

**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  
ბატრა**

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

**გამოჩენილი ქართველი სამთოელები**

არჩილ ძიძიგური..... 5

**ქრონიკა**

აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურის სახელობის ჯიშის ლაშქრატევი..... 9

**გეოლოგია**

ბ. ნადარეიშვილი, ა. ტყეშელაძე, ე. შაფაძე  
 ზოლენის რაიონის სუბვულკანური და  
 ექსტრუზიული სხეულები, როგორც მიწის  
 ტარის არატრადიციული ნედლეული..... 10

**მიწისძვება ნაბეჭობათა მშენებლობა**

თ. ფირცხალავა  
 ქვაბულის ფარდოს გრუნტის დახრილი  
 ანკერებით დამაგრების ტექნოლოგიის  
 შესახებ..... 22

გ. კუპულაძე, თ. ფირცხალავა  
 სიისმური დატვირთვის განსაზღვრა  
 ამონადების ფარდოს მდგრადობის  
 გაანგარიშებისას..... 22

**სამთო მრეწველობის პრობლემები**

ი. მათარაძე, თ. ახვლედიანი, ნ. გოჭორიშვილი,  
 ბ. ტაბატაძე  
 მანგანუმის მადნის ფენების დამუშავე-  
 ზის დაპროექტების მეთოდების სრულყოფა  
 ეკონომიკურ-მართებატიკური მოდელირების  
 გამოყენებით..... 26

**საგადოთა ნიაღისეულის გამდიდრება**

ნ. ჯიქია, რ. სტურუა, დ. ტალახაძე, ა. აბუღაბა,  
 ზ. არაბიძე, ბ. ბალოვანი  
 მადნეულის სპილენძის მადნების დასაწყობე-  
 გული კუდების კოლექტიური კონცენტრატის  
 სელექციის საკითხები..... 31

ა. გამცემლიძე, რ. ენაგელი, მ. თუთუაძე  
 გამდიდრების პროცესებში შემავსომებელი  
 სიდიდეების უწყვეტად საზომი  
 მოწყობილობები მართვის ხერხებით..... 35

**სამთო ელექტრომექანიკა**

ო. ლანჩავა  
 საშახტო აეროლოგიის დარგის კვლევებთან  
 ფუძემდებელი საქართველოში..... 39

ო. ლანჩავა, ნ. გოჭორიშვილი, ბ. ნოზაძე, მ. ჯანაძე,  
 ნ. არაუღაშვილი, ს. დამატრაშვილი  
 სანქრით განვირგობადი საგანგებო  
 სიტუაციის მართვა ერთგვირაბიანი  
 კომპინირებული სავენტილაციო სისტემის  
 პირობებში..... 43

გ. მოლოდინი, რ. მოლოდინი  
 ვაკუუმ-ამქრავების ხანუნი კვანძების თეო-  
 რიული, ექსპერიმენტული და კომპიუტერული  
 კვლევის შედეგები და მათი ანალიზი..... 47

**ტრანსპორტის სპეციალური სახეობები**

ლ. მახარაძე, ა. ტაველიშვილი  
 მრავალსაფეხურიან ჰიდროსატრანსპორტო  
 სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრო-  
 ვით ჩართული ტუმბოების რეგულირება და  
 მაგისტრალის გასწვრივ მათი განთავსების  
 ადგილის განსაზღვრის ანალიზი..... 51

**აფეთქების ენერგიის გამოყენება**

რ. მიხელსონი  
 მოსაპირკეთებელი ქვის ბლოკების  
 აფეთქებით მოპოვების ტექნოლოგია და  
 აკადემიკოს ა. ძიძიგურის როლი მის  
 განვითარებაში..... 63

ბ. გოლიბაძე, ა. ფიქრიშვილი, ე. ჩაბელიშვილი,  
 მ. ნიკოლაძე, ა. დგობაძე  
 დარტყვითი ტალღების ზემოქმედებით  
 TaAl-B<sub>4</sub>C კარბიდი მასალის მიღება..... 63

**ანალიზი**

ბ. ბალიაშვილი, დ. ჯიგლაძე, თ. რუხაძე  
 ზატონის ცოცხადობისა და შეკვებისადმი  
 მიქლენილი კვლევების მიმოხილვა,  
 მიღებული შედეგების ანალიზი და  
 განხილვა..... 68

თ. თეფრიაძე, ბ. ოსანაშვილი, დ. ფოცხვერია  
 აღმოსავლეთ საქართველოს არიდული  
 ჯონის მთიანი რეგიონების გუნებრივი  
 კომპლექსების შესწავლა ურბანული  
 ტერიტორიების სასაფარი ნაწილი  
 მომარბების მიზნით..... 75

**უსაფრთხოების ტექნიკა**

ა. ბაქანიშვილი, ნ. კუპულაძე, ნ. გოჭორიშვილი,  
 ბ. გომიშიანი  
 უსაფრთხო მანქანები საავტომობილო  
 საშუალოების წარმოებისა და ფეთქებადი  
 მასალის შენახვისას..... 78

**ეკონომიკა**

ბ. ტაბატაძე, ბ. ლოგანაძე, თ. ბუტულაშვილი,  
 ბ. ციციშვილი  
 საქართველოს სამთო და გეოლოგიურ  
 სანარმოთა სანდოვაციო საქმიანობის  
 ანალიზი..... 84

**იუბილე**

თამაზ ლომინაძე..... 92

გიორგი ყირაშელაშვილი..... 94

**განხილვა**

ნიკოლოზ ტყეშელაძე..... 96

ვახტანგ მუსხელიშვილი..... 97

პორის დამატრეპი..... 98

**ВЫДАЮЩИЕСЯ ГРУЗИНСКИЕ ГОРНЯКИ**

АРЧИЛ ДЗИДЗИГУРИ.....5

**ХРОНИКА**

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ АКАДЕМИКА  
АРЧИЛА ДЗИДЗИГУРИ.....9

**ГЕОЛОГИЯ**

НАДАРЕЙШВИЛИ Г. Ш., ТКЕМАЛАДZE М. В., ШАПАКИДZE Е.В.  
СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ И ЭКСТРУЗИВНЫЕ  
ТЕЛА БОЛНИССКОГО РАЙОНА В КАЧЕСТВЕ  
НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
СТЕКЛОТАРЫ.....17

**СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ**

ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
О ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСА  
КОТЛОВАНА НАКЛОННЫМИ ГРУНТОВЫМИ  
КУКУЛАДZE Н.Д., ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ  
РАСЧЕТЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВЫЕМОК.....25

**ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

МАТАРАДZE Э. Д., АХВЛЕДИАНИ Т. О., БОЧОРИШВИЛИ Н. Р.,  
ТАБАТАДZE Г. П.  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ  
МАРГАНЦЕВОРУДНЫХ ПЛАСТОВ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ.....31

**ОБОГЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

ДЖИКИА Н.Ш., СТУРУА Р.И., ТАЛАХАДZE Д.Г., АРАБИДZE З.Д.,  
АБШИЛАВА А. В., ГЕЛОВАНИ Г. А.  
ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ КОЛЕКТИВНОГО  
КОНЦЕНТРАТА СКЛАДИРОВАННЫХ МЕДНЫХ  
ХВОСТОВ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....34

ГАМЦЕМЛИДZE М.Н., ЭНАГЕЛИ Р.П., ТУТБЕРИДZE М.Л.  
УСТРОЙСТВА СО СПОСОБАМИ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ  
НЕПРЕРЫВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ  
ВЕЛИЧИН В ПРОЦЕССАХ ОБОГАЩЕНИЯ .....38

**ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА**

ЛАНЧАВА О.А.  
ОСНОВОПОЛОЖНИК ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ  
ШАХТНОЙ АЭРОЛОГИИ В ГРУЗИИ .....42

ЛАНЧАВА О.А., БОЧОРИШВИЛИ Н.А., НОЗАДZE Г.Ч., ДЖАНГИДZE М.В.,  
АРУДАШВИЛИ Н.Н., ДЕМЕТРАШВИЛИ С.А.  
УПРАВЛЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ,  
ОБУСЛОВЛЕННЫМИ ВЛИЯНИЕМ ПОЖАРА, В УСЛОВИ-  
ЯХ ОДНОТОННЕЛЬНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ  
ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....47

МОЛОДИНИ Н.Ш., МОЛОДИНИ Р.Н.  
РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ,  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ОМПЬЮТЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ УЗЛОВ ТРЕНИЯ  
ВАКУУМ-ПРИВОДОВ .....50

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА**

МАХАРАДZE Л.И., ТАВЕЛИШВИЛИ А.Д.  
АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И МЕСТ  
РАЗМЕЩЕНИЯ ПО ТРУБОПРОВОДНОЙ МАГИСТРАЛИ  
МНОГООРУПЕНЧАТЫХ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ  
СИСТЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫХ  
НАСОСОВ .....58

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА**

МИХЕЛЬСОН Р.В.  
ВЗРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ БЛОКОВ  
ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ И РОЛЬ АКАДЕМИКА  
А.А. ДЗИДЗИГУРИ В ЕЕ ПРОДВИЖЕНИИ .....58

ГОДИБАДZE Б.А., ПЕЙКРИШВИЛИ А.Б., ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш.,  
ЦИКЛАУРИ М.В., ДЕБУАДZE А.А.  
ФОРМИРОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ТАНТАЛ-АЛЮМИНИЯ-  
КАРБИД БОРА В ОБРАЗЦАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ГОРЯЧИМ  
КОМПАКТИРОВАНИЕМ ВЗРЫВОМ .....68

**АНАЛИЗ**

БАЛИАШВИЛИ Г. Я., ДЖИБЛАДZE Д. А., РУХАДZE Т. А.  
ОБЗОР, АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ  
ПОЛЗУЧЕСТИ И УСАДКИ БЕТОНА .....74

ТЕВЗАДZE Т.В., ОМСАРАШВИЛИ Г.Г., ПОЦХВЕРИЯ Д.Ш.  
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕК-  
СОВ (ГЕОСТРУКТУРА – ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК)  
ГОРНЫХ РЕГИОНОВ АРИДНОЙ ЗОНЫ  
ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ  
ТЕРРИТОРИИ .....78

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., КУКУЛАДZE Н.Д., БОЧОРИШВИЛИ Н.А.,  
ГОГРИЧИАНИ М.В.  
БЕЗОПАСНЫЕ РАССТОЯНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ  
ВЗРЫВНЫХ РАБОТ И ХРАНЕНИИ ВЗРЫВЧАТЫХ  
МАТЕРИАЛОВ .....83

**ЭКОНОМИКА**

ТАБАТАДZE Г. П., ЛОБЖАНИДZE Г. З., БУТУЛАШВИЛИ Т.Л.,  
ЦЕРЦВАДZE Б.  
АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....91

**ЮБИЛЕЙ**

ТАМАЗ ЛОМИНАДZE .....92

ГЕОРГИЙ КИРМЕЛАШВИЛИ .....94

**ПАМЯТЬ**

НИКОЛОЗ ТКЕМАЛАДZE .....96

ВАХТАНГ МУСКЕЛИШВИЛИ.....97

БОРИС ДЕМЕТРАДZE .....98

**EMINENT GEORGIAN MINER**

ARCHIL DZIDZIGURI ..... 5

**CHRONICLE**

**THE ACADEMICIAN ARCHIL DZIDZIGURI PRIZE**

LAUREATE .....9

**GEOLOGY**

NADAREISHVILI G., TKEMALADZE M., SHAPAKIDZE E.  
SUBVOLCANIC AND EXTRUSIVE BODIES OF BOLNISI  
AREA AS NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN  
PRODUCTION OF GLASSWARE ..... 17

**UNDERGROUND BUILDING CONSTRUCTION**

PHIRTSKHALAVA T.  
ON THE TECHNOLOGY ATTACH DERAILED PIT SLOPES  
TILT GROUND ANCHORS ..... 22

KUKULADZE N., PIRTSKHALAVA T.  
DETERMINATION OF SEISMIC LOAD IN CALCULATING  
SLOPE STABILITY RECESSES ..... 25

**PROBLEMS MINING INDUSTRY**

MATARADZE E., AKHVLEDIANI T., BOCHORISHVILI N., TABATADZE G.  
IMPROVEMENT OF PROCESSING DESIGN METHODS OF  
MANGANESE ORE LAYERS BY USING THE ECONOMIC-  
MATHEMATICAL MODELING..... 31

**PROCESSING**

JIKIA N., STURUA R., TALAKHADZE D., ARABIDZE Z., ABSHILAVA A.,  
GELOVANI G.  
ISSUES OF SELECTION OF CONCENTRATE OF  
FLOTATION IN COPPER CLUSTER IN ORE FIELD ..... 34

GAMTSEMLIDZE M., ENAGELI R., TUTBERIDZE M.  
DEVICES WITH CONTROL METHODS FOR  
CONTINUOUSLY MEASURING DISTURBING VALUES IN  
ENRICHING PROCESSES ..... 38

**MINING ELEKTROMECHANICS**

LANCHAVA O.  
FOUNDER OF STUDIES ON MINE AEROLGY IN  
GEORGIA..... 42

LANCHAVA O., BOCHORISHVILI N., NOZADZE G., JANGIDZE M.,  
ARUDASHVILI N., DEMETRASHVILI S.  
MANAGEMENT OF EMERGENCIES CAUSED BY  
INFLUENCE OF THE FIRE FOR THE COMBINED  
VENTILATION SYSTEM IN TWO-WAY TRAFFIC  
TUNNELS ..... 47

MOLODINI N., MOLOIDINI R.  
RESULTS AND ANALYSIS OF THEORETICAL,  
EXPERIMENTAL AND COMPUTER INVESTIGATIONS OF  
VACUUM DRIVES FRICTIONAL UNITS ..... 50

**SPECIAL TRANSPORTATION**

MAKHARADZE L., TAVELISHVILI A.  
ANALYSES OF DEFINING THE QUANTITY OF  
CONSECUTIVELY ENGAGED PUMPS IN MULTISTAGE  
HYDRO TRANSPORTING PIPELINE AND THE LOCATION  
FOR THEIR INSTALLMENT ACROSS THE PIPELINE ..... 58

**APPLICATION OF EXPLOSIVE ENERGY**

MIKHELSON R.  
FACING STONE BLOCK EXTRACTION EXPLOSIVE  
TECHNOLOGY AND DR. A.DZIDZIGURI'S ROLE IN ITS  
DEVELOPEMENT ..... 63

GODIBADZE B., PEIKRISHVILI A., CHAGELISHVILI E., TSIKLAURI M.,  
DGEBUADZE A.  
FORMING OF INTERMETALLIC Ta-Al-B<sub>2</sub>C COMPOUNDS  
IN COMPACTED SAMPLES BY HOT SHOCK WAVE..... 68

**ANALYSIS**

BALIASHVILI G., JIBLADZE D., RUKHADZE T.  
REVIEW, ANALYSIS AND SYNTHESIS OF RESEARCHES  
ON CREEP AND SHRINKAGE OF CONCRETE ..... 74

TEVZADZE T., OMSARASHVILI G., POTSKHVERIA D.  
TO PROVIDE THE URBAN TERRITORIES OF NATURAL  
HYDROLOGICAL COMPLEXES (GEOLOGICAL  
STRUCTURE – SURFACE RUN - OFF) IN THE ARID  
ZONES OF THE MOUNTAINOUS REGIONS IN EAST  
GEORGIA WITH DRINKING WATER ..... 78

**SAFE TECHNICS**

BEZHANISHVILI A., KUKULADZE N., BOCHORICHVILI N., GOGRICHIANI M.  
SAFETY DISTANCES DURING THE MANAGEMENT  
BLASTING WORKS AND EXPLOSIVE MATERIALS  
STORAGE ..... 83

**ECONOMICS**

TABATADZE G., LOBJANIDZE G., BUTULASHVILI T., TSERTSVADZE B.  
ANALYSIS OF INNOVATION ACTIVITIES OF MINING  
AND GEOLOGICAL ENTERPRISES ..... 91

**IUBILEE**

**TAMAZ LOMINADZE ..... 92**

GIORGI KIRMELASHVILI..... 94

**MEMORY**

**NIKOLAZ TKEMALADZE..... 96**

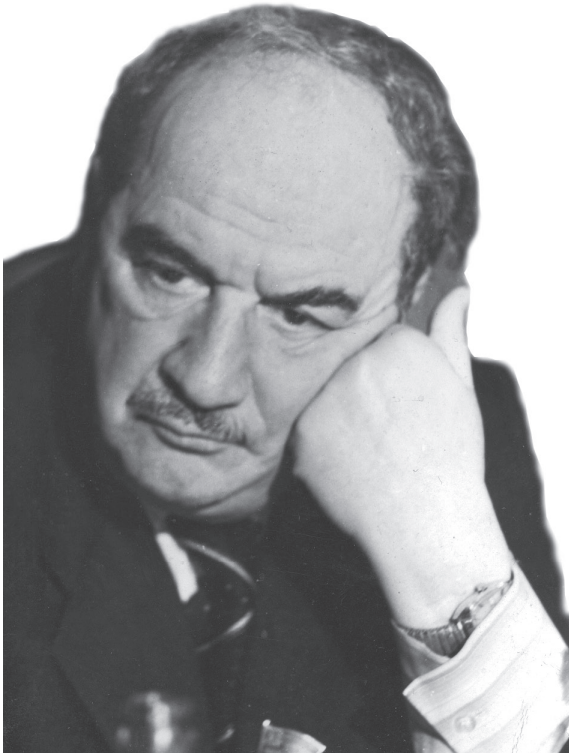
**VAKHTANG MUSKELISHVILI..... 97**

BORIS DEMETRADZE ..... 98

**დიდი მეცნიერი, პედაგოგი, სამეცნიერო და უმაღლესი სკოლების  
ორგანიზატორი საქართველოში, ქვეყნის სახელმწიფო და  
საზოგადო მოღვაწე**

**КРУПНЫЙ УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, ОРГАНИЗАТОР НАУЧНОЙ И  
ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ В ГРУЗИИ,  
ОБЩЕСТВЕННЫЙ И ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ**

**GREAT SCIENTIST, TEACHER, ORGANIZER OF SCIENTIFIC AND HIGHER  
INSTITUTIONS IN GEORGIA, STATE AND PUBLIC FIGURE**



**არჩილ ძიძიგური**

**АРЧИЛ ДЗИДЗИГУРИ**

**ARCHIL DZIDZIGURI**

**100**

გამორჩენილი მეცნიერი, სამთო მეცნიერების ერთ-ერთი ფუძემდებელი საქართველოში, ქართველ სამთო მექანიკოსთა სკოლის დამაარსებელი, საქართველოს ეროვნული მეცნიერებათა აკადემიის, საინჟინრო აკადემიის და მინერალური რესურსების საერთაშორისო აკადემიის ნამდვილი წევრი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული მოღვაწე, საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ორგზის ლაურეატი, გიორგი ნიკოლაძის სახელობის პრემიის ლაურეატი - არჩილ ძიძიგური იმ სახელოვან მამულიშვილთა თაობას ეკუთვნის, რომლებიც ჩვენს ქვეყანაში მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების სათავეებთან იდგნენ და სამართლიანად ითვლებიან დარგის ფუძემდებლად, აღიარებულ წინამძღოლად. მეცნიერე-

Арчил Амвросиевич Дзидзигури, один из основателей горной науки в Грузии, основатель школы горных механиков Грузии, академик Национальной Академии наук Грузии, действительный член международной Академии минеральных ресурсов и Инженерной Академии Грузии, докт. техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Грузии, дважды лауреат Государственной премии Грузии, лауреат премии им. Георгия Николадзе, относится к числу тех выдающихся ученых, которые стояли у истоков развития науки и техники, свою многолетнюю научную деятельность всецело посвятили горной науке и справедливо считаются основоположниками отрасли науки и признанными ее руководителями. Он был большим организатором

Archil Dzidziguri, great scientist, one of the founders of mining science in Georgia, founders of the school of mining mechanics in Georgia, member of International Academy of mineral resources, of the Academy of Sciences and Academy of Engineering of Georgia. doctor of technical sciences, professor, honored scientist of Georgia, twice laureate of State Prize of Georgia, laureate of Giorgi Nikoladze Prize belongs to the number of those outstanding scientists who stood at the start of development of science and technique, absolutely devoted their long scientific activity to mining science and are justly reputed the founders and acknowledged leaders of this

ბისა და უმაღლესი სკოლის დიდი ორგანიზატორის, საზოგადო და სახელმწიფო მოღვაწის, ბატონი არჩილ ბიბიგურის ყველა მნიშვნელოვანი დამსახურების მხოლოდ ჩამოთვლაც კი ძალზე შორს წაგვიყვანდა. აღვნიშნავთ მათგან მხოლოდ უმნიშვნელოვანესს.

მისი ინიციატივით და ძალისხმევით 1957 წელს საქართველოს ეროვნული მეცნიერებათა აკადემიის სისტემაში ჩამოყალიბდა სამთო საქმის ინსტიტუტი, რომლის პირველი დირექტორი თვითონ გახლდათ და რომელსაც მისივე ინიციატივით გამოჩენილი ქართველი მეცნიერის, აკადემიკოს გრიგოლ წულუკიძის სახელი ეწოდა. უდიდესია ინსტიტუტის დამაარსებლისა და მისი პირველი დირექტორის დამსახურება იმაში, რომ დაარსებიდან სულ რამდენიმე წელიწადში ინსტიტუტი ერთ-ერთი მოწინავე გახდა არა მხოლოდ საქართველოს ეროვნული აკადემიის სისტემაში, არამედ მთელი საბჭოთა კავშირის მასშტაბით შესაბამისი პროფილის სამეცნიერო-კვლევით ორგანიზაციებს შორის. ბატონი არჩილის უშუალო მონაწილეობით მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ჩატარდა სამთო მეცნიერების ისეთ დარგებში, როგორცაა: საშახტო სტაციონარული დანადგარები და სამთო მანქანები, საშახტო გაზოაეროდინამიკა და სავენტილაციო სისტემები, მილსადენი ტრანსპორტი და მრავალფაზიანი ნაკადები, საბურღი დანადგარები, საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და მათი რაციონალური გამოყენება და სხვ. იგი ინსტიტუტს ხელმძღვანელობდა დაარსების დღიდან 1973 წლამდე - საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის რექტორად გადაყვანამდე.

1978 წლიდან ბატონი არჩილის ინიციატივით საქართველოს ეროვნულ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმთან ჩამოყალიბდა საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი კომისია, რომლის თავმჯდომარე იყო ჩამოყალიბების დღიდან სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე. მისი დამსახურებაა ის, რომ ეს კომისია უმაღლესი კვალიფიკაცია

науки и высшей школы, общественным и государственным деятелем. Огромны его заслуги в каждой сфере. Отметим из них лишь наиболее значительные, имеющие этапное значение.

По его инициативе и усилию в 1957 году в системе Национальной Академии Наук Грузии был основан Институт горного дела, первым директором которого он был избран и которому, по его же инициативе, было присвоено имя выдающегося грузинского ученого, академика Григола Цулукидзе. Огромная заслуга основателя и его первого директора в том, что всего за несколько лет после основания, Институт стал одним из ведущих не только в системе Национальной Академии Наук Грузии, но и во всем бывшем Советском Союзе, среди научно-исследовательских организаций аналогичного профиля. Под его личным руководством и участии были выполнены значительные исследования в таких направлениях горной науки как: шахтные стационарные установки и горные машины, шахтная газоаэродинамика и вентиляционные системы, трубопроводный транспорт и многофазные потоки, бурильные установки, природные ресурсы Грузии и их рациональное освоение и другие. Он был директором Института со дня его основания. С 1973 года, его назначили ректором Грузинского Политехнического института.

В 1978 году при Президиуме Национальной Академии Наук Грузии по инициативе Арчила Амвросиевича была основана комиссия по изучению производственных сил и природных ресурсов, председателем которой являлся он со дня основания и до конца своей жизни. Его заслуга заключается в том, что Комиссия укомплектована специалистами высшей квалификации, под их руководством и участии выполнены научно-исследовательские работы, имеющие для нашей страны большое научное и практическое значение.

science. He was actual organizer of science and higher schools, public figure and statesman. He has performed great services in every sphere. The list of all merits is enormous. Here we mention the most important ones.

In 1957 on his direct initiative and effort the Institute of Mining was founded in the system of the Academy of Sciences of Georgia. He became the first director of the Institute which on his initiative was named after Grigol Tsulukidze, the famous Georgian scientist, academician. The great merit of the founder and first director is that in few years the Institute became one of the leading centers among the scientific-research institutions of the profile not only in the system of the Academy of Sciences Georgia but in the whole former Soviet Union, as well. Under his personal guidance and participation the important researches were carried out in such branches of mining science as: mining stationary installations and mining machines, mining gas dynamics and ventilation systems, pipeline transport and multiphase hydraulic fluids, mineral resources of Georgia and their efficient development, etc. He was director of the Institute since its foundation and until he was elected the rector of Georgian Polytechnic Institute in 1973.

In 1978 at the Presidium of the Academy of Sciences of Georgia on the initiative of Archil Dzidizguri a Committee for studying industrial forces and natural resources was founded. He was the chairman of the Committee since it was founded, up to the end of his life. Because of his efforts the Committee is staffed with highly qualified specialists, under their guidance and partici-

ციის სპეციალისტებით იყო დაკომპლექტებული, რომელთა უშუალო მონაწილეობითა და ხელმძღვანელობით ქვეყნისათვის უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო-საკვლევო სამუშაოები სრულდებოდა.

ბატონი არჩილი უმაღლესი სკოლის დიდი ორგანიზატორი და ამაღლარი მოღვაწე იყო. ჯერ კიდევ 1946 წ. იგი გახლდათ საქართველოს ინდუსტრიულ ინსტიტუტში სამთო ელექტრომექანიკის კათედრის ჩამოყალიბების ერთ-ერთი ინიციატორი და ორგანიზატორი. შემდგომში მისივე ინიციატივით და ძალისხმევით საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა სამთო მანქანების, მადაროს სტაციონარული დანადგარებისა და ტრანსპორტის კათედრა, რომელსაც წლების განმავლობაში განაგებდა. 1973-1981 წლებში კი იყო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის რექტორი. სწორედ ამ წლებმა ნათლად წარმოაჩინა მისი, როგორც მეცნიერისა და უმაღლესი სკოლის დიდი ორგანიზატორის ნიჭი. მის ხელში ქართველ სამთო ინჟინერთა მრავალი სახელოვანი თაობა აღიზარდა. მისი ხელმძღვანელობით მრავალი სადოქტორო და საკანდიდატო დისერტაცია მომზადდა და იქნა დაცული. ბატონი არჩილის სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის სფერო მოიცავს სამთო საქმის თითქმის ყველა მიმართულებას. მისი უშუალო მონაწილეობითა და ხელმძღვანელობით შესრულებულ ფუნდამენტურ კვლევათა შედეგები ასახულია 200-ზე მეტ გამოქვეყნებულ სამეცნიერო ნაშრომში, მათ შორისაა: 10 მონოგრაფია, 4 სახელმძღვანელო უმაღლესი სკოლისთვის, 30 გამოგონება. გარდა ამისა, იგი მრავალი საგაზეთო თუ სამეცნიერო-პოპულარული პუბლიკაციის ავტორია, მრავალი საერთაშორისო კონგრესის, სიმპოზიუმის, კოლოკვიუმის, კონფერენციის მონაწილე, სადაც მისი მოხსენებები სამთო მეცნიერების აქტუალურ პრობლემებზე მუდამ დიდ ინტერესს იწვევდა.

ბატონი არჩილი მრავალმხრივ საზაგადოებრივ საქმიანობას ეწეოდა. იყო საქართველოს სამთო სამეცნიერო-ტექნიკური საზოგადოების

Арчил Амвросиевич был также большим организатором высшей школы. Еще в 1946 году в Грузинском Индустриальном институте была основана Кафедра горной электромеханики, одним из инициаторов и основателем которой был он. В последствии, также по его инициативе была создана Кафедра горных машин, рудничных стационарных установок и транспорта, заведующим которой он был в течении нескольких лет.

В 1973-1981 годы А.А.Дзидзигури был ректором Грузинского Политехнического института, где с особой яркостью проявил свои способности как организатор высшей школы. За период своей долголетней научной и педагогической деятельности он всегда придавал особое значение воспитанию высококвалифицированных научных и инженерных кадров. Под его руководством подготовлены и защищены значительное количество докторских и кандидатских диссертаций. Научно-педагогическая деятельность А.А.Дзидзигури охватывает почти все направления горного дела. Результаты фундаментальных исследований, выполненных им, отражены в более чем 200 его опубликованных трудах, из которых: 10 монографий, 4 учебника для высшей школы, 30 изобретений. Кроме того, он является автором многих газетных и научно-популярных публикаций. Он был участником многих международных конгрессов, симпозиумов, конференций. Его доклады, посвященные наиболее актуальным проблемам горного дела, всегда вызывали огромный интерес среди зарубежных специалистов.

А.А. Дзидзигури всегда вел активную общественную деятельность. Отметим лишь наиболее значительные моменты в данной сфере. Он был председателем научно-технического горного общества Грузии, заместителем председателя президиума Рес-

pation scientific research works are performed having great scientific and practical importance for our country.

Archil Dzidziguri was a great organizer of higher schools, too. As far back as 1946 at the Georgian Industrial Institute the department of mining electro engineering was founded A. Dzidziguri being one of the initiator and founder. Later, again on his initiative the department of mining machines, mining stationary installation and transport was founded and he was the chief of it for several years. In 1973-1981 A. Dzidziguri was the rector of Georgian Polytechnic Institute where his organizational skills were particularly significant. During his long scientific and pedagogical activities he always paid particular attention to the training of high qualification scientific and engineering personnel. Many doctors' and candidates' thesis were prepared and maintained under his guidance. Scientific pedagogical activities of A. Dzidziguri covered almost all directions of mining. The results of his fundamental researches are reflected in his more than 200 published works, comprising: 10 monographs, 4 high school manuals, 30 inventions. Besides, he was the author of many newspaper and popular-scientific publications. He was the participant of many International Congresses, Symposia, and Conferences. His report on the most actual mining problems always arose great interest in foreign specialists.

A. Dzidziguri always lived with a socially active life. We shall enumerate just the most important moments of his activities. He was: chairman of scientific-technical mining society of Georgia, the

თავმჯდომარე, საქართველოს რესპუბლიკის სამეცნიერო და საინჟინრო საზოგადოებათა კავშირის პრეზიდიუმის თავმჯდომარის მოადგილე, რესპუბლიკის საზოგადოება „ცოდნის“ პრეზიდიუმის წევრი და ამავე საზოგადოების სამეცნიერო მეთოდური საბჭოს - „დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებანი და რაციონალური ბუნებათსარგებლობა“- თავმჯდომარე, საქართველოს სახელმწიფო პრემიების მიმნიჭებელი კომიტეტის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოს, ამავე უნივერსიტეტის სამთო დარგის სპეციალიზებული, სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოს წევრი და ა.შ.

სანგრძლივი სამეცნიერო და პედაგოგიური მუშაობის პარალელურად ბატონი არჩილი აქტიურ სახელმწიფოებრივ მოღვაწეობასაც ეწეოდა. იყო საქართველოს რესპუბლიკის უმაღლესი საბჭოს რამდენიმე მოწვევისა და თბილისის საქალაქო საბჭოს დეპუტატი. არჩეული იყო ქ. ბათუმის საპატიო მოქალაქედ.

2014 წელს საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური და სამთო საზოგადოება, საქართველოს ეროვნული მეცნიერებათა აკადემია, საქართველო ტექნიკური უნივერსიტეტი ღირსეულად აღნიშნავს სასიკაძულო მამულიშვილის, დიდი მეცნიერისა და პედაგოგის, სანიმუშო მოქალაქის არჩილ ძიძიგურის დაბადების 100 და სამეცნიერო-პედაგოგიური და სახელმწიფო მოღვაწეობის 75 წლისთავს.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, საქართველოს სამთო საზოგადოება, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,

სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები, გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის დირექცია და მეცნიერი თანამშრომლები, „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია

Национальная Академия Наук Грузии, Горное общество Грузии, Ректорат Грузинского Технического Университета, Профессорско-преподавательский состав Горно-геологического факультета, Дирекция и научные сотрудники Горного Института им.Г.А.Цулукидзе, Редакционная коллегия «Горного журнала»

Georgian National Academy of Sciences, Mining Society of Georgia, Rector of Georgian Technical University, Academic - Teaching staff of Faculty of Mining and Geology, Directorate and scientific staff of LEPL G.Tsulukidze Mining Institute, Editorial Board of „Mining Journal“

публиканского Союза научных и инженерных обществ, членом президиума Республиканского Общества «Цодна» и председателем научно-методического совета «Наука по исследованию Земли и рациональное природопользование» этого же общества, членом Государственного Комитета Грузии по науке и технике, членом Государственного Комитета по присуждению Государственных премий в области науки и техники, членом Государственного Комитета охраны природы, членом Ученого Совета Грузинского технического Университета, членом Специализированного совета по присуждению научных степеней и т.д.

Параллельно со своей долголетней научной и педагогической деятельностью Арчил Амвросиевич вел активную Государственную деятельность. Он был депутатом Верховного Совета Грузии и городского совета Тбилиси. Избирался почетным гражданином г. Батуми.

В 2014 году научно-техническое и горное общество Грузии, Национальная Академия Наук Грузии, Грузинский технический Университет достойно отметит славные юбилейные даты видного ученого, общественного и государственного деятеля, педагога, примерного гражданина Арчила Дзидзигури - 100 лет со дня рождения и 75 лет научной, педагогической, общественной и государственной деятельности.

vice-chairman of the Presidium of Republican League of scientific and engineering societies, the member of the Presidium of Republican Society “Tsodna” and the chairman of scientific and methodical council “Earth investigating sciences and effective nature management” of this society, the member of State Committee of Georgia for science and technique, member of State Prize Awarding Committee in science and technique, member of Environment Protection State Committee, member of specialized council on granting scientific degrees at Georgian Technical University, etc.

Alongside with his long scientific and pedagogical activities Archil Dzidziguri was an active statesman. He was the deputy of Supreme Soviet of Georgia of several convocations, the deputy of city Soviet of Tbilisi, was elected an honorary citizen of Batumi.

In the nearest future scientific, technical and mining society of Georgia will celebrate the glorious jubilee date of the famous scientist, public figure and statesman, teacher and citizen Archil Dzidziguri - 100 - anniversary of his birth and 75 anniversary of his scientific, pedagogical and public activities.



აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურის სახელობის  
პრემიის ლაურეატები

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ  
АКАДЕМИКА АРЧИЛА ДЗИДЗИГУРИ

THE ACADEMICIAN  
ARCHIL DZIDZIGURI PRIZE LAUREATE

საქართველოს სამთო საზოგადოების პრეზიდიუმის გადაწყვეტილებით 2014 წლის აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურის სახელობის პრემია სამთო მექანიკის დარგში მიენიჭა მონოგრაფიის „არანრთივი მექანიკური სისტემების ვიბრაციული პროცესების ანალიზი და ტექნიკური დიაგნოსტიკის მეთოდოლოგია“ ავტორებს, რომელიც დაიბეჭდა სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით და რომლის ავტორები არიან: სსიპ გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიის გამგე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის სრული პროფესორი, „სამთო ჟურნალის“ მთავარი რედაქტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ლეონ მახარაძე და ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ლევან გავაშელი.

მონოგრაფია დასტამბულია გამომცემლობა „ლეგას“ მიერ 2012 წელს (ნაბეჭდი თაბახი 19).

საქართველოს სამთო საზოგადოება, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა აკადემია, გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლები, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები, „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია მაღალ ჯილდოს ულოცავენ ბატონებს ლ. მახარაძესა და ლ. გავაშელს, უსურვებენ მათ ჯანმრთელობას და შემოქმედებით წარმატებებს.

**გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი გ. ნადარეიშვილი, დოქტორანტი მ. ტყეშელაშვილი, ტაძრ. მეცნ. დოქტორი ე. შავთაძე გოლნისის რაიონის სუბუპლკანური და ეპისტრუზული სხეულები, როგორც მინის ტარის არატრადიციული ნედლეული**

სტატიაში განხილულია გოლნისის რაიონის (ქვემო ქართლი) რიოლითური ექსტრუზივების (კოჩულო, რაჭისუბანი), დაციტური შედგენილობის სუბუპლკანური სხეულების (ქვემო ბოლნისი), ასევე მათი შემცველი ზედა ცარცული ასაკის ვულკანოგენურ-დანალექი წყების გეოლოგიური აგებულება და მათი ლოკალიზაცია სხვადასხვა ტიპის სტრუქტურებში, თანდართული რუკითა და ჭრილებით. განხილულია სხეულების მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული თავისებურებები და მოცემულია მათი ნივთიერი შედგენილობის ანალიზი. გამოთქმულია ვარაუდი ამ ნედლეულის ვარგისიანობის შესახებ მინის ტარის წარმოებისათვის. კოჩულოსა და ქვემო ბოლნისის ადგილმდებარეობის სხეულებიდან სინთეზირებულია სამ და ოთხ კომპონენტის მინები.

ბოლნისის რაიონის ტერიტორიაზე, ზედაცარცულ მძლავრ (3-4კმ) ვულკანოგენურ-დანალექ სერიაში ფართო გავრცელებით სარგებლობენ ექსტრუზული გენეზური ტიპის სხეულები; გამოიყოფა საკუთრივ ექსტრუზული, ექსტრუზულ ეფუზური და ექსტრუზულ ექსპლოზიური სახესხვაობები, რომელთა ჩამოყალიბება დამოკიდებულია ვულკანიზმის ექსპლოზიური და ეფუზური გამოვლინების შეფარდებაზე და ლავის გავრცელების სიშორეზე ამომყვანი ყელიდან, რაც თავის მხრივ განისაზღვრება ლავური მასის სიბლანტით. ასეთი ტიპის სხეულები, (კოჩულო, რაჭისუბანი), რომლებიც რიოლითური და რიოდაციტური შედგენილობის არიან, ჩვენი შესწავლის ობიექტებს წარმოადგენენ.

საკვლევ ტერიტორიაზე არანაკლები სიხშირით გვხვდება სუბუპლკანური წარმონაქმნები, რომლებიც ჰიპაბისალური იერსახის ქანებია და შემცველ წყებასთან დისკორდანტული განლაგება აქვთ. ასეთი ტიპის სხეულები მოცემულ რაიონში ლოკალიზებული არიან, გვიანცარცულ წყებაში ჩამოყალიბებულ ჩრდილო-აღმოსავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთის და სუბმერდიანული მიმართულების რღვევების გასწვრივ. ისინი ასოციაციაში არიან იგივე შედგენილობის ეფუზურ წარმონაქმნებთან, ქმნიან ერთიან კომპლექსებს და დაკავშირებული არიან ვულკანური მოქმედების სხვადასხვა ეტაპებთან.

ამ შემთხვევაში ჩვენი ინტერესის სფეროშია დაციტური შედგენილობის სუბუპლკანური სხეულები, რომელთა შორის საკვლევ ტერიტორიაზე გამოიყოფა შემდეგი მინერალური პარაგენეზის მქონე სახესხვაობები: ბიოტიტის (გვხვდება სოფ. დიდი დარბაზის, ფაზრალის და ქ. ბოლნისის მიდამოებში), რქატყუარაიანი (გავრცელებულია მდ. მაშავერისა და ხრამის ხეობებში), რქატყუარა-ბიოტიტის (სოფ. ქვემო ბოლნისის და სამშვილდეს მიდამოებში), მეგაპლაგვიპორფირულ-ბიოტიტის (გავრცელებულია მდ. მაშავერისა და ხრამის ხეობებში).

კვლევის თემატიკის თვალსაზრისით, ჩვენთვის ყველაზე საინტერესო აღმოჩნდა სოფ. ქვემო ბოლნისის დაციტების ჯგუფი, რომელიც დეტალურად იქნა შესწავლილი.

ექსტრუზული, ყელის და სუბუპლკანური წარმონაქმნები წარმოადგენენ გვიანცარცული ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების ფესვებს (ფესვურ ზონებს). მათ შესწავლას და კლასიფიკაციას აქვს არსებითი მნიშვნელობა, როგორც სამეცნიერო, ასევე მიზანმიმართული გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების ჩატარებისათვის, სხვადასხვა ტიპის გამაღებების ძიების მიზნით, რადგან მათი დიდი ნაწილი გენეზურად და სივრცობრივად დაკავშირებული არიან გვიანცარცულ ვულკანიზმთან და მათი ამომყვანი არხების რელიქტებს წარმოადგენენ [1, 2].

ამავე დროს, აღნიშნული სხეულების ამგებ ქანებს ჩვენ განვიხილავთ, როგორც კომპლექსურ ნედლეულს მინის ტარის წარმოებისათვის. მინერალოგიურ-ქიმიური შედგენილობით აღნიშნული ქანები ძირითადად პასუხობენ ასეთი ნედლეულისადმი წაყენებულ მოქმედ სტანდარტს. შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ ისინი წარმოადგენენ კომპლექსურ მასალებს და შეიცავენ ყველა ძირითად მინისწარმოქმნელ ფანგეულს -  $SiO_2 - Al_2O_3 - RO - R_2O$ . მათ შეუძლიათ მთლიანად ან ნაწილობრივ ჩაანაცვლონ ძვირადღირებული შემოტანილი კომპონენტები (კვარცის ქვიშა, კალცინირებული სოდა, ნეფელინის კონცენტრატი და სხვა). დეტალური შესწავლის შემდეგ მათი დამუშავება მომგებიანი იქნება, ვინაიდან ისინი, ერთის მხრივ, ეკონომიკურად და ინფრასტრუქტურით კარგად განვითარებულ რაიონში მდებარეობენ და ამავე დროს, თითქმის ყველა სხეულის სამთო-გეოლოგიური და ეკოლოგიური პირობები იძლევა იმის საშუალებას, რომ მათი მოპოვება ღია კარიერული წესით მოხდეს.

ადგილობრივი არატრადიციული იაფი ნედლეულის მოძიება მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ქვეყნისათვის მნიშვნელოვანი დარგის - მინის მრეწველობის განვითარებას და გაზრდის რეგიონის ეკონომიკურ პოტენციალს.

**ქვემო ბოლნისის დაციტები.** ამ სახელწოდებით ლიტერატურაში ცნობილია სოფ. ქვემო ბოლნისის დასავლეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით განლაგებული გუმბათის და კონუსისებრი ფორმის გორაკები, რომლებიც აგებულნი არიან დაციტური შედგენილობის სუბუპლკანური სხეულებით. ისინი ქმნიან 6 სხეულისაგან შემდგარ ჯგუფს, რომლის ყოველი წევრი მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული და ნივთიერი შედგენილობის თვალსაზრისით ერთმანეთის ზუსტი ანალოგები არიან და რქატყუარა-ბიოტიტის დაციტს შეესაბამებიან. ისინი აქ სივრცობრივად უკავშირდებიან ქვედა სანტონური ასაკის მაშავერას წყებას. სუბუპლკანურ სხეულთა ეს ჯგუფი რაიონულ ცენტრ ბოლნისის სამხრეთ-დასავლეთით 5-7 კმ-ის დაშორებით მდებარეობენ მდ. ხაჩინ-ჩაის (ხაჩინის წყალი)

ხეობის მარცხენა ფერდზე. აღნიშნული სხეულები წაგრძელებულები არიან უმეტესად ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით და, როგორც ჩანს, ლაგდებიან ამავე მიმართულების რღვევის გასწვრივ. რქატყუარა-ბიოტიტიანი დაციტური სხეულები გაკვეთილია მრავალრიცხოვანი დიაბაზისა და რიოლითის დაიკებით. საყურადღებოა, ის ფაქტი, რომ რიოლითური შედგენილობის დაიკებს აქვთ მხოლოდ ჩრდილო-აღმოსავლეთით გავრცელება, ხოლო დიაბაზის სხეულებს მასთან ერთად ჩრდილო-დასავლეთით აღნიშნებათ. ისინი კვეთენ, როგორც დაციტებს, ასევე რიოლითური შედგენილობის დაიკებს და ამდენად მათ შორის ყველაზე ახალგაზრდები არიან.

გ. ნადარეიშვილის და დ. გოგოლაძის [1, 2] მოსაზრებით, ამ ქანების ასაკი გეოქრონოლოგიური მონაცემებით, მიუხედავად მათი პალეოცენურობისა, გვიანცარცულ დროს არ სცილდება. ამას ადასტურებს შემდეგი გეოლოგიური ფაქტები: 1) განსახილველი დაციტური სხეულები იკვეთებიან დიაბაზური შედგენილობის დაიკებით, რომლებიც ასევე რიოლითურ სხეულებსაც კვეთავენ. ისინი მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული შედგენილობით და პეტროქიმიურ-გეოქიმიური მახასიათებლებით სოფ. აკაურთას მიდამოებში გავრცელებული დიაბაზური შედგენილობის დაიკების ზუსტ ანალოგებს წარმოადგენენ. ამ უკანასკნელების რადიოლოგიური ასაკი კი 79 მლნ წელია [3], რაც Gradstein et al-ის მიხედვით [4] გვიანცარცული დროის კამპანურ სართულს შეესაბამება. 2) დაციტური შედგენილობის სხვადასხვა ფაციესის უულკანური ქანები (ლაგური განფენები, პიროკლასტოლითები, ექსტრუზივები და სხვადასხვაგვარი გამკვეთი სხეულები) ფართოდაა გავრცელებული ზედაცარცულ უულკანოგენურ-დანალექ წყებაში. 3) დაციტურ სხეულებს განცდილი აქვთ საკმაოდ ინტენსიური სახეცვლა, რაც გამოიხატება მათი ამგები ქანების გააღბიტებაში, გაქლორიტებაში, გაკარბონატებაში და სხვ., რაც ერთის მხრივ აახლოებს მათ შემცველ უულკანოგენურ წყებასთან, რომელსაც ამდგვარივე მეორადი შეცვლები აქვთ განცდილი. მეორეს მხრივ კი ხსნის ამ ქანთა გაახალგაზრდავებას, ამ პროცესების ზეგავლენით და დიოგენური არგონის დაკარგვის შედეგად. ამრიგად, ვასკენით, რომ განხილული სხეულების ასაკი გვიანცარცული დროის ფარგლებს არ სცილდება. თუმცა მთელი რიგ შემთხვევებში შესაძლებელია რქატყუარა-ბიოტიტიანი დაციტური სხეულები გაცილებით ახალგაზრდა - პალეოცენური ასაკისაც არიან. ამას ადასტურებს, ერთის მხრივ, ამ ტიპის ქანების ლაგური განფენებისა და პიროკლასტოლითების არსებობა პალეოგენურ ნალექებში - ალგეთის ხეობაში [5], ხოლო მეორეს მხრივ ორმაშენის კამპან-მასტრიხტულ კირქვებში ასეთივე შედგენილობის დაიკების სიჭარბე.

სოფ. ქვემო ბოლნისის დაციტების წოლის ფორმა გაურკვეველია. შესაძლოა ისინი სოკოსებრ ექსტრუზივებს წარმოადგენენ, მაგრამ არაა გამოჩინებული, რომ ისინი შტოკისებრი ფორმის სუბეულკანური სხეულებია. ჩვენ მათ პირობითად მიწის ზედაპირთან ახლოს გაცივებულ შტოკისებრი ფორმის სუბეულკანებად მივიჩნევთ. გეგმაში მათ წრიულთან მიახლოებული, ან წაგრძელებული ელიფსის ფორმები აქვთ, თუმცა ზოგჯერ უსწორმასწორო ფორმის სხეულებიც აღინიშნებიან. ისინი უმთავრეს შემთხვევებში მასივური აღნაგობით ხასიათდებიან.

აღწერილ სხეულებზე ჩატარებულმა კვლევითმა სამუშაოებმა, აღებული სინჯების (შტუფური) ანალიზმა აჩვენა, რომ ისინი არ განსხვავდებიან მინერალოგიური და ნივთიერი შედგენილობით ერთმანეთისაგან. მათი იდენტურობის გამო ლარული სინჯები აღებული იქნა მხოლოდ ერთ, ჰიპსომეტრიულად ყველაზე ქვემოთ (ჭალისაკენ) მდებარე სხეულზე. (იხ. ნახ. 1)

ამ სხეულის ამგები ქანები მასივური, მჭიდრო აღნაგობის, ლინაცრისფერი წარმონაქმნებია, რომლებსაც მკაფიოდ გამოხატული პორფირული, ზოგჯერ მეგაპორფირული აღნაგობა აქვთ. ქანის ღია ნაცრისფერად შეფერილ ფონზე მკაფიოდ გამოიყოფა თეთრი და შავი ფერის ჩანართები. პირველი მათგანი, რომლის სისხო 2-7 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს, პლაგიოკლასითაა წარმოდგენილი. რაც შეეხება შავი ფერის ჩანაწინწკლებს, ისინი პირველთან შედარებით მცირე ზომისაა და მცირე რაოდენობით არიან წარმოდგენილი. შედგენილობით ეს მუქად შეფერილი სილიკატები რქატყუარას და ბიოტიტს წარმოადგენენ. გარდა ამისა, ქანის პოლირებულ ზედაპირზე კარგად ჩანს იზომეტრული ფორმის, უფერო გამჭვირვალე და ბზინვარე კვარცის ფენოკრისტალები.

ქანს პორფირული სტრუქტურა აქვს, მიკროკრისტალური, იშვიათად ვიტროფირული ძირითადი მასით. იშვიათად აღინიშნება აგრეთვე ფელზიტური სახესხვაობაც. პორფირულ გამონაყოფებს პლაგიოკლასი, რქატყუარა, კვარცი და იშვიათად ბიოტიტი წარმოადგენენ. რაოდენობრივად პირველი მათგანი ბევრად სჭარბობს დანარჩენებს. პლაგიოკლასის ფენოკრისტალებს ქანის მთელი მასის 10-15 % უკავიათ და არათანაბრადაა განაწილებული მასში. ის იდიომორფულია და წარმოშობს მოკლე პრიზმულ კრისტალებს. ახასიათებს პოლისინთეტური დამჩრობვლა და შედგენილობით ანდეზიტის რიგის  $Ne_{40-45}$  პლაგიოკლასს შეესაბამება. ხშირად მას კალიშპატის ვიწრო არშია აკრავს გარშემო ( $N_{<< 1,537}$ ), ხშირად კი გააღბიტებული ( $Ng_{< 1,537}$ ;  $Np'_{< 1,537}$ ) გაკარბონატებულ-გათიხებულ-გაქლორიტებული, ზოგჯერ კი გაცივლითებულია. ალბიტით მთლიანად ჩანაცვლება ამ მინერალის ფენოკრისტალებს ახასიათებთ. რაოდენობრივად პორფირულ გამონაყოფებს შორის მეორე ადგილზე რქატყუარაა (2-3 %). მისი ექვსკუთხა (ძირითადად ბაზალურ კვეთებში) მოკლეპრიზმული კრისტალები შლიფში ღია მწკანე შეფერილობისაა და შედგენილობით ჩვეულებრივ რქატყუარების რიგს მიეკუთვნებიან ( $CNg=18-20$ ,  $Ng'-Np'=0,020-0,021$ ). მის კრისტალებს ხშირად გარს აკრავს ვიწრო არშია ოპაციტისა. მინერალი ხშირად უბან-უბან გაქლორიტებულია და მიკროკრისტალური კალციტითაა ჩანაცვლებული. ბიოტიტი ქანში წარმოდგენილია წვრილი წაგრძელებული ქერცლების სახით, რომლებიც უმთავრესად გაქლორიტებულია ან ვერმიკულიტითაა ჩანაცვლებული. კვარცის ბიპირამიდალური ფორმის კრისტალები ხშირად გაზურ-თხევად ჩანართებს შეიცავენ. მყარი ჩანართების სახით კი მათში ვხვდებით ძირითადი მინის ნაფლეთებს და ქლორიტის მასებს. ეს უკანასკნელი უულკანური მინის შეცვლის ხარჯზეა წარმოშობილი.

ქანის ძირითადი მასა აღებული სინჯის მთელი მოცულობის 75-89 %-ს წარმოადგენს. შლიფში ის ძირითადად უფერო-გამჭვირვალეა, ზოგჯერ კი მონაცისფრო, ან ღია მომწვანო ელფერი გადაჰკრავს. ძირითადი მასა მინისე-

ბრი სტრუქტურის შემთხვევებში მიკროკრისტალურია, თუმცა, შედარებით იშვიათად, გვხვდება აგრეთვე ვიტროფირული და ჰიალოფილიტური სახესხვაობები. ერთი და იგივე სხეულში ძირითადი მასის მიკროკრისტალური და ვიტროფირული სტრუქტურის არსებობა მიუთითებს, რომ თანამედროვე ეროზიულ ჭრილში გაშიშვლებულია მოცემული სხეულის სხვადასხვა ჰორიზონტები. შრეულიკრისტალური სახესხვაობების შემთხვევაში ქანის ძირითადი მასა აგებულია პლაგიოკლასის ლეისტებით და მიკროლითებით, გაქლორიტებული ბიოტიტის წვრილი ქერცლებით და მადნეული მინერალის იზომეტრული ფორმის მარცვლებით. ძირითადი მასის მინისებრივ აღნაგობის უბნებზე ვულკანური მინა უფერო და გამჭვირვალეა და შედგენილობით მჭავე მინებს პასუხობს ( $<1,537$ ). აქცესორული მინერალებიდან ქანში აღსანიშნავია აპატიტის მოკლე პრიზმული და ნემსისებრი კრისტალები, მადნეული მინერალის იზომეტრული მარცვლები და ცირკონის მოკლეპრიზმული კრისტალები.

საძიებო ფართობზე აღებული იქნა რამდენიმე დარული სინჯი. დარის სიგრძე 3-5 მ). სინჯების სრული სილიკატური ანალიზის შედეგები მოცემული ცხრილში 1.

**რაჭისუბნის რიოლითური ექსტრუზივი.** რაჭისუბნის ექსტრუზივი მდებარეობს იგივე სახელწოდების სოფლის აღმოსავლეთ შემოგარენში. ამ გუმბათისებრი აღნაგობის, ეფუზურ-ექსტრუზული ტიპის სხეულს გეგმაში ჩრდილოეთისკენ ოდნავ წაგრძელებული ფორმა აქვს. მის პერიფერიებზე აღინიშნება მკაფიოდ გამოხატული ბრეჩიული აღნაგობა, რომელსაც თან ახლავს ინტენსიური შეცვლის პროცესები. ზედაპირზე განსაკუთრებით ძლიერადაა გამოვლენილი ჟანგვის პროცესი, რომელიც რკინის ჰიდროქსიდითაა წარმოდგენილი (ძირითადად ლიმონიტი). შესაძლოა ეს უკავშირდება რღვევას, რომლის ტრასა გადის ბოლნისის ნახშირორჟანგით მდიდარ დაბალი მინერალიზაციის მქონე წყაროსთან და მის სიახლოვეში გაჭრილ ჭაბურღილთან.

რაჭისუბნის ექსტრუზივის ამგებ ქანებს მასიური აღნაგობა ახასიათებთ, უბნებზე კი ფლუიდური დენადობა აქვთ, რომლის თანხლებია ქანის ბრტყელფორფიტოვანი დაშრევა. პოლირებულ ზედაპირზე ქანს აქვს ნაცრისფერში გარდამავალი ღია იასამნისფერი, თუმცა აღინიშნება მოვარდისფრო და მოწითალო შეფერილობაც. ქანის ერთგვაროვან მასაში შეიმჩნევა მინდვრის შპატის საკმაოდ მსხვილი (2მმ-მდე) ჩანართები, რომლებიც გაფანტული არიან ქანის ზედაპირის მთელ ფართობზე. უფრო იშვიათად გვხვდება აგრეთვე სუსტად შესამჩნევი წაგრძელების მქონე შავი ფერის ჩანაწინწკლები, რომლებიც ჩვეულებრივ რქატყუარას შეესაბამებიან.

თუ ვიმსჯელებთ ფლუიდური ნაკადების მიმართულეებით, შეიძლება ითქვას, რომ ექსტრუზულ სხეულს მარაოსებრი აღნაგობა გააჩნია. კერძოდ, პერიფერიული ნაწილიდან ცენტრისკენ შემდეგი ზონალობა ისახება: თავდაპირველად აღინიშნება წვრილზოლებრივი დაშრევაბული ლავეები. მას მოჰყვება ზონა აგებული ვულკანური მინით, რომლის სიმძლავრე დაახლოებით 50 მეტრია. ამ ზონებს შორის კი ქანების მინისებრი სახესხვაობები ენაცვლებიან ზოლისებრ სახესხვაობებს. ორივე ზონის ქანების დახრა მიმართულია ამომყვანი არხისაკენ.

ექსტრუზული სხეულის ფარგლებში ამ უკანასკნელის ორი სხესხვაობა ფიქსირდება. ერთი მათგანი მდებარეობს სხეულის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში (ზომებით  $250 \times 100$  მ), ხოლო მეორე მათგანი (ზომებით  $80 \times 100$  მ) განლაგებულია მის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში. როგორც ჩანს, ჩრდილოეთით მდებარე ამომყვანი არხიდან ამოედინებოდა რამდენიმე ლავეური ენა, რომელიც 30-50 მ-ის სიგრძეზე ვრცელდება 5-7 მ-ის სიმძლავრით. ისინი ფარავენ ექსტრუზივის მიერ გაკვეთილ გასანდამის წყების იგნიბრიტებს. ამომყვანი ყელი ამოვსებულია იგივე წყების სხვადასხვა ნატეხოვანი პემზის ტუფებით და კირქვებით. ეს ფაქტი აჩვენებს, რომ ექსტრუზივის ჩამოყალიბება ხდებოდა გასანდამის წყების თანადროულად და მისი გვიანცარცული ასაკი ეჭვს არ იწვევს [6].

ექსტრუზივის ამგები ქანები პორფირული სტრუქტურით ხასიათდებიან. პორფირული გამოწყობები ქანის მთელი მოცულობის 15-18 %-ს შეადგენს. ისინი ძირითადად პლაგიოკლასითა და კვარცით არიან წარმოდგენილი. კვარცის ფენოკრისტალები უმთავრეს შემთხვევაში შემოლლობილი ან კოროდირებული არიან. ისინი ხშირად შეიცავენ გაზურ-თხევადი ფაზის ჩანართებს. ამ მინერალის კრისტალების სისხო 3 მმ-ს არ აღემატება. პლაგიოკლასის პორფირული გამოწყობები წარმოქმნიან მოკლე პრიზმულ, პოლისინთეტურ დამრჩობლილ კრისტალებს, რომელთა სისხო 0,8-3,5 მმ-ს ფარგლებში მერყეობს. ისინი ხშირად დამოუკიდებლად, უმთავრესად კი კვარცთან ერთად, წარმოშობენ გლომეროპორფირულ დანაგროვებს. შედგენილობით პლაგიოკლასი ანდეზინის რივისაა -  $Ne36 - 40$ . იგი ხშირად განიცდის სერიციტიზაციას, გაპელიტებას და გაალებიტებას. ეს ორი უკანასკნელი ხშირად მთლიანად მოიცავენ კრისტალებს ( $N < 1,537$ ). იშვიათ შემთხვევებში ამ ქანებში ვხვდებით კალიუმის მინდვრის შპატის ქსენომორფულ გამოწყობებს ( $N'g < 1,537$ ). ძალზე იშვიათად ამ ქანებში აღინიშნება მწვანე ფერის ჩვეულებრივი რქატყუარის წვრილი კრისტალები.

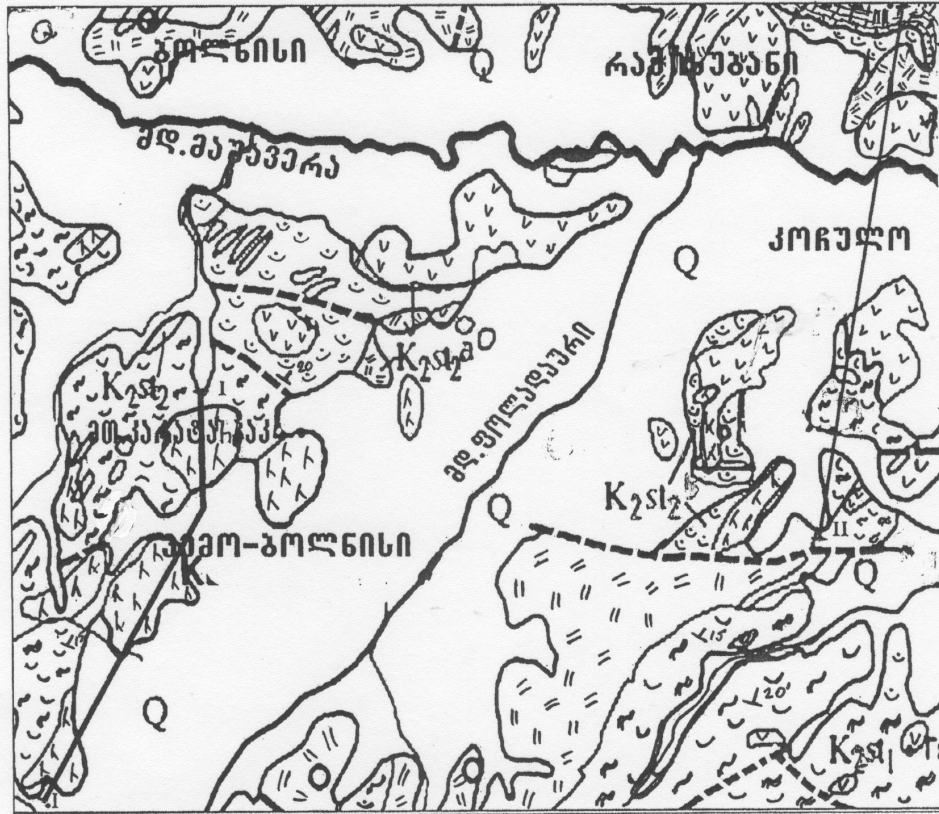
ქანის ძირითადი მასის სტრუქტურა ფელზიტურია, თუმცა გვხვდება ჰიალინური და ინტერსენტალურიც კი. მის აგებულებაში ძირითადად მონაწილეობენ; კვარცი, პლაგიოკლასი, კალიშპატი, იშვიათად ბიოტიტი და რქატყუარა, ასევე მადნეული მინერალი. კვარცის გამოწყობებს, ისევე როგორც კალიშპატისას, ქსენომორფული ფორმები ახასიათებთ. იშვიათად, მაგრამ გვხვდებიან აგრეთვე იდიომორფული წვრილი კრისტალებიც. ქანის ზოგიერთ უბანზე, განსაკუთრებით კი ექსტრუზივის პერიფერიულ ნაწილებში დიდი რაოდენობით აღინიშნება მჭავე შედგენილობის მინა ( $N \ll 1,537$ ), რომელიც ხშირ შემთხვევებში ქლორიტით, პელიტური ან სერიციტული მასებითაა ჩანაცვლებული.

**კოჩულოს რიოლითური ექსტრუზივი.** მდ. მაშავერას მარჯვენა ნაპირზე სოფ. კოჩულოს სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ შემოგარენში გვიანცარცულ ვულკანოგენურ-დანალექ წყებაში განლაგებულია კოჩულოს ექსტრუზივების ჯგუფი, მათ შორის ორი შედარებით მსხვილი სხეული, რომლებიც სოფლის შუა საუკუნეების ციხის დასავლეთით და სამხრეთ-დასავლეთით მდებარეობენ, ჩვენი ინტერესების სფეროშია. პირველი მათგანი, რომელიც სოფლის დასავლეთ ნაწილში მდებარეობს, ჭრილში სოკოსებრი ფორმისაა, ხოლო გეგმაში ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენაა

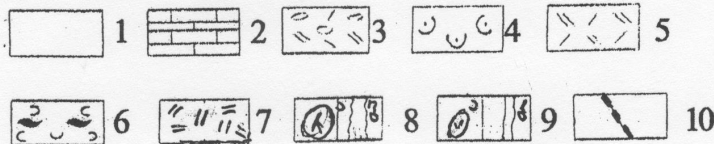
წარმოდგენილია. რაც შეეხება მეორე სხეულს, მას გეოლოგიაში წრიულთან მიახლოებული ფორმა აქვს. მისი წილის ფორმა დღესდღეობით დაუდგენელია. მოცულობის თვალსაზრისით ეს უკანასკნელი გაცილებით ჭარბობს პირველს. ორივე სხეული განლაგებულია ქვედასანტონური ასაკის მასივების წყებაში, რომელიც საკვლევი რაიონის ამ უბანზე წარმოდგენილია რიოლითური შედგენილობის

შრეებრივი ტუფებით, ტუფიტებით და მასიური აღნაგობის იგნიბრიტებით. ამ სხეულების და მათი შემცველი ქანების ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი გამოსავალი განმხილველია მეოთხეული ნალექებით, რომელთა შორის ჭარბობს მდ. მასავერას ალუვიური წარმონაქმნები (იხ. ნახ. 1).

ზემოთ აღნიშნულ სხეულებს გუმბათური აღნაგობა



ლეგენდა



11

ნახ. 1. საკვლევი ობიექტის სტრატურ-გეოლოგიური რუკა: 1-მეოთხეული ასაკის ალუვიური და დელუვიური ნალექები; 2-კამპანურ-მასსტრიხტული თეთრიწყაროს წყება-კირქვები და მერგელები, ვულკანოპიტური კონგლომერატები; 3-ზედასანტონური ასაკის შორშოლეთის წყება-ლაგური განფენები, ვულკანური ბრეჩიები და ბაზალტური შედგენილობის ტუფები; 4-ზედასანტონური ასაკის გასანდამის წყება-რიოლითური შედგენილობის ფერფლისა და პემზის ტუფები, კირქვის ტუფები, კირქვის ტუფიტები; 5-ზედასანტონური ასაკის ტანძის ვულკანოგენურ-დანალექი წყება-ანდეზიტური შედგენილობის სხვადასხვა ნატეზოვანი ტუფიტები; 6-ქვედასანტონური ასაკის მასავერას წყება-რიოლითური და რიოდაციტური შედგენილობის იგნიბრიტები და ტუფოლაგები; 7-ზედატურონურ-კონიაკური ასაკის დიდგვერდის წყება-ანდეზიტური, შრეებრივი ფერფლისა და პემზის ტუფები; 8 - სუბვულკანური სხეულები, ა - რუკაზე, ბ - პროფილზე; 9 - ექსტრუზული სხეულები, ა - რუკაზე, ბ - პროფილზე; 10 - რღვევები; 11 - განლაგების ელემენტები

ექსტრუზული და სუბველკანური სხეულების სილიკატური ანალიზი (მასა %-ში)

№	სინ-ჯვის №	ქანის დასახელება	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ზურდან.	H <sub>2</sub> O
სოფ. კონჩულო														
1.	185	რიოლითი	74,60	0,17	11,90	1,60	0,1	0,39	0,54	0,90	7,80	0,06	1,16	2,60
2.	186	„	78,36	0,12	10,23	0,69	0,01	0,27	0,15	1,25	6,86	0,03	0,42	0,6
3.	187	რიოდაციტი	71,99	0,19	14,69	2,03	0,02	0,27	1,31	3,34	5,10	0,05	0,42	0,58
4.	188	რიოლითი	75,62	0,16	12,34	1,40	0,02	0,32	0,97	2,91	4,42	0,05	0,84	0,60
სოფ. რაჭისუბანი														
5.	189	რიოლითი	76,2	0,18	11,6	1,26	0,05	0,11	0,19	0,18	10,0	0,02	-	0,18
6.	190	„	75,38	0,25	12,62	2,49	0,03	0,27	1,34	2,67	2,62	0,08	1,76	0,41
7.	191	„	78,11	0,13	11,00	1,39	0,03	0,27	0,40	2,30	3,70	0,02	2,10	0,38
ქვემო ბოლნისი														
8.	192	დაციტი	63,90	0,22	15,70	1,72	0,01	1,32	0,56	3,20	0,8	0,10	4,92	1,88
9.	193	„	64,35	0,50	16,63	2,52	0,25	1,59	0,51	1,45	7,50	0,08	2,54	1,02
10.	194	„	69,96	0,20	14,71	2,16	0,04	0,72	3,17	4,39	1,21	0,08	2,33	1,09
11.	195	„	70,84	0,21	15,38	2,10	0,05	0,82	2,62	4,99	1,39	0,10	0,87	0,61

აქტ. ისინი ჩრდილო-აღმოსავლეთის კვეთში 1-1,5 კმ მანძილზე გაიდენებიან, ხოლო ჩრდილო-დასავლეთის კვეთში 700-800 მ-ს არ აღემატებიან. სხეულების ცენტრალურ ნაწილში ლავების ფლუიდურობას და მის თანხლებ დაშრეებას ვერტიკალური განლაგება აქვთ, რომლებიც პერიფერიებისაკენ ცენტრიდანული მიმართულების ციკაბოდ დამრეც დაქანებას იძენენ. საკვლევი სხეულები მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული შედგენილობით ანალოგიურია ზემოთ აღწერილი რაჭისუბნის ექსტრუზივების.

კონჩულოს ექსტრუზული სხეულის ამგები ქანები მასივური აღნაგობისაა. ზოგჯერ სუსტად შესამჩნევი დაშრეება შეინიშნება. მათ აქვთ მოწითალო, მოვარდისფრო-ხორციფერი, მოყვითალო-მოთეთრო, ზოგჯერ ჟანგისფერი შეფერილობა. მათში ხშირად კარგად ჩანს რიოლითური განფენებისათვის დამახასიათებელი ფლუიდურობა, რაც ძალზე კარგად აღინიშნება შლიფებშიც. ქანებს, როგორც წესი, ახასიათებთ პორფირული აღნაგობა. პორფირული გამონაყოფების რაოდენობა ქანის მთელი მოცულობის 12-15%-ს არ აღემატება. პორფირულ გამონაყოფებს კვარცი და მინდვრის შპატი წარმოადგენს. ფერადი სილიკატების ჩანართები ქანში არ აღინიშნება. მაგრამ კრისტალური მოხაზულობის ფორმები რქატყუარის კრისტალებს შეესაბამებიან. ამან გვაფიქრებინა, რომ ისინი რქატყუარის მიმართ ფსევდომორფოზებს უნდა წარმოადგენდნენ. კვარცის ფენოკრისტალები ხშირ შემთხვევაში შემოღობილნი არიან, თუმცა ხშირია აგრეთვე კარგად გამოხატული კრისტალოგრაფიული ფორმებიც, განსაკუთრებით პირამიდული და ბიპირამიდული კრისტალებისა. ისინი ხშირად შეიცავენ გაზურ-თხევად ჩანართებს. მათში ხშირია აგრეთვე ძირითადი მასის ჩანართებიც. პლაგიოკლასის პორფირული გამონაყოფები საღ მდგომარეობაში პრაქტიკულად არ გვხვდება. ისინი ალბიტით ან კვარცით არიან ჩანაცვლებულნი. ხშირად ეს ორი მინერალი ერთდროულად ანაცვლებს მას.

ამ ქანების ძირითადი მასა უბან-უბან ფელზიტური,

მიკროლითური ან ფლუიდური. მას აგებენ კვარცის და მინდვრის შპატის კრისტალები და გაკვარცებული ვულკანური მინა. ყველა ჩამოთვლილი მინერალი ქსენომორფული არიან. პლაგიოკლასის მიკროლითები გაალბიტებულია, ამიტომ მათი გარჩევა კალიშპატისაგან შეუძლებელია. მას ემატება ამ მინერალების გაპელიტება და გაკვარცება. ზოგჯერ კი რკინის ჰიდროჟენებით შემდიდრების გამო მინერალთა დიაგნოსტიკა თითქმის შეუძლებელია.

აქცესორული მინერალებიდან ქანში გვხვდებიან ნემსისებრი და მოკლეპრიზმული ფორმის აპატიტი. მაგნეტიტის იზომეტრული ფორმის მარცვლები. მეორადი პროცესებიდან აღსანიშნავია ჰიდროთერმული სახეცვლები, რაც გამოიხატება ქანთა გაკვარცებით, გაალბიტებით, გასერიციტებით, გაქლორიტებით. ძლიერადაა აგრეთვე გამოხატული ჟანგის პროცესი. გეოლოგიური ფაქტებითა და რადიოლოგიური მონაცემებით [7] ამ სხეულების ასაკი სანტონურია.

