Sh., KARTVELISHVILI L.  
**THE ISSUE OF HEAP BACTERIA-CHEMICAL  
 LEACHING OF STOCKPILED COPPER-PYRITE  
 ORES TAILS** ..... 28

**MINING ELEKTROMECHANICS**  
 MAKHARADZE L., STERIAKOVA S.  
**THE ANALYSES OF HYDRODYNAMIC PROCESSES  
 IMPACT ON MAIN PIPELINE CONNECTION POINTS** ..... 36

LANCHAVA O., NOZADZE G.,  
 KHOKERASHVILI Z., ARUDASHVILI N.  
**ON THE EVALUATION OF AIR FLOWS CAUSED  
 BY A PISTON EFFECT IN SUBWAY TUNNELS**..... 45

KHOMERIKI S., KUCHUKHIDZE Z., APRIASHVILI A.,  
 SHATBERASHVILI G., TKHELIDZEG., ABESADZE N.  
**METHODS OF SPECIAL BLASTING OPERATIONS** ..... 52

NADIRASHVILI M., KHOMERIKI S., CHIKHRADZE N., KHVADAGIANI A.,  
 BAKHUTASHVILI G., VARSHANIDZE I.  
**THE ROLE OF ENDOGENOUS OXYGEN  
 IN EXPLOSIVES**..... 58

**ECOLOGY**  
 IASHVILI G.  
**MEASURES EASURES TO PROTECT THE  
 COASTAL ZONE OF AJARA AND FORECAST ITS  
 CHANGE** .....61

**ANALYSIS**  
 SHAPAKIDZE E., SKHVITARIDZE R., KAMUSHADZE I.,  
 GABUNIA L., GEJADZE I.  
**THE PROSPECTS OF PRODUCTION OF  
 ENERGY-EFFICIENT CONSTRUCTION MATERIALS IN  
 GEORGIA** ..... 66

GONGADZE T., BLIADZE S., GOBEJISHVILI E.,  
 KUPATADZE D.  
**PROVIDING THE GREENHOUSE FARMS WITH RENEWABLE  
 POWERSUPPLY** ..... 74

MALASHKHIA Sh.  
**THORIUM-ENERGY RESOURCE  
 OF FUTURE**..... 76

MALASHKHIA SH.  
**ORGANIC MINERAL AND BIOORGANIC MINERAL  
 FERTILIZERS PRODUCED ON THE BASIS  
 OF AGRONOMICAL RESOURCES AS A GEOLOGY  
 SAFETY FACTOR**..... 79

NOZADZE I., OTARASHVILI M.,  
 GAMKRELIDZE G., KVATASHIDZE I.  
**RECOMMENDATIONS ON THE SETTING OF FIXED  
 TAXES FOR SUBSOIL USE** .....83

OTARASHVILI M., MAKHARADZE L., BROKISHVILI M.  
**POSSIBILITY OF REGENERATION AND UTILIZATION OF  
 THE RECEIVED AND USED SORBENT ON THE BASIS OF  
 PERLITE OF THE PARAVANI FIELD** ..... 89

**SAFETY TECHNOLOGY**  
 KUNCHULIA T., KHITARISHVILI V.,MAISURADZE A.  
**CONDITIONS CAUSING OF CORROSION  
 AND ITS ERADICATION METHODS OF THE  
 OIL AND GAS WELLS WITHDRAWAL** ..... 94

**JUBILEE**  
 TEVZADZE DIANA ..... 95  
 GELENIDZE MEDGARI ..... 97  
 TSERETELI IVERI ..... 99  
 LANCHAVA OMARI ..... 101  
 JAVAXISHVILI TEIMURAZI ..... 104

**MEMORY**  
 NIJARADZE NAILI .....106



**აპად. დოქტორი ვ. ნადირაძე**

**აჭარის ტექტონო-მაგმატური კვანძის გეოლოგია და გამადნება**

*ნაშრომში განხილულია აჭარა-თრიალეთის კიდურა სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის, აჭარის, მერიისი-უჩამბოს ტექტონო-მაგმატური კვანძის გეოლოგიური და მეტალოგენური თავისებურებები. დადგენილია შესამუშაო ასაკის ინტრუზივების, სიენიტების, სიენიტ-დიორიტების ფენისებრი, სილისმაგვარი ფორმა. მათ უკავშირდებიან პიდროთერმულად, ინტენსიურად შეცვლილი ველები, რომლებიც ინტრუზივების საზურავ გვერდებზე, დიდ ფართობებზე ასევე ფენისებრად არიან განვითარებული. მათთან არიან დაკავშირებული გოგირდის კოლჩედანის და ალუნითის მადანგამოვლენები. სპილენძ-პოლიმეტალური ოქროთი გამადნება უკავშირდება უფრო გვიანდელი ფაზის ფუძე ინტრუზივებს (გაბრო, გაბრო-მონცონიტები), რომლებთანაც ისინი სივრცობრივად მჭიდროდ არიან დაკავშირებული.*

აჭარა-თრიალეთის და მისი უკიდურესი სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის აჭარის გეოლოგიური აგებულების და გამადნების საკითხები დეტალურადაა განხილული პ. გამყრელიძის, გ. ძოწენიძის, ვახ. ნადირაძის, თ. ივანიცკის, ი. გამყრელიძის, ვ. გუგუშვილის და სხვათა ნაშრომებში. მათ შრომებში დიდი ყურადღება აქვს დათმობილი პიდროთერმულად შეცვლილ ზონებს, რომლებიც ამ რაიონში მნიშვნელოვან ფართობს მოიცავენ. დეტალურადაა შესწავლილი მათი ნივთიერი შედგენილობა, თუმცა მათ მორფოლოგიაზე სპეციალური სამუშაოები ჩატარებული არ არის. ოქროს გამადნების პრობლემასთან დაკავშირებით ამ ტერიტორიის მიმართ ბოლო წლებში ინტერესია გაზრდილი. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლინდა მისი გეოლოგიური აგებულების და გამადნების ახალი თავისებურებები, რაც ძენა-ძიებებით სამუშაოების სწორ წარმართვას შეუწყობს ხელს.

კავკასიის ძირითადი სტრუქტურული ერთეულების აგებულება გარკვეულ წილად განპირობებულია ოროგენალურ-დიაგონალური მიმართების ლინეამენტთა სისტემებით. გამონაკლისი არც აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემაა, რომლის ძირითადი ნაწილი განედური მიმართების ლინეამენტითაა განსაზღვრული. მის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, რომელიც ჩვენს მიერ შესწავლილ რაიონს მოიცავს, პონტო-კასპიის მძლავრი ლინეამენტის გავლენით ნაოჭა სტრუქტურა მკვეთრად იცვლის მიმართებას, განედურიდან სამხრეთ-დასავლეთურზე. ხოლო ქ. თბილისის აღმოსავლეთით ის მკვეთრად წყდება და აღმოსავლეთით არ გაიდევნება. ჩვენი აზრით, ის უერთდება დიაგონალურ ვლადიკავკაზ-მტკვრის ლინეამენტს და მკვეთრად იცვლის მიმართებას სამხრეთ-აღმოსავლეთურზე [1]. აქედან გამომდინარე, აჭარა-თრიალეთის სტრუქტურას გახსნილი ტრაპეციის ფორმა უნდა ჰქონდეს. ჩვენი მოსაზრების სისწორეს შემდეგი ფაქტიც ამტკიცებს: ჩრდილო-დასავლეთის მიმართების ტექტონიკურ ზონაში, საქართველოს ბელტზე და კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე (გაგრა-ჯავის ზონა), ბაიოსის ვულკანური აქტიურობა ბათურ ეპოქაში

დასრულდა, სამხრეთ-აღმოსავლეთ სეგმენტში კი (სომხეთ-ყარაბაღის ზონა) ეს პროცესი ნეოკომსაც მოიცავს, რაც შეიძლება აიხსნას აჭარა-თრიალეთის ზონის ვულკანურ პროცესთან დაკავშირებული რეგენერაციით.

აჭარა-თრიალეთის ზონა, ძირითადად აგებულია ცარცული და პალეოცენურ-ეოცენური ვულკანოგენურ-დანალექი წარმონაქმნებით, თუმცა ღრმულის ჩასახვა ააღენში მოხდა. დაძირვის მაქსიმუმს ღრმულმა შუა ეოცენში მიაღწია, როცა ვულკანური აქტიურობის შედეგად მოხდა მძლავრი, 3-5 კმ სიმძლავრის კირტუტე ვულკანოგენური და ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების ჩამოყალიბება.

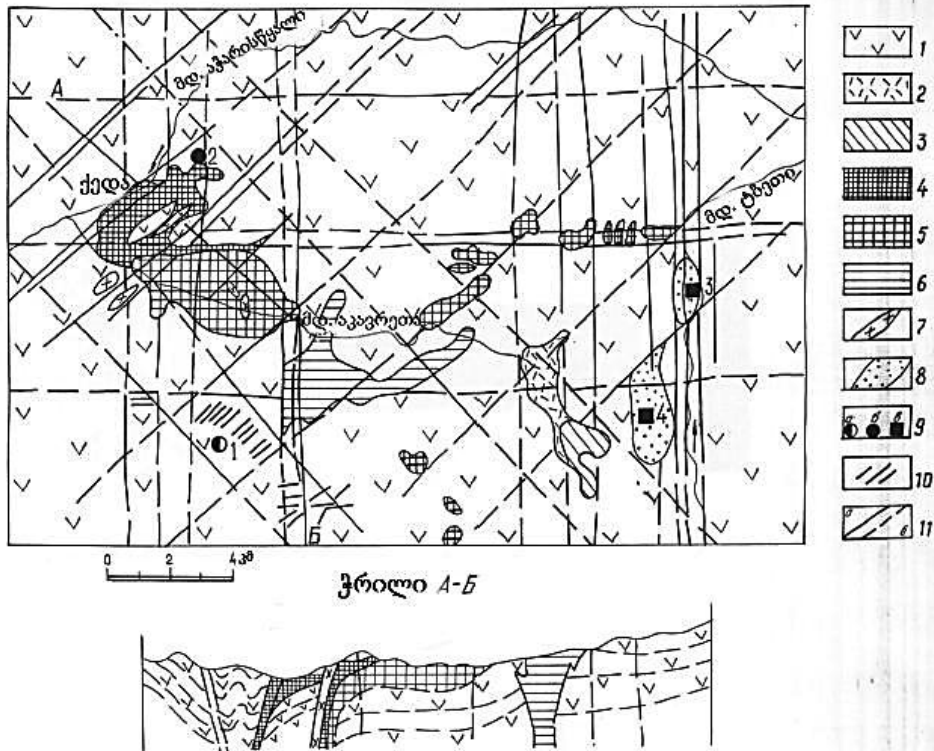
ვულკანური აქტიურობის დასასრულს აჭარა-თრიალეთის რეგიონში, სხვადასხვა მიმართების ლინეამენტების გადაკვეთის ადგილებში ჩაისახა ღრმა ტექტონიკური კვანძები, რომლებთანაცაა დაკავშირებული მაგმატური აქტიურობა, რამდენიმე ფაზის ინტრუზივებით და ენდოგენური გამადნებით. ასეთებია: აჭარის რაიონში მერიისი-უჩამბოს, გურიაში ვაკიჯვრის, აღმოსავლეთით საირმის, ზეკარის, ძამის და ა. შ. ტექტონო-მაგმატური კვანძები.

ჩვენი განხილვის ობიექტს აჭარის რაიონში უჩამბო-მერიისის ტექტონო-მაგმატური კვანძი წარმოადგენს, რომელიც საშუალო და ფუძე შედგენილობის ინტრუზიული სხეულებითაა წარმოდგენილი. მკვლევართა ძირითადი ნაწილი ამ ინტრუზივებს შუა ეოცენის გვიან პერიოდს უკავშირებს, მათ შორის გ. ძოწენიძე [2], ხოლო ვახ. ნადირაძე [3] მათ ქვედამოცენური ასაკით ათარილებს, რადგან ისინი ყველაზე მძლავრ, აჭარის ოროფაზაში, ჩამოყალიბებულ სტრუქტურებს კვეთენ.

აღნიშნული კვანძების მდნეული ფორმაციები, ძირითადად, გოგირდ-კოლჩედანური და სპილენძ-პოლიმეტალური ოქროთი არიან წარმოდგენილი. აქედან პირველს გ. ძოწენიძე [4] ვულკანურ პროცესს უკავშირებს, ხოლო მეორეს სიენიტის ინტრუზივებს.

საერთოდ მიღებულია, რომ აღნიშნული მაგმატური კვანძის ინტრუზივები გამკვეთი, შტოკო-ბათოლიტური ხასიათის არიან და ენდოგენური გამადნება მათ გარშემო არის განლაგებული. ჩვენი კვლევების შედეგად დადგინდა ინტრუზივების განსხვავებული მორფოლოგია და შესაბამისად გამადნების კონტროლიც გადახედვას მოითხოვს.

მერიისის ინტრუზიული მასივი შუა ეოცენურ ვულკანოგენურ ქანებშია განლაგებული, რომლებიც მონოკლინურად, დამრეცი კუთხით ჩრდილო-დასავლეთისკენ ეცემიან. ინტრუზივის გამოსავალი მდ. აკაგრეთას ზეობაშია გაშიშვლებული, დაახლოებით 15 კმ<sup>2</sup> ფართობს მოიცავს და წარმოდგენილია: გრანო-სიენიტებით, გრანო-დიორიტებით, გაბრო-დიორიტებით და გაბროებით (იხ. ნახ. 1). მასივის კონტური დაკლავნილია, იმეორებს რელიეფის უსწორმეწორებას, კონტაქტები აქტიურია, რამდენიმე ადგილას რქაულების ზონითაა შემოფარგლული. ელემენტარული აგებით დგინდება, რომ ინტრუზივის ზედაპირი სუბპორიზონტალურია, დასავლეთისკენ დამრეცი ვარდნით,



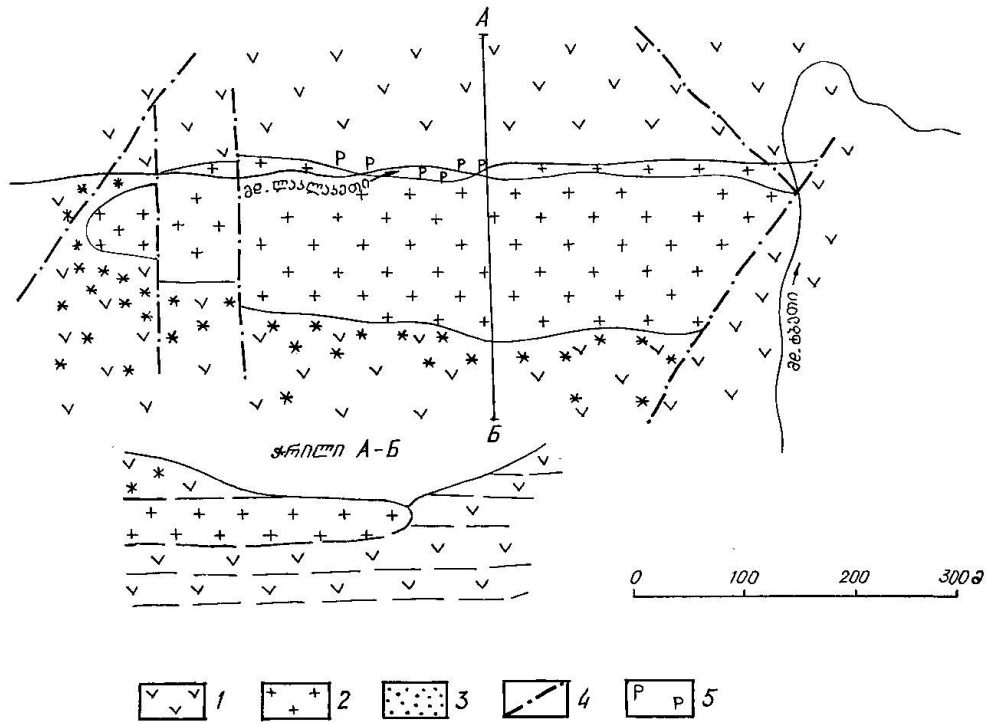
ნახ. 1. მერისი-უჩამბოს ტექტონო-მაგმატური კვანძის სქემატური რუკა: 1 – შუა ეოცენური ლავეები, ანდეზიტის, ტრაქიანდეზიტების, ბაზალტების ლავობრექჩიები, მათი ტუფები და ტუფობრექჩიები; 2 – ნეოგენური ტრაქიანდეზიტების ლავეები; 3 – ტრაქიანდეზიტების და ტრაქიბაზალტური პორფირიტების სუბვულკანური სხეულები; 4 – სიენიტ-პორფირიტი; 5 – კვარციანი სიენიტები, სიენიტები და გრანოსიენიტები; 6 – კვარციანი მონცონიტები; 7 – გაბრო; 8 - კვარც-პირიტ-სერიციტ-კალციტური მეტასომატიტები; 9 – საბადოები და მადანგამოვლენები: ა) სპილენძ-პოლიმეტალური, ბ) ოქროსი, ვ) გოგირდ-კოლჩედანის და ალუნიტის (1 – მერისი; 2 – ვაიო; 3 – წაბლანა; 4 - ტბეთი); 10 – სპილენძ-პოლიმეტალური მარღვეები; 11 – ტექტონიკური რღვევები: ა) დადგენილი, ბ) დეშიფრირებული აერო-ფოტო მეთოდებით

ხოლო მის სასურავში განლაგებული ჰიდროთერმალიტები იმეორებენ მის კონფიგურაციას, მათი გავრცელების ფართობი მცირდება ხეობის ციცაბო ფერდობებზე და დიდ ფართობებს იკავებს იქ, სადაც ინტრუზივის თავზე რელიეფი დამრეცია. ინტრუზივის დასავლეთ ნაწილში, აჭარისწყლის გრაბენ-სინკლინთან, ინტრუზივის კონტაქტი, შემცველ ქანებთან, ციცაბოა და მკვეთრად იცვლის დაქანების კუთხეს აღმოსავლეთისაკენ. ამ ადგილას ვლინდება ინტრუზივის რამდენიმე ფაზა – სიენიტ-პორფირები, სიენიტ-დიორიტები და გაბროები. უკიდურეს აღმოსავლეთ ნაწილში, სოფ. მერისთან, ნათლად ჩანს ინტრუზივის საგები გვერდის კონტაქტი, რომელიც სუბპორიზონტალურად ადგეს გარქაულეულ ვულკანიტებს. მერისის ინტრუზივის ფენისმაგვარი ფორმა მიგვანიშნებს, რომ საქმე გვაქვს სილისებრ სხეულთან. ანალოგიური მორფოლოგიისაა ნამონასტრევის ინტრუზივი, ხოლო ჭალათის ინტრუზივი, რომელიც ორი ლინეამენტის გადაკვეთას უკავშირდება, გამკვეთი ხასიათისა უნდა იყოს [5].

ტექტონო-მაგმატური კვანძის აღმოსავლეთ ნაწილში, უჩამბო-ტბეთის მონაკვეთში, მძლავრი განედური მიმართების რღვევის ზონის გასწვრივ ლაკლაკეთის, ტბეთის და სხვა

მდინარეთა ხეობებში ვლინდება რიგი ინტრუზიული სხეულებისა. გამკვეთი სხეულები უკავშირდებიან მერიდიანულ რღვევებს, მათი სიმძლავრე არ აღემატება რამდენიმე ათეულ მეტრს და მერიდიანული მიმართებით არიან წაგრძელებული. სხვა სხეულების გამოსავლების ფართობები დაახლოებით 1-1,5 კმ<sup>2</sup>-ია. ყველა ისინი ხასიათდებიან ფენისებრი ფორმით და ციცაბო მომყვანი ყელით. ეს სხეულები სშირად ბრონირებენ მდინარის ფერდობებს და მათი გადამფარავი ვულკანოგენური ქანები დიდ ფართობებზე ინტენსიურად არიან ჰიდროთერმულად შეცვლილები – პირიტიზებული, ცეოლიტიზებული და ალუნიტიზებული. უჩამბოს ინტრუზივი, რომელიც მდ. ლაკლაკეთის ხეობაში შიშვლდება, განედურად არის წაგრძელებული და რღვევების გადაკვეთის კვანძს უკავშირდება. მდინარის ჩრდილო ნაპირზე შემცველი ქანები პრაქტიკულად შეუცვლელია, ხოლო სამხრეთ ფერდობზე ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანები დიდ ფართობს მოიცავს და მკვეთრად მთავრდება, რაც მიგვანიშნებს ინტრუზივის გავრცელებაზე ამ მიმართულებით. ამომყვანი ყელი მის აღმოსავლეთ ნაწილში გამავალ რღვევას უკავშირდება, მდ. ტბეთთან, სადაც კარგად ჩანს მისი ციცაბო ვარდნა და სადაც რქაულების ზონა შიშვლდება (იხ. ნახ. 2).

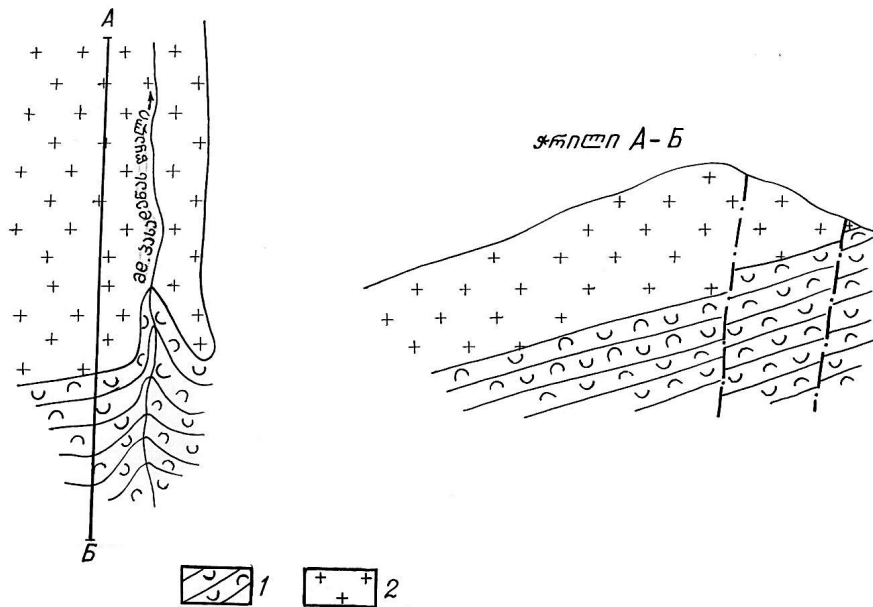




ნახ. 2. უჩაბლოს ინტრუზივის სქემატური რუკა: 1 – შუაეოცენური ვულკანოგენური ქანები; 2 – სიენიტის ინტრუზივი; 3 – ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონები; 4 – რღვევები; 5 – გარქაულებული ზონები

მდინარე პასადენასწყლის ხეობაში გაშიშვლებული სიენიტის ინტრუზივის ფენისებრი ფორმა ეჭვს არ იწვევს (იხ. ნახ. 3). საინტერესო სურათია ქორისწყლის დელეში, სადაც მდინარის სამხრეთ ფერდობზე ინტენსიურად შეცვლილი ქანები დიდ ფართობს მოიცავენ. ფერ-

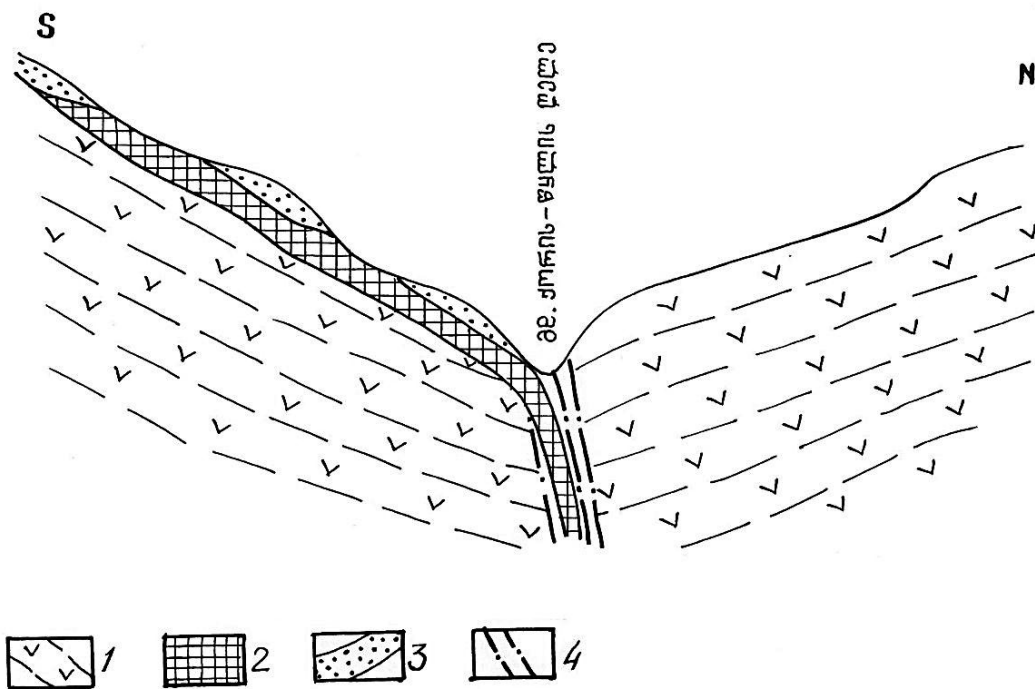
დობის შესწავლამ დაგვანახა, რომ ეს შეცვლებიც სიენიტის ინტრუზივს უკავშირდება, რომელიც ფერდობზე მრავალ ადგილას “ფანჯრების” სახით შიშვლდება. ამომყვანი ყელი აქაც ციცაბოა და მდინარის გასწვრივ გამავალ რღვევას უკავშირდება (იხ. ნახ. 4).



ნახ. 3. მდინარე პასადენასწყლის ინტრუზივის სქემატური რუკა და ჭრილი: 1 – ეოცენური ტუფები და ტუფობრეჩიები; 2 – სიენიტის ინტრუზივი

მერისი-უჩაბოს კვანძის ტექტონო-მაგმატური კვანძის გოგირდ-კოლჩედანური ფორმაცია გომა-წაბლანის მდნეული ველითაა წარმოდგენილი, რომელიც გოგირდ-კოლჩედანურ და ალუნიტის გამოვლენებს მოიცავს. ამ ფორმაციის გამაღნება გვხვდება დაახლოებით 30 კმ<sup>2</sup> ფართობზე, სტრატეფიცირებული და ლინზისებრი ცალკეული სხეულების გამოსავლების სახით, რომელიც მეორადი კვარციტების არგილიზიტებულ ფაციესს უკავშირდება. ჰიდროთერმალიტების ქვედა ნაწილები მეტადაა გაკვარცებული და პირიტიზებული, ზედა ნაწილებში ჭარბობს სერიციტიზაცია, კა-

ოლინიზაცია, ზოგან ცეოლიტიზაცია და ალუნიტიზაცია. ზემოთ მოცემული ფაქტების გათვალისწინებით ჩვენ გვესახება, რომ გომა-წაბლანის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ფართობები იმ ინტრუზივების სასურავი გვერდის ნაწილებს უნდა წარმოადგენდნენ, რომლებიც ზედაპირზე არ არიან გაშიშვლებულები და რომლებიც მდ. ტბეთის გასწვრივ გამავალ რღვევას უკავშირდებიან (იხ. ნახ. 5), რომლის გასწვრივაც გაკვარცებული და გარქაულებული მძლავრი ზონებია განვითარებული. ინტრუზივებს უნდა ჰქონდეთ დამრეცი ვარდნა აღმოსავლეთით, ფერდობის პარალელურად.



ნახ. 4. მდინარე ქორისწყლის დელეს ინტრუზივის სქემატური ჭრილი:  
 1 – ეოცენის ვულკანოგენური ქანები; 2 – სიენიტის ინტრუზივი;  
 3 – ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონები; 4 – ტექტონიკური რღვევები

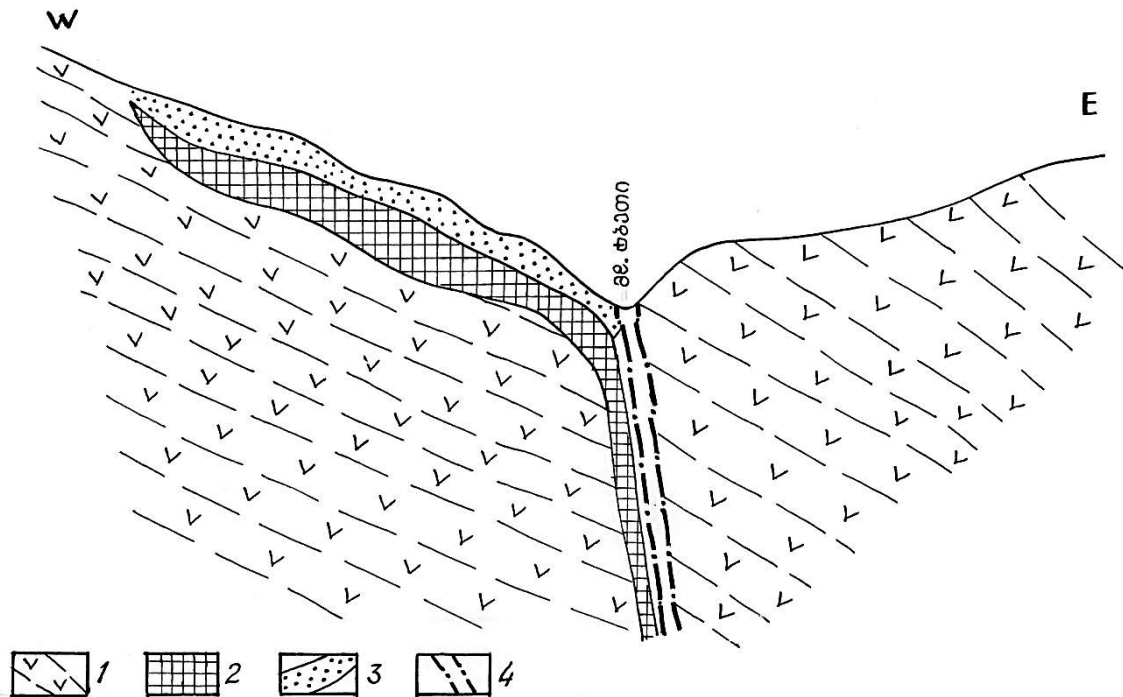
იგივე წოდების ელემენტები უნდა ჰქონდეთ ჰიდროთერმულად შეცვლილ ზონებსაც და შესაბამისად გოგირდის კოლჩედანის და ალუნიტის გამოვლენებსაც. ამ გამოვლენების გავრცელებას სიღრმეში მკვლევარები 200-300 მეტრზე ვარაუდობენ, სავარაუდო მარაგებიც ამ სიღრმეზეა დათვლილი. ჩვენი მონაცემებიდან გამომდინარე, მათი რეალური სიმძლავრე ბევრად ნაკლები უნდა იყოს და არ უნდა აღემატებოდეს რამდენიმე ათეულ მეტრს, შესაბამისად დათვლილი მარაგებიც მკვეთრად შემცირდება.

ასევე ინტრუზივის გავრცელების საზღვრებით უნდა აიხსნას შეცვლილი ზონების მკვეთრი გადასვლა პრაქტიკულად შეუცვლელ ქანებში.

სპილენძ-პოლიმეტალური ოქროთი გამაღნება ძირითადად მერისის საბადოზე ვლინდება, რომელიც გან-

ცალკეული უბნებისაგან შედგება, მერისის და ნამონასატრევის ინტრუზივების არეალში. საბადო ჩრდილოდასავლეთის მიმართების ტექტონიკურ ბლოკს უკავშირდება და წარმოდგენილია ძარღვებით ძარღვაკიანი ზონებით და ჩაწინწკლული მადნებით. ძარღვები და ზონები მიმართებაზე 1200-1500 მეტრამდე არიან გადავნილები, ხოლო დაქანებაზე – 400-500 მეტრამდე. გამაღნება წარმოდგენილია: კვარც-პირიტ-ქალკოპირიტის, კვარც-ქალკოპირიტ-სფალერიტ-გალენიტის და ბარიტ-კარბონატ-სფალერიტ-გალენიტის მინერალური ასოციაციებით, რომლებიც ერთმანეთს ცვლიან ვერტიკალურად, ქვევიდან ზევით, ზოგჯერ ერთი ძარღვის ფარგლებშიც.





ნახ. 5. წაბლანის გოგირდ-კოლჩედანის მადანგამოვლენის სქემატური რუკა: 1 – ეოცენური ვულკანოგენური ქანები; 2 - სიენიტის ინტრუზივი; 3 – ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონა გოგირდ-კოლჩედანის გამადნებით; 4 – ტექტონიკური რღვევები; 5 – გარქაულეული, გაკვარცებული ზონები

ტექტონიკური ბლოკის გარეთ არის მხოლოდ ვაიოსურნალის უბანი, ოქროს გამადნებით, რომელიც აჭარისწყლის, განედური მიმართების, ღრმული რღვევით კონტროლდება, ხოლო ოქროს გამადნება უკავშირდება მის გადაკვეთას მერიდიანულ რღვევის ზონასთან. უნდა აღინიშნოს, რომ ჭარნალის ოქროს გამოვლენაც, რომელიც აღწერილი ტექტონო-მაგმატური კვანძის მოშორებით მდებარეობს, ასევე მერიდიანული რღვევის ზონას უკავშირდება, სიენიტის ინტრუზივის ახლოს, რომლის ფენისებრი ფორმა ეჭვს არ იწვევს.

უნდა აღინიშნოს, რომ მსგავსი სიტუაციაა აჭარის კვანძის ჩრდილოეთით მდებარე, ვაკიჯვრის ტექტონო-მაგმატურ კვანძის ფარგლებშიც. აქაც ორთოგონალურ-დიაგონალური სისტემების ლინეამენტებია გამოვლენილი, რომელთაგან ჩრდილო-დასავლეთის მიმართების რღვევები დომინირებენ, ხოლო ოქროს გამოვლენები (გონებისკარი, ფაფალეთი, ვაკიჯვარი, ნასახლარი და სხვ.) მერიდიანული რღვევებით კონტროლდებიან, რაც უნდა იყოს გათვალისწინებული დეტალური სამუშაოების ჩატარების პროცესში. ეს სტრუქტურები კარგად დემონსტრირდებიან მაღლივ სურათებზე, ისინი კვეთენ ტექტონო-მაგმატურ კვანძებს და სცდებიან აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ფარგლებს.

აჭარის ტექტონო-მაგმატური კვანძის მადანწარმოქმნა ჩვენ შემდგენიარად გვესახება:

პალეოცენ-ეოცენში აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში ნაპრალოვანი ვულკანიზმის შედეგად წარმოიშვა მძლავრი (3-5 კმ) ბაზალტ-ანდეზიტური შედგენილობის ვულკანოგენური წყება;

ვულკანური აქტიურობის დასასრულს, სხვა და სხვა

მიმართების ლინეამენტების გადაკვეთის ადგილებში ჩაისახა ღრმა და აქტიური ტექტონო-მაგმატური კვანძები, მათ შორის აჭარაში მერისი-უჩამბოსი;

საშუალო შედგენილობის ინტრუზივები (სიენიტები, სიენიტ-დიორიტები) უკავშირდებიან აჭარა-თრიალეთის ყველაზე მძლავრ ტექტონიკურ ქვედამიოცენურ ფაზას – აჭარის ფაზას, მათი ძირითადი ნაწილი პლასტური ფორმისაა და სილებს წარმოადგენენ. ფუძე შედგენილობის მცირე ინტრუზივები (გაბრო, გაბრო-მონციონიტები) უფრო ახალგაზრდა (მიოცენ-პლიოცენური) საირმის ფაზას უნდა უკავშირდებოდეს;

აჭარის კვანძის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ფართო ველები და შესაბამისად გოგირდის კოლჩედანის და ალუნიტის ბუდობები სიენიტ-დიორიტების პლასტურ ინტრუზივებს უკავშირდებიან და მათ სახურავ გვერდში ვითარდებიან ფენების სახით;

სპილენძ-პოლიმეტალური-ოქროთი გამადნებას ჩვენ უფრო ახალგაზრდა, ფუძე შედგენილობის ინტრუზივებს ვუკავშირებთ, რომლებთანაც ისინი სივრცობრივად არიან დაკავშირებული. ოქროსა და სპილენძ-პოლიმეტალურ გამადნებაზე პერსპექტიულად მიგვაჩნია ინტრუზიული სხეულების ციცაბო ამომყვანი ყელები, რომლებიც რამდენიმე ფაზით არიან წარმოადგენილი და მათ მიერ ეკრანირებული საგები გვერდის ქანები.

## ლიტერატურა

1. Надирадзе В.В. Роль линеаментов в геологическом строении и распределении месторождений полезных ископаемых Кавказа. АН Грузии Геологический

Институт. Труды Новая серия, Вып. 119, Тбилиси, 2004. с. 122-129.

2. Дзოценидзе Г.С. Палеогеновый вулканизм Закавказья и связанное с ним оруденение. В сб. Закономерности размещения полезных ископаемых, т.7-Металлогения Кавказа и других складчатых областей. Недра, Москва, 1964. с. 181-192.

3. Надирадзе В.Р. Некоторые закономерности магматизма и металлогении Аджаро-Триалетии. АН Гр. ССР. Геологический институт. Вопросы геологии Грузии к XXII сессии МГК. Тбилиси, 1964. с. 421-434.

**НАДИРАДЗЕ В.В.  
ГЕОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ТЕКТОНО-  
МАГМАТИЧЕСКОГО УЗЛА АДЖАРИИ**

Рассмотрены геологические и металлогенические особенности юго-западной части Аджаро-Триалети, Мериси-Учамбского тектоно-магматического узла. Установлена пластовая форма, в виде силлов, третичного возраста сиенитов и сиенит-диоритов. К ним приурочены гидротермально интенсивно измененные поля, которые располагаются над интрузивами, также пластообразно, занимая большие площади и содержат рудопроявления серного колчедана, алуниита. Медно-полиметаллическое с золотом оруденение связано с основными интрузивами более поздней фазы (габбро, габбро-монзониты), с которыми пространственно тесно связаны.

4. Дзоценидзе Г.С. О роли эффузивного вулканизма в образовании месторождений полезных ископаемых. В кн. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». Труды 2-го Всесоюзного петрографического совещания. Недра, Москва, 1960. с. 229-238.

5. Надирадзе В.В. Некоторые закономерности строения и рудоносности Аджара-Триалети. Министерство Образования и Науки Грузии. ЮЛПП Кавказский Институт Минерального Сырья А.А. Твадчрелидзе. Сб. тр. посвященный 80-летия основания института. Изд. Полиграфист, Тбилиси, 2009. с. 261-266.

**NADIRADZE V.  
THE GEOLOGY AND MINERALIZATION OF  
TECTONIC-MAGMATIC KNOT OF ADJARA**

The article looks at Geological and metallogenic peculiarities of the tectonic-magmatic knot of south-west part of Adjara-Trialeti, Adjara, Merisi-Uchambo. Tertiary age layered and sills appearance intrusives, sienites, sienite-diorites are established. Intensively, hydrothermal alteration fields are associated with them, which are developed in the hanging walls of intrusives and have wide scale distribution. Alunite and sulfide ore mineralization are connected with mentioned intrusives as well. Copper-polymetallic manifestation is associated with more late phase mafic intrusives (gabro, gabro-monzonite) spatially very closely.

უპკ 551.502(479.22)

**გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნ. დოქტორი მ. ჯინიკაძე,  
გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნ. დოქტორი დ. პატარიძე,  
გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნ. დოქტორი დ. ყუფარაძე,  
პ. პირაპოსიანი, ნ. ხუნდაძე**

**გეოქოლოგია, როგორც ერთ-ერთი მიმართულება გეოლოგიაში**

*ნაშრომში განხილულია გეოქოლოგიის განვითარებასთან დაკავშირებული პრობლემური საკითხები, რადგან გარემოს დაცვის საკითხებში განსაკუთრებულ როლს თამაშობს გეოლოგიური კვლევები კერძოდ - გეოლინამიკური, პიდროგეოლოგიური, გეოფიზიკური, გეოქიმიური, ბიოგეოქიმიური, საინჟინრო-გეოლოგიური. ვინაიდან გეოქოლოგია ახალი მიმართულებაა გეოლოგიაში, გამოთქმულია მოსაზრება გეოქოლოგიური კარტირების აუცილებლობის შესახებ. განსაზღვრულია ამ სამუშაოების მიზნები, ამოცანები, მასშტაბურობა და ეტაპობრიობა.*

ფსიქოლოგიურ და გენეტურ ფაქტორებზე [1]. თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ ამ მხრივ არც საქართველოს ტერიტორია წარმოადგენს განსაკუთრებით დაცულ არეალს, ადვილი მისახვედრია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ეკოლოგიური კრიტერიუმებისა და კონცეფციების შემუშავებას და მათ განხორციელებას. ყოველივე ეს კი სათანადო სამუშაოების შესრულებით შეიძლება იქნეს მიღწეული.

თანამედროვე სამეცნიერო ტექნიკურმა მიღწევებმა პროგრესთან ერთად ბევრ უარყოფით მოვლენებს დაუდო საფუძველი. მათ შორისაა გარემოს დაბინძურების მძიმე პირობები, რაც დღესდღეობით კაცობრიობის უმნიშვნელოვანეს საზრუნავს წარმოადგენს.

როგორც ცნობილია, ეკოლოგია შეისწავლის სამრეწველო კომპლექსების მეგაპოლისების, ნავთობის და გაზის სადენების ტექნოგენურად გაუჭუჭყიანების პირობებს. ხშირად მის მიღმა რჩება ისეთი პროცესები როგორცაა ბუნებრივი ანომალიების ზემოქმედება, ღვარცოფების გამომწვევი მიზეზების დადგენა, გეოქიმიური და ბიოგეოქიმიური ანომალიების არსებობა.

უკანასკნელი გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ დედაძიწა ეკოლოგიური თვალსაზრისით გლობალურ დაძაბულობას განიცდის. ჩვენს პლანეტაზე შექმნილი მძიმე ეკოლოგიური პირობები დიდ საფრთხეს უქმნის არამარტო არსებული ბიოცენოზს, არამედ ადამიანის სიცოცხლეს, და უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ფიზიკურ,

მიუხედავად იმისა, რომ გეოქოლოგია ძირითადად ეკოლოგიურ პრობლემებზე მუშაობს იგი მაინც გეოლოგიურ მეცნიერებას განეკუთვნება. მას საფუძველად უდევს გეოლოგიური გარემოს, როგორც ეკოსისტემის განუყოფელი ნაწილის, შესწავლა. გეოლოგიური გარემო კი თავისთავად წარმოადგენს ლანდშაფტის აბიოტურ საფუძველს, რომელიც განაპირობებს ტერიტორიის

ეკოლოგიურ მდგომარეობასა და მის ევოლუციას. ლანდშაფტების სისტემების ფუნქციონირება ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგის ფენისა და მიწისქვეშა წყლების ურთიერთქმედებაზე. ნიადაგის ფენა კი ძირითადად ქანების დაშლის პროდუქტია, ხოლო მიწისქვეშა წყლები ამ ფენის მიკროელემენტებით მკვებავი წყარო. საბოლოოდ იქმნება სისტემა “წყალი - ქანი”, რომელიც წარმოადგენს აუცილებელ კომპონენტს ბიოსფეროს განვითარებისათვის.

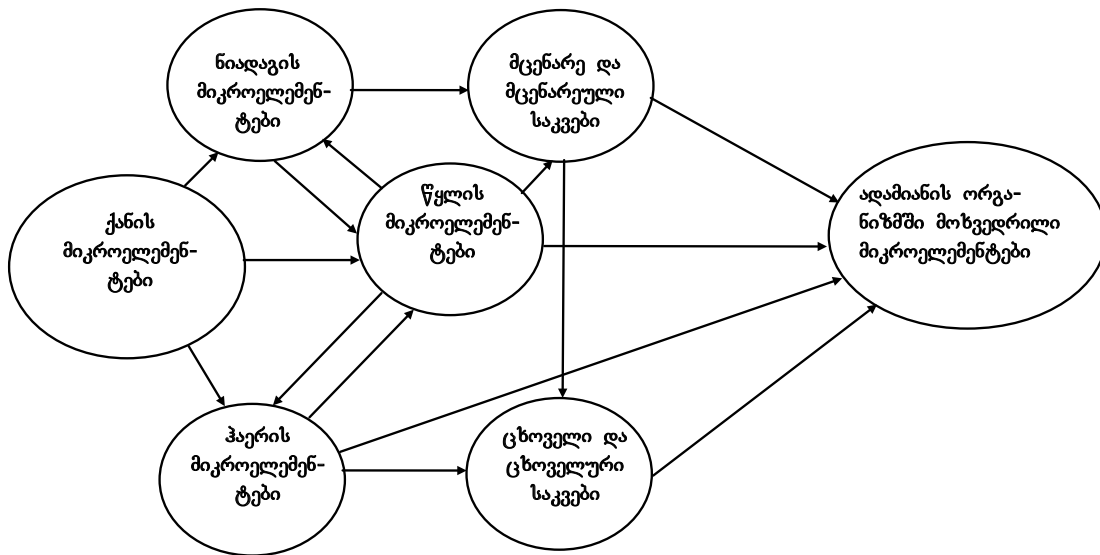
გეოეკოლოგიის ძირითადი მიზანია, როგორც ტექნოგენურად გაჭუჭყიანებული რაიონებისა და ტერიტორიების ეკოლოგიური შესწავლა, ასევე ბუნებრივი ეკონომიკების გამოვლენა და მათი აღმოფხვრის კრიტიკული რეკომენდაციების შემუშავება. საქართველოსთვის ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებით საყურადღებოა ის ტერიტორიები, სადაც გასული წლების მანძილზე ჩატარებულია გეოლოგიური საძიებო და ძებნითი სამუშაოები. სამთო გამონამუშევრების კვალი მრავლადაა გაბნეული ჩვენი რესპუბლიკის თითქმის მთელ ტერიტორიაზე. დღესდღეობით ასეთი ფართობები მიტოვებულია უყურადღებოდ, ხოლო გამონამუშევრებიდან მომდინარე მიწისქვეშა წყლებს ზედაპირზე გამოაქვთ ლითონებით მდიდარი ტოქსიკური ნაერთები, რითაც ჭუჭყიანდება არა მხოლოდ სავარგულებად გამოსაყენებელი ნიადაგები, არამედ სასმელი წყლებიც. ყოველივე ეს არასასურველ ეკოლოგიურ პირობებს უქმნის ადგილობრივ მოსახლეობას.

მაგალითისთვის საკმარისია მოვიყვანოთ დასავლეთ

საქართველოს მთიან რაიონებში, დარიშხანის წარმოებისაგან მიღებული შედეგები მოსახლეობის დაავადების თვალსაზრისით, რასაც ცხადად ასაბუთებენ ქართველი მედიკოსების გამოკვლევები.

გეოეკოლოგია მოიცავს გეოლოგიის ისეთ დარგებს, როგორცაა: ჰიდროგეოლოგია, საინჟინრო გეოლოგია, გეოდინამიკა, გეოფიზიკა, გეოქიმია, ბიოგეოქიმია და სხვა. თუ ჰიდროგეოლოგიაში ეკოლოგიისათვის აუცილებელია მიწისქვეშა და მიწისზედა წყლების გაჭუჭყიანების ხარისხის განსაზღვრა, საინჟინრო-გეოლოგიაში — მეწყერებისა და ღვარცოფების გამომწვევი პირობების შესწავლა, ხოლო გეოფიზიკაში კი — სეისმურად დაძაბული უბნების გამოვლენა. გეოქიმიისათვის და განსაკუთრებით კი ბიოგეოქიმიისათვის აუცილებელია განისაზღვროს ქიმიური ელემენტების (განსაკუთრებით კი მიკროელემენტების) მიგრაციის გზები და პირობები ქანებიდან ადამიანის ორგანიზმის ჩათვლით. ნახაზზე 1 მოცემული სქემა სწორედ ელემენტების ასეთ მიგრაციის გზებს ასახავს.

მიუხედავად იმისა, რომ სამეცნიერო ლიტერატურაში მრავალი შრომაა გამოქვეყნებული ეკოგეოქიმიურ და ბიოქიმიურ საკითხებთან დაკავშირებით, საერთოდ მეცნიერება, და მათ შორის ქართული ეკოლოგიური და ეკოლოგიური მეცნიერება, ჯერ კიდევ შორსაა ამ საკითხების სრულფასოვნად გაშუქებისაგან. წინამდებარე სტატია სწორედ ასეთი სამუშაოების ჩატარების დასაბუთებისათვის არის გამიზნული.



ნახ. 1. მიკროელემენტების განაწილების სქემა ქანიდან ადამიანის ორგანიზმის ჩათვლით

გეოეკოლოგიური მდგრადობის შენარჩუნების პრობლემების კვლევაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება გეოლოგიური გარემოს ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროსთან ურთიერთქმედების დონის განსაზღვრას [2]. ხშირად ამ ურთიერთქმედებით არის გამოწვეული დედამიწის ლანდშაფტების შეცვლა, რაც თავისთავად განაპირობებს ისეთი საშიში პროცესების წარმოქმნას, როგორცაა ბუნებრივი რადიაცია, მეწყერული და ღვარცოფული მოვლენები, ნიადა-

გის ინტენსიური ეროზია და გახშირებული მიწისძვრები, რომელთა გამომწვევი მიზეზები ბევრი მეცნიერის აზრით, ზოგჯერ განპირობებულია მიწის ქერქში იმ სიცარიელების წარმოქმნით, რომელიც დაკავშირებულია ნავთობისა და გაზის მოპოვებასთან. ყოველივე ამ პრობლემების გაშუქებისათვის ძირითად მიმართულებად შეიძლება ჩაითვალოს გარემოს გეოეკოლოგიური კარტირება სტრუქტურული, გეოფიზიკური, ჰიდროგეოლოგიური, სა-

ნჟინრო – გეოლოგიური, გეოქიმიური და ბიოგეოქიმიური ფონური მდგომარეობის დადგენით. ამ ჩამონათვალიდან თითოეული დამოუკიდებელი მიმართულებაა, ხოლო მიღებული შედეგების საფუძველზე, დგება გეოეკოლოგიური მასასიათებლების ინტეგრალური რუკები, რომლებსაც ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებელი კარტოგრაფიული დოკუმენტის მნიშვნელობა აქვს [3].

გეოეკოლოგიური რუკების შედგენა რამდენიმე ეტაპს მოიცავს: პირველ ეტაპზე წვრილმასშტაბიანი (1:1000000, 1:500000) რუკების შედგენა არის საჭირო. მათი დანიშნულებაა გეოეკოლოგიური გარემოს ფონური მდგომარეობის განსაზღვრა და ამავე დროს იმ რეგიონების გამოყოფა, რომლებისთვისაც დამასასიათებელია ამ ფონური მდგომარეობიდან გადახრა. წვრილმასშტაბიანი რუკების შედგენა წარმოადგენს დამოუკიდებელ გეოეკოლოგიურ სამუშაოს. ასეთი რუკების შედგენას საფუძვლად უნდა დაედოს გეოლოგიური (საკუთვრივ გეოლოგიური, გეოფიზიკური, ჰიდროგეოლოგიური, საინჟინრო - გეოლოგიური და გეოქიმიური) და ეკოლოგიური შინაარსის არსებული ფონდური და ლიტერატურული მასალები. სავსე სამუშაოები გათვალისწინებულია მხოლოდ ცალკეული საკითხების დასაზუსტებლად.

გეოეკოლოგიურ კარტირებას პირველ რიგში უნდა დაექვემდებარონ რეგიონები, რომლებიც ტექნოგენური და ბუნებრივი ეკონომალიების მალალ ნიშანს ატარებენ. ამ მასშტაბის სამუშაოებისათვის აუცილებელია გამოყენებული იქნეს აერო- და კოსმოსური ფოტო მასალები. რუკაზე ძირითადად უნდა აისახოს ბუნებრივ-ტექნოგენური გეოსისტემები და ეკოგენური პროცესების გავრცელების კანონზომიერებები.

მეორე ეტაპზე გათვალისწინებულია საშუალო მასშტაბიანი (1:200000, 1:100000) გეოეკოლოგიური რუკების შედგენა. ამ სამუშაოს ჩატარებისას მიღებული ინფორმაცია უნდა ასახავდეს გეოლოგიური გარემოს ბუნებრივ და ტექნოგენურ დატვირთვის შედეგებს. ამ მასშტაბის სამუშაოების საბოლოო მიზანია კონკრეტული რეგიონისათვის რუკის შედგენა, სადაც ასახული იქნება ბუნებრივი – ტექნოგენური დაძაბულობის კვანძები, ნეგატიური მოვლენების დინამიკა და რეკომენდებული იქნება მათი დაძლევის გზები.

წვრილ და საშუალომასშტაბიანი გეოეკოლოგი-

## ლიტერატურა

1. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. «Экология», ЮНИТИ. Москва, 2001. с. 24-190.

### КВИНИКАДЗЕ М.С., ПАТАРИДЗЕ Д.В., КУПАРАДЗЕ Д.М., КИРАКОСЯН В.А., ХУНДАДЗЕ Н.К. ГЕОЭКОЛОГИЯ, КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ В ГЕОЛОГИИ

В статье рассматриваются проблемные вопросы, связанные с развитием геоэкологии, так как геоэкологические исследования, охватывающие такие геологические направления, как геохимия, биогеохимия, гидрогеология, инженерная геоло-

ური რუკების შედგენა მიზანშეწონილია ჩატარებული იქნეს სახელმწიფო დაკვეთის ხარჯზე და აუცილებელია შევიდეს იმ რუკების კომპლექტში, რაც გათვალისწინებულია გეოლოგიური აგეგმითი სამუშაოების ჩატარების დროს (ისე როგორც გეოლოგიური, გეოფიზიკური, გეოქიმიური, საინჟინრო-გეოლოგიური და სხვა).

მესამე ეტაპი მოიცავს მსხვილმასშტაბიანი (1:50000, 1:25000, 1:10000 და უფრო მსხვილი) გეოეკოლოგიური რუკების შედგენას. ეს მასშტაბი ითვალისწინებს სამუშაოების ჩატარებას იმ რაიონებში ან უბნებზე, სადაც დიდია ეკოლოგიური დაძაბულობა ან შექმნილია კრიზისული მდგომარეობა. ასეთ რაიონებს მიეკუთვნებიან ტერიტორიები, სადაც განლაგებულია სამთამადნო და ქიმიურ - მეტალურგიული კომპლექსები, და დასახლებული პუნქტები, სადაც ინტენსიურად არის გამოვლენილი ეკოგენური პროცესები. ამ შემთხვევაში უნდა ჩატარდეს ეკოგეოქიმიური, ბიოგეოქიმიური, ეკოგაზოგეოქიმიური, საინჟინრო-გეოლოგიური ეკორადიომეტრიული, ეკოჰიდროგეოქიმიური და სხვა სახის გეოლოგიური სამუშაოები. ეს სამუშაოები უნდა ჩატარდეს იმ სამრეწველო კომპლექსების ხარჯზე, რომელთა მიზეზებით გამოწვეულია ეკოლოგიური გაჭუჭყიანება. მიღებული შედეგები ასახული უნდა იქნეს სათანადო მასშტაბის რუკებზე, რაც საშუალებას მოგვცემს შემუშავებული იქნეს რეკომენდაციები ეკოლოგიურად დაზარალებული უბნებისათვის დაძაბულობის მოხსნის თვალსაზრისით.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ გეოეკოლოგიური კვლევები თავისთავად მოიცავს ფართო სამეცნიერო სპექტრს, რაც განპირობებულია რთული და აქამდე ნაკლებად ცნობილი საკითხების გადაწყვეტასთან. ამ მიმართულებით გარკვეული სამუშაოები ჩატარებულია საქართველოს გეოლოგიური დეპარტამენტის კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტისა და სხვა უწყებების მიერ, მაგრამ ყოველივე ეს მხოლოდ ფრაგმენტურ ხასიათს ატარებს და საბოლოო სურათის მიღება საკმაოდ პრობლემატურია. ჩვენი შეხედულებიდან გამომდინარე მიგვაჩნია, რომ უნდა შემუშავდეს ერთიანი გეოლოგიური სამსახურის შექმნის კონცეფცია, რათა სისტემაში იქნეს კონკრეტული მონაცემების ელექტრონული ბაზა გარემოზე ზემოქმედებისა და მის მიერ გამოწვეული საშიშროების შესახებ.

2. Коробкин В.И., Перелельский Л.В. «Экология», Ростов на Дону, 2000. с. 26-143.
3. Требования к геолого-экологическим исследованиям картографированию. «Недра» Москва, 1990. с. 5-85.

გია, геодинамика, геофизика, играют существенную роль в вопросах охраны окружающей среды. Так как геоэкология — относительно новое направление в геологии, авторами данной статьи высказано мнение о необходимости проведения работ по геоэкологическому картированию. Разработана методика этих работ. Определены этапы и масштабы картографических работ, их цели и задачи.



KVINIKADZE M., PATARIDZE D., KUPARADZE D.,  
KIRAKOSYAN V., KHUNDAZE N.  
GEOECOLOGY AS ONE OF THE DIRECTIONS IN  
GEOLOGY

The article deals with problematic issues related to the development of geoecology, since geoecologic research covering such fields of geology as geochemistry,

biogeochemistry, hydrogeology, engineering geology, geodynamics, and geophysics, play important role regarding issues of environment protection. Science geoecology is relatively new direction of geology the authors of this article suggested the need for works on geoecological mapping. Methods of such works are already developed. Scope of cartographic work, their goals and objectives have been defined.

უპა 662.013

**ეკონ. მეცნ. დოქტორი, პროფ. დ. ჩომახიძე, მ. ზასილაძე  
ქვანახშირის მინერალოგიის მდგომარეობა საქართველოში დღესდღეობით და მისი განვითარების ზოგადი კონცეფცია**

სტატიაში გაანალიზებულია საქართველოს ქვანახშირის მრეწველობის განვითარების შედეგები ქვეყნის სახელმწიფოებრივი დამოუკიდებლობის წლებში. კერძოდ, წარმოდგენილია ისეთი საკვანძო საკითხები, როგორცაა ქვანახშირის მოპოვება, მოხმარება, ექსპორტ-იმპორტი, დარგის წილი საქართველოს ენერგეტიკულ ბალანსში და ა.შ. სტატიის დასაწყისში მოცემულია მოკლე ისტორიული ექსკურსი დარგის მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში აღორძინების შესახებ და იგი სიმბოლურად დაკავშირებულია სამთო მეცნიერების ჩამოყალიბება-განვითარებასთან. დასკვნით ნაწილში ჩამოყალიბებულია ზოგადი კონცეფცია საქართველოში ქვანახშირის მრეწველობის სამომავლო განვითარების შესახებ.

გასული საუკუნის სამოციან წლებში სამთო მეცნიერება უშუალო საწარმოო ძალად ჩამოყალიბდა. სხვა დადებით ფაქტორებთან ერთად, მან დიდად შეუწყო ხელი დარგში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის განხორციელებას და აღორძინებას. სწორედ ამ პერიოდში აღინიშნა საქართველოში მანგანუმის ნედლი მადნის მოპოვების (1965 წ. - 6029 ათასი ტ) და სასაქონლო კონცენტრატის წარმოების (1960 წ. - 3036 ათასი ტ) მაქსიმალური დონეები.

**მოკლე ისტორიული ექსკურსი**

საქართველოში ქვანახშირის მრეწველობის აღორძინება და დამოუკიდებელი სახით სამთო ინსტიტუტის ჩამოყალიბება სიმბოლურად დროში თითქმის ერთმანეთს ემთხვევა. ამ დარგის საუკუნენახევარზე მეტი ხნის ისტორიის მანძილზე ქვანახშირის მოპოვებას ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი 1958 წელს ჰქონდა. ამ წელს მოპოვებული იქნა 3014 ათასი ტ ქვანახშირი, რომელიც 603-ჯერ აღემატება 1997 წლის დონეს, როცა ამ წიაღისეულის მოპოვება ყველაზე მინიმალური (5 ათასი ტ) იყო. ხატოვნად თუ ვიტყვით, 1958 წელს დღიურად დაახლოებით იმდენი ქვანახშირი მოიპოვებოდა, რამდენიც წლიურად საბაზრო ეკონომიკაზე გარდამავალ პერიოდში (1997-2008 წ.წ.). გარდა ამისა, 1960 წელს დაფიქსირდა საკოქსე ნახშირების მოპოვების (2135 ათასი ტ) და საკოქსე კონცენტრატის წარმოების (644 ათასი ტ) მაქსიმალური მაჩვენებლები.

**ქვანახშირის მოპოვება ქვეყნის დამოუკიდებლობის წლებში**

საქართველოს დამოუკიდებლობის პირველ წლებში ქვანახშირის მრეწველობა თითქმის გაჩერდა (იხ. ცხრილი 1). კერძოდ, როგორც უკვე ითქვა, 1997 წელს ქვანახშირის მოპოვების მინიმალური დონე (5 ათასი ტ) აღინიშნა. დარგს გამოცოცხლება 2009 წლიდან დაეტყო (110 ათასი ტ), ხოლო 2012 წელს მოპოვებამ 395 ათას ტ-ს მიაღწია, თუმცა 2016 წელს ეს მაჩვენებელი კვლავ 346 ათას ტ-მდე შემცირდა.

ეკონომიკური რეფორმების პერიოდში ქვანახშირის რეალიზაციის ბაზრის უქონლობისა და უაღრესად მწვავე ფინანსური მდგომარეობის გამო, ტყიბულის ქვანახშირის მრეწველობამ დათმო მიღწეული პოზიციები. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების მეტად მცირე მასშტაბების შედეგად მეტისმეტად გაიზარდა პროდუქციის ერთეულზე გაწეული დანახარჯები. საკმარისია ითქვას, რომ ამ დროს ტყიბულში 1 ტ სასაქონლო ქვანახშირის თვითღირებულება 137 ლარის ფარგლებში იყო, მაშინ, როცა მისი საბაზრო ფასი 40 ლარს შეადგენდა. მიუხედავად ამისა, ნახშირის რეალიზაცია ამ ფასადაც ვერ ხერხდებოდა.

ცხრილი 1

**ქვანახშირის მოპოვება საქართველოში 1990-2016 წლებში**

წლები	ათასი ტ	წლები	ათასი ტ
1990	955	2009	110
1995	43	2010	236
1997	5	2011	352
2000	7	2012	395
2006	9	2013	350
		2016	346

**ქვანახშირი საქართველოში  
ენერგეტიკულ ბალანსში**

ქვანახშირის მოპოვების ასეთ მასშტაბები და მისი წილი ქვეყნის ენერგეტიკულ ბალანსში, ცხადია, დიდი არ არის. როგორც ცხრილიდან 2 ჩანს, ქვანახშირის წარმოება ბოლო 3 წლის მანძილზე შემცირების ტენდენციით ხასიათდება, მაშინ, როცა იმპორტი დაახლოებით ერთ დონეზეა. გარედან შემოტანილ ქვანახშირში ძირითადია სალუმელე კოქსი და ბიტუმოვანი ნახშირი. წარმოების

სიმცირის გამო, ცხადია, მიზერულია ექსპორტი 2 - 4 ათასი ტონის ფარგლებში.

ქვანახშირის წარმოებისა და ექსპორტ-იმპორტის გათვალისწინებით შიგა მიწოდება და საბოლოო მოხმარება წარმოების მსგავსად საანალიზო პერიოდში მცირდება.

ქვანახშირის გამოყენება ძირითადად სალუმელე კოქსის სახით მეტალურგიაში და არალითონურ მინერალურ ნაკეთობებში ხდება.

**ცხრილი 2**

**ქვანახშირის მიწოდება და მოხმარება საქართველოში,  
ათასი ტონა (ნატურალური)**

მაჩვენებლები	2013 წ.	2014 წ.	2015 წ.	2015 წ. %-ით 2013 წ.-თან
წარმოება	404,2	299,3	305,9	75,7
იმპორტი,	233,4	258,3	232,3	99,5
მათ შორის:				
ანთრაციტი	7,9	3,9	7,6	96,2
სალუმელე კოქსი	155,1	130,9	122,6	79,0
ნახშირის ბრიკეტი	-	1,2	-	-
სხვა ბიტუმოვანი	70,4	122,3	102,1	145,0
ექსპორტი	4,2	2,6	1,7	40,5
შიდა მიწოდება,	623,6	558,1	532,9	85,5
სულ				
საბოლოო მოხმარება	622,7	556,9	531,7	85,4
მათ შორის:				
მრეწველობა	621,1	554,8	529,0	85,2
სხვა	1,6	2,1	2,7	168,7

2015 წელს ქვანახშირის როლი საქართველოს ენერგეტიკულ ბალანსში ასეთია: წარმოების თვალსაზრისით 9,3%, იმპორტში 4%, ექსპორტში - 0,17%, ენერჯის შიდა მიწოდებაში 5,7% და ენერჯის საბოლოო მოხ-

მარებაში - 6,5% (იხ. ცხრილი 3). მოტანილი მონაცემები მიუთითებს, რომ ქვანახშირის მონაწილეობა ქვეყნის ენერგეტიკულ უზრუველყოფაში მეტად მცირეა და არ შეეფერება ამ დარგის რეალურ პოტენციალს.

**ცხრილი 3**

**ენერგეტიკული რესურსების, მათ შორის ქვანახშირის  
წარმოება-მოხმარება საქართველოში,  
2015 წელს, ათასი ტ**

მაჩვენებლები	სულ	მათ შორის ქვანახშირი	ქვანახშირის წილი, %
წარმოება	1330,4	124,2	9,3
იმპორტი	3820,7	152,1	4,0
ექსპორტი	408,1	0,7	0,17
შიგა მიწოდება	4722,3	271,8	5,7
საბოლოო მოხმარება	4174,6	271,4	6,5

**ექსპორტ-იმპორტი**

საქართველოში ქვანახშირის მოპოვების ასეთი მასშტაბების მიუხედავად, მაინც ხორციელდება ამ წიაღისეუ-

ლის ექსპორტ-იმპორტი. ცხრილში 4 ნაჩვენებია საქართველოში ქვანახშირის ექსპორტ-იმპორტის დინამიკა ნატურალურ და ღირებულებით გამოსახულებაში ბოლო 7 წლის მანძილზე (2009-2016 წ.წ.).

ქვანახშირის ექსპორტი-იმპორტი საქართველოში ნატურალურ და ღირებულებით მაჩვენებელში

წლები	ექსპორტი		იმპორტი	
	ტონა	ათასი აშშ დოლარი	ტონა	ათასი აშშ დოლარი
2009	14,0	0,8	6721,8	966,5
2010	151,2	36,8	17859,7	2509,8
2012	-	-	6633,0	1458,6
2016	1624,1	127,3	103493,1	8590,0

ცხრილიდან 4 ჩანს, რომ ქვანახშირის, როგორც ექსპორტი, ისე იმპორტი იზრდება. აქ მნიშვნელოვანია შემდეგი გარემოება. ქვანახშირის მრეწველობის განუვითარებლობის გამო ქვეყანა იძულებულია შემოიტანოს იმპორტით საჭირო ქვანახშირი, რომლის ღირებულება უკვე დიდ მასშტაბებს აღწევს. 2016 წელს შემოიტანილ იქნა 8,6 მლნ აშშ დოლარის ღირებულების ქვანახშირი. არადა ამ დარგის განვითარებას ქვეყანაში რეალური საფუძველი აქვს. არის ბუნებრივი და შრომითი რესურსები, მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა, საინჟინრო და სამეცნიერო კადრები, დიდი გამოცდილება. აღსანიშნავია, რომ მთელ ამიერკავკასიაში ქვანახშირის დიდი მარაგი მხოლოდ საქართველოს გააჩნია. ტყიბულ-შაორის საბალანსო მარაგი, რაც ჩვენი ქვეყნის ანალოგიური მაჩვენებლის 80 %-ზე მეტს შეადგენს.

**განვითარების ზოგადი კონცეფცია**

პრობლემის გადასაწყვეტად, სასიცოცხლოდ აუცილებელია ქვანახშირის მსხვილი სამრეწველო გამოყენების უზრუნველყოფა. მხოლოდ კომუნალურ საყოფაცხოვრებო მიზნით ქვანახშირის გამოყენება ამ სფეროს სრული ათვისების პირობებშიც კი საქმეს ვერ უშველის. ამდენად, მომავალში საჭიროა წარმოების მასშტაბების გაზრდა. დარგის სპეციალისტთა აზრით კი, ქვანახშირის წარმოების ეკონომიკურად ეფექტური მოპოვების ზღვარი გადის წლიურად 600 ათასი ტონის ფარგლებში.

