

**ქიმიური ტექნოლოგია**

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

**კონსულტანტები**

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

**ბიულეტენი**

ზ. გიგლაძე, ი. ბახტაძე  
 თანამედროვე ტექნოლოგიების საფუძველზე  
 საპარტოველოს ნავთობისა და გაზის საძიებო და  
 მომწოდებელი დარგის ინტენსიური განვითარების  
 გზები.....5

ი. ლომინაძე, ჯ. ბაგრაძე, ნ. ცირლიაძე, დ. ჩხიკიძე,  
 დ. თაბაგარი  
 ლიკანის მეთოდური ასაკის ნაღებებში მტკანარი  
 წყლის ტაბურეტირება ჩატარებული საცდელ-  
 ფილტრაციული საფუძვლების შედეგების  
 ინტერპრეტაციის თავისებურებები.....10

3. ნადირაძე  
 ოქრობის ამაღლების ტექნოლოგიური აბაზულების  
 და გამაღვების თავისებურებები.....14

**ჰიდროგეოლოგია**

ბ. ჯაუჭავიძე, ნ. ჯაუჭავიძე, თ. ჰიტაია  
 თრუსოს ხეობის ნახშირმშავი წყლების დინამიკა  
 და ძირითადი შედეგების ფორმირების  
 თავისებურებები.....20

ნ. ჰიტაია  
 ხავსურეთის ნახშირმშავი მიწებზე წყლებში  
 მიკროკომპონენტების განაწილების  
 კანონზომიერებები.....24

ბ. ტუსკია, მ. ლაპიაშვილი  
 კლიმატური ფაქტორების გავლენა სტიქიური  
 ბიულეტენური პროცესების განვითარებაზე  
 აჭარაში.....29

ბ. ტუსკია, მ. ლაპიაშვილი  
 მდინარე მდინარეების კლასიფიკაცია აჭარაში.....31

დ. ვიზიანაძე  
 თბილისის წყალსაცავის სანიტორ-გეოლოგიური  
 პირობების ზომიერების საკითხი.....33

**სამთო მრეწველობის პრობლემები**  
 დ. ჩოგანიძე, მ. ბახტაძე  
 საპარტოველოს სამთო მრეწველობის განვითარების  
 ტენდენციები.....37

**საბადოთა მიწისქვეშა დაფუძვლება**  
 დ. კუპტაძე  
 სამთო დარბაზების წარმოქმნის პირობები,  
 მათგანში და ენერგია.....42

**მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობა**  
 ლ. ჯაფარიძე  
 დიან წყლის გაყვანილი ორბალიანი გვირაბის  
 სტატიკური განაგებობა.....45

**საბადოთა ღია დაფუძვლება**  
 თ. ფირცხალავა  
 ფარდოს მდინარის განაგებობა სიხვერთხის  
 ზემოთადადების გათვალისწინებით.....48

**საბადოთა წიაღისეულის გამდიდრება**  
 რ. სტურუა, ბ. ნახარაძე, ნ. ნახარაძე, ლ. ალექსიძე  
 პერლიტის ნაღებების, აფუქვული პერლიტის  
 ქვიშისა და საფილტრაციო პერლიტის ფხვნილის  
 ფიზიკურ-ტექნიკური პარამეტრების კვლევა  
 ლაზოკატორულ პირობებში.....51

ნ. ლომინაძე, ზ. არაბიძე  
 ოქრომომცველი სულფიდური მადნის  
 გაფორმების ნარჩენების გადამამუშავების  
 ბიოჰიდრომეტალურული ტექნოლოგიის  
 გამოყენების ანალიზი.....58

**სამთო ელექტრომთაბი**  
 ლ. მახარაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. ბაღაშვილი, თ. სოსია  
 მრავალსაფეხურიან მანქანებზე ნავთობსადავებო  
 ანატაციონალური პროცესების დროს წნევის  
 ნახარჯზე გადამამუშავებელი მოწყობილობების  
 გავლენის ანალიზისათვის.....60

3. სილაბაძე, ლ. მახარაძე, მ. ჯანაძე  
 სს „მადნეულის“ ადგილობრივი ტერიტორიის  
 მომდებარი რეგიონების წყალმომარაგების  
 სისტემის რეკონსტრუქციის ჰიდროლოგიური  
 ანალიზი.....63

**ტრანსპორტის სავაჭრო სანდოები**  
 ი. ნოზარია, დ. პატარია, ბ. ნოზარია, ბ. ჯანაძე,  
 თ. ჯანაძე, რ. მანუჩაძე, ბ. ფურცელაძე  
 მანქანის სატრანსპორტო სისტემების ძირითადი  
 კონსტრუქციული კვანძების გაუმჯობესების  
 გზები.....68

ი. ნოზარია  
 ფაქტორული პარამეტრების.....71

**აფეთქების ენერგიის გამოყენება**  
 ვ. ფიქრიაშვილი, ა. დგაგაძე, ბ. გოგიანი,  
 მ. მარტოვილი  
 ტანტალ-ალუმინის ინტერმეტალური ნაერთების  
 ფორმირება ცხლად აფეთქებით დაწნეული  
 ნივთიერებში.....74

ა. ფიქრიაშვილი, ბ. გოგიანი, ი. ჩაბელიანი,  
 მ. მარტოვილი, ა. დგაგაძე, ვ. ფიქრიაშვილი  
 ცხლად დარბაზში ტალღებით და წნეული  
 ნაწილობრივად მოქმედი ვოლფრამ-ვიტრის  
 კომპოზიციის სტრუქტურის შესწავლა.....80

**უსაფრთხოების ტექნიკა**  
 ი. ლანჩავა, ბ. ნოზარია, ნ. გოგიანი, ზ. ლანჩავა,  
 ნ. გოგიანი  
 სავაჭრო-გეოლოგიური გვირაბში ძირითადი ხანძრის  
 გამომწვევი საფრთხის ანალიზი.....86

**ეკოლოგია**  
 ზ. სვანიძე, თ. ცირციაძე, ბ. გოგიანი  
 ქ. თბილისის საპირფარეო აუზის ზომიერების  
 ლითონის გაფორმების დროს შეფასება  
 2011-2013 წლების მონაცემების მიხედვით.....90

**შრომის დაცვა**  
 ა. გოგიანი, ნ. კუპტაძე  
 ტექნიკური უსაფრთხოების ზომები მოთხოვნები  
 ფაქტორული მასალების შენახვისას.....93

ა. გოგიანი, ნ. კუპტაძე, მ. გოგიანი  
 ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები  
 სავაჭრო-გეოლოგიური საფუძვლების  
 წარმოებისას მიწის ზედაპირზე და წყალქვეშა.....97

**ინფორმაცია**  
 ვ. სილაბაძე, მ. ჯანაძე, ს. სტარიაკოვა  
 მდინარეების კალაპოტის გადაკვეთის  
 ჰიდრომეტირების გამოყენებით.....101

თ. ჯიბია  
 ეროვნული ფართობების რესტრუქტურა-  
 რეკონსტრუქციის მეთოდის გაუმჯობესება წყლის  
 აკუმულირების საშუალებით.....106

ბ. ვარგაშვილი, ბ. ხახარაძე, დ. ლეკვიანი  
 თვითმართვითი მანქანების მართვის  
 სისტემის მეთოდით სხვადასხვა ტიპის  
 მანქანისა და ნაქონის მიღება.....110

**იუბილე**  
 კონსტანტინე ბარბაქაძე..... 111

ზურაბ მგელაძე..... 113

ვლადიმერ სილაბაძე..... 115

უზნავი კავთიაშვილი..... 116

გივი რატიანი..... 117

ნორინე მოლოდინი..... 118

ბახსენია  
 თამაზ ლორთქიფანიძე..... 119

**ГЕОЛОГИЯ**

МГЕЛАДЗЕ З. В., БАХТАДЗЕ И. К.  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - ОСНОВА ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ПОИСКОВОЙ И ДОБЫВАЮЩЕЙ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ ГРУЗИИ** ..... 9

ЛОМИНАДЗЕ И.Г., ГАБЕЧАВА Д.Ш., ЦИРГИЛАДЗЕ Н.М., ЧХАИДЗЕ Д.В., ТАБАГАРИ Д.Л.  
**ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ ПРОВЕДЕННЫХ НА СКВАЖИНЕ ПРЕСНОЙ ВОДЫ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЛИКАНИ** ..... 13

НАДИРАДЗЕ В.В.  
**ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ОРУДЕНЕНИЯ ОКРИБСКОГО ПОДНЯТИЯ** ..... 19

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ**  
 ЗАУТАШВИЛИ Б. З., ЗАУТАШВИЛИ Н. Б., ПИТАВА Т. З.  
**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ДИНАМИКА УГЛЕКИСЛЫХ ВОД ТРУСОВСКОГО УЩЕЛЬЯ**..... 24

КИТИАШВИЛИ Н. З.  
**ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОМПОНЕНТОВ В УГЛЕКИСЛЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ ХЕВСУРЕТИ** ..... 28

ТУСКИА Т.Д., ЛАПИАШВИЛИ М.Ш.  
**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ СТИХИЙНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АДЖАРИИ**..... 30

ТУСКИА Т.Д., ЛАПИАШВИЛИ М.Ш.  
**КЛАССИФИКАЦИЯ ОПЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В АДЖАРИИ** ..... 33

ЕГИАЗАРОВА Д. Э.  
**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТБИЛИСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**..... 36

**ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**  
 ЧОМАХИДЗЕ Д.И., БАСИЛАДЗЕ М.А.  
**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГРУЗИИ** ..... 41

**ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**  
 КУПАТАДЗЕ Д.Г.  
**УСЛОВИЯ, МЕХАНИЗМ И ЭНЕРГИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ГОРНЫХ УДАРОВ**..... 44

**СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ**  
 ДЖАПАРИДЗЕ Л.А.  
**СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДВУХПРОЛЕТНОГО ТОННЕЛЯ, ПРОВЕДЕННОГО ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ** ..... 47

**ОТКРЫТАЯ РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**  
 ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
**РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**..... 50

**ОБОГЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**  
 СТУРУА Р.И., САМХАРАДЗЕ Г.Н., САМХАРАДЗЕ Н.И., АЛЕКСЕЕВА Л.В.  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЛИТОВОГО СЫРЬЯ, ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТОВОГО ПЕСКА И ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ПЕРЛИТОВОГО ПОРОШКА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**..... 57

ЛОМИДЗЕ Н. Н., АРАВИДЗЕ З. Д.  
**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ РУД** ..... 59

**ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА**  
 МАХАРАДЗЕ Л.И., ХУНДАДЗЕ Н.Ш., ГЕЛАШВИЛИ В.Д., СОХАДЗЕ Т.З.  
**ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЙ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССАХ В МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ** ..... 63

СИЛАГАДЗЕ В.А., МАХАРАДЗЕ Л.И., ДЖАНГИДЗЕ М.В.  
**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕКОНСТРУИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ К АДМИНИСТРАТИВНОМУ ЗДАНИЮ ОБЪЕКТОВ АО «МАДНЕУЛИ»** ..... 67

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА**  
 ЦОЦЕРИЯ Э. Ш., ПАТАРАЯ Д. И., НОЗАДЗЕ Г. Ч., ДЖАВАХИШВИЛИ Г. В., ДЖАВАХИШВИЛИ Т. Л., МАИСУРАДЗЕ Р. Г., ПУРЦЕЛАДЗЕ Г. З.  
**ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ УЗЛОВ ВАНТОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ** ..... 70

ЦОЦЕРИЯ Э. Ш.  
**ПЕШЕХОДНАЯ КАНАТНАЯ ДОРОГА-МОСТ** ..... 73

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА**  
 ПЕЙКРИШВИЛИ В.А., ГОДИБАДЗЕ Б.А., ДГЕБУАДЗЕ А.А., ОКРОСАШВИЛИ М.Н.  
**ФОРМИРОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ТАНТАЛА-АЛЮМИНИЯ В ОБРАЗЦАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ГОРЯЧИМ КОМПАКТИРОВАНИЕМ ВЗРЫВОМ** ..... 79

ПЕЙКРИШВИЛИ А.Б., ГОДИБАДЗЕ Б.А., ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш., ЦИКЛАУРИ М.В., ДГЕБУАДЗЕ А.А., ПЕЙКРИШВИЛИ В.А.  
**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАНОСТРУКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ВОЛЬФРАМ-СЕРЕБРО, ПОЛУЧЕННОЙ ГОРЯЧИМ КОМПАКТИРОВАНИЕМ (ПРЕССОВАНИЕМ) ВЗРЫВОМ**..... 85

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**  
 ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч., БОЧОРИШВИЛИ Н.А., ЛЕБАНИДЗЕ З.Б., АРУДАШВИЛИ Н.Н.  
**АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ, ВЫЗВАННЫХ ВЛИЯНИЕМ СИЛЬНОГО ПОЖАРА В АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОННЕЛЯХ**..... 89

**ЭКОЛОГИЯ**  
 СВАНИДЗЕ З. С., ЦЕРЦВАДЗЕ Т. Т., ГОГИЧАШВИЛИ Б. Г.  
**ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА Г.ТБИЛИСИ НЕКОТОРЫМИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПО ДАННЫМ 2011 – 2013 ГОДОВ** ..... 92

**ЗАЩИТА ТРУДА**  
 БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., КУКУЛАДЗЕ Н.Д.  
**ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ**..... 97

БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., КУКУЛАДЗЕ Н.Д., ГОГРИЧАНИ М.В.  
**ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ И ПОД ВОДОЙ** ..... 100

**ИНФОРМАЦИЯ**  
 СИЛАГАДЗЕ В.А., ДЖАНГИДЗЕ М.В., СТЕРЯКОВА С.И.  
**ПЕРЕКРЫТИЕ РУСЕЛ РЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ**..... 104

ДЖИКИА Т.Р.  
**УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДА РЕСТАВРАЦИИ-РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПУТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОДЫ** ..... 106

ВАРШАЛОМИДЗЕ Г. Х., ЗАХАРОВ Г. В., ЛЕКВЕИШВИЛИ Д. Л.  
**ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ СВС ЛИТЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**..... 106

**ЮБИЛЕЙ**  
 КОНСТАНТИН БАРАМИДЗЕ..... 111

**ЗУРАБ МГЕЛАДЗЕ** ..... 113

**ВЛАДИМЕР СИЛАГАДЗЕ** ..... 115

**УПАНИ ГИВАШИВИЛИ** ..... 116

**ГИВИ РАТИАНИ** ..... 117

**НОРИНГ МОЛОДИНИ** ..... 118

**ПАМЯТЬ**  
 ТАМАЗ ЛОРТКИПАНИДЗЕ..... 119

**GEOLOGY**

MGELADZE Z., BAKHTADZE I.  
**MODERN TECHNOLOGIES – A BASIS OF AN INTENSIVE WAY OF DEVELOPMENT OF SEARCH AND EXTRACTING OIL BRANCH OF GEORGIA** ..... 9

LOMINADZE I., GABECHAVA D., TSIRGILADZE N., CHKHAIDZE D., TABAGARI D.  
**PROPERTIES TO INTERPRET RESULTS FIELD FILTERING WORKS MADES AT FRESH WATER HOLE IN QUATERNARY FORMATIONS LIKANI** ..... 13

NADIRADZE V.  
**TECTONIC STRUCTURE AND MINERALIZATION FEATURES OF OKRIBA ELEVATION** ..... 19

**HYDROGEOLOGY**

ZAUTASHVILI B., ZAUTASHVILI N., PITAVA T.  
**FORMING ORIGINALITY OF CHEMICAL COMPOSITION AND DYNAMIC OF TRUSO VALLEY'S CARBONATE WATERS** ..... 24

KITIAHVILI N.  
**THE REGULARITIES OF DISTRIBUTION OF MICROCOMPONENTS IN CARBONACEOUS MINERAL WATERS OF KHEVSURETI** ..... 28

TUSKIA T., LAPIASHVILI M.  
**CLIMATE FACTORS INFLUENCE ON NATURAL DISASTERS GEOLOGIC PROCESS IN AJARA** ..... 30

TUSKIA T., LAPIASHVILI M.  
**CLASSIFICATION OF LANDSLIDE IN AJARA** ..... 33

EGIAZAROVA D.  
**SOME PROBLEMS OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF TBILISI RESERVOIR** ..... 36

**PROBLEMS OF MINING INDUSTRY**

CHOMAKHIDZE D., BASILADZE M.  
**DEVELOPMENT TRENDS OF MINING INDUSTRY IN GEORGIA** ..... 41

**UNDERGROUND MINING**

KUPATADZE D.  
**CONDITIONS, MECHANISM AND ENERGY OF BREEDS SHOCK ORIGIN** ..... 44

JAPARIDZE L.  
**STATIC ANALYSIS OF A TWO-SPAN TUNNEL CONDUCTED BY "CUT AND COVER" METHOD** ..... 47

**SURFACE MINING**

PHIRTSKHALAVA T.  
**CALCULATION OF THE STABILITY OF SLOPES WITH REGARD TO SEISMIC IMPACT** ..... 50

**PROCESSING**

STURUA R., SAMXARADZE G., SAMXARADZE N., ALEKSEVA L.  
**RESEARCH OF PHYSICAL AND TECHNICAL PARAMETERS OF RAW PERLITE, EXPANDED PERLITE SAND AND PERLITE FILTER POWDER IN THE LABORATORY CONDITIONS** ..... 57

LOMIDZE N., ARABIDZE Z.  
**ANALYSIS OF BIOHYDROMETALLURGICAL TECHNOLOGIES USE BY PROCESSING OF DRESSING OF WASTE MATERIAL OF GOLD CONTAINED SULFIDE ORES** ..... 59

**MINING ELEKTROMECHANICS**

MAKHARADZE L., KHUNDADZE N., GELASHVILI V., SOKHADZE T.  
**FOR ANALYSES OF DAMPING EQUIPMENT IMPACT ON PRESSURE INCREASE DURING NONSTATIONARY PROCESSES IN MULTISTAGE OIL PIPELINES** ..... 63

SILAGADZE V., MAKHARADZE L., JANGIDZE M.  
**HYDRAULIC ANALYSES OF WATER SUPPLY SYSTEM RECONSTRUCTION FOR DIFFERENT OBJECTS AROUND JSC "MADNEULI" ADMINISTRATION BUILDING** ..... 67

**SPECIAL TRANSPORTATION**

TSOTSERIA E., PATARAIA D., NOZADZE G., JAVAKHISHVILI G., JAVAKHISHVILI T., MAISURADZE R., PURTSELADZE G.  
**WAYS IF IMPROVEMENT OF THE MAIN CONSTRUCTIONAL NODES OF GUY TRANSPORT SYSTEMS** ..... 70

TSOTSERIA E.  
**PEDESTRIAN ROPEWAY BRIDGE** ..... 73

**APPLICATION OF EXPLOSIVE ENERGI**

PEIKRISHVILI V., GODIBADZE B., DGEBUADZE A., OKROSASHVILI M.  
**FORMING OF INTERMETALLIC Ta-Al COMPOUNDS IN COMPACTED SAMPLES BY HOT SHOCK WAVE** ..... 79

PEIKRISHVILI A., GODIBADZE B., CHAGELISHVILI E., TSIKLAURI M., DGEBUADZE A., PEIKRISHVILI V.  
**STRUCTURAL INVESTIGATION OF NANOSTRUCTURAL TUNGSTEN SILVER COMPOSITES COMPACTED BY HOT SHOCK WAVE** ..... 85

**SAFE TECHNICS**

LANCHAVA O., NOZADZE G., BOCHORISHVILI N., LEBANIDZE Z., ARUDASHVILI N.  
**HAZARD ANALYSIS DUE TO THE INFLUENCE OF THE STRONG FIRES IN THE ROAD TUNNELS** ..... 89

**ECOLOGY**

SVANIDZE Z., TSERTSVADZE T., GOGICHASHVILI B.  
**ASSESSMENT OF THE POLLUTION DEGREE OF TBILISI AIR RESERVOIR BY SOME HEAVY METALS BY 2011-2013 YEARS DATA** ..... 92

**LABOUR PROTECTION**

BEZHANISHVILI A., KUKULADZE N.  
**GENERAL REQUIRES OF TECHNICAL SAFETY FOR BLASTING MATERIALS STORAGE** ..... 97

BEZHANISHVILI A., KUKULADZE N., GOGRICHIANI M.  
**REQUIRES OF TECHNICAL SAFETYFOR SPECIAL BLASTING OPERATIONS ON THE SURFACE OF THE GROUND AND UNDER WATER** ..... 100

**INFORMATION**

SILAGADZE V., JANGIDZE M., STERIAKOVA S.  
**RIVER-BEDS BLOCKAGE BY USING HYDROMECHANICS** ..... 104

JIKIA T.  
**IMPROVEMENT OF RESTORATION-RECOLTIVATION METHOD OF ERODED AREAS BY MEANS OF WATER ACCUMULATION** ..... 105

G. VARSHALOMIDZE, G. ZAKHAROV, D. LEKVEISHVILI  
**RECEIPT OF CASTED WEAR RESISTANCE MATERIALS AND ARTICLES BY METHOD OF SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS (STS)** ..... 110

**TUBILEE**

**KONSTANTIN BARAMIDZE** ..... 111

ZURAB MGELADZE ..... 113

**VLADIMIR SILAGADZE** ..... 115

**USHANGI KAVTIASHVILI** ..... 116

**GIVI RATIANI** ..... 117

**NORING MOLODINI** ..... 118

**MEMORY**

**TAMAZ LORTKIPANIDZE** ..... 119

**ბიოლ.-მინერ. მიცნობისათვის დოქტორი, პროფესორი ზ. მგელაძე, ი. პახტაძე თანამედროვე ტექნოლოგიების საფუძველზე საქართველოს ნავთობისა და გაზის საძიებო და მოპოვებელი ღირებულების განვითარების გზები**

სისტემური მიდგომის საფუძველზე, ნაშრომში გაანალიზებულია საქართველოს ნავთობის დარგის მდგომარეობა, განხილულია ძებნის, დაზვერვისა და მოპოვების დაბალი ეფექტურობის მიზეზები. საქართველოში, თავისი მნიშვნელოვანი ნავთობგაზიანობის პოტენციალის მიუხედავად, ამ დროისათვის უცხოური ინვესტიციების მოზიდვითაც კი მოიპოვება მცირე რაოდენობის ნავთობი. სტატიაში განხილულია თანამედროვე ინოვაციური ტექნოლოგიები, რომლებიც იძლევიან საშუალებას რამდენიმეჯერ ამალდეს საძიებო-სამომგვასებლო სამუშაოების ეფექტიანობა, და რაც მთავარია, შეუძლია გამოიღოს მაღალი შედეგი რთული გეოლოგიური აგებულების რეგიონებში.

საქართველოში ცნობილია ნავთობისა და გაზის 1500-ზე მეტი გამოვლინება, აღმოჩენილია ნახშირწყალბადების 18 საბადო: 16 ნავთობის, 1 გაზონდენსატის, 1 გაზის. მათ შორის აღსანიშნავია თბილისისპირა რაიონში განლაგებული, თავისი გეოლოგიური აგებულებით უნიკალური საბადოები, რომლებიც ნავთობის მნიშვნელოვან მარაგს შეიცავენ.

1981-83 წლებში ქვეყანაში ნავთობის მოპოვება წელიწადში 3.3 მლნ ტონას აღწევდა [1]. ამჟამად, იმის მიუხედავად, რომ 1996 წლიდან მოყოლებული ჩადებულია მნიშვნელოვანი ინვესტიციები და გაბურღულია მრავალი ჭაბურღილი, სამუშაოების საერთო შედეგი არაეფექტური აღმოჩნდა. ნავთობის მოპოვება 1995 წელს 38,7 ათას ტონიდან, 1997 წელს – 130,5 ათას ტონამდე გაიზარდა. შემდგომში კვლავ დაიწყო კლება და ბოლო წლებში მოპოვება შეადგენს დაახლოებით 60-70 ათას ტონას წელიწადში. ნავთობის სახელმწიფო საკუთრების წილმა, რომელიც 1995 წელს 38,7 ათას ტონას შეადგენდა, 2013 წელს 20,2 ათას ტონამდე დაიკლო.

90-იან წლებში საქართველოში, უცხოელი სპეციალისტების დახმარებით გამოვლენილია ნახშირწყალბადების რესურსები: 2,4 მილიონი ტონა ნავთობისა და გაზისა 180 მილიარდი მ<sup>3</sup> გაზი [1]. ტექნიკურად მოსაპოვებელი ნავთობის რაოდენობა შეადგენს 1 მილიარდ 200 მილიონ ტონას (ნავთობგაცემის კოეფიციენტი 50%-ია. ეს მაჩვენებელი განვითარებულ ქვეყნებში მერყეობს 60-80 %-ის ფარგლებში). ამ რაოდენობის ნავთობის ღირებულება შეადგენს რამდენიმე ასეულ მილიარდ დოლარს [2].

თუ მხედველობაში მივიღებთ საქართველოს მოსახლეობის რაოდენობას (დაახლოებით 5 მლნ), მაშინ ერთ სულზე 560 ტონა, ანუ 3750 ბარელი ნავთობის რესურსის ოდენობა გვექნება. ეს რაოდენობა აღემატება ისეთი ქვეყნების ანალოგიურ მაჩვენებლებს, როგორცაა რუსეთი, ყაზახეთი, ირანი, ალჟირი, ნიგერია, ნორვეგია, მექსიკა, ბრაზილია, აშშ და სხვა. დაახლოებით ემთხვევა აზერბაიჯანის და ერაყის მაჩვენებლებს [3].

გამოდის, რომ საქართველოში დიდი რაოდენობის ნავთობი არსებობს, მაგრამ არ ხდება მისი მოპოვება. ამის გამო, ქვეყანა წელიწადში რამდენიმე მილიარდ დოლარს კარგავს, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ქვეყნის ეკონომიკაზე.

მეოცე საუკუნეში მთელ მსოფლიოში ნავთობგაშეპოვების მეცნიერება ძირითადად შეისწავლიდა მსხვილ საბადოებს, განლაგებულს მშვიდ გეოლოგიურ გარემოში. ისეთი რეგიონები, როგორცაა საქართველო, მეცნიერულ-პრაქტიკული თვალსაზრისით დიდ ინტერესს არ წარმოადგენდა, რადგან საქართველოს ტერიტორიის რთული გეოლოგიური აგებულება ხელს არ უწყობდა ნავთობის და გაზის სამუშაოების ეფექტურობას, რის გამოც ჩამოყალიბდა მცდარი წარმოდგენა ქვეყნის დაბალ ნავთობგაზიანობის შესახებ [4].

უკანასკნელი 20 წლის განმავლობაში, მსოფლიოში მეცნიერების და ტექნიკის მიღწევებზე დაყრდნობით, ნავთობგაზიანობის დარგში შეიქმნა თანამედროვე ინოვაციური ტექნოლოგიები და მეთოდები, რომლებიც რამდენიმეჯერ ზრდის ძებნის, დაზვერვის, საბადოს დამუშავების ეფექტურობას რთულ გეოლოგიურ აგებულების რეგიონებში. თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება და ქართველ მენაჯთებე გეოლოგთა გამოცდილების გათვალისწინებით, შესაძლებელია საქართველოში ნავთობის და გაზის მოპოვების მნიშვნელოვანი გაზრდა [4].

არსებული რესურსებისა და მარაგების სწრაფი და ეფექტური ათვისებისათვის საქართველოში ყველა სახის ძებნის, დაზვერვის და ექსპლუატაციის სამუშაოები უნდა ჩატარდეს თანამედროვე ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით სისტემური მოდელირების და მონიტორინგის საფუძველზე.

ეს სამუშაოები უნდა განვითარდეს სამი მიმართულებით:

1. ახალი ნავთობისა და გაზის საბადოების პროგნოზირების, ძებნისა და დაზვერვის ოპტიმიზაციის მიზნით სალიცენზიო ბლოკების მოდელირება.
2. ნავთობისა და გაზის მოპოვების ოპტიმიზაციის მიზნით დამუშავებადი და დამუშავებული ბუდობების მოდელირება და მონიტორინგი.
3. ნავთობისა და გაზის ახალი ბუდობების ათვისების მიზნით უკვე ცნობილი საბადოების მოდელირება.

**სალიცენზიო ბლოკებზე გეგმიური სამუშაოები**  
1930-1990 წლების განმავლობაში, გეოლოგი-გეოფიზიკური გამოკვლევების შედეგად, საქართველოში გამოვლენილია მრავალი პოტენციური ნავთობგაზიანი პერსპექტიული ანტიკლინალური სტრუქტურები. ძირითადი საძიებო ობიექტების რაოდენობა შეადგენს: კაინოზოურ ნალექებში – 81-ს, ცარცულ ნალექებში – 64-ს, ზედაიურულ ნალექებში – 36-ს, შუაიურულ ნალექებში – 58-ს. სულ – 239-ს [3].

სიღრმული აგებულების შესასწავლად 100-ზე მეტ პერსპექტიულ ფართობზე შესრულებულია სეისმოდაზვერვა და სტრუქტურული ბურღვა. 80-ზე მეტ პერსპექტიულ ფართობზე ღრმა ჭაბურღულებია გაბურღული [5].

ღრმისათვის შემოწმებულია ძირითადი საძიებო ობიექტების მხოლოდ 33 %. ამ სამუშაოების შედეგად საქართველოში აღმოჩენილი იქნა მხოლოდ 18 ნახშირწყალბადების საბადო.

ზემოთ მოცემული მონაცემებიდან ჩანს, რომ საქართველოში, შემოწმებული ბურღვით გეოლოგი-გეოფიზიკური სამუშაოების ეფექტურობა, შეადგენს დაახლოებით 22 %-ს, რაც შეესაბამება მსოფლიოში არსებულ სტატისტიკის მონაცემებს.

მეოცე საუკუნის ბოლოს საძიებო ბურღვის წარმატებულობა შეადგენდა: საბჭოთა კავშირში – 24 %, აშშ-ში – 19,8 %, კონტინენტალურ ევროპაში – 23,8 % [5].

აქედან ჩანს, რომ დაახლოებით ხუთი პერსპექტიული სტრუქტურიდან, რომლებიც გამოყოფილია გეოლოგი-გეოფიზიკური გამოკვლევებით, მხოლოდ ერთია ნავთობგაზიანი. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ მეოცე საუკუნის ბოლომდე არსებობდა მხოლოდ ერთი მეთოდი, რომლის საშუალებითაც განისაზღვრებოდა პერსპექტიული სტრუქტურების ნავთობგაზიანობა. მაგრამ უკვე ამავე საუკუნის ბოლოს და ოცდამეერთე საუკუნის დასაწყისში განვითარდა ნახშირწყალბადების ბუდობების პირდაპირი სხვადასხვა ძებნითი მეთოდები. ეს მეთოდები საშუალებას იძლევა მოვიძიოთ არა მხოლოდ ნახშირწყალბადების ბუდობები, არამედ შემოფარგლოთ ისინი, შევფასოთ განლაგების სიღრმე, ფენის სისქე და მარაგების წინასწარი რაოდენობა.

განვიხილოთ თეორიულ მოდელზე დაფუძნებული ძებნითი სამუშაოების ჩატარების სხვადასხვა სქემების ეფექტურობა [6]:

- ბლოკის ფართობი 1000კმ<sup>2</sup>;
- ბლოკის ტერიტორიაზე არსებობს 5 პოტენციურად პერსპექტიული სტრუქტურა, თითოეული ფართობით 30კმ<sup>2</sup>;
- ამ სტრუქტურებიდან მხოლოდ ერთი შეიცავს სამრეწველო ნახშირწყალბადების ბუდობს;
- სავარაუდოა, რომ საბურღი სამუშაოები იძლევა 100%-იან გარანტიას ბუდობის გასსნაზე;
- 21-ე საუკუნის დასაწყისში აღებული სამუშაოების ღირებულება სავსებით საკმარისია შედარებით ანალიზისთვის (დღევანდელი სამუშაოების გეგმებისათვის ღირებულება უნდა გაიზარდოს 1,5-2-ჯერ) [5].

**სქემა 1.** მეოცე საუკუნის მეორე ნახევრის ტრადიციული სქემა.

გეოლოგიურ-გეოფიზიკური სამუშაოებით, 2 სეისმოდაზვერვის ჩათვლით, აღმოჩენილია 5 პერსპექტიული სტრუქტურა. ნახშირწყალბადების ბუდობის არსებობის დადგენა შეუძლია მხოლოდ ჭაბურღილს. ამიტომაც მუშაობის ეფექტურობა ბურღვამდე არის მხოლოდ 20 %, რადგან 5 ჭაბურღილი უნდა გაიბურღოს იმისთვის, რომ შემოწმდეს ყველა პერსპექტიული სტრუქტურა. გეოლოგიურ-გეოფიზიკური ძებნის ღირებულება შეადგენს 5000 აშშ დოლარს 1კმ<sup>2</sup>-ზე. ერთი ჭაბურღილის ღირე-

ბულება 5 მლნ აშშ დოლარია. საერთო ხარჯები ერთი სამრეწველო ბუდობის აღმოჩენისათვის შეადგენს: 5 მლნ აშშ დოლარს, გეოლოგიურ-გეოფიზიკური სამუშაოებისთვის 25 მლნ აშშ დოლარს, 5 ჭაბურღილის ბურღვისთვის, ჯამში – 30 მლნ აშშ დოლარს.

**სქემა 2.** ეს სქემა გაჩნდა მეოცე საუკუნის ბოლოს. მასში 3D სეისმოდაზვერვა გამოიყენება ძებნითი სამუშაოების პირველ ეტაპზე გამოყოფილ სტრუქტურებში ნახშირწყალბადის ბუდობების პირდაპირი ძებნისათვის. სამუშაოს ეფექტურობა ბურღვამდე შეადგენს 50-60 %-ს. ეს ნიშნავს, რომ სამი სტრუქტურა ხუთიდან გამოირიცხება და საკმარისია გაიბურღოს 2 ჭაბურღილი. 3 სეისმოდაზვერვის ღირებულება შეადგენს 10000 აშშ დოლარს 1კმ<sup>2</sup>-ზე. საერთო ხარჯები ერთი სამრეწველო ბუდობის აღმოჩენისათვის შეადგენს: 5 მლნ აშშ დოლარს ტრადიციული გეოლოგიურ-გეოფიზიკურ სამუშაოებისთვის; 1,5 მლნ დოლარს 3 სეისმოდაზვერვაზე (5 ფართობი თითოეული 30კმ<sup>2</sup>), 10 მლნ აშშ დოლარს 2 ჭაბურღილის გაბურღვისთვის, სულ 16,5 მლნ აშშ დოლარს.

**სქემა 3.** სქემა შეიქმნა ოცდამეერთე საუკუნის დასაწყისში. მასში პირველ ეტაპზე გამოყენილი სტრუქტურებში ნახშირწყალბადების ბუდობების პირდაპირი ძებნისათვის გამოიყენება უფრო ეფექტური სეისმოდაზვერვის მეთოდები 3D/3C, 3D-Q ტექნოლოგიები. სამუშაოების ეფექტურობა ბურღვამდე არის 80-90 %, რაც ნიშნავს, რომ ხუთიდან ოთხი სტრუქტურა გამოირიცხება და საკმარისია 1 ჭაბურღილის გაბურღვა. 3D/3C 3D-Q ტექნოლოგიებით სეისმოდაზვერვის ღირებულება შეადგენს 20000 აშშ დოლარს 1 კმ<sup>2</sup>-ზე. საერთო ხარჯები ერთი სამრეწველო ბუდობის აღმოჩენაზე შეადგენს: 5 მლნ აშშ დოლარს ტრადიციულ გეოლოგიურ-გეოფიზიკურ სამუშაოებისთვის, 3 მლნ აშშ დოლარს 3D/3C 3D-Q ტექნოლოგიებით სეისმოდაზვერვისთვის (5 ფართობი თითოეული 30კმ<sup>2</sup>), 5 მლნ აშშ დოლარს ერთი ჭაბურღილის ბურღვისთვის, სულ 13 მლნ აშშ დოლარს.

**სქემა 4.** ოცდამეერთე საუკუნის პირველი ნახევრის ყველაზე თანამედროვე სქემა. მასში, უკვე პირველი ეტაპიდან ეძებენ არა პერსპექტიულ სტრუქტურებს, არამედ უშუალოდ ყველა ტიპის ნახშირწყალბადების ბუდობებს. პირველი ეტაპის სამუშაოს კოსმოგეოლოგიური გამოკვლევების ეფექტურობა შეადგენს 60 %-ს. ეს ნიშნავს, რომ 5-დან (რომელთაგან 4 ცარიელია) იქნება აღმოჩენილი მხოლოდ 2 პერსპექტიული ფართობი, რომელთაგან ერთ-ერთი შეიცავს ნახშირწყალბადების სამრეწველო ბუდობს. პირველი ეტაპის სამუშაოს ღირებულება შეადგენს 150 აშშ დოლარს 1კმ<sup>2</sup>-ზე. შემდეგი ეტაპი არის ბურღვამდე პერსპექტიული დამჭერების კომპლექსური შემოწმება: გეოქიმიის, ელექტროდაზვერვა, მიკროსეისმიკა, 2D/3C სეისმოდაზვერვა, სეისმოტომოგრაფია. კომპლექსური შემოწმების ეფექტურობა შეადგენს 95-100 %-ს. ეს ნიშნავს, რომ გამოირიცხება ერთი (ცარიელი სტრუქტურა) ორიდან და სამრეწველო ბუდობის შეფასებისათვის საჭიროა მხოლოდ ერთი ჭაბურღილის გაბურღვა. სამუშაოს მეორე ეტაპის ღირებულება შეადგენს 5000 აშშ დოლარს 1კმ<sup>2</sup>-ზე. სამრეწველო ბუდობის აღმოჩენის საერთო ღირებულება შეადგენს 150 ათას აშშ დოლარს კოსმოგეოლოგიური სამუშაოებისთვის, 300 ათას აშშ

ძებნითი სამუშაოების სხვადასხვა სქემების შედარება

| სამუშაოს ეტაპები      | სქემა 1    |            | სქემა 2    |            | სქემა 3    |            | სქემა 4    |            |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | ღირებულება | ეფექტურობა | ღირებულება | ეფექტურობა | ღირებულება | ეფექტურობა | ღირებულება | ეფექტურობა |
| I ეტაპი               | 5 მლ       | 20 %       | 5 მლ       | 20 %       | 5 მლ       | 20 %       | 0,15 მლ    | 60 %       |
| II ეტაპი              | –          | –          | 1,5 მლ     | 50-60 %    | 3 მლ       | 80-90 %    | 0,3 მლ     | 95- 100 %  |
| ბურღვა                | 25 მლ      | 100 %      | 10 მლ      | 100 %      | 5 მლ       | 100 %      | 5 მლ       | 100 %      |
| სულ                   | 30 მლ      | 100 %      | 16,5 მლ    | 100 %      | 13 მლ      | 100 %      | 5,45 მლ    | 100 %      |
| შედარებითი ღირებულება | 100 %      | –          | 55 %       | –          | 43 %       | –          | 18 %       | –          |

დოლარს პერსპექტიული დამჭერის შემოწმებისთვის (2 ფართობი თითოეული 30კმ<sup>2</sup>), 5 მლნ აშშ დოლარს 1 ჭაბურღილის გაბურღვისთვის, სულ 5.45 მლნ აშშ დოლარს.

თვალსაჩინოებისათვის, ცხრილში 1 წარმოდგენილია ყველა სქემის მონაცემები.

როგორც ცხრილიდან 1 ჩანს, ნახშირწყალბადების ბუდობების აღმოჩენისათვის 3D სეისმოდაზვერვის გამოყენებით ძებნითი სამუშაოების ღირებულება მიახლოებით 2-ჯერ ნაკლებია მე-20 საუკუნის ტრადიციული ძებნითი სამუშაოების ღირებულებასთან შედარებით. ყველაზე თანამედროვე მეთოდოლოგია ეფუძნება უკვე პირველი ეტაპიდან პირდაპირი ნახშირწყალბადების ბუდობის და არა სტრუქტურების ძებნას. მისი ღირებულება დაახლოებით 5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ტრადიციული ძებნითი ტექნოლოგიის ღირებულება. საბურღი სამუშაოების ჩატარებამდე მეთოდოლოგიის მაღალი ეფექტურობა (95-100%) მნიშვნელოვნად ნაკლები ხარჯებით იძლევა სამუშაოს 5-ჯერ მეტად შემცირდეს ფინანსური რისკი.

საქართველოში სალიცენზიო ბლოკების ფართობი შეადგენს: ხმელეთზე 52,6 ათას კმ<sup>2</sup>-ს, შელფზე 12 ათას კმ<sup>2</sup>-ს, სულ 64,6 ათას კმ<sup>2</sup>-ს მთელი საქართველოს ნავთობგაზიანობის შეფასებისთვის, ძვირადღირებული საბურღი სამუშაოების ჩატარების გარეშე, საჭირო ღირებულება ცხრილში მოცემულთან შედარებით გაიზარდება 2-ჯერ:

– კოსმოგეოლოგიური გამოკვლევებისთვის მიახლოებით 20 მლნ აშშ დოლარით. შედეგად დათვლილი იქნება პროგნოზული რესურსები და გამოყოფილი იქნება პოტენციური დამჭერები 60 %-იანი ეფექტურობით;

– პერსპექტიული დამჭერების კომპლექსურ შემოწმებას დასჭირდება მიახლოებით 40 მლნ აშშ დოლარი, რის შედეგადაც იქნება გამოყოფილი და გაანალიზებული სამრეწველო საბადო, მარაგები დათვლილი იქნება 95-100 % ეფექტურობით.

ყოველივე ეს ნიშნავს, რომ ახალი მეთოდოლოგიის საფუძველზე იმისათვის, რომ ვიცოდეთ საქართველოში რამდენი, როგორ და სად არის განლაგებული ნახშირწყ-

ალბადის მარაგები (სახელმწიფოს საკუთრება დაახლოებით 1 ტრილიონი დოლარის ღირებულებით), საჭიროა მხოლოდ 60 მლნ დოლარი კაპიტალის დაბანდება. ამისთვის საკმარისი იქნება 18 წლის განმავლობაში ინვესტირების მიერ უკვე დაბანდებული რამდენიმე ასეული მლნ დოლარის მცირე ნაწილი. საქართველოს ნავთობის მნიშვნელოვანი სიმდიდრე ჯერჯერობით არ არის გამოყენებული, რასაც ქვეყნისთვის სარგებლობა არ მოაქვს. ქვეყნის ხელმძღვანელობამ აუცილებლად უნდა მიაქციოს ყურადღება ამ პრობლემას.

**დამუშავებული ბუდობების მოდელირება და მონიტორინგი ნავთობისა და გაზის მოპოვების ოპტიმიზაციის მიზნით**

მუშაობის დაწყება მიზანშეწონილია სამგორი-პატარ-ძეულის საბადოზე. მასიური ტიპის სამგორის ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებთან არსებული ნავთობის საბადოს აქვს რთული გეოლოგიური აგებულება. 80-იან წლების დასაწყისში საბადო იძლეოდა 3 მლნ ტონაზე მეტ ნავთობს წელიწადში. ამ ტიპის საბადოზე საბჭოთა კავშირში გასული საუკუნის ბოლო წლებში არ არსებობდა მეცნიერულად დამტკიცებული კვლევითი და მარაგების გამოთვლის მეთოდები [2].

ამის შედეგად, დათვლილი მარაგები იყო შემცირებული. არასწორი ინტენსიური ექსპლუატაციის გამო კი, მოხდა ჭაბურღილების გაწყლოვანება, შემცირდა ნავთობის მოპოვება და ბუდობაში დარჩა ნავთობის მნიშვნელოვანი მარაგი.

ეს დადასტურებულია შემდეგი მოსაზრებებით:

– 1980 წელს მარაგების დათვლის დროს მიღებული იყო კოლექტორის ნაპრალოვანი ტიპი, მეორადი ტევალობის კოეფიციენტით 1,25. შემდგომმა გამოკვლევებმა 80-ანი წლების მეორე ნახევარში და 90-ანი წლების პირველ ნახევარში დაგვანახა, რომ შედარებით მეტად პროდუქტიული შუა ეოცენის ზედა ნაწილის კოლექტორები ძირითადად არის ნაპრალოვანი – კავერნულ – ფო-

რიანი ტიპის, დიდი ზომის ფორებით, რომლებიც ქმნიან მაღალი შეღწევადობის მატრიცას. ეფექტური ღია ფორიანობის ზღვრული მნიშვნელობები მერყეობს 2,4-26,2% შუალედში, საშუალო მნიშვნელობით 10,8%-ით. ეს ნათლად მიუთითებს იმაზე, რომ თბილისის მიმდებარე რაიონში განლაგებული სამგორი-პატარძელის და სხვა შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექ საბადოებში ნავთობის რაოდენობა რამდენიმეჯერ მეტია, ვიდრე ოფიციალურად არის დათვლილი;

– მასიურ ბუდობებში ინტენსიური დამუშავების დროს, საწყის სტადიაზე კი ჭაბურღილებში იქმნება გაწვლოვანების ვიწრო კონუსები. ჭაბურღილის გარშემო ბუდობში რამდენიმეჯერ მეტი ნავთობი რჩება, ვიდრე მოპოვებულია.

1980 წლის მარაგების დათვლისას კი, ბუდობში დარჩენილ უნდა იყოს დაახლოებით 20 მლნ ტონა ნავთობის ამოსაღები მარაგი. ახალი მონაცემებით ეს მარაგები ბევრად მეტია. დროა ყურადღება მიექცეს იმ ათეულ მილიარდ დოლარს, რომელიც შეიძლება მიღებული იქნეს ახლო მომავალში.

დევეანდელ ეტაპზე მსოფლიოში აუცილებელ პირობად მიღებულია ნავთობისა და გაზის ობიექტების სისტემური მოდელირება და მონიტორინგი. აუცილებელი გახდა თანამედროვე მეთოდით გაეროს საერთაშორისო კლასიფიკაციის (UNFC) მოთხოვნების შესაბამისად, სამგორის საბადოს მარაგების გადათვლა, საბადოს სისტემური კომპიუტერული მოდელის მეშვეობით. ეს მოდელი საშუალებას იძლევა დაიგეგმოს და ჩატარდეს საბადოს სარეაბილიტაციო სამუშაოები.

გაწვლოვანებულ ჭაბურღილებში მისი ექსპლუატაცია 98 % წყლის და 2 % ნავთობის შეფარდებით არარენტაბელური ხდება, თუმცა ბუდობში რჩება ე.წ. დარჩენილი ნავთობი, რომლის ამოღება ძალზე ძნელია.

ერთადერთი გაწვლოვანებული ჭაბურღილების რეაბილიტაციის ეფექტური მეთოდი არის ვიბროსეისმური ზემოქმედების ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა ძალზე გაწვლოვანებული ჭაბურღილების „სიცოცხლის“ დაბრუნებას.

ბუდობში ხდება წყლისა და ნავთობის გაყოფა, რის შედეგაც შესაძლებელია ნავთობის დამატებითი ამოღება. ამასთანავე, წყალნავთობის ნარევი წყლის წილი 30-40 %-ით მცირდება, მის ადგილს იკავებს ნავთობი. ცნობილია შემთხვევები, როდესაც ტუმბოებით ექსპლუატირებული ჭაბურღილები, გადადიოდნენ შადრევანზე ნავთობის მოპოვების 10-ჯერ მეტად გაზრდით.

არსებობს აგრეთვე ნავთობგაზიანი ბუდობის დარტყმითი-ტალღოვანი ფართობითი მოქმედების მეთოდი, რაც ამ ტექნოლოგიის ნაირსახეობაა.

ამ მეთოდმა გაიარა სერიული წარმოების სტადია, 9 რუსეთში, 15 საზღვარგარეთის ქვეყანაში და დაცულია პატენტით, მათ შორის, აშშ-ში, კანადაში, მექსიკაში, ბრაზილიაში, ნიგერიაში, ახალ ზელანდიაში, იაპონიაში და სხვა.

ვიბროსეისმური ტექნოლოგია საკმაოდ რენტაბელურია. მისი გამოყენების შემთხვევაში, ნავთობის მოპოვების გაზრდისას, სპეციალური ინფრასტრუქტურისა და ახალი ჭაბურღილების ბურღვაზე დამატებითი ხარჯები არ არის

საჭირო [5].

გაწვლოვანებული საბადოების რეაბილიტაციისათვის არსებობს კიდევ ტექნოლოგიური მეთოდოლოგია „ЦЕЛИК“, რომელიც შეიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. საბადოების სამგანზომილებიანი გეოლოგიური მოდელის დამუშავება;
2. მოდელის დაზუსტება სეისმოაკუსტიკური შიდაფენური ტომოგრაფიის მეთოდით;
3. საბადოს ჰიდროდინამიკური მოდელის დამუშავება;
4. ძველი ჭაბურღილებიდან მრავალსანგრევი მოკვლეულიანი ჰორიზონტალური ბურღვა;
5. საბადოს დამუშავების კომპიუტერული მონიტორინგი.

ამ მეთოდოლოგიაში გაწვლოვანებული ობიექტების დამუშავების ინტენსიფიკაციის საფუძველია გეოლოგიურ აგებულებაზე დაფუძნებული ინფორმაციის მაქსიმალური გამოყენება შემდეგ შემთხვევებში: კოლექტორებში ფილტრაციის პროცესების მდგომარეობაზე, ჭაბურღილებიდან ნავთობის მოპოვების პროცესებზე, ახალი ოპტიმიზირებული კრიტერიუმების და ტექნოლოგიური რეჟიმების ბუდობის დამუშავების პროცესების პროექტირებისათვის და რეალიზაციისათვის.

მიზნების მისაღწევად დამუშავების ინტენსიფიკაციისას იყენებენ კომპიუტერულ სამგანზომილებიან გეოლოგიურ მოდელს, რომლებსაც ღებულობენ ჭაბურღილშორისი სეისმოტომოგრაფიული საშუალებით, ტრადიციულ გეოფიზიკასთან ერთად.

ჯერ აუცილებელია „დავინახოთ“ ნავთობის ბუდობში „ЦЕЛИК“-ების (ბუდობის ნაწილები, სადაც დარჩენილია ბევრი ნავთობი) განაწილება, შემდეგ ამ ინფორმაციის გამოყენებით ძველი ჭაბურღილებიდან მრავალსანგრევი მოკვლეულიანი ჰორიზონტალური ბურღვისათვის, ბუდობის დამუშავების ტექნოლოგიის შემუშავებისათვის მათემატიკული მოდელის შექმნა [5].