აღწერილი სხეულების ამგები ქანების, მინის ტარის ნელელულად ვარგისიანობის დადგენის მიზნით, მრავალრიცხოვან შტუფურ სინჯებთან ერთად აღებული და გაანალიზებულია 12 ღარული სინჯი (იხ. ცხრილი 1), რომელთა მიხედვით შედგა კაზმები და ჩატარდა საცდელი ხარშვები.

როგორც საკვლევი სხეულების ქიმიური ანალიზის ცხრილიდან ჩანს, ისინი მაღალალუმინიან და მაღალსილიციუმთან შედგენილობებს მიეკუთვნებიან. SiO<sub>2</sub>-ის შემცველობა რიოლითური შედგენილობის ექსტრუზივებში 73,53 %-დან 78,60 %-მდე ფარგლებში მერყეობს. რაც შეეხება ქვემო ბოლნისის ადგილმდებარეობის დაცობებს, მათში ამ კომპონენტის შემცველობა დაბალია და 63,90 %-70,84 % ფარგლებში იცვლება. ექსტრუზივებში Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის შემცველობა 10,54 %-დან 13,00 %-მდეა. ცხადია, აღნიშნული ჟანგეული უფრო მაღალია ქვემო ბოლნისის დაციტებში 14,71 %-დან 16,63 %-მდე.

რაც შეეხება ტუტების ჯამს (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O), რომელთა

გასაშუალოებული სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები (მასა %)

მინის ინდექსი	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
K	76,19	0,15	11,49	1,23	0,04	0,33	0,55	1,67	6,36	0,04	1,26
R	76,56	0,19	11,74	1,71	0,04	0,22	0,64	1,72	5,44	0,04	0,32
B	67,26	0,28	15,61	0,12	0,09	1,11	1,72	3,51	2,72	0,04	1,15

კაზმების ნივთიერი შედეგნილობები

მინის ინდექსი	კაზმის შედეგნილობა 100 გრ მინაზე, მასა %					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის რაოდენ. მინაში
	ქვემო ბოლნისი	კოჩულო	კვარცის ქვიშა	კალციუმის კარბონატი	კალციონ. სოდა	
B-1	32,60		47,66	13,09	23,03	5,5
B-2	41,50		39,51	12,25	22,36	7,0
K-1	-	24,94	54,23	17,43	20,81	3,0
K-2	-	41,55	38,44	17,14	19,16	5,0
K-3	-	60,00	20,06	19,00	18,70	6,42
K-4	-	82,00	-	15,20	16,00	8,7

შემცველობას დიდი მნიშვნელობა აქვს ძვირადღირებული ნედლეულის (კაუსტიკური სოდა) დაზოგვის მიზნით, მისი სიდიდე რიოლითებში იცვლება 5,5 %-10,5 %-ის ფარგლებში, რაც ძირითადად მიღწეულია კალიუმის მაღალი შემცველობის ხარჯზე, რადგან კოჩულოსა და რაჭისუბნის სხეულები მაღალკალიუმთან სახესხვაობებს წარმოადგენენ. მაღალი ნატრიუმის შემცველობით გამოირჩევა ქვემო ბოლნისის დაციტი. მისი სიდიდე აქ საშუალოდ 4,5 %-ია.

მნიშვნელოვანია ასევე (CaO+MgO)-ის ჯამური შემცველობა. რიოლითებში მათი რაოდენობა 1,0-2,0 %-ის ფარგლებშია. დაციტებში ეს მაჩვენებელი უფრო მაღალია და 7,5 %-მდე იზრდება. რაც შეეხება ჯამურ რკინას, აქ დაციტებში და რიოლითებში ერთნაირი მდგომარეობაა, მათი შემცველობა 1-2,5 %-მდე მერყეობს.

შემდეგში კვლევებისათვის სინჯები დავაჯგუფეთ, როგორც ქიმიური შედეგნილობის მსგავსების, ასევე ზედაპირული მდებარეობის – ცალკეული სხეულების მიხედვით. მივიღეთ შემდეგი გასაშუალებული სინჯი: K – კოჩულო, R – რაჭისუბანი, B – ქვემო ბოლნისი. მათ ჩაუტარდათ ქიმიური ანალიზი, რომლის შედეგებიც მოცემულია ცხრილში 2.

მინის ტარის ნედლეულად, რიოლითური და დაციტური შედეგნილობის ექსტრუზული და სუბჰულკანური სხეულების ვარგისიანობის დადგენის მიზნით გასაშუალოებული სინჯების K (კოჩულო), B (ქვემო ბოლნისი), საფუძველზე ჩატარდა ექსპერიმენტული ხარშვები [8]. აღსანიშნავია, რომ კოჩულოსა და რაჭისუბნის სხეულები, ქიმიური და მინერალოგიური შედეგნილობით მსგავსები არიან, ამიტომ შემდეგში ექსპერიმენტისათვის შეირჩა, მხოლოდ სოფ. კოჩულოს ადგილმდებარეობის სხეული.

როგორც ცნობილია, მსოფლიო მინის ტარის წარმოე-

ბაში გამოიყენება სტანდარტული შედეგნილობები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება ძირითადად Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის შემცველობით. პროდუქციის დაყალიბების მეთოდებიდან გამომდინარე, მინის ქიმიურ შედეგნილობაში Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის რაოდენობა მერყეობს 2.5-5 %-ის ფარგლებში, მხოლოდ ზოგიერთ წარმოებაში ის გაზრდილია 11 %-მდე.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით, ექსპერიმენტებისათვის შერჩეულ იქნა 4 შედეგნილობა, რომლებშიც Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის რაოდენობა იცვლება 2.5 %, 5.5 %, 7 % და 11 %-მდე. ვინაიდან საკვლევი ნედლეული თვითონ შეიცავს ორვალენტურ ოქსიდებს (CaO, MgO) მცირე რაოდენობით, დოლომიტის გამოყენების შემთხვევაში კაზმის გართულების თავიდან ასაცილებლად, სტანდარტულ შედეგნილობაში RO გათვალისწინებული იქნა CaO-ის სახით.

კოჩულოს რიოლითური და ქვემო ბოლნისის დაციტური შედეგნილობის სხეულების ამგები ქანების ძირითად ნედლეულად გამოყენებით შედეგნილ იქნა კაზმები. კაზმების ნივთიერი შედეგნილობები წარმოდგენილია ცხრილში 3.

ქვემო ბოლნისის დაციტური შედეგნილობის სხეულის ამგები ქანების გამოყენებით მიღებული მინები ინდექსით B-1, B-2, ნორმალურად მოიხარშა და კარგად გასუფთავდა. მინა B-2, რომელიც ალუმინის შეიცავს 7%-ის რაოდენობით, შედარებით ბლანტია, ორივე მინისათვის დამახასიათებელია მწვანე ფერი.

შედარებით ღია მწვანე შეფერილობის მინა მივიღეთ კოჩულოს რიოლითების გამოყენებით (K-1, K-2), თუმცა ზოგადი ტენდენცია - საკვლევი ნედლეულის მეტი რაოდენობით შეყვანა, რომელიც იწვევს მინაში ალუმინის ოქსიდის (ჩვენ შემთხვევაში 3 %-იდან 8.7 %-მდე) და, შესაბამისად მინის სიბლანტის გაზრდა, აქაც მოქმედებს.

ექსპერიმენტული მინების ქიმიური შედგენილობები

მინის ინდექსი	ოქსიდების შემცველობა, მასა %				
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO	R <sub>2</sub> O
B-1	69,42	5,5	0,63	9,80	14,50
B-2	67,52	7,0	0,8	10,0	14,50
K-1	72,50	3,0	0,42	10,0	14,00
K-2	69,61	5,0	0,69	10,0	14,50
K-3	67,66	6,42	0,71	10,4	14,80
K-4	66,80	8,70	1,0	8,57	14,90

საკვლევი ნედლეულის მოცემული პროცენტული რაოდენობით (იხ. ცხრილი 3) შეყვანისას მიღებული მინები (იხ. ცხრილი 4), რომლებიც Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ს 5 %-მდე შეიცავენ, დაყალიბებას ექვემდებარება, კარგად გასუფთავებული და ერთგვაროვანია. K-3 და K-4 მინები ბლანტია, მუქი მწვანეა, მთლიანად არ გასუფთავდა და გაცივების შემდეგ მინის მასაში ბუშტუკები მრავლად შეიმჩნევა.

აღსანიშნავია, რომ კომპლექსური ნედლეულით სტანდარტული ნედლეულის ჩანაცვლება ეკონომიკური თვალსაზრისით უფრო ეფექტურია საკვლევი ქანების უფრო დიდი რაოდენობით შეყვანის დროს, რაც მიღებულ მინებში Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის რაოდენობის გაზრდას იწვევს (7 % და მეტი), რასაც მინის ხარშვის პროცესში, როგორც ექსპერიმენტებიდან ჩანს, თან სდევს ტექნოლოგიური პარამეტრების გაუარესება: სიბლანტის გაზრდა, გასუფთავების პროცესის გართულება. ამ მომენტების თავიდან ასაცილებლად საჭირო იქნება მინის ხარშვის ტემპერატურის გაზრდისა და მაქსიმალურ ტემპერატურაზე ექსპოზიციის გახანგრძლივების გათვალისწინება, ეს კი გამოიწვევს სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების ხარჯის გაზრდას.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, შესწავლილი კომპლექსური ნედლეულის გამოყენებას მინის ტარის წარმოებაში რეკომენდაცია შეიძლება მიეცეს მცირე ალუმინის შემცველი (3 – 6.5 %-მდე) მინების მიღებისას, მითუმეტეს, რომ დაბალალუმინიანი მინები ითვლება მინის ტარის სამრეწველო წარმოების პრაქტიკაში ტექნოლოგიურად სრულყოფილი შედგენილობით.

ასეთ შემთხვევაშიც მინის ტარის წარმოებისას ადგილი ექნება გარკვეულ ეკონომიკურ ეფექტს. კერძოდ, მინის კაზმში კვარცის ქვიშის ხარჯი მცირდება 70-80 %-ით, ხოლო კალცინირებული სოღისა 25-30 %-ით, ალუმინის ჟანგის შემცველი ნედლეული კი მთლიანად გამოირიცხება. კვარცის ქვიშის შეცვლა ვულკანური ქანებით მნიშვნელოვანია იმ თვალსაზრისით, რომ მინის კაზმში მზა ალუმოსილიკატების შეყვანა SiO<sub>2</sub>-ის ნაცვლად ხარშვის პროცესის ხანგრძლივობას ამცირებს, ხოლო სოღის ხარჯის შემცირება, თუნდაც 25 %-ით, როგორც კაზმის ყველაზე ძვირფასი იმპორტირებული ნედლეულისა, მინის წარმოებისთვის საგრძნობი ეკონომიკური შედეგის მომტანი იქნება.

ლიტერატურა

1. Гоголадзе Д.П. Корни мелового вулканизма Юго-Восточной Грузии. Автореферат, Тбилиси, 1991.
2. Надарейшвили Г.Ш., Гоголадзе Д.П. и др. Отчет: «Изучение глубинного геологического строения с разработкой рекомендации по увеличению глубины картирования и поисков Маднеульского рудного района. Библиотека Геологического ин-та. Тбилиси, 1986. 91 с.
3. Дудаური О.З., Гоголадзе Д.П., Вашакидзе Г.Т. К-Аг возраст некоторых субвулканических телирудных месторождений Квемо-Картли (Юго-Восточная Грузия). Сообщения АН Грузии, т. 140, №3, Тбилиси, 1990. с. 130-131.
4. Gradstein J.G. Ogg A.G. et al. "A Geological Time Scale 2004", М/2004.
5. Адамия Ш.А., Дудаური О.З. О нижнецалео-геновом дацитовом вулканизме Юго-Восточной Грузии. Сообщение АН ГССР, т. XXIV, № 4, Тбилиси, 1960. с. 415-422.
6. Надарейшвили Г.Ш. Гамбашидзе Р.А. Строение и этапы становления верхне-меловой вулканогенно-осадочной формации Юго-Восточной Грузии. „Мецნიერება“, Тбилиси, 1987. с. 58-60.
7. Гугუшვილი В. И., Букиа А.С., Шавишვილი И.Д. Болнисский рудный район: геологическое развитие и строение, генезис рудообразования, экономический потенциал и перспективы по данным на апрель 2014 года. Тбилиси, 2014. с. 24.
8. ი. გეჯაძე, გ. ნადარეიშვილი, მ. ტყემალაძე, ე. შაფაქიძე, ო. მაჭავარიანი. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს კვარცმინდვრის მშპ-ური ქანების გამოყენების პერსპექტივები სატარე მინის წარმოებაში. „სამთო ჟურნალი“, №1-2(20-21), თბილისი, 2008. გვ. 5-7.



**НАДАРЕЙШВИЛИ Г. Ш., ТКЕМАЛАДZE M. B.,  
ШАПАКИДZE E. B.  
СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ И ЭКСТРУЗИВНЫЕ  
ТЕЛА БОЛНИССКОГО РАЙОНА В  
КАЧЕСТВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В  
ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛОТАРЫ**

**NADAREISHVILI G., TKEMALADZE M. ,  
SHAPAKIDZE E.  
SUBVOLCANIC AND EXTRUSIVE BODIES OF  
BOLNISI AREA AS NON-TRADITIONAL RAW  
MATERIALS IN PRODUCTION OF GLASS-  
WARE**

В статье рассмотрены геологические строения риолитовых экструзивов (Кочуло, Рачисубани) и субвулканических тел дацитового состава (Квемо Болниси), а также верхне-мелового возраста вулканогенно-осадочного ряда их составов Болнисском районе (Квемо Картли) и их локализация в различных типах структур, с приложением карт и разрезов. Рассмотрены минералого-петрографические особенности тел и представлен их вещественный состав. Высказано предположение о возможности применения этого сырья в производстве тарного стекла. Из пород Кочулойского и Квемо-Болнисского месторождений синтезированы трех и четырехкомпонентные стекла.

In the Geological structures rhyolitic extrusives (Kochulo, Rachisubani) and subvolcanic bodies of dacitic structure (Kvemo Bolnisi), and also upper cretaceous age of a volcanic-sedimentary number of their structure in Bolnisi area (Kvemo of Kartli) and their localization in various types of structures, with the appendix of cards and cuts are considered. In the article Mineralogical-petrographic features of bodies are also considered and their material structure is presented. It is suggested about possibility of use of these raw materials in production of glassware. From breeds of Kochulo and Kvemo-Bolnisi fields are synthesized three and four-component glasses.

УДК 622.271 : 69.059.322

**АКАД. ДОКТОР ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
О ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСА КОТЛОВАНА НАКЛОННЫМИ  
ГРУНТОВЫМИ АНКЕРАМИ**

*В статье показано, что грунтовые анкеры позволяют использовать экономичные проектные решения при сооружении подземных сооружений открытым способом, повысить надежность и безопасность устройства глубоких котлованов в стесненных условиях городской застройки, сократить сроки строительства; дана классификация грунтовых анкеров; рассмотрены типовая конструкция и технологическая последовательность устройства временного грунтового анкера, а также результаты расчета наклонного грунтового анкера по методу Крайца.*

ния следует делать более пологие откосы, поэтому занимаемая площадь и объемы вынутого из котлована грунта существенно возрастают, что делает этот способ нецелесообразным, или невозможным, в силу ограниченности площадки. В этих условиях строительство осуществляется с обязательным укреплением откосов котлованов [ 3, 4, 5].

Плотность застройки современных городов определяет направление развития строительной отрасли в сторону освоения подземного пространства. Успех решения грандиозных задач строителей зависит не только от умения и опыта, но и от технологии, с помощью которой эти задачи решаются. При строительстве подземных транспортных объектов, а также других заглубленных в грунт сооружений, предпочтение, как правило, отдается открытому способу с разработкой котлованов [1].

Технические решения по технологии строительства подземных сооружений открытым способом должны быть комплексными и включать технологии крепления котлована, разработки грунта в нем и устройства конструкций сооружения, инженерные мероприятия по защите котлована и подземного сооружения от подземных вод, инженерные мероприятия по обеспечению сохранности близрасположенной существующей застройки. Крепление котлованов в большинстве случаев выполняется либо в виде «стена в грунте» [3], либо как свайное или шпунтовое ограждение [5, 6]. Наиболее простой в исполнении и, соответственно, экономичной является конструкция ограждения котлована, устраиваемая из вертикальных стальных элементов, погружаемых в грунт по контуру котлована. По мере разработки грунта в котловане, между металлическими элементами, устанавливается затяжка из деревянных досок, стального листа или ж/б элементов, препятствующая осыпанию грунта в котлован. В качестве несущих стальных элементов, как правило, используют

Устройство котлованов в откосах является наиболее простым [2] и, как правило, экономичным решением, однако применение этого способа встречает множество ограничений, особенно в условиях стесненной городской застройки. Ограничением, в первую очередь, является требуемая глубина котлована. При увеличении глубины заложения

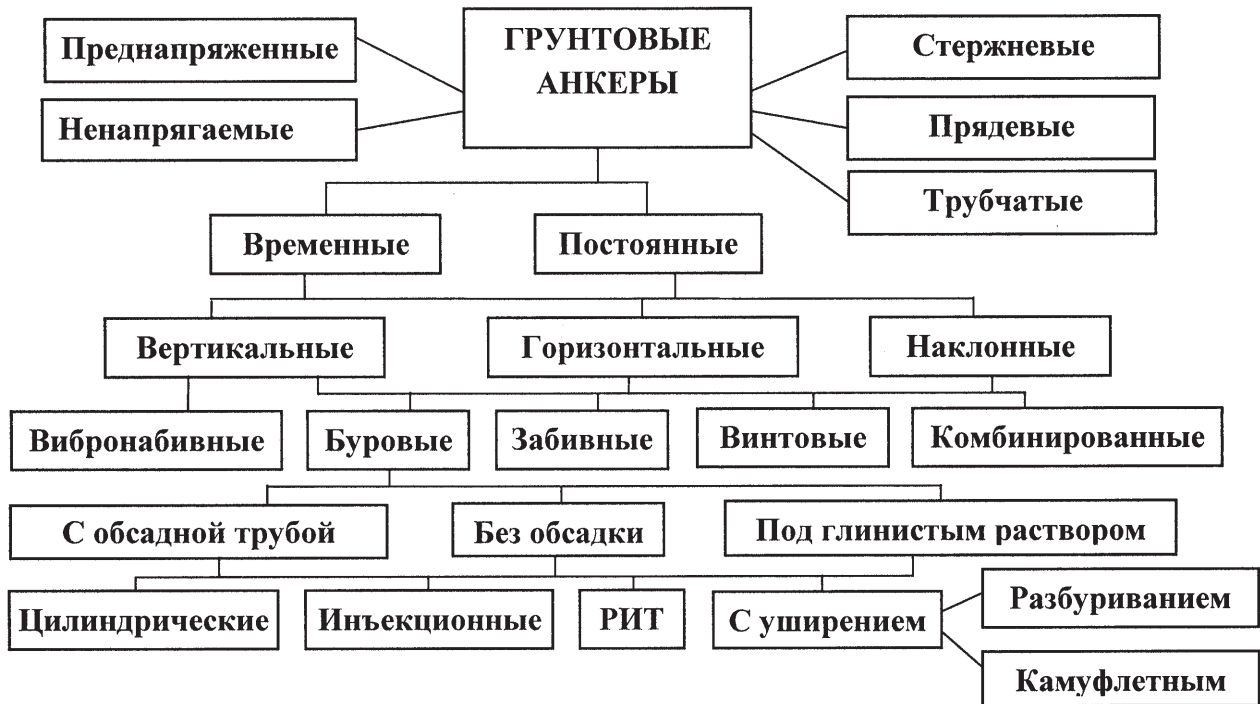


Рис. 1. Классификация грунтовых анкеров

трубы или двутавры, которые погружают в пробуренные скважины. Связь ограждения с грунтом осуществляется преимущественно при помощи анкерного крепления [6, 7].

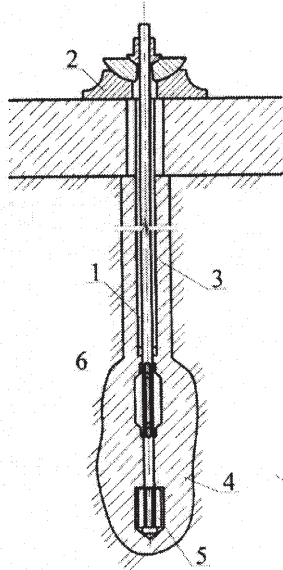
Применяемое анкерное крепление обладает большими достоинствами: оно высвобождает внутреннее пространство котлованов, облегчая ведение работ открытым способом; снижает материалоемкость строительства за счет устранения стальных распорок (расстрелов); повышает уровень безопасности производства работ, делает строительство более экономичным, сводит к минимуму опасность осадок и деформаций расположенных вблизи зданий. Крепление заглубленных сооружений анкерами малого диаметра (40-150 мм) и большой несущей способности (600-1500 кН) является достаточно новым видом строительных конструкций в практике отечественного строительства. В тоже время, в таких странах как Франция, Германия, Англия, США, Япония, Чехословакия, Польша и других, анкерное крепление нашло широкое распространение уже в 60-е годы XX столетия [7]. Для Грузии является достаточно новым видом строительных конструкций.

Применение анкерного крепления взамен распорных и подкосных элементов дает ряд технико-экономических преимуществ, важнейшим из которых является возможность работы в нестесненном, открытом котловане. Отпадает необходимость в перекладке расстрелов, попадающих в габариты сооружения, возможно применение укрупненных конструкций при монтаже, расширяется фронт разработки грунта и т.д. Появляется

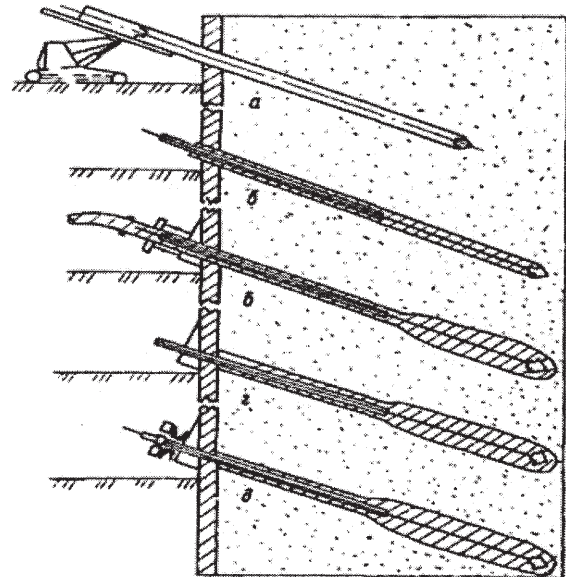
возможность устройства там, где это возможно, одностороннего крепления котлованов. Так же грунтовые анкера применяются при ограждении котлованов для повышения устойчивости откосов котлована. Использование такого рода ограждений позволяет работать в котловане без ограничений. При устройстве глубоких котлованов применение грунтовых анкеров позволяет не только сделать окружающую конструкцию более легкой, но и вести строительные работы рядом с существующими сооружениями, не опасаясь развития в них чрезмерных деформаций. Кроме того, грунтовые анкера позволяют полностью освободить котлован от распорных поясов, тем самым значительно упростив и ускорив строительные работы [6, 7].

Анкеры классифицируют по следующим признакам: сроку службы; направлению тяги; материалу анкерных тяг; способу погружения в грунт; способу образования скважин; способу устройства заделки анкера; наличию предварительного натяжения; способу связи анкерной тяги с цементным камнем заделки. Классификация анкеров приведена на рисунке 1 [6, 8].

Типовая конструкция временного грунтового анкера с тягой из стержневой арматуры приведена на рисунке 2, а технологическая последовательность устройства анкера на рисунке 3. Для тяг анкеров следует использовать арматуру винтового или периодического профиля диаметром от 25 до 40 мм. Закрепление на опорной плите производится при помощи фиксирующей гайки. При использовании арматуры периодического профиля к верхней части тяги необходимо приварить резьбовой



**Рис. 2. Типовая конструкция временного грунтового анкера:**  
 1 - тяга из стержневой арматуры;  
 2 - опорная пластина; 3 - изолирующая труба-оболочка; 4 - заделка (корень) анкера; 5 - пята; 6 - центратор



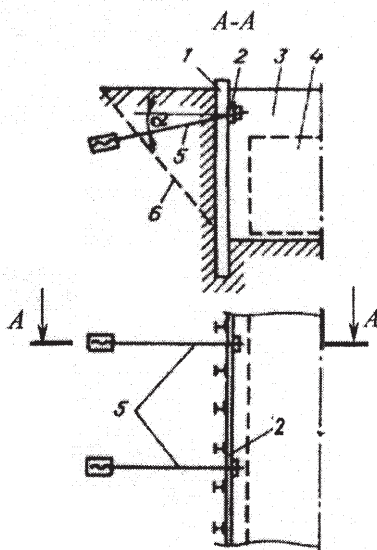
**Рис. 3. Технологическая последовательность устройства анкера:** а - бурение скважины; б - установку тяги с изолирующей оболочкой; в - нагнетание цементного раствора под давлением в зону заделки; г - заполнение скважины цементным раствором; д - блокировка анкера на строительной конструкции

оголовок, для испытания и закрепления анкера на конструкции. На нижнем конце тяги анкера, в рабочей зоне, для увеличения схватывания возможна установка пяты в виде нескольких гаек или приваренных арматурных коротышей [9].

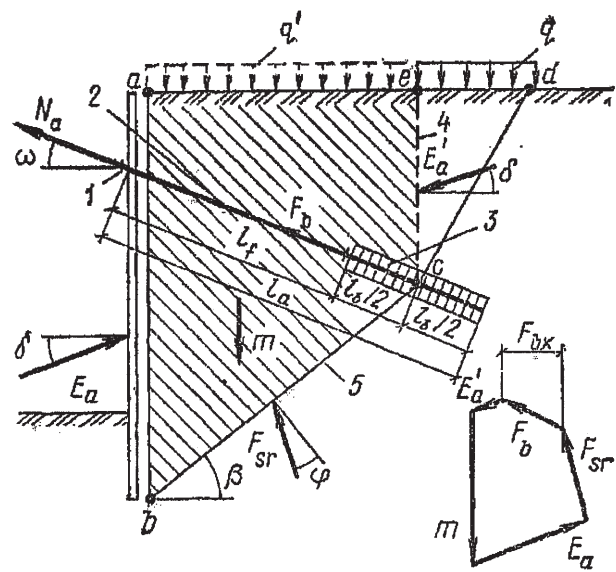
Наиболее простой в исполнении и, соответственно, экономичной является конструкция ограждения котлована, устраиваемая из вертикальных стальных элементов, погружаемых в грунт по контуру котлована. По мере разработки грунта в котловане между металлическими элементами ус-

танавливается затяжка из деревянных досок стального листа или ж/б элементов, препятствующая осыпанию грунта в котлован. В качестве несущих стальных элементов, как правило, используют трубы или двутавры, которые погружают в пробуренные скважины (рис. 4).

Элементы временной крепи котлованов следует рассчитывать по прочности, устойчивости и деформациям под воздействием бокового давления грунта и временных нагрузок на призме обрушения, а также на действие монтажных нагрузок,



**Рис. 4. Схемы крепления стен котлованов:**  
 1 - свай; 2 - пояса; 3 - котлован; 4 - контур подземного сооружения; 5 - анкеры; 6 - призма обрушения



**Рис. 5. Расчетная схема по Кранцу:**  
 1 - стопорное устройство; 2 - анкерная тяга; 3 - рабочая часть анкера; 4 - фиктивная анкерная стенка; 5 - глубокая линия сдвига

возникающих на различных этапах строительства подземного сооружения.

Параметры свайного ограждения ориентировочно могут быть определены по номограммам, разработанным специалистами Метрогипротранса [8]. Глубину погружения свай ниже дна котлована ориентировочно принимают равной  $H/2$  в рыхлых породах,  $H/3-H/4$  – в плотных грунтах ( $H$  – глубина котлована).

Прочность сваи проверяют по формуле

$$M_{max} / W \leq R_u, \quad (1)$$

где  $M_{max}$  – максимальный изгибающий момент;  $W$  – момент сопротивления профиля сваи;  $R_u$  – расчетное сопротивление материала сваи при изгибе.

Продольные пояса рассчитывают по схеме многопролетной неразрезной балки с пролетами, равными расстоянию между осями расстрелов или анкеров, загруженной усилиями, передающимися со свай.

Замковую часть анкеров (см. рис. 4) располагают за пределами возможной призмы обрушения. Предельное усилие, которое способен выдержать анкер с трубчатыми тягами – 300-1500 кН, а с проволочными – 500-2500 кН. Анкеры располагают по длине котлована через 3-5 м в один или несколько ярусов по высоте с углом наклона к горизонту  $\alpha = 25-35^\circ$  [9].

При проектировании анкерных креплений проводят [6, 8, 9, 10]:

- расчет анкеруемого сооружения на прочность методом «упругой линии» (расчетная схема по Кранцу, рис. 5), который определяет равнодействующую активного давления  $E_a$  грунта на сооружение, выдергивающее усилие  $N_a$  в месте крепления анкера и глубину заделки сооружения в грунт ниже дна котлована;
- проверку общей устойчивости сооружения на сдвиг при скольжении по круглоцилиндрическим поверхностям с учетом предварительного расположения анкеров в массиве грунта;
- определение длины зоны заделки и площади поперечного сечения, исходя из приложенной к нему нагрузки, несущей способности грунта основания и материала анкерной тяги.

Расчет конструкций анкеров и их оснований выполняют по первому предельному состоянию с учетом коэффициентов надежности  $k_g = 2,0$  для постоянных анкеров и  $k_g = 1,5$  для временных. Оптимальное положение анкера в грунте (см. рис. 5), т.е. угол его наклона  $\omega$  и полную длину  $l_a$ , включающую длину свободной части анкера  $l_f$  и длину зоны заделки  $l_b$ , подбирают при расчете общей ус-

тойчивости системы «стена–грунт–анкер» на опрокидывание вокруг низа анкеруемого сооружения, исходя из условия, что прочность грунтов на сдвиг в системе преодолена и образуется «глубокая линия скольжения» (метод Кранца). За «глубокую линию скольжения» принимают прямую между точкой  $b$  поворота анкеруемого сооружения и точкой  $c$  (подошвой фиктивной анкерной стенки  $ce$ ), проходящую через середину зоны заделки анкера под углом  $\beta$  к горизонтали.

Построенный из условия равновесия заштрихованной призмы  $abce$  силовой многоугольник включает массу  $m$  грунта над «глубокой линией скольжения», равнодействующую активного давления  $E_a$  грунта на анкеруемое сооружение, силу реакции  $F_{sr}$  массы грунта над «глубокой линией скольжения», несущую способность  $P_a$  анкера в зоне заделки и равнодействующую активного давления  $E'_a$  грунта на фиктивную анкерную стенку. Решение силового многоугольника позволяет определить горизонтальную проекцию  $F_{bx}$  несущей способности анкера в зоне заделки, которая приводит заштрихованную призму в состояние предельной устойчивости:

$$F_{bx} = f[m + g(E_{ax} - E'_{ax})]; \quad (2)$$

$$f = 1/[\text{ctg}(\varphi - \beta)] + \text{tg}\omega; \quad (3)$$

$$m = V\gamma_{sb} + q + q'; \quad (4)$$

где  $V$  – объем призмы грунта над «глубокой линией скольжения» между анкеруемым сооружением и фиктивной анкерной стенкой;  $q'$  – равномерно распределенная вертикальная пригрузка, учитываемая при подсчете массы грунта в случае  $\beta > \varphi$ ;  $g = \text{ctg}(\varphi - \beta) - \text{tg}\delta$  ( $\delta$  – угол трения грунта по поверхности анкеруемого сооружения);  $E_{ax}$  – горизонтальная проекция равнодействующей активного давления грунта на анкеруемое сооружение;  $E'_{ax}$  – то же, на фиктивную анкерную стенку.

Коэффициент устойчивости системы «стена–грунт–анкер» на опрокидывание  $K_s$  вокруг низа анкеруемого сооружения определяют из отношения

$$K_s = P_a / F_{bx} \geq k_g. \quad (5)$$

Окончательно несущая способность анкера по грунту устанавливается по результатам испытаний [9, 10].

В таблице 1 приведены результаты расчета составляющих силового многоугольника по схеме Кранца (см. рис. 5) из условия равновесия системы «ограждение-анкер-грунт» для котлована глубиной  $h = 6$  м со шпунтовым ограждением и анкерным креплением.

В расчетах были приняты следующие средневзвешенные значения параметров котлована:

Таблица 1

Расчетные значения модулей силового многоугольника по схеме Кранца в Меганютонах (МН)

$m$	$E_a$	$F_{sr}$	$F_b$	$E'_a$	$F_{bx}$
2,0	1,5	1,9	0,4	0,38	0,33

удельного веса  $\gamma_{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$ , угла внутреннего трения  $\varphi_{cp} = 30^0$  и удельного сцепления  $C_{cp} = 4 \text{ кПа}$  грунта; равномерно распределенной нагрузки на поверхности  $q = 21 \text{ кН/м}^2$ . Параметры анкера из арматурной стали 35 ГС с нарезной резьбой [6]:  $d = 40 \text{ мм}$ ,  $F_a = 12 \text{ см}^2$ ,  $l_a = 13 \text{ м}$ ,  $l_f = 10 \text{ м}$ ,  $l_b = 3 \text{ м}$ ,  $P_a = 650 \text{ кН}$ .

Задавшись глубиной расположения стопорного устройства анкера в 2,5м, положения точек  $c$ ,  $e$ ,  $b$  (см. рис. 5) были найдены графически при значениях углов  $\omega = 35^0$  и  $\beta = 20^0$ . Расчетная рабочая нагрузка на анкер при изначально принятом угле наклона  $\omega = 35^0$  составит:

$$P_{ax} = P_a \cos \omega = 650 \cdot 0,82 \approx 530 \text{ кН}.$$

Проверку условия устойчивости системы «стена-грунт-анкер» на опрокидывание вокруг низа анкеруемого сооружения производим по формуле (5) с учетом коэффициентов надежности  $k_g = 1,5$  для временных анкеров:

$$K_s = P_{ax} / F_{bx} = 530/330 \approx 1,6.$$

Условие устойчивости выполняется.

В настоящее время в мировой практике просматривается стремление к объединению технологических операций (бурение, армирование, инъекция) по установке анкеров с обеспечением необходимого уровня качества и надежности. Для этой технологии использует буровые высокопрочные трубчатые штанги «Титан» фирмы «Ischebeck», которые остаются в скважине в качестве армирующего элемента и тяги анкера. Буроинъекционные анкерные сваи диаметром до 200 мм применяются в тех же проектах, где закладываются традиционные буроинъекционные сваи и анкера и благодаря быстродействию и эффективному методу установки в один шаг представляют собой надежную альтернативу успешного использования для усиления фундаментов, закрепления шпунтовых стен котлованов, армирования откосов и возведения фундаментов сооружений, подверженных опрокидыванию. Технологическая последовательность работ следующая [10]:

1. Бурение скважины на проектную глубину выполняется трубчатой штангой-тягой с буровой головкой с использованием цементного раствора с В/Ц - 1,0-1,2 в качестве промывочной жидкости. Данный раствор выносит частицы разрушенного грунта и обеспечивает первичную инъекцию и пропитку грунта, заполняя пустоты и трещины.

2. По достижении проектной отметки подается более густой цементный раствор с В/Ц - 0,4-0,5 под давлением до 25 атм. Данный раствор при движении снизу-вверх вытесняет первичный раствор, за счет вязкой консистенции и трения о штангу и грунт выполняет роль пакера, тем самым опрессовывая грунт и создавая корень анкера и оболочку из чистого цементного камня высокой прочности вокруг трубчатой тяги.

3. После набора прочности раствора при помо-

щи муфтового соединения к штанге присоединяется шпилька и производится натяжение анкера и его крепление к обвязочному поясу.

Преимущества технологии:

- высокая производительность, в 2-3 раза выше по сравнению с традиционными системами;
- снижение затрат ручного труда за счет объединения операций и отсутствия необходимости в применении обсадной трубы или бентонитового раствора в неустойчивом грунте;
- высокая несущая способность-цементный раствор, подаваемый под давлением промывает и полностью заполняет буровую скважину, опрессовывая ее стенки, повышая таким образом соединение с грунтом;
- надежность и долговечность, цементное тело обеспечивает простую постоянную защиту от коррозии.

Новая эффективная технология, с применением стальных шпунтовых свай и анкерного крепления откосов котлованов, открывает новые возможности в освоении подземного пространства в крупных городах Грузии и способствует реализации самых сложных проектов строительства подземных сооружений открытым способом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конюхов Д.С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. «Архитектура», Москва, 2005. 298 с.
2. ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. ამონაღების ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშების საკითხისათვის. „სამთო ჟურნალი“ №2(29), თბილისი, 2012. გვ. 9-11.
3. ლ. ჯაფარიძე, ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას „კედელი-გრუნტში“ ტექნოლოგიის გამოყენების შესახებ. „სამთო ჟურნალი“, №2(31), თბილისი, 2013. გვ. 25-29.
4. თ. ფირცხალავა. ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით. „სამთო ჟურნალი“ №1(32), თბილისი, 2013. გვ. 23-25.
5. Берлинов М. В. Основания и фундаменты: Учебник. «Издательство «Лань», Санкт-Петербург, 2011. 320 с.
6. Сорочан Е. А. и др. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. «Стройиздат», Москва, 1985. 480 с.
7. Кунтше К. Устройство глубоких котлованов и откосов в условиях городской застройки. «Развитие городов и геотехническое строительство», Выпуск № 2, Санкт-Петербург, 2010. с. 4-17.
8. ВСН 506-88. Проектирование и устройство грунтовых анкеров. «Минмонтажспецстрой СССР», Москва, 1989. 31 с.
9. ОДМ 218. 2.026-2012. Методические рекомендации по расчету и проектированию свайно-анкерных сооружений инженерной защиты автомобильных дорог. «Росавтодор», Москва, 2012. 82 с.
10. СТО 109-2013. Устройство грунтовых анкеров, нагелей и микросвай. Правила и контроль выполнения, требования к результатам работ. «Издательство «БСТ», Москва, 2013. 222 с.

**თ. ფირცხალავა**  
**ქვაბულის ფერდოს გრუნტის**  
**დახრილი ანკერებით დამაგრების**  
**ტიპოლოგიის შესახებ**

**PHIRTSKHALAVA T.**  
**ON THE TECHNOLOGY ATTACH**  
**DERAILED PIT SLOPES TILT**  
**GROUND ANCHORS**

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ გრუნტის ანკერები შესაძლებელს ხდის ეკონომიური საპროექტო გადაწყვეტილების გამოყენებისას ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობათა აგებისას და ღრმა ქვაბულების უსაფრთხო მოწყობისა საქალაქო განაშენიანების შეზღუდულ პირობებში, მშენებლობის ვადების შემცირებით; მოცემულია გრუნტის ანკერების კლასიფიკაცია; განხილულია ანკერის ტიპური კონსტრუქცია და გრუნტის დროებითი ანკერის მოწყობის ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა, აგრეთვე დახრილი გრუნტის ანკერის კრანცის მეთოდით გაანგარიშების შედეგები.

The article shows that the use of ground anchors allow efficient design solutions in the construction of underground facilities open way, to increase the reliability and safety of the device deep excavations in cramped urban conditions, shorten the construction period. There are given classification of ground anchors, model construction and technological sequence of temporary ground anchor device and the results of calculation of the inclined ground anchor method Krantz.

**უპკ 622.271 : 624.134.2**

**აკად. დოქტორი ნ. კუკულაძე, აკად. დოქტორი თ. ფირცხალავა**  
**სეისმური დატვირთვის განსაზღვრა ამონადების ფერდოს**  
**მდგრადობის გაანგარიშებისას**

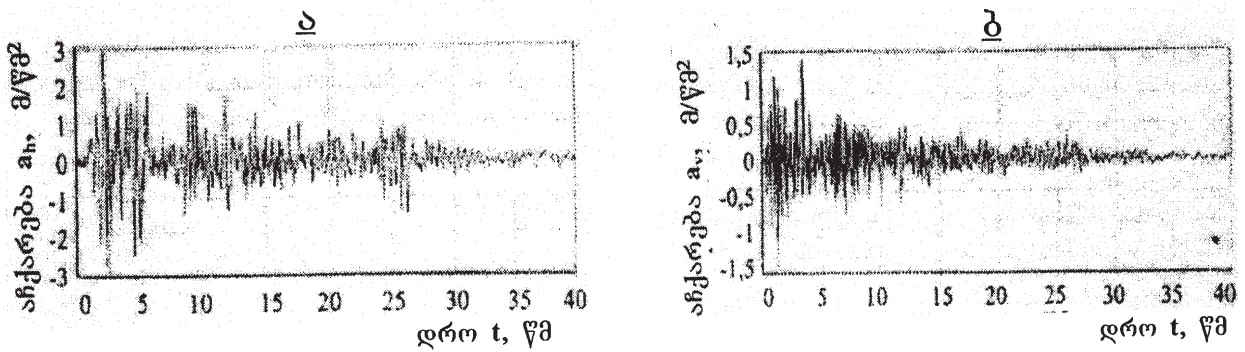
*ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ფერდოს სეისმური მდგრადობის განხილვისას გრუნტის დაცურება ძირითადად ვითარდება ისეთი მიწისძვრების დროს, როდესაც მაგნიტუდა იცვლება 5,5-დან 8,8-მდე და ეპიცენტრული მანძილი რამდენიმე კმ-დან ასეულ კმ-მდე. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოსთვის, რომლის მთელი ტერიტორიის სეისმურობა 7-9 ბალით განისაზღვრება. მოცემულია ფერდოს სეისმური დატვირთვის გაანგარიშების ალგორითმი, რომელიც ითვალისწინებს მიწისძვრით გამოწვეული დინამიკური ძალების გამოთვლას და მათ გავლენას ფერდოს დაძაბულ მდგომარეობაზე.  $F_h$  ჰორიზონტალური და  $F_v$  ვერტიკალური ინერციული ძალები მოქმედებენ ფერდოს დაცურების პრიზმის გრუნტის მასების წონასთან ერთად და მათში გათვალისწინებულია სეისმურობის კოეფიციენტი, განსაზღვრული სეისმურ ინფორმაციაზე დაყრდნობით. ფსევდო-სტატიკური მეთოდის გამოყენებით გაანგარიშებულია უსაფრთხოების ფაქტორის მინიმალური სიდიდე ფერდოს დაცურების საწინააღმდეგო სტატიკური ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების გათვალისწინებით.*

ტრამვატიზმით [1]. ამგვარად, ამონადების ფერდოს მდგრადი კუთხეების განსაზღვრა და ქვაბულის სამაგრის გაანგარიშება ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობათა კომპლექსების და ცალკეულ ნაგებობათა მშენებლობის დაპროექტებისას მეტად აქტუალურია [2]. აღნიშნული პრობლემის შესწავლას მნიშვნელოვანი ყურადღება ექცევა გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში [3, 4, 5].

ცნობილია, რომ ნაგებობათა მდგრადობის გაანგარიშებისას სეისმური ზემოქმედების ეფექტის განსაზღვრის საკითხი ერთ-ერთი უმთავრესია. ფერდოს მდგრადობის განხილვისას გრუნტის დაცურება ძირითადად ვითარდება ისეთი მიწისძვრების დროს, როცა მაგნიტუდა იცვლება 5,5-დან 8,8-მდე და ეპიცენტრული მანძილი რამდენიმე კმ-დან ასეულ კმ-მდე. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოსთვის, რომლის მთელი ტერიტორიის სეისმურობა 7-9 ბალით განისაზღვრება [6].

ფერდოს სეისმური მდგრადობის ანგარიში ითვალისწინებს ორი დამატებითი ფაქტორის განსაზღვრას: 1. მიწისძვრით გამოწვეული დინამიკური ძალების გამოთვლას და 2. აღძრული დინამიკური ძალების გავლენას ფერდოს დაძაბულ მდგომარეობაზე და ქანების სიმტკიცეზე. როდესაც დინამიკური და ძვრის ძალები ფერდოს სრიალის ზედაპირზე ემატება სტატიკური ძალებს და ჯამში გადაჭარბებენ ფუძის ძვრისადმი სიმტკიცეს, მაშინ შეიძლება ფერდო გახდეს არამდგრადი. ფერდოს სეისმური მდგრადობის გაანგარიშების სამეცნიერო ლიტერატურული წყაროების ანალიზი გვაძლევს უფლებას ვივარაუდოთ, რომ პრობლემა შეიძლება გადაიჭრას ან ფსევდო-სტატიკური, ან მიწისძვრის რყევით გამოწვეული ფერდოს პერმანენტული გადაადგილების მეთოდით [7, 8, 9].

უმეტესი წილი რეკომენდაციებისა და კოდებისა, როგორცაა BSI 1995, FHWA 1997 და სხვა, ფერდოს სეისმური მდგრადობის განსაზღვრისას გვთავაზობენ მარ-



ნახ. 1. გრუნტის მოძრაობის აქსელეროგრამა: ა - ჰორიზონტალური; ბ - ვერტიკალური მიმართულებით

ტივ ფსევდო-სტატიკურ (PS) გაანგარიშებას, როგორც სტანდარტულ პროცედურას [6, 9].

ფსევდო-სტატიკური მიდგომა არის ზღვრული წონასწორობის მეთოდით ფერდოს სტატიკური მდგრადობის გაანგარიშების განზოგადლება. სეისმური ეფექტის მოდელირება ხდება დამატებითი  $F_h$  ჰორიზონტალური და  $F_v$  ვერტიკალური ინერციული ძალების შემოტანის გზით, რომლებიც განისაზღვრებიან შემდეგნაირად [10]:

$$F_h = a_h \cdot W/g = k_h \cdot W; \quad (1)$$

$$F_v = a_v \cdot W/g = k_v \cdot W; \quad (2)$$

სადაც  $a_h$  - ჰორიზონტალური სეისმური აჩქარება;  $a_v$  - ვერტიკალური სეისმური აჩქარება;  $g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარება;  $W$  - საანგარიშო სეგმენტის წონა;  $k_h$  და  $k_v$  - ჰორიზონტალური და ვერტიკალური სეისმურობის კოეფიციენტები.

ნახაზზე 1 მოცემულია გრუნტის მოძრაობის აქსელეროგრამა, ჩაწერილი 2008 წლის მაისში ჩინეთის სიჩუანის პროვინციაში მომხდარი მიწისძვრის დროს, რომ-

ლის კერა 19 კმ სიღრმეზე იყო განლაგებული, მაგნიტუდამ კი 8-ს მიაღწია [11]. მიწისძვრის შედეგად დაინგრა 5 მლნ-ზე მეტი შენობა-ნაგებობა, დაიღუპა 18 ათასზე მეტი ადამიანი. დაფიქსირდა გრუნტის მოძრაობის აჩქარებების შემდეგი პიკური მნიშვნელობები: ჰორიზონტალური სეისმური აჩქარებისათვის  $a_{hmax} = 3$  მ/წმ<sup>2</sup> (იხ. ნახ. 1, ა); ვერტიკალური სეისმური აჩქარებისათვის  $a_{vmax} = 1,5$  მ/წმ<sup>2</sup> (იხ. ნახ. 1, ბ).

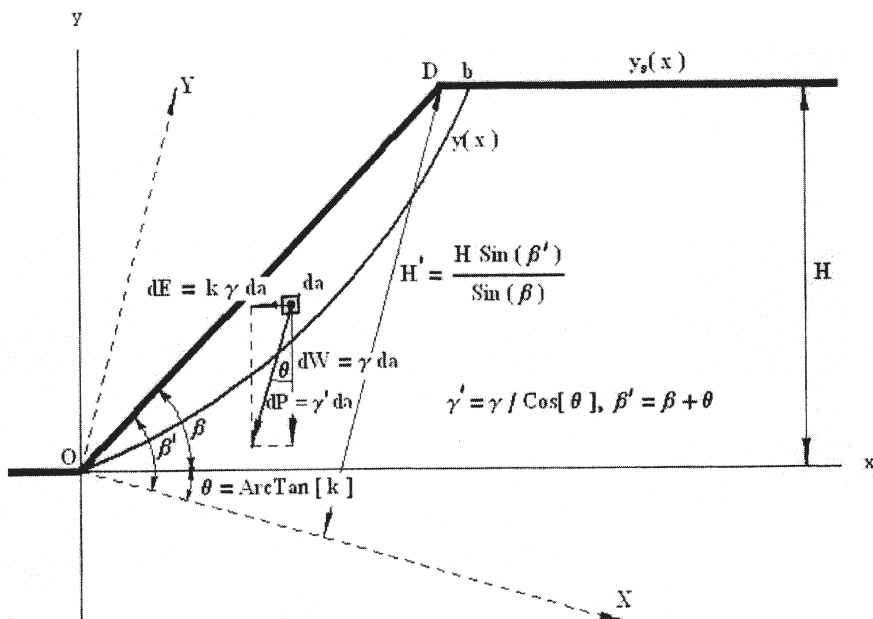
მაგალითისათვის გავიანგარიშოთ ფერდოს რღვევის პრიზმის  $i$ -ური სეგმენტის  $F_{hi}$  ჰორიზონტალური ინერციული ძალის სიდიდე შემდეგი პირობებისათვის: სეისმური ტალღის პერიოდი  $T = 0,5$  წმ; რხევათა ამპლიტუდა  $A = 20$  მმ;  $W_i = 2,5 \cdot 10^6$  ნ.

მაშინ:

$$a_{hi} = 4 \pi^2 \cdot A / T^2 = 4 \cdot 3,14^2 \cdot 20 / 0,5^2 = 3155 \text{ მმ/წმ}^2 \approx 3,2 \text{ მ/წმ}^2;$$

$$k_{hi} = a_{hi} / g = 3,2 / 9,8 = 0,33;$$

$$F_{hi} = k_{hi} \cdot W_i = 0,32 \cdot 2,5 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^5 \text{ ნ.}$$



ნახ. 2. ფერდოს სეისმური მდგრადობის ფსევდო-სტატიკური მეთოდის ერთერთი მიდგომის (კოორდინატთა მობრუნების) საანგარიშო სქემა

ფერდოს სტატიკური მდგრადობის გაანგარიშების შედეგები

$c$ , კპა	$\varphi$ , გრად	$R$ , მ	$M_{sr}$ , მეგპა · მ	$M_{sa}$ , მეგპა · მ	$k_{st}^{min}$
20,5	16,7	20,6	28,7	22,9	1,25

$F_h$  და  $F_v$  ძალები მოქმედებენ ფერდოს დაცურების პრიზმის გრუნტის მასების წონასთან ერთად და მათში გათვალისწინებულია სეისმურობის კოეფიციენტი, განსაზღვრული სეისმური ინფორმაციაზე დაყრდნობით. მეთოდი იძლევა უსაფრთხოების ფაქტორის მინიმალური სიდიდის განსაზღვრის შესაძლებლობას ფერდოს დაცურების საწინააღმდეგო სტატიკური ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების გათვალისწინებით. არ არსებობს სეისმურობის კოეფიციენტის შესარჩევად რაიმე სპეციფიკური წესი. მიღებულია, რომ სეისმურობის კოეფიციენტი უნდა იყოს დამოკიდებული დაცურების მასების აჩქარებაზე და შეესაბამებოდეს მოსალოდნელი პიკური აჩქარების დონეს.

ჯერ სტატიკური გაანგარიშებით უნდა განისაზღვროს ფერდოს რღვევის ზედაპირი და სტატიკური უსაფრთხოების ფაქტორი, რის შემდეგ გათვალისწინებული იქნეს სხვადასხვა აქსელეროგრამის ზემოქმედება რღვევის ზედაპირზე დინამიკური ძალების მისაღებად ამ ზედაპირის გასწვრივ. სხვაობა სტატიკურსა და დინამიკურ ძალებს შორის შესაძლებელია შემდგომში გათვალისწინებული იქნეს სეისმურობის კოეფიციენტის დროში ცვალებადობის განსასაზღვრად.

ნახაზზე 2 მოცემულია ფერდოს სეისმური მდგრადობის ფსევდო-სტატიკური მეთოდის ერთერთი მიდგომის საანგარიშო სქემა, როდესაც სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინების მიზნით რეალური ფერდო იცვლება ფიქტიურით. დიფერენცირებული  $dF$  და  $dW$  ტოლქმედის ვექტორი აღნიშნულია  $dP$ -თი, რომლის დახრის კუთხე ვერტიკალთან ტოლია  $\theta$ . შემოტანილია კოორდინატთა ახალი სისტემა  $(X, Y)$ , რომელიც შემობრუნებული უნდა იქნეს  $\theta$  კუთხით საწყისი სისტემის  $(x, y)$  მიმართ მანამდე, ვიდრე  $X$  კოორდინატა არ გახდება მართობული  $dP$  ძალისა [12]. სტატიკური პრობლემა, რომელიც იდენტურია მოცემული ფსევდო-სტატიკური მდგრადობის პრობლემისა, გამოიხატება შემდეგნაირად [6, 10, 11]:

$$\theta = \arctan \{ k_h / 1 \pm k_v \}; \quad (3)$$

$$\gamma' = \gamma (1 \pm k_v) / \cos \theta; \quad (4)$$

$$\beta' = \beta + \theta; \quad (5)$$

$$H' = H \sin \beta' / \sin \beta, \quad (6)$$

სადაც  $k_v$ -ს დადებითი მნიშვნელობა მიანიშნებს, რომ ძალის

კომპონენტი მოქმედებს სიმძიმის ძალის მიმართულებით.

ცხრილში 1 მოცემულია ფერდოს, სრიალის მრგვალი-ცილინდრული ზედაპირების მეთოდით, სტატიკური მდგრადობის უსაფრთხოების ფაქტორის  $k_{st}$  მინიმალური სიდიდის  $k_{st}^{min}$  გამოთვლის შედეგები.

მოცემულია: ამონაღების ფერდოს სიმაღლე  $h = 13$  მ, დახრის კუთხე  $\beta = 39^\circ$ ; გრუნტი წარმოდგენილია თიხნარებით, რომელთა საანგარიშო შეჭიდულობა  $c_l = 24,6$  კპა, შიგა ხახუნის კუთხე  $\varphi_l = 20^\circ$ , კუთრი წონა  $\gamma_l = 21,1$  კნ/მ<sup>3</sup>; მდგრადობის კოეფიციენტის ნორმატიული მნიშვნელობა  $k_{st}^N = 1,2$  [13].

$c$  და  $\varphi$ -ს ზღვრული მნიშვნელობები განისაზღვრა ნაშრომის [13] მიხედვით. ფერდოს რღვევის პრიზმის ბრუნვის  $O$ -ცენტრის ადგილმდებარეობა და  $R$  - რადიუსი, რომელიც შეესაბამება ყველაზე საშიშ მდგომარეობას, მოიძებნა გრაფიკულად [4]. მდგრადობის  $k_{st}^{min}$  -კოეფიციენტი,  $M_{sr}$  და  $M_{sa}$  - ბრუნვის  $O$  - ცენტრის მიმართ ყველა ძალთა მომენტები, რომლებიც შესაბამისად აკავებენ და გადაადგილებენ ფერდოს რღვევის პრიზმას, გავიანგარიშეთ ნაშრომის [4] მიხედვით.

მივიღოთ 9-ბალიანი მიწისძვრისათვის  $k_h = 0,15$  და  $k_v = 0,075$  [5, 6] და მოცემული ფერდოსათვის ფსევდო-სტატიკური მეთოდით შევაფასოთ სეისმური მდგრადობა. ფორმულებით (3)-(6) გავიანგარიშოთ  $\theta$ ,  $\gamma'$ ,  $\beta'$ ,  $H'$  პარამეტრების მაქსიმალური მნიშვნელობები:

$$\theta = \arctan \{ k_h / 1 \pm k_v \} = \arctan \{ 0,15 / (1 - 0,075) \} \approx 10^\circ 36';$$

$$\gamma' = \gamma (1 \pm k_v) / \cos \theta = 21,1(1 + 0,075) / 0,9837 \approx 23,1 \text{ კნ/მ}^3;$$

$$\beta' = \beta + \theta = 39^\circ + 10^\circ 36' = 49^\circ 36';$$

$$H' = H \sin \beta' / \sin \beta = 15 \cdot 0,7621 / 0,6293 \approx 18,2 \text{ მ.}$$

გაანგარიშებით მიღებული ფიქტიური ფერდოს, რომლის სიმაღლეა 18,2 მ, დახრის კუთხე  $49^\circ 36'$ , მდგრადობის კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა  $k_{st}^{min} = 0,96$ -ს, რაც მიგვანიშნებს, რომ რეალური ფერდო 9-ბალიანი მიწისძვრისას დაირღვევა. სეისმური მდგრადობის პირობის  $k_{st}^{min} \geq k_{st}^N = 1,2$  დასაკმაყოფილებლად რეალური ფერდოს დახრის კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს  $28^\circ$ -ს.

წარმოდგენილი მასალა შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს ფერდოს სეისმური მდგრადობის გაანგარიშებისას საქართველოს ტერიტორიაზე ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობათა კომპლექსების და ცალკეული ნაგებობათა მშენებლობის დაპროექტებისას.



ლიტერატურა

1. Ухов С. Б., Семенов В. В., Знаменский В. В., и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. Высшая школа, Москва, 2004. 566 с.
2. Корчак А. В. Методология проектирования строительства подземных сооружений. МГУ, Москва, 2001. 416 с.
3. ლ. ჯაფარიძე, ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას "კედელი-გრუნტში" ტექნოლოგიის გამოყენების შესახებ. "სამთო ჟურნალი", №2(31), თბილისი, 2013. გვ. 25-29.
4. ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. ამონაღების ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშების საკითხისათვის. „სამთო ჟურნალი“, №2(29), თბილისი, 2012. გვ. 9-11.
5. თ. ფირცხალავა. ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით. „სამთო ჟურნალი“, №1(32), თბილისი, 2013. გვ. 23-25.
6. ც. ცისკრელი. მიწისქვეშა მაგისტრალური მილსადენების სეისმოქმედება. თბილისი, 2003. 130 გვ.
7. Калинин Э. В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование. МГУ, Москва, 2006. 256 с.

**КУКУЛАДЗЕ Н.Д., ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ  
НАГРУЗКИ ПРИ РАСЧЕТЕ  
УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВЫЕМОК**

В работе отмечено, что при рассмотрении устойчивости откосов сползания грунтов в основном наблюдается при землетрясениях с магнитудой от 5,5 до 8,8 при расстоянии до эпицентра от нескольких до сотен км. Вопрос особо актуален для Грузии сейсмичность всей территории которой оценивается в 7-9 баллах. Приведен алгоритм расчета сейсмической нагрузки, который учитывает влияние возникающих при землетрясениях динамических напряжений на состояние откоса и прочности ее грунтов. В  $F_h$  горизонтальных и  $F_v$  вертикальных инерционных силах, действующих совместно с силой тяжести грунтов призмы обрушения откоса, учитываются коэффициенты сейсмичности в горизонтальном и вертикальном направлении, определяемые исходя из сейсмической информации. С применением псевдо-статистического метода рассчитаны минимальные значения фактора безопасности с учетом статических горизонтальных и вертикальных сил сопротивления сдвигу откоса.

8. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12: 2006. «Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины», Киев, 2006. 92 с.
9. Aurelian Catalin Trandafir, Toshitaka Kamai, Roy Carl Sidle, Mihail Popescu. Seismic Retrofit of Gravity Retaining Walls for Residential Fills Using Ground Anchors. "Geotechnical and Geological Engineering" December 2007, Volume 25, Issue 6, pp. 679-691.
10. Melo Cristiano and Sharma Sunil. Seismic Coefficient for Pseudo-static Slop Stability Analysis. 13th WCEE. Vancouver, Canada, August,1-4, 2004. 369 p.
11. Huang R., Li. Development and distribution of geohazards triggered by Wenchuan earthquake in China. Series – E Technical Science 52, 2008. pp. 810-819.
12. Shukha Robert, Baker Rafael, Leshchinsky Dov. Engineering Implication of the Relation Between Static and Pseudo-Static Slope Sttability Analysis. <http://www.ejge.com./2005/Ppr0616/Ppr 0616.htm>.
13. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения основания и фундаменты. ЦИТП Госстроя СССР, Москва,1988. 128 с.

**KUKULADZE N., PIRTSKHALAVA T.  
DETERMINATION OF SEISMIC  
LOAD IN CALCULATING SLOPE  
STABILITY RECESSES**

The paper noted that the stability of slopes slipping soil is mainly observed during the earthquakes with magnitudes from 5.5 to 8.8 when the distance to the epicenter is several hundreds of kilometers for. The question is particularly relevant for the whole territory of Georgia where seismicity is estimated at 7-9. An algorithm for calculating the seismic load, which takes into account the influence of the earthquake dynamic stresses on the state of repose and the strength of its soils. In  $F_h$  horizontal and vertical inertial forces  $F_v$  acting in concert with gravity sliding wedge of soil slope seismic coefficients counted in horizontal and vertical direction, defined on the basis of seismic data. With the use of pseudo-statistical method calculated minimum values of the safety factor considering static horizontal and vertical forces of shear resistance of the slope.

აკად. დოქტორი ე. მატარაძე, აკად. დოქტორი თ. ახვლედიანი,  
აკად. დოქტორი ნ. ბოჭორიშვილი, აკად. დოქტორი გ. ტაბატაძე  
მანგანუმის მადნის ფენიან დაფუძვლების დაპროექტების მეთოდების  
სრულყოფა ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირების გამოყენებით

ნაშრომში განიხილებულია მანგანუმის მადნის წარმოების სფეროში ბოლო წლებში განვითარებული ახალი ტენდენციები, რომლებიც მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ ჭიათურის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის საწარმოო საქმიანობაზე და ართულეზენ პროდუქციის კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფას. ამ პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს სამთო სამუშაოების დაგეგმვისა და მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური პროცესების დაპროექტების სრულყოფა თანამედროვე კომპიუტერული მოდელირების მეთოდების გამოყენებით. სტატიაში განხილულია მანგანუმის მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური სექციებისა და მალაროს ახალი ველების ათვისების საინვესტიციო დანახარჯების ეფექტიანობის შეფასების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირების შემუშავების ამოცანები.

### შესავალი

130 წელზე მეტია, რაც მანგანუმის მადნის წარმოება საქართველოს ეკონომიკის მნიშვნელოვან სექტორს წარმოადგენს. ჭიათურა-ხესტაფონის სამთო-მეტალურგიული კომპლექსის მიერ წარმოებული მანგანუმის მადნის პროდუქტები დღესაც საქართველოს საექსპორტო შემოსავლების ერთ-ერთ მთავარ წყაროს წარმოადგენს. დარგს გააჩნია რეალური პოტენციური შესაძლებლობა უახლოეს ათწლეულებშიც შეასრულოს განსაკუთრებული როლი ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებაში და ხალხის დასაქმებაში.

ჭიათურის საბადოს ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პერიოდში დაგროვილია დიდი გამოცდილება მანგანუმის მადნის ფენების დამუშავების მეთოდების სრულყოფისა და სამთო სამუშაოების დაპროექტების სფეროში. მეცნიერთა და სპეციალისტების რამდენიმე თაობის მიერ შესრულებულია მნიშვნელოვანი სამეცნიერო-საპროექტო სამუშაოები მანგანუმის მადნის რესურსების რაციონალური ათვისების დასაბუთებული სტრატეგიის შემუშავებისა და მადნის მოპოვება-გამდიდრების რაციონალური მეთოდების შერჩევის მიზნით. ჭიათურის საწარმოს სპეციალისტებთან ერთად, ამ საქმეში დიდი წვლილი შეიტანეს გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის, სხვა სამეცნიერო და საპროექტო ინსტიტუტების მეცნიერებმა და სპეციალისტებმა [1-7].

ამასთან ერთად, ბოლო წლებში გამოიკვეთა ახალი ტენდენციები, რომელთა სწორი ანალიზისა და გათვალისწინების გარეშე შეუძლებელია მანგანუმის მადნისა და მისი გადაამუშავების პროდუქტების კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფა თანამედროვე პირობებში და გრძელ-

ვადიან პერიოდში. ეს ტენდენციები მოიცავს ჭიათურის მალაროების საწარმოო საქმიანობის ყველა სფეროს:

1. გაიზარდა მალაროს ახალი ველების მომზადების კაპიტალური დანახარჯები და მადნის მოპოვების ოპერაციული ხარჯები. ეს გამოწვეულია იმით, რომ შემცირდა და უახლოეს წლებში ამოწურება მადნის მარაგები, რომელთა დია წესით დამუშავება ეკონომიკურად ხელსაყრელია. მალაროების საწარმოო სიმძლავრის შესანარჩუნებლად აუცილებელია ახალი მიწისქვეშა უბნების მომზადება საბადოს პერიფერიულ და განმეორებით დასამუშავებელ ველებში, რომლებიც შედარებით რთული სამთო-ტექნიკური პირობებით ხასიათდება.

2. გაუარესდა მადნის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და შემცირდა მაღალი ხარისხის ჟანგეული მადნების მარაგების კუთრი წილი საერთო მარაგებში. ამჟამად მაღალი ხარისხის მადნები საერთო მარაგების 26 %-ს არ აღემატება, მაშინ როცა 1960-ან წლებში ეს მაჩვენებელი თითქმის 50 %-ს შეადგენდა. მოპოვებულ ნედლეულში მანგანუმის დაბალი შემცველობა ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს კონცენტრატის გამოსავალზე. 1 ტ კონცენტრატის მისაღებად „ჯორჯია მანგანუმს“ 3-4-ჯერ მეტი მანგანუმის მადნის მოპოვება და გამდიდრება უხდება, ვიდრე მის კონკურენტ ავსტრალიის, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკისა და ბრაზილიის კომპანიებს, რომლებიც ძირითადად მაღალი ხარისხის მადნებს ამუშავებენ და დომინირებენ მსოფლიო მანგანუმის ბაზარზე. ამ პირობებში ჭიათურის პროდუქტების კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფა მოითხოვს არსებული რესურსების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლებას.

3. ამჟამად მიწისქვეშა წესით მოპოვებული მადნის 70 %-ზე მეტი განმეორებით დასამუშავებელ ველებზე მოდის. უახლოეს წლებში კიდევ უფრო გაიზარდება მადნის საერთო მოპოვებაში განმეორებით დასამუშავებელი ველებში მოპოვებული მადნის წილი. ასეთი ველებისათვის დამახასიათებელია შედარებით რთული სამთო-ტექნიკური პირობები და ამოსაღები ბლოკების შეზღუდული ზომები, რაც აფერხებს თანამედროვე მაღალმწარმოებლური მექანიზებული სამაგრების და კომპლექსების გამოყენებას. ეს ფაქტორები ნეგატიურად მოქმედებს მადნის მოპოვების ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე, ამასთან ამაღლებს სამთო სამუშაოების დაპროექტების მეთოდების სრულყოფის მნიშვნელობას.

4. სამთო საწარმოს გარემოზე ზემოქმედების შემცირების ბოლო წლებში გამკაცრებული მოთხოვნების დაკმაყოფილება დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ეკონომიკურ დანახარჯებთან. საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მიერ შემუშავებულია ღონისძიებათა კომპლექსი ჭიათურის სამთო-

გამამდიდრებელი კომბინატის საქმიანობით გამოწვეული ნეგატიური ზემოქმედების მინიმიზაციის მიზნით. ამ ღონისძიებების რეალიზაცია მოითხოვს მსხვილ დანახარჯებს მდინარე ყვირილაში ჩამდინარე წყლების გაწმენდის, გამომუშავებული საკარიერო ველების რეკულტივაციისა და ჰაერში მავნე ნივთიერების გავრცელების შემცირების მიზნით.

5. მანგანუმის მადნისა და მანგანუმის ფეროშენადნობების მსოფლიო ბაზრის ფასების მერყეობისა და პერიოდული შემცირების ტენდენცია, რომელიც გამოიკვეთა ბოლო ათწლეულში, ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს საწარმოს ეკონომიკურ მდგრადობაზე. 1 ტ მანგანუმის მადნის ფასი Mn-ის 1 % შემცველობაზე 2008 წელს შეადგენდა 12-14 აშშ დოლარს, ხოლო 2012 წელს – 5-7 აშშ დოლარს. ამავე პერიოდში სილიკომანგანუმის ფასი 2000-2100 აშშ დოლარიდან შემცირდა 1100-1200 დოლარამდე.

ზემოთჩამოთვლილი ტენდენციების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ აუცილებელია იმ პრობლემების ნიველირების გზების გამონახვა, რომლებიც ასუსტებენ მადნის კონკურენტუნარიანობას და ართულებენ საწარმოს რენტალობის უზრუნველყოფას. ამ ამოცანების გადაჭრის ერთ-ერთ მთავარ პირობას წარმოადგენს სამთო სამუშაოების დაგეგმვისა და მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური პროცესების დაპროექტების სრულყოფა თანამედროვე კომპიუტერული მოდელირების მეთოდების გამოყენებით.

მადნის მოპოვების საპროექტო ღონის უზრუნველყოფა მინიმალური კაპიტალური და ოპერაციული დანახარჯებით მოითხოვს საწარმოო პროცესების ანალიზს ორ იერარქიულ დონეზე. პირველი გულისხმობს მოპოვების ტექნოლოგიური სქემების ვარიანტების შედარებით ეკონომიკურ ანალიზს მოქმედი ან დასაპროექტებელი საწარმოო უბნის დონეზე, ხოლო მეორე – მადარობის ახალი ველების ათვისების საინვესტიციო დანახარჯების ეფექტიანობის შეფასებას. საწარმოს საბოლოო ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ჭიათურის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი წარმოადგენს მსხვილი კორპორაციის „ჯორჯიან მანგანუზის“ სტრუქტურულ ერთეულს. ამიტომ კაპიტალური დანახარჯების ეფექტიანობის შეფასებისას აუცილებელია თავისებურებების გათვალისწინება, რომლებიც ახასიათებს კორპორაციაში შემავალ სამთო საწარმოებს.

სამთო საწარმოს დაპროექტებისა და დაგეგმვის თანამედროვე მეთოდებს საფუძვლად უდევს ტექნოლოგიურ პარამეტრებსა და ეკონომიკურ მაჩვენებლებს შორის სტრუქტურულ-ლოგიკური და ფუნქციონალური დამოკიდებულების განსაზღვრა, ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის შემუშავება და მის საფუძველზე საპროექტო გადაწყვეტილების მრავალვარიანტული ანალიზი.

იმითაყენებული მოდელირება საშუალებას იძლევა გამოვიკვლიოთ სისტემის ცალკეულ რგოლებს შორის რთული ურთიერთკავშირი და მათი გავლენა საწარმოს ფუნქციონირების შედეგებზე. გამოვლინდეს ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლადი ფაქტორები და რიცხობრივად შეფასდეს მათი ზემოქმედება საბოლოო ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

საქართველოს სამთო საწარმოებში სამუშაოების დაპროექტებისა და მართვის კომპიუტერული სისტემების უპირატესობები დღემდე სრულად არ არის გამოყენებული. მათ ათვისებას ისეთ მსხვილ საწარმოო ობიექტში, როგორც ჭიათურის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი, მნიშვნელოვანი ეფექტის მოტანა შეუძლია.