**ლიტერატურა**

1. ლ. ჯაფარიძე, ი. რეხვიაშვილი. საქართველოს ნახშირის სტრატეგიული მნიშვნელობა. "ენერჯია", №3 (15), თბილისი, 2000. გვ. 35-37.
2. დ. ჩომახიძე, მ. ბასილაძე. ნახშირის როლი საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკულ ბალანსში. "სამთო ჟურნალი", №1-2(20-21), თბილისი, 2008. გვ. 37-40.
3. ი. ჟორდანიას, ო. ფარესიშვილი, ნ. მირიანაშვილი, დ. ჩომახიძე და სხვ. საქართველოს ბუნებრივი რესურსები. ორტომეული, თბილისი, 2015. 672 გვ.

**ЧОМАХИДЗЕ Д.И., БАСИЛАДЗЕ М.А.  
О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ  
КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ГРУЗИИ И ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ ЕЕ  
РАЗВИТИЯ**

В статье приведен анализ результатов развития каменноугольной промышленности Грузии за годы после восстановления государственной независимости. В частности, рассмотрены такие узловые

ამდენად, მომავალში აუცილებელია მაქსიმალურად იქნეს გამოვლენილი ქვანახშირის გამოყენების გაფართოების ყველა შესაძლებლობა.

შესწავლილია სახელმწიფოს მხრიდან დარგის მხარდაჭერის საკითხი. საბჭოთა პერიოდში დარგი ცნობილი მიზეზების გამო, სახელმწიფო ბიუჯეტიდან სუბსიდირებაზე იყო ორიენტირებული. ეკონომიკური რეფორმების პირობებში ქვანახშირის მრეწველობის სუბსიდირება ბიუჯეტიდან, ასეთ პირობებში ცხადია, ვერ მოხერხდება. ადგილობრივი და უცხოური ინვესტიციების მოზიდვა ერთ-ერთი საიმედო გზაა საქართველოს ქვანახშირის მრეწველობის აღდგენა-განვითარებისთვის. ამ თვალსაზრისით, დიდი მნიშვნელობა აქვს სახელმწიფოსა და უცხოურ ინვესტორთა ინტერესების სწორად დაბალანსებას. კერძოდ, ერთის მხრივ, ქვეყანაში ხელსაყრელი საინვესტიციო გარემოს შექმნას და მეორეს მხრივ, ეროვნული ეკონომიკის ინტერესების დაცვას.

“საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითად მიმართულებებში”, რომელიც საქართველოს პარლამენტმა დაამტკიცა 2015 წლის 24 ივნისს, ნათქვამია, რომ ქვანახშირის პირველადი რესურსის მნიშვნელოვანი ნაწილი ჯერ კიდევ აუთვისებელია. ამდენად, საჭიროა არსებული მარაგებისა და პოტენციური რესურსების ძებნა-ძიებისა და რაციონალური ათვისების მაქსიმალური ხელშეწყობა.

4. საქსტატი – “საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი”, 2013-2015 წწ. სტატისტიკური პუბლიკაციები. თბილისი, 2014-2016. გვ. 53-58.
5. საქართველოს სტატისტიკის დეპარტამენტი. საქართველოს მრეწველობა ციფრებში 1913-2002 წლებში. თბილისი, 2003. 124 გვ.
6. საქართველოს პარლამენტის დადგენილება “საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებების თაობაზე”. ქუთაისი, 24 ივნისი, 2015. 8 გვ.

вопросы как добыча каменного угля, потребление, экспорт-импорт, доленое участие каменного угля в энергобалансе Грузии и т.д., а также дан краткий исторический экскурс о возрождении отрасли в 60-ые годы XX века, что символически связано со становлением и развитием горной науки. В заключительной части приводится общая концепция развития каменноугольной промышленности Грузии в будущем.

**CHOMAKHIDZE D., BASILADZE M.  
PRESENT STATUS OF THE COAL INDUSTRY  
IN GEORGIA AND GENERAL CONCEPT OF ITS  
DEVELOPMENT**

In the present paper the results of development of coal industry of Georgia in the years of state independence are analyzed. Particularly, there are key issues such as coal mining, consumption, export-

import, branch ratio in Georgia's energy balance etc. are presented. At the beginning of the paper a brief historical excursion about revival of the brunch in the 60s of the 20th century is given; and it is symbolically related to the establishment and development of mining science. In the final part the general concept of future development of coal industry in Georgia is formulated.

უპა 622:272

**აპაღ. დოქტორი ზ. მანაიძე, აპაღ. დოქტორი ზ. ლოჟანიძე,  
დოქტორანტი ა. ტაველიშვილი, დოქტორანტი დ. ლორია  
ტყიბული-შაორის ქვანახშირის საბადოს დამუშავების პრობლემები და მისი  
განვითარების პერსპექტივა**

ნაშრომში განხილულია ის პრობლემები, რომლებიც ამჟამად არის ტყიბული-შაორის საბადოს დამუშავების პროცესში. კერძოდ, ე. მინდელის სახელობის შახტის ველის დეტალური სამთო-გეოლოგიური პირობების კვლევის მაგალითზე, შახტის ველი დაყოფილია თანაბარი სამთო-გეოლოგიური პირობების მქონე ბლოკებად, ტექნოლოგიური მეთოდების განვითარების სქემები და მიმართულებები თითოეული ბლოკის განხილვისთვის, მომზადებისთვისა და დამუშავებისთვის; გაანალიზებულია დამუშავების სისტემის საქვესართულე შტრეკებზე მონგრევის მეთოდის გამოყენების უპირატესობები არსებულ ტექნოლოგიებთან შედარებით; რეკომენდებულია, რომ კლასტერული ეკონომიკური პოლიტიკა განხორციელდეს რეგიონში დირიჟისტული მოდელის საფუძველზე იმისათვის, რათა გადაიჭრას კადრების მომზადების და ეკონომიური პრობლემები.

ტყიბული-შაორის საბადო თავისი სამთო-გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობებით მიეკუთვნება მსოფლიოში ერთ-ერთ ურთულეს საბადოთა რიცხვს. რთულია მისი ტექტონიკა, ფენობრივი სტრუქტურა, წოლის ელემენტები და პარამეტრები. საბადო მიეკუთვნება სამთო დარტყმებისა და უეცარი გამოტყორცნების მხრივ საშიშს. საშიშია მტერისა და გაზის აფეთქების მხრივაც. ნახშირის ფენები მიეკუთვნება თვითწყვისადმი მდრეკილებად ფენებს და ძლიერ საშიში არიან ენდოგენური ხანძრების გაჩენის მხრივ. საბადოს დამუშავების ტექნოლოგიის შერჩევას ართულებს აგრეთვე, გეოლოგიური დაძიების ხარისხი, რომელიც, როგორც ექსპლუატაციის პროცესი, არ იძლევა საბოლოო და ზუსტ მონაცემებს.

საბადოს ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში გამოიცადა დამუშავების უამრავი ტექნოლოგია, მაგრამ ვერც ერთმა მათგანმა ვერ მიიღო ხანგრძლივი საქსპლუატაციო გამოყენება. საბოლოოდ მიღებული იქნა ყველაზე მარტივი დამუშავების კამერულ-სვეტური მეთოდი ჭერისეულის გამოშვებით, რომელიც უსაფრთხოების მხრივ არის ყველაზე საშიში, ხასიათდება დიდი დანაკარგებით. ერთი პერიოდი მისი გამოყენება აკრძალულიც კი იყო, მაგრამ მის სიცოცხლისუნარიანობას განსაზღვრავს გამოყენების სიმარტივე, მოქნილობა, რთულ სამთო ტექნოლოგიურ პი-

რობებში ადაპტირდება შედარებით მცირე შრომითი და-ნახარჯებით (რა თქმა უნდა უსაფრთხოების შემცირების ხარჯზე) გარკვეული მწარმოებლურობის მიღწევა, რაც ასე თუ ისე აკმაყოფილებს დაბალი მწარმოებლურობის შახტის ექსპლუატაციის პირობებს.

უკანასკნელ წლებში, განსაკუთრებით მას შემდეგ, რაც საბადოს ექსპლუატაციას ახორციელებს შპს „საქნახშირი“ (ჯი-აი-ჯი ჯგუფი), შეიქმნა მცდელობა საბადოზე ახალი მაღალმწარმოებლური მოპოვებელი ტექნოლოგიების დანერგვისათვის. შემუშავდა საბადოს დამუშავების ორი პროექტი: ერთი ჩეხეთის სპეციალისტებისა და მეორე „ლუგანსკიპროშახტის“ მიერ. როგორც ორივე შემუშავებული პროექტის დეტალურმა ანალიზმა გვიჩვენა, არც ერთი არ ეყრდნობა საბადოს სამთო-გეოლოგიური პირობების დეტალურ შესწავლას და, ამ ურთულესი პირობებიდან გამომდინარე, ცალკეული სპეციფიკური პირობების გათვალისწინებას, რომლებიც აბსოლიტურად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან და ერთი შახტის ველის ფარგლებშიც კი მოითხოვენ თავის სპეციფიკური გახსნის, მომზადების, დამუშავების სისტემების და მოპოვების ტექნოლოგიის შერჩევას. არც ერთ ამ პროექტში არ არის გადაწყვეტილი სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების ტექნოლოგია, რომლის მიხედვითაც უნდა დაიწყოთ საერთოდ შახტის დაპროექტება. „ლუგანსკიპროშახტის“ მიერ მოპოვების ძირითად ტექნოლოგიად მიღებული იქნა ე.წ. ბურღვა-შნეკური მოპოვების ტექნოლოგია, რომლის არც ერთი პარამეტრი გაანგარიშებული არ არის და რომელსაც შემდგომში თვით ავტორმა (ლ. სტროეკოვსკიმ) სახელი შეუცვალა და ჭაბურღული კომპლექსით მოპოვების ტექნოლოგია უწოდა, რაც დღევანდელ სამთო საქმეში ნონსენსია. ყოველივე ამის გამო, ვერც ერთმა პროექტმა ვერ პოვა განხორციელება და მიუხედავად იმისა, რომ მათში დახარჯულია უამრავი მატერიალური რესურსი, ისინი თაროზე დევს და განხორციელება არ უწერია.

იგივე კომპანიის მიერ იყო მცდელობა განხორციელებინათ მაღალმწარმოებლური თანამედროვე ტექნოლოგიების ჩანერგვა ცალკეულ ამოსაღებ ველებში. პირველი ითვალისწინებდა ზემოთ ნახსენებ ე.წ. ჭაბურღილური კომპლექსით მოპოვების ტექნოლოგიას ა. ძიძიგურის



სახელობის შახტის მე-19 ველში. იმის გამო, რომ აღნიშნული ველის გეოლოგიური მონაცემები ბუნდოვანია, ვითხოვდით მასში საძიებო გვირაბის გაყვანას და ველის გეოლოგიურ შესწავლას, რაც არ განხორციელდა. ამდენად, მოპოვების ტექნოლოგიის პროექტი არ არსებობს და იგი წარმოდგენილია ანიმაციური ფილმების დონეზე. მიუხედავად ამისა, შახტის ხელმძღვანელის მიერ მიღებული იქნა გადაწყვეტილება კომპლექსის დამზადებისა და ტექნოლოგიის განხორციელების შესახებ, რაც გამოიწვევს გაუაზრებელ დიდ ფინანსურ და მატერიალურ დანახარჯებს. ჩვენ მიერ შეთავაზებული იქნა „რობინსის“ ალტერნატიული ტიპის საბურღი დანადგარი, რომელსაც ძალუძს ჭაბურღილის ყველა იმ პარამეტრის განხორციელება რომლებსაც ითხოვდა წინადადების ავტორი, უკიდურეს შემთხვევაში კი შეთავაზებული იქნა საცდელი ანალოგიური ჭაბურღილის მოწყობა საკუთარი ხარჯებით, თუმცა არც ერთი წინადადება შახტის ხელმძღვანელობის მიერ არ იქნა მიღებული.

ანალოგიურზე აბსურდული მდგომარეობა შეიქმნა მეორე ტექნოლოგიის „ჰორიზონტალური შრეებით დამუშავების სისტემები - ნახშირის, ლავის უკანა კონვეიერზე გამოშვებით“ პროექტის შედგენისას, რომელიც უნდა განხორციელებულიყო +175 X 275 ჰორიზონტების აღმოსავლეთი ველის ცენტრალურ ფრთაზე. მიუხედავად ჩვენი არა ერთი მითითებისა, რომ ველის გეოლოგია არ იყო სათანადოდ შესწავლილი და რომ დასაპროექტებელი ველი არ შესაბამისობდა, როგორც მარაგებით, ასევე ზომებით კომპლექსური მექანიზაციით მოპოვების ტექნოლოგიის მოთხოვნებს, იგი მაინც განხორციელდა და გადახდილი იქნა 50 000 დოლარი. ჩვენმა შემდგომა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ამ ველში ტექტონიკური რღვევის გამო, ერთი ამოსაღები შრის შემდეგ, ნახშირის ფენთა წყება მთლიანად წყდება და მასში ჰორიზონტალური შრეებით დამუშავების ტექნოლოგიის განხორციელება შეუძლებელია. აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საბადოს პირობებში ლეტალური გეოლოგიური ანალიზის გარეშე არ შეიძლება გადაწყვეტილების მიღება, რასაც ჩვენი მაგალითის შემთხვევაში შეიძლება გამოეწვიოს 100 მილიონ დოლარზე მეტი ზარალი. ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევები გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული ტექნოლოგია შესაძლებელია წარმატებით განხორციელდეს შახტის სხვა ამოსაღებ ველში და „ლუგანსკიპროშახტის“ მიერ შემუშავებული პროექტის ძირითადი პარამეტრების მთლიანად დამუშავებისა და შეცვლის შემდეგ, შესაძლებელია 1,5-2 ჯერ შემცირდეს ძირითადი კაპიტალური დანახარჯები და მოპოვების თვითღირებულება. ჩვენ მიერ რეკომენდებული ყველა შენიშვნა და წინადადება, რომელთა სამართლიანობაც დრომ გვიჩვენა, მოხსენებული და წერილობით მიწოდებული იქნა როგორც შახტის ხელმძღვანელობისა და ინდუსტრიული ჯგუფისადმი (როგორც დამფუძნებლების), ასევე ინდუსტრიული ჯგუფის გენერალური დირექტორისადმი, მაგრამ მათი მხრიდან არც უარყოფითი და არც დადებითი პასუხი ან განმარტება არ იქნა მიღებული. ასევე ვერ ვეღირსეთ საბოლოო პასუხს КПВ-2-ის ჩვენ მიერ რეკომენდებული საქვესართულე შტრეკებზე მონგრევის

ტექნოლოგიის გამოყენების თაობაზე, რომლის ძირითად უარყოფით მხარედ თვლიდნენ მის უსაფრთხოებას.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენ აბსოლუტურად დარწმუნებული ვართ КПВ-2 სამაგრიტ, საქვესართულე შტრეკებზე გამოშვებით დამუშავების სისტემების უსაფრთხოების წესებთან სრულ შესაბამისობაში, საბოლოო გადაწყვეტილებისა და სკეპტიკოსების დარწმუნების მიზნით მოვითხოვეთ დასკვნა რუსეთის აკადემიის ციმბირის განყოფილების ნახშირის ინსტიტუტიდან, რომელსაც აქვს ყველაზე დიდი გამოცდილება სქელი ფენების დამუშავების სისტემების სრულყოფასა და დაპროექტებაში. მათ მიერ არის რეკომენდებული აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენება. მიღებულია დადებითი დასკვნა ტექნოლოგიის უსაფრთხოების წესებთან შესაბამისობის შესახებ და გამოთქმული სურვილი შემუშავებულიყო პროექტი მისი ჩანერგვის საბოლოო გადაწყვეტილებებთან დაკავშირებით.

ჩვენ მიერ შეთავაზებული დამუშავების ტექნოლოგია არის უმარტივესი:

- არ საჭიროებს კადრების გადამზადებას;
  - დამატებით სარემონტო-აღდგენითი სამუშაოების ინფრასტრუქტურის შექმნას;
  - კარგად შესაბამისა ჩვენს რთულ სამთო-გეოლოგიურ და სამთო-ტექნიკურ პირობებს;
  - ამ ტექნოლოგიით შეიძლება გამოიმუშავდეს ამჟამად ექსპლუატაციაში მყოფი ჰორიზონტების მარაგის 70-80 %;
  - მისი ტექნიკური პარამეტრების (გადაადგილების სიჩქარე 8 მ/დღე-ღამეში; მწარმოებლურობა 800 ტ დღე-ღამეში) განხორციელების შემთხვევაში არსებულ ტექნოლოგიასთან შედარებით ერთი და იგივე მომუშავეთა რაოდენობით დაახლოებით 3-ჯერ გაიზარდება უბნის მწარმოებლურობა. წინასწარი გაანგარიშებით 1,5 ჯერ შეამცირებს მოსამზადებელი გვირაბების რაოდენობას. რაც მთავარია, წმენდითი სანგრევის გადაადგილების სიჩქარის არა საპროექტო 8 მ/დღე-ღამეში, არამედ 5-6 მ/დღე-ღამეში მიღწევის შემთხვევაშიც შესაძლებელია ორჯერ გაიზარდოს ამოსაღები ველის სიგრძე, რაც შესაბამისად შეამცირებს ამოსაღები შუროებისა და საქვესართულე კვერშლაგების რაოდენობას. გარდა ამისა:
  - აადვილებს და აუმჯობესებს ენდოგენურ ხანძრებთან ბრძოლას;
  - ამცირებს სამთო დარტყმების გამოვლენის საშიშროებას;
  - წმენდით სანგრევაში მუშების არ ყოფნით აუმჯობესებს დამუშავების უსაფრთხოებას;
  - არ საჭიროებს დიდ კაპიტალურ დაბანდებებს.
- მისი ტექნიკური დახასიათება შემდეგია:
- დასამუშავებელი ფენის სისქე 6-15 მ;
  - ფენის დახრის კუთხე 35-70 გრადუსი;
  - წმენდითი სანგრევის დღე-ღამური წინსვლა 8 მ;
  - დღე-ღამური მწარმოებლურობა 800 ტ;
  - ჰიდროფიცირებული მახვილი, ჭერისეულის გამოშვება;
  - გადამტვირთველის ტიპი - ПСП-26;
  - შტრეკის კონვეიერის ტიპი - 2СР70М;

- სატუმბე სადგურის ტიპი - СНТ;
- მუშა წნევა 32 მეგაპა;
- ნახშირის მასის გაფხვიერების ტიპი, მიმართული ჰიდრო გაგლეჯა ან მიმართული ვიბრო და სეისმო ზემოქმედება.

სქელ ციციბოდ დახრილი ფენების დამუშავებისას მათივე სამაგრს შემდეგი უპირატესობები გააჩნია:

- მნიშვნელოვანი სამაგრქვეშა სივრცის არსებობა, რაც უადვილებს და ამარტივებს სამთო მუშების შესრულებას გამაგრების ქვეშ;
- სამაგრის მართვის სიმარტივე;
- სამაგრის მთლიანი ავტონომიურობა, რომელიც მას აძლევს უნარს გადაადგილდეს რთულ სამთო-გეოლოგიურ პირობებში, გადაადგილდეს დამატებითი საშუალებების გამოყენების გარეშე;
- ნაბიჯებით გადაადგილების პრინციპი აადვილებს სამაგრის გადაადგილებას საქვესართულე შტრეკების უსწორმასწორო იატაკზე;
- სამაგრის გადაადგილებისას არ იხსნება გამბჯენი კენტი ან ლუწი ჰიდროსამაგრის გადაწევისას, რაც უზრუნველყოფს ჭერის შეკავებას საქვესართულე შტრეკის შეუღლებისას ნახშირის გამოსაშვებ ზონასთან;
- აგრეგატული კომპონირება, მცირე გაბარიტული ზომები და დაკომპლექტებული კვანძების მასა აადვილებს სამონტაჟო და სადემონტაჟო სამუშაოების წარმოებას შევიწროებულ სამთო გამონამუშევრებში.

როგორც КПВ-2 ის ტექნიკური დახასიათება გვიჩვენებს, აღნიშნული სამაგრი საშუალებას იძლევა გამოუმუშავებული იქნეს აშლილ ზონებში ისეთი ფენები, რომელთა სისქეც ძლიერ შემცირებულია, რაც საგრძობლად შეამცირებს ნახშირის დანაკარგებს ფენთა აშლილობების გამო, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს საბადოს პირობებისათვის. ბლოკის იმ ქვედა ჰორიზონტების დამუშავება სადაც ფენთა წყების დახრის კუთხე ნაკლებია 35 გრადუსზე, უნდა განხორციელდეს დახრილი შრეებით, წმენდითი სანგრევის კომბაინებით მოპოვების და ინდივიდუალური სამაგრის გამოყენებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში სამთო საქმეში მოღვაწე მეცნიერებისათვის არავითარ სირთულეს არ წარმოადგენს ერთი დასამუშავებელი უბნის პროექტის შემუშავება. მათ უკეთ იციან ჩვენი საბადოს სამთო გეოლოგიური, სამთო-ტექნიკური პირობები, მაგრამ იმის გამო, რომ სამაგრი КПВ-2 არის ინოვაციური და სამაგრის დამზადებასა და დანერგვაზე ექსკლუზივი მხოლოდ რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის ციმბირის განყოფილების ქვანახშირის ინსტიტუტს გააჩნია, მიგვაჩინა აუცილებლად მათი ჩართვა აღნიშნული პროექტის შემუშავებაში, რომლებიც პასუხისმგებელი იქნებიან მის ვარგისიანობასა და შრომისუნარიანობაზე.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გამო, მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება შახტზე არსებული გეოლოგიური მონაცემების საფუძველზე დეტალურად შეგვესწავლა ე. მინდელის სახელობის შახტის ველის გეოლოგიური აგებულება, რისთვისაც შახტის მთავარ გეოლოგთან ერთად გაანალიზებული იქნა 86 ჭაბურღილი. მიღე-

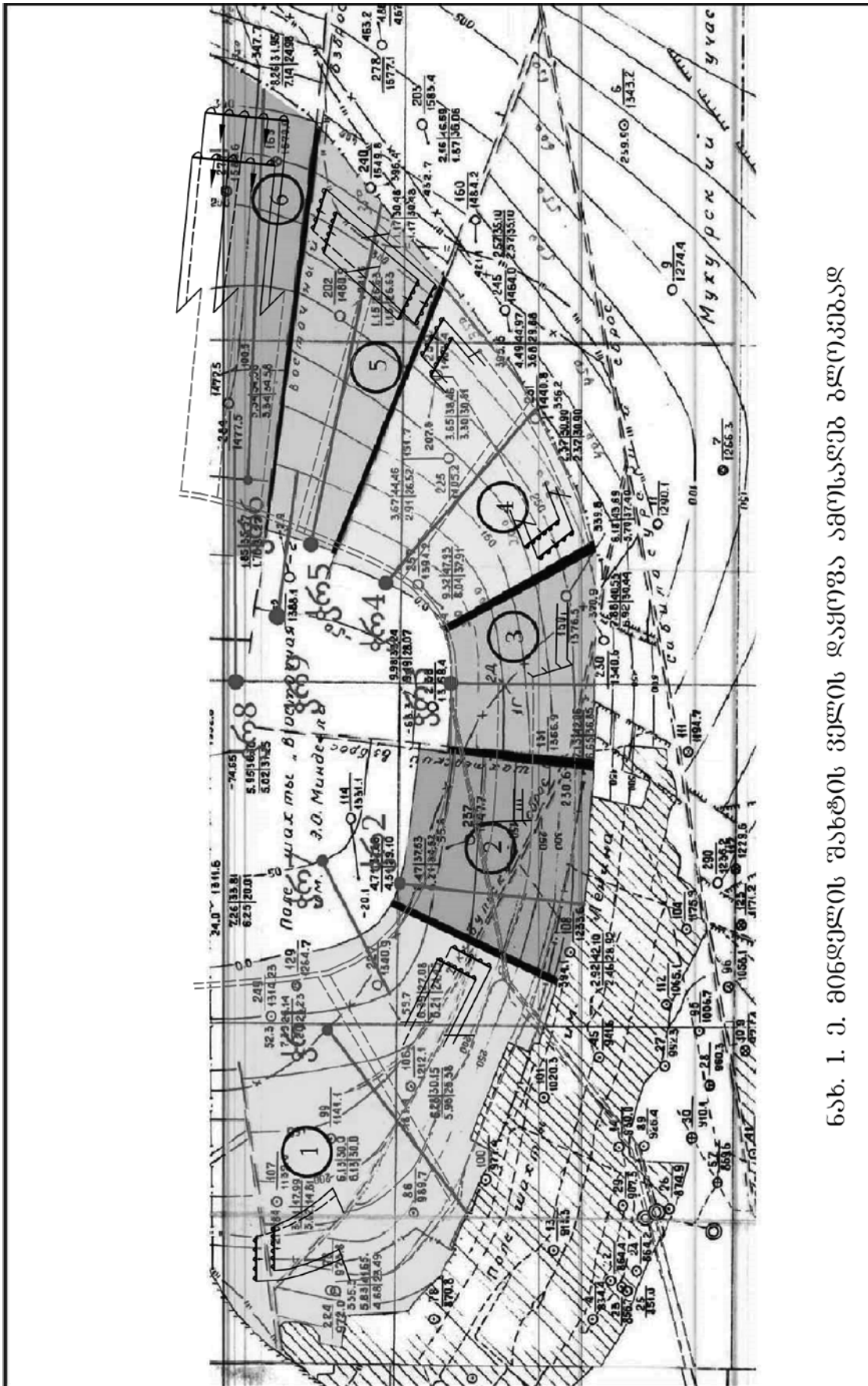
ბული მონაცემების საფუძველზე, ფენთა პარალელიზაციის პრინციპით მოხდა მათი განფენა, რის შედეგად განხორციელდა შახტის ველის შედარებით თანაბარი სამთო - გეოლოგიური პირობების მქონე ამოსაღებ 6 ბლოკად დაყოფა, რომელთა სამთო-გეოლოგიური პირობები აბსოლუტურად განსხვავდება ერთმანეთისგან (იხ. ნახაზი 1).

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევები გვიჩვენებს, რომ შახტის ველის გახსნის კლასიკური სქემა შეწყვილებული შტოლნებით, ბრმა ჭაურებით და კაპიტალური კვერშლაგებით. მიგვაჩნია, რომ +175 ჰორიზონტის ქვემოთ გაიხსნას +175 ჰორიზონტის კაპიტალური კვერშლაგებიდან, ფენთა წყების საგებ გვერდში გაყვანილი საველე ქანობით 0 ჰორიზონტამდე, რომლის დახრის კუთხე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია არ აღემატებოდეს 16-18 გრადუსს, სიგრძით დაახლოებით 840 მეტრს. აღნიშნული ქანობიდან შახტის ველის ცენტრალური ველები მომზადდება საველე სასართულე შტრეკებით, რომლებიდანაც ამოსაღები სართულის ფარგლებში, ამოსაღებ უბანს დაუკავშირდებით საუბნე კვერშლაგებით. აღნიშნული ბლოკების სართულების გამოუმუშავება მოხდება დადმავლობით (2, 3, 4, ბლოკები), ხოლო ცენტრალური ველების გამოუმუშავების შემდეგ 0 ჰორიზონტიდან გაყვანილი საველე შტრეკების მეშვეობით მომზადდება დასავლეთის ამოსაღები პირველი ბლოკი და აღმოსავლეთის მეხუთე და მეექვსე ბლოკები. აღნიშნული საველე შტრეკებიდან პირველი და მეხუთე ბლოკები შახტის ველის მთელ დაქანებაზე მომზადდება საველე საპანელე ბრემსბერგებით, რომლებიდანაც ბლოკებში მოთავსებული იარუსების გამოუმუშავება მოხდება საიარუსე კვერშლაგების საშუალებით, ხოლო რაც შეეხება მეექვსე ამოსაღებ ბლოკს, მისი ფენთა წყების მცირე დახრის გამო (9-11<sup>0</sup>) გრადუსი, შეიძლება მომზადდეს საჰორიზონტე მომზადებით და ბლოკის გამოუმუშავება განხორციელდეს საველე ამოსაღები ბრემსბერგებით დადმავალი ლავებით.

შახტის ველის რეკომენდებული გახსნისა და მომზადების სქემები საჭიროა შედარდეს ალტერნატიულ სხვადასხვა საკვლევი და საპროექტო ინსტიტუტების მიერ რეკომენდებულ სქემებს. მოხდეს მათი დეტალური ტექნიკური და ეკონომიკური გაანალიზება.

ჩვენ მიერ დეტალურად შესწავლილი შახტის ველის გეოლოგიური აგებულება და მისი გათვალისწინებით შერჩეული შახტის ოპტიმალური ველის გახსნისა და მომზადების სქემა საშუალებას მოგვცემს სწორად შეირჩეს თითოეული ამოსაღები ბლოკისათვის დამუშავების ტექნოლოგია, წმენდითი სანგრევის მანქანა-მექანიზმები, რაც საბოლოო ჯამში უზრუნველყოფს შახტის ველის დამუშავების რენტაბელობას და უსაფრთხოებას.

ამავე დროს, ჩატარებული კვლევები საშუალებას იძლევა სწორი კანონზომიერებით მოვანდინოთ ამოსაღები ბლოკების გამოუმუშავება დროსა და სივრცეში, რაც საფუძველს წარმოადგენს სამთო სამუშაოების მსვლელობისას სამუშაოთა დაქსაქსულობის და ურთიერთ უარყოფითი ზეგავლენების თავიდან აცილებისათვის.



ნახ. 1. ი. მინდელის უბნის ველის დამუშავების გეგმა

დასამუშავებელი შახტის ველის ჩვენს მიერ რეკონსტრუქციული გახსნა-მომზადების და დამუშავების სისტემების სწორად განხორციელება, ამავე დროს, საშუალებას იძლევა წარმატებით იქნეს გადაწყვეტილი 0 ჰორიზონტის ქვემოთ განლაგებული შახტის ველის მარაგების გამომუშავების პრობლემები.

დარგის წარმატებით განვითარების გადამწყვეტ პირობას წარმოადგენს დასაქმებული პერსონალის პროფესიონალიზმი. ქვანახშირის მრეწველობაში შექმნილმა უახლესი წლების სტაგნაციამ გამოიწვია მაღალი კვალიფიკაციის სპეციალისტების გადინება და მიუხედავად იმისა, რომ საბადოზე კიდევ შემორჩენილია მაღალი დონის პრაქტიკოსები, ისინი ძალზე ჩამორჩებიან თანამედროვე ტექნოლოგიების განვითარებისა და მათი პრაქტიკაში ჩანერგვის თეორიული ცოდნის საკითხებში, რასაც მოწმობს შახტის პერსპექტიული, თუ მიმდინარე განვითარების ამოცანების გადაწყვეტისას მათ მიერ დაშვებული მძიმე შეცდომები. ჩვენს მიერ 2015 წელს დეტალურად იქნა შესწავლილი შახტზე მომუშავე ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის კონტიგენტი, როგორც ასაკობრივი, ასევე განათლების ცენზის მიხედვით. სამთო დარგისათვის რესპუბლიკის განათლების სფეროში არსებული მდგომარეობის შესწავლის საფუძველზე, წარმოჩენილი იქნა რიგი პრობლემებისა და მითითებული იქნა მათი გადაწყვეტის გზები. შახტის პერსპექტიული განვითარების სამრეწველო სიმძლავრის და ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის ასაკის ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა იმ სპეციალისტთა საშუალო რაოდე-

**МАЧАИДЗЕ Г.Л., ЛОБЖАНИДЗЕ Г.З.,  
ТАВЕЛИШВИЛИ А.Д., ЛОРИА Д.З.  
ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ТКИБУЛИ-  
ШАОРСКОГО УГОЛЬНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ**

В статье рассмотрены проблемы, возникающие в настоящее время в процессе разработки Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения. Основываясь на подробных исследованиях горно-геологических условий шахты име-

**MACHAIDZE G., LOBJANIDZE G.,  
TAVELISHVILI A., LORIA D.  
PROBLEMS OF TKIBULI-SHAORI DEPOSIT  
PROCESSING AND  
DEVELOPMENT PERSPECTIVES**

The article reviews problems currently being within processing of Tkibuli-Shaori deposit. Based on study of detailed mining-geological conditions of E. Mindeli Mine Field, the mine field is divided into mining blocks having equal mining-geological conditions. Development schemes and directions of technological methods for opening,

ნობა, რომელზეც მოთხოვნა იქნებოდა უახლესი 5 წლის განმავლობაში.

ამჟამად საჭიროდ მიგვაჩნია მთლიანად გადახალისდეს და შესწორდეს როგორც პროფესიული, ასევე ბაკალავრიატისა და მაგისტრატურის სწავლების პროგრამების სტანდარტები და მოდულები, განსაკუთრებით საბადოთა დამუშავების ტექნოლოგიების კურსში, რათა მეტად შეესაბამებოდეს საქართველოს საბადოთა დამუშავების გეოლოგიურ პირობებს. რაც შეეხება ამჟამად საბადოზე დასაქმებულ ინჟინერ-ტექნიკურ პერსონალს, საჭიროა მათი სასწრაფოდ კვალიფიკაციის ამაღლების პრობლემების გადაჭრა, რაც თავიდან აგვაცილებს უახლო მატერიალურ ზარალს და ადამიანების მსხვერპლსაც კი.

საჭიროდ მიგვაჩნია ამავე დროს ქ. ტყიბულში პროფესიული განათლების ინსტიტუტის ბაზაზე გაიხსნას ერთი 20-25 კაციანი ბაკალავრიატის ჯგუფი, სამთო ტექნოლოგიებში ბაკალავრების მომზადებისათვის, რომლის სწავლების პროგრამა ჩვენს მიერ სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანთან ერთად უკვე შემუშავებულია.

დარგში არსებული, როგორც საწარმოო, ტექნიკური, ასევე მაღალი კვალიფიკაციის სპეციალისტთა მომზადების პრობლემების გადაწყვეტის ერთ-ერთ პირობად მიგვაჩნია რეგიონალური კლასტერული პოლიტიკის განხორციელება, რომლის სახელმძღვანელო მოდელი, რეგიონის მინერალური რესურსების ბაზაზე, ხელს შეუწყობს როგორც დარგის, ასევე რეგიონის სტაბილურ განვითარებას.

ни Э. Миндели, шахта делится на горные блоки с равными горно-геологическими условиями; даны схемы развития технологических методов разработки и направления для открытия, подготовки и обработки каждого блока; сформированы преимущества применения систем обработки по сравнению с существующими технологиями обрушения подэтажных штреков; рекомендуется проводить кластерную экономическую политику в регионе на основе модели дирижизма с целью решения кадровых и экономических проблем.

preparing, processing the each blocks are given herein. Advantages for application of treatment systems for demolishing on sub-drift are formed herein in comparison with existing technologies. It is recommended that cluster economic politics shall be executed in the region on the basis of its dirigisme model in order to solve personnel and economic problems.



**აკად. დოქტორი თ. ფირცხალავა**  
**ლავის სადღეღამისო დატვირთვის განაგარება სქელი ფენის**  
**დაგეგმვისას ჭერისეული ნახშირის სიზრქის გამოშვებით**

ნაშრომში მოცემულია ლავის სადღეღამისო დატვირთვის საანგარიშო ალგორითმი მოწყობილობათა მწარმოებლობის ფაქტორის მიხედვით სქელი ფენის დამუშავებისას ჭერისეული ნახშირის სიზრქის გამოშვებით და განაგარების შედეგები. დადგენილია, რომ ტყიბული-შაორის საბადოს სამთო-გეოლოგიურ პირობებში  $m = 7,85$  მ სიზრქის ქანახშირის დამრეცი ფენის დამუშავებისას მექანიზებული კომპლექსის გამოყენებით და ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით დამუშავებული სივრცის მზრიდან განლაგებულ სპეციალურ კონვეიერზე  $l = 120$  მ სიგრძის მქონე ლავში თეორიული სადღეღამისო დატვირთვა აღწევს  $A_{\text{ტ}} \approx 8000$  ტ/დღ.

ნახშირის კვლავ მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მსოფლიოს ეკონომიკაში. მსოფლიოს სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების მოხმარების სტრუქტურაში ის მეორე ადგილზეა (29,2 % 2015 წელს) ნავთობის შემდეგ. მსოფლიოს ელექტროენერჯის 40 %-ზე მეტი იწარმოება ნახშირზე მომუშავე თბოელექტროსადგურებში (იხ. ცხრ. 1). მსოფლიოს ნახშირის მრეწველობის განვითარებას აფერხებს საერთაშორისო ბაზარზე ნახშირის პროდუქციაზე მოთხოვნის და მისი შესყიდვის ფასების არასტაბილურობა, ნახშირის გამოყენებაზე ეკოლოგიური მოთხოვნების გამკაცრება, აგრეთვე ქვეყნების მისწრაფება შეამცირონ ნახშირის იმპორტი ენერჯის განახლებადი წყაროების განვითარების მეშვეობით [1, 2].

**ცხრილი 1**

**მსოფლიო ელექტროენერჯის წარმოებაში სხვადასხვა წყაროების წვლილი, %**

წლები	ნახშირი	ბუნებრივი აირი	ჰესი	ა.მ.ს	ნავთობი	სხვა
1973	38,3	12,1	20,9	3,3	24,8	0,6
2014	40,8	21,6	16,4	10,6	4,3	6,3

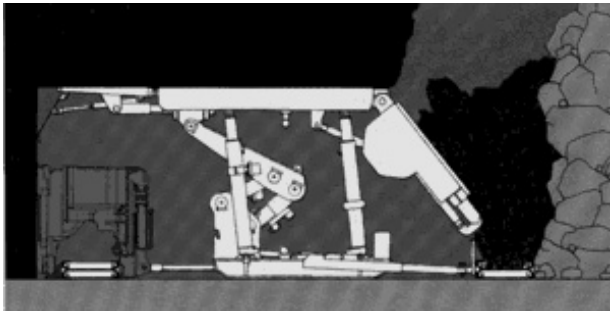
ნახშირის მწარმოებელი ქვეყნები აქტიურად იყენებენ მას საკუთარი ენერგეტიკული საჭიროებისათვის. ნახშირის პროდუქციის მოხმარების ძირითადი ცენტრი განლაგებულია აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონის ქვეყნებში: ჩინეთი მოიხმარს 3,8 მლრდ ტ-ს (ნახშირის მსოფლიო მოხმარების 49 %), ინდოეთი – 0,95 მლრდ ტ-ს (12 %). ნახშირის მსხვილი მომხმარებლები არიან აშშ – 0,8 მლრდ ტ (10 %) და ევროკავშირი – 0,73 მლრდ ტ (9 %-ზე მეტი). ევროკავშირში 2015 წელს ნახშირის მოხმარება შემცირდა 9,2 %-ით 2012 წელთან შედარებით. ექსპერტების აზრით 2030 წლიდან ევროკავშირის ქვეყნებში ელექტროენერჯის ძირითადად გადავა ნახშირიდან ბუნებრივ აირზე [3]. გამოდის, რომ განვითარებადი ქვეყნებისათვის ნახშირი რჩება ეკონომიკური ზრდის იაფი ენერჯის წყაროდ, განვითარებული ქვეყნებში კი მისი მოხმარება მცირდება, რადგან ხდება მისი ჩანაცვლება განახლებადი ენერჯის წყაროებით. საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საჭიროა ქვეყნის ენერგობალანსის დივერსიფიკაცია [4] და ტყიბული-შაორის საბადოს (ტშს) ქანახშირის წარმოების მოდერნიზაცია [5], რომელიც ითვალისწინებს ეფექტური ტექნოლოგიური, ორგანიზაციული და ეკონომიკური გადაწყვეტილებების მიღებას ტყიბულის შახტების ყველა ბაზისურ ფუნქციურ ქვესისტემაში [6].

გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში დამუშავდა ტშს-ს ათვისების ინტენსიურ მოდელზე დაფუძნებული ახალი კონცეფცია, რომელშიც საბადოს სამთო-

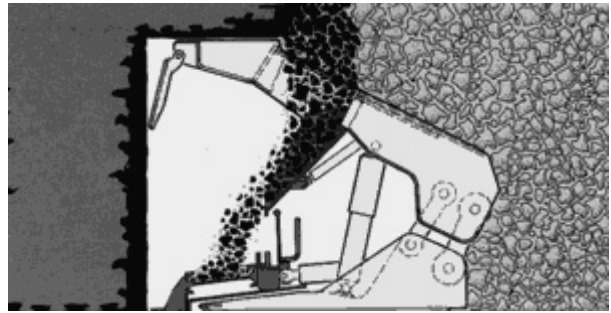
გეოლოგიური პირობების და სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე მიღწევების გათვალისწინებით გადაწყვეტილია მექანიზებული ტექნოლოგიების ეფექტური გამოყენების საკითხები [7]. ახალ მოდელზე გადასვლა მოითხოვს მაღალმწარმოებლური გრძელი სანგრეებისათვის (ლავებისათვის) ამოსაღები უბნების დაჭრას ნახშირის ღიდი მარაგით, რაც ამცირებს არასაწარმოო დროის წილს მექანიზებული კომპლექსების გამოყენებისას და მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულებას, ზრდის შრომის ნაყოფიერებას. გრძელი, უწყვეტი გადაადგილების მქონე საწმენდი სანგრეებით ნახშირის სქელი ფენების დამუშავების შესაძლებლობის და აუცილებლობის დადგენით ტშს შახტებში იქმნება ტექნიკური ბაზა ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური ციკლის მექანიზაცია-ავტომატიზაციისათვის, რაც შრომის ნაყოფიერების ზრდისა და მოპოვებული ნახშირის თვითღირებულების შემცირების საფუძველია [8].

დასაბუთებულია ახალი შახტის ოპტიმალური წლიური მწარმოებლობა [6] და ლავის სიგრძე [9]. ნაშრომში [10] განხილულია ტშს-ს დამუშავების ტექნოლოგიის პერსპექტიული მიმართულება სქელი დამრეცი ფენების გამოღების მექანიზებული კომპლექსების გამოყენებით და ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით (იხ. ნახ. 1), აგრეთვე მოცემულია  $m$  სისქის სქელი ფენის გამოსაქვეში  $m_2$  და გამოსაშვები ჭერისეული  $m_3$  შრეების სიზრქის საანგარიშო სქემა, ალგორითმი და გამოთვლების შედეგები [11].

ა



ბ



ნახ. 1. მექანიზებული სამაგრის სქემა ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით საწმენდ გვირაბში [11]:  
 ა – გაღაღობვის მხრიდან; ბ – გადახურვის მხრიდან

სქელი ნახშირის დამრეცი და დახრილი ფენების დამუშავების საზღვარგარეთული გამოცდილება ჭერისეული ნახშირის სიზრქის გამოშვებით ადასტურებს პრიორიტეტს ფენების დახრილი შრეებით დამუშავებასთან შედარებით. ასეთი ტექნოლოგია ხასიათდება ფენის მაღალი წარმადობით, მოსამზადებელი გვირაბების გაყვანის დაბალი კუთრი მოცულობით, ქანთა მასივის ხარისხის მართვის შესაძლებლობით ნახშირის დასტების სელექციური გამოღების ხარჯზე [12]. ნაშრომში [13] მოცემულია ქვანახშირის ჭერისეული შრის გამოშვების პარამეტრების საანგარიშო ალგორითმი და განგარიშების შედეგები.

სამუშაოს მიზანი მდგომარეობს ტმს-ს დამრეცი სქელი ფენების დამუშავების პირობებში ლავის სადღეღამისო დატვირთვის განგარიშებაში მოწყობილობათა მწარმოებლურობის ფაქტორის მიხედვით სქელი ფენის დამუშავებისას ჭერისეული ნახშირის სიზრქის გამოშვებით.

ლავის თეორიული სადღეღამისო დატვირთვა  $A_{დღ}$  (ტ/დღ) სქელი ფენის დამუშავებისას ჭერისეული ნახშირის სიზრქის გამოშვებით წარმოადგენს  $m_{\delta}$  და  $m_{\beta}$  სიზრქის გამოსაქვეში და ჭერისეული შრეებიდან

$A_{\delta}$  და  $A_{\beta}$  სადღეღამისო თეორიულ მოპოვებათა ჯამს, შესაბამისად:

$$A_{დღ} = A_{\delta} + A_{\beta}; \quad (1)$$

$$A_{\delta} = n_{\delta} \cdot m_{\delta} \cdot r \cdot l \cdot \gamma_{\delta} \cdot c_{\delta}; \quad (2)$$

$$A_{\beta} = n_{\beta} \cdot m_{\beta} \cdot r_{\beta} \cdot l \cdot \gamma_{\beta} \cdot c_{\beta}, \quad (3)$$

სადაც  $n_{\delta}$  არის ციკლთა რაოდენობა დღე-ღამეში;  $r$  – კომბაინის მოღების სიგანე, მ;  $l$  – წმენდითი სანგრევის სიგრძე, მ;  $\gamma_{\delta}$  – ნახშირის სიმკვრივე, ტ/მ<sup>3</sup>;  $c_{\delta}$  – წმენდით სანგრევეში ნახშირის გამოღების კოეფიციენტი;  $m_{\delta}$  და  $m_{\beta}$  – სქელი ნახშირის ფენის გამოსაქვეში და ჭერისეული შრის სიზრქე, მ (იანგარიშება სპეციალური მეთოდით [10, 13]);  $r_{\beta}$  – სანგრევის სექციის გადაადგილების ბიჯი, მ;  $c_{\beta}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ნახშირის დანაკარგებს ჭერისეული შრიდან გამოშვებისას.

ციკლთა რაოდენობა დღე-ღამეში გამოითვლება ფორმულით [16]

$$n_{\delta} = n_{\beta} (T - t_1 - t_2) / (t_3 + t_4 + t_5) = n_{\beta} (T - t_1 - t_2) / \left( \frac{l}{v_{\delta}} + \frac{l}{v_{\beta}} + \frac{k_{\beta} l_{\beta}}{v_{\beta}} \right), \quad (4)$$

სადაც  $n_{\beta}$  არის დღე-ღამეში მოპოვებითი ცვლათა რაოდენობა;  $T$  – მოპოვებითი ცვლის ხანგრძლივობა, წთ;  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$  – შესაბამისად მოსამზადებელი ოპერაციების, კომბაინის გაჩერებების, ნახშირის მონგრევის, დამაბოლოებელი ოპერაციების და კომბაინით ლავის საწყის მონაკვეთზე ირიბად შეჭრისათვის საჭირო დროის ხანგრძლივობები, წთ;  $v_{\delta}, v_{\beta}, v_{\gamma}$  – შესაბამისად

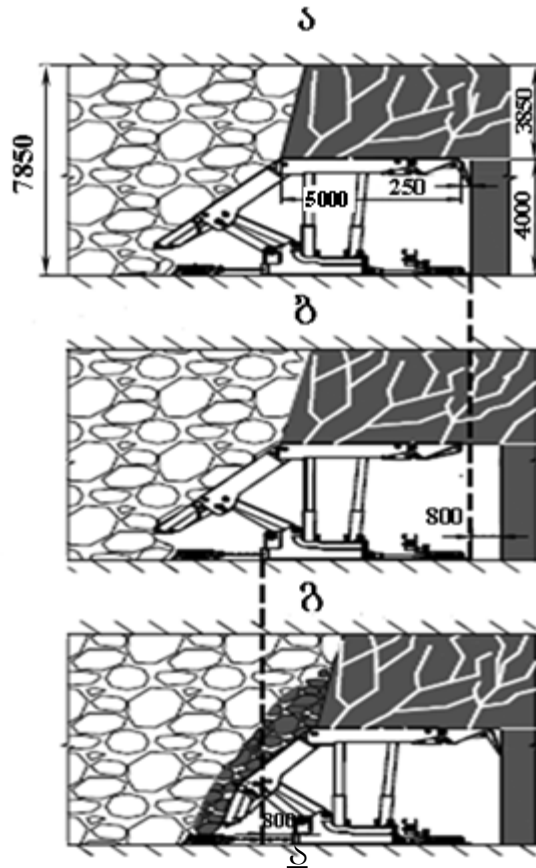
კომბაინის სიჩქარეები ლავის საწყის მონაკვეთზე ირიბად შეჭრისას, ნახშირის მონგრევისას და უქმი სვლისას ლავის იატაკის აწმენდისას, მ/წთ.

კომბაინის სიჩქარეები:  $v_{\delta}$  მოცემულია ტექნიკურ პასპორტში,  $v_{\beta} = 1,5 - 2$  მ/წთ,  $v_{\gamma}$  კი იანგარიშება ფორმულით [14, 15, 16]

$$v_{\beta} = \frac{30N\eta K_1}{fP \cos \alpha + P \sin \alpha + SDn_2 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6}, \quad (5)$$

სადაც  $N$  არის წმენდითი კომბაინის ყველა ძრავას ჯამური სიმძლავრე, კვტ;  $\eta$  – კომბაინის შემსრულებელი ორგანოს რელუქტორის მძბ;  $n_1$  და  $n_2$  – შესაბამისად კომბაინის საჭრისების რაოდენობა შნეკზე, რომლებიც იმყოფებიან ჭრის ერთ ხაზზე და საჭრისების რაოდენობა რომლებიც ერთდროულად ანგრევენ ნახშირს;  $f = 0,18 - 0,25$  – ხახუნის კოეფიციენტი კომბაინსა და კონვეიერ შორის;  $P$  – კომბაინის წონა,

კნ;  $\alpha$  – ნახშირის ფენის დახრის კუთხე, გრად;  $S$  – გამოსაქეში ნახშირი საშუალოშეწონილი წინალობა ჭრისადმი, კნ/მ;  $D$  – კომბაინის შნეკის დიამეტრი, მ;  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – კოეფიციენტები, რომლებიც შესაბამისად ითვალისწინებენ სიმძლავრის დანახარჯს კომბაინის გადაადგილებაზე, ჭრის ძალთა შემცირებას სამთო წნევის გამო, ჭრის კუთხეს, საჭრისის სიგანეს, საჭრისების ფორმას და მათ ცვეთას.



ნახ. 2. მექანიზებული სამაგრის სქემა ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით საწმენდ გვირაბში გადალობის მხრიდან: ა – კომპლექსის საწყისი მდგომარეობა; ბ – კომპლექსის მდგომარეობა კომბაინის გავლის შემდეგ; გ – კომპლექსის მდგომარეობა შეწევის შემდეგ (ჭერისეული ნახშირის სიზრქის გამოშვებისას)

მექანიზებული კომპლექსის ტექნიკური დღელამური მწარმოებლურობა  $A_{\text{ტ}}$  გამოითვლება ფორმულით [14]

$$A_{\text{ტ}} = A_{\text{დღ}} K_{\text{გ}} \mu K_{\text{კ}} K_{\text{ბ}} K_{\text{ო}}, \quad (6)$$

სადაც  $K_{\text{გ}}$  არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წმენდითი კომბაინის მანქანურ დროს;  $\mu$  – წმენდითი სანგრევის მზადყოფნის კოეფიციენტი;  $K_{\text{კ}}, K_{\text{ბ}}, K_{\text{ო}}$  – კოეფიციენტები, რომლებიც შესაბამისად ითვალისწინებენ მჭრელი ორგანოს პირმოღების სიგანის გამოყენებას, ნახშირის ბლანტ-პლასტიკურ თვისებებს

და წმენდითი სანგრევის მოცდენებს ორგანიზაციული ღონისძიებების მიზეზით.

წმენდითი სანგრევის მზადყოფნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით [14]

$$\mu = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \lambda_i / \beta_i}, \quad (7)$$

სადაც  $n$  არის ტექნოლოგიური ჯაჭვის რგოლების რაოდენობა;  $\lambda_i, \beta_i$  – ტექნოლოგიური ჯაჭვის  $i$ -ური

მოწყობილობის (წმენდითი კომბაინის, სანგრევის ხვე-ტია კონვეიერის, მექანიზებული სამაგრის, გადამტვირთავის, მოსამზადებელი შტრეკის ხვეტია კონვეიერის, კონვეიერული შტრეკის და დახრილი ჭაურის ლენტური კონვეიერების, ბუნკერების და სხვ.) მტყუნება-აღდგენის ინტენსიურობა.

**მაგალითი.** განისაზღვროს  $l = 120$  მ სიგრძის მქონე ლავის თეორიული სადღეღამისო დატვირთვა  $A_{ღღ}$  (ტ/დღ),  $m = 7,85$  მ სიზრქის ქვანახშირის სქელი ფენის მექანიზებული სამაგრის გამოყენებით გამოღებისას ნახშირის ჭერისეული შრის გამოშვებით დამატებით კონვეიერზე განლაგებულ გამოშვებული სივრცის მხრიდან, როდესაც ჭერისეული ნახშირის შრის სიზრქე  $m_{ჭ} = 3,85$  მ [10].

ფენის დახრის კუთხე  $\alpha = 16$  გრად; ნახშირის სიმაგრის კოეფიციენტი  $f_6 = 1,2$ ; ნახშირის სიმტკიცის ზღვარი ღუნვაზე  $\sigma_ღ = 6,7$  მეგპა; ნახშირის კუბის

ზღვრული სიმტკიცე შეკუმშვაზე  $\sigma = 11$  მეგპა; საძოო სამუშაოების წარმოების სიღრმე  $H = 900$  მ; ჭერის ქანების სისქე  $Z_{ჭ} = 3,8$  მ; აქტიური განშრეების ზონის ფარგლებში ქანთა მოცულობითი წონა  $\gamma_6 = 2,3$  ტ/მ<sup>3</sup>; ჭერის ქანების განშრეების სიბრტყეთა რიცხვი 1 მ სიზრქეში  $n_6 = 3$ ; სამაგრის საწყისი განზღვენის შეფარდება მის მუშა წინააღმდეგობასთან  $\eta = 0,5$ ; სექციის გადაადგილების ბიჯი  $r_6 = 0,8$  მ; სამაგრის სექციის განი  $Z = 1,5$  მ; ნახშირის მოცულობითი მასა  $\gamma_6 = 1,3$  ტ/მ<sup>3</sup>; კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ნახშირის დანაკარგებს გამოშვებისას  $c = 0,85$ ; ნახშირის გამოშვების მწარმოებლურობა ერთი სექციიდან  $Q = 7$  ტ/წთ; კონვეიერის მაქსიმალური მწარმოებლურობა  $Q_{კ} = 25$  ტ/წთ [13],  $c_6 = 0,96$ ;  $c_{ჭ} = 0,85$ .

საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 2, შედეგები ცხრილში 2.

**ცხრილი 2**

**$l = 120$  მ სიგრძის მქონე ლავის სადღეღამისო დატვირთვის გაანგარიშების შედეგები  $m = 7,85$  მ სიზრქის ქვანახშირის სქელი ფენის დაშვებისას ჭერისეული სიზრქის გამოშვებით**

$m_{ჭ}$ , მ	$m_{ჭ}$ , მ	$v_{ა}$ , მ/წთ	$v_{ა}$ , მ/წთ	$v_{ა}$ , მ/წთ	$n_{ც}$ , რაოდენობა	$A_{ა}$ , ტ/დღ	$A_{ჭ}$ , ტ/დღ	$A_{ღღ}$ , ტ/დღ
4,0	3,85	1,5	3,4	18	9	4275	3712	7987

წარმოდგენილი სქელი დამრეცი ფენების მექანიზებული კომპლექსების გამოყენებით ჩამოქცევით დაშვების ტექნოლოგიური სქემები, როდესაც ხდება ჭერისეული ნახშირის შრის “გამოშვება” უშუალოდ სანგრევეში

განლაგებულ კონვეიერზე ან სამაგრის უკან განლაგებულ სპეციალურ კონვეიერზე, შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს ტყიბული-შაორის საბადოზე თანამედროვე შახტის მშენებლობის დაპროექტების პრაქტიკაში.

**ლიტერატურა**

1. 2016 Key World Energy Statistics. “IEA”, London, 2016. 80 p.
2. World Energy 2016-2050: Annual Report » Peak Oil Barrel peakoilbarrel.com/world-energy-2016-2050
3. Уголь в мировой экономике. <http://www.tek-russia.com/news/article/3325/>
4. თ. ჯიშკარიანი, გ. ჩიტაშვილი, ა. ხეთაგური, გ. არაბიძე, ა. ნიკოლაიშვილი. საქართველოს ენერგეტიკაში ადგილობრივი ნახშირების რაციონალურად გამოყენების პერსპექტივები. “ენერჯია”, №4(56), თბილისი, 2010. გვ. 3-7.
5. ზ. გორდუზიანი, თ. ჯიშკარიანი, თ. ფირცხალავა. გლობალური ენერგეტიკა და ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირის გამოყენების პერსპექტივები. “სამთო ჟურნალი”, № 2(27), თბილისი, 2011. გვ. 74-77.
6. თ. ფირცხალავა. შახტის საპროექტო სიმძლავრის განსაზღვრის საკითხისათვის. “სამთო ჟურნალი”, №1(28), თბილისი, 2012. გვ. 46-49.
7. ი. რეხვიაშვილი, თ. ფირცხალავა. ტყიბულის ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური განვითარების კონ-

- ცეფცია. “მეცნიერება და ტექნოლოგიები”, №10-12, თბილისი, 2010. გვ. 82-88.
8. Рехвиашвили Ю. С., Пирцхалава Т. Г., Басиладзе М. А., Махарадзе С. Д. Принципы реструктуризации угольной промышленности Грузии. “Уголь”, №12, Москва, 2010. с.74-76.
9. Пирцхалава Т. Г. К вопросу определения оптимальной длины лавы для условий разработки Ткибули –Шаорского месторождения. «Горный журнал», №2(31), Тбилиси, 2013. с.15 - 17.
10. თ. ფირცხალავა. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის სქელი ფენების დაშვების პერსპექტიული ტექნოლოგიური სქემა. “სამთო ჟურნალი”, №2(37), თბილისი, 2016. გვ. 23-27.
11. Клишин В. И., Николаев А. В., Егоров А. П., Фрянов В. Н. Перспективные технические решения отработки мощных пологих угольных пластов с выпуском. “Уголь”, №12, Москва, 2011. с. 6-10.
12. Сенкус В. В., Ермаков А. Ю. Разработка технологических схем отработки запасов мощной пологих пластов с выпуском угля подкровельной толщи. «Горный информационно-аналитический бюллетень», № 5, Москва, 2016. с. 319-327.



13. თ. ფირცხალავა. ნახშირის სქელი ფენების დამუშავება ჭერისეული ნახშირის შრის გამოშვებით. "სამთო ჟურნალი", №1(38), თბილისი, 2017. გვ. 71-75.
14. Ордин А. А., Метельков А. А. К вопросу об оптимизации длины и производительности комплексно-механизированного очистного забоя угольной шахты. «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», № 2, Новосибирск, 2013. с. 100- 112.
15. Ермаков, А. Ю., Калинин С. И., Мельник В. В., Новосельцев С. А. Технология одностадийной разработки мощных пологих угольных пластов с выпуском угля на завальный конвейер. «СибГИУ», Новокузнецк, 2013. 256 с.
16. Хомченко В. Н., Карасев В. А. Разработка мощных угольных пластов. «КузГТУ», Кемерово, 2015. 61 с.

**ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
РАСЧЕТ СУТОЧНОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАВУ  
ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНОГО ПЛАСТА С  
ВЫПУСКОМ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ  
УГЛЯ**

В статье приведен алгоритм расчета суточной нагрузки на лаву по фактору производительности оборудования при выемке мощного пласта с выпуском подкровельной толщи угля и результаты расчета. Установлено, что для горно-геологических условий Ткибули-Шаорского месторождения при разработке пологого угольного пласта мощностью  $m = 7,85$  м с использованием механизированного комплекса с выпуском подкровельной толщи угля теоретическая суточная нагрузка на очистном забое в лаве длиной  $l = 120$  м достигает  $A_{\text{гт}} \approx 8000$  т/сутки.

**PIRTSKHALAVA T.  
PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL  
SCHEME DEVELOPMENT OF POWERFUL  
COAL SEAMS TKIBULI-SHAORI  
DEPOSIT**

The article presents the calculation algorithm of the daily load on the lava by the factor of equipment performance during extraction of massive seam underlay the strata of coal and the results of the calculation. It has been established that for the mining and geological conditions of the Tkibuli-Shaory deposit in the development of a shallow coal seam with a thickness of  $m = 7.85$  m with the use of a mechanized complex with the release of the underburden coal, the theoretical daily load on the clearing face in lava with a length  $l = 120$  m reaches an  $A_d \approx 8000$  T / day.

შპს 622 : 762

**დოქტორანტი ნ. ლომიძე, აკად. დოქტორი ზ. არაბიძე,  
აკად. დოქტორი შ. მაღაშხია, აკად. დოქტორი ლ. ქართველიშვილი  
სპილენძ-კოლჩედიანური მადნების დასაწყობად კუდების  
ბროვითი გაბრუნულ-ძიმიური გამოტუტვის მეთოდით  
გადამუშავების საკითხები**

ნაშრომში განხილულია ლაბორატორიულ აეროფლოტურ პერკულატორებში ფილტრაციის ხარისხის გაზრდის მიზნით ჩატარებული კვლევის შედეგები. გამოყენებული იქნა "Geocoat"-ის მეთოდი. ქანშატარებლად შერჩეული იქნა მეორადი კვარციტების გროვითი ციანირების ნარჩენი და სპილენძის ძნელსამდიდრებელი მადანი. ფილტრაციის ხარისხი გაიზარდა 0.3-დან 20.5 მ/დღე-ღამეზე. ექსპერიმენტში გამოყენებული იყო ავტოტროფული თიობაქტერიების ნარევი, ციანიდი და თიოშარლოვანა. დადგენილია გროვითი გამოტუტვის ოპტიმალური პირობები ლაბორატორიულ პირობებში.

ფაქტორია ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება, რაც იძლევა იმის საშუალებას, რომ მოხდეს სანელეულო ბაზის გაზრდა ისეთი ნელეულის ჩართვით, რომლის გადაამუშავებაც ადრე არარენტაბელურად ითვლებოდა. კერძოდ, საქმე ეხება ოქროშემცველ ღარიბ, მედეგ სულფიდურ მადნებს და წარმოების ნარჩენებს.

სამთომამდიდრებელი საწარმოების ფუნქციონირების შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენები თავიანთი მარაგების მასშტაბებიდან გამომდინარე და მათში სასარგებლო კომპონენტების შემცველობის მიხედვით განიხილება, როგორც მეორადი ტექნოგენური საბადოები.

ფერადი ლითონების შემცველი მადნების გამდიდრების პროცესებში (კუდების გამოსავალი 92-96 %-ს შეადგენს) მიწის ზედაპირზე არსებული არაკონდიციური მინერალური მასა ინახება კუდების საცავებში გამდიდრების კუდების სახით, რაც გარემოს დაბინძურების გლობალურ საფრთხეს ქმნის. ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედებით მიმდინარეობს მათი ბუნებრივი გამოტუტვა, რაც იწვევს გრუნტის წყლების დაბინძურებას მიმდებარე ლითონებით და ტოქსიკური კომპონენტებით. კვლევებით დადგენილია, რომ კუდებიდან ბუნებრივი გამოტუტვა შეიძლება 100-150 წლების განმავლობაში გაგრძელდეს, ხოლო პირიქით დაჟანგვა თავისუფალი გოგირდმჟავას

გენერაციით, რომელიც ხელს უწყობს გამოტუტვას 200 წელი. ამასთან ერთად კუდების საცავები იკავებენ მიწის ძალზედ დიდ ტერიტორიებს, რაც სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების შემცირებას იწვევს.

აქედან გამომდინარე, კუდების გადამუშავება ორ-მაგი ეფექტის მატარებელია: ერთის მხრივ, მიიღება მრეწველობისათვის საჭირო დამატებითი სასაქონლო პროდუქცია, ხოლო, მეორეს მხრივ, შესაძლებელი ხდება სასარგებლო მიწის ფართობების გამონთავისუფლება, გარემოზე კუდების საცავების უარყოფითი ზემოქმედების შემცირება და ამის შედეგად ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარების შესაძლებლობა რეგიონებში.

აღნიშნული ტიპის ნედლეულის განსაკუთრებული მახასიათებელია მისი ადვილად ხელმისაწვდომობა, რაც გამოიხატება იმაში, რომ იგი უკვე მიწის ზედაპირზეა განთავსებული და არ საჭიროებს მოპოვებისათვის კაპიტალურ დანახარჯებს და რაც მთავარია, განთავსებულია უკვე განვითარებული ინფრასტრუქტურის ახლოს.

აქედან გამომდინარე, მათი უტილიზაციის პრობლემის გადაწყვეტა დროული და აქტუალურია.

უკანასკნელი ორი ათეული წელია მსოფლიო პრაქტიკაში ოქროშემცველი მადნების გადამუშავებისას ფართოდ გამოიყენება ოქროს გროვითი გამოტუტვის მეთოდი ტუტე ლითონების ციანიდური ხსნარებით, ხოლო არც ისე დიდი ხანია, რაც აღნიშნული მეთოდის გამოყენება დაიწყო ოქროშემცველი ტექნოგენური ნარჩენების გადასამუშავებლად. მეთოდი ეფექტურია, როდესაც ოქრო თავისუფალი სახითაა ნედლეულში. იმ შემთხვევაში, როდესაც ოქრო წვრილდისპერსიული სახით ინკაფსულირებულია სულფიდურ მინერალებში, მაშინ პროცესი ნაკლებეფექტურია. კონცენტრატების შემთხვევაში ახდენენ მასალის წინასწარ მომზადებას მისი ციანიდების წინ, რაც გამოიხატება სულფიდური მინერალების დესტრუქციაში, რისთვისაც მიმართავენ დამჟანგველ გამოწვას ან ავტოკლავერ გამოტუტვას. ბოლო დროს ამ მიზნისათვის გამოიყენებენ ბაქტერიული დაჟანგვის მეთოდსაც. ბიოდაჟანგვა (ბაქტერიული გამოტუტვა) გულისხმობს ლითონების დაჩქარებული გამოტუტვის პროცესს მადნებიდან ბაქტერიების აქტიურობის მეშვეობით, რომელსაც საფუძვლად უდევს ბაქტერიებით პირიტის და სხვა სულფიდების დაჟანგვისას წარმოქმნილი სამვალენტაანი რკინის სულფატის  $Fe_2(SO_4)_3$ -ის, როგორც

ძლიერი დამჟანგველის ურთიერთქმედება ლითონთა სულფიდებთან.

არსებობს იმის რეალური შესაძლებლობა, რომ მოხდეს ოქროს მოპოვების ორი პროგრესული ხერხის კომბინირება – გროვითი გამოტუტვის და ბაქტერიული დაჟანგვის – ერთ ტექნოლოგიურ პროცესად. ასეთი მიდგომა უკვე გამოყენებულია სპილენძის, ურანის და ნიკელის ამოღება მედეგი ნედლეულიდან ფირმების “ნიუმონტ გოლდის”, ჩრდილო ამერიკული კომპანიების “ოქსიდორ კორპორეიშენის” (Oxidor Corp.) და “გეობიოტიკის” (Geobiotics) მიერ.

დღეისათვის მსოფლიოში როგორც სპილენძის, ასევე ოქროს ამოსაღებად ღარიბი ნედლეულიდან ძირითადად იყენებენ გროვითი გამოტუტვის მეთოდს. Heap leaching ეს არის ქიმიური და ბაქტერიული გამოტუტვის (გადამუშავების) ხერხი მოპოვებული ბალანსგარეშე და ღარიბი ბალანსური მადნების, რომლებიც დასაწყობებულია ნაყარებში და რომელთაგანაც სასარგებლო კომპონენტების ამოღება ჩვეულებრივი გამდიდრების და ჰიდრომეტალურგოული მეთოდებით (გამოტუტვა ავზებში, ავტოკლავერებში და სხვა აპარატებში) მოცემულ ეტაპზე არარენტაბელურია.

გროვითი გამოტუტვის ტექნოლოგიის ძირითადი უპირატესობებია:

1. დაბალი კაპიტალური და ექსპლუატაციის დანახარჯი.
2. ამოსყიდვის სწრაფი პერიოდი.
3. მოწყობილობების და კონსტრუქციების სიმარტივე.
4. გარემოზე ზემოქმედების შემცირება.
5. წყლის და ელექტროენერგიის დაბალი ხარჯი.
6. მისი გამოყენების შესაძლებლობა ღარიბი ნედლეულის გადასამუშავებლად (გამდიდრების კუდები და ნაყარები).

ამის გამო, აღნიშნული მეთოდი დიდი პოპულარობით სარგებლობს სამთო საქმის სპეციალისტებში, რადგან იგი საშუალებას იძლევა უკვე მოქმედი საბადოების გადამუშავება ეკონომიური და ეფექტური გახდეს.

ამაზე მეტყველებს ცხრილების მონაცემებიც.

2014 წელს უდიდესმა ოქროს მწარმოებელმა კომპანიებმა გროვითი გამოტუტვის მეთოდით 15 მილიონ უნცია ოქრო მოიპოვეს, რაც საერთო წლიური მოპოვების 17 %-ს შეადგენს, ლიდერია ფაბრიკა Yanacocha, კომპანია Newmont/Buenaventura – 970000 უნცია (იხ. ცხრილი 1).