სისტემური მოდელირების მეთოდების, ვიბროსეისმური ტექნოლოგიების, „ЦЕЛИК“ მეთოდების გამოყენება იძლევა შედეგს უკვე მესამე წელს. მომდევნო რამდენიმე წლის განმავლობაში სამგორი-პატარძელის საბადოზე ნავთობის მოპოვება იქნება გაზრდილი რამდენიმე მილიონ ტონამდე წელიწადში, რაც მრავალჯერ გაზრდის კაპიტალურ დაბანდებას.

სამგორი-პატარძელის საბადოს მაღალი ეფექტურობა კომპიუტერული მოდელირების და სხვა თანამედროვე ტექნოლოგიების ახალი ათვისების საშუალებით, იქნება მაგალითი და სტიმული ასეთივე სამუშაოების შესასრულებლად საქართველოს ნავთობისა და გაზის სხვა საბადოებისათვის.

**ცნობილი საბადოების მოდელირება ნავთობისა და გაზის ახალი ბუდოების ათვისების მიზნით**

ამ სამუშაოების დაწყება მიზანშეწონილია თბილისისპირა ნავთობგაზიან რაიონში.

კომპიუტერული მოდელი ნაწარმოებულადების ბუდობის პირდაპირი ძებნის მეთოდების კომპლექსით, იძლევა საშუალებას მინიმალური ხარჯით და უფრო მოკლე



კადაში გადაწყვედეს შემდეგი პრობლემები:

– ზედაეოცენის ნავთობის ჰორიზონტის ათვისება, რაც იძლევა შესაძლებლობას გაიზარდოს ნავთობის მარაგები და მისი მოპოვება.

– ქვედაეოცენის – ზედაცარცის გაზიანი ჰორიზონტების ათვისება.

ჯერ კიდევ 1967 წელს წამოჭრილი საკითხის გადაწყვეტა იძლევა საშუალებას უზრუნველყოფილი იქნეს საქართველო საკუთარი იაფი გაზით, რასაც გააჩნია არა მხოლოდ ეკონომიკური, არამედ პოლიტიკური მნიშვნელობა.

ამ სტატიაში ყველა დასმულ საკითხზე რეალიზაციის საშუალებები შეიძლება დაშვებული იქნეს სახელმწიფო სპეციალიზებული კოორდინაციულ-ანალიზური სამსახურის შექმნის შემდეგ, რომლის ამოცანა უნდა იყოს ნავთობზე და გაზზე საძიებო-სადაზვერვო და საექსპლუატაციო საშუალებების ეფექტურობის გაზრდა.

საკოორდინაციო-ანალიზური სამსახურის დარგში მომუშავე კომპანიებთან ერთად ინოვაციური საშუალების ჩატარების შემდეგ, ძებნა-ძიებითი საშუალების მსოფლიო პრაქტიკიდან გამოდინარე, მოსალოდნელია ნავთობის მოპოვების ზრდის შემდეგი მაჩვენებლები:

- მე-4 - მე-5 წელი - რამდენიმე ასეულ ათას ტონამდე წელიწადში;

- მე-6 - მე-10 წლებში - რამდენიმე მლნ ტონამდე წელიწადში.

შედეგად, წელიწადში ბიუჯეტში შევა რამდენიმე მილიარდი დოლარი. უფრო მეტი შემოსავლის მიღება შეიძლება, თუ საქართველო გაყიდის არა ნედლეულს, არამედ ნავთობის და გაზის გადამუშავებულ პროდუქტებს [2].

1. რ. თევზაძე. საქართველოში ნავთობისა და გაზის მოპოვების პერსპექტივები. საქართველოს ნავთობი და გაზი, №3(7), თბილისი, 2003. გვ. 2-9.

2. ზ. მგელაძე, ი. ბახტაძე, დ. გაჯიევი-შენგელია. ნავთობგაზმომპოვებელი კომპლექსის განვითარების მართებული პოლიტიკა საქართველოს მოსახლეობის ეკონომიკური და სოციალური მდგომარეობის გაუმჯობესების საწინდარია. საქართველოს ნავთობი და გაზი, №26, თბილისი, 2010. გვ. 65-69.

3. ზ. მგელაძე, ი. ბახტაძე, ვ. ლალიევი. ნავთობგაზმომპოვებელი დარგის მდგომარეობა და მისი პოტენციალის პერსპექტივები საქართველოში. „სრულიად საქართველოს კათოლიკოს-პატრიარქის ფონდი“. „ნავთობისა და გაზის დროებითი კომისია“, თბილისი, 2007. [www.patriarch.ge](http://www.patriarch.ge)

4. ზ. მგელაძე ი. ბახტაძე. საქართველოში ნავთობის მცირე მოპოვების მიზეზები და ვითარების შეცვლის გზები. სამთო ჟურნალი, №1 (28), თბილისი, 2012. გვ.7-12.

5. ზ. მგელაძე, ი. ბახტაძე, ვ. ლალიევი. საკუთარი ნავთობი და გაზი - საქართველოს ეკონომიკის განვითარების საფუძველი. „სრულიად საქართველოს კათოლიკოს-პატრიარქის ფონდი“. „ნავთობისა და გაზის დროებითი კომისია“, თბილისი, 2008. [www.patriarch.ge](http://www.patriarch.ge)

6. З. Мгеладзе, Ю. Бахтадзе. Инновационные технологии XXI-го века – основа развития нефтегазовой отрасли Грузии. Теоретические основы и технологии поисков и разведки нефти и газа. Нефть и газ Грузии, № 4 თბილისი, 2013. с.23-29.

**МГЕЛАДЗЕ З. В., БАХТАДЗЕ И. К.  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - ОСНОВА  
ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ПОИСКОВОЙ  
И ДОБЫВАЮЩЕЙ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ  
ГРУЗИИ**

**MGELADZE Z., BAKHTADZE I.  
MODERN TECHNOLOGIES – A BASIS  
OF AN INTENSIVE WAY OF DEVELOPMENT  
OF SEARCH AND EXTRACTING OIL BRANCH  
OF GEORGIA**

В работе на основе системного подхода проанализировано состояние нефтяной отрасли Грузии, рассмотрены причины низкой эффективности поисков, разведки и добычи нефти. В Грузии, несмотря на высокий потенциал нефтегазоносности, в настоящее время, даже с иностранными инвестициями, добывается небольшое количество нефти. В статье рассмотрены современные инновационные технологии, которые позволяют в несколько раз повысить эффективность поисково-оценочных работ, и что самое важное, должны дать высокие результаты для регионов со сложным геологическим строением.

In work on the basis of the system approach the condition of oil industry of Georgia was analysed, the reasons of low efficiency of searches, geological exploration and oil productions were reviewed. In Georgia, despite high oil-and-gas bearing potential, now, even with foreign investments, the oil small amount is extracted. The article deals with modern innovate technologies, which allow to increase efficiency of prospecting and evaluation works in several times, and most importantly, must give high results for regions with complex geological media.

აკად. დოქტორი ი. ლომინაძე, აკად. დოქტორი ჯ. ბაბუჩავა, ნ. ცირლიაძე, დ. ჩხანიძე, დ. თაბაგარი

**ლიკანის მეთქვანული ასაკის ნალექებში მტკნარი წყლის  
ჭაბურღილზე ჩატარებული საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოების  
შედეგების ინტერპრეტაციის თავისებურებები**

*ნაშრომში განხილულია მტკნარი წყლის ჭაბურღილში საცდელი სამუშაოების დროს დონის ცვალებადობის მცირე სიდიდეების პირობებში შედეგების ინტერპრეტაციის თავისებურებები. ავტორთა მიერ ჩატარებული სამუშაოების შედეგებს მიეცა გრაფიკული სახე და შედარდა კლასიკურ ჰიდროგეოლოგიურ ლიტერატურაში არსებულ სამაგალითო ამოტუმბვებს, რის საფუძველზეც ჩატარდა საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოების დიაგნოსტიკა და გამოთვლები.*

სანატორიუმ „ბორჯომი-ლიკანის“ ტერიტორიაზე, მდ. მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე მეთხეულ ალუვიურ ნალექებში, ერთმანეთისგან 7.1 მ დაშორებით გაყვანილია ორი ჭაბურღილი – №1 საექსპლუატაციო და №2 სათვალთვალო. ორივე ჭაბურღილი 20 მ სიღრმისაა და განთავსებულია ზღვის დონიდან 79.5 მ სიმაღლეზე. ორივე ჭაბურღილის კონსტრუქცია და გეოლოგიური ჭრილი იდენტურია: 0-15 მ ინტერვალში გახსნილია მეთხეული ასაკის წყალშემცველი ალუვიონი წარმოდგენილი კაჭარკენჭნარით ქვიშის შემავსებლით, ხოლო 15-20 მ ინტერვალში პალეოცენ-ქვედა ეოცენის ბორჯომის ფლოში წარმოდგენილი თიხებისა და მერგელების მორიგეობით, რომელიც წყალს არ შეიცავს.

2012 წლის სექტემბერსა და ნოემბერში ჩატარდა საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოები, რომლებიც მიზნად ისახავდა დადგენილიყო წყალშემცველი ჰორიზონტის გეოფილტრაციული პარამეტრები, საექსპლუატაციო ჭაბურღილის შესაძლო მაქსიმალური ხარჯი, ურთიერთგავლენა საექსპლუატაციო და სათვალთვალო ჭაბურღილებს შორის.

სამუშაოები მოიცავდა საცდელ ამოტუმბვებს და შემდგომ დონის აღდგენას. საექსპლუატაციო ჭაბურღილში ამოტუმბვის დროს ხდებოდა დაკვირვება დონის დაწვევაზე, პერიოდულად იზომებოდა ჭაბურღილის დებიტი, ხოლო გაჩერების შემდგომ მიმდინარეობდა დაკვირვება დონის აღდგენაზე. სათვალთვალო ჭაბურღილში მიმდინარეობდა დაკვირვება დონის ცვალებადობაზე როგორც ამოტუმბვის დროს საექსპლუატაციო ჭაბურღილში, ასევე დონის აღდგენის პერიოდში.

ვინაიდან, ორივე ამოტუმბვის დროს როგორც დონის დაწვევის, ასევე დონის აღდგენის შემთხვევაში, დონის ცვალებადობა №2 სათვალთვალო ჭაბურღილში შეადგენდა არაუმეტეს 2 სმ-ისა, შემდგომი ანგარიში შესრულდა მხოლოდ №1 ჭაბურღილისთვის, როგორც ერთეულ ჭაბურღილზე ამოტუმბვის შედეგად დონის დაწვევის და

ამოტუმბვის შემდეგ დონის აღდგენის შემთხვევისთვის.

ჭაბურღილების ზემოაღნიშნული ჭრილის მიხედვით და მათი მდ. მტკვართან განლაგების გათვალისწინებით, გამოთვლები უნდა შესრულდეს ნახევრადშემოსაზღვრული სასაზღვრო ფენის უდაწნეო წყლების წყალშემცველ ჰორიზონტში არსებული ჭაბურღილისთვის.

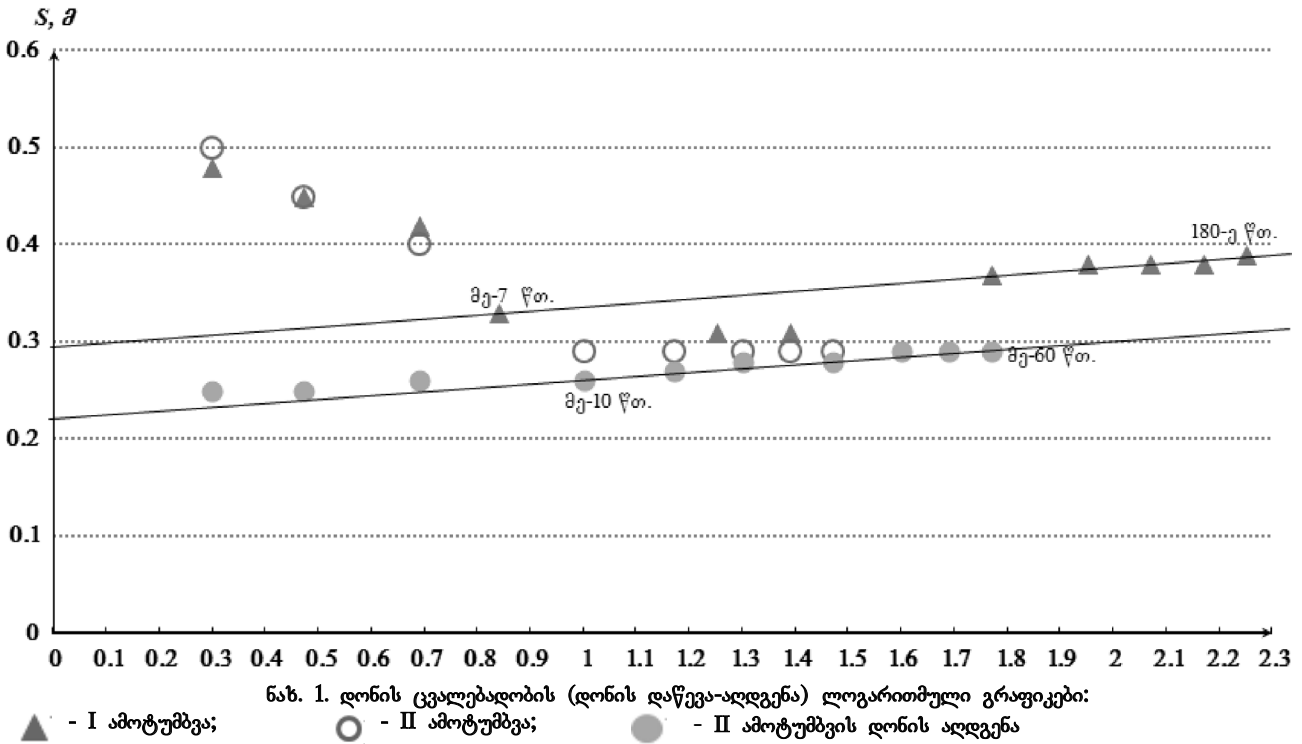
აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ №1 საექსპლუატაციო ჭაბურღილი ექსპლუატაციაშია 20 წელზე მეტი დროის განმავლობაში, ანუ არსებული გარემოება – ჭაბურღილებში დონეთა სიდიდეები შეიძლება ჩაითვალოს ე.წ. ფონად. სწორედ ეს არის მიზეზი საცდელი ამოტუმბვის დროს დონის დაწვევისა და დონის აღდგენის მცირე სიდიდეების (არაუმეტეს 0.5 მ-ისა) არსებობისა. აღნიშნული თავისებურება წარმოადგენს სირთულეს დონის დაწვევისა და აღდგენის ცვალებადობის მცირე მნიშვნელობებზე ჩატარებული გამოთვლებისთვის.

თავიდანვე უნდა ითქვას, რომ საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოების პერიოდში დონის აღდგენაზე დაკვირვება სრულყოფილად შესრულდა მეორე ამოტუმბვის შემდეგ, ნოემბერში. ამიტომ გამოთვლებისთვის ვიყენებთ ორივე ამოტუმბვისას მიღებულ დონის დაწვევის მნიშვნელობებს და მეორე ამოტუმბვის შედეგად დონის აღდგენის მნიშვნელობებს.

წყალშემცველი ჰორიზონტის ფილტრაციული თვისებების შესასწავლად, ორივე ამოტუმბვის მონაცემებით აიგო დონის ცვალებადობის (დონის დაწვევა-აღდგენა) ლოგარითმული გრაფიკები  $S - \sqrt{gt}$  (იხ. ნახ. 1). ფილტრაციის კოეფიციენტი გამოთვლილ იქნა ტეისისა და დიუპუის ფორმულებით როგორც დაწვევითი, ისე უდაწნეო ფენის შემთხვევისთვის, რადგან, როგორც ცნობილია [1, 2, 3, 4], თუ დონის დაწვევა უდაწნეო ფენში არ აღემატება წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრის 20%-ს, შესაძლებელია დაწვევითი ფენის ფორმულების და გრაფიკების გამოყენება.

№1 ჭაბურღილზე ჩატარებული საცდელი სამუშაოების შედეგები დატანილ იქნა ერთი და იმავე ნახაზზე (იხ. ნახ. 1.), რაც საშუალებას იძლევა გაკეთდეს დიაგნოსტიკური ანალიზი:

- ორივე ამოტუმბვის შედეგები იდენტურია;
- ამოტუმბვის შედეგად, დონის დაწვევის მცირე მნიშვნელობების დროსაც კი კარგად ჩანს ნახევრადშემოსაზღვრული წყალშემცველი ფენის სასაზღვრო პირობების თავისებურებები;
- დონის დაწვევის მონაცემებით აგებული გრაფიკების პირველი პერიოდი – მარცხენა ნაწილი, ორივე ამო-



ტუმბვისას ნახტომისებური ხასიათისაა, ხოლო შემდგომი პერიოდის, მეორე, მარჯვენა ნაწილი ხასიათდება თანაბარი მზარდი ბიჯით სტაბილიზაციამდე;

– აღსანიშნავია, რომ მეორე ამოტუმბვის შედეგად მიღებული დონის აღდგენის სრული გრაფიკიც სტაბილიზაციამდე ხასიათდება მსგავსი თანაბარი მზარდი ბიჯით.

აღნიშნული ფაქტორი, კლასიკური ჰიდროგეოლოგიური ლიტერატურის მიხედვით [1,4], დამახასიათებელია ნახევრადშემოსაზღვრული სასაზღვრო ფენის უდაწნეო წყლების წყალშემცველ ჰორიზონტში არსებული ჭაბურღილებისთვის, რაც თავის მხრივ მიუთითებს შერჩეული სასაზღვრო პირობების მართებულობას.

წყალშემცველი ჰორიზონტის გეოფილტრაციული პარამეტრების გამოსათვლელად, ზემოაღნიშნულ გრაფიკებზე (იხ. ნახ. 1), გატარდა სწორხაზოვანი უბნები (მე-7 წთ. – 180-ე წთ. და მე-10 წთ. – მე-60 წთ.). ეს სწორხაზოვანი უბნები აიგო გრაფიკების კვაზისტაციონარული რეჟიმის დამახასიათებელ წერტილებზე დაყრდნობით, პირველი და მეორე ამოტუმბვების მონაცემების საფუძველზე, როგორც დონის დაწვევის, ასევე დონის აღდგენის მონაცემებზე დაყრდნობით. სწორხაზოვანი უბნები მეთოდურად შერჩეულ იქნა ისე, რომ რაც შეიძლება მეტი საკვლევი, კვაზისტაციონარული რეჟიმის, დამახასიათებელი წერტილი სტაბილიზაციამდე მოხვედრილიყო სწორხაზოვან უბანზე.

ვინაიდან, მეორე ამოტუმბვისას სტაბილიზაცია სწრაფად იქნა მიღწეული, ანუ გრაფიკის ნახტომისებრი ნაწილიდან პირდაპირ სტაბილური უბანია წარმოდგენილი, ფაქტიურად – კვაზისტაციონარული უბნის გარეშე, სასურველია წყალშემცველი ფენის ფილტრაციული თვისებების შესწავლისას დავეყრდნოთ პირველი ამოტუმბვის დონის

დაწვევის მონაცემებს და მეორე ამოტუმბვის დამთავრებისას ჩატარებული დონის აღდგენის მონაცემებს.

საცდელ-ფილტრაციული სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე დაყრდნობით შესრულდა წყალშემცველი ჰორიზონტის გეოფილტრაციული პარამეტრების ანგარიში:

პირველი ამოტუმბვის შედეგად (ამოტუმბვის დებიტი  $Q = 912$  მ<sup>3</sup>/დღ.-დ.) აგებულ დონის დაწვევის მონაცემების გრაფიკზე სწორხაზოვანი უბანი გავატარეთ მე-7 და 180-ე წუთების მნიშვნელობის წერტილებზე. ქანობი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$C = \frac{S_2 - S_1}{lgt_2 - lgt_1} \quad (1)$$

სადაც  $S_1$  და  $S_2$  – დონის დაწვევის სიღრმე, შესაბამისად, მე-7 და 180-ე წთ-ზე, მ;

$lgt_1$  და  $lgt_2$  – ამავე დროის მონაკვეთზე დროის ლოგარითმები.

$$\text{ამრიგად, } C = \frac{0.39 - 0.33}{2.2253 - 0.845} = 0.04254.$$

ფილტრაციის კოეფიციენტი გამოთვლილი იქნა ტეისის ფორმულით

$$K = \frac{0.183 \cdot Q}{m \cdot C} \quad (2)$$

სადაც  $Q$  – დებიტი ამოტუმბვის დროს, მ<sup>3</sup>/დღ.-დ.;

$m$  – წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრე, მ;

$C$  – ქანობი.

$$\text{ჩვენს შემთხვევაში } K_1 = \frac{0.183 \cdot 912}{15 \cdot 0.04254} \approx 262 \text{ მ/დღ.-დ.}$$

მეორე ამოტუმბვის მონაცემების შედეგად (ამოტუმბვის დებიტი  $Q = 936$  მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ.) ავებულ დონის აღდგენის გრაფიკზე გატარებულ იქნა სწორხაზოვანი უბანი მე-10 წთ-ის და მე-60 წთ-ის წერტილებზე. ქანობი ტოლი იქნება

$$C = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1} = \frac{0.29 - 0.26}{1.77815 - 1} = 0.03856.$$

ფილტრაციის კოეფიციენტი

$$K_2 = \frac{0.183 \cdot Q}{m \cdot C} = \frac{0.183 \cdot 936}{15 \cdot 0.3858} \approx 297 \text{ მ/დღ.-ლ.}$$

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი შემთხვევისთვის წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრეა 15 მ, ხოლო მაქსიმალური დონის დაწვევა 0,5 მ, იგი შეადგენს უდაწნეო ფენში მხოლოდ 3,33%-იან ცვლილებას, რაც საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ფორმულები და გრაფიკები დაწვევითი ჰორიზონტის შემთხვევისთვის. ჩვენ მაინც ჩავატარეთ გამოთვლები უდაწნეო ჰორიზონტის შემთხვევისთვის მეორე ამოტუმბვის დონის აღდგენის მონაცემებით.

სწორხაზოვანი უბანი გატარებულ იქნა იგივე პრინციპით როგორც დაწვევითი ჰორიზონტის შემთხვევისთვის, მე-10 და მე-60 წთ-ების წერტილებზე. ქანობი გამოთვლილ იქნა ფორმულით

$$C = \frac{S_2(2H - S_2) - S_1(2H - S_1)}{\lg t_2 - \lg t_1}, \quad (3)$$

სადაც  $H$  – წყალშემცველი ჰორიზონტის სიმძლავრე, მ. ჩვენს შემთხვევაში:

$$C = \frac{0.29(2 \cdot 15 - 0.29) - 0.26(2 \cdot 15 - 0.26)}{1.778 - 1} = 1.1356.$$

ფილტრაციის კოეფიციენტი გამოთვლილი იქნა დიუპუის ფორმულით უდაწნეო ფენის შემთხვევისთვის

$$K_3 = \frac{0.363 \cdot Q}{C} = \frac{0.366 \cdot 936}{1.1356} \approx 302 \text{ მ/დღ.-ლ.}$$

ფილტრაციის კოეფიციენტის მიღებული შედეგების  $K_1 = 262$  მ/დღ.-ლ.,  $K_2 = 297$  მ/დღ.-ლ. და  $K_3 = 302$  მ/დღ.-ლ. განალიზების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ არსებულ სიტუაციაში, ჩვენთვის უცნობი ბუნებრივი პროცესების გაუთვალისწინებლობის გამო, ფილტრაციის კოეფიციენტის საანგარიშო სიდიდედ მივიჩნიეთ უარესი შემთხვევა, ანუ დაბალი მნიშვნელობის მაჩვენებელი –  $K = 262$  მ/დღ.-ლ. ამის შემდეგ წყალგამტარებლობა შეიძლება გამოთვლილი იქნეს შემდეგი ფორმულით

$$T = K \cdot m = 262 \cdot 15 = 3930 \text{ მ}^3/\text{დღ.-ლ.}, \quad (4)$$

სადაც  $K$  – ფილტრაციის კოეფიციენტი, მ/დღ.-ლ.;

$m$  – წყალშემცველი ფენის სიმძლავრე, მ.

საკვლევ ჭაბურღილში, მტკნარი წყლის რესურსული უზრუნველყოფის შეფასებისთვის მივიღოთ რამდენიმე

დაშვება, კერძოდ:

1. საანგარიშო ფორმულებში ფიგურირებს საქსპლუატაციო დებიტის  $Q$ -ს მნიშვნელობა. ჩვენი შემთხვევისთვის შეიძლება მიღებულ იქნას საქსპლუატაციო ჭაბურღილისთვის, არა ჩვეული რეჟიმი  $Q = 888$  მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ., არამედ,  $Q = 936$  მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ. ხარჯის ეს მაქსიმალური მნიშვნელობა მიღებული იქნა მეორე ამოტუმბვის დროს. ე.ი. შესაძლებელია რომ მომავალში კიდევ მოხდეს ამ რაოდენობის წყლის მიღება.

2. მტკნარი წყლის საქსპლუატაციო ჭაბურღილის რესურსული უზრუნველყოფისთვის გამოთვლები შეიძლება ჩატარდეს როგორც ტეისის, ასევე დიუპუის ფორმულების მიხედვით, მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენთვის ცნობილია – წყალშემცველი ჰორიზონტი არის უდაწნეო.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ამოტუმბვების დროს მაქსიმალური დონის დაწვევა არ აღემატება წყალშემცველი ფენის 20%-ს, ამიტომ რესურსული უზრუნველყოფის შეფასება შესრულებული იქნა ორივე მეთოდით და ყურადღება გამახვილებულია უარეს შემთხვევაზე, რათა თავიდან აცილებული ყოფილიყო გაანგარიშებისას ჩვენთვის უცნობი, ბუნებრივი ფაქტორების ზეგავლენა მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის პროცესზე.

მტკნარი წყლის რესურსული უზრუნველყოფა შეიძლება გამოთვლილ იქნეს ტეისის ფორმულით

$$S = \frac{0.183 \cdot Q}{T} \cdot \lg \frac{2.25at}{r^2}, \quad (5)$$

სადაც  $S$  – საპროგნოზო დონის დაწვევის სიდიდე, მ;

$Q$  – საქსპლუატაციო ჭაბურღილის დებიტი, მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ.;

$T$  – წყალშემცველი ჰორიზონტის წყალგამტარებლობა, მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ.;

$a$  – პიეზომეტრობა, მ<sup>2</sup>/დღ.-ლ.;

$r$  – ჭაბურღილის რადიუსი, მ.

საანგარიშო ფორმულაში ყველა სიდიდე ცნობილია გარდა პიეზომეტრობის კოეფიციენტისა. მის გამოსათვლელად ვიყენებთ ფორმულას:

$$\lg a = 2 \lg r - 0.35 + \frac{A}{C}, \quad (6)$$

სადაც  $A$  – მანძილი, რომელიც მიიღება ქანობის მიერ ორდინატთა ღერძის გადაკვეთის შედეგად. ჩვენ შემთხვევაში:

$$\lg a = 2 \lg 0.1095 - 0.35 + \frac{0.3}{0.04254} = 4.7808.$$

$$a = 60000 \text{ მ}^2/\text{დღ.-ლ.}$$

$$S = \frac{0.183 \cdot Q}{T} \cdot \lg \frac{2.25 \cdot a \cdot t}{r} =$$

$$= \frac{0.183 \cdot 936}{262} \cdot \lg \frac{225 \cdot 60000 \cdot 9131}{0.012} = 7.2 \text{ მ.}$$

მტკნარი წყლის რესურსული უზრუნველყოფის ანგარიშისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დიუპუის ფორმულა

$$S = \frac{0.366 \cdot Q \cdot \lg \frac{R}{r}}{T}, \quad (7)$$

სადაც  $R$  – ჭაბურღილის მოქმედების გავლენის რადიუსი, მ. საანგარიშო ფორმულაში ყველა სიდიდე ცნობილია გარდა გავლენის რადიუსისა, რომელიც იანგარიშება ფორმულით

$$R = 1.5\sqrt{at}, \quad (8)$$

სადაც  $t$  – ჭაბურღილის მოქმედების საპროგნოზო დრო, 25 წელი, 9131 დღ.-დ.

ლიუპუსის ფორმულისთვის პიეზოგამტარობის კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$\lg a = 2\lg r - 0.35 = \frac{A}{C}. \quad (9)$$

ჩვენს შემთხვევაში

$$\lg a = 2\lg r - 0.35 + \frac{A}{C} = 2\lg 0.19 - 0.35 + \frac{0.22}{0.03856} = 3.44.$$

$$a = 2750 \text{ მ}^2/\text{დღ.-დ.}$$

$$\text{მაშინ } R = 1.5\sqrt{2750 \cdot 9131} = 7516.52 \text{ მ.}$$

$$S = \frac{0.366 \cdot Q}{T} \lg \frac{R}{r}, \quad (10)$$

$$S = \frac{0.366 \cdot 936}{3930} \lg \frac{7516.52}{0.1095} \approx 0.42 \text{ მ.}$$

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული შემთხვევისთვის კერძოდ, ჭაბურღილებში დონეთა ცვალებადობის ასეთი მცირე სიდიდეების მოუხედავად, საცდელი ამოტუმბვის ინტერპრეტაცია შესაძლებელი გახდა მისი შედეგების გრაფიკულად წარმოდგენის შემდეგ, სადაც გამოჩნდა ჩვენს მიერ ჩატარებული ამოტუმბვის ერთგვარი შედარება კლასიკურ ჰიდროგეოლოგიურ ლიტერატურაში არსებულ სამაგალითო ამოტუმბვის სახესთან. გრაფიკებზე გამოჩნდა ამოტუმბვის მრუდების ნახტომისებრი ხასიათი

ЛОМИНАДЗЕ И.Г., ГАБЕЧАВА Д.Ш.,  
ЦИРГИЛАДЗЕ Н.М., ЧХАИДЗЕ Д.В., ТАБАГАРИ Д.Л.  
**ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОН-  
НЫХ РАБОТ ПРОВЕДЕННЫХ НА СКВАЖИНЕ  
ПРЕСНОЙ ВОДЫ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЯХ В ЛИКАНИ**

В статье рассмотрены особенности интерпретации опытных работ в скважинах пресной воды при малых значениях изменений уровня подземных вод. Результаты наблюдений выражены в графическом виде, которые сопоставлены с результатами и видами опытных откачек рассмотренном в классической гидрогеологической литературе, на основе чего даётся диагностика и расчеты опытно-фильтрационных работ.

და მათი თანაბარი მზარდი ბიჯი სტაბილიზაციისკენ. ამასთან, დადგინდა ჭაბურღილის მაქსიმალური ხარჯი  $Q = 936 \text{ მ}^3/\text{დღ.-დ.}$

შედეგად, ლიკანში, მეოთხეული ასაკის წყალშემცველი ჰორიზონტისთვის, ნახევრადშემოსაზღვრული წყალშემცველი ფენის სასაზღვრო პირობებისთვის და საპროგნოზო დებიტის  $Q = 936 \text{ მ}^3/\text{დღ.-დ.}$  შემთხვევისთვის დონის დაწვევა არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ მაჩვენებელს  $S < \frac{H}{2}$ , ჩვენი, ყველაზე უარესი შემთხვევისთვისაც კი  $7,2 \text{ მ} < \frac{15}{2} \text{ მ.}$

ვინაიდან არსებული რეჟიმით №1 ჭაბურღილი მუშაობს უკვე რამდენიმე ათეული წელია და ამიტომ აღნიშნული გარემოება შეიძლება ჩათვალოს №1 ჭაბურღილის ბუნებრივ ფონად – სტაბილურ რეჟიმად. ამიტომ, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ლიკანის უბნის მეოთხეული ასაკის ნალექებისთვის არსებული დებიტის მიღების შემთხვევაში მიწისქვეშა წყლების რესურსები უზრუნველყოფილია, მიღებული წყლის ქიმიური კონდიციის შეცვლის საშიშროების გარეშე.

ყველა გამოთვლები ჩატარებულია წლების განმავლობაში მოქმედ საქსპლუტაციო ჭაბურღილში დონის ცვალებადობის საკმაოდ მცირე ცვლილების პირობებში.

#### ლიტერატურა

1. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин А.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. Недра, Москва, 1979. 320 с.
2. Биндеман П.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Недра, Москва, 1970. 213 с.
3. Бочевер Ф.М. Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод. Недра, Москва, 1968. 322 с.
4. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. Недра, Москва, 1978. 325 с.

LOMINADZE I., GABECHAVA D., TSIRGILADZE N.,  
CHKHAIDZE D., TABAGARI D.  
**PROPERTIES TO INTERPRET RESULTS  
FIELD FILTERING WORKS MADE AT  
FRESH WATER HOLE IN QUATERNARY  
FORMATIONS LIKANI**

The work considers properties to interpret field work in fresh water hole when underground water level changes are low. Work results given in graph forms and compared with results classic hydrogeologic literature field works pumping-out. After that made diagnostics and counting field filtering works.

**ბაკალ. დოქტორი ვ. ნადირაძე**  
**ოკრიზის ამაღლების ტექტონიკური აგებულების და გავადნების**  
**თავისებურება**

განხილულია საქართველოს ბელტის ჩრდილო ნაწილის - ოკრიზის ამაღლების ტექტონიკური აგებულება და ენდოგენური საბადოების ფორმირების პირობები. ამაღლების სტრუქტურას განაპირობებენ, რამდენიმე მემართების ლინეამენტური ზონები. ამაღლების ჩრდილო ნაწილში ფუნდამენტი საფეხურებრივად იძირება კავკასიონის სამხრეთ ფერდისაკენ. აღმოსავლეთ ნაწილში გამოვლენილია რევიონალური მერიდიანული ამაღლება, რომლის ფარგლებში ფუნდამენტი ერთი კილომეტრითაა ამოწეული. ენდოგენური საბადოები ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაში ვლინდებიან და ჩრდილო-დასავლეთის მემართების ტექტონიკურ ზონებს უკავშირდებიან. ბარიტის მადნების ფორმირება ზედაიურული ქანების ეკრანიდან 400 მეტრამდე ინტერვალში მიმდინარეობს. კალციტის საბადოების რაოდენობა და მასშტაბურობა სიღრმეებისაკენ მატულობს. ნავთობგაზიანობის თვალსაზრისით პერსპექტიულია ოკრიზის დაძირული, ჩრდილო ნაწილი მერიდიანული ამაღლების ფლანგებზე.

საქართველოს ბელტი ღრმული და ხანგრძლივად მოქმედი რღვევებით დანაწევრებულია სტრუქტურულ-ფორმაციულ ზონებად. ბელტის აღზევებული ჩრდილო ნაწილი დაყოფილია უფრო მცირე ბლოკებად - დეპრესიებად და აღზევებებად. ერთ-ერთ ასეთ აღზევებულ ბლოკს წარმოადგენს ოკრიზის ამაღლება, რომლის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ მეზო-კაინოზოური ნალექები, შუა იურის ბაიოსიდან ზედა მიოცენის სარმატით დამთავრებული, ზედა იურული და ზედაცარცული ინტრუზივები და მეოთხეული ნალექები. კამბრიულისწინა-ქვედაპალეოზოური მეტამორფიზები, ზედა პალეოზოურ და იურულ ინტრუზივებთან ერთად ქმნიან ქვედა სტრუქტურულ სართულს.

ოკრიზის ამაღლება, დაახლოებით 1000 კმ<sup>2</sup> ფართობის, თაღისებრი ფორმის რთულ ნაოჭა-ბლოკურ სტრუქტურას წარმოადგენს, რომლის ცენტრი ძირითადად ბაიოსის ვულკანოგენური წყებითაა აგებული და ნაკლებად - ბათური, ზედა იურული ტერიგენული ნალექებით, ფრთებზე რკალისებრადაა გარშემორტყმული დამრეცი ცარცული კარბონატულ-ტერიგენული წარმონაქმნებით (იხ. ნახ. 1). ბაიოსის ვულკანოგენური წყება უშუალოდ ფარავს, მის ქვეშ 0,7 - 1,5 კმ სიღრმეზე განთავსებულ კრისტალურ ფუნდამენტს. ოკრიზის ჩრდილო ნაწილში რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინა, რომელიც ღრმულ რღვევაზეა განვითარებული და საქართველოს ბელტს ჰყოფს კავკასიონის სამხრეთ ფერდის ნაოჭა სტრუქტურისაგან.

ამაღლება, რომელიც ცარცის შემდგომ პერიოდშია განვითარებული, მუხლისებრი ფორმისაა და ორი სტრუქტურული ელემენტისაგან შედგება - ჩრდილო ნაწილში ამაღლების ღერძი მერიდიანულადაა მიმართული, ხოლო სამხრეთ ნაწილში განედურად.

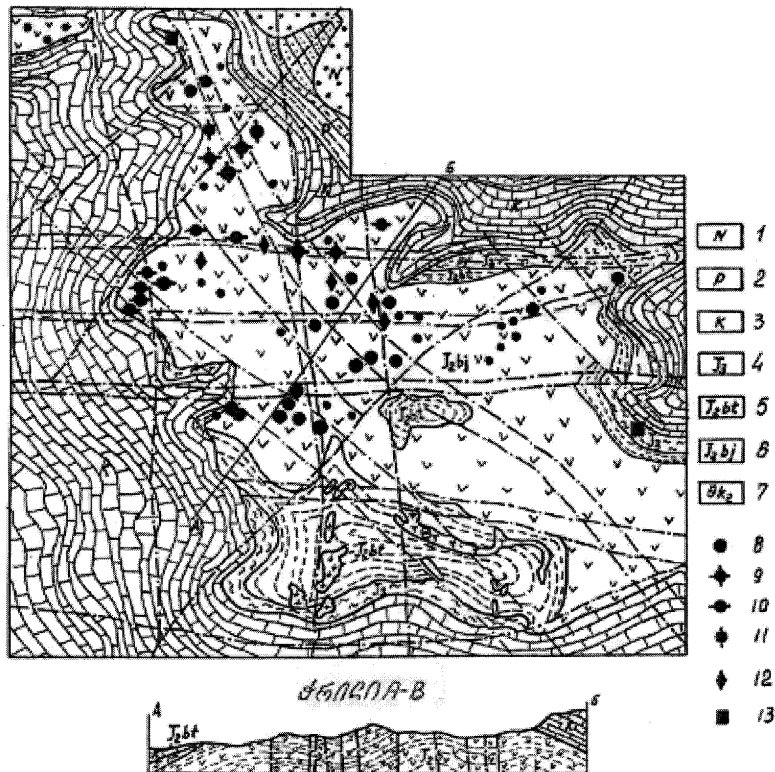
ფუნდამენტის წარმონაქმნებში გეოფიზიკური მე-

თოდებით გამოიყოფა ხუთი მიმართულების რღვევათა სისტემა: 1. ჩრდილო-დასავლეთის 285-295°; 2. ჩრდილო-დასავლეთის 310-330°; 3. განედური 270°; 4. მერიდიანული 350-360° და 5. ჩრდილო-აღმოსავლეთის 30-50°. აღნიშნული სისტემები შეესაბამებიან კავკასიის ძირითად სტრუქტურების მიმართულებას და მნიშვნელოვნად განაპირობებენ ამაღლების დანაოჭების ხასიათს. საფარის ქანებში გამოიყოფა სამი სტრუქტურული იარუსი: ადრე-ალპური ანუ კიმერიული (შუა და ზედა იურა), ალპური (ცარცი და პალეოგენი ოლიგოცენამდე) და გვიან ალპური (ოლიგოცენ-მიოცენი).

ადრეალპური ეტაპის დანაოჭება წარმოდგენილია ბრაქისინკლინებითა და ბრაქიანტიკლინებით, იშვიათად თალური სტრუქტურებით, რომელთა სიგრძისა და სიგანის შეფარდება 2:1 დან 5:1-მდე მერყეობს. ნაოჭთა ძირითადი რაოდენობა გაიდევნება დიდი რღვევების გასწვრივ, რაც საშუალებას იძლევა მათი გენეზისი მივაკუთვნოთ რღვევებთან დაკავშირებულ ბლოკურ სტრუქტურებს. ჩრდილოეთის მიმართულებით, ფუნდამენტის დაძირვასთან და საფარის სიმძლავრის გადიდებასთან ერთად დანაოჭების კავშირი რღვევებთან კლებულობს.

ს. ღვედის განედზე გამავალ რღვევათა ზონით ოკრიზის ამაღლება ორ ნაწილად იყოფა. ზონის ჩრდილოეთით განვითარებული ნაოჭები მხოლოდ განედური მიმართებისაა, სამხრეთით ჭარბობენ ჩრდილო-დასავლეთის და ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართების ნაოჭები. ეს მოვლენა შეიძლება აიხსნას ოკრიზის ჩრდილოეთით მდებარე, განედური, ღრმული რღვევისზედა რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის არსებობით. ამ მნიშვნელოვანი სტრუქტურის მოშორებით სხვადასხვა მიმართების რღვევათა როლი თანაბრდება. ნაოჭების ფრთების დაქანების კუთხეები 10-15°-დან 45-60°-მდე მერყეობს, მცირდებიან ზედა ჰორიზონტებში, რის გამოც ბაიოსის ზედა ნაწილებში და ბათურ ნალექებში დანაოჭება არამკაფიოა. ყველა სტრატეგრაფიულ ღონეზე, უფრო დიდი დაქანების კუთხეები დამახასიათებელია რღვევისპირა ნაოჭებისათვის, რომელთა ფრთები ხშირად გართულებულია ციცაბო ფლექსურებით, 75-80° დაქანების კუთხეებით.

ყველაზე უფრო დიდი ნაოჭებია: ლანძგვერია-ხვამლის განედური ანტიკლინი, ჩრდილო-დასავლეთის მიმართების ჟონეთის ანტიკლინი, ლაჩეპიტას განედური სინკლინი და ჩრდილო-დასავლეთის მიმართების წიფლარისხევის სინკლინი. ალპური სტრუქტურული სართულის წარმონაქმნები განვითარებული არიან ოკრიზის ამაღლების ფერდებზე. ისინი მონოკლინური წოდების ელემენტებით ხასიათდებიან, 20°-მდე დაქანების კუთხით და ზოგჯერ, რღვევების გასწვრივ, გართულებული არის დამრეცი ნაოჭებით. გვიანალპური სტრუქტურული იარუსის წარმონაქმნები ოკრიზის ამაღლების ჩრდილოეთ ნაწილში რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის სამხრეთ ფრთას ქმნიან და მონოკლინურად ეცემიან ჩრდილოეთის მიმართულებით 25° კუთხით.



ნახ. 1. ოკრიბის ამაღლების გეოლოგიური რუკა: 1 – ნეოგენი (კონგლომერატები, ქვიშაქვები, თიხები); 2 – პალეოგენი (კირქვები, ქვიშაქვები, მერგელები); 3 – ცარცი (კირქვები, დოლომიტები, მერგელები, ტუფები, ბაზალტებისა და პორფირიტების განფენები); 4 – ზედა იურა (თიხები, ქვიშაქვები, კონგლომერატები, ტუფოქვიშაქვები); 5 – ბათი (არკლიტები, ალფროლიტები, ქვიშაქვები); 6 – ბაისი (ტუფები, ტუფობტექნიები, ლავური ბრექჩიები, ბაზალტებისა და პორფირიტების განფენები); 7 – დიორიტები, ტემენიტები. საბადოები და მათი ტიპები: 8 – ბარიტის; 9 – ბარიტ-პოლიმეტალური; 10 – ბარიტ-კალციტური; 11 – ბარიტ-კვარცხული; 12 – კალციტის; 13 – თაბაშირის

ზედაპირზე პირველი სისტემის რღვევები (285-290° მიმართებით) წარმოდგენილია დისლოცირებული და ინტენსიურად დანაპარლოვებული ზონების სახით, რომელთა სიძლიერე 50 მეტრამდეა. ეს სტრუქტურები ყველაზე ადრინდელი არიან, ფიქსირდებიან ფრაგმენტულად ცალკეულ ბლოკებში და მიმართებაზე დიდ მანძილებზე არ იღვენებიან.

მეორე სისტემა (310-330°) შეესაბამება ლ. ვარდანიანცის [1] მიერ დადგენილ ირან-ყირიმის ტექტონიკურ ზონას და მასთან დაკავშირებულ, გ. ძოწენიძის [2] მიერ გამოყოფილ, ამიერკავკასიის შუა იურულ, ვულკანოგენურ გეოსინკლინის მიმართებას. მათი ჩასახვა და ძირითადი განვითარება ზედა ლიას-ბათში ხდებოდა, რაზედაც მიუთითებენ მათ გასწვრივ განლაგებული შუაიურული ვულკანების ცენტრები.

ამ სისტემის რღვევები ოთხ ტექტონიკურ ზონაში არის კონცენტრირებული, რომელთა გამწეობა და სწორხაზოვნება მიუთითებს მათ კავშირს ამავე მიმართების ფუნდამენტის რღვევებთან, შედგებიან კულისებრად ჩანაცვლებულ რღვევისაგან, რომლებიც ვიზუალურად და აეროფოტოდეშიფირებით, 30 კმ-მდე იღვენებიან, წარმოდგენილები არიან მძლავრი, 40-50 მ-მდე სიძლიერის, დისლოცირებული ზონებით. ცალკეულ რღვევებზე გადაადგილების ამპლიტუდა 500-600 მ-ს აღწევს.

ამაღლების ღერძულ სტრუქტურას წარმოადგენს ზუბი-კიროვის, 4 კმ სიძლიერის, ტექტონიკური ზონა, რომელიც ოკრიბის ამაღლებას ცენტრალურ ნაწილში

კვეთს. მის გასწვრივ დაწეული არიან მიმდებარე, ჩრდილო-აღმოსავლეთით და სამხრეთ-დასავლეთით განლაგებული, ბლოკები.

სამხრეთ-დასავლეთით მდებარეობს ღვედი-ჟონეთის ზონა, შედგება სამი ძირითადი და რამდენიმე დამორჩილებული ხასიათის რღვევისაგან, რომელთა ვერტიკალური ამპლიტუდა პირველი ასეული მეტრებით განისაზღვრება. მდ. რიონის მიდამოებში ზონაზე განვითარებულია 300-400 მ სიფართოვის ფლექსურა, სადაც ქანები მკვეთრად იცვლიან დამრეც დაქანების კუთხეს 75-80°-მდე და ფორმაციის შიდა გადაადგილებებით არიან გართულებულები.

შემდეგი ზონა ცენტრალური ზონიდან, ჩრდილო-დასავლეთით ვლინდება ს. ძმუისის მიდამოებში, ძირითადი 4 რღვევისაგან შედგება და აეროდემიფირებით ცარცულ ნალექებშიც გაიღვენება.

განედური მიმართების რღვევათა სისტემა ოკრიბის ამაღლებაზე ხუთი ძირითადი ზონითაა წარმოდგენილი. ამ სისტემის რღვევები კავკასიონის ძირითად სტრუქტურებთან ერთად, ადრეულ იურაში, ან პალეოზოურში უნდა იყვნენ ჩასახულები, მათი ძირითადი განვითარება კი აჭარა-თრიალეთის რიფტს და რაჭა-ლეჩხუმის ნაკერ ზონას უნდა უკავშირდებოდეს, ზედა იურასა და ცარცში.

პირველი ზონა ოკრიბის ამაღლებას სამხრეთიდან საზღვრავს, წარმოდგენილია რღვევათა სისტემის სახით, რომლებიც გვიან ცარცში აკონტროლებდნენ ფუძე შემადგენლობის ტუტე მაგმატიზმს, რომელმაც დასაბამი მისცა მთავრის წყებას. მათ გასწვრივ განლაგებული არ-

იან მრავალრიცხოვანი დიაბაზური პორფირიტების ანალ-ციმიანი დაიკები, ტექსტურების ფენისშიდა ინტრუზივები, ხოლო რღვევების არეალში ფართოდაა განვითარებული ცეოლიტიზაციის და კალციტიზაციის პროცესები. ზონა ფიქსირდება სიღრმეში, ხოლო ზედაპირზე წარმოდგენილია მძლავრი რღვევებით, რომლებიც მრავალ ათეულ კილომეტრზე იდევნებიან და ამაღლების ფარგლებს სცილდებიან.

ჩრდილოეთით განედური რღვევების დიდი ნაწილი ჯგუფდება ძირითადად სამ ტექტონიკურ ზონაში, რომელთა სიმძლავრე 2 კმ-მდეა და რომლებიც ზედაპირზე ფუნდამენტის რღვევებს ასახავენ. ერთ-ერთი მათგანი ს. ჟონეთის მიდამოებში გადის, შედგება 4 ძირითადი და მრავალი მცირე რღვევისაგან. მათ გასწვრივ აწეული არიან ჩრდილო ბლოკები, ხოლო ვერტიკალური ამპლიტუდა მხოლოდ ერთ, ასუნელის რღვევაზე, 400 მ-ს შეადგენს. აღმოსავლეთით ზონა გაიდევნება აეროდემიფირირებით და ფიქსირდება ს. ძმუისის მიდამოებში. ძმუისის რღვევამ ვ. მეფერტისა [3] და ა. ჯანელიძის [4] ყურადღება მიიპყრო, რომელთა რუკებზეც მას ჩრდილო-დასავლეთის მიმართება აქვს. ამ რღვევის შესწავლამ აეროსურათების გამოყენებით დაგვანახა, რომ აქ ორ რღვევათა სისტემასთან გვაქვს საქმე, ერთის მიმართება განედურია – 270°, ხოლო მეორესი – 310-315°. განედური რღვევები ამ უკანასკნელებით არიან გართულებული, მათ დასავლეთით მდებარე ბლოკებს ჩრდილოეთით აადგილებენ. განედური რღვევა ცარცულ ნალექებშიც ვლინდება.