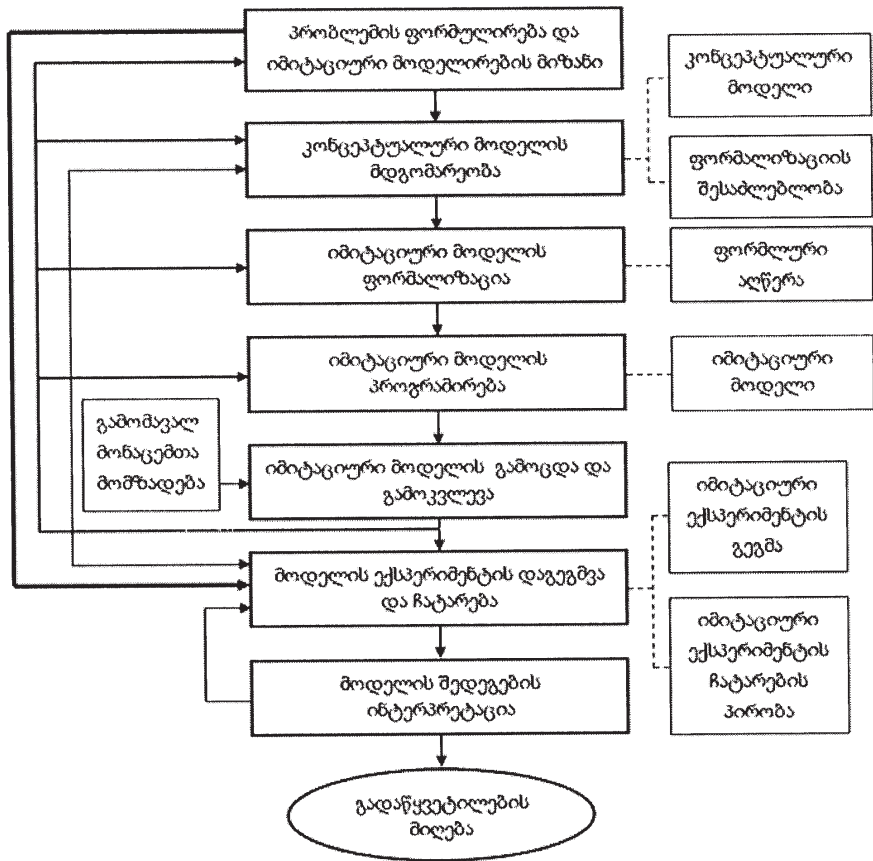
**1. მადნის მოპოვების პროცესების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირება**

მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური სქემების ანალიზისათვის გამოყენებულია იმიტაციური მოდელირების მეთოდები. კომპიუტერული მოდელირების პროცესი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. ობიექტის განსაზღვრა – საზღვრებისა და შეზღუდვების დადგენა, ობიექტის ფუნქციონირების ეფექტიანობის მაჩვენებლის განსაზღვრა;
2. ობიექტის ფორმალიზაცია – რეალური ობიექტიდან გადასვლა ლოგიკურ სქემამდე (მოდელის შექმნა);
3. მოდელში შემავალი მონაცემების შერჩევა და მათი წარმოდგენა ანალიზური ფორმით;
4. სამოდელი ალგორითმისა და კომპიუტერული პროგრამის შემუშავება;
5. მოდელისა და რეალური ობიექტის ადეკვატურობის შეფასება – მოდელირების შედეგების კორექტურობის წინასწარი განსაზღვრა;
6. სამოდელი ექსპერიმენტების დაგეგმვა, რიცხობრივი მოდელირება და შედეგების ანალიზი;
7. რეალიზაცია-მოდელირების შედეგების პრაქტიკული გამოყენება.

დასამუშავებელი პანელის (ბლოკის) სამრეწველო მარაგისა და წლიური საპროექტო მოპოვების განსაზღვრის შემდეგ იმიტაციური მოდელირება სრულდება რამდენიმე ეტაპად. პირველ ეტაპზე მკაფიოდ უნდა ჩამოყალიბდეს იმიტაციური მოდელირების მიზანი. ჩვენი ამოცანისათვის იმიტაციური მოდელირების მიზანს წარმოადგენს მადნის მოპოვების ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა, მათი შედარებითი ანალიზი და გადაწყვეტილების მიღება დასაპროექტებელი პანელის (ბლოკის) გამომუშავების ეკონომიკურად ხელსაყრელი მეთოდის (ლაგებით, სპირაჯობით) შესარჩევად. ეს ამოცანა ითვალისწინებს აგრეთვე შერჩეული მეთოდის ტექნოლოგიური პარამეტრების (საწმენდი სანგრევის ზომები, წინსვლის სიჩქარე, მწარმოებლურობა და სხვა) დადგენას. მოდელირების მეორე ეტაპზე სრულდება იმიტაციური მოდელის ფორმალიზება, რაც გულისხმობს ფუნქციური დამოკიდებულების განსაზღვრას ეკონომიკურ და ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს შორის, ანუ მოდელში შემავალი მონაცემების შერჩევას და მათი წარმოდგენას ანალიზური ფორმით; შემდგომ ეტაპებზე შემუშავდება სამოდელი ალგორითმი და კომპიუტერული პროგრამა, სრულდება მოდელისა და რეალური ობიექტის ადეკვატურობის შემოწმება, მოდელის კორექტირება. ბოლო ეტაპზე სრულდება რიცხობრივი მოდელირება დასაპროექტებელი პანელის საწყისი პირობების მიხედვით, მოდელირების შედეგების ანალიზი და გადაწყვეტილების მიღება (იხ. ნახ. 1).

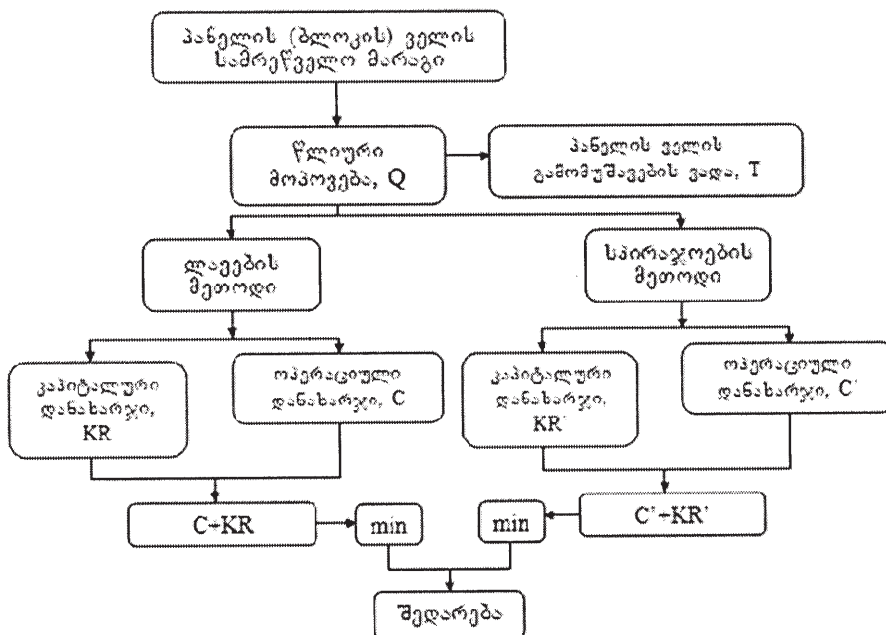
მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური სქემების ეკონო-



ნახ. 1. იმიტაციური მოდელირების სტადიები

მიკურ-მათემატიკური მოდელი ითვალისწინებს მადნის მოპოვების საერთო დანახარჯებს, რომელთა სტრუქტურა მოიცავს ოპერაციულ და კაპიტალურ დანახარჯებს მოსამზადებელ სამუშაოებზე, საწმენდ სამუშაოებზე, მადნის ტრანსპორტირებაზე და დამხმარე პროცესებზე (იხ. ნახ. 2).

მოსამზადებელ და საწმენდ გვირაბებში, აგრეთვე მადნის ტრანსპორტირების ძირითადი საოპერაციო დანახარჯების საანგარიშოდ გამოყენებულია დამოკიდებულება ეკონომიკურ მაჩვენებლებსა და ტექნოლოგიურ მახასიათებლებს შორის, რომელიც განსაზღვრულია მადაროს სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე.



ნახ. 2. სქემა მადნის მოპოვების კაპიტალური და ოპერაციული დანახარჯების ანალიზისათვის

დამუშავების პროცესების მოდელირებას საფუძვლად დაედო 1 ტონა მადნის მოპოვებისათვის საჭირო დაყვანილი საოპერაციო და კაპიტალური დანახარჯების ჯამი მოპოვების სხვადასხვა ტექნოლოგიების გამოყენებისას, რომელიც შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგი სახით

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{C_{ij} + PR_{ij}}{Q}, \quad (1)$$

სადაც  $m$  - პანელის (ბლოკის) დამუშავების სხვადასხვა ხარჯების სახეობათა რაოდენობა;  $C_{ij}$  - პანელის (ბლოკის) დამუშავების საოპერაციო ხარჯები  $j$  ტექნოლოგიის დროს, დოლარი;  $R_{ij}$  - პანელის (ბლოკის) დამუშავების კაპიტალური ხარჯები  $j$  ტექნოლოგიის დროს, დოლარი;  $P$  - კაპიტალური დაბანდების დისკონტირების კოეფიციენტი;  $Q$  - პანელის (ბლოკის) სამრეწველო მარაგი, ტონა.

კაპიტალური ხარჯები დროის მიმდინარე მომენტი-სათვის დაიყვანება დისკონტირების კოეფიციენტის  $P$ -ს საშუალებით

$$P = \frac{1}{1 + \left(\frac{E}{100}\right)^t}, \quad (2)$$

სადაც  $t$  - კაპიტალური ხარჯების დაგეგმვის ინტერვალი, წელი;  $E$  - დისკონტის ნორმა, %. მოდელში დისკონტირების ნორმა მიღებულია  $E = 15$  %; რომელიც შეესაბამება თანამედროვე პირობებში სამთო საწარმოებში ინვესტიციების ეფექტიანობის დონეს.

## 2. მაღაროს ახალი ველები ათვისების საინჟინერიო დანახარჯების ეფექტიანობის შეფასების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელირება

ახალი ველების ათვისების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელის შემუშავებისას გამოყენებულია კაპიტალდაბანდების ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასების სტანდარტული მეთოდები და ეტალონური კრიტერიუმები, რომლებიც მისადაგებულია ჭიათურის მაღაროების, როგორც კორპორაციაში შემავალი საწარმოების ეკონომიკური საქმიანობის პირობებთან და საქართველოს საგადასახადო კანონმდებლობის თავისებურებებთან. ანალიზისას მაღარო პირობითად მიღებულია, როგორც დამოუკიდებელი

საწარმოო ერთეული, ამასთან ეკონომიკური მაჩვენებლები განსაზღვრულია საბოლოო პროდუქტის - მანგანუმის კონცენტრატის მისაღებად საჭირო კაპიტალური და ოპერაციული დანახარჯების მიხედვით. მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური სქემების მოდელისგან განსხვავებით, ეს მოდელი საშუალებას იძლევა გაანალიზდეს საწარმოს საბოლოო ეკონომიკური მაჩვენებლები და შეფასდეს კაპიტალდაბანდების ეფექტიანობა.

სამთო საწარმოს პროექტის რეალიზაციის პერიოდში ჯამური კაპიტალური და საწარმოო დანახარჯები მოიცავს საბადოს გახსნა-მოძვადების, მადნის მოპოვების, გამდიდრების, მადნის ტრანსპორტირების და სხვა დანახარჯებს (იხ. ნახ. 3).

სამთო საწარმოს საინვესტიციო პროექტის ეკონომიკური ეფექტიანობის შესაფასებლად გამოყენებულია შემდეგი მათემატიკურ-ეკონომიკური მოდელი

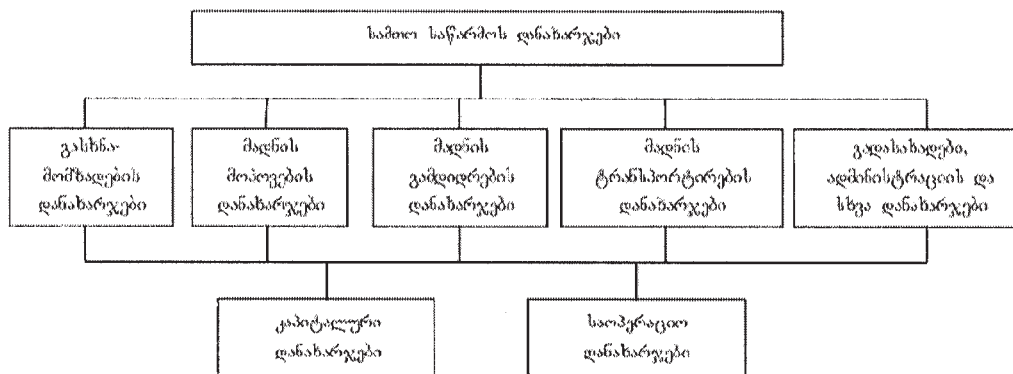
$$P = \left( \sum_{i=1}^N X_i Y_i \right) S - \left( \sum_{i=1}^N X_i Y_i \right) C_i \rightarrow \max, \quad (3)$$

სადაც  $P$  - სამთო საწარმოს მოგება;  $N$  - საწარმოო უბნების რაოდენობა;  $X_i$  - მადნის მოპოვება  $i$  უბანზე;  $Y$  - კონცენტრატის გამოსავალი;  $S$  - კონცენტრატის გასაყიდი ფასი;  $C_i$  - სრული დანახარჯები 1 ტონა კონცენტრატის მისაღებად.

საწმენდ ვვირბებში, აგრეთვე მადნის ტრანსპორტირების ძირითადი საოპერაციო დანახარჯების საანგარიშოდ გამოყენებულია დამოკიდებულება ეკონომიკურ მაჩვენებლებსა და ტექნოლოგიურ მახასიათებლებს შორის, რომელიც განსაზღვრულია მაღაროს სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე.

მოდელის საწყის სტადიაზე ფორმალიზდება საწყისი სამთო-ტექნიკური და ფინანსური მაჩვენებლები: მაღაროს ველის სამრეწველო მარაგი და სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა მადანში, კონცენტრატის გამოსავალი, საპროექტო მწარმოებლურობა, პროექტის რეალიზაციის ვადა, აგრეთვე პროდუქციის ფასი და ეკონომიკური გარემოს მახასიათებლები.

მოდელირების შემდგომ სტადიაზე სრულდება შემოსავლებისა და დანახარჯების ანალიზი პროგრამის რეალიზაციის წლებში.



ნახ. 3. სამთო საწარმოს დანახარჯები პროექტის რეალიზაციის პერიოდში

საინვესტიციო დანახარჯების ანალიზი შესრულებულია დისკონტირების მეთოდის გამოყენებით, ხოლო მათი ეკონომიკური ეფექტიანობა შეფასებულია სუფთა დაყვანილი ღირებულებით (NPV), მოგების შიდა ნორმით (IRR) და გამოსყიდვის ვადით.

პროექტის „სუფთა შემოსავალი“, ანუ „ფულადი სახსრების სუფთა ნაკადი“ (net cash flow, NCF) განისაზღვრება, როგორც სხვაობა შემოსავლებისა და გასავლების ფულადი სახსრების ნაკადებს შორის პროექტის გარკვეული დროის ინტერვალში

$$\text{სუფთა შემოსავალი} = \text{მოგება} + \text{საამორტიზაციო ანარიცხვები} - \text{დანახარჯები} - \text{ბადასახარჯები.}$$

საწარმოს საქმიანობის ყველა მაჩვენებელი კორექტირებულია მომავალში ჩასატარებელი ოპერაციების ფულადი რესურსების ფასეულობის შემცირების გათვალისწინებით. პრაქტიკულად ასეთი კორექტირება მდგომარეობს პროექტის ფინანსური მაჩვენებლების დაყვანაში დღევანდელი პირობებისადმი მისადაგებულ მახასიათებლებზე.

დაგეგმვის ყოველ ინტერვალზე სუფთა შემოსავლის მნიშვნელობები მრავლდება შესაბამის დისკონტირების კოეფიციენტზე P. მიღებული სიდიდეების ჯამი წარმოადგენს პროექტის სუფთა მიმდინარე (დაყვანილი) ღირებულების მნიშვნელობას (net present value, NPV)

$$NPV = NCF(0) + NCF(1) * P(1) + NCF(2) * P(2) + NCF(n) * P(n), \quad (4)$$

სადაც NCF(1), NCF(2), NCF(n) არის ფულადი სახსრების სუფთა ნაკადი შესაბამის დაგეგმვის ინტერვალში; P(1), P(2), P(n) - დისკონტირების კოეფიციენტის მნიშვნელობა პროექტის დაგეგმვის შესაბამისი ინტერვალისათვის.

NPV-ს განსაზღვრის შემდეგ მოდელირება საშუალებას იძლევა დადგინდეს მოგების შიდა ნორმა (internal rate of return, IRR), რომელიც არის დისკონტის ნორმის ისეთი მნიშვნელობა, როდესაც ფულადი სახსრების დისკონტირებული შემოსავლების ნაკადი და დისკონტირებული გასავლების ნაკადი ერთმანეთის ტოლია, ანუ როცა სუფთა დაყვანილი ღირებულება ნულის ტოლია. საინვესტიციო დანახარჯების ეფექტიანობის შეფასებისას IRR არის კრედიტის მაქსიმალური საპროცენტო განაკვეთი, ხოლო საკუთარი კაპიტალის გამოყენების ეფექტიანობის შეფასებისას – დივიდენდების მიღების მაქსიმალური დონე.

მოდელირების ბოლო სტადიაზე განისაზღვრება ინვესტიციების გამოსყიდვის ვადა, ანუ დროს პერიოდი, რომელიც აუცილებელია იმისათვის, რომ ინვესტიციებით მიღებული შემოსავლებით გადაიფაროს საინვესტიციო დანახარჯები.

NPV-ს დადებითი მნიშვნელობა ადასტურებს პროექტში ფულადი სახსრების ინვესტირების მიზანშეწონილობას, ხოლო უარყოფითი, პირიქით, მოწმობს მათი გამოყენების არაეფექტიანობას.

შემუშავებული კომპიუტერული პროგრამა საშუალებას

ბას იძლევა დიალოგურ რეჟიმში გაანალიზდეს მალაროს ახალი ველების ათვისების მრავალვარიანტული პროექტების კაპიტალური დანახარჯების ეკონომიკური ეფექტიანობა. ბუნებრივია, შეფასების შედეგად უნდა შეირჩეს ვარიანტი, რომელსაც შედარებით მაღალი NPV და IRR და გამოსყიდვის მცირე პერიოდი შეესაბამება.

## დასკვნები:

1. შემუშავებულია მანგანუმის მადნის მოპოვების ტექნოლოგიური სქემების ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი, რომელიც უზრუნველყოფს ოპერაციული დანახარჯების მინიმიზაციას. კომპიუტერული მოდელირების საფუძველზე შესაძლებელია განისაზღვროს მადნის მოპოვების საოპერაციო დანახარჯების დამოკიდებულება საწმენდი სანგრევის პარამეტრებზე ფენის დამუშავების სამთო-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით.

2. შემუშავებულია ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი მალაროს ახალი ველების დამუშავების კაპიტალური დანახარჯების ეკონომიკური ეფექტიანობის შესაფასებლად. მოდელი ითვალისწინებს ჭიათურის საბადოს პერსპექტიული დასამუშავებელი ველების დამუშავების სამთო-ტექნიკურ პირობებისა და საქართველოს საგადასახადო კანონმდებლობის თავისებურებს. ინვესტიციების ეფექტიანობის შესაფასებლად გამოყენებულია საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული მეთოდები და კრიტერიუმები.

## ლიტერატურა

1. Цулукидзе Г. А. Методы подземной разработки месторождений. Металлургиздат, Москва, 1948. 684 с.
2. Зурабишвили И.И. Технология подземной разработки рудных месторождений. Недра, Москва, 1976. 272 с.
3. Зурабишвили И.И., Микадзе Л.Б. Оптимизация вскрытия и подготовки пологих рудных месторождений. Недра, Москва, 1983. 184 с.
4. И. И. Зурабишвили, Э. Д. Матарадзе, Г. В. Гогниашвили. Развитие механизированной добычи марганцевых руд на чиатурских рудниках. Изд. ГрузНИИТИ, Тбилиси, 1985. 60 с.
5. Матарадзе Э. Д.. Анализ технологических схем добычи марганцевых руд. Сб. „Марганец“, №3(75). Изд. ГрузНИИТИ, Тбилиси, 1983. с.18-22.
6. ე. მატარაძე. სამთო საწარმოთა რეაბილიტაციისა და განვითარების საინვესტიციო პროგრამების ეფექტიანობის შეფასების მეთოდები. „სამთო ჟურნალი“, №2, თბილისი, 1998. გვ. 12-17.
7. N. Chikhradze, E. Mataradze, G. Tabatadze, N. Bochorishvili. Computer Modelling of Technological Process in Underground Mining of Manganese Ore”, 13th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining, SGEM2013. Conference Proceedings, 2013, Vol. 1. 349 - 356 pp.

МАТАРАДЗЕ Э. Д., АХВЛЕДИანი Т. О.,  
 БОЧОРИШВИლი Н. Р., ТАБАТАДЗЕ Г. П.  
 УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ  
 ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ  
 МАРГАНЦЕВОРУДНЫХ ПЛАСТОВ  
 С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКОНОМИКО-  
 МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

MATARADZE E., AKHVLEDIANI T.,  
 BOCHORISHVILI N., TABATADZE G.  
 IMPROVEMENT OF PROCESSING  
 DESIGN METHODS OF MANGANESE  
 ORE LAYERS BY USING THE ECONOMIC-  
 MATHEMATICAL MODELING

В статье проанализированы новые тенденции в сфере производства марганцевых руд, оказывающие влияние на производственную деятельность Чиатурского горно-обогатительного комбината и усложняющие конкурентоспособность продукции. Одним из основных условий решения этих проблем является усовершенствование проектирования горных работ с применением современных методов компьютерного моделирования. Рассмотрены задачи разработки экономико-математических моделей технологических схем добычи марганцевых руд и оценки экономической эффективности освоения новых выемочных полей.

There are analyzed new trends developed in recent years in the area of production of manganese ore that has a significant impact on Chiatura Mining - Enrichment enterprise production activities and complicate the provision of product competitiveness. One of major solutions to these problem is to improve mountain activities projecting and technological processes for planning the extraction of ore mining by using modern computer simulation methods. The article deals with technological schemes for the extraction of manganese ore and tasks of developing economic-mathematical models for estimating cost-effectiveness of investment for exploitation of new fields of mine.

უპკ 622.762

დოქტორანტი ნ. ჯიქია; ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი რ. სტურუა;  
 აკად. დოქტორი დ. ტალახაძე; აკად. დოქტორი ა. აბუღაბაძე;  
 აკად. დოქტორი ზ. არაბიძე; აკად. დოქტორი ბ. გელაშვილი  
 მადნეულის სპილენძის მადნის დასაწყოებად კუბების  
 კონსტრუქციური კონსტრუქციის ტექნოლოგიები; კოლექტიური კონსტრუქციის მუშაობის და ტუტე არეში ალბიონის მეთოდით გადამუშავების შესაძლებლობები

ნაშრომში განხილულია მადნეულის სპილენძის მადნის დასაწყოებად კუბების გადამუშავების შედეგად მიღებული კოლექტიური, სპილენძის შემცველ პირიტული კონსტრუქციის გადამუშავების ტექნოლოგიები; კოლექტიური კონსტრუქციის მუშაობის და ტუტე არეში ალბიონის მეთოდით გადამუშავების შესაძლებლობები.

აღნიშნული ტექნოლოგიის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია კოლექტიური კონსტრუქციის ალბიონის მეთოდით ტუტე არეში გადამუშავების უპირატესობა; კოლექტიური კონსტრუქციის ტუტე არეში გადამუშავებისათვის შემუშავებულია კოლექტიური კონსტრუქციის სელექცია. პირიტული სულფიდური კონსტრუქციის ალბიონის მეთოდით დადგენილი პარამეტრებით ტუტე არეში გადამუშავების შედეგად მიღებული რკინის წვრილმარცვლოვანი მინერალი ჰეტიტი, რომელშიც ჩაწინწკლულ ოქროს ამოკრეფა გათვალისწინებულია ციანირებით.

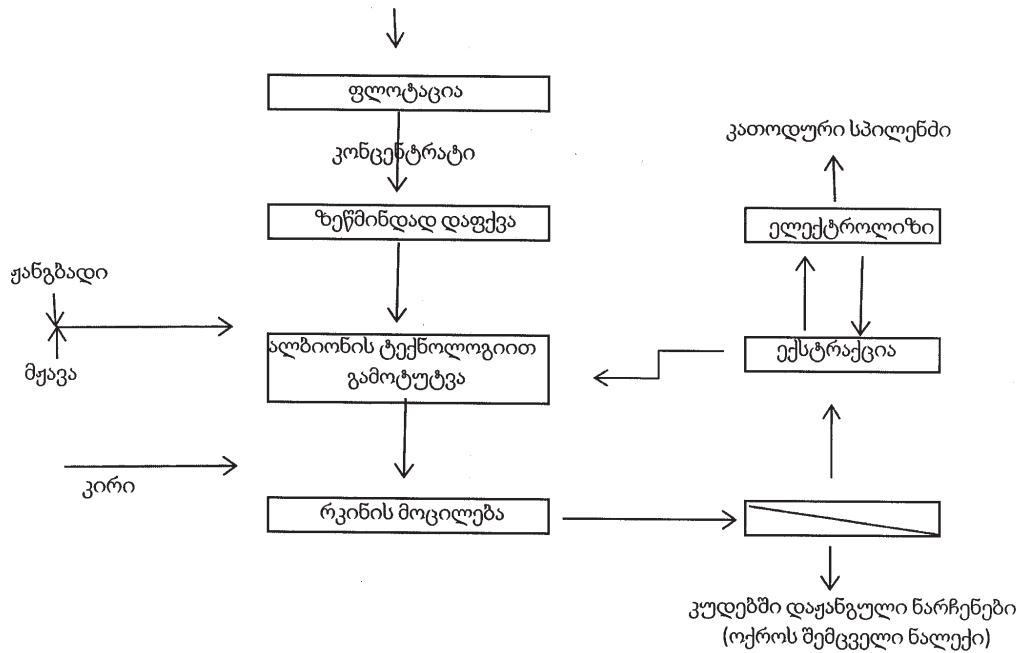
მადნეულის საბადოს დასაწყოებად სპილენძის კუბების გადამუშავების შედეგად მიიღება კოლექტიური კონსტრუქცია გამოსავლით 14,05%, სპილენძის შემცველობით 1,36%, გოგირდის შემცველობით 44,36%, ოქროს შემცველობით 3,63%. კოლექტიურ კონსტრუქციაში სპილენძის, გოგირდისა და ოქროს ამოკრეფა შესაბამისად შეადგენს 83,22%; 93,3% და 84,31%[1].

აღნიშნული კოლექტიური კონსტრუქციიდან სასარგებლო კომპონენტების ამოკრეფისათვის გათვალისწინებულია ალბიონის პროცესი, რომელმაც უკანასკნელ პერიოდში სულფიდური მადნის ჰიდრომეტალურგიულ გადა-

მუშავების ტექნოლოგიაში დიდი გავრცელება ჰპოვა.

ალბიონის პროცესის ძირითადი ოპერაციაა მადნის ზეწმინდად დაფქვა, რომელიც განაპირობებს მადნის ნაწილაკების კრისტალურ მესერში დეფორმაციის მაღალ ხარისხს, შედეგად მარცვლების კრისტალური მესერის დეფექტები რამდენიმეჯერ იზრდება. მინერალის კრისტალური მესერის დეფექტების რაოდენობის ზრდა „გააქტიურებს“ მინერალს და ხელს უწყობს მის გამოტუტვას. მინერალის ზედაპირის ფართობის მკვეთრი გაზრდა ასევე განაპირობებს მინერალის გამოტუტვის სიღრმის გაზრდას. მინერალის ზეწმინდად დაფქვა ასევე მინიმუმამდე ამცირებს მინერალის ზედაპირის გოგირდით პასივაციას. ჩვეულებრივ მინერალის ზედაპირზე წარმოქმნილი ნალექი ნელა ახდენს მინერალის პასივაციას, ხელს უშლის რეაგენტის მინერალის სიღრმეში შეღწევას. პასივაცია მთავრდება, როდესაც მინერალის ზედაპირზე წარმოქმნილი აფსკის სისქე მიაღწევს 2-3 მიკრონს. მინერალის ზეწმინდად 8-12 მიკრონამდე დაფქვა თავიდან იცილებს პასივაციას, რადგანაც გამოსატუტე მინერალი მანამ მთლიანად იშლება ვიდრე მის ზედაპირზე წარმოქმნილი ნალექი მიაღწევს პასივაციისათვის საჭირო სისქეს.

მინერალის დაჟანგვითი გამოტუტვის სტადია ხორციელდება სააგიტაციო როფებში ჩვეულებრივი ატმოსფერული წნევის პირობებში. მინერალის დაჟანგვას ხელის შეწყობისათვის პულპაში მიეწოდება ჟანგბადი. გამოტუტვა ხორციელდება ავტოთერმულად ისეთნაირად, რომ პულპის ტემპერატურა გამოიყოფა გამოტუტვის პროცესში რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სითბოს



ნახ. 1. ალბიონის პროცესის ტექნოლოგიური სქემა

საშუალებით. რეაქციის როფში პულპის ტემპერატურა რეგულირდება მიწოდებული ჟანგბადის რაოდენობისა და პულპის სიმკვრივის ცვალებადობით.

ალბიონის ტექნოლოგიით პროდუქტიდან სპილენძის ამოკრეფის პრინციპიალური სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.

სპილენძის მადნიდან ფლოტაციით მიღებული უხეში კონცენტრატი დაიფქვება ზეწმინდად 8-12 მიკრონამდე და გამოიტუტება. რეაქტიული პულპის სიმკვრივე და მიწოდებული ჟანგბადის რაოდენობა იცვლება ისეთნაირად, რომ გამოტუტვის შედეგად მიღებულ ხსნარში სპილენძის შემცველობა აღწევს 20-40 გრ/ლ.

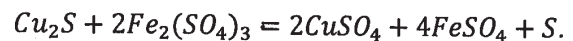
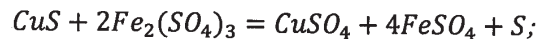
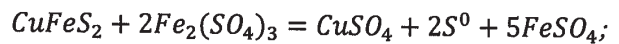
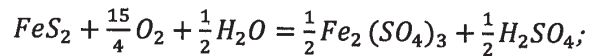
მიღებული ხსნარი კირის საშუალებით განეიტრალდება ხსნარიდან რკინის იონების გამოლექვის მიზნით. შემდეგ განეიტრალებული ხსნარი გაიფილტრება რკინის ნალექების მოშორების მიზნით, მიიღება ნალექი, რომელშიცაა გადადის სპილენძის კონცენტრატში არსებული ძვირფასი ლითონები და გაფილტრული ხსნარი განიცდის ექსტრაქციას სხვადასხვა სახის (Lix-63) ექსტრაგენტების გამოყენებით. სპილენძის იონებით გამდიდრებული ხსნარი მიეწოდება ელექტროლიზის განყოფილებას კათოდური სპილენძის მისაღებად.

ალბიონის ტექნოლოგია არამგრძობიარეა სპილენძის კონცენტრატის ხარისხის მიმართ და ამ მეთოდით შეიძლება გადამუშავდეს სპილენძის დაბალხარისხოვანი და სხვადასხვა მინარეკებით დაბინძურებული კონცენტრატები, რომელთა ტრადიციული ტექნოლოგიით პირდაპირი დნობა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამავე დროს აღნიშნული მეთოდით დაბალხარისხოვანი სპილენძის კონცენტრატის გადამუშავების შესაძლებლობა საშუალებას გვაძლევს ფლოტაციით მადნიდან მივიღოთ სპილენძის არაკონდიციური კონცენტრატი სპილენძის მაღალი ამოკრეფით. ამ მეთოდით კონცენტრატიდან სპილენძის ამოკრეფა აღწევს 97-99 %-ს.

ალბიონის პროცესიდან გამოიყოფა ალბიონი მჟავე

არეში და ალბიონი ტუტე არეში.

ალბიონი მჟავე არეში - დამყარებულია სულფიდების მჟავე არეში დაშლაზე (pH=1.5-2.5). სულფიდების დაშლა მიდის შემდეგი რეაქციით:



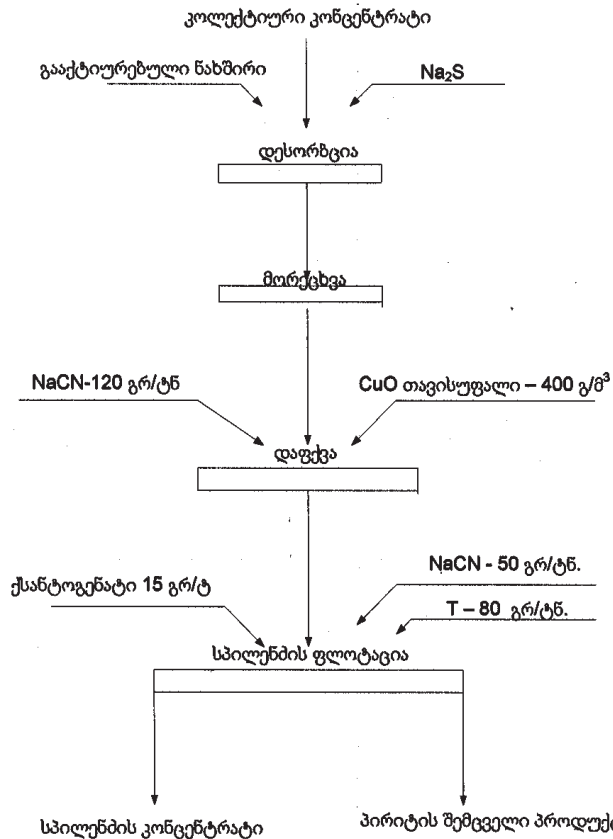
ამრიგად, პროცესის შედეგად მიიღება ხსნარი, რომელშიცაა გვაქვს  $CuSO_4$ ,  $FeSO_4$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$  და ნალექი, სადაც კონცენტრირდება ოქრო. ნალექიდან ოქროს ამოკრეფა შესაძლებელია ციანიდების მეთოდით.

მჟავე არეში ალბიონის პროცესის (სპილენძისა და ოქროს ამოკრეფის შემთხვევაში) უარყოფითი მხარეა სპილენძისა და რკინის სულფიდებში წმინდად, ემულსიურად ჩაწინწკლული ოქროს მექანიკური კარგვა პროცესის შედეგად მიღებულ ხსნარში 20-25 %-ის რაოდენობით, რომლის მხოლოდ მცირე ნაწილი ამოიკრეფება ცემენტაციის პროცესში.

ამავე დროს მჟავე არეში წარმოიქმნება სულფატიონების დიდი რაოდენობა და თავისუფალი გოგირდი. ეს სულფატშემცველი ფაზები განაპირობებენ ციანიდის მკვეთრ ხარჯს. გარდა ამისა, ადგილი აქვს ოქროს ქიმიურ სობციას და ასეთი ნარჩენები, როგორც წესი, ძნელად ილექება.

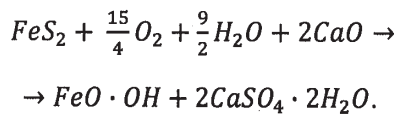
ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ტუტე არეში ალბიონის პროცესი, რომლის დროსაც არ გამოიყოფა სითხე და ოქრო რჩება რკინის სულფიდის დაშლის შედეგად მიღებულ ჰეტიტის წვრილმარცვლოვან ფრაქციაში  $FeO-OH$ .





ნახ. 2. კოლექტიური კონცენტრატის სელექციის პრინციპიალური სქემა

რეაქციას შემდეგი სახე აქვს:



ვინაიდან ალბიონის პროცესის ტუტე არეში გამოყენებისას ამოიკრიფება მხოლოდ ერთი სასარგებლო კომპონენტი, ჩვენს შემთხვევაში ოქრო, კოლექტიური კონცენტრატის ამ მეთოდის გადაშუშავებისას აუცილებელია სელექციით გამოყოფილი იქნეს სპილენძის შემცველი პროდუქტი.

ცდები კოლექტური კონცენტრატიდან სპილენძის სელექციისათვის ჩატარდა, როგორც ციანიდების გარეშე, ასევე ციანიდების გამოყენებით. კოლექტიური კონცენტრატის სელექციის სირთულე განპირობებულია გააქტივებული პირიტის არსებობით. ციანიდების გარეშე ტექნოლოგიის გამოყენებისას მართალია კოლექტური

კონცენტრატიდან გამოყოფილ იქნა სპილენძის შემცველი პროდუქტი, მაგრამ ამოკრეფა პროცესიდან არ აღემატება 55-60 %-ს.

შემდგომი ცდები გაგრძელდა NaCN-ის გამოყენებით. საბოლოოდ მიღებულ იქნა შემდეგი ტექნოლოგია:

- კოლექტური კონცენტრაციის დესორბცია (ქსანტოგენატის მოშორების მიზნით). კონცენტრატი მუშავდება ნატრიუმის სულფიდის ხსნარში (ხარჯი 3700-3800 გრ/ტ) გააქტიურებულ ნახშირთან ერთად (ხარჯი 200-220 გრ/ტნ) დესორბციის ხანგრძლივობა 12 წთ;
  - კოლექტური კონცენტრატის ინტენსიური მორეცხვა;
  - კოლექტური კონცენტრატის დაფქვა 87-90 % კლასი 0,074 მმ;
  - ფლოტაცია რეაგენტების დამატებით. ფლოტაცია ტარდება ტუტე არეში (pH=11.5-11.7).
- ფლოტაციის შემუშავებული პრინციპიალური სქემა მოცემულია ნახაზზე 2.
- ფლოტაციის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1

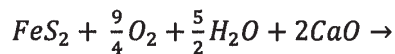
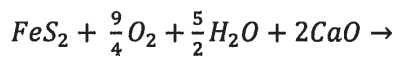
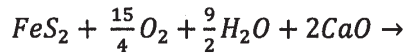
ცხრილი 1

კოლექტიური კონცენტრატის სელექციის შედეგები

პროდუქტის დასახელება	%, %	შემცველობა %, გრ/ტ			ამოკრეფა, %		
		Cu	Au	S	Cu	Au	S
სპილენძის კონცენტრატი	1.39	12.09	18.12	14.72	73.06	39.98	3.06
პირიტის შემცველი პროდუქტი	12.66	0.18	2.20	47.61	10.16	44.33	90.24
კოლექტიური კონცენტრატი	14.09	1.3	3.78	44.30	83.22	84.31	93.3
საწყისი კულები	100	0.23	0.63	6.68	100	100	100

ამრიგად, კოლექტიური კონცენტრატის, შემუშავებული ტექნოლოგიით სელექციით მიღებულია სპილენძის შემცველი პროდუქტი, გამოსავლით 1,39, სპილენძისა და ოქროს შემცველობით შესაბამისად 12.09; 18.12 გრ/ტ სპილენძის ამოკრეფით - 73.06 %, ოქროს ამოკრეფით 39.98 %. მიღებული კუდების პირიტული პროდუქტი ოქროს შემცველობით - 2.2 გრ/ტ.

პირიტული პროდუქტი მიეწოდება ალბიონის პროცესს. ალბიონის პროცესი მიმდინარეობს ტუტე არეში შემდეგი რეაქციით:



ტუტე არეში უპირატესია პირველი რეაქცია.

ტუტე არეში ალბიონის პროცესი ხორციელდება, როდესაც  $ph > 4$  და ტემპერატურა მეტია  $70^{\circ}C$ -ზე. ისეთნაირად, რომ რკინის უპირატეს ნალექად წარმოიქმნება ჰეტიტი, რომელიც ციანიდური გამოტუტვისას რკინის ნალექის ყველაზე სასურველი ფორმაა. ჰეტიტი სწრაფად ილექება და აქვს ტენდენცია წარმოქმნას გამოტუტვისათვის საჭირო ზომის კრისტალური აგრეგატები. როდესაც ოქროს დაჟანგვითი გამოტუტვის პროცესი, ხორციელდება ალბიონის პროცესისათვის საჭირო ტემპერატურის უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, რკინა ილექება სულფატის დიდი რაოდენობით შემცველ ნარჩენად (იაროზიტი ან რკინის ჰიდროქსიდ-სულფატი) და ელემენტარულ გოგირდად. ეს სულფატშემცველი ფაზები ოქროს ციანირებისას განაპირობებენ ციანიდის დიდ ხარჯს. ამავე დროს

**JKIA N., STURUA R., TALAKHADZE D., ARABIDZE Z.,  
ABSHILAVA A., GELOVANI G.  
ISSUES OF SELECTION OF CONCENTRATE  
OF FLOTATION IN COPPER CLUSTER IN ORE  
FIELD**

The work deals with the issues of processing of collective concentrate produced from copper cluster in ore field. There is established processing of the indicated concentrate by Albion method and the advantage of using such method in alkaline field is approved.

Based on conducted studies there is elaborated the scheme of selection of collective concentrate. There is established processing of sulphide concentrate parameters by Albion method in alkaline field. As a result, we received small-grained mineral – Getit, from which gold extraction is made by cyanidation.

ადგილი ოქროზე გოგირდის ადსორბციისას ასეთი ნარჩენები შედარებით ძნელად ილექება.

ხსნარში კირის ხსნარის დამატებით სულფატის კონცენტრაცია შენარჩუნებულია 3000 ppm დონეზე. სულფატის ასეთი დაბალი კონცენტრაცია განაპირობებს გამოტუტვას. ნალექში რკინის სულფატის რაოდენობა შეადგენს ნალექის საერთო რაოდენობის 1 %-ს. ხსნარის  $ph$ -ის 4-ზე მეტი მნიშვნელობა უზრუნველყოფს ხსნარში სამვალნტიანი რკინის იონების კონცენტრაციას არაუმეტეს 0,1 გრ/ლ. რკინის იონების ასეთი დაბალი ფონი განაპირობებს რკინის ჰეტიტის ფორმით დალექვას. წარმოქმნილი ჰეტიტი შეიძლება პირდაპირ მივაწოდოთ ციანიდებით გამოტუტვის პროცესს.

ალბიონის ტექნოლოგიით გამოტუტვის პროცესი ჩვეულებრივ ხორციელდება პულპის მყარის მიხედვით სიკვრივისას 25-35 %. პროცესის დასრულებისას ციანირების სტადიის წინ ნებისმიერი სულფატური ფაზის სრულად გამოყოფისათვის პულპის  $ph$ -ის მნიშვნელობა აიწვევა 8-10-მდე. შესაბამისად, საბოლოო პულპა შეიძლება პირდაპირ მივაწოდოთ ციანირების სტადიას მყარი და თხევადი ფაზების წინასწარი დაყოფის გარეშე.

ამრიგად, სპილენძის დასაწყოებელი კუდებიდან მიღებული კოლექტიური კონცენტრატის სელექციის შედეგად მიიღება სპილენძის კონცენტრატი გამოსავლით 1.39 %, სპილენძის შემცველობით 12.9 %, ოქროს შემცველობით 18,12 გრ/ტ, პირიტული პროდუქტი გამოსავლით 12,66 %, გოგირდის შემცველობით 47,61 %, ოქროს შემცველობით 2,20 გრ/ტ. განიცდის ალბიონის (ტუტე არეში) დესულფილიზაციას შემდგომი ნალექიდან ოქროს ციანირებით.

### ლიტერატურა

1. ნ. ჯიქია, ც. დალაქიშვილი, რ. სტურუა, დ. ტალახაძე, გ. გელოვანი, ვ. შერეზაძიშვილი. მადნეულის სპილენძის ფლოტაციური ფაბრიკის დასაწყოებელი კუდების გადამუშავების ოპტიმალური ტექნოლოგიის შერჩევის საკითხები. „სამთო ჟურნალი“ 2(32), თბილისი, 2013. გვ.34-38.

**ДЖИКИА Н.Ш., СТУРУА Р.И., ТАЛАХАДЗЕ Д.Г.,  
АРАБИДЗЕ З.Д., АБШИЛАВА А. В., ГЕЛОВАНИ Г. А.  
ВОПРОСЫ СЕЛЕКЦИИ КОЛЛЕКТИВНОГО  
КОНЦЕНТРАТА СКЛАДИРОВАННЫХ МЕДНЫХ  
ХВОСТОВ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

В работе рассмотрены вопросы переработки коллективного концентрата, полученного из складированных медных хвостов Маднеульского месторождения. Установлена возможность переработки указанного концентрата методом Албиона и доказано преимущество применения данного метода в щелочной среде.

На основе проведенных исследований разработана схема селекции коллективного концентрата. Установлены параметры переработки принятого сульфидного концентрата методом Албиона в щелочной среде. В результате получен тонкозернистый минерал – Гетит, из которого вкрапленное в нем золото извлекается цианированием.

აკად. დოქტორი მ. გამცემლიძე, აკად. დოქტორი რ. ენაგელი,  
მ. თუთხარიძე

**გამდიდრების პროცესებში შებენიერი სილიციის უწყვეტად  
საზომი მოწყობილობები მართვის ხერხებით**

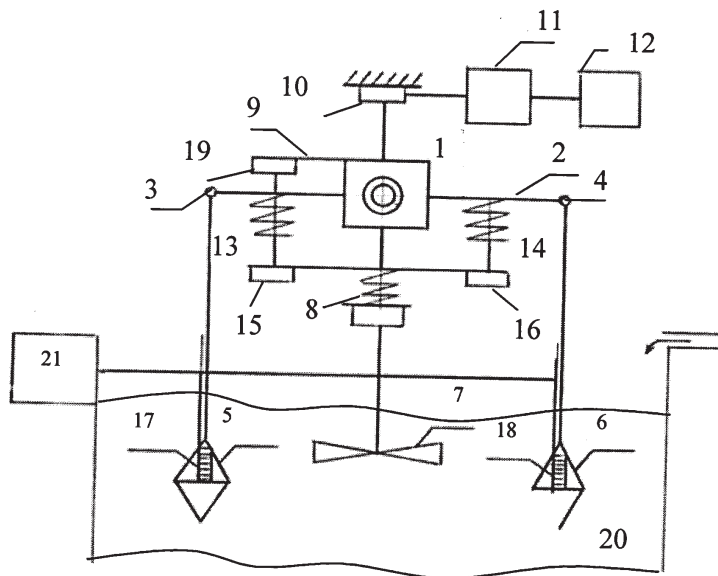
ნაშრომში განხილულია შემაშფოთებელი, განსაკუთრებით გამდიდრების პროცესების რეჟიმული პარამეტრების საზომი ორიგინალური მოწყობილობების მუშაობის პრინციპები, რომელთა სიახლე და სარგებლობა მდგომარეობს იმაში, რომ მათ შეუძლიათ ერთდროულად ორი შემაშფოთებელი სილიციის უწყვეტად გაზომვა. კერძოდ: პულპის სიმკვრივის და სიბლანტის; პულპაში მაგნიტური თვისების მქონე მინერალებისა და თიხოვანი მასალის კონსისტენციის. ამავე დროს, რეჟიმული პარამეტრების გაზომვით შესაძლებელია განსაზღვრული იქნეს გასამდიდრებელი მასალის ფიზიკური თვისებები. განხილულია აგრეთვე, აღნიშნული შემაშფოთებელი პარამეტრების სილიციების ცვალებადობიდან გამომდინარე, ფლოტაციის, დალექვის და მძიმე გარემოიან ჰიდროციკლონში დაყოფის პროცესებისათვის მმართველი პარამეტრების რეგულირება მართვის ახალი ხერხების გათვალისწინებით, კონდიციური კონცენტრატის მაქსიმალური გამოსავლიანობის უზრუნველყოფით.

მამდიდრებელ ფაბრიკებზე ტექნოლოგიური პროცესების მათემატიკური აღწერისას მართვის ოპტიმალური კანონის დასადგენად, შერჩეული ეფექტური კრიტერიუმის გათვალისწინებით, შეშფოთებიდან მმართველი პარამ-

ეტრის ოპტიმალური დამოკიდებულების მისაღებად, იყენებენ პოლინომურ მოდელს.

სტატიაში მოცემულია მოდელში შემავალი შემაშფოთებელი სილიციების (რომელთა შემთხვევით ცვალებადობას დიდი გავლენა აქვს გამდიდრების მაჩვენებლებზე) უწყვეტად საზომი მოწყობილობების მუშაობის პრინციპები, აგრეთვე, მარგი წიაღისეულის გამდიდრების თითოეული ტექნოლოგიური პროცესისათვის მართვის ახალი ხერხები.

შემაშფოთებელი სილიციების: პულპის სიმკვრივის, სიბლანტის, მასში თიხოვანი და უწყვილესად დაქუცმაცებული მასალისა, აგრეთვე, მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების რაოდენობების (წონების) საზომად დამუშავებული იქნა ორიგინალური საზომი მოწყობილობა. ორიგინალურობა მდგომარეობს იმაში, რომ გაზომვის ცდომილების შემცირებასთან ერთად შესაძლებელია განხორციელდეს რამდენიმე სილიციის უწყვეტად გაზომვა. კერძოდ, გაიზომოს პულპის სიმკვრივე და სიბლანტი, პულპის სიმკვრივე და მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების რაოდენობა, პულპის სიმკვრივე და თიხოვანი და უწყვილესად დაქუცმაცებული მასალის რაოდენობა. მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი მოცემულია ნახაზზე 1.



ნახ. 1. პულპის სიმკვრივის და თიხოვანი და უწყვილესად დაქუცმაცებული მასალის რაოდენობის საზომი მოწყობილობა: 1 – საყრდენი სახსარი; 2 – ბერკეტი; 3 და 4 – სახსარი ტივტივებისათვის; 5 და 6 – ტივტივები; 7 – პროპელერი; 8 – ზამბარა, რომელსაც ეყრდნობა მოწყობილობა; 9 – მზარი, რომელიც აღრიცხავს ბერკეტის შემობრუნების კუთხეს; 10 – სისტემის გადაადგილების გულარი; 11 – მართვის ბლოკი; 12 – ჩამრთველი; 13 და 14 – ზამბარები; 15 და 16 – ქანჩები; 17 და 18 – ელექტრო მაგნიტური კოჭები; 19 – მზარის გადაადგილების გულარი; 20 – საკონტროლო გარემო (პულპა); 21 – ელექტრული ქსელიდან გამომრთველი

საყრდენ სახსარზე დამატებულია ბერკეტი, რომლის ერთ მხარეს სიმკვრივის გასაზომად სახსარზე 3 დაკიდებულია საკონტროლო გარემოში ჩაყვინთული ტივტივა 5, რომელშიც ჩადგმულია კოჭა, რომელშიც გადის დენი. ბერკეტის მეორე მხარეს სახსარზე 4 დაკიდებულია განსხვავებული მოცულობის ტივტივა 6, ასევე შიგ ჩადგმული კოჭათი. მთლიანი მოწყობილობა სახსრულად ეყრდნობა ზამბარას 8. საყრდენი სახსარი დაკავშირებულია ერთის მხრივ სისტემის გადაადგილების გულართან, მეორეს მხრივ კი, მხარის საშუალებით შეერთებულია მხარის გადაადგილების გულართან. ნახაზზე ნაჩვენებია ორი ზამბარა, რომლებიც ქანების საშუალებით არეგულირებენ ტივტივების წონასწორობას გარემოს სიმკვრივის სხვადასხვა დიაპაზონში [1, 2].

წარმოდგენილი მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: თუ შეიცვალა პულპის სიმკვრივე, ანუ საკონტროლო გარემო, შეიცვლება ტივტივების ერთმანეთის მიმართ განლაგება, მათი სხვადასხვა მოცულობიდან გამომდინარე. გარემოში არსებული მასალის ტივტივაზე მიკვრა ვერ შეცვლის მათ მოცემულ განლაგებას, ე. ი. ტივტივების წონის ცვლილებას. ეს აიხსნება იმ მოსაზრებიდან, რომ ტივტივები შერჩეულია ერთნაირი სრული ზედაპირის ფართობით, ამიტომ მათზე მიკრული მასალის რაოდენობა დროში დიდი ალბათობით იქნება ტოლი. აქედან გამომდინარე, შენარჩუნდება სიმკვრივის უწყვეტად გაზომვის სიზუსტე. განვიხილოთ მოცემული მოწყობილობით შემთხვევითი პარამეტრების უწყვეტად გაზომვის სხვადასხვა ვარიანტი.

ვარიანტი – გარემოს სიმკვრივესთან ერთად გასამდიდრებელ მასალაში მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების კონსისტენციის გაზომვა ხორციელდება შემდეგნაირად: ტივტივების გარშემო, მათში ჩადგმული დენიანი კოჭებით შეიქმნება ტოლი მაგნიტური ველი, რაც განაპირობებს მასალაში მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების მიკვრას. ტივტივების წონის ცვლილება, მიკრული მასალის სხვადასხვა რაოდენობიდან გამომდინარე, კუმშავს ზამბარას 8, რასაც დააფიქსირებს მხარი გადაადგილების გულართან ერთად. მართვის ბლოკი, მიიღებს რა სიგნალს, გამომრთველით გამორთავს დენს კოჭებიდან, ხოლო ჩამრთველით – ჩართავს პროპელერს. ეს უკანასკნელი ტივტივებიდან ჩამორეცხავს მასზე მიკრულ მასალას, რის შემდეგაც პროცესი განახლდება თავიდან.

ექსპერიმენტების საფუძველზე განსაზღვრულ დროში პროპელერის ჩართვის სიხშირით ირიბულად განისაზღვრება საკონტროლო გარემოში მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების რაოდენობა (წონა).

მეორე ვარიანტი – ანალოგიურად, პირველი ვარიანტის თანმიმდევრობით. დენიანი კოჭას გარეშე საკონტროლო გარემოში ვზომავთ გადაიტვიწროვებულ მასალის (ლამის) რაოდენობას.

მესამე ვარიანტი – საკონტროლო გარემოს სიბლანტის გაზომვა. სიბლანტის გაზომვას ვაწარმოებთ იმავე მეთოდით, რაც გამოყენებული იყო მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების რაოდენობის გასაზომად, განსხვავებით,

მოცემულ შემთხვევაში დენიანი კოჭების გარეშე. ტივტივების ჩაყვინთვის სიხშირე (პროპელერის ჩართვის სიხშირე) ირიბულად შეაფასებს საკონტროლო გარემოში მოცემული სუსპენზიის სიბლანტეს.

აღნიშნული საზომი მოწყობილობით შესაძლებელია, აგრეთვე შეფასებული იქნეს პროცესებიდან მიღებული შემაშფოთებელი რეჟიმული სიდიდეები, კერძოდ, სალექ მანქანაში საგების და განსაშრეველები მადნის გაფხვიერებადობის სიდიდე, ხოლო მძიმე გარემოშიან ჰიდროციკლონებში გამდიდრების წინ – პულპის მოსამზადებელ ავზში მადნის გამდიდრებადობის უნარი. გაფხვიერებადობის შესაფასებლად ჰიდროსტატიკურ მილში, რომელიც განთავსებულია სალექი მანქანის ცხაურაზე, მოთავსებულია მოწყობილობის ერთ-ერთი ტივტივა, რომლის კუთრი წონა მცირედ განსხვავდება წყლის კუთრი წონისაგან.

ამ ტივტივის რხევის სიდიდე დამოკიდებულია მანქანაში წყლის აღმავალი ნაკადით შექმნილი ძალის სიდიდეზე, რომელიც არათანაბრად არის გადანაწილებული ცხაურასა და ჰიდროსტატიკური მილის გარშემო საგებისა და განსაშრეველები მასალის წინააღმდეგობაზე (მუდმივი მწარმოებლურობის დროს – საწყის მასალაში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა და გრანულომეტრიული შედგენილობა). თუ გაიზრდება საგების წინააღმდეგობა, ეს ნიშნავს, რომ მოიმატებს განსაშრეველებ მასალაში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა. მაშინ ჩაყვინთული ელემენტი იმოძრაავს რხევის დიდი ამპლიტუდით, რომელსაც აფიქსირებს დიფტრანსფორმატორი, და პირიქით, თუ დაიკლებს საგების წინააღმდეგობა, ჩაყვინთული ელემენტი იმოძრაავს რხევის ნაკლები ამპლიტუდით [3].

მძიმე გარემოშიან ჰიდროციკლონში გამდიდრების წინ პულპის შემკრებ მოწყობილობაში განსაზღვრული მანძილით დაშორებულ ზედა და ქვედა შრეებში ვზომავთ პულპის შესაბამის სიმკვრივეებს. აღებული მონაცემების საფუძველზე ვანგარიშობთ შესაბამისი სიმკვრივეების დისპერსიის მაჩვენებელს, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს მადნის გამდიდრებადობის უნარის შემფასებლად.

ფლოტაციის პროცესში შემაშფოთებელი რეჟიმული სიდიდის, კერძოდ, ქაფის მინერალიზაციის რაოდენობის შესაფასებლად დამუშავებული იქნა ორიგინალური საზომი მოწყობილობა, რომელიც ხასიათდება კონსტრუქციული სიმარტივით. მისი მოქმედების პრინციპი შემდეგია: მოწყობილობის ძირითადი ელემენტებია ელექტროდები, რომლებიც მოთავსებული არიან ქაფში (საკონტროლო გარემოში). აღნიშნული მოწყობილობით შესაძლებელია ქაფის სისქის სტაბილიზაცია, რომელიც ხორციელდება შემდეგნაირად: თუ ქაფის ღონე მოიმატებს ერთ-ერთ ელექტროდამდე, იმოქმედებს რელეური აღმასრულებელი ელემენტი, ჩართავს მექანიზმს ქაფის სისქის შესამცირებლად. მექანიზმი გამოირთვება მხოლოდ მაშინ, როგორც კი ქაფი ჩასცდება ელექტროდს, და პირიქით.

ელექტროდებით გაზომილი ქაფის სისქე არ არის დამოკიდებული ქაფის მდგომარეობაზე და არ სჭირდება

მოთვალთვალე ამპრავის გამოყენება, რაც უზრუნველყოფს ქაფის წინააღმდეგობის მოწყობილობის კონსტრუქციის სიმარტივეს. ქაფში სასარგებლო მინერალების რაოდენობა შეფასდება ელექტროდებს შორის გამავალი დენის ძალით [4].

მარგი წიაღისეულის გამდიდრების ტექნოლოგიურ პროცესებში ზემოთ აღნიშნული მოწყობილობებით გაზომილი, შემამოფოთებელი და მმართველი სიდიდეების დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, დამუშავებული იქნა მართვის ახალი ხერხები.

საღეჭი მანქანის მართვის ხერხი ითვალისწინებს შემამოფოთებელი რეჟიმული სიდიდის ჰიდროსტატიკურ მილში წყლის პულსაციის ამპლიტუდის გაზომვას (მილში ჩაყვინთული ტივტივის გადაადგილება).

ამპლიტუდის სიდიდის ცვლილება დამოკიდებულია მილის გარშემო გასამდიდრებელი მასალის სხვადასხვა წინააღმდეგობაზე, გამოწვეული მათში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის ცვლილებით. მასთან ერთად იზომება წყლის პულსაციის შესაქმნელად ჰაერის ხარჯის და მანქანაზე მიწოდებული გასამდიდრებელი მადნის მწარმოებლურობა. (1) და (2) განტოლებებით განისაზღვრება სიდიდეების სხვაობა, პროპორციული წყლის ამპლიტუდისა და მწარმოებლურობის, ასევე სიდიდეების ფარდობა მადანი – ჰაერი და ინარჩუნებენ მათ მუდმივად. სტატიკაში ეს ორი სისტემა რეალიზდება შემდეგი განტოლებებით:

$$Q - K = C_1; \quad (1)$$

$$\frac{Q}{B} = C_2, \quad (2)$$

სადაც  $Q$  – მადნის ხარჯი, ტ/სთ;  $B$  – ჰაერის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/სთ;  $A$  – წყლის პულსაციის ამპლიტუდა ჰიდროსტატიკურ მილში, მმ;  $C_1, C_2, K$  – კონდიციური კონცენტრატის გამოსავლის მაქსიმიზაციიდან გამომდინარე ექსპერიმენტულად განსაზღვრული მუდმივი კოეფიციენტები [5].

მადნის გამდიდრების ფლოტაციური პროცესის მართვა ითვალისწინებს პულპის სიმკვრივის, მასში თიხოვანი მასალის რაოდენობის (წონის) და, მასთან ერთად, რეჟიმული შემამოფოთებელი სიდიდის, კერძოდ, მინერალიზებული ქაფის წონის გაზომვას. მოცემული სიდიდეების შესაბამისი ელექტრული სიგნალების ფარდობა გამოითვ-

$$\text{ლება შეფარდებით } \frac{\rho + R}{m},$$

სადაც  $\rho$  – პულპის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>;  $R$  – მინერალიზებული ქაფის წინაღობა;  $m$  – თიხოვანი მასალის წონა, ნ.

მრიცხველის ჯამის მნიშვნელობის შედარება პროცესის ნორმალური რეჟიმიდან აღებული იმავე ჯამის მნიშვნელობასთან გვიჩვენებს იმას, თუ ფარდობის ცვლილება რომელი სიდიდეებითაა გამოწვეული, კერძოდ, პულ-

პის სიმკვრივით და მინერალიზებული ქაფის რაოდენობით, თუ თიხოვანი მასალის წონით. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ გასამდიდრებელ მასალაში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის ცვლილებიდან გამომდინარე პროპორციულად იცვლება ზემოთ აღნიშნული ფარდობის მრიცხველში შემავალი პარამეტრების ალგებრული ჯამის სიდიდე, ხოლო მასალაში თიხოვანი ქანის რაოდენობის (წონის) ცვლილებიდან გამომდინარე პროპორციულად შეიცვლება მნიშვნელში შემავალი პარამეტრის სიდიდე. ამის შესაბამისად, მრიცხველის ცვლილებისას განხორციელდება შემკრები რეაგენტის მასის რეგულირება მუდმივი შემზღუდველი რეაგენტის მასის პირობით, ხოლო მნიშვნელის ცვლილებისას – განხორციელდება შემზღუდველი რეაგენტის მასის რეგულირება, მუდმივი შემკრები რეაგენტის მასის პირობით. რეგულირების ეს ორი სისტემა სტატიკაში აღიწერება განტოლებებით:

$$(q_2 \pm q_1) + b_1 \left( \frac{\rho + R}{m} \right) = C_1; \quad (3)$$

$$(q_1 \pm q_2) + b_2 \left( \frac{\rho + R}{m} \right) = C_2, \quad (4)$$

სადაც  $q_1$  – შემკრები რეაგენტის მასა, კგ;  $q_2$  – შემზღუდველი რეაგენტის მასა, კგ;  $C_1, C_2, b_1, b_2$  – კონდიციური კონცენტრატის გამოსავლის მაქსიმიზაციიდან გამომდინარე ექსპერიმენტულად განსაზღვრული მუდმივი კოეფიციენტები [6].

მძიმე გარემოიან ჰიდროციკლონებში მადნების გამდიდრების პროცესის მართვის ხერხი ითვალისწინებს გამდიდრებადობის უნარის შეფასებას (დისპერსიის სიდიდით). წინასწარ მიღებ მოწყობილობაში განსაზღვრული მანძილით დაშორებულ ზედა და ქვედა შრეებში (ავზში სიდიდეები: გასამდიდრებელი მასალის მწარმოებლურობა, გამყოფი სუსპენზიის სიმკვრივე და ღონე მუდმივი) გაზომილი სიმკვრივის მნიშვნელობებიდან გამომდინარე განისაზღვრება დისპერსიის სიდიდე. ექსპერიმენტების საფუძველზე დგინდება დისპერსიის ღონეები განსაზღვრული ზღვრებით, განპირობებული გასამდიდრებელ მასალაში არსებული შენაზარდიანი ნატეხების რაოდენობით. დისპერსიის დაბალი მნიშვნელობის ღონის შემთხვევაში გასამდიდრებელ მასალაში თავმოყრილია შენაზარდიანი ნატეხების (ისინი წარმოდგენილია სასარგებლო და ფუჭი მინერალებით) დიდი რაოდენობა, რომლის დროსაც გასამდიდრებელი მასალა წარმოადგენს ძნელად გასამდიდრებელ მასალაში თავმოყრილია შენაზარდიანი ნატეხების მცირე რაოდენობა და მასალა მიეკუთვნება ადვილად გასამდიდრებელს.

ზემოთ მიღებული გასამდიდრებელი მასალის გაყოფის სირთულის შეფასების სიდიდის ცვლილებიდან გამომდინარე, მძიმე გარემოიან ჰიდროციკლონში ხორციელდება გამოსაშვები ხერხის დიაპეტრის რეგულირება. ამავე დროს იმავე მოწყობილობით იზომება პულპის სიბლანტის სიდიდე და მისი ცვლილებიდან გამომდინარე რეგულირდ-

ება რეაგენტ-პეპტიზატორის ხარჯი.

მოცემული მართვის ხერხით განისაზღვრება ალ-გებრული ჯამი სიდიდეებისა, პროპორციული გასამდიკრებელი მასალის გაყოფის სირთულის შეფასების და მძიმე გარემოიანი ჰიდროციკლონის გამოსაშვები ხერხელის დიამეტრის, ასევე, პულპის სიბლანტის და რეაგენტ-პეპტიზატორის ხარჯის და ინარჩუნებენ მათ მუდმივად.

ე. ი. სტატიკაში ეს ორი სისტემა რეალიზდება განტოლებებით:

$$D + \alpha_1 M = C_1; \quad (5)$$

$$q - \alpha_2 T = C_2, \quad (6)$$

სადაც  $M$  - გასამდიკრებელი მასალის გაყოფის სირთულის შეფასების მაჩვენებელი (დისპერსია);  $q$  - რეაგენტ-პეპტიზატორის მასა, კგ;  $T$  - პულპის სიბლანტე, ნ·წმ/მ<sup>2</sup>;  $D$  - მძიმე გარემოიანი ჰიდროციკლონის გამოსაშვები ხერხელის დიამეტრი, მმ;  $C_1, C_2, \alpha_1, \alpha_2$  - კონდიციური კონცენტრატის გამოსავლის მაქსიმიზაციიდან გამომდინარე ექსპერიმენტალურად განსაზღვრული მუდმივი კოეფიციენტები [7].

ზემოთ განხილული მართვის ხერხების გამოყენება აღნიშნულ პროცესებში კონდიციური კონცენტრატის გამოსავალს გაზრდის 2 %-ით. ამავე დროს შესაძლებელია დალეკვის პროცესში სალეკი მანქანის მწარმოებლურობის სრული გამოყენება, ხოლო ფლოტაციის პროცესში - რეაგენტების ეკონომიური ხარჯვა.

**ГАМЦЕМЛИДЗЕ М.Н., ЭНАГЕЛИ Р.П., ТУТБЕРИДЗЕ М.Л. УСТРОЙСТВА СО СПОСОБАМИ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВЕЛИЧИН В ПРОЦЕССАХ ОБОГАЩЕНИЯ**

В статье рассмотрены принципы работы оригинальных устройств, измеряющих возмущающие, режимные параметры процессов обогащения, новизна и ценность которых заключается в том, что они могут одновременно непрерывно измерять две возмущающие величины, в частности: плотность и вязкость пульпы; консистенцию содержащихся в пульпе минералов с магнитными свойствами и глинистых материалов. В то же время, измеряя режимные параметры, можно определить физические свойства обогащаемого материала. Рассмотрено также регулирование управляющих параметров для процессов флотации, отсадки и разделения в тяжелой среде гидроциклона, с учетом новых методов управления, с обеспечением максимального выхода кондиционного концентрата, в зависимости от изменения величин возмущающих параметров.

**ლიტერატურა**

1. მ. გამცემლიძე, გ. ბუცხრიკიძე. პულპის სიმკვრივის საზომი მოწყობილობა. საქართველოს პატენტი P 2934, ბიულეტენი №6, 2003.
2. რ. სტურუა, მ. გამცემლიძე, გ. ბუცხრიკიძე, ნ. ლულუნიშვილი, კ. კეკელიძე. პულპის სიმკვრივის და მაგნიტური თვისების მქონე მინერალების რაოდენობის საზომი მოწყობილობა. „სამთო ჟურნალი“ №1(14), თბილისი, 2005. გვ. 64 – 65.
3. Энагели Р. П., Гамцемлидзе М. Н., Степанов А. В., Буцхрикидзе Г. Д., Гучуа Б. В. Устройство для измерения разрыхленности постели в отсадочной машине. Авторское свидетельство №986498, Бюлл. №1, 1983.
4. Гамцемлидзе М. Н., Хецуриани А. В., Григалашвили Ш. Д., Тутберидзе М. Л., Саникидзе М. Д. Устройство для регулирования процесса флотации. Автор. Свид. №1717237, Бюлл. №9, 1992.
5. Гамцемлидзе М. Н., и друг. Способ автоматического регулирования отсадочной машиной. Авторское свидетельство № 629975, Бюлл. №40, 1978.
6. მ. გამცემლიძე, რ. ენაგელი, ა. შეყილაძე. ფლოტაციის პროცესის მართვის ხერხი. „სამთო ჟურნალი“, №1(30), თბილისი, 2013. გვ. 32 – 34.
7. მ. გამცემლიძე, თ. მეჭურჭლიშვილი, დ. ტალახაძე. მძიმეგარემოიანი ჰიდროციკლონებში მადნების გამდიკრების პროცესის მართვის ხერხი. საქართველოს პატენტი P 5098, ბიულეტენი №20, 2010.

**GAMTSEMLIDZE M., ENAGELI R., TUTBERIDZE M. DEVICES WITH CONTROL METHODS FOR CONTINUOUSLY MEASURING DISTURBING VALUES IN ENRICHING PROCESSES**

In presented article operating principles of original devices for measuring disturbing, particularly operating parameters of enrichment processes, have been considered, the novelty and utility of which is that those can continuously measure the two-at-time disturbing values, in particular the pulp density and viscosity; consistency of minerals with magnetic properties and clay materials in the pulp. At the same time, by measuring operating parameters can be determined the physical properties of the enriching material. It has been also discussed regulation of control parameters for processes of flotation, jigging and separation in heavy medium cyclone due to new control methods ensuring maximum output of conditioned concentrate, based on changes of values of disturbing parameters.

ტაძ. მაცნ. დოქტორი ო. ლანჩავა

სამსახრო აეროლოგიის დარგის კვლევითა ფუძემდებელი საქართველოში

სტატიაში განხილულია მდაროს აეროლოგიის სამეცნიერო მიმართულებაში არსებული პრობლემები და მათ გადაწყვეტაში აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურისა და მისი მოწაფეების როლი. კერძოდ, აღნიშნულია, რომ ადამიანის სასიცოცხლო გარემოს შექმნას მიწისქვეშ განაპირობებს ვენტილაციის სათანადოდ განხორციელება, რომლის ეფექტური ფუნქციონირება აუცილებელია სამთომომპოვებითი საწარმოების უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის. საშახტო აეროლინამიკის მიმართულება მეცნიერებაში, რომელიც დარგობრივად წარმოდგენილია საშახტო აეროლოგიით და მასთან დაკავშირებული საკითხებით, როგორც ცნობილია, შეისწავლის შახტის ატმოსფეროს თვისებებს, მიწისქვეშ ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებებს, გვირაბებსა და სამთო მასივში სითბოს, აირებისა და ტენიის გადატანას და არის სამეცნიერო ბაზისი შახტების ვენტილაციის საინჟინრო ხერხებისა და მეთოდების დამუშავებისათვის.

აღნიშნულია იმის შესახებ, რომ ა.ძიძიგური იყო საშახტო აეროლოგიისა და მისი განხორციელების საშუალებების მსოფლიო მასშტაბის აღიარებული მეცნიერი. სტატიაში ობიექტური მონაცემების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ პირადად მისი და მისი მოწაფეების სამეცნიერო კვლევების შედეგები, რომლებიც მიღწეულია საშახტო ვენტილაციის ერთობლივი მუშაობის, სამთო თბოფიზიკისა და მდაროს გაზდინამიკის სამეცნიერო მიმართულებების ძირითადი პრობლემური საკითხების გადასაწყვეტად, ხელს უწყობენ სავენტილაციო სისტემების მდგრადი და ეფექტური ფუნქციონირების უზრუნველყოფას, ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ამაღლებას.

აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურის სამეცნიერო შემოქმედებითი მოღვაწეობა მოიცავდა ორ სამეცნიერო-ტექნიკურ მიმართულებას – საშახტო აეროლინამიკას და სავენტილაციური დანადგარების მუშაობის რეჟიმებს. ორივე მიმართულება განაპირობებს სამთო და სამთამადნო საწარმოების ეფექტურობასა და უსაფრთხოებას. იგი იყო აღნიშნული მიმართულებების ფუძემდებელი საქართველოში.

ბატონი არჩილი იყო საშახტო აეროლოგიისა და მისი განხორციელების საშუალებების საერთაშორისო მასშტაბის აღიარებული მეცნიერი. მრავალ შესასწავლ საკითხთა შორის, ურთულესი პრობლემა მუდამ იყო საშახტო ვენტილაციის ერთობლივი მუშაობა, რაც მკვეთრად გამოხატული არამდგრადი რეჟიმებით ხასიათდება. მან შეძლო არამდგრადობის ფიზიკურ არსში გრაფიკული და მათემატიკური მოდელირების მეთოდების შერწყმა. თავის მოწაფეებთან ერთად, რომელთა შორის იყვნენ პროფესორები შურმან ონიანი, ვახტანგ მუსხელიშვილი, არჩილ ქუთათელაძე, თეიმურაზ მათიკაშვილი, მეცნიერების კანდიდატები გივი რატიანი, გივი ნინიძე, ალბერტ სეფიაშვილი, დახმირ ომიძე, ნოდარ ნიკოლაიშვილი და სხვები, ვენტილაციის ერთობლივი მდგრადი მუშაობისა და მიმდინარე ტალღური პროცესების ძირითადი თეორიული საფუძვლების ჩამოყალიბება და განვითარება შეძლო.

საშახტო აეროლინამიკის მიმართულება მეცნიერებაში,

რომელიც დარგობრივად წარმოდგენილია საშახტო აეროლოგიასთან დაკავშირებული საკითხებით, როგორც ცნობილია, შეისწავლის შახტის ატმოსფეროს თვისებებს, მიწისქვეშ ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებებს, გვირაბებსა და სამთო მასივში სითბოს, აირებისა და მტვრის გადატანას და არის სამეცნიერო ბაზისი შახტების ვენტილაციის საინჟინრო ხერხებისა და მეთოდების დამუშავებისათვის. ამ მიმართულებას ბატონი არჩილი თავის მოწაფეებთან ერთად ავითარებდა, რომელთა შორის უნდა გამოიყოს პროფესორები შურმან ონიანი და ივლიანე ცინცაძე. ამ დარგში მუშაობდნენ მაღალი კვალიფიკაციის მკვლევარები: თენგიზ ლაცაბიძე, რობერტ სარიჩვი, ზურაბ ლებანიძე, იუზა ქსოვრელი, იოსებ მეგრელიძე, გოდერძი ჭოლიკიძე, გიორგი სურგულაძე, მერაბ თათარიშვილი და სხვები.

დედამიწის ატმოსფერო ხასიათდება მისი შემადგენელი აირების კონცენტრაციის მუდმივობით მაღალი ტურბულიზაციის, აგრეთვე გამოყოფილი და შთანთქმული აირების მიერ ერთმანეთის კომპენსირებით. აღნიშნულის გამო დედამიწის ზედაპირისათვის ისე მწვავედ არ ღვას პრობლემა ადამიანის სასიცოცხლო გარემოს უზრუნველყოფის მხრივ, რასაც ბუნება ადამიანის ჩარევის გარეშე აკეთებს. სულ სხვაა დახურულ გარემოში იმავე პარამეტრების ჰაერის შენარჩუნება, რაც განსაკუთრებით გამოკვეთილია მიწისქვეშ ნაგებობების შემთხვევაში, სადაც უფრო ხშირად ისეთი მინარევები ემატება ჰაერს, რომლებიც ზედაპირზე არ გვხვდება. მიწისქვეშ და საზოგადოდ, დახურულ სივრცეში, პრობლემა არა მხოლოდ სუფთა ჰაერის მიწოდება, არამედ გაჭუჭყიანებული ჰაერის არინება ამ ნაგებობებიდან.

კაცობრიობა უძველესი დროიდან იცნობდა დღევანდელი მდაროს აეროლოგიის პრობლემებს, რაზედაც მკაფიოდ მეტყველებს რომაული მდაროების ნარჩენები ესპანეთში, რიო-ტინტოში. აქ ყველა გრძელი შტოლინიდან გამოდის სავენტილაციო შურფი, რომელთა მეშვეობითაც, ბუნებრივი წვევის გამოყენებით, ხდებოდა მიწისქვეშ სივრცის ვენტილაცია. შახტებში ბუნებრივი წვევის აღძვრის ხერხები აღწერილი აქვს I საუკუნის რომაელ მწერალს პლინიუს უფროსს “ბუნების ისტორიაში”.

ბუნებრივი წვევა შახტებში განაპირობებულია ჰაერის სიმკვრივის განსხვავებული ცვალებადობით ზედაპირზე და მიწისქვეშ, აგრეთვე ქარის გავლენით, ან ჰაერის ხელოვნური შეთბობით იქ, სადაც შეიძლებოდა ცეცხლის გამოყენება. იმის გამო, რომ ბუნებრივი წვევა სეზონის მიხედვით, ხშირად დღე-ღამის განმავლობაშიც კი იცვლის მოძრაობის მიმართულებას და ინტენსიურობას, ვენტილაცია იყო შეზღუდული. შესაბამისად წარმოიშვა სამთო საწარმოთა მწარმოებლურობის შეფერხების პირველი სავენტილაციო ბარიერი, რომლის დროსაც ვენტილაცია ვერ უზრუნველყოფდა სასიცოცხლო გარემოს შექმნას მიწისქვეშ საწარმოო ძალთა მაშინდელი განვითარების პირობებში. პირველი სავენტილაციო ბარიერი, როგორც ცნობილია, დაძლეული იქნა ვენტილაციის შექმნითა და გამოყენებით.

მეორე და მესამე სავენტილაციო ბარიერები წარმოიშვა სამთო სამუშაოების დიდ სიღრმეებზე გადასვლასთან დაკავშირებით, როცა ადგილი აქვს სითბოსა და გაზის ისეთი რაოდენობით გამოყოფას სამთო მასივიდან, რომ ვენტილაციის ტრადიციული მეთოდები, როცა ხდებოდა გამოყოფილი გაზისა და სითბოს განეიტრალება სავენტილაციო ჰაერის ხარჯვის მომატებით, ნაკლებად ეფექტური აღმოჩნდა, ამდენად კომპლექსური მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის პირობებში, მიწისქვეშ სასიცოცხლო გარემოს უზრუნველყოფის თვალსაზრისით, სამთო სავარმოთა მწარმოებელურობის ზრდის შემაფერებელი აღმოჩნდა ვენტილაციის შესაძლებლობები.

ამგვარად, ვენტილაცია ხშირ შემთხვევაში მალიმიტირებული ფაქტორია და განაპირობებს შახტის სხვა მნიშვნელოვან პარამეტრებს: დამუშავების სისტემის, ველების მომზადების წესისა და შახტის გახსნის სქემის სახით.

ვენტილაციის აღნიშნული თვისება კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია დღევანდელ პირობებში, რადგან შახტების რესტრუქტურისა და მომგებიან სავარმოებად გარდაქმნა უშუალოდ ნიშნავს დიდ დატვირთვებს ლავებზე და დიდი სიმძლავრის შახტების დაპროექტებას, მშენებლობასა და ექსპლუატაციას.

შესაბამისად, მეოთხე სავენტილაციო ბარიერი დაკავშირებულია სამთო წარმოების რესტრუქტურისა და სიღრმის, ხოლო მეხუთე სავენტილაციო ბარიერად შესაძლებელია განვიხილოთ სავენტილაციო სისტემის კოლაფსის ხანძრის შემთხვევაში. აღსანიშნავია, რომ მეოთხე და მეხუთე სავენტილაციო ბარიერები სამთო მეცნიერებისა და წარმოების წინაშე წამოიჭრა მას შემდეგ, რაც უკვე ბატონი არჩილი ცოცხალი აღარ არის და საკითხების დამუშავება გრძელდება მისი მოწაფეების მიერ, ხოლო წინა სამივე ბარიერის დაძლევაში ბატონი არჩილის წვლილი ფასდაუდებელია.

აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე შახტებში გვირახების საერთო სიგრძე, რომლებითაც მიეწოდება, ან რომლებითაც გაიწოვება ჰაერი, აღწევს რამდენიმე ათეულ კილომეტრს, ხოლო ყოველ ტონა მოპოვებულ ნახშირზე დაახლოებით 15 ტ ჰაერის მიწოდებაა საჭირო. ყველაზე მძლავრ ვენტილატორებს აქვთ მუშა თვლის დიამეტრი დაახლოებით 5 მ და აღჭურვილი არიან 4000 კვტ სიმძლავრის ძრავით. მართვის სირთულის თვალსაზრისით, თანამედროვე შახტის ვენტილაციის სისტემა არის ერთ-ერთი რთული ტექნიკური სისტემა.

დიდი სიმძლავრის შახტების ვენტილაციის დაპროექტების ასეთი მრავალპარამეტრიანი ამოცანის გადაჭრა საჭიროა განხორციელდეს მათემატიკური მოდელირების გზით, სამთო-გეოლოგიური, სამთოტექნიკური და სხვა მრავალი კანონზომიერებების გათვალისწინებით. სამთო მექანიკის ინსტიტუტში ბატონი არჩილის ხელმძღვანელობით და აქტიური მონაწილეობით შექმნილი იყო სტაციონარული და არასტაციონარული პროცესების მოდელირების საშუალებები სათანადო ინტეგრატორების გამოყენებით, აგრეთვე იყო ანალოგიური და ბადური დასამოძღვრებელი მოწყობილობები, რომელთაც აქტიურობა არ დაუკარგავთ დღესდღეობითაც.

ყველა ძირითადი საკითხი, რომელთა შესწავლა საჭირო იყო ახალი ან რეკონსტრუირებადი შახტისა

და გრძელი სატრანსპორტო გვირაბების ვენტილაციის საპროექტო გადაწყვეტის დასამუშავებლად, ეფუძნებოდა სამთო მექანიკის ინსტიტუტში ბატონი არჩილის და მისი მოწაფეების მიერ შესრულებულ კვლევებს.

საბჭოთა კავშირის შახტების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის გამოცდილებამ კი დაგვანახა, რომ პროექტებში ვენტილაციის როლის სათანადო დონეზე გაუცნობიერებლობა ხშირად იწვევდა ვენტილაციის რეკონსტრუქციის აუცილებლობას პრაქტიკულად შახტის ექსპლუატაციაში შესვლისთანავე, რაც დაკავშირებული იყო დამატებით დანახარჯებთან და საპროექტო ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე დიდი დაგვიანებით გასვლასთან.

პირველ სავენტილაციო ბარიერთან დაკავშირებით ზემოაღნიშნულის გარდა, ბატონმა არჩილმა თავის მოწაფეებთან ერთად შეიმუშავა რთულ ქსელებში ვენტილაციის ერთობლივი მუშაობის ანალიზის მეთოდები და დაამუშავა ვენტილატორების ერთობლივი ეკონომიური, ეფექტური და მდგრადი მუშაობის პირობები ვენტილაციის მიმდევრობითი და პარალელური ჩართვების დროს. შეიტანა სიცხადე ვენტილატორების შერჩევისა და რეგულირების საკითხებში იმ შემთხვევებისათვის, როცა აუცილებელია მათი ერთობლივი მუშაობა.

მეორე და მესამე სავენტილაციო ბარიერების დაძლევისთან დაკავშირებით აუცილებელი გახდა სამთო თბოფიზიკისა და მდაროს გახსნის დინამიკის ლაბორატორიების ჩამოყალიბება, მაშინდელ გ. წულუკიძის სახელობის სამთო მექანიკის ინსტიტუტში, რომლებსაც ხელმძღვანელობდნენ ცნობილი მეცნიერები, პროფესორები შურმან ონიანი და ივლიანე ცინცაძე.

ბატონი არჩილის ხელმძღვანელობითა და უშუალო მონაწილეობით გაანალიზდა სხვადასხვა მასალების თბოფიზიკური თვისებების განსაზღვრის მეთოდები და დამუშავდა ისეთი ლაბორატორიული მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც სარწმუნოდ არის შესაძლებელი ქანების ამ თვისებების განსაზღვრა. მისივე ხელმძღვანელობით დამუშავდა აგრეთვე ექსპრეს მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან საძიებელი სიდიდეები განისაზღვროს უშუალოდ მასივში, ქანების ნიმუშების აღების გარეშე, რაც მეტად მოსახერხებელია ხშირ შემთხვევაში, რადგან ნიმუშების კვალიფიციურად აღება, ტრანსპორტირებისათვის მომზადება და მათი ლაბორატორიული გამოკვლევა შრომატევადი და შედარებით ძვირადღირებული საშუაოა.

ქანებისა და ქვანახშირის თბოფიზიკური თვისებების განსაზღვრავი მეთოდების ანალიზის პირველი მცდელობა არჩილ ძიძიურმა განახორციელა მაშინდელ საბჭოთა კავშირში და გამოქვეყნდა სათანადო მონოგრაფია „ქანების თბოფიზიკური მახასიათებლები და მათი განსაზღვრის მეთოდები“, რომელშიდაც განხილულია ექსპერიმენტების ჩატარების მეთოდები, ლაბორატორიული მოწყობილობების აღწერილობა, ექსპერიმენტების ჩატარების მეთოდოლოგია და დამუშავდა სათანადო რეკომენდაციები. აღნიშნულ მონოგრაფიაში გადმოცემულია არა მხოლოდ ბატონი არჩილის ხელმძღვანელობით ან უშუალოდ მისი მონაწილეობით შესრულებული სამუშაოების შედეგები, არამედ ღრმად გაანალიზებულია იმ პერიოდისათვის არსებულ ლიტერატურულ წყაროებში მოცემული შედეგები.

ბატონი არჩილის ხელმძღვანელობითა და უშუალო მონაწილეობით შესწავლილი და გაანალიზებული იქნა



თბოფიზიკური მახასიათებლები საქართველოს ქვანახშირის საბადოებისათვის, კრივიო როვის, ჩელიაბინსკის, ყარაგანდის, კორკინსკის, კიხელსკის, ვგორშინსკის, ბელგოროდის, აშხაბადის, დონეცის, დეგტიარსკის, ბელორუჩენსკის, კარაბაშსკის, ნოვო-ლევენსკის ლითონისა და ქვანახშირის საბადოებისათვის, რომელთაც უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდათ მითითებულ საბადოებზე განლაგებული სამთო საწარმოების თბოფიზიკური გაანგარიშებისა და ოპტიმალური სავენტილაციო სისტემების დაპროექტების, მშენებლობის, რეკონსტრუქციისა და ექსპლუატაციისათვის.

ბატონმა არჩილმა მოწაფეებთან ერთად შეისწავლა ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირის სქელი ფენის აირიანობა, დაადგინა აირის ბალანსი არსებული შახტებისათვის და შეასრულა აირსიუვის პროგნოზი მოცემული საბადოს მომავალი შახტებისათვის, რასაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს ახალ პირობებშიც, როცა მხედველობაში აქვთ ტყიბულის ქვანახშირის საბადოს ბუნებრივი აირის სამრეწველო მოპოვება. აღნიშნული კვლევების შედეგები ორჯერ გამოიცა მონოგრაფიის სახით.

აკადემიკოსმა არჩილ ძიძიგურმა მოწაფეებთან ერთად დაამუშავა სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების გეოტექნოლოგიური ველების აგების ელექტროსითბური ანალოგიის მეთოდი, რომელიც წარმატებით განხორციელდა ჰიდროდინამიკური სტაციონარული პროცესების შესასწავლ ინტეგრატორზე. მოხერხებული მიგნება იყო წიაღში ისეთი რაიონების გამოყოფა, სადაც თბური პროცესები კვაზისტაციონარულად მიმდინარეობენ და სათანადო გეოლოგიური ჭრილების მათემატიკური მოდელების აგება ელექტროგამტარი ქალაღისაგან, თბოფიზიკური თვისებებისა და არაერთგვაროვანი ქანების ნაოჭა და აშლილი ჩაწოლის პირობებში და მათი გათვალისწინებით.

დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა ჰქონდა წიაღის გეოტექნოლოგიური ველების აგებას ჰიდრაულიკური ამოვსების გავლენის მხედველობაში მიღებით, რამაც არასტაციონარული თბოგადაცემის ძირეული თეორიული საკითხების გადაჭრის აუცილებლობა დააყენა დღის წესრიგში. აღნიშნული ამოცანა წარმატებით გადაიჭრა არჩილ ძიძიგურისა და მისი მოწაფეების მიერ, რამაც შემდგომი გავრცელება ჰპოვა სამთო მასივში მასაგადატანის პოტენციალური ველების აგების სახით პირველი წყალგაუმტარი შრის ქვემოთ. მოდელების ასაგებად ამ შემთხვევაშიც გამოყენებული იქნა გეოლოგიური ჭრილები.

აკადემიკოსმა არჩილ ძიძიგურმა და მისმა მოწაფეებმა, ქანების თბოფიზიკური მახასიათებლების ანალოგიით, ერთ-ერთმა პირველებმა შემოიტანეს სამეცნიერო მიმოქცევაში ქანების მასაფიზიკური მახასიათებლები, რომლებიც ქანების მასაგადატანის, პოტენციალგამტარობის, მასაგამტარობისა და თერმოდინამიკური მასაგადატანის თვისებებს ითვალისწინებს ჰიგროსკოპული მასაგადატანის პოტენციალის სკალის შესაბამისად.

ძალზე მნიშვნელოვანია ბინარულ სისტემებში ერთობლივი თბომასაგადაცემის პროცესების ერთმანეთისაგან გამიჯვნა და მათი განცალკევებული შეფასება, რაც ბატონი არჩილისა და მისი მოწაფეების მიერ განხორციელდა მიწისქვეშა ნაგებობების თბოფიზიკური გაანგარიშების კომპლექსური მეთოდის დამუშავებასთან ერთად. აღნიშნული მეთოდი ჯერ-ჯერობით ერთადერთია, რომლითაც

შესაძლებელია მდაროს ჰაერის ტემპერატურის, მასაგადატანის პოტენციალისა და ფარდობითი ტენიანობის კომპლექსური გაანგარიშება.

თანამედროვე პირობებში, ტერორიზმის საშიშროებიდან გამომდინარე, მიწისქვეშა ნაგებობების სავენტილაციო სისტემები დაუცველია საბოტაჟისა და ტერაქტის ტიპის არასანქცირებული ზემოქმედებისაგან, რომლის დროსაც მიწისქვეშა სივრცეში შესაძლებელია ტოქსიკური ნივთიერებების გავრცელება თანმდევი კატასტროფული შედეგებით, მიწისქვეშა სივრცეში შეღწევის გარეშე, სავენტილაციო სისტემებით.

აქედან გამომდინარე, აუცილებელია სავენტილაციო სისტემების მომზადება შემდეგი ამოცანის გადასაჭრელად „სუფთა ჰაერის მიწოდება მიწისქვეშა ეკონომიკურად ყველაზე იაფი გზით, რომლის დროსაც ტექნოლოგიურად გამოირიცხება ტოქსიკური ნივთიერებების გავრცელება სავენტილაციო სისტემით საბოტაჟისა და მასზე თავდასხმის შემთხვევაში“.

ასეთი სახით ამოცანა პირველად გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში დაისვა, ისე, როგორც ხელოვნურად გამოწვეული ძლიერი ხანძრის შემთხვევაში სავენტილაციო სისტემის მზაობის საკითხის შესწავლა მასზე დაკისრებული ამოცანების გადასაწყვეტად, რომელიც წარმატებით აგრძელებს აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურის მიერ დაწყებულ მიმართულებას – მიწისქვეშა ნაგებობათა ვენტილაციისა და მისი საშუალებების სრულყოფის მისაღწევად.

არჩილ ძიძიგურისა და მისი მოწაფეების კვლევების შედეგები მოცემული მიმართულებით ასახულია შემდეგ ძირითად ნაშრომებში: А.А. Дзидзигури, В.Л. Мухелишвили, А.А. Кутателадзе, Ш.И. Ониани. Совместная работа шахтных вентиляторов. Госгортехиздат, Москва, 1961. А.А. Дзидзигури, Т.И. Матикашвили. Неустойчивая работа вентиляторов и способы ее предупреждения. Наука, Москва, 1965.

А.А. Дзидзигури, Ю.Д. Цинцадзе. Газообильность шахт Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения. Мецниереба, Тбилиси, 1965. А.А. Дзидзигури, Г.В. Дуганов, Ш.И. Ониани, Р.А. Сарычев, В.Н. Кухарев. Теплофизические характеристики горных пород и методы их определения. Мецниереба, Тбилиси, 1966. А.А. Дзидзигури, Ш.И. Ониани, Т.О. Лацабидзе. Вопросы геотермии Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения. Мецниереба, Тбилиси, 1967. Ш.И. Ониани. Тепловой режим глубоких шахт. Мецниереба, Тбилиси, 1973. ო. ლანჩავა. ჰიგროსკოპული თბომასაგაცვლა მიწისქვეშა ნაგებობებში. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 1999.

გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის საკონსტრუქტორო კვლევებისა და დაპროექტების სამეცნიერო ცენტრში სრულდება ვენტილაციის პროექტები საქართველოს სამთამაღნო ობიექტების, მიწისქვეშა ჰესებისა და თავდაცვითი ნაგებობებისათვის, რასაც აკადემიკოს არჩილ ძიძიგურის მოწაფეები და მიმდევრები ასორციელებენ, რომლებიც დიდი პატივისცემით ინახავენ და უფროსილდებიან თავიანთი დიდი მასწავლებლის სახელს.

**ЛАНЧАВА О.А.  
ОСНОВОПОЛОЖНИК ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ОБЛАСТИ ШАХТНОЙ АЭРОЛОГИИ  
В ГРУЗИИ**

В статье рассмотрены проблемы, стоящие перед отраслью шахтной аэрологии и роль академика А.А. Дзидзигури и его учеников в решении вопросов, связанных с этими проблемами. В частности, отмечается, что шахтная вентиляция предопределяет создание среды жизнедеятельности человека в подземном пространстве, эффективное функционирование которой необходимо для безопасной эксплуатации горнодобывающих предприятий. Шахтная аэродинамика на практике, как известно, изучает свойства рудничной атмосферы, закономерности движения воздуха в горных выработках, перенос газообразных примесей, тепла и влаги в выработках и в окружающем горном массиве и является научной основой для разработки инженерных методов и средств вентиляции шахт.

Отмечается, что вопросы выбора рациональных решений по вентиляции часто являются лимитирующими факторами, прямо или косвенно определяющие параметры шахты, включая систему разработки, способ подготовки и систему вскрытия. Отмеченное свойство вентиляции решающее значение приобретает в современных условиях, поскольку реструктуризация шахт, с целью получения высоких экономических показателей, требует больших нагрузок на очистные забой и означает проектирование, строительство и эксплуатацию шахт большой мощности в условиях Ткибули-Шаорского месторождения, характеризующегося с высокой газоносностью.

Отмечается также о том, что А.А.Дзидзигури был признанным ученым мирового уровня в области шахтной аэрологии и средств вентиляции шахт. В статье, на основе анализа объективных фактов, достоверно показан, что результаты его научных исследований, которые посвящены решению основных вопросов и научных проблем, связанных совместной работы шахтных вентиляторных установок, а так же работы в научных дисциплинах горной теплофизики и рудничной газодинамики, способствуют решению вопросов устойчивого и эффективного функционирования шахтных вентиляционных систем, увеличению их технико-экономических показателей.

В статье отмечается также, что начатая академиком А.А.Дзидзигури исследования в области рудничной аэрологии и средств вентиляции шахт успешно продолжается его учениками в Горном институте им. Г.А.Цулукидзе и на горном факультете Грузинского технического университета.

**LANCHAVA O.  
FOUNDER OF STUDIES  
ON MINE AEROLOGY  
IN GEORGIA**

The article discusses the challenges facing the industry of mine aerology and the role of Academician AA Dzidziguri and his followers in solving these questions. In particular, notes that the mine ventilation determines the creation in underground space of an environment of human life, the effective operation of which is necessary for safe operation of mining companies. Mine ventilation in practice, as it is known, is studying the properties of the mine atmosphere, the laws of motion of air in mines, questions of transport of gaseous impurities, heat and moisture in the mine and the surrounding massif that are scientific basis for the development of engineering methods and means of ventilation of shafts.

It is noted that the choice of rational decisions on ventilation often are limiting factors in determination of the parameters of the mine, including in system of field development, in system of preparing and an autopsy of mine. Noted that this property of ventilation is crucial in today's conditions, since the restructuring of mines, in order to obtain good economic performance, explicitly requires high loads on the face output and its means of design, of construction and of operation of mines in conditions of Tkibuli-Shaori deposit that is characterized by high natural gas content in massif.

It is also noted that A.A.Dzidziguri was famous scientist in the field of international mine aerology and means of ventilation of shafts. The article, is based on an analysis of objective facts, reliably shown that the results of his research, which are devoted to solving the problems of teamwork mine fans, as well as works in the disciplines of mining thermophysics and a dynamic of mine gas, contribute to a sustainable, effective and economical operation of mine ventilation systems.

ტიქნ. მიცნ. დოქტორი ო. ლანჩავა, აკად. დოქტორი ნ. პოქორიშვილი,  
აკად. დოქტორი ვ. ნოზაძე, აკად. დოქტორი მ. ჯანაშია,  
დოქტორანტი ნ. არუდაშვილი, ინჟინერი ს. დამატრაშვილი

**ხანძრით განპირობებული საბანკავო სიტუაციის მართვა  
ერთგვირაბიანი კომპინირებული სავანტილაციო სისტემის პირობებში**

ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის  
№ AR/61/3-102/13 გრანტის ფარგლებში

ნაშრომში განხილულია ერთგვირაბიანი სავანტილაციო სისტემის ნახევრად განივი და განივი სექციები და მოსალოდნელი საგანგებო სიტუაციების ფაზები, რომლებიც თავს იჩენენ ხანძრისას. რეკონსტრუქციის გვირაბის პირობებისათვის დადგენილია, რომ ადგილი აქვს ბუნებრივად და ანთროპოგენურად მიმდინარე პროცესების ნორმალური მსვლელობიდან გადახრის აკუმულაციას, ხოლო საგანგებო სიტუაციის პრევენციის ზომად შემოთავაზებულია განრიგის დაწესება საშიში ტვირთებისათვის, რასაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კვამლისა და ტოქსიკური ნივთიერებების არინებისა და ადამიანების სიცოცხლის გადარჩენისათვის სატრანსპორტო გვირაბში, ან მის არეალში მომხდარი ხანძრისას. გვირაბის სავანტილაციო სისტემის დაშლაზე მიზნით მნიშვნელოვანია მისი ფუნქციური შესაძლებლობების დადგენა საგანგებო სიტუაციის სამართავად, როგორც ხანძრის საწყის სტადიაზე, ასევე სრული სიმძლავრის შემთხვევაში.

როგორც ცნობილია, ყოველ საგანგებო სიტუაციას ახასიათებს საფრთხის გავრცელების მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი სიჩქარე. ხანძრით განპირობებული საგანგებო სიტუაცია არის სწრაფად გავრცელების საფრთხის შემცველი. მასშტაბის მიხედვით კი აღნიშნული საგანგებო სიტუაცია არის საობიექტო, რომლის შედეგები არ სცილდება ობიექტის საზღვრებს და მისი ლიკვიდაცია შესაძლებელია ობიექტის საკუთარი ძალებითა და რესურსებით. შესაბამისად, წინამდებარე ნაშრომის შედეგები სასარგებლო იქნება გვირაბის დირექციისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის სამსახურისათვის ადამიანების სიცოცხლის გადასარჩენი ღონისძიებების ადეკვატურად განხორციელებისათვის.

სატრანსპორტო გვირაბის არეალში მომხდარი ხანძარი გავლენას ახდენს გვირაბის სავანტილაციო სისტემაზე. აქ იგულისხმება როგორც თვით გვირაბში გაჩენილი ხანძარი, ისე სავანტილაციო სისტემით ისეთი ხანძრის წვის პროდუქტების გვირაბში გავრცელება, რომლის კერა გვირაბის მიღმაა. გაეროს პატრონაჟით დამუშავებული სარეკომენდაციო ხასიათის ნაშრომში [1] აღნიშნულია, რომ მას შემდეგ, რაც რადიკალურად არის შემცირებული დიდი ტვირთამწეობის სატრანსპორტო საშუალებებიდან გამონაბოლქვის რაოდენობა, სავანტილაციო სისტემის განმსაზღვრელი ფაქტორი არის ხანძრის შემთხვევაში მისი ფუნქციონირების შესაძლებლობა წვის პროდუქტების მოცილებისათვის. ევროპის ქვეყნების მთავრობებს რეკომენდაცია ეძლევა, რომ გვირაბების საექსპლუატაციო

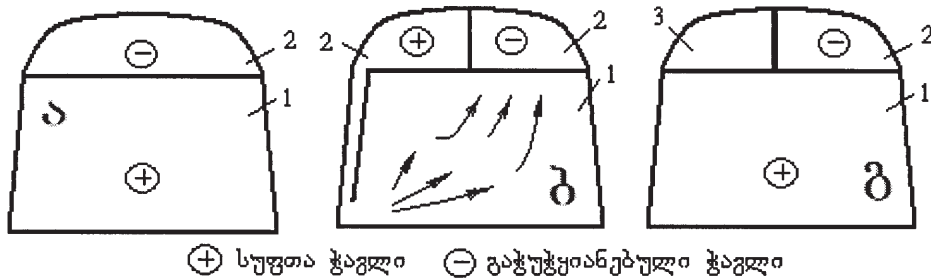
ნორმები შეთანხმდეს მითითებულ ნაშრომთან. ხანძრის სიმძლავრე აღნიშნულ ნაშრომში შემოფარგლულია 30 მეგავატით, რაც ერთი ავტობუსის, ან სატვირთო მანქანის სრულ წვას შეესაბამება.

ევროკავშირი განსაკუთრებით ამახვილებს ყურადღებას საავტომობილო გზების ტრანსვერობულ ქსელზე (ტექ), რომლის ფარგლებში არსებულ და ასაშენებელი გვირაბების უსაფრთხოება პირველი პრიორიტეტია.

გაეროს ევროპული კომისიის მიერ მომზადებულ და 2001 წელს გამოცემულ “თეთრ წიგნში” [2] ხაზგასმულია გვირაბების ექსპლუატაციის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული ეროვნული სტანდარტების ჰარმონიზაციის საჭიროება მაღალი დონის საიმედოობის უზრუნველსაყოფად. ტრანსვერობული ქსელის 500 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბებისათვის 2004 წელს ევროპის პარლამენტმა და ევროპის საბჭომ გამოსცა დირექტივა EC 2004/54 უსაფრთხოების აუცილებელი მინიმალური დონის შესახებ, რომელიც ფაქტობრივად გვირაბებზე წაყენებული საორგანიზაციო და ტექნიკური მოთხოვნებია. ევროკავშირის ქვეყნებში ასეთი გვირაბების ჯამური სიგრძე 1000 კმ-ზე მეტია, რომელთა დიდი ნაწილი ტექ-ის ფარგლებშია. ევროკავშირის ქვეყნებს მიეცათ რეკომენდაცია, რომ დირექტივის მოთხოვნები გაავრცელონ ისეთ გვირაბებზეც, რომლებიც არ შედიან ტექ-ის ფარგლებში.

უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ძვირადღირებული ღონისძიებაა, ხოლო ხარჯების სტრუქტურა კი შემდეგია: საექსპლუატაციო, რეკონსტრუქციის, ტექნიკური გადაადრელებისა და მოძრაობის შეფერხებით გამოწვეული. ამთავან ყველაზე კაპიტალტევადია გვირაბების რეკონსტრუქცია დირექტივის მოთხოვნების შესაბამისად. დახლოებით 2,6-6,3 მლრდ ევროს ფარგლებშია მითითებული დირექტივის შესრულებისათვის გასაწევი ხარჯები ევროკავშირის ქვეყნებისათვის [3]. 2,6 მლრდ-ის შესაბამისია უსაფრთხოების დონის ამაღლება ვენტილაციისა და განათების სისტემების მოდერნიზაციით. ისიც აღსანიშნავია, რომ საჭიროა სავანტილაციო სისტემების ხელახალი გაანალიზება მათი ხანძარუსაფრთხოების დაზუსტების მიზნით [4].

ჩვენს მიერ მოდელირებულმა ხანძრის სცენარებმა აჩვენა, რომ 30 მეგავტ სიმძლავრის ხანძრის მიერ აღძრული წევა მინიმუმ ერთი რიგით მაინც აღემატება ვენტილატორების მიერ განვითარებულ წნევას ხანძრის სითბური პიკის მიღწევადან პირველივე წამების შემდეგ, ხოლო პიკის მიღწევას დაახლოებით 5–25 წთ ესაჭიროება. ანალოგიური მაჩვენებლები მოცემულია ნაშ-



ნახ. 1. გვირაბის სავენტილაციო სქემების განივი ჭრილი:

ა – ერთგვირაბიანი ნახევრად განივი (რიკოთის გვირაბში გამოყენებული სისტემა მოდერნიზაციამდე—2011 წლამდე);  
 ბ – ერთგვირაბიანი განივი; გ – ერთგვირაბიანი ნახევრად განივი განცალკევებული არხით ელექტრული მოწყობილობებისათვის (რიკოთის გვირაბში გამოყენებული სისტემა მოდერნიზაციის შემდეგ). 1 – სატრანსპორტო გვირაბი; 2 – სავენტილაციო არხი გვირაბის თაღში; 3 – სავენტილაციო არხი ვენტილატორების, მათი კვებისა და მართვის ბლოკებისათვის

რომში [7]. ამასთან ერთად, შესაძლებელია აღინიშნოს, რომ რაც უფრო დიდი მასის ავტომობილი იწვის, მით უფრო გვიან დგება პიკური მომენტი. ხანძრის სიმძლავრე ამ შემთხვევაში გულისხმობს არა მთლიანად გამოყოფილ ენერგიას, არამედ ენერგიის გამოყოფის პიკურ მაჩვენებელს, რაც სავენტილაციო სისტემის კოლაფსის ფაქტის დასადგენად მნიშვნელოვანია.

თუ გავითვალისწინებთ ყველაზე უარეს მაჩვენებელს, ისიც შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის შემთხვევაში ყოველთვის კი არ აქვს უპირატესობა განაივების განივი და კომბინირებულ სისტემებს გრძივთან შედარებით, არამედ ხანძრის დაწყებიდან პირველი 5 წთ-ის განმავლობაში. შესაბამისად, ამ პერიოდში უნდა დამთავრდეს ევაკუაცია სიცოცხლის გადარჩენის მიზნით.

ამ პერიოდის გასვლის შემდეგ ჰაერის მოძრაობა უნდა შეიზღუდოს, ან აღიკვეთოს იმის გამო, რომ იგი აღარაა კონტროლირებადი, რადგან მის მოძრაობას უკვე განაპირობებს ხანძარი და ყველა სავენტილაციო სქემა ამ პერიოდის შემდეგ გრძივად, ან მასთან მიახლოებულად გარდაიქმნება ხანძრის გავლენით.

ნაშრომში [5] აღნიშნულია, რომ 4 მ<sup>2</sup> ფართობის ხელოვნურად წარმოქმნილი ხანძრის შემთხვევაში, გრძივი სისტემის პირობებში, სასუნთქად ვარგისი ჰაერი შენარჩუნებულია პირველი 3,5–4,0 წთ-ის განმავლობაში. აღნიშნულისა და ჩვენი შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია ვივარაუდოთ, 4 კმ-მდე სიგრძის გვირაბისათვის გრძივი სისტემის გამოყენება სახანძრო უსაფრთხოებას ვერ ამცირებს განივი და კომბინირებულ სქემასთან შედარებით. უახლოესი პორტალისაკენ მოძრავე ავტომობილს ასეთი სიგრძის გვირაბში დასაფარი ექნება მაქსიმუმ 2 კმ მანძილი, რომლის დაფარვაც რეალურია საევაკუაციო დროის განმავლობაში, თუ ერთმანეთს შევადარებთ მითითებულ დროისა და 2 კმ მანძილის დასაფარი დროის შუალედებს 60 კმ/სთ სიჩქარით ავტომობილის მოძრაობისას. ჰაერის ნაკადის რეცირკულაციასთან დაკავშირებითაც უნდა აღინიშნოს, რომ, თუ გავითვალისწინებთ ჰაერისა და სატრანსპორტო საშუალებათა სიჩქარეებს შორის თანაფარდობას, აგრეთვე მოძრავი გაჭუჭყიანებული ჰაერის ინერციის გადალახვის საჭიროებას რეცირკულაციის შემთხვევაში, მაშინ უფრო

რეალურია ხანძრის კერიდან ტრანსპორტით გასწრება ზომიერი სიგრძის გვირაბებში, ვიდრე რეცირკულაციის შედეგის მოლოდინი.

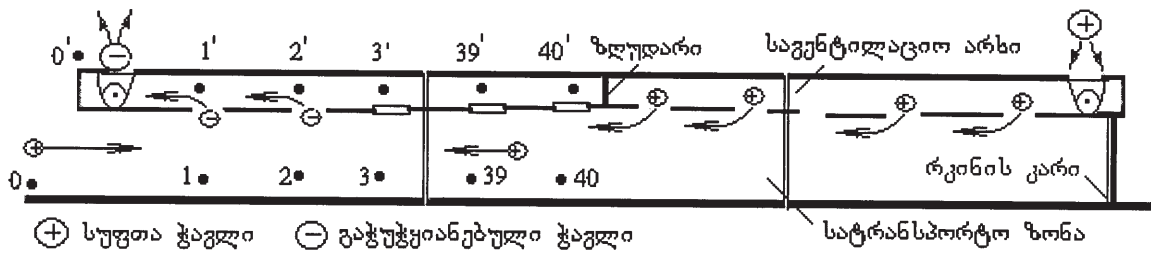
ავტოსავაზო გვირაბების მშენებლობისას კაპიტალური დანახარჯების შემცირების მიზნით აგებენ ორმხრივი მოძრაობის ერთ გვირაბს, ხოლო გვირაბის თაღში, ან სავალი ნაწილის ქვემოთ აწყობენ სავენტილაციო არხს. ასეთი წესით არის აგებული რიკოთის გვირაბი. არხის კვეთი შეირჩევა ჰაერის ხარჯის მიხედვით, რომელზედაც დიდადაა დამოკიდებული საქსპლუტაციო დანახარჯები, რადგან სავენტილაციო ქსელის დებრესია იზრდება ჰაერის ხარჯის კვადრატის, ხოლო ელექტრული ქსელიდან წაღებული სიმძლავრე – ჰაერის ხარჯის კუბის პროპორციულად.

გვირაბის ვენტილაცია შესაძლებელია განხორციელდეს გრძივი, განივი და ერთ-ერთი კომბინირებული სქემით (იხ. ნახ. 1).

ერთგვირაბიანი სისტემა, ნებისმიერი სქემის შემთხვევაში, არ გამოირჩევა უსაფრთხოებით გრძივთან შედარებით, რის გამოც მოძველებულია შეხედულებები მისი უსაფრთხოების შესახებ. კერძოდ, ერთგვირაბიანი განივი სქემაც კი კლასიკური სახით (იხ. ნახ. 1, ბ), რომელიც მიჩნეულია უსაფრთხოდ, რადგან გვირაბში ჰაერის მცირე სიჩქარეები არის და თითქოსდა ხანძრის გავრცელება უნდა შეფერხდეს, იმავე ნახაზზე მოცემული “ა” და “გ” სქემების მსგავსად გამოავლენს თავს ძლიერი ხანძრის შემთხვევაში.

ერთგვირაბიანი ნახევრად განივი სავენტილაციო სქემისას გაჭუჭყიანებული ჰაერი გაიწოვება არხის პორტალებთან დამონტაჟებული ვენტილატორების მეშვეობით, რომელთა მიერ შექმნილი დებრესიის ხარჯზე სუფთა ჰაერი შემოდინება გვირაბის ორივე პორტალიდან. გვირაბი და არხები დაკავშირებულია სავენტილაციო ლიობებით, რომელთა კვეთი ცვალებადია და მათი რეგულირებით შესაძლებელია სასურველი ჰაერგანაწილების მიღწევა.

ნახევრად გრძივი სქემის შემთხვევაში სუფთა ჰაერი დაიჭირხნება ვენტილატორებით, ხოლო გაჭუჭყიანებული გამოიდევნება გვირაბის პორტალებიდან. დანარჩენი ძალაში რჩება და ნახაზზე 1, ა მხოლოდ “+” და “-” გაცვლიან ადგილებს.



ნახ. 2. რიკოთის გვირაბის ვენტილაციის სქემა ხანძრის ჩაქრობის რეჟიმში

ერთგვირაბიანი განივი სქემისას (იხ. ნახ. 1, ბ) გვირაბის თაღურ ნაწილში ორი მაგისტრალური არხია, ხოლო სუფთა ჰაერი სპეციალური გვერდითი არხებით შემოედინება გვირაბის სავალი ნაწილის ღონეზე.

აქ არსებითაა რიკოთის გვირაბის სავენტილაციო სქემის ხანძარუსაფრთხოების შესახებ არსებული მცდარი შეხედულების უარყოფა. ამ მიზნით განვიხილოთ გვირაბის განივების სქემის მოქმედების პრინციპი ხანძრის შემთხვევაში (იხ. ნახ. 2).

თუ ხანძრის კერა არის 2 და 3 პუნქტებს შორის მარცხენა ფრთაზე, მაშინ 3 და მის შემდეგ განლაგებული ყველა სავენტილაციო ფანჯარა 40-ის ჩათვლით, ავტომატურად იკეტება, ხოლო 2 ფანჯარა იღება მაქსიმალური კვეთით. შესაბამისად, მარცხენა ფრთაზე ჰაერი იმოდრავებს მხოლოდ 011'0' და 022'0' გზებით. ამასთან, 2 ფანჯარაში მოხდება ჰაერის უფრო ენერგიული გაწოვა ჩვეულებრივ რეჟიმთან შედარებით, რასაც ხელს შეუწყობს აგრეთვე მაღალტემპერატურიანი ნამწვი აირები. აღნიშნულის შედეგად კერის მიღმა 3 პუნქტიდან 40-ის ჩათვლით, მარცხენა ფრთაზე, ჰაერის მოძრაობის მიმართულება ისეთი იქნება, რომ წვის ტოქსიკური აირები არ გავრცელდება, ხოლო მარჯვენა ფრთის სქემა იმოქმედებს ჩვეულებრივი რეჟიმით. აქ იგულისხმება, რომ სახანძრო შეტყობინების სისტემაში იმუშავა, მანქანების შეშვება გვირაბში შეწყვეტილია, ხოლო კერის ორივე მხარეს მოძრაობა გახდება ცალმხრივი – პორტალების საკენ.

დაახლოებით 2–3 წთ-ის შემდეგ ევაკუაცია დასრულდება. მარცხენა ფრთა ხელუხლებლად რჩება. მარჯვენა ფრთაზე მოხდება პორტალის ჩაკეტვა ლითონის კარით და ნაკადის რეცირკულაცია, რის შედეგადაც ჰაერის გაწოვა იქნება მხოლოდ 2 და 3 ფანჯრებიდან და მუშაობას დაიწყებს სახანძრო სამსახური, რომელიც კერას მიადგება ორივე მხრიდან. მეხანძრეებს მუშაობას გაუადვილებს ჰაერის შემციურებული ხარჯი, რომელიც ჟანგბადის უფრო ნაკლებ რაოდენობას მიაწოდებს კერაზე.

შენიშნავთ, რომ ნახაზებზე წარმოდგენილი ჰაერის ნაკადების მიმართულება განპირობებული არის ვენტილატორების მუშაობით. ხანძრის მიერ აღძრული და ვენტილატორის წარმოქმნილი დეპრესიები ალგებრულად იკრიბება. ხანძრის წვეა მოქმედებს ბუნებრივი წვეის ანალოგიურად: მიმართულების თანხვედრისას მიწოდება იზრდება, ხოლო საპირისპირო მიმართულებისას მცირდება.

ხანძრის მიერ განვითარებული წნევის ნაზარდი, თუ სავენტილაციო ჰაერს მივიჩნევთ იდეალურ აირად [8], შესაძლებელია ანგარიშით განისაზღვროს მიახლოებით ფორმულით

$$\Delta P \approx Q_2 - Q_3 P_0 \quad (1)$$

სადაც  $\Delta P$  – წნევის ნაზარდი, პა;  $P_0$  – ჰაერის ნორმალური ატმოსფერული წნევა ზღვის ღონეზე, პა.

ფორმულიდან (1) ჩანს, რომ ძლიერი ხანძრის პირობებში სავენტილაციო სისტემისათვის, ნაკადების ურთიერთსაპირისპირო მიმართულების შემთხვევაში, მოსალოდნელია კოლაფსი, რადგან ყველაზე მძლავრი ვენტილატორებიც კი  $0,2P_0$  მნიშვნელობაზე დაახლოებით ერთი რიგით ნაკლებ წნევას ანვითარებენ, ხოლო რიკოთის გვირაბში გამოყენებული ვენტილატორები ორი რიგით ნაკლები წნევის განვითარებით ხასიათდება.

ხანძრის კერა გაძლიერების კვალობაზე მოითხოვს ჟანგბადის ზრდად ახალ ულუფებს. აქედან გამომდინარე ცხადია, რომ 1 და 2 სავენტილაციო ფანჯრებში ჰაერს ექნება არა ნახაზზე 2 ნაჩვენები, არამედ საპირისპირო მოძრაობის მიმართულება. მარცხენა ფრთის ვენტილატორები გააგრძელებენ მუშაობას გაწოვის რეჟიმით გადატვირთვის გამო ძრავას გადაწვამდე (ვენტილატორების საკმარისი სიმტკიცის პირობით). ამ ვენტილატორების გადარჩენა შეიძლება არხების ან სარქვლების გადაკეტვით.

მაშასადამე, ძლიერი ხანძრის შემთხვევაში 2 და 3 პუნქტებს შორის, მარცხენა ფრთის ვენტილატორები სავენტილაციო ქსელიდან უნდა გამოითიშოს მათი გადაკეტვის გზით. ყველა შემთხვევაში ეს ვენტილატორები სავენტილაციო ქსელზე და ნაკადის მიმართულებაზე გავლენას ვერ მოახდენენ.

ადვილი მისახვედრია, რომ ნამწვი აირები იმოდრავებს მეორე პორტალისაკენ გვირაბის სავალი ნაწილის გავლით. ამ შემთხვევაში გვირაბის სავალი ნაწილი და სავენტილაციო არხი ფანჯრების ჩათვლით შეიძლება მივიჩნიოთ პარალელურ ქსელებად და მათში გავლილი ჰაერის რაოდენობა დააკმაყოფილებს პარალელური ქსელების ძირითად კანონს

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{Q_2^2}{Q_1^2} \quad (2)$$

სადაც  $R_1$  – სავენტილაციო არხის, ფანჯრების და ვენტილატორის ჯამური აეროდინამიკური წინააღმდეგობა, ნ.წმ<sup>2</sup>/მ<sup>8</sup>;  $R_2$  – გვირაბის სავალი ნაწილის აეროდინამიკური წინააღმდეგობა;  $Q_1, Q_2$  – ჰაერის მოცულობითი ხარჯები შესაბამისად სავენტილაციო არხსა და გვირაბის სავალ ნაწილში, მ<sup>3</sup>/წმ.

ფორმულიდან (2) ცხადია, რომ

$$R_1 Q_1 = R_2 Q_2. \quad (3)$$

მაშასადამე, როგორც არხში, ასევე გვირაბის სავალ ნაწილში დეპრესიები ერთმანეთის ტოლი გახდება და გაუტოლდება ხანძრის მიერ აღძრულ დეპრესიას. შესაბამისად, მარჯვენა ფრთაზე გვირაბის სავალ ნაწილში ჰაერის მოძრაობას არხში ექნება ნახაზზე 2 ნაჩვენების საპირისპირო მიმართულება. ამასთანავე, მაღალი ტემპერატურის მქონე ნაძვები აირები დაწვავენ ვენტილატორებს, რომელთა გადარჩენა, მარცხენა ფრთის ანალოგიურად, შესაძლებელია არხების ან სარქვლების გადაკეტვით. ცხადია, რომ მარჯვენა ფრთის ვენტილატორების რევერსირება განუხორციელებელია ხანძრის დეპრესიის გაცილებით დიდი სიდიდის გამო.

მაშასადამე, არცერთი ვენტილატორი ხანძრის შემთხვევაში 5 წთ-ის შემდეგ თავის ფუნქციას ვეღარ შეასრულებს, ხოლო ნახევრად განივი სქემა ხანძრის გავლენით გრძივად გადაკეთდება. შესაბამისად, ნახევრად განივი სისტემის ხანძარუსაფრთხოებაზე აქცენტირება გრძივ სისტემებთან შედარებით, კონკრეტულ პირობებში, მართებული არ არის.

აღსანიშნავია, რომ რიკოთის გვირაბის სავენტილაციო სისტემის მოდერნიზაცია მოხდა გერმანული სტანდარტით **RQABT**, რომელიც ჰარმონიზებულია გაეროს ევროპული ეკონომიკური კომისიის რეკომენდაციებთან, რომლის თანახმად გვირაბების სავენტილაციო სისტემები გაანგარიშებული უნდა იქნეს 30 მგვტ ხანძრის პირობებში ფუნქციონირებისთვის, რომლის ტემპერატურაც შეადგენს 600<sup>0</sup>K. სურათი დამძიმებულია იმის გათვალისწინებით, რომ რიკოთის გვირაბის სავენტილაციო სისტემას არ შეუძლია 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის მიერ გენერირებული კვამლის განზავება და გაზრდილი რაოდენობის ჰაერის გატარება.

შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ საგანგებო სიტუაციის განვითარების ცნობილი 5 ფაზიდან [9] (ბუნებრივად ან ანთროპოგენურად მიმდინარე პროცესების ნორმალური მსვლელობიდან გადახრის აკუმულაცია; საგანგებო სიტუაციის ინიცირება; თვით საგანგებო სიტუაციის მიმდინარეობა და განვითარება; თანამდევი და ნარჩენი მოვლენების მოქმედება-მიღება; დამდგარი მანვე შედეგების შემცირება-ლიკვიდაცია). რიკოთის გვირაბის პირობებში ადგილი აქვს პირველ ფაზას. აქ აკუმულაცია განპირობებულია ერთგვირაბიანი სავენტილაციო სისტემის არსებობით და საშიში ტვირთების გადაზიდვაზე განრიგის დაუწესებლობით. დანარჩენი 4 ფაზა რიკოთის გვირაბის პირობებისათვის თავისებურებით არ უნდა გამოირჩეოდეს ობიექტურად და შესაძლებელია ამ შემთხვევაში ვისარგებლოთ მსოფ-

ლიოს გვირაბებში მომხდარი საგანგებო სიტუაციების ანალიზით და მათთან მსგავსებით.

შესაბამისად, ხანძრის გავლენით გამოწვეული საგანგებო სიტუაციების პრევენციისა და მომხდარი ხანძრის შემთხვევაში დამდგარი მანვე შედეგების მინიმიზაციისათვის საჭიროა განრიგის დაწესება საშიში ტვირთებისა და დიდი მასის მქონე დატვირთული ავტომობილებისათვის, რადგან სტატისტიკის თანახმად, ტვირთების აღნიშნულმა კატეგორიამ გამოიწვია მასშტაბური ხანძრები მსოფლიოს გვირაბებში. აღნიშნული ტვირთის ტრანსპორტირება უნდა მოხდეს მაშინ, როცა გვირაბში მოძრაობის ინტენსიურობა არის მინიმალური. ისიც აღსანიშნავია, რომ ლოდინის რეჟიმში შესაძლებელი იქნება ავტომობილების ტექნიკური მდგომარეობის დათვალიერება, რაც კიდევ უფრო მეტად გააძლიერებს მიღებულ ეფექტს.

ამგვარად, შეგვიძლია დავასკვნათ:

- რიკოთის გვირაბში გამოყენებული სავენტილაციო სისტემა სახანძრო უსაფრთხოებით არ ხასიათდება;
- ხანძრის გავლენით გამოწვეული საგანგებო სიტუაციების პრევენციის მიზნით რეკომენდებულია გვირაბში გატარებულ ტვირთებს მასისა და საშიშროების ხასიათის მიხედვით დაუწესდეს განრიგი.

## ლიტერატურა

1. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, *Report TRANS/AC.7/9*, 2001. 59 p.
2. The White Book 2001, Published in April 24, 2001, Sweet & Maxwell Ltd, ISBN 10: 0421745800, ISBN 13:9780421745803.
3. Theologitis D.. Eurotransport, 2005, № 3. pp. 16 – 22.
4. ო. ლანჩავა, ი. გვენცაძე. ხანძრის გავლენის შემცირების გზები სატრანსპორტო გვირაბებში ევაკუაციის განსახორციელებლად. „სამთო ჟურნალი“, 2 (29), თბილისი, 2012. გვ. 75-77.
5. Haack A. Fire Protection in Traffic Tunnels: General Aspects and Results of the EUREKA Project, TUNNELING AND UNDERGROUND SPACE TECHNOLOGY, 1998, Volume 13, № 2. pp. 377-381.
6. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, *Report TRANS/AC.7/11*, 2002. 6 p.
7. Distribution analysis of the fire severity characteristics of single passenger road vehicles using heat release rate data. <http://www.firesciencereviews.com/content/2/1/5>. Published: September, 2013.
8. ო. ლანჩავა, გ. ნოზაძე, ნ. ბოჭორიშვილი, ზ. ლებანიძე, ნ. არუდაშვილი. საავტომობილო გვირაბში ძლიერი ხანძრის მიერ გამოწვეული საფრთხის ანალიზი. „სამთო ჟურნალი“, 1 (32), თბილისი, 2014. გვ. 86-89.
9. ა. ფრანგიშვილი, ნ. ბოჭორიშვილი, ო. ლანჩავა. სიცოცხლის უსაფრთხოება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2011. 638 გვ.

ЛАНЧАВА О.А., БОЧОРИШВИЛИ Н.А., НОЗАДЗЕ  
Г.Ч., ДЖАНГИДZE M.B., АРУДАШВИЛИ Н.Н.,  
ДЕМЕТРАШВИЛИ С.А.

**УПРАВЛЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ, ОБУСЛОВЛЕННЫМИ ВЛИЯНИЕМ ПОЖАРА, В УСЛОВИЯХ ОДНОТОННЕЛЬНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

В настоящей работе рассмотрены полупоперечная и поперечная схемы однотоуннельной системы вентиляции и ожидаемые фазы чрезвычайных ситуаций, вызванных влиянием пожара. Установлено, что для условий Рикотского тоннеля имеет место аккумуляция отклонений от нормального протекания естественного и антропогенно происходящих процессов, а мерой превенции предложено установление расписания для опасных грузов, когда важное значение приобретает проветривание, поскольку удаление дыма и токсических примесей воздуха, с целью спасения жизни людей, осуществляется с помощью вентиляции. Для разработки вентиляционной системы важно установление ее функциональных возможностей для управления чрезвычайными ситуациями, как в начальной стадии пожара, так и при ее развитии в полном объеме.

Как известно, каждая чрезвычайная ситуация характеризуется своей скоростью протекания. Чрезвычайная же ситуация, обусловленная наличием пожара, относится к быстро распространяющимся явлениям. По масштабу отмеченная ситуация не выходит за пределы объекта. Следовательно, основные результаты настоящей работы являются актуальными для дирекции тоннеля и соответствующей службы по управлению чрезвычайными ситуациями, для адекватного осуществления мер по спасению жизни людей.

LANCHAVA O., BOCHORISHVILI N., NOZADZE G.,  
JANGIDZE M., ARUDASHVILI N.,  
DEMETRASHVILI S.

**MANAGEMENT OF EMERGENCIES CAUSED BY INFLUENCE OF THE FIRE FOR THE COMBINED VENTILATION SYSTEM IN TWO-WAY TRAFFIC TUNNELS**

In this paper the semi-transverse and transverse scheme of system of ventilation for two-way traffic for single tunnel have been considered. At the same time the expected phases of emergencies caused by influence of fire have been investigated. For conditions of Rikoti road tunnel have been determined that there is accumulation of deviations from the normal course of natural and anthropogenic processes. Measure for the prevention of hazards in tunnel is proposed the establishing a schedule for dangerous goods, when ventilation becomes important, because for saving lives is the need to remove smoke and toxic materials. To design the ventilation system, it is important to establish its functional capabilities for disaster management, both in the initial stage of the fire, and when it is in full development.

As it is well known, each emergency is characterized by its own rate of development. Emergency situation due to the presence of fire is a rapidly developing phenomenon. On the scale of the fire situation is within the object. Consequently, the main results of this work are relevant to the management of the tunnel and the corresponding service of Emergency Management for the implementation of adequate measures to save lives.

შპს 622.647.2

**აკად. დოქტორი ნ. მოლოდინი, აკად. დოქტორი რ. მოლოდინი  
ვაკუუმ-ამპრავეზის ხასუნის კვანძების თეორიული, ექსპერიმენტული  
და კომპიუტერული კვლევის შედეგები და მათი ანალიზი**

*ნაშრომში მოცემულია დასკვნები და რეკომენდაციები, რომლებიც მიღებულია: ლენტური კონვეიერების დღემდე ცნობილი ამბრავი ვაკუუმ-დოლების და მათი ხასუნის კვანძების საკონტაქტო ზედაპირების კონსტრუქციების შესწავლით; ლენტთან საკონტაქტო რგოლურ ჭვრიტეში მაკროელასტოპლასტიკური რეზინის ვაკუუმის შექმნის პროცესების ანალიზით; ახალი კონსტრუქციის საკონტაქტო ზედაპირზე სითხის შრის სისქისა და მისი სადრენაჟო ფენების თეორიული, ექსპერიმენტული გამოკვლევით და კომპიუტერული მოდელირებით.*

მეცნიერული კვლევის უტყუარობისა და დასაბუთებულობის დადასტურების მიზნით, წინამდებარე ნაშრომში, მოვასწავნებ ჩვენს მიერ შესრულებული თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგების

ურთიერთანხვედნილობის დასაშვებ ზღვრებში არსებობის ანალიზი. იმავდროულად ვითვალისწინებდით და ვეყრდნობოდით: მაკროელასტოპლასტიკური რეზინის, ვაკუუმში ფიზიკური პროცესების, მოცულობითი ჰიდრომანქანების მუშაობის თეორიის, ტრიბონიკის და საერთოდ მექანიკის ზოგად დებულებებს. თეორიული კვლევების შედეგად მივიღეთ ვაკუუმ-დოლის საკონტაქტო ზედაპირებისა და მათი ვაკუუმის წყაროებთან შემართებელი კვანძების (ჩვენი შემთხვევისათვის – ნახვრეტებია, კოლექტორიან ვაკუუმ-დოლებში კი იგი წარმოადგენს საკმარისად გრძელ და რთულ ლაბირინთულ რეციპიენტებს – ვაკუუმ-არხებს). უხელსაყრელესი გეომეტრიული პარამეტრები (მილსადენების – ნახვრეტების სიგრძის და დიამეტრის, გრძივი არხების მოცულობების, მათი უპირატესი გეომეტრიული

ფორმებისა და ზომების და ა.შ.) და რგოლურ ჯვრიტეში მიმდინარე ხახუნის რეჟიმის ტექნოლოგიური პროცესის უპირატეს პირობებში წარმართვის სქემა [1], როდესაც ცოცია, ჩვენი შემთხვევისათვის საკონვეიერო ლენტის, საყრდენ ზედაპირზე, ანუ ვაკუუმ-დოლის საკონტაქტო ზედაპირზე ტანგენციალური მოძრაობით განაპირობებს მისი შემკავებელი – შემზეთი სითხის გამოტუმბვას.

მივიღეთ, რომ გასაუხშობელი და გამაუხშობელი მექანიზმის შემაერთებელი ელემენტის, ნახვრეტის (რეციპიენტის) დიამეტრი განისაზღვრება დამოკიდებულებით [2]:

$$d_{\text{ნახ.}} = 0,95\sqrt{Q} \cdot \sqrt[4]{\frac{\rho}{\Delta p}}, \quad (1)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ამ გამოსახულებაში

$$Q = \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}}, \quad d_{\text{ნახ.}}\text{-ის მნიშვნელობის საანგარიშოდ}$$

საჭიროა გამოთვლილი იქნეს გრძივი არხიდან გადადინებული სითხის რაოდენობის ის რეალური მნიშვნელობა, რომლიც „დრეკადი სრიალის“ რკალის გარბენამდე, უწყვეტ ნაკადად გადაედინება დგუშისეულ სივრცეში. ამიტომ ვსარგებლობთ გამოსახულებით [2]

$$Q = \frac{(0,1 - 0,2)\pi R_{\text{ღ}}}{v_{\text{ლენტ.}}} v_{\text{ცხრ.}} \quad (2)$$

Q-ს მიღებული მნიშვნელობა წარმოადგენს ვაკუუმ-დოლის საკონტაქტო ზედაპირის გრძივი არხის მოცულობას, ხოლო (1) გამოსახულებით ნაანგარიშევი  $I_{\text{ნახ.}}$ -ის მნიშვნელობა წარმოადგენს წრიული ამონაჩარხების ერთმანეთთან და აპმ-ის დგუშისეულ სივრცესთან შემაერთებული გრძივი დარების სიგანეს.

ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით წრიული ამონაჩარხების ოპტიმალური დიამეტრი  $d_{\text{ამონაჩ.}} = 3d_{\text{ნახ.}}$ ; ხოლო ამონაჩარხების ცენტრებს შორის მანძილი  $I_{\text{ამონაჩ.}} = 2d_{\text{ამონაჩ.}} = 6d_{\text{ნახ.}}$ .

ამონაჩარხების რაოდენობა ერთ გრძივ არხზე

$$n_{\text{ამონაჩ.}} = \frac{B_{\text{ღ}} - 2d_{\text{ამონაჩ.}}}{2d_{\text{ამონაჩ.}}} = \frac{B_{\text{ღ}}}{6d_{\text{ნახ.}}} - 1.$$

გრძივი არხების ბიჯი

$$t = (4 - 4,5) \cdot d_{\text{ამონაჩ.}} = (12 - 13,5) \cdot d_{\text{ნახ.}}$$

არხების რაოდენობა დოლის საკონტაქტო ზედაპირზე

$$n_{\text{არხ.}} = \frac{\pi D_{\text{ღ}}}{t} = \frac{\pi D_{\text{ღ}}}{(12 - 13,5)d_{\text{ნახ.}}} = (0,26 - 0,23) \frac{D_{\text{ღ}}}{d_{\text{ნახ.}}}$$

გრძივი არხის ფართობი

$$S_{\text{არხ.}} = \frac{\pi d_{\text{ამონაჩ.}}^2}{4} \cdot n_{\text{ამონაჩ.}} + n_{\text{ამონაჩ.}} \cdot d_{\text{ნახ.}} \cdot d_{\text{ამონაჩ.}}$$

$$S_{\text{არხ.}} = \frac{\pi (3d_{\text{ნახ.}})^2}{4} \cdot \left( \frac{B_{\text{ღ}}}{6d_{\text{ნახ.}}} - 1 \right) + \left( \frac{B_{\text{ღ}}}{6d_{\text{ნახ.}}} - 1 \right) \cdot d_{\text{ნახ.}} \cdot 3d_{\text{ნახ.}}$$

და ბოლოს წრიული ამონაჩარხებიანი გრძივი არხის ფართობი

$$S_{\text{არხ.}} = d_{\text{ნახ.}} (1,678B_{\text{ღ}} - 10,065d_{\text{ნახ.}}), \quad (3)$$

არსებული ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [2]

$$V_{\text{შესადლო}} = \frac{0,1\pi D_{\text{ღ}}}{v_{\text{ლენტ.}}} v_{\text{ცხრ.}}$$

ხოლო ვაკუუმ-დოლის შერჩეული ეტალონური მოდელი-სათვის

$$V_{\text{შესადლო}} = \frac{0,1\pi D_{\text{ღ}}}{v_{\text{ლენტ.}}} v_{\text{ცხრ.}} = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot 2,674}{8,4} v_{\text{ცხრ.}}$$

$$= 0,0999 \cdot v_{\text{ცხრ.}} \quad (4)$$

მაშინ (3) და (4) გამოსახულებების გათვალისწინებით ეტალონური მოდელის ღარის სიღრმე

$$h_{\text{ღარის}} = \frac{V_{\text{შესადლო}}}{S_{\text{არხისა}}} = \frac{0,0999 \cdot v_{\text{ცხრ.}}}{d_{\text{ნახ.}} (1,678B_{\text{ღ}} - 10,065d_{\text{ნახ.}})}$$

ამგვარად, ვაკუუმ-დოლის საკონტაქტო ზედაპირის ყველა გეომეტრიული ზომა გამოსახულია ნახვრეტის  $d_{\text{ნახ.}}$ , დიამეტრის, ვაკუუმ-დოლის  $D_{\text{ღ}}$  – დიამეტრის და საკონვეიერო ლენტის  $B_{\text{ლენტის}}$  სიგანის საშუალებით. აღნიშნული პარამეტრების ანგარიშისას ვსარგებლობთ არსებული ლიტერატურის მიხედვით [2], საიდანაც ცხრილის რიცხვით მნიშვნელობებს ვირჩევთ იმ რეგიონში არსებული კლიმატური პირობების მიხედვით, სადაც უნდა იმუშაოს დასაპროექტებელმა ობიექტმა (ლენტურმა კონვეიერმა, მოდერნიზებული ვაკუუმ-ამძრავით).

ზემოთ მოცემული საპროექტო სამუშაოების შესრულების შემდეგ, კომპიუტერული მოდელირების საშუალებით, მოვანდინეთ ჩვენს მიერ დაპროექტებული და გაანგარიშებული ვაკუუმ-დოლის საკონტაქტო ზედაპირისა და საკონვეიერო ლენტის რგოლურ ჯვრიტეში სითხის შრის სისქისა და მთელი შემოხვევის კუთხის (ორივე: „შედარებითი სიმშვიდის“  $[0-0,2]\pi$  და „დრეკადი სრიალის“  $[0,2 \pi - \pi]$  რადიანზე) საზღვრებში მისი ცვლილების შესწავლა. აღნიშნულის განხორციელების მიზნით ჩვენს მიერ მიღებულ [3]  $\Delta h(s) = Ae^{\lambda_1 s} + Be^{\lambda_2 s} + Ce^{\lambda_3 s}$  გამოსახულებაში A, B, C ნამდვილი მუდმივების განსაზღვრისა და  $\Delta h(s)$ -ის ცვლილების კომპიუტერული მოდელის შედგენისათვის ვისარგებლეთ ქვემოთ განხილული კონკრეტული მაგალითის პირობებით. კერძოდ:

თუ გამოსახულებაში  $\Delta h = 1 - \frac{h}{h_0}$  [3] გავითვალის-

წინებთ „შედარებითი სიმშვიდის“ და „დრეკადი სრიალის“ შესაბამის რკალებზე ვაკუუმის შექმნისა და სითხის დრენაჟირების ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ პროცესებს, მაშინ შეიძლება ჩაეწეროს:

„შედარებითი სიმშვიდის“ რკალის ცენტრალურ ნაწილში  $h=h_0$ , ამიტომ  $S=0,1\pi$ , მაშინ  $h = h_0$  და  $\Delta h(s)=0$ ;



აგრეთვე  $S=0,1\pi$ , და  $h=h_0$  და  $(\Delta h(s))'=0$ ;

ხოლო, როდესაც  $0,1\pi < S \leq \pi$ , მაშინ  $h \approx 0$  და  $\Delta h(s) \approx 1$ .

$\Delta h(s)$  ქვემოთ წარმოდგენილ განტოლებაში [3] შემავალი სიდიდეებიდან:

$$\Delta h(s) = Ae^{\sqrt{\frac{6\mu s}{Th_0^3}} + B_1 e^{\sqrt{\frac{3\mu s}{4Th_0^3}}} \cos \sqrt{\frac{3\mu s}{4Th_0^3}} \sqrt{3s} + C_1 e^{\sqrt{\frac{3\mu s}{4Th_0^3}}} \sin \sqrt{\frac{3\mu s}{4Th_0^3}} \sqrt{3s},$$

$\mu=0,01-0,9$  - არის ლენტის დოლის ზედაპირთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი.

ჩვენი პირობებისათვის შეიძლება მივიღოთ, რომ  $\mu=0,63$ ;

$$U = U_1 \left( 1 - \frac{F_1 - F_2}{F_0} \right) - \text{ლენტის დრეკადი სრიალის}$$

სიჩქარე;

სადაც  $U_1 \approx 0,005$  მ/წმ - დოლზე ლენტის პირველი გვარის წინასწარი წანაცვლება.

$$F_1 = e^{\mu \alpha_{\max}} \left( 1 - e^{-\mu \delta} \sum_{K=1}^{24} Pe^{-\mu(K-1)(\beta+\delta)} + S_C (e^{\mu \alpha_{\max}} - 1) \right); (5)$$

$T \approx F_1$  - დოლზე ლენტის სწრაფობის წერტილის დაჭიმულობა;

$F_2 = S_f = pRB - 2pRB = const$  ლენტის პროგრამული (საწყისი), ანუ დოლიდან ჩამოქანების წერტილში ლენტის დაჭიმულობა;

$F_0$  - არის ლენტის სიხისტე დენ, რომლის დროს დაძაბულობა დრეკადობის მოდულს შეესაბამება

$$F_0 = \frac{EB}{m} \approx 200000 - 675000 \text{ დენ}. (6)$$

(5), (6) გამოსახულებებში შემავალი სიდიდეებიდან:  $S_f = F_2 = (40645-81290)$  დენ;  $K=1, 2, \dots, 24$  - გრძივი არხის ნომერი;  $\beta=0,00898$  რად - არხის სიგანე;  $\delta=0,1167$  რად - ღარებსშორისი სეგმენტი;  $t=0,1257$  რად - არხების ბიჯი;  $\alpha_{\max}=\pi$  რად - დოლზე ლენტის შემოხვევის კუთხე;  $p=0,35-0,95$  დენ/სმ<sup>2</sup> - ვაკუუმის სიდიდე;  $R=133,7$  სმ - ვაკუუმ-დოლის რადიუსი;  $B=320$  სმ - ლენტის სიგანე;  $E=6000 - 20000$  დენ/სმ ლენტის დრეკადობის მოდული;  $n_{\text{არხ}}=50$  - დოლზე ვაკუუმ-არხების საერთო რაოდენობა;  $m=6,5-9,5$  სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი.

$$h_0 = 0,643R \left( \frac{6\mu}{T} \right)^{\frac{2}{3}} - \text{„შედარებითი სიმშვიდის}$$

რკალის“ ცენტრალურ ნაწილში სითხის შრის სისქე.

ვაკუუმ-დოლის ეტალონური მოდელის საკონტაქტო ზედაპირზე არხების საერთო რაოდენობა  $n_{\text{არხ}}=50$ ; მათგან რგოლური ჭვრიტის  $(0,2 \pi)$  რადიანი კუთხის შესაბამისი „შედარებითი სიმშვიდის რკალზე“ განთავსდება 4 არხი ნომრებით  $K=24, 23, 22, 21$ . დანარჩენი 20-1 ვაკუუმ-არხი  $(0,2\pi-\pi)$  რადიანის ტოლ კუთხეზე „დრეკადი სრიალით“ იმუშავებს მთელ საკონტაქტო ზედაპირზე

ვაკუუმის დანაკარგების თანდათანობითი კომპენსაციით  $K=20$ -დან  $K=1$ -კენ.