გროვითი გამოტუტვის ტექნოლოგიით ოქროს მწარმოებელი მსოფლიო წამყვანი ხუთეული

ცხრილი 1

ფაბრიკა	ქვეყანა	მთავარი მესაკუთრე	გროვითი გამოტუტვით მიღებული ოქრო, უნცია
Yanacocha	Peru	Newmont	970000
Veladero	Argentina	Barrick Gold	722000
Lagunas norte	Peru	Barrick Gold	582000
Pound Mountain	USA	Barrick Gold	328000
Kisladag	Turkey	Eldorado Gold	311000

2014 წელს 50 უმსხვილეს სამთომამდიდრებელი საბადოს სპილენძის მადნების მოპოვება და გამდიდრება წარმოებს 1975 წლიდან დღემდე. ამ ხნის განმავლობაში მადნეულის ტერიტორიაზე დაგროვილია სპილენძ-კოლჩედანური მადნების ფლოტაციის კულების მნიშვნელოვანი რაოდენობა. 2010 წლის მონაცემებით იგი შეადგენს 40 მლნ ტ-ს.

**ცხრილი 2**

**გროვითი გამოტუტვის მეთოდით სპილენძის მწარმოებელი ხუთი უმსხვილესი კომპანია**

ფაბრიკა	ქვეყანა	მთავარი მესაკუთრე
Radomiro Tonik	Chile	Codelco
Escondida	Chile	BHP Billiton
Spence	Chile	BHP Billiton
El Abra	Chile	Freeport
Gabriela Mistral	Chile	Codelco

სპილენძის საშუალო შემცველობაა – 0,22-0,24 %; ოქროსი – 0,61-0,65 გრ/ტ; ვერცხლის – 2,16-8,0 გრ/ტ; რკინის – 4,4-6,0 %; სულფიდების შემცველობა – 6,0-7,0 %.

მადნეულის სპილენძ-კოლჩედანური მადნების ფლოტაციის დასაწყობებულ კულში 80 %-ს წარმოადგენს წვრილად ინკაფსულირებული ოქრო ჩართული პირიტში. ციანირებადი ოქრო საკმაოდ ცოტაა 20-24 %, ამდენად მარტივი ტექნოლოგიით (გრაფიტაცია, ციანირება) ამ ნედლეულის გადამუშავება ნაკლებეფექტურია (იხ. ცხრილი 3).

სპილენძის საშუალო შემცველობაა – 0,22-0,24 %; ოქროსი – 0,61-0,65 გრ/ტ; ვერცხლის – 2,16-8,0 გრ/ტ; რკინის – 4,4-6,0 %; სულფიდების შემცველობა – 6,0-7,0 %.

მადნეულის სპილენძ-კოლჩედანური მადნების ფლოტაციის დასაწყობებულ კულში 80 %-ს წარმოადგენს წვრილად ინკაფსულირებული ოქრო ჩართული პირიტში. ციანირებადი ოქრო საკმაოდ ცოტაა 20-24 %, ამდენად მარტივი ტექნოლოგიით (გრაფიტაცია, ციანირება) ამ ნედლეულის გადამუშავება ნაკლებეფექტურია (იხ. ცხრილი 3).

**ცხრილი 3**

**ფლოტაციის კულებში ოქროს არსებობის ფორმები**

ფაბრიკა	თავისუფალი ოქრო	შენახარდებში (ციანირებადი)	მჟავაში ხსნად მინერალებში (მელევი)	სულფიდებში	ქანებში
სს „მადნეული“ მამდიდრებელი ფაბრიკა	6,0-8,0	12,0-16,0	4,1-4,4	72,0-76,0	4,0-8,0

მინერალური შედგენილობის მიხედვით დასაწყობებული კულების ძირითადი მადნეული მინერალია პირიტი – 9,3 %, ბევრად ნაკლებია ჰალკობირიტი, მადნეული მინერალების ჯამი 10 %-მდეა. შესაბამისად, 90 % არამადნეული მინერალებით (სერიციტი, კვარციტი, ალუნიტი, კალციტი) არის წარმოდგენილი.

ფილტრაციის ხარისხის გასაუმჯობესებლად გამოიყენეთ ეგრეთ წოდებული „Geocoat“-ის მეთოდი, რომელიც გულისხმობს წვრილმარცვლოვანი მასალის დატანას გაცხრილულ ფუჭ ქანზე ან ძნელსამდიდრებელ მადანზე. ავსტრალიური ფირმის „Geolitics“ მიერ შემუშავებული ეს მეთოდი წარმატებით გამოიყენება ჰალკობირიტული კონცენტრატების გროვითი ბაქტერიული-ქიმიური მეთოდით გადამუშავებისას.

კულები წარმოადგენს წვრილმარცვლოვან მასალას. გრაფიტურული ანალიზით დაგინდა, რომ საკვლევ სინჯში კლასი – 0,0740 მმ შეადგენს 47,2 %-ს, კულებში ნაწილაკების მაქსიმალური ზომა +1,25 მმ-ია, რომლის წილი შეადგენს – 3 %-ს. ფილტრაციის კოეფიციენტი დაბალია – 0,3 მ/დღე-ღამეში. გროვითი გამოტუტვა ეფექტურია მაშინ, როდესაც ნაწილაკების ზომა  $\geq 0,4$  მმ, ხოლო ფილტრაციის კოეფიციენტი  $\geq 0,5$  მ/დღე-ღამეში.

კვლევები ჩატარდა ლაბორატორიულ აეროფლოტურ პერკოლატორებში. იგი საშუალებას იძლევა შესწავლილი იქნეს ბაქტერიული დაჟანგვა-გამოტუტვის პროცესი ხსნარის მასალაში ფილტრაციის რეჟიმში.

მადნეულის დასაწყობებულ კულებში ოქროს და სპილენძის დაბალი შემცველობა და ამასთან ოქროს ძირითადი მასის 80 %-ის პირიტში წმინდად

პერკოლატორები წარმოადგენს მადნების გროვითი გამოტუტვის ლაბორატორიულ მოდელს. აღნიშნული მეთოდის („Geocoat“) მიხედვით ქანმატარებლად გამოვიყენეთ მადნეულის ოქროშემცველი მეორადი კვარციტი და სპილენძის ძნელსამდიდრებელი მადანი. გამოყოფილი იქნა -10+5 მმ და -5+2,5 მმ კლასები როგორც პირველ, ასევე მეორე შემთხვევაში. აღნიშნულ კლასებზე დავსვით დასაწყობებული კუდებიდან მიღებული ფლოტოკონცენტრატი, რომელიც მოვამზადეთ შემდეგნაირად: გოგირდმჟავას განზავებული ხსნარის თანაობისას მოგუნდავების მეთოდით მასალა გავაშრეთ 60 °C ტემპერატურაზე. მივიღეთ გრანულები, რომლის ფილტრაციის ხარისხი საკმაოდ იზრდება და ამასთან დასაწყობებულ კუდებს კვარციტების შემთხვევაში ემატება ოქრო და ვერცხლი, ხოლო სპილენძის ძნელსამდიდრებელი მადნის შემთხვევაში - სპილენძი, ოქრო და ვერცხლი. -5+2,5 მმ ფრაქციაზე დასმული კონცენტრატის ბაქტერიული

გამოტუტვა ჩავატარეთ მცირე ზომის (სიმაღლე 20 სმ, დიამეტრი 4 სმ, მასალის ტევადობა 200 გრ) აეროფლოტურ პერკოლატორებში, ხოლო -10+5 მმ-ზე დასმული კონცენტრატის – დიდი ზომის (დიამეტრი 15 სმ, სიმაღლე 70 სმ, 5 კგ მასალის ტევადობით) პერკოლატორებში.

მცირე ზომის პერკოლატორებში ჩატარდა ექსპერიმენტების სერია, რომლის დროსაც შესწავლილი იქნა პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები: მყარისა და თხევადის ფარდობა (1:1,5), გამოტუტვის დროის ხანგრძლივობა 57 დღე-ღამე (აქტიური პერკოლაცია – 7, პაუზა 3 დღე-ღამე, ტემპერატურა 28-30 °C, ხსნარის მჟავიანობა 1,8-2,0. ამ პირობებში ხსნარში I ვარიანტში გადავიდა 96,0 % სპილენძი, ხოლო პერკოლატორში დარჩენილი მყარი მასის ციანიდებით 89,0 % ოქრო და 49,8 % ვერცხლი, რაც შეეხება II ვარიანტს – 61,0 % სპილენძი, 93,0 % ოქრო და 57,0 % ვერცხლი).

### ლიტერატურა

1. Зеленов В.Н. Методика исследования золота - и серебросодержащих руд. "Недра", Москва, 1989. 320 с.
2. Каравайко Г.Н. и др. Роль микроорганизмов и

выщелачивания металлов из руд. "Наука", Москва, 1972. 276 с.

3. რ. კვატაშიძე, ნ. ლომიძე და სხვ. ოქრო შემცველი მედევი სულფიდური მადნების ბიოჰიდრომეტალურ-გიული გადამუშავება. "მეცნიერება და ტექნოლოგიები", №1-3, თბილისი, 2012. გვ. 83-88.

ЛОМИДЗЕ Н.Н., АРАБИДЗЕ З.А., МАЛАШКИЯ Ш. С., КАРТВЕЛИШВИЛИ Л. Г.  
**ВОПРОСЫ КУЧНОГО БАКТЕРИАЛЬНО-ХИМИЧЕСКОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СКЛАДИРОВАННЫХ ХВОСТОВ МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫХ РУД**

LOMIDZE N., ARABIDZE Z., MALASHKHIA Sh., KARTVELISHVILI L.  
**THE ISSUE OF HEAP BACTERIA-CHEMICAL LEACHING OF STOCKPILED COPPER-PYRITE ORES TAILS**

В статье рассмотрены результаты исследований на лабораторных аэрофлотных перкуляторах. С целью увеличения степени фильтрации был применен метод "Geocoat". Породой носителем выбраны остатки кучного цианирования вторичных кварцитов и медная труднообогатимая руда. Степень фильтрации вырос от 0,3 м/сутки до 20,5 м/сутки. В экспериментах был использован смесь автотрофных тиобактерий, цианида и тиомочевина. Установлены оптимальные параметры кучевого выщелачивания в лабораторных условиях.

The paper considers studies conducted in laboratory aeroflot percolators with the intent to retrieve gold, silver, and copper through heap leaching method. 'Geocoat' method was utilized in order to increase the quality of filtration. Cyanide process waste of secondary quartzites and hard-to-enrich copper were selected as builders. Quality of filtration improved from 0,3 m/24hrs to 20,5 m/24hrs. A mix of thiobacteria, cyanide, and thiourea were used in the experiment. Optimal parameters of heap leaching were established in laboratory conditions.

УДК 532.595.2:621.646.94:622.648

**ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР МАХАРАДЗЕ Л.И., СТЕРЯКОВА С.И.  
 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕСТ СОЕДИНЕНИЙ ОТДЕЛЬНЫХ ТРУБ, СОСТАВЛЯЮЩИХ  
 НАПОРНЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ МАГИСТРАЛИ НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ  
 ПРОЦЕССЫ ПРОТЕКАЮЩИЕ В НИХ**

В статье дается анализ влияния мест соединений отдельных составляющих труб напорных трубопроводных магистралей на протекающие в них гидродинамические процессы (нестационарные процессы, гидравлические удары). При таких процессах в местах соединений отдельных труб происходит частичное отражение волн импульсов, обусловленных изменением скорости движения транспортируемой

жидкой среды, что в определенной степени влияет на величину повышения давления по магистрали – уменьшает их значения. С учетом конструктивного выполнения мест соединений отдельных труб и их упруго-демпфирующих свойств, можно достигнуть уменьшение значений превышения давлений во время упомянутых процессов до допустимых значений для данной напорной гидротранспортной системы.

Трубопровод - это сооружение для транспортировки жидких и газообразных веществ, твердых сыпучих материалов. Этот вид транспорта имеет неоспоримые преимущества по сравнению с многими традиционными видами транспорта, поэтому нашел большое распространение в человеческой жизни во всех отраслях и сферах. Перемещение указанных веществ и материалов по трубопроводам происходит под действием разности давлений в различных сечениях, создаваемый в начальных местах транспортировки специальными машинами – насосами различных конструктивных выполнений.

Трубопроводы для перемещения (транспортировки) указанных выше веществ могут быть использованы на самые короткие расстояния (всего на несколько метров) и на самые дальние расстояния (на несколько тысяча километров). Исходя из этого показателя, различают трубопроводы местного назначения – короткие трубопроводы и трубопроводы для транспортировки различных материалов на дальние расстояния – магистральные трубопроводы.

В зависимости от длины (дальности) транспортировки указанных выше материалов и веществ, от профиля трубопроводной магистрали, различают короткие трубопроводы, когда транспортировка происходит за счет геометрической разницы между местом начала транспортировки и местом подачи транспортированного материала или одним насосным агрегатом. Для транспортировки этих же материалов на дальние расстояния по магистральным трубопроводам осуществляют многоступенчатую подачу последовательным включением в трубопроводной магистрали нескольких насосов. Многоступенчатую подачу можно осуществить при последовательном включении в трубопроводной магистрали насосов без разрыва потока транспортированной жидкой среды по схеме «насос в насос» [1, 2].

Вопросы изготовления, обработки, строительства и эксплуатации стальных трубопроводов рассмотрены во многих литературных источниках, патентных фондах и даже в энциклопедиях [1 - 4], поэтому рассмотреть все их в одной научной статье немыслимо и нет в этом необходимости. В настоящей статье рассмотрен лишь один специфический вопрос, представляющий значительный интерес для магистральных гидротранспортных систем, когда по трубопроводной магистрали транспортируются многофазные гидроаэрозольные смеси.

Из вышеизложенного ясно, что аналогичные системы являются многоступенчатыми, работающими последовательно включенными насосами по схеме «насос в насос», т.е. когда не происходит разрыв потока в местах включения в трубопроводной магистрали грунтовых насосов. Режимы аналогичных систем как на лабораторных установках, так и на крупных промышленных системах наиболее фундаментально исследованы в Горном Институте им. Г.А. Цулукидзе. Особенно значительные результаты получены в области переходных и нестационарных процессов, с учетом которых разра-

ботаны способы и средства для безаварийной работы аналогичных систем, обеспечивающие увеличение их надежности и эффективности [5-11].

Разумеется, для строительства трубопроводов упомянутых систем, как и в большинстве случаев, необходимо соединение отдельных труб, чтобы построить трубопроводную магистраль, так как стальные трубы изготавливаются ограниченной длины. В зависимости от области применения и строительства (подземный, надземный, висячий), необходимой толщины стенки и длины, трубы изготавливаются весьма ограниченной длины (максимум не более 20 метров для исключительных случаев). Очевидно, в таком случае для строительства трубопроводных магистралей необходимо применение различных методов их соединения между собой. Исходя из этого, существуют различные варианты их соединения, обеспечивающие герметичность и прочность трубопроводных магистралей. В некоторых случаях соединения трубопроводов должны также обеспечить возможность их быстрой сборки и разборки или изменения направления трубопроводной магистрали. В металлических трубопроводах, в рассматриваемых случаях, наиболее распространены сварное и фланцевое соединения (см. рис. 1, а и 1, б). Применение вида соединения между собой отдельных труб трубопроводной магистрали следует учесть много конкретных условий их строительства и эксплуатации.

Некоторые решения, получившие на практике самое большое распространение (см. рис. 1, а и 1, б) и предложенные нами (см. рис. 1, в и 1, г), приведены на рисунке 1 [13-14].

Рассмотренный в настоящей статье вопрос, т.е. анализ влияния мест соединений отдельных труб, составляющих напорные трубопроводные магистрали на гидродинамические процессы протекающие в них, представляет значительный интерес для многоступенчатых напорных гидротранспортных систем, работающих с последовательно включенными в трубопроводную магистраль грунтовых насосов без разрыва сплошности транспортирующей жидкой среды в местах включения насосов, т.е. по схеме «насос в насос». Это подтвердили экспериментальные исследования, проведенные нами в лабораторных условиях и на крупных промышленных системах. Причиной этого является специфика работы аналогичных систем. Результаты этих исследований подробно изложены в наших научных трудах и монографиях [1, 5-11], поэтому лишь коротко отметим, что из-за часто возникающих в аналогичных системах нестационарных процессов и гидравлических ударов, на упомянутых системах часто происходит крупные аварии со значительными экономическими и материальными затратами. Во избежание всего этого, упомянутые системы оснащены гасителями гидравлических ударов, разработанных в Горном Институте Г.А. Цулукидзе и работающих долгие годы эффективно на крупных промышленных объектах бывшего Советского Союза, в том числе и в Грузии.

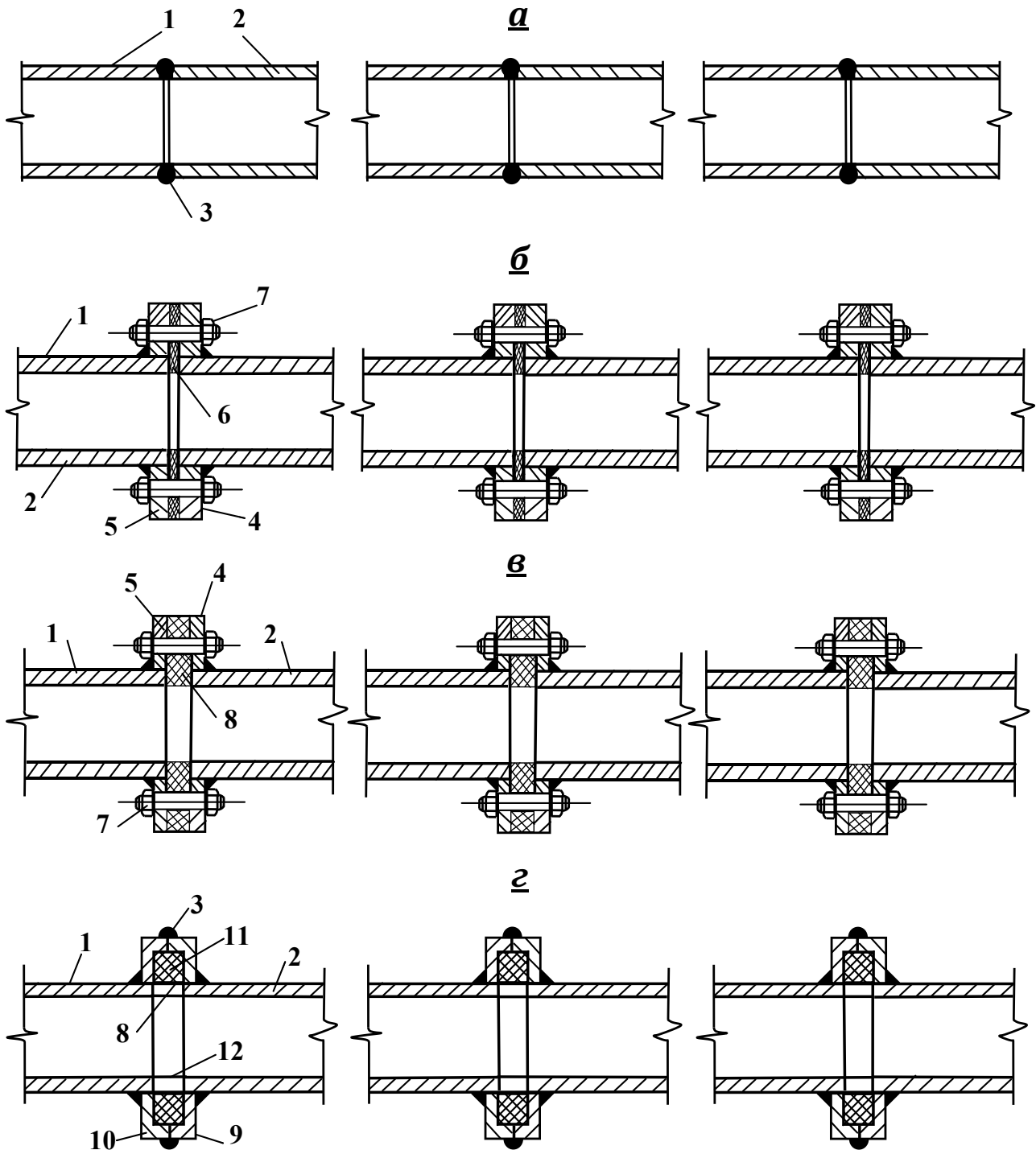


Рис. 1. Соединение между собой отдельных труб трубопроводной магистрали: 1, а и 1, б – получившие самое большое распространение в настоящее время на практике; 1, в и 1, з – новые варианты, рекомендованные Горным институтом Г.А. Цулукидзе: 1 и 2 – соединяющиеся части отдельных труб магистрального трубопровода; 3 – сварное соединение (стыковка); 4 – 5 – фланцы на трубах для их соединения; 6 – тонкая упругая прокладка, размещенная и зажата между фланцами; 7 – болт с гайкой; 8 – толстая упругая прокладка размещенная и зажата между фланцами; 9 – 10 – полумуфты на трубах для их соединения; 11 – толстая упругая прокладка свободно размещенная в полумуфтах; 12 – отверстие в стенке трубы



Тема настоящей статьи относится к этой же проблеме и представляет определенный практический интерес, т.к. предложенный метод является наиболее простым, дешевым для осуществления и наиболее надежным при эксплуатации, а в некоторых случаях, когда для применения других наиболее высокоэффективных гасителей гидравлических ударов в конкретных случаях просто нет возможности для их размещения из-за ограниченного пространства.

Необходимо отметить, что из известных в настоящее время методов для соединения отдельных труб, составляющих напорные трубопроводные магистрали не могут быть использованы известные методы и устройства, наиболее широко применяемые в промышленности, это: непосредственное соединение отдельных труб сварной стыковкой (см. рис.1, а) и соединение с болтом гайкой (см. рис. 1, б). Это из-за того, что в местах соединения труб хотя и происходит частичное отражение упругих волн при любых возмущениях в трубопроводной магистрали, однако не происходит их демпфирование – уменьшение, т.к. не обладают значительным свойством сжатия. С целью значительного увеличения этого свойства, нами предложены две конструкции, приведенные на рис. 1, в и 1, з), в которых упругие материалы выполнены из толстых прокладок, имеющих большие упругие и соответствующие демпфирующие свойства и свободно (без предварительного сжатия) размещены в полумуфтах или между фланцами [13-14].

В таком случае, если указанные элементы расположить равномерно (во всех местах соединения отдельных труб) по всей трубопроводной магистрали, то при расчете скорости распространения волны возмущения, можно вводить среднее по длине магистрали значение приведенного модуля упругости. В таком случае, полагая, что имеют место упругие деформации по всей магистрали, происходящие вследствие сжатия упругих элементов, размещенных по длине магистрали, дополнительного увеличения единицы внутреннего объема трубопровода можно представить в виде  $\varepsilon_y \Delta P$  (где –  $\varepsilon_y$  некоторый коэффициент, характеризующий упругость применяемых упругих элементов, Па<sup>-1</sup>;  $\Delta P$  - изменение (прирост) давления в трубопроводе, вызывающее упругую деформацию всех составляющих его элементов, Па).

Следует еще раз отметить, что с целью точного проведения теоретических расчетов, необходимо свободное расположение (размещение) упругих элементов по магистрали, как это показано на рис.1, в и 1, з, чтобы не изменить модуль упругости применяемого материала. В другом случае невозможно проведение точного теоретического расчета. В таких случаях только экспериментально можно определить приведенный модуль упругости.

Как известно скорость распространения волны возмущения при гидравлическом ударе в тонкостенных трубопроводах определяется по зависимости [12]

$$a = \frac{a_0}{\sqrt{1 + \frac{E_\epsilon \cdot D_{тр}}{E_{тр} \cdot \delta_{тр}}}}, \quad (1)$$

где  $a_0 = 1425$  - скорость распространения волны возмущения при транспортировании по трубопроводу воды, м/с;  $E_{тр}$  - модуль упругости материала, из которого изготовлены трубы, Па;  $D_{тр}$  - внутренний диаметр трубопроводной магистрали, м;  $\delta_{тр}$  - толщина стенки трубопроводной магистрали, м;  $E_\epsilon$  - модуль упругости воды, Па.

Если в формуле  $\frac{D_{тр}}{E_{тр} \cdot \delta_{тр}}$  (1) заменить через  $\frac{D_{тр}}{E_{тр} \cdot \delta_{тр}} + \varepsilon_y$ , получим

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \left( \varepsilon_y + \frac{D_{тр}}{\delta_{тр} E_{тр}} \right) E_\epsilon}}. \quad (2)$$

Увеличение единицы внутреннего объема трубопроводной магистрали при наличии упругих элементов за счет их деформации (сжатии), можно определить по зависимости

$$\sum V_{тр} = \frac{V_y \Delta P}{\ell_y S_y E_y}, \quad (3)$$

где  $V_y$  - суммарный объем упругих элементов, м<sup>3</sup>;  $\ell_y$  - расстояние между упругими элементами, размещенными в местах соединения отдельных труб, м;  $S_y$  - площадь поперечного сечения упругого элемента, м<sup>2</sup>;  $E_y$  - модуль упругости материала, из которых изготовлены упругие элементы, Па, который определяется по зависимости

$$\varepsilon_y = \frac{V_y}{\ell_y S_y E_y}. \quad (4)$$

С учетом формулы (4) формула (2) примет вид

$$a_y = \frac{1425}{\sqrt{1 + \left( \frac{V_y}{\ell_y S_y E_y} + \frac{D_{тр}}{\delta_{тр} E_{тр}} \right) E_\epsilon}}. \quad (5)$$

Из формулы (5) можно определить объем упругого элемента, расположенного в местах соединения отдельных труб, необходимый для уменьшения скорости распространения волны гидравлического удара в трубопроводной магистрали до желаемой величины, т.е. при котором прирост давления не достигнет опасной величины для данной трубопроводной магистрали гидротранспортной системы, тем самым будут предотвращены нежелательные последствия. Расчетная зависимость из формулы (5) получит вид

$$V_y = \frac{\left[ a_0^2 - a_y^2 \left( 1 + \frac{D_{тр} E_\epsilon}{\delta_{тр} E_{тр}} \right) \right] \ell_y S_y E_y}{E_\epsilon a_y^2}. \quad (6)$$

На рис. 2 приведены кривые (1-5), построенные по зависимости (6). Они показывают закон изменения скорости распространения ударной волны в трубопроводах при движении в трубопроводной магистрали воды в зависимости от объемов упругих элементов с различными модулями упругости.

На этом же рисунке пунктирами (1' - 5') даются

кривые, полученные экспериментально на трубопроводах лабораторной установки. На рис. 3 приведены кривые, построенные по экспериментальным данным при транспортировании по трубопроводам гидросмеси с плотностью  $\rho_{см} = 1250 \text{ кг/м}^3$ . Результаты экспериментальных исследований сведены также в таблице 1.

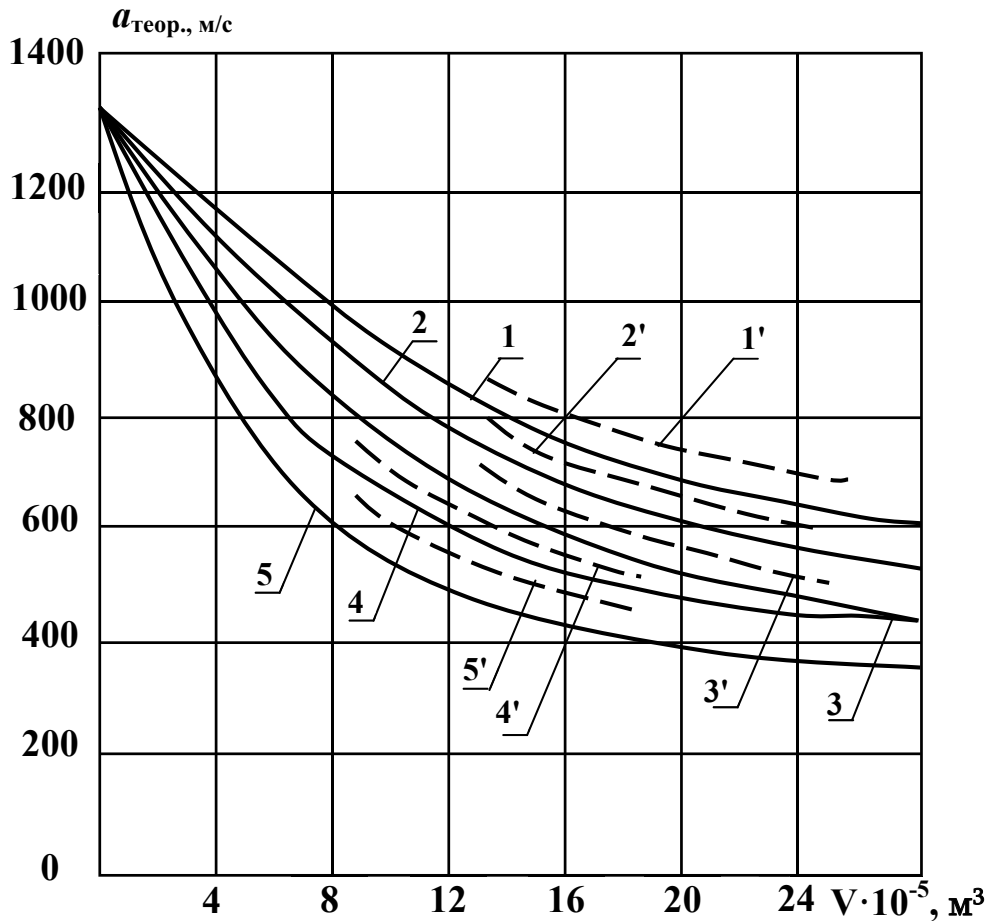


Рис. 2. Зависимость скорости распространения волны гидравлического удара в трубопроводах при транспортировании в них воды от объема равномерно распределённых упругих элементов в местах соединения отдельных труб (сплошные кривые по формуле (6), пунктирные линии-экспериментальные): 1 – внутренний диаметр трубопровода  $D_{тр} = 104 \text{ мм}$ , каучук  $E_y = 8,0 \text{ МПа}$ ; 2 – при  $D_{тр} = 104 \text{ мм}$ , вулканизированная мягкая резина,  $E_y = 6,0 \text{ МПа}$ ; 3 – при  $D_{тр} = 104 \text{ мм}$ , вакуумная резина,  $E_y = 4,0 \text{ МПа}$ ; 4 – при  $D_{тр} = 68 \text{ мм}$ , вулканизированная мягкая резина,  $E_y = 6,0 \text{ МПа}$ ; 5 – при  $D_{тр} = 68 \text{ мм}$ , вакуумная резина,  $E_y = 4,0 \text{ МПа}$

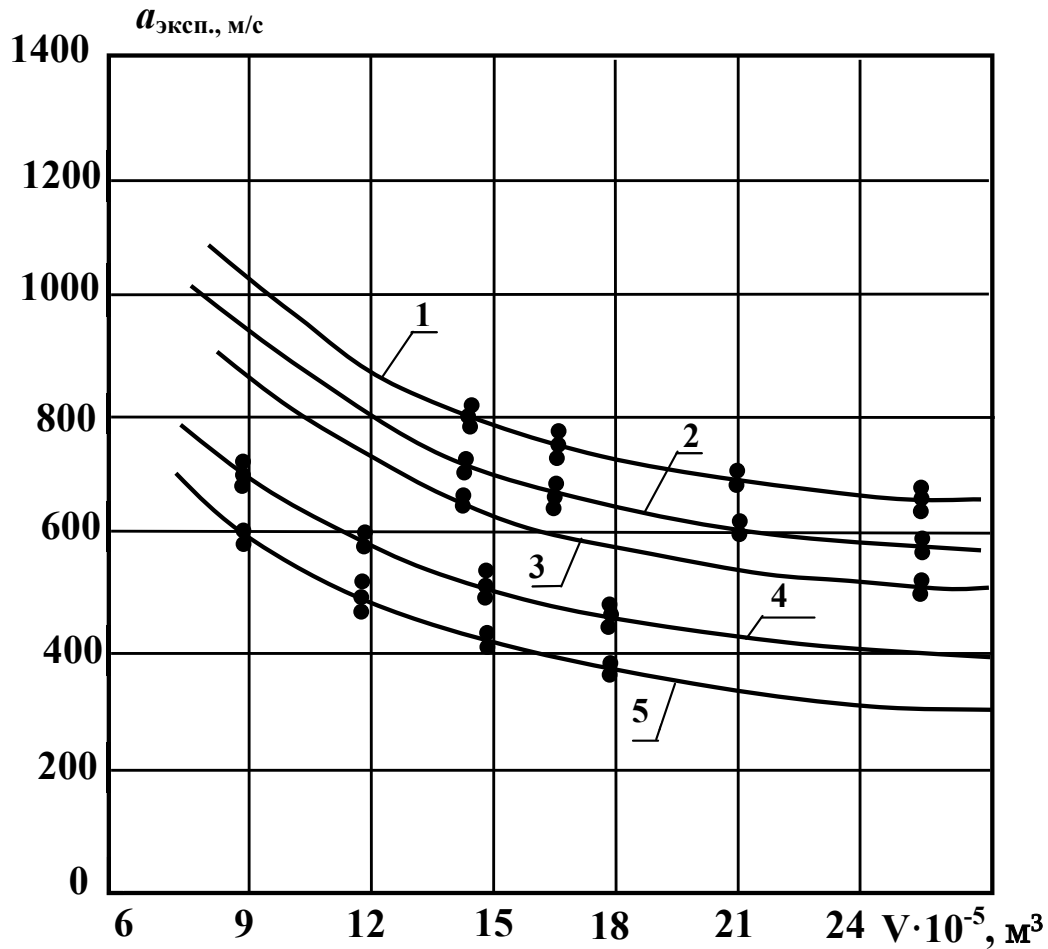


Рис. 3. Экспериментальные кривые зависимости скорости распространения волны гидравлического удара в трубопроводах при транспортировании в них гидросмеси плотностью  $\rho_{см} = 1250 \text{ кг/м}^3$  от объема равномерно распределенных упругих элементов в местах соединения отдельных труб: 1 – внутренний диаметр трубопровода  $D_{тр} = 104 \text{ мм}$ , каучук,  $E_y = 8,0 \text{ МПа}$ ; 2 – при  $D_{тр} = 104 \text{ мм}$ , вулканизированная мягкая резина,  $E_y = 6,0 \text{ МПа}$ ; 3 – при  $D_{тр} = 104 \text{ мм}$ , вакуумная резина,  $E_y = 4,0 \text{ МПа}$ ; 4 – при  $D_{тр} = 68 \text{ мм}$ , вулканизированная мягкая резина,  $E_y = 6,0 \text{ МПа}$ ; 5 – при  $D_{тр} = 68 \text{ мм}$ , вакуумная резина,  $E_y = 4,0 \text{ МПа}$

Анализ результатов теоретических расчетов и данных экспериментальных исследований показывает их хорошее сходство. Отклонение экспериментальных данных от теоретических значений не превышает +10%.

Таблица 1  
**Результаты экспериментальных исследований в лабораторных условиях эффективности размещения упругих элементов в местах соединения отдельных труб трубопроводной магистрали**

Наименование упругого материала, применяемого в местах соединения отдельных труб. Модуль их упругости, $E_y$ , МПа; Внутренний диаметр трубопровода, $D_{тр}$ , мм	Толщина упругого элемента, $\delta_y$ , мм	Объем упругого элемента, $V_y \cdot 10^{-5}$ , м <sup>3</sup>	Экспериментальное значение скорости распространения волны гидравлического удара, $a_{макс}$ , м/с		Экспериментальное значение максимального превышения давления в трубопроводе при гидравлическом ударе, $\Delta P_{эсп}$ , МПа	
			Вода, $\rho_B = 1000$ кг/м <sup>3</sup>	Гидросмесь, $\rho_{см} = 1250$ кг/м <sup>3</sup>	Вода, $\rho_B = 1000$ кг/м <sup>3</sup>	Гидросмесь, $\rho_{см} = 1250$ кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
Вакуумная резина $E_y \approx 4,0$ МПа $D_{тр} = 104$ мм	6	13	680	660	1,72	2,00
	8	17	600	595	1,56	1,85
	10	21	550	540	1,36	1,68
	12	25	520	520	1,31	1,65
Вулканизированная мягкая резина $E_y \approx 6,0$ МПа $D_{тр} = 104$ мм	6	13	780	740	1,95	2,15
	8	17	700	660	1,79	2,10
	10	21	650	600	1,60	1,65
	12	25	600	585	1,48	1,75
Каучук $E_y \approx 6,0$ МПа $D_{тр} = 104$ мм	6	13	850	800	2,10	2,35
	8	17	780	730	1,92	2,15
	10	21	740	680	1,81	2,00
	12	25	700	670	1,72	1,95
Вакуумная резина $E_y \approx 4,0$ МПа $D_{тр} = 68$ мм	6	8,8	630	600	1,60	1,90
	8	11,7	550	490	1,31	1,65
	10	14,7	490	420	1,15	1,25
	12	17,6	420	390	1,00	1,15
Вулканизированная мягкая резина $E_y \approx 6,0$ МПа $D_{тр} = 68$ мм	6	8,8	720	680	1,82	2,25
	8	11,7	630	575	1,62	1,80
	10	14,7	580	500	1,10	1,45
	12	17,6	540	470	1,05	1,35
Каучук $E_y \approx 8,0$ МПа $D_{тр} = 68$ мм	6	8,8	780	730	2,00	2,30
	8	11,7	750	690	1,80	2,10
	10	14,7	650	615	1,60	1,85
	12	17,6	580	530	1,52	1,60

	2	3	4	5	6	7
Вакуумная резина $E_y \approx 4,0$ МПа $D_{тр} = 51,5$ мм	6 8 10 12	7,2 9,6 12,0 14,4	710 645 580 535	675 590 525 485	1,75 1,60 1,42 1,31	2,25 1,85 1,55 1,45
Вулканизированная мягкая резина $E_y \approx 6,0$ МПа $D_{тр} = 51,5$ мм	6 8 10 12	7,2 9,6 12,0 14,4	820 740 680 610	785 710 635 570	2,45 1,82 1,75 1,50	2,65 2,15 1,60
Каучук $E_y \approx 8,0$ МПа $D_{тр} = 51,5$ мм	6 8 10 12	7,2 9,6 12,0 14,4	910 820 755 710	870 880 705 685	2,10 1,95 1,90 1,72	2,60 2,40 2,25 2,05

Примечания: 1. Средняя скорость движения в трубопроводах воды и гидросмеси была  $V_0 = 2,5$  м/с;

2. Одинаковыми были и условия возникновения гидравлического удара – прямой гидравлический удар возникал при мгновенном

перекрытии сечения, пробковым краном, трубопровода за время  $t_{\zeta} < \frac{2L}{a}$  ( $L$  – длина экспериментального трубопровода, м;

$a$  – скорость распространения волны гидравлического удара в трубопроводах, м/с);

3. Скорость распространения волны гидравлического удара на опытных участках экспериментального трубопровода определялась посредством двух безинерционных тензометрических датчиков давления;

4. Упругие элементы на экспериментальном трубопроводе были распределены равномерно, через каждые 10 метров;

5. В таблице приведены средние экспериментальные значения скорости распространения волны гидравлического удара и максимального превышения давления.

Необходимо отметить, что экспериментальные значения скоростей распространения волны гидравлического удара всегда завышены от их теоретических значений. Это видимо из-за того, что значения модулей

упругости испытуемых упругих материалов (их брали по данным справочников) в теоретических расчетах были несколько занижены.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Дмитриев Г.П., Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш. Напорные гидротранспортные системы. Справочное пособие. «Недра», Москва, 1991. 304 с.
2. Смолдырев А.Е., Сафонов Ю.К. Трубопроводный транспорт концентрированных гидросмесей. «Машиностроение», Москва, 1973. 208 с.
3. Большая Советская Энциклопедия, том 24, книга 1. Издательство «Советская энциклопедия», Москва, 1976. с.72.
4. Большая Советская Энциклопедия, том 26, книга 1. Издательство «Советская энциклопедия», Москва, 1976. с. 260-261.
5. Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш., Сулаберидзе Д.Г., Алехин Л.А. Надежность и долговечность напорных гидротранспортных систем. Москва, «Недра», 1984. 120 с.
6. Махарадзе Л.И., Кирмелашвили Г.И. Нестационарные процессы в напорных гидротранспортных системах и защита от гидравлических ударов. «Мецниереба», Тбилиси, 1986. 152 с.
7. Махарадзе Л.И. Защита гидротранспортных систем от гидравлического удара. Стройиздат, Москва, «Мецниереба», Тбилиси, 1996. 150 с.
8. Махарадзе Л.И., Кирмелашвили Г.И. Гидравли-

- ческий удар в трубопроводах при транспортировании многофазных гидросмесей. «Мецниереба», Тбилиси, 1997. 232 с.
9. Руководство по защите напорных гидротранспортных систем от гидравлических ударов ВСН 01-81. «Мецниереба», Тбилиси, 1981. 151 с.
10. Руководство по расчету долговечности трубопроводов гидротранспортных систем и методов ее повышения ВСН 01-84. «Мецниереба», Тбилиси, 1984. 58 с.
11. Махарадзе Л.И. Эффективные средства защиты напорных трубопроводов от гидравлических ударов. Обзорная информация, Серия 6, Выпуск 1. Строительство и архитектура, Отечественный и зарубежный опыт. ЦИНИС, Москва, 1979. 67 с.
12. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. Госиздат ТТЛ, Москва-Ленинград, 1949. 104 с.
13. Махарадзе Л.И., Кирмелашвили Г.И., Цамалашвили Т.Ш. Магистральный трубопровод. Авторское свидетельство СССР № 612029. Бюллетень №23, Москва, 1978.
14. Махарадзе Л.И. и др. Стенд для исследования нестационарных явлений в многоступенчатых магистральных гидравлических системах. Авторское свидетельство СССР № 684300. Бюллетень №33, Москва, 1979.

**ლ. მახარაძე, ს. სტერიაკოვა  
სადანეო მავინტრალური  
მილსადენი მავინტრალის უმადგენი  
მილავის უმართავის ადგილავის  
მასში მიმდინარე ჰიდროდინამიკურ  
პროცესებზე გავლენის ანალიზი**

**MAKHARADZE L., STERIAKOVA S.  
THE ANALYSES OF HYDRODYNAMIC  
PROCESSES IMPACT ON MAIN  
PIPELINE CONNECTION  
POINTS**

ნაშრომში მოცემულია სადაწნეო მილსადენი მავინტრალის უმადგენი მილავის უმართავის ადგილავის მასში მიმდინარე ჰიდროდინამიკურ პროცესებზე (არასტაციონარულ პროცესებზე, ჰიდრაულიკურ დარტყმებზე) გავლენის ანალიზი. ცალკეული მილავის უმართავის ადგილებში, აღნიშნული პროცესების დროს ხდება იმპულსის – ტრანსპორტირებული თხევადი მასის მოძრაობის სიჩქარის ცვალებადობისაგან განპირობებული ტაღის გავრცელების სიჩქარის ნაწილობრივი არეკვლა და შესაბამისი ცვალებადობა, რაც თავის მხრივ გავლენას ახდენს წნევების ნაზარდის მნიშვნელობებზე, ამცირებს მათ. ცალკეული მილავის უმართავის ადგილების კონსტრუქციული შესრულებით და მათი დრეკად-მადემფირებული თვისებების გათვალისწინებით შესაძლებელია წნევების მოსალოდნელი ნაზარდის შემცირება ზემოთ ხსენებული ჰიდროდინამიკური პროცესების დროს მოცემული ჰიდროსტრანსპორტო სისტემისათვის დასაშვებ მნიშვნელობამდე.

The article reviews the analyses of hydrodynamic processes (on non-stationary processes, hydraulic attacks) impact on main pipeline connection points. In certain pipe connection points, during those processes the impulse – of wave spread speed caused by transporting liquid motion variable speed, partly reflects and fluctuates, which impacts pressure index and increases them. On certain pipe connection points it is possible to decrease the pressure by proper constructions and their flexible-damping quality down to the allowed level for the hydrotransporting system, during the abovementioned hydrodynamic processes.



ტაძნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი **ო. ლანჩავა**,  
 აკად. დოქტორი **ბ. ნოზაძე**, დოქტორანტი **ზ. სოკერაშვილი**,  
 აკად. დოქტორი **ნ. არუდაშვილი**

**დგუშის ეფექტით გამოწვეული ჰაერის ნაკადების შეფასებისათვის მეთოდის გვირაბში**

ნაშრომში განხილულია მეტროს გვირაბებში დგუშის ეფექტის რიცხვითი მოდელირების შედეგები თეორიული ანალიზის კათვალისწინებით, აგრეთვე მიღებული სი-  
 ღიდებების ცვალებადობის მარკენებელი ცხრილები და გრაფიკები გვირაბის მატარებლით შევსების კოეფიციენ-  
 ტისა და მისი სიჩქარის მიხედვით. მიღებული შედეგები შედარებულია ლტერატურული წყაროებიდან ცნობილ ანალოგიურ მარკენებლებთან. შედარების შედეგად დად-  
 გენილია წარმოდგენილი ძირითადი შედეგების კარგი თანხვედრა სამეცნიერო ლტერატურიდან ცნობილ ზოგად კანონზომიერებებთან. მეტროს გვირაბებში მატარებლების მოძრაობის დგუშის ეფექტისათვის დამახასიათებელია ორი ფაზის არსებობა. პირველ ფაზაში დგუშის ეფექტი ხასიათდება არასტაციონარულობით, ხოლო მეორე ფაზაში პროცესი სტაბილიზდება. ცირკულაციური და გადადინებ-  
 ული ნაკადების სიჩქარეთა დადგენის დროს აუცილებე-  
 ლია აღნიშნული ფაზების მხედველობაში მიღება.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერ-  
 ით, საგრანტო პროექტი № 216968, „აეროზოლური ტერ-  
 იორიზმის პრევენციის მეთოდების დამუშავება თბილისის მეტროს ვენტილაციისათვის“.

**ამოცანის დასაბ**

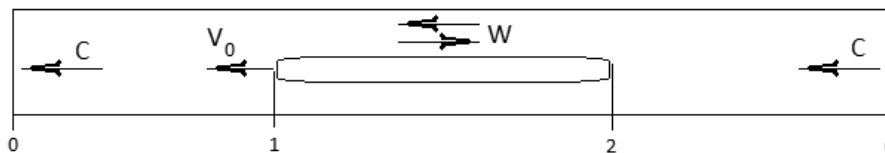
კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარების თანამედროვე დონე საშუალებას იძლევა მეტროს გვი-  
 რაბებში სავენტილაციო ნაკადების დინამიკა დიდი სი-  
 ზუსტით აღიწეროს დენად გარემოთა რიცხვითი მოდ-  
 ელირებით. ნაშრომში განხილულია მეტროს გადასარბენ გვირაბებში დგუშის ეფექტით გამოწვეული სავენტილა-  
 ციო ნაკადების განაწილების ხასიათი არასტაციონარულ ფაზაში, რაც საგრძნობ გავლენას ახდენს მეტროპოლიტ-  
 ენის სავენტილაციო პარამეტრების განსაზღვრაზე.

ამოცანა განზორციელებულია თბილისის მეტროს გადასარბენი გვირაბების პირობებისთვის. შედგენილია

საბაზო მოდელები შემდეგი მონაცემებისათვის: გვირაბის სიგრძე - 1200 მ; გვირაბის განივი კვეთის ფართობი - 12.50-20.24 მ<sup>2</sup>, მატარებლის სიგრძე - 80 მ; მატარებლის სიჩქარე - 25-50 კმ/სთ; მატარებლის განივი კვე-  
 თის ფართობი - 5.0-7.5 მ<sup>2</sup>. მოდელირება და გამოთვლე-  
 ბი შესრულდა ყროშიმ 2016-ის პროგრამულ გარემოში.

რიცხვით ამოცანებში, გვირაბში მიმდინარე პროცე-  
 სების აეროდინამიკური პარამეტრების დადგენისათვის, გა-  
 დასარბენი გვირაბის ერთ-ერთ პორტალთან ცნობილი იყო ჰაერის მიმწყლომი ნაკადის სათანადო სიჩქარე, რომელიც ყოველ კონკრეტულ მომენტში შეესაბამებოდა მატარებლის სიჩქარეს, ხოლო ეს უკანასკნელი თავსდებოდა სიჩქარეთა მითითებულ დიაპაზონში (25-50 კმ/სთ). ყროშიმ 2016-  
 ის პროგრამულ გარემოს აქვს შესაძლებლობა მატარებ-  
 ელსა და გვირაბის პერიმეტრს შორის არსებულ ღრეჩოში ასახოს სიჩქარეთა ველის განაწილების უთანაბრობა დროის მიხედვით, რაც განსაკუთრებით დამახასიათებელია არასტაციონარული ფაზისათვის.

ნახაზზე 1 სქემატურად არის გამოსახული რეალ-  
 ური პროცესი, რომელსაც სინამდვილეში აქვს ადგილი მატარებლის გვირაბში მოძრაობისას.  $V_0$  სიჩქარით მოძ-  
 რავი მატარებელი გვირაბის 0-1 მონაკვეთზე  $C$  სიჩქა-  
 რით წინ აღძრავს ცირკულაციურ ნაკადს და წარმოქმნის აგრეთვე იმავე  $C$  სიჩქარით მოძრავ მიდევნებულ ნაკადს მატარებლის უკან, 2-0 მონაკვეთზე. მატარებლისა და გვირაბის პერიმეტრებს შორის არსებულ სივრცეში ად-  
 გილი აქვს ჰაერის ნაკადის გადადინებას  $W$  სიჩქა-  
 რით. აღნიშნული სიჩქარე დამოკიდებულია მატარებლის თავსა და ბოლოში წნევათა სხვაობაზე, აგრეთვე მატარებ-  
 ლის მოძრაობით გამოწვეულ ეფექტიაზე. ამ უკანასკნ-  
 ელზე კი გავლენა აქვს მატარებლის ბორბლებისა და ღერძების ბრუნვით და გადატანით მოძრაობას, ვაგონებს შორის სივრცეში არსებული ჰაერის ბალიშის მოძრაო-  
 ბას მატარებელთან ერთად, მის შინაგან ტურბულენტურ და აეროდინამიკურ გავლენას ღრეჩოში ჰაერის ნაკადის ცირკულაციაზე.



ნახ. 1. გვირაბში მატარებლის მოძრაობის შემთხვევაში აბსოლუტური სიჩქარეების სქემა:

$V_0$  - მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე;  $C$  - დგუშის ეფექტით გამოწვეული ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარე მატარებლის წინ და უკან;  $W$  - გადადინებული ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე მატარებლისა და გვირაბის პერიმეტრებს შორის ღრეჩოში

ზემოაღნიშნული ფაქტორების კონკრეტული მნიშვნელობებიდან გამომდინარე,  $W$  სიჩქარის ვექტორი შესაძლებელია მიმართული იყოს როგორც მატარებლის მოძრაობის, ისე მისი საპირისპირო მიმართულებით. მატარებლით გვირაბის შევსების  $\alpha$  კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდიდან გამომდინარე, რომელიც გამოყენებული იყო მოდელირების დროს, თბილისის მეტროს პირობებისათვის, ძირითადად ადგილი აქვს ღრეჩოში ჰაერის გადადინებას მატარებლის მოძრაობის საპირისპირო მიმართულებით, ხოლო მატარებლის თანმხვედრი ჰაერის ნაკადის აღმქრელი მიზეზები, რომელთა შესახებაც ზემოთ იყო აღნიშნული, ამ შემთხვევაში უმნიშვნელოა.

დასმული საკითხის შესწავლას დაეთმო საკმაოდ ხანგრძლივი პერიოდი. ერთ-ერთი პირველი ნაშრომი ამ მიმართულებით შესრულებული იყო გ. აბრამოვიჩის მიერ. მან თეორიულად შეისწავლა მიმწყდომი ნაკადისა და მატარებლების სიჩქარეებს შორის დამოკიდებულება ღია ტრასაზე და სარკინიგზო გვირაბებში [1]. აღსანიშნავია აგრეთვე ვ. ცოდიკოვის ნაშრომი, რომელიც უშუალოდ მეტროს ვენტილაციას შეეხება და მასში განხილულია სხვადასხვა ავტორების მიერ შესრულებული თეორიული კვლევებისა და ფიზიკური მოდელირების შედეგები, როცა მატარებელი უძრავია და მოძრაობს ჰაერის გარემო აეროდინამიკურ მილში ან სითხე მეტროს სადგურებისა და გადასარბენების ჰიდრაულიკურ მოდელში [2]. ბოლო პერიოდის სამეცნიერო ნაშრომებიდან აღსანიშნავია [3], რომელშიც მოცემულია ჩინეთში გამოქვეყნებული მრავალი შრომის ანალიზი და აღნიშნულია, რომ სხენებულ ქვეყანაში აღმავლობას განიცდის ახალი მეტროების მშენებლობა და შესაბამისად, დიდი ყურადღება ექცევა საკითხის ყოველმხრივ შესწავლას. განსაკუთრებით აღსანიშნავია შვედეთში შესრულებული

სამეცნიერო კვლევები ჰ. ინგასონის ხელმძღვანელობით [4], რომელიც ნაყოფიერად მუშაობს სატრანსპორტო გვირაბების ვენტილაციის სფეროში, მათში ხანძრებისა და საგანგებო სიტუაციების პრევენციის კუთხით. აღნიშნული ნაშრომებისათვის საერთო ისაა, რომ დგუშის ეფექტის გავლენის შესწავლა ხდება უძრავი მატარებლის პირობებში და ცვალებადია ჰაერის ხარჯი, წნევა ან ვენტილაციის სხვა დამახასიათებელი პარამეტრი.

რიცხვითი მოდელირების შედეგები დგუშის ეფექტისათვის, როცა გვირაბის მატარებლით შევსების კოეფიციენტი  $\alpha \leq 0.25$ , მოცემულია ჩვენს ნაშრომში [5], ხოლო წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია არასტაციონარული ფაზის მოდელირებით მიღებული შედეგების ანალიზი მნიშვნელობებისათვის, როდესაც  $\alpha = 0.35 - 0.61$ .

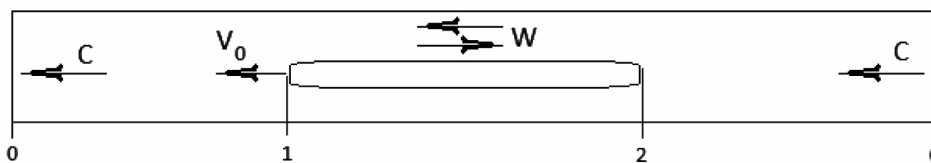
### თეორიული ანალიზი

გვირაბის მატარებლით შევსების  $\alpha$  კოეფიციენტის გაანგარიშება შესაძლებელია ფორმულით

$$\alpha = \frac{F}{f}, \quad (1)$$

სადაც  $F$  არის მატარებლის ვაგონის მიდელური კვების ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $f$  - გვირაბის განივკვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>.

განვიხილოთ ჰაერის ფარდობითი მოძრაობა იმ პირობით, რომ მატარებელი იქნება უძრავი, ხოლო იმორავებს მხოლოდ სავენტილაციო ნაკადი, რომლის მიხედვითაც ჩატარდა რიცხვითი მოდელირება. მოდელირების შესაბამისი ფარდობით სიჩქარეთა სქემა მოცემულია ნახაზზე 2.



ნახ. 2. უძრავი მატარებლის შემთხვევაში ფარდობით სიჩქარეთა სქემა:

$V_0 - C$  - მიმწყდომი ნაკადის სიჩქარე მატარებლის წინ (იმავე სიდიდისაა ნაკადი მატარებლის შემდეგ);  
 $V_0 \pm W$  - ჰაერის ნაკადის ფარდობითი სიჩქარე ღრეჩოში

რეალურად მიმდინარე პროცესში მატარებლის მოძრაობით აღძრული ჰაერის ნაკადი იყოფა ორ მდგენელად: მატარებელზე მიმწყდომი ნაკადისა და დგუშის ეფექტით გამოწვეული ცირკულაციური ნაკადის სახით მატარებლის წინ და უკან, რომელთა შორის ადგილი აქვს დამოკიდებულებას

$$V_T = V_0 - C, \quad (2)$$

სადაც  $V_T$  არის მატარებელზე მიმწყდომი ნაკადის სიჩქარე, მ/წმ;  $V_0$  - მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ (კმ/სთ);  $C$  - დგუშის ეფექტით გამოწვეული ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარე მატარებლის წინ და უკან, მ/წმ.

მეორეს მხრივ, მოძრავი მატარებლის შემთხვევაში, მიმწყდომი ნაკადი აგრძელებს მატარებლის შემხვედრ მოძრაობას და გადაედინება ღრეჩოში ფარდობითი სიჩქარით

$$V_G = V_0 \pm W, \quad (3)$$

სადაც  $V_G$  არის გადადინებული ნაკადის ფარდობითი სიჩქარე ღრეჩოში, მ/წმ.

უწყვეტობის განტოლებიდან გამოდინარე შეიძლება დაიწეროს

$$V_T f = V_G (f - F), \quad (4)$$

რომლიდანაც მარტივი გარდაქმნებით მიიღება

$$V_G = \frac{V_T}{(1 - \alpha)}. \quad (5)$$

ამგვარად, ფორმულით (5) განისაზღვრება გადადინებული ნაკადის სიჩქარე რიცხვითი მოდელირების შემთხვევაში, უძრავი მატარებლის პირობებში. იმავე კანონზომიერებას აქვს ადგილი და გადადინებული ნაკადის სიჩქარეც იმავე ფორმულით (5) იანგარიშება მოძრავი მატარებლის შემთხვევაში, რასაც ადგილი აქვს

რეალურ პირობებში.

მიმწყდომი ნაკადისა და მატარებლების სიჩქარეებს შორის დამოკიდებულება სარკინიგზო გვირაბებისათვის, როგორც აღინიშნა, შეისწავლა გ. აბრამოვიჩმა, რომელიც ძირითადად განიხილავს სტაბილიზებულ სიჩქარეთა ველს, რაც განპირობებულია სარკინიგზო გვირაბების შედარებით დიდი სიგრძით. მეტროს გადასარბენ გვირაბებში, მათი შედარებით მცირე სიგრძის გამო, ხშირ შემთხვევაში, არც ხდება სიჩქარეთა ველის სტაბილიზება და ადგილი აქვს არასტაციონარულ პროცესს. როგორც ქვემოთ დავინახავთ, ამ შემთხვევაში პროცესის მიმდინარეობა იყოფა 2 ფაზად. აღნიშნულ ფაზებზე ყურადღების გამახვილება გამოიწვია არასტაციონარული ფაზის მნიშვნელობის გამოკვეთამ მეტროს პირობებში შესრულებული რიცხვითი მოდელირების შედეგად და რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, საკითხის ასეთი მიდგომით, პირველად ამ ნაშრომშია განხილული. მითითებულ სიჩქარეებს შორის დამოკიდებულება გ. აბრამოვიჩის მიხედვით შემდეგი სახისაა

$$\frac{V_T}{V_0} = \frac{1}{1 + \frac{1}{(1 - \alpha) \sqrt{\xi_T \frac{f}{F_w} \frac{1 - \alpha}{1 + 0.004n \frac{S_w}{F_w}}}}}. \quad (6)$$

უკვე განმარტებული სიდიდეების გარდა ფორმულაში (6) მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:  $\xi_T$  არის გვირაბის სრული წინაღობის კოეფიციენტი გვირაბის მოცემული სიგრძის ( $l$ , მ), მატარებლის სიგრძის ( $L$ , მ) და გვირაბის ეკვივალენტური რადიუსისათვის ( $R$ , მ);  $F_w$  - ვაგონის ეკვივალენტური ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $n$  - ვაგონების რიცხვი შემადგენლობაში;  $S_w$  - ვაგონის ზედაპირის ფართობი ფსკერის ფართობის გამოკლებით, მ<sup>2</sup>.

გვირაბის სრული წინაღობის კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$\xi_T = 1.5 + 0.007 \frac{l - L}{R}. \quad (7)$$

ვაგონის ეკვივალენტური ფართობი იანგარიშება შუბლური წინაღობის კოეფიციენტის სიდიდის გათვალისწინებით

$$F_w = c_w F, \quad (8)$$

სადაც  $c_w$  არის ვაგონის შუბლური წინაღობის კოეფიციენტი.

აღნიშვნის  $\omega = \frac{V_T}{V_0}$  შემოტანით, მატარებლის სიჩქარის

რის საანგარიშო ფორმულა მიიღებს სახეს

$$V_0 = \frac{V_T}{\omega}, \quad (9)$$

ხოლო ფორმულის (2) გათვალისწინებით მიიღება ცირკულაციური ნაკადის საანგარიშო ფორმულა

$$C = V_0 (1 - \omega). \quad (10)$$

დგუშის ეფექტით აღძრული ჰაერის ხარჯი შესაძლებელია განისაზღვროს ფორმულით

$$Q = Cf. \quad (11)$$

თბილისის მეტროს პირობებისათვის, ოთხვაგონიანი მატარებლის შემთხვევაში,  $\omega$  -ს რიცხვითი მნიშვნელობები და ამოსავალი სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 1.

მიმწვდომი ნაკადისა და მატარებლების სიჩქარეთა თანაფარდობა  $\omega$  ამოსავალ სიდიდეებთან ერთად, რომლებსთვისაც შესრულდა რიცხვითი მოდელირება

$F, \text{მ}^2$	$f, \text{მ}^2$	$\alpha$	$F_w$	$S_w, \text{მ}^2$	$R, \text{მ}$	$c_w$	$\xi_T$	$\omega$
5.00	12.25	0.408	4.8	130	0.88	0.95	10.41	0.667
6.25	12.25	0.510	6.0	147	0.88	0.95	10.41	0.570
7.50	12.25	0.610	7.1	164	0.88	0.95	10.41	0.464
7.50	20.40	0.370	7.1	164	1.27	0.95	7.67	0.652

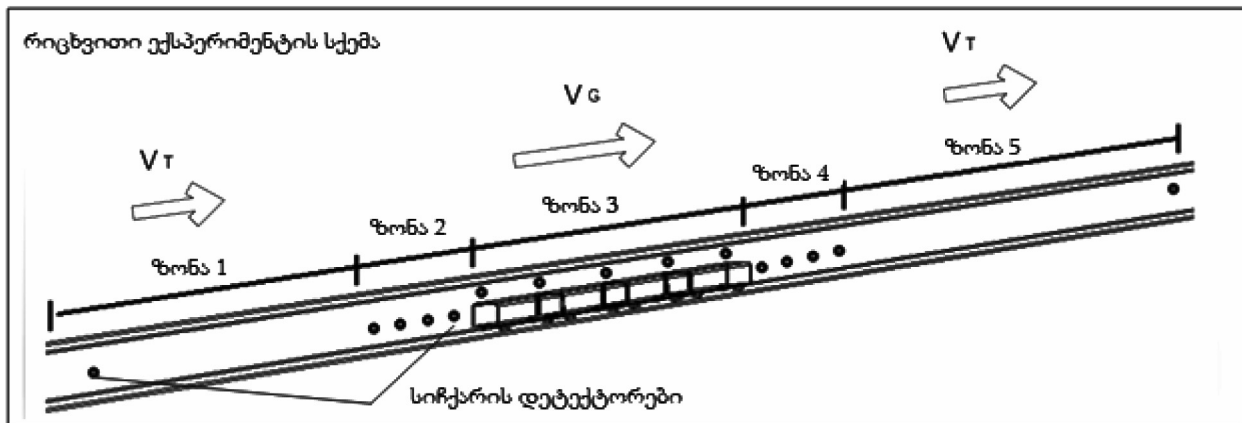
ცხრილში 1 გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები:  $F$  - მატარებლის მიდელური კვეთი,  $\text{მ}^2$ ;  $f$  - გვირაბის განივკვეთის ფართობი,  $\text{მ}^2$ ;  $\alpha$  - მატარებლით გვირაბის შევსების კოეფიციენტი;  $F_w$  - ვაგონის განივკვეთის ეკვივალენტური ფართობი,  $\text{მ}^2$ ;  $S_w$  - ვაგონის ზედაპირის ფართობი ფსკერის ფართობის გამოკლებით,  $\text{მ}^2$ ;  $R$  - გვირაბის ეკვივალენტური რადიუსი,  $\text{მ}$ ;  $c_w$  - ვაგონის შუბლური წინაღობის კოეფიციენტი;  $\xi_T$  - გვირაბის სრული წინაღობის კოეფიციენტი;  $\omega$  - თანაფარდობა მიმწვდომი ნაკადისა და მატარებლების სიჩქარეთა შორის.

მიმწვდომი ნაკადის სიჩქარის მიხედვით ფორმულით (9) განისაზღვრება მატარებლის სიჩქარე  $V_0$ . შემდეგ ფორმულით (2) ან (10) - დგუშის ეფექტით აღძრული ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარე გვირაბში  $C$ . ფორმულით (11) შესაძლებელია დგუშის ეფექტით აღძრული

ჰაერის ხარჯის განსაზღვრა. ამგვარად, წარმოდგენილი მასალით, შესაძლებელია ვენტილაციისათვის საინტერესო ყველა ტექნოლოგიური მაჩვენებლის განსაზღვრა და ანალიზი რიცხვითი მოდელირების მონაცემების მიხედვით.

### რიცხვითი მოდელირება და შედეგები

რიცხვითი მოდელირება შესრულდა სათანადო საწყისი და სასაზღვრო პირობების მიხედვით. კერძოდ, როგორც აღინიშნა, მარცხენა პორტალზე გათვალისწინებული იყო მიმწვდომი ნაკადის სათანადო სიჩქარე, რომელიც ყოველ კონკრეტულ მომენტში შეესაბამებოდა მატარებლის სიჩქარეს 25-50 კმ/სთ დიაპაზონიდან. მატარებლის პირველი ვაგონი კი სხვადასხვა მოდელებში განთავსებული იყო პორტალიდან 200, 300 და 400 მ-ის დაშორებით. ექსპერიმენტის დაწვრილებითი სქემა სიჩქარის დეტექტორებისა და მატარებლის ჩვენებით მოცემულია ნახაზზე 3.



ნახ. 3. რიცხვითი ექსპერიმენტის დაწვრილებითი სქემა ზონების მიხედვით

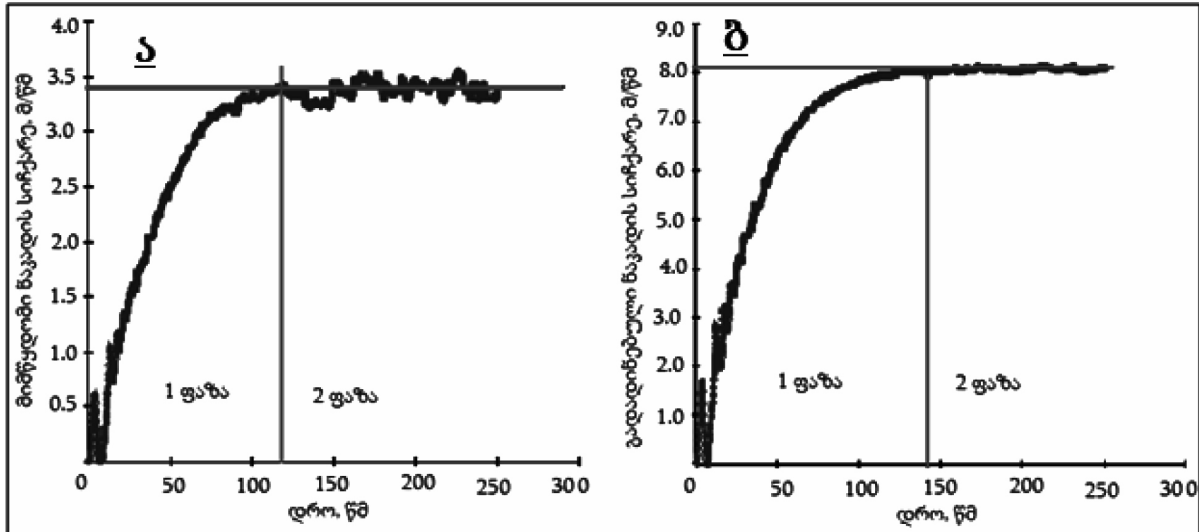
როგორც ნახაზიდან 3 ჩანს, რიცხვითი მოდელირება შესრულებულია გვირაბში მატარებლის ადგილმდებარეობის მიხედვით წინასწარ შერჩეული 5 სხვადასხვა ზონისათვის. აღნიშნულ ზონებში დადგინდა სავენტილაციო ნაკადის სიჩქარის ცვალებადობის ხასიათი. ყოველ ზო-

ნაში სიჩქარის დეტექტორები ერთმანეთისგან სხვადასხვა მანძილით იყო დაშორებული. მაგალითად, პირველ და მეხუთე ზონაში დეტექტორები განთავსდა ყოველ 100 მეტრ მანძილზე (იხ. ნახ. 3, ზონები 1 და 5). მეორე და მეოთხე ზონებში, მატარებლის თავსა და ბოლოსთან, გვირაბის 20

მ სივრცის მონაკვეთებზე, დეტექტორები ერთმანეთისაგან დაშორებული იყო 5 მ-ით (იხ. ნახ. 3, ზონები 2 და 4). მატარებელსა და გვირაბს შორის არსებულ ღრეჩოში სიჩქარის დეტექტორები განლაგებული იყო ყოველ 20 მეტრ მანძილზე (იხ. ნახ. 3, ზონა 3).