განედური მიმართების შემდეგი, ღვედი-თხმორის ტექტონიკური ზონა, ოკრიბის ამაღლების ცენტრალურ ნაწილში გადის აღნიშნული დასახელების სოფლების განედზე, წარმოდგენილია მძლავრი რღვევათა სისტემებით, რომელთა ვერტიკალური ამპლიტუდა 400-500 მეტრს აღწევს, ჯამურად კი მნიშვნელოვანი ციფრებით განისაზღვრება, შემდეგ ის დგინდება ს. ონჭეისის მიდამოებში ორი მძლავრი რღვევის სახით, აღმოსავლეთით უკავშირდება თხმორის რღვევას, რომლის ჩრდილო ფრთა 300 მეტრითაა დაწეული.

ღვედი-თხმორის ტექტონიკური ზონა ოკრიბის ამაღლებაზე მნიშვნელოვან, ღერძულ სტრუქტურას წარმოადგენს. მის სამხრეთით, განედური მიმართების რღვევებზე, სამხრეთი ბლოკება დაძირული, ხოლო ჩრდილოეთით საწინააღმდეგო მოძრაობები ფიქსირდება – ჩრდილო ბლოკები იძირებიან. ის ნაოჭა სტრუქტურების მიმართულებასაც განაპირობებს, ხოლო ფუნდამენტი ამ განედიდან იწყებს ჩრდილოეთისაკენ დაძირვას.

მისგან ჩრდილოეთით, სოფელ ლაჩეპიტისა და ხვამლის მთის განედზე, ტექტონიკურ ზონაში მცირე მასშტაბის რღვევები ვლინდება, მაგრამ ყურადღებას იპყრობს ამ ზონაში კონცენტრირებული ვიწრო, მაგრამ გამწვევი ნაოჭები. გეოფიზიკური მონაცემებით ფუნდამენტში, ამ განედზე, მძლავრი ტექტონიკური საფეხური ფიქსირდება, რომელიც ზედაპირზე, პლასტიკური ქანების არსებობის გამო ძირითადად ვიწრო ნაოჭებით აისახა, ნაკლებად კი რღვევითი სტრუქტურებით. აღნიშნული ზონა წარმოადგენს მორიგ დაწეულ საფეხურს რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინისაკენ.

მერიდიანული (350–360°) მიმართების რღვევათა სისტემა უფრო ინტენსიურად ოკრიბის ამაღლების დასავ-

ლეთ ნაწილშია განვითარებული ორი ღრმული რღვევის სახით. ისინი ღვედისა და ჟონეთის მიდამოებში დგინდებიან, როგორც ვიზუალურად, ასევე გეოფიზიკური მეთოდებით. ისინი საზღვრავენ ამაღლებულ ტექტონიკურ ბლოკს, რომელიც ჩვენს მიერ იყო გამოყოფილი გორმალის ამაღლების სახით. შემდგომში გეოლოგიურ-გეოფიზიკური კვლევების შედეგად დადგინდა აღნიშნული სტრუქტურის გავრცელება ოკრიბის ფარგლებს გარეთაც, როგორც ჩრდილოეთით, ასევე სამხრეთით, ქ. ქუთაისის მიმართულებით, რის გამოც მას ქუთაისის ამაღლება ეწოდა.

ქუთაისის მერიდიანალურ ამაღლებაში გამოიყოფა მეტად ამაღლებული, ოთხკუთხა ფორმის გორმალის ბლოკი, რომელიც შემოფარგლულია როგორც მერიდიანული (ღვედის და ჟონეთის), ასევე განედური მიმართების (ჟონეთი-ძმუისის და ლაჩეპიტა-ხვამლის) სტრუქტურებით, სადაც ფუნდამენტი ერთი კილომეტრითაა ამოწეული. ამ ბლოკში გეოფიზიკური მონაცემებით დადგენილია გრავიმეტრიულ ველებში სიმკვრივის მატება რაც, ჩვენის აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს ზედაპირთან ფუნდამენტის მეტამორფული ქანების მიახლოებით და ამ ბლოკში ფართოდ გავრცელებული ფუძე შემადგენლობის მაგმატური ქანების არსებობით. აღსანიშნავია, რომ ბლოკის ცენტრში შიშვლდებიან ბაიოსის წყების ყველაზე ძველი წარმონაქმნები, ხოლო ბლოკის სიახლოვეს ნაოჭა სტრუქტურები დნუდაციას განიცდიან, რაც აგრეთვე მყიფე მეტამორფული ქანების სიახლოვეთ აისხნება.

რღვევების მეხუთე სისტემა, ჩრდილო-აღმოსავლეთის (30-50°) მიმართებით ვლინდებიან ერთეული, მაგრამ საკმაოდ მკაფიოდ გამოსახული რღვევების სახით, რომლებიც დიაგონალურად კვეთენ ოკრიბის ამაღლებას. ცარცის კარბონატულ ქანებში და ბაიოსის ვულკანოგენური წყების ზედა ნაწილში, სადაც ტუფები და ტუფოალეგროლიტები ჭარბობენ, რღვევების გასწვრივ ამ მიმართების ნაოჭები ვითარდებიან.

ოკრიბის ამაღლებაზე, ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაში გამოვლენილია ბარიტის და კალციტის საბადოები, ზედა იურის ფერად წყებას კი თაბაშირის წარმონაქმნები უკავშირდება. ბარიტის გამადნება 300-მდე ბარიტის მარღვს შეიცავს, რომლებიც განცალკევებული არიან 32 საბადოზე, 43 მადანგამოვლინებაზე და ქმნიან ქუთაისის საბადოთა ჯგუფს. კალციტის გამადნება აგრეთვე მარღვული ტიპის 5 საბადოთა წარმოდგენილი. ბარიტისა და კალციტის საბადოების უმრავლესი რაოდენობა ჩრდილო-დასავლეთის მიმართების ორ – ღვედი-ჟონეთის და ზუბი-კიროვის ზონებს უკავშირდება, მხოლოდ გამადნების უმნიშვნელო რაოდენობაა დაფიქსირებული ამავე სისტემის თხმორისა და ვათეთრის ზონებში. მდნეული ველების ლოკალიზაცია აღნიშნული ზონების განედურ და მერიდიანალურ ზონებთან გადაკვეთის ადგილებში ხდება.

გამადნების ლითოლოგიური კონტროლის დასადგენად საჭიროდ მიგვაჩნია უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ ბაიოსის ვულკანოგენური წყება, რომელსაც ოკრიბის ამაღლების მნიშვნელოვანი ნაწილი უკავია. წყება, რომელიც ერთიანი პორფირიტული სერიის სახელწოდებით ა. ჯანელიძის [4] მიერ იყო გამოყოფილი, შედგება ანდეზიტობაზალტური შემადგენლობის ლავებისაგან, ლავობრეჭიებისაგან, ტუფებისაგან (ლოლური, აგლომერატული, ფსეფიტური, ფსამიტური, ალევროლიტო-პელიტური), ტუფო-ქვიშაქვები-



საგან. ხასიათდება მნიშვნელოვანი ფაციალური ცვალებადობით – აღმოსავლეთისაკენ ტერიგენული შემადგენელის საერთო მატებით და ცალკეული წყებების სიმძლავრეების მკვეთრი ცვლილებებით. პალეოვულკანური სტრუქტურებისაგან მოშორებით, რომლებიც წყალქვეშ ფორმირდებოდნენ, შესამჩნევად კლებულობს პიროკლასტური მასალის ზომები და ლავების რაოდენობა. გასული საუკუნის 60-70 წლებში განხორციელდა ოკრიბის ბაიოსის ვულკანოგენური წყების დაყოფა (დ. ანჯაფარიძე, ნ. შავიშვილი, ე. დევდარიანი), რაც შემდეგნაირად გამოიყურება.

**ქვედა ქვეიარუსი, ზედა წყება.** წყების დასაწყისში თხელშრებრივი, ავეიტ-ლაბრადორული პორფირიტების, კრისტალოკლასტური და შერეული ტუფების მორიგეობა, იმავე შემადგენლობის განფენებით. ჭრილის ზედა ნაწილში იგივე შემადგენლობის მასიური აგლომერატიული ტუფები, ლავობრეჩიები, ფსამიტური ლითოკლასტური ტუფები. მასალის სიდიდის განაწილების მიხედვით ვულკანური აქტივობის ორი ფაზა შეინიშნება. წყების სიმძლავრე 500 მ-ია წყებაში ლოკალიზებულია 1 მცირე ბარიტის საბადო და 1 გამოვლინება.

**ზედა ქვეიარუსი, ქვედა წყება.** ავეიტ-ლაბრადორული პორფირიტების თხელ- და საშუალოშრებრივი ტუფების და არგილიტების მორიგეობა აგლომერატულ ტუფებთან და ტუფოქვიშაქვებთან. სიმძლავრე – 250 მ. წყებაში ლოკალიზებულია 5 მცირე ბარიტის საბადო, კალციტის 1 დიდი და 2 მცირე საბადოები.

**ზედა ქვეიარუსი, შუა წყება, ქვედა დასტა.** მასიური (50 მ-მდე) ლავობრეჩიები, ლოდური, აგლომერატიული და ფსეფიტური ავეიტ-ლაბრადორული პორფირიტების ტუფები. სიმძლავრე – 150-200 მ. ლოკალიზებულია ბარიტის 7 მცირე საბადო და 9 მადანგამოვლინება.

**ზედა ქვეიარუსი, შუა წყება, ზედა დასტა.** ქვედა ნაწილში ავეიტ-ლაბრადორული პორფირიტების მსხვილშრებრივი, მასიური ფსეფიტური და ლითო- და კრისტალოკლასტიკური ტუფების მორიგეობა. ზედა ნაწილში საშუალო- და სქელშრებრივი და თხელშრებრივი ტუფების, არგილიტების და ტუფოქვიშაქვების მორიგეობა. სიმძლავრე 300-500 მ. დასტა შეიცავს ბარიტის 3 მცირე საბადოს, 14 მადანგამოვლინებას და 1 საშუალო სიდიდის კალციტის საბადოს.

**ზედა ქვეიარუსი, ზედა წყება, ქვედა დასტა.** მასიური ლავობრეჩიები, ლოდური, აგლომერატიული და ფსეფიტური ტუფები, რქატყუარა-ლაბრადორული და ავეიტ-ლაბრადორული პორფირიტების განფენებით. დასტა, რომლის სიმძლავრე 250 მ-მდეა ყველაზე მეტ ბარიტის გამადნებას შეიცავს, 2 საშუალო, 8 მცირე საბადოს და 6 მადანგამოვლინებას.

**ზედა ქვეიარუსი, ზედა წყება, ზედა დასტა.** თხელ- და საშუალოშრებრივი ტუფოგენური ქვიშაქვების, ქვიშური არგილიტების, თხიზური ქვიშაქვების და იშვიათად ტუფების მორიგეობა, ზედა ნაწილში ლოდური და აგლომერატიული ტუფები, არგილიტების და ტუფოქვიშაქვების ნატეხებით, ფურცელა ფიქლები. სიმძლავრე 300-400 მ. დასტაში გამოვლინდა ბარიტის 6 მცირე საბადო და 12 მადანგამოვლინება.

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ ბაიოსის გაშიშვლებული ნაწილის ჯამური სიმძლავრე 2000 მ-მდეა. ოკრიბის ამაღლების შუა ნაწილში გაბურღული

ჭაბურღილი, რომელიც ბაიოსის ქანებიდან ვერ გავიდა და რომელმაც გამოავლინა მათი სიმძლავრე 800-900 მ, რაც მიგვანიშნებს რომ ამაღლების ცენტრალურ ნაწილში ბაიოსის ქანების სიმძლავრე 3000 მეტრს აღწერს.

ფიზიკო-მექანიკური გრადიენტის მიხედვით ბაიოსის ვულკანოგენური წყების ლითოლოგიურ სახესხვაობებში გამოიყოფა ქანების სამი ჯგუფი: 1. პლასტიკური – არგილიტები, ალევროლიტები და პელიტური ტუფები; 2. ნაკლებად პლასტიკური – ტუფოქვიშაქვები და ფსამიტური ტუფები; 3. მყიფე – ლოდური, აგლომერატიული, ფსეფიტური ტუფები, ტუფოლავეები, ინტრუზიული სხეულები.

ზემოთმოყვანილი მასალა გვიჩვენებს, რომ ბაიოსის ვულკანოგენური წარმონაქმნების ვერტიკალურ ჭრილში, ბარიტის გამადნების კონტროლი ტუფების უხეშნატეხოვანი სახესხვაობებით და კონტრასტული ლითოლოგიური ჭრილებით ხდება. ჭრილებში, რომლებიც მხოლოდ წვრილნატეხოვანი ტუფებითაა წარმოდგენილი, ბარიტის გამადნება არ შეინიშნება. ასეთია ოკრიბის ამაღლების სამხრეთი ნაწილი, რომელიც მხოლოდ პელიტური, ალევროლიტური ტუფებით და ტუფოქვიშაქვებით არის აგებული. კალციტის საბადოების ლოკალიზებაში ქანების ლითოლოგიურ შედგენილობას არა აქვს არსებითი მნიშვნელობა და მისი ძარღვები ყველა ლითოლოგიურ სახესხვაობებს კვეთენ.

ის, რომ ბაიოსის ზევით მდებარე ზედაიურულ და ბათურ ნალექებში, ბარიტის გამადნება არ გვხვდება, მხოლოდ მისი შემადგენელი ქანების (ფურცელა ფიქლები, ქვიშა-თხიზურ ნალექები), ფიზიკო-მექანიკური თვისებებით, მათი პლასტიკურობით აიხსნება. ბარიტის გამადნება ასევე არ გვხვდება ცარცის, პალეოგენისა და ნეოგენის ნალექებში და მხოლოდ ვლინდება ზედა ცარცის ვულკანოგენურ-კარბონატულ მთავრის წყებაში, შლიზური ორეოლების სახით. ტყვია-ცინკის მცირე გამოწყობები აღინიშნება როგორც ბაიოსის ვულკანოგენებში, ასევე ნეოკომის კარბონატულ ქანებში. თაბაშირის გამოვლინებები უკავშირდებიან ზედა იურის ფერად წყებას, ხოლო მისი მცირე გამოწყობები, ჰიდროთერმალური გენეზისის გამკვეთი ძარღვაკების სახით შეინიშნება ბაიოსის ვულკანოგენებშიც, ფერადი წყების სიახლოვეს.

ოკრიბის ამაღლების ენდოგენური მინერალიზაციის სივრცულ განაწილებაში დიდი მნიშვნელობა ეროზიული ჭრილის ფაქტორს ენიჭება. ამაღლებაზე საფარი ქანები არ არსებობს, ისინი ვულკანოგენურ ქანებს თითქმის მთლიანად, რაკალურად ერტყმიან გარს, სხვადასხვა ჰიფსომეტრიულ სიმაღლეებზე – 400 მეტრიდან 1800 მეტრამდე. ვულკანოგენური ქანები შიშვლდებიან აბსოლუტური სიმაღლეების 200-დან 1800 მეტრამდე, დრენირებას განიცდიან ორი ძირითადი მდინარის, რიონისა და ცხენისწყლის და მათი შენაკადების მიერ. ვულკანოგენურ ქანებში ბარიტისა და კალციტის საბადოები ლოკალიზდებიან ჰიფსომეტრიულ დონეებზე 300-დან 1450 მეტრამდე.

საქართველოს ბარიტის საბადოებზე ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ ისინი, როგორც წესი, ფორმირდებიან ვულკანოგენების საფარის მაკრანირებელ ქანების ქვეშ, მცირე სიღრმეებზე. ოკრიბის ტერიტორიაზე ამ საკითხის გასარკვევად ჩვენს მიერ შედგენილი იქნა ზედაიურულისწინა ქანების ეროზიული ჭრილის რუკა (იხ. ნახ. 2). კალციუმის წინა დანაოჭების შედეგად, რაც

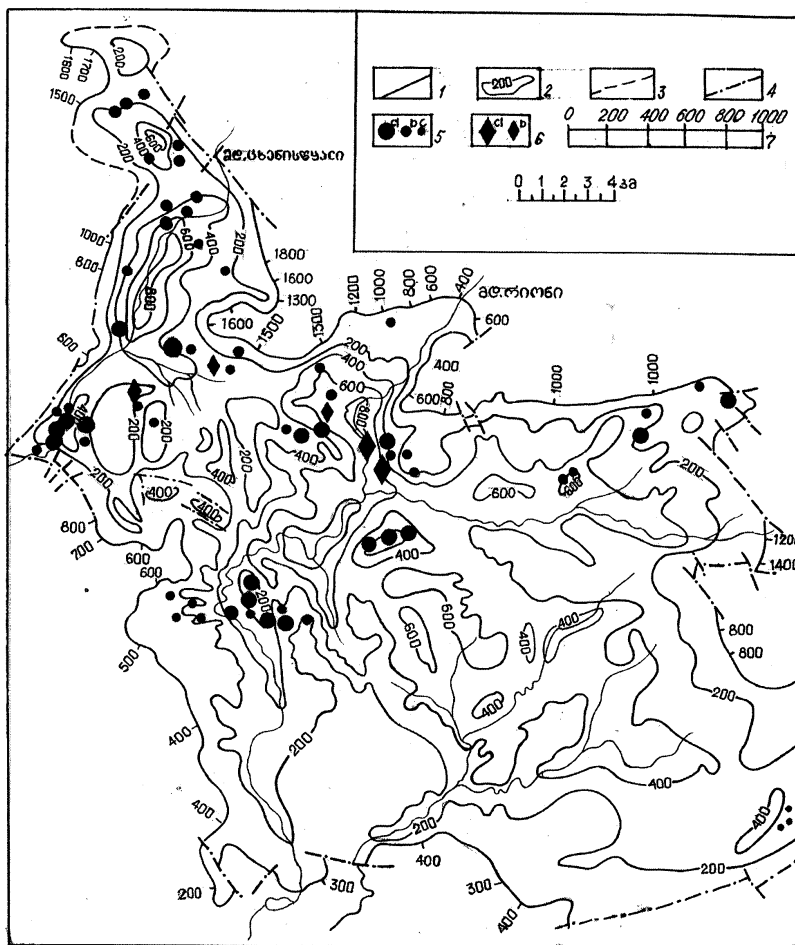
განსაკუთრებით ინტენსიურად გამოვლინდა კავკასიაში, შუაიურული ქანები ნაწილობრივ იყვნენ ეროდირებული, რის შემდეგაც ისინი დაიფარნენ ზედა იურის მეჩხერი წყლის ნალექებით. დასახული ამოცანის დასადგენად ჩვენს მიერ არ არის გათვალისწინებული ვულკანოგენების ეროზია ზედა იურის წინ. რეკონსტრუირებული იქნა მათი ეროზია ზედა იურის შემდგომ. შუა იურული ქანების ეროზიული კვეთის რუკაზე გამოყოფილია ინტერვალები: 1. 0-200 მ; 2. 200-400 მ; 3. 400-600 მ; 4. 600-800 მ; 5. 800 მ და მეტი. დადგინდა, რომ პირველ ორ ინტერვალში, რომლებიც ახსიათებენ ეროზიულ ჭრილს ზედა იურული ქანების ძირიდან 400 მეტრამდე, განლაგებულია ბარიტის 25 საბადო, რაც ყველა აღრიცხული 32 საბადოს 78,1 %-ს შეადგენს. შესაბამისად შემდეგი ინტერვალები მოიცავენ: მესამე – 18,7 %, მეოთხე – 3,1 %, მეხუთე ინტერვალი არცერთ ბარიტის საბადოს არ შეიცავს.

საწინააღმდეგო სურათი მჟღავნდება კალციტის საბადოების მიმართ. მათი რაოდენობა და მასშტაბურობა მატულობს ეკრანიდან მოშორებით, ბარიტის მინერალიზაციის ქვედა ღონეებისაკენ. ეს მონაცემები ეწინააღმდეგება ბარიტის საბადოებზე ჩვენს მიერ გამოვლენილ ფაქტებს, სადაც ბარიტ-კალციტური ასოციაციის საბადოებში კალციტი, როგორც წესი, ბარიტის ზემოთ ლოკალიზდება, ავსებს

ღია ნაპრალებს და ქმნის სტაბილურ ფიზიკო-ქიმიურ პირობებს ბარიტის მადნის ფორმირებისათვის. ოკრიბის ამაღლების მაგალითი მიგვანიშნებს, რომ ბარიტი და კალციტი ამ რეგიონში დროში განცალკევებული, დამოუკიდებელი წარმონაქმნებია. ისინი განცალკევებულნი არიან სივრცობრივად და მათი ურთიერთდამოკიდებულების დადგენა ვერ ხერხდება.

ბარიტის ძარღვების გამწვობა მიმართებაზე 50-დან 1700 მ-მდეა, დაქანებაზე 150 მ-მდე. ძარღვების უმეტესი რაოდენობა (72 %) 350 მ-მდეა გადენილი, საღრმეზე მათი 80 % 50 მ-მდე ვრცელდება. ძარღვების მიმართებაზე და სიღრმეზე გავრცელების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათი შეფარდების პარამეტრები შეიძლება გამოისახოს როგორც 3:2, იშვიათად 2:1, რაც შეიძლება გამოყენებული იქნეს ბარიტის სხეულების ადრეული შეფასებისას. მათი სიმძლავრე ძირითადად 0,2-1,5 მეტრია, იშვიათად აღწევს 6,0 მ-ს. კალციტის ძარღვები მიმართებაზე 2800 მ-ე ვრცელდებიან, ხოლო დაქანებაზე 250-300 მეტრზე, მათი სიმძლავრე 2-დან 18 მეტრამდეა.

ბარიტის ძარღვების დამუშავება 1900 წელს დაიწყო და 1980 წლამდე მიმდინარეობდა. ამ დროისათვის ქუთაისის ბარიტის საბადოების ჯგუფი მთლიანადაა გამო-მუშავებული. დამუშავების პერიოდში მოპოვებული იყო



ნახ. 2. ზედაიურულიწინა ქანების ეროზიული ჭრილის რუკა: 1 – ზედაიურული ნალექების საგების საზღვარი და აბსოლუტური სიმაღლეები მეტრებში; 2 – ეროზიული ჭრილის იზოზაზები და მათი ნიშნულები; 3 – იურული და ცარცული ნალექების საზღვარი; 4 – რღვევები; 5 – ბარიტის საბადოები და გამოვლინებები (ა - საშუალო, ბ - მცირე, ც - მაღანგამოვლინება); 6 – კალციტის საბადოები (ა - დიდი, ბ - საშუალო); 7 – ეროზიული ჭრილის ინტერვალები მეტრებში

803,5 ათასი ტონა მაღალი ხარისხის ბარიტის მადანი, რომელიც სრულიად აკმაყოფილებდა, მის ბაზაზე აშენებულ, ქუთაისის ლიტოფონის ქარხნის მოთხოვნილებას. გასული საუკუნის 80-ან წლებამდე მუშავდებოდა კალციტის საბადოებიც, რომელთა მხოლოდ ნაწილია გამო-მუშავებული.

ბარიტის გამადნების ასაკი, ჩვენის აზრით, ზედაც-არცული ან ზედაეოცენური უნდა იყოს და გენეტიურად უნდა უკავშირდებოდეს ტექტონო-მაგმატურ აქტივაციას, რომელსაც თან სდევს ტუტე მაგმატიზმი, და რომელშიც, გეოქიმიური მონაცემებით, ბარიუმის რაოდენობა, სხვა ქანებთან შედარებით, რამოდენიმე ხარისხით მატულობს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ოკრიბის ამაღლებაზე ტარდებოდა ძებნითი სამუშაოები ნავთობ-გაზიანობის გამოსავლენად, რაც უარყოფითი შედეგით დასრულდა. ჩვენს მიერ ჩატერებული კვლევები მიგვანიშნებს, რომ ნავთობის, ისევე როგორც მყარი მინერალური ნედლეულის გამოვლინებები, მერიდიანულ ლინეამენტებს უკავშირდებიან და ლოკალიზდებიან რთულ ტექტონიკურ კვანძებში. სამგორი პატარძელის და გროზნოს ნავთობის საბადოებს მერიდიანული მიმართების ზანგეზურ-დაღესტნის ლინეამენტი აკონტროლებს, ხოლო ბაქოს ნავთობის საბადოთა ჯგუფს – ასევე მერიდიანული, გლობალური სტრუქტურა, რომელიც ურალის ლინეამენტის განშტოებას წარმოადგენს და რომელთანაც არის დაკავშირებული როგორც კასპიისპირა ღრმული, ასევე თვით კასპიის ზღვის მორფოლოგია. ლოკალურად, კასპიის დასავლეთ რაიონში ის შემახა-ტალისის და მანგიშლაკ-კასპიის ლინეამენტებითაა გამოსახული [5]. მიკრომაგალითად შეგვიძლია მოვიყვანოთ რაჭის მერიდიანული ამაღლება და მის ფლანგებზე განლაგებული ნავთობის და მყარი წიაღისეულის გამოვლინებები [6], რაც მიგვანიშნებს, რომ ნახშირწყლები ისევე როგორც ჰიდროთერმალური ხსნარები არხებად ერთ და იგივე სტრუქ-

ტურებს იყენებდნენ. აღნიშნული ფაქტებიდან გამომდინარე, განხილულ რაიონში ნავთობზე და გაზზე პერსპექტიულად მიგვანიშნა ოკრიბის ჩრდილო, დაბირული ნაწილი, მერიდიანული ამაღლების ფლანგებზე.

**ლიტერატურა**

1. Варданянц Л.А. Схема геотектонической истории Кавказа. Записки Всероссийского Минералогического общества, т.63, №2, Изд. НКТП. Ленинград, 1934. с. 516-520.
2. Дзоценидзе Г.С. Развитие вулканических явлений на Кавказе в связи с его тектонической историей. Геотектоника № 3, Наука, Москва, 1966. с. 15-27.
3. Мефферт Б.Ф. Геологические исследования в Рачинском уезде Западной Грузии в 1928 г. Материалы по общей и прикладной геологии, выпуск 140, Издание Геологического Комитета. Ленинград, 1930. 118 с.
4. Джanelidze А.И. Геологияеское наблюдение в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхуми. Изд-во Груз. филиала Акад. наук СССР. Тбилиси, 1940. 408 с.
5. Надирадзе В.В. Роль линеаментов в геологическом строении и распределении месторождений полезных ископаемых Кавказа. АН Грузии. Геологический Институт. Труды. Новая серия. Вып.119. Тбилиси, 2004. с. 122-129.
6. Надирадзе В.В. Тектонические условия формирования баритового оруденения Средиземноморского Альпийского пояса. Сборник трудов посвященный 80-летию основания Кавказского Института Минерального Сырья. Тбилиси, 2009. с. 75-89.

**НАДИРАДZE В.В.  
ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО  
СТРОЕНИЯ И ОРУДЕНЕНИЯ ОКРИБСКОГО  
ПОДНЯТИЯ**

Рассмотрено тектоническое строение и условия формирования эндогенного оруденения северной части Грузинской глыбы - Окрибского поднятия. Структуру поднятия определяют линеаментные зоны нескольких направлений. В северной части поднятия фундамент ступенеобразно погружается в сторону Южного склона Большого Кавказа. В восточной части выделено региональное меридиональное поднятие, в пределах которого фундамент приподнят на один километр. Эндогенные месторождения сосредоточены в вулканогенной толще байоса и контролируются тектоническими зонами северо-западного простирания. Формирование баритовых руд, в основном, происходит в интервале до 400 м от экрана верхнеюрских пород, а количество и масштабность месторождений кальцита, увеличивается с глубиной. На нефть и газ перспективна северная, опущенная часть поднятия, на флангах меридионального поднятия.

**NADIRADZE V.  
TECTONIC STRUCTURE AND  
MINERALIZATION FEATURES OF OKRIBA  
ELEVATION**

Tectonic structure and conditions of formation of endogenous mineralization of the northern part of Georgian clod – Okriba elevation - have been considered. Structure of the elevation is determined by lineament zones of several directions. In the northern part of the elevation the foundation plunges towards the southern slope of the Greater Caucasus in a step-like manner. In the eastern part of the elevation a regional meridional rising is distinguished, where the natural foundation is elevated at one kilometer. Endogenous deposits are concentrated in the Baicocian volcanic strata and are controlled by tectonic zones of NW- direction. Formation of Barite ores mainly occurs within 400 meters from the Upper Jurassic deposits screen, while the quantity and range of calcite deposits increase with the depth. Oil and gas deposits may be located in the northern declining part of the elevation, in the flanks of the meridional rising.

**გაოლ.-მინ. მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ზ. ზაუთაშვილი, აკად. დოქტორი ნ. ზაუთაშვილი, დოქტორანტი თ. ჰიტავა**  
**თრუსოს ხეობის ნახშირმჟავა წყლების დინამიკა და ქიმიური შედგენილობის ფორმირების თავისაზიარება**

ნაშრომში განხილულია ნახშირმჟავა მინერალური წყლების წარმოშობის და ქიმიური შედგენილობის ფორმირების საკითხები თრუსოს ხეობის მაგალითზე, რომელიც წარმოადგენს კავკასიური და მერიდიანული რღვევების გადაკვეთის კვანძს და ნახშირმჟავა წყლების ყველაზე ინტენსიური გამოვლინების ეპიცენტრს კავკასიაში. სტატიაში ყურადღება ექცევა იმ განსაკუთრებულ პროცესს, რომელიც ნახშირმჟავა წყლების განტვირთვის უბნებში გაზის სპონტანურ ფაზაში გადასვლასთან და ნახშირმჟავა წყლების დინამიკასთან არის დაკავშირებული.

კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ჰიდროგეოლოგიური ოლქი, როგორც გეოლოგიური აგებულების, ისე რელიეფის მორფოლოგიის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორიაზე ორი ერთმანეთისგან განსხვავებული სტრუქტურით არის წარმოდგენილი: 1) კრისტალური ქანებით აგებული, ძალა აზიდული თხემური ნაწილი, მთავარი ქედის ზონა, რომელიც ძირითადად ნაპრალო-მარდველი წყალშემცველი სისტემით ხასიათდება; 2) უპირატესად მეზოზოური ტერიგენული და კარბონატული ქანებით აგებული შრეობრივ-ნაპრალოვანი წყალშემცველი სისტემის სამხრეთი ფერდობის ზონა [1].

აღნიშნული წყალშემცველი სისტემების საერთო დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს ის, რომ ორივე სისტემა წყალდაწვევითაა, რომელიც წარმოიქმნება თანამედროვე ინფილტრაციული წყლების კვების და განტვირთვის არეებს შორის არსებული აბსოლუტურ ნიშნულთა სხვაობის გავლენით. გარდა ამისა, რაიონი კავკასიონის ნახშირმჟავა გაზუ-

ბის გავრცელების დიდ ოლქს მიეკუთვნება, რომლის გენეზისიც გვიანროგენულ (სარმატი-ანტროპოგენი) ვულკანიზმს უკავშირდება და ყველაზე ინტენსიურად გამოვლენილია კავკასიის განივ ზოლში (კავკასიის მინერალური წყლები, კავკასიონის ცენტრალური ნაწილი) და მცირე კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში (ბაკურიანი, ახალქალაქი, არაგაცი), რომელთა შორის ნახშირმჟავას ყველაზე ინტენსიური გამოვლინებით გამოირჩევა თრუსოს ხეობა [2, 3].

თრუსოს ხეობა მდებარეობს კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის აღმოსავლეთ დაძირვის ინტერმასივის რაიონში, რომელიც აგებულია ზედა იურის კარბონატული ფლიშის (კირქვები, მერგელები და კარბონატული ქვიშაქვები) 1500 მეტრის სიმძლავრის და სამხრეთით გადმოწოლილი, ინტენსიურად დანაოჭებული ნაღებებით.

რაიონის გრუნტის წყლები, რომლებიც ფორმირდებიან გამოფიტვის ზოლში, ძირითადად ხასიათდებიან მცირე ზომის წყაროებით (0.1-0.2 ლ/წმ) და ულტრამტკნარი მინერალიზაციით (<0.2 გრ/ლ) HCO<sub>3</sub>-Ca შედგენილობით.

დაწვევითი წყლები, რომლებიც კავკასიონის ნახშირმჟავა მინერალური წყლების გავრცელების დიდ ოლქს მიეკუთვნება, ხასიათდება ნახშირორჟანგის 2-3 გრ/ლ-მდე გავრცელებით, ძირითადად დაბალი (2 გრ/ლ) მინერალიზაციით და HCO<sub>3</sub>-Ca შედგენილობით. მინერალური წყლების გამოსავლები, როგორც წესი, დაკავშირებულია ტექტონიკურ რღვევებთან, რომელთა გადაკვეთის უბნებშიც შეიმჩნევა გაზის ინტენსიური გამოყოფის ზეგავლენით წარმოქმნილი გრიფონის ტიპის წყაროები. მათ შორის შედარებით დიდი დებიტით (10-15 ლ/წმ) და გაზის გა-

ცხრილი 1

თრუსოს ხეობის ნახშირმჟავა წყლების ქიმიური და გაზური შედგენილობა

| №  | წყაროს დასახელება და № | გეოლოგიური კომპლექსი                             | დებიტი ლ/წმ | pH  | მინერალიზაცია გრ/ლ | ქიმიური ტიპი (კურლოვის ფორმულა)                                    | CO <sub>2</sub> გრ/ლ | H <sub>2</sub> S მგ/ლ | სპონტანური გაზები, %<br>განსნილი გაზები CO <sub>2</sub> , % |
|----|------------------------|--|-------------|-----|--------------------|--|----------------------|-----------------------|---|
| №  | 1                      | 2  | 3           | 4   | 5                  | 6  | 7                    | 8                     | 9   |
| 1. | რესი (1)               | დელუვიონი ბაიოსზე                                | 0.1         | 6.3 | 1.3787             | M <sub>1.4</sub> $\frac{HCO_3 84 Cl 13}{Na76 Ca17}$                | 0.59                 | -                     | <u>98,4</u><br>95,9   |
| 2. | გიმარა (2)             | დელუვიონი ბაიოსზე რღვევის ზონაში                 | 0.3         | 5.7 | 1.16116            | M <sub>1.3</sub> $\frac{HCO_3 96}{Ca56 Na23 Mg15}$                 | 1.72                 | 0.34                  | <u>98,0</u><br>69,6   |
| 3. | ქველა წოწოლთა (3)      | ბაიოსი   | 0.3         |     |                    | M <sub>1.6</sub> $\frac{HCO_3 96}{Ca49 (Na+K)46}$                  |                      |                       |   |
| 4. | ზედა წოწოლთა (4)       | ბაიოსი რეგიონალური შეცოცების ზონაში              | 0.5         |     |                    | M <sub>0.8</sub> $\frac{HCO_3 90}{Ca71 (Na+K)15 Mg14}$             |                      |                       |   |
| 5. | სუატისი-დონი, ზედა (5) | ალუვიონი ზემოლიასზე რეგიონალური შეცოცების ზონაში | 1           | 5.5 | 0.7244             | M <sub>0.7</sub> $\frac{HCO_3 49 Cl46 SO_4 5}{Na45 Ca26 Fe14Mg13}$ | 1.48                 | -                     | <u>91,1</u><br>-  |

**ჰიდროგეოლოგია - ГИДРОГЕОЛОГИЯ - HYDROGEOLOGY**

|     |                                      |  |       |     |         |  |      |      |                            |
|-----|--------------------------------------|--|-------|-----|---------|--|------|------|----------------------------|
| 6.  | სუატიონი-<br>დონი, ქველა<br>(6)      | ალუვიონი ზედა<br>ლიასზე                                    | 2     | 5.5 | 0.52216 | $M_{0.5} \frac{HCO_3 50 Cl 40 SO_4 10}{Na 42 Ca 29 Fe 14 Mg 13}$ | 0.70 | -    | -                          |
| 7.  | კასარა-დონი,<br>ზედა<br>(7)          | ბაიოსის ძირითადი<br>ქანები                                 | 0.5   | 6.8 | 1.1656  | $M_{1.2} \frac{HCO_3 54 SO_4 45}{Ca 76 Mg 18}$                   | 0.05 | 1.11 | -                          |
| 8.  | კასარა-დონი,<br>ქველა<br>(8)         | ბაიოსის ძირითადი<br>ქანები რეგიონალური<br>შეცოცების ზონაში | 2     | 6.0 | 0.8488  | $M_{0.7} \frac{HCO_3 97}{Ca 89 Fe 5}$                            | 0.09 | 0.51 | -                          |
| 9.  | დესიკომი-<br>დონი, ზედა<br>(9)       | ტრავერტინი ზედა<br>იურაზე                                  | 0.5   | 6.7 | 2.5148  | $M_{2.5} \frac{HCO_3 96}{Ca 91 Mg 5}$                            | 1.72 | -    | <u>99,8</u><br>99,1        |
| 10. | დესიკომი-<br>დონი, შუა<br>(10)       | ტრავერტინი ზედა<br>იურაზე რლვევის<br>ზონაში                | 1     | 6,4 | 3,7577  | $M_{3.8} \frac{HCO_3 94}{Ca 85 Na 10}$                           | 0,88 | 0,77 | <u>99,5</u><br>99,2        |
| 11. | დესიკომი-<br>დონი, ქველა<br>(11)     | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რლვევის<br>ზონაში                 | 0,3   | 6,1 | 2,0242  | $M_{2.0} \frac{HCO_3 91 SO_4 5}{Ca 85 Na 6 Mg 6}$                | 1,72 | 1,36 | <u>97,5</u><br>99,6        |
| 12. | ესიკომი-<br>დონი, ზედა<br>(12)       | ზედა იურის<br>ძირითადი ქანები                              | 7     | 6,0 | 0,9867  | $M_{1.0} \frac{HCO_3 93 Cl 5}{Ca 90 Na 6}$                       | 1,01 | 0,17 | -<br><u>97,4</u>           |
| 13. | ესიკომი-<br>დონი,<br>საშუალო<br>(13) | ზედა იურის<br>ძირითადი ქანები                              | 2     | 6,0 | 1,7470  | $M_{1.7} \frac{HCO_3 92 SO_4 5}{Ca 83 Mg 10 Na 5}$               | 1,20 | 0,60 | -<br><u>99,0</u>           |
| 14. | ესიკომი-<br>დონი, ქველა<br>(14)      | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რლვევის<br>ზონაში                 | 2     | 6,3 | 2,6912  | $M_{2.7} \frac{HCO_3 92 Cl 6}{Ca 81 Na 10 Mg 6}$                 | 1,26 | 2,38 | <u>99,5</u><br>-           |
| 15. | ესიკომი-<br>დონი,<br>ფონტანი<br>(15) | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რლვევის<br>ზონაში                 | 0,05  | 6,4 | 4,5933  | $M_{4.6} \frac{HCO_3 9 Cl 9}{Ca 78 Na 15 Mg 5}$                  | 1,10 | 0,85 | <u>97,2</u><br>99,3        |
| 16. | დესი<br>(16)                         | ზედა იურის ძირ.<br>ქანები რეგიონალური<br>შეცოცების ზონაში  | 0,1   | 6,0 | 2,3394  | $M_{2.3} \frac{HCO_3 94 Cl 5}{Ca 87 Na 7}$                       | 1,61 | -    | -<br><u>99,7</u>           |
| 17. | ზაკაგორი<br>(17)                     | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რეგიონალური<br>შეცოცების ზონაში   | 0,2   | 5,9 | 1,8511  | $M_{1.9} \frac{HCO_3 98}{Ca 84 Mg 8}$                            | 1,10 | -    | -<br><u>99,1</u>           |
| 18. | აბანო-<br>ზაკაგორი<br>(18)           | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რეგიონალური<br>შეცოცების ზონაში   | 0,5   | 6,3 | 1,9618  | $M_{2.0} \frac{HCO_3 95}{Ca 87 Mg 8}$                            | 0,97 | 0,51 | -<br><u>94,8</u>           |
| 19. | აბანო C3<br>(19)                     | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რეგიონალური<br>შეცოცების ზონაში   | 0,3   | 6,7 | 2,5701  | $M_{2.6} \frac{HCO_3 90 SO_4 7}{Ca 89 Na 9}$                     | 0,41 | 1,19 | <u>93,7</u><br><u>93,6</u> |
| 20. | აბანო<br>ЮВ (20)                     | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე რეგიონალური<br>შეცოცების ზონაში   | 0,005 | 6,3 | 2,25577 | $M_{2.3} \frac{HCO_3 71 SO_4 26}{Ca 85 Mg 6 Na 5}$               | 0,97 | 2,72 | <u>95,1</u><br><u>98,7</u> |
| 21. | ნარზან<br>ვოკლუზა<br>(21)            | დელუვიონი ზედა<br>იურაზე                                   | 150   | 6,2 | 1,3363  | $M_{1.3} \frac{HCO_3 91 SO_4 5}{Ca 84 Mg 8 Na 7}$                | 0,77 | 0,09 | -<br><u>97,3</u>           |
| 22. | კეტრისი<br>მარილიანი<br>(22)         | ალუვიონი ზედა<br>იურაზე                                    | 0,25  | 6,5 | 7,7297  | $M_{7.7} \frac{HCO_3 69 Cl 31}{Na 56 Ca 36 Mg 6}$                | 1,41 | -    | <u>90,4</u><br><u>99,7</u> |
| 23. | სტირსუარი<br>3<br>(23)               | ალუვიონი+ტრავერტინი<br>ზედა იურაზე                         | 1     | 6,1 | 3,2248  | $M_{3.2} \frac{HCO_3 85 Cl 13}{Ca 69 Na 23 Mg 6}$                | 1,67 | 0,51 | <u>98,9</u><br><u>99,4</u> |
| 24. | სტირსუარი<br>დიდი<br>გრიფონი(24)     | ალუვიონი+ტრავერტინი<br>ზედა იურაზე                         | 15    | 6,0 | 2,5013  | $M_{2.5} \frac{HCO_3 87 Cl 12}{Ca 69 Na 21 Mg 6}$                | 1,7  | 0,85 | <u>98,9</u><br><u>99,7</u> |

**ჰიდროგეოლოგია - ГИДРОГЕОЛОГИЯ - HYDROGEOLOGY**

|     |                          |  |      |     |         |   |      |      |                     |
|-----|--------------------------|--|------|-----|---------|---|------|------|---------------------|
| 25. | ხორაბინ-სუარი ქვედა (25) | დელუვიონი+ ტრავერტინი ზედა იურაზე რლვევის ზონაში                     | 1,5  | 6,3 | 2,07667 | M <sub>2,1</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{95}}{\text{Ca86 Na7 Mg7}}$                          | 1,2  | -    | $\frac{-}{98,4}$    |
| 26. | ხორაბინ-სუარი ზედა (26)  | დელუვიონი ზედა იურაზე რლვევის ზონაში                                 | 4    | 6,1 | 3,4789  | M <sub>3,5</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{86 Cl 13}}{\text{Ca69 Na21 Mg7}}$                   | 1,72 | 0,55 | $\frac{99,7}{99,3}$ |
| 27. | არზი-კომი (27)           | პროლუვიონი+ ტრავერტინი ზედა იურაზე რლვევის ზონაში                    | 4    |     | 2,5828  | M <sub>2,6</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{91 Cl 8}}{\text{Ca80 Na9 Mg9}}$                     | 2,21 |      |                     |
| 28. | კასარა ზედა (28)         | ზედა იურის ძირითადი ქანები   | 1,5  | 5,9 | 2,6784  | M <sub>2,7</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{82 Cl 18}}{\text{Ca61 Na21 Mg8 Fe5}}$               | 2,33 | 0,26 | $\frac{91,6}{97,3}$ |
| 29. | კასარა შუა (29)          | ალუვიონი ზედა იურაზე რეგიონალური შეცოცების ზონაში                    | 0,2  | 6,7 | 1,0680  | M <sub>1,1</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{86 Cl 9}}{\text{Ca75 Na13 Mg8}}$                    | 0,93 | 0,34 | $\frac{98,3}{97,8}$ |
| 30. | კასარა ქვედა (30)        | დელუვიონი ზედა იურის ბაიოსთან კონტაქტზე რეგიონალური შეცოცების ზონაში | 1,0  | 5,7 | 1,83261 | M <sub>1,8</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{98}}{\text{Ca84 Mg8 Fe6}}$                          | 1,01 | 1,70 | $\frac{-}{99,3}$    |
| 31. | ოქროყანა (31)            | დელუვიონი ბაიოსზე რეგიონალური შეცოცების ზონაში                       | 0,15 | 6,1 | 2,8791  | M <sub>2,9</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{99}}{\text{Ca90 Mg5}}$                              | 1,06 | -    | $\frac{99,5}{98,3}$ |
| 32. | მნა (32)                 | დელუვიონი ბაიოსზე  | 0,01 | 5,9 | 0,9766  | M <sub>1,0</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{89 Cl 10}}{\text{Na74 Mg11 Ca10}}$                  | 0,73 | -    | $\frac{-}{97,2}$    |
| 33. | მნაისი-დონი ქვედა (33)   | ბაიოსის ძირითადი ქანები  |      | 5,5 | 0,51868 | M <sub>0,5</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{88 SO}_4\text{8}}{\text{Ca41 Na32 Mg13 Fe11}}$      | 0,93 | -    | -                   |
| 34. | მნაისი-დონი ზედა (35)    | დელუვიონი ზედა ლიასზე რეგიონალური შეცოცების ზონაში                   | 0,3  | 4,5 | 1,18161 | M <sub>0,2</sub> $\frac{\text{HCO}_3\text{62 SO}_4\text{34 Cl 5}}{\text{Ca51 Fe30 Na11 Mg8}}$ | 0,79 | 1,87 | $\frac{-}{93,5}$    |

მოყოფით გამორჩეულია №24 წყარო სტირ-სუარი (დიდი გრიფონი) (იხ. ცხრილი 1).

თრუსოს ხეობაში თავისი გიგანტური დებიტით (150 ლ/წმ) გამოირჩევა ცნობილი წყარო „ნარზან ვოკლუ-ზა“ (№21), რომელიც კარბონატული ფლიშის ნალექებში წარმოიქმნება და მარცხენა შენაკადის სახით უერთდება მდ. თერგს. მიუხედავად აღნიშნული მინერალური წყაროს მინერალიზაციისა (1.3 გრ/ლ) და მაღალი CO<sub>2</sub>-ის გაზ-შემცველობისა (0.77 გრ/ლ), მისი ხარჯის დიდი ცვალებადობის გამო, მკვლევარებს მიაჩნიათ, რომ ის წარმოადგენს კარსტული ტიპის მდინარეს, რომელიც ფორმირდება ტექტონიკური რლვევის ზონაში (იხ. ცხრილი 2).

გარდა აღნიშნული წყლებისა, ხეობაში ჰიფსომეტრულად ყველაზე დაბალ ადგილებში, სადაც ტექტონიკურად ყველაზე ინტენსიურად დარღვეული უბნებია გაშიშვლებული, რომელიც ცნობილია კეტრისის ჯგუფის წყაროების სახელწოდებით [4]. მინერალური წყლები ხასიათდება ამ ხეობის ყველაზე მაღალი მინერალიზაციის (7.7 გრ/ლ) წყლების გამოსავლებით (მაგალითად №22) და HCO<sub>3</sub>-Cl-Na ქიმიური შედგენილობით. კეტრისის ჯგუფის წყაროები (№21-28) დაკავშირებულია ტექტონიკურ კვანძთან, სადაც სამი დიზუნქტიური დისლოკაცია დაახლოებულია ერთმანეთთან. ეს კი ქმნის ხელსაყრელ პირობებს წყლის, გაზის და წყალში არსებული ქიმიური ელემენ-

**ცხრილი 2**

**თრუსოს ხეობის ნაზშირმაჟა მინერალური წყლების კლასიფიკაცია ქიმიური შედგენილობის მიხედვით**

| №  | ტიპები                                | წყაროები  |
|----|---------------------------------------|---|
| 1. | HCO <sub>3</sub> -Ca                  | 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33 |
| 2. | HCO <sub>3</sub> -Na                  | 1, 32   |
| 3. | HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca | 7, 13, 20, 35   |
| 4. | HCO <sub>3</sub> -Cl-Na-Ca            | 5, 6, 22  |

ტების (Na, Cl, Li და B) თავისუფალი მოძრაობისათვის სიღრმეიდან დედამიწის ზედაპირისკენ.

ამგვარად, აღნიშნული რეგიონის მინერალური წყლების გარკვეული ჯგუფის ქიმიური შედგენილობის ფორმირებაში, მკვლევართა მოსაზრების თანახმად, მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია სიღრმულ პროცესებს [4, 5]. აქვე აღნიშნავთ, რომ ხეობაში ერთადერთი №1 საყრდენი ჭაბურღილით (სიღრმით 420 მ), რომელიც 2007 წელს გაზის მოპოვების მიზნით გაიხურა შპს „კასარას“ მიერ მდ. თერგის მარჯვენა ნაპირზე მდინარისგან 250 მ-ის დაშორებით სოფ. კეტრისის სამხრეთ-აღმოსავლეთით 750 მ-ში, მიღებულია ნახშირორჟანგიანი ცივი (+11°C)  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$  ტიპის მინერალური წყალი მინერალიზაციით 5.03-5.72 გრ/ლ.

როგორც ცნობილია, ნახშირმჟავა წყლების ღინამიკა და რეჟიმი დედამიწის ზედაპირთან, სადაც ჩნდება გაზური ფაზა, იღებს სპეციფიკურად თავისებურ სახეს, რადგან ზღვრული დაწვევის სიღრმეზე დაბლა თავისუფალი (სპონტანური) გაზის გამოყოფა არ ხდება.

ნახშირმჟავა წყლების აღმავალი მოძრაობისას დედამიწის ზედაპირთან ახლოს, 40-30 მ-ის სიღრმეზე, სადაც დაწვევა კლებულობს, ხდება თავისუფალი (სპონტანური) ნახშირორჟანგის გამოყოფა და შეინიშნება დებიტის პულსირება, განსაკუთრებით ჭაბურღილის შემთხვევაში.

ნახშირმჟავა წყლებში თავისუფალი სახით გამოყოფილი ნახშირორჟანგის დებიტი უტოლდება წყლის დებიტს ან აღემატება მას 1.5-3-ჯერ, რადგან ჩვეულებრივ ნახშირმჟავა წყლების გაზურ შედგენილობაში უმეტესი პროცენტული წილი მოდის ნახშირორჟანგზე.