განვიხილოთ ვაკუუმ-დოლის მუშაობის ორი შესაძლო რეჟიმი:

1) „შედარებითი სიმშვიდის“ რკალის  $K=24-21$  არხებში ვაკუუმის საწყისი მნიშვნელობა  $p=0,35$  დენ/სმ<sup>2</sup>; ხოლო  $(0,2\pi-\pi)$  რადიანის „დრეკადი სრიალის რკალზე“ მივიღოთ ვაკუუმის ზრდა  $p=0,35$ -დან  $0,95$  დენ/სმ<sup>2</sup>-მდე,  $K=20$ -დან  $K=1$ -კენ ვაკუუმ-არხისაკენ ზრდის ბიჯით  $0,03 - 0,1$  დენ/სმ<sup>2</sup> (მხედველობაში მიიღება ვაკუუმის კარგვებიც);

2) „შედარებითი სიმშვიდის“ რკალის  $K=24-21$  არხებში ვაკუუმი აღწევს მაქსიმალურ  $p=0,95$  დენ/სმ<sup>2</sup> მნიშვნელობას.  $K=20$ -დან  $K=1$ -კენ ვაკუუმ-არხებში კი „დრეკადი სრიალით“ ხდება მთელ საკონტაქტო ზედაპირზე შექმნილი ვაკუუმის შენარჩუნება (აღნიშნულ პროცესს ადგილი ექნება უხვად დასველებული და დგუშისეული სივრცის სითხით მაქსიმალურად შევსების შემთხვევაში).

ყველა შესაძლო ვარიანტის მონაცემი შეტანილი იქნა კომპიუტერში  $\Delta h(s)$ -ის,  $S=0-\pi$  რადიანის საზღვრებში, ცვლილების შესწავლისათვის.

### დასკვნები და რეკომენდაციები

ლენტური კონვეიერების ამძრავი ვაკუუმ-დოლებისა და მისი საკონტაქტო ზედაპირების კონსტრუქციების შესწავლით, ლენტთან საკონტაქტო რგოლურ ჭვრიტეში მაკროელასტოპიდროდინამიკური რეჟიმისას ვაკუუმს შექმნის პროცესების ანალიზით და ახალი ტიპის (კონსტრუქციის) საკონტაქტო ზედაპირზე სითხის შრის სისქისა და მისი სადრენაჟო ეფექტის თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევისა და კომპიუტერული მოდელირების შედეგების საფუძველზე მიღებულია შემდეგი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. შემოთავაზებული ახალი ტიპის (კონსტრუქციის) საკონტაქტო ზედაპირი წარმოადგენს საკონვეიერო ლენტისათვის კარგ საყრდენ და მცირე საწყისი მოცულობის მქონე ცენტრალური გაწოვის ვაკუუმ-არხებით დაპროექტებულ საკონტაქტო ვაკუუმ-ზედაპირს.

2. ავტონომიურ ვაკუუმურ მექანიზმებიანი (აპმ) ამძრავები შემოთავაზებული ახალი საკონტაქტო ზედაპირით, პერსპექტიულია და იძლევა საშუალებას:

- საკონტაქტო ზედაპირზე, რგოლურ ჭვრიტეში ვაკუუმი შექმნათ, პრაქტიკულად უკუმშვადი წვეთოვანი სითხის (თხევადი დგუშის) საშუალებით;

- იდენტური წვეის ძალებისას სხვა ტიპის ამძრავებთან შედარებით, გამოვიყენოთ უფრო ნაკლები სიმტკიცის ლენტი, ან გავზარდოთ საკონვეიერო დგარის სიგრძე;

- მივიღოთ მაღალი და თანაბრად განაწილებული ვაკუუმი ამძრავის, როგორც განივი ასევე წრიული მიმართულებით, რაც ამაღლებს მის ეფექტურად გამოყენებას მარგი ქმედების კოეფიციენტისა და ამძრავის საკონტაქტო ზედაპირზე დაყვანილი კუთრი სიმძლავრის გაზრდის შედეგად;

- ვაკუუმის ფორმირება დავასრულოთ კომპაქტური აპმ-ის საშუალებით მთელი საკონტაქტო რგოლური ჭვრიტის  $(0,05-0,2) \cdot \alpha$  შესაბამის რკალზე, რომელიც იწყება ამძრავზე ლენტის სწრაფობის წერტილიდან ანუ ე.წ. „შედარებითი სიმშვიდის რკალზე“.

3. მაკროელასტოპლასტიკური რეჟიმში მომუშავე ვაკუუმ-დოლის, ლენტურ საკისართან გაიგივების შემდეგ, იტერაციული ოპერაციების საშუალებით, ლენტური კონვეიერების ამძრავების გაანგარიშების თეორიაში პირველად გამოვიყენეთ შეხეთვის გაანგარიშების კლასიკური მეთოდები და მათი შედეგები.

4. დავსახეთ ხახუნის კოეფიციენტის სიდიდის მართვის პროცესის რეალურად განხორციელების იდეა და მივალწით მოსრიალე ზედაპირების წყვილის, შეხეთვისა და ხახუნის ხასიათის ცვლილების განსაზღვრას კლასიკური მეთოდების გათვალისწინებით, რომელიც წარმოდგენილია გრაფიკული სახით კოორდინატებში ზომერფელდის განზოგადებული ( $S_0$ ) რიცხვი, ხახუნის ( $f$ ) კოეფიციენტი [4].

5. ნაგე-სტოკისა და რეინოლდსის განტოლებებზე დაყრდნობით განისაზღვრა დოლისა და საკონვეირო ლენტის საკონტაქტო ჯვრიტეში სითხის შრის სისქე  $h$ , მისი  $h_0$  მნიშვნელობა შემოხვევის საძიებო კუთხის ცენტრალურ ნაწილში და მათ შორის განსხვავება  $\Delta h$  ორი კონკრეტული შემთხვევისათვის: 1) როდესაც საკონტაქტო ზედაპირი გაყოფილია „დრეკადი სრიალის“ და არამოსრიალე ანუ „შედარებითი სიმშვიდის“ უბნებად და 2) პირობისათვის, რომლის მიხედვით საკონტაქტო ზედაპირზე „სიმშვიდის რკალი“ არ არსებობს.

6. ორივე შემთხვევისათვის მიღებულია განტოლებები  $\Delta h$ ,  $h_0$  და  $h$ -ის გაანგარიშებისათვის, რამაც საშუალება მოგვცა განგვესაზღვრა ვაკუუმის შექმნის პროცესის სრულყოფისათვის საკონტაქტო ზედაპირის გრძივი არხების ოპტიმალური კონსტრუქცია და მათი საწყისი აუცილებელი მოცულობის მნიშვნელობა.

7. დამუშავებულია რგოლური ჯვრიტედან ვაკუუმის შემქმნელი მექანიზმის (კერძო შემთხვევაში დგუშისეული სივრცის) მოცულობასთან დამაკავშირებელ ნახვრეტში სითხის უწყვეტ ნაკადად გადადინების გაანგარიშების მეთოდიკა, რომელიც უზრუნველყოფს თანაბარი და საჭირო ვაკუუმის სიდიდის ფორმირებასა და შენარჩუნებას. გაანგარიშების მეთოდიკა მისაღებია ნებისმიერი დიამეტრის ამძრავისათვის, ლენტის ნებისმიერი სიჩქარისათვის, ტემპერატურული რეჟიმისა და ვაკუუმის საჭირო სიდი-

დის გათვალისწინებით.

8. ფიზიკური და კომპიუტერული მოდელების საშუალებით ვაკუუმ-ამძრავების ვაკუუმს დაქვემდებარებული მოხახუნე ზედაპირების მაკროსიმქისეების, ლოკალურ რეზერვუარებსა და კაპილარებში სითხის მოძრაობის თეორიულად და ექსპერიმენტულად შესწავლამ განაპირობა ვაკუუმ-ამძრავების საკონტაქტო ზედაპირებისა და ვაკუუმის შემქმნელი მექანიზმების ოპტიმალური პარამეტრების (ვაკუუმ-არხების და მათი ურთიერთდამაკავშირებელი კვანძებისა და ნახვრეტების, ცილინდრ-დგუშების და მუშტა მექანიზმების და ა.შ.) დადგენა.

9. დამუშავდა ტექნიკური მოთხოვნები ვაკუუმ-ამძრავების ყველა ტექნოლოგიური რგოლისათვის. ჩატარებულმა სამეცნიერო-კვლევებმა და ჩვენს მიერ შესრულებულმა თეორიულმა და ექსპერიმენტულმა კვლევებმა უტყუარად გვიჩვენა, რომ თანაბარი და საჭირო სიდიდის ვაკუუმის ფორმირება დამოკიდებულია არა მხოლოდ საკონტაქტო ზედაპირების კონსტრუქციისა და ვაკუუმის შემქმნელი მექანიზმების შესაძლო ამოტუმბვის სისწრაფეზე, არამედ მათი შემადგენელი ვაკუუმური არხების (რეციპიენტების, ნახვრეტების) გამტარუნარიანობაზეც.

#### ლიტერატურა

1. Д. Мур. Трение и смазка эластомеров. Перевод с английского Г. И. Бродского „Химия“, Москва. 1977. 262 с.

2. ნ. მოლოდინი, რ. მოლოდინი. ვაკუუმ-ამძრავის საკონტაქტო ჯვრიტიდან გაუხშობის მექანიზმადე სითხის უწყვეტ ნაკადად გადადინების კვლევა. „სამთო ჟურნალი“, 1-2 (18-19), თბილისი, 2007. გვ. 31-36.

3. ნ. მოლოდინი, რ. მოლოდინი. პლასტიკური რეჟიმში მომუშავე ვაკუუმ-დოლის ლენტთან საკონტაქტო ჯვრიტეში სითხის შრის სისქის განსაზღვრისათვის. „სამთო ჟურნალი“, №2(15), თბილისი, 2005. გვ. 60-62.

4. Мур. Д. Основы и применения трибоники. Перевод с английского Харламова С.А., под редакцией Крагельского М.В. Трояновской Г.И. «Мир», Москва, 1978. 488 с.

#### МОЛОДИНИ Н.Ш., МОЛОДИНИ Р.Н. РЕЗУЛТАТЫ И АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ВАКУУМ-ПРИВОДОВ

В работе даны заключения и рекомендации, полученные путем изучения известных на сегодняшний день вакуум-барабанных приводов ленточных конвейеров и конструкции узлов трения контактных поверхностей, работающих в макроэластогидродинамическом режиме, а также путем анализа процесса создания вакуума теоретическими и экспериментальными исследованиями на основе компьютерного моделирования.

#### MOLODINI N, MOLOIDINI R. RESULTS AND ANALYSIS OF THEORETICAL, EXPERIMENTAL AND COMPUTER INVESTIGATIONS OF VACUUM DRIVES FRICTIONAL UNITS

In the article there are given conclusions and recommendations, received by means of study of vacuum-drums drives known at present belt transporter and constructions of contact surfaces frictional unites, working in macro elastic hydrodynamic regime, by means of analysis of vacuum creation regime by theoretical and experimental investigations on the basis of computer modeling also.

**ტიქნ. ვიცნ. დოქტორი, პროფესორი ლ. მახარაძე,  
მაგისტრანტი ა. ტაველიშვილი**

**მრავალსაფეხურიან ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ  
მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობისა და  
მაგისტრალის გასწვრივ მათი განთავსების ადგილის განსაზღვრის  
ანალიზი**

*ნაშრომში მოცემულია მრავალსაფეხურიან ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობისა და მაგისტრალის გასწვრივ მათი განთავსების ადგილის განსაზღვრის ანალიზი, რომელიც განსხვავდება დღემდე არსებული მეთოდებისაგან იმით, რომ ითვალისწინებს წნევების ცვალებადობას მაგისტრალში ტუმბოების ამუშავებისა და გაჩერებისას. ანალიზის საფუძველზე მოცემულია რეკომენდაციები, რომლებიც იძლევიან გარანტიას იმისა, რომ წნევების ცვალებადობა გარდამავალი რეჟიმების დროს მოხდეს მდოვრედ, მკვეთრად გამოხატული რხევების გარეშე, არ მოხდეს მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების განთავსების ადგილებში ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევა (გაწყვეტა) და არასტაციონარული პროცესების განვითარება, როდესაც შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს წნევების მნიშვნელოვან ფარგლებში ცვალებადობას მთელ მაგისტრალში შესაბამისი არასასურველი შედეგებით.*

ცნობილია, რომ მილსადენ ჰიდროსატრანსპორტს გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობები ტრადიციულ სატრანსპორტო სისტემებთან შედარებით. კერძოდ, არ ხდება მყარი ფხვიერი მასალის (წიაღისეულის) გაფანტვა ტრანსპორტირებისას; ეკოლოგიურად სუფთაა; რაც მთავარია, ტრანსპორტირებისას ხდება წიაღისეულის ნაწილობრივი, ან ზოგ შემთხვევაში (წიაღისეულის შემადგენელი კომპონენტებისაგან ურთიერთდამოკიდებულებით), სრული გამდიდრება; ეკონომიკურადაც უფრო ხელსაყრელია, რადგან მნიშვნელოვნად ნაკლები დანახარჯებია საჭირო მისი განხორციელებისათვის; ნებისმიერ გეოგრაფიულ (რელიეფურ) და კლიმატურ პირობებში შეიძლება მისი განხორციელება. უფრო იაფია არა მხოლოდ მისი რეალურად განხორციელება (მშენებლობა), არამედ რაც მეტია ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენი მაგისტრალის სიგრძე (ჰიდრონარევის დანიშნულების ადგილამდე მიწოდების - ტრანსპორტირების მანძილი), რაც მეტია ჰიდრონარევის მოცულობითი კონცენტრაცია - მყარი ფხვიერი მასალის ნაწილაკების მოცულობითი შემცველობა ჰიდრონარევიში [1, 2], მით უფრო ნაკლებია დაყვანილი დანახარჯები მიწოდებაზე, და შესაბამისად იაფია ტრანსპორტირებული მყარი ფხვიერი მასალის გადაზიდვა. სამრეწველო მაგისტრალურ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებზე დაკვირვებების შედეგად დადგინდა, რომ მათი წლიური მწარმოებლურობის გაზრდისას 5 მლნ ტონამდე, დანახარჯები ტრანსპორტირებაზე მკვეთრად მცირდება. უფრო მეტად გაზრდისას მკვეთრად შემცირება არ ხდება, ხოლო ტენდენციას შემცირებაზე მუდმივად აქვს ადგილი.

ჰიდრონარევის ტრანსპორტირების მანძილის გაზრდა 150 კმ-მდე, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჰიდრონარევის

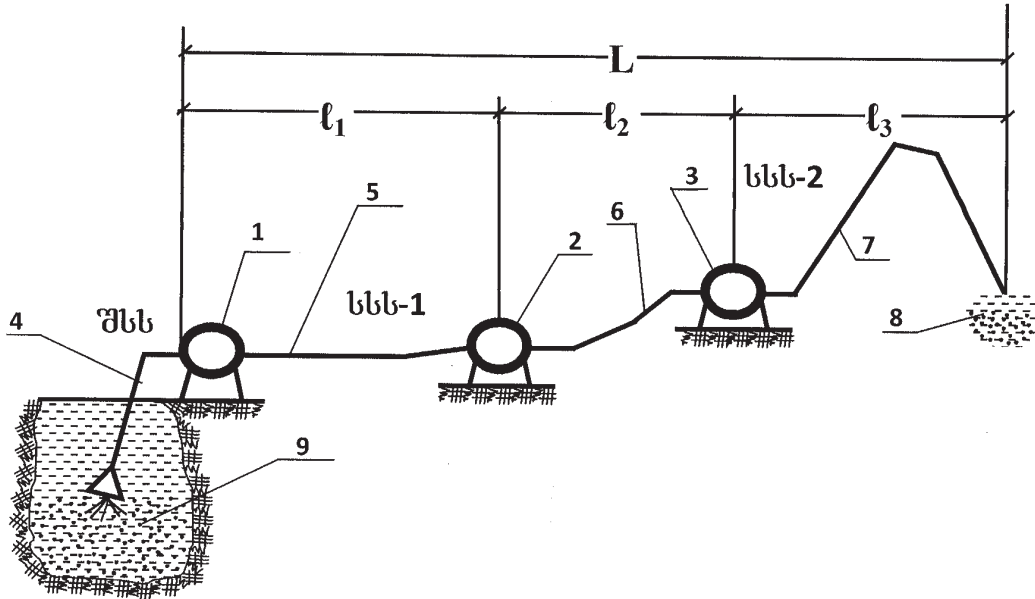
ევის გადაზიდვის ფასზე (მნიშვნელოვნად მცირდება), ხოლო ტრანსპორტირების მანძილის 180 კმ-ზე მეტად გაზრდის შემთხვევაში ჰიდრონარევის გადაზიდვის ფასის შემცირება შედარებით უმნიშვნელოა, მაგრამ ტენდენციის შენარჩუნებას მაინც აქვს ადგილი.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ განხილული საკითხი კომპლექსურად ჯერ კიდევ არ არის სათანადოდ დონეზე შესწავლილი, მიუხედავად იმისა, რომ მილსადენ ჰიდროსატრანსპორტს, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, უდავო უპირატესობები გააჩნია ტრანსპორტის სხვა ტრადიციულ სახეობებთან შედარებით, რამაც განაპირობა მისი გამოყენების არიალის გაზრდა მრეწველობის და სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა სფეროში.

დანიშნულებისა და ექსპლუატაციის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ცენტრიდანული ტუმბოები (გრუნტის ტუმბოები, მიწასაწოვები, ნახშირსაწოვები), რომლებიც დღესდღეობით გამოიყენებიან ჰიდრონარევის (წყალი+მყარი ფხვიერი მასალის ნაწილაკები) მილსადენებით ტრანსპორტირებისათვის, შედარებით დაბალ წნევებს აწვითარებენ, ამდენად ჰიდრონარევის ტრანსპორტირების მანძილის გაზრდისათვის აუცილებელია მილსადენ მაგისტრალში ტუმბოები ჩართული იქნეს მიმდევრობით - სქემით „ტუმბო ტუმბოში“, ანუ ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევის (გაწყვეტის) გარეშე, ისე როგორც ეს მოცემულია ნახაზზე 1.

ამგვარი სქემები შედარებით იაფია განსახორციელებლად, მაგრამ სამართავად უფრო რთულია, რადგან გარდამავალი რეჟიმების დროს (მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების ტექნოლოგიით მიღებული ამუშავებისა და გაჩერების დროსაც კი) ადგილი აქვს მილსადენ მაგისტრალში წნევების ცვალებადობას მნიშვნელოვან ფარგლებში. აქედან გამომდინარე, თუ ძალზე ზუსტად არ იქნა განსაზღვრული მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების განთავსების ადგილები, არ იქნა დაცული მათი ამუშავებისა და გაჩერების თანამიმდევრობები და ოპტიმალური ინტერვალი ამ ოპერაციებს შორის, შეიძლება გამოიწვიოს არასასურველი პროცესების განვითარება, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს სისტემის მდგრადობაზე და საიმედოობაზე.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჰიდრონარევი მრავალსაფეხურიანი ცენტრიდანული ტუმბოების მუშაობის ანალიზის მათი მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართვის შემთხვევაში, აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგან მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობის და მათი მაგისტრალურ მილსადენში განლაგების ადგილის ზუსტად განსაზღვრაზე დიდად არის დამოკიდებული ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ეფექტური, უსაფრთხო და საიმედო ექსპლუატაცია.



ნახ. 1. მრავალსაფეხურიანი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის სქემა, რომელიც მუშაობს მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოებით (სქემით „ტუმბო ტუმბოში“): შსს - სათავო (შემწოვი) სატუმბი სადგური; სსს - 1 - პირველი საშუალო სატუმბი სადგური; სსს - 2 - მეორე საშუალო სატუმბი სადგური; 1, 2, 3 - სატუმბი სადგურები; 4 - შემწოვი მილი; 5, 6, 7 - მილსადენი მაგისტრალის უბნები შსს-ა და სსს-ებს შორის; 8 - ჰიდრონარევის მიწოდების ადგილი (მყარი ფხვიერი მასალის დასაწყობების ადგილი); 9 - მიმღები ზუპხევი

არსებობს ჰიდრონარევე მომუშავე ტუმბოების მიმდევრობით მუშაობის ანალიზის როგორც თეორიული, ასევე გრაფიკული და გრაფიკული მეთოდები [1, 3, 4]. პრაქტიკაში ყველაზე მეტად მიღებულია გრაფიკული ანალიზი, რომელიც ფაქტიურად ანალოგიურია სუფთა წყალზე მომუშავე ცენტრიდანული ტუმბოების მიმდევრობით მუშაობის გრაფიკული ანალიზისა. უნდა აღნიშნოს, რომ არც ერთი მათგანი არ ითვალისწინებს გარდამავალი (მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების ამუშავებისა და გაჩერების შემთხვევაში) რეჟიმების დროს წნევების ცვალებადობის გაკლენას.

ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდიკა ითვალისწინებს მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების განთავსების ადგილისა და ამ ადგილებში წნევების ცვალებადობის განსაზღვრას როგორც დამყარებული, ასევე გარდამავალი რეჟიმების დროს.

ამ მეთოდიკის თანახმად ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული გრუნტის ტუმბოების რაოდენობა, რომელთაც გააჩნიათ ერთნაირი Q-H საექსპლუატაციო რეალური მახასიათებლები, განისაზღვრება დამოკიდებულებით [5]

$$n_{\delta} = \frac{\left[ \frac{(L + L_{3\delta}) \lambda \rho_{36} v_0^2 \pm \rho_{36} g \Delta Z}{2gD} \right] K_{\sigma}}{P_{\delta}}, \quad (1)$$

სადაც  $L$  - მილსადენი მაგისტრალის სიგრძე, მ;  $D$  - მილსადენი მაგისტრალის შიგა დიამეტრი, მ;  $L_{3\delta}$  - მილსადენი მაგისტრალის ეკვივალენტური სიგრძე, ადგილობრივი წინაღობების გათვალისწინებით;  $v_0$  - მილსადენ

მაგისტრალში ჰიდრონარევის მოძრაობის დამყარებული რეჟიმის დროს საშუალო სიჩქარე, მ/წმ;  $\rho_{36}$  - ჰიდრონარევის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\Delta Z$  - ჰიდრონარევის მიწოდების გეომეტრიული სიმაღლე, მ;  $g$  - სიძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;  $\lambda$  - მილსადენი მაგისტრალის ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი;  $P_{\delta}$  - ერთეული ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა, პა;  $K_{\sigma}$  - თადარიგის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საშუალო სადგურების ტუმბოების შემწოვ მილტუმში საჭირო აუცილებელ ნატბორს.

როგორც ზოგადად მიღებულია, ტუმბოების მიმდევრობით ჩართვის (სქემით „ტუმბო ტუმბოში“) შემთხვევაში მილსადენ მაგისტრალში ჩართული უნდა იყოს ტუმბოები, რომელთაც გააჩნიათ ერთნაირი Q-H მახასიათებლები, მაგრამ პრაქტიკაში ძალზე ძნელია მოინახოს თუნდაც ერთი და იგივე მარკის ტუმბოები, რომელთაც აქვთ იდენტური Q-H მახასიათებლები. ამდენად ანალიზისათვის ჩვენს მიერ მიღებულია დაშვება, რომ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართულია  $n$  რაოდენობის ტუმბო, რომლებიც სისტემის მიერ განვითარებული ერთი და იგივე საერთო ხარჯის შემთხვევაში ანვითარებენ სხვადასხვა წნევებს [4].

განხილული სისტემების ექსპლუატაციის პრაქტიკაში დაგვანახა, რომ მილსადენ მაგისტრალში გარკვეული მანძილებით ერთმანეთისაგან დამორებით განთავსების შემთხვევაში, მიმდევრობით ჩართულ ტუმბოებს შორის მანძილების განსაზღვრის შემთხვევაში, გათვალისწინებული უნდა იქნეს არა მხოლოდ ტუმბოების შემწოვ მილტუმში მინიმალურად დასაშვები ნატბორის მნიშვნელობა, არამედ წნევების ცვალებადობის მნიშვნელობები მათი ამუშავებისა და გაჩერებისას გარდამავალი რეჟიმების დროს, რათა ადვილი არ ჰქონდეს ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევას (ნაკადის გაწყვეტას). იგი დადასტურებულია განხილული საკითხის თეორიული ანალიზით.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ანალიზი ეფუძნება მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების შემწვოვ მილტუჩებში წნევების განსაზღვრას ჰიდროსტრანსპორტო სისტემის მუშაობის როგორც დამყარებული, ასევე გარდამავალი რეჟიმის დროს.

მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ საშუალოდ სატუმბო სადგურების ტუმბოები განთავსებული უნდა იქნენ იმ ადგილებში, სადაც წნევა ტოლი იქნება ნატბორის იმ დასაშვები მნიშვნელობისა, რომლის დროსაც ადგილი არ ექნება ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევას - გაწყვეტას.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც  $L$  სიგრძის მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართულია  $n_{\text{ფ}}$  რაოდენობის ტუმბო, რომლებიც ერთი და იგივე მწარმოებლურობისას ანვითარებენ ერთმანეთისაგან განსხვავებულ წნევებს.

მილსადენ მაგისტრალში სათავო ტუმბოს ჩართვისას წნევების განაწილება მილსადენის გასწვრივ მოხდება სტაციონარულობის კანონის შესაბამისად, რომელიც აღიწერება განტოლებით [6]

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = 0. \quad (2)$$

ამ ტუმბოს განთავსების ადგილი  $x_1=0$  მილსადენი მაგისტრალის დასაწყისი.

საზღვრო პირობებისათვის  $P(0)=P_1$  და  $P(L)=P_L$ , განტოლების (2) ამონახსნს ექნება სახე

$$P_x = P_1 + (P_L - P_1) \frac{x}{L}, \quad (3)$$

სადაც  $P_1$  და  $P_L$  - შესაბამისად ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა და წნევა მილსადენი მაგისტრალის ბოლოში, პა.

თუ მილსადენი მაგისტრალის რომელმე  $x_2$  წერტილში (თუ ამ შემთხვევაში  $n_{\text{ფ}}=2$ ) ჩავრთავთ საშუალოდ ტუმბოს, იგი განაპირობებს მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ წნევის გაწილების შეცვლას, რაც შეიძლება აღიწეროს განტოლებით

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + P_2 \delta_x(x - x_2) = 0, \quad (4)$$

სადაც  $P_2$  - საშუალოდ ტუმბოს მიერ დამყარებული რეჟიმის დროს განვითარებული წნევა, პა;  $x_2$  - საშუალოდ სატუმბო სადგურის ტუმბოს მილსადენ მაგისტრალში განთავსების ადგილი.

(4) განტოლების ამონახსნს სასაზღვრო პირობების შემთხვევაში  $P(0)=P_1$  და  $P(L)=P_L$ , ექნება სახე

$$P(x) = P_1 + (P_L + P_1) \frac{x}{L} + P_2 \begin{cases} \frac{-x}{L}; & x < x_2 \\ \left(1 - \frac{x}{L}\right); & x > x_2 \end{cases}. \quad (5)$$

მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული საშუალოდ ტუმბოს ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებ

ბელია მის შემწვოვ მილტუჩში იყოს გარკვეული ნატბორი (ექსპერიმენტულად დადგენილია მისი მნიშვნელობა უნდა იყოს  $\approx 0,05$  მეგპა), რომელიც საკმარისი იქნება, რომ არ მოხდეს ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევა - მისი გაწყვეტა ტუმბოს ამუშავებისას. ამის გათვალისწინებით დამოკიდებულება (5) მიიღებს სახეს

$$P(x_2) = P_1 + (P_L + P_1) \frac{x_2}{L} - P_2 \frac{x_2}{L} = P_{2\text{ნატ}}, \quad (6)$$

საიდანაც

$$x_2 = \frac{P_1 - P_{2\text{ნატ}}}{P_1 + P_2 - P_L} L. \quad (7)$$

დავუშვათ, რომ მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობაა  $n_{\text{ფ}}=3$ . პირველი საშუალოდ სადგურის ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა ტოლია  $P_2$ -სა, მაგრამ არ არის ცნობილი მისი მილსადენ მაგისტრალში განთავსების ადგილი  $x_2$ . ამ შემთხვევაში მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ წნევის განაწილება შეიძლება აღიწეროს განტოლებით

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = - P_3 \delta_x(x - x_3) = 0, \quad (8)$$

სადაც  $P_3$  - მეორე საშუალოდ სატუმბო დანადგარის ტუმბოს მიერ განვითარებული მუშა წნევა დამყარებული რეჟიმის დროს, პა;  $x_3$  - მეორე საშუალოდ ტუმბოს განთავსების ადგილი მილსადენ მაგისტრალში.

სასაზღვრო პირობებისათვის  $P(0)=P_1$  და  $P(L)=P_L$ , განტოლების (5) ამონახსნი იძლევა საშუალებას განისაზღვროს მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ წნევის განაწილება მიღებული დაშვების დროს

$$P(x) = P_1 + P_2 (P_L + P_1 - P_2) \frac{x}{L} + P_2 \begin{cases} \frac{-x}{L}; & x < x_3 \\ \left(1 - \frac{x}{L}\right); & x > x_3 \end{cases}. \quad (9)$$

მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ წნევის რეალური განაწილება საშუალოდ ტუმბოების  $x_2$  და  $x_3$  მანძილებზე განთავსებისას შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი განტოლების ამონახსნით

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + P_2 \delta_x(x - x_2) + P_3 \delta_x(x - x_3) = 0. \quad (10)$$

განტოლების (10) ამონახსნს სასაზღვრო პირობების  $P(0)=P_1$  და  $P(L)=P_L$  შემთხვევაში აქვს შემდეგი სახე

$$P(x) = P_1 + (P_L - P_1) \frac{x}{L} + P_2 \begin{cases} \frac{-x}{L}; & x < x_2 \\ \left(1 - \frac{x}{L}\right); & x > x_2 \end{cases} + P_3 \begin{cases} \frac{-x}{L}; & x < x_3 \\ \left(1 - \frac{x}{L}\right); & x > x_3 \end{cases}. \quad (11)$$

მოცემულ შემთხვევაში, საშუალედო ტუმბოების შემწვოვ მილტუმბებში აუცილებელია საჭირო ნატბორების უზრუნველყოფა, ამდენად (9) განტოლების ამონახსნის გათვალისწინებით  $x_3$ -სათვის მივიღებთ

$$x_3 = \frac{P_1 + P_2 - P_{3\text{ნაბ.}}}{P_1 + P_2 + P_3 - P_L} L. \quad (12)$$

ანალოგიურად განისაზღვრება  $m$  საშუალედო ტუმბოს განთავსების ადგილი მილსადენ მაგისტრალში

$$x_m = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{(m-1)} - P_{n\text{ნაბ.}}}{P_1 + P_2 + \dots + P_m - P_L} L. \quad (13)$$

მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ წნევის რეალური განაწილება შეიძლება აღიწეროს განტოლებით

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \sum_{n=2}^m P_n \delta_x(x - x_n) = 0, \quad (14)$$

რომლის ამონახსნს  $P(0) = P_1$  და  $P(L) = P_L$  სასაზღვროს პირობებისათვის აქვს სახე

$$P(x) = P_1 + (P_L - P_1) \frac{x}{L} + \sum_{n=2}^m \left\{ \begin{array}{l} \frac{-x}{L}; \quad x < x_n \\ \left(1 - \frac{x}{L}\right); \quad x > x_n \end{array} \right\}. \quad (15)$$

თუ ცნობილი იქნება  $m$  ტუმბოს მილსადენ მაგისტრალში განთავსების ადგილი, შესაძლებელია განისაზღვროს სხვა დანარჩენი საშუალედო ტუმბოების განთავსების ადგილებიც:

$$\left. \begin{array}{l} x_{m-1} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{(m-2)} - P_{(m-1)\text{ნაბ.}}}{P_1 + P_2 + \dots + P_{(m-1)} - P_{(m-1)\text{ნაბ.}}} x_m; \\ x_{m-2} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{(m-3)} - P_{(m-2)\text{ნაბ.}}}{P_1 + P_2 + \dots + P_{(m-2)} - P_{(m-1)\text{ნაბ.}}} x_{m-1}; \\ \dots \\ x_2 = \frac{P_1 - P_{2\text{ნაბ.}}}{P_1 + P_2 - P_{3\text{ნაბ.}}} x_3. \end{array} \right\} \quad (16)$$

მოცემული ანალიზი სამართლიანია შემთხვევისათვის, როდესაც მილსადენი მაგისტრალის პროფილი ჰორიზონტალურია. იმ შემთხვევაში, თუ მილსადენი მაგისტრალი შეიცავს აღმავალ და დაღმავალ უბნებს, აგრეთვე ადგილობრივი წინააღმდეგობების მნიშვნელოვან რაოდენობას, მაშინ ზემოთ მიღებულ დამოკიდებულებებში  $L$  სიგრძის მაგივრად აღებული უნდა იქნეს  $L_{\text{შ.}}$  სიგრძე, რომელიც განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$L_{\text{შ.}} = L + K\Delta Z, \quad (17)$$

სადაც  $K = \frac{2gD}{\lambda v_0^2}$  - გეომეტრიული (გეოდინამიური) სიმაღლის გადაწყვანი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მილსადენი მაგისტრალის შესაბამის ჰორიზონტალურ

სიგრძეს.

ზემოთ შესრულებული ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია განისაზღვროს საშუალედო სატუმბო სადგურების ტუმბოების შემწვოვ და საჭირო მილტუმბებში წნეების მნიშვნელობები მათი ამუშავებისას.

საშუალედო ტუმბოს  $m$ -ის ამუშავებისას მილსადენი მაგისტრალის ამ ტუმბოს საჭირო მილტუმბის შესაბამის ნაწილში მყისიერად მოხდება წნევის გაზრდა  $P_m^{\text{შ.}}/2$  სიდიდით და ამავე მნიშვნელობით წნევის შემცირება მის შემწვოვ მილტუმბში (აქ  $P_m^{\text{შ.}}$  არის  $m$  ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა ამუშავების მომენტში,  $P_m^{\text{შ.}} > P_m$ ). ამიტომ მილსადენ მაგისტრალში  $m$  ტუმბოს ჩართვის ადგილას მის ამუშავებამდე, თუ წნევა ნაკლებია ვიდრე  $P_m^{\text{შ.}}/2 + P_{\text{ფ.ო.}}$  (სადაც  $P_{\text{ფ.ო.}}$  არის ჰიდრონარევის ნაჯერი ორთქლის წნევა), ამუშავების მომენტში მოხდება ჰიდრონარევის ნაკადის გაწყვეტა შემწვოვ მილტუმბში და ჰიდრაულიკური დარტყმის წარმოშობა.

მილსადენ მაგისტრალში საშუალედო ტუმბოების (თუ მიმდევრობით ჩართულია  $m$  ტუმბო) მიმდევრობით ჩართვის ადგილებში ჰიდრონარევის ნაკადის გაწყვეტის თავიდან აცილების მიზნით  $m$  ტუმბოს ამუშავებისას, საშუალედო ტუმბოების შემწვოვ მილტუმბებში (მათ შორის  $m$  ტუმბოსი) დაკმაყოფილებული უნდა იქნეს შემდეგი პირობები:

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{n=1}^{m-1} P_n - \frac{x_m}{L} \sum_{n=1}^{m-1} P_n \geq \frac{P_m^{\text{შ.}}}{2} + P_{\text{ფ.ო.}}; \\ \sum_{n=1}^{m-2} P_n - \frac{x_{m-1}}{L} \sum_{n=1}^{m-1} P_n \geq \frac{P_m^{\text{შ.}}}{2} + P_{\text{ფ.ო.}}; \\ \dots \\ P_1 - \frac{x_2}{L} \sum_{n=1}^{m-1} P_n \geq \frac{P_m^{\text{შ.}}}{2} + P_{\text{ფ.ო.}}. \end{array} \right\} \quad (18)$$

პირობებიდან (18) განისაზღვრება მილსადენ მაგისტრალში საშუალედო ტუმბოების ჩართვის ადგილები, სადაც არ მოხდება ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევა (ნაკადის გაწყვეტა) მათი ამუშავებისას:

$$\left. \begin{array}{l} x_m \leq \frac{\sum_{n=1}^{m-1} P_n - \left(\frac{P_m^{\text{შ.}}}{2} + P_{\text{ფ.ო.}}\right)}{\sum_{n=1}^{m-1} P_n} L; \\ x_{m-1} \leq \frac{\sum_{n=1}^{m-2} P_n - \left(\frac{P_m^{\text{შ.}}}{2} + P_{\text{ფ.ო.}}\right)}{\sum_{n=1}^{m-1} P_n} L; \\ \dots \\ x_2 \leq \frac{P_1 - \left(\frac{P_m^{\text{შ.}}}{2} + P_{\text{ფ.ო.}}\right)}{\sum_{n=1}^{m-1} P_n} L. \end{array} \right\} \quad (19)$$

(13), (15), (16) და (19) დამოკიდებულებებით განსაზღვრული მნიშვნელობები შეაქვთ ცხრილში, იმ გარემოების გათვალისწინებით, რომ საშუალედო ტუმბოების შემწვოვ მილტუმბებში წნეები ამუშავების მომენტში მცირდება წნეების იმ მნიშვნელობის ნახევრამდე, რომელსაც ისინი ანვითარებენ ამუშავებისას (ითვალისწინებენ რა წნეების

ცხრილი 1

პიროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში საშუალო სატუმბო სადგურების ტუმბოების ჩართვის ადგილებისა და მათ მიერ განვითარებული წნევების განსაზღვრა

მილსადენ მაგისტრალში პირველი საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოსაგან $x_2$ , მ		დამყარებული რეჟიმის დროს წნევის მნიშვნელობა პირველი საშუალო ტუმბოს შემწოვ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{21}$ , მეგპა			
		მიმდევრობით ჩართული ორი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული სამი ტუმბოს შემთხვევაში	
(16) ფორმულით განსაზღვრული	(19) ფორმულით განსაზღვრული	$x_2=3333$ მ	$x'_2=2500$ მ	$x_2=3333$ მ	$x'_2=2500$ მ
3333	2500	0,33	0,50	0	0,25
მილსადენ მაგისტრალში პირველი საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოსაგან $x_3$ , მ		დამყარებული რეჟიმის დროს წნევის მნიშვნელობა პირველი საშუალო ტუმბოს შემწოვ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{31}$ , მეგპა			
		მიმდევრობით ჩართული ორი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული სამი ტუმბოს შემთხვევაში	
(16) ფორმულით განსაზღვრული	(19) ფორმულით განსაზღვრული	$x_3=6666$ მ	$x'_3=7500$ მ	$x_3=6666$ მ	$x'_3=7500$ მ
6666	7500	0,67	0,50	0,002	-0,25 გაწვევტა

ცხრილი 2

პიროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში საშუალო სატუმბო სადგურების ტუმბოების ჩართვის ადგილებისა და მათ მიერ განვითარებული წნევების განსაზღვრა

მილსადენ მაგისტრალში პირველი საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოსაგან $x_2$ , მ		დამყარებული რეჟიმის დროს წნევის მნიშვნელობა პირველი საშუალო ტუმბოს შემწოვ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{21}$ , მეგპა					
		მიმდევრობით ჩართული ორი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული სამი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული ოთხი ტუმბოს შემთხვევაში	
(16) ფორმულით განსაზღვრული	(19) ფორმულით განსაზღვრული	$x_2=2500$ მ	$x'_2=1667$ მ	$x_2=2500$ მ	$x'_2=1667$ მ	$x_2=2500$ მ	$x'_2=1667$ მ
2500	1667	0,50	0,67	0,25	0,25	0	0,25
მილსადენ მაგისტრალში პირველი საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოსაგან $x_3$ , მ		დამყარებული რეჟიმის დროს წნევის მნიშვნელობა პირველი საშუალო ტუმბოს შემწოვ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{31}$ , მეგპა					
		მიმდევრობით ჩართული ორი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული სამი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული ოთხი ტუმბოს შემთხვევაში	
(16) ფორმულით განსაზღვრული	(19) ფორმულით განსაზღვრული	$x_3=5000$ მ	$x'_3=5000$ მ	$x_3=5000$ მ	$x'_3=5000$ მ	$x_3=5000$ მ	$x'_3=5000$ მ
5000	5000	1,01	1,00	0,50	0,50	0	0
მილსადენ მაგისტრალში პირველი საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოსაგან $x_4$ , მ		დამყარებული რეჟიმის დროს წნევის მნიშვნელობა პირველი საშუალო ტუმბოს შემწოვ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{41}$ , მეგპა					
		მიმდევრობით ჩართული ორი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული სამი ტუმბოს შემთხვევაში		მიმდევრობით ჩართული ოთხი ტუმბოს შემთხვევაში	
(16) ფორმულით განსაზღვრული	(19) ფორმულით განსაზღვრული	$x_4=7500$ მ	$x'_4=8333$ მ	$x_4=7500$ მ	$x'_4=8333$ მ	$x_4=7500$ მ	$x'_4=8333$ მ
7500	8333	0,50	0,34	0,75	0,51	0	-0,32 გაწვევტა

ჰიდროსატრანსპორტი სისტემის მილსადენ მაგისტრალში საშუალო სატუმბო სადგურების ტუმბოების ჩართვის ადგილებისა და მათ მიერ განვითარებული წნეების განსაზღვრა

მილსადენ მაგისტრალში პირველი საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სადგურის ტუმბოსაგან $x_2$ , მ	დაამყარებული რეჟიმის დროს წნეის მნიშვნელობა პირველი საშუალო ტუმბოს შემწევ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{21}$ , მეგპა		
	მიმდევრობით ჩართული ორი ტუმბოს შემთხვევაში	მიმდევრობით ჩართული სამი ტუმბოს შემთხვევაში	მიმდევრობით ჩართული ოთხი ტუმბოს შემთხვევაში
(16) ფორმულით განსაზღვრული	$x_2=2000$ მ	$x_2=2000$ მ	$x_2=2000$ მ
2000	0,60	0,40	0,50
მილსადენ მაგისტრალში მორე საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სადგურის ტუმბოსაგან $x_3$ , მ	დაამყარებული რეჟიმის დროს წნეის მნიშვნელობა მორე საშუალო ტუმბოს შემწევ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{31}$ , მეგპა		
(16) ფორმულით განსაზღვრული	$x_3=4000$ მ	$x_3=4000$ მ	$x_3=4000$ მ
4000	1,20	0,80	0,50
მილსადენ მაგისტრალში მესამე საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სადგურის ტუმბოსაგან $x_4$ , მ	დაამყარებული რეჟიმის დროს წნეის მნიშვნელობა მესამე საშუალო ტუმბოს შემწევ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{41}$ , მეგპა		
(16) ფორმულით განსაზღვრული	$x_4=6000$ მ	$x_4=6000$ მ	$x_4=6000$ მ
6000	0,80	1,20	0,50
მილსადენ მაგისტრალში მეოთხე საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ჩართვის ადგილის დაშორება სათავო სადგურის ტუმბოსაგან $x_5$ , მ	დაამყარებული რეჟიმის დროს წნეის მნიშვნელობა მეოთხე საშუალო ტუმბოს შემწევ მილტუმში, განსაზღვრული (15) ფორმულით $P_{51}$ , მეგპა		
(16) ფორმულით განსაზღვრული	$x_5=8000$ მ	$x_5=8000$ მ	$x_5=8000$ მ
8000	0,40	0,60	0,50



საშუალო ტუმბოების მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართვის ადგილის განსაზღვრა ნიკოლაევის სამთო-ცემენტის კომბინატის სამრეწველო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემისათვის

პირველი საშუალო სსს-1 სატუმბო სადგურის ტუმბოს განთავსების ადგილი მილსადენ მაგისტრალში		მეორე საშუალო სსს-2 სატუმბო სადგურის ტუმბოს განთავსების ადგილი მილსადენ მაგისტრალში		მესამე საშუალო სსს-3 სატუმბო სადგურის ტუმბოს განთავსების ადგილი მილსადენ მაგისტრალში		გადახრები % - ში		
გამოთვლილი	ფაქტიური	გამოთვლილი	ფაქტიური	გამოთვლილი	ფაქტიური	სსს-1	სსს-2	სსს-3
3318	3332	5831	5800			0,4	0,5	
3539	3332					6,2		
		5873	5800				3,3	
3624	3332	6345	5800	9143	8900	8,7	9,4	2,7
		5511	5800	8849	8900		6,0	0,6

მნიშვნელობებს, განსაზღვრულს (18) დამოკიდებულებების მიხედვით), ხოლო საშუალო ტუმბოების მილსადენ მაგისტრალში ჩართვის ადგილებს განსაზღვრავენ ნატორის იმ მინიმალური მნიშვნელობის მიხედვით, რომელიც უზრუნველყოფს ტრანსპორტირებული ჰიდრონარევისათვის ნაჯერი ორთქლის წნევაზე მეტ წნევას.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, მილსადენ მაგისტრალში საშუალო ტუმბოების განთავსების ადგილები შეირჩევა ისე, რომ მათი ამუშავებისას წნევის შემცირება არ მოხდებოდა ნაჯერი ორთქლის წნევის მნიშვნელობაზე მეტად, არ მოხდებოდა ჰიდრონარევის ნაკადის გაწყვეტა, ამასთან ერთად უზრუნველყოფილი იქნება ნატორის შენარჩუნება, რომელიც იქნება გარანტია დამყარებული რეჟიმის დროს ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მდგრადი მუშაობისა [7, 8].

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდიკით ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული საშუალო ტუმბოების ადგილის განსაზღვრის მაგალითი, იმ დაშვებით, რომ მილსადენი მაგისტრალის სირგძე შეადგენს  $L=10000$  მ-ს, ხოლო ტუმბოები, რომლებიც უნდა განთავდეს მის სიგრძეზე, ნომინალურ რეჟიმში ანვითარებენ 1,0 მეგპა წნევას, მოცემულია ცხრილებში 1, 2 და 3.

ამ მეთოდიკის სამართლიანობა და სიზუსტე შემოწმებული იქნა რამდენიმე მსხვილ საწარმოო ობიექტზე. ერთ-ერთი მათგანის ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის (ნიკოლაევის სამთო-ცემენტის კომბინატის სამრეწველო ობიექტზე) სამრეწველო დანადგარზე შესრულებული კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 4. ამდენად იგი შეიძლება რეკომენდებული იქნეს სამრეწველო ობიექტების დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის. იგი იძლევა საშუალებას თავიდან იქნეს აცილებული მილსადენ მაგისტრალში ჰიდრონარევის ნაკადის მთლიანობის დარღვევა (გაწყვეტა) მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების ამუშავებისას და შესაბამისად ჰიდროსატრანსპორტო სისტემაში წნევების მკვეთრი ცვალებადობა, რაც იძლევა საშუალებას უზრუნველყოფილი იქნეს მრავალსაფეხურიანი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ექსპლუატაციის მდგრადობა და საიმედოობა, აგრეთვე ეკოლოგიური უსაფრთხოება, საბოლოო ჯამში მიღწეული იქნეს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტურობა.

ლიტერატურა

1. Дмитриев Г.П., Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш. Напорные гидротранспортные системы. Справочное пособие. «Недра», Москва, 1991. 304 с.
2. Покровская В.Н. Трубопроводный транспорт в горной промышленности. «Недра», Москва, 1985. 192 с.
3. Животовский Л.С., Смойловская Л.А. Техническая механика гидросмесей и грунтовые насосы. Машиностроение, Москва, 1986. 224 с.
4. ლ. მახარაძე. სამთო საწარმოთა ტრანსპორტის სპეციალური სახეობები. წიგნი მეორე-მყარი ფხვიერი მასალების მილსადენი ჰიდროტრანსპორტი. გამომცემლობა "ლევა", თბილისი, 2012. 321 გვ.
5. Махарадзе Л.И., Сулаберидзе Д.Г. Определение количества и месторасположения перекачивающих станций в многоступенчатых магистральных гидротранспортных системах. Сообщение АН ГССР, т.79, №3, «Мецниереба», Тбилиси, 1975. с. 657-660.
6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. Главтеоретиздат, Москва, 1953. 679 с.
7. Махарадзе Л.И., Сулаберидзе Д.Г. Методика определения месторасположения перекачивающих насосов в магистральных гидротранспортных системах с учетом динамики процесса их запуска. Сборник «Надежность и долговечность оборудования и трубопроводов гидротранспортных систем». «Мецниереба», Тбилиси, 1981. с.155-165.
8. Махарадзе Л.И., Сулаберидзе Д.Г. Исследование нестационарных режимов работы многоступенчатых гидравлических систем, работающих последовательно включенными центробежными насосами. Сборник «Автоматизация закрытых оросительных систем», т.ХV, вып. 9, Новочеркасск, 1977. с. 108-126.

**МАХАРАДЗЕ Л.И., ТАВЕЛИШВИЛИ А.Д.  
АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И  
МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ПО ТРУБОПРОВОДНОЙ  
МАГИСТРАЛИ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ  
ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫХ  
НАСОСОВ**

В работе дается анализ определения количества и мест размещения по трубопроводной магистрали многоступенчатых гидротранспортных систем последовательно включенных грунтовых насосов, который отличается от существующих методов тем, что учитывает изменения давлений по магистрали при запуске и остановке насосов. На основе анализа даются рекомендации, которые дают гарантии того, что изменение давлений при переходных режимах происходило плавно, без резко выраженных колебаний давления и предотвратит разрушение (разрыв) потока гидросмеси в местах размещения последовательно включенных насосов, когда могут быть развиваться нестационарные процессы, при которых по всей магистрали могут возникнуть значительные колебательные процессы с соответствующими нежелательными последствиями.

**MAKHARADZE L., TAVELISHVILI A.  
ANALYSES OF DEFINING THE QUANTITY OF  
CONSECUTIVELY ENGAGED PUMPS IN  
MULTISTAGE HYDRO TRANSPORTING PIPE-  
LINE AND THE LOCATION FOR THEIR  
INSTALLMENT ACROSS THE PIPELINE**

The article reviews the analyses of defining the quantity of consecutively engaged ground pumps in multistage hydro transporting pipeline and the location for their installment across the pipeline, which differs from previous methods by foreseeing pressure unsteadiness during pump start-ups and stoppages in pipeline. Recommendation are given on the bases of the analyses, which guarantees, that pressure unsteadiness during transitive regimes will go smoothly, without abrupt pressure waves, not to split hydro mixture flow and develop non-stationary processes at the location of consecutively engaged pumps, when there is a chance to have pressure unsteadiness in the pipeline with undesirable results.

УДК 622.061.6

**АКАД. ДОКТОР МИХЕЛЬСОН Р.В.  
ВЗРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ БЛОКОВ ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ И РОЛЬ  
АКАДЕМИКА А.А. ДЗИДЗИГУРИ В ЕЕ ПРОДВИЖЕНИИ**

*В статье изложены научные основы, параметры и особенности взрывной технологии добычи блоков облицовочного камня, разработанной в 1965-1985 гг. в Горном институте им Г.А. Цулукидзе. Основные этапы работы выполнялись в условиях строгого запрета на использование энергии взрыва в подотрасли, что препятствовало продвижению новой высокопроизводительной технологии на широкую арену. Большой вклад в ее распространении внес академик А.А. Дзидзигури, нацеливший усилия соответствующих государственных организаций и научных центров страны на пересмотр устаревших положений действующего стандарта.*

Расширение масштабов гражданского строительства постоянно стимулировало развитие промышленности строительных материалов, в том числе и в части производства облицовочных изделий из декоративных горных пород. Однако с середины прошлого века наметилась тенденция сокращения объема производства каменных блоков средней и выше средней крепости в виду отсутствия эффективных средств механизированного резания массива горных пород. Да и в настоящее время горное машиностроение все еще не в состоянии предложить промышленности строительных материалов высокоэффективное и экономичное ка-

рьерное оборудование для резания или направленного раскола камня прочностью свыше 100 МПа. Часовая производительность современных алмазно-канатных пил при резании крепких и абразивных горных пород не превышает 2-3 м<sup>2</sup>, а расход дорогостоящего каната (75 долл.США/м) достигает 0,3-0,35 м/м<sup>2</sup>, обуславливая нецелесообразность применения алмазно-канатной технологии при добыче гранитных блоков [1]. Многолетняя эксплуатация гидроклиновых установок на гранитных карьерах показала, что при отделении монолитов от массива по «ходу камня» их производительность составляет 3-3,7 м<sup>3</sup>/смен. Но при раскалывании горных пород, характеризующихся отсутствием ортогональной анизотропии, производительность этих установок уменьшается до 1-1,5 м<sup>3</sup>/смен в связи с необходимостью увеличения количества и глубины шпуров с целью предотвращения произвольного скола камня. Снижению производительности отбойки способствует и ограниченное количество гидроклиньев в комплекте, исключающее возможность отделения крупных монолитов от массива. В прошлом столетии широкое распространение на гранитных карьерах Украины и Средней Азии получили термогазоструйные аппараты, часовая производительность которых, в зависимости от

теплофизических свойств породообразующих минералов, составляла 0,5-0,7 м<sup>2</sup> при расходе горючего 17-25 литр. Но применение этих аппаратов в настоящее время стало экономически невыгодным в связи с резким увеличением цен на топливо.

Сложившиеся обстоятельства уже к 1965 г. обусловили необходимость создания эффективных способов и средств отделения блоков от массива крепких горных пород щадящими зарядами взрывчатых веществ (ВВ). В связи с этим, одним из важнейших научных направлений Горного института им. Г.А. Цулукидзе в 1965-1985 гг. стала разработка теоретических основ и инженерных методов использования энергии взрыва для направленного раскалывания горных пород и на этой основе создание высокопроизводительной технологии добычи блоков декоративного камня. Сущность предложенной технологии заключается в кратковременном воздействии на горную породу взрыва сближенных и одновременно инициируемых малых зарядов мощных ВВ, при котором начальное давление на фронте преломленной волны не превышает предел прочности камня при динамическом сжатии, а суммарная величина тангенциальных составляющих сходящихся волн напряжений обеспечивает отрыв монолита по плоскости заложения оконтуривающих шпуров [2]. Кратковременность действия взрывного импульса, обуславливающая снижение вероятности возникновения в камне дислокаций и роста существующих трещин [3], до-

стигается использованием зарядов ВВ детонирующих со скоростью 7-7,5 км/с и обладающих весьма малым критическим диаметром. Таковыми являются отрезки детонирующего шнура (ДШ), снабженные навеской тэна с линейной массой 12 гр/м. При диаметре шпуров 25-45 мм и диаметре заряда тэна 2,5 мм коэффициент заряжения шпуров меняется в пределах 0,003-0,04, благодаря чему начальное давление на фронте преломленной волны в горных породах средней и выше средней крепости составляет 185-400 МПа [4]. Максимальное квазистатическое давление газов на стенки шпура при этом не превышает 30 МПа и их энергия затрачивается в основном на перемещение отколовшейся части массива к выработанному пространству.

Согласно технологическому регламенту раскол горных пород по каждой плоскости заложения зарядов производится отдельно, в результате чего число взрывов необходимых для изготовления одного блока в зависимости от горно-технических и геологических условий меняется в пределах  $i=1-6$ . Многократное воздействие относительно слабых взрывных нагрузок на один и тот же блок создает условия для развития в нем необратимых деформаций, приводящих в определенных условиях к уменьшению входа плит [5, 6]. Исследования сопротивляемости горных пород многократным взрывным нагрузкам [5, 7] позволили установить, что эта опасность полностью устраняется, если параметры буровзрывных работ (см.табл.1) удовлет-

Таблица 1

Параметры буровзрывных работ при направленном раскалывании горных пород

Горная порода	Показатель сопротивляемости горной породы многократным взрывным нагрузкам, $N_0$ [7]	Количество отрезков ДШ в линейном заряде (удельная энергия заряда, кДж/м)	Расстояние между зарядами, (м) при диаметре шпуров $d$ , мм				
			25	30	35	40	45
1	2	3	4	5	6	7	8
Мраморизованный известняк	11-12	1(68) 2(136)	0,32 0,46	0,29 0,41	0,26 0,37	0,24 0,33	0,22 0,31
Мраморизованный известняк плотный, мрамор	13-14	1(68) 2(136)	0,28 0,39	0,25 0,35	0,23 0,32	0,20 0,29	0,19 0,27
Тешенит крупнозернистый	15-16	1(68) 2(136)	0,24 0,34	0,22 0,31	0,20 0,28	0,18 0,25	0,17 0,23
Гранит	17-18	1(68) 2(136)	0,22 0,30	0,19 0,27	0,18 0,25	0,16 0,22	0,15 0,21
Тешенит мелкозернистый, гранит плотный	19-20	1(68) 2(136)	0,19 0,27	0,18 0,25	0,16 0,22	0,14 0,20	0,13 0,19
Туф, базальт	21-22	1(68) 2(136)	0,18 0,25	0,16 0,22	0,14 0,20	0,13 0,18	0,12 0,17
Андезит	23-24	1(68) 2(136)	0,16 0,23	0,15 0,21	0,13 0,19	0,12 0,17	0,11 0,16

воряют условию

$$\frac{\sum_{i=1}^{i=6} N_i n}{0,25N_0} \left( \frac{d_0}{d} \right)^{1,6} \leq 1, \quad (1)$$

где  $N_i$  - кратность приложения взрывных нагрузок на блок;  $N_0$  - показатель сопротивляемости горной породы многократным взрывным нагрузкам (см. табл.1);  $n$  - количество отрезков ДШ в линейном заряде;  $d_0 = 25$  мм – стандартный диаметр шпура;  $d$  - выбранный диаметр шпура, мм.

Из всех сочетаний параметров буровзрывных работ, удовлетворяющих условию (1), оптимальным является то, которое обеспечивает минимум затрат на создание 1 м<sup>2</sup> плоскости раскола

$$\left[ \frac{1}{a} (C_6 + \kappa n C_{\text{ДШ}}) \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $a$  – расстояние между зарядами, м;  $C_6$  и  $C_{\text{ДШ}}$  – соответственно стоимость бурения 1 м шпура и стоимость 1 м ДШ, долл.;  $\kappa$  – коэффициент, учитывающий расход ДШ на сростки и магистральную линию.

Эффективность взрывной технологии добычи блоков существенно зависит от точности размещения шпуров в плоскости желаемого раскола и строгого выдерживания оптимального расстояния между ними. По данным работы [8] увод строчки шпуров от заданного направления на 2,5 градуса повышает потери блоков до 20%, а наклон шпуров в сторону массива или блока на тот же угол – к возрастанию потерь до 28%. Бурение шпуров ручными перфораторами не обеспечивает высокую точность оконтуривания блока, поэтому технология предусматривает применение установок строчечного бурения шпуров, позволяющих максимально приблизить форму отделяемых блоков к прямоугольному параллелепипеду.

В 1978 г. в Горном институте им. Г.А. Цулукидзе была разработана установка строчечного бурения УСБ-2 (см. рис. 1), которая от зарубежных аналогов

выгодно отличается облегченностью конструкции. Ее масса составляет всего 175 кг против 600 кг аналогичных установок фирм Пеллегрини и Бенетти. Это преимущество в значительной степени упростило монтаж и нивелирование установки в забое.

В 1978-1979 гг. опытные образцы УСБ-2 прошли успешные испытания и были внедрены на карьерах фахралойского узорчатого туфа, болнисского базальта, курсебского тешенита и джварского мрамора. Их применение обеспечило снижение потерь блоков от неточности бурения до уровня 8% и уменьшение времени обуривания массива на 30-60%.

Многолетние наблюдения показали, что производительность взрывной технологии при добыче блоков из горных пород с пределом прочности при сжатии свыше 80 МПа в 1,4-2,6 раза выше чем при использовании традиционных технологий, с ее применением выход блоков из горной массы увеличился на 70-80%, а их себестоимость снизилась на 18-45%.

В разработке научных основ и опытно – промышленных испытаниях взрывной технологии добычи блоков облицовочного камня принимали участие научно-технические работники трех лабораторий и конструкторского отдела института. Эти работы пришлось на период действия государственного стандарта ГОСТ 9479-69 «Блоки из природного камня для распиливания на облицовочные изделия», переизданного в 1971 г., полностью запрещавшего применение энергии взрыва в подотрасли. Поэтому в 1967-1974 гг. объем внедрения новой технологии ограничился производственной мощностью некоторых карьеров Грузии, которым Госгортехнадзор республики выдал временное разрешение на ее применение.

С 1972 г., благодаря публикациям результатов исследований [9], повысился интерес к разработкам Горного института им Г.А. Цулукидзе со стороны многих камнедобывающих предприятий Советского Союза. Однако широкое внедрение новой технологии все еще сдерживалось техническими условиями упомянутого стандарта. Создавшуюся тупиковую ситуацию можно было



Рис.1. Общий вид установки строчечного бурения УСБ-2 и ее основных узлов

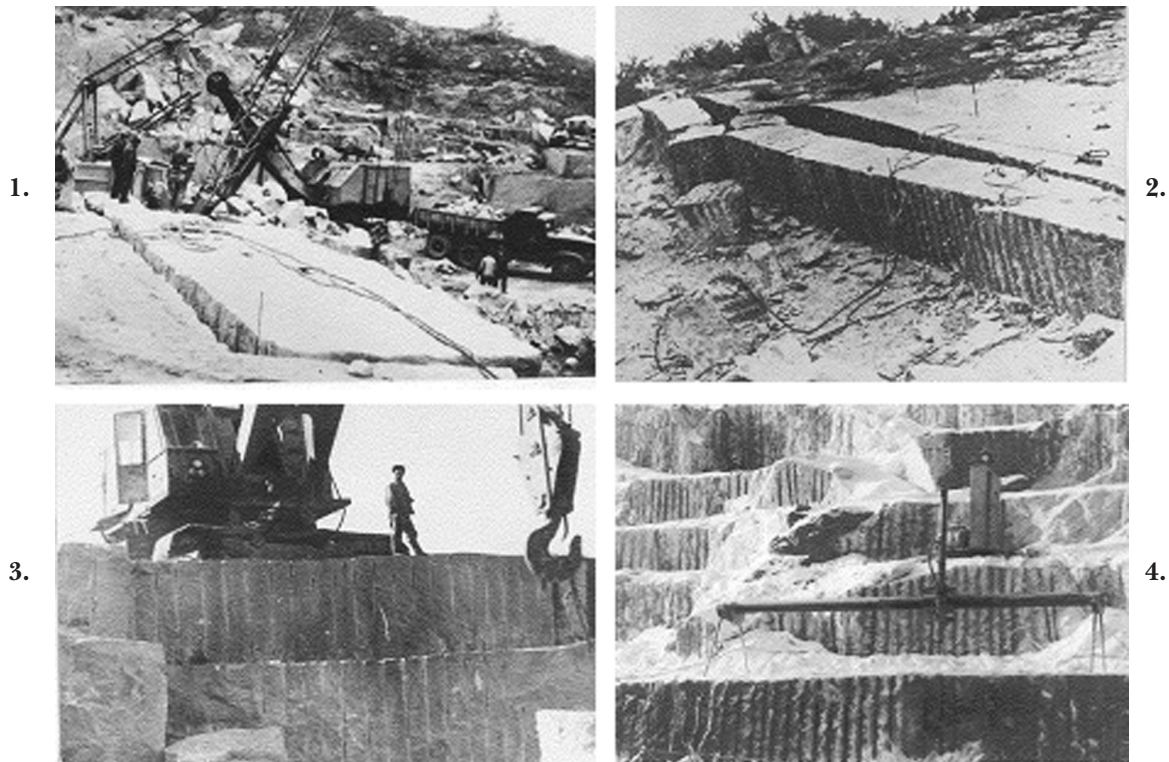


Рис 2. Добыча блоков облицовочного камня с использованием энергии взрыва ДШ на карьерах: 1- узорчатого туфа (Фахрало, Грузия); 2- мраморизованного известняка (Иджеван, Армения); 3 – гранита (Капустино, Украина); 4 – мрамора (Кибик-Кордон, Российская Федерация)

преодолеть лишь совместными усилиями ученых отраслевых, научно-исследовательских и учебных институтов страны. Тут-то и проявился талант академика А.А. Дзидзигури как крупного ученого – новатора и организатора, способного доводить достижения науки до широкого практического применения. 25 февраля 1971 г. по предварительной договоренности с академиком М.В. Касьяном – директором головного отраслевого Института камня и силикатов (НИИКС), А.А. Дзидзигури направил меня, как соруководителя научно-исследовательских работ, в г. Ереван для информирования сотрудников НИИКС – авторов ГОСТ 9479-69, о сущности взрывной технологии добычи блочного камня и проблемах, связанных с ее внедрением. Информация была заслушана на заседании секции Ученого совета НИИКС по автоматизации и механизации производства каменных и силикатных материалов. Ученый совет одобрил предложению технологию, но для дачи окончательного заключения о широком внедрении признал необходимым ознакомиться с ней на карьерах треста «Грузмрамор» и установить степень влияния взрывов на качество поверхности откола. В сентябре 1971 г. НИИКС выполнил постановление Ученого совета и дал высокую оценку новой технологии в части ее эффективности и безвредности воздействия на качество колотых граней. Имея это заключение, А.А. Дзидзигури 22 октября 1971 г. обратился к Председателю Госкомитета Совета Министров

СССР по делам строительства И.Т. Новикову с предложением пересмотреть ГОСТ 9479-69 для возможности проведения промышленных испытаний и внедрения взрывной технологии добычи блоков на крупных карьерах страны. Параллельно он обратился к директору Института гидродинамики СО АН СССР академику М.А. Лаврентьеву – председателю Совета по народно-хозяйственному использованию энергии взрыва, с просьбой оказать поддержку. Письмом от 19 января 1972 г. на имя И.Т. Новикова М.А. Лаврентьев поддержал предложение А.А. Дзидзигури, сформулировав примечание к п. 2 ГОСТ 9479-69 следующим образом: «Для добычи блоков из пород твердых и средней твердости допускается одновременное взрывание отрезков детонирующего шнура, размещенных в шпурах диаметром 25-32 мм и заложенных в плоскостях желаемого раскола».

Указанные документы сыграли чрезвычайно важную роль в становлении и развитии взрывной технологии добычи блоков. По-существу стараниями академика А.А. Дзидзигури была заложена база для ее крупномасштабных испытаний на карьерах Советского Союза с привлечением ученых головных отраслевых институтов - НИИКС, ВНИПИИСтромсырье, ВНИИНеруд и др. Академику А.А. Дзидзигури удалось также заинтересовать крупные научные центры страны – Московский и Ленинградский горные институты, институт Гидроспецпроект, Ташкентский политех-

Таблица 2

Динамика освоения взрывной технологии добычи блоков облицовочного камня в период 1967-1985 гг.

Регион	Годовое производство блоков облицовочного камня с применением взрывной технологии, тыс. м <sup>3</sup>											
	1967-1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Грузия	0,7-3,2	4,2	3,0	3,8	3,2	4,4	7,2	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Россия		4,6	9,0	10,5	8,0	9,5	13,0	15,1	17,9	20,9	21,4	23,0
Украина		6,3	8,1	18,0	11,5	9,0	25,0	20,3	21,8	21,1	21,3	21,3
Армения			5,3	5,3	7,3	5,8	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Узбекистан				23,8	25,6	27,7	30,3	28,8	30,4	45,2	59,0	58,8
Кыргызстан						4,7	4,1	4,6	6,5	0,9	6,7	9,0
Белорусия								1,2	1,3	1,7	2,0	1,0
Казахстан									1,2	1,2	1,2	1,2
Итого	0,7-3,2	15,1	25,4	61,4	55,6	61,1	91,1	88,1	108,0	119,9	40,5	143,2

нический институт, Красноярский институт цветных металлов и др. в решении проблемы добычи блоков облицовочного камня с применением щадящих взрывов.

В 1973 г. академик А.А. Дзидзигури был избран ректором Грузинского технического университета, а директором Горного института им. Г.А. Цулукидзе стал другой крупный ученый – профессор, доктор технических наук Э.О. Миндели. По его инициативе в сентябре 1975 г. в г. Тбилиси было созвано все-союзное совещание по проблемам развития техники и технологии добычи блоков облицовочного камня с участием ученых отраслевых институтов страны. Решения этого совещания положили начало выходу новой технологии за пределы Грузии (см. рис. 2). В 1976 г., результате широкомасштабных успешных испытаний, взрывная технология добычи блоков была узаконена новым стандартом ГОСТ 9479-76, который неоднократно переиздавался и действует по сей день.

В 1985 г. с применением взрывной технологии было изготовлено 143,2 тыс. м<sup>3</sup> блоков, что составило около 20% общесоюзного объема производства (см. табл. 2). В настоящее время эта технология широко применяется в мировой практике направленного раскалывания крепких и абразивших горных пород.

Описанные перипетии еще раз убеждают насколько важна роль выдающихся ученых в продвижении новаторских решений. И сегодня, спустя много лет после упомянутых событий, хочется выразить знаки уважения и безмерной признательности академику Арчилу Амвросиевичу Дзидзигури за

его неоценимую помощь и активную поддержку в решении сложных научно-технических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев Ю.А., Горьков А.К., Макаров А.Б. Добыча гранитных блоков в ЮАР. «Горный журнал», №6, Москва, 1996. с. 43-45.
2. Михельсон Р.В., Беришвили Г.А. Новые методы изготовления блочного камня. Мецниереба, Тбилиси, 1973. 93 с.
3. Ханукаев А.Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом. Недра, Москва, 1974. 224 с.
4. Михельсон Р.В. Условия качественного оконтуривания горных пород взрывом линейных зарядов ВВ. «Горный журнал», №2 (27), Тбилиси, 2011. с. 84-87.
5. Михельсон Р.В. К вопросу о разрушающем действии взрыва при подготовке блоков облицовочного камня. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. СО АН СССР, №2, Новосибирск, 1987. с. 52-56.
6. Блюменфельд В.М. Рациональный способ добычи гранитных блоков. «Гонный журнал», №6, Москва, 1996. с. 33-35.
7. Михельсон Р.В. Условия сохранения естественной структуры массива в блоках облицовочного камня при их изготовлении взрывом детонирующего шнура. «Горный журнал», №2 (25), Тбилиси, 2010. с. 65-68.
8. Алимов О.Д., Мамасаидов М.Т. Технические средства отделения блоков камня от массива. Фрунзе, 1987. 216 с.

**რ. მიხელსონი**  
**მოსაპირკეთებელი ქვის ბლოკების**  
**აფეთქებით მოპოვების ტექნოლოგია**  
**და აკადემიკოს ა. ძიდიგურის როლი**  
**მის განვითარებაში**

**MIKHELSON R.**  
**FACING STONE BLOCK EXTRACTION**  
**EXPLOSIVE TECHNOLOGY AND DR.**  
**A.DZIDZIGURI'S ROLE IN ITS**  
**DEVELOPEMENT**

ნაშრომში განხილულია გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში 1965–1985 წწ. შემუშავებული მოსაპირკეთებელი ქვის ბლოკების აფეთქებით მოპოვების ტექნოლოგიის არსი, პარამეტრები და თავისებურებები. სამუშაოს ძირითადი ეტაპები სრულდებოდა წარმოებაში აფეთქების ენერჯის გამოყენების მკაცრი აკრძალვის პირობებში, რაც აბრკოლებდა ახალი ტექნოლოგიის გავრცელებას საკავშირო მასშტაბით. მისი გამოყენების არეალის გაფართოებაში დიდი წვლილი მიუძღვნის აკადემიკოს ა. ძიდიგურს, რომლის მცდელობით მოხერხდა სათანადო სახელმწიფო ორგანიზაციების და სამეცნიერო ცენტრების კონსოლიდაცია მოქმედი სახელმწიფო სტანდარტის მოძველებული დებულებების გადასასინჯად.

Scientific basis, parameters and applied specificities of facing stone block extraction technologies collaborated by G.Tsulukidze Mining institute during 1965-1985 are given. The basic stages of work were elaborated with the strict restrictive conditions of explosion energy usage that obstructed its use in Soviet Union.

Dr. A. Dzidziguri contributed to the spreading of the technology, by whose efforts consolidation of State Institutions and countries huge scientific centers and the review of the outdated State Standard regulations have occurred.