რიცხვითი ექსპერიმენტის დროს სავენტილაციო ნაკადის სიჩქარის რიცხვითი სიდიდის ცვალებადობა

ხდებოდა მატარებლის სიჩქარის მიხედვით. მიღებული შედეგები შესაძლებელია გაანალიზებული იქნეს ერთ-ერთი რიცხვითი ექსპერიმენტის მაგალითზე. განვიხილოთ ჰაერის ნაკადის სიჩქარის დინამიკური ცვლილების მაჩვენებელი მრუდები როგორც გვირაბში მატარებლის წინ, ისე გვირაბსა და მატარებელს შორის არსებულ ღრეჩოში (იხ. ნახ. 4, 5 და 6).

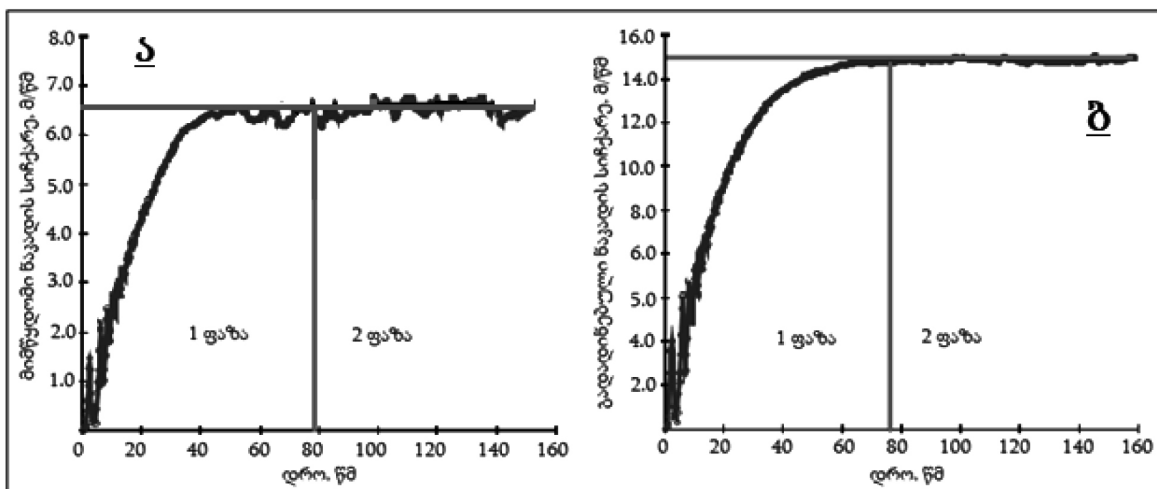


ნახ. 4. მიმწოდომი სავენტილაციო ნაკადის სიჩქარის დინამიკა პორტალთან (ნახაზი, ა) და მატარებელსა და გვირაბს შორის ღრეჩოში, როცა მატარებლის სიჩქარეა 16.8 კმ/სთ, ხოლო  $\alpha = 0.61$ ,  $\omega = 0.47$

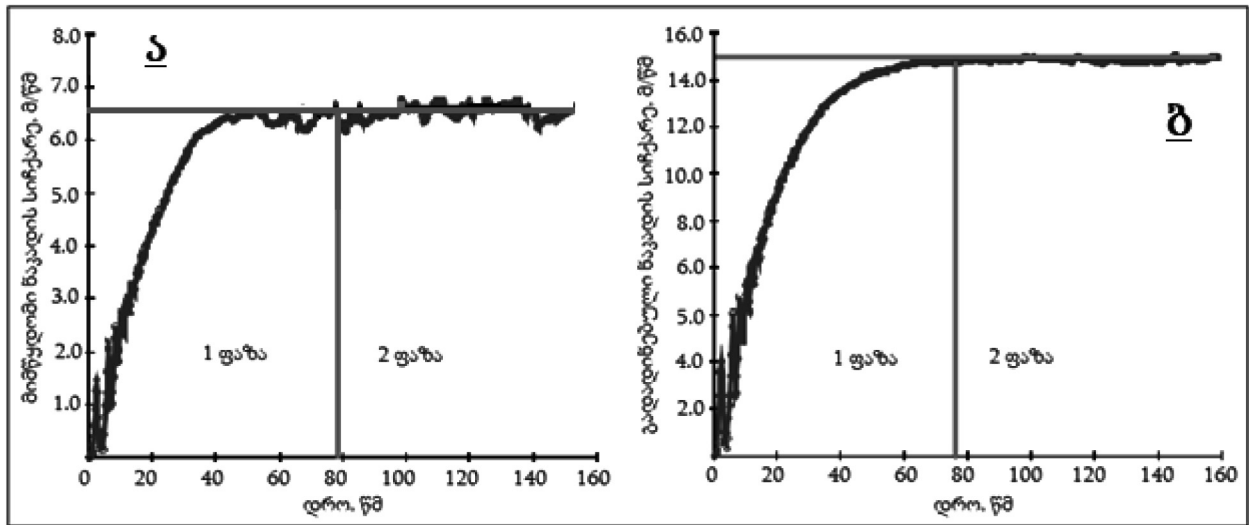
წარმოდგენილი ნახაზებიდან კარგად ჩანს, რომ სავენტილაციო ნაკადების განვითარების დინამიკა პრაქტიკულად შესაძლებელია ორ ფაზად გაიყოს: 1 – არასტაციონარული ფაზა და 2 – სტაციონარული ფაზა. ვინაიდან ფორმულების (9) და (10) მიხედვით ადვილად მყარდება კავშირი ცირკულაციურ ნაკადსა და მიმწოდომ ნაკადს შორის, შესაძლებელია პირველი მიახლოებით დავასკვნათ,

რომ ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარეც სათანადო ფაზებს გაივლის.

შესაძლებელია აპრიორულად აღინიშნოს, რომ მიმწოდომი ნაკადის არასტაციონარული ფაზის არსებობის გამო, ცირკულაციური ნაკადის საშუალო სიჩქარე რამდენადმე ნაკლები იქნება სტაციონარულ ფაზაში იმავე ნაკადის სიჩქარესთან შედარებით.



ნახ. 5. მიმწოდომი სავენტილაციო ნაკადის სიჩქარის დინამიკა პორტალთან (ნახაზი, ა) და მატარებელსა და გვირაბს შორის ღრეჩოში, როცა მატარებლის სიჩქარეა 36.8 კმ/სთ, ხოლო  $\alpha = 0.61$ ,  $\omega = 0.47$



ნახ. 6. მიმწოდებელი სავენტილაციო ნაკადის სიჩქარის დინამიკა პორტალთან (ნახაზი, ა) და მატარებელსა და გვირაბს შორის ღრეჩოში, როცა მატარებლის სიჩქარეა 49.8 კმ/სთ, ხოლო  $\alpha = 0.61, \omega = 0.47$

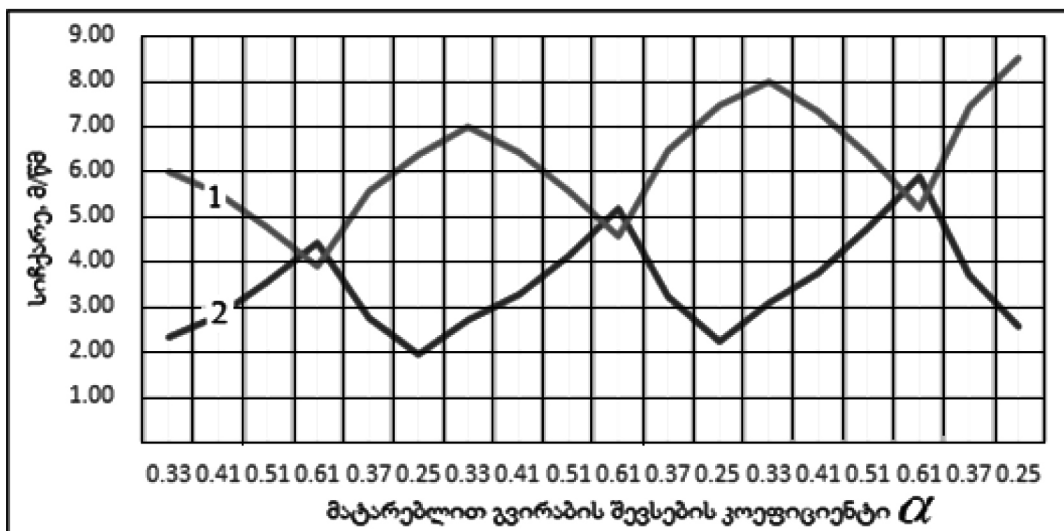
ჩვენს მიერ მოდელირებული პროცესების დროს მიმწოდებელი ნაკადის სიჩქარეების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია შემოღებული იქნეს პროცესის არასტაციონარულობის დონის დამახასიათებელი კოეფიციენტი ფაზების ხანგრძლივობის მიხედვით

$$K_t = \frac{t_{nt}}{t_p}, \quad (12)$$

სადაც  $t_{nt}$  არის არასტაციონარული ფაზის ხანგრძლივობა, წმ;  $t_p$  - მოდელირებული პროცესის სრული ხანგრძლივობა, წმ.

ამრიგად,  $K_t$  დააკმაყოფილებს უტოლობას  $0 \leq K_t \leq 1$ .

უტოლობიდან კარგად ჩანს, რომ პროცესი მთლიანად არასტაციონარულია როდესაც  $K_t = 1$ , ხოლო - სტაციონარულია როდესაც  $K_t = 0$ . ყველა სხვა შემთხვევაში ადგილი ექნება ფაზათა თანაფარდობის სხვადასხვა მაჩვენებლებს განსახილველ პროცესში. ჩვენს მიერ მოდელირებულ შემთხვევებში სწორედ ასეთ პროცესთა კლასს აქვს ადგილი (იხ. ნახ. 4, ა; 5, ა; 6, ა).



ნახ. 7. მიმწოდებელი და ცირკულაციური ნაკადების ცვალებადობის ხასიათი გვირაბის მატარებლის შევსების კოეფიციენტის მიხედვით:

1 - მიმწოდებელი ნაკადის სიჩქარე; 2 - ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარე



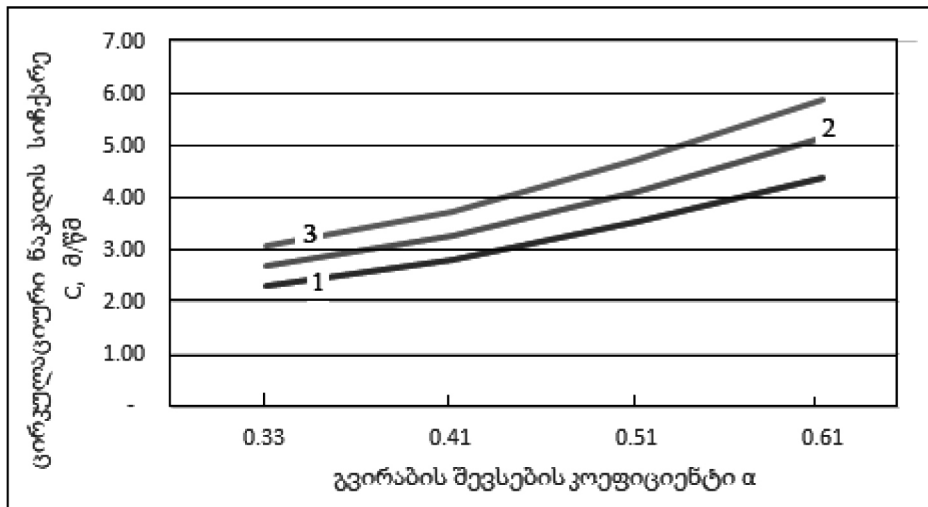
ნახაზზე 7 მოცემულია მიმწვდომი და ცირკულაციური ნაკადების ცვალებადობის ხასიათი გვირაბის მატარებლით შევსების კოეფიციენტის მიხედვით. მატარებელზე მიმწვდომი ნაკადისა და ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარეთა ჯამი ნებისმიერ შემთხვევაში უნდა იყოს მატარებლის სიჩქარის ტოლი, რომლის მიხედვითაც შესრულდა გაანგარიშება.

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ჩვენი კვლევების შედეგად მიმწვდომი და გადადინებული ჰაერის ნაკადის რიცხვითი ექსპერიმენტიდან მიღებული შედეგები კარგ თანხვედრაშია თეორიულად გამოთვლილ მნიშვნელობებთან. ცდომილება არ აღემატება 7.2 %-ს (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

რიცხვითი ექსპერიმენტიდან მიღებული, სავენტილაციო ნაკადის დამახასიათებელი სიდიდეების შედარება თეორიული ანალიზით მიღებულთან, როცა  $\alpha=0.61$  და  $\omega=0.47$

მატარებლის სიჩქარე $V_0$ , კმ/სთ	მიმწვდომი ნაკადის სიჩქარე (თეორიული) $V_T$ , მ/წმ	გადადინებული ნაკადის სიჩქარე (თეორიული) $V_G$ , მ/წმ	მიმწვდომი ნაკადის სიჩქარე (ექსპერიმენტული) $V_{T-EX}$ , მ/წმ	გადადინებული ნაკადის სიჩქარე (ექსპერიმენტული) $V_{G-EX}$ მ/წმ	ცდომილება, %
26.0	3.4	8.7	3.4	8.1	6.9
36.8	4.8	12.3	4.8	11.6	5.8
49.8	6.5	16.6	6.5	15.4	7.2



ნახ. 8. ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარის ცვალებადობა გვირაბის შევსების კოეფიციენტის მიხედვით მატარებლის სიჩქარეებისათვის, კმ/სთ:

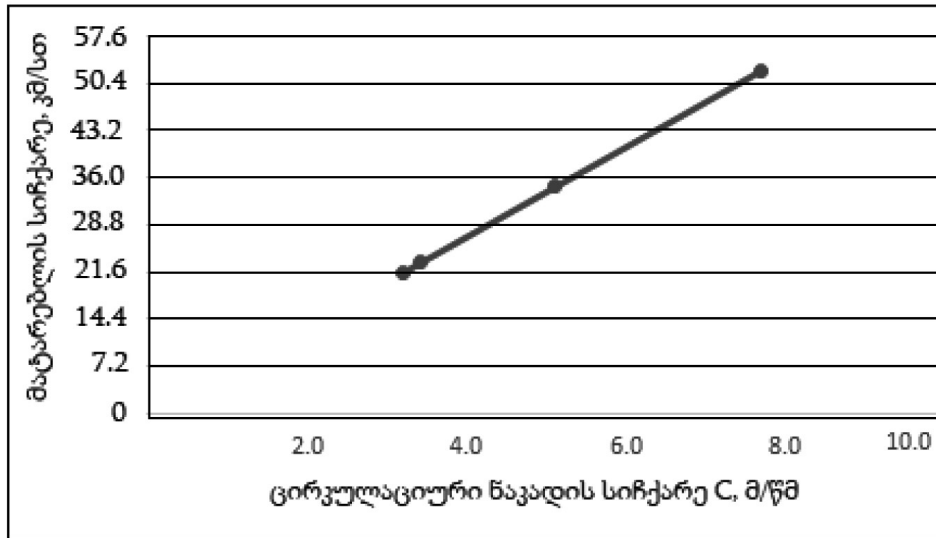
1 -  $V_0=30$ ; 2 -  $V_0=35$ ; 3 -  $V_0=40$

როგორც თეორიული ანალიზისა და რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგებიდან ჩანს, ექსპერიმენტული მონაცემები თეორიულთან მიახლოებულია, რაც დამატებით საფუძველს იძლევა იმისათვის, რომ ცირკულაციური ნაკადის გამოთვლაში გათვალისწინებული იქნეს არასტაციონარული ფაზის გავლენა.

რიცხვითი მოდელირების შედეგების მიხედვით შედგენილი გრაფიკები მოცემულია ნახაზზე 8, რომლებიდანაც ჩანს, რომ მატარებლის სიჩქარისა და გვირაბის

შევსების კოეფიციენტის მიხედვით დგუშის ეფექტით აღძრული ცირკულაციური ნაკადი პირდაპირპროპორციული კანონზომიერებით ხასიათდება.

აღსანიშნავია, რომ მატარებლის სიჩქარისათვის 40-45 კმ/სთ დიაპაზონში ცირკულაციური ნაკადით გაპირობებული ჰაერის ხარჯი შესაძლებელია იცვლებოდეს 90-100 მ<sup>3</sup>/წმ-ის ფარგლებში.



ნახ. 9. ცირკულაციური ნაკადის  $C$  სიჩქარის ცვალებადობა მატარებლის სიჩქარის  $V_0$  მიხედვით, როცა  $\alpha = 0.61$

როგორც აღინიშნა, მატარებლის სიჩქარის მიხედვით, შესაძლებელია დგუშის ეფექტით გამოწვეული მიმწყლო-მი, ცირკულაციური, გადაღინებული ნაკადების სიჩქარეებისა და ჰაერის ხარჯის გამოთვლა, რომლებიც მეტროს ვენტილაციის ძირითადი ტექნოლოგიური მახასიათებლებია. ამასთან საპროექტო მონაცემებიდან გამომდინარე, ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარის გამოთვლა უფრო ხელსაყრელია მატარებლის სიჩქარესთან კავშირის მიხედვით, რაც მოცემულია ნახაზზე 9.

### დასკვნები:

- რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგად ნაჩვენებია, რომ მიმწყლომი და გადაღინებული ნაკადის დინამიკა ხასიათდება სტაციონარული და არასტაციონარული ფაზებით, რაც გასათვალისწინებელია ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარის დადგენის დროს;

- ამ ნაშრომში შემოღებული პროცესის არასტაციონარულობის ხარისხის მაჩვენებელი  $K_t$  კოეფიციენტი

მატარებლის სიჩქარის განხილული დიაპაზონისათვის (25-50 კმ/სთ) არის 1/2-თან ახლოს, რაც საკმარის საფუძველს წარმოადგენს აღნიშნული ფაზების მხედველობაში მიღებისათვის ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარის გამოთვლისას;

- დგუშის ეფექტით აღძრული ცირკულაციური ნაკადის სიჩქარე, მატარებლით გვირაბის შევსების კოეფიციენტის მიხედვით, ხასიათდება წრფივი დამოკიდებულებით და მისი ზრდის ტემპი პირდაპირპროპორციულადაა დამოკიდებული მატარებლის სიჩქარეზე;

- 40-45 კმ/სთ დიაპაზონის მატარებლის სიჩქარისათვის დგუშის ეფექტით აღძრული ჰაერის ხარჯის მაქსიმალური მნიშვნელობის შეფასება თბილისის მეტროს პირობებში მოხდა სტაციონარული ფაზის შესაბამისი სიჩქარის მიხედვით და მისი რიცხვითი სიდიდე არ აღემატება 90-100 მ<sup>3</sup>/წმ-ს, როცა გვირაბის შევსების კოეფიციენტი  $\alpha = 0.35$ .

### ლიტერატურა

1. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика. Наука, Москва, 1991. 824 с.
2. Цодиков В. Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. Недра, Москва, 1975. 566 с.
3. S. Pan, L. Fan, J.Liu, J. Xie, Y.Sun, N. Cui, L. Zhang, B. Zheng. A Review of the Piston Effect in Subway Stations. Hindawi Publishing Corporation, Advances in Mechanical Engineering, Volume 2013, Article ID 950205, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/950205>.
4. H. Ingason, M. Kumm, D. Nilsson, A. Lönnemark,

- A. Claesson, Y.Z. Li, K. Fridolf, R. Åkerstedt, H. Nyman, T. Dittmer, R. Forsén, B. Janzon, G. Meyer, A. Bryntse, T. Carlberg, L. Newlove-Eriksson, and A. Palm. The METRO Project. Report, Mälardalen University, 2012.
5. O. Lanchava, N. Ilias, G. Nozadze, S. Radu, R. Moraru, Z. Khokerashvili, N. Arudashvili. The Impact of the Piston Effect on the Technological Characteristics of Ventilation in the Subway Tunnels. SESAM 2017 “International Symposium on Occupational Health and Safety, Bucharest, Romania, 2017.

LANCHAVA O., NOZADZE G.,  
KHOKERASHVILI Z., ARUDASHVILI N.  
ON THE EVALUATION OF AIR FLOWS  
CAUSED BY A PISTON EFFECT IN SUBWAY  
TUNNELS

ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч.,  
ХОКЕРАШВИЛИ З.З., АРУДАШВИЛИ Н.Н.  
О ОЦЕНКЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ,  
ВЫЗВАННЫХ ПОРШНЕВЫМ ЭФФЕКТОМ В  
ТУННЕЛЯХ МЕТРО

The results of numerical simulation of the piston effect in tunnels of a metro in combination with theoretical analysis are given. In the form of tables and graphs given the changes in these values depending on the speed of the train and the filling factor of the tunnel. The obtained results are compared with known analogous results from the literature sources. As a result of the comparison, there is a good agreement between of the main results presented in this paper and mentioned results. In this work established that the piston effect of the moving train in the subway tunnels is characterized by the existence of two phases that should be taken into consideration during estimation of the speed of air (circulation flows) ahead and rear of the train and the backflow in the annulus between a tunnel and moving train. In the first phase the piston effect has a non-stationary character and the process is stabilized in the second phase.

В труде рассмотрены результаты численного моделирования поршневого эффекта в туннелях метро с учетом теоретического анализа. В виде таблиц и графиков приведены изменения указанных величин в зависимости от скорости поезда и коэффициента наполнения тоннеля. Полученные результаты сопоставлены с известными аналогичными результатами литературных источников, которые подтвердили хорошее совпадение между основными результатами, представленными в данной статье. Установлено, что поршневой эффект движущегося поезда в туннелях метро характеризуется наличием двух фаз, которые должны быть учтены при определении скоростей движения прямого (циркуляционного) и обратного (в кольцевом пространстве) потоков. В первой фазе поршневой эффект имеет нестационарный характер, а во второй фазе процесс стабилизируется.

შპს 622.235.2

**ს.სომერიძე, ზ. კუჭუშიძე, ა. აფრიაშვილი, გ. შატაბერაშვილი,  
ბ. თხელიძე, ნ. აბასაძე**  
**საეცნალო სააფთქაჲო საგუშაოჲის მეთოდჲი**

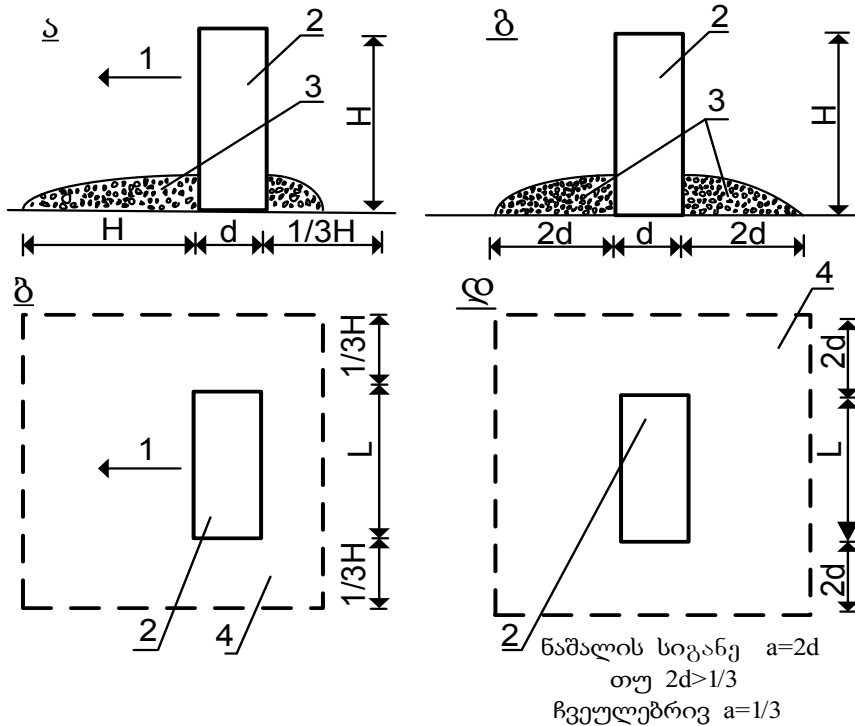
*სტატიაში განხილულია როგორც საძირკველზე, ასევე მიცემული მიმართულებით შენობა-ნაგებობების აფეთქებით დემონტაჲის სპეციალური სამუშაოების მეთოდები. ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ თითოეული შენობა ნაგებობის კონსტრუქციიდან გამოდინარე, საჭიროა მათი დეტალური შესწავლა; მოცემულია შპურების განლაგების და მათში მოთავსებული მუხტის სიდიდეების მნიშვნელობები, რათა დაცული იყოს გრუნტის სეისმური რხევების, ნატეხების გამოტყორცნის, საჰაერო დარტყმითი ტალღების და გარემოზე სხვა ფაქტორების ზემოქმედების ნორმები; განხილულია ქ. ბათუმში მჭიდროდ დასახლებულ რეგიონში სასტუმრო-პანსიონატი „ბათუმის“ აფეთქებით დემონტაჲის მაგალითი.*

– შენობების და ნაგებობების ჩამოქცევა საძირკველზე;  
– საკვაპური და სავენტელაციო მილების ჩამოქცევა;  
– აგეგმვითი სამუშაოები (ტრანშეების გაყვანა კლდოვან ქანებში, ქვაბულების მოწყობა და სხვა).  
სამშენებლო კონსტრუქციების აფეთქების მეთოდით დემონტაჲი უზრუნველყოფს სამუშაოების შესრულების მინიმალურ ვადებს, იძლევა მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს და ნაკლებ შრომით დანახარჯებს.  
ცნობილია, რომ აფეთქებისას შენობის დემონტაჲი მექანიზებულ მეთოდთან შედარებით ამცირებს სამუშაოების მოცულობას 8–10 ჯერ, ხოლო ღირებულებას 2–4 ჯერ.

**სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვ-ნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № FR/171/3-180/14 ფინანსური მხარდაჭერით.**

შენობების და ნაგებობების აფეთქებით ჩამოქცევა წარმოებს მათი კონსტრუქციულად განპირობებული სტრუქტურის და ელემენტების მთლიანი ან ნაწილობრივი მონგრევით. ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების მეშვეობით შესაძლებელია შენობის მთლიანი ან ნაწილობრივი ჩამოქცევა. ამ შემთხვევაში აუცილებელია შენობების შესანარჩუნებელი და დასანგრევი ნაწილების ერთმანეთისგან გამოყოფა. შენობა შეიძლება ჩამოქცეს შიგნით ან განსაზღვრული მიმართულებით [1]. არმირებული ბეტონით ნაშენები ნაგებობების შემთხვევაში თითქმის ყოველთვის გამოიყენება აფეთქება მიმართული ჩამოქცევით, რომლის დროს ნაგებობის აფეთქებისას აუცილებელია ნამსხვრევების გასაშლელი ფართობით უზრუნველყოფა (იხ. ნახ. 1).

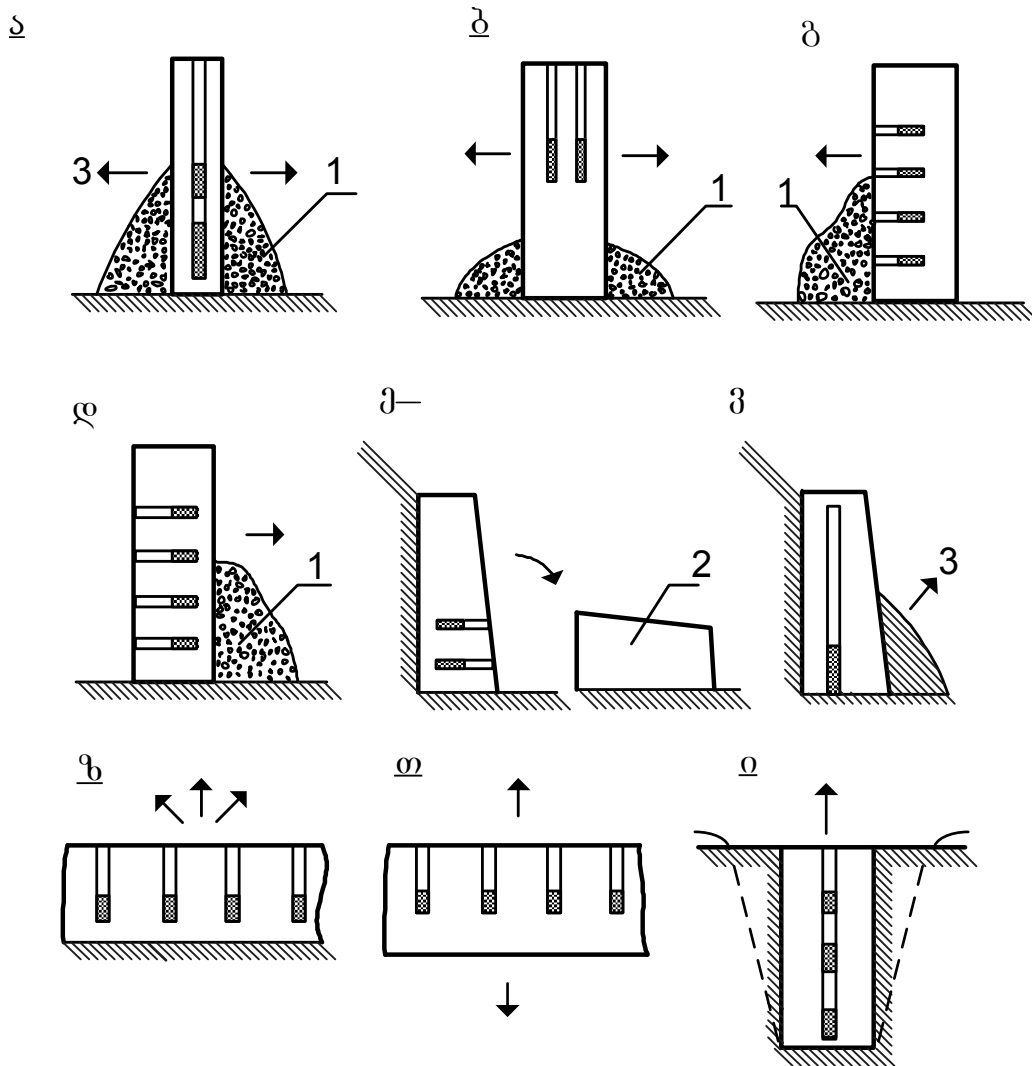
მრეწველობაში ფართოდ გამოიყენება ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები. ამ მეთოდმა დიდი გავრცელება ჰპოვა სამშენებლო კონსტრუქციების დემონტაჲის და რეკონსტრუქციის პირობებში. ყველაზე გავრცელებულია სპეციალური ასაფეთქებელი სამუშაოების სახეობები, რომლებიც სრულდება, როგორც სამრეწველო, ისე სამოქალაქო ობიექტებზე:  
– ბეტონის, რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების და ფუნდამენტების მონგრევა;



ნახ. 1. ჩამოქცეული კონსტრუქციების გაფანტვის ფართობი მიმართული აფეთქებისას (ა,ბ) და საკუთარ საძირკველზე ჩამოქცევისას (გ,დ): ა, გ – გვერდხედი; ბ, დ – ზედახედი;  
 1 – ჩამოქცევის მიმართულება; 2 – ჩამოსაქცევი ობიექტი; 3 – მონგრეული კონსტრუქციების ნაშალი;  
 4 – ნატეხების გაშლის ფართობი;  $a$  – ნაშალის სიგანე;  $d$  – ნაგებობის სიგანე;  
 $L$  – ნაგებობის სიგრძე;  $H$  – ნაგებობის სიმაღლე

ასაფეთქებელი მუხტების რაოდენობა და განლაგება, უპირველეს ყოვლისა, დამოკიდებულია შენობის კონსტრუქციის ფორმაზე და სისქეზე, ასაფეთქებელი ფართობის სიდიდეზე, აფეთქების სასურველი ხარისხის მიღწევაზე და ობიექტის მდგომარეობაზე. ვინაიდან აფეთქების ენერგია პირველ რიგში მოქმედებს უმცირესი წინააღობის ხაზის (უწხ) მიმართულებით, ასაფეთქებელი მუხტების შესაბამისი განლაგებით, შესაძლებელია ასაფეთქებელ ობიექტს მივცეთ ჩამოქცევის ძირითადი მიმართულება (იხ. ნახ. 2).

აგურის შენობების ჩამოქცევისას, როგორც წესი, ასაფეთქებლად მიიჩნევენ პირველ სართულს, ხოლო ცოკლიან შენობებში სარდაფს. მუხტების სარდაფში განლაგებისას (გრუნტის ქვემოთ) ნამსხვრევების გატყორცნის საშიშროება საგრძობლად კლებულობს, ხოლო აფეთქების მავნე სეისმური ზემოქმედება დასაცავ ობიექტებზე მატულობს. შპურების განლაგება უნდა მოხდეს იატაკიდან 0,5-0,8 მ სიმაღლეზე.



ნახ. 2. ნატეხების გატყორცნის და ნაშალის წამოქმნის მიმართულების დამოკიდებულება კონსტრუქციების თავისებურებაზე და მუხტის განლაგების ადგილზე;

ა-თავისუფლად მდგარი კედლები, ვერტიკალური შპურებით მონგრევისას; ბ-იგივე, დანაწევრებით მონგრევისას; გ-თავისუფლად მდგარი კედლები, ჰორიზონტალური შპურებით მონგრევისას და მუხტების კედლის ცენტრში განლაგებისას; დ-იგივე, მუხტების კედლის ნაპირში განლაგებისას; ე-ერთი თავისუფალი ზედაპირის მქონე კონსტრუქციის აფეთქება ჰორიზონტალური შპურებით; ვ-იგივე, ვერტიკალური შპურებით აფეთქება; ზ-ბეტონის გზის საფარი (გრუნტის საძირკველზე); თ-რკინაბეტონის საფარი, კოჭები და სხვა (ჩამაგრების გარეშე); ი-ჩალრმავებული სამშენებლო კონსტრუქცია; 1-ნატეხები; 2-მასალა, რომელიც საჭიროებს დაქუცმაცებას; 3-გატყორცნის მიმართულება აფეთქებისას.

შენობების და ნაგებობების ჩამოქცევა წარმოებს, როგორც საძირკველზე, ასევე მიცემული მიმართულებით. შენობების საკუთარ საძირკველზე ჩამოქცევისას, წარმოიქმნება გამჭოლი შენაყელი მზიდი კედლების და სხვა კონსტრუქციული ელემენტების მთელ პერიმეტრზე, რის შედეგადაც ობიექტი ჯდება საკუთარ საძირკველზე და იშლება. გამჭოლი შენაყელის სიმაღლე უნდა აღემატებოდეს კედლის სისქის ნახევარს.

შენაყელის წარმოსაქმნელად საშპურე მუხტები უნდა განლაგდეს ორ-სამ რიგად შესმატურად ან კვადრატულად. საშპურე მუხტების მასა იანგარიშება ფორმულე-

ბით (1) და (2). უმცირესი წინაღობის საზად მიიჩნევა კედლის სისქის ნახევარი.

$$Q = KW^{3/2}, \quad (1)$$

სადაც  $Q$ -მუხტის მასა, (კგ);  $KK$ -ფეთქებადი ნივთიერებების გასაანგარიშებელი კუთრი ხარჯი (კგ/მ<sup>3</sup>); დამოკიდებულია ფუნდამენტის მასალაზე და მიიღება: აგური, ბეტონი არმატურის გარეშე, ყორე 0,4-0,6 კგ/მ<sup>3</sup>; ბეტონისთვის - 0,5-0,7 კგ/მ<sup>3</sup>; რკინა-ბეტონი მტკიცე არმატურით - 1,0-1,6 კგ/მ<sup>3</sup>;  $W$ -უმცირესი წინაღობის ხაზი (უწხ), მ.

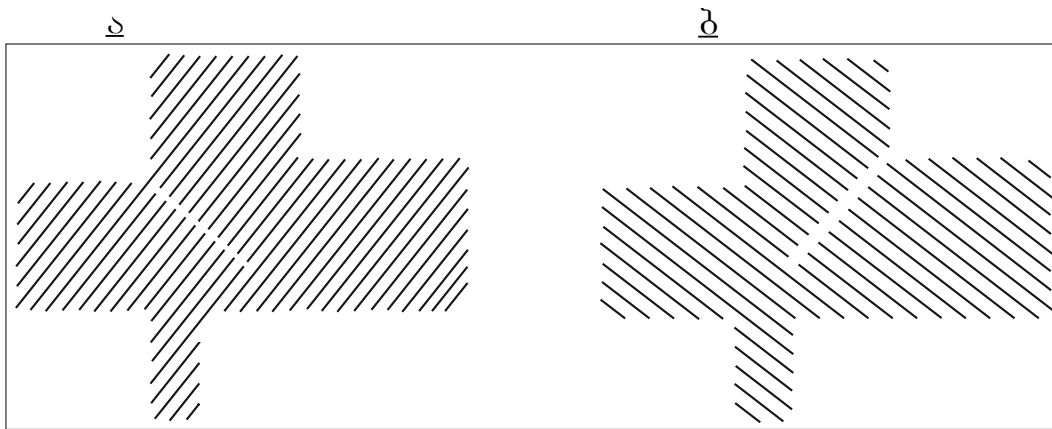
1 მეტრამდე სიძლიერის მქონე ასაფეთქებელი კედლის შემთხვევაში უწხ-ს ღებულობენ შპურის სიგრძის 0,5-0,7 ნაწილს. უწხ შეიძლება მიღებული იქნას აგრეთვე მანძილი შპურის ცენტრიდან ფუნდამენტის კიდემდე ან მანძილი შპურებს შორის. შპურებს შორის მანძილი რიგში მიიღება (1,0-1,4) W, ხოლო რიგებს შორის – (1,3-1,6) W. რკინაბეტონის აფეთქებისას, ფეთქებადი ნივთიერების კუთრი ხარჯი იზრდება, რადგანაც აფეთქებამ უნდა უზრუნველყოს, როგორც ბეტონის მსხვრევა, ასევე რკინის კონსტრუქციების გადაჭრაც, ხოლო მუხტი უნდა განლაგდეს ისე, რომ მისი ცენტრი ემთხვეოდეს კედლის სისქის შუა ნაწილს.

თუ  $W > 1$  მ მუხტის მასა შპურში იანგარიშება ფორმულით

$$Q = KW^3, \quad (2)$$

აგურის შენობების აფეთქებისას, მუხტის პარამეტრების საანგარიშოდ განასხვავებენ კედლებს, კუთხეების წყობას, ბოძებს და სვეტებს. კედლებისთვის უწხ-ს ღებულობენ კედლის სისქის ნახევარს. შენაყელის სიმაღლე (შენობის საკუთარ საძირკველზე ჩამოქცევისას) მიიღება არანაკლები კედლის სისქისა.

თუ კუთხეების წყობა შედგება ორი ან მეტი განსხვავებული სისქის კედლებისგან, მაშინ პარამეტრები გამოთვლილი უნდა იყოს ორი ყველაზე უფრო სქელი კედლისათვის.



ნახ. 3. ორი და მეტი განსხვავებული სისქის მქონე კედლების კუთხის წყობაში შპურების განლაგება: ა – არაფექტური; ბ – ეფექტური

კუთხეებში განლაგებული შპურების შემთხვევაში მუხტის რაოდენობა იანგარიშება ყველაზე სქელი კედლის სისქის გათვალისწინებით.

ბოძების, საყრდენების და სვეტების აფეთქებისას, შპურების ერთ რიგად განლაგებისას, უმცირესი წინაღობის ხაზად ღებულობენ ამ კონსტრუქციის სისქის ნახევარს, ხოლო რამდენიმე რიგის შემთხვევაში შპურების რიგებს შორის მანძილს. რკინაბეტონის სვეტებში ნაპირა შპური იბურდება 0,5 W მანძილზე სვეტის ნაპირიდან [1].

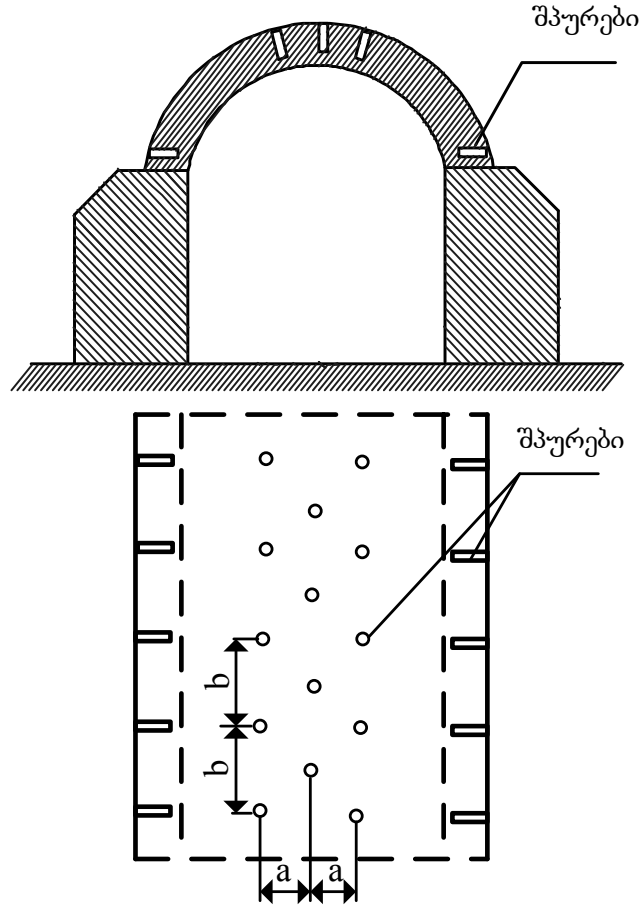
ნაგებობის არკების აფეთქებისას გამოიყენება ე.წ. ღარობული შპურების რიგების აფეთქებები.

ღარობულ აფეთქებაში იგულისხმება შლიცის აფეთქება, რომლის სიგანეც ტოლია არკის სისქის ორმაგი ოდენობისა და განლაგებულია არკის ჩამკეტზე ან კონტრფორსზე (არკის ქუსლი) (იხ. ნახ. 4).

მიმართული ჩამოქცევა, როგორც წესი, გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც სადემონტაჟო ობიექტი განლაგებულია დასაცავი ობიექტების სიახლოვეს და მისი სიმაღლე მნიშვნელოვნად (ოთხჯერ და მეტჯერ) აღემატება ჭრის დონეს, ჰორიზონტალური კვეთის ზომებს

ჩამოქცევის ღერძის მიმართულებით. სხვადასხვა დამატებითი საინჟინრო ღონისძიებების საშუალებით შეიძლება (მაგ. ტროსების გამოყენებით) მიღწეული იქნას ნაგებობების გარანტირებულად მიმართული ჩამოქცევა. მაგრამ პრაქტიკაში ადგილი აქვს შემთხვევებს, როდესაც აუცილებელია ნაგებობების ჩამოქცევა განსაზღვრული მიმართულებით, ხოლო მისი სიმაღლის და ჰორიზონტალური კვეთის ზომის თანაფარდობა 1–2-ის ტოლია. ეს მოითხოვს დიდ დანახარჯებს ბურღვაზე, განსაკუთრებით შენობის შიგა გადატიხვების არსებობის შემთხვევაში. გარდა ამისა, მონოლითური რკინაბეტონის შენობების შემთხვევაში, მისი მთელანის სიმაღლე იქნება დიდი, რაც გაართულებს შემდგომ დანგრევას.

ამ ტიპის შენობების ჩამოსაქცევად გამოიყენება მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს შენობის ორ ან მეტ ნაწილად (ბლოკებად) დაყოფას ვერტიკალური ჭრით, ხოლო შემდეგ ეტაჟზე წარმოებს შენობის ცალკეული ნაწილების მიმართული ჩამოქცევა განსაზღვრული მიმართულებით (მათ შორის ერთმანეთის საპირისპირო მიმართულებით). ვერტიკალური ჭრების წარმოქმნა



ნახ. 4. საშპურე მუხტების განლაგება თალის მონგრევისას

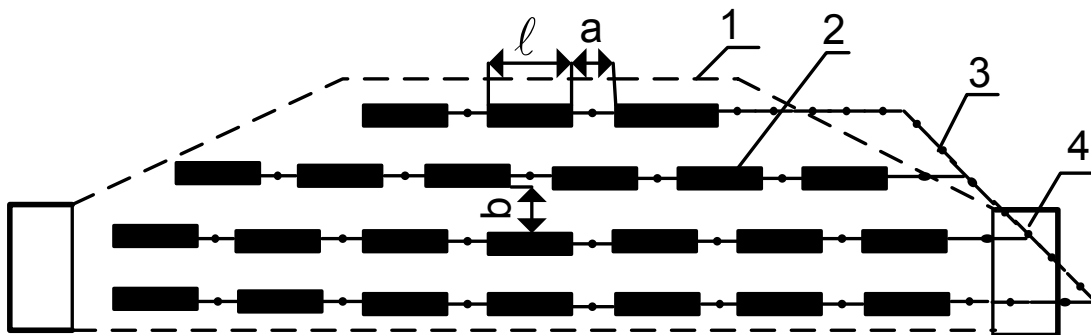
ხორციელდება: შპურების, ხაზური ზედნადები ან უკონტაქტო მუხტების აფეთქების გამოყენებით.

სირთულე, რომელიც წარმოიქმნება თხელკედლიანი შენობების აფეთქებისას, პირველ რიგში დაკავშირებულია საშპურე მუხტების გამოყენების არატექნოლოგიურობასთან. აუცილებელია გაიბურღოს შპურების დიდი რაოდენობა შემჭრიდროებულ ბაღეში, აფეთქება წარმოებს მცირე მასის მუხტების გამოყენებით. ყოველივე ეს იწვევს ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების მოცულობის გაზრდას.

თხელკედლიანი [2] (კედლის სისქე 0,2-0,3 მ)

კონსტრუქციების ჩამოქცევისას შეიძლება გამოვიყენოთ წაგრძელებული ზედნადები მუხტები, რომლებიც ასაფეთქებელ ფართობზე განლაგებული იქნება პორიზონტალურ ან ვერტიკალურ რიგებად. ცალკეული წაგრძელებული მუხტის მასას იღებენ იმ ოდენობით, რომ მისმა აფეთქებამ უზრუნველყოს ბეტონის სრული გამოყრა არმატურიდან (იხ. ნახ. 5).

ცალკეული წაგრძელებული მუხტის სიგრძე  $l = (1,0-2,5)$  მ, მუხტებს შორის მანძილი რიგებში  $a = (0,5-1,5)$  მ, რიგებს შორის მანძილი,  $b = (1,0-3,0)$  მ.



ნახ. 5. წაგრძელებული ზედნადები მუხტების განლაგების სქემა ასაფეთქებელ ფართობზე: 1-ასაფეთქებელი ფართობის საპროექტო ყელი; 2-ფეთქებადი ნივთიერების მუხტები; 3-სადეტონაციო ზონარი; 4-გამჭოლი ღიობები



მუხტები მასა იანგარიშება ფორმულით:

$$Q = ABR^2L, \quad (3)$$

სადაც  $Q$ –არის წაგრძელებული ზედნადები მუხტის მასა, კგ;  $A$ –კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დასანგრევ მასალაზე;  $B$ –დაცობის კოეფიციენტი

(დაცობის არქონის შემთხვევაში  $B=9,0$ ; სუსტი დაცობისას არანაკლებ კედლის სისქისა– $B=6,5$  რკინაბეტონისათვის, ხოლო  $B=5,0$  აგურის და ბეტონის კონსტრუქციებისათვის);  $R$ –ასაფეთქებელი კედლის სისქე, მ;  $L$ –მუხტის სიგრძე, მ.

ცხრილი 1

კოეფიციენტის მნიშვნელობები

მასალები	A-ს მნიშვნელობა
აგურის წყობა:	
კირქვის დულაბზე:	
სუსტი	0,75
მტკიცე	1,00
ცემენტის დულაბზე	1,20
ბუნებრივი ქვის წყობათა ბეტონი	1.40
ბეტონი:	
სამშენებლო	1,50
საფორტიფიკაციო	1,80
რკინაბეტონი:	5,00
ბეტონის გამოყრაზე ✦	20,00
ბეტონის გამოყრაზე და არმატურის ნაწილობრივ გადაჭრაზე ✦ ✦	

✦ არმატურა არ წყდება; ✦ ✦ წყდება მხოლოდ მუხტებთან სიახლოვეში განლაგებული არმატურები.

ზედნადები მუხტების აფეთქება წარმოებს 0,5 მ სისქის ქვიშის დაცობის გამოყენებით, რაც ზრდის ზედნადები მუხტების მოქმედების ეფექტურობას.

სტატიაში მოცემული გათვლების მიხედვით გრ. წულუკიდის სამთო ინსტიტუტის „ფეთქებადი მასალების კვლევის და აფეთქების ტექნოლოგიების“ ლაბორატორიის თანამშრომლების მიერ აჭარაში ჩატარებული იქნა სასტუმრო „ბათუმის“ შენობის აფეთქებით დემონტაჟი.

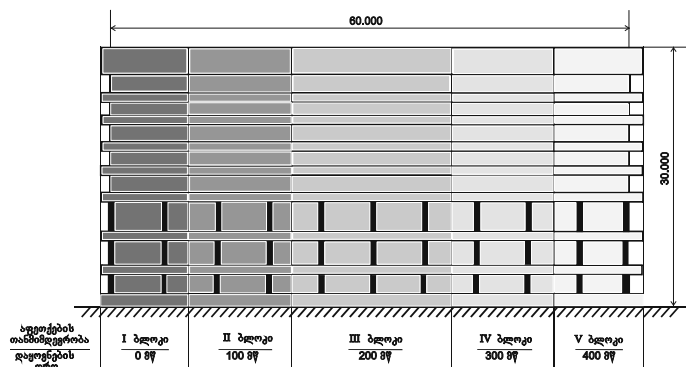
სასტუმრო „ბათუმის“ უშუალო სიახლოვეს განლაგებულია აკვარიუმის შენობა, ატრაქციონი „ემმაკის ბორბალი“ და ბათუმის უნივერსიტეტი, აგრეთვე სასიცოცხლე მნიშვნელობის მიწისქვეშა კომუნიკაციები (სანიაღვრე, საკანალიზაციო, წყალსადენი და სხვა).

სასტუმრო „ბათუმის“ სადემონტაჟო შენობა წარმოადგენს კარგასული ტიპის ცხრა სართულიან რკინა-

ბეტონის ნაგებობას, საერთო ფართობით 12703,8 მ<sup>2</sup>, შენობას უჭირივას 1500 მ<sup>2</sup> ფართობი.

ასაფეთქებლად გამოიყენება „პოვერგელ მაგნუმ 365“ ემულსიური, დავაზნული ფეთქებადი ნივთიერება,  $\phi=32$  მ,  $l=225$  მ,  $q=245$  გრ.

- $q_{ფ.ნ.}=2,0$  კგ/მ<sup>3</sup> – ფ.ნ.-ის კუთრი ხარჯი;
- $V_{სვ.}=0,8$  მ<sup>3</sup> –საყრდენი სვეტის მოცულობა;
- $Q_{ფ.ნ.}=1,6$  კგ – ერთი სვეტის ასაფეთქებლად საჭირო ფეთქებადი ნივთიერების რაოდენობა;
- $Q_{მ.ს.}=0,245$  კგ – ერთ შპურში მოთავსებული ფეთქებადი ნივთიერების მასა;
- $h_{მ.ს.}=Q_{ფ.ნ.}:Q_{მ.ს.}=1,6:0,245=7$  შპური.



ნახ. 6. სასტუმრო „ბათუმის“ შენობის (ბლოკი A) ასაფეთქებელ ბლოკებად დაყოფის სქემა

შენობა იყოფა ხუთ ვერტიკალურ ბლოკად (იხ. ნახ. 6), რომელთა აფეთქება ხდება მცირედ დაყოვნებული მეთოდით. ბლოკებს შორის აფეთქების ინტერვალი 100 მლ.წმ-ია. ერთდროულად ფეთქდება პირველი, მეორე და

მესამე სართულები. შენობის აფეთქებისათვის საჭირო ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები, მოცულობები და საანგარიშო პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

ბლოკის №	ასაფეთქებელი სვეტების რაოდენობა	შპურების რაოდენობა	შპურების ჯამური სიგრძე, მ	ფ.ნ.-ის მასა Q კგ
1.	22	154	46	30
2.	22	154	46	30
3.	33	231	68	40
4.	22	154	46	30
5.	22	154	46	30
სულ	121	847	252	160

საყრდენი სვეტების გარდა საჭირო იყო I და V ბლოკების პირველ სართულზე მზიდი კედლების, აგრეთვე III ბლოკში სამივე სართულზე ლიფტების ნაკეთურების

გაბურღვა და ასაფეთქებლად მომზადება. მოსამზადებელი და აფეთქებითი სამუშაოების მოცულობები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

ბლოკის №	ასაფეთქებელი კედლის მოცულობა V, მ <sup>3</sup>	შპურების რაოდენობა	შპურების ჯამური სიგრძე, მ	ფ.ნ.-ის მასა Q კგ
1.	12	96	29	24
2.	—	—	—	—
3.	60	480	144	120
4.	—	—	—	—
5.	12	96	29	24
სულ	84	672	202	168

მაგისტრალური ხაზისათვის სადეტონაციო ზონარის სიგრძე თითოეულ ბლოკში იქნება 70 მეტრი, სულ 350 მეტრი. ამის გარდა თითოეული სვეტის ასაფეთქებლად საჭიროა 5 მეტრი სადეტონაციო ზონარი - სულ 600 მეტრი, კედლების ასაფეთქებელი ქსელის მონტაჟისათვის - 400 მ. მთლიანად საჭიროა 1350 მ სადეტონაციო ზონარი.

თითოეული ბლოკი ფეთქდება 100 მლ.წ-იანი დაყოვნებით რისთვისაც გამოიყენება არაელექტრული დეტონატორები „NONEL MS“ შემდეგი თანამიმდევრობით:

I ბლოკი -N NONEL MS (დაყოვნების დრო  $\tau = 100$  მლ.წმ) - 22 ცალი;

II ბლოკი -N NONEL MS (დაყოვნების დრო  $\tau = 200$  მლ.წმ) - 22 ცალი;

III ბლოკი - NONEL MS (დაყოვნების დრო  $\tau = 300$  მლ.წმ) - 33 ცალი;

IV ბლოკი - NONEL MS (დაყოვნების დრო  $\tau = 400$  მლ.წმ) - 22 ცალი;

V ბლოკი - NONEL MS (დაყოვნების დრო  $\tau = 500$  მლ.წმ) - 22 ცალი.

### დასკვნები

სტატიაში მოცემული მონაცემების გათვალისწინებით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სპეციალური სამაფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას, კერძოდ, მჭიდროდ დასახლებულ პირობებში შენობების და ნაგებობების დემონტაჟი მოითხოვს ინდივიდუალურ მიდგომას, საჭიროა დეტალურად შესწავლილი იქნეს ობიექტის კონსტრუქციული ელემენტები, რათა მოხდეს შესაბამისი აფეთქების მეთოდების შერჩევა. დათვალიერებას და შესწავლას მოი-თხოვს აგრეთვე სადემონტაჟო ობი-

ექტის სიხლოვეში არსებული შესანარჩუნებელი (დასაცავი) შენობა-ნაგებობები. მათზე აფეთქების მაგნე ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად (გრუნტის სეისმური რხევები, ნატეხების გატყორცნა, საპაერო დარტყმითი ტალღები, აფეთქების ხმაური, მომატებული მტვერიანობა), აგრეთვე წყალქვეშა და სანაპიროებზე საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას შესწავლილი უნდა იქნეს ჰიდროდარტყმითი ტალღების ზემოქმედება გარემოზე, რაც მოითხოვს სპეციალური ღონისძიებების შემუშავებას შემცირების და ლოკალიზაციის მიზნით.

**ХОМЕРИКИ С.К., КУЧУХИДЗЕ З.К.,  
АПРИАШВИЛИ А.Г., ШАТБЕРАШВИЛИ Г.Г.,  
ТХЕЛИДЗЕ Г.З., АБЕСАДЗЕ Н.А.  
МЕТОДЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ**

В статье рассмотрены специальные способы взрывных работ для разрушения зданий и сооружений, как на фундамент так и в заданном направлении. На основе проведенного анализа установлено, что каждое здание и сооружение имеет свои индивидуальные особенности, поэтому требуется их детальное изучение с целью расчета количества и расположения шпуров и массы зарядов в них, во избежание влияния на окружающую среду и охраняемые объекты сейсмических волн, выброса осколков, воздушной ударной волны и других сопутствующих взрыву эффектов.

**ლიტერატურა**

1. Гамапольский М.И., Барон В.П., Белин В.А., Путков В.В., Сивенков В.И. Специальные взрывные работы. Изд. «Горная книга», Москва, 2007. с. 56-133.
2. Белов Н.Н., Копаница Д.Г., Кумпяк О.Г., Югов Н.Т. Расчет железобетонных конструкций на взрывные и ударные нагрузки. Изд. «Нортхэмптон», Томск, 2004. с. 47-52.

**KHOMERIKI S., KUCHUKHIDZE Z.,  
APRIASHVILI A., SHATBERASHVILI G.,  
TKHELIDZEG., ABESADZE N.  
METHODS OF SPECIAL BLASTING OPERATIONS**

The article considers methods of special blasting operations for the destruction of buildings and structures, both on the foundation and in a given direction. Based on the analysis performed it has been established that each building and structure has its individual characteristics, that is why their detailed study is required, in order to calculate the number and location of holes and the mass of charges in them, to prevent influence of seismic waves, emission of fragments, air shock wave and other explosion-related effects on the environment and protected objects.

უპკ 541.427.6:622.235.2

**აპად. დოქტორი ვ. ნადირაშვილი, აპად. დოქტორი ს. სომერიძე,  
აპად. დოქტორი ნ. ჩხრაძე, ტამხ. მეცნ. დოქტორი ა. სვადაგიანი,  
ბ. ბახუტაშვილი, დოქტორანტი ი. ვარშანიძე  
ინდოგინური ჟანგბადის როლი აფეთქებად ნივთიერებებში**

სტატიაში მოცემულია ფეთქებადი ნივთიერებების მოკლე დახასიათება მათი ზოგიერთი ძირითადი ნიშან-თვისების გათვალისწინებით. განხილულია ამ ნივთიერებათა ისეთი მნიშვნელოვანი ატრიბუტთაგანი, როგორცაა ჟანგბადის ბალანსი. ცნობილია, რომ აფეთქების ენერჯია მაქსიმალურია, თუ ფეთქებადი ნივთიერებების ჟანგბადის ბალანსი ახლოსაა ნულოვან ნიშნულთან. ამდენად, ამ მახასიათებლის განსაზღვრას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ახლად სინთეზირებული ფეთქებადი ნივთიერებებისათვისაც. სტატიაში მოცემულია აგრეთვე ჟანგბადის ბალანსის განსაზღვრის კონკრეტული მაგალითები.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № FR/171/3-180/14 ფინანსური მხარდაჭერით.

ფეთქებად ნივთიერებებს (ფნ) ადამიანის ყოფიერებაში უმნიშვნელოვანესი ადგილი უკავია. ზოგადად ქიმიური ნივთიერებების, მათ შორის ფნ-ების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, დიდწილად მათი მოლეკულების შედგენილობაზე და სტრუქტურაზე დამოკიდებულია. ამითვე განისაზღვრება ტექნიკური მახასიათებლებიც, ამდენად, არაა გასაკვირი, რომ ფნ-ებში ნიტროჯგუფების რაოდენობა მათ სიძლიერეს განაპირობებს. მაგალითად,

მონონიტროტოლუოლი ფეთქებადი თვისებებით არ ხასიათდება. დინიტროტოლუოლი ფეთქებადია, მაგრამ მისი სიმძლავრე დიდი არ არის. რაც შეეხება ტრინიტროტოლუოლს, ის საკმაოდ ძლიერ ფნ-ს წარმოადგენს.

სხვადასხვა ნიშან-თვისებების მიხედვით ფნ-ების კლასიფიკაციას მათი მრავალფეროვნება განაპირობებს. შესაბამისად, ქიმიური ნაერთების სხვადასხვა კლასებისადმი მათ მიკუთვნებას, შეიძლება ქიმიური კლასიფიკაცია ეწოდოს. აქ იგულისხმება მოლეკულაში  $-C-NO_2$  ფრაგმენტის შემცველი ნიტრონაერთები, ნიტრამინები  $>N-NO_2$  ფრაგმენტით,  $-C-ONO_2$  ჯგუფის მქონე ნიტროეთერები, აზოტმჟავას მარილები - ნიტრატები, ანუ გვარჯილები, არანიტრატული ფნ-ები და ა.შ.

გარდა ამისა, ფნ-ები განსხვავდება აგრეგატული მდგომარეობების, დანიშნულებისა და სხვა ნიშან-თვისებების მიხედვითაც.

კლასიფიკაციის უმნიშვნელოვანესი სახეა ფნ-ების დაყოფა ინდივიდუალურ და ნარეგ ფეთქებად ნივთიერებებად (ნფნ).

საკვიროა აღინიშნოს, რომ ტერმინი „ნივთიერება“ თავისთავად გულისხმობს მის ინდივიდუალურობას, ანუ სისუფთავეს, თუმცა, აბსოლუტურად სუფთა ნივთიერება ბუნებაში არ არსებობს. პრაქტიკაში მიღებულია ნივ-

თიერების სისუფთავის აღმნიშვნელი ისეთი ფარდობითი ტერმინები, როგორცაა: „ტექნიკურად სუფთა“, „სუფთა“, „ანალიზისათვის სუფთა“, „ქიმიურად სუფთა“, „განსაკუთრებით სუფთა“.

სუფთა ნივთიერებას ახასიათებს **ერთგვაროვნება** მთელს მასაში.

ნარევი ორი ან მეტი სხვადასხვა ნივთიერების ერთობლიობაა. ჩვეულებრივ, ნარევეს ერთგვაროვნება არ ახასიათებთ. მათი ეს თვისება, დიდწილად, პირობითია. კერძოდ, ერთგვაროვან ნარევებად შეიძლება ჩაითვალოს აირების შენარევი (ჰაერი), ე.წ. ჰემარიტი ხსნარები (მაგალითად, შაქრის ან სპირტის წყალხსნარი), ასევე შენადნობები. აღსანიშნავია ისიც, რომ მექანიკური შერევით ერთგვაროვანი ნარევის მომზადების ალბათობა, პრაქტიკულად, ნულის ტოლია.

შეიძლება ითქვას, რომ **ტროტილი** ერთ-ერთი გამოინაკლისია, რომელიც უფრო ხშირად იხმარება სუფთა სახით. ფნ-ების უმრავლესობა ნარევეს წარმოადგენს.

ფნ-ების მომზადება გარკვეულ მიზნებს ისახავს. შენარევი იცვლება ძირითადი ფნ-ის როგორც **აფეთქებითი** (დეტონაციის სიჩქარე, აფეთქების ენერჯია, გამოყოფილი აირების რაოდენობა და სხვა), ასევე **ფიზიკურ-ქიმიური** (სიმკვრივე, ლღობის და დუღილის ტემპერატურა, სითხეებისათვის - გარდატეხის მაჩვენებელი და ა.შ.) მახასიათებლები. გარდა ამისა, ნარევების მომზადების სხვა მოტივაციებიც არსებობს – ნარევის სიძაფე, ჟანგბადის ბალანსის რეგულაცია, მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება და ა.შ.

ფნ მახასიათებლების ცვალებადობა დამოკიდებულია შენარევი კომპონენტების **რაობაზე** (სახეობაზე), **რაოდენობაზე** და **დოზირებაზე**.

შეიძლება განვასხვავოთ **საბრძოლო** დანიშნულების ფნ-ები **სამრეწველოსაგან**. ასეთი გამოიჯენა გარკვეულწილად პირობითია, რადგან სრულმასშტაბიანი ომის შემთხვევაში, სამრეწველო ფნ-ები, გარკვეული გადაშეშვების შემდეგ, საომარ დანიშნულებას იძენს.

აღსანიშნავია, რომ სამთო მრეწველობაში უპირატესად ფნ-ები გამოიყენება.

არსებობს კლასიფიკაციის სხვა ისეთი სახეებიც, რომლებშიც გათვალისწინებულია ამა თუ იმ მახასიათებლების მქონე ფნ-ის გამოყენების მიზანშეწონილობა კონკრეტული გარემოს პირობებში.

მაგალითად, სამთო-სამრეწველო სამუშაოების დროს ნებისმიერი ფნ-ის ნებისმიერ გარემოში გამოყენება არ შეიძლება. არსებობს მინიმუმ სამი ჯგუფი ფნ-ებისა, რომელთა გამოყენება დაშვებულია მხოლოდ კონკრეტული სამუშაო გარემოსა და ვითარების პირობებში. ესენია:

ა) ფნ-ები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ე.წ. ღია სამუშაოებისათვის; ბ) ფნ-ები, რომლებიც დაშვებულია მიწისქვეშა სამუშაოებისათვის იმ პირობით, რომ გამორიცხული იქნება საბადოს აირისა და ნახშირის მტერის აფეთქების შესაძლებლობა; გ) ფნ-ები, რომლებიც უსაფრთხო მიწისქვეშა სამუშაოებისას აირისა და მტერის არსებობის შემთხვევაშიც. მათ **დამცავ** ფნ-ებს უწოდებენ. შესაბამისად, **არადამცავი** ფნ-ების გამოყენება მტერისა და აირის მხრივ საფრთხილო შესტებში არ შეიძლება. დამცავი ფნ-ების გამოყენების არეალი საკმაოდ დიდია [1].

ფნ-ის მიკუთვნება ამა თუ იმ ჯგუფისათვის განისაზღვრება როგორც აფეთქებისას გამოყოფილი ტოქსიკური აირების რაოდენობით, ასევე აფეთქების ტემპერატურის სიდიდით. მაგალითად, იმის გამო, რომ ტროტილის აფეთქებისას გამოიყოფა დიდი რაოდენობით ტოქსიკური აირები. მისი გამოყენება შეიძლება მხოლოდ ღია სამუშაოების ჩასატარებლად. ამონიუმის გვარჯილის აფეთქებისას გამოყოფილი აირების უსაფრთხოების გამო, იგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს როგორც ღია, ასევე აირისა და მტერისაგან უსაფრთხო მიწისქვეშა სამუშაოებისათვისაც. ხოლო აფეთქების დაბალი ტემპერატურის მქონე ფნ-ები შეიძლება გამოყენებული იქნას იმ მიწისქვეშა სამუშაოებში, სადაც არსებობს აირისა და მტერის აფეთქების საშიშროება.

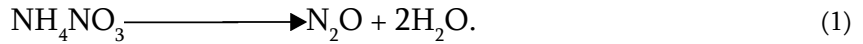
ფნ-ების კომპონენტებად იყენებენ როგორც ფეთქებად, ასევე არაფეთქებად ნივთიერებებს. პრაქტიკაში ფართო გავრცელება ჰპოვა „დამჟანგავი-საწვავი“ ტიპის ფნ-ებმა. დამჟანგავის როლში ხშირად გვევლინება ისეთი ჟანგბადშემცველი არაორგანული მარილები, როგორცაა ნიტრატები, პერქლორატები და სხვა. საწვავ ნივთიერებად იყენებენ მაღალი ენერჯიის მქონე ორგანულ ნივთიერებებს, ალუმინის, მაგნიუმის ან სხვა ადვილადჟანგვადი მეტალების ფხვნილებს, ნივთიერებებს, რომლებიც დაშლისას საწვავ აირებს ( $CH_4$ ,  $H_2$ ,  $CO$ ) გამოყოფენ და ა.შ.

არაორგანული დამჟანგავების შეყვანა ფნ-ებში დიდწილად ამცირებს მათ ღირებულებას, ზრდის ფუგასურ მოქმედებას. გარდა ამისა, შესაძლებელი ხდება ჟანგბადის ბალანსის მიყვანა ნულოვან ნიშნულზე, რაც აგრეთვე ფრიად მნიშვნელოვანია.

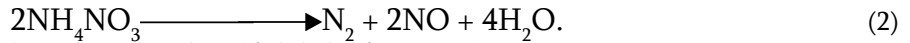
საჭიროა აღინიშნოს, რომ ზოგჯერ სამრეწველო დანიშნულების ფნ-ებს აქვთ გარკვეული ნაკლოვანებები. მაგალითად, ამონიუმის გვარჯილიანი ფნ-ები, ისეთები, როგორცაა მაღალი სიმკვრივის ( $1,4 \text{ გრ/სმ}^3$ ) ამონიტები ან დინამონები, ინდივიდუალური ფნ-ის მცირე რაოდენობით შემცველობისას კარგავენ დეტონირების უნარს. ეს ხდება იმის გამო, რომ ნარევი ფნ-ებში, მაგალითად, ამონიტებში, კომპონენტების ქიმიური გარდაქმნა შეიძლება არაერთნაირი სიჩქარით მოხდეს. აქტიური კომპონენტების აიროვან პროდუქტებად გარდაქმნა უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე ნაკლებად აქტიურისა, დეტონაციური ტალღის პარამეტრებიც მცირდება და ამონიუმის გვარჯილა, იქცევა რა ინერტულ მასად, შთანთქავს ენერჯიას, რის გამოც დეტონაცია არ ხდება. ანუ, ამონიუმის გვარჯილის დიდი შემცველობის სამრეწველო ფნ-ები ინიცირების შედეგად შეიძლება „ამოიწვას“. მსგავს პროცესს **დეფლაგრაციას** უწოდებენ და ის შეიძლება დახასიათდეს როგორც „არამდგრადი“ წვა. დეფლაგრაციას შუალედი მდგომარეობა უკავია „მდგრად“ წვასა და დეტონაციას შორის.