ნახშირმჟავა გაზიანი წყაროების ერლიფტთან ანალოგიის მიხედვით, რ. კამპეს თანახმად, სითხე მოძრაობს მილში აღმავალი მიმართულებით მასში ჰაერის ჩაწნევის შედეგად. ამ დროს წარმოქმნილი ენერგია თავდაპირველად წარმოადგენს დაწვევის პოტენციურ ენერგიას. გაზის გაფართოებისა და გამოყოფისას ის თანდათან გარდაიქმნება მოძრაობის ენერგიად [6].

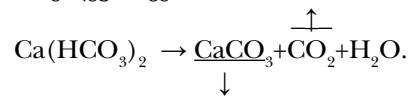
გაზიანი წყლის გადმოდინება ხდება აღმავალ გზაზე ჰიდროსტატიკური დაწვევის შემცირების ხარჯზე. რადგან წყალი-გაზის ნარევის კუთრი წონა ნაკლებია წყლის კუთრი წონაზე, გაზის მოცულობის ზრდასთან ერთად წყლის კუთრი წონა თანდათან უფრო მცირდება [6]. მაგალითად, თრუსოს ხეობის №1 საყრდენი ჭაბურღილის მინერალური წყლის პირველდაწყებითი დებიტი თვითდენზე შეადგენდა 34.6 ლ/წმ-ს, მიღებული შადრენის სიმაღლე აღწევდა 40 მ-ს, ტემპერატურა +13°C, დინამიური ნარჩენი წნევა 6.5 ატმოსფერო. მინერალური წყლის თანმხლები ნახშირმჟავა გაზის პირველდაწყებითი დებიტი იყო 387.5 ლ/წმ (61.2 ტ/დღ.), გაზის ფაქტორი (გაზის შეფარდება წყლის დებიტთან) 11.2. მინერალური წყლის თანმხლები სპონტანური გაზების შედგენილობაში  $\text{CO}_2$ -ის შემცველობა შეადგენდა 98.86-99.98%-ს.

როგორც ცნობილია, კარბონატული ნახშირმჟავა წყლებიდან გაზის გამოყოფით და თერმოდინამიკური წონასწორობის დარღვევის შედეგად წარმოიქმნება კარბონატული მინერალები (კალციტი  $\text{CaCO}_3$ , მაგნეზიტი  $\text{MgCO}_3$ , დოლომიტი  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , სიდერიტი  $\text{FeCO}_3$ ), რომელთაც ტრავერტინები ეწოდება. ასეთი წარმოშობისაა კავკასიონის კარბონატული შედგენილობის მინერალური წყლების ტრავერტინები, თრუსოს, ბიდარის მინერალური წყლების

ტრავერტინები და სხვა.

ტრავერტინების ნალექები დამახასიათებელია დაბალმინერალიზებული ნახშირორჟანგიანი მინერალური წყლებისთვის, ძირითადად ნარჩანებისთვის (ნარჩან ვოკლუზა, ჯვრის გადასასვლელის მინერალური წყაროები და სხვა), რომლებიც მრავლად შეინიშნება ცენტრალურ კავკასიონზე.

მიწისქვეშა წყლებიდან კარბონატების გამოყოფა დაკავშირებულია მინერალური წყლებიდან გაზების ( $\text{CO}_2$ ) გამოყოფასთან. ამიტომ არის, რომ ნახშირმჟავა მინერალური წყლების წყაროებთან და ჭაბურღილებთან ხშირად შეინიშნება გაზის ინტენსიური გამოყოფა, რასაც თან ახლავს კარბონატული მარილების – ტრავერტინების ( $\text{CaCO}_3$  და  $\text{MgCO}_3$ ) გამოლექვა. აღნიშნული მოვლენა ძირითადად შედეგია იმ წონასწორობის დარღვევისა, რომელიც სიღრმეში არსებობს  $\text{HCO}_3$ -სა და  $\text{CO}_2$ -ს შორის. ამ დროს პროცესი (რეაქცია) შეუქცევადია და მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



საბოლოოდ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ №1 საძიებო-საექსპლუატაციო ჭაბურღილის გაყვანის შედეგად გაზის გამოყოფის ინტენსიურობა გაძლიერდა უშუალოდ ჭაბურღილში, რამაც სავარაუდოდ გამოიწვია მიმდებარე ტერიტორიაზე აღნიშნული გაზის გამოყოფის ინტენსიურობის შემცირება. ამის თვალნათელი მაგალითია „დიდი გრიფონის“ ტბა (აბანოს მინერალური ტბა), რომელიც გადაიქცა ჩვეულებრივ სუსტად გაზირებულ წყაროდ, რაც იმის დამადასტურებელია, რომ თრუსოს ტრავერტინების წარმოქმნის პროცესის ინტენსიურობა შენედა. ეს პროცესი სავარაუდოდ გამოწვეული უნდა იყოს თრუსოს ხეობაში გაზის მოპოვების მიზნით გაბურღული №1 საექსპლუატაციო ჭაბურღილის ფუნქციონირებით.

### ლიტერატურა

1. ბ. ზაუტაშვილი, ბ. მხეიძე. საქართველოს ჰიდროგეოლოგია. საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2011. 185 გვ.
2. Буачидзе Г. И. Особенности газоносности Казбегского района. Труды НИЛ гидрогеологических и инженерно-геологических проблем Грузинского Политехнического Института, №4, Тбилиси, 1972. с. 73-78.
3. Буачидзе Г. И., Мхеидзе Б. С. Природные газы Грузии. «Мецნიერება», Тбилиси, 1989. 156 с.
4. Церцвадзе Н. В., Стурца И. Н. Некоторые закономерности химизма и размещения минеральных вод Казбегского района Труды НИЛ гидрогеологических и инженерно-геологических проблем Грузинского Политехнического Института, №4, Тбилиси, 1972. с. 42-51.
5. Зауташвили Б. З. Геохимия микроэлементов глубоких подземных вод Грузии. «Мецნიერება», Тбилиси, 1978. 164 с.
6. Овчинников А. М. Минеральные воды «Госгеотехиздат», Москва, 1963. 375 с.

ЗАУТАШВИЛИ Б. З., ЗАУТАШВИЛИ Н. Б., ПИТАВА Т. З.  
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ДИНАМИКА  
УГЛЕКИСЛЫХ ВОД ТРУСОВСКОГО УЩЕЛЬЯ

ZAUTASHVILI B., ZAUTASHVILI N., PITAVA T.  
FORMING ORIGINALITY OF CHEMICAL COM-  
POSITION AND DYNAMIC OF TRUSO VALLEY'S  
CARBONATE WATERS

В статье рассмотрены вопросы происхождения и формирования химического состава углекислых минеральных вод на примере Трусовского ущелья, который является узлом пересечения кавказских и поперечных разломов и эпицентром самого интенсивного выявления углекислых вод на Кавказе; уделено внимание на особый процесс, который связан с переходом газа в спонтанной фазе и с динамикой углекислых вод на участках, где происходит разгрузка этих вод.

In the present work there is considered origin and forming issues of chemical composition of carbonate mineral waters on Truso valley example, which represents crossing knot of caucasus and transverse faults and which represents epicentre of the most intensive discharge of carbonate waters in the Caucasus. The article refers to a special process, which is connected to carbonate waters dynamic and gas passing into spontaneous phase in carbonate waters discharge areas.

უპკ 551.49

აბაღ. დოქტორი ნ. ძიგიაშვილი

სევისურეთის ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში მიკროკომპონენტების განაწილების კანონზომიერებები

*ნახშირმჟავა მინერალური წყლებში მიკროკომპონენტების განაწილების შესახებ. ფაქტობრივი შემცველობების მიხედვით, გამოყოფილია მიკროკომპონენტების ჯგუფი, რომლებიც შესწავლილ მინერალურ წყლებში დაგროვების ან მიგრაციის მაღალი უნარით ხასიათდება.*

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული მინერალური წყლების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან და საინტერესო კატეგორიას ტუტე-მარილიანი შედგენილობის ნახშირმჟავა მინერალური წყლები წარმოადგენს. მათი ბუნებრივი თუ ხელოვნური გამოსავლები ფართო ზოლის სახით დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ვრცელდება, დაწყებული დასავლეთ აფხაზეთიდან (მდ. ფსოუს ხეობა), აღმოსავლეთით მდ. არაგვის ხეობამდე. გამორჩეული სამკურნალო თვისებების და სასიამოვნო გემოს გამო, მინერალური წყლების ეს ჯგუფი სხვადასხვა დროის და თაობის მკვლევართა განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობდა.

ჰიდროგეოლოგიურ ლიტერატურაში ტერმინი „მიკროკომპონენტი“ შემოღებულია ბუნებრივ წყლებში იშვიათი და გაფანტული ქიმიური ელემენტების ძალზე დაბალ შემცველობასთან ( $10^{-2} - 10^{-5} \%$ ) დაკავშირებით, ამიტომ, მიკროკომპონენტებს ძირითადი იონებისგან – მაკროკომპონენტებისგან განსხვავებით, ერთგვარად დამხმარე ნიშნის როლი ენიჭებათ, რომლის საშუალებითაც წყლის გენეზისის შესახებ ამა თუ იმ ჰიპოთეზის დადასტურება, ან უარყოფა ხდება [1, 2, 3]. მიუხედავად მიკროკომპონენტების მცირე შემცველობისა, მიწისქვეშა წყლებში მათ შესწავლას გარკვეული მნიშვნელობა აქვს, უმთავრესად






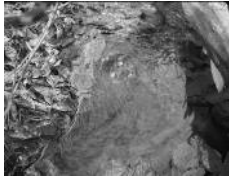



იმის გამო, რომ ეს ფაქტორი, როგორც წესი, წყლის სამკურნალო თვისებებს განაპირობებს.

ნახშირმჟავა მინერალური წყლების ჩვენს მიერ შესწავლილი წყაროები და ჭაბურღილები ტერიტორიულად მდინარეების – ხევსურეთის და ფშავის არაგვის ხეობებში მდებარეობს. მათი ბუნებრივი გამოსავლები იურის, ცარცის და ნაწილობრივ პალეოგენის ასაკის ქანებთან არის დაკავშირებული. ქვემოთ მოცემულ ცხრილში (იხ. ცხრილი 1) ასახულია შესწავლილი მინერალური წყლების ადგილმდებარეობა სათანადო ფოტომასალის თანხლებით.

დასინჯული წყალპუნქტების წყლების უმრავლესობა დაბალტემპერატურულია ( $T < 10^{\circ}C$ ) და სხვადასხვა რაოდენობით (0.6-დან 2.2 გრ/ლ-მდე) ნახშირორჟანგს ( $CO_2$ ) შეიცავს. ანიონური შედგენილობის მიხედვით ჰიდროკარბონატულ და ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული კლასის წყლებს ვხვდებით, ხოლო კათიონური შედგენილობით კალციუმიანი და კალციუმიან-ნატრიუმიანი წყლები სჭარბობს, შედარებით იშვიათია ნატრიუმიან-კალციუმიანი, ან ნატრიუმიანი ტიპები. საერთო მინერალიზაციის სიდიდის მიხედვით ვხვდებით მტკნარ (<1.0 გრ/ლ), სუსტად მინერალიზებულ (1.0-3.0 გრ/ლ), ოდნავ მარილიან (3.0-5.0 გრ/ლ) და მარილიან (>5.0 გრ/ლ) წყლებს.

მინერალურ წყლებში ატომური სპექტროსკოპიის უახლესი მეთოდით 12 მიკროკომპონენტი განისაზღვრა: სპილენძი, თუთია, კადმიუმი, ტყვია, რკინა, მანგანუმი, კობალტი, ნიკელი, სტრონციუმი, ლითიუმი, რუბიდიუმი და ცეზიუმი. ცალკეულ სინჯებში მიკროკომპონენტების ფაქტობრივი შემცველობები და მათი გასაშუალებული სიდიდეები მოცემულია ცხრილში (იხ. ცხრილი 2). ცხრილი 1-ის ნუმერაცია ცხრილში 2 მოცემული ნუმერაციის თანხვედნილია.



| №№ | წყალუბნის ტიპი და ადგილმდებარეობა  | აბსოლუტური ნიშნული, მ | ადგილმდებარეობის დამახასიათებელი ფოტო   |
|----|--|-----------------------|---|
| 1  | 2  | 3                     | 4   |
| 1. | მინერალური წყარო სოფ. გუდანის დასახლებიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით, $\approx$ 0.5 კმ. მანძილზე. წყალი დელუვიური თიხნარიდან გამოედინება | 1729                  |    |
| 2. | მინერალური წყარო მდ. არაგვის მარჯვენა ფერდობზე, სოფ. გუდანის სოფ. ხაჩმატისკენ მიმავალი საავტომობილო გზის პირას                     | 1672                  |    |
| 3. | მინერალური წყარო სოფ. ჩალისსოფლის ტერიტორიაზე, მდ. ლიქოკის წყლის მარცხენა ფერდობის ძირში   | 1719                  |    |
| 4. | მინერალური წყარო მდ. ლიქოკის მარჯვენა შენაკადის ფერდობის ძირში, შესართავიდან 15 მეტრით მაღლა                                       | 1675                  |   |
| 5. | ჭაბურღილი ბარისახო - ლიქოკის გზის გადასახვევიდან 5 კმ-ის დაშორებით, მდ. არაგვის მარცხენა ნაპირზე                                   | 1181                  |  |
| 6. | მინერალური წყარო მდ. არაგვის მარჯვენა ფერდობის ძირში, ბაზტრონის აჯანყების მეთაურთა მემორიალიდან $\approx$ 2კმ დაშორებით            | 1035                  |  |
| 7. | მინერალური წყარო მდ. არაგვის მარცხენა ნაპირზე ტყით დაფარული მაღალი ფერდობის ძირში, ტრანსპორტის მოსაცდელთან                         | 1010                  |  |
| 8. | მინერალური წყარო მდ. ჩარგლურას მარჯვენა ნაპირზე, სოფ. ჩარგალის მისასვლელთან  | 1046                  |  |
| 9. | არტეზიული ჭაბურღილი მდ. არაგვის მარცხენა ნაპირზე, „ვაჟას წყაროს“ ჩამოსასხმელი წყლის ქარხნის ტერიტორიაზე                            | 1139                  |  |

მიკროკომპონენტების რაოდენობრივი (ფაქტობრივი) შემცველობა დასინჯულ მინერალურ წყლებში

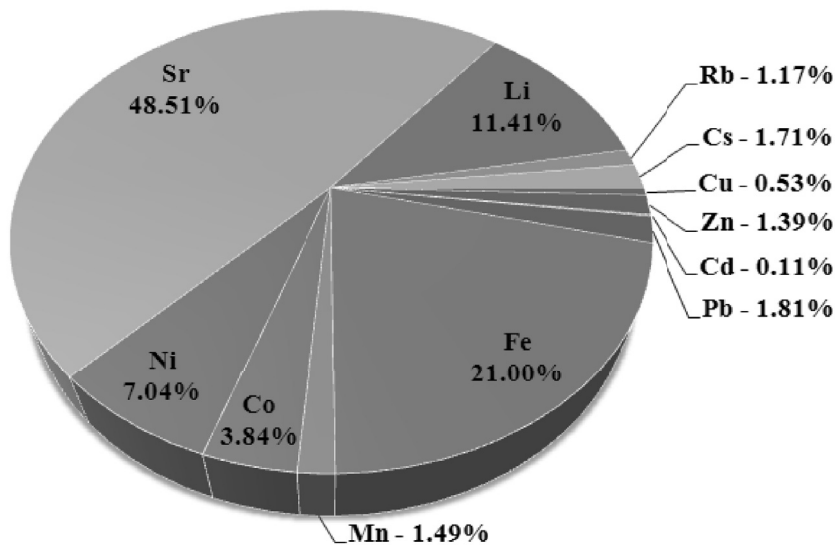
| №№      | მიკროკომპონენტების შემცველობა, მგ/ლ |       |        |       |       |      |       |       |      |      |       |       |
|---------|-------------------------------------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
|         | Cu                                  | Zn    | Cd     | Pb    | Fe    | Mn   | Co    | Ni    | Sr   | Li   | Rb    | Cs    |
| 1       | 2                                   | 3     | 4      | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10   | 11   | 12    | 13    |
| 1.      | 0.067                               | 0.17  | 0.008  | 0.22  | 2.577 | 0.04 | 0.468 | 0.881 | 0.3  | 0.07 | 0.156 | 0.227 |
| 2.      | 0.067                               | 0.17  | 0.01   | 0.22  | 2.577 | 0.05 | 0.468 | 0.881 | 1.7  | 0.63 | 0.156 | 0.227 |
| 3.      | 0.053                               | 0.134 | 0.007  | 0.173 | 2.039 | 0.05 | 0.371 | 0.697 | კვ.  | 0.15 | 0.124 | 0.18  |
| 4.      | 0.02                                | 0.051 | 0.02   | 0.065 | 0.769 | 0.18 | 0.14  | 0.263 | 2.2  | 1.25 | 0.047 | 0.068 |
| 5.      | 0.053                               | 0.134 | 0.0065 | 0.173 | 2.039 | 0.42 | 0.371 | 0.697 | 6.6  | 2.22 | 0.124 | 0.18  |
| 6.      | 0.05                                | 0.127 | 0.006  | 0.163 | 1.923 | 0.07 | 0.35  | 0.658 | 3.2  | 1    | 0.128 | 0.184 |
| 7.      | 0.04                                | 0.101 | 0.005  | 0.131 | 1.538 | 0.04 | 0.28  | 0.526 | 1.2  | 0.19 | 0.06  | 0.05  |
| 8.      | 0.05                                | 0.127 | 0.006  | 0.163 | 1.923 | 0.14 | 0.35  | 0.658 | 6.6  | 2    | 0.11  | 0.14  |
| 9.      | 0.06                                | 0.152 | 0.007  | 0.196 | 2.308 | 0.28 | 0.42  | 0.789 | 14.6 | 2.1  | 0.148 | 0.19  |
| საშუალო | 0.05                                | 0.13  | 0.01   | 0.17  | 1.97  | 0.14 | 0.36  | 0.66  | 4.55 | 1.07 | 0.11  | 0.16  |

ქვემოთ, წრიულ დიაგრამაზე, ასახულია მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება შესწავლილ მინერალურ წყლებში. დიაგრამის ასაგებად შემდეგი პრინციპი არის გამოყენებული: შესწავლილი ელემენტების საშუალო შემცველობების ჯამი 100 %-ად არის მიჩნეული და აქედან გამომდინარე, ნანაგარიშებია ყოველი ცალკე აღებული ელემენტის პროცენტული წილი.

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილების მწკრივი კლებალობის რიგით შემდეგნაირია:

$Sr > Fe > Li > Ni > Co > Pb > Cs > Mn > Zn > Rb > Cu > Cd$ .

ის, რომ რკინა დამასასიათებელი ტიპომორფული ელემენტია ზოგადად ნახშირმჟავა მინერალური წყლებისთვის, დადასტურებული ფაქტია [2, 3, 4]. ასევე, მნიშვნე-



ნახ. 1. მიკროკომპონენტების პროცენტული განაწილება შესწავლილ მინერალურ წყლებში

ლოვანი რაოდენობით აღნიშნულ წყლებში წარმოდგენილია სტრონციუმი და ლითიუმი. დიაგრამის მიხედვით, ამ სამი ელემენტის პროცენტულ შემცველობათა ჯამი 80.92 %-ს შეადგენს, მაშინ როდესაც ყველა დანარჩენი ელემენტის ჯამური შემცველობა 19.08 %-ის ტოლია. ამასთან, მომატებულია იშვიათი ტუტე მეტალების – ცეზიუმის და რუბიდიუმის შემცველობები. ზოგადად, როგორც გავრცელებული, ასევე იშვიათი ქიმიური ელემენტების უნარი გროვდებოდნენ, ან მიგრირებდნენ სხვადასხვა გენერაციის და ქიმიური შედგენილობის მიწისქვეშა წყლებში მრავალ ფაქტორზე არის დამოკიდებული, რაც საბოლოო ჯამში ელემენტების გეოქიმიურ ბუნებას ასახავს. აღნიშნული უნარის რაოდენობრივ მახასიათებელს ე.წ. „წყლოვანი მიგრაციის“ კოეფიციენტი ( $K_x$ ) წარმოადგენს [5, 6]. კოეფიციენტს ორმაგი დანიშნულება აქვს. კერძოდ, აქტიური ცირკულიაციის წყლებში იგი მიგრაციის ინტენსიურობას ახასიათებს, შენელებული, ან გაძნელებული ცირკულიაციის

მიწისქვეშა წყლებში კი – დაგროვების ინტენსიურობას. შინაარსობრივად, აღნიშნული კოეფიციენტი წარმოადგენს შეფარდებას ქიმიური ელემენტის ამა თუ იმ სისტემაში ფაქტობრივ შემცველობასა და ლითოსფეროში მის კლარკს შორის. იგი გამოითვლება ფორმულით

$$K_x = \frac{m_x \cdot 100}{a \cdot n_x} \quad (1)$$

სადაც  $m_x$  - ელემენტის ფაქტობრივი შემცველობაა წყალში (გრ/ლ);

$a$  - წყლის მინერალიზაციაა (გრ/ლ);

$n_x$  - ელემენტის პროცენტული შემცველობა ლითოსფეროში, ანუ კლარკი.

ცხრილში (იხ. ცხრილი 3) მოცემულია წყლოვანი მიგრაციის კოეფიციენტების გამოსათვლელად საჭირო რიცხვითი სიდიდეები და გაანგარიშებულია თითოეული ელემენტის წყალში მიგრაციის კოეფიციენტი.

**მიკროკომპონენტების მიგრაციის კოეფიციენტები**

**ცხრილი 3**

| №   | ქიმიური ელემენტის დასახელება | მიკროკომპონენტების შემცველობა, $m_x$ |                      | შემცველობა მიწის ქერქში, % | საერთო მინერალიზაციის საშუალო სიდიდე, გრ/ლ | წყალში მიგრაციის კოეფიციენტი, $K_x$ |
|-----|------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|
|     |                              | მგ/ლ                                 | გრ/ლ                 |                            |  |                                     |
| 1   | 2                            | 3                                    | 4                    | 6                          | 7  | 8                                   |
| 1.  | <b>Cu</b>                    | 0.05                                 | $5 \cdot 10^{-5}$    | $5.5 \cdot 10^{-3}$        | 4.2  | <b>0.76</b>                         |
| 2.  | <b>Zn</b>                    | 0.13                                 | $1.3 \cdot 10^{-4}$  | $7.0 \cdot 10^{-3}$        | 4.2  | <b>0.6</b>                          |
| 3.  | <b>Cd</b>                    | 0.01                                 | $1 \cdot 10^{-5}$    | $2.0 \cdot 10^{-5}$        | 4.2  | <b>11.90</b>                        |
| 4.  | <b>Pb</b>                    | 0.17                                 | $1.7 \cdot 10^{-4}$  | $1.25 \cdot 10^{-3}$       | 4.2  | <b>3.24</b>                         |
| 5.  | <b>Fe</b>                    | 1.97                                 | $1.97 \cdot 10^{-3}$ | 5.63                       | 4.2  | <b>0.83</b>                         |
| 6.  | <b>Mn</b>                    | 0.14                                 | $1.4 \cdot 10^{-4}$  | $9.5 \cdot 10^{-2}$        | 4.2  | <b>0.04</b>                         |
| 7.  | <b>Co</b>                    | 0.36                                 | $3.6 \cdot 10^{-4}$  | $2.5 \cdot 10^{-3}$        | 4.2  | <b>3.43</b>                         |
| 8.  | <b>Ni</b>                    | 0.66                                 | $6.6 \cdot 10^{-4}$  | $7.5 \cdot 10^{-3}$        | 4.2  | <b>2.1</b>                          |
| 9.  | <b>Sr</b>                    | 4.55                                 | $4.55 \cdot 10^{-3}$ | $3.75 \cdot 10^{-2}$       | 4.2  | <b>0.0003</b>                       |
| 10. | <b>Li</b>                    | 1.07                                 | $1.07 \cdot 10^{-3}$ | $2.0 \cdot 10^{-3}$        | 4.2  | <b>12.74</b>                        |
| 11. | <b>Rb</b>                    | 0.11                                 | $1.1 \cdot 10^{-4}$  | $9.0 \cdot 10^{-3}$        | 4.2  | <b>0.29</b>                         |
| 12. | <b>Cs</b>                    | 0.16                                 | $1.6 \cdot 10^{-4}$  | $3.0 \cdot 10^{-4}$        | 4.2  | <b>12.7</b>                         |

ცხრილის მონაცემების მიხედვით, მიკროკომპონენტების მიგრაციის კოეფიციენტების გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახაზზე 2.

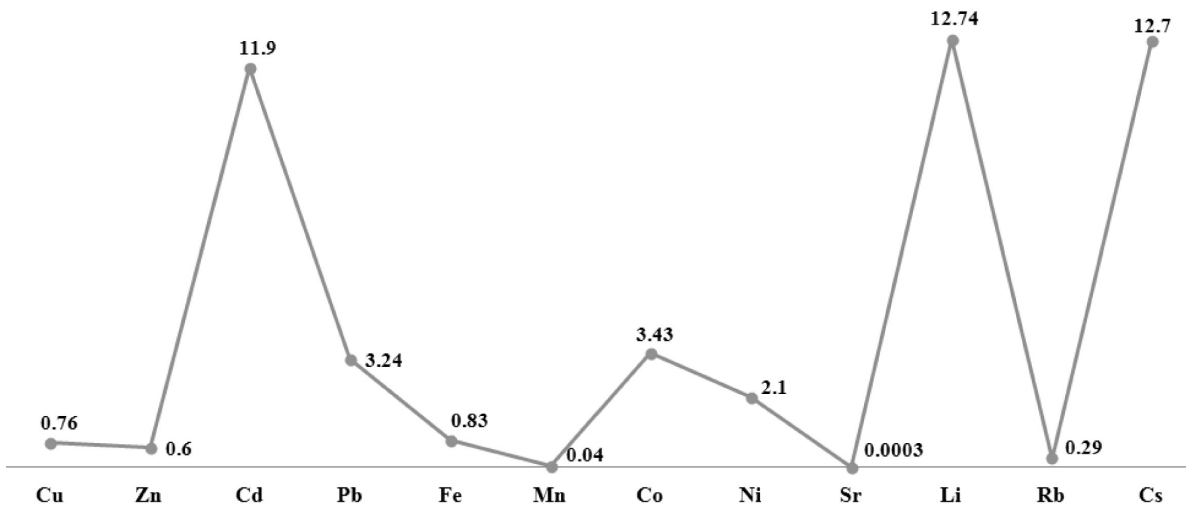
მიკროკომპონენტების მიგრაციის კოეფიციენტების მწკრივი კლუბადობის რიგით შემდგენიარად ჩაიწერება:

**Li, Cs > Cd > Co > Pb > Ni > Fe > Cu > Zn > Rb > Mn > Sr .**

როგორც ჩანს, შესწავლილი მიკროკომპონენტებიდან, ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში მიგრაციული თვისების თვალსაზრისით ელემენტთა ორი ჯგუფი გამოიყოფა: კარ-

გი წყლოვანი მიგრანტები – **Li, Cs, Cd, Co, Pb** და შედარებით დაბალი მიგრაციული თვისების მქონე მიკროელემენტები – **Cu, Zn, Rb, Mn, Sr .**

არსებული ფაქტობრივი მასალა იძლევა იმის საშუალებას, რომ განსაზღვრული მიკროკომპონენტებიდან გამოიყოს ქიმიურ ელემენტთა ჯგუფი, რომელიც შესწავლილ ნახშირმჟავა მინერალურ წყლებში დაგროვების ან მიგრაციის მაღალი უნარით ხასიათდება. ასევე, დიდი ალბათობით სავარაუდოა, რომ ხეცსურეთის ნახშირმჟავა



ნახ. 2. მიკროკომპონენტების მიგრაციის კოეფიციენტების გრაფიკული გამოსახულება

მინერალური წყლებისთვის შესწავლილი მიკროკომპონენტების განაწილების ზემოთ აღწერილი კანონზომიერებები საერთო იყოს სხვა რეგიონის იდენტური გენერაციის წყლებისთვისაც.

საბოლოო ჯამში, თუ აქცენტს საკითხის პრაქტიკულ მხარეზე გადავიტანთ, საკმარისია მიუუთითოთ რამდენიმე მიზეზზე, რომელთა გამოც მიწისქვეშა წყლებში მიკროკომპონენტების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს:

- მარგი წიაღისეულის საბადოების ძიების ჰიდროქიმიური მეთოდი, მათ შორის, ნავთობისა და გაზის საბადოების;

- მიკროკომპონენტების შესწავლა ადამიანის ორგანიზმზე მათი დადებითი, ან ნეგატიური ზემოქმედების თვალსაზრისით, ანუ სამედიცინო კუთხით;

- ზოგიერთი ბიოლოგიურად აქტიური მიკროკომპონენტებით გამდიდრებული მიწისქვეშა წყლების სოფლის მეურნეობაში გამოყენება;

- მიწისქვეშა სამრეწველო წყლების ძებნა-ძიება მათგან სასარგებლო კომპონენტების მოპოვების მიზნით [4]. ეს გარემოება განსაკუთრებით ვრცელდება იმ მიწისქვეშა წყლებზე, რომლებიც შეიძლება განხილული იქნეს როგორც ნედლეული, იშვიათი და ძვირადღირებული ქიმიური ელემენტების მოსაპოვებლად.

**КИТИАШВИЛИ Н. З.  
ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОМПОНЕНТОВ В  
УГЛЕКИСЛЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ ХЕВСУРЕТИ**

В статье рассмотрены закономерности распределения 12 микроэлементов в углекислых минеральных водах Хевсурети. По количественным показателям выделены химические элементы, которые в этих минеральных водах характеризуются высокой степенью миграции или накопления.

**ლიტერატურა**

1. Овчинников А. М. Минеральные воды, «Госгеолтехиздат», Москва, 1963. 375 с.
2. Зауташвили Б.З. Геохимия микроэлементов глубоких подземных вод Грузии. Тбилиси, «Мецниереба», Тбилиси, 1978. 163 с.
3. Зауташвили Б.З. Гидрогеохимия рудных месторождений Грузии. «Мецниереба», Тбилиси, 1984. 190 с.
4. Звиададзе У.И. Микромпоненты подземных вод Грузии в качестве геохимических показателей нефтегазоносности гидрогеологических структур и условий формирования минеральных вод (докторская диссертация). Тбилиси, библиотека ГПИ, 1993.
5. Перельман А.И. Геохимия природных вод. «Недра», Москва, 1962. 375 с.
6. ბ. ზაუტაშვილი. ჰიდროგეოქიმია. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2001. 108 გვ.

**KITIASHVILI N.  
THE REGULARITIES OF DISTRIBUTION  
OF MICROCOMPONENTS IN  
CARBONACEOUS MINERAL WATERS  
OF KHEVSURETI**

In this article there is considered question about the regularities of distribution of 12 microelements in carbonaceous mineral waters of Khevsureti. The elements which are characterized by high degree of migration and accumulation are picked out.

**დოქტორანტი ტ. ტუსკია, აკად. დოქტორი ვ. ლაპიაშვილი  
კლიმატური ფაქტორების გავლენა სტიქიური გეოლოგიური  
პროცესების განვითარებაზე აჭარაში**

ნაშრომში მოცემულია კლიმატური ფაქტორების გავლენა სტიქიური გეოლოგიური პროცესების განვითარებაზე აჭარაში. სტიქიური გეოლოგიური პროცესების განვითარებაში ერთ-ერთ მთავარ როლს კლიმატური პირობები ასრულებს. აჭარის კლიმატზე დიდ გავლენას ახდენს თბილი შავი ზღვის სიახლოვე, რის გამოც დაბლობში იგი ნათლად გამოხატული სუბტროპიკული ნოტიო ხასიათისაა, ხასიათდება ნალექების სიუხვით და მაღალი ტენიანობით. მთიან ნაწილში ზღვის გავლენის შესუსტებასთან ერთად ეცემა საშუალო წლიური ტემპერატურა და ნალექების რაოდენობა.

აჭარის კლიმატური რაიონი ხასიათდება ნალექების სიჭარბით საქართველოს სხვა რაიონებთან შედარებით. ნალექების რაოდენობის მაქსიმუმი მოდის სანაპირო ზოლში (3000-3500 მმ), მთიან ნაწილში შეადგენს 2000-2500 მმ-ს. ნალექების რაოდენობის 43-48 % მოდის წლის ცივ პერიოდზე, ხოლო 52-54 % თბილ პერიოდზე.

სტიქიური გეოლოგიური პროცესების განვითარებაში ერთ-ერთ მთავარ როლს კლიმატური პირობები თამაშობს. აჭარის კლიმატზე დიდ გავლენას ახდენს თბილი შავი ზღვის სიახლოვე, რის გამოც იგი ნათლად გამოხატული ზღვიური სუბტროპიკული ხასიათისაა – თბილი ზამთრითა და შედარებით გრილი ზაფხულით, ტემპერატურის ცვალებადობის მცირე ამპლიტუდით, ნალექების სიუხვითა და მაღალი ტენიანობით. ამიტომ სანაპირო ზოლში ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა  $+ (13-15)^{\circ}C$  შეადგენს.

აჭარის მთიან ნაწილში სიმაღლის ზრდასთან და შავი ზღვის გავლენის შესუსტებასთან ერთად საშუალო წლიური ტემპერატურა ეცემა  $+ (4-5)^{\circ}C$  -მდე. წლის ყველაზე ცივი თვე იანვარია, რომლის საშუალო თვიური ტემპერატურა შეადგენს  $(5-0)^{\circ}C$  -ს, ხოლო ზოგჯერ  $-(5-2)^{\circ}C$  -მდე ეცემა. წლის ყველაზე თბილი თვე ივლისია, რომლის საშუალო თვიური ტემპერატურა  $+ (22-24)^{\circ}C$ , ხოლო მთლიან ნაწილში  $+ (15-16)^{\circ}C$ .

ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის ამპლიტუდა დაბლობ რაიონებში მერყეობს  $(16-18)^{\circ}C$ -ის ფარგლებში, ხოლო მთლიან აჭარაში იგი  $(19-23)^{\circ}C$ -ს შეადგენს.

აჭარის კლიმატური რაიონი ხასიათდება ნალექების სიჭარბით საქართველოს სხვა რაიონებთან შედარებით. ნალექების რაოდენობის მაქსიმუმი მოდის სანაპირო ზოლში 3000-3500 მმ, მთიან ნაწილში იგი შეადგენს 2000-2500 მმ-ს, ხოლო ნოტიო ქარებისაგან დაცულ ხეობებში (შუახევის ტაფობი) ეცემა 800-1000 მმ-დე. ნალექების რაოდენობის 43-48 % მოდის წლის ცივ პერიოდზე, ხოლო 52-54 % თბილ პერიოდზე [1].

წლის თბილი პერიოდისათვის დამახასიათებელია კოკისპირული წვიმები. ჭარბი ატმოსფერული ნალექების მოსვლა ძირითადად დაკავშირებულია ფრონტალურ ატმოსფერულ პროცესებთან, კერძოდ, ცივი ჰაერის მასების შემოჭრასთან დასავლეთიდან. მოსული ნალექების

დღე-ღამური მაქსიმუმი ამ დროს აღწევს 80-100 მმ-ს, ხოლო ხანგრძლივობა 2-4 საათს. აპრილიდან ოქტომბრამდე პერიოდში ასეთი დღეების რაოდენობა სანაპირო ზოლში შეადგენს 23-ს, ხოლო მთიან აჭარაში 10-12-ს. ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნა დაკავშირებულია სწორედ ამ პერიოდთან.

სტიქიური გეოლოგიური პროცესების მნიშვნელოვანი გააქტიურება შეინიშნება გაზაფხულზე თოვლის დნობასთან დაკავშირებით. მთიან აჭარაში მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების კვების ფაქტორს წვიმის წყლებთან ერთად წარმოადგენს სწორედ თოვლის საფარის დნობა. უკანასკნელი იწვევს ზედაპირული ქანების გადამეტწყლიანებას და სტიქიური პროცესების პროვოცირებას. აღნიშნულის ნათელ მაგალითს წარმოადგენს სოფ. ვაშლოვანის მიდამოებში 1998 წლის გაზაფხულზე მომხდარი სტიქიური პროცესები, რომელმაც 6 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა.

მდ. კარეტას (მდ. აჭარისწყლის მარჯვენა შენაკადი) სათავეებში თოვლის დნობის შედეგად განვითარებულმა ლოკალურმა მეწყერმა გადაკეტა მდინარის ხეობა, რამაც გამოიწვია წყლის დაგუბება, გარღვევა და მძლავრი ღვარცოფული ნაკადის განვითარება.

ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიანი მასალების ანალიზის შედეგად სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების აქტივაციის პროცესებთან 1984-2011 წლებისათვის მოცემულია ცხრილში 1, რომლიდანაც ნათლად ჩანს დადებითი კორელაციური კავშირი ნალექების ჭარბ რაოდენობასა და სტიქიურ გეოლოგიურ მოვლენებს (მეწყერები, ღვარცოფები) შორის.

ჩატარებული გამოკვლევების ანალიზი ნათელყოფს, რომ აჭარის ტერიტორიაზე სტიქიური გეოლოგიური პროცესების ინტენსიურობა და მასშტაბურობა წლიით-წლიობით მკვეთრად მატულობს. ადრე მათ აქტიურობას ახასიათებდა გარკვეული ციკლურობა, ხოლო ბოლო პერიოდში ციკლურობის მაჩვენებელი მკვეთრად ირღვევა და ყველა სახის პროცესების აქტივაცია მიღებულ ფონს ზემოთ ფიქსირდება თითქმის ყოველ წელს [1].

ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიანი მასალების ანალიზის შედეგად სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების აქტივიზაციის პროცესთან უფლებას ვაძლევს გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნები:

– ზედაპირულ ნალექებში სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ატმოსფერული ნალექების რეჟიმთან. იგი არსებით როლს ასრულებს გამოფიტვის პროცესში, დიდ გავლენას ახდენს ჰიდროგეოლოგიურ რეჟიმზე, მდინარეთა ქსელის განვითარებაზე, ინფილტრაციული წყლების დინამიკაზე, გამოფიტვის პროდუქტების ტრანსპორტირებაზე, მეწყერული და სეღური პროცესების განვითარებაზე და სხვა ეგზოგენურ გეოლოგიურ პროცესებზე;

– სტიქიური გეოლოგიური პროცესების აქტივიზაცი-

ნალექების რაოდენობისა და სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების სტატისტიკური ცხრილი  
1984-2011 წლებისათვის

| №№  | წლები | ნალექების<br>რაოდენობა,<br>მმ | მეწვერები | ღვარცოფი |
|-----|-------|-------------------------------|-----------|----------|
| 1   | 2     | 3                             | 4         | 5        |
| 1.  | 1984  | 1279                          | 26        | 7        |
| 2.  | 1985  | 1695                          | 30        | 9        |
| 3.  | 1986  | 1267                          | 28        | 10       |
| 4.  | 1987  | 1641                          | 94        | 109      |
| 5.  | 1988  | 2107                          | 320       | 203      |
| 6.  | 1989  | 1998                          | 222       | 87       |
| 7.  | 1990  | 1636                          | 93        | 8        |
| 8.  | 1991  | 1521                          | 90        | 5        |
| 9.  | 1992  | 2175                          | 71        | 8        |
| 10. | 1993  | 2298                          | 17        | 26       |
| 11. | 1994  | 2039                          | 18        | 29       |
| 12. | 1995  | 2253                          | 21        | 27       |
| 13. | 1996  | 1750                          | 112       | 20       |
| 14. | 1997  | 1779                          | 41        | 64       |

| №№  | წლები | ნალექების<br>რაოდენობა,<br>მმ | მეწვერები | ღვარცოფი |
|-----|-------|-------------------------------|-----------|----------|
| 1   | 2     | 3                             | 4         | 5        |
| 15. | 1998  | 2026                          | 60        | 72       |
| 16. | 1999  | 1239                          | 38        | 16       |
| 17. | 2000  | 776                           | 48        | 11       |
| 18. | 2001  | 1125                          | 59        | 12       |
| 19. | 2002  | 1199                          | 51        | 10       |
| 20. | 2003  | 897                           | 52        | 12       |
| 21. | 2004  | 934                           | 241       | 44       |
| 22. | 2005  | 1571                          | 86        | 5        |
| 23. | 2006  | 987                           | 59        | 13       |
| 24. | 2007  | 1390                          | 45        | 10       |
| 25. | 2008  | 3352                          | 300       | 125      |
| 26. | 2009  | 2781                          | 410       | 203      |
| 27. | 2010  | 1785                          | 867       | 210      |
| 28. | 2011  | 3064                          | 388       | 89       |

ის პერიოდები დაკავშირებულია ატმოსფერული ნალექების დადებით ბალანსთან, ხოლო მათი შენელება ნალექების დეფიციტთან მრავალწლიან ნორმასთან შედარებით;

– ნალექების დადებითი ბალანსისა და დეფიციტის თანმიმდევრობითი ციკლი შეადგენს 3-8 წელს (საშუალო 5-6 წელი). უკანასკნელი 55 წლის განმავლობაში სტიქიური გეოლოგიური პროცესების აქტივიზაცია მოხდა 15-ჯერ, ხოლო შენელება 12-ჯერ;

– წლიურ ჭრილში, მრავალწლიან ნორმასთან შედარებით, ნალექების რაოდენობის 100 მმ-ით გაზრდის შემთხვევაში სტიქიური გეოლოგიური მოვლენები იმყოფებიან აქტიურობის ფონის ფარგლებში;

– საშუალო წლიურ ნორმასთან შედარებით ნალექების სიჭარბე 100-200 მმ-ის ფარგლებში იწვევს სტიქიური მოვლენების შესამჩნევ გააქტიურების ტენდენციას ფონურთან შედარებით;

– სტიქიური გეოლოგიური მოვლენების გააქტიურების მაქსიმუმი მოდის ნალექების რაოდენობის 200-400 მმ-ით გაზრდასთან დაკავშირებით საშუალო წლიურ ნორმასთან შედარებით.

**ლიტერატურა**

1. აჭარის კლიმატის ცვლილებების სტრატეგია. თბილისი, 2013. გვ. 64-68.

**ТУСКИА Т.Д., ЛАПИАШВИЛИ М.Ш.  
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА  
РАЗВИТИЕ СТИХИЙНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ В АДЖАРИИ**

В работе дано влияние климатических факторов на развитие стихийных геологических процессов в Аджарии. Климатические условия играют главную роль в развитии стихийных геологических процессов. На климате Аджарии влияет близость теплого черного моря. Из-за этого на равнине он ярко выраженный субтропический, характеризуется обилием осадков и высокой влажностью. В горной части с уменьшением влияния моря падает годовая средняя температура и количество осадков.

Климатический район Аджарии характеризуется обилием осадков. Максимум осадков имеет место на побережье моря (3000-3500 мм), в горной части он составляет 2000-2500 мм. 43-48 % осадков имеет место в холодный период, а 52-54 % - на теплый период.

**TUSKIA T., LAPIASHVILI M.  
CLIMATE FACTORS INFLUENCE ON  
NATURAL DISASTERS GEOLOGIC  
PROCESS IN AJARA**

Climate factors play significant role in expansion of natural disasters geologic process. Climate of Ajara is influenced by warm littoral of the Black Sea. Thus, its lowland has subtropical climate with heavy precipitations and extreme humidity. Its highland is far from the sea and characterized with lower temperature and less amount of precipitation.

In general, climate in Ajara is characterized with heavy amount of precipitation. Most of it part falls over the seaside shore (3000-3500 mm), but it gets lower at highlands (2000-2500 mm). 43-48 % of precipitation falls during winter time and 52-54 % during summer season.

**დოქტორანტი ტ. ტუსკია, აკად. დოქტორი მ. ლაჰიაშვილი  
მიწერილი მოვლენების კლასიფიკაცია აჭარაში**

ნაშრომში მოცემულია მეწყერული მოვლენების კლასიფიკაცია აჭარაში. სტიქიური ეგზოგენური გეოლოგიური პროცესებიდან აჭარაში ყველაზე ხშირად მეწყერული მოვლენებია გავრცელებული. არ არსებობს მეწყერების მიღებული ერთიანი კლასიფიკაცია. სხვადასხვა ავტორები მეწყერების კლასიფიკაციას ახდენენ განსხვავებულ საფუძვლებზე (ფორმა, სიღრმე, წარმოშობის მიზეზი და სხვა.) დაყრდნობით. ჩვენს მიერ მიღებულია მეწყერების ხასიათი და ფორმები, კერძოდ: ცოცვის ანუ სრიალის, პლასტიკური და შერეული, ანუ რთული მეწყერები.

სტიქიური ეგზოგენური გეოლოგიური პროცესებიდან აჭარაში ყველაზე ხშირად მეწყერული მოვლენებია გავრცელებული. მათ ახასიათებთ არათანაბარი განაწილება, ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან გადაადგილების ფორმით, სიღრმით, აქტიურობის ხარისხით და სხვა. აქ გვხვდება მეწყერების ძლიერ განსხვავებული გენეტიკური მორფოლოგიური ტიპები, სიდიდის მიხედვით დაწყებული უმარტივესი მინიატურული მეწყერებიდან დამთავრებული ურთულეს-გიგანტურ მეწყერებამდე, ხოლო ასაკისა და გამოვლინების დროის მიხედვით არაიშვიათია თანამედროვე აქტიურად მოქმედი მეწყერები და მათთან ერთად ძველი, განამარხებული (სელიქტური) მეწყერები. ეს აიხსნება ტერიტორიის რთული პალეოგეოგრაფიული წარსულით, გეოლოგიური განვითარებისა და თანამედროვე გეომორფოლოგიური თავისებურებებით.

აჭარის ტერიტორიაზე ჩატარებული მრავალწლიანი კვლევების ანალიზი, რომელიც ჩატარდა მეწყერული მოვლენების განვითარების კანონზომიერებების პროგნოზისათვის, გვიჩვენებს რომ ფერდობების მდგრადობისა და მეწყერული მოვლენების განვითარების უმთავრესი კრიტერიუმია არის ფერდობების ამგები ქანების გაწყლოვანება. ფერდობების გაწყლოვანების პირობებისა და მეწყერული პროცესების განვითარების მიმდინარეობის მიხედვით გამოიყოფა 4 ტიპის გაწყლოვანების წყარო:

- ფერდობების გაწყლოვანება ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე;
  - ფერდობების გაწყლოვანება ატმოსფერული ნალექებისა და გრუნტის წყლების კომბინირებული ზემოქმედებით;
  - ფერდობების გაწყლოვანება მხოლოდ მიწისქვეშა წყლების ზემოქმედებით;
  - ფერდობების გაწყლოვანება სარწყავი სისტემებისა და წყალსატევების ინფილტრაციული წყლებით [1].
- მეწყერების კლასიფიკაციის ქვემოთ მოცემული სქემა ეფუძნება ფერდობების გაწყლოვანების ხარისხს, დეფორმირებული ჰორიზონტების სიმძლავრეებს და რიგ სხვა ფაქტორებს. შესაბამისად გამოიყოფა მეწყერების შემდეგი სახეობები:

1. ზედაპირული მეწყერები, წარმოქმნილი ფერდობების გაწყლოვანებით ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების შედეგად. ამ ტიპის მეწყერები განვითარებულია მხოლოდ ზედაპირულ დელუვიურ ნალექებში, ხოლო სიღრმე განისაზღვრება დეფორმირებული ჰორიზონტის სინესტის სეზონური ცვალებადობით.

2. მეწყერები, წარმოქმნილი გრუნტის წყლებისა და ატმოსფერული ნალექების კომბინირებული ზემოქმედებით. ეს მეწყერები შედარებით ღრმაა, ხოლო სიმძლავრე განისაზღვრება მიწისქვეშა წყლების სეზონური ჰიდროსტატიკური და ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების ცვალებადობით.

3. მეწყერები, წარმოქმნილი ძირითადად მიწისქვეშა წყლების ზემოქმედებით. ისინი მიეკუთვნებიან ღრმა მეწყერებს და წარმოიქმნიან როგორც ზედაპირულ დელუვიურ ნალექებში, ასევე ძირითად ქანებში, ან ერთავეში ერთად. ამ ტიპის მეწყერებს ახასიათებთ ცოცვის რამდენიმე სიბრტყე და დეფორმაციული ჰორიზონტი, რომლებიც იმყოფებიან მუდმივი წყალგაჯერების დონეზე.

4. მეწყერები, წარმოშობილი ფერდობების მდგრადობის დარღვევის შედეგად ეროზიის ბაზისის ცვლილების გამო. ამ ტიპის მეწყერები წარმოიქმნიან ციკლურად და აქვთ მნიშვნელოვანი ფრონტალური გავრცელება. სიღრმეები უკავშირდება ფერდობებს, რომლებიც აგებულია ძირითადი ქანებით.

5. ტექტოსეისმური მეწყერები წარმოიქმნიან ციკლურ ფერდობებზე ქანების სიმყარის დარღვევის ხარჯზე ტექტონიკური აშლილობის ზონებში სეისმური აქტიურობის შედეგად. ამ ტიპის მეწყერები თავისი მასშტაბებით გრანდიოზულია და ხასიათდებიან ღრმა წარმოშობით (20-25 მ-ზე მეტი). ვითარდებიან ყველა სახეობის ქანებში და მათი გამოფიტვის ქერქში.

6. ტექნოგენური მეწყერები წარმოიქმნიან ფერდობებზე მხოლოდ ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად.

ამასთან ერთად მეწყერების თითოეულ სახეობაში გამოიყოფა ცალკეული ტიპები. მაგალითად, ზედაპირული მეწყერების სახეობაში ძირითადად გვხვდებიან მეწყერული ნაკადები, ჩამოცურებული და პლასტიკური მეწყერები. შედარებით ღრმა მეწყერებისათვის დამახასიათებელია პლასტიკური, დასრიალებისა და რთული მეწყერები. ღრმა მეწყერების სახეობისათვის დამახასიათებელია დასრიალების, გვერდითი გადაადგილებისა და რთული მეწყერები, ხოლო ზეღრმა მეწყერების სახეობისათვის – დასრიალების მეწყერები, სიღრმული დაცურებითა და მოწნევით, მეწყერზვავები და რთული მეწყერები [2].