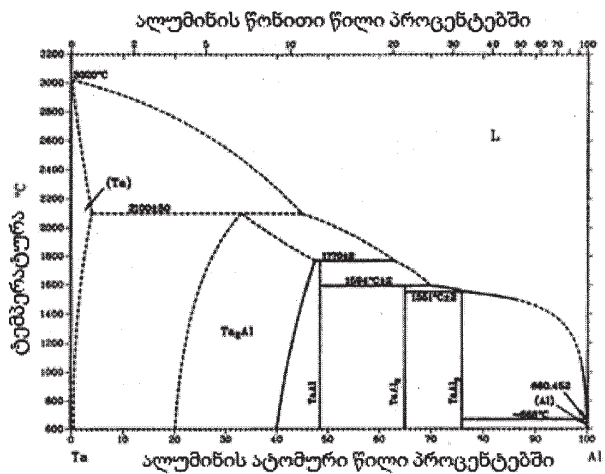
უპა 621.762.4

**აკად. დოქტორი ზ. გოდიაძე, აკად. დოქტორი ა. ფიქიჩიშვილი,**  
**აკად. დოქტორი ე. ჩაგალიშვილი, აკად. დოქტორი მ. ნიკლაური,**  
**მასალათმცოდნეობის აკადემიკოსი ა. დგუგუაძე**  
**დარტყმითი ტალღების ზემოქმედებით TaAl-B<sub>4</sub>C კირამიკული**  
**მასალის მიღება**

ნაშრომში განხილულია ტანტალ-ალუმინის ინტერმეტალური ნერთების დაწნების შესაძლებლობა ცხლად აფეთქებით დაწნების ტექნოლოგიით. გამოკვლეულია თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის (თმს) და ცხლად აფეთქებით დაწნების (ცად) ტექნოლოგიების კომბინირებით ტანტალის ალუმინიდების ინტერმეტალური ნერთების მიღების შესაძლებლობა თეორიული სიმკვრივის სახსოველში სრულყოფილი სტრუქტურითა და მექანიკური მახასიათებლებით. დადგენილია, რომ უღვევქტო ინტერმეტალური კომპოზიციების მისაღებად ცად-ით დაწნების ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს თმს-ის ინიცირების ტემპერატურას, ანუ 940 °C-ს. შესწავლილია დაწნვილი ტანტალ-ალუმინ-ბორის კარბიდის ინტერმეტალური ნერთების სტრუქტურა და მექანიკური თვისებები.

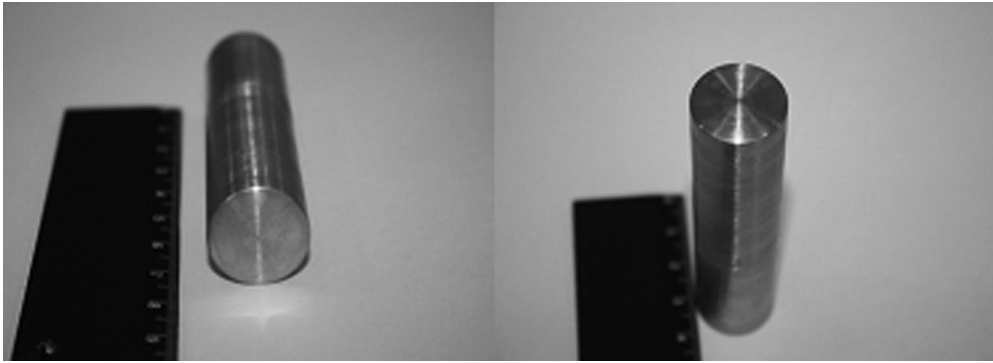
ამ დროს ბირთვული უსაფრთხოებისათვის ძირითად მასალად გვესახება შენადნობები Al-ის ბაზაზე. აღნიშნული მალეგირებელი მასალების გამოყენება საგრძნობლად აუმჯობესებს შენადნობების კოროზიულ მდგრადობას. TaAl სისტემას, (მისი ფაზური დიაგრამა მოცემულია ნახაზე 1), გარდა მაღალი სიმტკიცისა და კარგი შერევის უნარისა სხვადასხვა მასალებთან, გააჩნია მაღალი რეაქციულობა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს თმს-ის (თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის) რეაქცია მაღალი ტემპერატურის 2500 °C-მდე

მაღალი დნობის ტემპერატურა, დაბალი თერმული გაფართოების კოეფიციენტი, მნიშვნელოვანი მჟავამედეგობა, არც თუ ცუდი სითბოგამტარობა და კარგი შერევის უნარი, ყველა ამ თვისებებიდან გამომდინარე, Ta, როგორც სტრუქტურული მასალა, ძალზე მიმზიდველი ხდება ბირთვული ტექნიკისათვის. ძალზე მაღალი დრეკადობა (ელასტიკურობა) და კარგი სითბოგამტარობა, საკმარისია ბირთვულ ინდუსტრიაში მის გამოყენებად.

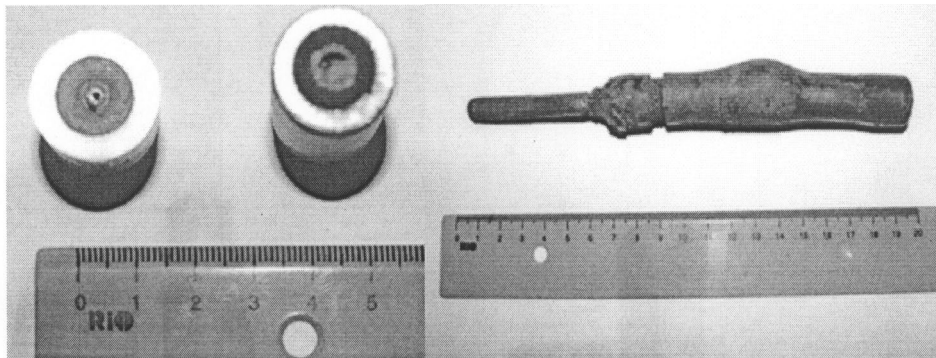


B<sub>4</sub>C განსხვავებით, Ta-ის უპირატესობა გამოიხატება იმაში, რომ მას არ გააჩნია აირის შთანთქმის უნარი. მიუხედავად იმისა, რომ მისი ბირთვული ღირებულება თითქმის B<sub>4</sub>C-ის ნახევარია (კუთრ მოცულობაში), მისი თერმული დაშლა მიმდინარეობს ძალზე ნელა, რადგან ადგილი აქვს Ta-ის ტრანსფორმირებას T<sub>182</sub>-ში, რომელიც შეესაბამება W-ის ბირთვულ თვისებებს.

**ნახ. 1. ტანტალ-ალუმინის ფაზური დიაგრამა. ტანტალ-ალუმინის ბაზაზე არსებული ინტერმეტალიდები:**  
**Ta<sub>2</sub>Al Tm=2.100C; TaAl Tm=1.770C;**  
**TaAl<sub>2</sub>, Tm=1.594C; TaAl<sub>3</sub>, Tm=1.551C**



სურ. 2. ექსპერიმენტების შედეგად მიღებული ნიმუშები



ა

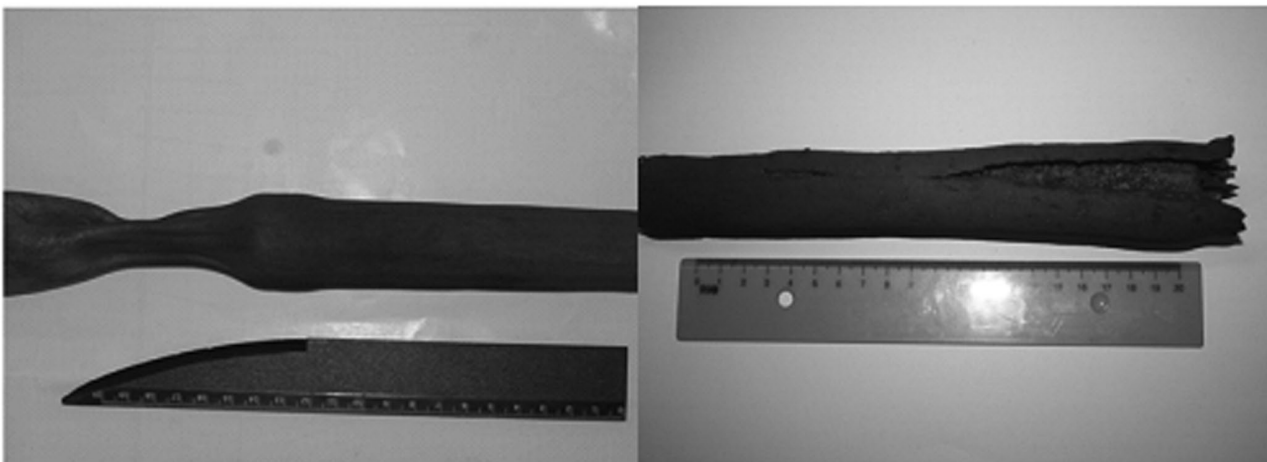
ბ

სურ. 3. ა – Ta-Al ნარევის დაწნევა ოთახის ტემპერატურაზე, ნიმუშის ცენტრში ჩანს თმს-ს კვალი;  
ბ - Ta-Al-B<sub>4</sub>C გაცხელება 940 °C-ზე, როდესაც ადგილი ჰქონდა თმს პროცესის მიმდინარეობას და წვით სინთეზის რეაქციის შედეგად აირების გამოყოფას

გამოყოფით. ასეთ შემთხვევაში ეგზოთერმული რეაქციის ინტენსიურობა ალუმინის კუთრ წილზეა დამოკიდებული. TaAl ფაზის პროპორციის შერჩევით და ზოგიერთი პასიური დანამატის დამატებით, მაგალითად, როგორცაა B<sub>4</sub>C, შეიძლება რეგულირებულ იქნეს და შემცირებული სინთეზირების ტემპერატურა, რომელიც წარმოადგენს მნიშვნელოვან პარამეტრს სტატიკური და დინამიკური დაწნევის დროს.

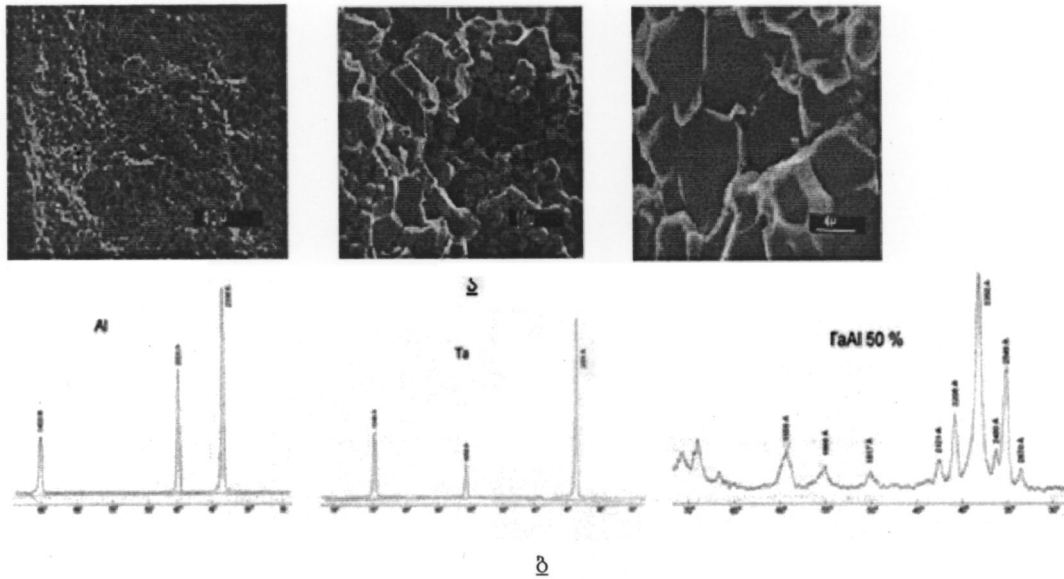
შესრულებული კვლევების მიზანს წარმოადგენდა:

1. გაუმჯობესებული თვისებების მქონე Ta-Al-B<sub>4</sub>C კომპოზიტის შემუშავება თეორიული სიმკვრივის მახლობლობაში (99 %), B<sub>4</sub>C-ს ლეგირებით და ცად-ის ტექნოლოგიის გამოყენებით;
  2. ახლად მიღებული Ta-Al-B<sub>4</sub>C კომპოზიტის სტრუქტურისა და თვისებების დადგენა.
- ექსპერიმენტებში გამოყენებული იქნა ცხლად აფეთქებით კომპაქტირება, სადაც პირველ საფეხურზე გამოყ-

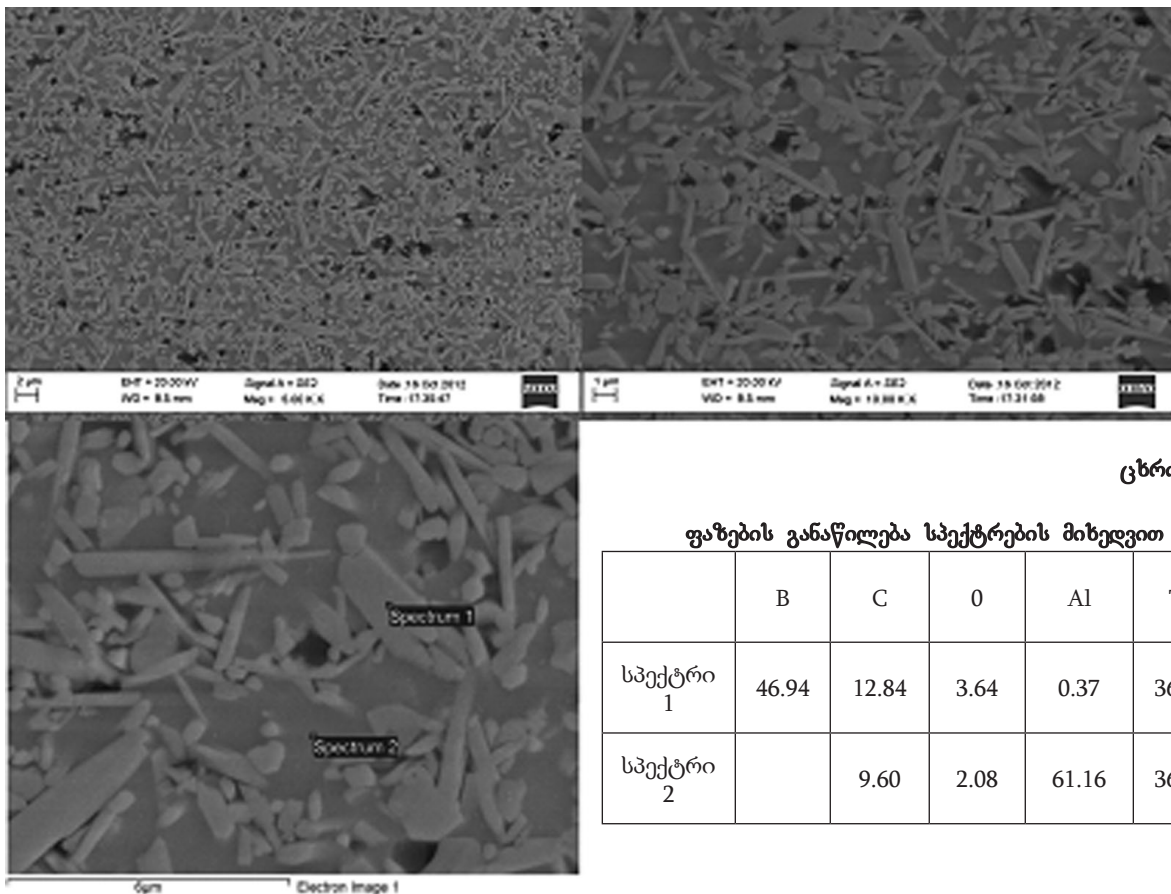


სურ. 4. ცხლად აფეთქებით დაწნევა 940 °C-ზე თმს-ის პროცესის შემდეგ:  
ა- Ta-Al-20 % B<sub>4</sub>C კომპოზიტი; ბ-Ta-Al<sub>3</sub> კომპოზიტი





სურ. 5. ა – მიკროსტრუქტურა სხვადასხვა გადიდებაზე;  
ბ – რენტგენული დიფრაქცია საწყისი და ცხლად დაწნევის შემდეგ



ცხრილი 1

ფაზების განაწილება სპექტრების მიხედვით

	B	C	O	Al	Ta
სპექტრი 1	46.94	12.84	3.64	0.37	36.20
სპექტრი 2		9.60	2.08	61.16	36.20

სურ. 6. სხვადასხვა ფაზების განაწილება SEM და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მიხედვით

ენებული იყო ნიმუშის ოთახის ტემპერატურაზე კომპაქტირება. ამ დროს ადგილი აქვს მარცვლის ზედაპირების გააქტიურებას და სიმკვრივის მატებას.

მეორე საფეხურს წარმოადგენს ოთახის ტემპერატურაზე დაწნეხილი ნიმუშების, განმეორებით ცხლად

აფეთქებით კომპაქტირება. წინასწარი გაზურების ტემპერატურა 940 °C-ს აღწევდა, ხოლო დარტყითი ტალღის ინტენსიურობა 10 Gpa-ს. ამ მეთოდის უპირატესობას წარმოადგენს: პროცესის მიმდინარეობის მცირე დრო, მაღალი წნევა და მაღალი ტემპერატურა.

ექსპერიმენტალურ სამუშაოებში გამოყენებული მასალები ექსპერიმენტულ კვლევებში ნამზადების მისაღებად გამოყენებული იქნა Ta-Al და Ta-Al-B<sub>4</sub>C-ის საწყისი ფხვნილები. 5-10 მკმ-ის Ta-Al საწყისი ფხვნილები მიეკუთვნებიან რეაქციულ სისტემას. შესაბამისად, როგორც შედეგი, სისტემაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს თმს რეაქციას.

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული იქნა ცილინდრული ფორმის ნამზადები ზომით 15x50 მმ, სხვადასხვა პროცენტული პროპორციებით, (Ta-50 % Al-ს ატომური წონითი პროპორცია) + 20 % B<sub>4</sub>C, (Ta-25 % Al აწვ) + 20 % B<sub>4</sub>C (იხ. სურ. 2).

სურათზე 4 მოცემულია ცხლად აფეთქებით მიღებული ნიმუშები.

შესწავლილი იქნა ცხლად აფეთქებით დაწეხილი ნიმუშების მიკროსტრუქტურა და რენტგენული დიფრაქცია. შედეგები მოცემულია სურათზე 5.

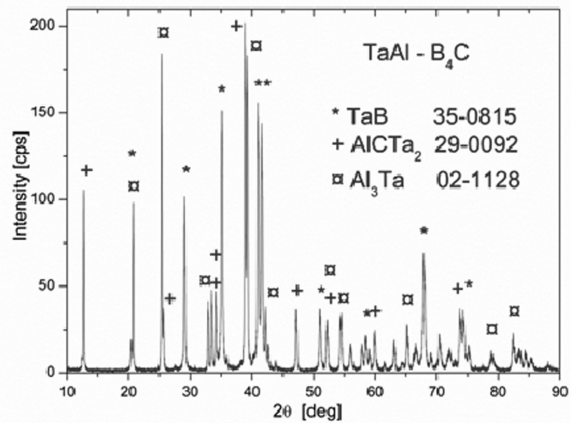
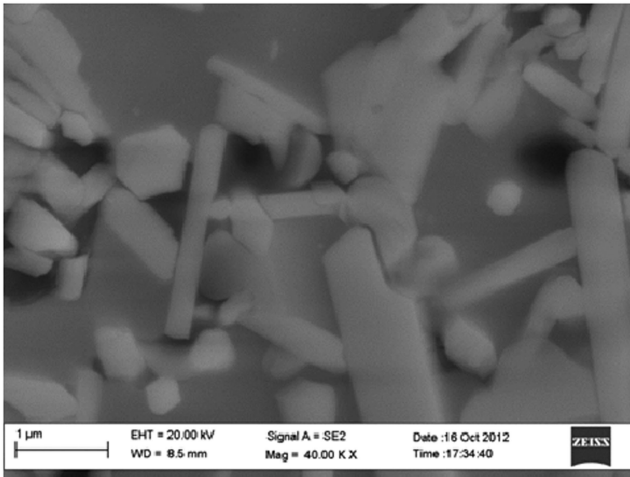
სურათზე 6 მოცემულია Ta-Al-20 % B<sub>4</sub>C-ის საწყისი ფხვნილების მიკროსტრუქტურა და ფაზების განაწილება ცხლად დაწეხის შემდეგ.

Ta-Al-20 % B<sub>4</sub>C-ს საწყისი ფხვნილების მიკროსტრუქტურა რენტგენული დიფრაქცია ცხლად აფეთქებით დაწეხის შემდეგ (იხ. სურ. 7).

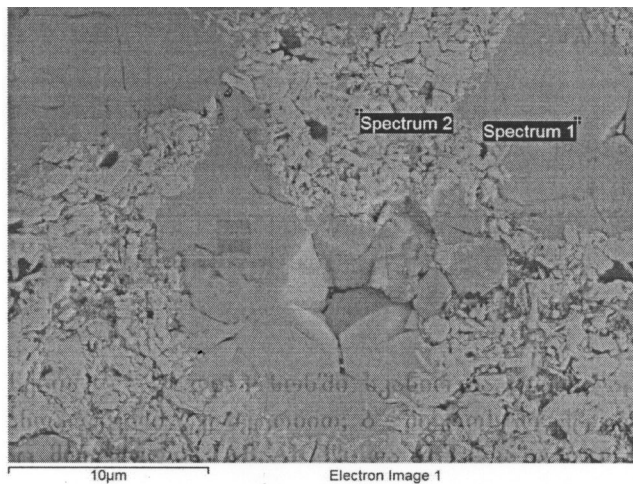
სურათზე 7 მოცემულია TaAl-20 % B<sub>4</sub>C-ის საწყისი ფხვნილების ფაზების განაწილება ცხლად აფეთქების შემდეგ. წარმოდგენილ სურათზე ნათლად ჩანს ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული მაღალდისპერსული მარცვალი.

ამ შემთხვევაში 1 სპექტრი შეესაბამება Al<sub>3</sub>Ta-ს, ხოლო მეორე სპექტრი კი TaB-ისა და AlCT<sub>2</sub>-ის ნარევს.

სპექტრულმა ანალიზმა გვიჩვენა ელემენტების ცხრილში 2 მოცემული განაწილება.



სურ. 7. ა – ნაჩვენებია  $\theta-2\theta$  დიაგრაფში სკანირება, რომელიც მიიღწევა ბრეგ-ბრენტანოს სტანდარტული გეომეტრიით; ბ – მიკროსტრუქტურის რენტგენული დიფრაქცია, სადაც მოცემულია TaB, AlCTa<sub>2</sub> და Al<sub>3</sub>Ta ფაზები, რომელიც ეყრდნობა JCPDS დიფრაქციული მონაცემების საერთაშორისო მონაცემებს 2001), ბარათები N35-0815(TaB), 29-0092(AlCTa<sub>2</sub>) და 02-1128(Al<sub>3</sub>Ta)



სურ. 8. TaAl-20 % B<sub>4</sub>C-ის მარცვლების განაწილება

სურათზე მოცემული მიკროსტრუქტურის სპექტრული ანალიზის შედეგები, ელემენტების განაწილება პროცენტებში

	B	C	O	Al	Fe	Ta
სპექტრი 1	13,78	9,68	2,24	53,31		20,99
სპექტრი 2	30,99	24,90	6,25	11,00	1,41	25,44
მაქსიმუმი	30,99	24,90	6,25	11,00	1,41	25,44
მინიმუმი	13,78	9,68	2,24	11,00	1,41	20,99

სისალის განაწილება მიღებულ კომპოზიტებში

კომპოზიტი	ტემპერატურა, C <sup>0</sup>	სისალე HV, კგ/მმ <sup>2</sup>
Ta <sub>2</sub> Al	950	126.64
TaAl	900	261.50
Ta <sub>2</sub> Al <sub>3</sub>	940	320.12
TaAl-20 % B <sub>4</sub> C	940	360.40
Ta <sub>2</sub> Al-20 % B <sub>4</sub> C	940	319.26

სისალის განაწილება მიღებულ ნამზადებში დამოკიდებულია ფაზების შედგენილობაზე.

როგორც წინასწარმა კვლევებმა დაგვანახა NiAl და TiAl-თან შედარებით TaAl-ის ცხლად დამუშავება გაცილებით პერსპექტიულია, ვინაიდან Ni(Ti)Al-ის შემთხვევაში T=1000 °C-ც კი ნამზადის მაღალი სიმკვრივის მიუხედავად ადგილი არა აქვს ინტერმეტალიდების სრულყოფილ ჩამოყალიბებას. ინტერმეტალიდების ჩამოყალიბების ანალიზიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ინტერმეტალიდების წარმოქმნა ბევრად და მოკიდებული შემადგენელი კომპონენტების საწყის სიმკვრივეზე.

Ta-Al-ს საწყისი ფხვნილების გამოყენება გვესახება უფრო პერსპექტიულად ინტერმეტალიდების ჩამოყალიბების პროცესში, რადგან ტანტალს გააჩნია მაღალი სიმკვრივე 16,4 სმ<sup>3</sup>, ხოლო მის ნარევს Al-თან კი გააჩნია მაღალი რეაქტიულობა. ეს კი წინაპირობაა (თმს) რეაქციის წარმოქმნისა.

ამრიგად TaAl-ს ცხელი აფეთქებით დამუშავებისას შემდგომ რენტგენულმა კვლევებმა დაგვანახა, რომ ადგილი აქვს სხვადასხვა ახალი ფაზების წარმოქმნას და შესაბამისად ნაკლებად შეიმჩნევა სუფთა Ta და Al-ს ფაზები. ე.ი. ადგილი აქვს ქიმიურ რეაქციას და ინტერმეტალიდების ახალი ფაზების ჩამოყალიბებას.

**დასკვნები:**

- დადგენილია (თმს) რეაქციას ადგილი აქვს 940 °C-ზე, შესაბამისად ადგილი აქვს Ta-ს ალუმინადების წარმოქმნას;
- Ta და Al ინტერმეტალიდების ტიპები (Ta<sub>2</sub>Al, TaAl, TaAl<sub>3</sub>) დამოკიდებულია საწყისი ფხვნილების წილობრივ შემცველობაზე;
- დადგენილია რომ თმს რეაქციისა და ცხლად აფეთქებით (HEC) ერთმანეთთან შეთავსებით, შესაძლებელია მიღებულ იქნას სრულყოფილი სტრუქტურის და მაღალი სიმტკიცის ნამზადები, თეორიული სიმკვრივის მახლობლობაში;
- მიღებული ნამზადის დამსხვრევის თავიდან აცილების მიზნით, მიზანშეწონილია HEC-ს (აფეთქებით ცხლად დაწნევა) ჩატარდეს 940 °C-მდე;
- გამოკვლეულია და დადგენილია პასიური დანამატის B<sub>4</sub>C-ს დადებითი როლი ინტერმეტალიდების ჩამოყალიბების პროცესში, რომელსაც ადგილი აქვს HEC და თმს რეაქციის თანხვედრისას;
- დადგენილია, რომ HEC-ით გამოწვეული თმს რეაქცია, რომელსაც ადგილი აქვს Ta-50 % Al 20 % B<sub>4</sub>C ნაერთში შეიმჩნევა B<sub>4</sub>C-ში ცალკეულ B და C რეაგენტების გადანაწილება და გახსნა ახალი Ta<sub>2</sub>AlC ფაზის წარმოქმნით;
- მომავალი კვლევებისათვის გამოყენებული იქნება Ta და Al და B<sub>4</sub>C სხვადასხვა თანაფარდობა.
- TaAlB<sub>4</sub>C-ის გაუმჯობესებული ნამზადების მისაღებად გამოყენებული იქნება ნანოგანზომილებიანი საწყისი ფხვნილები.

GODIBADZE B., PEIKRISHVILI A., CHAGELISHVILI E.,  
TSIKLAURI M., DGEBUADZE A.  
FORMING OF INTERMETALLIC Ta-Al-B<sub>4</sub>C  
COMPOUNDS IN COMPACTED SAMPLES BY  
HOT SHOCK WAVE

ГОДИБАДЗЕ Б.А., ПЕЙКРИШВИЛИ А.Б., ЧАГЕЛИШ-  
ВИЛИ Э.Ш., ЦИКЛАУРИ М.В., ДГЕБУАДЗЕ А.А.  
ФОРМИРОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ  
ТАНТАЛ-АЛЮМИНИЯ- КАРБИД БОРА В  
ОБРАЗЦАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ГОРЯЧИМ  
КОМПАКТИРОВАНИЕМ ВЗРЫВОМ

The main objective of this work was to study the possibility of compacting the intermetallic Ta-Al-B<sub>4</sub>C compounds by hot shock wave compaction technology; to establish possibility of formation of tantalum aluminates intermetallic compounds to near theoretical density with improved structure and good mechanical properties by combining of self-propagating high temperature synthesis (shs) and hot shock wave compaction (hswc) technologies. It was established, that for formation flawless composition materials by HSWC compaction temperature should not exceed temperature of SHS, 940 ° C. Investigated structural and mechanical properties of tantalum-aluminum-boron carbide intermetallic materials.

Главной целью данной работы являлось изучение возможности компактирования интерметаллических соединений тантал-алюминия-карбид бора технологией горячего компактирования взрывом; установление возможности получения интерметаллических соединений алюминатов тантала почти теоретической плотности с совершенной структурой и хорошими механическими свойствами комбинированием самораспространяемого высоко-температурного синтеза (СВС) и технологий горячего компактирования взрывом. Установлено, что для получения бездефектных композиционных материалов горячим компактированием взрывом температура прессования не должна превышать температуру, инициированную СВС, т.е. 940 ° C. Исследованы структурные и механические свойства компактированных интерметаллических соединений тантал-алюмини-карбид бора.

შპს 6913

ბაკაძე დიმიტრი გ. ხალიაშვილი, დ. ჯიხლაძე, დიმიტროსი თ. რუხაძე  
გაბონის ცოცხადობისა და შეკვებისადმი მიძღვნილი კვლევების  
მიმოხილვა, მიღებული შედეგების ანალიზი და განზოგადება

სტატიაში მოცემულია ბეტონის ცოცხადობის და შეკვებისადმი მიძღვნილი კვლევების მიმოხილვა, მიღებული შედეგების ანალიზი და განზოგადება. განხილულია კვლევების მეთოდოლოგია, ცოცხადობისა და კვებაზე ზემოქმედების ფაქტორები, მათი დეფორმაციის მექანიზმი, პროგნოზირების მეთოდები, კვლევების აქტუალურობა და მნიშვნელობა. ცოცხადობისა და შეკვებაზე ზემოქმედების მთავარი ფაქტორებია: ბეტონის ნარევი გამოყენებული ცემენტის მარკა, აგრეგატის ტიპი და რაოდენობა; წყლის ცემენტთან შეფარდების მნიშვნელობა; გარემოს ფარდობითი ტენიანობა; ბეტონის ელემენტის თეორიული სისქე; ბეტონის ასაკი და დატვირთვის ზემოქმედების დრო; ბეტონის სიმტკიცე; არმატურის არსებობა, რაც იწვევს ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების დეფორმაციას, მზილუანობის დაქვეითებას, დაზიანებას და ხშირ შემთხვევაში მწყობრიდან გამოსვლას; შენობა-ნაგებობების სამშენებლო-საექსპლუატაციო ხარჯების გაზრდას და უსაფრთხო ექსპლუატაციის ვადის შემცირებას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ბეტონის ცოცხადობის და შეკვების კვლევის საკითხი წარმოადგენს თანამედროვე აქტუალურ სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ პრობლემას.

1. ცოცხადობის და შეკვების კვლევების მნიშვნელობა

ქვეთავში წარმოდგენილია ბეტონის ცოცხადობის და შეკვების კვლევების მნიშვნელობის და აქტუალურობის

საკითხის მიმოხილვა და განზოგადება. ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების რთული ფორმის და დიდი მასის, საბეტონე სამუშაოს სამშენებლო მოედანზე წარმოების და წინასწარდაბადული არმირების გამოყენების გამო ცოცხადობის და შეკვების პროგნოზირების საიმედო მეთოდების შემუშავება აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს [1]. მაღალფორიანი ბაზალტის აგრეგატზე დამზადებულ ბეტონს ჩვეულებრივ ფორიან ბაზალტთან შედარებით ზოგჯერ 40 %-ზე მეტი ცოცხადობა გააჩნია. აქედან გამომდინარე, ბეტონის ცოცხადობისა და შეკვებაზე აგრეგატის ფორიანობის ზემოქმედების დადგენა მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს [2]. დაპროექტების დროს ცოცხადობის სიჩქარის პროგნოზირებას დიდი ყურადღება ეთმობა [3]. მეტად რთული, მოქნილი და მსხვილი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენების გამო, ბეტონის ცოცხადობის და შეკვების პროგნოზირებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება [4]. ცოცხადობის შედეგად დაბადებული არმატურის სიგრძე შეიძლება 2-2,5-ჯერ გაიზარდოს, ხოლო გადაადგილება 3-4-ჯერ. ამდენად ცოცხადობის პროგნოზირების გათვალისწინება აუცილებელია შენობა-ნაგებობების დაპროექტების დროს [5]. დღეისათვის ცოცხადობის და შეკვების დროში განვითარების კონკრეტული მექანიზმი საკმარისად შემუშავებული არ არის. შეკვების და ცოცხადობის

პროგნოზირების მოდელები განკუთვნილია ზომიერ კლიმატურ პირობებში ექსპლუატირებული ბეტონისთვის. აქედან გამომდინარე, ტროპიკულ კლიმატის პირობებში, სადაც ცხელა და ჰაერის მაღალი ტენიანობაა, ცოცვალობის და კლების დეფორმირაციის სხვა მნიშვნელობა იქნება მიღებული, ვიდრე ზომიერი კლიმატის პირობებში, რომლებზეც მოდელებია გათვლილი. აქედან გამომდინარე, ცოცვალობის და შეკლების მექანიზმის სრულყოფილი ახსნა და მისი დეფორმირაციის მნიშვნელობის პროგნოზირების საკითხი სხვადასხვა კლიმატური პირობებისთვის აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს [6].

ცოცვალობის და შეკლების საკითხი აქტუალურია შემდეგი თვალსაზრისით: კოჭების, სვეტების და კედლების ფორმის და ზომის ცვალებადობის პროგნოზირება; წინასწარი დაძაბულობის შემცირების შეფასება; დაძაბულობის რელაქსაციის და დროში გადანაწილების შეფასება; შეკლების გამო ბეტონის ელემენტის ზედაპირზე ბზარების წარმოქმნა და მისი დაზიანება; ბეტონში წინასწარდაძაბულობის მნიშვნელობის შემცირება-დაკარგვა; ღერძულად დატვირთული სვეტების და კედლების ზომების შემცირება [7].

## 2. ცოცვალობის და შეკლების მეთოდოლოგია

ქვეთავში წარმოდგენილია ბეტონის ცოცვალობის და შეკლების კვლევების მეთოდოლოგიის მოკლე მიმოხილვა. აქცენტი გაკეთებულია სტანდარტულ მეთოდებზე.

ცოცვალობის და შეკლების ცდა ტარდება პრიზმის ფორმის ნიმუშებზე. ნიმუშის ზომაა 70×70×280 მმ; 100×100×400 მმ 20 მმ და მასზე ნაკლები ზომის მსხვილი შემესვების დროს; 150×150×600 მმ 40 მმ-ზე ნაკლები ზომის მსხვილი შემესვების დროს; 200×200×800 მმ 70 მმ-ზე ნაკლები ზომის მსხვილი შემესვების დროს. ბაზისურ ზომად მიღებულია 150×150×600 მმ-ის ზომის ნიმუში.

პარტიაში ნიმუშების რაოდენობა შეადგენს 9 ნიმუშს. აქედან 3 იცდება ერთდერმა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრის დასადგენად, 3 კლების დასადგენად და 3 ცოცვალობის დასადგენად.

გაზომვა იწყება არა უგვიანეს 4 სთ-ისა ყალიბიდან გამოღების შემდეგ. ანათვალის ალების სიხშირეა: დატვირთვისთანავე, ერთი სთ; ერთი დღე-ღამე; 3, 7, შემდეგ 14 დღე-ღამე ცდის ბოლომდე. კლების ნიმუშების მიერ ტენის დაკარგვა ფიქსირდება მათი პერიოდული აწონვით. ცოცვალობაზე ცდის ხანგრძლიობა 120 დღე-ღამეს შეადგენს. დასაშვებია ნაკლები ვადაც, რაც უნდა იყოს დასაბუთებული, მაგალითად სტაბილური დეფორმირებით. ცოცვალობისას დატვირთვა შეადგენს 0,3±0,005 ერთდერმა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრიდან.

შედგების დაქუშება ხორციელდება შემდეგი ფორმულით

$$\varepsilon_1(t) = [\Delta l_1(t)] / l_1, \quad (1)$$

სადაც  $\varepsilon_1(t)$  არის ფარდობითი დეფორმაციის საშუალო მნიშვნელობა;  $\Delta l_1$  - დეფორმაციის მატება, მმ;  $l_1$  - დეფორმაციის გაზომვის ბაზა, მმ.

თითოეული ნიმუშის ცოცვადი დეფორმაციის ფარდობითი მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$\varepsilon_{1n}(t) = \varepsilon_1 - \varepsilon_{1y} + \varepsilon_1(t) - \varepsilon_{yc}(t), \quad (2)$$

სადაც  $\varepsilon_{1n}(t)$  - თითოეული ნიმუშის ცოცვადი დეფორმაციის ფარდობითი მნიშვნელობა;  $\varepsilon_1$  და  $\varepsilon_{1y}$  - შესაბამისად, სრული და დრეკადი დეფორმაციის საშუალო მნიშვნელობები;  $\varepsilon_{yc}(t)$  - კლების ფარდობითი დეფორმირაციის საშუალო მნიშვნელობა.

ცოცვალობის და შეკლების დეფორმირაციის ფარდობითი მნიშვნელობა განისაზღვრება, შესაბამისად ფორმულით

$$\varepsilon_{1n}(t) = \varepsilon_{1n}(\infty) \times [\Delta t / (\alpha_n + \Delta t)]; \quad (3)$$

$$\varepsilon_{yc}(t) = \varepsilon_{yc}(\infty) \times [\Delta t / (\alpha_{yc} + \Delta t)], \quad (4)$$

სადაც  $\varepsilon_{1n}(t)$  და  $\varepsilon_{yc}(t)$  - შესაბამისად ცოცვალობის და შეკლების დეფორმაციის ფარდობითი მნიშვნელობები;  $\alpha_n$  და  $\alpha_{yc}$  - ცოცვადი და შეკლების დეფორმაციის სიჩქარე [8].

ცოცვალობაზე გამოსაცდელ ნიმუშში მსხვილი შემესვების მაქსიმალური ზომა 20 მმ-ს არ აღემატება. ნიმუშზე მაქსიმალური დატვირთვა სიმტკიცის ზღვრის 40 %-ს არ აღემატება.

ნიმუშის დიამეტრი 150±1,6 მმ-ია, სიგრძე ≥292 მმ. ნიმუშების დამზადება, მოვლა და ბოლოების მოსწორება სტანდარტის ASTM C192 და ASTM C617 მიხედვით ხორციელდება.

ერთი პარტიიდან მზადდება არა ნაკლებ 6 ნიმუში. აქედან 2 ნიმუში იცდება ერთდერმა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრის დასადგენად, 2 ცოცვალობაზე, 2 ინახება საკონტროლოდ დატვირთვის გარეშე.

როდესაც სხვადასხვა ბეტონის ცოცვალობის პოტენციალია შესადარებელი, მაშინ ნიმუშები 28 დღე-ღამის ასაკში იცდება. როდესაც სრული ცოცვალობაა საჭირო მოცემული ბეტონისთვის, მაშინ ნიმუშები საწყისი დატვირთვისთვის იცდება 2, 7, 28, 90 დღე-ღამის და 1 წლის ასაკში.

ნიმუშების გამოცდა ტარდება სტანდარტის ASTM C 39/C 39M საფუძველზე. ცოცვადი ფარდობითი დეფორმაციის მნიშვნელობა გაიანგარიშება ფორმულით

$$\varepsilon = (1/E) + F(K) \ln(t+1), \quad (5)$$

სადაც  $\varepsilon$  - საერთო დეფორმაცია, კპა;  $E$  - მყისიერი დრეკადობის მოდული კპა;  $F(K)$  - ცოცვალობის სიჩქარე, განისაზღვრება „ცოცვალობის ფარდობითი დეფორმირება-დრო“-ს გრაფიკიდან;  $t$  - დრო დატვირთვიდან, დღე-ღამე [9].

შეკლებაზე გამოსაცდელი დუღაბის ნიმუშის ზომაა 25×25×285 მმ, ბეტონის - 100×100×285 მმ. ამ დროს მსხვილი შემესვების მაქსიმალური ზომა < 50 მმ-ზე. თუ ნიმუშის ზომა 75×75×285 მმ-ია, მაშინ მსხვილი შემესვების მაქსიმალური ზომა < 25 მმ-ზე.

დუღაბზე და ბეტონზე საჭიროა სამი ნიმუში თითოეულ მდგომარეობაზე (გამომშრალი, წყალნაჯერი და

სხვა). ნიმუშების მოვლა და სხვა პირობები სტანდარტის ASTM C192 [18] და ASTM C511-09 მოთხოვნებს აკმაყოფილებს. ყალიბები და სიგრძის ცვალებადობის მოწყობილობები სტანდარტის ASTM C 490 მოთხოვნებს აკმაყოფილებენ [10].

სტანდარტის BS EN 12390 სერიაში დღესდღეობით არ არსებობს ცოცვადობის გაზომვის ევროპული სტანდარტი. სტანდარტი ASTM C 512 წარმოდგენილი გამოსაცდელი მოწყობილობა დიდი და ძვირადღირებულია, ამიტომ მკვლევარები, როგორც წესი, უფრო პატარა და იაფი მოწყობილობის გამოყენებას ამჯობინებენ. ამავე სტანდარტის მიხედვით ცოცვადობის ცდა ტარდება 40 %-ის ტოლი დატვირთვის გამოყენებით ერლერმა შეკუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრიდან. მაგრამ აღიარებულია რა მრავალი ფაქტორის ზემოქმედება ცოცვადობაზე, რეკომენდებულია ცდა ჩატარდეს იმ პირობებთან მაქსიმალურად მიახლოებით, რომელსაც შეიძლება ადგილი ქონდეს პრაქტიკაში.

ავტოგენური შეკვლების გაზომვის კონკრეტული ევროპული, ან საერთაშორისო სტანდარტი არ არსებობს. გაზომვა განსაკუთრებით ძნელია, რადგან იგი უნდა განხორციელდეს ბეტონის ჩასხმისთანავე.

სტანდარტის BS EN 12390 სერია არ ითვალისწინებს შრობით გამოწვეული შეკვლების ცდას. BS EN 12617-4 სტანდარტი პროდუქციის რემონტის მიზნით ითვალისწინებს 40x40x160 პრიზმების გამოცდას, ეს ცდა გამოუსადეგია ნორმალური ბეტონების უმრავლესობისათვის.

დაწყებულია მუშაობა ISO სტანდარტის ცდაზე (ISO/DIS 1920-8 სტანდარტზე). ეს არის საერთაშორისო სტანდარტის შემუშავების პროექტის სტადია, რომელიც ეფუძნება ავსტრალიის სტანდარტის (AS 1012.13-1995) ცდის პროცედურას. შრობითი შეკვლების გაზომვის სტანდარტი AS 1012.13 იყენებს 75x75x 285 მმ-ის სიგრძის სამ ცალ პრიზმას [7].

### 3. ცოცვადობაზე და შეკვლებაზე ზემოქმედების ფაქტორები

ქვეთავში წარმოდგენილია ცოცვადობაზე და შეკვლებაზე ზემოქმედების მთავარი ფაქტორები. აღსანიშნავია, რომ დღემდე არ არის დადგენილი ზემოქმედების ფაქტორების წილი ცოცვადობის და შეკვლების მნიშვნელობაზე.

ზემოქმედების ფაქტორებია: აგრეგატის ტიპი, ცემენტის მარკა, წყლის ცემენტთან შეფარდების (წ/ც) მნიშვნელობა; გარემოს ფარდობითი ტენიანობა; დრეკადობის მოდული; აგრეგატის შემცველობა; ბეტონის ელემენტის თეორიული სისქე (თეორიული სისქე  $h=2A/P$  სადაც  $A$  - სექციის ფართობი;  $P$  - პერიმეტრი); დატვირთვის ასაკი; ბეტონის სიმტკიცე; აგრეგატის ფორმა; აგრეგატის და ცემენტის თვისებები; ცემენტის პასტის რაოდენობა; ფოლადის არმირების რაოდენობა; ბეტონის მოვლა; ბეტონის შედგენილობა; ბეტონის ასაკი; დატვირთვის მნიშვნელობა და ხანგრძლივობა; ცემენტის პასტის და აგრეგატის ფარდობითი მოცულობა და სიხისტე [2, 3, 5, 7, 11].

### 4. ცოცვადობის და შეკვლების მექანიზმი

წარმოდგენილია ცოცვადობის და შეკვლების მექანიზმის გარემო ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვა და ანალიზი. აღსანიშნავია, რომ დღესათვის არ არსებობს ცოცვადობის და შეკვლების გამოვლინების ადეკვატური მექანიზმი.

ბაზისური ცოცვადობის დროს ტენის აორთქლება არ ხდება, რადგან ნიმუში იზოლირებულია გარემოსგან. მშრალი ცოცვადობის დროს პირიქით ნიმუში არაიზოლირებულია და ხდება ტენიანობის ცვალებადობა. მშრალი ცოცვადობა ყოველთვის მეტია, ვიდრე ბაზისური ცოცვადობა და შეკვლების დეფორმაცია.

ბეტონის არადრეკადი დეფორმაციის ორი ძირითადი მექანიზმი არსებობს: მიკრო ბზარის გაფართოება; ხაზუნის მაგვარი დენადობა.

როდესაც შემკუმშავი ძაბვა მოდებულია ბეტონზე, ხდება კონტრაქტი აგრეგატის შიგნით. ეს იწვევს გამჭიმვი ძაბვების აღძვრას მატრიცაში, რომლებიც მიმართულია შემკუმშავი ძაბვის საწინააღმდეგოდ და იწვევს ბზარების წარმოქმნას, რომელთა გრძივი ღერძი მიმართულია შემკუმში ძაბვების პარალელურად.

ღრმა გაგებით ბეტონის ცოცვადობა, დამოკიდებულია ცემენტის ჰიდრატირების პროცესის ზემოქმედებაზე. ეს ზემოქმედება ცნობილია, როგორც დაბერების ფაქტორი, ანუ მუდმივი დატვირთვის პირობებში ბეტონის ასაკის მატებასთან ერთად ცოცვადობა მცირდება. ეს ეფექტი მიმდინარეობს ბეტონის მთელი არსებობის მანძილზე და არა მხოლოდ „ახალგაზრდულ ასაკში“.

სავარაუდოა, რომ ცოცვადობის ძირითადი ნაწილი ცემენტის პასტის დეფორმაციაზე მოდის. ამის ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს წყლის მოძრაობა უმცირეს ფორებში, რომლებსაც გელურ ფორებს უწოდებენ, აგრეთვე წყლის გაჟონვა გელური ფორებიდან პასტის მცირე კაპილარების გავლით.

აგრეგატის ფორიანობა მოქმედებს იუნგის მოდულსა და წყალშთანქმეზე, ამგვარად ირიბ ზემოქმედებას ახდენს ბეტონის ცოცვადობაზე. მკვრივი აგრეგატი ნაკლებ ფორიანია, ამიტომ ნაკლებად ცოცვადია.

რაც დაბალი იუნგის მოდულისაა აგრეგატი, მით მეტია ცოცვადობა. თუ აგრეგატს დაბალი იუნგის მოდული გააჩნია მით მეტია ძაბვის წილი ცემენტის პასტაზე და მაღალია ცოცვადობა [2].

პლასტიკური შეკვლება იწყება ჩასხმის შემდეგ, როდესაც ბეტონი გამყარებას იწყებს. ამის გამოწვევი მიზეზია წყლის აორთქლება და მისი ცემენტთან რეაგირება. ამგვარი შეკვლების შედეგად შეიძლება ბეტონის ზედაპირზე ბზარები წარმოიქმნას. ზედაპირზე ბზარის გაჩენა შეიძლება მოხდეს, როდესაც ბეტონის შიგა ფენა უფრო მშრალია და წყალი შეიწოვება. პლასტიკური შეკვლება მით მეტია, რაც მაღალია აორთქლების სიჩქარე. ეს უკანასკნელი იზრდება, როდესაც ფარდობითი ტენიანობა მცირდება გარემოში და იზრდება ქარის სიჩქარე. ACI 305R-99-ის მიხედვით ბზარწარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა, რომ აორთქლების სიჩქარე არ აღემატებოდეს 0,25 კგ/სთ.მ<sup>2</sup>.

ქიმიური შეკვლება წყლის ცემენტთან რეაგირების შედეგად ხდება. იგი დასაწყისში წყლის ცემენტთან შეხებისთანავე სწრაფად მიმდინარეობს, შემდეგ ნელ-

დება, რადგან ცემენტი რეაგირებას ახდენს. რეაგირების შედეგად ჰიდრატირების პროდუქტი-ჰიდრატები წარმოიქმნება, რომელთაგან მთავარია კალციუმის სილიკატური ჰიდრატი გელი. გელს ნაკლები მოცულობა გააჩნია ცემენტის მოცულობასთან შედარებით (რეაგირებამდე). ეს იწვევს ბეტონის შეკლებას. ამგვარი შეკლება თანაბრად განაწილებული მთელ მოცულობაზე და არ არის ლოკალიზებული ზედაპირზე, როგორც სხვა სახეობის შეკლების დროს.

ავტოგენური შეკლება მიმდინარეობს ქიმიურ რეაგირებასთან ერთად. რეაგირების დროს წყალი ფორებიდან და მცირე არხებიდან გადადის ბეტონის მთელ მოცულობაში. როდესაც სიცარიელებიდან წყალი გამოდის, ხდება წნევის შემცირება ისევე, როგორც შრობის დროს. ამგვარი შეკლება მიმდინარეობს იმის გარეშე, ბეტონი შრება თუ არა. ჩვეულებრივი ბეტონისთვის ეს შეკლება შეიძლება იყოს ძალზედ მცირე, დაახლოებით  $50 \times 10^{-6}$ -დან  $100 \times 10^{-6}$  მმ-მდე, მაგრამ მაღალი სიმტკიცის ბეტონისთვის მაღალია.

შრობითი შეკლება მიმდინარეობს გამყარებულ ბეტონზე. ამგვარი შეკლება ეფექტურია ბეტონის „ახალგაზრდობაში“ და იკლებს ასაკის მატებასთან ერთად. იგი ძალზედ დამოკიდებულია გარემო პირობებზე, ფარდობით ტენიანობაზე, ტემპერატურასა და ქარის სიჩქარეზე. თუ ბეტონი განთავსებულია დაბალტენიან გარემოში, ბეტონის ფორიანი არხებიდან წყალი თავისთავად გამოდის ატმოსფეროში. ეს იწვევს ფორებში წნევის შემცირებას და ბეტონი კლებულობს. გამოშრობითი შეკლებისას ხშირად ბეტონის ზედაპირზე ბზარები ჩნდება.

ბეტონის გარე ძალით დატვირთვის შემთხვევაში იგი განიცდის მყისიერ დრეკად დეფორმაციას, რომელიც დატვირთვის უცვლელ მდგომარეობაში მოქმედების დროს გადაიზრდება ცოცვად დეფორმაციაში. ამ დეფორმაციის მაგნიტუდა დრეკადი დეფორმაციისას შეადგენს 0,033-ს.

ბეტონი მთელი „ცხოვრების“ განმავლობაში იცვლის მოცულობას თავისი პლასტიკური მდგომარეობის გამო [4].

ცემენტის ქვის გელური კომპონენტები დეფორმაციას უფრო ადრე იწყებენ და იწვევენ კრისტალური წამონაზარდის დატვირთვას. მიღვეადი ცოცვადობა აიხსნება გელის დაძაბულობის გადანაწილებით ნაზარდზე და აგრეთვე ბეტონის გელური ფაზის სიბლანტის დროში გაზრდით.

ცემენტის ქვის ბლანტი დენადობა გამოწვეულია მისი ნაწილაკების გადაადგილებით კოაგულირებულ კონტაქტებში, რომელიც ძლიერდება ამ კონტაქტებში წყლის თხელი ფენის არსებობით. დადგენილია, რომ გამომშრალი ცემენტის ქვის ცოცვადობა ადრეულ ასაკში იზრდება გარემოს ტენიანობის გაზრდით [12].

ცემენტის ქვის ცოცვადობა გამოწვეულია მხოლოდ მისი ტემპერატურული მდგომარეობის შეცვლით. ამასთანავე ცნობილია, რომ დატვირთვის ქვეშ მყოფი ნიმუშების ცოცვადობა მიმდინარეობს მაშინაც, როდესაც არ ხდება ტენგაცვლა გარემოსთან.

ცოცვადობის ფაქტიური დეფორმაციის დაახლოებითი მნიშვნელობა მიიღება საერთო დეფორმაციიდან შეკლების დეფორმაციის გამოკლებით.

ცოცვადობის ფაქტიური დეფორმაციის დადგენის

დროს გასათვალისწინებელია ის, რომ დატვირთული ნიმუშის შეკლების დეფორმირება მეტია ვიდრე დაუტვირთავის.

ცემენტის ქვის ცოცვადობა და მიდრეკილება რელაქსაციის მიმართ მისი გამოშრობით მალდება.

ცოცვადობაზე 30 წლიანი დაკვირვების შედეგად გაირკვა, რომ თუ ერთი წლის განმავლობაში მიღებული დეფორმაცია 1-ის ტოლია (პირობითად) ორი წლის შემდეგ იზრდება 1,14-მდე; 5 წლის შემდეგ 1,2-მდე; 10-ის შემდეგ - 1,26-მდე; 20-ის შემდეგ 1,33 - მდე; 30-ის შემდეგ 1,36 - მდე.

მაღალი მარკის ცემენტის გამოყენება ამცირებს ბეტონის ცოცვადობას, რადგან ამ დროს კრისტალური სტრუქტურის ჩამოყალიბების პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს. ანალოგიურად მოქმედებს წვრილად დაფქვილი ცემენტიც.

დიდი ზომის ბეტონის ნაგებობას დაბალი ცოცვადობა გააჩნია, რადგან დაბალია მისი ტენიანობის დანაკარგი [11].

ბეტონის მოცულობის ცვლა არ არის მისგან გამოსული წყლის მოცულობის ტოლი. ნორმალურ პირობებში დატვირთვის დროს ხდება დეფორმაცია, რომელიც ძირითადად შეიცავს დრეკად დეფორმაციას და მცირე რაოდენობით ცოცვად დეფორმაციას.

ცემენტის მუდმივი შემცველობის შემთხვევაში  $\epsilon/\epsilon_0$ -ის თანდათანობით ზრდა იწვევს ცოცვადობის და შეკლების ზრდას;

თეორიული სისქის თანდათანობითი გაზრდა იწვევს გაშრობითი შეკლების და ცოცვადობის შემცირებას;

სხვა თანაბარი პირობების შემთხვევაში მაღალი სიმტკიცის ბეტონს დაბალი ცოცვადობა გააჩნია [5].

გარემოს მაღალი ტენიანობა განაპირობებს ბეტონიდან ტენიანობის დაბალი სიჩქარით დიფუზიას, შედეგად დაბალი გამოშრობითი ცოცვადობის მნიშვნელობა მიიღება [6].

აგრეგატის შემცველობის გაზრდა იწვევს ცემენტის პასტის შეკლების შემცირებას. წარმოდგენილია ფორმულა

$$S_c = S_p(1-g)^n, \quad (7)$$

სადაც  $S_c$  - ბეტონის კლება;  $S_p$  - ცემენტის პასტის შეკლება;  $g$  - ბეტონში აგრეგატის მოცულობითი წილია, საერთოდ იგი შეადგენს 60-დან 80 %-ს;  $n$  - ხარისხის მაჩვენებელი, რომელიც იცვლება 1,2-დან 1,7-მდე.

აგრეგატის მოცულობის გაზრდა ნარევის თანაფარდობაში ქმნის ხისტ ჩონჩხს, რაც მეტ წინაღობას უწევს დაძაბულობას. რაც ნაკლებია ცემენტის პასტა, მით ნაკლებია შეკლება. საერთოდ მაღალი დრეკადობის მქონე ბეტონს, რომელიც დამზადებულია არაკლებადი აგრეგატისგან, გააჩნია დაბალი შეკლება.

საერთოდ რაც უფრო მცირეა აგრეგატის ზომა, მით მეტია ზედაპირის ფართობი, მით მეტი წყლის აორთქლება ხდება და შედეგად შეკლების მაღალი მნიშვნელობა მიიღება.

კუთხოვანი ფორმის აგრეგატის ზედაპირის დასაფარავად მეტი ცემენტის პასტა საჭირო, რაც მეტ წყალს მოითხოვს. მეტი წყლის აორთქლების შედეგად შეკლების

მაღალი მნიშვნელობა მიიღება.

აგრეგატის ფორიანობა ბეტონის ცოცვადობაზე ირიბ ზემოქმედებას ახდენს, იმის გამო, რომ მაღალ ფორიანი აგრეგატი დაბალი დრეკადობის მოდულის მქონეა, მას მაღალი ფარდობითი ცოცვადობა გააჩნია [3].

ავტოგენური შეკლება მიმდინარეობს ჰიდრატირების ადრეულ პერიოდში და გამოწვეულია წყლის გამოყენებით ჰიდრატირების დროს. არაჰიდრატირებული ცემენტი და წყალი იკავებს უფრო მეტ მოცულობას, ვიდრე მათი ჰიდრატირების შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტი. ამ გზით მოცულობის შემცირება იწვევს ავტოგენურ შეკლებას.

ავტოგენურ შეკლებას ჩვეულებრივ სამშენებლო ბეტონში, სავარაუდოდ დაბალი მნიშვნელობა გააჩნია (<100 მიკრო ფარდობითი დეფორმირება). ამიტომ არ იყო მხედველობაში მიღებული დაპროექტების დროს.

BS EN 1992-1-1 სტანდარტის მიხედვით ავტოგენური შეკლება ყველა სახეობის სამშენებლო ბეტონში მიმდინარეობს. მაღალი სიმტკიცის ბეტონში წ/ც დაბალი მნიშვნელობით ავტოგენური შეკლება მნიშვნელოვანია და შეიძლება გადაამეტოს შრობით გამოწვეულ შეკლებას.

შრობითი შეკლების მთავარი მიზეზი ბეტონიდან წყლის აორთქლებაა. საერთოდ წყლის დაკარგვა ხდება ცემენტის პასტაში, მაგრამ ზოგიერთი ტიპის აგრეგატის გამოყენების დროს დაკარგული წყლის მეტი რაოდენობა აგრეგატზე მოდის და შრობით შეკლების მეტი წილი მოდის აგრეგატზე და არა ცემენტის პასტაზე.

შრობითი შეკლება შედარებით ნელა მიმდინარეობს. იგი ძაბვის ინიცირებას ახორციელებს, როდესაც მისი განვითარება შეზღუდულია გაჭიმვით გამოწვეული ცოცვადი დეფორმაციით. შეკლების სიჩქარის მნიშვნელობა დამოკიდებულია გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობასა და კონსტრუქციული ელემენტის გეომეტრიასზე.

რადგან ცოცვადობას ადგილი აქვს, ცემენტის პასტაში აგრეგატის მოცულობის გაზრდა გამოიწვევს ცოცვადობის შემცირებას.

ცემენტებს რომელთა გამოყენების დროს ჰიდრატირება მიმდინარეობს სწრაფად, დატვირთვის პერიოდში ბეტონს ექნება მაღალი სიმტკიცე, დაძაბულობა, სიმტკიცის ზღვარი შეფარდების უფრო დაბალი მნიშვნელობა და დაბალი ცოცვადობა.

ჩვეულებრივი სამშენებლო ბეტონის ავტოგენური შეკლება დაბალია (<100 მიკრო ფარდობითი დეფორმაცია) და მისი შემდგომი შემცირების მცდელობის შედეგად ნაკლები სარგებელი იქნება. მაღალი სიმტკიცის ბეტონი წ/ც დაბალი მნიშვნელობით (<0,40) მზადდება. ამგვარ ბეტონში ავტოგენურმა შეკლებამ შეიძლება შრობით გამოწვეულ შეკლებას გადააჭარბოს.

შრობით გამოწვეული შეკლება განპირობებულია წყლის გამოსვლით-აორთქლებით ცემენტის პასტიდან, ზოგ შემთხვევაში აგრეგატიდანაც.

ცემენტის პასტის მოცულობის შემცირებით კლება მცირდება. ეს შეიძლება მიღწეული იქნეს მსხვილი აგრეგატის მაქსიმალური ზომის გაზრდით. აგრეგატის მოცულობის გაზრდამ 71%-დან 74 %-მდე შეიძლება 20 %-მდე შეკლების შემცირება გამოიწვიოს; აგრეგატი აკავებს ცემენტის პასტის შეკლებას, ისე, რომ რაც მაღალია აგრეგატის დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობა, მით

დაბალია შეკლება;

მაქლასტიფიცირებული დანამატების გამოყენებით წ/ც სასურველი მნიშვნელობის მიღწევა-ცემენტის შემცველობის გაზრდის გარეშე იწვევს შეკლების შემცირებას, სპეციალური დანამატების გამოყენებით კი შესაძლებელია გაშრობით გამოწვეული შეკლების შემცირება, ან კომპენსირება [7].

### 5. ბეტონის ცოცვადობის და შეკლების პროგნოზირების მოდელი

ქვეთავში წარმოდგენილია ცოცვადობის და შეკლების პროგნოზირების ამერიკის ბეტონის ინსტიტუტის მოდელი (ACI 209) და მოდელი „ევროკოდი 2“. აღსანიშნავია, რომ დღეისთვის არ არსებობს ცოცვადობის და შეკლების პროგნოზირების მისაღები მოდელი.

Bazant-მა და Panula-ამ ცოცვადობის და შეკლების გარემო შეკრიბეს მონაცემები მთელი მსოფლიოს მასშტაბით და 1978 წელს შეადგინეს მონაცემთა ბანკი, რომელიც ცნობილია როგორც RILEM-ის მონაცემთა ბანკი. ამ მონაცემთა ანალიზის საფუძველზე შემუშავდა პროგნოზირების მოდელი: ACI 209; CEB 90; B3 და GL 200.

ACI 209R-5-ის მიერ წარმოდგენილი ცოცვადობის გაანგარიშების მოდელი გამოისახება შემდეგი ფორმულით

$$s_t = \left[ \frac{t^\psi}{d+t^\psi} \right] \times s_u \quad (8)$$

სადაც  $s_t$  - ცოცვადობის კოეფიციენტი დატვირთვის ნებისმიერ  $t$  დროს;  $\psi$  - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ნიშნის ფორმასა და ზომაზე (ნორმალური მნიშვნელობაა 0,40 - დან 0,80 - მდე);  $d$  - დღე-ღამე ( $d$ -ს ნორმალური მნიშვნელობა = 6 - დან 30 დღე-ღამემდე);  $s_u$  - ცოცვადობის ზღვრული მნიშვნელობა ( $s_u$ -ს ნორმალური მნიშვნელობა = 1,30 - დან 4,15-მდე).

7 დღე-ღამის ასაკისთვის ტენიან გარემოში მოვლილ-გამყარებულ ბეტონისთვის (8) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$s_t = t^{0,60} / (10 + t^{0,60}) \times s_u \quad (9)$$

ACI-ის მიერ რეკომენდებულია საშუალო მნიშვნელობა 2.35 $\gamma_c$   $s_u$  -ს გასაანგარიშებლად, როდესაც ცოცვადობის კონკრეტული მონაცემები არ არსებობს აგრეგატისთვის და გარემო პირობების მდგომარეობისთვის. სადაც  $\gamma_c$  წარმოადგენს გამოყენებული ფაქტორების ზემოქმედების პროდუქტს. იგი გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$s_t = t^{0,60} / (10 + t^{0,60}) \times s_u \quad (10)$$

სტატისის მოთხოვნების დაკმაყოფილების მიზნით არ არის წარმოდგენილი (10) ფორმულაში წარმოდგენილი ფაქტორების გაანგარიშების ფორმულები.

$$\gamma_c = \gamma_{ia} \times \gamma_{\lambda} \times \gamma_h \times \gamma_s \times \gamma_{\psi} \times \gamma_{\alpha} \quad (11)$$

ACI-209 5-ის მიერ წარმოდგენილია შეკლების პროგნოზირების შემდეგი სახის საერთო ფორმულა



$$\epsilon_{sh} = t^\alpha / (f + t^\alpha) \times (\epsilon_{sh})_u, \quad (12)$$

სადაც  $\epsilon_{sh}$  – დროზე დამოკიდებული ცოცვალობა;  $(\epsilon_{sh})_u$  – ულტიმატური ზღვრული შეკლების დეფორმაცია;  $t$  – დრო დატვირთვიდან  $f$  დღეებში, დამოკიდებული ნიშნის ზომასა და ფორმაზე.

7 დღე-ღამის ასაკის სველ გარემოში მოვლილ-გამყარებული ბეტონისთვის ACI - ის რეკომენდაციის მიხედვით  $f=35$ , ამ მნიშვნელობის გამოყენებით მიიღება ფორმულა

$$\epsilon_{sh} = t^\alpha / (35 + t^\alpha) \times (\epsilon_{sh})_u. \quad (13)$$

ადგილობრივი აგრეგატის და პირობების გამოყენებით შეკლების მონაცემების არ არსებობის შემთხვევაში ACI-ის მიერ წარმოდგენილია ფორმულა

$$\epsilon_{sh} = 780 \gamma_{sh} \times 10^{-6} \text{ მმ}, \quad (14)$$

სადაც  $\gamma_{sh}$  - ზღვრული შეკლების დეფორმირაციის მნიშვნელობა გამოყენებული ფაქტორების სტანდარტულ პირობებში. ეს ფაქტორებია: ტენიან პირობებში მოვლა, გარემოს ფარდობითი ტენიანობა, სისქე ელემენტის, ან მოცულობის/ფართობის მნიშვნელობა, ტემპერატურა და ბეტონის შემადგენლობა [3].

ცოცვალობის კოეფიციენტი გაიანგარიშება ფორმულით

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c(t, t_0), \quad (15)$$

სადაც  $\varphi_0$  ცოცვალობის პირობითი კოეფიციენტია, რომელიც გამოიანგარიშება ფორმულით

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0), \quad (16)$$

სადაც  $\varphi_{RH}$  – კოეფიციენტი რომელიც ითვალისწინებს ფარდობითი ტენიანობის ზემოქმედებას;  $\beta(f_{cm})$  – კოეფიციენტი რომელიც ითვალისწინებს სიმტკიცის ზღვრის მნიშვნელობის ზემოქმედებას ერთდერდა შეკუმშვაზე 28

დღე-ღამის ასაკში, მეგაპა;  $\beta(t_0)$  – დატვირთვის დროს ბეტონის ასაკის ზემოქმედების კოეფიციენტი.

სტატისის მოთხოვნების დაკმაყოფილების მიზნით არ არის წარმოდგენილი (16) ფორმულაში წარმოდგენილი ფაქტორების გაანგარიშების ფორმულები.

შრობითი შეკლების ფარდობითი დეფორმირაციის მნიშვნელობა გამოიანგარიშება ფორმულით

$$\beta_{cd,0} = 0.85 \{ (220 + 110 \alpha_{ds1}) \times \exp[-\alpha_{ds2} \times (f_{cm} / f_{cm0})] \} \times 10^{-6} \times \beta_{RH}; \quad (17)$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \times [1 - (RH / RH_0)^3], \quad (18)$$

სადაც  $f_{cm}$  – ბეტონის საშუალო სიმტკიცის ზღვრის მნიშვნელობა ერთდერდა შეკუმშვაზე, მეგაპა;  $f_{cm0}=10$  – მეგაპა;  $\alpha_{ds1}$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ცემენტის ტიპზე და ტოლია: 3-ის S კლასის ცემენტისთვის; 4-ის კლასის ცემენტისთვის; 6-ის R კლასის ცემენტისთვის;  $\alpha_{ds2}$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ცემენტის ტიპზე და ტოლია: 0,13-ის S კლასის ცემენტისთვის; 0,12-ის კლასის ცემენტისთვის; 0,11-ის R კლასის ცემენტისთვის; RH გარემოს ფარდობითი ტენიანობა, %;  $RH_0=100\%$ .

### დასკვნები:

ბეტონის ცოცვალობის და შეკლების ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვის და ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ბეტონის ცოცვალობის და შეკლების კვლევები, თანამედროვე ერთ-ერთ აქტუალურ სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენს.

2. დღეისთვის ცოცვალობის და შეკლების ლაბორატორიულ პირობებში დადგენის მისაღები სტანდარტული მეთოდი არ არსებობს.

3. ცოცვალობასა და შეკლებაზე ზეგავლენის ძირითადი ფაქტორებია: აგრეგატის ტიპი; ცემენტის მარკა; გარემოს ფარდობითი ტენიანობა; ცემენტის პასტის და აგრეგატის ფარდობითი მოცულობა; ბეტონის ელემენტის თეორიული სისქე; ბეტონის ასაკი და დატვირთვის ასაკი; ბეტონის სიმტკიცე; არმატურის არსებობა.

4. ცოცვალობის ძირითადი ნაწილი ცემენტის პასტის დეფორმაციაზე მოდის. ამის მიზეზს წყლის მოძრაობა წარმოადგენს გელური ფორებიდან პასტის მცირე კაპილარების გავლით.

5. მიღვევადი ცოცვალობა აიხსნება გელის დაძაბულობის გადანაწილებით ნაზარდზე და აგრეთვე ბეტონის გელური ფაზის სიბლანტის დროში გაზრდით.

6. ცემენტის ქვის ბლანტი დენადობა აიხსნება მისი ნაწილაკების გადაადგილებით კოაგულირებულ კონტაქტებში, რომელიც ძლიერდება მათში წყლის თხელი ფენის არსებობით.

7. თუ ერთი წლის განმავლობაში მიღებული ცოცვალი დეფორმაცია 1-ის ტოლია (პირობითად) ორი წლის შემდეგ იზრდება 1,14-მდე; 5 წლის შემდეგ 1,2-მდე; 10-ის შემდეგ - 1,26-მდე; 20-ის შემდეგ 1,33-მდე; 30-ის შემდეგ 1,36-მდე.

8. ავტოგენური შეკლება მიმდინარეობს ჰიდრატირების ადრეულ პერიოდში და გამოწვეულია ცემენტის მიერ წყლის გამოყენებით ჰიდრატირების დროს. იგი დასაწყისში წყლის ცემენტთან შეხებისთანავე სწრაფად მიმდინარეობს, შემდეგ ჰიდრატირების დამთავრებასთან ერთად ნელდება.

9. შრობითი შეკლება მიმდინარეობს გამყარებულ ბეტონში.

10. ბეტონის ცოცვალობის და შეკლების პროგნოზირების ძირითადი მოდელია: ამერიკის ბეტონის ინსტიტუტის მიერ შემუშავებული მოდელი „ACI 209R-5“ და ევრო-გაერთიანების მიერ შემუშავებული მოდელი „ევროკოდი 2“ (EN 1992-1-1 Eurocode 2).

სსიპ გ. წულუკიძის საბჭო ინსტიტუტის ქანების, საშენი მასალების თვისებების კვლევის და ხარისხის კონტროლის განყოფილებაში მიმდინარეობს კვლევა ლაბორატორიულ პირობებში ბეტონის ცოცვალობის და

შეკვლევის მნიშვნელობის დადგენის მიზნით. კვლევის ერთ-ერთ ამოცანას წარმოადგენს სხვადასხვა თვისებების ადგილობრივი ბაზალტის აგრეგატის ზემოქმედების დადგენა ცოცხალბის და შეკვლევის მნიშვნელობაზე.