რაც შეეხება ამ პროცესების ქიმიურ მხარეს, რეაქციის პროდუქტები სამივე შემთხვევაში განსხვავებულია. განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი [2]:

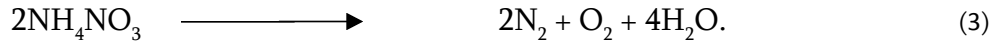
ამონიუმის გვარჯილის თანდათანობითი გაცხელებით  $170 \text{ }^\circ\text{C}$ -მდე ის იშლება  $N_2O$ -ს წარმოქმნით



ბევრად მაღალ ტემპერატურაზე წელი დაშლა დეფლაგრაციაში გადადის, რასაც თან ახლავს ყვითელი ალის გაჩენა



მგრვინავი ვერცხლისწყლის კაფსულის გამოყენებისას ხდება დეტონაცია



მსგავსად ამისა, განსაზღვრული რაოდენობის ტროტილი, რომელიც არის გარე იმპულსების მიმართ საკმაოდ მდგრადი ფნ, ჰაერზე იწვის შავი, „ზეთოვანი“ კვამლის თანხლებით, რადგანაც მისი ჰაერში წვის სითბო არაა საკმარისი დეტონაციის აღძვრისათვის.

საინტერესოა აირადი ფნ-ის „მგრვინავი აირის“ დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

დაბალ ტემპერატურებზე წყალბადი და ჟანგბადი პრაქტიკულად არ ურთიერთქმედებს. შეუღობილ ჭურჭელში მათი ნარევის თუნდაც წლობით დაყოვნებისას რეაქციის პროდუქტის - წყლის კვალიც კი არ შეინიშნება. თუ ამ ნარევს 300 °C-მდე გავაცხელებთ, რამდენიმე დღეში მცირე რაოდენობით წყლის წარმოქმნას შევამჩნევთ. 500 °C-ზე რამდენიმე საათის განმავლობაში წყალბადი მთლიანად უერთდება ჟანგბადს. საკმარისია ამ ნარევის ერთ ადგილას ტემპერატურის აწევა 700 °C-მდე, რომ მოხდეს უძლიერესი აფეთქება და რეაქცია წამიერად დამთავრდეს. ამის მიზეზია პროცესის მიმდინარეობა ე.წ. განშტოებული ჯაჭვური რეაქციის მექანიზმით [3].

პრაქტიკაში გამოყენებული ინდივიდუალური ფნ-ებიდან აღსანიშნავია: ტროტილი, ტენი, ტეტრილი, ჰექსოგენი, ოქტოგენი და ა.შ.

რაც შეეხება ცნობილ ფნ-ებს, ესენია: ალუმოტოლი, ოქტოლი, ჰექსოტოლი, ამატოლები, ამონალები, დინამონები და სხვა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ფნ-ების მოლეკულათა შედგენილობა, ასევე სტრუქტურა დიდწილად განსაზღვრავს აფეთქების მიმდინარეობასა და მის ენერგეტიკას. ეს მოლეკულები, ჩვეულებრივ, შეიცავენ ნახშირბადს, წყალბადს, აზოტსა და ჟანგბადს. აფეთქებისას ხდება ფნ-ის მოლეკულების დაშლა ენერჯის გამოყოფით. მოლეკულებში შემავალი ე.წ. „საწვავი ელემენტები“ - ნახ-

შირბადი და წყალბადი ჰაერის ჟანგბადის ჩაურევლად იჟანგებიან „დამჟანგავი ელემენტით“ - ენდოგენური ჟანგბადით. აზოტის ატომები ასრულებენ ბუფერის როლს. შედეგად ფნ-ის რთული მოლეკულა მთლიანად გადაიქცევა დიდი რაოდენობის მაღალი წნევის მქონე აირების ნარევად. ეს აირებია CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>O (ორთქლი), N<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>. ამავე დროს, გამოიყოფა უდიდესი ენერჯია სითბოს სახით და აფეთქების ტემპერატურა 3-4 ათას გრადუსს აღწევს. პროცესის ხანგრძლივობა წამის მეტილიონედებით იზომება, რაც ცნობილ „აფეთქების ეფექტს“ განაპირობებს.

ძალზე მნიშვნელოვანია ის, რომ დაჟანგვის პროცესები **მაქსიმალური ენერჯის** გამოყოფით მაშინ მიმდინარეობს, როდესაც ჟანგბადისა და „საწვავი ელემენტების“ თანაფარდობა **სტექიომეტრულია**. ამ დროს, აღნიშნული ელემენტებისაგან მიიღება უმაღლესი ოქსიდები, ხოლო აზოტი გამოიყოფა N<sub>2</sub>-ის, ანუ თავისუფალი სახით.

ჟანგბადის სიჭარბის ან ნაკლებობის შემთხვევაში პროცესები თანამდევით რეაქციებით რთულდება და აფეთქების ენერჯიაც აღარ არის მაქსიმალური.

ამრიგად, აფეთქების მიმდინარეობაზე გავლენის თვალსაზრისით, გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ფნ-ის მოლეკულებში **ენდოგენური** ჟანგბადის რაოდენობას. ეს რაოდენობა, ძირითადად, ორი პარამეტრით ხასიათდება. ესენია-**ჟანგბადის კოეფიციენტი** და **ჟანგბადის ბალანსი**.

თუ ფნ-ის მოლეკულაში შემავალი ჟანგბადის ატომების რაოდენობას გავყოფთ მოლეკულაში არსებული „საწვავი ელემენტების“ სრული დაჟანგვისათვის საჭირო ჟანგბადატომების რაოდენობაზე, მივიღებთ აფეთქების პროცესის ერთ-ერთ მახასიათებელს, რომელსაც ჟანგბადის კოეფიციენტი (ჟკ) ეწოდება და ასე გამოისახება

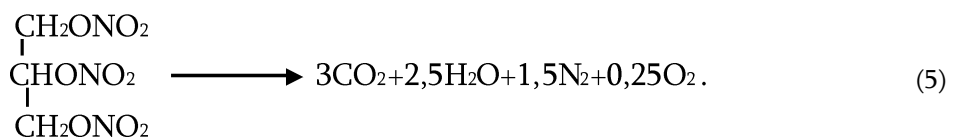
$$\text{ჟკ} = \frac{\text{ფნ მოლეკულაში შემავალი ჟანგბადატომების რაოდენობა}}{\text{სრული დაჟანგვისათვის საჭირო ჟანგბადატომების რაოდენობა}}$$

როდესაც ეს თანფარდობა დაბალანსებულია, მაშინ ჟკ=1. თუ ფნ-ის მოლეკულაში არსებული ჟანგბადატომების რაოდენობა მეტია სრული დაჟანგვისათვის საჭირო რაოდენობაზე (ჟკ>1), მაშინ წვის პროდუქტებში შეიძლება აღმოჩნდეს თავისუფალი ჟანგბადი და სხვა თანამდევით პროდუქტები, ხოლო თუ - ნაკლებია (ჟკ<1), მაშინ

მოხდება არასრული წვა მხოლოდ აირის (CO) წარმოქმნით. როგორც ვთქვით, ბოლო ორი პროცესი არასასურველია.

განვიხილოთ მაგალითები:

ნიტროგლიცერინის დაშლის რეაქცია ასე გამოისახება

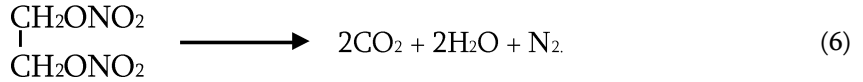


ჩანს, რომ ამ ფნ-ის მოლეკულა შეიცავს 9 ატომ ფანგად სჭირდება 8.5 „ატომი“ ამიტომ, ჟკ გამოსახულე-  
 ჟანგბადს. „საწვავ ელემენტებს“ (C, H) სრულად დასა- ბას აქვს სახე

$$\text{ჟკ} = \frac{9}{8,5} = 1,059 \text{ პროცენტულად} - 105,9\%$$

ანუ ნიტროგლიცერინში გვაქვს ჟანგბადის 5.9 %-იანი სიჭარბე.

ნიტროგლიცოლის აფეთქების ქიმიზში ასეთია



აქ „საწვავი ელემენტების“ დასაჟანგად საჭირო ჟანგბადატომების რიცხვი ზუსტად ემთხვევა მოლეკულაში არსებულს, ამიტომ

$$\text{ჟკ} = \frac{6}{6} = 1, \text{ ანუ პროცენტულად} - 100\%.$$

უფრო სრულად, აღნიშნული პროცესების დასა-  
 სიათება შეიძლება ჟანგბადის ბალანსის (ჟბ) ცნების  
 შემოტანით [1, 4].

ჟბ ეწოდება ფნ-ის მოლეკულაში შემავალი ყოველი ელ-  
 ემენტის უმაღლეს ოქსიდადზე (C→CO<sub>2</sub>; H→H<sub>2</sub>O); მე-  
 ტალების და ა.შ.) დაჟანგვის შემდეგ დარჩენილი თავისუფალი  
 ჟანგბადის ან მისი დანაკლისი მასის შეფარდებას აღებული  
 ფნ-ის მასასთან. ჩვეულებრივ, ელემენტებს იღებენ ატომების  
 მოლეების სახით, ფნ-ს - მოლის, ხოლო ფნ-ებს ერთი კილო-  
 გრამის რაოდენობით გამოისახება პროცენტებში. იგულისხ-  
 მება, რომ აზოტი რჩება თავისუფალი სახით N<sub>2</sub>.

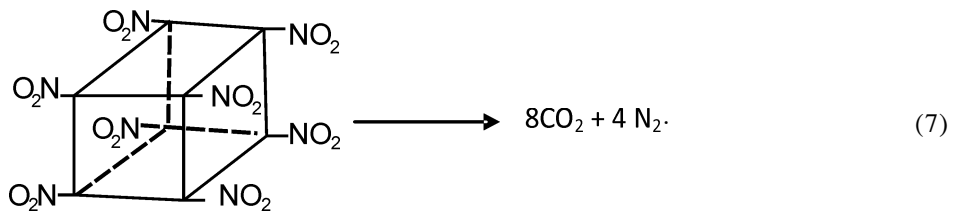
განმარტებიდან ჩანს, რომ ჟბ შეიძლება იყოს ნულო-  
 ვანი, დადებითი ან უარყოფითი.

**დადებითი ჟბ:** ფნ-ის შედგენილობაში არსებული  
 ჟანგბადი აღემატება „საწვავი ელემენტების“ (H, C,  
 Al...) დასაჟანგად საჭირო რაოდენობას. ამ დროს ფნ-ის  
 აფეთქებითი გარდაქმნისას წარმოიქმნება აზოტის მომ-  
 წამლავი ოქსიდები NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> და სხვა. ამიტომ, ასეთი

ფნ-ების გამოყენება არ შეიძლება მიწისქვეშა აფეთქებითი  
 სამუშაოებისათვის. ჩვეულებრივ, პრაქტიკაში დადებითი  
 ჟბ მქონე ფნ-ებს (გვარჯილა, ნიტროგლიცერინი და ა.შ.),  
 რომლებიც დამჟანგავის ფუნქციას ასრულებენ, ურევენ  
 უარყოფითი ჟბ-ის მქონე ფნ-ებს ან საწვავ ნივთიერებებს,  
 რომლებიც ჟანგბადს არ შეიცავენ (ბენზინი, ალუმინი და  
 სხვა). მსგავსი პრაქტიკული მაგალითი ქვემოთ იქნება  
 განხილული.

**ნულოვანი ჟბ:** ფნ შეიცავს ჟანგბადის ისეთ რაოდენ-  
 ნობას, რომელიც აუცილებელია მოლეკულაში შემავალი  
 ყველა „საწვავი ელემენტის“ სრული დაჟანგვისათვის.  
 ამ დროს აფეთქებისას გამოყოფილი ენერგია მაქსიმალ-  
 ურია.

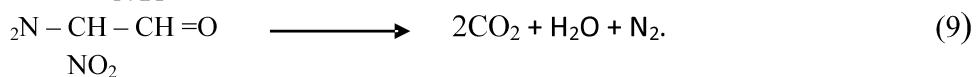
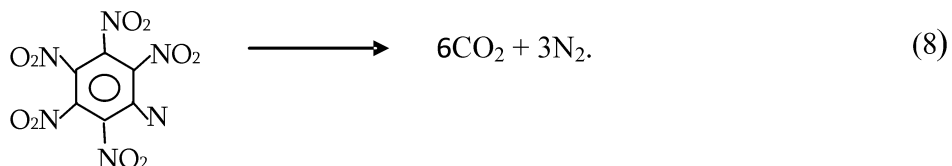
ჟანგბადის ნულოვანი ბალანსის მქონე ცნობილი  
 ფნ-ების მაგალითებია დინიტროგლიცოლი და ოქტანი-  
 ტროკუბანი [5]. პირველის აფეთქებითი გარდაქმნა (6)-  
 ტოლობით უკვე გამოვსახეთ, რაც შეეხება მეორეს,  
 რეაქციას ასეთი სახე აქვს



ოქტანიტროკუბანი

ნულოვანი ჟბ აქვს უძლიერეს ფნ-ს ჰექსანიტრობენ-  
 ზოლს, ასევე დინიტროაცე-ტალდეჰიდს. მათი აფეთქე-

ბითი ქიმიური გარდაქმნა ასე შეიძლება გამოისახოს



როგორც ამ მაგალითებიდან ჩანს, შიდა მოლეკულური ჟანგბადი საკმარისია „საწვავი ელემენტების“ სრულად დაჟანგვისათვის.

**უარყოფითი ჟბ:** ფნ-ის მოლეკულაში შემავალი ჟანგბადის რაოდენობა არაა საკმარისი „საწვავი ელემენტების“ სრულად დაჟანგვისათვის. უკანასკნელ შემთხვევაში აფეთქების შედეგად შეიძლება წარმოიშვას მხუთავი აირი CO, ასევე ჭვარტლი.

რაოდენობა იმ ფნ-ებისა, რომელთა ჟბ ნულია ან ნულთან ახლოსაა, ძალზე მცირეა. ამიტომ, მრეწველობაში გამოყენებისას ცდილობენ მოამზადონ ისეთი ნარევი ფნ-ები, რომელთა ჯამური ჟბ ნულთან ახლოს იქნება.

ინდივიდუალური ფნ-ების ჟბ მათი ქიმიური ფორმულების გამოყენებით გამოითვლება. კერძოდ,

CaHbNcOd შედგენილობის ფნ-ისათვის ჟბ გამოითვლება ფორმულით

$$\text{ჟბ} = \frac{\left[ d - \left( 2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{12a + b + 14c + 16d} \cdot 100\%, \quad (10)$$

სადაც, 2a არის ჟანგბადატომების რიცხვი CO<sub>2</sub>-ში, b/2 - იგივე რიცხვი H<sub>2</sub>O-ში. 16 არის ატომური ჟანგბადის მოლური მასა გრ/მოლებში. წილადის მნიშვნელში ფიგურირებს ფნ-ის მოლური მასა, ასევე გრ/მოლებში.

ქვემოთ მოტანილია ჟბ განსაზღვრის რამდენიმე მაგალითი:

ა) ინდივიდუალური ფნ-ები

1. ნიტროგლიცერინი. C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(ONO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>. ატომთა რაოდენობებია: d=9, a=3, c=3, b=5. ამიტომ

$$\text{ჟბ} = \frac{\left[ d - \left( 2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{12a + b + 14c + 16d} \cdot 100\% = \frac{\left[ 9 - \left( 2 \cdot 3 + \frac{5}{2} \right) \right] \cdot 16}{12 \cdot 3 + 5 + 14 \cdot 3 + 16 \cdot 9} \cdot 100\% = \frac{8}{227} \cdot 100\% = +3,52\%.$$

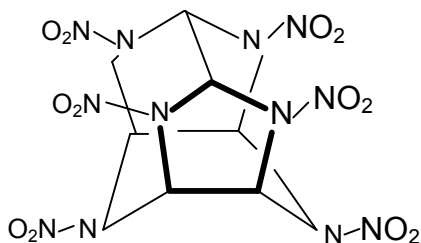
2. ტროტილი. C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>

$$\text{ჟბ} = \frac{\left[ d - \left( 2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{12a + b + 14c + 16d} \cdot 100\% = \frac{\left[ 6 - \left( 2 \cdot 7 + \frac{5}{2} \right) \right] \cdot 16}{12 \cdot 7 + 5 + 14 \cdot 3 + 16 \cdot 6} \cdot 100\% = \frac{-10,5 \cdot 16}{227} \cdot 100\% = -74\%.$$

3. ამონიუმის ნიტრატი. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>N

$$\text{ჟბ} = \frac{\left[ d - \left( 2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{12a + b + 14c + 16d} \cdot 100\% = \frac{\left[ 3 - \left( 0 + \frac{4}{2} \right) \right] \cdot 16}{4 + 14 \cdot 2 + 16 \cdot 3} \cdot 100\% = \frac{16}{80} \cdot 100\% = +20\%.$$

4. ჰექსანიტროჰექსაზაიზოვიურციტანი, ანუ CL-20



მოლეკულური

ფორმულა C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>N<sub>12</sub>O<sub>12</sub>.

$$\text{ჟბ} = \frac{\left[ d - \left( 2a + \frac{b}{2} \right) \right] \cdot 16}{M} \cdot 100\% = \frac{\left[ 12 - \left( 12 + \frac{6}{2} \right) \right] \cdot 16}{438} \cdot 100\% = -\frac{48}{438} \cdot 100\% = -11\%.$$

ბ) ნარევი ფნ-ები

1. გამოთვალეთ ამონაღის შემდეგი კომპოზიციის - NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> - 80 %, C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> - 15 %, Al - 5 % - ჟბ მისი 1კგ წონითი რაოდენობისათვის.



ცხრილი 1

ბათუმი-ქობულეთის ზღვის სანაპირო ზონის პლავწარმოქმელი ნალექების დეფიციტი

უბნები	სანაპირო ზონის მდგომარეობა, ბათუმის პორტის მშენებლობამდე				სანაპირო ზონის თანამედროვე მდგომარეობა				სანაპირო ზონის პლავური ნალექების საერთო დეფიციტი, მ <sup>3</sup>
	სიგრძე, მ	პლავის საშუალო სიგანე, მ	პლავური ნალექების სიმძლავრე, მ	პლავური ნალექების მოცულობა, მ <sup>3</sup>	სიგრძე, მ	პლავის საშუალო სიგანე, მ	პლავური ნალექების სიმძლავრე, მ	პლავური ნალექების მოცულობა, მ <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
მდ. ბარცხანა, კოროლისწყალი ლოკალური კვების უბანი	5500	60	3.0	990000	5500	11	1.5	90750	899250
მწვანე კონცხის აბრაზიული კვების უბანი	2300	10	3.0	69000	2300	1.5	1.0	3450	65550
მდ. ჩაქვისწყლის შესართავის უბანი	1400	50	3.0	210000	1400	39	2.5	136500	73500
ჩაქვის ინტენსიური წარეცხვის უბანი	3000	45	3.0	405000	3000	9	1.0	27000	378000
ციხისძირის აბრაზიული კვების უბანი	1500	15	3.0	67500	1500	12	2.0	36000	31500

**პირველი ხერხი** - ნარევის ზოგადი პირობითი ქიმიური ფორმულის CaHbNcOdAle მიხედვით: როგორც პირობიდან ჩანს ნარევის 1000 გრ შეიცავს 800 გრ

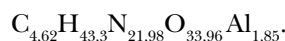
ნიტრატს, 150 გრ ტროტილსა და 50 გრ ალუმინს. პირველ რიგში გამოვთვალოთ ამონაღის კომპონენტების მოლელების რიცხვი მისი ათასი გრამისათვის:

$$n[\text{NH}_4\text{NO}_3] = \frac{m}{M} = \frac{800}{80} = 10; \quad n[\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3] = \frac{150}{227} = 0,66; \quad n[\text{Al}] = \frac{50}{27} = 1,85,$$

ანუ 1000 გრ ამონაღი შეიცავს  $10\text{NH}_4\text{NO}_3$ -ს,  $0,66\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$ -ს,  $1,85\text{Al}$ -ს. შესაბამისად, ზოგადიდან კონკრეტული პირობითი ფორმულის გამოსაყვანად საჭიროა გამოითვალოს მოლელების რიცხვი ფნ-ის კომპონენტებში შემავალი ატომებისათვის:

ჟანგბადი -  $d=10 \cdot 3 + 0,66 \cdot 6 = 33,96$ ;  
 ალუმინი -  $e=1,85$ .  
 ამრიგად, ამონაღის მოცემული კომპოზიციისათვის პირობით ფორმულას ექნება სახე

ნახშირბადი -  $a=0,66 \cdot 7=4,62$ ;  
 წყალბადი -  $b=10 \cdot 4 + 0,66 \cdot 5=43,3$ ;  
 აზოტი -  $c=10 \cdot 2 + 0,66 \cdot 3=21,98$ ;



შევიტანოთ ეს მონაცემები (10) ფორმულაში

$$\text{ჟბ} = \frac{\left[ d - \left( 2a + \frac{b}{2} + \frac{3}{2}e \right) \right] \cdot 16}{1000} \cdot 100\% = \frac{\left[ 33,96 - \left( 2 \cdot 4,62 + \frac{43,3}{2} + \frac{3}{2} \cdot 1,85 \right) \right] \cdot 16}{1000} \cdot 100\% = 0,47\%$$

**მეორე ხერხი** - ნარევი ფნ-ში - ამონაღში კომპონენტების ჟბ-ების ალგებრული ჯამის მიხედვით:

ჟბ  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 20\%$  (იხ. მაგალითი 3);  
 ჟბ  $\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_3 = -74\%$  (იხ. მაგალითი 2);

$$\text{ჟბ Al} = -\frac{3 \cdot 16}{2 \cdot 27} = -0,889.$$

გამოვთვალოთ ჟბ-ების ალგებრული ჯამი კომპონენტების წილების გათვალისწინებით:

$$-74 \frac{x}{1000+x} + 20 \frac{1000}{1000+x} = 0;$$

$$\frac{20000}{1000+x} = \frac{74x}{1000+x};$$

$$x = \frac{20000}{74} = 270,3.$$

არსებობს ჟბ განსაზღვრის სხვა ხერხებიც.

ამრიგად, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ნულოვანი ჟბ-ის მქონე ფნ-ების რაოდენობის სიმცირის გამო, პრაქტიკულ საქმიანობაში ხშირად დგება ამ მახასიათებლის განსაზღვრის აუცილებლობა. ფნ-ების მომზადების ერთ-ერთი მოტივაციაც ეს არის: „ძირითადი“ ფნ-ის ჟბ-ის მიყვანა ნულოვან ნიშნულამდე.

უმნიშვნელოვანესია ჟბ-ის განსაზღვრა **სინთეზირებული ახალი ფნ-ებისათვის**. აფეთქების მაქსიმალური ენ-

ჟბ (ამონაღის მოცემული კომპოზიციისათვის) =  $0,8 \cdot 20 + 0,15 \cdot (-74) + 0,05 \cdot (-88,9) = 16 + (-11,1) + (-4,45) = 0,45\%$ .

2. ტროტილის რა რაოდენობა უნდა დაეუმატოს 1 კგ ამონიუმის ნიტრატს, ჟანგბადის ნულოვანი ბალანსის მისაღებად?

აღვნიშნოთ ტროტილის საძიებო მასა  $x$ -ით, მივიღებთ

ერგის მისაღებად საჭიროა ფნ-ების მომზადება ნახსენებში ნივთიერებების შერევით სათანადო კომპონენტების ისეთ რაოდენობასთან, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნულოვანი ჟბ-ის მქონე კომპოზიციების მიღებას.

**НАДИРАШВИЛИ М.Д., ХОМЕРИКИ С.К.,  
 ЧИХРАДЗЕ Н.М., ХВАДАГИАНИ А.А.,  
 БАХУТАШВИЛИ Г.Г., ВАРШАНИДЗЕ Я.З.  
 РОЛЬ ЭНДОГЕННОГО КИСЛОРОДА В  
 ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ**

В статье представлена краткая характеристика взрывчатых веществ в соответствии с их некоторыми основными свойствами. Рассмотрен один из важнейших атрибутов таких веществ – кислородный баланс. Известно, что энергия взрыва максимальна тогда, когда кислородный баланс взрывчатого вещества близок к нулю. Поэтому, определению этого параметра, для вновь синтезированных взрывчатых веществ, придается огромное значение. В статье также приводятся конкретные примеры определения кислородного баланса.

**ლიტერატურა**

1. Кутузов Б.Н. Взрывное и механическое разрушение горных пород. «Недра», Москва, 1973. 13-16 с.
2. Неницеску К. Общая химия, «Химия», Москва, 1968. 425 с.
3. Глинка Н.Л. Общая химия, «Химия», Ленинград, 1975. 343 с.
4. ე. ცისკარიშვილი. ქანების დანგრევა აფეთქებით. გამომცემლობა „განათლება“. თბილისი, 1980. 35 გვ.
5. ru. Wikipedia. org/wiki/Октанитрокубан.
6. ru.Wikipedia.org/Тексанитрогексаазаизовюрцитан.

NADIRASHVILI M., KHOMERIKI S.,  
CHIKHRADZE N., KHVADAGIANI A.,  
BAKHUTASHVILI G., VARSHANIDZE I.  
**THE ROLE OF ENDOGENOUS OXYGEN IN  
EXPLOSIVES**

The article presents a brief characteristic of explosives, in accordance with their some main properties. One of the important attributes of explosives, oxygen balance, is considered. It's

known, that explosion energy is maximal, when oxygen balance of explosives is near zero. That is why, definition of this parameter, especially for new synthesized explosives, is very important. The paper also considers the concrete examples of oxygen balance definition.

შპპ. 624.131

**საქალ. დოქტორი გ. იაშვილი  
აჭარის ზღვის სანაპირო ზონის გამაგრების ღონისძიებები და მისი  
განვითარების პროგნოზი**

სტატიაში განხილულია შავი ზღვის აჭარის სანაპირო ზონის დაცვის სხვადასხვა მეთოდები ლითონინამიკისა და თანამედროვე გეოლოგიური პროცესების განვითარების მიხედვით გამოყოფილ მახინჯაურისა და ჩაქვის უბნებზე, რომლებზეც ყველაზე უფრო შესამჩნევია სანაპირო ზონის წარეცხვები. გამოთვლილია პლაჟწარმომქმნელი მასალის დეფიციტი, რომელიც საჭიროა რათა აღდგეს ძველი ბუნებრივი პროფილი. იგი არსებობდა მდ. ჭოროხის ლითონინამიკური სისტემის გაწვევებამდე, რაც გამოწვეული იყო ბათუმის პორტის აშენებით (1978წ.). ეს მახინჯაურით გამოთვლები მოხდა ძველი, ჭოროხის ერთიანი ლითონინამიკური სისტემის დროინდელი პროფილებისა და თანამედროვე დეფორმირებული და წარეცხილი პლაჟების შეთავსების შედეგად. შემოთავაზებულია სანაპირო ზონის გამაგრების ღონისძიებები გეოლოგიური გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით.

არსებობს ზღვის სანაპიროს დაცვის სხვადასხვა მეთოდები. პიონერებად ითვლებიან ჰოლანდიელები, რომლებიც ჯერ კიდევ XI საუკუნეში აშენებდნენ დამბებს ზღვის ტალღების საწინააღმდეგოდ, ხოლო XVI საუკუნეში უკვე შეუდგნენ ბუნებრივი ტიპის ნაგებობების მშენებლობას.

ჩვენს ქვეყანაში ზღვის სანაპიროს დაცვა უმთავრესად XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან დაიწყო. ეს სამუშაოები არ ემყარებოდა მეცნიერულ საფუძველს. დროთა განმავლობაში აღმოჩენილი შეცდომების შედეგად თანდათანობით შექმნილი იქნა გამოცდილება და ბოლო დროს ზღვის ნაპირდაცვის პრობლემების გადაწყვეტა ემყარება ჰიდროდინამიკას, ლითონინამიკას, გეომორფოლოგიას, ჰიდროტექნიკურ მშენებლობას.

ზღვის ნაპირების გარეცხვის აქტიურ ფაქტორად ითვლება დელტა. ამიტომ იყო, რომ ადამიანმა პირველ რიგში ტალღების წინააღმდეგ დაიწყო ტალღასაჭრელებისა და ნაპირდამცავი კედლების მშენებლობა, რომლებიც შავ ზღვაზე 50-იან წლებში ძალიან გავრცელდა. მაგრამ მალე გამოირკვა, რომ ყველა ეს ნაგებობა მალე გამოდიოდა მწყობრიდან განსაკუთრებით იმ სანაპიროებზე, სადაც პლაჟწარმომქმნელი ნალექების დეფიციტი იყო. სწორედ ასეთ სანაპიროს წარმოადგენს ბათუმი-

ციხისძირის უბანი განსაკუთრებით მახინჯაური და ჩაქვი, სადაც ნალექების მწვავე დეფიციტია. ამ უბნებზე გავრცელებული ბეტონის ბლოკები, კედლები ითვლება ზღვის ნაპირის დაცვის პასიურ საშუალებად.

პასიურმა ნაპირდაცვამ, განსაკუთრებით იმ უბნებზე, სადაც ძირითადი მაგარი ქანები გავრცელებული არ არის, ნათლად დაგვანახა, რომ ლითონინამიკის იგნორირება ცუდ შედეგებს იძლევა. ტალღამრეკლი კედლები, ბეტონისა და ფიგურული ბლოკების ჩაყრა მახინჯაურისა და ჩაქვის უბნებზე არ გამოდგა ეფექტური. ისინი მალე გამოდიოდნენ მწყობრიდან შტორმული ტალღების მოქმედების შედეგად, ამახინჯებდნენ სანაპირო ზოლს და ხელს უწყობდნენ პლაჟების მოსპობას დიდ სიღრმეებზე და მეზობელ უბნებზე გადატანის შედეგად.

ამრიგად დამტკიცებული იქნა, რომ არა პასიური ნაგებობები იცავენ პლაჟს, არამედ პლაჟი იცავს ნაპირებს გარეცხვებისაგან.

დაიწყო პლაჟების შენარჩუნების სხვა მეთოდების ძებნა, განსაკუთრებით ზოგიერთ ძვირფას უბნებზე. ამ მეთოდებს სპეციალისტებმა - ნაპირის დაცვის აქტიური ღონისძიებები უწოდეს.

ისინი (ბუნები, შპორები და სხვ.) მართალია ხელს უწყობდნენ აბრაზიული ნაპირების ერთგვარ სტაბილიზაციას პლაჟწარმომქმნელი მასალის დაგროვებით, მაგრამ მეზობელ უბნებზე იწვევენ ე.წ. ქვედა წარეცხვებს, არღვევენ საკურორტო ზონის ესთეტიკურ მხარეს და გამოირჩევიან დიდი სიძვირით. ზოგიერთ აბრაზიულ ნაპირებზე აქტიურმა ნაპირდაცვის ღონისძიებებმა გაამართლა (მაგ. ოდესაში ჩაიყარა 1.1 მლ მ<sup>3</sup> მასალა და შექმნა ფართო პლაჟი). ამის მაგალითზე ამ მეთოდებს უნივერსალურიც უწოდეს, მაგრამ ჩვენს შემთხვევაში, ე.ი. საქართველოსა და განსაკუთრებით აჭარის სანაპიროებზე, სადაც ადგილი აქვს პლაჟწარმომქმნელი მასალის ნაპირის გასწვრივ გადაადგილებას, ეს მეთოდი არ ამართლებს.

საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე ნაპირდამცავი ღონისძიებების სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებამ მიგვიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ აჭარის სანაპიროს გამაგრების ერთადერთ ეფექტურ მეთოდად გვესახება

ბუნებრივი პროფილის აღდგენა პლაჟების ხელოვნური შექმნით, ე.ი. პლაჟწარმომქმნელი მასალის მოტანითა და ჩაყრით. ამ ღონისძიების ჩანერგვა იცავს სანაპიროს დაბინძურებისაგან, არ იხარჯება ფონდირებული სამშენებლო მასალა, ხელოვნური პლაჟები მაქსიმალურად უახლოვდებიან ბუნებრივ პირობებს, აღადგენენ მათ ესთეტიკურ და დინამიურ სახეს. როგორც გვიჩვენა საწარმო-სამეცნიერო გაერთიანება “საქზღვანაპირ-დაცვის” გაანგარიშებებმა, ეს მეთოდი, როგორც მინიმუმ, ორჯერ უფრო იაფია. ამ მეთოდის გამოყენების დროს ტალღები ასრულებენ არა დამანგრეველ, არამედ აღმდგენ სამუშაოს. “საქზღვანაპირდაცვამ” გააანალიზა სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული კვლევითი სამუშაოები და შეადგინა საქართველოს სანაპიროს გამაგრების გენერალური სქემა. მის შედგენაში ჩვენმა განყოფილებამაც მიიღო მონაწილეობა.

1982-1986 წლებში, “საქზღვანაპირდაცვის” მიერ ნალექების ბალანსისა და პლაჟების ბუნებრივი წონასწორობის აღდგენის მიზნით ჩატარებულმა სამუშაოებმა ძალიან კარგი შედეგი გამოიღო. წარეცხვებისაგან დაცული და აღდგენილი იქნა ზღვის ნაპირები გაგრის, სოხუმის, ჩაქვის, მახინჯაურისა და ბათუმის რაიონში (დაახლოებით 30კმ). პლაჟების ხელოვნურად აღდგენის ადგილებში შეიქმნა ისეთი პირობები, რომ ზღვის ტალღების მოქმედებამ ხელი შეუწყო პლაჟების აღდგენას ჩაყრილი მასალის სანაპიროს გასწვრივი გადაადგილების შედეგად.

ციხისძირი-ბათუმის რაიონში, სადაც ყველაზე მწვავედაა პლაჟწარმომქმნელი მასალის დეფიციტი, ჩვენ, ლითოლინამიკისა და თანამედროვე გეოლოგიური პროცესების მიხედვით გამოყოფილი გვაქვს 5 უბანი. ყველა უბნისათვის ცალ-ცალკე გამოვითვალეთ პლაჟწარმომქმნელი მასალის დეფიციტი, რათა აღდგენის სანაპირო ზონის ძველი ბუნებრივი პროფილი. ეს გამოთვლები მოხდა ძველი ჭოროხის ერთიანი ლითოლინამიკური სისტემის დროინდელი პროფილების თანამედროვე დეფორმირებული და დანგრეული პლაჟების პროფილების შეთავსების შედეგად (იხ. ცხრ. №1).

როგორც ცხრილიდან 1 ჩანს, ყველაზე მეტად დაზარალდა მახინჯაურისა და ჩაქვის უბანი. პირველზე დეფიციტმა მიაღწია 9.000.000 მ<sup>3</sup>-ს, მეორეზე 400000 მ<sup>3</sup>. შედარებით ნაკლები გარეცხვები შეინიშნება აბრაზიულ კონცხებზე (მწვანე კონცხი და ციხისძირი), აგრეთვე მდინარეების შესართავების ზონებში.

“საქზღვანაპირდაცვის” მიერ განხორციელებულმა

### ლიტერატურა

1. Яшвили Г. Е. – Инженерно-геологические условия шельфа Черного моря в пределах Аджарии. Сб. Проблемы Гидрогеологии и Инженерной-геологии". "Мецნიერება", Тбилиси, 1976. с. 288 – 299.
2. გ. ბუაჩიძე, გ. იაშვილი, თ. იაშვილი. ბათუმის ზღვის სანაპირო ზოლის ლითოლინამიკა მდ. ჭოროხზე ჰიდრო-

მყარი მასალის ჩაყრებმა ზღვაში 4-5 მ. სიღრმეზე მახინჯაურის და ჩაქვის უბნებზე დადებითი შედეგები გამოიღო მახინჯაურის რაიონში პირველივე შტორმის შემდეგ 20 % მასალა შეემატა პლაჟს და წყალქვეშა ფერდს. ასეთივე დადებითი შედეგები იქნა მიღებული ჩაქვის უბანზეც.

ზემოთ აღნიშნული ღონისძიებების ჩასატარებლად საჭიროა ინერტული მასალის დიდი რაოდენობა, რათა განვანორციელოთ მსხვილმასშტაბიანი ჩაყრა, როგორც სანაპიროზე, ასევე მის წყალქვეშა ფერდობის დაბალ სიღრმეებზე (4-5 მ).

“საქეოლოგიის” სპეციალური სამუშაოებით დადგინდა, რომ საკვლევი რეგიონის მდინარეების ხეობებში კარიერებისათვის არის უბნები, რომლებიც შეგვიძლია მოვიძიოთ 4 მლ მ<sup>3</sup>-მდე ნატეხოვანი მასალა, რომლის ექსპლუატაცია არ დაარღვევს მთის ფერდობების მდგრადობას. სანაპირო ზონის პლაჟების აღდგენას ბათუმიდან ქობულეთამდე, სადაც როგორც უკვე აღვნიშნეთ, იგრძნობა პლაჟწარმომქმნელი ნალექების მწვავე დეფიციტი. ეს მოვლენები დაიწყო ბათუმის პორტის აგების შემდეგ (1879 წ.), რამაც გამოიწვია მდ. ჭოროხის ერთიანი ლითოლინამიკური სისტემის გაწყვეტა.

ბათუმის პორტის აშენებისა და ბურუნტაბიეს კონცხის რეფორმირების შემდეგ შეწყდა პორტის ჩრდილოეთით მდ. ჭოროხის პლაჟწარმომქმნელი ნალექების გადაადგილება. მყარი გამონატანის მცირე რაოდენობა კოროლისწყალის, ბარცხანას და ჩაქვისწყალის მდინარეებს გამოაქვთ, რაც ძლივს ყოფნის პატარა ლოკალურ პლაჟებს მახინჯაურისა და ჩაქვის უბნებზე. სანაპირო ზონის დაცვის ეფექტურ საშუალებად გვესახება ბუნებრივი პროფილის აღდგენა, რაც ინერტული მასალის მოტანითა და ჩაყრებით უნდა განხორციელდეს.

ინერტული მასალის ჩაყრების პარალელურად, ზემოთ აღნიშნული უბნების სანაპირო ზონის სტაბილიზაციისათვის, საჭიროდ მიგვაჩნია რეჟიმული დაკვირვებების ჩატარება, რაც მოგვცემს საშუალებას გავაკეთოთ ზღვის სანაპირო ზონის ცვლილებების როგორც მოკლევადიანი, ასევე გრძელვადიანი პროგნოზი და გამოვიშუშაოთ ღონისძიებები გეოლოგიური გარემოს დაცვასა და მის რაციონალურ გამოყენებასთან დაკავშირებით.

ეს გამოცდილება შეიძლება გამოვიყენოთ ზღვის სანაპიროს სხვა რეგიონებშიც, რომელიც შემოსაზღვრულია ნაოჭა სისტემებით, სადაც მდინარეების მყარი გამონატანი წარმოადგენს ძირითად წყაროს, რომელიც ზღვის ზონის მდგრადობას უზრუნველყოფს.

ტექნიკური ობიექტების მშენებლობასთან დაკავშირებით. ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, № XIII, “მეცნიერება”, თბილისი, 2003. გვ. 97-102;

3. Жданов А. М. Об основных проблемах защиты берегов Черного моря от разрушительных воздействий волнения. Сб. Морские берегоукрепительные сооружения Тр. НИИ Минтранстроя, Москва. 1963. с. 25-29.

**ЯШВИЛИ Г. Е.  
МЕРОПРИЯТИЯ ЗАЩИТЫ МОРСКОЙ  
БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ АДЖАРИИ И ПРОГНОЗ ЕЕ  
ИЗМЕНЕНИЯ**

В статье рассмотрены разные методы защиты морской береговой зоны. Выделены литодинамические и современные геологические процессы на участках Махинджаури и Чакви, где больше всего замечены размывы берегов. Выполнены расчеты дефицита пляжеобразующих наносов, необходимых для восстановления старого природного профиля который существовал до прекращения литодинамической системы р. Чорохи, что было вызвано строительством Батумского порта. Эти приближенные расчеты выполнены совмещением старых единой литодинамических профилей современными, деформированными и размывами пляжами. Предложены мероприятия для укрепления береговой зоны в связи защитой геологической среды.

**IASHVILI G.  
MEASURES EASURES TO PROTECT THE  
COASTAL ZONE OF AJARA AND FORECAST ITS  
CHANGE**

The article covers various methods of protecting the coastal zone. Lithodynamic and modern geological processes in the areas of Makhinjauri and Chakvi, where the erosion of the banks are most noted, are outlined. Calculations of the deficit of beach-forming sediments necessary for the restoration of the old natural profile that exists before the termination of the lithodynamic system of the river Chorokhi that was caused by the construction of Batumi port, were carried out. These approximate calculations are performed by combining the old unified lithodynamic profiles with modern, deformed and washed beaches. Measures are proposed to strengthen the coastal zone for the protection of the geological environment.

უპაკ 666.9

**ტიქონ. ვიცნ. დოქტორი ე. შაფაძე, ტიქონ. ვიცნ. დოქტორი რ. სხვიტარიძე,  
ტიქონ. ვიცნ. დოქტორი ი. ქაშუშაძე, ტიქონ. ვიცნ. დოქტორი ლ. ბაჟუნია,  
ტიქონ. ვიცნ. დოქტორი ი. ბაჟაძე**  
**ენერგოეფექტური საზღვაო მასალების წარმოების პერსპექტივაში  
საქართველოში**

სტატიაში განხილულია ენერგოეფექტური სამშენებლო მასალების წარმოების აუცილებლობის საკითხი საქართველოში, რომელიც უნდა ეფუძნებოდეს ძირითადად მსუბუქი თბოსაიზოლაციო სამშენებლო მასალებისა და მსუბუქი ბეტონების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავებას. ამ მიმართულებით მიზანშეწონილია კერამიტიკის წარმოების ათვისება მდ. დურუჯის თიხოვანი ფიქლების გამოყენებით. ეს უკანასკნელი წლების განმავლობაში მიმდინარე ღვარცოფული პროცესების შედეგად არის დაგროვილი, რომელთა რაოდენობა მილიონობით კუბურ მეტრს აღწევს და გარკვეულ საფრთხეს უქმნის ადგილობრივ გარემოს, კერძოდ, ქვეყნის მიდამოებს. გარდა ამისა, თიხოვანი ფიქლებისგან კერამიტიკის წარმოება, როგორც ამას პრაქტიკა აჩვენებს, ეკონომიკურად უფრო მომგებიანი და ნაკლებად შრომატევადია, ვიდრე რბილი თიხოვანი ქანებისგან. ლაბორატორიულ პირობებში შემუშავებულია კერამიტიკის მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმი დურუჯის ფიქლებისგან 1170-1200 °C ტემპერატურაზე გამოწვით.

სამშენებლო ბიზნესის სწორად წარმართვა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ამ დარგისთვის საჭირო ადგილობრივი საწარმოო ბაზის არსებობასთან, ნედლეულის მოპოვებასთან და რაციონალურად გამოყენებასთან.

სამშენებლო მასალებიდან საქართველოში ძირითადად აწარმოებენ მძიმე ბეტონს. მსუბუქი ბეტონის წარმოება ძალიან უმნიშვნელოა, რაც ბეტონის მსუბუქი შემავსებლის დეფიციტით არის გამოწვეული. ბეტონის ბუნებრივი მსუბუქი შემავსებელი: ვულკანური წიდა და პემზა ძირითადად ქვეყნის მაღალმთიან, მიუდგომელ რეგიონებში მოიპოვება (წალკა, ახალციხე, ახალქალაქი), რაც მათი ტრანსპორტირების ხარჯებს ზრდის, ხოლო ზამთრის პერიოდში მათი ექსპლუატაცია შეუძლებელია.

მსუბუქი ბეტონის გამოყენება მშენებლობის ეფექტურობის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა, ვინაიდან მსუბუქი ბეტონები მაღალი თბოსაიზოლაციის ხარისხით გამოირჩევიან, რაც საშუალებას იძლევა, რომ შემცირდეს შენობების კედლების სისქე და დაიზოგოს დიდი რაოდენობით სამშენებლო მასალა, ხოლო დაზოგილი სამშენებლო მასალა - ეს არის მათ წარმოებაზე დაზოგილი სათბობ-ენერგეტიკული ხარჯები.

ამრიგად, ჩვენი აზრით, საქართველოს სამშენებლო მასალების წარმოების განვითარების ვექტორი უნდა მიმართული იქნეს ენერგოეფექტური ახალი სამშენებლო მასალების ტექნოლოგიების შემუშავებაზე და ჩანერგვაზე.

ასეთი ტიპის მასალებიდან შეიძლება მივიჩნიოთ მსუბუქი თბოსაიზოლაციო მასალების წარმოება, რომელიც დაფუძნებული იქნება ადგილობრივ ნედლეულზე:

1. თაბაშირის, აფუებული პერლიტის, ბაზალტის

ბოკოს და ა. შ. საფუძველზე დამზადებული თბოსაიზოლაციო ფილები და ბლოკები;

2. თიხოვანი ნელეულის აფუებით მიღებული მსუბუქი თბოსაიზოლაციო ფილები;

3. თიხოვანი ნელეულის აფუებით მიღებული მსუბუქი შემავსებელი ბეტონისთვის - **კერამიტი** და მის საფუძველზე დამზადებული მსუბუქი ბეტონი **კერამიტიტონი**.

როგორც მსოფლიო მშენებლობის პრაქტიკა გვიჩვენებს, მსხვილპანელიანი სახლების გარე კედლების 60 %-მდე ერთფენოვანი კერამიტიტონის ფილები-საგან შედგება. უშუალოდ კერამიტი ასევე წარმატებით გამოიყენება ნაყარის სახით შენობების სხვენისა და სართულშორისი გადახურვების თბოსაიზოლაციისათვის.

კერამიტი წარმოადგენს მსუბუქ ფორიან მასალას, რომელიც მიიღება თიხოვანი ქანების გამოწვევით 1100 – 1250 °C ტემპერატურაზე მბრუნავ ღუმელებში. გრანულების ზომების მიხედვით კერამიტის სრეში შეიძლება იყოს შემდეგი ფრაქციების: 5 – 10, 10 – 20 და 20 – 40 მმ. 5 მმ-ზე მცირე გრანულები კერამიტის ქვიშას მიეკუთვნება. ნაყარი მასის მიხედვით იყოფა მარკებად (კგ/მ<sup>3</sup>): 150-დან 800-მდე. კერამიტის სრემის წყალშთანთქმა შეადგენს 8 – 20 %-ს, ყინვაგამდევობა - არანაკლებ 25 ციკლისა.

კერამიტის და საკერამიტი ნელეულის თვისებები უნდა აკმაყოფილებდეს შესაბამის სტანდარტულ მოთხოვნებს [1, 2].

კერამიტის წარმოებისთვის ძირითადად გამოიყენება მონტორილონიტური და ჰიდროქარსული თიხები კვარცის არაუმეტეს 30 % შემცველობით. SiO<sub>2</sub>-ის საერთო შემცველობა არ უნა აღემატებოდეს 70 %-ს; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - არანაკლებ 12 %-ს; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO - 10%-მდე; ორგანული მინარეგები - 1 - 2% [3].

ასევე გამოიყენება, ჰიდროქარსებისა და სერიციტ-ქლორიტოვანი მინერალებისაგან შემდგარი ბუნებრივი თიხოვანი ფიქლები, რომელთაც გააჩნიათ ბუნებრივი თვითაფუების უნარი ყოველგვარი დანამატის გარეშე [4]. ასეთი სახის ფიქლები მსოფლიოში ძირითადად მოიპოვება აშშ-ში, ევროპაში, ყირიმში, შუა აზიაში, ურალის მთებში, კავკასიონის ორივე მხარეს.

თიხოვანი ქანების ტემპერატურული დამუშავების დროს აფუება განპირობებულია ორი პროცესით: აირგამოყოფით და თიხის გადასვლით პიროპლასტიკურ მდგომარეობაში.

აირგამოყოფის წყაროს წარმოადგენს რკინის ოქსიდების აღდგენა ორგანულ მინარეგებთან მათი ურთიერთქმედების შედეგად, ჰიდროქარსების და სხვა წყალშემცველი თიხოვანი მინერალების დეჰიდრატაცია, კარბონატების დისოციაცია და ა. შ. პიროპლასტიკურ მდგომარეობაში თიხა გადადის მაღალ ტემპერატურაზე მაშინ, როდესაც მასში წარმოიქმნება თხევადი ფაზა (ნადნობი), რის გამოც თიხა რბილდება, იძენს პლასტიკური დეფორმაციის უნარს. ამ ორი პროცესის თანხვედრის შედეგად თიხა იწყებს აფუებას და იძენს ფორიან სტრუქტურას. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აფუების ინტერვალის დაცვას, რათა არ

მოხდეს მასალის მოლიანად შეცხოვა, რაც კერამიტის ფორიანობის შემცირებას და სიმკვრივის ზრდას გამოიწვევს.

ამა თუ იმ სახის თიხოვანი ქანის ვარვისიანობა კერამიტის მისაღებად დგინდება სპეციალური კვლევებით.

**პირველი და აუცილებელი მოთხოვნა** - აფუების უნარი გამოწვევისას.

**მეორე მოთხოვნა** - ადვილადლობადობა. გამოწვევის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 1250 °C-ს, ამავე დროს წარმოქმნილმა ნალობმა უნდა განაპირობოს მასის დარბილება და საჭირო სიბლანტე. წინააღმდეგ შემთხვევაში, გამოწვევისას წარმოქმნილი აირები გამოიძევება გარემოში და ვერ მოასწრებს მასის აფუებას.

**მესამე მოთხოვნა** აფუების ინტერვალი - სხვაობა გამოწვევის დასაშვებ ზღვარსა და აფუების დაწყების ტემპერატურებს შორის. ეს ინტერვალი სასურველია, რომ იყოს არანაკლები 50 °C-ისა.

ნელეულის სახეობის მიხედვით კერამიტის წარმოების ოთხი მეთოდი არსებობს: **სველი, პლასტიკური, ფხვნილისებრი და მშრალი**.

ყველაზე მეტად გავრცელებულია პლასტიკური მეთოდი, ვინაიდან ამ მეთოდის დროს გამოიყენება ძირითადად რბილი თიხოვანი ქანები, რომელნიც ფართოდ მოიპოვებიან ბუნებაში. პლასტიკური მეთოდით წარმოებისას ხდება თიხის სველ მდგომარეობაში დაწვრილმანება ლილევიან სამსხვრეველებში. შემდეგ თიხის პლასტიკური მასიდან (20 % სინესტიით) აყალიბებენ გრანულებს, რომლებიც საშრობ დოლში წინასწარი შრობის შემდეგ, გამოიწვევა მბრუნავ ღუმელებში.

მშრალი მეთოდით კერამიტის წარმოება შესაძლებელია მხოლოდ ქვისმაგვარი თიხოვანი ნელეულის გამოყენების შემთხვევაში, რომელსაც, კერძოდ, თიხოვანი ფიქლები მიეკუთვნება. მშრალი მეთოდი შედარებით მარტივი და ეკონომიურია, ვინაიდან ამ დროს გამოირიცხულია გრანულების დამზადების და მათი გამოშრობის ენერგოტევადი პროცესები და დაწვრილმანებული ნელეულის პირდაპირ გამოსწვავ ღუმელებში მიემართება.

მსოფლიოში მოთხოვნა ბეტონის მსუბუქ შემავსებლებზე განუხრელად იზრდება, თუმცა ეს მოთხოვნა მხოლოდ 70-80 %-ით კმაყოფილდება ნელეულის სიმცირის გამო.

ამავდროულად ჩვენთან, მდ. დურუჯის ხეობაში წლების განმავლობაში მიმდინარე ღვარცოფული პროცესების შედეგად დაგროვილია თიხა-ფიქლების ბუნებრივი ჩამონატანი, რომელთა რაოდენობა მილიონობით კუბურ მეტრს აღწევს და გარკვეულ საფრთხეს უქმნის ადგილობრივ გარემოს, კერძოდ, ქ. ყვარლის მიდამოებს (იხ. სურ. 1, 2). მათ დღეისათვის პრაქტიკული გამოყენება არა აქვთ. გარდა ამისა, თიხოვანი ფიქლები-სგან კერამიტის წარმოება, როგორც ამას პრაქტიკა აჩვენებს, ეკონომიკურად უფრო მომგებიანი და ნაკლებად შრომატევადია, ვიდრე რბილი თიხისგან.



სურ. 1



სურ. 2

მდ. ღურუჯის თიხოვანი ფიქლების წინასწარი კვლევებით გამოვლინდა მათი კომპლექსური პოლიმინერალური აღნაგობა, ხოლო მაღალტემპერატურულ ინტერვალში თერმული დამუშავებისას თვითაფუების უნარი ყოველგვარი ამაფუებელი დანამატის გარეშე და მოცულობის მკვეთრი ზრდა [5, 6].

ლაბორატორიულ პირობებში შესწავლილი იქნა მდ. ღურუჯის ხეობიდან მოპოვებული თიხოვანი ფიქლების სინჯები [7]. მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული ანალ-

იზის მიხედვით თიხოვანი ფიქლები წარმოდგენილია კვარცის, მინდვრის შპატის, პლაგიოკლაზის მარცვლებით და ბიოტიტის ქერცვლებით, რომლებიც ძირითადად გამოიყოფა კვარცის მარცვლების შორისებში. ბიოტიტი ნაწილობრივ ქლორიტიზებულია, ხოლო პლაგიოკლაზის მარცვლები - ნაწილობრივ სერიციტიზებული.

თიხოვანი ფიქლების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

თიხოვანი ფიქლების ქიმიური შედგენილობა, მას. %

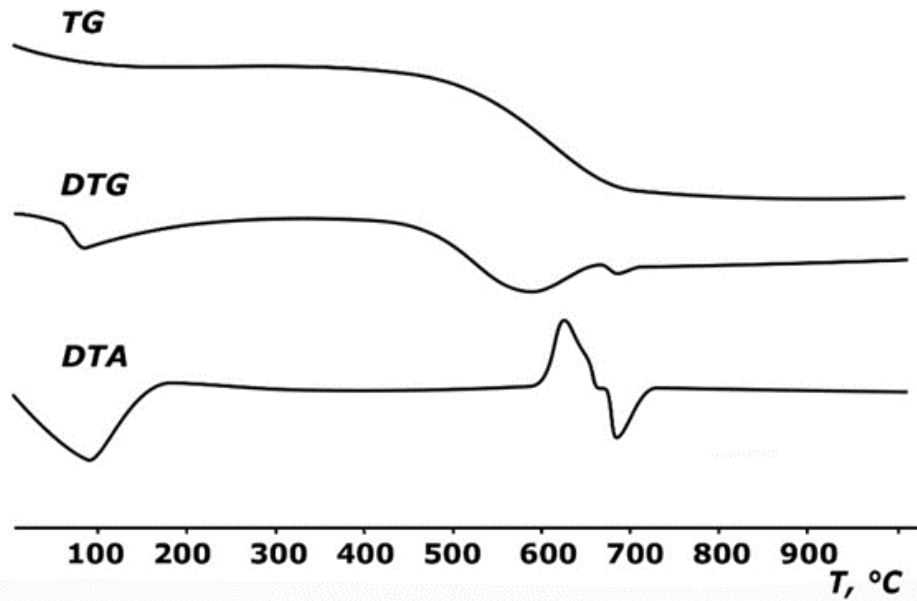
ხურბითი დანაკარგი	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	C	ჰუმუსი
4,5	59,0	0,89	18,8	6,51	0,23	0,23	1,52	1,75	0,23	2,1	3,0	1,74	3,0

დიფერენციალურ-თერმული ანალიზით (იხ. ნახ. 1) გამოვლინდა თიხოვანი ფიქლების თერმული დამუშავებისას ჰიდრატული წყლის გამოყოფის მომენტი (ენდოფექტი მაქსიმუმით  $\approx 100$  °C-ზე). ტემპერატურის ზრდით 450-720 °C-ის ფარგლებში აღინიშნება წონის მნიშვნელოვანი კლება  $\approx 4$  %-მდე. ხოლო 560-680 °C ტემპერატურაზე ფიქსირდება ეგზოფექტი, რომელიც დაკავშირებულია, ერთის მხრივ, ორგანული მინარევების ამოწვასთან, ხოლო ასევე, შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ორვალენტიანი რკინის დაჟანგვით სამვალენტიანამდე და ქარსების დეჰიდრატაციით. ამ ინტერვალისათვის დამახასიათებელია წონის კლებაც.

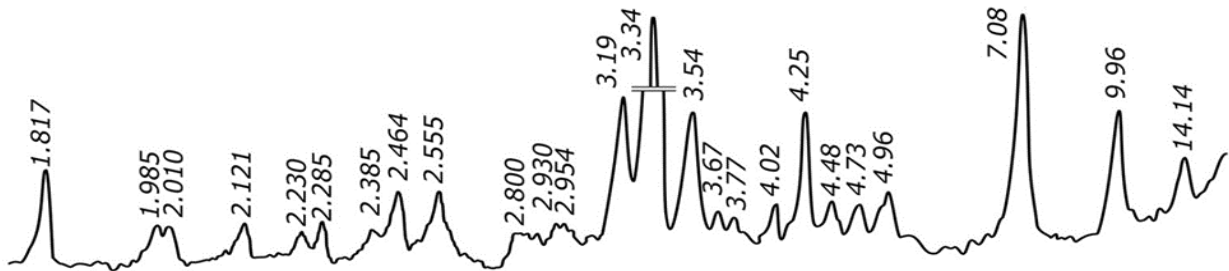
680-710 °C ინტერვალში აღინიშნება ენდოფექტი, რაც სავარაუდოდ, დაკავშირებულია თიხოვანი მინერალების კრისტალური მესრის დაშლასთან და ამორფული ფაზის - მეტაკალინის წარმოქმნასთან.

რენტგენოფაზური ანალიზის მიხედვით (იხ. ნახ. 2) თიხოვანი ფიქლები შედგება კვარცისგან (4.25, 3.34, 2.464, 2.285, 2.230, 2.010, 1.985, 1.817 A<sup>0</sup>); თიხოვანი მინერალის - ქლორიტისგან (14.14, 7.08, 4.73, 3.54 A<sup>0</sup>); ქარსისგან (9.96, 4.96, 2.555, 2.010 A<sup>0</sup>) და Ca-Na-იანი მინდვრის შპატისგან (4.02, 3.77, 3.67, 3.19, 2.954, 2.930, 2.800, 2.395 A<sup>0</sup>).





ნახ. 1. თიხოვანი ფიქლების თერმული მრუდები



ნახ. 2. თიხოვანი ფიქლების რენტგენოგრამა

ამგვარად, კვლევების შედეგებიდან გამოიკვეთა, რომ თიხოვანი ფიქლები ხასიათდება აირწარმოქმნელი ნივთიერებების მნიშვნელოვანი შემცველობით, რის გამოც მალტემპერატურულ ინტერვალში თერმული დამუშავებით მათ უნდა განიცადონ თვითაფუება, რის შედეგადაც მათში უნდა წარმოიქმნას სხვადასხვა ზომის ფორები.

შემდგომმა ლაბორატორიულმა კვლევებმა დაადასტურეს ეს მოსაზრება.

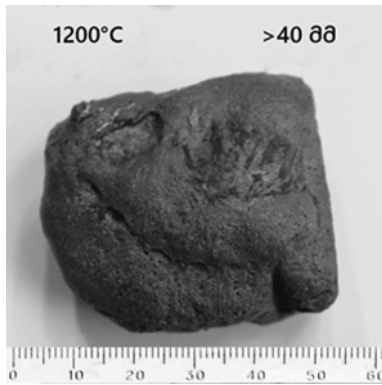
ჩატარდა ფიქლების ქვების ფრაქციონირება (მმ): 20 - 40, 10 - 20, 5 - 10, 2.5 - 5.0, 1.25 - 2.5, < 1.25. ფრაქციები გამოიწვა შემდეგი ტემპერატურული რეჟიმით: ფრაქციის მოთავსება 200 - 250 °C-ზე გასურებულ მუფელის ელექტროლუმელში და 20 წუთი დაყოვნება; გადატანა 1200 °C-ზე გასურებულ კარბორუნდის ელექტროლუმელში და 10 წუთი დაყოვნება; გაცივება 900 °C-მდე და გადმოტვირთვა.

ყველა ნიმუში კარგად აფუედა. ფერი მოშავო მოყავისფრო. დიდი ზომის ნიმუშებში შიგნით რჩება ცო-

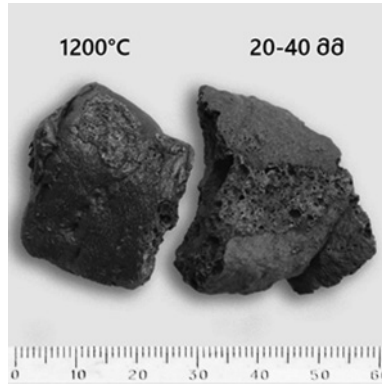
ტაოდენი ფხვნილი, ეტყობა, დაყოვნების დრო არასაკმარისია. 1.25 მმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციები 1200 °C-ზე ერთმანეთს ეკვრის. მათთვის ეს ტემპერატურა მაღალია.

იგივე პროცედურები ჩატარდა 1170 °C-ზე გამოწვისას. შედეგები აქაც დამაკმაყოფილებელი აღმოჩნდა. აფუების კოეფიციენტმა შეადგინა საშუალოდ 2.7 - 3. კერამზიტის გრანულები კარგი ფორიანობით გამოირჩევა (იხ. სურ. 3 -12).

ჩატარებული ლაბორატორიული კვლევები მოწმობს მდ. დურუჯის თიხოვანი ფიქლებისგან კერამზიტის მიღების შესაძლებლობას. კერამზიტის საწარმოს შექმნას წინ უნდა უსწრებდეს შემდგომი ლაბორატორიული ცდები და, აგრეთვე გეოლოგიური კვლევები ხეობაში დაგროვილი: ეროზიის შედეგად დაშლილი და მდინარის მიერ მთებიდან ღვარცოფით ჩამოტანილი თიხოვანი ფიქლების მასის ერთგვაროვნების და სავარაუდო მარაგების დასადგენად.



სურ. 3



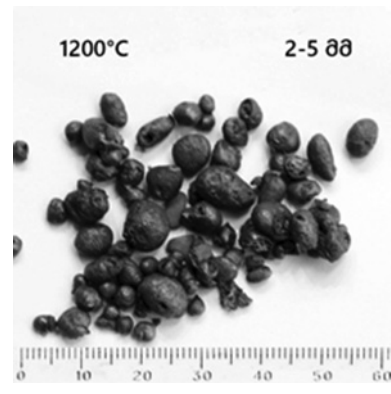
სურ. 4



სურ. 5



სურ. 6



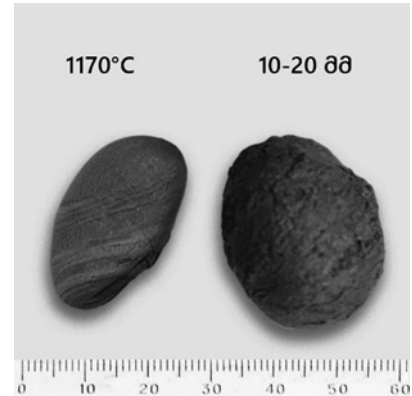
სურ. 7



სურ. 8



სურ. 9



სურ. 10



სურ. 11



სურ. 12

ენერგოეფექტური სამშენებლო მასალების მისაღებად თიხოვანი ფიქლების გამოყენების კიდევ რამდენიმე მიმართულება შეიძლება გამოიკვეთოს, მაგ. ცემენტის წარმოებაში:

1. კლინკერის ნედლეული კომპონენტის სახით - თიხის ნაწილობრივ ან მთლიანად ჩანაცვლებით რენტაბელურია ცემენტის თანამედროვე მშრალი მეთოდით წარმოებისას, ვინაიდან თიხისგან განსხვავებით არ მოითხოვს გამოშრობას;
2. ცემენტის პუცოლანური დანამატის სახით, რასაც ითვალისწინებს ევროპული სტანდარტი ცემენტებზე

### ლიტერატურა

1. ГОСТ 32496-2013. Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия.
2. ГОСТ 32026-2012. Сырье глинистое для производства керамзитовых гравия, щебня, песка. Технические условия.
3. Онацкий С. П. Производство керамзита. Изд. литературы по строительству, Москва, 1971. 158 с.
4. Шустер Р.Л., Рахимова Р.А. Сланцы как сырье для получения легких заполнителей бетона. “Недра”, Москва, 1974. 65 с.
5. Мирианашвили А. Д., Койвунен Л. Т., Схвитаридзе Р. Е., и др. Физико-химическое исследование кварельского сланца с целью широкого применения в силикатной промышленности. „კერამიკა“, №2(6). თბილისი, 2001. გვ. 17-20.
6. ლ. გაბუნია, ე. შაფაქიძე, გ. მაღალაშვილი, ი. გეჯაძე. მდ. დურუჯის ხეობის თიხა-ფიქლების შესწავლა სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში გამოყენების მიზნით. სსიპ კავკასიის ალ. თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის შრომათა კრე-

[8]. ამისთვის საჭიროა თიხოვანი ფიქლების წინასწარი გამოწვა 600 – 800 °C ტემპერატურაზე [9, 10].

ამრიგად, ფაქტიურად გამოყენებული მრავალკომპონენტიანი ნედლეულის შესწავლა აქტუალურია განსაკუთრებით თანამედროვე პირობებში, რომელიც გამოირჩევა ბუნებრივი კომპლექსური ნედლეულის მარაგის შემცირებით და არსებული ეკოლოგიური ვითარების გამძაფრებით, რის გამოც კომპლექსური ტექნოგენური ნედლეულის სასწრაფო გამოყენების საკითხებს უმნიშვნელოვანესი სოციალური და ეკონომიკური ღირებულება ენიჭება.

ბული. თბილისი, 2009. გვ. 399-401.

7. ე. შაფაქიძე, ლ. გაბუნია, ი. ქაბუშაძე, ი. გეჯაძე. ფორიანი თბოსაიზოლაციო მასალების მიღების ტექნოლოგიის დამუშავება ადგილობრივი ბუნებრივი ნედლეულის საფუძველზე. სსიპ კავკასიის ალ. თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის ანგარიში. თბილისი, 2011. 42 გვ.
8. EN 197-1. Cement. Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements.
9. Sarukhanishvili A., Skhvitardze R., Shapakidze E., Kapanadze M., Loladze T. and others. Innovative Solution of Utilization of the Clay Slates Accumulated in the Gorge of the River Duruji. IBSU Journal of Technical Science and Technologies. Vol 5, №2, Tbilisi, 2016. pp. 27-32.
10. Shapakidze E., Skhvitardze R., Gejadze I., Maisuradze V., Nadirashvili M., Khuchua E. Study Of Alluvium Shales (Falling Rocks Of Caucasian Ridge, Generated As A Result Of Sill-Mudflows), As A Pozzolan Additive For Cement. Journal of Georgian Ceramists Association “Ceramics”, № 1(35). Tbilisi, 2016. www.ceramics.gtu.ge.

**ШАПАКИДЗЕ Е. В., СХВИТАРИДЗЕ Р. Е.,  
КАМУШАДЗЕ И. Г., ГАБУНИЯ Л. В., ГЕДЖАДЗЕ И. В.  
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ В ГРУЗИИ**

В статье рассмотрена необходимость производства энергоэффективных строительных материалов в Грузии, которое должно быть основано на разработке технологий получения легких теплоизоляционных строительных материалов и легкого бетона. Для этого целесообразно освоить производство керамзита с использованием в качестве сырья глинистых сланцев р. Дуруджи. Последние в течении многих лет скапливались в результате селево-грязевых потоков, количество которых достигает миллионы кубических метров и которые создают угрозу для окружающей среды, в частности, г. Кварели. Как показывает практика, производство керамзита с применением сланцев экономически более выгодно и менее трудоемкое, чем в случае использования мягких глинистых пород. В лабораторных условиях разработан технологический режим получения керамзита из глинистых сланцев р. Дуруджи при температуре обжига 1170-1200 °C.

**SHAPAKIDZE E., SKHVITARIDZE R., KAMUSHADZE I.,  
GABUNIA L., GEJADZE I.  
THE PROSPECTS OF PRODUCTION OF ENERGY-  
EFFICIENT CONSTRUCTION MATERIALS IN  
GEORGIA**

In article the need of production of energy efficient construction materials in Georgia which has to be based on development of technologies of receiving light heat-insulating construction materials and lightweight concrete is considered. It is for this purpose expedient to develop production of claydite with use as raw materials of clay slates of the Duruji River. The last within many years crowded as a result of torrential and mud streams which quantity reaches millions of cubic meters and which create threat for the environment, in particular, of town Kvareli. As practice shows, production of claydite with use of slates is economically more favorable and less labor-consuming, than in case of use of soft clay breeds. The technological mode of receiving claydite from clay slates of the Duruji River at a temperature of burning at 1170 - 1200 °C is in vitro developed.