დამრეული და ფუძეში მდებარე ქანების მიხედვით აჭარაში გამოიყოფა მეწყერების ორი ჯგუფი: მეწყერები დაკავშირებული ზედაპირული საფარის არალითიფიცირებულ ქანებთან (დელუვიური ნალექები) და მეწყერები

დაკავშირებული ლითოფიცირებულ ვულკანოგენურ, ტერიგენულ, მეტამორფულ და ინტრუზიულ ქანებთან. არალითოფიცირებული ზედაპირული საფარის ქანებთან დაკავშირებული მეწყრები რაოდენობრივად პირველ ადგილზეა და შეადგენენ დაფიქსირებული მეწყრების 60 %-ზე მეტს. მეწყრები დაკავშირებული შუა და ზედა ეოცენის ვულკანოგენურ ქანებთან ძირითადად გავრცელებულია აჭარის მთიან ნაწილში. ზღვისპირეთში გავრცელებული მეწყრების უმეტესობა (70%) დაკავშირებულია ამ ქანების ლატერიტული გამოფიტვის უბნებთან. რაოდენობრივად ამ ტიპის მეწყრებში 50 %-ს შეადგენს დაცურების მეწყრები, 20 %-ს მეწყერზვავები და 30 %-ს რთული მეწყრები. გეგმაში ეს მეწყრები ცირკისებრი ფრონტალურია, ხოლო მათი ზედაპირი ხასიათდება საფეხურებრივბორცვიანი მრავალრიცხოვანი ძვრის ნაპრალებით. ამ ტიპის კარგი მაგალითია სოფ. სკვანის მიდამოებში განვითარებული მეწყერი [3].

საერთოდ არ არსებობს მეწყრების მიღებული ერთიანი კლასიფიკაცია. სხვადასხვა ავტორები მეწყრების კლასიფიკაციას განსხვავებულ საფუძვლებს (ფორმას, სიღრმეს, წარმოშობის მიზეზს და სხვა) იყენებენ.

გამოვლინების დროს, ანუ ასაკის მიხედვით გამოიყოფა თანამედროვე მეწყრები, რომლებშიაც შეიძლება გავარჩიოთ მოძრავი, დამდარი, ანუ მკვდარი და განახლებული მეწყრები; ძველი მეწყრები და ნამარხი, ანუ რელიქტური მეწყრები [4].

ჩვენს მიერ მიღებულია მეწყრების კლასიფიკაცია, რომელიც ეყარება მათი გადაადგილების ხასიათსა და ფორმას: ცოცვის, ანუ სრიალის; პლასტიკური და შერეული ანუ რთული მეწყრები. ამათგან უფრო მეტი გავრცელებით სარგებლობენ რთული მეწყრები, რომელთაც უკავიათ საერთო მეწყრული ფართობების 60 %. ამ ჯგუფის მეწყრები უფრო მეტად გვხვდება აჭარის აღმოსავლეთ ნაწილში მდინარეების აჭარისწყლის, სხალთის, ჩირუხისწყლის, ჭვანისწყლის და აკაერეთის აუზებში, სოფლების დეკანაშვილების, კალოთას, ქედლების, სტეფანაშვილების (ხულოს რ-ნი), გოგამების, სამოლეთის, ქიძინიძეების, მაწკვალთის, დღვანის, ჩანჩხალოს (შუახევის რ-ნი), გულების, გეგელიძეების და ჯალაბაშვილების (ქედის რ-ნი) მიდამოებში. ისინი დაფიქსირებულია ქობულეთის რაიონის მაღალმთიან რაიონებშიც.

რთული მეწყრების სახეობებში ცოცვის და პლასტიკური გადაადგილების მეწყრებს უკავიათ 30 %, ხშირად ისინი გვევლინებიან სელური ნაკადების კვების წყაროდ.

რთული მეწყრების კლასიკურ ნიმუშს წარმოადგენს 1954 წელს სოფ. ღორჯომის მიდამოებში განვითარებული მეწყერი, რომელიც მორფომეტრულად გიგანტი-მეწყრების სახეობას მიეკუთვნება [5].

ღორჯომის მეწყერი იმითაც არის საინტერესო, რომ აქ მოხდა ბუნების ახალი კომპლექსის – ტიპური მეწყრული ლანდშაფტის ჩამოყალიბება [6].

ასეთივე რთული მეწყრების ტიპური მაგალითებია: ვაიოს (1921 წ.), ლურტას (1958 წ.), წაბლანას (1988 წ.), ხიხაძირის (1998 წ.) და სხვა მეწყრები.

ცოცვის ანუ დაცურების ჯგუფის მეწყრები, გვხვდებიან ფერდობების შუა და ქვედა ნაწილში. ისინი გავრცელებულია სოფლების კორტოხის, პაქსაძეების, დეკანაშვილების, გელაძეების, ტაკიძეების (ხულოს რ-ნი), ზამლეთის, ახალდაბის (შუახევის რ-ნი), ოქტომბერის, გობრონეთის, მეძინის, სალიბაურის, ნამონასტრევის (ქედის რ-ნი) მიდამოებში და მდინარეების ბობოყვათის, ბარცხანის და ყოროლისწყლის სათავეებში.

ამ სახეობის მეწყრების წარმოქმნაში მონაწილეობენ ელუვიურ-დელუვიური თიხნარი გრუნტები ღორჯომის ჩანართებით. ამ ტიპის ყველა გამოვლენილი მეწყერი მოქმედა. მათი აქტიურობა დაკავშირებულია ზამთარ-გაზაფხულის პერიოდთან.

პლასტიკური ტიპის მეწყრები გვხვდება სოფლების ვერნების, კვატიას, ბობაურას, ვაშლოვანის, სკვანის, ფურტიოს, ოქტომბრის (ხულოს რ-ნი), შუბანის, ყინჩაურის, ბუთურაულის (შუახევის რ-ნი), გუნდაურის, შევაბურის (ქედის რ-ნი), ჩიკუნეთის (ხელვაჩაურის რ-ნი) მიდამოებში და მდინარეების ჩოლოქისა და ბობოყვათის წყლის (ქობულეთის რ-ნი) ხეობებში. მათ უკავიათ მეწყრების საერთო ფართობის 14 %.

მცირე მასშტაბის მეწყრები უმეტესად განვითარებულია აჭარის შავიზღვისპირა ზოლში ხელვაჩაურისა და ქობულეთის რაიონებში. სოფლების კვარიათის, გონიოს, თხილნარის, ჭარნალის, მახოს, ახალშენის, მახვილაურის, მახინჯაურის, განთიადის, გორგამეების, ხალას და ჩაისუბანის მიდამოებში. მათ ახასიათებთ სპორადული გავრცელება. ამ ტიპის მეწყრებში გამოირჩევა ძირითადად ცოცვისა და პლასტიკური მეწყრის ტიპები უკანასკნელის სიჭარბით.

## ლიტერატურა

1. Буачидзе И.М., Арешидзе Г.М., Джавахишвили Э.А. Закономерности формирования и распределения оползней Грузии и взаимосвязь их с другими геологическими процессами. Материалы симпозиума в г. Душанбе, Издательство МГУ, Москва, 1976.

2. Курдадзе М.З. Церетели Э.Ф. и др. Отчет по крупномасштабной (1:10000) и инженерно-геологической съемке в пределах Хулоиского, Шуахевского, Кедского и Хелвачаурского районов ГССР. Фонды «Грузгеологии», Тбилиси, 1982.

3. ვ. ლომთაძე. საინჟინრო-გეოლოგია, საინჟინრო გეოლინამიკა. „განათლება“, თბილისი 2000.

4. ნ. ჯიბუტი. ეგზოტექტონიკური ანუ მეწყრული მოვლენები აჭარაში. ბათუმის სახ. პედინსტიტუტის ფონდი, ბათუმი, 1956.

5. ნ. ჯიბუტი. მეწყრული ლანდშაფტების გეოგრაფია დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე. ბათუმის სახ. პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, ტ. XVI, ბათუმი, 1973.



ТУСКИА Т.Д., ЛАПИАШВИლი М.Ш.  
 КЛАСИФИКАЦИЯ ОПЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В  
 АДЖАРИИ

TUSKIA T., LAPASHVILI M.  
 CLASSIFICATION OF LANDSLIDE IN AJARA

В работе дана классификация оползневых явлений в Аджарии. Из стихийных экзогенных процессов в Аджарии более распространены оползневые явления. Единная классификация оползневых явлений не существует. Разные авторы для классификации принимают разные характеристики (форму, глубину, причины развития и др.). Нами сделана классификация, которая основана на формы и характере оползней.

Landslide is the most frequent occurrence among natural disasters in Ajara. There is no unified classification of landslide occurrences. Different researchers and authors state different characteristic features (e.g. shape, scope, reason, etc.). We share the classification based on the forms and types of landslides where sliding is differentiated upon plastic, combined, and complicated types.

**მაგისტრანტი დ. ეზიაზაროვა**  
**თბილისის წყალსაცავის საინჟინრო-გეოლოგიური ჰიდროგეოლოგიის**  
**ფორმირების განყოფილება**

УДК 624.131.31

*სტატიაში განხილულია თბილისის წყალსაცავის გავლენა არსებულ ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლებში ქანების შეცვლის პირობებზე. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგენილია ფილტრატების მოძრაობის ხასიათი, მათში სუფოზიის ინტენსიურობა და ხარისხი, აგრეთვე ის კანონზომიერება, რომ როცა ქანებში იზრდება მინერალიზაცია, არგილიტების ფილტრაციის კოეფიციენტი მცირდება. წყალსაცავის ჩრდილო-დასავლეთში ბეტონის და მიწის კაშხლების სენსიტური უბნების გამოკვლევებით დადგენილია აგრეთვე, რომ ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი კაშხლების დეფორმაცია, ქანების ნაპრალოვნება და მათი შემავსებლების შემადგენლობაა.*

რემოს ფორმირების ძირეულ გარდაქმნას არა მხოლოდ ჰიდროკვანძის რაიონში, არამედ მის მიმდებარე ტერიტორიაზეც, სადაც მიმდინარეობს ბუნებრივი მასივის მასიური გაწყლოვანება და გეოლოგიური გარემოს მაფორმირებელი ქანების ფიზიკური დეფორმაციის, სიმპტიკის, ფილტრაციის, შედგენლობის (ქიმიური) და სხვა მახასიათებლების ინტენსიური ცვლილებები.

თბილისის წყალსაცავის დებრესიის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები საკმაოდ რთულია. იგი ორიენტირებულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო დებრესიის დახრა მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთით [1]. ძირითადი ელემენტი დებრესიის ფარგლებში კლდოვანი ქანებია, რომლებიც განსაზღვრავენ რელიეფის თავისებურებებს. დებრესიის ქვაბულისა და მიმდებარე ტერიტორიის ქანები მათი შედგენილობის და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გათვალისწინებით შეიძლება დაჯგუფდეს შემდეგი სქემის მიხედვით: I ჯგუფი - გაერთიანებულია თანამედროვე ანთროპოგენური წარმონაქმნები (ე.წ. კულტურული ფენა) და მეოთხეული პროლევიურ, დელევიური და ელევიური ფენები, რომლებიც ხასიათდებიან თაბაშირის მაღალი შემცველობით; II ჯგუფი - თიხები, თიხნარები თხელშრეებრივი ქვიშაქვების შუაშრეებით; III ჯგუფი - გაერთიანებულია ნახევრადკლდოვანი გრუნტები, წარმოდგენილი ქვიშაქვების ფიქლისებრი და არგილიტისებრი თიხების მორიგეობით; IV ჯგუფი - წარმოდგენილია კლდოვანი გრუნტებით, რომლებიც აერთიანებს ქვიშაქვების და არგილიტების შრეების მორიგეობით აგებულ დასტებს.

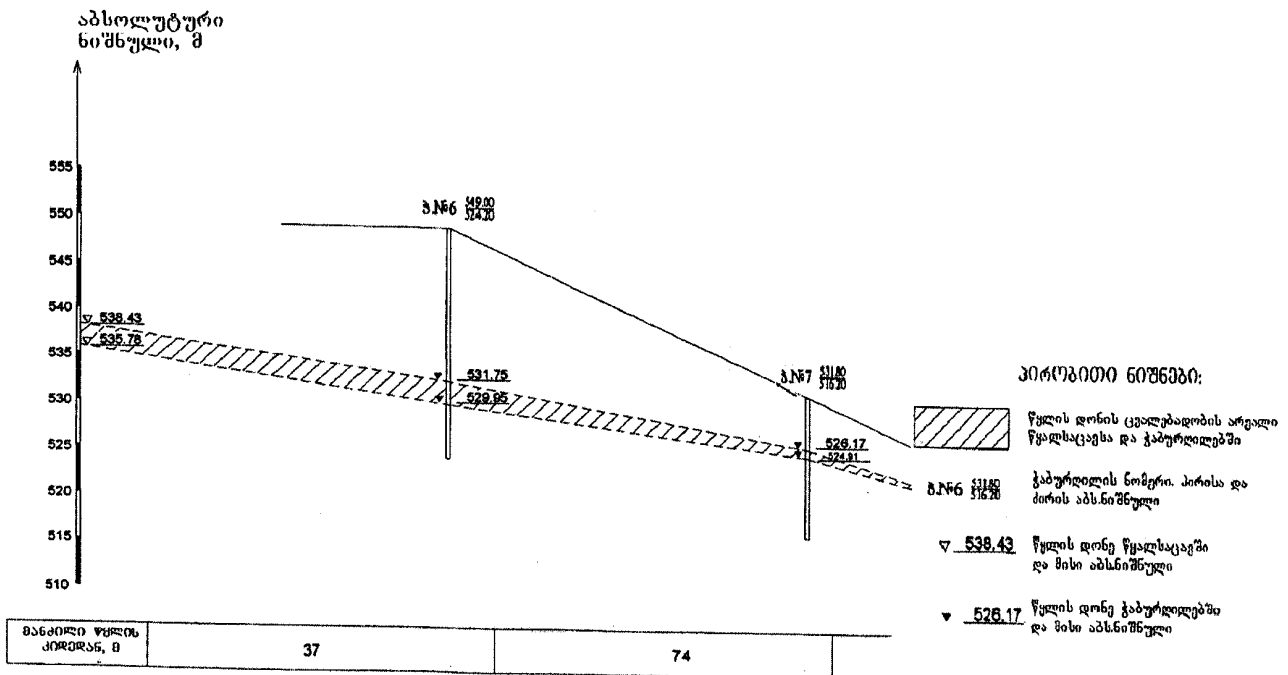
თბილისის წყალსაცავსა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე გამოყოფილია შემდეგი სენსიტური უბნები: ბეტონის კაშხლების, ვარკეთილის, მუხიანის ქუჩის, მთა-ძეგვის, ღრმადელის და თემქის.

იმისთვის, რომ წყალსაცავს მიეღო საჭირო მოცულობა (320 მლნ მ<sup>3</sup>), აუცილებელი იყო ჩაეკეტათ ადგილობრივი რამდენიმე მცირე დადაბლება 2 წყალდამჭერი ბეტონის კაშხლის მეშვეობით. კაშხალი №1 - სიგრძე 273 მ, შედგება 11 ბლოკისაგან, რომელთა მაქსიმალური სიმაღლე 7 მეტრია; კაშხალი №2 - სიგრძე 290 მ, შედგება 14 ბლოკისაგან, რომელთა სიმაღლე 14 მეტრია. ამ უბანს პირობითად „ბეტონის კაშხლების უბანი“ ეწოდა (იხ. ნახ. 1).

თბილისის წყალსაცავი მრავალპროფილიანი დანიშნულების (მელიორაცია, წყალმომარაგება, ენერგეტიკა) ობიექტია. წყალსაცავზე ადგილი აქვს გეოლოგიური გა-

ბეტონის კაშხლების საფუძველში გავრცელებული ქანები წარმოდგენილია თიხებით, სქელ და საშუალო შრეებრივი ქვიშაქვებით, თხელშრეებრივი არგილიტებითა და არგილიტების მაგვარი თიხების მორიგეობით. ისინი შეიცავენ სულფატურ მარილებს, ადვილად იფიტებიან, ხასიათდებიან არამდგრადობით სუფოზიის მიმართ. განსაკუთრებით ამძაფრებს ბეტონის კაშხლების უბნის და მისი მიმდებარე ტერიტორიის სენსიტურობას ამ ქანების განლაგება დასახლებული პუნქტების შედარებით დაბალი პიეზომეტრული ნიშნულების მიმართულებით.

ბეტონის კაშხლების უბანზე 2002 წელს ახალი სადაამკვირვებლო პიეზომეტრული ჰაბურდილების ქსელის მოწყობა დაიწყო. ამ წელს ბეტონის კაშხლების I, II, III, IV, V, VI სწვრივებზე განხორციელდა 18 ჰაბურდილის გაყვანა, 2003 წელს კი დაემატა კიდევ სამი სწვრივი: VII, VIII, IX, რომლებზეც განლაგებულია კიდევ 9 ჰაბურდილი (იხ. ნახ. 2).



ნახ. 1. წყლის დონის მნიშვნელობები წყალსაცავის სადამკვირვებლო ჭაბურღილებში; ბეტონის კაშხლების უბნის სწვრივი III-III

ამ 27 სადამკვირვებლო ჭაბურღილის სწვრივზე მიღებული ლითოლოგიური ჭრისებრ ბეტონის კაშხლების უბანზე სამი ძირითადი საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი (სვე) გამოიყო: სვე 1 - თიხნარი; სვე 2 - გამოფიტული არგილიტები, ან მათი ქვიშაქვებთან მორიგეობით წარმოდგენილი; სვე 3 - წვრილმარცვლოვანი მაგარი ქვიშაქვები.

როგორც ცნობილია, საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტები იგივეა რაც საანგარიშო ელემენტი, რომლის შემდგომაც საანგარიშო სქემის აგება ხდება ერთი ასაკის გენეტიკური და პეტროგრაფიული ტიპის, ერთგვაროვანი შედგენილობის, ფიზიკური მდგომარეობის და მექანიკური თვისებების ქანებია.

ლაბორატორიული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ბეტონის კაშხლების საფუძველში და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე დასახლებული პუნქტების შედარებით დაბალი პიეზომეტრული ნიშნულების მიმართულებით გამოიყოფა ეს სამი საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი, რომელთა გეოტექნიკური მახასიათებლები შემდგენაირად შეიძლება დახასიათდეს:

სვე 1 - თიხნარი წარმოადგენს სუსტად და საშუალოდ გაჯირჯვებად თიხნარს, ზვინჯის და ხრემის ჩანართებით, რომელიც დამარილიანებულია ადვილად და საშუალოდ ხსნადი სულფიტური მარილებით. სუსტად კუმშვადი, პრაქტიკულად წყალგაუმტარი გრუნტია.

სვე 2 - არგილიტი. ეს ელემენტი წარმოადგენს მოლურჯო-მონაცრისფრო, ან ჟანგისფერი საერთო ელფერის მქონე არგილიტების ჭარბტენიან ელუვიონს, რომელიც ხასიათდება მცირე სიმკვრივით. საერთო მარაგი ზოგან გვხვდება ნაკლებად გამოფიტული, სხვადასხვა ზომის მკვრივი არგილიტები მარილმჟავაზე არ რეაგირებს. ექსპერიმენტის შედეგებმა აჩვენა, რომ ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე იცვლება საკმაოდ ფართო დიაპაზონში ( $10^{-5}$ - $10^{-7}$  სმ/წმ).

სვე 3 - ქვიშაქვაბეტონის კაშხლების უბანზე გავრცელებული წვრილმარცვლოვანი ქვიშაქვა, ისევე, როგორც არგილიტი, გამოფიტვის სხვადასხვა ხარისხით ხასიათდება. მათი გამოფიტვის ზონა 20 მ-ის სიღრმეზე ვრცელდება და შედარებით მაღალი ტენიანობით და დაბალი სიმკვრივით ხასიათდება. გამოფიტული ქვიშაქვები გამოირჩევიან მცირე ტენიანობით, მაღალი სიმკვრივით, კუმშვაზე მაღალი სიმტკიცით, რაც დარბილების შედეგად საგრძნობლად მცირდება.

ცხრილში 1 მოცემულია ინფორმაცია თბილისის წყალსაცავისა და ფილტრატების საშუალო ქიმიური შედგენილობის ცვლილებების შესახებ გაზაფხულის, ზაფხულის და შემოდგომის პერიოდში ბეტონის კაშხლების უბანზე.

მინერალიზაციის ზრდა წყალსაცავში ზაფხულის პერიოდში გამოწვეულია იმ მიზეზით, რომ წყლის დონის ვარდნასთან ერთად, გემიური წყალმომარების მიზნით, ადვილი აქვს სანაპირო ზოლის წყალშემცველი ქანებიდან მინერალიზებული წყლების უკან ისევ წყალსაცავში დაბრუნებას, ხოლო შემოდგომის პერიოდში, განსაკუთრებით კი მის დასასრულს, როდესაც წყლის დონე მაღლდება, ნაკლებად მინერალიზებული მკვებავი წყაროების საშუალებით (მდ. იორი და მდ. არაგვი) ადვილი აქვს მის გაზაფხულის ანალოგიური პროცესი მიმდინარეობს ფილტრატებში. ამგვარად, წარმოდგენილი ქიმიური ანალიზების შედეგები გვაძლევს საფუძველს დავასკვნათ შემდეგი: ყველა ფილტრაციული პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს წყალსაცავის მიმდებარე სანაპირო ზოლში, ხელს უწყობს ქიმიური სუფოზიური პროცესების განვითარებას; ფილტრატების მორაობის გზაზე მკვეთრად იცვლება მათი მინერალიზაცია, რაც მოქმედებს ქიმიური გამოფიტვის სუფოზიის პროცესების ინტენსიურობაზე. ჩამოყალიბებული ქიმიური სუფოზიის პროცესი თავის მხრივ განაპირობებს წყალსაცავის ქალაქის დასახლებული პუნქტებისაგან გამყოფ



თბილისის წყალსაცავისა და ფილტრატების საშუალო ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები: გაზაფხულის, ზაფხულის და შემოდგომის პერიოდში ბეტონის კაშხლების უბანზე

| ადვილად ხსნადი მარილებისა და ქიმიური ელემენტების შემცველობა | გაზაფხული<br>24. 04. 2004 წ. |            |                                   | ზაფხული<br>09. 07. 2004 წ. |            |                                   | შემოდგომა<br>11. 10. 2004 წ. |            |                                   |
|---|------------------------------|------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|------------|-----------------------------------|
|   | წყალსაცავი                   | ფილტრატები | რამდენჯერ გაიზრდება მინერალიზაცია | წყალსაცავი                 | ფილტრატები | რამდენჯერ გაიზრდება მინერალიზაცია | წყალსაცავი                   | ფილტრატები | რამდენჯერ გაიზრდება მინერალიზაცია |
| მშრალი ნაშთი, გრ/ლ  | 0.281                        | 4.842      | 17.3                              | 0.327                      | 6.390      | 19.5                              | 0.320                        | 3.499      | 11.9                              |
| CO <sub>3</sub> ' მგ/ექვ                                    | 3.324                        | 7.468      | 2.24                              | 3.44                       | 6.217      | 1.80                              | 2.083                        | 4.874      | 2.3                               |
| SO <sub>3</sub> ' მგ/ექვ                                    | 1.425                        | 64.725     | 45.4                              | 1.666                      | 79.49      | 47.7                              | 2.917                        | 48.222     | 16.5                              |
| a' + K' მგ/ექვ  | 1.384                        | 41.019     | 29.6                              | 1.266                      | 56.456     | 44.6                              | 1.598                        | 24.954     | 15.6                              |
| Ca " მგ/ექვ   | 2.440                        | 7.670      | 3.16                              | 2.41                       | 8.086      | 3.4                               | 2.395                        | 6.140      | 2.6                               |
| Mg " მგ/ექვ   | 1.027                        | 24.792     | 2.41                              | 1.43                       | 22.094     | 15.4                              | 1.397                        | 23.08      | 16.5                              |

მასივში ქანების გეოტექნიკური თვისებების შეცვლას – დეფორმაციული თვისებების, სიმტკიცის მახასიათებლების გაუარესებას. ამავ დროს არგილიტების, თხელშრებრივი თიხების და თიხიანი ქვიშაქვების დაშლის შედეგად ადგილი აქვს მათი ფილტრაციული თვისებების ცვალებადობას.

2002-2004 წლებში პიეზომეტრული ჭაბურღილების ქსელში ხორციელდებოდა დონეთა ცვალებადობის სისტემატური კონტროლი, პარალელურად მიმდინარეობდა წყლის დონის გაზომვა წყალსაცავში. განსაკუთრებით საყურადღებოა კიდევ ერთი საკითხი, მიწისქვეშა წყლის დონე წყალსაცავის სანაპირო ზოლში მასთან უახლოესი ჭაბურღილების მონაცემებით არაა თანაბარი და, როგორც ზემოთ აღინიშნა, ფილტრატები მიმართულია წყალსაცავიდან ქვედა ბიეფისკენ თბილისის დასახლებული პუნქტების მიმართულებით [2].

**EGIAZAROVA D.  
SOME PROBLEMS OF ENGINEERING-  
GEOLOGICAL CONDITIONS OF TBILISI  
RESERVOIR**

The article considers the influence of the Tbilisi reservoir on the conditions of the rocks changing in basements of existing buildings. The research has determined the character of motion of the filtrates. The intensity and degree of their suffusion, and the tendency of the increase of mineralization in rocks when the coefficient of the Argillites filtration decreases. The study of concrete and ground dams on the north-western part of the reservoir sensitive parts has revealed that one of the main reasons of the deformation of dams is the structure of rock crevices and composition of filling materials.

**ლიტერატურა**

1. გ. ჯაფარიძე. თბილისის საინჟინრო გეოლოგია. (თარგმანი რუსულიდან. ელექტრონული ვერსია.) სტუ. თბილისი, 2012. გვ. 16.
2. თ. თევზაძე, ანგარიში: ჰიდრომელიორაციული დანიშნულების მიწის კაშხლებისა და წყალსაცავების სენსიტიური უბნების გეოეკოლოგიური გამოკვლევები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტი. თბილისი. 2007.
3. ა. ჯანელიძე. თბილისის მეწყერები და მეწყერული მოვლენების გეოლოგიური მნიშვნელობა. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, სამეცნიერო სესიების №1 მოხსენებათა კრებული. თბილისი, 1947. გვ. 12-17.
4. ბ. ზაუტაშვილი, თ. ჯაჯანიძე. მიწისქვეშა წყლების როლი თბილისის ჩაკეტილი დერეფანების გენეზისში. სტუ-ს შრომები №3(477), თბილისი, 2010. გვ. 29-32.

**ЕГИАЗАРОВА Д. Э.  
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТБИЛИСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА**

В статье рассматривается влияние Тбилисского водохранилища изменяющимся условиям пород оснований фундаментов. Исследованиями установлено, характер движения фильтратов: интенсивность и качество суффозии, а также закономерность, когда в породах возрастает минерализация, а коэффициент минерализации аргиллитов снижается. В северо-западной части водохранилища бетонных и земляных плотин на чувствительных участках исследованием установлено, что одной из главных причин деформации плотин является трещиноватость пород и их заполнителей.

**ეკონ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი დ. ჩოხახიძე, მ. ბასილაძე**  
**საქართველოს სამთო მრეწველობის განვითარების ტენდენციები**

ნაშრომში განხილულია სამთო მრეწველობის როლი და მნიშვნელობა ეკონომიკისა და პირველ რიგში, მძიმე მრეწველობის განვითარებაში. „საქსტატის“ მასალებზე დაყრდნობით, გაანალიზებულია სამთო მრეწველობის განვითარების ტენდენციები 2000-2010 წლებში. აღნიშნულია, რომ ამ პერიოდში სამთო მრეწველობის პროდუქციის მოცულობა გაიზარდა 3,7-ჯერ და მიაღწია თითქმის 255 მლნ ლარს. დარგის წილი მთელ მრეწველობაში შეადგენს 5,3%-ს. ამ მაჩვენებლების გაუმჯობესება შეიძინება მომდევნო წლებშიც. მოცემულია ნახშირისა და ნავთობის ექსპორტ-იმპორტის დონე და დინამიკა 2010-2013 წლებში, როგორც ღირებულებით, ისე ნატურალურ მაჩვენებლებში. წარმოდგენილია წინადადებები საქართველოში სამთო მრეწველობის შემდგომი განვითარებისათვის.

სამთო მრეწველობა საქართველოს ეკონომიკის საბაზო დარგია, რომელზეც დიდადაა დამოკიდებული ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება. პირველ რიგში, იგი წარმოადგენს სამრეწველო წარმოების საწყის რგოლს, რომელიც მთლიანად განსაზღვრავს მძიმე ინდუსტრიის განვითარების ტემპებსა და მასშტაბებს, უზრუნველყოფს მას საჭირო ნედლეულით.

საბჭოთა წლებში სამთო მრეწველობა ჩვენს ქვეყანაში ერთ-ერთი მაღალგანვითარებული დარგი იყო. 1985 წელს მან აწარმოვა 216,8 მლნ მანეთი ღირებულების საერთო

პროდუქცია, საიდანაც 70,9 მლნ მანეთი, ანუ 32,7% საწარმოო გაერთიანება „ჭიათურმანგანუმზე“, 43,5 მლნ მანეთი (20%) – „საქნახშირზე“, 22,3 მლნ მანეთი (10,3%) – მადნეულის სამთო-მამლიძრებელ კომბინატზე, 36,4 მლნ მანეთი (16,8%) – „საქსამთო ქიმიზე“ და 43,7 მლნ მანეთი (20,2%) სხვა საწარმოებზე (კვაისის მალაროთა სამმართველო, ბუნებრივი მოსაპირკეთებელი მასალების საწარმოები, „საქარამადნეული“ და ავატი-დიატომიტის მალაროთა სამმართველო) მოდიოდა. დარგში დასაქმებული იყო 32 882 კაცი. აქედან აღნიშნული საწარმოების მიხედვით ასე იყო განაწილებული: „ჭიათურმანგანუმი“ – 26,8%, „საქნახშირი“ – 20,5%, „საქსამთო ქიმი“ – 9,0%, მადნეულის სამთო მამლიძრებელი კომბინატი – 5,8%, სხვა საწარმოები - 37,9% [1].

საბჭოთა პერიოდში სამთო მრეწველობის განვითარების დონეზე ნათლად მიუთითებს ის ფაქტი, რომ მანგანუმის ნედლი მადნის მოპოვებამ საქართველოში თავის მაქსიმუმს ჯერ კიდევ 1965 წელს (6029,4 ათ.ტ), ნახშირისამ 1958 წელს (3014 ათ.ტ), ნავთობისამ 1982 წელს (3331 ათ.ტ) მიაღწია. ამჟამად კი სამთო საწარმოთა უმრავლესობა ფაქტობრივად არ მუშაობს, ან მუშაობს მკვეთრად შემცირებული სიმძალვრით. 1990 წელთან შედარებით დაახლოებით 6-ჯერ შემცირდა დარგში დასაქმებულთა რიცხოვნობა, 3,2-ჯერ პროდუქციის მოცულობა, 1,7-ჯერ ძირითადი კაპიტალის ღირებულება.

**ცხრილი 1**

**საქართველოს სამთო მრეწველობაში წარმოებული პროდუქცია 2000-2010 წლებში, მლნ ლარი მოქმედი ფასებით [2]**

| წლები                                   | მრეწველობა, სულ | მათ შორის       |                      |
|---|-----------------|-----------------|----------------------|
|   |                 | სამთომოპოვებითი | წილი მრეწველობაში, % |
| 2000                                    | 1051,9          | 69,2            | 6,58                 |
| 2001                                    | 1080,6          | 69,0            | 6,38                 |
| 2002                                    | 1228,1          | 68,1            | 5,54                 |
| 2003                                    | 1429,7          | 119,7           | 8,37                 |
| 2004                                    | 1754,2          | 133,6           | 7,62                 |
| 2005                                    | 2202,2          | 154,3           | 7,0                  |
| 2006                                    | 2779,0          | 235,1           | 8,45                 |
| 2007                                    | 3583,3          | 277,3           | 7,74                 |
| 2008                                    | 3821,8          | 262,0           | 6,85                 |
| 2009                                    | 3797,1          | 195,5           | 5,15                 |
| 2010                                    | 4849,7          | 254,9           | 5,26                 |
| 2010 წ. %-ით<br>2000 წ. – თან შედარებით | 461,1           | 368,3           | -1,32                |

დამოუკიდებლობის პირველ წლებში საქართველოს სამთო მრეწველობაში მძიმე ვითარება შეიქმნა. მკვეთრად დაეცა წარმოების მოცულობა, საგრძნობლად გაუარესდა დარგის დამახასიათებელი მაჩვენებლები, ზღვარგადასულ მასშტაბებს მიაღწია უმუშევრობამ და ა.შ.

ამჟამად საქართველოს სამთო მრეწველობა წარმოდგენილია მანგანუმის, ნახშირის, ნავთობის, ფერადი ლითონების, საშენი მასალების, ქიმიური ნედლეულის და სხვათა მოპოვებით. 2000-2010 წლებში დარგის პროდუქცია მოქმედ ფასებში გაიზარდა 3,68-ჯერ და 2010 წელს 254,9 მლნ ლარს მიაღწია. საშუალო წლიური ზრდის პროცენტი 13,9 % იყო.

თუმცა აღნიშნული მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად ჩამორჩებოდა მრეწველობის ანალოგიურ პარამეტრებს (იხ. ცხრილი 1). შედეგად შემცირდა სამთო მრეწველობის წილი მთლიან მრეწველობაში 6,58-დან 5,26 პროცენტამდე, ანუ 1,32 პროცენტული პუნქტით.

უფრო დაწვრილებით მაჩვენებლები საქართველოში სამთო მრეწველობის განვითარების შესახებ 2010-2012 წლებში მოცემულია ცხრილში 2.

როგორც ცხრილიდან 2 ჩანს, აღნიშნულ პერიოდში დარგის პროდუქცია გაიზარდა 43,0%-ით, მომუშავეთა რაოდენობა – 40,3%-ით, ფიქსირებული აქტივების რაოდენობა – 73,3 %-ით. პროდუქციის წარმოების

ზრდა აღინიშნება როგორც ენერგეტიკული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებაში, ისე ლითონმოპოვებელ ქვედარგებში.

2012 წლის მდგომარეობით, საქართველოს სამთო მრეწველობაში იწარმოება 364,4 მლნ ლარის პროდუქცია, ანუ მთლიანი სამრეწველო პროდუქციის 5,3%. დარგში თავმოყრილია 192,9 მლნ ლარის ღირებულების ძირითადი აქტივები (მთელი მრეწველობის 3,9 %) და დასაქმებულია 7157 კაცი (მთელი მრეწველობის 6,2 %). საწარმოთა რაოდენობა კი შეადგენს 337 ერთეულს (მთელი მრეწველობის ანალოგიური მაჩვენებლის 6,1 %).

ამასთან საკვლევ პერიოდში სამთო მრეწველობის განვითარების დადებითი ტენდენციები შეინიშნება, რაც დამაიმედებელი ნიშანია დარგის შემდგომი განვითარებისათვის [3].

ცხრილში 3 ნაჩვენებია სამთო მრეწველობის ორი ძირითადი პროდუქციის – ნახშირისა და ნავთობის ექსპორტ-იმპორტის მოცულობის დინამიკა როგორც ნატურალურ, ისე ღირებულებით ერთეულებში.

საქართველოში სამთომოპოვებითი მრეწველობის შემდგომი წარმატებული განვითარებისათვის დიდი პოტენციური შესაძლებლობებია. ჩვენი წიაღისეული საკმაოდ რაოდენობით შეიცავს თითქმის ყველა სახის წიაღისეულს. მათ შორის აღსანიშნავია მარაგები (ათ.ტ): მანგანუმის 284261; ნახ-

**ცხრილი 2**

**საქართველოს სამთო მოპოვებითი მრეწველობის განვითარების ძირითადი მაჩვენებლები [5]**

| მაჩვენებლები   | განზომილების ერთეული | 2010 წ. | 2011 წ. | 2012 წ. |
|--|----------------------|---------|---------|---------|
| 1  | 2                    | 3       | 4       | 5       |
| I. საწარმოთა რაოდენობა, სულ აქედან:                        | რაოდენობა            | 325     | 330     | 337     |
| 1. ენერგეტიკული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება მათ შორის: | ”                    | 22      | 24      | 28      |
| ნახშირის მოპოვება  | ”                    | 5       | 6       | 11      |
| ნედლი ნავთობისა და ბ/გაზის მოპოვება                        | ”                    | 17      | 18      | 17      |
| 2. დანარჩენი დარგები მათ შორის:                            | ”                    | 303     | 306     | 309     |
| ლითონის მადნეულის მოპოვება                                 | ”                    | 10      | 11      | 14      |
| სხვა წიაღისეულის მოპოვება                                  | ”                    | 293     | 295     | 295     |
| II. პროდუქციის წარმოება, სულ აქედან:                       | მლნ ლარი             | 254,9   | 329,1   | 364,4   |
| 1. ენერგეტიკული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება მათ შორის: | ”                    | 77,3    | 107,9   | 126,7   |
| ნახშირის მოპოვება  | ”                    | 27,6    | 40,1    | 51,0    |
| ნედლი ნავთობისა და ბ/გაზის მოპოვება                        | ”                    | 49,7    | 67,8    | 75,7    |
| 2. დანარჩენი დარგები მათ შორის:                            | ”                    | 177,6   | 221,2   | 237,7   |

სამთო მრეწველობის პრობლემები - ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ - PROBLEMS OF MINING INDUSTRY

| 1  | 2        | 3     | 4     | 5     |
|--|----------|-------|-------|-------|
| ლითონის ნედლეულის მოპოვება                                 | „        | 125,7 | 141,3 | 118,1 |
| სხვა წიაღისეულის მოპოვება                                  | „        | 51,9  | 79,9  | 119,6 |
| III. დასაქმებულთა რიცხოვნება, სულ აქედან:                  | ადამიანი | 5100  | 5884  | 7157  |
| 1. ენერგეტიკული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება მათ შორის: | „        | 1600  | 2141  | 2671  |
| ნახშირის მოპოვება  | „        | 1000  | 1354  | 1708  |
| ნედლი ნავთობისა და ბ/გაზის მოპოვება                        | „        | 600   | 787   | 963   |
| 2. დანარჩენი დარგები მათ შორის:                            | „        | 3500  | 3743  | 4486  |
| ლითონის ნედლეულის მოპოვება                                 | „        | 1300  | 1144  | 1220  |
| სხვა წიაღისეულის მოპოვება                                  | „        | 2200  | 2599  | 3266  |
| IV. ფიქსირებული აქტივები აქედან:                           | მლნ ლარი | 66,1  | 111,3 | 192,9 |
| 1. ენერგეტიკული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება მათ შორის: | „        | 12,4  | 50,1  | 86,2  |
| ნახშირის მოპოვება  | „        | 12,4  | 50,1  | 85,2  |
| 2. დანარჩენი დარგები მათ შორის:                            | „        | 52,9  | 61,2  | 106,7 |
| ლითონის ნედლეულის მოპოვება                                 | „        | 22,3  | 31,6  | 30,6  |
| სხვა წიაღისეულის მოპოვება                                  | „        | 30,6  | 29,6  | 76,1  |
| V. ზოგიერთი პროდუქციის წარმოება                            |          |       |       |       |
| ნახშირის მოპოვება  | ათ.ტ     | 236,0 | 352,9 | 395,0 |
| ნავთობის მოპოვება  | „        | 52,0  | 48,9  | 49,0  |
| ლითონის ნედლეული   | მლნ ლარი | 125,7 | 141,3 | 118,1 |
| სხვა წიაღისეული  | მლნ ლარი | 51,9  | 79,9  | 119,6 |

შირის -484248; ნავთობის -169660; სპილენძის -20959; ტყვიის -379,01; თუთიის -982,08; დარიშხანის მადნის -1829,6; ბარიტის -8325,94; ბენტონიტის -131800; ტალკის -2458; ცეოლითის -21902; ანდეზიტის -22080; ლითონგრაფიული ქვის -505,3; მოსაპირკეთებელი და საშენი ქვების -1513686,25; გლაუბერის მარილის -1152,5; კალ-

ციტის -4232,3 და ბევრი სხვა წიაღისეულის [4].

ყველა ღონე უნდა ვინმართ აღნიშნული და სხვა არსებული საბადოების ათვისებისათვის. ზოგიერთ მათგანზე უკვე მიმდინარეობს შესაბამისი სამუშაოები. მაგალითად, უცხოეთის ფირმებთან უკვე დაწყებულმა აქტიურმა თანამშრომლობამ უახლოეს პერიოდში უნდა უზრუნველყ-

ცხრილი 3

ნახშირისა და ნავთობის ექსპორტ-იმპორტი საქართველოში [5]

| წლები | ნახშირი  |                  |         |                  | ნედლი ნავთობი |                  |         |                  |
|-------|----------|------------------|---------|------------------|---------------|------------------|---------|------------------|
|       | ექსპორტი |                  | იმპორტი |                  | ექსპორტი      |                  | იმპორტი |                  |
|       | ტონა     | ათასი აშშ დოლარი | ტონა    | ათასი აშშ დოლარი | ტონა          | ათასი აშშ დოლარი | ტონა    | ათასი აშშ დოლარი |
| 2010  | 151,2    | 36,8             | -       | -                | 56803,9       | 29918,3          | -       | -                |
| 2011  | -        | -                | 11881   | 2429,5           | 48869,9       | 36546,7          | 2580,4  | 2237,6           |
| 2012  | -        | -                | 6633    | 1458,6           | 37341,0       | 26814,7          | -       | -                |
| 2013  | -        | -                | 10807,3 | 2328,2           | 57575,8       | 41103,9          | -       | -                |

ოს ქვეყანაში ნავთობისა და ბუნებრივი გაზის მოპოვების ხელშესახები ზრდა. უნდა ვეცადოთ, რომ დაახლოებით ასეთივე შედეგები მივიღოთ ნახშირის მრეწველობაში. ამის საფუძველს გვაძლევს საქართველოში ამ წიაღისეულის დიდი მარაგი, სათანადო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა, მაღალკვალიფიციური კადრები და საერთოდ, ქვეყანაში არსებული ტრადიციები.

2006 წელს ტყიბულის შახტები შეისყიდა შპს „საქნახშირმა“ („ჯი-აი-ჯი“ ჯგუფმა). პირველ ეტაპზე მათ მიერ განხორციელებული მრავალმილიონიანი ინვესტიციით მოხდა არსებული ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაცია.

კაპიტალურად შეკეთდა და აღდგა დატბორილი გვირაბები. მომზადდა ახალი ამოსაღები ველები, აღდგა ზედაპირული კომპლექსი, მთლიანად გადაიხურა სარკინიგზო მაგისტრალი, კაპიტალური რემონტი ჩაუტარდა ზედაპირულ ყველა შენობა-ნაგებობას. ქვანახშირის მოპოვება აღდგა ორ შახტში. აშენდა ქვანახშირის მამდიდრებელი ფაბრიკა, რომელიც ექსპლუატაციაში 2010 წელს შევიდა. ექსპერტული შეფასებით, 2009 წელს აქ მოპოვებულ იქნა 110 ათასი ტონა ქვანახშირი. 2010 წელს – 236 ათასი ტონა. ადგილობრივი ნახშირის ბაზაზე ტყიბულში უკვე აშენდა მცირე სიმძლავრის (13,2 მგტ) თბოელექტროსადგური.

2013 წელს ნახშირის მოპოვებამ 350 ათასი ტონა შეადგინა.

ცხრილიდან 3 ჩანს, რომ საქართველოში ნახშირის მოპოვების ჯერ კიდევ არადაამაკმაყოფილებელი მდგომარეობის გამო, ქვეყანა იძულებულია აღნიშნული ნედლეული გარედან შემოიტანოს. ამ მაჩვენებელმა 2013 წელს 10,8 ათასი ტონა, ანუ ღირებულებით გამოსახულებაში 2,3 მლნ დოლარი შეადგინა, რომელიც 2012 წლის მაჩვენებელს შესაბამისად 63,6%-ით და 59,6 % აღემატება. რაც შეეხება ნავთობის მოპოვებას, მისი მნიშვნელოვანი წილი (2012 წელს 76,3%) ექსპორტზე გადის, მაშინ, როცა ქვეყანას უზარმაზარი რაოდენობით ნავთობპროდუქტები გარედან შემოაქვს.

მაგალითად, 2012 წელს საქართველომ იმპორტით სულ შემოიტანა 915,7 ათასი ტ, ანუ ღირებულებით გამოსახულებაში 951,0 მლნ აშშ დოლარის ნავთობპროდუქტები. 2013 წელს კი აღნიშნული მაჩვენებელი შესაბამისად გაიზარდა 5,5 %-ით და 0,4%-ით.

შპს „საქნახშირს“ („ჯი-აი-ჯი“ ჯგუფს) დავემხრობით აქვს უახლოეს პერიოდში ქვანახშირზე მომუშავე უფრო მძლავრი თბოელექტროსადგურის მშენებლობა, რაც გაზრდის ქვანახშირზე მოთხოვნას. ამ პროდუქციის რეალური მომხმარებელი ამჟამად არის ცემენტის წარმოება და ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა. ამის შემდეგ შეიძლება დადებითად გადაწყდეს ტყიბულის საბადოს სამრეწველო ათვისების საკითხი. ამისათვის აუცილებელია დამატებითი გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების გაწევა მაღალი კატეგორიის მარაგების გამოვლენისა და საერთოდ, მარაგების დაზუსტების მიზნით. როგორც მოქმედ სამახტე ველებზე, ისე შაორის მოედნის პერსპექტიულ უბნებზე.

ქვანახშირის საბადოებიდან ამჟამად პერსპექტიულად შეიძლება მივიჩნიოთ „ტყიბული-შაორის“ საბადო, სადაც თავმოყრილია ქვანახშირის მოძიებული მარაგის დაახლოებით 80% (260 მლნ ტ).

სერიოზულ დაფიქრებას და შესაბამისი სამუშაოების ჩატარებას მოითხოვს საქართველოში ქვანახშირისაგან აირის მიღების ეფექტიანობის შესწავლა. არსებობს აირის მიღების სხვადასხვა წესი. მათ შორის დღეისათვის ეკონომიკურად გამართლებულია ქვანახშირიდან აირის მიღება მისი აირირების მეშვეობით. ამასთან, ქვანახშირის აირირების მთელი საწარმოო ციკლი, თვით სინთეტიკური აირის საბოლოო გამოყენების ჩათვლით, გაცილებით ნაკლებ ზარალს აყენებს გარემო ბუნებას, ვიდრე ქვანახშირზე მომუშავე თბოელექტროსადგურები, ან ქვანახშირის ჰიდროგენიზაციის ქარხნები. ქვანახშირის აირიზაციის დროს ასევე ხდება სუფთა ნახშირმჟავას გამოყოფა, რომელიც წარმატებით გამოიყენება ნავთობის მრეწველობაში.

აღსანიშნავია, რომ მთელ სამხრეთ კავკასიაში ნახშირის დიდი მარაგი მხოლოდ საქართველოში, ხოლო ტყიბული-შაორის საბადოს საბალანსო მარაგი მისი 80%-ზე მეტია. გაცილებით მეტია ნახშირის პროგნოზული მარაგი, რომელიც 1,5-ჯერ სჭარბობს საბალანსოს. არსებობს მოთხოვნაც. ამის დამადასტურებლად ისიც კმარა, რომ 2008 წელს საქართველომ 121,1 ათასი ტონა იმპორტული ნახშირი გარედან შემოიტანა. მომავალში საჭიროა წარმოების მასშტაბების გაზრდა. დარგის სპეციალისტთა აზრით, ნახშირის წარმოების ეკონომიკურად ეფექტიანი მოპოვების ზღვარი წლიურად 600 ათასი ტონის ფარგლებშია. შემდგომში კი ნახშირის მოპოვებამ შეიძლება წლიურად 1,5-2,0 მლნ ტონასაც კი მიაღწიოს.

დარგში თავისი წამყვანი როლი უნდა დაიბრუნოს მანგანუმის მრეწველობამ, რომელიც ამჟამად არადაამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია. ჭაითურის საბადოს ამისი ყველა პირობა აქვს. მადნის ჯერ კიდევ მაღალი ხარისხი და დიდი სამრეწველო მარაგი, მოხერხებული გეოგრაფიული მდგომარეობა, საკმარისი ადამიანური რესურსები, მათ შორის კვალიფიციური საინჟინრო-ტექნიკური და სამეცნიერო პოტენციალი, დიდი ტრადიციები.

მდნეულის წიაღისეულის კომპლექსური გადამუშავება ეკოლოგიურ მოთხოვნათა დაცვით ეკონომიკურად მომგებიანია ქვეყნისათვის. საბადოს წიაღისეულის სრული გადამუშავების შედეგად იგი ყოველწლიურად მიიღებს ისეთ მნიშვნელოვანი სახის პროდუქციას, როგორცაა ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი, გოგირდმჟავა, ლაქსალბაკები, თოსაიზოლაციო მასალები, ხელოვნური ძაფი და ქსოვილები ბაზალტის ქვის ნამსხვრევებისაგან, სანტექნიკური ნაშაბადები და სხვადასხვა სახის სამშენებლო მასალები.

საქართველოში სამთომოპოვებითი მრეწველობის განვითარების დიდ პოტენციალზე მიუთითებს ქვეყანაში არსებული სხვადასხვა საბადოები: სამშენებლო მასალები-საცემენტე მასალა, კვარც-მინდრის შპატიანი და სხვა ქვები, ცარცი, გაჯი, სახურავი ფიქლები, კერამიტიკული და სააგურე თიხები, პერლიტი, საკირე კირქვები, მოსაპირკეთებელი მასალა, საკედლე ქვები და სხვა.