### ლიტერატურა

1. З.Н. Цицосани. Усадка и ползучесть бетона. Мецნიერება, Тбилиси, 1972. 230 с.
2. Gudmundsson J. G. Longterm creep and shrinkage in concrete using porous aggregate the effects of elastic modulus. Univercity of Reykjavik, January, 2013. pp. 79.
3. Haranki B. Strength, Modulus of elasticity, Creep and Shrinkage of Concrete used in Florida. Univercity of Florida, 2009. pp. 150.
4. Невилль А.М. Свойства бетона. Сокращенный перевод с английского. Изд. Литература. Москва, 1972. 337с.
5. Oliva M. G.Cramer S. Self Consolidating Concrete: Creep and Shrinkage Characteristics. Madison, Wisconsin January 2008. pp. 34.
6. Omar W. at al. Creep, Shrinkage and Elastic Modulus of Malaysian Concrete. Final Report (Priject No: LIPM/CREAM/UPP 02-02-06-09-23) June, 2008.

**БАЛИАШВИЛИ Г. Я., ДЖИБЛАДЗЕ Д. А., РУХАДЗЕ Т. А.**  
**ОБЗОР, АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ**  
**ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**  
**ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ**  
**ПОЛЗУЧЕСТИ И УСАДКИ БЕТОНА**

В статье дается обзор, анализ и обобщение полученных результатов исследований, посвященных ползучести и усадке бетона, рассмотрены методика исследований, факторы, влияющие на усадку и ползучесть бетона, механизм их деформации, модели прогнозирования. Основными факторами, влияющими на ползучесть и усадку бетона: марка и количество цемента и агрегата, используемых в бетонной смеси; значение водоцементного соотношения; относительная влажность окружающей среды; теоретическая толщина бетонного элемента; возраст бетона и время воздействия нагрузки; прочность бетона; наличие арматуры, которые приводят к деформации бетонных структурных элементов, снижению их несущей способности, во многих случаях, их поломке и выходу из строя; увеличению затрат на строительство технического обслуживания и уменьшению срока безопасной эксплуатации. Исходя из этого, вопрос исследования ползучести и усадки бетона является современной актуальной научно - технологической проблемой.

pp. 231.

7. Bamforth P. et all. Properties of concrete for use in Eurocode 2. A Cement and Concrete Publication, 2008. pp. 51.
8. ГОСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести.
9. ASTM C 512-02 Standard Test Method for Creep of Concrete in Compression.
10. ASTM C 157/C 157M-08 Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete.
11. Baiant I.P., Xi, Y. New test method to separate microcracking from drying creep: Curvature creeps at equal bending moments and various axial forces. Proc., 5<sup>th</sup> International RILEM Symposium on Creep and Shrinkage of Concrete (ConCreep 5), 1993. pp. 5.
12. Каримов И.Ш. Механизм ползучести бетона и факторы, влияющие на нее (обзор). Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, 2000. 15 с.
13. EN 1992-1-1 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.

**BALIASHVILI G., JIBLADZE D., RUKHADZE T.**  
**REVIEW, ANALYSIS AND SYNTHESIS**  
**OF RESEARCHES ON CREEP AND**  
**SHRINKAGE OF CONCRETE**

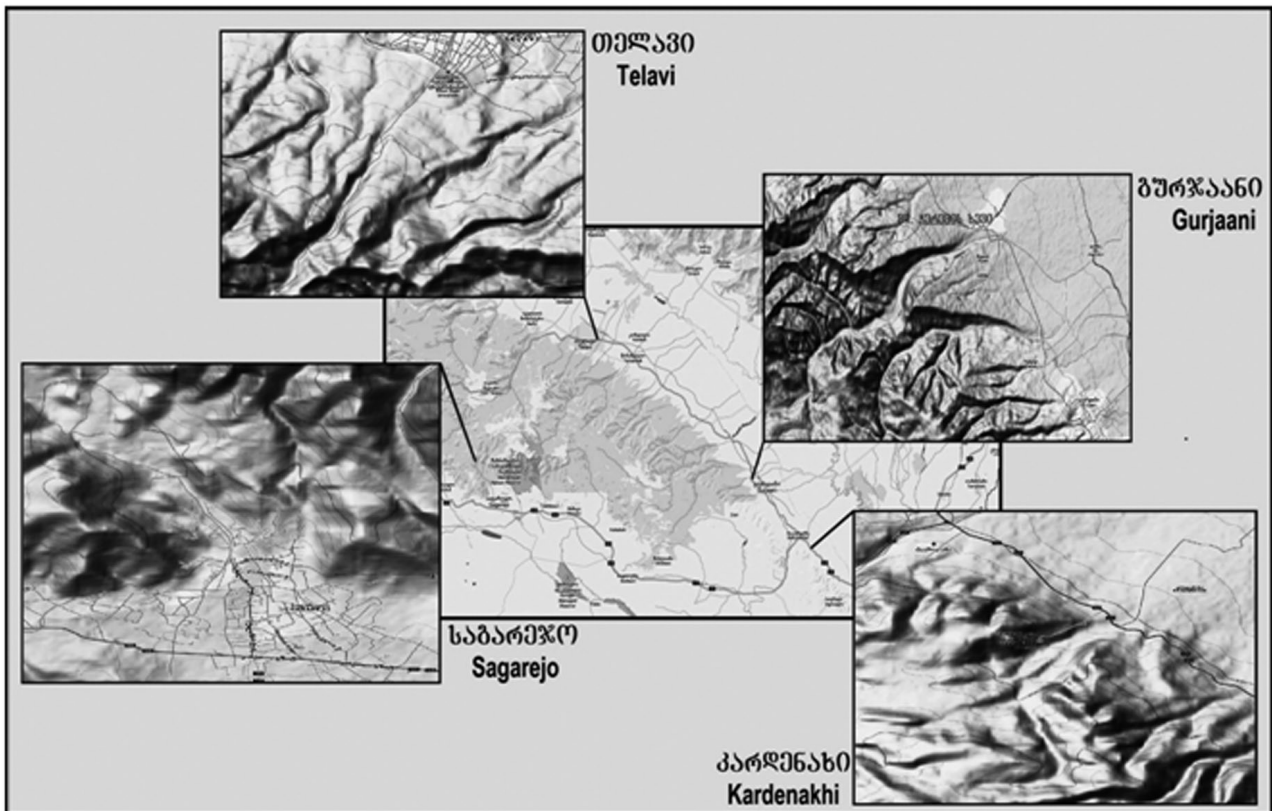
In the article a review, analysis and synthesis of results of researchs on creep and shrinkage of concrete are presented, also research methods, factors affecting the shrinkage and creep, their deformation mechanism, prediction models. The main factors affecting the creep and shrinkage of concrete are as follows: the grade and amount of cement and aggregate used in the concrete mix, value of water-cement ratio, environmental relative humidity, theoretical thickness of the concrete element, age of concrete and loading time, concrete strength, availability of reinforcement, which lead to deformation of concrete structural elements, reduction of their carrying ability, in many cases their breakage and damage, increas expenses on construction maintenance unit and reduction of safe operating life. Therefore, the research of creep and shrinkage of concrete is a novel actual scientific- technological problem.

გაოლ. მიწ. მეცნიერებათა დოქტორი თ. თევზაძე,  
 დოქტორანტი გ. ოსასაშვილი, დ. ფოცხვერია.  
 აღმოსავლეთ საქართველოს არიდული ზონის მთიანი რეგიონის  
 გუნაბრივი კომპლექსის შესწავლა ურბანული ტერიტორიების  
 სასაქონლო წყლით მომარაგების მიზნით

სტატიაში მოცემულია აღმოსავლეთ საქართველოს არიდული ზონის მთიანი რეგიონის ბუნებრივი ჰიდროგეოლოგიური კომპლექსების (გეოსტრუქტურა-ზედაპირული ჩამონადენი) გამოკვლევების შედეგების ანალიზი ურბანული ტერიტორიების წყალმომარაგების მიზნით. შემუშავებულია ახალი ინოვაციური მეთოდი – კალაპოტქვეშა დიაგრამის საშუალებით მიწისქვეშა წყლების აკუმულირება ალუვიურ გრუნტებში და მათი მიწოდების რეგულირება წყალსიმცირის პერიოდში სასმელი წყლის მომარაგებისათვის). კომპლექსური ჰიდროგეოლოგიური სისტემების გამოვლინება იძლევა რეალურ პირობებს ასეთი ენერგოდამზოვი ტექნოლოგიის გამოყენებით სასმელი წყლით მომარაგების ახალი ობიექტების შექმნის შესაძლებლობას. ასეთ ობიექტებად შეიძლება ჩაითვალოს თელავის ხევი, შრომის ხევი, კისის ხევი, თურდოს ხევი, კარდენახის ხევი და სხვა. მაღალ ჰიფსომეტრიულ ნიშ-

ნულებზე განლაგებული უბნები, სადაც შეიქმნება წარმოდგენილი ტექნოლოგიური მეთოდით წყლის მნიშვნელოვანი მასების აკუმულირების, წყალაღებისა და თვითღინებით ტრანსპორტირების პრეცედენტები.

ბუნებრივ ჰიდროგეოლოგიურ კომპლექსს წარმოადგენს მთიანი რეგიონებში განვითარებული ალივიური გეოსტრუქტურისა და ხეობის მდინარეული ჩამონადენის მიერ შექმნილი მიწისქვეშა წყლების ერთობლიობა. ასეთ ჰიდროგეოლოგიურ კომპლექსში გავრცელებული გრუნტის წყლების რაოდენობა და ხარისხი ძირითადად დამოკიდებულია ზედაპირული ჩამონადენის ინტენსიურობაზე, გეოსტრუქტურის შემქმნელი ალუვიური ნალექების გავრცელების რაოდენობრივ პარამეტრებზე, შედგენილობაზე და ფიზიკურ თვისებებზე, მათ ფილტრაციულ მასხასიათებლებზე, სადაც გავრცელებული წყალგაუმტარი ფენის



სურ. 1. ციფრობორის ქედის ფერდობებზე განლაგებული თელავის, საგარეჯოს, გურჯაანის და კარდენახის ჰიდროგეოლოგიური კომპლექსები. ერთ-ერთ მათგანს წარმოადგენს მდ. ჭერემის ხევი და მისი შენაკადი მდ. ვეძი. ამ რეგიონის ატმოსფერული ნალექების თვეების მონაცემები, ცივი და თბილი პერიოდებისათვის წარმოდგენილია (ცხრილში 1)

**მდ. ჭერემის-ხევის აუზის ატმოსფერული ნალექების ჩამონადენის მონაცემები თვეების, ცივი და თბილი პერიოდების მიხედვით, მმ-ში**

წელი	თვეები												პერიოდი		წლიური
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ცივი XI-III	თბილი IV-X	
1951	4-46	0.1-106	6-113	28-160	41-169	31-192	11-221	6-131	17-131	17-250	8-106	0-66	118-258	374-888	545-1110
1952	22.7	38.3	61.2	91.6	95.5	96.6	84.2	54.8	70.0	74.5	471	312	200.5	563.7	764.2

ქანობზე.

სასმელი წყალმომარაგებისათვის ასეთი ჰიდროგეოლოგიური კომპლექსების მასიური გამოყენების ერთ-ერთ მთავარ ხელის შემშლელ ფაქტორს წარმოადგენს ის, რომ ზედაპირული მდინარეული ჩამონადენი სეზონის მიხედვით უაღრესად არათანაბარია. მათი ჩამონადენი ზამთრისა და ზაფხულის წყალმცირობის პერიოდში მკვეთრად იკლებს, ხოლო გაზაფხულ-შემოდგომის წყალდიდობის ჩამონადენის მხოლოდ უმცირესი ნაწილი ჩაიჭონება და კვებას გრუნტის წყლებს. ამასთან კალაპოტის საგებში განვითარებული მაღალი ბუნებრივი ქანობის მქონე წყალგაუმტარი ფენის დიდი დახრილობა, გეოსტრუქტურის ალუვიური გრუნტების მაღალი ფილტრაციის კოეფიციენტი განაპირობებს მიწისქვეშა წყლების სწრაფ მიგრაციას.

ასეთი ჰიდროგეოლოგიური კომპლექსები საკმაოდ არის ცივკომპორის ჩრდილო დასავლეთ ფერდობზე, სადაც მიმდინარეობს როგორც წყალდიდობის ზედაპირული ჩამონადენის, ისე მიწისქვეშა წყლების განტვირთვა და ყოველგვარი სარგებლობის მოტანის გარეშე უერთდება მდინარე ალაზანს (იხ. სურ. 1).

როგორც ცხრილის 1 მონაცემებიდან ჩანს, გლობალური დათბობის წინა პერიოდში საერთო წლიური ჩამონადენი იცვლებოდა საზღვრებში 545-1110 მმ/წელიწადში და საშუალოდ შეადგენდა 764,2 მმ/წელიწადში. მათ შორის ცივი პერიოდის განმავლობაში (X-III თვეებში) ნალექების ჯამური ჩამონადენი შეადგენდა საშუალოდ 200,5 მმ-ს, ხოლო თბილ პერიოდში (IV-X თვეებში) საშუალოდ 563,5 მმ-ს.

მდ. ჭერემის ხევის ზედაპირული მდინარეული ჩამონადენის თვიური და წლიური ხარჯები 600 მეტრ აბსოლუტურ ნიშნულზე წარმოდგენილია ცხრილში 2.

როგორც ცხრილიდან 2 ჩანს, საშუალო თვიური ხარჯების მაქსიმუმი (1,501; 1,632; 2,149 და 1,112 მ<sup>3</sup>/წმ, III, IV, V და VI თვეებზე მოდის, რაც უკავშირდება თოვლის ინტენსიურ დნობას და ატმოსფერული ნალექების მოსვლის მაქსიმუმს. საშუალო ხარჯებად შეიძლება ჩაითვალოს I, II და VII თვეები (0,604; 0,914; 0,610 მ<sup>3</sup>/წმ, ხოლო მცირეწყლიანობით VII, IX, X, XI და XII თვეები ხასიათდებოდა (0,137; 0,160; 0,213; 0,221 მ<sup>3</sup>/წმ). ჩამონადენის მინიმუმი X თვეზე (0,114 მ<sup>3</sup>/წმ) მოდის.

2013 წლის აპრილის მონაცემებით მდ. ჭერემის ზედაპირული ჩამონადენის ხარჯი Q=2,01 მ<sup>3</sup>/წმ შეადგენდა, ხოლო ამავე წლის სექტემბერში კი Q=0,21 მ<sup>3</sup>/წმ-ს, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება ადრეული წლების (იხ. ცხრილი 2) მონაცემებს. წყალსიმცირის პერიოდში მდინარის ზედაპირული ჩამონადენი ალაგ-ალაგ საერთოდ წყდება. ამავე დროს სასმელად ვარგისი საერთო წლიური ჩამონადენი 24,282 მლნ მ<sup>3</sup>-ს, შეადგენს. ამან განაპირობა მიგვემართა წყალაღების არატრადიციული მეთოდის გამოყენებისათვის, რაც მდგომარეობს ალუვიურ გეოსტრუქტურაში ჭარბი ზედაპირული ჩამონადენის აკუმულირებაში მდინარის კალაპოტქვეშა თიხის დიაფგრამის მოწყობის საშუალებით. ასეთი დიაფგრამა შეუძლებულია ალუვიური გრუნტების საგებში გავრცელებული წყალგაუმტარ ქანებთან (თიხები, ქვიშაქვები, კირქვები, მერგელები და ა.შ.). სასმელი წყლით ურბანიზებული ტერიტორიების წყალმომარაგება დღევანდელი მსოფლიოს პრობლემას წარმოადგენს. პრობლემატურია ის საქართველოს მთიანი რეგიონის არიდული ზონისთვისაც. მაგალითად, ქალაქ გურჯაანის სასმელი წყლით მომარაგება ხორციელდება 17-20 კმ-ით დაცილებული მდ. ალაზნის ფილტრატების ამოქაჩვით 150 მ-ის სიმაღლეზე, ქალაქის მუნიციპალიტეტის მონაცემებით ელექტროენერჯის ყოველწლიური დანახარჯი,

**მდ. ჭერემის-ხევის ჩამონადენის ხარჯები თვეების მიხედვით**

ხარჯი	თვეები												საშუალო წლიური
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
მ <sup>3</sup> /წმ	0,604	0,914	1,501	1,632	2,149	1,212	0,610	0,137	0,160	0,114	0,213	0,221	0,770
მლნ მ <sup>3</sup>	1,714	2,211	4,020	4,232	5,756	2,282	1,634	6,369	0,415	0,305	0,552	0,592	24,282

0,498 მლნ ლარს შეადგენს. კვლევის ძირითადი არსი მდგომარეობს ალივიურ-პროლივიურ გეოსტრუქტურებში გაზაფხულ-შემოდგომის წყალსიუხვისას ჭარბი ზედაპირული ჩამონადენის აკუმულირებაში, რაც გამოყენებული იქნება მათი შემდგომი სასმელი წყალმომარაგების მიზნით. ალივიურ გეოსტრუქტურებში ჭარბი ზედაპირული წყლების ჩამონადენის აკუმულირებისა და წყალაღების სისტემის ტექნოლოგიის შემუშავება ჩვენი გამოკვლევების და მეცნიერულ ღირებულებას წარმოადგენს.

თიხის კალაპოტქვეშა დიაფრაგმის საშუალებით ალივიურ გეოსტრუქტურაში წყლის აკუმულირებას განაპირობებს და უზრუნველყოფს მის გეგმაზომიერ მიწოდებას დასახლებული პუნქტის გაბატონებულ ჰიფსომეტრიულ სიმაღლეზე განლაგებულ რეზერვუარში. წყალდიდობის ჭარბი ზედაპირული ჩამონადენის ალივიურ გეოსტრუქტურაში აკუმულირებით, ასეთი წყალშემცველი ფენის შექმნა გამორიცხავს:

- ჭარბი ზედაპირული ჩამონადენის დანაკარგებს;
- წყლის დაბინძურებას ორგანული ნარჩენებით.

ამავე დროს ხელს შეუწყობს წყლის გაწმენდას ალივიური ნალექებისა და სადრენაჟო ქსელის უკუფილტრებში გაფილტვრისას. წარმოდგენილი ტექნოლოგია ენერგოდამზოვია, რადგანაც გამორიცხავს ელექტროენერგიის დანახარჯებს მდ. ალაზნის ფილტრატების მიწოდებაზე რეზერვუარში.

ენერგოდამზოვია იმიტომაც, რომ რეზერვუარში წყლის მიწოდება განხორციელდება თვითღინებით. წარმოდგენილი მეთოდიკა ინოვაციურია არა მხოლოდ იმიტომ, რომ ენერგოდამზოვია, არამედ იმიტომაც, რომ ქმნის ალივიურ-პროლივიურ გეოსტრუქტურაში წყალსიუხვის პერიოდში წყლის მნიშვნელოვანი მასების აკუმულირების პირობებს და იძლევა წყალსიმცირისას მათი რეგულირებადი მიწოდების საშუალებას. ინოვაციურია აგრეთვე იმიტომ, რომ პირველად პრაქტიკაში გეოსტრუქტურაში წყლის აკუმულირება ხორციელდება თიხოვანი გრუნტებისაგან აგებული კალაპოტქვეშა დიაფრაგმის საშუალებით. სამეცნიერო კვლევების ინოვაციურობა განპირობებულია აგრეთვე იმით, რომ ახალი პროექტების შედგენის პროცესებში, ტექნოლოგიების გაუმჯობესებისა და დახვეწის პირობებში, იქმნება საშუალება გეოგარემოს მრავალფეროვნების გათვალისწინებით დამუშავდეს წყალაღების ახალი, უფრო სრულყოფილი მეთოდები, სამუშაოთა წარმოებისათვის აუცილებელი ხელსაწყოები და აპარატურა. ჩვენი წინასწარი პროგნოზით, ამის მაგალითად შერჩეული პერსპექტიული უბნის რელიეფის ზედაპირის დიდი დახრილობა შეიძლება დავასახელოთ, რაც დამახასიათებელია მთის მდინარეებისათვის. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია შეიქმნას გეოსტრუქტურაში წყალდიდობის ჭარბი ჩამონადენი წყლის აკუმულირების ერთზე მეტი კალაპოტქვეშა მონაკვეთები, რაც უკვე მოითხოვს წყალაღების ახალი, განსხვავებული სქემების შემუშავებას.

დედამიწაზე მიმდინარე გლობალური დათბობის პროცესები გვაყენებს იმ გარდაუვალ პრობლემების წინაშე, რომ საჭირო ხდება სასმელი წყალმომარაგებისათვის განკუთვნილი წყლის რესურსების ფართომასშტაბიანი მო-

ბილიზება და ეკონომიური ხარჯვა. ეს ფართოდ უხსნის გზას სარეზერვო მარაგების შექმნის აუცილებლობის პროგრამის შემუშავებას. სამეცნიერო გამოკვლევების წარმატებით შესრულება, წარმოადგენს წყლის სარეზერვო მარაგების შექმნას და ურბანული ტერიტორიების სასმელი წყლით მომარაგების მნიშვნელოვანი გაუმჯობესების წინაპირობას.

შესაძლებელი იქნება წარმოდგენილი ტექნოლოგიით შექმნილი სარეზერვო მარაგების რეგულირებადი მიწოდება და გეგმაზომიერი მართვა ზედაპირული ჩამონადენის წყალსიმცირის პერიოდში. ამ მიმართებით არიდული ზონის დასახლებული და ურბანული ტერიტორიების სასმელი წყლით მომარაგება დადებითად იმოქმედებს დემოგრაფიულ ფაქტორზე და მოსახლეობის სამეურნეო მოღვაწეობის გააქტიურებაზე. გამოკვლევების შედეგად ჩამოყალიბებული გეოსტრუქტურის სარეკონსტრუქციო შეფასების კრიტერიუმები, მდ. ჭერემის ხევის მაქსიმალური ჩამონადენის (შემდგომში საპროექტო კვლევების) წარმატებით განხორციელების შემთხვევაში, საფუძვლად დაედება ციკლოპორის ქედის ფერდობებზე არსებული მრავალი ხევის ჩამონადენის სასმელი წყალმომარაგების მიზნით გამოყენების პერსპექტივას. ეს კი თავის მხრივ განაპირობებს საკმაოდ ფართო შიდა მოხმარების ბაზის ჩამოყალიბებას და მრავალი სოციალურ-ეკონომიკური საკითხების გადაწყვეტას.

ციკლოპორის ფერდობებზე, არსებული ჰიდროგეოლოგიურ კომპლექსების (გეოსტრუქტურა-ზედაპირული ჩამონადენი) სარეკონსტრუქციის შესწავლა, მათი ავეგმვითი სამუშაოების განხორციელება და შემდგომ ეტაპზე წყალაღების პროექტის შედგენა, კახეთის არიდული ზონის ურბანული ტერიტორიების სასმელი წყალმომარაგების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

## ლიტერატურა

1. Гидрогеология СССР, том X. Грузинская ССР. «Недра», Москва.1970. 620 с.
2. Tevzadze T., Potskhveria D, Savlakadze M. „USE OF HIGH WATER RUNOFF IN CREATING WATER-RETAINING GEOSTRUCTURES”. GWMI-80 International Symposium on FLOODS AND MODERN METHODS OF CONTROL MEASURES 23-28 September 2009, Tbilisi, Georgia.
3. Руководство по контролю качества возведения плотин из грунтовых материалов, Ленинград, 1976. с. 135-136.
4. Справочник гидрогеолога. Недрa, Москва, 1962. 316 с.
5. Omsarashvili G., Lortkipanidze P. „PRINCIPLES OF ESTABLISHING SUBSURFACE WATER RESERVOIRS FOR SUPPLYING THE ARID ZONE SETTLEMENT WITH POTABLE WATER”. THE MODERN PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION. TBILISI-BORJOMI, GEORGIA 2013.

ТЕВЗАДЗЕ Т.В., ОМСАРАШВИЛИ Г.Г.,  
ПОЦХВЕРИЯ Д.Ш.  
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ (ГЕОСТРУКТУРА – ПОВЕР-  
ХНОСТНЫЙ СТОК) ГОРНЫХ РЕГИОНОВ  
АРИДНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ ДЛЯ  
ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ УРБАНИЗИ-  
РОВАННЫХ ТЕРРИТОРИИ

TEVZADZE T, OMSARASHVILI G,  
POTSKHVERIA D.  
TO PROVIDE THE URBAN TERRITORIES OF  
NATURAL HYDROLOGICAL COMPLEXES (GEO-  
LOGICAL STRUCTURE – SURFACE RUN - OFF)  
IN THE ARID ZONES OF THE MOUNTAINOUS  
REGIONS IN EAST GEORGIA WITH DRINKING  
WATER

В статье рассмотрен новый инновационный метод – аккумуляция подземных вод с помощью подрусовой диафрагмы и регулирования их подачи в меженный период для питьевого использования. Выявления новых комплексных гидрогеологических систем намечают реальные условия использования таких энергосберегающих технологий для питьевого водоснабжения и перспективных объектов расположенных на склонах Цив-Гомборского хребта. Такими следует считать Телавис-хеви, Шромис-хеви, Кисис-хеви, Турдос-хеви, Карденахис-хеви и др, расположенные на участках с высокими гипсометрическими отметками, где с помощью предполагаемого технологического метода возможно создать перспективы аккумуляции значительного количества воды, водоотбора и транспортирования самотеком.

The article “Study of the Natural Hydrological Complexes (Geological Structure – Surface Run-off) in the Arid Zones of the Mountainous Regions in East Georgia with the Purpose of Providing the Urban Territories with Drinking Water” gives the idea about the innovative method – accumulation of underground waters in alluvial ground by means of the under-bed diaphragm and regulation of their delivery during the period of low water level with the purpose of water supply. Revealing the complex hydrogeological systems will give us the opportunity and real conditions to create new structures for supplying of drinking water by using the mentioned energy saving technology. Such structures can be: Telavi Gully, Shroma Gully, Kisi Gully, Turdo Gully, Kar-denakhi Gully, etc. – the sections situated on high hypsometric dates where the precedents of accumulation of important water masses, water withdrawal and transportation via natural flow will be created by the presented technological method.

შპს 622.8 : 614.8

აკად. დოქტორი ა. ბაქანიშვილი, აკად. დოქტორი ნ. კუპულაძე,  
აკად. დოქტორი ნ. ბოჭორიშვილი, მ. გომრიძინა  
სსაფრთხო მანძილავი საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისა და  
ფეთქებადი მასალების შენახვისას

ნაშრომში განხილულია საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისა და ფეთქებადი მასალების შენახვისას უსაფრთხო მანძილების გაანგარიშების მეთოდოლოგია ადამიანებისათვის, შენობა-ნაგებობებისა და მექანიზმებისათვის, კერძოდ: ღია ადგილებზე და წყალქვეშ საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას, გვირაბების გაყვანისას, მიწის ზედაპირზე განლაგებულ ობიექტებზე სპეციალური საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას, აგრეთვე სამთო დარტყმების მხრივ საშიშ ნახშირის ფენებში, გაზისა და მტვრის აფეთქების და გამოტყორცნის მხრივ საშიშ მახტებში ამფეთქებლის თავშესაფრისათვის ადგილის შერჩევას. მოცემულია სეისმურად უსაფრთხო მანძილის საანგარიშო ფორმულა.

ბადი მასალების შენახვისას უსაფრთხო მანძილები ხალხისათვის, შენობა-ნაგებობებისა და მექანიზმებისათვის განისაზღვრება პროექტით, ან აიღება ცხრილებიდან [1].

ღია ადგილებზე საამფეთქებლო სამუშაოების ჩატარებისას ხალხისათვის უსაფრთხო მანძილები მოცემულია ცხრილში 1.

მასობრივი აფეთქებების მომზადებისას და წარმოებისას საშიში ზონები, ხალხისა და ფეთქებადი მასალების განლაგების ადგილები განისაზღვრება პროექტით.

გაზისა და მტვრის აფეთქების მხრივ საშიშ მახტებში ამფეთქებლის თავშესაფარი განლაგებული უნდა იყოს გვირაბში, რომელიც ნიაველება საერთო საშახტო დეპრესიით წარმოქმნილი ჰაერის სუფთა ნაკადით, აფეთქების ადგილიდან არანაკლებ:

- ა) ჰორიზონტალურ და 10<sup>0</sup>-მდე დახრილ მოსამზადებელ გვირაბებში – 150 მეტრზე;
- ბ) 10<sup>0</sup>-ზე მეტად დახრილ მოსამზადებელ გვირაბებში 100 მეტრზე, მაგრამ აუცილებლად ჰორიზონტალურ გვირაბში, დახრილი გვირაბის პირიდან არანაკლებ 10 მეტრის დაშორებით;
- გ) 18<sup>0</sup>-მდე დახრის კუთხის მქონე ფენის ლავებში (შრეებში) – 50 მეტრზე;

ფეთქებადი მასალები მიეკუთვნება საშიშ ნივთიერებათა I კლასს, ამდენად საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისა და ფეთქებადი მასალების შენახვისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს უსაფრთხო მანძილის დაცვას, რითაც მნიშვნელოვნად შემცირდება უბედური და გარემოს დაზიანების შემთხვევები, ამაღლდება ტექნიკური უსაფრთხოების დონე ამ სფეროში.

საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისა და ფეთქე-  
78      საპროექტო მუშაო, № 2(33), 2014

ღია ადგილზე საამფეთქებლო სამუშაოების ჩატარებისას ხალხისათვის უსაფრთხო მანძილები

№	საამფეთქებლო სამუშაოები და მეთოდები	საშიში ზონის მინიმალური რადიუსი, მ
1.	ღია სამუშაოებზე აფეთქების მეთოდები: გარე მუხტებით კუმულაციური მუხტებით საშპურე მუხტებით ქვებისებრი მუხტებით მცირეკამერული (სახელოს) მუხტებით საჭაბურღილე მუხტებით  ქვებისებრი საჭაბურღილე მუხტებით კამერული მუხტებით	300 პროექტის მიხედვით 300 300 300 პროექტის მიხედვით, მაგრამ არანაკლებ 200-სა არანაკლებ 300 არანაკლებ 300
2.	კუნძების ამოძირკვა	200
3.	ტყის ხანძრებთან ბრძოლის დროს გრუნტში დამცავი ზოლებ-ის გაყვანა	50
4.	სამუშაოები ლითონზე: ა) ღია პოლიგონებზე ბ) ჯავშანორმოებში აფეთქებისას გ) ქარხნის მოედნების ტერიტორიებზე აფეთქებისას დ) ცხელ მასივებში აფეთქებისას ე) ნაკეთობების ტვიფრისას	პროექტის მიხედვით 50 პროექტის მიხედვით 30 25
5.	შენობების და ნაგებობების ჩამოქცევა	100
6.	საძირკვლების მსხვერვა	200
7.	შპურების გაგანიერება ქვების შესაქმნელად	50
8.	ჭაბურღილების გაგანიერება ქვების შესაქმნელად	100
9.	ნავთობის, გაზის და არტეზიული ჭაბურღილების პერფორაციის და ტორპედირების დროს	50
10.	სეისმოდაზვერვის მიზნით აფეთქებისას: შურფებში და მიწის ზედაპირზე ჭაბურღილებში	100 30
11.	აფეთქებები სამშენებლო მოედნებზე	პროექტის მიხედვით

დ) 18<sup>0</sup>-ზე მეტი დახრის კუთხის მქონე ფენების ლავებში (შრებში) – 50 მეტრზე, მაგრამ არა უახლოეს 20 მეტრისა შტრეკისა და ლავის შეუღლების ადგილიდან;

ე) კამერული ტიპის და ნახშირის მთელანების გამოსაღები სანგრევებიდან – 200 მეტრზე;

ვ) საფარე სანგრევებში – 50 მეტრზე, მაგრამ სასვლელი სასულედიან არა უახლოეს 20 მეტრზე;

ზ) ნახშირის ან ფუჭი ქანის გატარებისათვის განკუთვნილ აღმავალ გვირაბებში – 100 მეტრზე;

თ) ჭაურების (შურფების) ზედაპირიდან გაყვანისას – 50 მეტრზე.

ამფეთქებლის და ხალხის თავშესაფრების, აგრეთვე, პოსტების განლაგების ადგილები განისაზღვრება პროექტით, პასპორტით ან ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების სქემის შესაბამისად. ამასთან, ამფეთქებლის თავშესაფარი უახლოეს პოსტიდან დაშორებული უნდა იყოს არანაკლებ 10 მეტრით, ხოლო დანარჩენი პოსტები ხალხის ადგილ-სამყოფელიდან – ასევე 10 მეტრით.

თავშესაფარი, საიდანაც ხდება მუხტების რყევითი

აფეთქება, გამოტყორცნის მხრივ საშიში ფენების ჰორი-ზონტალური და დახრილი გვირაბებით გახსნისას გან-ლაგებული უნდა იყოს: მიახლოების და დაშორების უბ-ნებში – 600 მეტრ მანძილზე; გამოტყორცნის მხრივ განსაკუთრებით საშიში ფენების გახსნისას – ზედაპირზე; დანარჩენ შემთხვევებში – 1000 მეტრ მანძილზე.

ნახშირის, ან ფუჭი ქანის გამოტყორცნის მხრივ სა-შიში ფენებში გვირაბების გაყვანისას, მუხტების რყევითი აფეთქების დროს ამფეთქებლის თავშესაფარი სანგრევიდან დაშორებული უნდა იყოს 600 მეტრით, მაგრამ სანგრევი-დან მომავალი ჰაერის ჭავლის სუფთა ჰაერის ნაკადთან შეუღლების ადგილიდან – არაუახლოეს 200 მეტრისა. ხალხი, რომელთა საქმიანობა დაკავშირებული არ არის რყევით აფეთქებებთან, უნდა იმყოფებოდეს ჰაერის სუფთა ნაკადზე, სანგრევიდან 1000 მეტრის დაშორებით. ნახ-შირის გამოტყორცნის მხრივ საშიში ფენაში, როდესაც ნახშირის გამოღება ხდება წინსწრებით, სანგრევი ქანის რყევითი აფეთქებისას ეს მანძილი 200 მეტრზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

სამთო დარტყმების მხრივ საშიში ნახშირის ფენებში

საამფეთქებლო სამუშაოების დაწყების წინ, აგრეთვე მთელანების დამუშავებისას, ხალხი გაყვანილი უნდა იქნეს ჰაერის სუფთა ნაკადზე აფეთქების ადგილიდან უსაფრთხო ადგილზე, სანგრევიდან არაუახლოეს 200 მეტრისა.

მიწის ზედაპირზე განლაგებულ ობიექტებზე სპეციალური საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას საამფეთქებლო სადგური განლაგებული უნდა იყოს საშიში ზონის გარეთ. იმ შემთხვევაში, თუ ეს შეუძლებელია, უნდა მოეწყოს სპეციალური საფარები, რომელთა განლაგების ადგილები განისაზღვრება პროექტით ან პასპორტით. ხელოვნური ან ბუნებრივი საფარები ისე უნდა მოეწყოს, რომ საიმედოდ დაიცვას საამფეთქებლო სამუშაოების შემსრულებლები, როგორც აფეთქების ტალღის, ასევე მომწამლავი აირების ზემოქმედებისაგან. თავშესაფრებთან მისასვლელი გზები არ უნდა იყოს ჩახერგილი.

წყალქვეშა სამუშაოებზე ელექტროსაამფეთქებლო ქსელის შემოწმება, მაგისტრალური სადენების მიერთება დენის წყაროსთან და წყალქვეშ მოთავსებული მუხტების აფეთქება უნდა მოხდეს მცურავი საშუალებების აფეთქების ადგილიდან პროექტით განსაზღვრულ მანძილებზე გაყვანის შემდეგ, მაგრამ არანაკლებ 100 მეტრისა.

წყალქვეშ 50 კგ-მდე მასის მუხტების აფეთქებისას, 1000 მეტრის რადიუსში დაუშვებელია წყალში მყინთავეების, ან სხვა პირების ყოფნა, 50 კგ-ზე მეტის შემთხვევაში – არანაკლებ 2000 მეტრის რადიუსში. საამფეთქებლო სამუშაოების მდინარეში ჩატარების შემთხვევაში, დადგენილი საშიში ზონის საზღვრიდან მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით 500 მეტრის მანძილზე უნდა დაიდგას სასიგნალო ნიშნები.

ერთი საწარმოს ცალკეული ამფეთქებლები და ამფეთქებელთა ბრიგადები კუნძების ამოძირკვაზე მუშაობისას შეიძლება ერთმანეთისაგან 300 მეტრით იყვნენ დაშორებული, იმ პირობით, რომ ისინი იმოდრავებენ ერთი და იმავე მიმართულებით და ზუსტად იქნებიან შეთანხმებული უსაფრთხო მანძილებზე გასვლის შესახებ ამთებ მილაკებზე ცეცხლის მოკიდების შემდეგ. კუნძების ამოძირკვაზე ცალ-ცალკე მომუშავე ამფეთქებლები, ან ამფეთქებელთა ბრიგადები, ერთ-მანეთისაგან დაშორებული უნდა იყვნენ არა ნაკლებ 500 მეტრისა.

საჭაბურღილე გაფხვიერების მუხტების აფეთქების შედეგად გატყორცნილი ქანის ნამსხვრევებისაგან ხალხის დაცვის უსაფრთხო მანძილი გამოითვლება ფორმულით

$$r_{გაბ.} = 1250\eta_{ა} \sqrt{\frac{fd}{\alpha(1+\eta_{საც.})}}, \quad (1)$$

სადაც  $\eta_{ა}$  – ფეთქებადი ნივთიერებით ჭაბურღილის შევსების კოეფიციენტი;  $\eta_{საც.}$  – საცობით ჭაბურღილის შევსების კოეფიციენტი;  $f$  – ქანის სიმკვრივის კოეფიციენტი პროფ. მ. პროტოდიაკონოვის სკალის მიხედვით;  $d$  – ჭაბურღილის დიამეტრი, მ;  $\alpha$  – ჭაბურღილებს ან ჭაბურღილების რიგებს შორის მანძილი, მ.

ჭაბურღილების შევსების კოეფიციენტი არის ჭაბურღილში მოთავსებული მუხტის სიგრძის  $l_{ა}(მ)$

შეფარდება ჭაბურღილის სიღრმესთან  $L, (მ)$ .

$$\eta_{ა} = \frac{l_{ა}}{L}. \quad (2)$$

საცობით ჭაბურღილის შევსების კოეფიციენტი ტოლია საცობის სიგრძის  $l_{საც.}(მ)$  ფარდობისა ჭაბურღილის შევსებელი ზედა ნაწილის სიგრძესთან  $l_{შეუგბ.}(მ)$

$$\eta_{საც.} = \frac{l_{საც.}}{l_{შეუგბ.}}. \quad (3)$$

ცვალებადი  $\alpha, \eta_{ა}, \eta_{საც.}$  პარამეტრების მქონე ერთნაირი დიამეტრის საჭაბურღილე მუხტების სერიის აფეთქებისას უსაფრთხო მანძილების (1) ფორმულით განსაზღვრისას აღებული უნდა იქნეს  $\alpha$  და  $\eta_{საც.}$  კოეფიციენტების უმცირესი, ხოლო  $\eta_{ა}$ -ის უდიდესი მნიშვნელობები.

დაფერდებულ ზედაპირზე აფეთქებების წარმოებისას, ან თუ ასაფეთქებელ უბანსა და საშიშ ზონას შორის ნიშნულების სხვაობა 30 მეტრზე მეტია, გატყორცნის სიდიდე  $r_{გაბ.}$  ზედაპირის დახრის მიმართულებით იზრდება ზევდანი ქვევით. ამ შემთხვევაში ქანების ცალკეული ნატეხების გატყორცნის უსაფრთხო მანძილი გამოითვლება ფორმულით

$$R_{გაბ.} = \mu_{გაბ.} K_{რელ.}, \quad (4)$$

სადაც  $R_{გაბ.}$  – ზედაპირის დაქანების მიმართულებით ან ასაფეთქებელი უბნის ნიშნულიდან 30 მეტრით დაბლა განლაგებულ საშიშ ზონამდე ქანების ნატეხების გატყორცნის უსაფრთხო მანძილი;  $K_{რელ.}$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია რელიეფის თავისებურებაზე და გამოითვლება ფორმულით

$$K_{რელ.} = 1 + tg\beta, \quad (5)$$

სადაც  $\beta$  – ზედაპირის დახრის კუთხე, გრად.

თუ დახრის კუთხე უცნობია და ცნობილია ასაფეთქებელ უბანსა და საშიშ ზონებს შორის ნიშნულთა სხვაობა, მაშინ ფორმულაში (4) კოეფიციენტი  $K_{რელ.}$  იანგარიშება დამოკიდებულებით

$$K_{რელ.} = 0,5 \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{4H}{r_{გაფ.}}} \right], \quad (6)$$

სადაც  $H$  – ასაფეთქებელ უბანსა და საშიშ ზონებს შორის ნიშნულთა სხვაობა, მ.

უსაფრთხო მანძილების ფორმულით გამოთვლილი სიდიდე უნდა დამრგვალდეს უდიდესისაკენ 50 მეტრის ჯერად მნიშვნელობამდე. ამასთან, საბოლოოდ მიღებული მნიშვნელობა არ უნდა იყოს ცხრილში 1 მოცემულ მინიმალურ სიდიდეებზე ნაკლები.

ჰაერის დარტყმითი ტალღის ადამიანებზე ზემოქმედე-



ბის უსაფრთხო მანძილი გარე მუხტის აფეთქებისას იან-გარიშება ფორმულით

$$r_{\text{მან.}} = 15\sqrt[3]{Q} \quad (7)$$

სადაც  $Q$  – ასაფეთქებელი მუხტის მასა.

ფორმულა (7) გამოიყენება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მუშაობის პირობებით აუცილებელია მომსახურე პერსონალის მაქსიმალურად მიახლოება სამუშაო ადგილთან. დანარჩენ შემთხვევებში გამოთვლილი მანძილი უნდა გადიდდეს 2-3-ჯერ, ხოლო ბლინდაჟების არსებობისას მანძილი შეიძლება შემცირდეს 1,5-ჯერ.

როდესაც ასაფეთქებელი მუხტების მასა 200 ტონას აღემატება, გათვალისწინებული უნდა იქნეს გაზსაშიშროება და უნდა დადგინდეს უსაფრთხო მანძილები  $r_3$ , რომლის იქითაც მომწამლავე გაზების შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას.

მასობრივი აფეთქებების წარმოებისას კარიერზე უნდა განლაგდეს მომწამლავე გაზების კონცენტრაციის მაკონტროლებელი პოსტები. პოსტების რაოდენობა უნდა განსაზღვროს კარიერის ხელმძღვანელმა. მომსახურე პერსონალი კარიერზე დაიშვება მომწამლავე გაზების კონცენტრაციის შემცირების შესახებ ინფორმაციის მიღების შემდეგ, მაგრამ აფეთქებიდან არა უადრეს 30 წუთისა. უსაფრთხო მანძილად იღება სხვადასხვა ფაქტორების მიხედვით დადგენილი მანძილებიდან უდიდესი.

ფეთქებადი მასალების შეყურსული მუხტის ერთჯერადი აფეთქებისას შენობების, ნაგებობებისა და მექანიზმებისათვის სეისმურად უსაფრთხო მანძილად იგულისხმება ის მინიმალური მანძილი, რომელზეც ისინი გრუნტის რყევის გამო არ კარგავენ ნორმალური ფუნქციონირების უნარს.

სეისმურად უსაფრთხო მანძილი განისაზღვრება ფორმულით

$$r_6 = k_j k_v \alpha \sqrt[3]{Q}, \quad (8)$$

სადაც  $r_6$  – მანძილი აფეთქების ადგილიდან დასაცავი ობიექტამდე, მ;  $k_j$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დასაცავი ობიექტის საძირკვლის მიმდებარე ქანის თვისებებზე;  $k_v$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია შენობის (ნაგებობის) ტიპზე და სამშენებლო მასალაზე;  $Q$  – მუხტის მასა, კგ;  $\alpha$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია აფეთქების პირობებზე.

$k_j$  კოეფიციენტის მნიშვნელობებია: მკვრივი, კლდოვანი დაუშლელი ქანებისთვის – 5; დაშლილი კლდოვანი ქანებისათვის – 8; 10 მეტრზე მეტი სიღრმის არაწყალ-შემცველი ქვიშის და თიხის გრუნტებისათვის – 15; წყალნაჯერი გრუნტებისათვის – 20.

$k_v$  კოეფიციენტის მნიშვნელობებია: ლითონის ან რკინაბეტონის კარკასით აგებული სამრეწველო დანიშნულების ცალკე მდგომი შენობა-ნაგებობებისათვის – 1; აგურით ან აგურისმაგვარი სხვა მასალით აგებული ცალკე მდგომი, არა-უმეტეს სამსართულიანი შენობისათვის – 1,5;

მცირე დასახლებული პუნქტებისათვის – 2.

$\alpha$  კოეფიციენტის მნიშვნელობებია: კამუფლეტური და გაფხვიერების მუხტების აფეთქებისას – 1; ამოყრაზე აფეთქებისას – 0,8; ნახევრად ჩაღრმავებული მუხტის აფეთქებისას – 0,5. წყალში, ან წყალნაჯერი ქანებში მუხტის მოთავსებისას  $\alpha$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა უნდა გაიზარდოს 1,5-2-ჯერ.

თუ შენობა დაზიანებულია (კედლების ბზარები და სხვ.) (8) ფორმულით გამოთვლილი სეისმურად უსაფრთხო მანძილი უნდა გაიზარდოს და მისი სიდიდე დადგინდეს სპეციალიზებული ორგანიზაციის მიერ. ასეთი დასკვნის არარსებობის შემთხვევაში გამოთვლილი უსაფრთხო მანძილი უნდა გაიზარდოს ორჯერ მაინც.

ზემოთ განხილული წესით სეისმურად უსაფრთხო მანძილის დადგენა უნიკალური შენობების (ატომური ელექტროსადგურების შენობები, კოშკები, მაღლივი შენობები და ა.შ.), ან რთული საინჟინრო ნაგებობების (ხიდეები, სხვადასხვა დანიშნულების რეაქტორები, რადიო და ტელეანძები) დაზიანებისაგან დასაცავად არ შეიძლება. ასეთი ობიექტებისათვის სეისმური უსაფრთხოების საკითხი უნდა გადაწყდეს სპეციალიზებული ორგანიზაციების მიერ.

მძლავრი (1000 ტ ან მეტი ფეთქებადი ნივთიერების) აფეთქებისას სეისმურად უსაფრთხო მანძილები უნდა დადგინდეს სპეციალიზებული ორგანიზაციის მიერ.

ჰაერის დარტყმითი ტალღის მიხედვით უსაფრთხო მანძილი, შენობებისა და ნაგებობებისათვის მუხტების მიწის ზედაპირზე აფეთქებისას გამოითვლება ფორმულით

$$r_3 = K_3 \sqrt[3]{Q}, \quad (9)$$

$$\text{და} \quad r_3 = k_3 \sqrt[3]{Q}, \quad (10)$$

სადაც  $r_3$  – უსაფრთხო მანძილი, მ;  $Q$  – ფეთქებადი ნივთიერების მასა, კგ;  $K_3$  და  $k_3$  – პროპორციულობის კოეფიციენტები, რომელთა მნიშვნელობები დამოკიდებულია ფეთქებადი ნივთიერების მასაზე და ქანებში მათი განთავსების პირობებზე, აგრეთვე შენობებისა და ნაგებობების დაზიანების დასაშვებ ხარისხზე.  $K_3$  და  $k_3$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოცემულია ლიტერატურაში [1].

(9) და (10) ფორმულებით ასევე გამოითვლება უსაფრთხო მანძილები გარე და ამოყრის მუხტების აფეთქების ადგილიდან ფეთქებადი მასალების დამზადების პუნქტების, საწყობების, დასატვირთი და გადამუშავების, აგრეთვე, სატრანსპორტო საშუალებების სადგომების განლაგების ადგილებამდე.

თუ დასაცავი ობიექტი მდებარეობს რაიმე ზღუდის (ხშირი ტყე, ბორცვი და სხვ.) უკან, მაშინ (9) და (10) ფორმულებით გამოთვლილი უსაფრთხო მანძილი შეიძლება შემცირდეს, მაგრამ არაუმეტეს ორჯერ. ვიწრო ზოლებში (სახლებს შორის, ქუჩებში) აფეთქების წარმოებისას გამოთვლილი უსაფრთხო მანძილი უნდა გაიზარდოს ორჯერ.

თუ აფეთქების ადგილიდან  $1,5\sqrt[3]{Q}$  რადიუსზე აგებული

**კ** კოეფიციენტის მნიშვნელობები

ფეთქებადი მასალები	მუხტის მდებარეობა	ამონიუმის გვარჯილიანი ფეთქებადი ნივთიერებები, რომლებიც არ შეიცავენ ნიტროეთერებს ან მათი შემცველობა 40%-მდეა	40% და მეტი ნიტროეთერების შემცველი ფეთქებადი ნივთიერებები		ტროტილი		დეტონატორები		
			ლია	ჩაღრმავებული	ლია	ჩაღრმავებული	ლია	ჩაღრმავებული	
აქტიური მუხტი									
40%-მდე ნიტროეთერების შემცველი ამონიუმის გვარჯილიანი ფეთქებადი ნივთიერებები	ჩაღრმავებული	0,8	0,5	1,1	0,8	1,3	1,0	0,8	0,5
		0,5	0,3	0,8	0,5	1,0	0,6	0,5	0,3
40% და მეტი ნიტროეთერების შემცველი ფეთქებადი ნივთიერებები	ჩაღრმავებული	1,6	1,0	2,3	1,6	2,5	2,0	1,6	1,0
		1,0	0,6	1,6	1,0	2,0	1,3	1,0	0,6
ტროტილი	ლია	1,3	1,0	1,6	1,3	1,9	1,4	1,3	1,0
	ჩაღრმავებული	1,0	0,6	1,3	0,9	1,4	0,8	1,0	0,7
დეტონატორები	ლია	0,4	0,25	,75	0,5	0,7	0,6	0,4	0,25
	ჩაღრმავებული	0,25	0,2	0,5	0,4	0,6	0,4	0,25	0,2

ლია მტკიცე ზღუდეები (კედლები, მიწაყრილები და სხვ.), ზღუდის საწინააღმდეგო მიმართულებით (9) ფორმულით გამოთვლილი უსაფრთხო მანძილი უნდა გაიზარდოს 1,3-ჯერ, ხოლო (10) ფორმულით – 1,4-ჯერ.

ჰაერის დარტყმითი ტალღის დამაზიანებელი მოქმედების შემცირებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემდეგი საშუალებები:

ა) ღია მუხტზე გრუნტის მიყრა (დაცობა). მუხტის სიმაღლის არანაკლებ 5-ჯერ მეტ სისქეზე დაცობის შემთხვევაში უსაფრთხო მანძილი შეიძლება შემცირდეს 4-ჯერ. დაცობის მასალა არ უნდა შეიცავდეს მძიმე საგნებს (ქვები, მსხვილი ხრეში და სხვ.);

ბ) ფანჯრების გაღება და მათი დამაგრება ღია მდგომარეობაში; ფანჯრების ღიობებზე მტკიცე ფარების მიყრა და ა.შ.;

გ) ქვიშით აგებული ტომრებით ან ყუთებით დაცვა. ერთი (აქტიური) მუხტიდან მეორეზე (პასიური მუხტი) დეტონაციის გადაცემის უსაფრთხო მანძილი (მ) გამოითვლება ფორმულით

$$r_{\text{დებ}} = K_{\text{დ}} \sqrt[3]{Q^4/b}, \quad (11)$$

სადაც  $r_{\text{დებ}}$  – უსაფრთხო მანძილი აქტიური მუხტის ცენტრიდან პასიური მუხტის ნაპირამდე, მ;  $Q$  – აქტიური მუხტის მასა, კგ;  $b$  – პასიური მუხტის ხაზოვანი განზომილება (შტაბელის სიგანე);  $K_{\text{დ}}$  – კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ფეთქებადი მასალის სახეობაზე, აფეთქების პირობებზე და მოცემულია ცხრილში 2. ცხრილის მიხედვით  $K_{\text{დ}}$  კოეფიციენტის განსაზღვრისას მოზენიული საცავეები (ობიექტები) მიესადაგება ჩადრმავებულ მუხტებს, ხოლო მოზენინავი, ზედაპირზე განლაგებული საცავეები და ფეთქებადმასალებიანი მოედნები – ღია მუხტებს.

(11) ფორმულით უსაფრთხო მანძილის გამოთვლისას

ორი ობიექტიდან ჯერ ერთი უნდა ჩათვალოს აქტიურად, შემდეგ მეორე და მიღებული შედეგიდან აღებული უნდა იქნეს უდიდესი. როდესაც ფეთქებადი მასალები ინახება ერთ ღერძზე განლაგებულ, წავრძელებული ტიპის საცავეებში, უსაფრთხო მანძილი აიღება მათ შორის უფრო დიდი ზომის საცავის არანაკლებ ორმაგი სიგანისა. საცავეების ნებისმიერი განლაგებისას, მათ შორის მანძილი ნაკლები არ უნდა იყოს ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის წესებით დადგენილ ნორმაზე. თუ დაპროექტებისას ობიექტების (საცავეების) ერთმანეთთან დაახლოების აუცილებლობა შეიქმნა, უსაფრთხო მანძილი განისაზღვრება საწყობში არსებული ფეთქებადი მასალების ჯამური სიდიდის გათვალისწინებით. გაზრდილი საფრთხის ობიექტები (ინიცირების საშუალებების საცავეები და ა.შ.), რომელთა ტევადობა ძირითადი საცავეების ტევადობაზე ნაკლებია, უნდა განლაგდეს ფეთქებადი მასალების საწყობიდან ისეთ მანძილზე, რომ მათი აფეთქებისას დეტონაცია არ გადაეცეს ფეთქებადი მასალების საცავეებს. ეს მანძილი გამოითვლება (11) ფორმულით. ამ შემთხვევაში აქტიურ მუხტად აიღება გაზრდილი საფრთხის ობიექტებში მოთავსებული ფეთქებადი მასალების მასა.

თუ პასიური მუხტი შედგება სხვადასხვა ფეთქებადი ნივთიერებისაგან (მაგ. ამონიტი და ტროტილი), უსაფრთხო მანძილის გამოთვლისას კოეფიციენტი აირჩევა იმ ფეთქებადი ნივთიერებისათვის, რომლებიც დეტონაციისადმი უფრო მეტად მგრძობიარეა.

### ლიტერატურა

1. ა. ბუჟანიშვილი, გ. ბუცხრიკიძე, მ. გოგრიჭიანი, ი. ჭოლოშვილი. საამფეთქებლო სამუშაოების უსაფრთხოების წესები. შპს „დიაპროექტცენტრი“, თბილისი, 2006. 179 გვ.

### БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., КУКУЛАДЗЕ Н.Д., БОЧОРИШВИЛИ Н.А., ГОГРИЧИАНИ М.В. БЕЗОПАСНЫЕ РАССТОЯНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ И ХРАНЕНИИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

В работе рассмотрена методика расчета безопасных расстояний для людей, помещений, строений и механизмов при ведении взрывных работ и хранении взрывчатых материалов, в частности: при ведении взрывных работ на открытой местности и под водой; проходке выработок; ведении специальных взрывных работ на объектах, расположенных на поверхности, а также при подборе места для убежища взрывника в угольных пластах, опасных горными ударами; в шахтах, опасных по выбросу и взрыву газа и пыли. Дана расчетная формула для определения сейсмически безопасного расстояния.

### BEZHANISHVILI A., KUKULADZE N., BOCHORICHVILI N., GOGRICHIANI M. SAFETY DISTANCES DURING THE MANAGEMENT BLASTING WORKS AND EXPLOSIVE MATERIALS STORAGE

Design procedure of safety distances for people, buildings and devices during the management blasting works and explosive materials storage is considered in this article, in particular: for blasting works on open locality and under water, special blasting works at the surface objects, as well as for selection place of blaster shelter in the coal seams, dangerous by rock burst; in mines dangerous by outburst and explosion of gas and dust. Design formula for seismic safety distance calculation is given.

აკად. დოქტორი ბ. ტაბატაძე, აკად. დოქტორი ბ. ლოზაძე, აკად. დოქტორი თ. ბუბულაშვილი, დოქტორანტი ზ. ცერცვაძე  
**საქართველოს სამთო და ბიოლოგიურ საწარმოთა საინოვაციო საქმიანობის ანალიზი**

ცნობილია, რომ ნებისმიერი საწარმოს თუ ფირმის წარმატებასა და კონკურენტუნარიანობას განაპირობებს მისი საინოვაციო საქმიანობა. ამ თვალსაზრისით, ნაშრომში გაანალიზებულია სამთო და გეოლოგიურ საწარმოებში ინოვაციების, ანუ სიახლეების დანერგვის მდგომარეობა. აღნიშნულია, რომ მიუხედავად გარკვეული პოზიტიური ძვრებისა, აღნიშნული საწარმოების საინოვაციო საქმიანობა მაინც დაბალ დონეზეა. ამას განაპირობებს როგორც სამთო-გეოლოგიურ საწარმოთა საქმიანობის სპეციფიკური თავისებურებები, ასევე ობიექტური და სუბიექტური ფაქტორებიც. ანალიზის საფუძველზე დასახულია დარგში საინოვაციო საქმიანობის გააქტიურების ზოგიერთი ღონისძიება.

თანამედროვე სწრაფად განვითარებად სამყაროში მეცნიერების წინსვლის ტემპის დაკარგვამ შეიძლება შეუქცევად შედეგებამდე მიიყვანოს ქვეყანა, რაც პირველ ყოვლისა მრეწველობის ტექნოლოგიურ ჩამორჩენაში აისახება.

საქართველოს მრეწველობაში, მათ შორის სამთო-გეოლოგიურ დარგში, გასული საუკუნის 90-იანი წლების შემდეგ საწარმოების მასობრივ პრივატიზაციასთან ერთად, არ ჩატარებულა მათი რესტრუქტურირება, ტექნოლოგიური გადაიარაღება და მართვის გარდაქმნა. ეს ხდებოდა მაშინ, როდესაც ბაზარზე იმპორტული ნაწარმის პრაქტიკულად შეუზღუდავმა გამოჩენამ უკიდურესად შეამცირა მოთხოვნილება ადგილობრივი წარმოების პროდუქციაზე.

სამთო სამრეწველო სიმძლავრეების დიდი რაოდენობა თავმოყრილი იყო (და ზოგან ახლაც რჩება) ფიზიკურად და მორალურად მოძველებულ საწარმოებში, რომლებიც ძველი ტექნოლოგიებით და საწარმოო ურთიერთობებით აგრძელებენ მუშაობას.

უცხოელი ინვესტორების შემოსვლამ სამთო-გეოლოგიურ დარგში რადიკალური ცვლილებები (რისი მოლოდინიც დიდი იყო ქვეყანაში) ვერ მოახდინა საწარმოთა ეფექტიანობის ამაღლებაში ინოვაციური ტექნოლოგიების საფუძველზე. მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნულ დარგში ადგილი აქვს ინოვაციური საქმიანობის გარკვეულწილად გამოცოცხლებას, მას მაინც ბევრი წინააღმდეგობების გადალახვა უხდება. ეს წინააღმდეგობები გამოწვეულია როგორც დარგის ფუნქციონირების სპეციფიკური თავისებურებებით, ისე სხვა სუბიექტური შიგა და გარე ობიექტური მიზეზებით. არსებულ ფონზე განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ამ წინააღმდეგობათა ობიექტურობის შეფასებას, მათ ანალიზს და გზების დასახვას სამთო საწარმოების საინოვაციო საქმიანობის გააქტიურებისათვის.

ზოგადად ინოვაციები შეიძლება განიმარტოს როგორც მიზანმიმართულად ჩატარებული ცვლილებები საწარმოს

(ფირმის, კომპანიის) სამეურნეო საქმიანობაში გარე გარემოსთან ადაპტაციისა და საწარმოს ფუნქციონირების გრძელვადიანი ეფექტიანობისათვის. ფართო ინტერპრეტაციით, ინოვაციები ესაა სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი დარგის, ქვეყნისა და რეგიონის მასშტაბით. ვიწრო გაგებით, ინოვაცია ესაა კონკრეტული სიახლე საწარმოში. დღეს ცხადზე ცხადია, რომ ნებისმიერი საწარმოს თუ ფირმის წარმატებასა და კონკურენტუნარიანობას განაპირობებს მისი საინოვაციო საქმიანობა, რაც დადასტურებულია ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნების გამოცდილებით, სადაც საწარმოებმა ეკონომიკური სიმძლავრის გადალახვის შემდეგ დაიწყეს თავიანთი ძალებით ტექნოლოგიური თუ პროდუქტიული, მმართველობითი თუ მარკეტინგული ინოვაციების დანერგვა.

ინოვაცია ქმნის საშუალო ადგილებს, ამაღლებს ცხოვრების დონეს, ზრდის დოვლათს. ვრცელდება რა ფართოდ ეკონომიკასა და საზოგადოებაში, ინოვაცია ქმნის წინა პირობებს, როგორც არსებული ცოდნის და ტექნოლოგიების საყოველთაოდ გავრცელებისათვის, ასევე ახლის გენერირებისათვის. ტექნოლოგიის ცნებაში შეიძლება გავეართიანოთ ყველა ის იარაღი და იდეა, რომელიც ადამიანის ფიზიკური და გონებრივი შესაძლებლობების გაფართოებისათვის გამოიყენება. მეცნიერება არის მეტნაკლებად აბსტრაქტული ცოდნის ძიება, მაშინ როდესაც ტექნოლოგია სათანადოდ ორგანიზებული ცოდნის გამოყენებაა საზოგადოებაში.

**საწარმოთა თანამედროვე საინოვაციო საქმიანობის ანალიზისათვის მიზანშეწონილია გამოიყოს ინოვაციების კლასიფიკაციის შემდეგი მეთოდოლოგია:**

1. საბაზრო სიახლის ხარისხის მიხედვით;
2. ინოვაციების ობიექტის მიხედვით.

საბაზრო სიახლის ხარისხის მიხედვით სიახლე შეიძლება დაიყოს პირველად და მეორად ინოვაციებად. პირველადი ინოვაციები არის სამეცნიერო კვლევებისა და დამუშავებების, საწარმოო ძალისხმევის, პროდუქტებისა და მომსახურების ბაზარზე დანერგვის შედეგი, აგრეთვე წარმოადგენს წარმოების და გასაღების პროცესში პრინციპულად ახალი ტექნოლოგიური იდეების, სამმართველო პირობების, ორგანიზაციული სტრუქტურების და მარკეტინგული მიდგომების დანერგვას. პირველად ინოვაციებში უნდა ვიგულისხმოთ ახალი იდეების პირველად გამოყენებაზე დაფუძნებული ახალშემონაღები, მაგრამ თანამედროვე საზოგადოებაში რესურსებისა და ტექნოლოგიური შესაძლებლობების შეზღუდულობის პირობებში სულ უფრო და უფრო რთული ხდება პრინციპულად ახალი პროდუქციის შექმნა, ამიტომ უმეტესი სიახლე მიეკუთვნება მეორად ინოვაციებს, რომლის დროსაც შეაქვთ ღრმა ხარისხობრივი ცვლილებები საქონელში, მომსახურებაში და ტექნოლოგიებში, რომლებიც უკვე არსებობს ბაზარზე.

თუ პირველადი ინოვაციების განხორციელება მოითხოვს მნიშვნელოვან სამეცნიერო-ტექნიკურ პოტენციალს, ნოვატორულ აქტიურობასა და ძლიერ ფინანსურ ბაზას, მას ასევე ახასიათებს მაღალი რისკი (მიახლოებით გათვლებით სიახლეთა „ჩავარდნის“ მოცულობა ფართო მოხმარების საგნების წარმოებაში შეადგენს 40%-ს და სამრეწველო წარმოებაში – 20%-ს), ხოლო, მეორადი ინოვაციების დამწერავ ფორმებს ასეთი შეზღუდვები ნაკლებად ახასიათებთ. მოცემული სახის სიახლე მარტო საწარმოსთვისაა სიახლე. ეს შეიძლება იყოს საქმიანობის დივერსიფიკაცია (საქონლისა და მომსახურების ნომენკლატურის გაფართოება), ფირმისთვის ახალი, მაგრამ პრაქტიკაში უკვე გამოყენებული სამმართველო მიდგომების თუ ტექნოლოგიური იდეების გამოყენება. ამ შემთხვევაში იზოგება მნიშვნელოვანი სახსრები ფუნდამენტურ და გამოყენებით სამეცნიერო კვლევებზე, სწავლობენ ნოვატორთა მარკეტინგულ შეცდომებზე და აქვთ შესაძლებლობა კონცენტრირება მოახდინონ საქონლის ხარისხზე, მისი ასორტიმენტის გაფართოებაზე. ცხადია, რომ ნებისმიერი ინოვაცია გამოწვეულია ამ თუ იმ ფაქტორით. როდესაც ფირმა იძულებულია რეაგირება მოახდინოს სამეწარმეო სფეროში მიმდინარე ცვლილებებზე და ადაპტირდეს მათთან საქმიანობის ეფექტიანობის გასაძლიერებლად ან შესანარჩუნებლად, მაშინ ადგილი აქვს ე.წ. ადაპტაციურ ინოვაციებს ან მართვის ადაპტაციურ მეთოდებს.

ინოვაციების მეორე კლასიფიკაცია გულისხმობს სიახლეების დაყოფას ობიექტების (საგნების) მიხედვით, რომელზედაც ისინი არიან მიმართული. **ობიექტების მიხედვით ინოვაციები იყოფა ოთხ ტიპად:** პროდუქტიული, მმართველობითი, მარკეტინგული და ტექნოლოგიური.

**პროდუქტიულ-სასაქონლო ინოვაციებში** იგულისხმება სასაქონლო ახალშემონაღებთა რამდენიმე სახეობა – სრულიად ახალი საქონელი; მოდერნიზირებული საქონელი; მოდიფიცირებული საქონელი; გამოყენების ახალი სფეროს საქონელი; საბაზრო სიახლის საქონელი.

სასაქონლო ინოვაციების უფრო გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს მოდერნიზებული და მოდიფიცირებული საქონლის წარმოება. მოდერნიზებული საქონელი გულისხმობს უკვე არსებულ საქონელში ხარისხობრივ ტექნიკურ ცვლილებებს, ამასთან საქონლის მოდიფიცირება წარმოადგენს მხოლოდ და მხოლოდ უმნიშვნელო სრულყოფას, რაც ხშირად მიმართულია უფრო ვიწროდ დასველებული ბაზრის დასაკმაყოფილებლად. როგორც წესი, ესაა მხოლოდ გარეგნული ცვლილება საქონლისა – არსებული ფუნქციური დანიშნულების სრული შენარჩუნებით (ახალი ფერი, დიზაინი, შეფუთვა, სუნი და ა.შ.). ასეთი სახის ინოვაციების გატარება წარმოადგენს პროდუქციის ასორტიმენტული ხაზის გაფართოებას, რაც თანამედროვე ბაზარზე არის ქმედითი კონკურენტული უპირატესობა.

სამთო და გეოლოგიურ საწარმოებსა და ორგანიზაციებში, თავიანთი საქმიანობის სპეციფიკური თავისებურებებიდან გამომდინარე, სუფთა სახით ახალი პროდუქტი არ იქმნება. აქ შეიძლება ვილაპარაკოთ ზოგიერთი, ე.წ. „ფუჭი ქანის“ სასარგებლო პროდუქტად „გარდაქმნასა“ და გამოყენებაზე გარკვეულ ტექნოლოგიური პროცესების ჩატარების შემდეგ, ან არსებული სამთო

პროდუქტისათვის ახალი სასაქონლო თვისებების, ანუ ფუნქციური მნიშვნელობის მინიჭებაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ გეოლოგიური საქმიანობის პროდუქტი მეცნიერულ-ინფორმაციული და გამოყენებითი ხასიათისაა. მას მიეკუთვნება გეოლოგიური ანგარიშები, გამოქვეყნებული შრომები, კომპიუტერული პროგრამები, რუკები, ატლასები, აეროკოსმოსური და სხვა ფოტო დოკუმენტაციები, გეოლოგიური სამუშაოების ჩატარების შედეგად გამოყოფილი წიაღის შემცველი უბნები, მათ შორის, სასარგებლო წიაღისეულის საბადოები.

სიახლეების დანერგვა პროდუქციის ამ სახეობათა ხარისხის ამაღლებასა და გაფართოებაში ითვლება გეოლოგიურ საწარმოთა საინოვაციო საქმიანობად.

სამთამადნო წარმოების შლამებიდან – ე.წ. „კუდებიდან“ და ნარჩენებიდან სასარგებლო კომპონენტების ამოკრეფის არსებული, ან ორიგინალური მეთოდების დანერგვა ორმაგად სარგებლიანია – კერძოდ, იზრდება პროდუქციის მოცულობა და მცირდება გარემოს დაბინძურების ხარისხი. მაგალითად, ჭიათურის მანგანუმის მადნების გადამუშავებისას დარჩენილი შლამების, წილებისა და მანგანუმის შემცველი ნარჩენების გამოყენებით (როგორც ნიადაგის გამანოყიერებელი), დადგენილია მათი ეფექტურობა ჩაისა და შაქრის ჭარხლის მოსავლიანობის გაზრდის საქმეში.

ზოგიერთი ინოვაცია, სამთო-გეოლოგიურ დარგში ექსპერიმენტული კვლევების დონეზე მხოლოდ ლაბორატორიულ პირობებშია გამოცდილი და ითვალისწინებს ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენების არის გაფართოებას. კერძოდ, ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის მიზეზით გაჭუჭყიანებული ნიადაგების აღდგენისათვის წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული ე.წ. „ბუნებრივი სორბენტები“, რომელთა საბადოები მრავალადაა საქართველოში. ამ „ბუნებრივ სორბენტს“ ურევენ ტოქსიკური ნივთიერებებით გაჭუჭყიანებულ ნიადაგში, რითაც ხდება მისი გაწმენდა უშუალოდ ადგილზე. ეს მეთოდი თავიდან გვაცვილებს გაჭუჭყიანებული გრუნტის მოხსნის, აღდგენის ადგილზე გადატანის და შემდეგ, კვლავ პირვანდელ ადგილზე დაბრუნების ოპერაციებს, რაც დაკავშირებულია მიწის სამუშაოების და ტრანსპორტირების დიდ დანახარჯებთან.

როგორც ცნობილია, სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების ღია წესით დამუშავებისას, საბადოების ტერიტორიაზე ბიომრავალფეროვნების დაცვა, ეროზირებული ზედაპირების რეკულტივაცია და ლანდშაფტის რესტავრაცია-რეაბილიტაცია დღევანდელი მართვის აქტუალური პრობლემაა. საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში შემუშავებულია ეროზიული ფერდობების დამაგრება-რეკულტივაციის პრინციპულად ახალი მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია საქართველოში მოპოვებული მჭიდრი მასალების გამოყენებაზე. ახალი მეთოდის უპირატესობებია: მცირე დროში შესრულება, გეოლოგიური უსაფრთხოება, ნაკლები შრომატევადობა და სიახვე. ეს სიახლე წარმატებით იქნა დანერგილი კავთისხევის კირქვის კარიერზე.

დასაბუთებულია აგრეთვე, ადგილობრივი მჭიდი მასალების (ბენტონიტი, გუმბრინი, ცეოლითები და სხვა) გამოყენება ნავთობისა და გაზის მილსადენებზე ანტიკოროზიული დამცავი შრის შესაქმნელად, რომელიც

მინიმუმამდე ამცირებს მილის გარე კედელზე ზემოდან, ან გვერდებიდან წყლის ინფილტრაციას და მილებთან აგრესიული გარემოს კონტაქტს.

**მმართველობითი ინოვაციების** დანერგვა ფართოდ დაიწყო კომპანიებმა გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან ე.წ. „ახალ მმართველობით წესრიგზე“ გადასვლის შემდეგ. ამჟამად ითვლება, რომ ყველაზე მაღალი პოზიცია ბიზნესში (ბაზრის წილი, მომგებიანობა, ზრდის ტემპი) მიიღწევა არა მხოლოდ იმ ფორმების მიერ, რომლებმაც გააკეთეს გარღვევა გამოყენებით კვლევებში, ან გააჩნიათ უნიკალური კონკურენტუნარიანი უპირატესობები, არამედ მაღალ პოზიციას მიაღწიეს იმ კომპანიებმაც, რომლებმაც გამოიყენეს პროფესიონალიზმი მაღალი დონით და „ნოუ ჰაუ“ მეწევემენტის დარგში.