აპად. დოქტორი თ. ლონღაძე, ტაძნ. მიცნ. დოქტორი ს. ზლიაძე,  
 აპად. დოქტორი ე. გოჯაჯიშვილი, აპად. დოქტორი დ. კუხატაძე  
 სასათბურე მეურნეობის განახლებაში ინჟინერი მამარაშვილი

*ნაშრომში განხილულია საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში, სადაც ზამთრობით ჰაერის ტემპერატურა საგრძობლად დაბალია (და არა მხოლოდ იქ), ინდივიდუალური სასათბურე მეურნეობის განახლებაში ენერჯით უზრუნველყოფის საკითხი და ენერჯის მიღების შესაძლებლობა ისეთი მდინარიდან, რომლის ბუნებრივი დინების არქარება ხდება ძრავის მოქმედების ადგილებში დინების ხელოვნური შევიწროვებით, ყოველგვარი დამატებითი საშუალების ჩატარების გარეშე, გარდა ნაპირზე განთავსებული საყრდენების ერთგვარი მონტაჟისა.*

სასათბურე მეურნეობის ფუნქციონირებისათვის საჭირო ყოველწლიური დანახარჯების უდიდესი ნაწილი მოდის ენერჯიაზე. მაგალითისათვის სათბურეში მოყვანილი პომიდორის ფასის დაახლოებით 70%-ს შეადგენს დანახარჯები სათბურე ენერჯიაზე. ამდენად იაფი ენერჯიის უქონლობის შემთხვევაში სასათბურე მეურნეობასთან დაკავშირებული ბიზნესწამოწყება სარისკო საქმეა და ხშირად აზრს მოკლებულია.

როგორც აღვნიშნეთ, ენერჯიის ძირითად წყაროდ ჩვენს შემთხვევაში გვევლინება მდინარე, რომელიც სათბურისათვის გამოყოფილ მიწის ნაკვეთთან ახლოს მიედინება და რომლის დინების სიჩქარეა 1-3 მ/წმ. ნაკადის კინეტიკური ენერჯია დეკონცენტრირებული და განაწილებულია ბუნებისაგან ნაკარნახევი სპონტანური კანონის მიხედვით, მდინარის კალაპოტის როგორც განვიად ასევე გრძივად. დღეისათვის კი მსგავსი გარემო პირობებისა და დანიშნულებებისთვის გამიზნული მიკროაგრეგატების ამბრავი (მათ შორის თავისუფალ ნაკადზე მოშუავე) ტურბინების დამონტაჟება და ფუნქციონირება მოითხოვს ნაკადის ენერჯიის კონცენტრაციას, რაც კი თავის მხრივ საჭიროებს სათავე ნაგებობის, სალექარის, სადერივაციო არხის (სადაწნევი მილსადენის) ან წყალსაგდების მოწყობას, რომლებსაც უნდა გააჩნდეთ მთის ნაკადებისთვის დამახასიათებელი წყალმოვარდნების გაძღების უნარი. ეს მოითხოვს მნიშვნელოვან საპროექტო და სამშენებლო საშუალებებს და, შესაბამისად, იწვევს გამოშუავეებული ელექტროენერჯიის ღირებულების მნიშვნელოვან ზრდას, განსაკუთრებით თუ გავითვალისწინებთ მთიან რეგიონებში ფართოდ გავრცელებულ აქტიურ გეოლოგიურ მოვლენებს. ამდენად, საჭიროა ისეთი ალტერნატიული გადაწყვეტის გამოძებნა, რომელიც არ მოითხოვს დიდი მოცულობის მიწის საშუალების წარმოებას.

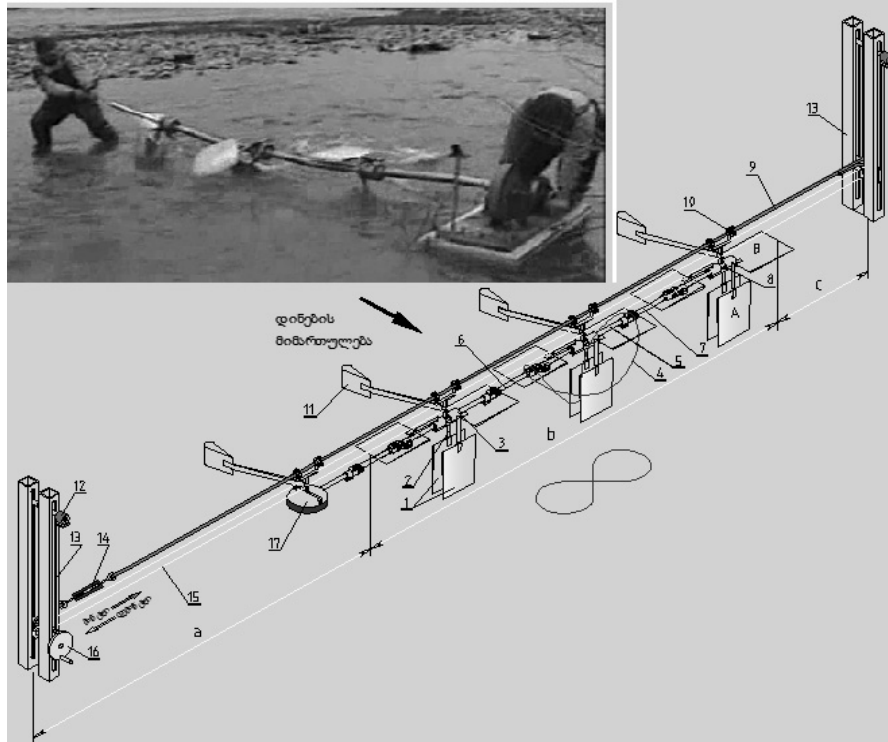
საკმარისი რაოდენობის ელექტროენერჯიის გამოშუავეებისათვის, დინების შედარებით დაბალი სიჩქარეების გამო, საჭიროა მდინარის როგორც გრძივად, ასევე განვიად ათვისება. გამოყენებული უნდა იქნეს ორი ტიპის აბსოლუტურად ორიგინალური ენერგოდანადგარი: ელექტროენერჯიის გამოშუავეებისათვის თავისუფლად დინებადი მიკრო ჰიდროელექტროსადგური და წყლის ამოსატუმბად მრგვა-

ლი ტურბინა-ტუმბო. ორივე შემთხვევაში ტურბინის, სიმეტრიული პროფილის მქონე ფრთები მოძრაობენ სივრცული რვიანის მსგავს ტრაექტორიაზე, შედეგად მათი უკუსვლა ხორციელდება ჰაერში, ხოლო სასარგებლო სვლა წყალში.

ნახაზზე 1 წარმოდგენილია თავისუფლად დინებადი მიკროჰიდროელექტროსადგურის ტურბინის კონსტრუქცია, რომელიც შეიცავს ფრთებს 1, მანებს 2, მუშაობის, ანუ ენერჯიის ამთვისებელ ღერძს 7, რომლის ერთ ბოლოზე პირდაპირ ან რომელიმე გადაცემის საშუალებით მიერთებულია ელექტროგენერატორი ან წყლის ამოსატუმბი ტუმბო 17. ამასთან მანები დაკავშირებულია დიფერენციალთან 3, რომლის კონსტრუქცია ფრთებს აიძულებს იმოძრაოს სივრცული რვიანის მსგავს ტრაექტორიაზე (ლემნიკატაზე) 4, ხოლო დიფერენციალიდან გამოსული ხისტი ნახევარღერძები 5 და კარდანები 6 ერთმანეთთან მიერთებით ქმნიან ერთ მთლიან ნახევრად მოქნილ ღერძს 7. ყველა დიფერენციალის უძრავი ლილვი 8 მზიდ გვარლზე 9 მგორავ მიმართველ ურიკასთან 10 არის მიერთებული. ეს სისტემა რეაქტიული მომენტის თავიდან ასაცილებლად აღჭურვილია ტივტივით 11. შესაბამისად, გრავიტაციის, ამომგდები და ჰიდროდინამიკური ძალების ზემოქმედების შედეგად მზიდი გვარლი 9 და ნახევრად მოქნილი ღერძი 7 თითქმის ეკვიდისტანტებია (მათი გრძივი სიმრუდე და გრეხა კვაზიიდენტურია). ჯალამბარის 12 საშუალებით, საყრდენების 13 მიმართველებში ხორციელდება მზიდი გვარლის ბოლოების (ანუ ერთიანი ტურბინის) აწევა ან დაწევა. გვარლის დაჭიმულობის ხარისხი რეგულირდება ტალრებით 14. ლოკალური ტურბინების მონტაჟი და დემონტაჟი ხორციელდება გასაწევი გვარლის 15 და ჯალამბარის 16 მეშვეობით.

თავისუფლად დინებადი მიკროჰიდროელექტროსადგური მუშაობს შემდეგნაირად: -სიჩქარის მქონე მდინარის ნაკადით გარსემოდინების შედეგად ლოკალური ტურბინის ფრთაზე აღიძვრება მისი ზედაპირის კვაზიპერპენდიკულარულად მოქმედი ჰიდროდინამიკური ძალა, რომლის მიერ შექმნილი მომენტი აიძულებს დიფერენციალის კორპუსებს 2-სა და 3-ს (იხ. ნახ. 2) იბრუნოს შედგენილი ღერძის 6 ირგვლივ. შესაბამისად, ფარდობითი ბრუნვის ღერძზე 1 დამაგრებული კბილანა 5 იწყებს გადატანით ბრუნვას შედგენილი ღერძის მიმართ, მაგრამ რადგანაც ეს კბილანა მოდებში იმყოფება დიფერენციალის უძრავ ლილვზე 8 ხისტად დამაგრებულ თავისავე ზომის კბილანასთან 4, ამდენად კბილანა 5 ასრულებს ფარდობით ბრუნვასაც საკუთარი, ანუ ფარდობითი ბრუნვის ღერძის გარშემო, შედეგად ტურბინის ფრთა მოძრაობს ნახაზზე 3 გამოსახულ სივრცული რვიანის მსგავს ტრაექტორიაზე, ე.წ. ლემნიკატაზე.

ტრაექტორიის AA<sub>1</sub> და BB<sub>1</sub> უბნებზე ფრთა მოძრაობს დინების საწინააღმდეგოდ, მაგრამ ძირითადად ჰაერში (უკუსვლა), ამიტომ მისი წინააღმდეგობა მინიმალურია.

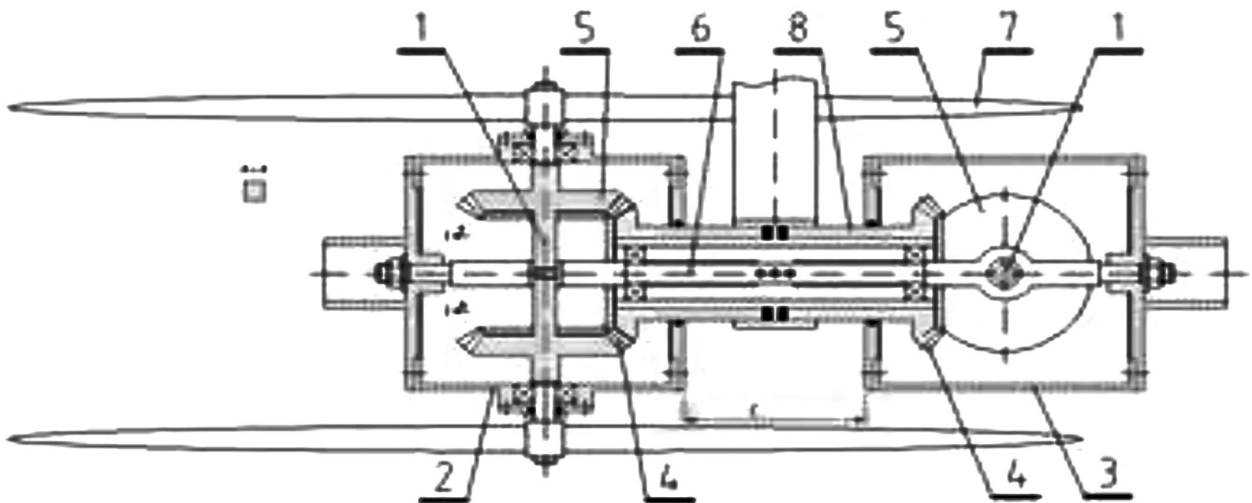


ნახ. 1. თავისუფლად დინებადი მიკროპრესის კონსტრუქცია

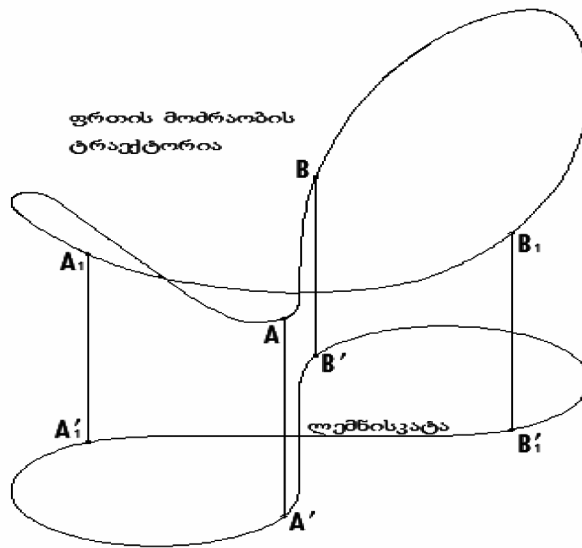
ტრაექტორიის  $AB$  და  $A_1B_1$  უბნებზე სორციელდება ნაკადის ენერგიის მაქსიმალურად ათვისება (სასარგებლო სვლა). ყველა ლოკალური ტურბინის მიერ შექმნილი სასარგებლო მომენტი შეჯამდება ნახევრად მოქნილ ღერძზე 7 (იხ. ნახ. 1), რომელზეც მიერთებულია ელექტროგენერატორი. ლოკალური ტურბინების

მონტაჟი და დემონტაჟი სორციელდება თოკის 15 და ჯალამბარის 16 მეშვეობით.

აღწერილი სამსექციანი აკინძული ერთი ტურბინით, მდინარე ხრამზე, შესაძლებელი იქნება 1 კვტ-მდე სიმძლავრის ათვისება შემდეგი პირობებით: როდესაც დისლოკაციის ადგილზე ხრამის სიგანა 8 მ-დე,



ნახ. 2. თავისუფლად დინებადი მიკროპრესის დიფერენციალი



**ნახ. 3. თავისუფლად დინებადი მიკროჰესის ფრთის მოძრაობის ტრაექტორია; თავისუფლად დინებადი ტურბინების ენერგეტიკული კომპლექსი**

სიღრმე 0.5 მ, სიჩქარე 2 მ/წმ; ტურბინის ფრთის ფართობი 0.15 მ<sup>2</sup>. იმ შემთხვევაში კი, თუ მდინარის სიჩქარე 3 მ/წმ-მდე იქნება, მაშინ შესაძლებლობა გაჩნდება ერთი ასეთი ტურბინით ათვისებული იქნეს 4 კვტ-მდე სიმძლავრე.

შესაბამისად, მდინარის აღნიშნული მონაცემების შემთხვევაში და 12 კვტ სიმძლავრის სათბურისათვის საჭირო იქნება 12 ცალი ერთ კილოვატიანი ან 3 ცალი ოთხ კილოვატიანი სიმძლავრის ტურბინა. თუ ამ ტურბინებს განვალაგებთ მდინარის გასწვრივ, ერთმანეთისაგან 10-20 მ-ის დაშორებით, ეს ინტერვალი საკმარისია იმისათვის რომ მდინარემ აღიდგინოს წინა ტურბინის მიერ ათვისებული, ხოლო მდინარის მიმართებაში კი წართმეული ენერგია.

სათბურისა და ელექტროსადგურის საერთო ხედი

ნაჩვენებია ნახაზზე 4. სათბურის კონსტრუქცია ელექტროენერგიით მარაგდება აკინძული ტურბინების სისტემის საშუალებით. ტურბინები ერთმანეთისაგან დაცილებულია სხვადასხვა მანძილით და ქმნიან ერთიან ენერგეტიკულ კომპლექსს. სარწყავი წყლის ამოსატუმბად კი განკუთვნილია ხელსაყრელ ადგილზე განლაგებული ერთ-ერთი აკინძული ტურბინა.

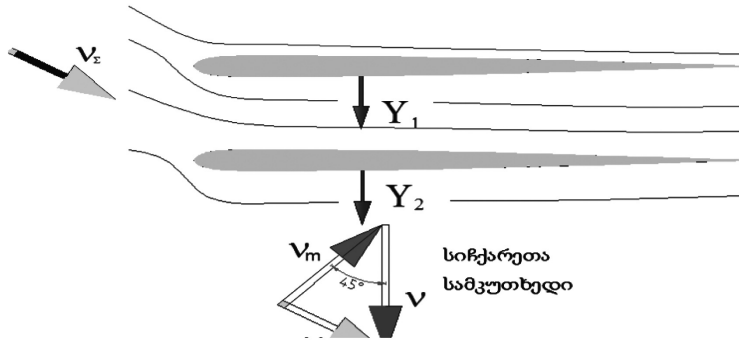
სათბურის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია მოსაყვანად დაგეგმილ სასოფლო-სამეურნეო კულტურაზე მორგებული სარწყავი სისტემა. წყლის ამოსატუმბად სათბურის სიბრტყიდან 5 მ სიმაღლის და 100 მ<sup>3</sup> მოცულობის ავზის შესავსებად 12 სთ-ის განმავლობაში საჭირო იქნება ორ კვტ-იანი მრგვალი ტურბინა-ტუმბო, რომლის კონსტრუქცია მოცემულია ნახაზზე 6.



**ნახ. 4. თავისუფლად დინებადი მიკროჰესის ფრთის ბიპლანური კონსტრუქციის სქემა**

კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია სიახლეები. ერთ-ერთი სიახლეა ფრთის ბიპლანური სქემა, რომლის საშუალებითაც, ღინების დაბალი სიჩქარეებისას მკვეთრად გაიზრდება ჰიდროდინამიკური ძალა; კოშკურა-კორპუსის გარსშემოდინების შედეგად სახეშეცვლილ ნაკადში მოძრავე ფრთაზე აღიძვრება მისი ზედაპირის კვაზიპერპენდი-

კულარულად მოქმედი ჰიდროდინამიკური ძალა (როგორც ჩანს ნახაზზე 5 ბიპლანის შემთხვევაშიც, ჰიდროდინამიკური ძალა  $Y$  აღიძვრება არა დაწნევის შედეგად, არამედ გარსშემოდინების შედეგად), რომლის მიერ შექმნილი მომენტი  $M = H \times Y$  აიძულებს ფრთის თითისტარს და მასთან მიერთებულ ორსექციან თავაკს ბრუნვას.



ნახ. 5. თავისუფლად ღინებადი მიკროჰესის ფრთის ტალღური კონსტრუქცია

ასევე სიახლეა ფრთის პროფილის ტალღური ფორმა (იხ. ნახ. 5), რითაც მნიშვნელოვნად მცირდება ინდიქტიური წინააღმდეგობა.

წყლის ორიგინალური ტურბინა “არგო“-ს კონსტრუქცია შეიცავს პირდაპირ ფრთებს 1, რადიალურ მანებს 2, ტურბინის ცენტრში მოთავსებულ და მუშაობის, ანუ ენერჯის ამთვისებელ ღერძს 3, რომლის ერთ ბოლოზე პირდაპირ ან რომელიმე გადაცემის საშუალებით მიერთებულია წყლის ამოსატუმბი ტუმბო 4, ამასთან, მანები წარმოადგენენ არა ცალკეულ დამოუკიდებელ რადიუსებს, არამედ მთლიან დიამეტრებს, რომლებიც ჰორიზონტალურ სიბრტყეშია განლაგებული და ბოლოებით ხისტადაა დაკავშირებული თანაღერძულ ორსექციან თავაკებთან 5 და ლილვაკებთან 6. თავაკებში ბრუნვის უნარით ცენტრულად, ერთმანეთის მიმართ  $90^\circ$ -იანი ფაზით და მანების 2 ღერძის მართობულად დამონტაჟებულია კონუსური კბილანებით 7 აღჭურვილი ლილვაკები 8. ლილვაკების 8 ერთ-ერთ ბოლოზე თავაკებს გარეთ, თითისტარების 9 საშუალებით მიბმულია ფრთები 1. ორსექციან თავაკებში 5 განთავსებული კონუსური კბილანები 7 მოდებამა, მბრუნავი ლილვაკის 6 მიმართ უძრავად, თანაღერძულად, სარკისებრად განლაგებულ და ერთმანეთისაგან მცირე მანძილით დაშორებულ იგივე

დიამეტრის მქონე კონუსურ კბილანებთან 10. ერთი და იგივე მანის 2 სხვადასხვა ბოლოზე მიბმული ორსექციანი თავაკები 5 ერთმანეთთან დაკავშირებულია სარკისებრად განლაგებულ კბილანების 10 მორგვებთან, უძრავად მიერთებული მზრეულით 11. ტურბინის გარსმდენის ფორმის კორპუსი-კოშკურა 12 გახისტებულია ფსკერის პარალელური სახურავით 13 და სიხისტის სიბრტყეებით 14 და 15, რომლებშიც ვერტიკალურად გადაადგილებიან მიმმართველები 16 და ენერჯის ამთვისებელი ღერძი 3. სახურავის 13 ზემოთ, მიმმართველებზე 16 უძრავად, ხოლო ღერძზე სახსრულად დამონტაჟებულია დიამეტრებით მცირედ განსხვავებული და ერთმანეთთან მიერთებული კონუსური ნახევარკბილანები 17 და 18, რომლებიც მოდებამა კონუსურ კბილანებთან 19 და 20.

წყლის ორიგინალური ტურბინა “არგო” მუშაობს შემდეგნაირად: ტურბინის მარჯვენა ნაწილში, V-სიჩქარის მქონე მდინარის ნაკადით, გარს შემოდინების შედეგად ტურბინის ფრთაზე 1 (იხ. ნახ. 6) აღიძვრება მისი ზედაპირის კვაზიპერპენდიკულარულად მოქმედი ჰიდროდინამიკური ძალა, რომლის მიერ შექმნილი მომენტი თითისტარის 9, ლილვაკის 8 და საყრდენი საკისრის მეშვეობით აიძულებს ორსექციანი თავაკის 5 ერთ-ერთ სექციას შეასრულოს ფარდობითი ბრუნვა მანის 2



ღერძის ირგვლივ, რაც გამოიწვევს იგივე თავაკის მეორე სექციის ბრუნვასაც, რადგანაც ისინი დაკავშირებულია ერთმანეთთან ლილვაკით 6. პარალელურად ლილვაკის 8 კონუსური კბილანა 7 იწყებს გადატანით ბრუნვას მანის ღერძის მიმართ, მაგრამ რადგანაც ის მოდებაშია იგივე დიამეტრის მქონე და მის მიმართ უძრავ კონუსურ კბილანასთან 10, ამიტომ კონუსური კბილანა 7, გადაგორდება რა კბილანაზე 10, შეასრულებს ფარდობით ბრუნვას თავისი ღერძის გარშემო, შედეგად ფრთა 1 იმოდრავებს სივრცული რვიანის მსგავს ტრაექტორიაზე ე.წ. ლემნისკატაზე. ამასთანავე ორსექციანი თავაკი 5 აბრუნებს რა მანს 2 იგი დააბრუნებს მის ერთ-ერთ მხარეზე უძრავად დამაგრებულ კბილანასაც 20, რომელიც თავის მხრივ თავისავე ღერძის გარშემო ბრუნვასთან ერთად გადაგორდება მოდებაში მყოფ კონუსურ კბილანაზე 17. ამ დროს მარცხენა მხარის ორსექციანი თავაკი თავისი ბრუნვით აძლიერებს მარჯვენა კბილანის 20 ბრუნვას, რადგანაც მარცხენა კბილანა 20 მოდებაში არაა ნახევარკბილანასთან 17. ორსექციანი თავაკები ასრულებენ რა გადატანითი სახის ბრუნვას ტურბინის ღერძის მიმართ, მათი დამაკავშირებელი მხრეულის 11 საშუალებით აბრუნებენ ტუმბოს 4 ღერძს.

როგორც ვხედავთ, ტურბინა ითვისებს ორივე მხარეს (მარჯვენა და მარცხენა) გამავალ მდინარის ნაკადის ენერგიას. თუ დავაკვირდებით, ტურბინა “არგო”-ს თითოეული მანის და ქვეშესხმითი ბორბლის მოქმედების პრინციპი ერთი და იგივეა, მაგრამ იმის მიუხედავად, რომ ქვეშესხმითი ბორბლის მქკ (ენერგიის გამოყენების კოეფიციენტი) უდრის  $\approx 0.2$ -ს, ჩვენს შემთხვევაში თითოეული მანი, სასარგებლო ენერგიის ყულაბაში შეიტანს იმ ენერგიის  $\approx 0.3$  %-ს, რა ენერგიაც გაუსხლტება წინმბრუნავ მანს. შესაბამისად მოხდება გარკვეული მიმდევრობით თითოეული მანის ენერგიის გამოყენების კოეფიციენტების ალგებრული შეკრება, ასე მაგალითად: თუ მარჯვენა მხარეს მდებარე ერთ-ერთი წინმბრუნავი მანის ენერგიის გამოყენების კოეფიციენტის (ეგკ) მაქსიმუმი იყო  $0.5 \times 0.3 = 0.15$  (0.5-ნახევარი ნაკადის ენერგია), მაშინ ამას დაემატება შემდგომი მანის ეგკ, ანუ  $0.35 \times 0.3 = 0.105$  და ამ უბანზე, ამ მომენტში ენერგიის გამოყენების ჯამური კოეფიციენტი მიაღწევს 0.255-ს და ა.შ. მაგრამ, უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ ფრთები ნაწილობრივ ( $S/S$ ) ავსებენ ლემნისკატაზე მოძრაობით მოცულ ფართობს და ამასთანავე ტურბინის გართულებული კონსტრუქციის მოხსუნე ზედაპირების მქონე ელემენტებში (საკისრები, მამკერივებლები, და ა. შ.) გაზრდილია დანაკარგები, შესაბამისად ტურბინის ენერგიის გამოყენების მთლიანი კოეფიციენტი მიაღწევს 0.5-ს.

ტურბინის ძირითადი ელემენტების გეომეტრიული ზომების და სიმძლავრის გაანგარიშება: როგორც ვთქვით, ტურბინა “არგო”-ს თითოეული მანის და ქვეშესხმითი ბორბლის მოქმედების პრინციპი ერთი და იგივეა. ასევე ცნობილია, რომ ქვეშესხმითი ბორბლის მქკ (ენერგიის გამოყენების კოეფიციენტი) უდრის  $\approx 0.2$ -ს და ეს მიიღწევა იმ შემთხვევაში, როდესაც ქვეშესხმით ბორბალზე მოქმედი ჰიდროდინამიკური ძალის ფორმირებაში მონაწილეობს დინების სიჩქარის  $2/3$  ნაწილი, ფრთა კი მოძრაობს  $1/3V$  სიჩქარით. ეს სიჩქარე მივიღოთ მანების

(თავაკების) ტურბინის ღერძის მიმართ გადატანითი ბრუნვის ოპტიმალურ ხაზოვან სიჩქარედ.

სამკუთხედების მსგავსობიდან გამოდინარეობს (იხ. ნახ. 7)

$$\frac{V/3}{R} = \frac{V_{\Sigma}}{r}, \quad (1)$$

სადაც  $V_{\Sigma}$  - კბილანას 20, ტურბინის ღერძის მიმართ, გადატანითი ბრუნვითი მოძრაობის ხაზოვანი სიჩქარეა, მ/წმ;  $R$  - მანის რადიუსი, მ;  $r$  - მანძილია ტურბინის ცენტრიდან კბილანამდე 20.

მანის ფარდობითი ბრუნვის (საკუთარი ღერძის გარშემო) კუთხური სიჩქარე

$$\omega^* = \frac{V_{\Sigma}}{r_{\Sigma}}, \quad (2)$$

სადაც  $r_{\Sigma}$  - კბილანას 20 რადიუსია; ფრთაზე დაწნევის ცენტრის, მანის ღერძის მიმართ, ხაზოვანი მოძრაობის სიჩქარე  $V_{დ.ც.} = \omega^* \cdot H$ , სადაც  $H$  მანძილია ფრთაზე დაწნევის ცენტრიდან მანის ღერძამდე და განისაზღვრება მდინარის სიღრმის მიხედვით; დაწნევის ცენტრის სიჩქარის მიხედვით ვადგენთ ლემნისკატაზე ფრთის მოძრაობის სიჩქარეს  $V_m = \sqrt{2} \cdot V_{დ.ც.}$ .

ნახაზზე 7 გამოსახული სიჩქარეთა სამკუთხედიდან გვექნება

$$V_{\Sigma} = \sqrt{(1. (3) \cdot V - V_{დ.ც.})^2 + V_{d.c.}^2} \quad (3)$$

ჯამური სიჩქარის გამოთვლის შემდეგ ვადგენთ ფრთაზე მოქმედ ჰიდროდინამიკურ ძალას

$$F_1 = c_x \cdot \frac{\rho \cdot V_{\Sigma}^2}{2} \cdot S, \quad (4)$$

სადაც  $S$  - ფრთის ფართობი, შესაბამისად მარჯვენა მხარეს გვექნება:

$$\text{სასარგებლო სიმძლავრე } N_1 = V_{დ.ც.} \cdot F_1 \text{ და}$$

$$\text{ფუჭად დახარჯული სიმძლავრე } N_2 = \frac{V}{3} \cdot F_1.$$

სიმძლავრე მარცხენა მხარეს ნახაზზე 7 გამოსახული სიჩქარეთა სამკუთხედიდან ტოლი იქნება

$$\frac{V_{\Sigma}^1}{\sin 45} = \frac{V_m}{\cos \alpha}, \quad (5)$$

სადაც  $\alpha$  - იერძის კუთხე; ხოლო  $V_m = \sqrt{2} \cdot V_{დ.ც.}$  - ლემნისკატაზე ფრთის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ.

შესაბამისად ჰიდროდინამიკური ძალა გამოითვლება დამოკიდებულებით

$$F_2 = c_y \cdot \frac{\rho \cdot (V_{\Sigma}^1)^2}{2} \cdot S. \quad (6)$$

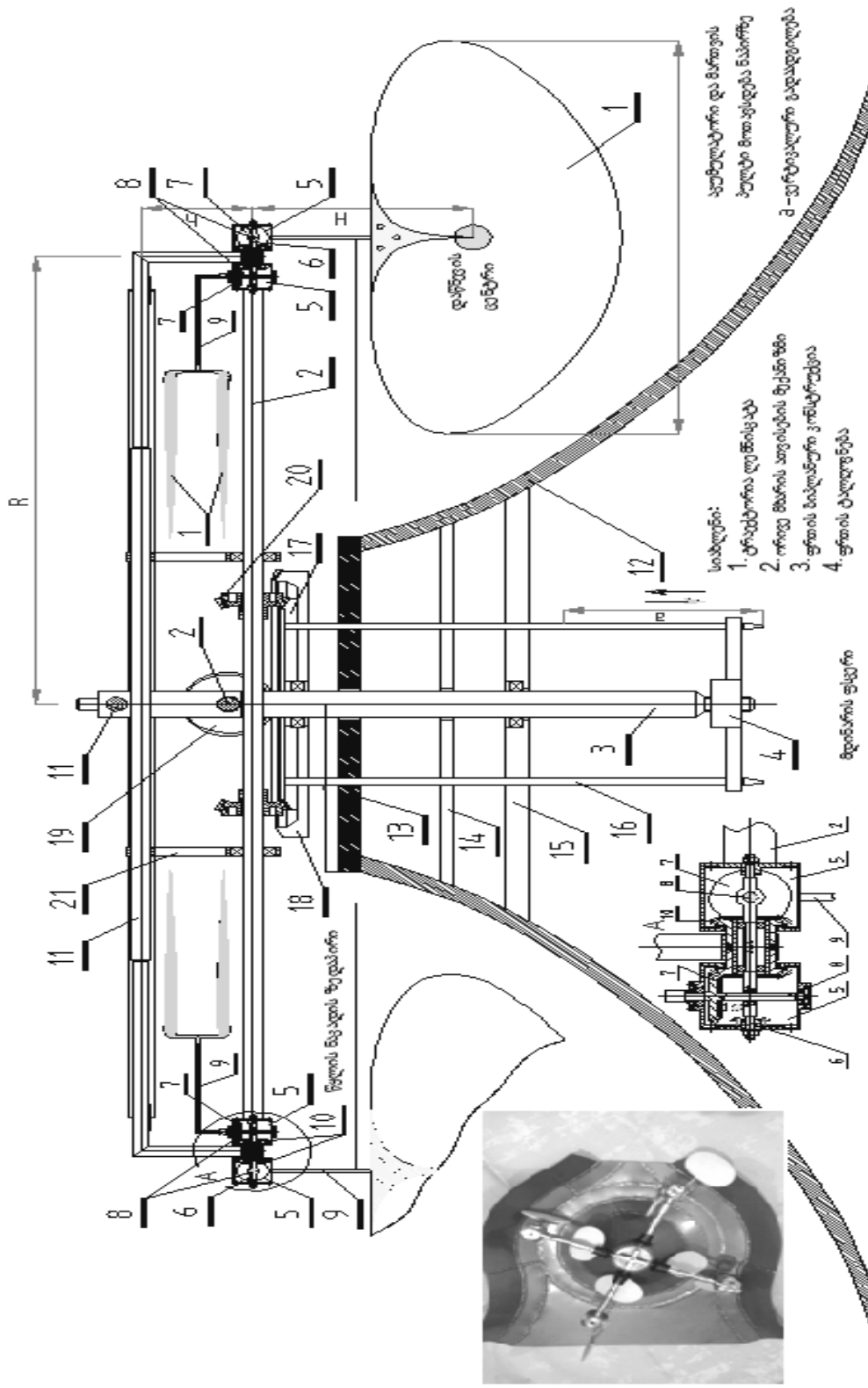
სასარგებლო სიმძლავრეები:

$$N_3 = V_{დ.ც.} \cdot F_2 \text{ და } N_4 = \frac{V}{3} F_2$$

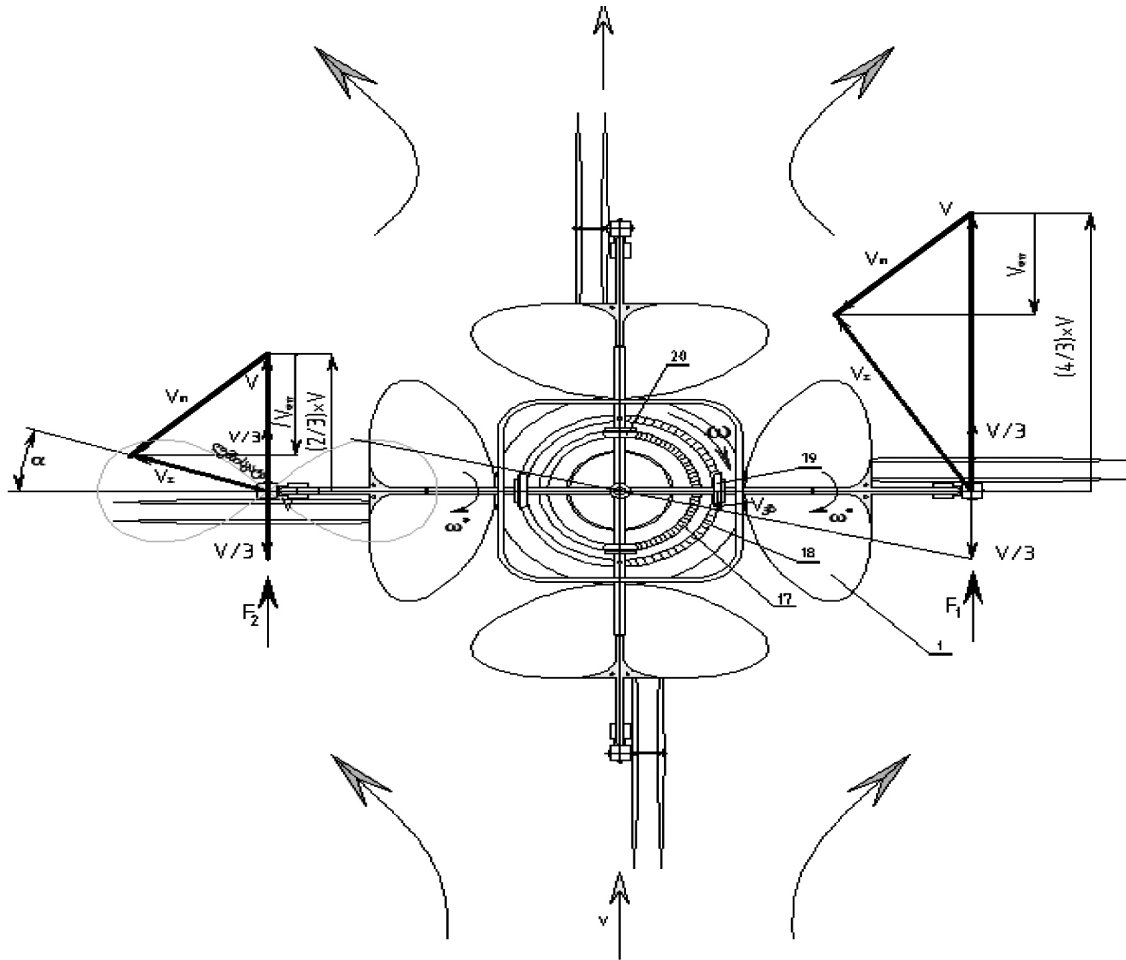
ჯამური სასარგებლო სიმძლავრე ტოლი იქნება

$$N = N_1 + N_3 + N_4 - N_2. \quad (7)$$

ნაკადის დაწნევის გაზრდის მიზნით ტურბინა შეიძლება აღჭურვილი იყოს შემკრებით. თავაკეში 5 კბილანების დამატებით და მათი შეთანწყობის კომბინაციებით შესაძლებელია გაიზარდოს ფრთების რაოდენობა ისე, რომ ავიცილოთ თავიდან მათი თითისტარების გადაკვეთა, და მათი მოძრაობის ტრაექტორია დარჩეს ნახაზზე 3 გამოსახული სივრცული რეიანი.



ნახ. 6. თავისუფლად დინებადი მრგვალი ტურბინა-ტუმბო



ნახ. 7. თავისუფლად დინებადი მრგვალი ტურბინა-ტუმბოს ფრთებზე მოქმედი ნაკადის მდგენელთა სიჩქარეთა სამკუთხედები

ფორსმაჟორული სიტუაციის შემთხვევაში (ხანგრძლივი წვიმის ან თოვლის ინტენსიურად დნობის შედეგად აღიებული მდინარე), გადამწოდების საშუალებით, სინქრონულად ამოქმედდება ორივე საყრდენზე დამონტაჟებული ჯალამბარი 12 (კვება აკუმულატორიდან) და მოხდება ტურბინის მუშაობისათვის ოპტიმალურ სიმაღლეზე აწევა ან დაწევა.

მეკვალსათბურეს ჯიხურში მონტაჟდება სიგნალიზაცია, რომელიც ამოქმედდება ფრთების მოტივტივე ნატანისაგან გაჭედვის შემთხვევაში, რასაც უნდა მოჰყვეს მომხმარებლების სწრაფი რეაგირება.

რადგანაც ტურბინა მცირე მანძილით იქნება დაშორებული მომხმარებლებისაგან, ამდენად გაადვილებული იქნება მისი მუშაობისადმი თვალყურის დევნება. ასევე, თვალყური უნდა მიედევნოს მეტეოცნობებს რადიოტელევიზიით ან უშუალო დაკვირვებით.

ნატანსაჭერის შემთხვევაში ფრთებზე მიმწყდომი ნაკადის სიჩქარის მნიშვნელოვანი შემცირება. ნატანსაჭერზე ნატანის დაგროვება, შედეგად წინააღმდეგობის ძალის გაზრდა და ნატანსაჭერის მოწყვეტისა და მისაგან დანადგარის წალეკვის დიდი ალბათობა.

ზემოთ მოცემული შედარებითი ანგარიშიდან გამომ-

დინარე, ლემნისკობტერის ძირითადი უპირატესობაა მისი სიმსუბუქე, გაბარიტული ზომების სიმცირე და მდინარის სივანის სრული და ეფექტური ათვისება. ამასთანავე შემოთავაზებული ტურბინა მკაცრ ჰიგიენურ პირობებს აკმაყოფილებს (წყალთან მხოლოდ ფრთებია შეხებაში), რის გამოც სასმელი წყლის სისტემაში მისი ექსპლუატაცია ნებადართული იქნება.

სათბურის მოსაწყობად ვარგისი მიწის ნაკვეთი, როგორც წესი, მდებარეობს შედარებით დაბალ ვაკე ადგილზე, შესაბამისად მის სიახლოვეს მდინარის დინების სიჩქარეც დაბალია; ამიტომ მხოლოდ შემოთავაზებული ტურბინითაა შესაძლებელი რაიმე მნიშვნელოვანი სიმძლავრის მოხსნა, მდინარის სიჩქარის გაზრდის მიზნით მისი კალაპოტის შესაცვლელად საჭირო სამუშაოების ჩატარების გარეშე.

სათბურისა და ელექტროსადგურის საერთო ხედი ნაჩვენებია ნახაზზე 4. სათბურის კონსტრუქცია ელექტროენერგიით მარავდება აკინძული ტურბინების სისტემის საშუალებით, რომელშიც ცალკეული ტურბინები ერთმანეთისაგან დაცილებულია სხვადასხვა მანძილით და ქმნიან ერთიან ენერგეტიკულ კომპლექსს. სარწყავი წყლის ამოსაღებად კი განკუთვნილია ხელსაყრელ ადგ-

ილზე განლაგებული აკინძული ტურბინა.

მოხდება რა, პირველი აკინძული მრავალსექციანი ტურბინის მიერ მდინარის შერჩეული განივკვეთის (უმჯობესია სასათბურე მეურნეობასთან სიახლოვეს) კინეტიკური ენერჯის მნიშვნელოვანი ნაწილის ათვისება, მდინარე ბუნებრივია განაგრძობს სვლას და გარკვეულ დისტანციაზე სრულად აღიდგენს პირველი ტურბინის გავლის შემდეგ დაკარგულ კინეტიკურ ენერჯიას. აქ მდინარის ნაკადი ამოქმედებს მეორე აკინძულ ტურბინას და ა.შ. შესაბამისად მოხდება მდინარის ნაკადის როგორც განივი ასევე გრძივი ათვისება. კომპლექსური ტურბინის მონტაჟს და დემონტაჟს, ტრენინგების გათვალისწინებით, თავისუფლად განახორციელებს სათ-

ГОНГАДЗЕ Т.А., БЛИАДЗЕ С.Н.,  
ГОБЕДЖИШВИЛИ Е. Г., КУПАТАДЗЕ Д. Г.  
СНАБЖЕНИЕ ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ  
ВОЗОБНОВИВШИЙСЯ ЭНЕРГИЕЙ

Втрудерассмотренвопросявляетсяобустройство индивидуальных тепличных хозяйств на Южно-грузинском нагорье и в других регионах с низкой среднегодовой температурой. Функционирование производится на возобновляемой энергии (в частности кинетической энергии естественного движения реки). Вместе с тем осуществляется некоторое увеличение скорости течения, без особенных материальных и трудовых затрат, кроме установки опор на обоих берегах реки.

ბურის ორი არაკვალიფიციური ძირითადი მუშა (მეკვალსათბურე) ყოველგვარი დამხმარე მოწყობილობის გამოყენების გარეშე.

**ლიტერატურა**

1. თ. ღონლაძე. ძრავი. საქართველოს პატენტი P20104947. ბიულეტენი №21, 2009.
2. თ. ღონლაძე. ამწევი ძალის შექმნის მეთოდი. რუსეთის ფედერაციის პატენტი № 2117605. ბიულეტენი №23, 1998.
3. თ. ღონლაძე. ფრთიანი ძრავი. რუსეთის ფედერაციის პატენტი №2184677. ბიულეტენი №19, 2002.

GONGADZE T., BLIADZE S., GOBEJISHVILI E.,  
KUPATADZE D.  
PROVIDING THE GREENHOUSE FARMS WITH  
RENEWABLE POWERSUPPLY

The paper discusses the question concerning the provision of the individual greenhouse farms with renewable powersupply in the mountainous regions of South Georgia and the opportunity of getting the power supply from the river. The acceleration of the natural flow of water in the river is possible by the artificial narrowing of the flow in the places of the action of a thruster jet, and this is attainable without performing any additional work except the installation of supports

შპს 546.841:621.311

**აკად. დომროტი ზ. მაღაზსია**  
**თორიუმი - მომავლის ენერგეტიკული უზრუნველყოფის რესურსი**

*ნაშრომში განხილულია თანამედროვე პირობებში და მომავალში ენერგეტიკული რესურსების მაღალეფექტურ წყაროებზე ზრდადი მოთხოვნების საკითხი და ალტერნატიული საშუალებების მოძიების აუცილებლობის შესახებ. ამ კუთხით განხილულია ელემენტ თორიუმის გამოყენების პერსპექტივები; გაანალიზებულია მისი დიდი ენერგეტიკული შესაძლებლობები; დადებითი და სუსტი მხარეები; მისი გამოყენების პერსპექტივები, როგორც ენერგეტიკაში ისე საავტომობილო საწვავად; დასმულია საკითხი საქართველოში თორიუმის რესურსების დაძიების და შესწავლის აუცილებლობის შესახებ.*

თანამედროვეობა, და მით უფრო მომავალი, მოითხოვს ენერჯის ახალ, ეფექტურ, იაფ და სუფთა წყაროებს. ამ ამოცანის გადაწყვეტისათვის პრაქტიკაში გამოიყენება სხვადასხვა სახის სისტემები. ასეთებია, მზის კოლექტორები, ქარის ელექტროსადგურები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მზის და ქარის ენერჯიების გარდაქმნას ელექტრულში. მაგრამ ეს სისტემები დაკავშირებულია ე.წ. გაფანტული ენერჯიების კონცენტრირებასთან და მიუხედავად მათი ეკოლოგიური ეფექტურობისა, ენერგეტიკული კუთხით ნაკლებად ეფექტურებია და გამიზნულნი არიან ცალკეული ინდივიდუალური ობიექტების უზრუნველყოფისათვის. დიდი სამრეწვე-

ლო მოთხოვნების დაკმაყოფილებისათვის აუცილებელია კონცენტრირებული ენერჯიები, ე.ი. ენერჯია რომლის სიმკვრივე მაღალია, ხასიათდება დიდი სიმძლავრეებით, რათა შეძლოს მძლავრი მომხმარებელის ენერგეტიკული უზრუნველყოფა. ამასთან შესაძლებელი უნდა იყოს ენერჯოტევად ობიექტამდე მნიშვნელოვან მანძილებზე გადაცემა, ხასიათდებოდეს ნაკლები დანაკარგებით და გარემოზე ეკოლოგიური ზემოქმედების სიმსუბუქით. თანამედროვე პირობებში მეცნიერება გვთავაზობს ბევრი ასეთი მიმართულების ტექნოლოგიებს არსებული ატომური ელექტროსადგურების ნაცვლად. ერთ-ერთი ასეთი გზაა თორიუმის გამოყენება ენერჯის წყაროდ სპეციალურ რეაქტორებით აღჭურვილ ელექტროსადგურებში. თორიუმი ერთ-ერთი რადიაქტიული ელემენტია, რომელიც აღმოჩენილი იქნა უფრო ადრე ვიდრე გაჩნდა მცნება “რადიოაქტიურობა”. 1815 წელს შვედ მეცნიერს ი. ბერცილიუსს გადასცეს საანალიზოდ იშვიათი მინერალი. მან მასში აღმოაჩინა თითქოსდა მანამდე უცნობი ახალი ელემენტის ჟანგული და მას თორიუმი უწოდა, სკანდინავიურ ლეოანების პატივსაცემად. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მან შეცდომა დაუშვა და მხოლოდ ათი წლის შემდეგ დაადგინა, რომ ეს იყო არა ახალი ელემენტი, არამედ ცნობილი იტრიუმის ფოსფატი. მხოლოდ სამი წლის შემდეგ მას გამოუგზავნეს ნორვეგიიდან იმ-

ვიათი მინერალი, რომელსაც დღეს ტორიტს ( $\text{ThSiO}_4$ ) უწოდებენ და შეიცავს 77 პროცენტ თორიუმის ორჟანგს ( $\text{ThO}_2$ ). მეცნიერი დარწმუნდა, რომ ეს ორჟანგი არის ახალი ელემენტის ნაერთი და მას მიეკუთვნა უკვე არსებული სახელი თორიუმი. სუფთა სახით ი. ბერცელიუსმა თორიუმი ვერ გამოყო. ეს მოხდა მხოლოდ ნახევარი საუკუნის შემდეგ, როდესაც 1882 წელს ასევე ცნობილმა შვედმა მეცნიერმა, ქიმიკოსმა ლარს ნილსონმა შეძლო სუფთა თორიუმის მიღება. თორიუმი განეკუთვნება რადიაქტიური ელემენტების რიგს, მისი ადგილი მენდელეევის სისტემაში შეტანილია 90 ნომრით, მოლეკულური წონით 232 და განეკუთვნება აქტინოიდებს. თორიუმის რადიაქტიურობა დადგენილი იქნა მხოლოდ 1898 წელს ერთდროულად და ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მარია სკლადოვსკაია-კიურის და პერბერტ შმიდტის მიერ. აქვე კიური აღნიშნავდა, რომ თორიუმის აქტიურობა აჭარბებდა ურანისას, მაგრამ თორიუმის რადიაქტიურობა ამავე დროს თავისებრი და განსხვავებული იყო.

შემდგომში აღმოჩნდა, რომ თორიუმის დამატება რკინისა და სპილენძის შენადნობებში იწვევს მათი სიმტკიცის ზრდას, ასევე ის მნიშვნელოვნად ზრდის ამ შენადნობების ტემპერატურულ გამძლეობას და მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ავიაციაში და რაკეტმშენებლობაში. ამჟამად თორიუმი გამოიყენება, როგორც კატალიზატორი ორგანული სინთეზისა და ნავთობის კრეკინგის პროცესებში, ასევე ნახშირიდან თხევადი საწვავის მისაღებად.

რადიაქტიურობა თორიუმის მნიშვნელოვანი თვისებაა. მისი ამ თვისებების პირველმა კვლევებმა მოულოდნელი შედეგები გამოიღო. თორიუმის რადიაქტიურობა ხასიათდება არამდგრადობით. კერძოდ ის შეიძლება გამჟღავნებულ კარის გაჯახუნებისას ან უბრალოდ ექსპერიმენტატორის ცხვირის დაცემინებისასაც კი. ეს მოვლენა პირველად შენიშნეს ე. რეზერფორდმა და რ. ოუენსმა. მათ აღმოაჩინეს, რომ ოთახის განიავებით თორიუმის რადიაქტიურობისგან არაფერი არ რჩებოდა. დადგენილი იქნა, რომ თორიუმის რადიაქტიური დაშლისას წარმოიშობება მისი ემანაცია და მას ტორონი უწოდეს. ამჟამად ის ცნობილია, როგორც იზოტოპი რადონი - 220.

შემდგომში აქვე, 1902 წელს, ფ. სოდლის მიერ გამოყოფილი იქნა თორიუმის მარილი და კიდევ ერთი რადიაქტიური პროდუქტი თორიუმ-X, რომელიც ფიქსირდება ყველგან სადაც არის თორიუმი, მაგრამ თორიუმიდან მისი მოცილების შემდეგ მისი გამოსხივების ინტენსიურობა მკვეთრად მცირდება და თითქმის ოთხ დღეში ნახევრდება, შემდგომში კი მცირდება გეომეტრიული პროგრესის კანონით. დადგინდა, რომ თორიუმ-X, არის ხანმოკლე არსებობის იზოტოპი რადონი-224. მისი ამ თვისების საფუძველზე იქნა ფიზიკაში შემოტანილი ნახევრად დაშლის პერიოდი. დროთა განმავლობაში დადგენილი იქნა თორიუმის გარდაქმნის მრავალი პროდუქტი, რომელიც შესწავლილი იქნა ე. რეზერფორდის მიერ და ფორმულირებული იქნა რადიაქტიური გარდაქმნების კანონი. 1903 წელს მეცნიერმა წარმოადგინა თორიუმის ბუნებრივი რადიაქტიური დაშლის სქემა. ის აღმოჩნდა საკმაოდ დიდი ოჯახის მამამთავარი თორიუმ-232, კი ამ ოჯახის ძირითადი წარმომადგენელია. მისი ნახევრადდაშლის პერიოდი 13,9 მილიარდი წელია, ხოლო

დანარჩენი იზოტოპების არსებობის დრო შეუდარებლად მცირეა. მათ შორის ყველაზე ხანგრძლივი სიცოცხლით ხასიათდება მეზოთორიუმ - I (რადონ-228) 6-7 წელი. უმეტესი იზოტოპების სიცოცხლის ხანგრძლივობა აღირიცხება დღეებით და საათებით. თორიუმ-232-ის დაშლის ბოლო პროდუქტია ტყვია-208.

დაშლის სიჩქარის მუდმივობა და ამავე დროს იზოტოპების და ძირითადი სახეობის ერთდროულად არსებობამ მინერალებში შექმნა პირობა, რომ ჯერ კიდევ 1904 წელს პიერ კიურის გამოთქვა მოსაზრება, რომ ამ მოვლენებით შესაძლებელი იყო ქანების გეოლოგიური ასაკის დადგენა.

თორიუმის პრაქტიკული გამოყენების შესახებ, ბევრი ურთიერთსაწინააღმდეგო მოსაზრება არსებობს. ერთ-ერთია ის, რომ მისი მოპოვება და გადამუშავება ტექნოლოგიურად უფრო რთულია ურანთან შედარებით, შესაბამისად თვითღირებულებაც მეტია, მოითხოვს სპეციალურ რეაქტორებს და სხვა. მაგრამ ტექნოლოგიების განვითარება და ისიც, რომ მისი მარაგები დედამიწაზე რამდენჯერმე აჭარბებს ურანისას, განსაკუთრებით ზრდის მის მიმართ ინტერესს.

თორიუმი საკმაოდ გავრცელებული ელემენტია. მისი არსებობა დედამიწის გარდა დაფიქსირებულია, როგორც მთვარის, ასევე მარსის გრუნტებში. მისი სოლიდური მარაგები შესაძლებელს ხდის, რომ ის განხილული იქნეს როგორც საწვავი რესურსი თანამედროვე ელექტროსადგურებში.

თორიუმი დაფიქსირებულია 120-ზე მეტ მინერალში. ის ყოველთვის შედის იშვიათ მიწა ელემენტების სახეობებში და წარმოადგენს მისი მიღების ერთ-ერთ წყაროს. დედამიწის ქერქში თორიუმის საშუალო შემცველობა შეადგენს 8-13 გრ/ტ-ზე. მაგმატურ ქანებში მისი შემცველობა იცვლება მთავრად ქანებში-18 გრ/ტ-დან ტუტებებში 3 გრ/ტ-მდე. თორიუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობა გროვდება პეგმატიტურ და პოსტპეგმატიტური პროცესების შედეგად. ამასთან მისი რაოდენობა იზრდება ქანებში კალიუმის შემცველობის ზრდისას. თორიუმი ხასიათდება მიგრაციით ჰიდროთერმალურ ხსნარებში და ფიქსირდება კარნალიტური ურან-თორიუმის და დიოპიდურ ორთიტშემცველ საბადოებში. აქ მთავარ მინერალებს წარმოადგენენ მონაციტური სილები და ფერიტორიტები. თორიუმი გროვდება ასევე ზოგიერთ საბადოზე ფეროტორიტებში ან წარმოქმნის მინერალებს, რომლებიც შეიცავენ ტიტანს, ურანს და სხვა. შედის როგორც მინარევი თითქმის ყველა ქარსებში (ფლოგოპიტი, მუსკოვიტი და სხვა), რომლებიც გრანიტის ქან-წარმოქმნელი მინერალებია. ამდენად გრანიტის ზოგიერთი საბადო შეიძლება გამოუყენებადი იყოს სამშენებლო მასალების წარმოებაში.

მეცნიერთა გარკვეული ჯგუფი აღნიშნავს თორიუმის უპირატესობას, როგორც საწვავისა ბირთვული ელექტროსადგურებისათვის და ამტკიცებს ის იმითაა ღირებული, რომ რეაქტორები თორიუმის საწვავზე გამოიმუშავენ იგივე ენერჯიას, როგორც ურანი იმ განსხვავებით, რომ თორიუმის რეაქტორებს პრაქტიკულად არ გააჩნიათ ნარჩენები. მისი რაოდენობა მიწოდებული საწვავის 1 %-ზე ნაკლებია, ამასთან თორიუმის რეაქტორები არ გამოყოფენ  $\text{CO}_2$ -ს. ცნობილია, რომ

ურანის რეაქტორის ნარჩენების ტოქსიკურობას ინარჩუნებენ თითქმის 10 ათასი წელი, ხოლო თორიუმის რეაქტორის ის უმნიშვნელო ნარჩენი 200 წელს. თორიუმის რეაქტორები ისე არის მოწყობილი, რომ მათში შეიძლება დაიწვას დაგროვებული ნარჩენები ურანის რეაქტორებიდან.

ამ რეაქტორების უპირატესობაა მისი დიდი უსაფრთხოება. ისინი არ დნებიან. თორიუმი არ შეიძლება გამოყენებული იქნას ატომური იარაღის შესაქმნელად, რადგან ის ვერ უზრუნველყოფს ჯაჭვურ რეაქციას სპეციალურ კონდიციების გარეშე და ამდენად, საჭიროების შემთხვევაში, მისი დაშლა რეაქტორში წყდება ავტომატურად. როგორც კონცენტრირებული ენერჯის წყარო, დიდი ყურადღების ქვეშ აღმოჩნდა თორიუმი საავტომობილო ძრავების კონსტრუქციებში. დღევანდელი დღეისთვის მიჩნეულია, რომ დედამიწაზე მოძრაობს მილიარდ ავტომობილზე მეტი, რომლებიც თავის მხრივ უზარმაზარ ზიანს აყენებს დედამიწის ეკოლოგიას.

კომპანია “Laser Power Systems (LPS)” კონეკტიკუტიდან მუშაობს ახალი სისტემის ძრავაზე, რომლის საწვავად იყენებენ თორიუმს. თორიუმს გააჩნია დიდი სიმკვრივე და შეუძლია წარმოქმნას დიდი სითბური ენერჯია. ექსპერტების დასკვნით მხოლოდ 1 გრამი თორიუმი შეიცავს იმდენ ენერჯიას რამდენსაც 28 ათასი ლიტრი ბენზინი და 8 გრამი ლითონი საკმარისი იქნება იმისათვის, რომ ჩვეულებრივი ავტომობილი უზრუნვე-

ლყოფილი იქნეს საწვავით მთელ ექსპლუატაციის განმავლობაში. ექსპერტები ამტკიცებენ, რომ ენერჯის წყარო ხასიათდება მცირე, თითქმის ნულოვანი CO<sub>2</sub>-ის გამონაყოფით, რაც დადებითად მოქმედებს დედამიწაზე სითბური ეფექტების მავნე ზეგავლენის შემცირებაზე.

საქართველოში თორიუმის არსებობის შეფასება სათანადო პროფესიულ დონეზე არ განხორციელებულა, მაგრამ არსებობს მასხასიათებლები და წინასწარი მონაცემები აღნიშნული ლითონის ლოკალიზაციის ადგილების შესახებ. ვინაიდან ყველა მონაცემი არსებობს იმისათვის, რომ თორიუმი მიჩნეული იქნეს როგორც მომავლის ენერჯეტიკული პრობლემების გადაჭრის წყაროდ. ამდენად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ გაჩნდეს აღნიშნული ელემენტის მიმართ სახელმწიფოებრივი ინტერესი, განხორციელდეს შესაბამისი კვლევები და დადგინდეს იქნას მისი მარაგები.

### ლიტერატურა

1. Зимовецкий А.С., Калашников В.А. Торий. Наука, Москва, 2003. 250 с.
2. თორიუმი. ელექტრონული ბიბლიოთეკა “მეცნიერება და ტექნიკა”, n-t.ru.
3. Бекман И.Н. Торий. лекციების კურსი. ინტერნეტვერსია n-t.ru.

### МАЛАШКИЯ Ш.С. ТОРИЙ - РЕСУРС ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БУДУЩЕГО

В работе рассмотрены проблемы обеспечения современности и будущего энергетическими ресурсами, особенно о потребности в их высокоэффективных источниках, а также о необходимости изыскания альтернативных средств. С этой точки рассмотрена перспектива использования элемента тория. Проанализированы его положительные и слабые стороны, перспективы его применения в энергетике также, как и автомобильного топлива будущего. Рассматривается вопрос разведки и изучения ресурсов тория в Грузии.

### MALASHKHIA Sh. THORIUM-ENERGY RESOURCE OF FUTURE

The problems of energy security are discussed, in the growing demand for high-energy Sources, on ways to find alternative means. In this regard, the perspectives of the use of elemental Thorium are discussed, analyzed by its energy capabilities, positive and weaknesses, perspectives for use as energy and motor fuel. There is question about the need for investigation and study of the resources of the thorium in Georgia.

შპს 553.042:631.454

**აპად. დოქტორი უ. მაღაშხია  
აბრეშქვანის რესპუბლიკის ბაზაზე ნარეზული  
ორგანო-მინერალური და ბიოორგანო-მინერალური სასუქები,  
როგორც გეოეკოლოგიური უსაფრთხოების ფაქტორი**

ნაშრომში განხილულია დედამიწის ეკოლოგიური წონასწორობის მდგომარეობაზე მოქმედი ფაქტორები. შედარებით ახალი სამეცნიერო მიმართულების გეოეკოლოგიის პოზიციიდან გეოეკოლოგიის პრობლემებში გამოყოფილია მიმართულება დედამიწის (ლითოსფეროს) ყველაზე ზედა შრის ნიადაგის ექსპლუატაციისას და რესურსული პოტენციალის გამოყენების შედეგად წარმოქმნილი პრობლემები და მათი დარეგულირების საქმეში კომპლექსური ჰუმუსური ორგანო-მინერალური სასუქების როლი; განხილულია მათი ნიადაგზე ზემო-

ქმედების მექანიზმი და მისი დადებითი მხარეები; მოცემულია ჰუმუსული ნაერთების მიღების რესურსული შესაძლებლობები საქართველოში და შესაძლო ტექნოლოგიების შემუშავების აუცილებლობის საკითხები.

დედამიწის როგორც ერთიანი სისტემის წონასწორობის მდგომარეობაზე მრავალი ფაქტორი მოქმედებს, მათ შორის ლითოსფეროს და ბიოსფეროს ურთიერთქმედება ადამიანის სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქციონირების გათვალისწინებით. ლითოსფეროს ფუნქციონირება ურთ-

იერთზეგავლენის ხარისხის და გამოვლენის შედეგების შესწავლა გეოეკოლოგიის, როგორც შედარებით ახალი სამეცნიერო მიმართულების სფეროს წარმოადგენს. მიუხედავად ტერმინოლოგიური უთანხმოებისა, მისი დანიშნულების ძირითადი შინაარსი ზოგადად და ძირითადი დებულებები, როგორც სამეცნიერო დისციპლინისა, მდგომარეობის შემდეგში: ის ემყარება სამი საბუნებისმეტყველო დისციპლინის, გეოლოგიის, ბიოლოგიის, გეოგრაფიის და ერთი საზოგადოებრივი დისციპლინის ეკონომიკის პრინციპების ერთიანობას. გეოეკოლოგია თანაბრად განიხილავს ბუნებრივ პროცესებს და მოვლენებს, როგორც ლითოსფერულ პროცესებს, რომლებიც ზემოქმედებენ ბიოსფეროზე, ასევე ბიოსფერულ პროცესებზე, და ურთიერთქმედებენ ლითოსფეროსთან. ანტროპოგენური (ტექნოგენური) პროცესები განიხილება ბიოსფეროსთან ერთად ადამიანური პოპულაციის განსაკუთრებული სპეციფიკაციით, ბიოლოგიური (ბუნებრივი) და სოციალური (საზოგადოებრივი) ასპექტებით.

ლითოსფეროს (მისი ზედაფენის), როგორც გლობალური სისტემის ფუნქციის მასში მიმდინარე ანტროპოგენური და ბუნებრივი პროცესებით წარმოადგენს სიცოცხლის უზრუნველყოფა, რაც განსაზღვრავს თანამედროვე საზოგადოების და ასევე მთელი ცხოველური და მცენარეული სამყაროს არსებობას და განვითარებას.

გეოეკოლოგიის, როგორც სამეცნიერო მიმართულების, პრობლემები ითვალისწინებს ადამიანის ფუნქციონირების თანმდევი პროცესების გამოვლენის ზემოქმედების ხარისხის შესწავლასა და დამცავი ღონისძიებების გამოქვეყნებას. ამ მხრივ ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა დედამიწის (ლითოსფეროს) ყველაზე ზედა შრის ნიადაგის ექსპლუატაციის და მდგომარეობის შესწავლა და დაცვითი ღონისძიებების შემუშავება. ლითოსფეროს კონკრეტული ნაწილის რესურსული პოტენციალი მჭიდროდაა დაკავშირებული რეგიონის კონკრეტული კომპონენტების გამოყენების დონეზე.

ნიადაგზე ხანგრძლივი, სისტემური და მათ შორის ანტროპოგენური ზემოქმედება იწვევს მისი ნაყოფიერების დაქვეითებას, მასში ორგანული ნაერთების მასივების შემცირებას, რაც ნიადაგს გამოუსადეგარს ხდის. ხდება მათი ნაწილის სრული დეგრადაცია, სხვადასხვა სათესი მიწების ეროზია. ეს კი თავის მხრივ იწვევს სასარგებლო ფართობების შემცირებას და შესაბამისად ეკოლოგიური პირობების გაუარესებას. შესაბამისად, აქტიური ხდება ახალი ეკოლოგიურად სუფთა, უნარჩუნო ტექნოლოგიები, ორგანული, ორგანო-მინერალური და ბიოორგანო-მინერალური სასუქების მიღება არსებული ორგანული და ტექნოლოგიური რესურსების ბაზაზე.

კომპლექსური ჰუმუსური ორგანო-მინერალური სასუქები ეს არის ახალი სახეობა, რომელიც წარმოადგენს ისეთი ელემენტების ნაკრებს, რომელიც აუცილებელია მიკრომომლექსების აგროქიმიურ პროცესში, რომელთა შემადგენლობა და კომპონირება შეიძლება ვცვალოთ და შევეფარდოთ კონკრეტულ პირობებს და ნიადაგს.

როგორც ცნობილია, ცოცხალი უჯრედისგან განსხვავებით, რომელშიც ბიოპოლიმერების სინთეზირება ხორციელდება გენეტიკური კოდის შესაბამისად, ჰუმიფიკაციის პროცესში არ არსებობს რაიმე დადგენილი პროგრამა. ამდენად საწყის ბიომომლექსულათა შედარებით,

შესაძლებელია წარმოიქმნას ნებისმიერი ნაერთი, როგორც მარტივი, ასევე რთული. წარმოქმნილი პროდუქტი შესაძლებელია ისევ ჩაერთოს სინთეზის ან დაშლის რეაქციაში და პროცესმა შეიძლება მიიღოს პრაქტიკულად უწყვეტი სახე.

ჰუმუსური ნივთიერებები წარმოადგენენ მაღალ-მომლექსულურ მუქად შეფერილი ნივთიერებების განსაკუთრებულ ჯგუფს, რომლებიც წარმოიქმნიან მცენარეული და ცხოველური ნარჩენების გარდაქმნის შედეგად. ჰუმუსი ეს არა მხოლოდ უბრალოდ ცხოველური და მცენარეული ნარჩენებია, არამედ ისინი დედამიწის მინერალური ნაერთების და მცენარეული საფარის ერთობლივი ევოლუციური ფუნქციონირების პროდუქტს წარმოადგენენ. ჰუმუსური ნივთიერებები ზემოქმედებენ მცენარეებზე, უშუალოდ წარმოადგენენ რა მათი მინერალური კვების წყაროს. გარდა ამისა, ჰუმუსურ ნივთიერებებს შეუძლიათ იმოქმედონ მცენარეებზე ირიბად, ე.ი. იმოქმედონ ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე. ზემოქმედებენ რა ნიადაგზე კომპლექსურად, ისინი აუმჯობესებენ მის ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ მახასიათებლებს. ამასთან ერთად, ისინი ასრულებენ პროდუქტიულ ფუნქციას, აკავშირებენ რა მძიმე მეტალებს, რადიონუკლიდებს და ორგანულ ტოქსიკატებს, რითაც ხელს უშლიან მათ მოხვედრას მცენარეებში.