ქიმიური ნედლეული – ბარიტი, კალციტი, ცეოლიტი; კერამიკული ნედლეული კაოლინი, თიხები, რიოლიტები, ტრაქიტები, პეგმატიტები; არალითონური წიაღისეული – ტალკი, ქალცედონი, სპონგოლიტები, მინერალური საღებავები, ლითონგრაფიული ქვები, მჟავაგამძლე ანდეზიტები, ჩამოსასხმელი ბაზალტი, დიატომიტი; აგრონომიული ნედლეული – ფოსფორიტები, აპატეტი, მერგელები, ტორფი; სანაკეთო ქვები – აქატი, ონიქსი, გიშერი, მთის ბროლი; ჰიდრომინერალური რესურსები – მტკნარი და მინერალური წყლები; კეთილშობილი და იშვიათი ლითონები – ოქრო და ვერცხლი, ანთიმონიტი, ვერცხლისფერი დარიშხანი, კობალტი, მოლიბდენი, ვოლფრამი და ბევრი სხვ.

ცალკე უნდა აღინიშნოს სამთო ქიმიური ნედლეულის მოპოვების აღდგენა-განახლების აუცილებლობის შესახებ. წარსულში ცნობილი სს „სამთო ქიმია“ დღეს მრავალი პრობლემის წინაშე დგას. თავის დროზე საწარმო მოიპოვებდა ისეთ მნიშვნელოვან პროდუქციას, როგორცაა გუბრინი, კალციტი, ანდეზიტი, ცეოლიტი, ბარიტი, დარიშხანი და სხვ. მისი 53 დასახელების პროდუქცია გადიოდა სხვადასხვა ქვეყნის ბაზარზე. დღეს კი დარგი პარალიზებულია. საჭიროა მისი საქმიანობის აღდგენა-გაფართოება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია [6]:

– დარიშხანის მოპოვება, გადამუშავება და ზესუფთა ლითონური დარიშხანის მიღება ელექტრონიკისათვის. კერძოდ, მიკროელექტრონიკისათვის. ეს დარგი ერთ-ერთი მეცნიერებატექნოლოგია და ძირითადი ბაზაა საინფორმაციო ტექნოლოგიების, გამოთვლითი ტექნიკის, კავშირგაბმულობის და სხვა დარგებისათვის;

– ფოსფორიტების მოპოვება, გადამუშავება და გამოყენება როგორც ელექტრონიკისათვის, ისე სოფლის მეურნეობისათვის;

– ბუნებრივი ცეოლიტების მოპოვება და გამოყენება

სოფლის მეურნეობაში; სამრეწველო ობიექტებიდან ჩამდინარე ჭუჭყიანი წყლების, აგრეთვე ჰაერის გასაწმენდად;

– ბენტონიტური თიხების მოპოვება. მისგან მიღება სხვადასხვა სახის პროდუქცია: საყალიბე ბენტონიტი მეტალურგიისათვის და მანქანათმშენებლობისათვის; საბურღი ხსნარებისათვის გეოლოგიაში, ფხვნილი ღვინის მრეწველობისათვის და სხვა.

სამთომოპოვებითი მრეწველობის აღდგენა-განვითარება დიდად შეუწყობს ხელს მთლიანად მრეწველობის და ეკონომიკის აღორძინებას.

### ლიტერატურა

1. საქართველოს სამთო მრეწველობის ძირითადი ტექნიურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები 1985 წელს. სამთო ინსტიტუტი, თბილისი, 1986. გვ. 6-15.
2. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური „საქართველოს სტატისტიკური წელიწადი“, თბილისი, 2004-2009.
3. დ. ჩომახიძე, მ. ბასილაძე. საქართველოს სამთო მრეწველობის არსებული მდგომარეობა და განვითარების პოტენციალი. “სამთო ჟურნალი“, 2(27), თბილისი, 2011. გვ. 22-26.
4. ა. თვალჭრელიძე, ა. სილაგაძე და სხვ. საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პროგრამა. თბილისი, გამომცემლობა „ნეკერი“, თბილისი, 2011. გვ. 38-62.
5. „საქსტატის“ საინფორმაციო მასალები. თბილისი, 2010-2013.
6. ნ. ცხაკაია. კომპანია, რომელსაც ქვეყნისათვის დიდი სარგებლობის მოტანა შეუძლია. გაზეთი “საქართველოს რესპუბლიკა“, თბილისი, 26.12.2012.

### ЧОМАХИДЗЕ Д.И., БАСИЛАДЗЕ М.А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГРУЗИИ

Охарактеризованы роль и значение горной промышленности в экономике и в первую очередь, в развитии тяжелой промышленности. На основе материалов «Сакстат», анализируются тенденции развития горной промышленности в 2000-2010 годы. Отмечается, что в указанный период объем продукции горной промышленности увеличился в 3,7-раза и составил почти 255 млн лари, а ее доля, в целом, в промышленности составила – 5,3%. Намечается улучшение этих показателей и в последующие годы. Приведены уровень и динамика экспорт-импорт угля и нефти в 2010-2013 годы, как в натуральном, так и в стоимостном показателях. В конце даются предложения по дальнейшему развитию горной промышленности в Грузии.

### CHOMAKHIDZE D., BASILADZE M. DEVELOPMENT TRENDS OF MINING INDUSTRY IN GEORGIA

It's described the role and importance of the mining industry in the development of economics and the first of all in heavy industry. On basing of “Sakstati” 's evidence is analyzed the mining industry development trends in 2000-2010. It is indicated that the mining industry production volume has increased by 3.7 and has reached nearly 255 million dollars. The sector's share in the entire industry amounts 5.3%. Improvements of these indicators are not iced over the next years. It is given the coal and oil export-import levels and dynamics in the years 2010-2013 as the value as in the natural characteristics. Are given suggestions for the father development of mining industry in Georgia as well.

საბაჟ. ღოგტორო ღ. კუბაბაბი  
საბოო ღარტყმის ნარბოგმის ჰორობაბი, მებანოზბი ღა ენერბიბ

ნაშოოში განზილოლია საბოო ღარტყმების წარბოქმ-  
ნის პირობები, მექანიზმი ღა ენერგია. კერბოღ, იბბულსური  
ღატვირობები საბოო საბუშაოების წარბოებისას; ნახში-  
რის ფენის ზღვრულაღ ღაბაბულ ნაწილში ღაბაბულო-  
ბების განაწილება; საბოო ღარტყმის კერაში ნახშირის  
რღვევის (ნგრევის) ბანბიღვერობა; საბოო ღარტყმების  
გამოვლენაში გვერღიბი ქანების ბონაწილეობა. აღნიშნუ-  
ლია, რობ პოტენციური ენერგია იხარგება არა მხოლოღ  
ნახშირის ნგრევისა ღა გამოტანაზე, არამეღ ენერგის  
ბნიშენლოვანი ნაწილი სეისბური რბეების საზბი გა-  
ბოიფოფა, ნაწილი ბბურ ენერგიაში გაღაღის, ნაწილი კი  
ელექტრობაგნიტური გამოსზივების ფორბიბ ვლინღება.  
საკუბოვი სეისბური ტალღების ენერგიაში გაღაღის ბ-  
ლიანი პოტენციური ენერგის ბნიშენლოვანი ნაწილი  
(10%-ბეღ) ბოლო, ნახშირის ფენაში ბაგბოფრილია საბოო  
ღარტყმის ბბელი ენერგის 8-10%.

ნახშირის ფენზე საწარბოო პროცესების ზემოქმეღ-  
ბის ღრო, ხასიბი ღა ხარისზი ყველაზე ღიღ გავლენას  
ახღენენ საყრღენი წნევის წინა ბონაზე (მაქსიბალური  
ღატვირობების არეზე), ე.ი. ზღვრულაღ ღაბაბული ბღვო-  
ბარეობის არეში.

საბოო ღარტყმები განსაზღვრული საბოო-გეოლოგიუ-  
რი ღა საბოოტექნიკური პირობების შებოგების ღროს  
წარბოიშობა. ბნიშენლოვან გეოლოგიურ ფაქტორებს,  
რობლებიღ გავლენას ახღენენ საბოო ღარტყმების წარბო-  
შობაზე, მიეკუბუნება: საკბოღ ბცირე ღა ღრეკაღი ბარგი  
წიბღისეული, ბარგი წიბღისეულის ჭერსა ღა იბტაკბი ქ-  
ნების სქელ-ბტკიეღ შრებო განლაგება, საბოო საბუშაოების  
შებარებბიბ ღიღი სიღრბე, საბბღოს ან უბნის ბლიერი  
ტექტონიკური აშლილობა ღა საბოო საბუშაოების წარ-  
ბოება ღიზუნქციურ აშლილობბოა ახლოს.

საბოო ღარტყმის პროცესის ღაწყებაში არსებბი  
როლს ასრულებს იბბულსური ღატვირობბა. იბბულსური  
ღატვირობები საბოო საბუშაოების წარბოებისას, სზგბღას-  
ზგა მიზეზბიბ მასივის უკიღურესაღ ღაბაბულ უბანში წარ-  
ბოიქმნება. წარბოქმნილი იბბულსური ღატვირობები მასი-  
ვის უბნის მყისერი ნგრევის ჯბჭვურ რეაქციას იწვევს  
ღა გამბობავისუფლებული პოტენციური ენერგია გაღაღის  
ნგრევიბ, მსზვრევიბ ღა მასივის ნაწილის გაღაღიღების  
ბუშაობაში. იბბულსური ღატვირობბა ბარგი წიბღისეულის,  
ან ქანის მასივის ბალზე ღაბაბულ კონტურისპირა ნაწილ-  
ზე ღინამბკურ ზემოქმეღებას ახღენს ღა ამ უკანასკნელბ  
ბუ ახასიბბებბ ღარტყმისაღბი ბიღრეკიღება, არსებბბაღ  
ხელს უწყობს მყიფე მიკრორღვევბოა წარბოქმნას (გამოს-  
როლა, ბბბე, მიკროღარტყმა), რობელიც გარკვეულ პირო-  
ბებში შებღლება გაღაბქცეს საბოო ღარტყმბღ.

კვლევებბი ღაღგენილია, რობ ბბბვის ან მიკროღარ-  
ტყმის ბობენტბიბი ბიბღინარეობს ჭერისა ღა ნახშირის ფე-  
ნის მყისერი ბბბრა ნორბალზე (ამბღებული სივრცის  
ბიბართულებბიბ). ბბბრა შეაღგენს 0,1-0,05 მბ-ღან რა-  
ბოღენბბე მბ-ბღე, ბოლო საშუბლო სიჩქარე - 15-ღან 25

მბ/სბ-ბღე. შებღბომ ბბბგბღე ჭერის გაღანაცვლება ღა  
ნახშირის გამბწნეზა ნელღება.

ნახშირის ფენის ზღვრულაღ ღაბაბულ ნაწილში ღა-  
ბაბულობები განაწილებულია კონტბქტებზე ცალკეული  
შრების (ღასტების) გაღაღიღების გამბ, ნახშირის ბო-  
ცულობის გავრღბიბ. ამბტომ საბოო ღარტყმა შებღლება  
ბოხღეს მბბინ, როცა ფენის ბოცემულ უბანზე ღაბაბული  
ბღვობარეობის ცვლილების სიჩქარე  $V_{გაღ.}$  გაღაღბარებს  
ამ უბანზე ბბბების რელბქსაციის მბქსიბალურ სიჩქარეს  
 $V_{გაღ.}$ , მბშასაღამე მყიფე რღვევა საბოო ღარტყმის მს-  
გავსაღ შესბღლებულია მხოლოღ მბბინ, როცა

$$V_{გაღ.} / V_{გაღ.} = N > 1, \tag{1}$$

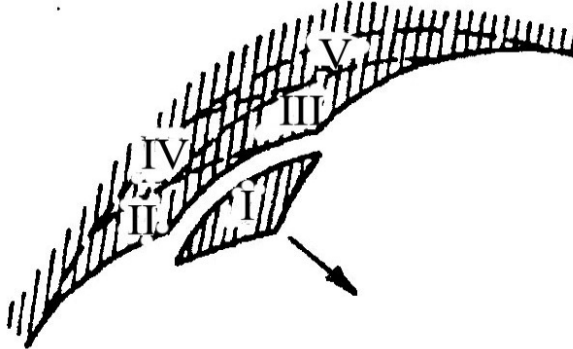
საღაც N - სიბყიფის მბჩვენებელი.

მყიფე რღვევის პროცესზე სეისბობაკუსტიკურბა ღაკ-  
ვირებებბა აჩვენა, რობ საბოო ღარტყმის კერაში ნახ-  
რბლწარბოქმნასა ღა რღვევას აქცეს ზგავისებრი ხასიბი.  
პროცესი ვბბარღება სანგრევის კონტურის ახბლ-ახბლ  
უბნებზე ღა მასივის სიღრბეში. მბგრამ, ბუ რბბე მიზეზის  
გამბ, ღანგრეული ნახშირი შექმნის საყრღენს, რობელიც  
შემბფარგლავს პროცესის განვიბარებას, მბბინ რღვევის  
არე სტბბილიზღება ღა მიბღებს რღვევის ღრუსბბვის  
ღამახასიბბებულ ფორბას. რბბე კუბბბიბ ჭბბურღიღების  
ბურღვის პროცესში ბიბღინარე ბბბგებისას ნახშირის რღ-  
ვევის სქემის (იხ. ნახ. 1) ბანახბბღ წრიული გვირგვინბ  
ჭბბურღიღის ბურღვისას ბლიერ ღაბაბულ უბნებში კერ-  
ნები იხლინება ღისკობბღ, რობელბო სისქე ბამბკიღებუ-  
ლია ბბბგაზე.

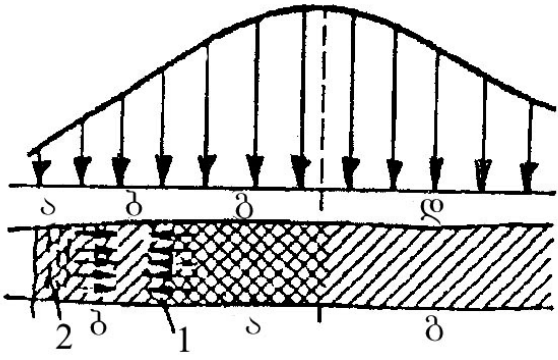
ВНИМИ-ში ღაღბგენილია ღატვიროვის ქვემ მყოფი  
ფენის კიღური ნაწილის ბბბვისებრი ღეფორბაციის კა-  
ნონი (რობელიც საერთბო როგორც ღარტყმასაშიმ, ასევე  
ბბელი რიგი არასაშიში ფენებისსბბვის). ამ კანონის გა-  
ბოვლენის ინტენსიურობა ღა ხასიბიბ ღიღაღ არის ღამბ-  
კიღებული ფენის ღარტყმასაშიშროების ხარისზზე, საბო-  
ლოღ კი - ფენის მექანიკურ ბვისებებზე ღა გვერღბიბ  
ქანებბბან მბსი ურბბიერბქმეღების პირობებზე, აგრებვე  
ღამბუშავების სიღრბეზე.

ბბბვისებრი ღეფორბცია ხორციელღება წონასწო-  
რობის ბანბიღვერული ღარღვევებბბოა ღა აღღგენბბიბ  
ბბრბვის მბღღ შიგა წნევისა ღა ბბელბანის პერიფერიუ-  
ლი ნაწილის ამ წნევისაღბი წინაღობას შორის; ან კონ-  
ტბქტებზე ხახუნის ბოქმეღების ქვემ ნახშირის მასივის  
კიღურ ნაწილებს შორის; ან გვერღბიბი ქანებბიბ ფენის  
ჩამბგრებას შორის.

ღატვიროვის ქვემ მყოფი ფენის კიღური ნაწილის  
ბბბვისებრი ღეფორბაციის კანონის გბბვლისწინებბიბ ი.  
პეტუსბვი მასივის კიღურ ნაწილში გამბყოფს ერთბღან  
ბეორეში ბღვრეღ გაღასვლის ზონებს; ბბლიანობის ღარ-  
ღვევის სანგრევისპირა ა ზონა; გბბბონებული ღრეკაღი  
ღეფორბციების ბ ღა ღ ზონები; გბბბონებული პლბსტი-  
კური ღეფორბციების გ ზონა (ნახ. 2).



ნახ. 1. სამთო დარტყმის კერაში ნახშირის რღვევის (ნგრევის) სქემა:  
I, II, III, IV, V – ნგრევის თანმიმდევრობა



ნახ. 2. მასივის კიდური ნაწილის მდგომარეობის სქემა (ი. პეტუხოვის მიხედვით). ა – მთლიანობის რღვევის სანგრევისპირა ზონა; ბ, გ – გაბატონებული დრეკადი დეფორმაციების ზონები; გ – გაბატონებული პლასტიკური დეფორმაციების ზონა

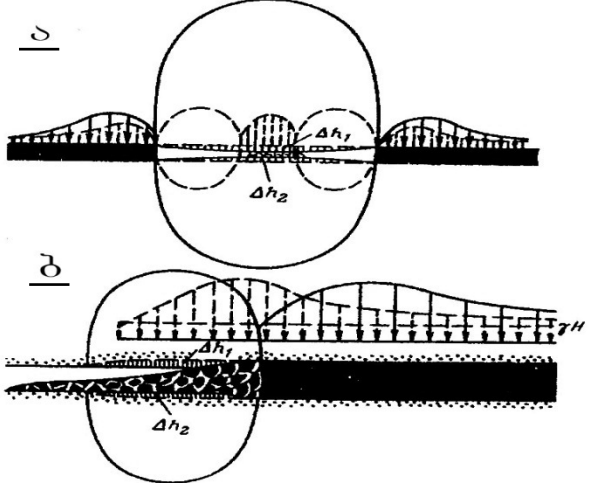
მასივის სიღრმეში წარმოიქმნება ქანების ბირთვი, რომელიც პლასტიკურ (ან ფსევდოპლასტიკურ) მდგომარეობაში იმყოფება (იხ. ნახ. 2 გ). ამ ზონის ქანები გამოირჩევიან მაღალი შიგა წნევით, რომელიც გაწონასწორებულია ბ და გ ზონები ქანების წინალობით. ამასთან ბ ზონის ფარგლებში მასივის პერიფერიული ნაწილი გვერდითი ქანებით მარგი წიაღისეულის ჩამაგრების ხარჯზე წინააღმდეგობას უწევს შიგა წნევას. თუ გ ზონის შიგა წნევა აღემატება ბ ზონის პერიფერიული ნაწილის წინააღმდეგობას, მაშინ ამოღებული სივრცის მხარეს წარმოებს ა და ბ ზონების ქანების ბიძგისებრი დაძვრა (გადანაცვლება). ეს გავრცელდება მანამ, სანამ არ აღდგება წონასწორობა. ასეთი გადანაცვლება შეიძლება მრავალჯერ განმეორდეს, თანაც თუ მყიფე რღვევას გ ზონის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი განიცდის, მაშინ მხოლოდ მრავალჯერადი ბიძგები წარმოიქმნება, რომელიც არ დაშლის ძალზედ დაძაბული მასივის ნაწილს. თუ გ ზონის შიგა გამომგდები ძალები საკმაოდ დიდი აღმოჩნდება და ისინი ა და ბ ზონებში ქანების მიმოსვლას გამოიწვევენ, გ ზონაში ქანების რღვევის ზვავისებრი პროცესი, ე.ი. სამთო დარტყმა წარმოიქმნება. სამთო დარტყმების დროს მყიფე რღვევის პროცესი წამის მეასედიდან 2-3 წამის ფარგლებში ვრცელდება.

დეფორმაციის ბიძგისებრობაზე არსებით გავლენას ახდენს ჭერისა და იატაკის ქანებით ფენის ჩამაგრება, რომელიც მუდამ დამოკიდებულია ქანების შრეთა ჩაკიდებული კონსოლების სიდიდეზე და საწმენდი სანგრევის გადაადგილების სიჩქარეზე.

სამთო დარტყმის გამოვლენაში გვერდითი ქანების მონაწილეობა (ნახ. 3) გამოიხატება როგორც სწრაფად კლებადი რხევა და კონტაქტებზე იწვევს ნახშირის დაქუცმაცებას (დანაყვას) მტკრისებრ მდგომარეობაში, რის გამოც კონტაქტებზე ხახუნი ნულს უტოლდება, ეს უკანასკნელი კი უზრუნველყოფს ფენის კიდური ნაწილის შემდგომ გამოწვევას და დანგრევას.

გვერდითი ქანებიდან უეცარი დარტყმის შემთხვევაში ნახშირის ფენა ინერციის ძალით იკუმშება გვერდითი ქანების ფაქტიური დაახლოების სიდიდეზე მეტად. ამის მიხედვით სამთო დარტყმის შემდეგ ნახშირსა და ჭერს შორის ჩვეულებრივ ჩნდება ხვრელი, რომლის სიმაღლე შეადგენს რამდენიმე სმ-დან 0,5 მ-მდე, ხოლო სიღრმე – რამდენიმე მეტრს. ცნობილია შემთხვევები, როცა მთელანის დანგრევისას ხვრელი წარმოიქმნა მის მთელ ფართობზე.

სამთო დარტყმის ენერგეტიკული მხარე არასაკმარის



ნახ. 3. სამთო დარტყმების გამოვლენაში გვერდითი ქანების მონაწილეობის სქემა. ა – მთელანაში; ბ – საწმენდ სანგრევი;  $\Delta h_1$  და  $\Delta h_2$  შესაბამისად ჭერისა და იატაკის შერევა მასივის ქანების დრეკადი გაფართოებისას

სადაც შესწავლილი, მაგრამ პოტენციური ენერჯის საერთო მარაგი, რომელიც დარტყმის შედეგად კინეტიკურში გადადის, წარმოდგენილია, როგორც ორი შემადგენლის ჯამი:

$$W = W_6 + W_j, \quad (2)$$

სადაც  $W_6, W_j$  – შესაბამისად ნახშირის ფენისა და გვერდითი ქანების პოტენციური ენერჯებია.

ნახშირის ფენის პოტენციური ენერჯია განისაზღვრება ფორმულით

$$W_6 = (\sigma_{\text{საშ}}^2 / 2E_6) V_6, \quad (3)$$

სადაც  $\sigma_{\text{საშ}}$  – საშუალო ძაბვა ნახშირის ფენში;  $E_6$  – ნახშირის სიმკვრივის მოდული;  $V_6$  – დანგრეული ნახშირის მოცულობა.

გვერდითი ქანების პოტენციური ენერჯია  $W_j$ , თუ გავითვალისწინებთ იმ პირობას, რომ სამთო დარტყმისას ისინი უახლოვდებიან ერთმანეთს  $l_0$  მანძილზე და ამასთან ერთად ასრულებენ მუშაობას, გამოითვლება ფორმულით

$$W_j = A = 0,5 \sigma_{\text{საშ}} S l_0, \quad (4)$$

სადაც  $S$  – დანგრეული მთელანის ფართობი;  $0,5$  – კოეფიციენტი, რომელშიც გათვალისწინებულია, რომ  $l_0$  მანძილზე ქანების დაახლოების პროცესში ძალა იცვლება  $\sigma_{\text{საშ}} S$ -დან  $0$ -მდე.

ფორმულაში (4)  $l_0 = 0,4 \times 2x_0 \epsilon_0$ ,

სადაც  $2x_0$  – გვირაბის სიგანე ან დარტყმისას ქანების განტვირთვის არეობა;  $\epsilon_0$  – განტვირთვისას ქანების მაქსიმალური გაფართოება.

მაშასადამე,

**КУПАТАДЗЕ Д.Г.  
УСЛОВИЯ, МЕХАНИЗМ И ЭНЕРГИЯ  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ ГОРНЫХ УДАРОВ**

В статье рассматриваются условия происхождения горных ударов, в частности, импульсивные нагрузки при проведении горных работ; распределение напряжений в предельно напряженной части угольного пласта; последовательность разрыва (разрушения) угля в очаге горного удара, участие смежных пород в выявлении горных ударов. Отмечено, что потенциальная энергия расходуется не только на разрушение и вынос угля, но ее значительная часть выделяется в виде сейсмических колебаний, часть преобразуется в тепловую энергию, а часть проявляется в форме электромагнитного излучения. Собственно, в энергию сейсмических волн переходит значительная часть всей потенциальной энергии (до 10%), а 8-10% всей энергии горного удара сосредоточено в угольном пласте.

$$W = \sigma_{\text{საშ}} S [(\delta_{\text{საშ}} h / E_6) + 0,4 x_0 \epsilon_0], \quad (5)$$

სადაც  $h$  – ნახშირის ფენის საშუალო სისქე.

დარტყმის დროს დაგროვილი პოტენციური ენერჯია გარდაიქმნება სხვა სახის ენერჯიად, რომლის შედეგადაც სრულდება დარტყმის კერაში მარგი წიაღისეულისა და ფუჭი ქანის მყიფე რღვევისა და მსხვრევის მუშაობა; მუშაობა პლასტიკური დეფორმაციების დროს; გვირაბში მარგი წიაღისეულის ნაწილის გამოტყორცნა ან გამოწვნა.

ფორმულით (5) განსაზღვრული ენერჯია იხარჯება არა მხოლოდ ნახშირის ნგრევასა და გამოტანაზე, არამედ ენერჯის მნიშვნელოვანი ნაწილი სეისმური რხევების სახით გამოიყოფა, ნაწილი თბურ ენერჯიაში გადადის, ნაწილი კი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ფორმით ვლინდება. საკუთრივ სეისმური ტალღების ენერჯიაში გადადის მთლიანი პოტენციური ენერჯის მნიშვნელოვანი ნაწილი (10%-მდე) ხოლო, ნახშირის ფენაში თავმოყრილია სამთო დარტყმის მთელი ენერჯის 8-10%.

**ლიტერატურა**

1. კ. ბეთანელი, ბ. დემეტრაძე. ქანების მასივის მღვო-მარეობის მართვა. „განათლება“, თბილისი, 1982. 120 გვ.
2. Черняк И.Л., Ярунин С.А. Управление состоянием массива горных пород. «Недра». Москва, 1995. 105 с.
3. Карпов Е.Ф., Клебанов Ф.С., Фарганек Б и др. Природные опасности в шахтах, способы их контроля и предотвращения, «Недра». Москва, 1981. 100 с.
4. Бурчаков А.С. Кузюков Ф.Ф. Краткий справочник горного инженера угольной шахты. «Недра». Москва, 1982. 112 с.

**KUPATADZE D.  
CONDITIONS, MECHANISM AND ENERGY OF  
BREEDS SHOCK ORIGIN**

In article conditions of an origin of mountain blows, in particular, impulsive loadings are considered when carrying out mining operations; distribution of tension in extremely intense part of coal layer; sequence of a gap (destruction) of coal in the center of mountain blow, participation of adjacent breeds in identification of mountain blows. It is noted that potential energy is spent not only for destruction and coal carrying out, but its considerable part is allocated in the form of seismic fluctuations, the part will be transformed to thermal energy, and the part is shown in the form of electromagnetic radiation. Actually, the considerable part of all potential energy turns into energy of seismic waves (to 10%), and 8-10% of all energy of mountain blow are concentrated in coal layer.

**ტაძნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი ლ. ჯაფარიძე**  
**ლია წესით გაყვანილი ორმალიანი გვირაბის სტატიკური**  
**განგებობა**

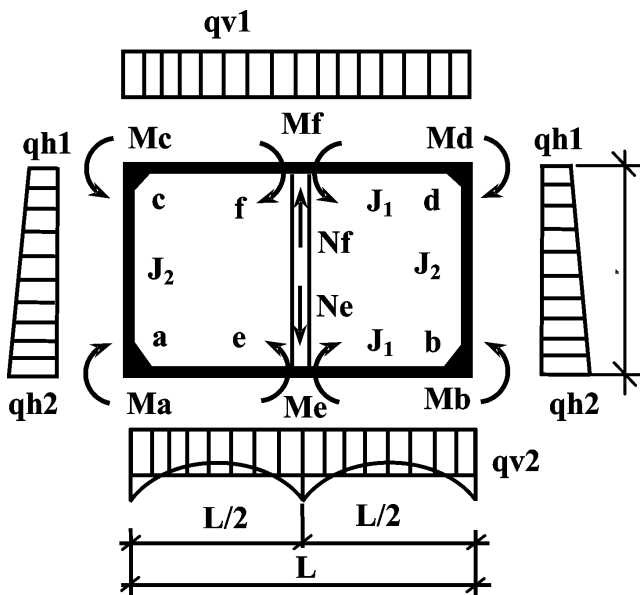
სტატიაში განხილულია მიწის ზედაპირთან ახლოს ღია წესით გაყვანილი გვირაბის მუშაობა შემცველი ქანების და კონსტრუქციის საკუთარი წონით გამოწვეულ დატვირთვებზე. მოცემულია სწორხაზოვან ელემენტებიანი ორმალიანი ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშების ანალიზური აპარატი, მიღებული ძაღთა და გადაადგილებების მეთოდებით. საშუალო სტიმულირებულია აშშ ტრანსპორტის დეპარტამენტის შოსე გზების ნაციონალური ინსტიტუტის ტექნიკური სახელმძღვანელოთი, რომელშიც (FHWA-NHI-10-034) ღია წესით გაყვანილი გვირაბის გაანგარიშება რეკომენდებულია ჩატარებული იქნეს ძაღთა და გადაადგილების მეთოდების გამოყენებით. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე არსებული კომპიუტერული პროგრამები, მაგრამ ისინი ზანდაზან იძლევიან მკაცრი ანალიზური გაანგარიშებებისაგან განსხვავებულ შედეგებს.

ღია წესით გაყვანილი ორმალიანი, სწორხაზოვან ელემენტებიანი გვირაბის სტატიკური გაანგარიშებისათვის საჭიროა შემდეგი საწყისი მონაცემები:

- გვირაბის სახურავის ჩაღრმავება მიწის ზედაპირიდან  $h$ , მ
- გვირაბის სიგანე (ღერძებში)  $L$ , მ
- გვირაბის სიმაღლე (ღერძებში)  $H$ , მ
- სამაგრის ერთ მასალაზე დაყვანილი დრეკადობის მოდული  $E_k$ , მეგპა
- წყლიანი გრუნტის მოცულობითი წონა  $\gamma_{gr}$ , კნ/მ<sup>3</sup>
- ბეტონის მოცულობითი წონა  $\gamma_{gr}$ , კნ/მ<sup>3</sup>
- გადატვირთვის კოეფიციენტი გრუნტის დატვირთვაზე  $m_1$
- გადატვირთვის კოეფიციენტი კონსტრუქციის საკუთარ წონაზე  $m_2$
- გარე კედლების საორიენტაციო სისქე  $d_{ac}$ , მ
- შიგა კედლის საორიენტაციო სისქე  $d_{cp}$ , მ
- ჭერის საორიენტაციო სისქე  $d_{cd}$ , მ
- იატაკის საორიენტაციო სისქე  $d_{ab}$ , მ

ორმალიანი ჩარჩოს საანგარიშო სქემას აქვს ნახაზზე 1 მოცემული სახე, სადაც J1 და J2 შესაბამისად ჭერის, იატაკის და კედლების წინასწარ აღებული ერთ მასალაზე დაყვანილი საორიენტაციო კვეთების ინერციის მომენტები, ხოლო  $M_a$  ....  $M_d$  შესაბამის კვანძებში მოქმედი რეაქტიული მომენტებია. ერთმალიანი სქემისაგან ის განსხვავდება შუა კედლის არსებობით, რომლის სიხისტე და მზიდუნარიანობა პრაქტიკულად ანულებს სახურავის შუა წერტილის ფარდობით ჩაღუნვას გარე კედლების თავების მიმართ.

ხისტი კვანძებისას ასეთ ჩარჩოში, რომელიც ექვსჯერ სტატიკურად ურკვევადია, შიგა ძაღვების განსაზღვრისათვის სტატიკის განტოლებები, რა თქმა უნდა, საკმარისი არ არის. საჭიროა გამოყენებული იქნეს გადაადგილებების და ძაღთა მეთოდები და მათი დამოუკიდებელი მოქმედების პრინციპი, ანუ შესაძლებელია მოხდეს [1]-ში განხილული ერთმალიანი ჩარჩოსათვის განსაზღვრული გარე დატვირთვებისაგან გამოწვეული გადაადგილებებისა და შიგა ძაღვების შეკრება (სუპერპოზიცია) შიგა კედლის რეაქციით გამოწვეულ ფაქტორებთან. ამ უკანასკნელის დამოუკიდებელი მოქმედების შეფასებით და მისი სიდიდის დადგენით უნდა იქნეს დაწვებული ამ ამოცანის ამოხსნა.



ნახ. 1. ორმალიანი ჩარჩოს საანგარიშო სქემა

ჩარჩოს ერთეულოვანი სიგრძის მონაკვეთის შიგა კედლის რეაქტიული  $N_e$  და  $N_f$  ძაღები განისაზღვრება სახურავისა და იატაკის ძაღვების შუა კვანძების გარე დატვირთვების მოქმედებით გამოწვეული გადაადგილებების კომპენსაციის პირობით.

ჩარჩო რომ სახსრული იყოს, ანუ, სახურავი და იატაკი რომ წარმოადგენდნ ორ საყრდენზე მდებარე კოჭებს, მათზე მოქმედი მხოლოდ  $N_f$  სამიხებილი შეყურსული ვერტიკალური ძაღით გამოწვეული მაქსიმალური ჩაღუნვა ძაღის შუაში და კვეთის მობრუნების კუთხე კოჭის ბოლოებში, შესაბამისად, გამოისახება მასალათა გამძლეობის ცნობილი ფორმულებით:

$$y_{cd}^N = \frac{N_f L^3}{48 E_k I_1}; \quad \theta_{cd}^N = \frac{N_f L^2}{16 E_k I_1}, \quad (1)$$

სადაც  $E_k$  - კონსტრუქციის ერთ-ერთი მასალის დრეკადობის მოდული,  $I_1$  - ამ მასალაზე დაყვანილი კვეთის ინერციის მომენტი.

რეალურად, ჩარჩოს ხისტ კვანძებში მისი კედლების დრეკადობის გამო იმოქმედებს საძიებელი მომენტები  $M_c = M_d$ , რომელთა მოქმედებით სახურავის კოჭის ბოლოების მობრუნების კუთხეების აბსოლუტური სიდიდეები იქნება

$$\theta_{c,d}^{Mc} = \frac{M_c L}{2E_k I_1},$$

ხოლო სახურავის კოჭის ბოლოების ჯამური მობრუნების კუთხეები შუა კედლის რეაქციის ძალით და კვანძური მომენტებით -

$$\theta_{c,d} = \theta_{cd}^N - \theta_{c,d}^{Mc} = \frac{N_f L^2}{16E_k I_1} - \frac{M_c L}{2E_k I_1}.$$

ჩარჩოს კედლების ბოლოების მხოლოდ ჯერჯერობით უცნობი კვანძური მომენტებით გამოწვეული მობრუნების კუთხეები კი იქნება

$$\theta_{c,a}^{Mc} = \frac{M_c H}{2E_k I_2}.$$

შესაბამისად, ხისტ კვანძებში გაერთიანებული სახურავის და კედლის ბოლოების მობრუნების კუთხეების ტოლობის პირობას ექნება სახე

$$\frac{N_f L^2}{16E_k I_1} - \frac{M_c L}{2E_k I_1} = \frac{M_c H}{2E_k I_2},$$

საიდანაც განისაზღვრება მხოლოდ შუა კედლის  $N_f$  რეაქციით გამოწვეული კვანძური მომენტები  $M_{c,d}$  და მღუნავი მომენტი  $M_x$  სახურავის ძალის  $x$  კვეთში:

$$M_{c,d} = \frac{N_f L}{8} \frac{1}{1+k}, M(x) = -\frac{N_f}{2} x + M_c. \quad (2)$$

სადაც ჩარჩოს სიხისტის მაჩვენებელი -  $k = I_1 H / I_2 L$ .

შესაბამისად, კოჭის გაღუნული ღერძის დიფერენციალურ განტოლებას ექნება სახე

$$E_k I_1 \frac{d^2 y}{dx^2} = \pm M(x) = \frac{N_f}{8} \left( \frac{L}{1+k} - 4x \right).$$

ამ განტოლების ამოხსნისას ინტეგრირების პირველი მუდმივი კოეფიციენტი განისაზღვრება ძალის შუაში კვეთის მობრუნების კუთხის ნულთან ტოლობით, რაც გაპირობებულია ძირითადი სქემის ვერტიკალური ღერძის მიმართ სიმეტრიულობით, ხოლო მეორე მუდმივა - საყრდენებზე ჩაღუნვების არ არსებობის პირობებით. ამრიგად მიიღება შუა კედლის არარსებობისას სახურავის კოჭის ძალის შუაში ფარდობითი ჩაღუნვის კომპენსაციისათვის საჭირო  $N_f$ -ის ტოლი შეყურსული ძალით გამოწვეული კოჭის გაღუნული ღერძის განტოლება, რომელიც კვანძიდან ათვლილი  $x$ -ის ფუნქციაში შეიძლება წარმოდგენილი

იქნეს შემდეგი სახით

$$y(x) = \frac{N_f}{4E_k I_1} \left[ -\frac{x^3}{3} + \frac{Lx^2}{4(1+k)} + \frac{L^2}{4} \frac{kx}{1+k} \right]. \quad (3)$$

შესაბამისად, აღუნვის ისარი ძალის შუაში

$$y_{x=L/2}^{N_f} = \frac{N_f L^3}{192 E_k I_1} \frac{1+4k}{1+k}. \quad (4)$$

ერთმალთან გვირაბის ანალიზის თანახმად შუა კედლის არარსებობის შემთხვევაში იგივე კვეთის ჩაღუნვა ძირითადი გარე დატვირთვებისაგან [1] -

$$y_{x=L/2}^q = \frac{L^2}{384 E_k I_1} \left\{ 5q_{v1} L^2 - \frac{1}{1+k} \left[ 4q_{v1} L^2 + 2(q_{h1} + q_{h2}) H^2 k \right] \right\}. \quad (5)$$

ამ ჩაღუნვის აღდგენისათვის საჭირო შუა კედლის რეაქციის მნიშვნელობა მიიღება (4) და (5)-ის ურთიერთგატოლებით და მიღებული გამოსახულების  $N_f$ -ის მიმართ ამოხსნით

$$N_f = \frac{1+k}{L(1+4k)} \left\{ 2.5q_{v1} L^2 - \frac{1}{1+k} \left[ 2q_{v1} L^2 + (q_{h1} + q_{h2}) k H^2 \right] \right\}. \quad (6)$$

მართკუთხა ხისტი ჩარჩოს სახურავის და იატაკის შუა ძალებში მოქმედი შეყურსულ  $N_f$  ძალებით გამოწვეული კვანძური მღუნავი მომენტების მნიშვნელობა მოცემულია ს. ტიმოშენკოს მიერ [3] და აქ მიღებული აღნიშვნებისას ექნება შემდეგი სახე

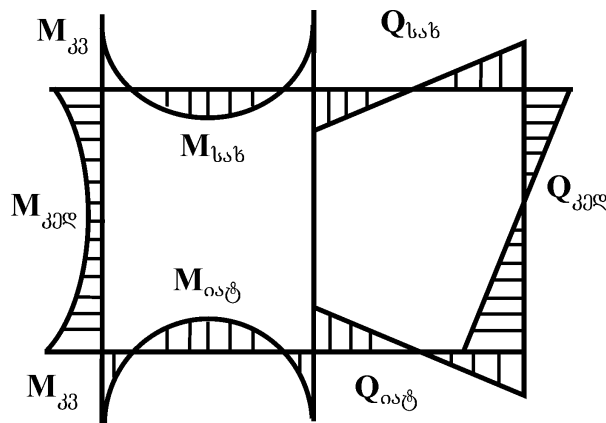
$$M_{N_f} = \frac{N_f L}{8} \frac{1}{1+k}. \quad (7)$$

ამ უკანასკნელში (6)-ის ჩასმით და შეკრებით ძირითადი დატვირთვებისაგან გამოწვეულ ერთმალთან გვირაბის კვანძურ მომენტებთან [1], მივიღებთ საყრდენი მღუნავი მომენტების ჯამურ აბსოლუტურ მნიშვნელობებს ორმალთან გვირაბის სახურავის გარე კედლებთან შეერთების კვანძებში, რომლებსაც იქნებათ სახე

$$M_c = -M_d = \frac{1}{6(1+4k)} \left[ 2q_{v1} L^2 + (q_{h1} + q_{h2}) H^2 k \right] - \frac{5q_{v1} L^2}{16+64k}. \quad (8)$$

ჯამური საყრდენი მღუნავი მომენტები ორმალთან გვირაბის იატაკის გარე კედლებთან შეერთების კვანძებში კი იქნება

$$M_a = -M_b = \frac{1}{6(1+4k)} \left[ 2q_{v2} L^2 + (q_{h1} + q_{h2}) H^2 k \right] - \frac{5q_{v2} L^2}{16+64k}. \quad (9)$$



ნახ. 2. მლუნავი მომენტების და განივი ძალების განაწილების გრაფიკული გამოსახულება

ნორმალური ძალები ჩარჩოს გარე კედლებში (სახურავთან) განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$N_{ac} = N_{bd} = 0.5(Lq_{v1} - N_f); \quad (10)$$

ნორმალური ძალები ჩარჩოს სახურავში და ძირში კი, შესაბამისად:

$$N_{cd} = 0.5Hq_{h1} + H(q_{h2} - q_{h1})/6; \quad (11)$$

$$N_{ab} = 0.5Hq_{h1} + H(q_{h2} - q_{h1})/3.$$

მლუნავი მომენტები და განივი ძალები სახურავის, იატაკის და კედლების კვანძებიდან ათვლილ კვეთებში, გამოისახება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} M_{sil} &= -N_{ac}x + 0.5q_{v1}x^2 + M_a; \\ M_w &= -0.25(q_{h1} + q_{h2})(Hx - x^2) + M_a; \\ M_{fl} &= -(N_{ac} + hd_w\gamma_b)x + 0.5q_{v2}x^2 + M_a; \\ Q_{sil} &= -N_{ac} + q_{v1}x; \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} Q_w &= -0.25(q_{h1} + q_{h2})(H - 2x). \\ Q_{fl} &= -(N_{ac} + hd_w\gamma_b) + 0.5q_{v2}x; \end{aligned}$$

ხოლო მათი ეპიურები სქემატიური სახით მოცემულია ნახაზზე 2.

ამრიგად, მიღებულია ანალიზური აპარატი ღია წესით გაყვანილი ორმალიანი გვირაბის სწორხაზოვან ელემენტებიანი ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშებისათვის სიმტკიცეზე და გადაადგილებებზე.

#### ლიტერატურა

1. ლ. ჯაფარიძე. ღია წესით გაყვანილი გვირაბის სტატიკური გაანგარიშება. "სამთო ჟურნალი", №2(31), თბილისი, 2013. გვ. 21-25.
2. Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels — Civil Elements. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Publication No. FHWA-NHI-10-034. December 2009.
3. Тимошенко С.П. Курс сопротивления материалов. Москва-Ленинград, 1928. 588 с.

#### JAPARIDZE L. STATIC ANALYSIS OF A TWO-SPAN TUNNEL CONDUCTED BY CUT AND COVER METHOD

In this paper obtained the analytical apparatus for static analysis of a two-span frame of the cut and cover tunnel structures using the methods of forces and displacements. The work is stimulated by technical manual of the National Highway Institute of U.S. Department of Transportation (FHWA -NHI-10-034), in which "it is recommended classical force and displacement methods used in the structural analysis of cut and cover tunnel structures. Other numerical methods may be used, but will rarely yield results that vary significantly from those obtained with the classical methods."

#### ДЖАПАРИДЗЕ Л.А. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДВУХПРОЛЕТНОГО ТОННЕЛЯ, ПРОВЕДЕННОГО ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

В статье рассмотрена работа двухпролетного тоннеля, проведенного "открытым способом" на нагрузки от вмещающих пород и собственного веса сооружения. Методами сил и перемещений получен аналитический аппарат для статического расчета двухпролетной рамы с прямолинейными элементами. Работа стимулирована Техническим Руководством (FHWA-NHI-10-034), в котором структурный анализ конструкций тоннелей, построенных "открытым способом" рекомендован провести с помощью классических методов сил и перемещений, т.к. существующие компьютерные программы с соответствующими численными методами иногда дают результаты, значительно отличающиеся от строгих аналитических расчетов.

აკად. დოქტორი თ. ფირცხალავა  
**ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება სეისმური ზემოქმედების  
 გათვალისწინებით**

სამუშაოში განხილულია ძვრადი ფერდობების ადგილობრივი მდგრადობის შეფასების ალგორითმი სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით სრიალის მრგვალცილინდრული ზედაპირების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში.

ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას სამეცნიერო-ტექნიკური გადაწყვეტილებები მოიცავენ ქვაბულის და ტრანშეის კედლების მდგრადობის უზრუნველყოფას საშიში პროცესებისაგან, რომლებიც წარმოადგენილია საბთო ქანების მასის დაძვრით საკუთარი წონის ან სხვადასხვა ზემოქმედებით (ჰიდროდინამიკური, ვიბრაციული, სეისმური და სხვ.). მოცემულია ფერდოს მდგრადობის  $k_{st}$  კოეფიციენტის გაანგარიშების შედეგები მიწისძვრის  $I$  ინტენსიურობის 6-9 ბალის ფარგლებში ცვლილებისას.

დღესდღეობით დიდი ქალაქების მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პრობლემის დაძვრებისას მთავარი ყურადღება ექცევა მიწისქვეშა ობიექტების მშენებლობის რაციონალური მეთოდების და საშუალებების დაძიებას. აღნიშნულის გამო მკვეთრად იზრდება მიწისქვეშა მშენებლობის თანმხლები სამეცნიერო-ტექნიკური უზრუნველყოფის მნიშვნელობა, რაც უპირველეს ყოვლისა განაპირობებს დაპროექტებულ ობიექტების უსაფრთხოებას და საიმედოობას.

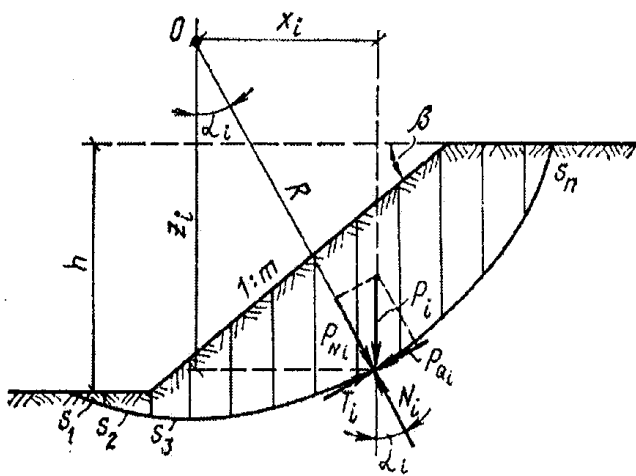
ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას ქვაბულის და ტრანშეის კონსტრუქციისადმი და მისი

მოწყობის ტექნოლოგიისადმი ძირითადი მოთხოვნაა ქვაბულის და ტრანშეის კედლების მდგრადობის უზრუნველყოფა გრუნტის სრული დაძვრების პროცესში და შემდგომ პერიოდში [1, 2].

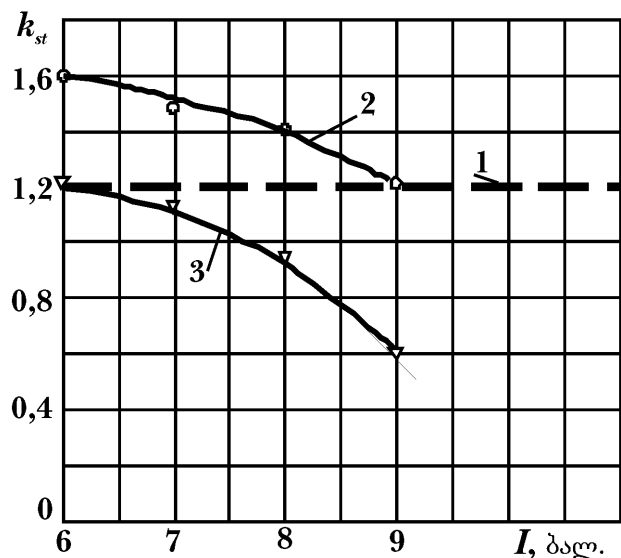
ამონაღების ფერდოს დაპროექტების პრაქტიკაში გამოყენებული საინჟინრო მეთოდები მისი სტატიკური მდგრადობის გაანგარიშებისას განხილულია ნაშრომში [2], სადაც აღნიშნულია, რომ ფერდოს მდგრადობის დაკარგვის მიზეზები მრავალი სახისაა:

- ფერდოს მოცეცვა, როდესაც ის იმყოფება ზღვრულთან მიახლოებულ მდგომარეობაში;
- ზედმეტად ციკაბო ფერდოს მოწყობა;
- ფერდოზე გარეშე დატვირთვების გაზრდა ნაგებობების მოწყობის გამო;
- გრუნტის კუთრი წონის შეცვლა (გაზრდა დამატებითი დატენიანებისას, ან პირიქით, შემცირება წყლის შემატევიტივებელი ზემოქმედების გამო);
- გრუნტის მექანიკური საანგარიშო მახასიათებლების განსაზღვრისას დაშვებული შეცდომები;
- გადაადგილებისადმი გრუნტის წინააღმდეგობის შემცირება ჭარბტენიანობის ან სხვა მიზეზების გამო;
- ფილტრაციული წყლის ჰიდროდინამიკური წნევის გამოვლენა;
- ტრანსპორტის მოძრაობისას დინამიკური ზემოქმედებები (შენჯღრევა, ვიბრაციები, დარტყმები);
- სეისმური ზემოქმედება.

ნორმატიული დოკუმენტების თანახმად ფერდოს



ნახ. 1. ამონაღების ფერდოს მდგრადობის საანგარიშო სქემა სრიალის მრგვალცილინდრული ზედაპირების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში



ნახ. 2. ფერდოს მდგრადობის  $k_{st}^{min}$  კოეფიციენტის დამოკიდებულება მიწისძვრის  $I$  ინტენსიურობაზე გრუნტის შეჭიდულობის  $c$  სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის:  $1-k_{st}^{min} = k_{st}^1$ ; 2 -  $c = 30$  კპა; 3 -  $c = 12$  კპა



დინამიკური სეისმურობის კოეფიციენტი  $\mu$ -ს მნიშვნელობები სეისმურობისგან I დამოკიდებულებით

| რეგიონის სეისმურობა I, ბალი | 1-6  | 7     | 8    | 9   | 10   | 11   | 12    |
|-----------------------------|------|-------|------|-----|------|------|-------|
| $\mu$                       | 0.00 | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.25 | 0.50 | >0.75 |

მდგრადობის გაანგარიშება იმ რეგიონებში, სადაც მიწისძვრის ინტენსიურობა აღწევს, ან აღემატება 7 ბალს, უნდა ჩატარდეს სეისმურობის გათვალისწინებით [3, 4].