მმართველობითი ინოვაციები გულისხმობს კომპანიების რესტრუქტურირებას, ანუ მთელი ორგანიზაციული სტრუქტურის, ან მისი ცალკეული ელემენტის ცვლილებას სამეურნეო საქმიანობის ოპტიმიზაციის მიზნით. აქვე შეიძლება ვიგულისხმოთ სიახლეები შრომის ანაზღაურების ფორმებსა და მეთოდებში, მომუშავეთა შრომის მაქსიმალური მწარმოებლების მიღების მიზნით. არანაკლებ მნიშვნელოვანია კორპორაციული კულტურისა და იდეოლოგიის განვითარების ახალი კონცეფციების დანერგვა. ბევრ კომპანიაში, მათ შორის სამთო და გეოლოგიურ საწარმოებში, გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან, დაიწყო გამართვიებული ორგანიზაციული სტრუქტურების დანერგვა, მართვის რგოლების საერთო შემცირებისა და ვერტიკალურიდან ჰორიზონტალურ სტრუქტურებზე გადასვლის გზით. ამასთან იგრძნობა ცენტრალიზაციის და დეცენტრალიზაციის პრინციპების დაბალანსება, რომლის საფუძველია მმართველობითი ფუნქციის მკვეთრი გამიჯვნა.

არსებითი ეფექტი მოაქვს მართვის მატრიცულ სტრუქტურებზე გადასვლას, რომელიც ხასიათდება მიზნობრივი ქვედანაყოფების დიდი რაოდენობით და ფუნქციების დუბლირების არარსებობით ორმაგი დაქვემდებარების დროს. ეს პრინციპი რეალიზდება პოპულარული ორგანიზაციული სტრუქტურების განვითარებით, როდესაც პირველადი (ძირითადი) სტრუქტურის მსგავსად ყალიბდება დროებითი, მეორადი სტრუქტურული ერთეულები. საპროექტო ჯგუფების, ხარისხის ჯგუფების და სხვათა სახით. ამასთან ერთად ხორციელდება ხარისხის კონტროლის საერთო სისტემიდან ხარისხის მართვაზე გადასვლა და ხარისხის პრიორიტეტულობის იდეოლოგიის ფორმირება. გადაიხედა მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების სისტემაც. აქ ყველაზე პროგრესულია ყველა სახის მარაგების ლიკვიდაცია, და გადასვლა „ზუსტად დროში“ პრინციპზე და პირდაპირი სამეურნეო გრძელვადიანი კავშირების დადგენა მომწოდებლებთან და დისტრიბუტორებთან. მმართველობითი ინოვაციების ზოგიერთი სახე დაინერგა სამთო-გეოლოგიურ ორგანიზაციებსა და საწარმოებშიც.

ფართოდ გავრცელებულ **მარკეტინგულ ინოვაციებში** იგულისხმება შემდეგი:

- მარკეტინგული კვლევების ახალი მეთოდების გამოყენება;
- ბაზრის დასეგმენტების ახალი სტრატეგიების გამოყენება;

- სასაორტიმენტო პოლიტიკის კონცეფციის შეცვლა;

- მიზნობრივი სეგმენტის დაუფლებისა და განვითარების ახალი მარკეტინგული სტრატეგიის შერჩევა;

- საქონლის რეპოზიციონირება;

- ახალი საფასო სტრატეგიის, საწყისი ფასის და, ან შეღავათების სისტემის დადგენის ახალი მეთოდების გამოყენება;

- გასაღების ახალი არხების აგება, საწარმოს გასაღების პოლიტიკის მიმართულების ცვლილება, გასაღების ახალ ბაზრებზე გასვლა;

- საკომუნიკაციო პოლიტიკისას ახალი ფორმებისა და საშუალებების გამოყენება: რეკლამის ახალი სახეები და საშუალებები, საწარმოსათვის გასაღების სტიმულირების არატრადიციული მეთოდების და მომხმარებელთა მოზიდვის შერჩევა.

უნდა ითქვას რომ, მარკეტინგული ინოვაციების დანერგვა სამთო-გეოლოგიური საწარმოებისათვის გამოკვეთილად დამახასიათებელი არ არის. თუმცა სამთო და გეოლოგიური ორგანიზაციებისათვის ბაზრის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს. მასში იგულისხმება მოთხოვნის გამოკვლევა, ანუ იმ მიზეზების კვლევა, რომელიც განსაზღვრავს შემკვეთის მიერ გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოთა ამა თუ იმ მწარმოებლის შერჩევას არსებულთა შორის, აგრეთვე, ბაზრის ნიშის, ანუ დაუკმაყოფილებელი პოტენციური მოთხოვნების გამოვლენას გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოებზე და საწარმოო მომსახურებაზე.

გეოლოგიური საწარმოებისათვის ბაზრის დასეგმენტება მიზანშეწონილია ჩატარდეს ორი სეგმენტის გამოყოფით: სამუშაოები სახელმწიფოს საჭიროებისათვის და დამოუკიდებელი სამეურნეო საქმიანობის წესით შესასრულებელი სამუშაოები.

მარკეტინგის სასაქონლო საწარმოო ფუნქციის მიზანია გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოთა კონკურენტუნარიან სახეობათა წარმოების ორგანიზება ძირითადი მიმართულებების მიხედვით: აგეგმა, საბადოების ძებნა, შეფასება და ძიება ბაზრის კონკრეტული სეგმენტისათვის.

**ტექნოლოგიურ ინოვაციებში** იგულისხმება ტექნიკური და ტექნოლოგიური სიახლეების დანერგვა, რომელიც მიმართულია უშუალოდ საწარმოო პროცესის ეფექტიანობის ასამაღლებლად და როგორც წესი, მდგომარეობს წარმოების ავტომატიზაციაში, კომპიუტერიზაციაში და მატერიალურ-საწარმოო ბაზის ოპტიმიზაციაში.

ჩვენ სწორედ ტექნოლოგიურ ინოვაციაზე გვექნება ძირითადი ყურადღება გამახვილებული, რადგან სამთო და გეოლოგიურ საწარმოებში ინოვაციების ეს სახეობა ყველაზე გავრცელებული. „ინოვაციები – წერს პ. დრაკერი, – რომლის საფუძველში დევს ცოდნა, არის მეწარმეობის სუპერვარსკვლავი“. ასეთ სიახლეებს მოაქვთ დიდი შემოსავლები. სიახლე მიმართული უნდა იყოს ბიზნესისკენ და ხელმძღვანელობდეს საბაზრო კონიუქტურის მოსაზრებებით.

სიახლის დანერგვა, ესაა საწარმოს (ფირმის) უწყვეტი ძალისხმევა, გაუმჯობესებათა ჯაჭვი, რომელიც მნიშვნელობას იძენს მხოლოდ დამატებითი კონსტრუქციების, მოდიფიკირების და მრავალი წვრილი ევოლუციური გაუმჯობესების შედეგად და რომლებსაც იგი დაჰყავთ

ბაზრამდე. ყველა ეს პროცესი ერთიანდება ტერმინში „სამეცნიერო კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტურო სამუშაოები (სკსსს)“.

სკსსს-ის მიმართულებათა ანალიზი დასავლეთის წამყვან ქვეყნებში გვიჩვენებს, რომ უმეტეს შემთხვევაში, ახალ ნაკეთობებში ივლისისხმება გაუმჯობესებული ძველი საქონელი. მაგალითად, 1970–2000 წწ. სიახლეების დაახლოებით 3/4 მიეკუთვნებოდა უკვე არსებულ საქონელს გაუმჯობესებული ტექნოლოგიური მახასიათებლებით, ან მათი წარმოების ტექნოლოგიის სრულყოფას. მასთან, როგორც შესწავლილი მასალები მოწმობს, ტექნიკურ-ტექნოლოგიური პროგრესი ქვეყნის ეკონომიკური ზრდის მნიშვნელოვანი მამოძრავებელი ფაქტორია (ამის ნათელი დადასტურებაა აშშ-ში 1929-1982 წლებში ეროვნული შემოსავლების მატება 28 %-ით, რომელიც ტექნიკურ პროგრესზე მოდიოდა), რადგან იგი მოიცავს წარმოების მართვის არა მხოლოდ სრულიად ახალ მეთოდებს, არამედ წარმოების მართვისა და ორგანიზების ახალ ფორმებსაც. კერძოდ, ტექნიკურ-ტექნოლოგიური პროგრესი დარგში გულისხმობს ისეთი ახალი ხერხის აღმოჩენას, რომელიც მოცემული, ამა თუ იმ მინერალური რესურსის მოპოვების, გადაამუშავებისა და გამოყენების ახლებური კომბინაციით საბოლოო პროდუქციის გაზრდის საშუალებას იძლევა.

უცხოურ ნავთობკომპანიები, როგორც წესი, ფლობენ მსხვილ კვლევით ცენტრებს და ლაბორატორიებს, აგრეთვე საპროექტო და საკონსტრუქტურო ორგანიზაციებს. ნავთობგადამამუშავებასა და ნავთობქიმიში მათ მიერ წარმოებული სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები მოიცავს პრობლემათა ფართო წრეს – გეოფიზიკიდან დაწყებული, მაღალხარისხოვანი პროდუქციის გამოშვების ახალი ტექნოლოგიების ჩათვლით. სკსსს, რომლებიც ტარდება კომპანიებში მიმართულია აგრეთვე ნავთობისა და გაზის საბადოების ძებნა-ძიებასა და დამუშავებაზე. ნავთობ-გაზის საბადოების ძიებისა და დამუშავების დარგში კომპანიების სამეცნიერო-კვლევითი განყოფილებები ატარებენ სამუშაოებს საბადოებისა და პროდუქტიული ფენების მახასიათებლების მოდელირებაზე, რომლებსაც იყენებენ ნავთობისა და გაზის მოპოვების მოცულობათა დასადგენად. მნიშვნელოვანი სახსრები წარიმართება ბურღვის ტექნოლოგიებისა (რის შედეგადაც მცირდება დანახარჯები ჭაბურღილის მშენებლობაზე და იმავდროულად – მაგნე ზემოქმედება გარემოზე) და ნახშირწყალბადების ამოღების მეორადი მეთოდების სრულყოფაზე და ა.შ.

ძებნა-ძიებისთვის უფრო პერსპექტიული ტერიტორიების შესარჩევად მუშავდება ახალი ანალიზური და პროგნოზური მეთოდები ნავთობ-გაზიანობის პერსპექტივების შესაფასებლად. უფრო სრულყოფილი ხდება სამეცნიერო-მიწვევითი სეისმოლოგიის ინტერპრეტაციის მეთოდები.

უკანასკნელი სიახლეები დაკავშირებულია ოთხგან-ზომილებიანი სეისმური ტექნოლოგიის გამოყენებასთან (მეთოთხე განზომილება არის დრო), ჭაბურღილის განიკვეთის ვიზუალური გამოსახულებისა და გეოსტატიკის გამოყენებით. ეს სიახლეები საშუალებას იძლევა შეიქმნას კომპიუტერული მოდელი, რომლებიც იმიტირებას უკეთებს კოლექტორებს და განსაზღვრავს ნავთობგაცემას ექსპლუატაციის პერიოდში, რაც უზრუნველყოფს დიდ

ეკონომიას და მწარმოებლურობას.

ბურღვით სამუშაოებზე ტექნოლოგიური ინოვაციების ძირითად მიმართულებებად გვევლინება:

- ახალი ტექნიკური საშუალებებისა და ტექნოლოგიის დამუშავება ჭაბურღილების გასაყვანად საბურღი მიწების ამოწვევის გარეშე;
- გავლის მექანიკური სიჩქარის გაზრდა ქანსამსხვრევი ინსტრუმენტების გაუმჯობესების საშუალებით;
- ჭაბურღილების ახალი კონსტრუქციები და გამაგრების ტექნოლოგიები.

სიახლეების დანერგვას ხელი შეუწყო უცხოური ინვესტორების (ნავთობ-კომპანიების) შემოსვლამ საქართველოს ნავთობისა და გაზის სექტორში. მათ შემოიტანეს ახალი ტექნოლოგიები, დაზგა-დანადგარები, ქიმიკატები და ა.შ.

ჭაბურღილების ათვისებაში ფართოდ მოიხმარება სპეციალური ხსნარები გასროლისათვის (ნავთობიან ზონებში ჭაბურღილის ლულის პერფორაციის დროს) და საექსპლუატაციო პაკეტები, ღრმა ჰიდროგახლეჩვებისათვის.

ამ სიახლეთა დანერგვით 2–4-ჯერ და მეტად გაიზარდა ბურღვის მექანიკური სიჩქარეები და გავლა სატეხზე. ჭაბურღილების მშენებლობა წარმოებს 2–3-ჯერ უფრო სწრაფად, ვიდრე ადრე ანალოგიურ პირობებში.

დიდი წარმატებით იქნა გამოყენებული საქართველოში შექმნილი, გაზნავთობიანი საბადოს დამუშავების „ფენის შიგა გაზლიფტური“ ახალი მეთოდი ნინოწმინდის გაზნავთობიანი ბუდობის ოთხ ჭაბურღელში. ამ მეთოდის გამოყენებისას უზრუნველყოფილი იყო გაზნავთობიანი ბუდობის გაზისა და ნავთობის ზონების ერთდროული ექსპლუატაცია, ერთი საერთო მოძოვებელი ჭაბურღილით და ხასიათდებოდა მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით. ამავე დროს, საბადოს დამუშავებისას მიღწეულია ნავთობგაცემის კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა, მცირე კაპიტალური და საექსპლუატაციო დანახარჯებით. აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით სულ მოპოვებული იქნა 49 000 ტ ნავთობი და 75 მლნ მ<sup>3</sup> გაზი. ეს მეთოდი შეიძლება განხორციელდეს მასიური ტიპის კოლექტორებით წარმოდგენილ გაზნავთობიან ბუდობებში, რომლებსაც გააჩნიათ კვების აქტიური წყალწვევითი სისტემა და ნავთობით გაჯერებული ზონის მოცულობა აღემატება გაზით გაჯერებული ზონის მოცულობას.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე ჩატარდა სამეცნიერო კვლევითი სამუშაო – ღრმა ბურღვის მექანტრონიული პლანზმური დანადგარის თეორიული საფუძვლებისა და ტექნიკური პროექტის დამუშავება. სამუშაოს მიზანია პლანზმურ ტექნოლოგიებში ახალი მიმართულების – სამთო ინდუსტრიული მრეწველობის პლანზმური ტექნოლოგიის საფუძვლების შექმნა. აქ ივლისისხმება პლანზმური ჭავლის გამოყენება მყარი ქანების მოსანგრევად; ჭაბურღილების პლანზმური ბურღვა: სამთო-მოძოვებელი ინდუსტრიის ნარჩენების პლანზმური გადაამუშავება. ღრმა ბურღვის პლანზმური ტექნოლოგიის გამოყენებისას აღარ იქნება საჭირო ნაბურღი მასალის ზედაპირზე ამოტანა და დაცავი მიწების ხშირად გამოყენება.

გამოგონების დონეზე შექმნილია პლანზმურ ლუმენში ოქროს მიღების ხერხი. პატენტის აღწერილობის მიხედ-

ვით გამოგონება ეხება ძვირფასი ლითონების ჰიდრომეტალურგას – კერძოდ, ოქროს კონცენტრატებიდან პლაზმურ ღუმელში ოქროს მიღების ტექნოლოგიას. შედეგი – ოქროს კონცენტრატებიდან მაღალი სისუფთავის ოქროს სრული ამოღება დამატებითი რეაგენტების გარეშე. ოქროს მიღების ხერხს გამოტუტვით სორბენტთან ერთად, ახასიათებს კონცენტრატებიდან ოქროს ამოღების დაბალი პროცენტი. შემოთავაზებული მეთოდი ითვალისწინებს კონცენტრატის გახურებას პლაზმურ ღუმელში, ოქროს დნობის ტემპერატურამდე, ოქროს გადნობას და გამდნარი ოქროს გამოყოფას კონცენტრატის დანარჩენი ნაწილიდან – წილიდან.

ზემოაღნიშნული ფაკულტეტის და მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის თანამშრომლობით შეიქმნა ერთობლივი პროექტი „ვიბრაციული სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური მანქანის კომპლექსური კვლევა და ახალი მაღალმწარმოებლური კონსტრუქციების დამუშავება“, რომელმაც გაიმარჯვა რუსთაველის სახელობის სამეცნიერო ფონდის საგრანტო კონკურსზე და მის ფარგლებში დამუშავდა გაზრდილი მწარმოებლურობის ვიბროტრანსპორტირების ორიგინალური კონსტრუქციები, ახალი ამძრავით და მუშა ორგანოთი, შექმნილია მათი ლაბორატორიული ნიმუშები და მიღებულია შესაბამისი პატენტი. ამ სახის ვიბრაციული მანქანების ფართოდ გამოყენება შესაძლებელია სამთო საწარმოებში და მოპოვებული მყარი წიაღისეულის გამდიდრების პროცესებში, სათანადო მოთხოვნის არსებობის პირობებში.

ფენების ნავთობგაცემის ამალღების ერთ-ერთი თანამედროვე მეთოდს მიეკუთვნება ჰორიზონტალური და ჰორიზონტალურ-განშტოებული ჭაბურღილების ბურღვა. საქართველოში ჰორიზონტალური ჭაბურღილის გასაბურღად გამოიყენეს ნინოწმინდის საბადოს 98 ვერტიკალური ჭაბურღილი, რომლის ნავთობის დებიტი 15-160 მ<sup>3</sup>/დღ.ამ. შეადგენდა. ჰორიზონტალური ლუღით (2889-3272 მ ინტერვალში) ნავთობის დებიტი 36 მ<sup>3</sup>/დღ.ამ.-მდე გაიზარდა. ამ მეთოდით ჭაბურღილიდან მოიპოვეს 29 900 ტ ნავთობი და 8 მლნ მ<sup>3</sup> თავისუფალი გაზი. 4 და 100 ჭაბურღილების ჰორიზონტალური ლუღის გაბურღვითაც საკმაოდ გაიზარდა ნავთობის მოპოვება. პრაქტიკამ დაადასტურა ჰორიზონტალური ბურღვის დიდი შესაძლებლობები სამგორი-პატარძელის, სამხრეთი თაღის, თელეთის და ჭალადიდის საბადოების ნაპრალოვანი კოლექტორებიდან. ჭაბურღილების პროდუქტიულობის მკვეთრი გაზრდა მოსალოდნელია აგრეთვე საცხენისის, სუფსის, ტარბანის, მირზაანისა და პატარა შირაქის ნავთობის საბადოებზე, სადაც ასევე გაიზარდება ნავთობგაცემის კოეფიციენტი.

ამრიგად, ჰორიზონტალური ჭაბურღილის მწარმოებლურობა ვერტიკალურთან შედარებით იმავე საბადოზე 2–2.2 ჯერ იზრდება, ხოლო ნავთობის მოპოვების თვითრღირებულება მცირდება 40–45 %-ით. სპეციალისტების აზრით ძველი ჭაბურღილებიდან ჰორიზონტალური ლუღის ბურღვა ნავთობისა და გაზის ახალი საბადოს აღმოჩენის ტოლფასად არის მიჩნეული.

როგორც აღვნიშნეთ, ქართველი სამთოელები და გეოლოგები ლაბორატორიულ და სამრეწველო (საველე)

პირობებში ცდიან სხვადასხვა მიმართულების საინტერესო წინადადებებს, რომლებიც ეხება სამთო საწარმოთა ძირითადი პროდუქციისა და ნარჩენების (შლამების, „კულების“) ასევე ე.წ. „ფუჭი ქანის“ სხვა დარგებში სასარგებლოდ გამოყენებას. კერძოდ, გამოკვლეულია ფარანის საბადოს პერლიტისა და ოფსიდიანის ქალაღის წარმოებაში, ასევე აფუებული პერლიტის გამოყენება მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა ქვედარგებში; ბოლნისის რაიონის კარიერული წყლებიდან სასარგებლო კომპონენტების ამოკრეფა და გადამუშავება; ტყებულ-შაორის საბადოს ქვანახშირის საქართველოს თბოენერგეტიკაში გამოყენება. შპს „ჰოლდინგ საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფის“ ხელმძღვანელობის მიერ მიღებულია გადაწყვეტილება ტყებულის გამდიდრებული გრძელაღიანი მარკის ნახშირისაგან ნახევრადკოქსის წარმოებისათვის მოძრავცხაურიანი ღუმელებიანი ორი საზის დამონტაჟება 50 000 ტონა წლიური მწარმოებლურობით, რაც სრულად დააკმაყოფილებს ზესტაფონის ფეროშენადნობების მწარმოებელი ქარხნის და სხვა სამრეწველო ობიექტების მოთხოვნებს აღნიშნულ პროდუქციაზე. დაწყებულია სამუშაოები მისი გამოყენებისათვის კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნებში. გამოკვლეულია რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის ბრძმედის ნელგაცივებული, ე.წ. ნაყარი წიღების გამოყენების შესაძლებლობა ცემენტის წარმოებაში.

სამთო და გეოლოგიურ საწარმოებში ინოვაციებმა შეიძლება დანერგვის ყველა ეტაპი არ გაიაროს (მაგალითად, მეურნეობის სხვა დარგებში გამოყენება) ამ საწარმოთა ფუნქციონირების სპეციფიკური თავისებურებების გამო. თავიდანვე აღვნიშნათ, რომ ზოგიერთი ინოვაცია, რომელიც ერთი საბადოს პირობებზეა მისადაგებული, სხვა პირობებში მყოფი საბადოებისთვის მიუღებელი, ან ნაკლებ ეფექტური შეიძლება აღმოჩნდეს. მითუმეტეს მეურნეობის სხვა დარგში იგი სრულიად გამოუსადეგარია. ამასთან, ეს სპეციფიკური თავისებურებები გარკვეულად ზღუდავს ინოვაციური ტექნოლოგიებისა და ტექნიკის ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობებს სამთო საწარმოებში. კერძოდ, ნახშირის საბადოების რთული სამთო-გეოლოგიური პირობები და დამუშავების სირთულე (ფენების განლაგების სიღრმე, მრავალრიცხოვანი გეოლოგიური რღვევები, მთავორიანი რელიეფი), ნახშირის ხარისხი, მოპოვების უსაფრთხოების საკითხები (მეთანის მაღალი კუთრი შემცველობის გამო), ართულებს თანამედროვე მიწისქვეშა მოპოვებელი მექანიზებული კოპლექსების გამოყენების პირობებს საბადოების ეკონომიკის გაუმჯობესებისთვის.

ზოგადად, სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებელი საწარმოების თავისებურებების ცოდნა და გათვალისწინება აუცილებელი პირობაა საინოვაციო გადაწყვეტილებათა ხარისხიანად მომზადებისას და მათი ეფექტიანობის საიმედო დასაბუთებისთვის. ეს თავისებურებები განსაზღვრავს სასარგებლო წიაღისეულის ათვისების საქმეში საინოვაციო პროექტების სპეციფიკას, სადაც მნიშვნელოვანია აღინიშნოს შემდეგი:

- წიაღისეულის მოპოვების მოცულობის დამოკიდებულება ბუნებრივ პირობებზე და წიაღისეულის მარაგებზე;



- ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივი შეზღუდვლობა და კვლავწარმოების შეუძლებლობა;
- ბუნებრივი ფაქტორების დინამიკური ხასიათი;
- საბადოების ექსპლუატაციის სტადიურობა;
- საწყისი ინფორმაციის განუსაზღვრელობა;
- საინვესტიციო და საინოვაციო პროექტების რეალ-იზაციის ხანგრძლივობა;
- მაღალი კაპიტალტევადობა და კაპიტალურ დაბან-დებთან განხორციელების ხანგრძლივი პერიოდი;
- ინოვაციების განხორციელებისთვის საჭირო ინვესტიციების მაღალი რისკი სასარგებლო წიაღისეული საბადოების ძებნა-ძიებასა და დამუშავებაში;
- დამუშავებაში მყოფი საბადოების ეკონომიკური მაჩვენებლების მუდმივი გაუარესება ბუნებრივ ფაქტორებთან დაკავშირებით.

განსაკუთრებით ხაზი უნდა გაესვას იმას, რომ სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა სასიცოცხლო ციკლი (ათვისების დაწყებიდან მათ ლიკვიდაციამდე) საკმაოდ ხანგრძლივია. ამასთან დაკავშირებით საინოვაციო პროექტებში ინვესტიციების დაბანდება, პირველ ეტაპზე უკუგების არარსებობის გამო, აგრეთვე, იმ რისკით, რომ ეს ინვესტიციები შეიძლება საერთოდ უშედეგო აღმოჩნდეს და საწარმოში მოგების ნაცვლად იზარალოს კიდევ (განსაკუთრებით ნავთობ-გაზის საბადოების ძებნა-ძიებისა და ექსპლუატაციისას).

საინოვაციო პროექტების განხორციელება შეუძლებელია რისკის გარეშე, რომელიც წარმოადგენს საშიშროებას, სავარაუდო ზარალს ან ზიანს, რაც დაკავშირებულია რესურსების ნაწილობრივ დაკარგვასთან, დაგეგმილი მოგების მიუღებლობასთან ან გაუთვალისწინებელი ხარჯების წარმოშობასთან. ამრიგად საინოვაციო პროექტის განხორციელებისას რისკი შეიძლება გამოისახოს როგორც იმ ზარალის ალბათობა, რომელიც შეიძლება მიიღოს სამთო-გეოლოგიურმა საწარმომ ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების, ორგანიზაციისა და მართვის ახალი მეთოდების დანერგვისას, ახალი პროდუქციისა და მომსახურების ბაზრის მიერ მიუღებლობა.

სწორედ ეს სპეციფიკური თავისებურებები და რისკები განაპირობებს ქვეყნის ნავთობისა და გაზის მოპოვების დარგში მოქმედი უცხოური ნავთობკომპანიების შედარებით ნაკლებ აქტიურობას ინოვაციების განხორციელების საქმეში. კონტრაქტორი კომპანიები, იშვიათი გამონაკლისის გარდა, არსებული საბადოების მარაგის ათვისებაზე არიან კონცენტრირებული და არასათანადო ყურადღება ექცევა ძებნა-ძიებით საშუალებებს ახალი საბადოების აღმოჩენის მიზნით, რასაც შედეგად მოჰყვა ნავთობმოპოვების თანდათანობით კლება. 2004 წლის შემდეგ და 2012 წლისთვის ნავთობის მოპოვება 49 500 ტონას შეადგენდა, 2013 წლისათვის კი 47 863 ტონამდე შემცირდა, დღეისათვის საქართველოში ნავთობისა და გაზის ოპერაციებს 11 კონტრაქტორი კომპანია აწარმოებს შესაბამის სალიცენზიო ბლოკებზე. ექსპერტების შეფასებით, ნავთობის მოპოვების მაჩვენებლები უახლოეს მომავალში შეიძლება მნიშვნელოვნად გაიზარდოს, თუ კი დადასტურდება პერსპექტიული საბადოებიდან თუნდაც ერთ-ერთის საპროგნოზო რესურსული მაჩვენებლები.

**წინააღმდეგობები ინოვაციების დანერგვის საქმეში.** საინოვაციო პროცესის განხორციელების ძირითადი სირთულეები სამთო საწარმოების საქმიანობის სპეციფიკური თავისებურებების გარდა, დაკავშირებულია საკუთარი საშუალებების, ასევე არასაბიუჯეტო წყაროებით დაფინანსების უკმარისობასთან. წარმოების მოცულობების შემცირებისა და საწარმოების დაფინანსების მუდმივი დეფიციტის პირობებში შეუძლებელი ხდება ფულადი რესურსების წარმართვა საინოვაციო საქმიანობისათვის. საინოვაციო აქტიურობის განსაკუთრებით დაბალი დონით გამოირჩევა ის დარგები, რომლებიც ორიენტირებული არიან შიგა ბაზრის მოთხოვნების დაკმაყოფილებაზე. მათ შორის მოიაზრება სამთო, ქიმიური და არამადნეული ნედლეულის, ასევე ტექნიკური და სამშენებლო ინდუსტრიის ნედლეულის მომპოვებელი საწარმოები. თუმცა არც სათბობისა და მადნეული საბადოების დამამუშავებელი სამთო საწარმოები, რომლებიც ეწვეიან თავიანთი სასაქონლო პროდუქციის ექსპორტს და ძირითადად უცხოური ინვესტიციებით ფინანსდებიან, არ გამოირჩევიან თავიანთი საინოვაციო მოღვაწეობით. სამთო საწარმოებში ზოგადად დაბალია წარმოების ტექნოლოგიურობის, ტექნიკური გადაიარაღების და სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დონე. საბაზრო მოთხოვნებს (თუმცა ისიც დაბალ დონეზეა) ჩამორჩება საინოვაციო პროდუქციის წარმოება, ხოლო სამეცნიერო-კვლევითი დამუშავებები ყოველთვის არ გადაიქცევა პროდუქტად, რომელიც მზად იქნება წარმოებაში ეფექტიანად გამოსაყენებლად.

ამასთან, არსებობს სამართლებრივი და ორგანიზაციული ხასიათის პრობლემები ინტელექტუალური საკუთრების დაცვასა და გადაცემაში.

აქვე აღვნიშნავთ, რომ საკმარისად გაზრდილია გამოგონებებთან და პატენტებთან დაკავშირებული საფასურები საქართველოს მთავრობის 2010 წლის 28 ივლისის № 215 დადგენილების თანახმად – „ინტელექტუალური საკუთრების ობიექტების დაპატენტებასთან, რეგისტრაციასთან და დეპონირებასთან დაკავშირებული მომსახურების საფასურების დამტკიცების შესახებ“ საქართველოს მთავრობის 2010 წლის 3 ივლისის № 182 დადგენილებაში შეტანილ ცვლილებებსა და დამატებებში.

სამთო-გეოლოგიურ საწარმოთა საინოვაციო საქმიანობის შედარებით დაბალი დონე იმითაცაა განპირობებული, რომ საწარმოო სიმძლავრეების ცვეთა თითქმის 60-65 %-ის ტოლია. სიახლეების დანერგვას ზოგჯერ შეუძლია სტრესული მდგომარეობის შექმნა. ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს საქმიანობის შიანარსის და საშუალო ადგილის ახლებურად მოწყობით, საშუალების შესაძლო დაკარგვის შიშით, მუშაკთა გადამზადების აუცილებლობით და ა. შ. ცვლის რა სათანადო ადგილზე შრომის პირობებს, ტექნოლოგიური ინოვაციების დანერგვა პირდაპირ ან არაპირდაპირ ზეგავლენას ახდენს საწარმოთა ყველა მუშაკზე. ამიტომ მენეჯერებს, რომლებიც გვეგვიან და ატარებენ ცვლილებებს, ხშირად უწევთ დაპირისპირება წინააღმდეგობებთან.

ცნობილია ფაქტები, როდესაც არადროული და მოუფიქრებელი რეაქცია ხელმძღვანელებისა და მენეჯერების მხრიდან ასეთ წინააღმდეგობებზე იწვევს საინოვა-

ციო პოლიტიკის მთლიან ჩავარდნას და მნიშვნელოვან ზარალს. მიზეზი შეიძლება იყოს ადამიანისათვის ზოგადად დამახასიათებელი ინერტულობა და კონსერვატიზმი, რომელიც ქმნის შიგა და გარე წინააღმდეგობებს სიახლეებისადმი.

შეიძლება გამოიყოს ამ წინააღმდეგობების ფაქტორები. ინოვაციისადმი წინააღმდეგობის შიგაფაქტორად შეიძლება ჩაითვალოს სურვილის არქონა, ან მთლიანად უარის თქმა მონაწილეობაზე ამ პროცესში საწარმოს მართვის სხვა და სხვა დონის ხელმძღვანელობისა და მუშაკთა მხრიდან. წინააღმდეგობის ეს სახე შეიძლება იყოს როგორც შეგნებული, ისე შეუგნებელი ხასიათის და დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე. შიგა წინააღმდეგობის ძირითად ფაქტორებს შორისაა: შიგასაფერძო მართვის ხასიათი (კერძოდ, ისეთი ფუნქციები როგორცაა დაგეგმვა და კონტროლი), კომუნიკაციების განვითარებისა და ინფორმაციის შეგროვებისა და ანალიზის დონე, მოსამსახურეთა პროფესიული მომზადება, ფირმის ხელმძღვანელების მიერ მნიშვნელოვან გადაწყვეტილებათა მიღების პრაქტიკა.

ამჟამად ბევრ სამთო საწარმოს გააჩნია ცალსახად ცენტრალიზებული ბიუროკრატიული სტრუქტურა, სადაც არსებობს მუშაკთა დაქირავების, მათი საქმიანობის შეფასების და შრომის ანაზღაურების ჩამოყალიბებული სისტემა, ასევე გადაწყვეტილებათა მიღების და ფუნქციების განაწილების ცენტრალიზებული ფორმები, პრაქტიკულად არ არსებობს უფლებამოსილებათა დელეგირების სისტემა. ასეთ სტრუქტურებში არსებობს ყველა თანამშრომლისათვის აუცილებელი ქცევის ნორმები და სტილი, რომლებიც გვევლინება საწარმოს კულტურის ნაწილად. განსაკუთრებულ მნიშვნელოვან როლს შიგასაფერძო მართვაში თამაშობს დაგეგმვის ჩამოყალიბებული სისტემა. განვითარების გრძელვადიანი სტრატეგიული გეგმები ხშირად ქმნის სიტუაციებს, როდესაც ხელმძღვანელს უბრალოდ არ შეუძლია აღიქვას გაუთვალისწინებელი სიტუაციები, რომლებიც არ არის გათვალისწინებული საწარმოს სტრატეგიაში. უფრო მეტიც, საწარმოთა წარმატებული მუშაობა ამ სტრატეგიით ხელმძღვანელობას გარკვეულ წილად უბიძგებს ინოვაციების მნიშვნელობის შეუფასებლობისაკენ.

შიგასაფერძო კომუნიკაციების სისტემის წინააღმდეგობების დონე ინოვაციებისადმი დიდად არის დამოკიდებული ინფორმაციის შეგროვებისა და ანალიზის ორგანიზებაზე, მართვის დონეების რაოდენობაზე, რომლებშიც მოძრაობს ეს ინფორმაცია და უკუკავშირის არსებობაზე, ანუ საწარმოს ყველა დაინტერესებული პირის ინოვაციებთან თავისუფალ დაშვებაზე.

ხელმძღვანელს ყოველთვის შესაძლებლობა აქვს გარედან ინფორმაციის მიღებაზე. სრული სურათის გარეშე, შეზღუდული, თვით ყველაზე გამოცდილი მენეჯერიც კი უუნაროა გაითვალისწინოს ყველა ალტერნატიული სტრატეგია ფირმის რესურსების გამოყენებისათვის კონკურენტუნარიანობის ასამაღლებლად. სწორედ დაგეგმვა სტრატეგიული ინოვაციების პროცესის განუყოფელი ნაწილი. სახელდობრ მიმდინარე გეგმებითაა გათვალისწინებული ინფორმაციის შეგროვება გარე გარემოში მიმდინარე ცვლილების შესახებ, რაც ფირმას საშუალებას აძლევს მოახდინოს ადაპტირება ახალ პირობებთან. მა-

გრამ რაც არ უნდა სრულყოფილი იყოს ინფორმაციის შეგროვების და დამუშავების სისტემა, მაინც ხდება ერთი ფილტრაცია და მეორეზე აქცენტის გადატანა. ამრიგად, ხელმძღვანელს უკვე ეზღუდება უნარი მიიღოს სწორი გადაწყვეტილება და განსაზღვროს ეფექტური ინოვაციური ალტერნატივა.

ამიტომ, ინოვაციებისადმი წინააღმდეგობის ნეიტრალიზება დაქვემდებარებულთა მხრიდან შეიძლება მათი თავისუფლად დაშვებით ინოვაციებთან. მუშაკებმა უნდა იცოდნენ ამა თუ იმ ინოვაციის დანერგვის სარგებლიანობა როგორც მთლიანად საწარმოსათვის, ასევე თითოეული მათგანისათვის.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გადაწყვეტილების მიღების პროცესს. თუ ფირმაში არსებობს გადაწყვეტილების მიღების ავტორიტარული ან ერთპიროვნული პრაქტიკა, მაშინ ადამიანისათვის დამახასიათებელი სუბიექტივიზმი შეიძლება იყოს ინოვაციების ძლიერი მუხრუჭი.

და ბოლოს, ფირმის საბაზრო სტრატეგია დიდად განსაზღვრავს მის საინოვაციო პოტენციალს. ფირმის ხელმძღვანელობა, რომელიც იყენებს აგრესიულ, შემტევ სტრატეგიას, ან აქვს ფართო დივერსიფიცირებული წარმოება, როგორც წესი, ავლენს მაღალ ნოვატორულ ორიენტაციას და დიდ ყურადღებას აქცევს ინფორმაციის ნაკადს გარე გარემოს შესახებ.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ბიზნესის სხვა სფეროებთან შედარებით სამთო-გეოლოგიური დარგის საინოვაციო ბიზნესში უფრო მეტი რისკია. სწორედ ამიტომ ამ დარგისათვის საინოვაციო პროექტების დასაფინანსებლად საჭირო ინვესტიციების დისკონტირებისას დისკონტის კოეფიციენტად მხოლოდ ბანკის პროცენტის გამოყენება არ იქნება მართებული.

ამრიგად, ყოველ ინოვაციას თან ახლავს წინააღმდეგობები, შიგას მიეკუთვნება ხელმძღვანელთა და მუშაკთა კონსერვატიზმი, ინფორმაციის ნაკლებობა და კომუნიკაციების სისუსტე ფირმის ცალკეულ სამსახურებს შორის. გარეშე კი მოიაზრება საფინანსო ინსტიტუტები, მასობრივი ინფორმაციის საშუალებები, პროფკავშირები, განათლების სისტემა და სახელმწიფო უწყებები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენებისათვის შიგა ბაზრის მოთხოვნათა უზრუნველყოფის, იმპორტრანაცვლების აქტიური პოლიტიკის გატარებისა და მოსახლეობის დასაქმების მნიშვნელოვანი ზრდისათვის აუცილებელია მცირე და საშუალო მეწარმეობის განვითარების რეალური ხელშეწყობა, მათი საინოვაციო საქმიანობის გააქტიურების გზით. ამის შესაძლებლობას იძლევა ის გარემოება, რომ ქვეყანაში ჯერ კიდევ არსებობს მაღალკვალიფიციური კადრები, შესაბამისი სამეცნიერო საწარმოო ბაზა და სხვა ხელსაყრელი პირობები.

ჩვენი აზრით მნიშვნელოვანია მინერალური რესურსების ძებნა-ძიების, მოპოვება-გადამუშავების რაციონალური ტექნოლოგიური სქემების და მიღებული პროდუქციის რეალიზაციის ეფექტიანი მმართველობითი ღონისძიებების შემუშავება, სადაც ნიშანდობლივია ინოვაციური საქმიანობის პოლიტიკის სწორი მიმართულებით წარმართვა, როგორც საერთო-სახელმწიფო სამეცნიერო-ტექნიკურ-

ტექნოლოგიური პოლიტიკის ნაწილისა, რომელიც მოწოდებული იქნება უზრუნველყოს სათანადო მოწინავე პოტენციალის ამოქმედება-ათვისება, სათანადო სამართლებრივი, ეკონომიკური, ორგანიზაციული და მმართველობითი ღონისძიებების შემუშავება-გატარებით.

**დასკვნა**

როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, საქართველოს სამთო და გეოლოგიურ საწარმოებში მიუხედავად მრავალი შიგა თუ გარე ფაქტორის წინააღმდეგობისა, მაინც მიმდინარეობს საინოვაციო საქმიანობა. შეძლებისდაგვარად ინერგება სამთო ტექნიკის და ტექნოლოგიის მეორადი სიახლეები, რასაც ხელს უწყობს დარგში მოქმედი უცხოელი კონტრაქტორებიც. ზოგიერთი ტექნიკურ-ტექნოლოგიური სიახლე ლაბორატორიულ გამოცდას არ გასცდენია, არადა ავტორთა აზრით, მათი პრაქტიკული რეალიზაცია საწარმოების მუშაობის ეკონომიკურ ეფექტიანობას გარკვეულწილად აამაღლებდა.

ინოვაციები ხორციელდება როგორც ტექნოლოგიური, ისე პროდუქტული და მარკეტინგული სახით. ზოგიერთ სამთო-გეოლოგიურ საწარმოში ჩატარებულია მმართველობითი ხასიათის ინოვაციები, რაც გამოიხატა მართვის სტრუქტურების გამარტივებაში.

მიუხედავად ამისა, დარგის საწარმოებში მაინც არასაკმარისი ტემპით მიმდინარეობს სიახლეების დანერგვა, რაშიც თავისი საქმიანობის სპეციფიკური ხასიათის გამო, ბევრ წინააღმდეგობას აწყდებიან. ჯანსაღი საინოვაციო კლიმატის შესაქმნელად საჭიროდ მიგვაჩნია მარეგულირებელი და ზემდგომი ორგანოებიდან მეტი ყურადღების გამოჩენა ამ საკითხის მიმართ. საწარმოებში კი ინოვაციების მატერიალური და მორალური მხარდაჭერისათვის და სიახლეების დანერგვისათვის უნდა შეიქმნას, ფინანსური შესაძლებლობების ფარგლებში სპეციალური საინოვაციო ფონდები.

**TABATADZE G., LOBJANIDZE G., BUTULASHVILI T., TSERTSVADZE B. ANALYSIS OF INNOVATION ACTIVITIES OF MINING AND GEOLOGICAL ENTERPRISES**

It is known that the success and competitiveness of the enterprises and firms is conditioned by their innovative activities. With this point of view in the article is analysed the problem of introduction of new techniques in our mining and geological enterprises. It is stated, that in spite of some positive situation it must be said that innovative activities, generally is on the low level. It is conditioned by as specific peculiarity of their activities, as well by some subjective and objective factors. On the base of analysis is planned some measures for making more active the innovative activities of the above-mentioned enterprises.

**ლიტერატურა**

1. ა. აბრალავა, ლ. გვაჯაია, რ. ქუთათელაძე. საინოვაციო მენეჯმენტი. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2009. 263 გვ.
2. ე. ბარათაშვილი, ვ. დათაშვილი, გ. ნაკაიძე, რ. ქუთათელაძე. ინოვაციების მენეჯმენტი. თბილისი, 2008. 302 გვ.
3. ნ. თევზაძე, ი. თავაძე, ა. ჭიჭინაძე, მ. შარიქაძე. კორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვის შედეგები საქართველოში. „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, №3 (8), თბილისი, 2003. გვ. 94-103.
4. გ. ლობჯანიძე. ტექნიკურ-ტექნოლოგიური პროგრესი საქართველოს სამთო მრეწველობაში. „მენეჯმენტი და ტექნოლოგიები“, №4-6, თბილისი, 2005. გვ. 13-19.
5. ს. მახარაძე, ზ. საღუნაშვილი. ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანახშირის ცემენტის წარმოებაში გამოყენების ანალიზი. „სამთო ჟურნალი“, №1 (24), თბილისი, 2010. გვ. 94-99.
6. ა. სამადაშვილი. სამეწარმეო და ტექნოლოგიური ინოვაციათა მენეჯმენტი. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2009. 246 გვ.
7. რ. სტურუა, გ. სამხარაძე, გ. იაკიმენკო. ფარანის საბადოს პერლიტის გამოყენება ქალაქის წარმოებაში. „სამთო ჟურნალი“, №2 (27), თბილისი, 2011. გვ. 36-37.
8. გ. ტაბატაძე. ინოვაციები. „სოციალური ეკონომიკა“, №2 (2), თბილისი, 2009. გვ. 82-86.
9. ლ. ჩიქავა. ინოვაციური ეკონომიკა. „სიახლე“, თბილისი. 2006. 450 გვ.
10. Хотяшева О. М., Инновационный менеджмент, 2-е издание. Санкт-Петербург, 2006. 384 с.
11. Paul Trott, Innovation Management and New Product Development, Financial Times/Prentice Hall, 2008, p. 581.

**ТАБАТАДЗЕ Г. П., ЛОБЖАНИДЗЕ Г. З., БУТУЛАШВИЛИ Т.Л., ЦЕРЦВАДЗЕ Б. АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Как известно, успешность и конкурентноспособность любого предприятия (в том числе горных и геологических) обусловлена их инновационной деятельностью. С этой точки зрения в работе проанализирована ситуация в деле внедрения инноваций на вышеупомянутых предприятиях. Отмечено, что несмотря на некоторое улучшение дел в этой сфере, уровень внедрений инноваций остаётся низким. Это обусловлено как специфическими особенностями работы горных и геологических предприятий, так и субъективными и объективными факторами. На основе анализа намечены некоторые мероприятия по улучшению инновационной деятельности вышеуказанных предприятий.



**თამაზ ლომინაძე**

**TAMAZ LOMINADZE**

**ТАМАЗ ЛОМИНАДЗЕ**

ქართული გეოლოგიური სკოლის თვალსაჩინო წარმომადგენელს, მინერალური ნედლეულის საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსს, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნ. დოქტორს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სრულ პროფესორს თამაზ არჩილის ძე ლომინაძეს დაბადებიდან 80 და სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის 55 წელი შეუსრულდა.

თ. ლომინაძე დაიბადა 1934 წლის 11 ივლისს, ქ. თბილისში, მოსამსახურის ოჯახში. 1953 წელს, თბილისის № 1 საშუალო სკოლის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ, სწავლა განაგრძო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე. 1958 წელს, ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ, მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნ. აკადემიის პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში, თავდაპირველად უმცროსი მეცნ. თანამშრომლის, ხოლო 1966 წლიდან – უფროსი მეცნ. თანამშრომლის თანამდებობაზე. 1966 წელს დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 1979 წელს – სადოქტორო დისერტაცია.

1981 წლიდან 2007 წლამდე იგი იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გეოლოგიისა და პალეონტოლოგიის კათედრის გამგე, 2007-20011 წწ. – მიმართულების ხელმძღვანელი, ხოლო 2009 წლიდან დღემდე სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის სრული პროფესორია და მაგისტრატურის საგანმანათლებლო პროგრამის – “გეოლოგია” კოორდინატორი და სამეცნიერო სემინარის ხელმძღვანელი.

პროფ. თ. ლომინაძე არის ევროპის სამხრეთი ზოლის იურული ნალექების სტრატეგრაფიისა და ფაუნის აღიარებული მკვლევარი. მას შესწავლილი აქვს საქართველოს, ჩრდილოეთ კავკასიის, სომხეთის, აზერბაიჯანის, ყირიმისა და რუმინეთის ზედაიურული ნალექების სტრატეგრაფია. მან შეადგინა კავკასიის ზედაიურული ნალექების სტრატეგრაფიული დანაწილების ახალი სქემები და მოახდინა ამ ნალექების კორელაცია მეზობელი რეგიონებისა და დასავლეთ ევროპის სინქრონულ წარმონაქმნებთან. პირველმა ჩვენს ქვეყანაში, დაიწყო განამარხებული ორგანიზმების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ჯგუფის – ამონოიდების კვლევა რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით. მანვე პირველად გამოიყენა მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები იურული ამონოიდების

კვლევის საქმეში. ნიჟარის აგებულების ცალკეული ელემენტების მორფო-ფუნქციური ანალიზის საფუძველზე დაამუშავა ამ ორგანიზმების კვლევის ახალი მეთოდების თეორიული საფუძვლები. მის მიერ მონოგრაფიულად არის შესწავლილი პრაქტიკული სტრატეგრაფიისთვის მნიშვნელოვანი გვიანბურული ამონიტების უმთავრესი ჯგუფები.

პროფ. თ. ლომინაძის მეცნ. კვლევის შედეგები მოცემულია 160-მდე ნაშრომში. მათ შორის 6 მონოგრაფიაა, 50-მდე ნაშრომი კი გამოქვეყნებულია საზღვარგარეთის ქვეყნების წამყვან სამეცნიერო ჟურნალებში. იგი მრავალჯერ წარსდგა მოხსენებით საერთაშორისო სიმპოზიუმებზე (გერმანია, საფრანგეთი, რუსეთი, ესპანეთი არგენტინა და სხვ.), სადაც ღირსეულად წარმოაჩინა ქართული გეოლოგიური მეცნიერების მაღალი დონე.

1983 წელს თ. ლომინაძეს მიენიჭა საქართველოს მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსის ალ. ჯანელიძის სახელობის პრემია.

სამ ათეულ წელზე მეტია, რაც პროფ. თ. ლომინაძე ნაყოფიერ პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ საქმიანობას ეწევა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე. კითხულობს სალექციო კურსს წამყვან სასწავლო დისციპლინებში – “რეგიონალური გეოლოგია” და “საქართველოს გეოლოგია”, ხელმძღვანელობს სასწავლო-გეოლოგიურ პრაქტიკებს, სტუდენტთა სამეცნიერო მუშაობას. მისი უშუალო ხელმძღვანელობითა და ხელშეწყობით განახლდა კათედრის სამეცნიერო-ტექნიკური და სასწავლო ბაზა, მომზადდა ახალი სასწავლო პროგრამები, მეთოდური მითითებები და სახელმძღვანელოები, დაცული იქნა საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაციები.

პროფ. თ. ლომინაძემ თავლსაჩინო წვლილი შეიტანა სამამულო გეოლოგიური მეცნიერებების – სტრატეგრაფიისა და პალეონტოლოგიის განვითარებაში. მისი სახით ქართულ გეოლოგიურ საზოგადოებას ჰყავს მსოფლიოში აღიარებული მკვლევარი. იგი არის რუსეთის პალეონტოლოგიური საზოგადოების, საქართველოს გეოლოგიური საზოგადოების, რამდენიმე სამეცნიერო საბჭოს წევრი, საუნწყებათმშორისი სტრატეგრაფიული კომიტეტის იურული კომისიის თავმჯდომარე, ჟურნალების – “საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები”, “საქართველოს ნავთობი და გაზი” – რედკოლეგიების წევრი, არჩეულია მინერალური რესურსების საერთაშორისო აკადემიის ნამდვილ წევრად. წლების განმავლობაში იყო საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის საპრობლემო საბჭოს – “ცხოველთა და მცენარეული სამყაროს წარმოშობა და განვითარების გზების” ამონიღეების კომისიის, საუნწყებათმშორისო სტრატეგრაფიული კომიტეტის იურული კომისიის, საერთაშორისო სტრატეგრაფიული კომიტეტის კალოვიური და ოქსფორდული სამუშაო ჯგუფების წევრი.

ჯანმრთელობა და ნაყოფიერი შემოქმედებითი მოღვაწეობა ვუსურვოთ ბატონ თამაზ ლომინაძეს თავისი სამშობლოს საკეთილდღეოდ.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები,  
“სამთო ჟურნალის” სარედაქციო კოლეგია**



## გიორგი ყირმელაშვილი

## ГЕОРГИЙ КИРМЕЛАШВИЛИ

## GIORGI KIRMELASHVILI

ცნობილ ქართველ მეცნიერს, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მათემატიკის დეპარტამენტის სრულ პროფესორს გიორგი ყირმელაშვილს დაბადების 80 და სამეცნიერო – პედაგოგიური მოღვაწეობის 55 წელი შეუსრულდა.

იგი დაიბადა საგარეჯოს რაიონის სოფელ ხაშში 1934 წლის 23 ნოემბერს. 1952 წელს დაამთავრა ხაშმის საშუალო სკოლა. 1953 წლიდან სწავლა განაგრძო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მექანიკა-მათემატიკის ფაკულტეტზე, რომელიც დაამთავრა 1958 წელს.

მისი სამეცნიერო საქმიანობა დაიწყო უნივერსიტეტის დამთავრებისთანავე, როდესაც 1958 წლის სექტემბერში მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გ.წულუკიძის სახ. სამთო საქმის ინსტიტუტში (შემდგომში გ.წულუკიძის სახ. სამთო მექანიკის და სსიპ გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი), სადაც მრავალი წლის მუშაობის განმავლობაში ეკავა სხვადასხვა თანამდებობები უფროსი ლაბორანტიდან დაწყებული, უფროსი მეცნიერი თანამშრომლის თანამდებობით დამთავრებული. იგი იყო ამ ინსტიტუტში ჰიდრომექანიზაციისა და ჰიდროტრანსპორტის ლაბორატორიის დაარსების ერთ-ერთი ინიციატორი და ორგანიზატორი. ამ

ინსტიტუტშივე მოამზადა დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად, რომელიც წარმატებით დაიცვა 1967 წელს.

1961-1964 წლებში იგი სწავლობდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასპირანტურაში, სადაც მისი სამეცნიერო ხელმძღვანელი იყო ცნობილი მეცნიერი ჰიდროაერომექანიკის დარგში, მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი ი. ლივურდოვი, რომელიც სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწეოდა არა მხოლოდ მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, არამედ მოსკოვის ავიაციის ინსტიტუტში და არტილერიის აკადემიაში, სადაც ხელმძღვანელობდა თეორიული მექანიკის კათედრას.

ბატონი გიორგის სამეცნიერო მოღვაწეობის სფერო მოიცავს სადანწეო მილსადენებში მრავალფაზიანი ნაკადების მოძრაობისას არასტაციონარული პროცესების კვლევას. ამ მიმართულებით მის მიერ შესრულებულია ფუნდამენტური თეორიული და ფართომასშტაბიანი ექსპერიმენტული კვლევები, რომელთა შედეგებმა საყოველთაო აღიარება ჰპოვა საერთაშორისო სამეცნიერო წრეებში. ამ შედეგების გარკვეული ნაწილი შეტანილია ნორმატიულ დოკუმენტებში და მრავალფაზიანი ნაკადების ენციკლოპედიებში. მისი მოხსენებები საერთაშორისო

კონფერენციებზე და კონგრესებზე მუდამ მაღალ შეფასებას იმსახურებდა, რამაც საერთაშორისო აღიარება მოუტანა ავტორს. იგი მრავალი (60-ზე მეტი) საერთაშორისო, საკავშირო და რესპუბლიკური კონფერენციის, სიმპოზიუმის, კონგრესის, თათბირის მონაწილეა.

ბატონი გიორგი 150-მდე გამოქვეყნებული ნაშრომის ავტორია, მათ შორის ოთხი მონოგრაფიის, ორი სახელმძღვანელოს, ხუთი დამხმარე სახელმძღვანელოს უმაღლესი სკოლებისათვის და 14 გამოგონების.

მისი მონაწილეობით დამუშავებული ტექნიკური გადაწყვეტების გარკვეული ნაწილი რეალიზებულია ჩვენი ქვეყნის და საბჭოთა კავშირის მრავალ სამრეწველო ობიექტზე. მიღებულია მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და მიღწეულია სოციალური ეფექტი, რისთვისაც დაჯილდოებულია მედლით "საბჭოთა კავშირის გამომგონებელი".

მისი უშუალო მონაწილეობით შესრულებული იყო საკვლევეო და დანერგვითი სამუშაოები საბჭოთა კავშირის შიდროენერგეტიკის ისეთ უმნიშვნელოვანეს ობიექტებზე, როგორიც არის ვოლჟის, ბრატსკის, კრასნოიარსკის, ზეას შიდროელექტროსადგურები, აგრეთვე სამთო და სამთამადნო მრეწველობის უმსხვილესი ობიექტები.

1970 წლიდან ბატონი გიორგი ძირითადად პედაგოგიურ მოღვაწეობაზე გადაერთო საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში (შემდგომში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი), სადაც თავდაპირველად მუშაობდა უმაღლესი მათემატიკის №3 კათედრის ასისტენტის, შემდეგ დოცენტის და

პროფესორის თანამდებობებზე. მას არც ამის შემდეგ შეუწყვეტია სამეცნიერო საქმიანობა. მისი უშუალო მონაწილეობით სრულდებოდა როგორც საბიუჯეტო, ასევე სახელშეკრულებო საკვლევეო სამუშაოები. მას მჭიდრო კავშირი აქვს აგრეთვე სსიპ გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიასთან.

1990 წელს, საქრთველოს ენერგეტიკის და შიდროტექნიკურ ნაგებობათა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში, მან წარმატებით დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე: "შიდრაული დარტყმის თეორია და გაანგარიშების მეთოდები დაწინიან შიდროსატრანსპორტო მილსადენებში".

მიუხედავად ხანდაზმულობისა, იგი დღესდღეობითაც მისთვის ჩვეული ენერგიით აგრძელებს ლექციების კითხვას საინჟინრო მათემატიკაში, რისთვისაც დაჯილდოებულია ღირსების ორდენით. 2001 წლიდან იგი საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირის წევრია.

განსაკუთებით აღსანიშნავია ბატონი გიორგის ადამიანური თვისებები: უდიდესი შრომისმოყვარეობა, პატიოსნება, საქმისადმი პასუხისმგებლობა, ახალგაზრდობისადმი უდიდესი სიყვარული, რითაც დიდი პატივისცემა მოიპოვა კოლეგებსა და მრავალრიცხოვან მონათვეებს შორის.

ვულოცავთ ბატონ გიორგის მნიშვნელოვან საიუბილეო თარიღებს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, დიდხანს სიცოცხლეს, ხანგრძლივ ნაყოფიერ შემოქმედებით მოღვაწეობას.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი,  
მათემატიკის დეპარტამენტი,  
სსიპ გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
საქართველოს მათემატიკოსთა კავშირი,  
"სამთო ჟურნალის" სარედაქციო კოლეგია



**ნიკოლოზ ტყემალაძე**

**НИКОЛОЗ ТКЕМАЛАДЗЕ**

**NIKOLAZ TKEMALADZE**

მიმდინარე წლის აგვისტოში შესრულდა 110 წელი ღვაწლმოსილი სამთო ინჟინრისა და პედაგოგის ნიკოლოზ ტყემალაძის დაბადებიდან.

იგი დაიბადა თბილისში 1904 წელს, სიონის საკათედრო ტაძრის დეკანოზ მარკოზ ტყემალაძის ოჯახში.

1922 წელს დაამთავრა ტექნიკუმი, ხოლო 1930 წელს – საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის სამთო-საინჟინრო ფაკულტეტი, რის შემდეგაც ნიჭიერი ახალგაზრდა სპეციალისტი დატოვეს ინსტიტუტში ასისტენტის თანამდებობაზე სამუშაოდ. ამავდროულად იგი მუშაობდა თბილისში “მანგანუმტრესტის” წარმომადგენლად. მიუხედავად ამისა, 1937 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე ბატონ ნიკოლოზს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო ფაკულტეტთან კავშირი არასოდეს გაუწყვეტია. იგი ხელმძღვანელობდა სამთო მანქანებისა და მაღაროს ტრანსპორტის კათედრას, იყო სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანი, ინსტიტუტის პრორექტორი სასწავლო დარგში.

პედაგოგიურ მოღვაწეობასთან ერთად ბატონი ნიკოლოზი წლების განმავლობაში ეწეოდა აქტიურ სამეცნიერო-საკვლევო და საპროექტო მუშაობას – იყო “საქსახპროექტის” მთავარი ინჟინერი, ტრესტ “საქმახტპროექტის” მმართველი, კომბინატ “საქნახშირის” მთავარი ინჟინერი და უფროსის მოადგილე. მისი ხელმძღვანელობით დამუშავდა ტყიბულის, ტყვარჩელისა და ახალციხის ქვანახშირის შახტების პროექტები და სხვ. ავტორია სახელმძღვანელოებისა ქართულ ენაზე “მაღაროს ტრანსპორტი” და “სამთო საწარმოთა დაპროექტება”.

განსაკუთრებული დამსახურებისათვის სამთო საქმის განვითარებაში, არა მხოლოდ საქართველოში, არამედ მთელი საბჭოთა კავშირის მასშტაბით, მას მინიჭებული ჰქონდა სამთო გენერლის წოდება.

ყველას, ვისაც კი საქმე ჰქონია ბატონ ნიკოლოზ ტყემალაძესთან, კარგად ახსოვს მისი განსაკუთრებული მზრუნველობა, რომელსაც იგი იჩენდა სტუდენტებისა და ახალგაზრდა თაობის სპეციალისტების მიმართ. ყოველივე ამან მას დიდი სიყვარული და პატივისცემა მოუპოვა სტუდენტებსა და სამთო დარგის მუშაკთა შორის.

ბატონი ნიკოლოზი გარდაიცვალა 1968 წელს, სრულიად მოულოდნელად, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოს სხდომის მიმდინარეობისას.

მისი სახელი და პატივისცემა არასოდეს წაიშლება არა მხოლოდ მისი მოწაფეების გულებში, არამედ სამთო საქმის ისტორიაში, მანამ საქართველოში იარსებებს სამთო მრეწველობა, რის გარეშეც წარმოუდგენელია ჩვენი ქვეყნის აწყობა და მომავალი.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
 სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანატი და  
 მისი პროფესორ-მასწავლებლები,  
 გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლები,  
 “სამთო უურნალის” სარედაქციო კოლეგია





## ვახტანგ მუსხელიშვილი

ВАХТАНГ МУСХЕЛИШВИЛИ

VAKHTANG MUSHELISHVILI

90 წელი შესრულდა ცნობილი ქართველი სამთოელის, ქართველი სამთო მექანიკოსთა სკოლის ერთ-ერთი თვალსაჩინო წარმომადგენლის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო მანქანების, მაღაროს სტაციონარული დანადგარებისა და ტრანსპორტის კათედრის ყოფილი ხელმძღვანელის და ღვანწმოსილი პედაგოგის, პროფესორ ვახტანგ მუსხელიშვილის დაბადებიდან.

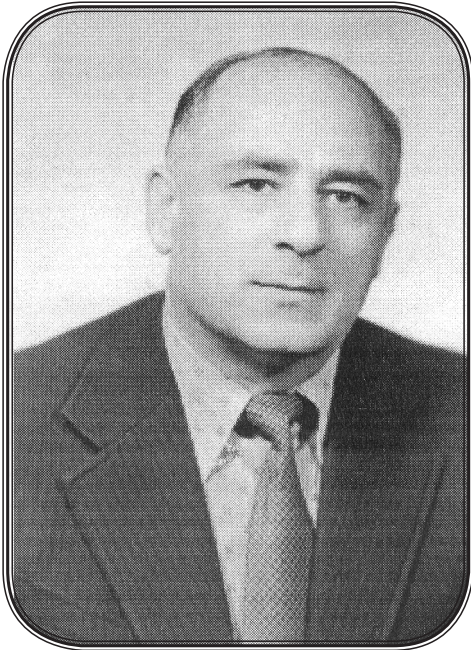
ბატონი ვახტანგი ვახლდათ აკადემიკოს ა. ძიძიგურის მიერ აღზრდილი ქართველ სამთოელთა პირველი თაობის წარმომადგენელი, რომელმაც ფასდაუდებელი ამაგი დასდო საქართველოში მაღალი კვალიფიკაციის სამთო მექანიკოსების მომზადებას.

ვახტანგ მუსხელიშვილი დაიბადა 1924 წლის 1 აგვისტოს თბილისში, ცნობილი ისტორიკოსის – ლევან მუსხელიშვილის ოჯახში. მან 1948 წელს წარჩინებით დაამთავრა საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტი სამთო ინჟინრის კვალიფიკაციით. 1949 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე ბატონი ვახტანგის შრომითი საქმიანობა მთლიანად იყო დაკავშირებული საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტთან (შემდგომში – საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი). 1958 წელს მან წარმატებით დაიცვა დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. ერთი წლის შემდეგ მიენიჭა დოცენტის, ხოლო 1976 წელს პროფესორის სამეცნიერო წოდება. 1973-1989 წლებში ბატონი ვახტანგი იყო სამთო მანქანების, მაღაროს სტაციონარული დანადგარებისა და ტრანსპორტის კათედრის გამგე, სადაც მოღვაწეობდა დამსახურებულ პენსიაზე გასვლამდე. მთელი ამ ხნის განმავლობაში მან ქართველ სამთოელთა არაერთი ღირსეული თაობა აღუზარდა ქვეყანას.

ბატონი ვახტანგი წარმატებით კითხულობდა ლექციებს სპეციალურ დისციპლინებში: სამთო მექანიკა, ჰიდრაულიკა და სამთო მანქანების ჰიდრო-ჰნეემო ამძრავი, ჰიდრომანქანები და კომპრესორები. მისი მაღალპროფესიულ დონეზე წაკითხული ლექციები ყოველთვის იზიდავდა მსმენელთა ფართო აუდიტორიას. იყო ავტორი ქართულ ენაზე პირველად გამოცემული არაერთი სახელმძღვანელოსი. პარალელურად ეწეოდა აქტიურ სამეცნიერო-საკვლევო საქმიანობას. იყო მრავალი მეთოდური მითითების, მონოგრაფიის, 120-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის და 8 გამოგონების ავტორი, მრავალი წლის განმავლობაში სამთო პროფილის სადისერტაციო საბჭოს წევრი და სწავლული მდივანი.

ბატონი ვახტანგის მაღალმა ერუდიციამ, პროფესიონალიზმმა, განსწავლულობამ, საუკეთესო ადამიანურმა და პედაგოგიურმა თვისებებმა მას მრავალი მეგობარი შესძინა მონაფევებსა და კოლეგებს შორის, რომელთათვისაც მისი ხსოვნა დაუვიწყარია.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანატი და მისი პროფესორ-მასწავლებლები,  
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლები,  
“სამთო ურნალის” სარედაქციო კოლეგია



**ბორის დემეტრაძე**

**БОРИС ДЕМЕТРАДЗЕ**

**BORIS DEMETRADZE**

ამა წლის 5 იანვარს დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდებოდა ცნობილ ქართველ სამთოელს, ქართველ სამთოელთა მაღალკვალიფიციური კადრების აღზრდის დიდ მოამბეს, საზოგადოებრივ-პოლიტიკურ მოღვაწეს, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრს, მეცნიერების და ტექნიკის დარგის საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატს, ღირსების ორდენის კავალერს, “სამთო უურნალის” ერთ-ერთ დამაარსებელს და მის პირველ მთავარ რედაქტორს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების კათედრის ყოფილ გამგეს, პროფესორ ბორის დემეტრაძეს.

იგი დაიბადა 1934 წლის 5 იანვარს ქ. თბილისში. 1952 წელს წარჩინებით დაამთავრა ქ. თბილისის მე-11 საშუალო სკოლა და სწავლა განაგრძო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე, რომლის დამთავრებისთანავე შრომითი საქმიანობა დაიწყო დონეცის აუზის ქ. გორლოვკის შახტებზე, სადაც თავი გამოიჩინა, როგორც ნიჭიერმა, ენერგიულმა და შრომისმოყვარე ახალგაზრდა სამთო ინჟინერმა.

1960 წელს ბატონი ბორისი დაუბრუნდა მშობლიურ ქალაქს, სადაც დაიწყო მისი მრავალმხრივი საზოგადოებრივი და პოლიტიკური მოღვაწეობა, რომელიც ძალზე მოკლედ შეიძლება ასე ჩამოყალიბდეს: იყო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის პარტიული კომიტეტის მდივანი, ქ. თბილისის ორჯონიკიძის რაიონის აღმასკომის თავმჯდომარე, საქართველოს კომპარტიის ქ. თბილისის ორგანიზაციის ამავე რაიონული პარტიული კომიტეტის პირველი მდივანი. პატიოსანი, უმწიკველო, ენერგიული და გულისხმიერი საქმიანობით, შრომით და მოღვაწეობით მან აღნიშნულ სფეროში ნათელი კვალი დატოვა, საზოგადოების უდიდესი პატივისცემა და სიყვარული მოიპოვა.

1973 წლიდან ბატონი ბორისი დაუბრუნდა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტს (შემდგომში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი) და თავისი ცხოვრება და მოღვაწეობა მთლიანად დაუკავშირა სამთო საინჟინრო კადრების აღზრდას. ამ სფეროში იგი იმ ქართველ სამთოელთა რიცხვს მიეკუთვნება, რომელთაც ფასდაუდებელი ამაგი დასდეს სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე სასწავლო პროცესის ორგანიზებას,

დახვეწასა და სრულყოფას, ახალგაზრდა სამთოელთა და გეოლოგთა აღზრდას, სტუდენტთა და პროფესორ-მასწავლებლების სოციალურ-ეკონომიურ მდგომარეობის გაუმჯობესებას. სწორედ მისი უდიდესი ძალისხმევის შედეგად 1991 წელს ექსპლუატაციაში შევიდა მსოფლიოში უნიკალური შახტი-ლაბორატორია, რისთვისაც მას სხვა კოლეგებთან ერთად მეცნიერების და ტექნიკის დარგში საქართველოს სახელმწიფო პრემია მიენიჭა.

პედაგოგიური მოღვაწეობის პარალელურად ბატონი ბორისი სამეცნიერო საქმიანობას ეწეოდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმთან არსებული საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელ კომისიაში, წლების განმავლობაში იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გ. წულუკიძის სამთო მექანიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი, ავტორი მრავალი სამეცნიერო ნაშრომისა. ტექნიკური პროფილის უმაღლესი სკოლის სტუდენტებისათვის შეადგინა რიგი სახელმძღვანელოებისა და მეთოდური სამუშაოებისა წიაღისეულის საბადოების დამუშავების სფეროში. ყველა ამ დამსახურებისათვის ბატონ ბორისს მიენიჭა პროფესორის წოდება, 1999 წელს დაჯილდოებულ იქნა ღირსების ორდენით, 2000 წელს არჩეული იქნა საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრად-აკადემიკოსად.

ბატონ ბორისის უშუალო მცდელობით და გულისხმევით განხორციელდა ქართველ სამთოელთა დიდი ხნის ოცნება-დაარსდა სამეცნიერო, საინჟინრო, საინფორმაციო, ანალიზური “სამთო ჟურნალი”, რომლის დახვეწას და სრულყოფას დიდი რუდუნებით ცდილობა. სწორედ ამ ეტაპზე, სრულიად მოულოდნელად შეწყდა მისი ამქვეყნიური სიცოცხლე. განუხორციელებელი დარჩა მრავალი ოცნება, მათ შორის, მრავალენოვანი სამთო ტერმინოლოგიისა და განმარტებითი ლექსიკონის გამოცემა. გადაუმეტებლად შეიძლება ითქვას, რომ “სამთო ჟურნალი” დღესდღეობით ერთ-ერთი საუკეთესოა საინჟინრო-ტექნიკური პროფილის პერიოდულ გამოცემათა შორის.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ბატონი ბორისის ადამიანური თვისებები. იგი შემკული იყო ჭეშმარიტად ქართული გენისა და სამთოელის გამორჩეული ღირსებებით, რომელთაგან აღსანიშნავია პატიოსნება, შრომის მოყვარეობა, სამართლიანობა, გულისხმიერება, ადამიანთა მიმართ თანაგრძობა და თანადგომა, თავისი ქვეყნისა და ხალხის უსაზღვრო სიყვარული.

ბორის დემეტრაძის ნათელი ხსოვნა მარად დარჩება მისი კოლეგების, მეგობრების, მოწაფეების, მოწაფეთა მოწაფეების და ყველა იმ ადამიანთა გულში, ვისაც კი მასთან საქმიანი ადამიანური ურთიერთობა უხდებოდა ოდესმე.

საქართველოს სამთო საზოგადოება, რომლის გამგეობის თავმჯდომარე იყო იგი მრავალი წლის განმავლობაში, მისი კოლეგები, მოწაფეები კვლავაც განაგრძობენ საქმიანობას მისი ჩანაფიქრების განსახორციელებლად, რაც უკვდავყოფს ბატონი ბორისის სახელს.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
 მისი სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანატი,  
 პროფესორ-მასწავლებლები,  
 გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლები,  
 “სამთო ჟურნალის” სარედაქციო კოლეგია