ამდენად, ზემოქმედებენ რა ნიადაგზე, ზემოქმედებენ მცენარეებზე, რითაც განაპირობებენ მათ აქტიურ ზრდას და განვითარებას.

ბოლო პერიოდში იკვეთება მიმართულება, რომელიც განიხილავს მცენარეებს, როგორც ჰეტეროტროფებს, რომლებიც იკვებებიან უშუალოდ ჰუმუსური ნივთიერებებით. ჰუმუსურ ნივთიერებებს შეუძლიათ ჰორმონალური ზეგავლენა მოახდინონ მცენარეებზე და ამით განაპირობონ მისი ზრდის სტიმულირება, ე.ი. იკვეთება ჰუმუსური ნივთიერებების საერთო ბიოქიმიური და ეკოლოგიური ფუნქციები და მათი ზემოქმედება მცენარეებზე. ესენია:

- აკუმულიაციური – თვისება, დააგროვოს კვების ელემენტები, ნახშირწყლების, ამინომჟავების სრული მარაგი სხვადასხვა გარემოში;
- ტრანსპორტული – წარმოქმნან კომპლექსური ორგანომინერალური ნაერთები ლითონებთან და მიკროელემენტებთან, რომლებიც აქტიურად მიგრირებენ მცენარეებში;
- მარეგულირებელი – თვისება, მოახდინოს ნიადაგის შეფერილობის ფორმირება და უზრუნველყონ მინერალური კვების რეგულირება, კათიონური მიმოცვლა, ბუფერობა, ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები ნიადაგში;
- პროტექტორული - თვისება, რომლითაც ტოქსიკური ნივთიერებების და რადიონუკლიდების სორბციით ზღუდავენ მათ მოხვედრას მცენარეებში.

ჰუმუსები წარმოადგენენ ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს. ისინი ცვლიან უჯრედული მემბრანის შედგენილობას, აქტიურებენ ფერმენტებს, იწვევენ სუნთქვის სტიმულირებას, ცილებისა და ნახშირწყლების სინთეზს. ასევე ისინი არ აძლევენ აზოტოვან და კალიუმიან სასუქებს საშუალებას გამოირეცხონ ნიადაგიდან

და ხელს უწყობენ, რომ მოხდეს ძირითადი მკვებავი ელემენტების დოზირებული მიწოდება. ამასთან მათში 70 % ორგანიკისა და 30 % მინერალურის შეფარდებისას, უზრუნველყოფს რომ არ მოხდეს სასუქების ზედოზირება, ხელს უშლის ნიადაგში ნიტრატების დაგროვებას.

საქართველოს მასშტაბით აღნიშნული სახეობის სასუქების წარმოებისათვის მნიშვნელოვანი მინერალური და ორგანული ნედლეულის რესურსი არსებობს. ამ მხრივ შეიძლება გამოიყოს ტორფის საბადოები, ახალციხის მურა ნახშირის საბადო, ტყიბულის ქვანახშირის მრეწველობის ნარჩენები, ლიგნიტის გამოვლინებები, არასამრეწველო მნიშვნელობის მქონე ქვანახშირის საბადოები, გლაუკონიტები, ფოსფორიტები, კალიუმისშემცველი მინდვრის შაჰტები, ტრაქიტები, ცეოლითები და სხვა.

ორგანო-მინერალური სასუქების მიღების ტექნოლოგიის საფუძველს წარმოადგენს ნედლეულის (კაუსტობილითები) ფიზიკურ-ქიმიური დესტრუქტირების მომენტი, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ორგანული ნედლეულის გრძელი მოლეკულების ინტენსიური დაშლა-გახლეჩას უფრო მცირე ნაწილებად. გაწყვეტილი მოლეკულური კავშირების ბოლოებზე წარმოიქმნებიან რადიკალები. ერთდროულად დესტრუქტირების დროს გამოყენებულ წყალში წარმოიქმნება ჰიდროქსიდური ჯგუფები და წყალბადური რადიკალები, რომლებიც ორგანულ რადიკალებთან შეერთებით წარმოქმნიან სხვადასხვა ნახშირწყალბადოვან ნაერთებს.

ორგანო-მინერალური სასუქების მიღებისას კაუსტობილითების აქტივაციისათვის, როგორც წესი, გამოიყენება ქიმიური კომპონენტები. მაგრამ აქტივაცია შესაძლებელია ბიოლოგიური ნივთიერებებით. ამ მიზნით შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები ან მათი წარმოების ნარჩენები, რომლებიც იწვევენ ბიოლოგიური აქტიურობის მკაცრ ზრდას ნიადაგში. იგივე როლი შეიძლება შეასრულოს კაუსტობილიტების გარდაქმნისას მათ მასაში მიკროორგანიზმების ან ფერმენტების სუფთა კულტურების შეტანამ.

აქტივიზაციის ბიოლოგიური მეთოდი შეიძლება ჩაითვალოს ყველაზე პერსპექტიულ მიმართულებად მისი ეკოლოგიური სისუფთავის, ფარდობითი სიმარტივის და სიიარაღის გამო.

## ლიტერატურა

1. Семьячков А.М. Геоэкология - наука о взаимодействии литосферы и биосферы с учетом социально-экономической деятельности человека. Литосфера. Изд-тво: Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого, №6, Екатеринбург, 2010. с. 21-33.

МАЛАШХИЯ Ш.С.

### ПРОИЗВОДИМЫЕ НА БАЗЕ АГРОМИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ И БИООРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, КАК ФАКТОР ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В работе рассмотрены факторы, влияющие на экологическое равновесие земли с позиции ге-

органно-минеральной да биологично-минеральной სასუქების სასარგებლოდ სხვა მრავალი არგუმენტების მოყვანაცაა შესაძლებელი, მაგრამ აქ ორ ძირითადს შეიძლება გავუსვათ ხაზი, ესაა მისი როგორც ეკონომიკური, ასევე გეოეკოლოგიური ეფექტურობა. მინერალური სასუქების ქიმიასა და ტექნოლოგიას მრავალი ათული წლის განმავლობაში არ განუცდია რაიმე სახის კარდინალური ცვლილებები, როგორც ასორტიმენტის ასევე ტექნიკურ-ფიზიკურ-ქიმიურ-ბიოლოგიური მონაცემების მხრივ, ამდენად შეიძლება ითქვას, რომ მინერალური მიმართულების სასუქებმა თავისი თავი ამოწურა.

რაც შეეხება ორგანო და ორგანო-მინერალურ სასუქებს, ისინი უზრუნველყოფენ ყველა იმ უარყოფითი მოვლენის დადებით გადაწყვეტას, რაც დაკავშირებულია მინერალური სახეობების გამოყენებასთან, ამასთან გვაძლევენ საშუალებას დავასკვნათ, რომ ჩამოყალიბებული იქნას ახალი პოლიტიკა განვითარებისა, რომელშიც სინთეზირებული იქნება ისეთი მნიშვნელოვანი შემადგენლობა, როგორცაა ორგანული, ორგანო-მინერალური სასუქების, მკვებავი ნივთიერებების მაღალი ფიქტური შემცველობა. ფიზიკურად აქტიური ნივთი-იორობების ნედლეულის და სასუქების მარგი ქმედების კოეფიციენტების მაღალი მაჩვენებელი, დამატებული ფოსფორის, კალიუმის, ჰუმუსური ნივთიერებების მობილიზაცია და სხვა, რაც ხელს შეუწყობს ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენას, შენარჩუნებას და მაღალმოსავლიანობის უზრუნველყოფას.

ორგანული და ორგანო-მინერალური სასუქების წარმოება უზრუნველყოფს ნედლეულის ბაზაში ჩართული იქნას წარმოების და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მრავალრიცხოვანი სახეობის უზარმაზარი რესურსები, რაც თავის მხრივ ხელს შეუწყობს უნარჩენო ტექნოლოგიების დანერგვასა და განვითარებას, რომელიც მიმართული იქნება ლითოსფეროს ყველაზე ზედა ამ მნიშვნელოვანი შრის (ნიადაგის) ცხოველმყოფელობის შენარჩუნებისაკენ, საჭიროების შემთხვევაში აღდგენა და მუდმივად ფუნქციურად გამართულ მდგომარეობაში ყოფნისათვის მისი სრულყოფილი პარამეტრებით. ეს კი მნიშვნელოვნად განაპირობებს ლითოსფეროს წონასწორობას ეკოლოგიურ პირობების ლოგიკური და გლობალური მასშტაბებით და ამასთან ადამიანური პოპულაციის ჯანსაღი პირობების უზრუნველყოფას.

2. Мельников Д.Ф. Органоминеральные удобрения - основа экономической и пищевой безопасности. Интеллект портал «Экопортал», 2013.
3. ვ. თოთბაძე, ჯ. კაკულია, შ. მალაშხია, ლ. ქართველიშვილი, ნ. ლომიძე, ნ. ჩუბინიძე, თ. გურული. ნახშირის მრეწველობის ნარჩენებისაგან ჰუმუსური პრეპარატების მიღების შესაძლებლობები. მეცნიერება და ტექნოლოგიები. №1-3, თბილისი, 2011. გვ. 39-42.

ოეკოლოგიის, как нового научного направления. В проблемах геоэкологии выделе-но направление о состоянии самого верхнего слоя литосферы – почвы, возникающие проблемы при ее эксплуатации и о роли комплексных гумусовых органоминеральных удобрений в урегулировании этих проблем. Рассмотрены ресурсные возможности этих соединений в Грузии и вопросы необходимости разработки нужных технологий.



**MALASHKHIA SH.  
ORGANIC MINERAL AND BIOORGANIC  
MINERAL FERTILIZERS PRODUCED ON THE  
BASIS OF AGRONOMICAL RESOURCES AS A  
GEOLOGY SAFETY FACTOR**

The paper considers the factors influencing the ecological equilibrium of the earth from the position

of geoecology as a new scientific direction. In problems of geoecology, a direction has been singled out about the state of the uppermost layer of the lithosphere-the soil, the problems encountered in its operation, and the role of complex humic organomineral fertilizers in the settlement of these problems. The resource potential of these compounds in Georgia and the need to develop the necessary technologies are considered.

უპკ 553.04

**აკად. დოქტორი ი. ნოზაძე, აკად. დოქტორი მ. ოთარაშვილი,  
ი. კვატაშიძე, გ. ბამჩრალიძე  
რეკომენდაციები ნიაღვრის სარგებლობისთვის ფიქსირებული  
გადასახადების დანახდების მიზნით**

სტატიაში განხილულია საკითხები, თუ რა მნიშვნელობა ენიჭება სრულყოფილ საგადასახადო სისტემას ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისთვის. კერძოდ, წიაღის სარგებლობისთვის გადასახადის ისეთი ფორმის დაწესებას, რომელიც უზრუნველყოფს წიაღის რაციონალურ გამოყენებას და სასარგებლო წიაღისეულის უდანაკარგო მოპოვებას. დღეის მდგომარეობით საქართველოს კანონით „ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისთვის მოსაკრებლების შესახებ“ მოსაკრებელი (გადასახადი) დაწესებულია არა მოპოვებული სასარგებლო წიაღისეულის მადანზე (სამთო მასაზე-არამადნეული საბადოებისთვის), არამედ მის შემადგენელ ცალკეულ კომპონენტებზე, რაც აშკარა გაუგებრობებს იწვევს საგადასახადო სამსახურთან მეწარმის ურთიერთობისას. სახელმწიფო მოხელეებს კი საშუალებას აძლევს სუბიექტურად მიუდგნენ საკითხის გადაწყვეტას. სტატიაში განხილულია მაგალითი თუ რა უარყოფით გავლენას ახდენს სამთო მრეწველობის განვითარებაზე მინერალური რესურსების მიმართ ასეთი დამოკიდებულება. სტატიაში განხილულია ფიქსირებული გადასახადის გაანგარიშების მეთოდი და თვალსაჩინოებისთვის განხილულია მაგალითები.

შემუშავება. დღეის მდგომარეობით საქართველოს კანონით „ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისთვის მოსაკრებლის შესახებ“ მოსაკრებელი (გადასახადი) დაწესებულია არა მოპოვებული სასარგებლო წიაღისეულის მადანზე (სამთო მასაზე არამადნეული საბადოებისთვის), არამედ მის შემადგენელ ცალკეულ კომპონენტებზე, რაც აშკარა გაუგებრობებს იწვევს საგადასახადო სამსახურებთან მეწარმის ურთიერთობისას. სახელმწიფო მოხელეებს კი საშუალებას აძლევს სუბიექტურად მიუდგნენ საკითხის გადაწყვეტას.

ერთ პატარა მაგალითზეც ნათლად ჩანს, თუ რა უარყოფით გავლენას ახდენს სამთო მრეწველობის განვითარებაზე მინერალური რესურსების მიმართ ასეთი დამოკიდებულება. მაგალითად, იმის გამო, რომ ლიცენზიის გამცემმა ორგანომ „დურნუკის“ ბაზალტის გამოვლენაზე შპს, „ქართულ ღორღის“ სახელზე გაცემულ ლიცენზიაში თავის დროზე არ დაუკონკრეტა სასარგებლო წიაღისეულის (ბაზალტი) საშენ მასალად გამოყენების სფერო (მოსაპირკეთებელი, საღორღე მასალა) ლიცენზიის დღევანდელ მფლობელს შპს „გლობალ ტრანსს“ შემოსავლების სამსახურთან წარმოემუა სერიოზული პრობლემები. თავის მხრივ ლიცენზიის გამცემმა, იმის მაგიერ, რომ ოპერატიულად აღმოეფხვრა მის მიერვე დაშვებული ხარვეზი, საკითხის განხილვა გადაამისამართა მარაგების სახელმწიფო კომისიაზე (რომლის შემადგენლობის 63 % სამინისტროს საჯარო მოხელეები არიან), ხოლო ამ კომისიაზე საკითხის გასატანად წამოუყენა სრულიად ახალი პირობები, რომლებიც ლიცენზიის პირობებში თავის დროზე გაწერილი არ იყო. საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ 2014 წლის 12 დეკემბერს გაიცა ახალი ლიცენზია № 1002197. 14,91 ჰექტარ ფართობზე №0000108 ლიცენზირებული ობიექტის ჩრდილო დასავლეთ საზღვარზე, იმავე შპს „გლობალ ტრანსს“-ზე, სადაც „მოსაპოვებელი რესურსის“ სახეობად დასახელებულია ღორღი და არა საღორღე მასალა (ცნობილია, რომ ღორღი წარმოიშობა ამ მასალის გადამუშავების შედეგად). მიუხედავად იმისა, რომ ორივე შემთხვევაში მცირე საინფორმაციო პაკეტების მიხედვით (I პ.6.8 და II პ.9.6) სასარგებლო

რეკომენდებულია ცნება „მოსაკრებლის ობიექტის“ ახალი რედაქცია, რადგან ბუნებაში ნებისმიერი სახის ჩარევა იწვევს ბუნებრივი პირობების შეცვლას, რომელსაც თან სდევს შესაბამისი არასასურველი პროცესები. სტატიაში დასაბუთებულია შემოთავაზებული სისტემის უპირატესობები არსებულთან, კერძოდ აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით გადასახადების დაწესება უზრუნველყოფს: საბადოების რაციონალურ (უდანაკარგო) დამუშავებას; წიაღიდან ამოღებული მადნის რაოდენობის გაზომვის ხელმისაწვდომობას; სახელმწიფო ხაზინაში დამატებითი შემოსავლების მიღების უზრუნველყოფას, ერთი შეხედვით მიხერული ტარიფების დაწესების ფონზე.

სრულყოფილი საგადასახადო სისტემა ეკონომიკის მდგრადი განვითარების ერთ-ერთი ძირითადი ბერკეტი. თუმცა, მინერალურ რესურსებთან მიმართებაში, ეს ბერკეტი რატომღაც ჩასოლილია და სამომადონო დარგის განვითარებას ამუხრუჭებს.

ჩვენი მიზანია წიაღის სარგებლობისთვის ფიქსირებული გადასახადის დაწესების მიზნით რეკომენდაციების

წიაღისეულის გამოყენების სფეროდ დასახელებულია – I “მშენებლობაში”, II “სამშენებლო სამუშაოებში”. პირველ შემთხვევაში გაშიფრულია კიდევ, რომ “ბაზალტი მარნეულის საბადოს ანალოგიით, შესაძლოა აკმაყოფილებდეს სახსტანდარტის მოთხოვნებს საყორე და სალორღე ნედლეულზე”-ო. იბადება ბუნებრივი კითხვა – რამ განაპირობა ის ფაქტი, რომ პირველ შემთხვევაში პირდაპირაა მითითებული გამოყენების სფეროც (მშენებლობაში) და მასალაც (ყორე ქვა და ღორღი), ლიცენზიაში კი რატომღაც ბაზალტია ჩაწერილი კონკრეტ-იზაციის გარეშე. მეორე შემთხვევაში პირიქითაა გამოყენების სფეროდ მითითებული სამშენებლო სამუშაოები, ხოლო მასალა დასახელებული საერთოდ არ არის. ლიცენზიაში კი დაკონკრეტებულია ღორღი. ფაქტია, რომ საკითხისადმი ასეთმა მიდგომამ მეწარმე დააზარალა: საქმის განხილვა დროში გაიწელა, კარიერზე სამუშაოების წარმოება შეჩერდა; გაღებული იქნა გაუთვალისწინებელი ხარჯები. იმ შემთხვევაში კი, თუ გადასახადი (მოსაკრებელი) დაწესებული იქნებოდა არა სამთო მასის შემადგენელ ცალკეულ სახეობაზე, არამედ მთლიან სამთო მასაზე, თავიდან იქნებოდა აცილებული ასეთი გაუგებრობები. ამასთან გარანტირებული იქნებოდა სასარგებლო წიაღისეულის რაციონალური მოპოვება და უდანაკარგო ათვისება (მოსაპირკეთებელი და ყორე ქვა, სალორღე მასალა). გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ ცალკეულ კომპონენტებზე დაწესებული გადასახადების (მოსაკრებელი) გაკონტროლდება შეუძლებელია (დამოკიდებულია ღეკლარაციის შემდგენის პატიოსნების დონეზე). ხოლო მონგრეული მთლიანი სამთო მასის ზუსტი აღრიცხვისთვის არსებობს მარკმეიდერული აღრიცხვის სხვადასხვა მეთოდები მათ შორის აეროფოტო-გადაღებები უპილოტო საფრენი აპარატი AIBOTIX-ი.

აღნიშნული ხარვეზების აღმოფხვრა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში თუ გადასახადი დაწესდება ფიქსირებულიად საბადოების ტიპებისა და გეოლოგიურ-ეკონომიკური რაიონების მიხედვით მოპოვებულ მადანზე (მონგრეულ სამთო მასაზე), რითაც უზრუნველყოფილი იქნება უნარჩენო წარმოება და საბადოების რაციონალ-

ური ექსპლუატაცია.

დაუხვეწავი საკანონმდებლო ნორმები აფერხებენ სამთამადნო მრეწველობის განვითარებას. ნიშანდობლივია, რომ 80-იანი წლების ბოლოს სამთო საწარმოთა წილი ქვეყნის მრეწველობის მთლიანი პროდუქციის 10-12 %-ს შეადგენდა. ამ პერიოდში ჩვენი სამთო საწარმოები აწარმოებდნენ არანაკლებ 20 სახის მყარი წიაღისეულის 45-მდე სხვადასხვა ხარისხის პროდუქტს. სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემებით, 2013 წელს სამთო საწარმოების პროდუქციის წილი მრეწველობის მთლიანი პროდუქციის 3,7 %-ს არ აღემატება, ხოლო ამ საწარმოებში მოზიდული ინვესტიციები მრეწველობაში განხორციელებული ინვესტიციების 4 %-ზე ნაკლებია. ეს მონაცემები არ შეესაბამება სამთო მრეწველობის რეალურ პოტენციალურ შესაძლებლობებს. ნათქვამია სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ისტიტუტის მკვლევართა (ნ. ბოჭორიშვილი, ე. მატარაძე) სტატიაში “სამთო საწარმოთა საინვესტიციო პროექტების ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება”.

ჩვენს ხელთ არსებული მასალები საშუალებას იძლევა გამოვთვალოთ გადასახადები წიაღით სარგებლობისთვის საბადოების ტიპებისა და გეოლოგიურ-ეკონომიკური რაიონების შესაბამისად.

აღექსანდრე თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ეკონომიკისა და სტრატეგიული დაგეგმარების სამეცნიერო-კვლევით განყოფილებაში არსებობს საქართველოს მინერალური რესურსების საბადოებისა და გამოვლენების მონაცემთა ბაზა და შემუშავებულია მისი სტატისტიკური, გეოლოგიური, რესურსული და ეკონომიკური ანალიზის მეთოდები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, საგადასახადო ტარიფების გამოსაანგარიშებლად არსებობს სხვადასხვა მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობა. ჩვენი გაანგარიშებები სასარგებლო წიაღისეულის ფასების ინდექსზეა დაფუძნებული. ანგარიშის უტყუარობის გადასამოწმებლად გამოყენებულ იქნა მოქმედი კანონმდებლობით (ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობისთვის მოსაკრებლის შესახებ მუხლი 5) დაწესებული ტარიფები. მადნეულის საბადოების მაგალითზე:

მაგალითის: ბარიტ-პოლიმეტალურ მადანში:

მადნის მთლიანი მოცულობაა - 1 468 000 ტონა რომელიც შედგება ცალკეული კომპონენტებისაგან:

სპილენძი - 8 000 ტონა  $\times 225,31$  ლარი/ტ = 2 042 480.

თუთია - 59 900 ტონა  $\times 90$  ლარი/ტ = 5 391 000.

ტყვია - 9 100 ტონა  $\times 37$  ლარი/ტ = 336 700.

სულფიდური გოგირდი - 131 300 ტ  $\times 2$  ლარი/ტ = 260 600.

ბარიტი - 331 700 ტონა  $\times 1,8$  ლარი/ტ = 561 060.

ოქრო - 878 200 გ  $\times 3$  ლარი/გ = 2 634 600.

ვერცხლი - 73 500 000 გ  $\times 0,03$  ლარი/გ = 2 190 000.

კადმიუმი - 259,7 ტ  $\times 800 000$  ლარი/ტ = 207 760 000.

\*(კადმიუმი - 259,7 ტ  $\times 80 000$  ლარი/ტ = 20 776 000).

სულ: 221 178 440 ლ: 1 468 000 ტ = 150,67 ლარი/ტ\* (სულ: 34 194 440 ლ: 146 800 ტ = 23,29 ლარი/ტ).

ასეთი გადასახადი რა თქმა უნდა არარეალურია. უზუსტობის მიზეზი კი უნდა ვეძიოთ დაწესებულ ტარიფში. კერძოდ, კადმიუმზე დაწესებულია არარეალური ტარიფი (საერთაშორისო ბაზარზე 1 კგ კადმიუმის მაქსიმალური ფასია 1750 \$ ამ შემთხვევაში გადასახადის

ოდენობა სარეალიზაციო ფასის 21 % შეადგენს. მინიმალური ფასის შემთხვევაში - 36 %-ს რაც, რა თქმა უნდა არარეალურია. კადმიუმზე მიახლოებითი ფასის (ტონაზე 80 000 ლარის) დადგენის შემთხვევაში გადასახადი 1 ტ. მადანზე შემცირდება 23,29 ლარამდე.

მაგალითი 2 : სპილენძის მადანში:

- მადანი - 21 038 000 ტონა მათ შორის:
- სპილენძი - 243 100 ტონა  $\times 225,31$  ლარი/ტ=62 065 861.
- სულფიდური გოგირდი - 1 338 700 ტონა  $\times 2$  ლარი/ტ=2 677 400.
- ოქრო - 21 108 500 გრამი  $\times 3$  ლარი/გ=63 325 500.
- ვერცხლი - 123 000 000 გრამი  $\times 0,03$  ლარი/გ=3 690 000.
- სელენი - 201 200 000 გრამი  $\times 1,5$  ლარი/გ=301 800 000.
- ტელორი - 213 400 000 გრამი  $\times 1,5$  ლარი/გ=320 100 000.
- სულ: 753 658 761 ლ: 21 038 000 ტ=35,85 ლარი/ტ.
- მაგალითი 3: ბარიტ-ოქროს შემცველი კვარციტები:
- მადანი - 817 300 ტონა მათ შორის :
- ბარიტი - 673 000 ტ  $\times 1,8$  ლარი/ტ=1 211 400.
- ოქრო - 1 015 700 გრამი  $\times 3$  ლარი/გ=3047100.
- ვერცხლი - 39 100 000 გრამი  $\times 0,03$  ლარი/გ=1 173 000.
- სულ: 5 431 500 ლ  $\times 817 300$  ტ=6,64 ლარი/ტ.

განხილული მაგალითებიდან ნათლად ჩანს, რომ მადანში, სადაც კადმიუმი, სელენი და ტელორი მონაწილეობს მადნის საერთო საგადასახადო ფასი მკვეთრად გაზრდილი. ნიშანდობლივია ის ფაქტი, რომ არსებული საკონმდებლო ნორმები (ლიცენზირება, წიაღით სარგებლობის გადასახადი) აქცენტირებას ძირითად მეტალზე ახდენს, ხოლო თანმდევი უგულებელყოფილია, მათ შორის იშვიათი ლითონები. არსებულ კანონმდებლობაში ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ცვლილებების განხორციელების შემთხვევაში, სახელმწიფო ხაზინაში შემოსავლები საგრძნობლად გაიზრდება. პირველ შემთხვევაში 221 178 440-2 042 480=219 135 960 ლარით. ხარვეზის აღმოფხვრის შემთხვევაში (კადმიუმზე ტარიფის 10 ჯერადი შემცირების შემთხვევაში) 32 151 460 ლარი (34 194 440-2 042 980).

მეორე შემთხვევაში - 753 658 760-62 065 861=691 592 900 ლარის მოგებას. მესამე შემთხვევაში - 5 431 500-1 211 400=4 220 100 ლარი. როგორც ამ მასალებიდან თვალნათლივ ჩანს, აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით გადასახადების დაწესება უზრუნველყოფს:

1. საბადოების რაციონალურ (უდანაკარგო) დამუშავებას;
2. წიაღიდან ამოღებული მადნის რაოდენობის გაზომვის ხელმისაწვდომობას;
3. სახელმწიფო ხაზინაში დამატებითი შემოსავლების მიღების უზრუნველყოფას. ერთი შეხედვით მიზეზური ტარიფების დაწესების ფონზე.

მიგვაჩნია, რომ ცნება „მოსაკრებლის ობიექტის“ შესახებ შესაცვლელია, რადგან ბუნებაში ნებისმიერი სახის ჩარევა იწვევს ბუნებრივი პირობების შეცვლას, რომელსაც თანსდევს შესაბამისი არასასურველი პროცესები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მოსაკრებლის ობიექტი უნდა იყოს გარემოზე ზემოქმედების მომხდენი ნებისმიერი საქმიანობა, კერძოდ, წიაღითსარგებლობა იმ განზომილებებში რომელიც მოცემულია „წიაღის შესახებ“ საქართველოს კანონში.

მიგვაჩნია, რომ ტერმინი „მოსაკრებელი“ არასწო-

რადაა ამერჩეული, რადგან მოსაკრებელი შეიძლება იყოს ერთჯერადი. ვთქვათ, წიაღის უბნის სალიცენზიოდ მოსამზადებელი სამუშაოების ხარჯების ანაზღაურების მიზნით, ხოლო წიაღით სარგებლობისათვის უნდა დაწესდეს გადასახადი ქვემოთ ჩამოთვლილ საქმიანობებზე:

1. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებაზე (გადასახადი უნდა დაწესდეს გეოლოგიურ-ეკონომიკური რაიონების მიხედვით და დიფერენცირებული უნდა იყოს ცალკეული დარგებისა და სასარგებლო წიაღისეულის სახეობების მიხედვით);

2. სასარგებლო წიაღისეულის გადამამუშავებაზე (გადასახადი დიფერენცირდება მოპოვებული სასარგებლო წიაღისეულის სახესხვაობის მიხედვით);

3. მიწისქვეშა ბუნებრივი სიცარიელების გამოყენებაზე, მათ შორის:

- ა) მღვიმეები, გამოქვაბულები და სხვა;
- ბ) მიწისქვეშა ფორიანი ქანების გამოყენება ნავთობისა და გაზსაცავებისათვის;
- გ) მიწისქვეშა კომუნიკაციების მოსაწყობად;
- დ) სპეციალური დანიშნულების მშენებლობისათვის (ლაბორატორიები, აეროდრომები);
- ე) მიწისქვეშა საწყობების, მაცივრებისა და სხვა მშენებლობებისათვის;

4. გეოლოგიური, მინერალოგიური, პალეონტოლოგიური კოლექციებისა და სამუზეუმო ექსპონატების შეგროვებაზე;

5. გამომდინარე იქიდან, რომ წიაღის შესწავლის დროსაც ხდება გარემოზე ზემოქმედება (ჭაბურღილებისა და მძიმე სამთო გამოწვევების გაყვანის დროს), გადასახადი უნდა დაწესდეს წიაღის შესწავლაზეც.

შემოთავაზებული წინადადების (რეკომენდაციების) რეალიზების შემთხვევაში წიაღით სარგებლობის გადასახადის ტაბულა მიიღებს სახეს, რომელიც მოცემულია ცხრილში 1.

1	2	3	4	5	6	7	8
1.	ენერგეტიკული ნედლეული ნავთობკონდენსატი	1 ტონა	50	50	40	30	20
	წიაღით სარგებლობის სახეები	განზომილებების ერთეული	გადასახადის (ანარიცხების) ოდენობა ცალკეული გეოლოგიურ-ეკონომიკური რაიონებისთვის ლარებში				
			I გ.ე.რ	II გ.ე.რ		SUIII გ.ე.რ	
				ბოლნისის რაიონი	სხვა რაიონები	1501-2000-მდე	2000 -ზე ზევით
2.	ბუნებრივი გაზი	1000 მ <sup>3</sup>	5	5	4	3	2
3.	ნახშირი: კოქსირებული ენერგეტიკული მურა	1 ტონა	-	-	1	1	1
					0,8	0,6	0,5
			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4.	ტორფი და საპროპელეები	1 ტონა	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
II.	შავი ლითონები						
1.	რკინის მადანი	1 ტონა	0,30	0,30	0,20	0,15	
2.	რკინის მადნის კონცენტრატი	1 ტონა	0,50	0,50	0,30	0,15	0,10
3.	მანგანუმის მადანი	1 ტონა	5	5	3	1	1
III.	ფერადი და იშვიათი ლითონები						
1.	ოქრო-სპილენძ-ბარიტის მადნები	1 ტონა	11,86	11,86	8	7,12	5
2.	ბარიტ-პოლიმეტალური მადნები	1 ტონა	13,42	13,42	9	8	6
3.	ოქრო-პოლიმეტალური მადნები	1 ტონა	11,16	11,16	8	6,70	5
4.	ტყვია-თუთიის მადნები	1 ტონა	9,74	10	8	7,5	5,85
5.	იშვიათი მადნები	1 ტონა	30	30	25	20	15

**НОЗАДЗЕ И.Р., ОТАРАШВИЛИ М.В.,  
ГАМКРЕЛИДЗЕ Г.Г., КВАТАШИДЗЕ И.Р.  
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ  
ФИКСИРОВАННЫХ НАЛОГОВ ЗА  
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ**

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся значения усовершенствования налоговой системы для экономического развития страны. В частности, установление такой формы налога за использование недр, которая обеспечит рациональное использование и безотходную добычу полезных ископаемых. В настоящее время по закону Грузии «О сборах за использование природных ресурсов» сбор (налог) установлен не на добытое полезное ископаемое руду (горную массу – для нерудных месторождений), а на отдельные компоненты, составляющие ее, что вызывает явное недоразумение в отношениях между налоговой службой и предпринимателем. А госу-

дарственным чиновникам даёт возможность субъективно подходить к разрешению проблемы. В статье приведён пример отрицательного влияния такого подхода, применительно к минеральным ресурсам, на развитие горной промышленности. В статье рассмотрен метод расчёта фиксированного налога и для наглядности приведены примеры. Рекомендована новая редакция понятия «объект сбора», так как любое вмешательство в природу вызывает изменение природных условий, за которым следуют соответствующие нежелательные процессы.

В статье обосновываются преимущества предложенной системы по сравнению с существующей, в частности, указанный метод установления налогов обеспечивает: Рациональную (безотходную) разработку месторождений; доступность измерения количества добытой из недр руды; поступление дополнительных доходов в государственную казну на фоне установления, казалось бы, мизерных тарифов.

**NOZADZE I., OTARASHVILI M.,  
GAMKRELIDZE G., KVATASHIDZE I.  
RECOMMENDATIONS ON THE SETTING OF  
FIXED TAXES FOR SUBSOIL USE**

The article deals with the issues concerning the importance of updating the tax system for the economic development of the country. In particular, introducing such form of the tax for use of mineral resources which will provide for rational use and wastless mining of minerals. Presently according to the law of Georgia "On Charges for Use of Natural Resources" the charge (tax) has been imposed not on the mined mineral ore (rock mass – for non-metallic deposits) but on its separate components. This situation causes misunderstanding between tax services and an entrepreneur, while state officials

have a chance to be subjective when tackling the problem. The article exemplifies negative influence of such approach towards mineral resources on the development of mining industry. The article considers a method of a fixed tax charge and illustrative examples are given. A new wording for the "tax object" concept has been recommended, as any interference into nature causes changes in natural conditions followed by the adequate undesirable processes.

The article substantiates advantages of the proposed system against the existing one. In particular adopting the above method of taxation will ensure: Rational (wasteless) mining of deposits; accessibility to measurement of quantity of mined ore; flow of extra incomes to the national treasury against the background of introducing too small tariffs.

უპკ 553.535 : 622.784

**აკად. დოქტორი მ. ოთარაშვილი, აკად. დოქტორი ლ. მახარაძე,  
მ. გროპიშვილი  
ფარაჟნის საბადოს პერლიტის საფუძველზე მიღებული და  
გამოყენებული სორბენტის რეგენერაცია-უტილიზაციის შესაძლებლობის  
საკითხები**

ნაშრომში განხილულია ფარაჟნის საბადოს პერლიტის საფუძველზე მიღებული და გამოყენებული სორბენტის რეგენერაცია-უტილიზაციის შესაძლებლობის საკითხები.

მსოფლიო პრაქტიკაში ნავთობპროდუქტებისგან გაწმენდის ეფექტური გადაწყვეტა მეტწილად დამოკიდებულია ნავთობშთანთქმის მასალის შერჩევაზე. გამოყენებისათვის მთავარი მოთხოვნაა მავნე ნივთიერებების შთანთქმის უნარი, მათი სიძაფე და მყარი სანედლეულო ბაზა. ამ მხრივ საუკეთესო აღსორბენტთა ჯგუფს მიეკუთვნება ვულკანური წარმოშობის პერლიტი. გეოლოგიური სამსახურის უახლესი მონაცემებით პერლიტების მსოფლიო მარაგები დაახლოებით 8 მილიარდ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს, ყოველწლიურად მოიხმარება საშუალოდ 2 მლნ ტონამდე პერლიტი. საქართველოს ტერიტორიაზე არსებობს პერლიტის მძლავრი საბადო, რომელიც მდებარეობს ნინოწმინდის რაიონში ფარაჟნის ტბის ნაპირზე კოიუნდაგის მთის ფერდობზე, თბილისიდან სამხრეთ-დასავლეთით 85 კმ-ში. ამ საბადოს პერლიტის მარაგები ძალიან მნიშვნელოვანია და 60.291 მლნ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს.

უკანასკნელ წლებში ჩვენი ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ მაღალ სამეცნიერო-ტექნიკურ დონეზე ჩატარებული კვლევები განაპირობებელი იყო, როგორც ეკოლოგიური პრობლემის გადასაწყვეტად, ასევე ადგილობრივი ნედლეულის გამოსაყენებლად.

უმთავრეს ამოცანას წარმოადგენდა პერლიტის თერმოქიმიური მოდიფიცირების საფუძველზე სორბენტის მიღება, კვლევა და მისი გამოყენების შესაძლებლობების შესწავლა. ნამუშევარი ნავთობპერლიტის რეგენერაცია-უტილიზაციის პრობლემის გადაჭრის მიზნით და სავაჭრო მშენებლობაში ბიტუმის დეფიციტით გამოწვეული სხვა ალტერნატიული შემკვრელების მოსაძიებლად, ტექნი-

კურ სამეცნიერო საწარმოსთან თანამშრომლობით ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ სტანდარტების შესაბამისად შესაძლებელია ნავთობპერლიტი გამოყენებულ იქნეს ცივ ასფალტბეტონში ერთ-ერთ კომპონენტად. იგი ამარტივებს ტექნოლოგიას, ამცირებს ბიტუმის ხარჯს და ეკოლოგიურად სუფთაა.

იუნესკოს მონაცემებით ნავთობი და ნავთობპროდუქტები, მაღალი ტოქსიურობის გამო, გარემოს დაბინძურების ყველაზე საშიშ ათეულში შედიან. მათი მოპოვების, გადამუშავების და გადაზიდვის მზარდი მასშტაბები მნიშვნელოვნად ზრდის ზღვების, ოკეანეების, ბუნებრივი და ხელოვნური წყალსაცავების, ჩამდინარე წყლების და ნიადაგების დაბინძურების საშიშროებას და ჩაღვრილი ნავთობის რაოდენობას.

აღნიშნულისა და სხვა მრავალი ფაქტორების გათვალისწინებით, მსოფლიო მნიშვნელობა შეიძინა ამ კუთხით ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვამ და მისი პრობლემების გადაწყვეტამ. ამ პრობლემის წინაშე დადგა საქართველოც თავისი ბუნებრივი სიმდიდრეებით, მას შემდეგ რაც მან ნავთობგადამამუშავებელი და ნავთობსატრანზიტო (ბაქო-სუფსის ნავთობსადენი, სუფსის ტერმინალი, ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის ნავთობსადენი) ქვეყნის ფუნქცია შეიძინა.

მსოფლიო პრაქტიკაში ნავთობპროდუქტებისგან გაწმენდის ეფექტური გადაწყვეტა მეტწილად დამოკიდებულია ნავთობშთანთქმელი მასალის შერჩევაზე. გზები და მეთოდები მრავალმხრივია (მექანიკური, ფიზიკური-ქიმიური, ბიოქიმიური), მაგრამ ყველაზე ეფექტური და ადვილად მართვადი აღსორბეული მეთოდია, რომელიც დამყარებულია სინთეზურ (ფორიანი პოლიმერული მასალა მავნე, დეფიციტური და ძვირადღირებული) და

ბუნებრივ სორბენტებზე (თიხები, ცეოლიტები და სხვა). მათი გამოყენებისათვის მთავარი მოთხოვნაა მავნე ნივთიერებების შთანთქმის უნარი, მათი სიიფე და მყარი სანედლეულო ბაზა. ამ მხრივ საუკეთესო აღსორბენტთა ჯგუფს მიეკუთვნება პერლიტი [1].

პერლიტი ვულკანური წარმოშობის ეფუზური სილიკატური ქანია, სადაც  $SiO_2$ -ის შემცველობა სულ მცირე 70-78 %-ია. გაცივების ხანგრძლივ პროცესში

ზედაპირზე ამოსული ლავა წარმოქმნის ბაზალტის, ანდეზიტის და სხვა ტიპის ქანებს, ხოლო ლავის სწრაფი გაცივებისას წარმოიქმნება მინისებრი ქანები, თუ ლავა მდიდარია ტუტეებით, რკინით, მაგნიუმით იგი დიდხანს რჩება მოძრავი და ადვილად კრისტალდება, საწინააღმდეგოდ კაჟმიწით მდიდარი ლავა მაღალ ტემპერატურაზე ბლანტია და გაცივებისას წარმოიქმნება ვულკანური მინა.

ცხრილი 1

ვულკანური მინების კლასიფიკაცია წყლის შემცველობის მიხედვით %-ში

ობსიდიანი	წყლის ზღვრული შემცველობა 1% მდე
პერლიტი	( 5 %-6 % )
პეზშტეინი	(8 %-10 %)

ვულკანური მინების კლასიფიკაციის ერთ-ერთ ნიშანს წარმოადგენს წყლის შემცველობა, რომელსაც ადვილად აქროლად კომპონენტებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია. წყლის რაოდენობის და ქანის აგებულების, მიხედვით განასხვავებენ სამ სახეობას: ობ-

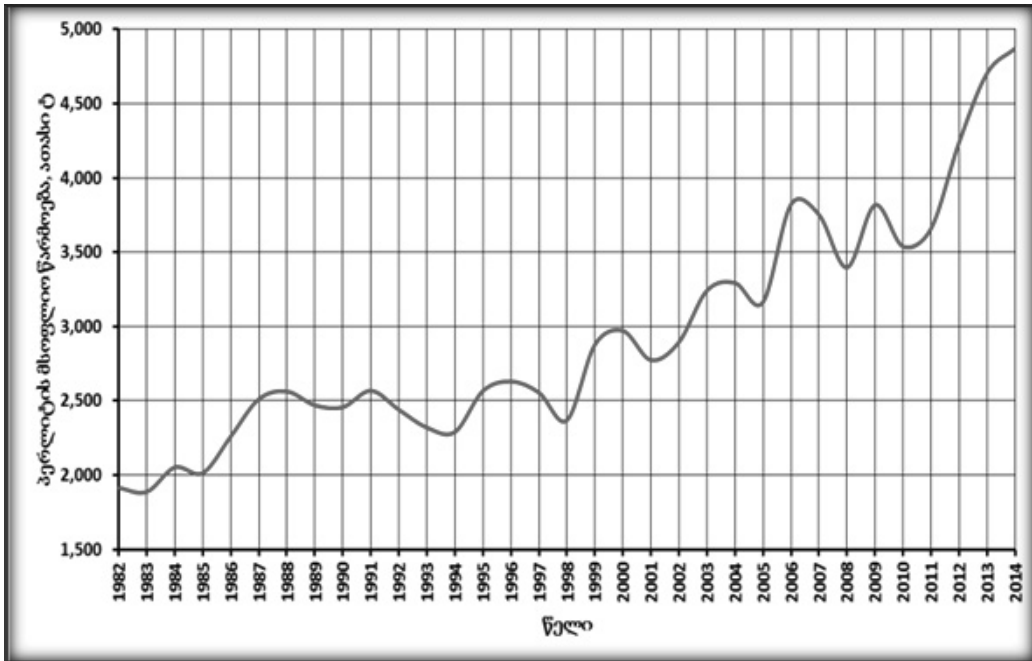
სიდიანს (წყლის ზღვრული შემცველობა 1 % მდე), პერლიტს (5 % - 6 %) და პეზშტეინს (8 % -10 %- მდე). პერლიტში წყალი ორი ძირითადი ფორმითაა: თავისუფალი და შეკავშირებული (ბმული). თავისუფალი წყალი ეს არის ქანის ზედაპირზე



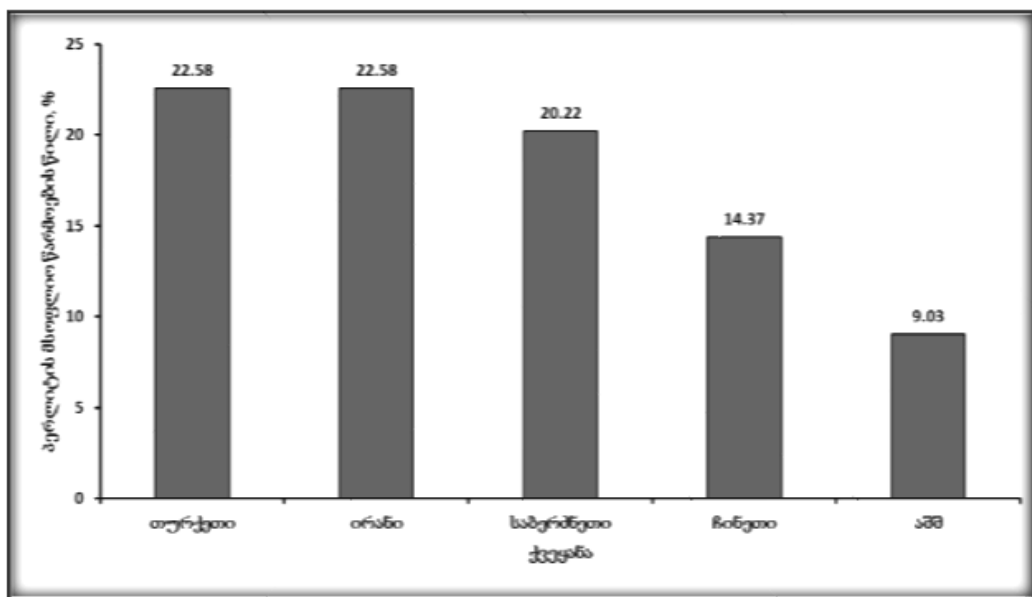
ნახ. 1. აფუებული პერლიტი

არსებული სინესტე, ხოლო შეკავშირებული წყალი უზრუნველყოფს 2 ეფექტს: დაბლა სწევს მინერალის გაღობის წერტილს და მოქმედებს როგორც გამაფართოებელი, რის შედეგადაც იგი ფუვდება 760-1280 °C - მდე გახურებისას,

პერლიტი ფუვდება და წარმოქმნის აფუებულ მინისებრ ქაფს – 20-ჯერ გაზრდილი მოცულობის ხელოვნურ მინქაფას, რომლის სიმკვრივე დაწეულია 80-200 კგ/მ<sup>3</sup>-მდე (იხ. ნახაზი 1).



ნახ. 2. პერლიტის მსოფლიო წარმოების ისტორიის მაჩვენებელი მრუდი



ნახ. 3. პერლიტის ხუთი მთავარი მწარმოებელი ქვეყანები

აფუებული პერლიტის მნიშვნელოვანი თვისებებია მდგრადობა და ფორიანობა, რომლებზედაც დამოკიდებულია პერლიტის სამრეწველო გამოყენება:

1. თბო- და ხმის საწინააღმდეგო იზოლატორის სახით საუკეთესოა სახურავქვეშა თბოიზოლაციისთვის, როგორც საცხოვრებელ ბინებში, ასევე სამეურნეო ნაგებობებში (მაგ.: 20 სმ-იანი პერლიტის კედელი 60 სმ-იანი პემზის ბლოკის კედლის ეკვივალენტურია, თბოიზოლაციისა და ხმის იზოლაციის ანალოგიური თვისებებით);

2. შიდა კედლების და გარე ფასადების შელესვის

დროს, არამზიდი კედლების შემავსებლად, ბლოკების და აგურის წარმოებისთვის;

3. ხელოვნური ნიადაგისა და ჰიდროპონიკის დასამზადებლად;

4. ნავთობით დაბინძურებული წყალსატევების გასაწმენდად;

5. სასმელი და ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად;

6. ფილტრების დასამზადებლად ფარმაცოლოგიური მიზნებისთვის, ასევე, ზეთების რაფინირებისათვის.

მსოფლიოში ცნობილი პერლიტის საბადოები განლაგებულია აშშ-ში, თურქეთში, იაპონიაში, ირანში, მექსიკაში,

საბერძნეთში, იტალიაში, სამხრეთ აფრიკაში, უნგრეთში, რუსეთში, სომხეთში და საქართველოში [2].

ინფორმაცია პერლიტის მსოფლიო მარაგების შესახებ აშშ-ს გეოლოგიური სამსახურის 2009 წლის მონაცემებით 7.7 მილიარდი ტონაა, თუმცა მოგვიანებით აღიარა, რომ ასეთი დასკვნისთვის მასალა აშკარად არასაკმარისი იყო, ხოლო რუსული საინფორმაციო წყაროების ცნობით პერლიტების მსოფლიო მარაგები 8 მილიარდ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს, პერლიტის ყოველწლიური მოხმარება დაახლოებით 2 მლნ ტონამდეა.

ამასთან, 5.3 მილიარდი მ<sup>3</sup> დსთ-ს ქვეყნებსა და რუსეთშია გავრცელებული. სომხეთში აგარაცის საბადოს მარაგებს სომხეთის ენერგეტიკისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო 150 მილიონ მ<sup>3</sup>-ად აფასებს, მაგრამ სინამდვილეში იგი 50 მილიონს არ აღემატება.

1982-2014 წლებში პერლიტის მსოფლიო წარმოება 2.54-ჯერ გაიზარდა და 2014 წელს 4872 ათასი ტ შეადგინა (იხ. ნახაზი 2). პერლიტს 27 ქვეყანა აწარმოებს და მათ შორის ლიდერებია თურქეთი, ირანი, საბერძნეთი, ჩინეთი და აშშ (იხ. ნახაზი 3).

საქართველოს ტერიტორიაზე პერლიტის მძლავრი საბადო მდებარეობს ნინოწმინდის რაიონში ფარავნის ტბის ნაპირზე კოიუნ-დაგის მთის ფერდობზე, თბილისიდან სამხრეთ დასავლეთით 85 კმ-ში. ამ საბადოს უნიკალური თვისებების მქონე პერლიტის მარაგები ძალიან მნიშვნელოვანია და 60.291 მილიონ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს.

უკანასკნელ წლებში კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის თანამშრომელთა მიერ მაღალ სამეცნიერო-ტექნიკურ დონეზე ჩატარებული სამუშაოები განპირობებული იყო, როგორც ეკოლოგიური პრობლემის გადასაწყვეტად, ასევე ადგილობრივი ნედლეულის გამოსაყენებლად.

შესრულებული სამუშაოს ამოცანას წარმოადგენს პერლიტის თერმოქიმიური მოდიფიცირების საფუძველზე ნათობმშთანთქმელი სორბენტის მიღება, კვლევა და მისი

გამოყენების შესაძლებლობების შესწავლა. ამ მიზნით განსაზღვრული იქნა პერლიტის ნივთიერი შედგენილობა და სტრუქტურული თვისებები: პეტროგრაფიული, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის კომპლექს მეთოდებით. პერლიტის სრულფასოვანმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ იგი დაბალი ნავთობტევადობით ხასიათდება და აგრეთვე თანდათანობით იძირება შთანთქმულ ნავთობთან ერთად, ხოლო პერლიტის თერმოქიმიური მოდიფიცირების შედეგად მიღებული ჰიდროფობული სორბენტი ნათლად გამოხატული ოლეოფილური თვისებებით, ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების შთანთქმის და წყლის ზედაპირზე ცურვადობის მაღალი უნარით ხასიათდება. მისი მიღების ტექნოლოგია მარტივი და იაფია.

ნავთობმშთანთქმელი სორბენტის მიღების ტექნოლოგია ითვალისწინებს პერლიტის აფუებას და მის მოდიფიცირებას ჰიდროფობიზატორებით.

პერლიტის ქანის დაქუცმაცების და ჭარბი წყლის მოცილების შემდეგ, აფუების პროცესი ჩატარებული იქნა საწარმოო პირობებში შახტურ ღუმელში, წინასწარ შემუშავებული ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმის საფუძველზე. აფუებული პერლიტიდან ფიზიკური მახასიათებლების მიხედვით გამოიყო მუშა ფრაქცია ( $2.5 \pm 0,05$  მმ).

აფუებული პერლიტის ჰიდროფობიზაციისათვის გამოყენებული იქნა ძირითადად  $0.315 < d < 0.63$  მმ ფრაქცია, ხოლო მოდიფიკატორებად - შედგენილობით, სტრუქტურითა და სილიციუმის ატომთან მდგომი ორგანული რადიკალებით განსხვავებული სილიციუმორგანული ნაერთები, ეფექტური ჰიდროფობიზატორები: პოლიეთილ-ჰიდროსილოქსანი (ГКЖ-94), პოლიმეთილსილოქსანი (ПМС) და მეთილ-ფენილსილოქსანი (МФС), მოდიფიკატორების ტიპითა და რაოდენობით რეგულირდებოდა სორბენტის ზედაპირული და სორბციული თვისებები. შემუშავებული ოპტიმალური ვარიანტის საფუძველზე მიღებული იქნა ნავთობმშთანთქავი სორბენტები.

**ცხრილი 2**

**პოლიეთილჰიდროსილოქსანით (ГКЖ-94) ჰიდროფობიზაციის გავლენა პერლიტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე**

მაჩვენებლის დასახელება	გაფუებული პერლიტი	მოდიფიცირებული ორგანიკით
ნაყარი მოცულობითი წონა, კგ/მ <sup>3</sup>	50-250	50-250
წყალშთანთქმა 24 სთ. წონა, %	170-180	10
კაპილარული შეწოვა 24 სთ, %	65	0
ფორიანობა, %	95	95
დასველების კუთხე, 0 <sup>0</sup>	90	130-140
ცურვადობა, %	90	98
ნავთობტევადობა, %	120-150	700-750



როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჰიდროფობიზაცია მთლიანად აფერხებს კაპილარულ შეწოვას, მნიშვნელოვნად ამცირებს წყალშთანთქმას, იზრდება დასველების კუთხე, ცურვადობა, მნიშვნელოვნად იზრდება ნავთობტევადობა, ამავდროულად უცვლელია გრანულომეტრიული შედგენილობა, ნაყარის მოცულობითი წონა და ფორიანობა.

გაფუებული პერლიტის ზედაპირის ქიმიური ბუნება მოდიფიცირების შემდეგ საგრძნობლად იცვლება, კერძოდ, მცირდება წყლის ორთქლისა და ამიაკის აღსორბცია, ხოლო ორგანული ნივთიერებების (ბენზოლი, ნ-ჰექსანი) კი საგრძნობლად იზრდება. მოდიფიცირების შემდგომ პერლიტის ზედაპირსა და სილიციუმორგანულ ნაერთებს შორის ურთიერთქმედების შედეგები, სახელდობრ ზედაპირზე ორგანული აფსკის არსებობა სილოქსანური სისტემის წარმოქმნით, საუკეთესოდ ჩანს მოდიფიცირებული ნიმუშების ინფრაწითელ სპექტრში, განსხვავებული ახალი შთანთქმის ზოლების არსებობით 1400-800 სმ<sup>-1</sup> უბანში, რაც განპირობებული უნდა იყოს Si-CH<sub>3</sub> და Si-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> დეფორმაციული რხევების არსებობით. მოდიფიცირების პროცესი დადასტურდა აგრეთვე თერმოგრაფიკული ანალიზითაც, სადაც აღინიშნა ეგზოთერმული პიკი 320<sup>0</sup> ტემპერატურულ ინტერვალში, რომელიც უკავშირდება, როგორც ზედაპირზე არსებული ორგანული ნაწილის დაჟანგვას, ისე მისი პოლიმერიზაციის პროცესს [3].

მიღებული სორბენტი გამოცდილი იქნა სორბციულ პროცესებში წყლის ზედაპირზე მცურავი ნავთობისგან და ნავთობით დაბინძურებული ნიადაგების გასაწმენდად წყლის ზედაპირზე მცურავი ნავთობის სორბენტით შეკვრის პროცესის ცდები ჩატარებული იქნა ლაბორატორიულ პირობებში. წყლის ზედაპირზე ნავთობის ფენის სისქე შეადგენდა 0.07 სმ-ს, სიბლანტე 4.7 სსტ (20 °C). სორბენტით შთანთქმული ნავთობის რაოდენობა განისაზღვრება წონითი მეთოდით.

მიღებული შედეგებით დადგინდა, რომ ГКЖ-94 -ით მოდიფიცირებული ნიმუშები ხასიათდება მაქსიმალური (75 %) ნავთობტევადობით, წყლის ზედაპირის გაწმენდის ხარისხი კი 97 %-ს შეადგენს [4].

ნავთობით დაბინძურებული ნიადაგების გასაწმენდად, პრაქტიკული რეკომენდაციებიდან გამომდინარე, შერჩეული იქნა გამდიდრების ფლოტაციური მეთოდი. ექსპერიმენტისათვის შერჩეული იქნა ნიადაგების სხვადასხვა ტიპი (შავმიწა, სილა-ქვიშობი, და თიხანარევი), რომელთა დეტალური კვლევა ჩატარდა ანალიზის კომპლექსური მეთოდებით.

ექსპერიმენტის საფუძველზე დადგინდა იქნა სორბენტის რაოდენობა (≈10-15%), რომელიც საჭიროა სხვადასხვა ხარისხით დაბინძურებული ნიადაგიდან ნავთობის ამოსაკრეფად.

სორბენტზე ნავთობის აღსორბციის კინეტიკის შესწავლისას ყურადღება გამახვილდა დაღვრილი ნავთობის სორბენტთან კონტაქტის დროზე და აგრეთვე გათვალისწინებული იქნა ნიადაგის სტრუქტურა და

შედგენილობა. დადგინდა, რომ სორბენტზე დასაწყისშივე ხდება ნიადაგზე დაღვრილი ნავთობის სორბირება, ხოლო შემდეგ პროცესი ნელდება, რადგან ფორებში შეღწეული ნავთობის ამოკრეფა საკმაოდ ნელა მიმდინარეობს. ე.ი. რაც უფრო მცირე დროა გასული ნავთობის ნიადაგში დაღვრიდან, მით მაღალია გაწმენდის ხარისხი, ეს რაოდენობა ყავისფერ ნიადაგებში 70 %-ს შეადგენს, სილა ქვიშობიანში 90-93 %-ს, ხოლო თიხოვანი ნიადაგების შემთხვევაში გაწმენდის ფლოტაციური მეთოდის გამოყენება არაეფექტურია.

ჰიდროფობური სორბენტის უპირატესობად უნდა ჩაითვალოს ნავთობის შთანთქმის შემდეგ მისი რეგენერაცია-უტილიზაციის შესაძლებლობა, კერძოდ, გზების საფარის მშენებლობაში, როგორც ცივი ასფალტბეტონის დანამატად გამოყენება. ცნობილია, რომ ნავთობის ბიტუმი ასფალტბეტონის ნარევი ერთ-ერთ კომპონენტს წარმოადგენს. ნარევის მომზადების პროცესი ითვალისწინებს შემკვრელის თანაბარ განაწილებასა და მინერალური მარცვლების ბიტუმის აფსკით დაფარვას. დღემდე არსებული ტექნოლოგიით შემკვრელებად გამოიყენება ბლანტი (ცხელში) თხევადი ან გათხევადებული ბლანტი (ცივში) ბიტუმი, რომელთა მოსამზადებლად ახდენენ ნავთის, დიზელის ან ნავთობის სხვადასხვა ფრაქციების შერევას.

თანამედროვე პირობებში საგზაო მშენებლობაში იგრძნობა ბიტუმის მწვავე დეფიციტი, რაც იწვევს ახალი სახეობის ორგანული ან ალტერნატიული შემკვრელების მოძიების აუცილებლობას. ამ მიზნით შპს სამეცნიერო კვლევითი საწარმოო „მაგისტრალის“ საგამოცდო ლაბორატორიაში ჩატარდა ცდები, რომელიც ითვალისწინებდა ცივ ასფალტბეტონის წარმოებაში ნარევის ერთ-ერთ კომპონენტად ნავთობით გაჯერებული პერლიტის დანამატად გამოყენების შესაძლებლობას.

ექსპერიმენტის ჩატარებისას ნავთობპერლიტის ოპტიმალური რაოდენობის დადგენის მიზნით ნარევის შერჩევა მოხდა სტანდარტი 9128-97-ის მოთხოვნების შესაბამისად.

განსაზღვრული რაოდენობის კომპონენტებთან ერთად (ბაზალტის ქვიშა 90 %, კირქვის მინერალური ფხვნილი 10%, ნავთობის ბიტუმი მარკით ბნ (60-90) მინერალური ნაწილის მასის 6 %. ნავთობპერლიტის დანამატი სხვადასხვა პროცენტული თანაფარდობით (1-2 %-მდე) მიეწოდებოდა ცივ ასფალტბეტონის ნარევი, 120-1300 °C ტემპერატურაზე გაცხელებულ მინერალურ ნაწილთან და ბლანტ ბიტუმთან ერთად. არევის პროცესში დანამატში არსებული ნავთობპროდუქტები იწვევენ ბლანტი ბიტუმის პლასტიფიცირებას და გათხევადებას, რაც ფაქტიურად წარმოადგენს ორგანულ შემკვრელს. მიღებული ნარევი სხვანაირად მომზადდა საგამოცდო ნიმუშები და გამოცდის მეთოდის შესაბამისად განისაზღვრა ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები: მოცულობითი მასა, წყალშთანთქმა, გაჯირჯევა, სიმტკიცე და წყალმედვეობის კოეფიციენტი.

ცივი ასფალტბეტონების გამოცდის შედეგები

ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების დახასიათება	ცივი ასფალტბეტონების შემადგენლობა ბაზალტის ქვიშა 90%, კირქვის მინერალური ფხვნილი 10%, ნავთობის ბიტუმი მარკით პნ 60/90 - 6%				
	ნორმა	გოსტ	დანამატი	დანამატი	დანამატი
	9128-97		1 % მასის	1,5 % მასის	2 % მასის
	მარკა				
I	II				
სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, მეგპა +200 ტემპ.	1.7	1.2	2.4	2.0	1.6
+200 ტემპ.	1.2	0.8	1.9	1.5	1.1
+500 ტემპ.	-	-	1.0	0.6	0
წყალმეღვობის კოეფიციენტი არა-ნაკლები, %	0.75	0.65	0.79	0.75	0.68
წყალშთანთქმა, %	5-9		6.4	7.95	8.55
გაჯირჯება არა უმეტესი, %	1.2	2.0	1.28	1.89	2.0
მოცულობითი მასა, გრ/სმ <sup>3</sup>	-	-	2.32	2.29	2.25

მიღებული შედეგების მიხედვით დანამატის ოპტიმალური რაოდენობა ნარევი 1 - 1.5 %-ს შეადგენს, რაც სრულიად საკმარისია და აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს.

ჩატარებული კვლევა იძლევა იმის საფუძველს, რომ ნავთობპროდუქტით გაჯერებული ჰიდროფობული პერილიტის დანამატი შესაძლოა გამოყენებული იქნეს ცივი ასფალტბეტონის ერთ-ერთ კომპონენტად, რომელსაც გარკვეული უპირატესობები გააჩნია: არ იკვრება ცალკე კოშტებად, არ წარმოქმნის მტვერს, აუმჯობესებს შერევას და ნარევის გამკვრივებას, წყალი არ ასველებს, მცირდება ბიტუმის ხარჯი და ეკოლოგიურად სუფთაა.

აღნიშნული დანამატი საშუალებას იძლევა გამარტივდეს ცივი ასფალტბეტონის დამზადების ტექნოლოგია და გამოყენებული იქნეს საგზაო ბლანტი ბიტუმი წინასწარი გათხევადების გარეშე.

ნამუშევარი ნავთობპერლიტის რეგენერაცია-უტილიზაციის პრობლემის გადაჭრის მიზნით და საგზაო

მშენებლობაში ბიტუმის დეფიციტით გამოწვეული სხვა ალტერნატიული შემკვრელების მოსაძიებლად. ტექნიკურ სამეცნიერო საწარმოსთან თანამშრომლობით ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ სტანდარტების შესაბამისად შესაძლებელია ნავთობპერლიტი გამოყენებული იქნეს ცივი ასფალტბეტონში ერთ-ერთ კომპონენტად. იგი ამარტივებს ტექნოლოგიას, ამცირებს ბიტუმის ხარჯს და ეკოლოგიურად სუფთაა [1].

ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემების გაანალიზებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ადგილობრივი პერილიტის საფუძველზე მიღებული ნავთობ-შთანთქმელი სორბენტი წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს დაღვრილი ნავთობის შესაბოჭად, როგორც წყლებში ასევე ნიადაგებში, ხოლო ნამუშევარი სორბენტით-ნავთობპერლიტით გარემოს მეორადი დაბინძურების პრევენციისა და მისი უტილიზაცია-რეგენერაციის მიზნით რეკომენდირებული იქნეს საგზაო მშენებლობაში ცივი ასფალტბეტონის წარმოებისათვის [5].

ლიტერატურა

1. ლ. მახარაძე, ე. შაფაქიძე, გ. მჭედლიშვილი, გ. ტატურაშვილი, მ. ბროკიშვილი. ნავთობპროდუქტით გაჯერებული ჰიდროფობური პერილიტის ასფალტბეტონის ნარევი დანამატად გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ. სტუ-ს შრომები, №4(474), თბილისი, 2009. გვ. 37-39.
2. ა. თვალჭრელიძე, მ. ოთარაშვილი, თ. ბერბერაშვილი. ნედლეულის ეკონომიკა (ნედლეულის როლი გლობალიზებულ სამყაროში). გამომცემლობა "ნეკერი", თბილისი, 2016. გვ. 452-454.
3. კმნი-ს ანგარიში №560/10 თემაზე "სამცხე-ჯავახეთის მხარის მყარი სასარგებლო წიაღისეულის სახეობების გადამუშავების ტექნოლოგიების არსებული დონის ანალიზი და მისი სრულყოფა ქვესა-

1. თაურით "ფარავნის საბადოს პერლიტების და მისი მოდიფიცირებული ფორმების ფიზიკურ-ქიმიური შესწავლა აღსორბენტებისა და საფილტრავი ფხვნილების მიღების მიზნით". თბილისი, 2004.
4. კმნი-ს ანგარიში თემაზე №4/15 გამსხვილებულ ლაბორატორიულ პირობებში ფარავნის საბადოს პერილიტის საფუძველზე ჰიდროფობული სორბენტის მიღება და მისი გამოყენება ნავთობპროდუქტებისაგან წყლის ზედაპირის გასაწმენდად. თბილისი, 2005.
5. ლ. მახარაძე, კ. ხაჩატურიანი, მ. ბროკიშვილი. ადგილობრივი ნედლეულის საფუძველზე მიღებული სორბენტის გამოყენებით ნავთობით დაბინძურებული ობიექტების გაწმენდის შესაძლებლობა. შრომათა კრებული. აკადემიკოს ლეონიდე მელიქაძის დაბადების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი კონფერენცია ნავთობქიმიაში. თბილისი, 2012. გვ. 141-146.

**ОТАРАШВИЛИ М.В., МАХАРАДЗЕ Л.В.,  
БРОКИШВИЛИ М.О.  
ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ И  
УТИЛИЗАЦИИ ПОЛУЧЕННОГО И  
ИСПОЛЬЗОВАННОГО СОРБЕНТА НА  
ОСНОВЕ ПЕРЛИТА ПАРАВАНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

В статье рассмотрены вопросы возможности регенерации и утилизации полученного и использованного сорбента на основе перлита Парванского месторождения.

Мировая практика эффективного решения очистки нефти в значительной степени зависит от выбора нефтепоглощающих материалов. Основное требование к использованию их свойств поглощения вредных веществ, низкая себестоимость и стабильная сырьевая база. В связи с этим, перлит вулканического происхождения относится к лучшей группе адсорбентов.

Согласно последним данным геологических служб, мировые запасы перлита составляют около 8 млрд м<sup>3</sup>, а ежегодно потребляется в среднем 2 млн. тонн перлита.

**OTARASHVILI M., MAKHARADZE L.,  
BROKISHVILI M.  
POSSIBILITY OF REGENERATION AND  
UTILIZATION OF THE RECEIVED AND USED  
SORBENT ON THE BASIS OF PERLITE OF THE  
PARAVANI FIELD**

The article deals with the issues of the possibility of regeneration and utilization of the sorbent obtained and used on the basis of the Paravansky perlite.

The world practice of purification of oil of an effective solution substantially depends on the choice of oil of the absorbing materials. Main requirement to use of their property of absorption of hazardous substances, low cost value and stable source of raw materials. With respect thereto, perlite of a volcanic origin concerns to the best group of adsorbents.

According to the latest data of geological service, world reserves of perlite about 8 bcm are also annually consumed on average 2 million tons of perlite.

На территории Грузии в Ниноцминдском районе, в 85 км к юго-западу от столицы Тбилиси, на склоне горы Киун-Даг, у берега Параванского озера, расположено мощное Параванское месторождение. Запасы перлита очень внушительны - до 60,291 млн м<sup>3</sup>.

В последние годы, проведенные работы сотрудниками Кавказского Института Минерального Сырья на высоком техническом и научном уровне, были связаны с решением экологической проблемы, а также с использованием местного сырья. Основной целью являлась на основе термохимической модификации перлита получение сорбента, исследование и изучение возможностей его использования

С целью регенерации и утилизации нефтеперлита и решения проблемы дефицита битумов и альтернативных связующих материалов в сотрудничестве с научно-техническим предприятием проводились исследования, которые доказали что в соответствии стандартам, нефтеперлит является одним из компонентом и может быть использован в холодных асфальтобетонах. Это упрощает технологию, которая уменьшает затраты битума и экологически чист.

In the territory of Georgia near Ninotsminda, in 85 km to the southwest from the capital of Tbilisi, on a mountain slope Kiyun-Dag, on at the coast of the Paravani Lake, the powerful Paravani field is located. Inventories of perlite are very impressive to 60,291 million m<sup>3</sup>.

In recent years borne works as staff of Caucasian Institute of mineral resources at high technological and scientific level, have been connected by a solution of the problem of environmental protection and also with use of local raw materials. Main objective was on the basis of thermochemical modification of perlite of receiving a sorbent, a research and studying of opportunities of use.