ფერდოს სეისმური მდგრადობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება შემდეგი საანგარიშო მეთოდები: ფსევდოსტატიკური (PS) მეთოდი და პერმანენტული დეფორმაციის მეთოდი (ნიუმარკის მეთოდი, მაკლიზისიდის მეთოდი) [5].

ყველაზე მარტივი მეთოდი ფერდობების დინამიკური მდგრადობის გაანგარიშებისათვის არის ფსევდოსტატიკური მეთოდი, რომელშიც სეისმური დატვირთვა შეცვლილია „ეკვივალენტური“ სტატიკური ჰორიზონტალური აჩქარებით, რომელიც მოქმედებს გრუნტის მასაზე ზღვრულ წონასწორობის ანგარიშებში. მისი საშუალებით ხდება უსაფრთხოების ფაქტორის  $k_{st}$  მინიმალური სიდიდის  $k_{st}^{min}$  გამოთვლა დაცურების საწინააღმდეგოდ მიმართული სტატიკური ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების გათვალისწინებით (იხ. ნახ. 1).

ეს ძალები  $Q_{ci}$  [3] წარმოადგენენ პოტენციალურად ფერდოს დაცურების პრიზმის გრუნტის მასების წონისა და სეისმურობის კოეფიციენტის (ცალცალკე ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მდგენელის) ნამრავლს:

$$Q_{ci} = \mu * P_i, \quad (1)$$

სადაც  $\mu$  – დინამიკური სეისმურობის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობის მიღება ბუნებრივი ფერდობების გაანგარიშებისას რეკომენდებულია ცხრილი 1-ის მიხედვით. ხელოვნური ფერდობების გაანგარიშებისას (ქვაბულის და ტრანშეის ფერდო და სხვ.) ცხრილში 1 მოცემული მნიშვნელობები უნდა გაიზარდოს 1,5-ჯერ [3].

გრუნტის მასივის მონაკვეთი ვერტიკალური წირებით იყოფა ცალკეულ ელემენტებად (იხ. ნახ. 1). დაყოფის ხასიათი დგინდება გრუნტის მონაკვეთის არაერთგვაროვნებისა და ამონალების ფერდოს პროფილის გათვალისწინებით ისეთნაირად, რომ ცოცვადობის სხეულის ფუძის რკალის მონაკვეთის  $i$ -ური ელემენტის ფარგლებში გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლები (შიდა ხახუნის კუთხე, გრად) და  $c$  (კუთრი შეჭიდულობის ზღვრული მნიშვნელობა, კპა) ინარჩუნებენ მუდმივ მნიშვნელობებს. ყველა  $i$ -ურ ელემენტზე მოქმედი გარე ძალები (გრუნტის წონა ელემენტის მოცულობაში, გარე დატვირთვა და სხვ.) დაიყვანება ტოლქმედ  $P_i$  ძალაზე.  $P_i$  ძალას მოდების წერტილში ვშლით -  $P_{Ni}$  ნორმალურ და  $P_{Qi}$  ელემენტის შესაძლო ძვრის ზედაპირის მხებ მდგენელ ძალებად:

$$\begin{aligned} P_{Ni} &= P_i \cos \alpha_i; \\ P_{Qi} &= P_i \sin \alpha_i. \end{aligned} \quad (2)$$

ამონალების ფერდოს რღვევა, შესაძლებელია მოხდეს გრუნტის მასივის გარკვეული მონაკვეთის ბრუნვის გამო რომელიმე  $O$ -ცენტრის მიმართ. ასეთ შემთხვევაში სრიალის ზედაპირი წარმოდგენილი იქნება  $R$  - რადიუსის  $O$ -ცენტრის მიმართ, წრფის რკალით (იხ. ნახ. 1).

ელემენტის შესაძლო ძვრის ზედაპირზე მოქმედი ძხები ძალა  $P_{Qi} = P_i \sin \alpha_i$  ცდილობს გრუნტის მონაკვეთის ჩამოცოცვას. შემაკავებელი ძალები თითოეული ელემენტის ფუძის ფარგლებში განპირობებული შინაგანი ხახუნით და გრუნტის შეჭიდულობით შეიძლება ჩაიწეროს

$$T_i = N_i \tan \varphi_i + c_i s_i, \quad (3)$$

სადაც  $N_i$  – ფუძის ნორმალური რეაქცია;  $s_i$  –  $i$ -ური ელემენტის ფუძის რკალის სიგრძე;  $\varphi_i$  – შიდა ხახუნის კუთხე  $i$ -ური ელემენტის ფუძის  $s_i$  რკალის ფარგლებში;  $c_i$  – კუთრი შეჭიდულობის ზღვრული მნიშვნელობა  $i$ -ური ელემენტის ფუძის  $s_i$  რკალის ფარგლებში.

$N_i$  – ფუძის ნორმალური რეაქცია იანგარიშება ფორმულით

$$N_i = P_{Ni} = P_i \cos \alpha_i, \quad (4)$$

გაანგარიშებისას, პირობითად ვუშვებთ, რომ  $i$ -ური ელემენტზე მოქმედი  $Q_{ci}$  - სეისმურობის ძალები მიმართულია ელემენტის ფუძის პარალელურად. ფერდოს წონასწორობის პირობა დაიყვანება ყველა ძალთა მომენტების განტოლებაზე, რომლებიც შესაბამისად აკავებენ და გადაადგილებენ გრუნტის მონაკვეთს ბრუნვის  $O$ -ცენტრის მიმართ:

$$\sum P_i x_i + R \sum Q_{ci} - \frac{R}{k} \sum T_i = 0. \quad (5)$$

ამასთან ძვრის საწინააღმდეგო ძალები  $k$  – ჯერ ნაკლები უნდა იყონ ფერდოს ნგრევის ძალებზე გარკვეული მარაგის უზრუნველსაყოფად

$$k = \frac{R \sum T_i}{\sum P_i x_i + R \sum Q_{ci}}, \quad (6)$$

მაშინ ფერდოს მდგრადობის კოეფიციენტი  $k_{st}$  გამოითვლება ფორმულით

$$k = \frac{R \sum P_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i + R \sum c_i s_i}{\sum P_i x_i + R \sum Q_{ci}} \quad (7)$$

ვითვალისწინებთ, რომ  $\cos \alpha_i = \frac{x_i}{R}$ , საბოლოოდ მივიღებთ:

$$k = \frac{\sum P_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i + \sum c_i s_i}{\sum P_i \cos \alpha_i + \sum Q_{ci}} \quad (8)$$

პრაქტიკული გათვლებისას ძირითადი სირთულე მდგომარეობს იმ გარემოებაში, რომ ბრუნვის  $O$ -ცენტრის ადგილმდებარეობა და  $R$  – რადიუსი, რომელიც შეესაბამება სრიალის ზედაპირის ყველაზე საშიშ მდგომარეობას, ცნობილი არ არის. აღნიშნულის გამო, აუცილებელია ჩატარდეს გაანგარიშებათა სერია, ბრუნვის ცენტრის სხვადასხვა ადგილმდებარეობის და  $R$  – რადიუსის სხვადასხვა მნიშვნელობისას. ფერდოს ძვრადი სხეულის გადაადგილების ზედაპირის ყველაზე სახიფათო მდგომარეობის მოძებნის ერთ-ერთი ხერხი განხილულია [2] ნაშრომში.  $k_{st}^{min}$  განსაზღვრავს ყველაზე სახიფათო გადაადგილების ზედაპირის განლაგებას. გაანგარიშებისას  $k_{st}^N$ -ს მნიშვნელობა მიიღება ნორმატიული რეკომენდაციების საფუძველზე [СП 11-105-97, СНиП 2.02.01-83, СНиП 22-02-2003, СНиП 2.02.02-85]. თუ  $k_{st}^{min} \geq k_{st}^N$  ფერდობის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

ნახაზზე 2 მოცემულია ფერდოს დინამიკური მდგრადობის უსაფრთხოების ფაქტორის  $k_{st}$  მინიმალური სიდიდის  $k_{st}^{min}$  გამოთვლის შედეგები მიწისძვრის  $I$  ინტენსიურობის 6-9 ბალის ფარგლებში ცვლილებისას.

მოცემულია ფერდოს: სიმაღლე  $h = 13$  მ; დახრილობა  $1 : 1,75$ ; გრუნტი წარმოდგენილია თიხებით,  $c = 30$  კპა;  $\varphi = 18^\circ$  და კუთრი წონით  $\gamma = 21,1$  კნ/მ<sup>3</sup>;  $k_{st}^N = 1,2$ .

ბრუნვის  $O$ -ცენტრის ადგილმდებარეობა და  $R$  – რადიუსი, რომელიც შეესაბამება ყველაზე საშიშ მდგომარეობას მოიძებნა ნაშრომში [6] განხილული ერთ-ერთი ხერხის მიხედვით:  $R = 17,1$  მ;  $x_i = 11,1$  მ;  $\sum S_i = 16,8$  მ.

**ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ С  
УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Научно-техническое сопровождение строительства подземных сооружений открытым способом включают технические решения по обеспечению устойчивости откосов от опасных склоновых процессов, представляющих собой смешение масс горных пород под действием собственного веса и различных воздействий (гидродинамического, вибрационного, сейсмического и др.).

В работе рассмотрен алгоритм оценки местной устойчивости обвальных откосов с учетом сейсмического воздействия по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

Приведены результаты расчета коэффициента устойчивости откоса  $k_{st}$  при изменении интенсивности землетрясения  $I$  в диапазоне 6-9 баллов.

როდესაც გრუნტი წარმოდგენილია თიხებით  $k_{st}^{min}$  მნიშვნელობები მიწისძვრის  $I$  ინტენსივობის 6-9 ბალის დიაპაზონში ცვლილებისას აღემატება ნორმატიულს ( $k_{st}^{min} \geq k_{st}^N$ , იხ. ნახ. 2, მრუდი 2). ესე იგი, ფერდო მდგრადია, რაც აიხსნება თიხების შეჭიდულობის მაღალი უნარით.

სუსტი შეჭიდულობის მქონე ქანების ( $c = 12$  კპა) შემთხვევაში განხილული ფერდო მიწისძვრის შემთხვევაში არამდგრადია (იხ. ნახ. 2, მრუდი 3) და საჭიროებს ხელოვნურ სამაგარს [1].

წარმოდგენილი შედეგები შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს საქართველოს ტერიტორიაზე ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას ამონაღების ფერდოს დაპროექტების პრაქტიკაში.

**ლიტერატურა**

1. ლ. ჯაფარიძე, ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას „კელედი-გრუნტში“ ტექნოლოგიის გამოყენების შესახებ. „სამთო ჟურნალი“, №2(31), თბილისი, 2013. გვ. 25-29.
2. ნ. კუკულაძე, თ.ფირცხალავა. ამონაღების ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშების საკითხისათვის. „სამთო ჟურნალი“, №2(29), თბილისი, 2012. გვ. 9-11.
3. СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах. Стройиздат, Москва, 1982. 50 с.
4. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12. 2006. Министерство строительства, архитектуры и жилищнокоммунального хозяйства Украины, Киев, 2006. 92 с.
5. ც. ცისკრელი. მიწისქვეშა მაგისტრალური მილსადენების სეისმოძვედგობა. თბილისი, 2003. 130 გვ.
6. Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонептепроводов. Учебное пособие под общей редакцией Л.И. Быкова. Недра, Москва, 2006. 824 с.

**PHIRTSKHALAVA T.  
CALCULATION OF THE STABILITY OF SLOPES  
WITH REGARD TO SEISMIC IMPACT**

Scientific and technical support for construction of underground facilities open method include technical solutions to ensure the stability of slopes from dangerous slope processes, representing a mixture of rock masses under its own weight and the various influences (hydrodynamic, vibration, seismic, etc.).

In the article have been described the algorithm for calculating stability factor for seismic landslide slope with method of steady slope and method of circular cylindrical surfaces of sliding. There are shown examples of program work.

The article represents the examples of calculation of stability slopes  $k_{st}$  when the earthquake intensity  $I$  in the range of 6-9 points.

**ტიქნ. მიცნ. დოქტორი, პროფესორი რ. სტურუა, დოქტორანტი ბ. სამხარაძე, აკად. დოქტორი ნ. სამხარაძე, ლ. ალექსიძე პერლიტის ნედლეულის, აფუებული პერლიტის ქვიშისა და საფილტრავი პერლიტის ფხვნილის ფიზიკურ-ტიქნიკური პარამეტრების კვლევა ლაბორატორიულ პირობებში**

ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ფარავნის პერლიტისაგან მიღებული ფორიანი და მკვრივი დაფრაქციებული და აფუებული პერლიტის ქვიშები, აგრეთვე საფილტრავი პერლიტის ფხვნილები თავიანთი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით სრულად აკმაყოფილებენ საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებს.

კვლევებისთვის ფარავნის პერლიტის საბადოს კარიერზე აღებული იქნა ორი სახეობის სინჯი, თითოეული 1000 კგ-ის ოდენობით. ფორიანი – სინჯი №1 და მკვრივი – სინჯი №2.

ტიქნოლოგიური პარამეტრების დასადგენად, აღნიშნულ სინჯებზე შესრულდა მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული კვლევები, განისაზღვრა ფიზიკურ-ტიქნიკური თვისებები, ქიმიური შედგენილობა, ჩატარდა ლაბორატორიული გამოცდები.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ფარავნის პერლიტის ნედლეულის მინერალოგიური შედგენილობის, ჩანართების არსებობის, ფორების, ბზარების, მათი ფორმებისა და ზომების განლაგების ხასიათის და ცალკეულ კომპონენტებს შორის ურთიერთქმედების კვლევა. ამასთანავე, მასალის ყველა პარამეტრის, კონსტანტების, მინერალური შედგენილობის და მიკროსტრუქტურის დადგენის მიზნით შესწავლილი იქნა პარალელურ (II) ნიკოლებში ანალიზატორის გარეშე და ჯვარედინ (+) ნიკოლებში – ანალიზატორით.

ფარავნის პერლიტის ნედლეულის ქიმიური შედგენილობა და ფიზიკურ-ტიქნიკური მაჩვენებლები შესაბამისად მოცემულია ცხრილებში 1 და 2.

ტიქნოლოგიური თვისებების კვლევა მოიცავდა პერლიტის ნედლეულის დაფრაქციების და აფუების ოპტიმალური რეჟიმების დადგენას, საბოლოო პროდუქტის – აფუებული პერლიტის ქვიშის აფუების კოეფიციენტისა და ნაყარი მოცულობითი წონის რეგულირების შესაძლებლობას მისი მრავალმხრივი გამოყენების მიზნით.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ლაბორატორიული კვლევებისთვის ორივე სახეობის სინჯიდან სტადიური დამტკიცების სქემით (იხ. ნახ. 1) მომზადდა ფრაქციები 0,16-0,63 მმ; 0,63-1,25 მმ; 1,25-2,5 მმ და 2,5-5,0 მმ, რომელთა ფიზიკურ-ტიქნიკური მახასიათებლები (ფრაქცია 0,16-0,63 მმ) და გაცრითი ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3 და ნახაზზე 2.

პერლიტის აფუება (თერმული დამუშავება) მიმდინარეობდა ლაბორატორიულ დანადგარზე, ე.წ. ვიბროლუმპელში (იხ. ნახ. 3), ხოლო საფილტრე პერლიტის ფხვნილი მიღებული იქნა ლაბორატორიულ ბურთულეზიან წისქვილში.

კვლევების შედეგად განსაზღვრული იქნა დაფრაქციებული და აფუებული პერლიტის ქვიშის ხარისხობრივ მაჩვენებლებსა (ნაყარი მოცულობითი წონა, ფრაქციულობა, აფუების კოეფიციენტი, თბოგამტარობა) და თერმული დამუშავების პარამეტრებს შორის დამოკიდებულება. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 4.

პერლიტის ნედლეულის, აფუებული პერლიტის ქვიშისა და პერლიტის საფილტრავი ფხვნილის ხარისხობრივი მაჩვენებლები განსაზღვრული იქნა დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობის სტანდარტების შესაბამისად: ГОСТ 25226-82 „პერლიტის ღორღი და

**ცხრილი 1**

**ფარავნის პერლიტის ქიმიური შედგენილობა**

| სინჯი №№ | ნედლეულის სახეობა | ქიმიური შედგენილობა, % |                                |                                |                  |      |      |                 |                  |                   |        |
|----------|-------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|------|-----------------|------------------|-------------------|--------|
|          |                   | SiO <sub>2</sub>       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | п.п.п. |
| 1.       | ფორიანი           | 71,85                  | 13,06                          | 1,20                           | 0,12             | 0,88 | 0,34 | 0,10            | 4,85             | 3,45              | 4,15   |
| 2.       | მკვრივი           | 71,16                  | 13,65                          | 1,00                           | 0,10             | 0,98 | 0,30 | 0,23            | 5,11             | 3,65              | 3,82   |

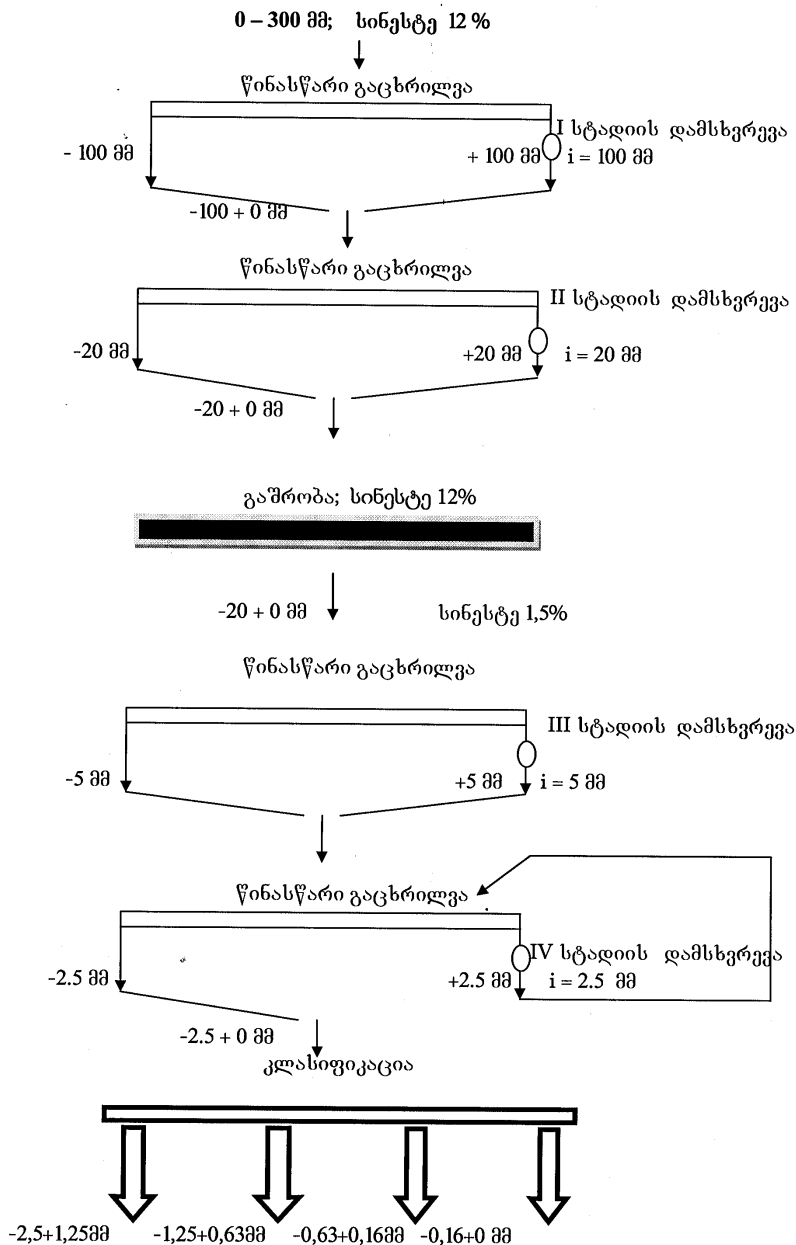
**ცხრილი 2**

**ფარავნის პერლიტის ფიზიკურ-ტიქნიკური მაჩვენებლები**

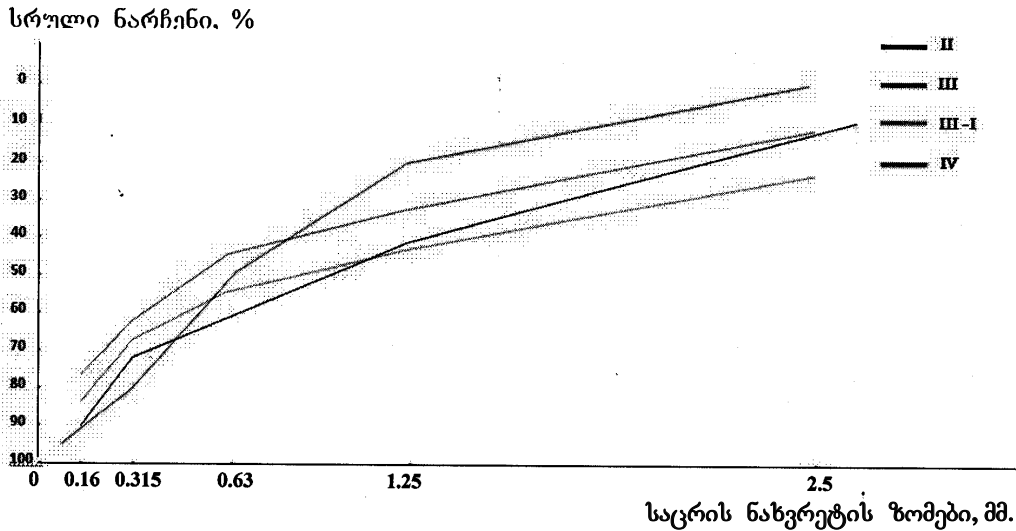
| მაჩვენებლების დასახელება | განზომილების ერთეული | პერლიტის ნედლეულის დასახელება |          |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------|----------|
|                          |                      | სინჯი №1                      | სინჯი №2 |
| ჭეშმარიტი სიმკვრივე      | კგ/მ <sup>3</sup>    | 2350                          | 2350     |
| საშუალო სიმკვრივე        | კგ/მ <sup>3</sup>    | 1540                          | 1810     |
| ფორიანობა                | %                    | 34,46                         | 22,98    |

დაფრაქციებული პერლიტის (ფრაქცია 0,16-0,63 მმ) ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები

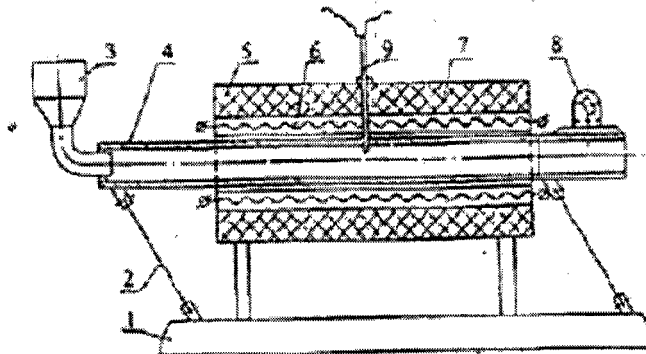
| პერლიტის<br>ნედლეულის<br>სახეობა | ნაყარი<br>მოცულობითი<br>წონა,<br>კგ/მ <sup>3</sup> | სინესტე,<br>% | გრანულომეტრიული შემადგენლობა |      |      |       |      |                    | სიმსხოს<br>მოდული |
|----------------------------------|--|---------------|------------------------------|------|------|-------|------|--------------------|-------------------|
|                                  |  |               | საცრის ნახვრეტის ზომა, მმ    |      |      |       |      |                    |                   |
|                                  |  |               | 2,50                         | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | 0,16-ზე<br>ნაკლები |                   |
|                                  |  |               | ნარჩენი საცერზე, %           |      |      |       |      |                    |                   |
| პემზური<br>სინჯი №1              | 950  | 1,8           | 0                            | 0    | 1,2  | 28,2  | 64,7 | 6,00               | 1,57              |
| მასიური<br>სინჯი №2              | 1100   | 1,5           | 0                            | 0    | 2,0  | 31,4  | 59,9 | 6,70               | 1,72              |



ნახ. 1. პერლიტის მადნის ოთხსტადიური დამსხვრევის სქემა



- ნახ. 2. II სტადიის დამსხვრევის გაცრითი ანალიზის მრუდი (შემოსული მასალა - 100 + 20 მმ, გამოსაშვები ღრეჩოს ზომა 20 მმ);  
 III სტადიის დამსხვრევის გაცრითი ანალიზის მრუდი (შემოსული მასალა - 20 + 5 მმ, გამოსაშვები ღრეჩოს ზომა 5);  
 III-I სტადიის დამსხვრევის გაცრითი ანალიზის მრუდი (შემოსული მასალა - 20 + 5 მმ, გამოსაშვები ღრეჩოს ზომა 2.5 მმ);  
 IV სტადიის დამსხვრევის გაცრითი ანალიზის მრუდი (შემოსული მასალა - 5 + 2,5 მმ, გამოსაშვები ღრეჩოს ზომა 2,5 მმ)



ნახ. 3. პერლიტის ასაფუებელი ლაბორატორიული დანადგარი (ვიბროდუმედი):  
 1-სადგარი; 2-ზამბარები; 3-ჩასატვირთი ძაბრი; 4-მუშა სივრცე (თბომედევი ფოლადი); 5-შეფუთვა;  
 6-გამათბობელი ელემენტები; 7-თერმოიზოლაცია; 8-ვიბრატორები; 9-თერმოწყვილი

ცხრილი 4

ტექნოლოგიურ პარამეტრებს შორის ურთიერთდამოკიდებულება

| სინჯის №№ | დაფრაქციებული პერლიტის პარამეტრები |   | აფუებული პერლიტის ნაყარი მოცულობითი წონა, კგ/მ <sup>3</sup> |      |      | თბოგამტარობა, კტ/მ <sup>2</sup> °C | აფუებული პერლიტის აფუების კოეფიციენტი მინიმალური ნაყარი მოცულობითი წონის დროს K |
|-----------|------------------------------------|---|---|------|------|------------------------------------|---|
|           | ნედლეულის ფრაქცია, მმ              | ნაყარი მოცულობითი წონა, კგ/მ <sup>3</sup> | ტემპერატურა ვიბროდუმედში, °C                                |      |      |                                    |   |
|           |                                    |   | 1100  | 1150 | 1200 |                                    |   |
| 1.        | 0,16-0,63                          | 980                                       | 193   | 97   | 107  | 0,042                              | 8,0   |
|           | 0,63-1,25                          | 932                                       | 205   | 102  | 112  | 0,045                              | 7,2   |
|           | 1,25-2,5                           | 877                                       | 223   | 104  | 114  | 0,058                              | 6,5   |
| 2.        | 0,16-0,63                          | 1152                                      | 208   | 105  | 107  | 0,044                              | 8,1   |
|           | 0,63-1,25                          | 1084                                      | 218   | 122  | 124  | 0,049                              | 6,6   |
|           | 1,25-2,5                           | 1045                                      | 224   | 132  | 135  | 0,055                              | 5,8   |

ცხრილი 5

აფუკებული პერლიტის ქვიშისა და საფილტრავი პერლიტის ფხვნილის ფიზიკურ-ტექნიკური და ხარისხობრივი მაჩვენებლები

| თერმოდამუშავების პარამეტრები | ნედლეულის ჩატვირთვა ვებროლუმში, კგ/სთ | აფუკებული პერლიტის ქვიშის მასსათებლები | აფუკებული პერლიტის ქვიშის მასსათებლები    |                              |                   |                       |                       | საფილტრავი პერლიტის ფხვნილის მასსათებლები | ფილტრაციის ხარისხი, % |                       |         |         |
|------------------------------|---------------------------------------|--|---|------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|---------|---------|
|                              |                                       |  | ნაყარი მოცულობითი წონა, კგ/მ <sup>3</sup> | გრანულომეტრიული შემადგენლობა | სიმსხოს მოდული, M | ფილტრაციის ხარისხი, % | ფილტრაციის ხარისხი, % |   |                       | ფილტრაციის ხარისხი, % |         |         |
| ტემპერატურა ვებროლუმში, °C   | 1100-1150                             | 720-750                                | 2,5                                       | 1,25                         | 0,63              | 0,315                 | 0,16                  | 0,16-ზე ნაკლები                           | 1,92                  | 90-120                | 1,5-2,9 | 5-14    |
|                              |                                       |  | კერძო ნარჩენი საცერზე, მასური წილი, %     | 0,5                          | 2,5               | 26,0                  | 34,0                  | 33,0                                      | 4,0                   | 70-105                | 1,9-2,8 | 10-15   |
| 1100-1150                    | 800-820                               | 75-100                                 | 2,5                                       | 4,5                          | 34,5              | 41,0                  | 16,0                  | 1,5                                       | 2,32                  | 55-65                 | 1,0-1,2 | -       |
|                              |                                       |  | ფილტრაციის ხარისხი, %                     | 2,5                          | 4,5               | 34,5                  | 41,0                  | 16,0                                      | 1,5                   | 2,32                  | 130-180 | 1,1-2,2 |
|                              |                                       |  | ფილტრაციის ხარისხი, %                     | 2,5                          | 4,5               | 34,5                  | 41,0                  | 16,0                                      | 1,5                   | 60-70                 | 0,5-0,7 | -       |

ცხრილი 6

აფუგუკული პერლიტის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და მათი შესაბამისობა სტანდარტთან „ГОСТ 10832-91“

| სინჯის აღების ადგილი | თერმოდამუშავების პარამეტრები         |  | აფუგუკული პერლიტის ხარისხის მაჩვენებლები                |  |                                 |   | ჯამურები მარცხლის ზომის მიხედვით, მმ                           |          |          |           |              |                              |      |       |      |
|----------------------|--------------------------------------|--|---|--|---------------------------------|---|--|----------|----------|-----------|--------------|------------------------------|------|-------|------|
|                      | ტემპერატურა<br>ვიბროლუ-<br>მელში, °C | ნედლეულის<br>ჩატვირთვა<br>ვიბროლუ-<br>მელში, კგ/სთ | ნაყარი<br>მოცუ-<br>ლობითი<br>წონა<br>კგ/კმ <sup>3</sup> | თბოგამ-<br>ტარობა,<br>ვტ/მ <sup>2</sup> ·C | სინესტმ,<br>%<br>მასური<br>წილი | მარცხლის<br>შემადგენლობა-<br>ნომინალური<br>ზომა<br>მოცულობაში,<br>% | როგითი   | მსხვილი  | საშუალო  | წვრილი    | ფხვნი-<br>ლი | სიმსხ-<br>ოს<br>მოლულო,<br>M |      |       |      |
| ГОСТ<br>10832-91     |                                      |  | M75:<br>50-75   | არა<br>უმეტეს<br>0,043                     | არა<br>უმეტეს<br>2,0            | მსხვი-<br>ლი<br>არა<br>უმეტეს<br>15,0                               | 0,16-5,0   | 1,25-5,0 | 0,16-2,5 | 0,16-1,25 | 0,16-მდე     |                              |      |       |      |
|                      |                                      |  | M100:<br>75-100   | არა<br>უმეტეს<br>0,052                     | არა<br>უმეტეს<br>2,0            | არა<br>უმეტეს<br>15,0   | საცერის<br>ნახერტის<br>ზომა, მმ<br>(გაცრა<br>ვიბრო-<br>ცხურზე) | 5        | 2,5      | 1,25      | 0,63         | 0,315                        | 0,16 | 0,074 |      |
| სინჯი<br>№1          | 1100-1150                            | 720-750  | M75:<br>50-75<br>(15,5-10,3)                            | 0,040-<br>0,042                            | 0,3                             | 5,0   | კერძო<br>ნარჩენი<br>საცერზე, %<br>მასური წილი                  | -        | 0,5      | 2,5       | 20,60        | 34,0                         | 33,0 | 4,0   | 1,92 |
| სინჯი<br>№2          | 1100-1150                            | 800-820  | M100:<br>75-100<br>(10,9-8,2)                           | 0,042-<br>0,052                            | 0,2                             | 8,0   | კერძო<br>ნარჩენი<br>საცერზე, %<br>მასური წილი                  | -        | 2,5      | 4,5       | 34,5         | 41,0                         | 16,0 | 1,5   | 2,32 |

საფლტრავო პერლიტის ფუნქციონირების ხარისხობრივი მაჩვენებლები და მათი შესაბამისობა სტანდარტთან "ГОСТ" 30566-98"

| სინჯის აღების ადგილი    | კლასიფიკაციის მიხედვით | ნაჯარი მოცულობითი წონა კგ/მ <sup>3</sup> | ფილტრაციული წყალგამტარობა, დარსი | წვალში მოტიტეოკს ნაწილაკების მასური წილი, % | მშრალი ნალექის მასური წილი წვლის აორთქლების შემდეგ, % | სინქსტის მასური წილი, % | კუთრი ზედაპირი, მ <sup>2</sup> /კგ | ნარჩენის მასური წილი საცერზე, ნახვერტის ზომა არა უმეტეს 0,14 მმ, % |         |      |       |       |       |
|-------------------------|------------------------|--|----------------------------------|---|---|-------------------------|------------------------------------|--|---------|------|-------|-------|-------|
|                         |                        |  |                                  |   |   |                         |                                    | წკრილი   | მსხველი |      |       |       |       |
| ГОСТ 30566-98           | ჯგუფი A                | 80-120                                   | არანაკლებ 1,0                    | არა უმეტეს 11,0                             | არა უმეტეს 0,5  | არა უმეტეს 0,4          | -                                  | 5  | 15      |      |       |       |       |
|                         | ჯგუფი B                | 121-160                                  | არანაკლებ 0,5                    | არა უმეტეს 12,0                             | არა უმეტეს 1,0  | არა უმეტეს 1,0          | -                                  | 5  | 15      |      |       |       |       |
|                         | ჯგუფი B                | 161-180                                  | არანაკლებ 0,5                    | არა უმეტეს 15,0                             | არა უმეტეს 1,0  | არა უმეტეს 1,0          | -                                  | 5  | 15      |      |       |       |       |
| სინჯი №1<br>წისქვილი №1 | ჯგუფი A                | 90-120                                   | 1,5-2,9                          | 5-14  | 0,2   | 0,2                     | 0,1145                             | საცერის ნახვერტის ზომა (გაცრა პერლის კლასიფიკატორზე)               | 0,2     | 0,09 | 0,063 | 0,032 | 0,032 |
| სინჯი №1<br>წისქვილი №2 | ჯგუფი A                | 70-105                                   | 1,9-2,8                          | 10-15                                       | 0,3   | 0,2                     | 0,1074                             | კერძო ნარჩენი საცერზე  | 1,7     | 12,1 | 16,9  | 19,9  | 49,4  |
| სინჯი №1<br>ფილტრიდან   |                        | 55-65                                    | 0,9-1,2                          | 9-10  | 0,3   | 0,2                     | 0,1606                             | კერძო ნარჩენი საცერზე  | 1,9     | 9,5  | 15,7  | 20,4  | 52,5  |
| სინჯი №2<br>წისქვილი №1 | ჯგუფი B                | 130-180                                  | 1,1-2,2                          | 5-10  | 0,4   | 0,2                     | 0,1686                             | კერძო ნარჩენი საცერზე  | 2,5     | 6,0  | 14,2  | 20,8  | 56,5  |
| სინჯი №2<br>წისქვილი №2 | ჯგუფი B                | 95-130                                   | 1,6-2,1                          | 9-15  | 0,4   | 0,2                     | 0,0993                             | კერძო ნარჩენი საცერზე  | 3,3     | 16,8 | 15,4  | 21,5  | 43,0  |
| სინჯი №2<br>ფილტრიდან   |                        | 60-70                                    | 0,5-0,74                         | 6-8   | 0,2   | 0,2                     | 0,1980                             | კერძო ნარჩენი საცერზე  | 1,5     | 4,6  | 10,5  | 22,9  | 60,5  |



ქვიშა აფუებული პერლიტის წარმოებისათვის. ტექნიკური პირობები“ (ნაყარი წონა, გრანულომეტრიული შედგენილობა, სინესტე); ГОСТ 10832-91 „პერლიტის აფუებული ქვიშა და ღორღი. ტექნიკური პირობები“ (ნაყარი წონა, გრანულომეტრიული შედგენილობა, სინესტე); ГОСТ 30566-98 „პერლიტის საფილტრავი ფხვნილი. ტექნიკური პირობები“ (ნაყარი წონა, წყალში ფილტრაციული შეღწევადობა, ნაწილაკების წყალში ამოტივტივების მასური წილი და სხვა) [1,2,3].

საფილტრავი პერლიტის ფხვნილების გრანულომეტრიული შედგენილობა ასევე განისაზღვრა აეროდინამიკურ კლასიფიკატორზე ALPINO და მიკრონაწილაკების ლაზერულ ანალიზატორზე Laser Particles Size Analyser “Cilac 920” – Mastersizer, რომელიც წარმოგვიდგენს ფხვნილის ნაწილაკების განაწილების მრუდებს ზომების მიხედვით 0-250 მკმ დიაპაზონში და ნაწილაკების კუთრი ზედაპირების მნიშვნელობის ანგარიშს.

აფუებული პერლიტის ქვიშის თბოგამტარობის კოეფიციენტები განისაზღვრა ექსპრეს-მეთოდით შესაბამის გერმანულ ხელსაწყოზე THERM 2227-2.

ფარავნის პერლიტის სინჯების თერმოდამუშავების პარამეტრები მისგან წარმოებული აფუებული პერლიტის ქვიშისა და პერლიტის საფილტრავი ფხვნილის ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები მოცემულია ცხრილებში 5, 6, 7.

როგორც ლაბორატორიული კვლევებიდან ჩანს, ფორიანი პერლიტისაგან მიღებულია აფუებული პერლიტის ქვიშა ნაყარი მოცულობითი წონით 50-75 კგ/მ<sup>3</sup>, აფუების კოეფიციენტით 12,6-19,0 და საფილტრავი პერლიტის ფხვნილი წყალში ფილტრაციული შეღწევადობით 1,5-2,9 დარსი, რომელთა ნაწილაკთა კუთრი ზედაპირი შეადგენს 0,1074-0,1145 მ<sup>2</sup>/გრ, ხოლო მკვრივი პერლიტისაგან მიღებულია აფუებული პერლიტის ქვიშა ნაყარი მოცულობითი წონით 75-100 კგ/მ<sup>3</sup>, აფუების კოეფიციენტით 11,0-14,6 და საფილტრავი პერლიტის ფხვნილი წყალში ფილტრაციული შეღწევადობით 1,1-2,2 დარსი, რომელთა ნაწილაკთა კუთრი ზედაპირი შეადგენს 0,0993-0,1686 მ<sup>2</sup>/გრ-ს.

#### დასკვნები:

1. ლაბორატორიულ ტექნოლოგიური კვლევებით დადგინდა, რომ პერლიტის მრავალ კლასებად დაფრაქციების დროს არაკონდიციური კლასის (0,16 მმ-ზე ნაკლები ფრაქციის) შემცირება მიიღწევა სტადიური დამსხვრევის გზით, ყველა სტადიის წინ საკონტროლო გაცხრილვის

განხორციელებით:

- ფორიანი დაფრაქციებული პერლიტის თერმოდამუშავების შედეგად მიღებულია აფუებული პერლიტის ქვიშა ნაყარი მოცულობითი წონით 50-75 კგ/მ<sup>3</sup>, რომლის აფუების კოეფიციენტი შეადგენს 12,6-19,0-ს, ხოლო თბოგამტარობის კოეფიციენტი არ აღემატება 0,041 ვტ/მ<sup>2</sup> C-ს;

- მკვრივი დაფრაქციებული პერლიტის თერმოდამუშავების შედეგად მიღებულია აფუებული პერლიტის ქვიშა ნაყარი მოცულობითი წონით 75-100 კგ/მ<sup>3</sup>, რომლის აფუების კოეფიციენტი შეადგენს 11,0-14,6-ს, ხოლო თბოგამტარობის კოეფიციენტი არ აღემატება 0,043 ვტ/მ<sup>2</sup> C-ს;

- ფორიანი პერლიტისაგან მიღებულია საფილტრავი პერლიტის ფხვნილი წყალში ფილტრაციული შეღწევადობით 1,5-2,9 დარსი, რომელთა ნაწილაკთა კუთრი ზედაპირი შეადგენს 0,1074-0,1145 მ<sup>2</sup>/გრ-ს;

- მკვრივი პერლიტისაგან მიღებულია საფილტრავი პერლიტის ფხვნილი წყალში ფილტრაციული შეღწევადობით 1,1-2,2 დარსი, რომელთა ნაწილაკთა კუთრი ზედაპირი შეადგენს 0,0993-0,1686 მ<sup>2</sup>/გრ-ს;

2. ფორიანი და მკვრივი პერლიტისაგან მიღებული დაფრაქციებული პერლიტის ქვიშები, აფუებული პერლიტის ქვიშები და საფილტრავი პერლიტის ფხვნილები თავიანთი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით სრულად აკმაყოფილებენ შესაბამის საერთაშორისო სტანდარტებს ГОСТ 25226-82, ГОСТ 10832-91, ГОСТ 30566-98 [1,2,3].

3. ფორიანი და მკვრივი პერლიტისაგან მიღებული პროდუქტები ტექნოლოგიური პარამეტრებითა და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და მთლიანად აკმაყოფილებენ საერთაშორისო სტანდარტებს.

#### ლიტერატურა

1. ГОСТ 25226-96 «Щебень и песок перлитовые для производства вспученного перлита. Технические условия». Издание официальное. Москва, 1996. 20 с.
2. ГОСТ 10832-91 «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия». Издание официальное, Москва, 1991. 8 с.
3. ГОСТ 30566-98 «Порошок перлитовый фильтровальный. Технические условия». Издание официальное, Минск, 1998. 12 с.

СТУРУА Р.И., САМХАРАДZE Г.Н., САМХАРАДZE Н.И., АЛЕКСЕЕВА Л.В.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЛИТОВОГО СЫРЬЯ, ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТОВОГО ПЕСКА И ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ПЕРЛИТОВОГО ПОРОШКА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

На основе лабораторных исследований пористых и массивных перлитов Параванского месторождения полученные фракционированные и вспученные перлитовые пески, а также фильтрованные перлитовые порошки по своим качественными показателями полностью соответствуют требованиям международных стандартов.

STURUA R., SAMKHARADZE G., SAMKHARADZE N., ALEKSEEVA L.

#### RESEARCH OF PHYSICAL AND TECHNICAL PARAMETERS OF RAW PERLITE, EXPANDED PERLITE SAND AND PERLITE FILTER POWDER IN THE LABORATORY CONDITIONS

Based on laboratory studies fractionated, expanded and filtered perlite received from porous and massive Paravani deposit perlite by its quality indicators fully compliant with the requirements of international standards.

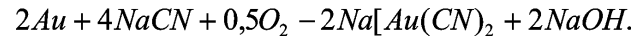
**დოქტორანტი ნ. ლომიძე, აკად. დოქტორი ზ. არაბიძე**  
**ოქროშემცველი სულფიდური მადნების გაფორმების ნარჩენების**  
**გადაამუშავების ბიოქიმიკალური ტექნოლოგიის**  
**გამოყენების ანალიზი**

ნაშრომში განხილულია ოქროშემცველი ღარიბი მხელად გადასამუშავებელი სულფიდური მადნებისა და გამდიდრების ნარჩენების გადაამუშავებასთან დაკავშირებული საკითხები. განხილულ შემთხვევაში სირთულეს განაპირობებს ის გარემოება, რომ ოქრო, წვრილდისპერსიული სახით, ინკაფსულირებულია სულფიდურ მინერალებში, კერძოდ, პირიტში, ქალკობირიტში, არსენობირიტში. ციანურების პროცესის წინ სულფიდური მინერალების დესტრუქციისათვის დამუშავებული გამოწვის, ან წნევის ქვეშ გამოტუტვის ნაცვლად, შემოთავაზებულია ბაქტერიული გამოტუტვა, როგორც იაფი და ეკოლოგიურად სუფთა მეთოდი ავტოტროფული თიობაქტერია *A. thiobacillus ferrooxidans*-ის გამოყენებით. ნაჩვენებია მეთოდის გამოყენების პერსპექტივა მადნეულის სპილენძ-კოლჩედაური მადნების ფლოტაციის კულებიდან ოქროს და სპილენძის ამოსაღებად.

მინერალური რესურსების გამოყენების ოპტიმიზაციის და გარემოს დაცვის მზარდმა პრობლემებმა სამთო გადამამუშავებელ მრეწველობაში განაპირობა ისეთი მიმართულებების განვითარება, რომელიც იძლევა, როგორც ტექნოლოგიური, ასევე გარემოს დაცვის ამოცანების გადაჭრის საშუალებას. გამდიდრების ტრადიციული მეთოდებით დღეისათვის ვერ ხერხდება მინერალურ ნედლეულში შემავალი ყველა სასარგებლო კომპონენტის სრული ამოკრეფა, რის გამოც წარმოების ნარჩენებში რჩება ფერადი, კეთილშობილი და იშვიათი ლითონების ნაწილი. ამჟამად მსოფლიოში დიდი ყურადღება ექცევა მილიონობით ტონა ტექნოგენური ნარჩენების გადაამუშავების პრობლემას. სამთო გადამამუშავებელი წარმოების ნარჩენები შეიძლება განხილული იქნეს, როგორც პოტენციური საწვავი ნაწილი. მაგრამ ეფექტური, იაფი და ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების არარსებობის გამო კომერციული კომპანიების დაინტერესება ასეთი ობიექტების მიმართ მცირეა. ამიტომ ახალი, თანამედროვე ტექნოლოგიების შემუშავება და ჩანერგვა აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს.

ოქროზე ფასების განუხრელმა ზრდამ საჭირო გახადა ისეთი ტიპის მინერალური ნედლეულის გადამამუშავება, რომლის გამოყენება ოქროს მისაღებად ადრე არარენტაბელურად ითვლებოდა. მაგალითად, ოქროს შემცველი, ღარიბი, მხელად გადასამუშავებელი (მეღვევი) სულფიდური მადნები და წარმოების ნარჩენები, რომლებშიც ოქრო წვრილდისპერსიული სახით (1-0,01 მკმ) დაკაფსულირებულია სულფიდურ მინერალებში და მისი გამოთავისუფლება მექანიკური მეთოდებით ვერ ხერხდება. ასეთი ტიპის ნედლეულში თავმოყრილია მსოფლიო ოქროს მარაგის თითქმის მესამედი. აქედან გამომდინარე, ცხადია, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ისეთი ეფექტიანი, ეკოლოგიურად სუფთა მეთოდების შემუშავება და ჩანერგვა, რომლებიც შესაძლებელს გახდის ამ ტიპის ნედლეულიდან კეთილშობილ ლითონებთან ერთად მასში არსებული სხვა სასარგებლო კომპონენტების ამოღებასაც. როგორც ცნობილია, მადნებიდან და კონცენტრატებიდან კეთილშობილი ლითონების ამოღებად ძირითადად ციანურების მეთოდით ხორციელდება. ამ დროს გამოიყენება ტუტე ლითონთა ციანურები – NaCN, Ca(CN)<sub>2</sub>, იშვიათად

KCN. ოქროს გახსნა მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციით

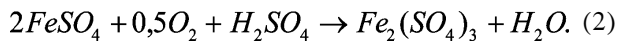


ციანურების პროცესის ეფექტიანობა მრავალ ფაქტორთანაა დაკავშირებული. მათგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ოქროს ზედაპირზე CN<sup>-</sup>-იონების შეღწევა-ღობის სიჩქარე.

როგორც აღვნიშნეთ, სულფიდურ მინერალებში არსებული ოქროს ციანურებით გახსნისათვის საჭიროა გამხსნელთან კონტაქტის მიზნით ოქროს ზედაპირის გარკვეული ნაწილის გაშიშვლება, რისთვისაც აუცილებელია სულფიდური მინერალების დესტრუქცია. ამ მიზნით, ციანურების პროცესის დაწყებამდე პრაქტიკაში ახდენენ დამუშავებულ გამოწვას, ან გამოტუტვას წნევით, რაც დაკავშირებულია დიდ ეკონომიურ დანახარავებთან და ეკოლოგიურ პრობლემებთან. ამ მეთოდების ალტერნატივაა ლითონთა ბაქტერიული გამოტუტვა. იგი ახალი სამეცნიერო-პრაქტიკული მიმართულების „ბიოქიმიკალური გზის“ ერთ-ერთი მეთოდია. მისი ძირითადი ამოცანაა მინერალური რესურსების რაციონალურად გამოყენების და მცირეზარჩენიანი ან უზარჩენო, ეკოლოგიურად სუფთა წარმოების უზრუნველყოფა.

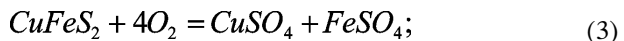
სულფიდური მადნების საბალოებში გავრცელებულია ე.წ. თიობაქტერიები – ავტოტროფული მიკროორგანიზმები, რომლებიც მონაწილეობენ სულფიდური მადნების დაჟანგვაში, რის შედეგადაც ხდება მინერალის კრისტალური გისოსის დაშლა ლითონების იონური სახით, წყალში გადასვლა და მადნების საბალოებიდან გამონაჟონი წყლებით მათი გამოტანა. ბიობაქტერიები – Acidithiobacillus ferrooxidans და Acidithiobacillus thiooxidans – წამყვან როლს ასრულებენ სულფიდური მინერალების დაჟანგვისა და ლითონების გამოტუტვის პროცესებში. სწორედ მათი მოქმედების შედეგია სულფიდური მადნების საბალოებიდან გამონაჟონი წყლების მჟავა რეაქცია.