With the purpose of regeneration and utilization oil of perlite and the problem resolution of deficit of bitumens and alternative binding materials in a cooperation with the scientific and technical entity researches which proved were conducted that in compliance to standards, oil perlite to one of a component, can beat it is used in cold asphalt concrete. It simplifies technology, which reduces costs of bitumen and is ecologically net.

უპკ 622.244.442

**აკად. დოქტორი თ. კუნჭულია, აკად. დოქტორი ვ. ხითარაშვილი,  
დოქტორანტი ა. მაისურაძე  
კოროზიის გამომწვევი პირობები და მისი აღმოფხვრის ხერხები  
ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების გაყვანისას**

ნაშრომში განხილულია ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას საბურღ იარაღსა და მოწყობილობების ზედაპირზე კოროზიის წარმოქმნის საკითხები, კოროზიის თავიდან აცილებისა და აღმოფხვრის ხერხები. კოროზიის წარმოქმნა დაკავშირებულია საბურღ ხსნარში არსებული ორგანული დანამატების დაშლასთან, რომელიც გამოწვეულია ჭაბურღილების ბურღვისას ძალაში ტემპერატურისა და ბაქტერიების ზემოქმედებით. ძლიერი კოროზიული პროცესები გამოწვეულია ელექტროქიმიური რეაქციებით, აგრეთვე საბურღ ხსნარში ჟანგბადის, გოგირდწყალბადის აირის და ნახშირორჟანგის არსებობით. ელექტროქიმიურ კოროზიასთან საბრძოლველად საჭიროა მეტალის ელექტროქიმიური აქტიურობის გათვალისწინება, რომელიც წარმოადგენს კოროზიის წარმოშობის მთავარ

პერატურისა და ბაქტერიების ზემოქმედებით. ძლიერი კოროზიული პროცესები გამოწვეულია ელექტროქიმიური რეაქციებით, აგრეთვე საბურღ ხსნარში ჟანგბადის, გოგირდწყალბადის აირის და ნახშირორჟანგის არსებობით. ელექტროქიმიურ კოროზიასთან საბრძოლველად საჭიროა მეტალის ელექტროქიმიური აქტიურობის გათვალისწინება, რომელიც წარმოადგენს კოროზიის წარმოშობის მთავარ

მიზეზს. აირების ზემოქმედებით გამოწვეულ კოროზიასთან საბრძოლველად საბურღი ხსნარს უმატებენ სპეციალურ შთამბრთქმელებს და ინჰიბიტორებს. ყველა ჩამოთვლილი მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა ეფექტურად გაყვანილი იქნეს ჭაბურღილი და საგრძნობლად გაიზარდოს ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

ჭაბურღილების ბურღვისას გამოყენებული წყლის ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარების შემადგენელი კომპონენტები არ წარმოადგენენ ძლიერი კოროზიის გამოწვევს ნივთიერებებს, მაგრამ ბურღვის პროცესში ორგანული დანამატების დაშლამ მაღალი ტემპერატურის ან ბაქტერიების ზემოქმედებით შეიძლება გამოიწვიოს კოროზიის წარმოქმნის პროდუქციის წარმოქმნა. ძლიერი კოროზია შეიძლება გამოწვეული იქნას ელექტროქიმიური პროცესებით, აგრეთვე საბურღი ხსნარში ჟანგბადის, გოგირდწყალბადის აირისა და ნახშირორჟანგის არსებობით.

ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას არსებობს ოთხი ძირითადი სახის კოროზია:

ელექტროქიმიური კოროზია; 2. კოროზია, რომელიც გამოწვეულია ჟანგბადის ზემოქმედებით, წარმოიქმნება ტენით დაფარულ მეტალის ზედაპირზე; 3. გოგირდო-

ვანი კოროზია, რომელიც წარმოიშობა საბურღი ხსნარში გოგირდწყალბადის სულ მცირე რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში; 4. ნახშირორჟანგოვანი კოროზია, რომელიც გამოწვეულია ჭაბურღილში ნახშირორჟანგისა და ცხიმოვანი მჟავების არსებობის შედეგად.

თუ მეტალს მოვთავსებთ მისი ერთ-ერთი მარილის შემცველ ხსნარში, მაშინ მეტალის იონები დაიწყებენ გადასვლას ელექტროლიტში და მეტალის ზედაპირს დამუხტავენ უარყოფითად. ამ დროს ამ იონების რიცხვი უმნიშვნელოა და ისინი გროვდებიან უარყოფითად დამუხტული მეტალის ზედაპირის სიახლოვეს, ამრიგად ჩამოყალიბდება ორმაგი ელექტრული შრე. ამასთან მისი უარყოფითი მუხტი წარმოადგენს პოტენციალთა სხვაობას ზედაპირულ კოლოიდურ ნაწილსა და ძირითად მასას შორის და ის ცნობილია ნერნსტის ზედაპირული პოტენციალის სახელწოდებით.

საკუთარი მარილების ხსნარებში ჩაშვებული სხვადასხვა ქიმიური ელემენტების (მეტალების) ნერნსტის პოტენციალს თანაბარი აქტიურობის იონების დროს, შეფარდებულს წყალბადის ელექტროდის პოტენციალთან, აგრეთვე თანაბარი აქტიურობის მქონე ჰიდროქსონიუმის იონების შემთხვევაში აქვთ შემდეგი მნიშვნელობები ვოლტებში (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის ნერნსტის პოტენციალი

ქიმიური ელემენტი (მეტალი)	ნერნსტის პოტენციალი, ვოლტი	ქიმიური ელემენტი (მეტალი)	ნერნსტის პოტენციალი, ვოლტი
K	-2,92	Pb	-0,13
Na	-2,72	H	0,00
Mg	-2,34	Cu	+0,34
Al	-1,67	Hg	+0,80
Zn	-0,76	Ag	+0,80
Fe	-0,44	Au	+1,68

ცხრილში 1 წარმოდგენილი ქიმიური ელემენტების ჩამონათვალი ცნობილია ძაბვის ელექტროქიმიური რიგის სახელწოდებით. რაც მაღალია მეტალების უნარი წარმოქმნას იონები, მით უფრო უარყოფითია მისი პოტენციალი და ქიმიურად ის უფრო მეტად აქტიურია წყლიან გარემოში. ამ ელექტროქიმიური რიგის ზოგადი პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ მეტალის კათიონები გამოაძევენ ხსნარიდან იმ მეტალების კათიონებს, რომლებიც იმყოფებიან მასზე ქვემოთ ძაბვის ელექტროქიმიურ რიგში. ასე მაგალითად, თუთია გამოდევნის წყალბადს, ხოლო ვერცხლისწყალი ვერ გამოდევნის [1, 4].

მეტალის ელექტროქიმიური აქტიურობა წარმოადგენს კოროზიის მთავარ მიზეზს. რაც მაღალია მეტალის ელექტროქიმიური აქტიურობა, მით მეტად მატულობს კოროზია. ლოკალური განსხვავება ზედაპირულ პოტენციალში, რომელიც გამოწვეულია მეტალის არაერთგვაროვნებით, ქმნის ანოდებისა და კათოდების წარმოქმნის პირობებს.

კოროზია ყოველთვის ხდება ანოდთან, ხოლო კოროზიული რეაქციის პროდუქტები, მაგალითად წყალბადი, გამოიყოფა კათოდთან.

კოროზიული ელემენტები წარმოიქმნება საბურღი მილში, რადგან ფოლადი, რომლისგანაც მილია დამზადებული, წარმოადგენს შენადნობს და შეიცავს რკინისა და რკინის კარბიდის კრისტალებს. რკინის კრისტალები თითქმის ყოველთვის მოქმედებენ როგორც ანოდები, ხოლო მისი კარბიდის კრისტალები – როგორც კათოდები; წრედი იკვრება წყლის ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარებით, რომლებიც იწვევენ საბურღი მილების ზედაპირის კოროზიას. ხინჯებითა და სხვა სახის შრეებით დაფარული მილების უბნები იმ ადგილად იქცევიან, სადაც წარმოიქმნება კათოდები, რომელთაც აქვთ უნარი გამოიწვიონ ლოკალური ან პიტინგური კოროზია.

თუ კათოდზე გროვდება კოროზიის პროდუქტები, იქმნება დაბრკოლებები ელექტრონების ნაკადის მოძ-

რაობისათვის და კოროზიის პროცესი შენელება, ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ კათოდი პოლარიზებულია. მაგალითად, წყალბადის კათიონებს შეუძლიათ კათოდის წყალბადის ატომების ფენით დაფარვის საშუალებით მოახდინონ მისი პოლარიზება. თუ კათიონები შეერთდებიან და წარმოქმნიან წყალბადის მოლეკულებს, რომლებიც გაზის ბუშტულების სახით აიწევიან ზევით, მაშინ კათოდებს დეპოლარიზებულებს უწოდებენ. გახსნილი ჟანგბადი რეაგირებს წყალბადთან (რის შედეგად წარმოიქმნება წყალი), ის ამ დროს შეიძლება მოქმედებდეს, როგორც დეპოლარიზატორი, რომელიც დააჩქარებს კოროზიის პროცესს.

ჟანგბადის ზემოქმედებით ტენის შრით დაფარულ მეტალის ზედაპირზე წარმოიშობა კოროზიული პროცესები. ჟანგბადი სწრაფად ჟანგავს რკინას, ფოლადს და მოთუთიებულ რკინას, ქმნის საბურღ მილებსა და მოწყობილობებზე ამონაჭამებს, ნაპრალებს და გამჭოლ ხვრელებს. როგორც ცნობილია, საბურღი ხსნარი თითქმის ყოველთვის შეიცავს ჟანგბადს, რადგან ის იხსნება ხსნარში მისი მომზადებისა და ქიმიური რეაგენტებით დამუშავების დროს, ამასთან წნევის მატებასთან ერთად

იზრდება ჟანგბადის ხსნადობა ხსნარში. დადგენილია, რომ ჟანგბადის რამდენიმე მილიგრამის შემცველობა 1 ლიტრ საბურღ ხსნარში სრულიად საკმარისია იმისათვის, რათა გამოწვეული იქნეს საბურღი იარაღისა და მექანიზმების ძლიერი კოროზია. ჟანგბადოვანი კოროზია მკვეთრად იზრდება ტემპერატურის მატებასთან ერთად, მასზე გავლენას ახდენს აგრეთვე საბურღი ხსნარის მარილიანობა. მინერალიზებულ წყალზე დამზადებული ხსნარები უფრო აგრესიული არიან, ისინი უფრო მეტად ზრდიან კოროზიას, ვიდრე მტკნარ წყალზე დამზადებული საბურღი ხსნარები, ამავე დროს ძლიერ მაღალი მარილიანობის შემთხვევაში კოროზიის სიჩქარე მცირდება, რაც გამოწვეულია იმით, რომ მკვეთრად მაღალი მარილიანობის დროს საბურღ ხსნარებში ჟანგბადის ხსნადობა საგრძნობლად მცირდება. ჩვეულებრივად ჟანგბადიანი კოროზია მცირდება pH-ის მაჩვენებლის ამაღლებისას 12-მდე.

საბურღ ხსნარში ჟანგბადის ხსნადობაზე (შემცველობაზე) დიდ გავლენას ახდენს წნევა, მარილიანობა და ტემპერატურა (იხ. ცხრილი 2). ექსპერიმენტები ჩატარდა ლაბორატორიულ პირობებში.

ცხრილი 2

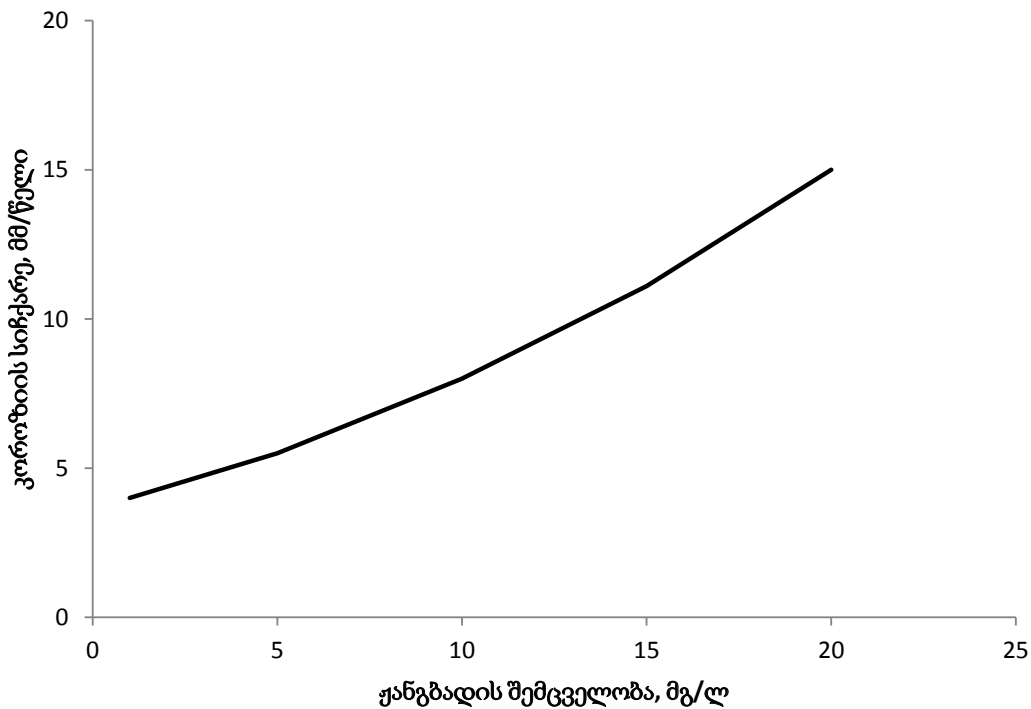
წნევის, მარილიანობის და ტემპერატურის გავლენა საბურღ ხსნარში ჟანგბადის ხსნადობაზე (შემცველობაზე)

მახასიათებელი	ფ ა ქ ტ ო რ ე ბ ი																
	წნევა, PSI (ატმ)					მარილიანობა, მგ/ლ (NaCl)						ტემპერატურა, (° F)					
	100	200	300	400	500	0	50	100	150	200	250	100	200	300	400	450	500
	6,8	13,6	20,4	27,2	34,0												
საბურღ ხსნარში ჟანგბადის შემცველობა, მგ/ლ	0,25	0,5	0,75	1,05	1,3	8,2	6	4,5	3,3	2,4	1,8	0,15	0,20	0,25	0,3	0,4	0,6

გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ წნევის ზრდასთან ერთად, საბურღ ხსნარებში ჟანგბადის შემცველობა იზრდება. ამავე გამოკვლევებით დადგინდა, რომ NaCl-ით გაჯერებულ ხსნარებში მარილიანობის მომატებასთან ერთად ჟანგბადის ხსნადობა საგრძნობლად მცირდება, ხოლო

ტემპერატურის მატება იწვევს საბურღ ხსნარებში ჟანგბადის შემცველობის მნიშვნელოვან ზრდას [2, 5].

საბურღ ხსნარში ჟანგბადის ხსნადობის მატება იწვევს კოროზიული პროცესების სიჩქარის მნიშვნელოვან გაზრდას (იხ. ნახ. 1).



ნახ. 1. საბურღი ხსნარში ჟანგბადის შემცველობის გავლენა კოროზიის სიჩქარეზე

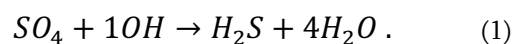
წყლის ფუძეზე დამზადებულ საბურღი ხსნარებში ჟანგბადის შემცველობის შესამცირებლად აუცილებელია ხსნარებში დამატებული იქნეს ჟანგბადის შთანთქმელები – ნატრიუმის სულფატი და ამონიუმის ბისულფატი, რათა მოხდეს საბურღი ხსნარიდან ჟანგბადის მოცილება. სასურველია ხსნარებში მუდმივად იქნეს შენარ-ჩუნებული სულფიტის (SO<sub>3</sub>) შემცველობა 50 - 150 მგ/ლიტრი ფარგლებში, რაც საგრძნობლად შეამცირებს კოროზიის სიჩქარეს.

გოგირდოვანი კოროზია წარმოიქმნება ლითონზე. მისი წარმოშობა დაკავშირებულია საბურღი ხსნარში გოგირდწყალბადის არსებობასთან. გოგირდწყალბადი არის ძალზედ მოშწამლავი და კოროზიული მჟავა აირი, ამიტომ აუცილებელია მიღებული იქნას სიფრთხილის ყველა შესაძლო ღონისძიება მზურღავთა ბრიგადის ყველა წევრის სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის დასაცავად.

საბურღი ხსნარში გოგირდწყალბადი შეიძლება მოხვდეს თერმული და ბაქტერიული დანამატების ზემოქმედებით, საბურღი მილების გოგირდისშემცველ საპოხ მასალებთან ქიმიური რეაქციით, გოგირდწყალბადის შემცველი ინტერვალების ბურღვისას. გოგირდწყალბადის არსებობაზე მიანიშნებს საბურღი ხსნარებში pH მაჩვენებლის შემცირება, აქედან გამომდინარე აუცილებელია pH მაჩვენებლის გაზრდა 9-დან 12-მდე, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს გოგირდწყალბადის მჟავე აირის არსებობას საბურღი ხსნარში, მაგრამ ეს არ ნიშნავს იმას, რომ საფრთხე თავიდან აცილებულია, რადგან ხსნარში არსებობენ და გროვდებიან ხსნადი სულფიდები, რაც იმაზე მიანიშნებს, რომ pH მაჩვენებელი შემცირდება საბურღი ხსნარში მჟავე აირების შემოდინების გამო და ამ დროს ხსნადი სულფიდები დაუბრუნდება თავის საშიშ მოლეკულურ ფორმას –

გოგირდწყალბადს (H<sub>2</sub>S). აქედან გამომდინარე, სასიცოცხლოდ აუცილებელია pH მაჩვენებელს შეუნარჩუნდეს მაღალი მნიშვნელობა (9 – 12), რის მიღწევაც შესაძლებელია საბურღი ხსნარში თუთიის შემცველი პროდუქტების დამატებით. თუთიის პროდუქტებით დამუშავებისას ხსნარებში სულფიდები განცალკევდება და დაილექება უხსნადი თუთიის სულფიდების სახით, გოგირდწყალბადის შთანთქმას ყველაზე ეფექტურად ახდენს თუთიის კარბონატი. გოგირდწყალბადის მშთანთქმელად შეიძლება გამოყენებული იქნეს რკინის შემცველი დაფქვილი მინერალები, ამ დროს გოგირდწყალბადი რეაგირებს რკინის ოქსიდებთან და წარმოქმნის უხსნად რკინის სულფიდებს. საბურღი ხსნარებში გოგირდწყალბადის დროული გამოვლენისათვის ჭაბურღილებზე ფართოდ გამოიყენება აირის ამომცნობი სენსორები, რომლებიც გოგირდწყალბადს აფიქსირებენ მისი დაბალი კონცენტრაციით არსებობის შემთხვევაშიც [1, 2, 5].

წყლის ფუძეზე დამზადებულ საბურღი ხსნარებში არსებობენ სხვადასხვა სახის ბაქტერიები, რომლებიც ხელს უწყობენ კოროზიის წარმოქმნას, ილექებიან რა ლორწოს სახით საბურღი მილების, მოწყობილობების მეტალური ზედაპირის ცალკეულ უბნებზე. ყველაზე მეტ ზიანს იწვევენ “Desulfovibrio” სახის ბაქტერიები, რომლებიც მრავლდებიან უჟანგბადო გარემოში შეულწევადი ნალექში. ეს ბაქტერიები აღადგენენ სულფატებს, რომლებიც შედიან საბურღი ხსნარში და წარმოქმნიან გოგირდწყალბადს წყალბადთან კათოდზე რეაქციის დროს

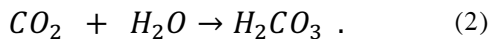


ამ შემთხვევაში არამართო წარმოქმნილი გოგირდ-წყალბადი, არამედ დეპოლარიზებული კათოდი იწვევს კოროზიას. გარდა ამისა, ბაქტერიები შლიან საბურღი ხსნარის დანამატებს და ამით ისინი უარყოფით გავლენას ახდენენ ხსნარის რეოლოგიურ, ტექნოლოგიურ და ფილტრაციულ თვისებებზე. არსებობს მოსაზრება, რომ თუ ბაქტერიების ზემოქმედებით საბურღი ხსნარის ფიზიკური თვისებები არ გაუარესდება, ბიოკოროზია განსაკუთრებულ გართულებებს არ იწვევს [1, 3].

ამ სახის კოროზიას შეიძლება ვებრძოლოთ საბურღი ხსნარში ბაქტერიციდების დამატებით. გამოშვებულია დიდი რაოდენობის ბაქტერიციდები, მაგრამ მათგან შეირჩევა ისეთები, რომლებიც უარყოფით გავლენას არ ახდენენ საბურღი ხსნარის თვისებებზე და არ არიან აგრესიულები. ასეთ ბაქტერიციდებს წარმოადგენენ ქლორირებული ფენოლები და პარაფორმალდეჰიდი. მათი აუცილებელი კონცენტრაცია საბურღი ხსნარში დამოკიდებულია მყარი ფაზის შემცველობაზე და შეიძლება აღწევდეს 6 კგ/მ<sup>3</sup>-ს.

ნახშირორჟანგოვანი კოროზია წარმოიქმნება საბურღი ხსნარში ნახშირორჟანგისა და ცხიმოვანი მჟავების არსებობით. ამ კოროზიულმა პროცესებმა შეიძლება გამოიწვიოს ლითონის ძლიერი პიტინგი და დაზარვა.

ნახშირორჟანგი ერთ-ერთი კოროზიული აირია, რომელიც კარგად იხსნება წყალში, ურთიერთქმედებს მასთან და მიიღება ნახშირმჟავა



ნახშირმჟავა საბურღი ხსნარებში ამცირებს pH მაჩვენებელს, ეს კი მას ფოლადის მიმართ ძალზე კოროზიულს ხდის. კოროზიის შემცირების საუკეთესო საშუალებას ამ შემთხვევაში წარმოადგენს pH მაჩვენებლის შენარჩუნება 9 – 10 -ის ფარგლებში ნატრიუმის ჰიდროჟანგის დამატებით. pH მაჩვენებლის მაღალი მნიშვნელობების ეფექტურობა ნახშირორჟანგთან ურთიერთობაში პირველ რიგში გამოიხატება იმით, რომ შესაძლებელია CO<sub>2</sub>-ის ნაკლებად კოროზიულ ნივთიერებად გარდაქმნა, ასევე pH მაჩვენებლის არსებობა 9 – 10 -ის დიაპაზონში, რაც საკმარისია იმისათვის, რათა მოხდეს ნახშირმჟავას გარდაქმნა ნატრიუმის ბიკარბონატად. მაგრამ CO<sub>2</sub>-ის ძლიერი ნაკადის ჭაბურღილში შემოჭრისას წარმოიქმნება ხსნადი კარბონატების ძალიან დიდი რაოდენობა, რაც იწვევს საბურღი ხსნარის სიბლანტის მკვეთრ გაზრდას. ამ შემთხვევაში მჟავების ნეიტრალიზაციისათვის შეიძლება ხსნარში დამატებული იქნეს კალციუმის ჰიდროჟანგი. მაგრამ ამ დროს წარმოქმნილი კალციუმის კარბონატი დალექვისას ქმნის მყარ საფარს. ამ პროცესის თავიდან ასაცილებლად იყენებენ ნალექწარმოქმნელ ინჰიბიტორებს და აწარმოებენ საბურღი მილების გაწმენდას ჩაშვება-ამოღების ოპერაციების დროს [1,2,5].

ნახშირწყალბადების ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარების გამოყენება აღმოფხვრის კოროზიას, რადგან შეიცავს ძლიერ ჰიდროფობიზატორებს.

ამ ხსნარების მაღალი ღირებულება მთლიანად გამართლებულია რთულ პირობებში გამოყენებისათვის ჭაბურღილების ბურღვისას, მაგალითად გოგირდის შემცველობის გაზრდისას ღრმა და მაღალი ტემპერატურის მქონე ჭაბურღილებში.

ზემო აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დაგვასკვნათ, რომ ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების გაყვანისას საბურღი ინსტრუმენტებისა და მოწყობილობების კოროზია გამოწვეულია ჭაბურღილების ბურღვისას მაღალი ტემპერატურისა და ბაქტერიების ზემოქმედებით. ამ დროს წარმოიქმნება კოროზიის წარმოშობი პროდუქტები, ხოლო ძლიერი კოროზია შეიძლება გამოწვეული იქნას ელექტროქიმიური პროცესებით, ასევე საბურღი ხსნარში ჟანგბადის, ნახშირორჟანგის და გოგირდწყალბადის აირის არსებობით. აქვე წარმოადგენია კოროზიის თავიდან აცილებისა და მისი აღმოფხვრის საშუალებები.

ელექტროქიმიური კოროზიის დროს, მასთან საბრძოლველად აუცილებელია მეტალის ელექტროქიმიური აქტიურობის გათვალისწინება, რომელიც წარმოადგენს კოროზიის წარმოშობის მთავარ მიზეზს. კოროზიის პროცესი შენელებს, თუ კათოდი დაიფარება წყალბადის ატომების ფენით, ამ დროს წყალბადის ატომები შეერთდებიან და წარმოქმნიან წყალბადის მოლეკულებს, ე.ი. წყალბადის კათიონები მოახდენენ კათოდის პოლარიზებას.

ჟანგბადოვანი კოროზიასთან საბრძოლველად საჭიროა წყლის ფუძეზე დამზადებულ საბურღი ხსნარებში ჟანგბადის შემცველობის შემცირებისათვის დამატებული უნდა იქნეს ჟანგბადის მშთანთქმელები – ნატრიუმის სულფატი და ამონიუმის ბისულფატი, ასევე სასურველია ხსნარებში მუდმივად შენარჩუნდეს სულფიტის (SO<sub>3</sub>) შემცველობა ხსნარებში 50 – 150 მგ/ლიტრი დიაპაზონში, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს კოროზიის სიჩქარეს.

გოგირდოვანი კოროზიის წარმოქმნა მეტალზე დაკავშირებულია საბურღი ხსნარში გოგირდწყალბადის არსებობასთან. გოგირდწყალბადის არსებობის შესამცირებლად აუცილებელია pH მაჩვენებლის 9 – 11-მდე გაზრდა, ამის მიღწევა შესაძლებელია თუთიის კარბონატის ან თუთიის შემცველი პროდუქტების, ასევე რკინის შემცველი დაფქვილი მინერალების დამატებით საბურღი ხსნარში. ბაქტერიების ზემოქმედებით გამოწვეული გოგირდოვანი კოროზიის აღმოსაფხვრელად აუცილებელია სპეციალური ბაქტერიციდების დამატება საბურღი ხსნარში.

ნახშირჟანგოვანი კოროზიის შესამცირებლად საბურღი ხსნარს უმატებენ ნატრიუმის და კალციუმის ჰიდროჟანგს, ასევე იყენებენ ნალექწარმოქმნელ ინჰიბიტორებს. კოროზიის თავიდან აცილებისა და აღმოფხვრის ერთ-ერთ წარმატებულ ხერხს წარმოადგენს ნახშირწყალბადების ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარების გამოყენება. ყველა ჩამოთვლილი მეთოდების გამოყენება საშუალებას იძლევა ეფექტურად იქნეს გაყვანილი ჭაბურღილები და საგრძნობლად გაიზარდოს ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

**ლიტერატურა**

1. Дж. Р. Грей, Г.С.Г. Дарли. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей). Недра, Москва, 1985. 509 с.
2. თ. კუნჭულია, ვ. ხითარიშვილი, ა. მაისურაძე. საბურღი ხსნარების კოროზიული ზემოქმედების შესწავლა ჭაბურღილების გაყვანის დროს. "სამთო ჟურნალი", №1(36), თბილისი, 2016. გვ. 68 – 72
3. თ. კუნჭულია, ვ. ხითარიშვილი, ა. მაისურაძე ბაქტერიული დაბინძურებული საბურღი ხსნარების ზემოქმედება კოროზიულ პროცესებზე ჭაბურღილების ბურღვისას.

**КУНЧУЛИЯ Т.С., ХИТАРИШВИЛИ В.Э., МАЙСУРАДЗЕ А.Г.  
УСЛОВИЯ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ КОРРОЗИИ И СПОСОБЫ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРИ ПРОВОДКЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

В работе рассматриваются вопросы образования коррозии на поверхности бурового инструмента и оборудования при бурении нефтяных и газовых скважин; способы предупреждения и предотвращения коррозии. Образование коррозии связано с распадом органических добавок в буровом растворе, которое вызвано воздействием высокой температуры и бактерий при бурении скважин.

**KUNCHULIA T., KHITARISHVILI V., MAISURADZE A.  
CONDITIONS CAUSING OF CORROSION AND ITS ERADICATION METHODS OF THE OIL AND GAS WELLS WITHDRAWAL**

The work considers with the issues of producing corrosion on the surfaces of weapons and equipment on drilling of oil and gas wells. Here are the methods of prevention and elimination of corrosion. Creation of corrosion is related to the disintegration of organic supplements in the drilling solution

4. გ. ვარშალომიძე, თ. კუნჭულია, ვ. ხითარიშვილი, ა. მაისურაძე. ელექტროქიმიური რეაქციით გამოწვეული ლითონის კოროზიული პროცესების შესწავლა ჭაბურღილების ბურღვისას. ჟურნალი "საქართველოს ნავთობი და გაზი", № 31, თბილისი, 2016. გვ. 126 – 129.
5. თ. კუნჭულია, ვ. ხითარიშვილი, ა. მაისურაძე. საბურღი ხსნარის შემადგენელი კომპონენტების და არსებული ფაქტორების გავლენა კოროზიულ პროცესებზე ჭაბურღილების ბურღვისას. სტუ-ს შრომები, №2 (500), თბილისი, 2016. გვ. 132–138

Кроме этого, сильные коррозионные процессы вызваны электрохимическими реакциями, также присутствием в буровом растворе кислорода, сероводорода и углекислоты. Для борьбы с электрохимической коррозией необходимо учитывать электрохимическую активность металла, которая является главной причиной возникновения коррозии. Для борьбы с коррозией вызванным воздействием газов в состав бурового раствора добавляют специальные поглащающие добавки и ингибиторы. Таким образом использование всех перечисленных методов дает возможность эффективно проводить скважины и значительно повысить технико-экономические показатели бурения.

caused by drilling wells with high temperature and bacteria. The strong corrosive processes are caused by electrochemical reactions, as well as the presence of oxygen, sulfur-hydrogen gas and carbon dioxide emulsion. To combat electrochemical corrosion it is necessary to consider metallic electrochemical activity, which is the main source of corrosion. Special salts and inhibitors are added to fight the corrosion caused by exposure to gas. The use of all of these methods allows to be efficiently drained into the well and significantly increase the technical-economic indicators of drilling.





**თევზაძე დიანა**  
**ТЕВЗАДЗЕ ДИАНА**  
**TEVZADZE DIANA**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტის პროფესორს, აკადემიურ დოქტორს დიანა თევზაძეს დაბადებიდან 80 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 50 წელი შეუსრულდა.

იგი დაიბადა 1937 წელს ქ. თბილისში, ტექნიკური ინტელიგენციის თვალსაჩინო წარმომადგენლის, ცნობილი სამთოელის და გეოდეზისტის ნიკოლოზ თევზაძის ოჯახში. 1955 წელს დაამთავრა თბილისის №7 საშუალო სკოლა, ხოლო 1960 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამშენებლო ფაკულტეტი წარჩინებით. იმავე წელს დაიწყო მუშაობა ენერგეტიკის და ჰიდრონაგებობების სამეცნიერო-კვლევით ცენტრში ინჟინრად, შემდეგ უფროს ინჟინრად. აქვე დაამთავრა ასპირანტურა და 1973 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე «მაღალი სიმტკიცის ბეტონების კვლევა». პარალელურად მუშაობდა ენგურის კაშხლის ბეტონის შერჩევაზე. 1968-76 წლებში იქვე გააგრძელა მუშაობა მეცნიერ-მუშაკის თანამდებობაზე, ხოლო 1976 წლიდან მუშაობს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში უფროს მასწავლებლად, 1976-2006 წლებში იყო დოცენტი, 2006-2009 წლებში - ასოცირებული პროფესორი, 2009 წლიდან დღემდე «შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის» დეპარტამენტის პროფესორია.

გამოქვეყნებული აქვს 50-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი: სახელმძღვანელოები, მონოგრაფია, მეთოდური მითითებები, რეკომენდაციები «ბებრის ციხის» რესტავრაციაზე. «დინამოს» სტადიონის რეკონსტრუქციაზე და სხვა. მისი მონოგრაფია პროფესორ ი. შტერმანთან ერთად «მკერივი ბეტონი მრავალფრაქციულ შემესვებზე» დაიბეჭდა ადაპტირებული სახით აშშ ბეტონის ინსტიტუტის ჟურნალში.

ქალბატონი დ. თევზაძე კითხულობს ლექციებს «შრომის უსაფრთხოების» და «საგანგებო სიტუაციების მართვის» საკითხებზე სამშენებლო, არქიტექტურის

და ჰიდროტექნიკის ფაკულტეტებზე, კვალიფიკაციის ამაღლების კურსებზე. არის საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი. წლების განმავლობაში იყო კათედრის გამგის მოადგილე. საზოგადოებრივ საქმიანობაში აქტიური და კეთილსინდისიერი მუშაობისათვის მიღებული აქვს მადლობები.

დ. თევზაძის ხელმძღვანელობით 2012 წელს შემუშავებული იქნა ახალი სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამა «უსაფრთხოების ინჟინერია და რისკების შეფასება». იგი აქტიურად მონაწილეობს დეპარტამენტის სამეცნიერო და საზოგადოებრივ საქმიანობაში. ქალბატონ დიანა თევზაძეს აკადემიურ მოღვაწეობაში პროფესიული აღიარებისათვის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს გადაწყვეტილებით 2017 წელს მიენიჭა ემერიტუსის აკადემიური წოდება.

ქალბატონ დიანას ჰყავს ორი ვაჟიშვილი და ექვსი შვილიშვილი.

გულითადად ვულოცავთ ქალბატონ დიანას საიუბილეო თარიღს, ეს კი ასაკია, როცა ადამიანი განვლილ ცხოვრებას აანალიზებს, რომელიც შედეგებით განისაზღვრება და ამ მხრივ ქალბატონმა დიანამ ბევრი რამ შეძლო. ვუსურვებთ მას ჯანმრთელობას და დღეგრძელობას.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
მისი სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი,  
შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო  
სიტუაციების მართვის დეპარტამენტის  
პროფესორ-მასწავლებლები,  
«სამთო ჟურნალის» სარედაქციო კოლეგია



**გელენიძე მედგარი**

**GELENIDZE MEDGARI**

**ГЕЛЕНИДЗЕ МЕДГАРИ**

ცნობილ ქართველ მეცნიერს სამთო ელექტრომექანიკის და პლაზმური ტექნოლოგიების დარგში მედგარ გელენიძეს დაბადებიდან 80 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 50 წელი შეუსრულდა. იგი დაიბადა 1937 წლის 31 მაისს ზუგდიდის რაიონის სოფელ რუხში. იქვე დაამთავრა საშუალო სკოლა, ხოლო 1961 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი სამთო ინჟინერ-ელექტრომექანიკოსის სპეციალობით.

შრომითი საქმიანობა დაიწყო საშემდგომელო მოწყობილობების საკავშირო კვლევითი ინსტიტუტის თბილისის ფილიალში, რომელიც შემდგომში განაგრძო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გრ. წულუკიძის სახელობის სამთო მექანიკის ინსტიტუტში სრულიად ახალი - ჰიდროაბრაზიული ცვეთის სამეცნიერო მიმართულებით. ამ მიმართულებით იგი ითვლება პრაქტიკულად ერთ-ერთ ფუძემდებლად ჩვენს ქვეყანაში. წლების განმავლობაში მან შექმნა ჰიდროაბრაზიული ცვეთის თეორია, რომელმაც საყოველთაო აღიარება ჰპოვა საერთაშორისო სამეცნიერო წრეში. მანვე დაამუშავა ცენტრიდანული ტუმბოების ჰიდროაბრაზიული ცვეთის თეორია და ჰიდროაბრაზიული ცვეთისაგან ტუმბოებისა და მილსადენების დაცვის ეფექტური მეთოდები.

1970 წელს აღნიშნული მიმართულებით საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი. 1990 წელს ასევე წარმატებით დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის მსოფლიოში აღიარებულ ე. პატონის სახელობის ელექტროშედულების ინსტიტუტში და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი. მისი სადოქტორო დისერტაცია ეხებოდა სრულიად ახალ მიმართულებას პლაზმური ტექნოლოგიების დარგში, კერძოდ, ციკლოკონვერტული და ინდუქციურტევადური გარდამქმნელების შექმნას და კვლევას.

საკმაოდ მრავალმხრივია მ. გელენიძის სამეცნიერო მოღვაწეობის სფერო: ჰიდროაბრაზიული ცვეთა და გაცვეთილი ზედაპირების აღდგენის ეფექტური საშუალებების დამუშავება; სამთო ქანების პლაზმური ტექნოლოგიით დამუშავება; პლაზმატრონების დამუშავება და მართკუთხა მახასიათებლების მქონე დენის

წყაროების შექმნა; მძლავრი პლაზმური წარმონაქმნების და ლაზერული პლაზმის მიღება; მყარი ნაწილაკების დეგრადაცია და მაღალი წნევის შექმნის პრობლემები ჰიდრომექანიკაში.

ბოლო წლებში სამეცნიერო მიმართულებით შესრულებული კვლევებიდან აღსანიშნავია პლაზმური ტექნოლოგიების დარგი. ამ სფეროში შესრულებული სამუშაოებიდან აღსანიშნავია: ელექტრორკალური პლაზმური აპარატების პლაზმური ჭავლის მრავალი ხერხი; მრავალკომპონენტური პლაზმური ჭავლის ფორმირების მეთოდები; საკუთარი წყლის ორთქლზე მომუშავე პლაზმატრონი; გრძელკათოდიანი პლაზმატრონი; ღუმელპლაზმატრონი; დაბალი დონის რადიაქტიული ნარჩენების გადასამუშავებელი ელექტრორკალური რეაქტორის შექმნა; მასალების აღუღებამდე და აორთქლებამდე გახურების ელექტრორკალური რეაქტორის შექმნა; პლაზმურ ღუმელში ოქროს მიღების ახალი ტექნოლოგია; პლატინის მიღება და მისი წარმოების ტექნოლოგია მადნიდან პირდაპირი თბური მეთოდით; ცირკონიუმის მიღების ტექნოლოგია და სხვა.

აღნიშნული მიმართულებებით მას გამოქვეყნებული აქვს 60-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი და მიღებული აქვს მრავალი საავტორო მოწმობა და პატენტი. გამოგონებების გარკვეული ნაწილი დაპატენტებულია საზღვარგარეთის ქვეყნებში, კერძოდ, აშშ-ი, გერმანიაში, ბულგარეთში, რუმინეთში, იუგოსლავიაში და სხვა, გაყიდულია ამავე ქვეყნებში.

სამეცნიერო საქმიანობის პარალელურად ბატონი მედგარი 40 წელზე მეტია ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწევა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში. წლების მანძილზე იყო შედუღების კათედრის გამგის მოადგილე, ამჟამად სამთო ელექტრომექანიკის მიმართულების სრული პროფესორია, მიჰყავს სალექციო კურსები შედუღების ტექნოლოგიების და სამთო ელექტრომექანიკის მიმართულებებით.

მეცნიერებაში და ტექნიკის დარგში მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანისათვის მას მინიჭებული აქვს საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭოს პრემია (1990 წ.), საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის პრემიები (1985 და 1987 წლებში).

იგი არის დსთ-ს ქვეყნების საშემდუღებლო ასოციაციის წევრი საქართველოდან.

ბატონი მედგარი მრავალი საერთაშორისო, საკავშირო და რესპუბლიკური კონფერენციის და სიმპოზიუმის მონაწილეა. მისი შრომები გამოქვეყნებულია რუსულ, ინგლისურ და გერმანულ ენებზე.

ხაზგასმის ღირსია მ. გელენიძის ადამიანური თვისებები. იგი არის ენერგიული, პრინციპული, კომუნიკაბელური მეცნიერი, გულისხმიერი კოლეგა, საუკეთესო მეოჯახე.

ვუსურვებთ ბატონ მედგარს დიდი ხნის სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას, მნიშვნელოვან შემოქმედებით მიღწევებს.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
და მისი სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
პროფესორ მასწავლებლები,  
გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის  
მეცნიერი თანამშრომლები,  
“სამთო ჟურნალის” სარედაქციო კოლეგია



**წერეთელი ივერი**  
**ЦЕРЕТЕЛИ ИВЕРИ**  
**TSERETELI IVERI**

ქართული გეოლოგიური საზოგადოების თვალსაჩინო წარმომადგენელს, სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის საპატიო პროფესორს, გეოლოგიის დოქტორს ივერი წერეთელს დაბადების 80 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 55 წელი შეუსრულდა.

იგი დაიბადა 1937 წელს, თბილისში, ცნობილი გეოლოგის და მთავსწავლის დავით წერეთლის ოჯახში. 1960 წელს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ინჟინერ-გეოლოგის სპეციალობით დამთავრების შემდეგ, მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში, სადაც აკად. ლ. დავითაშვილისა და პროფ. ნ. ხიმშიაშვილის ხელმძღვანელობით დაეუფლა სტრატეგრაფიული და პალეონტოლოგიური კვლევების მეთოდებს. მისი სამეცნიერო კვლევების ძირითადი მიმართულება იმთავითვე ყირიმ-კავკასიის ზოლის შუაიურული მოლუსკებისა და სტრატეგრაფიის შესწავლა იყო.

ცნობილია, რომ გეოლოგიურ-აგეგმვითი სამუშაოების წარმატებით ჩატარება და სასარგებლო წიაღისეულის პროგნოზი შესაძლებელია მხოლოდ ყოველმხრივ დასაბუთებული სტრატეგრაფიის საფუძველზე, რაც, თავის მხრივ, დაფუძნებული უნდა იყოს დეტალურ პალეონტოლოგიურ კვლევებზე. სწორედ ამიტომ პროფ. ი. წერეთელმა ხელი მოჰკიდა არქისტრატეგრაფიული ღირებულების მქონე გადაშენებული თავფეხიანი მოლუსკების - ამონიტების შესწავლას ყირიმ-კავკასიის რეგიონში (ყირიმი, ჩრდილოეთ კავკასია, დაღესტანი, საქართველო, ნახიჩევანი და სხვ.). ამან საშუალება მისცა მას, ერთის მხრივ, სრულყო არსებული შეხედულებები შუაიურული ბიოტის მრავალფეროვნების შესახებ და, მეორეს მხრივ, დაედგინა ამ ორგანიზმების ევოლუციის თავისებურებები და დაეზუსტებინა მათი შემცველი ნალექების სტრატეგრაფია. იუბილარს ამ საკითხებთან დაკავშირებით გამოქვეყნებული აქვს 50-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის 3 მონოგრაფია. იგი მრავალჯერ წარსდგა მოხსენებით რესპუბლიკურ და საერთაშორისო სიმპოზიუმებზე.

ი. წერეთელს დიდი წვლილი აქვს შეტანილი საქართველოს ბათური ასაკის ამონიტების და სტრატეგრაფიის შესწავლის საქმეში. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს მის

მიერ ჩატარებული სამუშაო ე.წ. სამხრეთ ოსეთის ტერიტორიაზე, სადაც მდ. ყვირილის სათავეებში, სოფ. წონასთან, აღმოჩენილი და განსაზღვრული იქნა მრავალფეროვანი ამონიტური კომპლექსი, რომლის სერუპულოზური შესწავლის საფუძველზე, ადრე არსებული შეხედულებების საპირისპიროდ, დადგინდა, რომ ამ რეგიონში სელიმენტაციის პროცესი, შუა ბათურიდან დაწყებული კალოვიურის ჩათვლით, უწყვეტად მიმდინარეობდა. ღირსშესანიშნავია, რომ მის მიერ განსაზღვრულ და აღწერილ მრავალრიცხოვან ამონიტს შორის ერთ-ერთი - *Cadomites bremeri* Tsereteli, 1968 - მოგვიანებით უცხოელმა სპეციალისტებმა ევროპის ბათური სართულის ზონურ ნამარხად აღიარეს და შეიტანეს საერთაშორისო გეოქრონოლოგიურ სკალაში.

2006 წელს გამოქვეყნდა ფუნდამენტური კოლექტიური მონოგრაფია - „საქართველოს იურული ნალექების სტრატეგრაფია“, რომლის ერთ-ერთი ავტორიც ი. წერეთელია.

გარდა ბიოსტრატეგრაფიისა პროფ. ი. წერეთლის ინტერესების სფეროში შედის იურულ პერიოდთან დაკავშირებული სხვა მრავალი პრობლემა. მას შესწავლილი აქვს იურული დროის პალეოგეოგრაფიის, პალეოზოოგეოგრაფიის, ბაიოსურ-ტიტონური ამონიტური კომპლექსის დროში მონაცვლეობის საკითხები და სხვ. შედგენილი აქვს შუაიურული დროის თავფეხიანი მოლუსკების კატალოგი.

ი. წერეთელი 1993 წლიდან იწყებს მუშაობას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გეოლოგიისა და პალეონტოლოგიის კათედრაზე დოცენტის მოვალეობის შემსრულებლად, 1996 წლიდან იკავებს დოცენტის, ხოლო 2009 წლიდან - გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორის თანამდებობას.

უნივერსიტეტში მუშაობის პერიოდში მან გამოავლინა შესაშური პროფესიონალიზმი და კეთილსინდისიერება. გარდა იმისა, რომ იგი ღრმად ერუდირებული მეცნიერია და შეუძლია ახალგაზრდებთან განსაკუთრებული ურთიერთობის დამყარება, აქვს მრავალფეროვანი მასალის გადმოცემის სადა და დამაჯერებელი უნარი.

პროფ. ი. წერეთლის მიერ (თ. ლომინაძესთან ერთად) შედგენილია „საქართველოს გეოლოგიის“ და „კავკასიის გეოლოგიის“ ლექციების კურსის ელექტრონული ვერსიები.

2017 წლის სექტემბრიდან ი. წერეთელი სტუ-ს სამთო გეოლოგიური ფაკულტეტის საპატიო პროფესორია და კვლავ განაგრძობს სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას.

ბატონი ივერის პიროვნებაში ღრმა გეოლოგიური განათლება და პროფესიონალიზმი თანაზომიერად შერწყმულია კეთილსინდისიერებასთან, ინტელიგენტობასა და პირად მომხიბვლელობასთან, რამაც მას დამსახურებული ავტორიტეტი მოუპოვა კოლეგებსა და სტუდენტ-ახალგაზრდობას შორის. ეუსურვებთ მას ჯანმრთელობას, ხანგრძლივ სიცოცხლეს და ნაყოფიერ სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანატი და  
გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი,  
საქართველოს ეროვნული მუზეუმის  
პალეონტოლოგიის და  
პალეობიოლოგიის კვლევითი ინსტიტუტი  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია



ლანჩავა ომარი

LANCHAVA OMARI

ЛАНЧАВА ОМАРИ

ცნობილ ქართველ მეცნიერს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიის უფროს მეცნიერ თანამშრომელს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის დეპარტამენტის პროფესორს ომარ ლანჩავას დაბადების 70 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 45 წელი შეუსრულდა.

იგი დაიბადა ქ. ქუთაისში 1947 წლის 14 ოქტომბერს. 1964 წელს დაამთავრა ქუთაისის მე-11 საშუალო სკოლა. იმავე წელს სწავლა განაგრძო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე, რომლის დამთავრების შემდეგ, 1969 წელს, მიენიჭა სამთო ინჟინერ-მექანიკოსის კვალიფიკაცია. იყო წარჩინებული მოსწავლე და სტუდენტი. შრომითი საქმიანობა დაიწყო გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის სამთო თბოფიზიკის ლაბორატორიაში 1970 წელს, სადაც განვლო გზა რიგითი ინჟინრიდან ზემოაღნიშნული დანაყოფის ხელმძღვანელამდე. 1972-1975 წლებში სწავლობდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ასპირანტურაში. 1975 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია “ნახშირის, მადნეული და არამადნეული საბადოების მიწისქვეშა დამუშავებისა და ექსპლუატაციის სპეციალობით”. 1998 წელს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სადისერტაციო საბჭოს დასაცავად წარუდგინა სადოქტორო ნაშრომი, რომელიც წარმატებით დაიცვა 1999 წელს და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი.

სამეცნიერო საქმიანობასთან ერთად ო. ლანჩავა ნაყოფიერ პედაგოგიურ საქმიანობას ეწევა. 2003 წლიდან იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორ-შემთავსებელი, ხოლო 2012 წლიდან დღემდე არის მოწვეული სრული პროფესორი. 2003-2011 წლებში იყო რუსთავის შოთა რუსთაველის სახელობის საერო უნივერსიტეტის პროფესორი, ხოლო 2003-2009 წლებში - საქართველოს შეიარაღებული ძალების გენერალური შტაბის სამხედრო-საინჟინრო აკადემიის პროფესორი.

ო. ლანჩავას სამეცნიერო მოღვაწეობის სფერო საკმაოდ ფართოა. მას აქვს სამეცნიერო ნაშრომები სამთო თბოფიზიკის, საბადოთა დამუშავების, მიწისქვეშა სატრანსპორტო გვირაბების ვენტილაციის, რისკების შეფასებისა და უსაფრთხოების

ინჟინერიის მიმართულებებით. ჯერ კიდევ 1979 წელს, ავტორთა ჯგუფთან ერთად, ო. ლანჩავამ შექმნა ნორმატიული სახელმძღვანელო - ნახშირის შახტების თბოფიზიკური გაანგარიშების ერთიანი მეთოდოლოგია, რომლისთვისაც აღნიშნულ ჯგუფთან ერთად მიიღო საბჭოთა კავშირის სახალხო მეურნეობის მიღწევათა 1980 წლის გამოფენის ბრინჯაოს მედალი. მასში შესულია სავენტილაციო ჰაერის ტემპერატურის, მასაგადატანის პოტენციალისა და ფარდობითი ტენიანობის კომპლექსური გაანგარიშების მის მიერ შექმნილი მეთოდი, რომელმაც შემდგომი განვითარება ჰპოვა მის სადოქტორო დისერტაციაში.

პროფესორი ო. ლანჩავა 240-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორია, მათ შორისაა 2 მონოგრაფია (ერთ-ერთი ინგლისურ ენაზე გამოსცა გამომცემლობა „ლამბერტმა“) და 5 სახელმძღვანელო უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლებისათვის. იგი მრავალი საერთაშორისო კონგრესის, სიმპოზიუმისა და კონფერენციის მონაწილეა. იყო რამდენიმე საერთაშორისო სიმპოზიუმის საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი და სწავლული მდივანი; ახალგაზრდული საერთაშორისო კონფერენციის თავმჯდომარე და ახალგაზრდა მეცნიერთა დღეების სექციის ხელმძღვანელი. 2016 წელს იყო რუმინეთში გამართული საერთაშორისო სიმპოზიუმის „უნივერსიტარია სიმპრო 2016“ პლენარული სხდომის მთავარი მომხსენებელი. მისმა მოხსენებამ, „გვირაბებში ხანძრების შეფასების ზოგიერთი საკითხი“, დაიმსახურა საორგანიზაციო კომიტეტის საპატიო ჯილდო.

ო. ლანჩავა 2017 წლიდან არის საგზაო კონგრესების მსოფლიო ორგანიზაციის (PIARC) წევრი, რაც შედეგად მოჰყვა მის გამოსვლას „ვორკშოპზე - რისკების მართვის მენეჯმენტი სატრანსპორტო ორგანიზაციებისა და პროექტებისათვის“, რომელიც შეესებოდა გვირაბებში ხანძრების რიცხვითი მოდელირებისა და კატასტროფის მენეჯმენტის პრობლემებს.

2017 წელს გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში იმყოფებოდა სამეცნიერო დელეგაცია რუმინეთიდან. მათი მიზანი იყო „ჰორიზონ 2020-ის“ ფარგლებში საერთაშორისო სამეცნიერო კონსორციუმის შექმნა, რომლის მუშაობა უნდა წარიმართოს სატრანსპორტო გვირაბების მოქნილი სავენტილაციო სისტემების დამუშავების მიმართულებით. აღნიშნული თემატიკა ო. ლანჩავას მიერ არის ჩამოყალიბებული.

ო. ლანჩავა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში (სტუ) ხელმძღვანელობს სადოქტორო პროგრამას “რისკების შეფასება და უსაფრთხოების ინჟინერია”. ამ მიმართულებით მის მიერ მომზადებულია ტექნიკის მეცნიერების 1 კანდიდატი და 2 აკადემიური დოქტორი, რომლებიც დღესდღეობით არიან სტუ-ს სრული პროფესორი და ასისტენტ-პროფესორი.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ო. ლანჩავას მოღვაწეობა სამრეწველო ობიექტების დაპროექტების სფეროში. იგი მრავალი (80-ზე მეტი) განხორციელებული პროექტის ავტორია, მათ შორისაა: ენგურჰესის დისკური საექტების შტოლნის რეაბილიტაციის პროექტი (ტენდერში გამარჯვებული); ენგურჰესის საგენერატორო დარბაზის ვენტილაციისა და თბოფიზიკური უზრუნველყოფის პროექტი; მარაბდა-ახალქალაქის სარკინიგზო მაგისტრალის გვირაბების ვენტილაციის პროექტი,



რომელიც მომავალ წელს შედის ექსპლუატაციაში; ქვეყნის თავდაცვის ხელშემწყობი სხვადასხვა მნიშვნელოვანი ობიექტების პროექტები.

ბატონი ომარი დღესდღეობით ჩვეული ენერჯით განაგრძობს მოღვაწეობას სამეცნიერო და პედაგოგიურ სფეროში. ზედიზედ ორი წელია ღებულობდა მონაწილეობას კომპიუტერული მოდელირების საკითხებზე ქ. ლონდონში გამართულ „ვორკშოპებში“, რომელთა თემატიკა იყო „დენადთა დინამიკის კომპიუტერული მოდელირება“ და „ხანძრის დინამიკის კომპიუტერული მოდელირება“. არის შრომისმოყვარე და თავმდაბალი. სამეცნიერო მოღვაწეობისათვის მას მიღებული აქვს აგრეთვე საქართველოს კომკავშირის 1978 წლის პრემია. სამეცნიერო შედეგების მიხედვით ო. ლანჩავა 2016 წელს არჩეულია რუმინეთის მეცნიერებათა აკადემიის საინჟინრო მეცნიერებებისა და ინოვაციების ჟურნალის სარედაქციო კოლეგიის წევრად [www.jesi.astr.ro/editorial-and-advisory-board.php](http://www.jesi.astr.ro/editorial-and-advisory-board.php).

დღესდღეობით ბატონი ომარი არის შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი, სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს წევრი, სტუ-ს სამთო ფაკულტეტის სადოქტორო პროგრამის სამეცნიერო ხელმძღვანელი.

ვულოცავთ ბატონ ომარს დაბადებიდან 70 წლისთავს და ვუსურვებთ დიდხანს სიცოცხლესა და შემოქმედებით წარმატებებს.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
რექტორატი, მისი სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები,  
გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის  
დირექცია და მეცნიერი თანამშრომლები,  
„სამთო ჟურნალის სარედაქციო კოლეგია“



ჯავახიშვილი  
თეიმურაზი  
ДЖАВАХИШВИЛИ  
ТЕИМУРАЗИ  
JAVAXISHVILI  
TEIMURAZI

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის საინჟინრო-ტექნიკური უზრუნველყოფის დეპარტამენტის საპროექტო-საკონსტრუქტორო სამსახურის უფროსს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორს თეიმურაზ ჯავახიშვილს დაბადებიდან 70 წელი შეუსრულდა.

იგი დაიბადა 1947 წლის 27 მარტს. 1969 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო ფაკულტეტი სამთო ინჟინერ-ელექტრიკოსის სპეციალობით. 1972-1975 წლებში სწავლობდა მოსკოვის სამთო ინსტიტუტის ასპირანტურაში, რომლის დამთავრების შემდეგ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია ავტომატური რეგულირების და მართვის (სამთო დარგი) სპეციალობით. 2006 წელს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია ბაგირგზების მუშაობის რეჟიმების და პარამეტრების ოპტიმიზაციის საკითხზე და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი.

1976 წლიდან თ. ჯავახიშვილი მუშაობს საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში (შემდგომში ტექნიკური უნივერსიტეტი), მათ შორის, 2006 წლიდან დღემდე პროფესორის თანამდებობაზე. მონაწილეობს ბაკალავრების, მაგისტრების და დოქტორების მომზადებაში. იგი არის 150-ზე მეტი გამოქვეყნებული ნაშრომის ავტორი, მათ შორისაა სასწავლო, სამეცნიერო, საპროექტო-ნორმატიული დოკუმენტაცია, მონოგრაფია, გამოგონებები და სხვა. თ. ჯავახიშვილი წლების განმავლობაში იყო სტუ-ს სამთო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე სამეცნიერო დარგში, სადისერტაციო საბჭოს წევრი და სწავლული მდივანი, საქართველოს სამთო საზოგადოების თავმჯდომარის მოადგილე და სამეცნიერო-ტექნიკური „სამთო ჟურნალის“ პასუხისმგებელი მდივანი. მიღებული აქვს ტასისის, აშშ-ს კომერციული დეპარტამენტის და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების მრავალი სერტიფიკატი სწავლების თანამედროვე მეთოდოლოგიების, ენერგოეფექტურობის, უძრავი ქონების ბიზნესის, მაგისტრალური მილსადენების და ბაგირგზების სფეროში. ხელმძღვანელობდა საერთაშორისო კონფერენციას (2002 წელი) „უახლესი ტექნოლოგიები და საქართველო“

(საორგანიზაციო კომიტეტის წევრი და სამთო-გეოლოგიური სექციის თავმჯდომარე).

თ. ჯავახიშვილი 20 წელზე მეტია აქტიურადაა ჩართული საინჟინრო-პრაქტიკულ და საექსპერტო საქმიანობაში. სხვადასხვა ეტაპზე შესრულებული აქვს პროექტები, მათ შორის საერთაშორისო მნიშვნელობის, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, კომპანია „გეოინჟინერინგში“, ენერგოეფექტურობის ცენტრ „საქართველოში“, საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციაში. 2006-2008 წლებში იყო საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ხარისხის კონტროლისა და ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის უფროსი, ხოლო 2008 წლიდან დღემდე - საპროექტო-საკონსტრუქტორო სამსახურის უფროსია.

თ. ჯავახიშვილი ექსპერტის ან/და პროექტის ავტორის სტატუსით მონაწილეობდა საქართველოს ენერგოსექტორის განვითარების მნიშვნელოვანი პროექტების განხორციელებაში, როგორცაა: ფონდი - ათასწლეულის გამოწვევა საქართველოს (MCG) ფარგლებში საქართველოს მაგისტრალური გაზსადენების რეაბილიტაცია, საქართველოს გაზის ინფრასტრუქტურის განვითარების პროგრამა, გარდაბნის 230 მგვტ სიმძლავრის კომბინირებული ციკლის თბოელექტროსადგურის მშენებლობის პროექტი, საქართველოში მიწისქვეშა გაზსადენის მშენებლობის პროექტი და სხვა.

ბატონი თეიმურაზი აქტიურად მონაწილეობს ევროპული და სხვა საერთაშორისო სტანდარტების ქართულენოვანი ვერსიების შემუშავების პროცესში როგორც სსიპ - საქართველოს სტანდარტებისა და მეტროლოგიის ეროვნულ სააგენტოსთან არსებული სტანდარტიზაციის „ელექტროტექნიკური“ კომიტეტის წევრი და „ბუნებრივი გაზზე“ შექმნილი სამუშაო ჯგუფის ხელმძღვანელი (2013-2016 წ.წ.), ხოლო 2016 წლიდან როგორც „ბუნებრივი გაზის“ ტექნიკური კომიტეტის თავმჯდომარე. იგი 2013 წლის მაისიდან არის საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის (IEC) საქართველოს ეროვნული კომიტეტის წევრი, წლების განმავლობაში წარმოადგენს საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციას INOGATE-ს პროგრამების ტექნიკურ ექსპერტთა ჯგუფში სტანდარტიზაციის დარგში.

საქართველოს სამთო საზოგადოება დიდად აფასებს ბატონი თეიმურაზი ჯავახიშვილის პროფესიონალიზმს, ადამიანურ თვისებებს, დიდ შრომისუნარიანობასა და საქმისადმი პასუხისმგებლობას, რითაც მან აღიარება და პატივისცემა დაიმსახურა სამთო-ტექნიკურ და ენერგოსექტორში მოღვაწე საზოგადოებაში. მას პყავს შესანიშნავი ოჯახი.

ვუსურვებთ მას ჯანმრთელობას, სიმხნევას, ხანგრძლივ სიცოცხლეს და კიდევ მრავალი მნიშვნელოვანი პროექტის წარმატებით განხორციელებას.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაცია,  
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-  
გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ მასწავლებლები,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია



**ნაილი ნიჟარაძე**  
**НАИЛИ НИЖАРАДЗЕ**  
**NAILI NIJARADZE**

8 წელი გახდება რაც ქალბატონი ნაილი ჩვენს შორის აღარ არის. ეს დიდი დანაკლისია გეოლოგიური საზოგადოებისთვის.

სამოცი წელი ემსახურებოდა ქნი ნაილი სტუდენტთა აღზრდის საქმეს. მას ძალიან უყვარდა ახალგაზრდები, ენერგიას არ იშურებდა, რათა მიეცა მათთვის აუცილებელი ცოდნა. ასევე დიდი სიყვარულით პასუხობდნენ მას სტუდენტებიც. ძალიან რთულ სიტუაციაში ის ყოველთვის მშვიდად მოძებნიდა კომპრომისულ გამოსავალს.

ქალბატონი ნაილი პედაგოგიური საქმიანობის პარალელურად ეწეოდა სამეცნიერო მუშაობას. იგი აქტიურად მონაწილეობდა კათედრის სამეცნიერო კვლევით თემატიკაში. კერძოდ იყო მადანთა მინერალური შედგენილობის მკვლევარი. მას შესწავლილი ჰქონდა საქართველოს შავი, ფერადი, კეთილშობილი ლითონების არაერთი საბადოს ნივთიერი შედგენილობა და წარმოშობის პირობები. იგი იყო რამდენიმე ათეული სამეცნიერო ნაშრომისა და სახელმძღვანელოს ავტორი. აქტიურად მონაწილეობდა როგორც რესპუბლიკურ, ასევე საკავშირო და საერთაშორისო კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებში.

ქალბატონი ნაილი იყო სანიმუშო შვილი, ერთგული მეუღლე, დედა და ბებია. ღმერთმა უმრავლეს საქართველოს ნაილი ნიჟარაძისნაირი ქალბატონები.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
 საქართველოს გეოლოგიური საზოგადოება,  
 სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ მასწავლებლები,  
 გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის პროფესორ-მასწავლებლები,  
 ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლები,  
 „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია

## ინფორმაცია

გასული წლის 11 დეკემბერს, გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომათა დარბაზში, ჩატარდა მე-2 რესპუბლიკური სამეცნიერო კონფერენცია „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, რომლის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს: გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კავკასიის ა. თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლებმა. გამოქვეყნებული იქნა მოხსენებების თეზისები. შერჩეული იქნა მოხსენებები, რომელთაც მიეცათ რეკომენდაცია „სამთო ჟურნალში“ სრულად გამოსაქვეყნებლად.

მიღებული იქნა გადაწყვეტილება, რომ სამთო საქმისა და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემებისადმი მიძღვნილი რესპუბლიკური კონფერენცია გახდეს ტრადიციული - ყოველწლიური და ჩატარდეს ყოველი წლის ბოლო თვეში. შესაბამისად მიღებული იქნა გადაწყვეტილება, რომ მომდევნო კონფერენცია ჩატარდეს 2017 წლის 8 დეკემბერს. მისი დროულად ჩატარებისათვის სასურველია მოხსენებების თეზისები გამოსაქვეყნებლად სამთო ინსტიტუტში წარმოდგენილი იქნეს არაუგვიანეს 2017 წლის 1 ნოემბრისა.



## ავტორთა საყურადღებო

ჟურნალი აქვეყნებს მასალებს (სამეცნიერო სტატია, საინფორმაციო წერილი, სარეკლამო მასალა და სხვ.) ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე. რედაქციისათვის მოწოდებული მასალის მოცულობა უნდა იყოს არაუმეტეს 8-10 ნაბეჭდი გვერდისა და აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: არ უნდა იყოს ადრე გამოქვეყნებული (გარდა სარედაქციო კოლეგიის მიერ შეკვეთილი სტატიისა), სამეცნიერო სტატიაში გადაწყვეტილ ამოცანას უნდა ჰქონდეს გარკვეული თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. სტატიას უნდა ერთოდეს ანოტაცია ორ იმისგან განსხვავებულ ენებზე, რომელ ენაზეც წარმოდგენილია სტატია. მისი მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს 600 ნიშანს და რომელშიც მოკლედ და გასაგებად მოცემული უნდა იყოს მიღებული შედეგები, გამოყენებული მეთოდები, მიღებული ძირითადი დაშვებები და პირობები, შედეგების გამოყენების არე. გამოსაქვეყნებელი მასალა ჟურნალის რედაქციას უნდა მიეწოდოს A4 ფორმატის თეთრ ქაღალდზე ორი ინტერვალით ნაბეჭდის სახით და მისი ჩანაწერი CD დისკზე. ტექსტი ჩაწერილი უნდა იქნეს Word for Windows რედაქტორში შრიფტებით: ქართული - AcadNusx, №12; რუსული - Times New Roman, №12; ინგლისური - Times New Roman, №12; ფორმულები შედგენილი უნდა იყოს დანართში Equation for Windows, ნახაზები და გრაფიკული მასალა შეიძლება შესრულდეს კალკაზე ან კომპიუტერზე, ასევე მკვირვ ქაღალდზე შავი ტუშით ან ბურთულიანი კალმით. ნახაზები JPG. მასალას უნდა ახლდეს აგრეთვე ინფორმაცია ავტორის (ავტორთა) შესახებ (სამუშაო ადგილი, თანამდებობა, სამეცნიერო ხარისხი და წოდება, სამსახურის ან ბინის მისამართი და ტელეფონი, ფაქსი, E-mail).

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В «Горном журнале» публикуются материалы (научные статьи, информация, реклама и др.) на грузинском, русском и английском языках. Объем представленных материалов не должен превышать 8-10 печатных страниц. Материалы статьи должны публиковаться впервые (кроме обзора зарубежных изданий, публикуемых по рекомендации Редколлегии), представлять новизну и иметь теоретическую и практическую значимость. К статье должна прилагаться аннотация на двух языках, отличных от языка, на котором она написана. В аннотации следует указать методы исследования, основные результаты работы и область их практического применения. Средний объем аннотации - 600 знаков. Материал для опубликования должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 через два интервала и записан на диске CD. Текстовый материал набирается в редакторе Word for Windows шрифтами: Грузинский - AcadNusx, №12, русский - Times New Roman, №12, английский - Times New Roman, №12. Таблицы должны быть набраны в Word for Windows, а формулы в редакторе Equation for Windows. Чертежи, графический материал, фото должны быть выполнены на компьютере (при необходимости, в исключительных случаях, могут быть представлены цветные материалы). Рисунки - JPG. К представленным материалам прилагаются данные об авторе (авторах) - место работы, должность, ученая степень и ученое звание, домашний или служебный адрес, телефон, факс, E-mail.

## ATTENTION

The Journal publishes material (scientific papers, information letters, advertisements, etc.) in Georgian, Russian and English languages. The submitted material shouldn't exceed 8-10 printing pages and should satisfy the following requirements: it should not be previously published (except the paper ordered by the editorial board), the problem solved in the scientific paper should have definite theoretical and practical importance; should be supplemented with summaries in two languages (the obtained results, used methods, the obtained basic assumptions, the field of application of the results. The average volume - 600 signs). The material should be typed in Word for Windows in fonts: Georgian - AcadNusx, № 12, Russian - Times New Roman, № 12, English - Times New Roman, № 12. Formulas should be done in Equation for Windows editor and tables in Word for Windows. Drawing and graphical material may be performed on tracing-paper or dense white paper in black Indian ink or ball pen. Drawings - JPG. The materials should be accompanied with information about author (authors) - (affiliation, position, scientific degree and rank, office or home address, phone, the fax, E-mail).

ხელმოწერილია დასაბამად: 15.11.2017

რედაქტორები: ვ. სილაგაძე, ს. მახარაძე

დაგეგმვა/დამუშავებული: თ. მინდორაძე

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: ს. სტირიაკოვასი

ქაღალდის ზომა 64X90 1/8

ტირაჟი 300 ეგზ.

გარეკანის ფოტოები: ალექსანდრე ქართველიშვილის

შპს „პოლიგრაფისტი“  
თბილისი, სურამის ქ. №13



ISSN 1512-407X