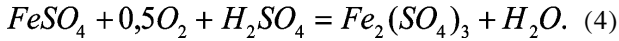
პირიტის დაშლის პროცესი მიმდინარეობს მიკროორგანიზმების მონაწილეობით შემდეგი რეაქციებით:



პირველი რეაქცია ბუნებაში ქიმიური გზით ძალზე ნელა მიმდინარეობს, მიკროორგანიზმების მოქმედებით კი – ინტენსიურად. რაც შეეხება მეორე რეაქციას, მისი განხორციელება მჟავა არეში ქიმიური გზით პრაქტიკულად გამორიცხებულია. იგი მხოლოდ მიკროორგანიზმების მოქმედებით არის შესაძლებელი. მიღებული ნაერთები კვლავ ურთიერთქმედებს პირიტთან, რის შედეგადაც პირიტი იშლება. ამ პროცესის დროს წარმოქმნილ ნაერთებს ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ქალკობირიტის დაჟანგვის პროცესი მიკროორგანიზმების თანხლებით შეიძლება შემდეგნაირად გამოისახოს:





მესამე რეაქცია მიკროორგანიზმების გარეშე ძალზე ნელა მიმდინარეობს, მეოთხე კი – მხოლოდ მიკროორგანიზმების მონაწილეობით, სპილენძის სხვა სულფიდების დაშლა კიდევ უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს.

მართლაც ღიდა მიკროორგანიზმების როლი არა მხოლოდ ბუნებაში მიმდინარე პროცესებში, არამედ მრეწველობის, კერძოდ, ფერადი, კეთილშობილი და იშვიათი ლითონების მიღების ტექნოლოგიაში.

ამჟამად ბიოჰიდრომეტალურგიის მეთოდით ოქროს ამოღება მედვეი მადნებიდან და ტექნოგენური ნარჩენებიდან ყველაზე პროგრესულად არის მიხნეული საზღვარგარეთის ოქროსმოპოვებელი ქვეყნების (კანადა, ავსტრალია, სამხრეთ აფრიკის ქვეყნები და სხვა) პრაქტიკაში.

ღიდა ხნის მანძილზე სპილენძის მისაღებად კაცობრიობა იყენებდა ჰიდრომეტალურგიულ პროცესებს, მაგრამ ამ პროცესებში მიკროორგანიზმების მონაწილეობის შესახებ არაფერი იცოდა. მხოლოდ XX საუკუნის 70-იან წლებში, მას შემდეგ, რაც დაიწყო სულფიდური მადნების საბადოებზე მიკროორგანიზმების მოქმედების საფუძვლიანი შესწავლა, ცხადი გახდა, რომ სულფიდური მინერალების დაჟანგვის პროცესები მიმდინარეობს მიკროორგანიზმების მონაწილეობით. ამჟამად სპილენძის მადნების ბაქტერიული გროვითი და მიწისქვეშა გამოტუტვა ფართოდ არის ჩანერგილი მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის პრაქტიკაში. სპილენძის წარმოების 1/3 ნაწილს შეადგენს ბაქტერიული გამოტუტვით მიღებული სპილენძი. ამ მეთოდით სპილენძის წლიური წარმოება შეადგენს: აშშ – 100 ათას ტონას; ავსტრალიაში – 25 ათას ტონას; როდუზიაში – 70 ათას ტონას; მექსიკაში – 96 ათას ტონას; ესპანეთში – 90 ათას ტონას; პორტუგალიაში – 15 ათას ტონას; რუსეთში (ურალი) – 500 ტონას.

ბაქტერიული მეთოდის გამოყენებით სპილენძის მოპოვება ისეთი ტიპის მადნებიდან, სადაც მისი შემცველობა 0,1-0,3 %-ის არ აღემატება, 2-5-ჯერ უფრო იაფი ჯდება პირომეტალურგიულ მეთოდთან შედარებით.

ღლეისათვის საქართველოში ოქროშემცველი მადნები

დაძიებულია ბოლნისის, რაჭის, სვანეთის, აჭარის რეგიონებში. ოქროს შემცველია როგორც ფერადი ლითონების სულფიდური მადნები, ასევე მორადი კვარციტები.

ბოლნისის რაიონის მადნეულის პოლილითონური საბადოს სპილენძის მადნების მოპოვება და გაგვიძრება წარმოებს 1975 წლიდან დღემდე.

მამიდრებელი ფაბრიკის ექსპლუატაციის განმავლობაში კულესაცავში დასაწყობებული ნარჩენების რაოდენობა 40 მლ ტონას შეადგენს, სპილენძის საშუალო შემცველობა 0.22-0.24%-ია, ოქროს შემცველობა 0.61-0.65 გრ/ტნ, სულფიდის შემცველობა 6-7 %.

კულესაცავი, დასაწყობებული ლითონური სპილენძისა და ოქროს რაოდენობის მიხედვით მიეკუთვნება ტექნოგენურ საბადოს.

აქედან გამომდინარე, ცხადად ჩანს, რომ ბაქტერიული გამოტუტვის მეთოდის გამოყენება გადამუშავების ტექნოლოგიურ სქემაში, საკმაოდ დროული და პერსპექტიულია.

### ლიტერატურა

1. Зеленев В.Н. Методика исследования золотосодержащих руд. „Недра”, Москва, 1989. 320 с.
2. Коравайко Г.Н. и др. Роль микроорганизмов и выщелачивания металлов из руд. „Наука”, Москва, 1972. 276 с.
3. Лодейщиков В.В. Извлечение золота из упорных руд и концентратов. „Наука”, Москва, 1968. 410 с.
4. Ласкорин Б.Н. и др. Гидрометаллургия золота. „Наука”, Москва, 1980. с. 76-88.
5. Iagroop Dahiya S. Microbial leaching of metals, Indian, Journal, Micr., 30, №1, 1990. pp. 1-12.
6. ნ. ჯიქია და სხვები. მადნეულის სპილენძის ფლოტაციური ფაბრიკის დასაწყობებული კულების გადამუშავების ოპტიმალური ტექნოლოგიის შერჩევის საკითხები. „სამთო ჟურნალი”, №2 (21), თბილისი, 2013. გვ. 34-37.

### ЛОМИДЗЕ Н. Н., АРАБИДЗЕ З. Д. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ РУД

Сложность переработки золотосодержащих бедных, трудноперерабатываемых сульфидных руд и отходов обогащения вызвана (определена) тем, что золото в мелкодисперсном виде инкапсулировано в сульфидных минералах, в частности, в пирите, халькопирите, арсенипирите. Перед цианированием, для деструкции сульфидных минералов, вместо окислительного обжига или выщелачивания под давлением, предложено бактериальное выщелачивание автотрофными тиобактериями *A. thiobacillus ferrooxidans*, как дешевый и экологически чистый метод. Показана перспектива применения метода для выделения золота и меди из флотационных хвостов медно-колчеданных руд Маднеули.

### LOMIDZE N., ARABIDZE Z. ANALYSIS OF BIOHYDROMETALLURGICAL TECHNOLOGIES USE BY PROCESSING OF DRESSING OF WASTE MATERIAL OF GOLD CONTAINED SULFIDE ORES

The reason of the difficulty in processing gold-bearing, poor, hard for processing sulfide ore and enriched wastes is that gold in the highly dispersed form is encapsulated in sulfide minerals, in particular: pyrite, chalcopyrite and arsenopyrite. Before cyanidation for the destruction of sulfide minerals instead of oxidizing roasting or leaching under pressure, bacterial leaching is proposed as a cheap and environmentally friendly method using autotrophic tiobacteria *A. thiobacillus ferrooxidans*. The perspective of using method for extracting gold and copper from flotation tails of Madneuli copper-pyritic ores is demonstrated.

**ტაძე. მიცნ. დოქტორი, პროფესორი ლ. მახარაძე,  
აკად. დოქტორი ნ. ხუნდაძე, დოქტორანტი ვ. გელაშვილი,  
მაგისტრანტი თ. სოსხაძე**

**მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში  
არასტაციონარული პროცესების დროს წნევების ნაზარდზე  
მაღემაფირებული მოწყობილობების გავლენის ანალიზისათვის.**

*ნაშრომში განხილულია მათემატიკური მოდელი მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში არასტაციონარული პროცესების დროს წნევების ნაზარდზე მაღემაფირებული მოწყობილობების გავლენის ანალიზისათვის. იგი ითვალისწინებს პროცესში მონაწილე ყველა ელემენტის, მილსადენში ტრანსპორტირებული თხევადი მასისა და ჰიდროდინამიკური ნაკადის პარამეტრებს, კერძოდ: მილსადენი მაგისტრალის გეომეტრიულ პარამეტრებს; იმ მასალის, რომლისგანაც დამზადებულია მილები და მათში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს; მილსადენ მაგისტრალში ჩართული ტუმბოების რაოდენობას, მათ მანძილსა და მილსადენ მაგისტრალში ჩართვის ადგილებს; მაღემაფირებული მოწყობილობების მუშა ორგანოების გეომეტრიულ პარამეტრებს და იმ მასალების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს, რომელსგანაც დამზადებულია ისინი. მოცემულია აგრეთვე რეკომენდაციები მათემატიკური მოდელის გამოყენებისათვის რეალური კონკრეტული პირობების შემთხვევაში მაღემაფირებული მოწყობილობის გამოყენებისას.*

მილსადენი ჰიდროტრანსპორტი სატვირთო ტრანსპორტის ერთ-ერთ ძირითად სახეობად იქცა უკვე მეოცე საუკუნის ბოლოსათვის. იგი მრეწველობის მრავალ სფეროში გამოიყენება ძალზე ეფექტურად იმ მრავალი გამოკვეთილი უპირატესობის გამო, რომლებიც მას გააჩნია ტრანსპორტის ტრადიციულ სახეობებთან შედარებით. უმთავრესი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ იგი ეკოლოგიურად ძალზე სუფთაა.

სხვადასხვა სახის დანიშნულების მილსადენი ჰიდროტრანსპორტიდან დღესდღეობით პირველობა მაგისტრალურ ნავთობ და გაზსადენებს ეკუთვნით, რომელთა სიგრძე (ცალკეული მათგანის) რამდენიმე ათას კილომეტრს აღემატება. ტრანსპორტირების სიგრძე პრინციპულად შეუზღუდავია, თუ მილსადენ მაგისტრალში ჩართული იქნება ტრანსპორტირების საშუალების-ტუმბოების საჭირო რაოდენობა. დღესდღეობით ამ დანიშნულებისათვის უმთავრესად გამოიყენება ცენტრიდანული ტუმბოები, რომელთა კონსტრუქციული შესრულება (მუშა ორგანოების გეომეტრიული ზომები) დამოკიდებულია სატრანსპორტირებული (მისაწოდებელი) თხევადი მასის რაოდენობაზე (მოცულობაზე, რითაც განისაზღვრება ტუმბოს მწარმოებლურობა) და ტრანსპორტირების მანძილზე (ტუმბოს მიერ განვითარებულ წნევაზე). დღესდღეობით არ არსებობს ცენტრიდანული ტუმბოები, რომელთაც შესწევთ უნარი მოახდინონ დიდი მოცულობის ნავთობის და ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირება შორ მანძილებზე. ამ

პრობლემის გადასაწყვეტად აუცილებელია მილსადენ მაგისტრალში ტუმბოები ჩართული იქნეს მიმდევრობით, ნაკადის გაწყვეტის გარეშე, ანუ სქემით „ტუმბო ტუმბოში“ [1-3]. ასეთი სქემა გამართლებულია როგორც ეკონომიკურად, ასევე მართვის თვალსაზრისითაც. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მაგისტრალური ნავთობსატრანსპორტო სისტემები, როგორც წესი, მრავალსაფეხურიანია. საფეხურების რაოდენობა, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დამოკიდებულია თხევადი მასის ტრანსპორტირების მანძილზე, აგრეთვე ტრანსპორტირებული მასის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე.

როგორც ცნობილია, მრავალსაფეხურიან მილსადენ მაგისტრალურ ნავთობსატრანსპორტო სისტემებში, ექსპლუატაციის სპეციფიკიდან გამომდინარე, ხშირად ხდება არასტაციონარული პროცესების განვითარება. ასეთ შემთხვევებში ხშირად ადგილი აქვს წნევების დასაშვებ მნიშვნელობაზე მეტად გაზრდას, რაც ხშირად სერიოზული ავარიების მიზეზი ხდება, მწყობრიდან გამოდის სატუმბო დანადგარები, მილსადენები, სამილსადენო არმატურა და სისტემაში ჩართული სხვა ელემენტები. შედეგად ხდება ნავთობის დაღვრა გარემოში, მისი დაბინძურება და მთლიანად სისტემის მოცდენა საკმაოდ დიდი ხნით. ყოველივე ეს განაპირობებს მნიშვნელოვან ტექნიკურ-ეკონომიკურ ზარალს, მნიშვნელოვნად ამცირებს სისტემის ექსპლუატაციის საიმედოობას.

ყოველივე აღნიშნულის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა განხორციელდეს ეფექტური ღონისძიებები, რომლებიც შეიძლება ძალზე მრავალფეროვანი იყოს ექსპლუატაციისას კონკრეტული არასტაციონარული პროცესების წარმოქმნისა და განვითარების ხასიათის შესაბამისად.

ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზის შედეგების საფუძველზე, მაგისტრალურ ნავთობსადენ სისტემებზე არასტაციონარული პროცესების წარმოქმნისა და განვითარების ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ჰიდროდინამიკური პარამეტრების ცვალებადობის კანონზომიერებაზე, შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს:

- 1 - სისტემის ტუმბო-ელექტროძრავა ინერციულობა;
2. ჰიდრაულიკური დარტყმებისგან დამცავი საშუალებები, რომლებიც პირობითად, ძალზე გამსხვილებული კლასიფიკაციით შეიძლება ორ ჯგუფში გაერთიანდეს [4-6]: ა) არასტაციონარული პროცესების დროს წნევის ნაზარდის შემცირების (დემფირების) მოწყობილობები, რომელთა მუშა ორგანოები შესრულებულია დრეკად-პლასტიკური მასალებისაგან დამზადებული სხვადასხვა ფორმის ჰაერით შევსებული ელემენტებისაგან, აგრეთვე მართკუთხედის (კვადრატის) ფორმის განივკვეთის მქონე მილის მონაკვეთებისაგან დემფირების უნარის მაძლიერებელი სხ-

გადასხვა დრეკად-პლასტიკური მასალებით და ელემენტებით; ბ) სხვადასხვა კონსტრუქციული შესრულების დამცავი განმტვირთავი სარქველები, რომლებიც ძირითადად ძალზე მაღალ წნევიან სისტემებში გამოიყენებიან; გ) ზოგიერთ განსაკუთრებულ შემთხვევებში ორივე ჯგუფში (ა და ბ) შემაჯავლი მოწყობილების ერთდროულად გამოყენება; 3. მაგისტრალური მილსადენის დიამეტრისა და მისი კედლის სისქის ცვალებადობა, რასაც, როგორც წესი, ადგილი აქვს მხოლოდ მაგისტრალურ მილსადენ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში, როდესაც მილსადენი მაგისტრალის სიგრძის გასწვრივ მიშენლოვნად იცვლება წნევა; 4. მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის ნაკადის არასტაციონარულობა.

მიუხედავად იმისა, რომ პრობლემა ძალზე მნიშვნელოვანია და არც თუ ისე ახალი, დღესდღეობით არ არსებობს სრულყოფილი მათემატიკური მოდელები, რომლებიც სრულად მოიცავდნენ ყველა იმ ფაქტორს, რომელთა გათვალისწინება აუცილებელია, რათა რაც შეიძლება დიდი სიზუსტით იქნეს განსაზღვრული მილსადენ მაგისტრალში მიმდინარე არასტაციონარული პროცესის დროს ჰიდროდინამიკური პარამეტრების მნიშვნელობები, მითუმეტეს მაშინ, როდესაც მილსადენ მაგისტრალში ჩართულია წნეგების უეცარი გაზრდის წინააღმდეგ ბრძოლის სხვადასხვა პრინციპზე მომუშავე საშუალებები.

განხილულ სისტემებში არასტაციონარული პროცესების ანალიზისა და ჰიდროდინამიკური პარამეტრების მნიშვნელობების განსაზღვრის მიზნით ჩვენს მიერ შედგენილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც წარმოადგენს დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას შემდეგი სახით [7, 8]

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial P}{\partial x} &= \frac{\partial(\rho U)}{\partial t} = 2c\rho U + f(x,t); \\ -\frac{1}{a^2} \frac{\partial P}{\partial t} &= \frac{\partial(\rho U)}{\partial x} + \varphi(x,t), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

სადაც  $P$  - მილსადენ მაგისტრალში განვითარებული წნევა, პა;  $\rho$  - მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>;  $U$  - მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე დამყარებული რეჟიმის დროს, მ/წმ;  $a$  - მილსადენ მაგისტრალში იმპულსის (ჰიდრაულიკური დარტყმის ტალღის) გავრცელების სიჩქარე, მ/წმ;  $\lambda$  - მილსადენი მაგისტრალის ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი;  $D_g$  - მილსადენი მაგისტრალის შიგა დიამეტრი, მ.

$$2c = \left( \frac{\lambda U}{2D_g} \right)_{\text{საშ.}} - \text{ლინეარისაციის (გაწრფივების)}$$

კოეფიციენტი.

განტოლებათა სისტემაში (1) ფუნქციური დამოკიდებულების  $f(x, t)$  ცხადი სახით წარმოდგენით შესაძლებელია გათვალისწინებული იქნეს შემდეგი ფაქტორები: მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული შუალედური ტუმ-

ბოების მიერ განვითარებული წნეგები; ამ ტუმბოების მილსადენ მაგისტრალში განთავსების ადგილები; ტუმბოების ამუშავების და გაჩერების ხანგრძლივობა, მათი ინერციულობა (სისტემის ტუმბო-ელექტროძრავა); თხევადი მასის მოძრაობის არასტაციონარულობის გავლენა ხახუნზე, ხოლო ფუნქციური დამოკიდებულების  $\varphi(x, t)$  ცხადი სახით წარმოდგენით - მილსადენი მაგისტრალიდან თხევადი მასის არინება და მასში დაჭირხნის ადგილები, ამ ოპერაციების ხანგრძლივობა; მილსადენ მაგისტრალში ჰიდრაულიკური დარტყმებისაგან დამცავი განმტვირთავი მოწყობილობების განთავსების ადგილი, მათი მოქმედების დროის ხანგრძლივობა და პარამეტრები.

არასტაციონარული პროცესების დროს წნეგების ნახარდის შემამცირებელი მოწყობილობების (დემფერების) გამოყენების შემთხვევაში, როდესაც ისინი განთავსებული არიან ყველაზე მეტად სენსიტიურ ადგილებში, ან შემთხვევებში თუ მილსადენი მაგისტრალის დიამეტრი იცვლება გარკვეულ მანძილებზე, ამ ფაქტორების ძირითადი პარამეტრების გათვალისწინება არასტაციონარული პროცესის მათემატიკური ანალიზის დროს შეიძლება სასაზღვრო პირობებში:

$$\left. \begin{aligned} P(\ell_1^i, t) &= P(\ell_2^i, t); \\ U(\ell_1^i, t) &= \beta_i U(\ell_2^i, t) + K_{\text{გ}} \frac{\partial P(\ell^i, t)}{\partial t}, \quad (i=1, 2, \dots, n), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

სადაც  $K_{\text{გ}}$  - პარამეტრი, რომელიც ითვალისწინებს მადემფირებელი ელემენტების დემფირების უნარს კონსტრუქციული შესრულებიდან დამოკიდებულებით;  $\ell^i$  - მანძილი მილსადენი მაგისტრალის დასაწყისიდან მასთან მადემფირებელი მოწყობილობის მიერთების მილტუჩამდე, მ;  $\ell_1^i$  და  $\ell_2^i$  - მანძილი მილსადენ მაგისტრალთან მადემფირებელი მოწყობილობის მიერთების შესაბამისად საწყის და საბოლოო წერტილებს შორის, მ;

$$\beta_i = \left( \frac{D_i}{D_{i-1}} \right)^2,$$

$D_{i-1} - \ell^i - \ell^{i-1}$  - სიგრძის მილსადენი მაგისტრალის დიამეტრი, მ;

$$i=1, 2, \dots, n+1; \quad \ell^0 = 0; \quad \ell^{n+1} = L_g;$$

$L_g$  - მილსადენი მაგისტრალის სრული სიგრძე, მ.

განხილულ შემთხვევაში წნევისა და სიჩქარის ცვალებადობა მილსადენი მაგისტრალის დასაწყისის და დასასრულის ბოლო კვეთებში განისაზღვრება შემდეგი სასაზღვრო პირობებიდან:

$$\left. \begin{aligned} P(0, t) &= \varphi_0(t); \\ U(L_g, t) &= f_0(t). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მადემფირებელი მოწყობილობების გამოყენებისას, მილსადენი მაგისტრალის

ცალკეულ უბნებზე, ტალღის გავრცელების სიჩქარეს არასტაციონარული პროცესების დროს ექნება სხვადასხვა მნიშვნელობები. აღნიშნოთ ისინი  $a_i$ -ით.  $\ell^i - \ell^{i-1}$  სიგრძის მილსადენი მაგისტრალის მონაკვეთს ტალღა

გაივლის დროის მონაკვეთში  $\frac{\ell^i - \ell^{i-1}}{a_i}$ , ხოლო მთელ

მილსადენ მაგისტრალს  $\sum_{i=1}^{n+1} \frac{\ell^i - \ell^{i-1} a_i}{a_i}$  დროის მონაკვეთში.

მაშინ ტალღის გავრცელების სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობა, ნ. ჟუკოვსკის თეორიის [9] გათვალისწინებით, გამოითვლება ფორმულით

$$a = \frac{L_a}{\sum_{i=1}^{n+1} \frac{\ell^i - \ell^{i-1}}{a_i}} = \frac{L_a a_0}{\sum_{i=1}^{n+1} [\ell^i - \ell^{i-1}] \sqrt{1 + \frac{D_{i-1} E}{\delta_{i-1} E_a}}} \quad (4)$$

სადაც  $\delta_i - \ell^i - \ell^{i-1}$  სიგრძის მილსადენი მაგისტრალის კედლის სისქე, მ;  $a_0$  - ბეგრის (იძულის) გავრცელების სიჩქარე წყალში [7, 9], მ/წმ;  $E_a$  - იმ მასალის მოცულობითი დრეკადობის მოდული, რომლისგანაც დამზადებულია მილსადენი მაგისტრალის მილები, პა;  $E$  - მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის მოცულობითი დრეკადობის მოდული, პა.

ჩვენს მიერ შესრულებული მსოფლიო საპატენტო ფონდის ანალიზის საფუძველზე შექმნილი სადაწნო მილსადენ მაგისტრალში არასტაციონარული პროცესების დროს წნევის ნაზარდის შემცირების (დემპფირების) საშუალებების ლაბორატორიულ და სამრეწველო პირობებში შესრულებული ფართომასშტაბიანი კვლევების საფუძველზე დადგინდა იქნა, რომ ყველაზე უფრო ეფექტურ და საიმედო საშუალებებს მიეკუთვნებიან მოწყობილობები, რომელთა მუშა ორგანოები შესრულებულია დრეკად-პლასტიკური მასალებისგან დამზადებული სხვადასხვა ფორმის ჰაერით შევსებული ელემენტებისაგან, აგრეთვე მართკუთხედის (კვადრატის) ფორმის განივკვეთის მქონე მილის მონაკვეთებისაგან დემპფირების უნარის მაძლიერებელი სხვადასხვა დრეკადი პლასტიკური მასალებითა და ელემენტებით [4-8, 11, 12].

თუ ამ მოწყობილობების და ელემენტების მუშა ორგანოების ძირითადი პარამეტრების მნიშვნელობები შეტანილი იქნება (1) განტოლებათა სისტემის ამოხსნისათვის საჭირო სასაზღვრო პირობებში (2) შემავალ კოეფიციენტში  $K_{\text{გ}}$ , შესაძლებელი იქნება განისაზღვროს მათი მილსადენ მაგისტრალში ჩართვისას, წნევების ცვალებადობის კანონზომიერება მილსადენის სიგრძის გასწვრივ, ანუ ანალიზურად შემოწმდეს მათი დემპფირების უნარი, დემპფირების დონე და მუშაობის საიმედოობა.

1. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г., Юфин В.А., Яковлев Е.И. Трубопроводный транспорт нефти и газа (2-е издание переработанное и дополненное). «Недра», Москва, 1988. 368 с.

2. Щербаков С.Г. Проблемы трубопроводного транспорта нефти и газа. «Наука», Москва, 1982. 206 с.

3. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. «Недра», Москва, 1977. 366 с.

4. Махарадзе Л.И. Устройства для гашения резких повышений давления в напорных трубопроводах. Обзорная информация. Важнейшие изобретения года. Серия «Машины и механизмы». Изд-во ЦНИИПИ, Москва, 1977. 53 с.

5. Махарадзе Л.И. Эффективные средства защиты напорных трубопроводов от гидравлического удара. Обзорная информация. Строительство и архитектура. Серия 6, Санитарно-техническое обслуживание объектов строительства. Выпуск 1, ЦИНИС, Москва, 1979. 67 с.

6. Махарадзе Л.И. Защита гидротранспортных систем от гидравлических ударов. Стройиздат, Москва; «Мецниереба», Тбилиси, 1996. 150 с.

7. Махарадзе Л.И., Кирмелашвили Г.И. Нестационарные процессы в напорных гидротранспортных системах и защита от гидравлических ударов. «Мецниереба», Тбилиси, 1986. 152 с.

8. Махарадзе Л.И. Гидравлический удар в промышленных трубопроводах гидротранспортных систем и борьба с ним. В книге «Transport and Sedimentation of Solid Particles». Вроцлав, 1980. A25 - 1-A25- 11 pp.

9. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в трубопроводах. Гостехтеоретиздат, Москва-Ленинград, 1949. 104 с.

10. Двухшерстов Г.И. Гидравлический удар в трубах некруглого сечения и потоке жидкости между упругими стенками. Ученые записки МГУ, серия механика, выпуск 122, том 2. Москва, 1948. с.17-76.

11. Makharadze L., Khatiasvili K., Sharikadze A. Calculation of Means of Protection of Hydrotransport System from Sharp Increases of Pressure. 14<sup>th</sup> International Conference on "Transport and Sedimentation of Solid Particles". 23-27 June 2008, Saint Petersburg, Russia. pp.371-376 .

12. Makharadze L., Khatiasvili K., Sharikadze A. Computer program of calculating operational and construction parameters and investigations of effectiveness of reliable means for pressure systems protection from water hammers. "Mining Journal", N2(23), Tbilisi, 2009. pp.56-63.

MAKHARADZE L., KHUNDADZE N.,  
GELASHVILI V., SOKHADZE T.  
FOR ANALYSES OF DAMPING  
EQUIPMENT IMPACT ON PRESSURE  
INCREASE DURING NONSTATIONARY  
PROCESSES IN MULTISTAGE OIL  
PIPELINES

МАХАРАДЗЕ Л.И., ХУНДАДЗЕ Н.Ш.,  
ГЕЛАШВИЛИ В.Д., СОХАДЗЕ Т.З.  
ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ДЕМПИРУЮЩИХ  
УСТРОЙСТВ НА ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЙ  
ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССАХ В  
МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ  
НЕФТЕПРОВОДАХ

The article reviews mathematical model for analyses of damping equipment impact on pressure increase during nonstationary processes in multistage oil pipelines. It foresees the parameters of all process elements, transported liquid flow in the pipeline and hydrodynamic flow, more precisely: geometrical parameters of pipeline; physical-mechanical characteristics of the pipeline material and transported liquid flow in it, the quantity of pumps connected to pipeline, their characteristics and connecting points; geometrical parameters of operating parts of the damping equipment and physical-mechanical characteristics of the material parts are produced by. Also recommendations are given for using this model in specific, real cases with damping equipment.

В работе рассмотрена математическая модель для анализа влияния демпфирующих устройств на повышение давлений при нестационарных процессах в многоступенчатых магистральных нефтепроводах. Она учитывает параметры, участвующих в процессе всех элементов, транспортированной по трубопроводу жидкой массы и гидродинамического потока, в частности: геометрические параметры трубопроводной магистрали; физико-механические свойства материала из которого изготовлены трубы и транспортированной в них жидкой массы; количество включенных в трубопроводной магистрали насосов, место их включения в магистраль и их рабочие характеристики; геометрические параметры рабочих органов демпфирующих устройств и физико-механические свойства материалов из которых они изготовлены. Так же даны рекомендации по использованию этой модели в конкретных реальных случаях при наличии демпфирующих устройств.

უპკ 658.265

**ტიქნ. მეცნ. დოქტორი ვ. სილაბაძე,  
ტიქნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი ლ. მახარაძე,  
აკად. დოქტორი მ. ჯანაშია  
სს „მადნეულის“ ადვინისტრაციული შენობის მიმდებარე ობიექტების წყალმომარაგების სარეკონსტრუქციო სისტემის ჰიდრაულიკური ანალიზი. კერძოდ, წინასწარ განსაზღვრული ცალკეული მომხმარებლის სუფთა წყალზე მოთხოვნილების მიხედვით შემუშავებულია წყლის მიწოდების რაციონალური სქემა, რომელიც მოიცავს ქსელის შერჩეულ უბნებზე გასატარებელი ხარჯების მიხედვით პლასტმასის მილების დიამეტრების შერჩევას ეკონომიკური ფაქტორის გათვალისწინებით და მათი ოპტიმალური სარეჟიმო პარამეტრების განსაზღვრას.**

ნაშრომში განხილულია სს „მადნეული“-სათვის შესრულებული პროექტის „წყალმომარაგების სისტემის სარეკონსტრუქციო ღონისძიებების დამუშავება“ ერთ-ერთი ძირითადი საკითხის - ადვინისტრაციული შენობის მიმდებარე ობიექტების წყალმომარაგების სარეკონსტრუქციო სისტემის ჰიდრაულიკური ანალიზი. კერძოდ, წინასწარ განსაზღვრული ცალკეული მომხმარებლის სუფთა წყალზე მოთხოვნილების მიხედვით შემუშავებულია წყლის მიწოდების რაციონალური სქემა, რომელიც მოიცავს ქსელის შერჩეულ უბნებზე გასატარებელი ხარჯების მიხედვით პლასტმასის მილების დიამეტრების შერჩევას ეკონომიკური ფაქტორის გათვალისწინებით და მათი ოპტიმალური სარეჟიმო პარამეტრების განსაზღვრას.

ბის მოთხოვნილება წყალზე და მოთხოვნილება-მიწოდება გარკვეულ წილად შეუსაბამობაშია.

აქედან გამომდინარე, დღის წესრიგში დადგა არსებული წყალმომარაგების სისტემის რეკონსტრუქციის საკითხი. საწარმოს ხელმძღვანელობასთან წინასწარვე გადაწყდა არსებული სისტემის მიწები განლაგებულიყო მიწის ზედაპირზე. ასევე გადაწყდა განხილულიყო ორი ვარიანტი: ფოლადის მილების და პლასტმასის მილების გამოყენებისა. ჩვენს მიერ გაკეთდა ორთავე ვარიანტის დეტალური ჰიდრაულიკური ანალიზი, ხოლო საწარმოს საპროექტო ჯგუფმა ანალიზის მონაცემებზე დაყრდნობით, გააკეთა ვარიანტების ეკონომიკური შეფასება. ანალიზმა აჩვენა პლასტმასის მილების გამოყენების აშკარა ეკონომიკური უპირატესობა.

სს „მადნეულის“ მამდიდრებელი ფაბრიკის მიმდებარე ტერიტორიაზე განლაგებული ობიექტების სუფთა წყლით მომარაგების სისტემა ფუნქციონირებს საწარმოს ექსპლუატაციაში შესვლის მომენტიდან, რაც 30 წელზე მეტს ითვლის. ამ ხნის განმავლობაში სისტემის სერიოზული რეკონსტრუქცია არ მომხდარა. მიწები მოძველებულია და ადგილი აქვს წყლის დანაკარგებს. ამასთან ნაწილობრივ შეიცვალა წყლის მომხმარებელი ობიექტები

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია მხოლოდ პლასტმასის მილების გამოყენების ვარიანტის ჰიდრაულიკური ანალიზი. აღნიშნულის შესრულებისას ვინელომდე-განვლეთ საწარმოს სამარკშიედერო განყოფილების მიერ გადაღებული ტოპოგრაფიული.

მოთხოვნილება სუფთა წყალზე ცალკეული ობიექტების მიხედვით (აღებული გარკვეული მარაგით) შემდეგია [1]:

|     |   |                          |
|-----|---|--------------------------|
| 1.  | სამსხვერველები (ზედა, ქვედა და ახალი, რომელიც უნდა დამონტაჟდეს) | 120,0 მ <sup>3</sup> /სთ |
| 2.  | რეაგენტების საამქრო   | 40,0 მ <sup>3</sup> /სთ  |
| 3.  | ფილტრაციის საამქრო (ფსუ)  | 30,0 მ <sup>3</sup> /სთ  |
| 4.  | კირის საამქრო   | 80,0 მ <sup>3</sup> /სთ  |
| 5.  | კარიერის სატუმბი  | 180,0 მ <sup>3</sup> /სთ |
| 6.  | მთავარი კორპუსი (სხვადასხვა ხარჯები)                            | 100,0 მ <sup>3</sup> /სთ |
| 7.  | ადმინისტრაციული კორპუსი   | 10,0 მ <sup>3</sup> /სთ  |
| 8.  | ფაბრიკის ადმინისტრაციული კორპუსი                                | 8,0 მ <sup>3</sup> /სთ   |
| 9.  | სასადილო  | 10,0 მ <sup>3</sup> /სთ  |
| 10. | საწყობი   | 2,0 მ <sup>3</sup> /სთ   |
| 11. | ქვესადგური  | 1,0 მ <sup>3</sup> /სთ   |
| 12. | მექანიკური საამქრო  | 1,0 მ <sup>3</sup> /სთ   |
| 13. | საკონტროლო გამზომი ხელსაწყოების შენობა                          | 1,0 მ <sup>3</sup> /სთ   |
| 14. | ვაგონების სამრეცხაო   | 3,0 მ <sup>3</sup> /სთ   |
| 15. | დასახლებისათვის მისაწოდებელი                                    | 40,0 მ <sup>3</sup> /სთ  |
|     | სულ   | 626,0 მ <sup>3</sup> /სთ |

დასახლებისათვის მისაწოდებელი სუფთა წყლის ხარჯი ჩვენს მიერ განსაზღვრულია შემდეგნაირად: დასახლებაში სულაღობა მიღებულია 3000 კაცი. სამშენებლო ნორმებისა და წესებით (СНиП II-31-74) [2, 3] წყლის ხარჯი სამეურნეო-სასმელი საჭიროებისათვის ერთ სულ მოსახლეზე (შენობაში შიგა წყალსადენით და კანალიზაციით, აბაზანით და წყალგამაცხელებლით) შეადგენს 160-230 ლიტრს დღე-ღამეში. ვიღებთ საშუალოდ 200 ლიტრს დღე-ღამეში. იმის გათვალისწინებით, რომ წყლის ხარჯის ძირითადი ნაწილი მოდის დილის 8 საათიდან 12 საათამდე მონაკვეთში, წყლის დღე-ღამური ხარჯი ნაწილდება (გარკვეული მარაგით) 16 საათზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, წყლის საათური ხარჯი დასახლებისათვის იქნება  $(3000 \times 200) : 1000 \times 16 = 37,5$  მ<sup>3</sup>/სთ, ვიღებთ 40,0 მ<sup>3</sup>/სთ-ს.

ანალოგიური მეთოდით დადგენილია ადმინისტრაციული კორპუსებისა და სასადილოსათვის მისაწოდებელი სუფთა წყლის ხარჯი. მხოლოდ დატვირთვა განაწილებულია 8 საათზე.

ზემოთ ჩამოთვლილი ობიექტების სადაწნეო ავზიდან წყალმომარაგების ჰიდრავლიკური საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.

სახანძრო უსაფრთხოებისათვის ცალკე დამატებითი წყალი არ არის გათვალისწინებული. ამისათვის სისტემაში გათვალისწინებულია სახანძრო ჰიდრანტები.

წყალმომარაგების სისტემის მიმართ წინასწარ იყო წაყენებული მოთხოვნა, რომ კუდებსაცავიდან მამდიდრებელი ფაბრიკისათვის საბრუნო წყლის მიწოდების შეფერხების შემთხვევაში მას უნდა უზრუნველყო 1200 მ<sup>3</sup>/სთ სუფთა წყლის მიწოდება სადაწნეო ავზიდან 500,0 მ<sup>3</sup> მოცულობის ავზამდე (იხ. ნახ. 1), რათა არ გაჩერებულიყო ფაბრიკა.

რეალური პირობების გათვალისწინებით, აღნიშნულის დასადასტურებლად ჩატარებული იქნა შემდეგი ანალიზი: სადაწნეო ავზის ძირის ნიშნული არის 830,0 მ, ხოლო თავის - 835,0 მ. ანგარიშისათვის ვიღებთ უარეს შემთხვევას, როცა წყლის ღონე ავზში მინიმალურია

(830,0 მ). 500,0 მ<sup>3</sup>-იანი მოცულობის ავზის ნიშნულია 779,0 მ. მანძილი სადაწნეო ავზიდან კირის საამქრომდე (სადაც დგას ძირითადი საკვალთი) შეადგენს 1250,0 მ-ს, ხოლო საკვალთიდან მანაწილებელ კვანძამდე (წერტილი 1, იხ. ნახ. 1) - 165,0 მ-ს. მილის გარე დიამეტრი აღნიშნულ წერტილამდე არის  $d_{გარ.} = 426,0$  მმ, რომელიც სადაწნეო ავზიდან წერტილამდე 1 რჩება უცვლელი. მანაწილებელ კვანძიდან (წერტილი 1) 500,0 მ<sup>3</sup>-იან ავზამდე (წერტილი 3) გრძელდება პლასტმასის მილით  $d_{გარ.} = 400$  მმ (კედლის სისქე 23,7 მმ), სიგრძე  $L = 375,0$  მ. ამის შემდეგ განისაზღვრა სადაწნეო ავზიდან 500,0 მ<sup>3</sup>-იან

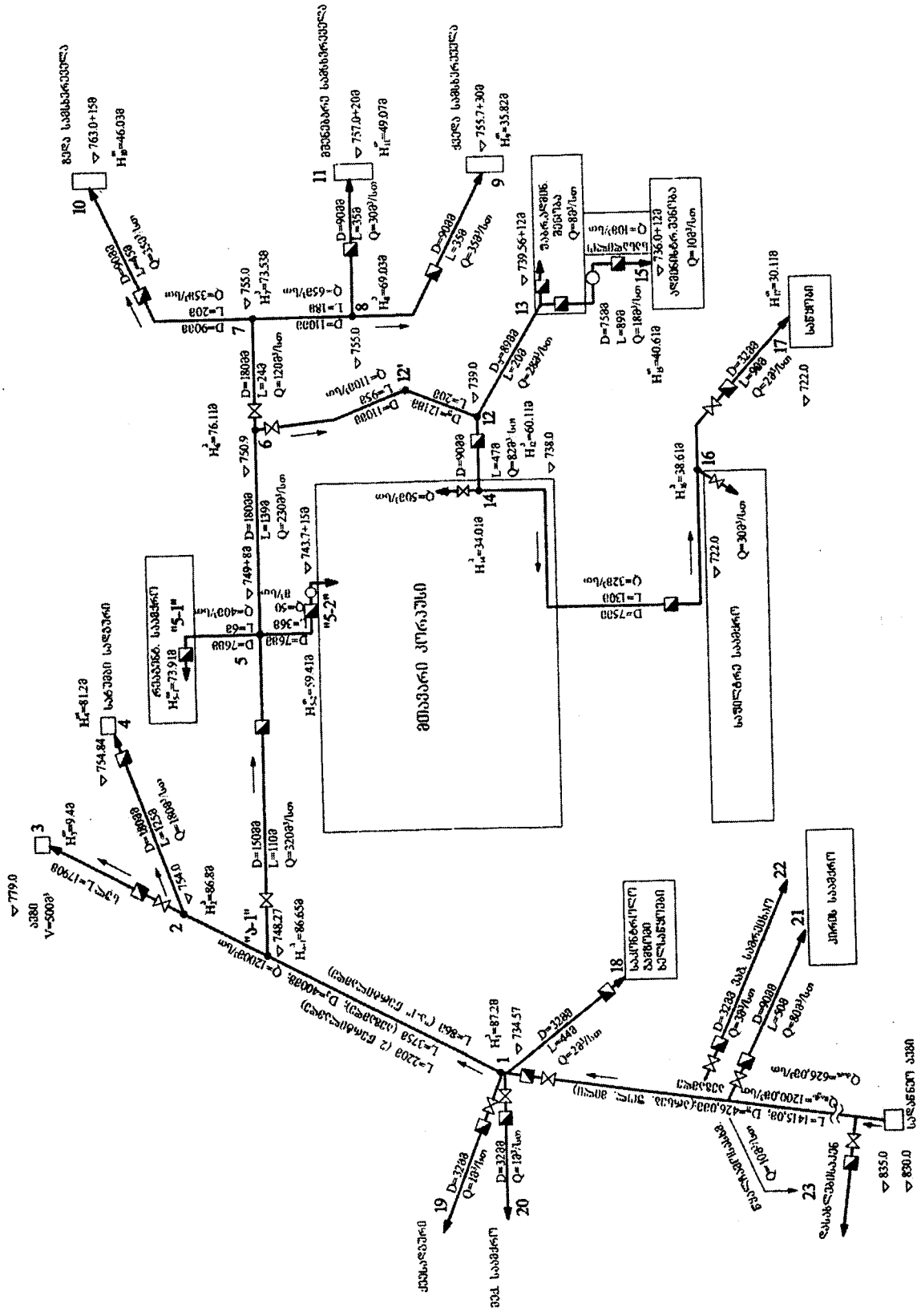
ავზამდე კომბინირებული მილსადენის (ფოლადი+პლასტმასი) გამტარუნარიანობა -  $L_{ფ} = 1415,0$  მ და  $L_{პლ} = 375,0$  მ. გაანგარიშება ხდება დაშვების წესით. ვუშვებთ ხარჯს  $Q = 1200,0$  მ<sup>3</sup>/წმ (333,3 ლ/წმ). აღნიშნული ხარჯის დროს ჰიდრავლიკური გაანგარიშების ცხრილებიდან [4] ფოლადის მილებისათვის ( $d = 400$  მმ) ვიღებთ დაწნევის დანაკარგებს 1000 მეტრზე -  $1000 i = 21,5$  მ; 1415,0 მ-ზე დაიკარგება  $h = 1,415 \times 21,5 = 30,42$  მ. ადგილობრივ წინააღობებზე დანაკარგების (ვიღებთ გრძივი დანაკარგების 10%-ს) გათვალისწინებით ჯამური დანაკარგები ფოლადის მილში იქნება:  $h_{ჯამ} = 30,42 + (30,42 \times 0,1) = 33,42$  მ. პლასტმასის მილის მონაკვეთში (რომლის სიგრძე 375,0 მეტრია, გარე დიამეტრი 400 მმ, კედლის სისქე 23,7 მმ) დაწნევის კუთრ დანაკარგებს ვსაზღვრავთ ფორმულით [4]

$$i = 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d^{1,226}}, \quad (1)$$

სადაც  $d = 352,6$  მმ არის მილის შიგა დიამეტრი;  $v$  - ნაკადის სიჩქარე, მ/წმ. იანგარიშება  $v = \frac{Q}{\omega}$ , აქ

$Q = 0,333$  მ<sup>3</sup>/წმ არის საანგარიშო ხარჯი;  $\omega$  - მილის ცოცხალი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,352^2}{4} = 0,1$  მ<sup>2</sup>,





ნახ. 1. სს „მადნეული“ ადმინისტრაციული შენობის მიმდებარე ობიექტების საღაწუო აგვიდან წყალმომარაგების პოდრავლიკური განვარდების სქემა.

■ - წყლის პრიცეულის კვანი; X - საკვალთი; ○ - სახანძრო პოდრანტი

ცხრილი 1

რეკონსტრუქციული წყალმომარაგების სისტემის ძირითადი პარამეტრები

| უბნის №                 | უბნის სიგრძე L, მ | ხარჯი Q, მ <sup>3</sup> /სთ | ძირის შვრა დიამეტრი d <sub>შვრ.</sub> , მმ | ნაკადის სიჩქარე v, მ/წმ | ლაწნევის კუთრი დანაკარგები i | ლაწნევის ვაბური დანაკარგები h <sub>წ.</sub> , მ | პეზომეტრული დაწნევა h <sub>ნ.</sub> <sup>3</sup> , მ | გეოდეზიურ სიმაღლეთა სხვაობა h <sub>გ.</sub> , მ | თავისუფალი დაწნევა h <sub>ნ.</sub> <sup>მ</sup> , მ | უბნიდან  |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------|--|-------------------------|------------------------------|---|--|---|---|--|
| 1-2.                    | 220,0             | 503,0                       | 352,6                                      | 1,39                    | 0,0017                       | 0,40  | 86,8   | 19,5  | 67,30   |  |
| 2-4.                    | 125,0             | 180,0                       | 158,6                                      | 2,53                    | 0,034                        | 4,67  | 82,13  | 0,84  | 81,29   |  |
| 1-3, ა-1 <sup>ა</sup> . | 86,0              | 503,0                       | 352,6                                      | 1,39                    | 0,0017                       | 0,154   | 86,65  | 13,70   | 72,95   |  |
| 3, ა-1 <sup>ა</sup> -5. | 110,0             | 320,0                       | 220,4                                      | 2,45                    | 0,021                        | 2,54  | 84,11  | 0,73  | 83,38   |  |
| 5-6.                    | 139,0             | 230,0                       | 158,6                                      | 3,21                    | 0,052                        | 8,0   | 76,11  | 1,90  | 74,21   |  |
| 6-7.                    | 24,0              | 120,0                       | 110,0                                      | 3,58                    | 0,098                        | 2,58  | 73,53  | 4,0   | 69,53   |  |
| 7-8.                    | 18,0              | 70,0                        | 96,8                                       | 2,65                    | 0,069                        | 1,36  | 72,17  | 0   | 72,17   |  |
| 8-9.                    | 35+30=65,0        | 35,0                        | 79,2                                       | 1,98                    | 0,051                        | 3,65  | 68,52  | 2,7+30,0=32,7                                   | 35,82   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=30 მ) ჩათვლით |
| 7-10.                   | 20+45+15=80,0     | 35,0                        | 79,2                                       | 1,98                    | 0,051                        | 4,50  | 69,03  | 8,0+15,0=23,0                                   | 46,03   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=15 მ) ჩათვლით |
| 8-11.                   | 35+20=55,0        | 35,0                        | 79,2                                       | 1,98                    | 0,051                        | 3,10  | 69,07  | 0+20=20,0                                       | 49,07   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=20 მ) ჩათვლით |
| 5-3, 5-1 <sup>ა</sup> . | 5+8=13,0          | 40,0                        | 66,0                                       | 3,24                    | 0,156                        | 2,20  | 81,91  | 8,0   | 73,91   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=8 მ) ჩათვლით  |
| 5-3, 5-2 <sup>ა</sup> . | 40+15=55,0        | 50,0                        | 66,0                                       | 4,11                    | 0,248                        | 15,0  | 69,11  | -5,3+15,0=-9,7                                  | 59,41   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=15 მ) ჩათვლით |
| 6-12.                   | 95,0              | 110,0                       | 96,8                                       | 4,19                    | 0,153                        | 16,0  | 60,11  | -12,0   | 72,11   |  |
| 12-15.                  | 20+85+12=117,0    | 28,0                        | 66,0                                       | 2,28                    | 0,0813                       | 10,50   | 49,61  | -3,0+12,0=-9,0                                  | 40,61   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=12 მ) ჩათვლით |
| 12-14.                  | 32+15=47,0        | 82,0                        | 79,2                                       | 4,64                    | 0,230                        | 12,10   | 48,01  | -1,0+15,0=-14,0                                 | 34,01   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=15 მ) ჩათვლით |
| 14-16.                  | 120+10=130        | 32,0                        | 66,0                                       | 2,59                    | 0,112                        | 15,40   | 32,61  | -16,0+10,0=-6,0                                 | 38,61   | უბნის სიგრძე მოცემულია კერტიკალური სიმაღლის (h=10 მ) ჩათვლით |
| 16-17.                  | 60,0              | 2,0                         | 26,0                                       | 0,74                    | 0,037                        | 2,50  | 30,11  | 0   | 30,11   |  |

$$\text{მაშინ } v = \frac{0,333}{0,1} = 3,33 \text{ მ/წმ და } i = 0,000685 \cdot \frac{3,33^{1,174}}{0,352^{1,226}} = 0,02.$$

დაწნევის დანაკარგები  $L_{\text{პლ}} = 375,0$  მეტრზე ტოლია  $h_{\text{პლ}} = 0,02 \cdot 375,0 = 7,50$  მ-ის, ხოლო ჯამური დანაკარგები ადგილობრივ წინაღობებზე დანაკარგების მხედველობაში

მიღებით (10%) იქნება  $h_{\text{პლ}}^{\text{მ}} = 7,50 + (7,50 \times 0,1) = 8,2$  მ.

სულ დაწნევის დანაკარგები სადაწნეო ავზიდან 500,0

მ<sup>3</sup>-იან ავზამდე  $H = h_{\text{ავზამ}}^{\text{მ}} + h_{\text{პლ}}^{\text{მ}} = 33,42 + 8,20 = 41,62$  მ-ს.

ნიშნულთა სხვაობა ავზებს შორის შეადგენს 830,0-779,0=51,0 მ-ს, რაც 10 მეტრით მეტია მოცემულ სიგრძეზე დახარჯულ დაწნევაზე. ამრიგად მიღების შერჩეული კომბინაციის შემთხვევაში  $d_{\text{გარ}}^{\text{ფოლ}} = 426,0$  მმ,  $L_{\text{ფოლ}} = 1415,0$  მ

და  $d_{\text{გარ}}^{\text{პლ}} = 400,0$  მმ,  $L_{\text{პლ}} = 375,0$  მ, თავისუფლად შეუძლია გაატაროს 1200,0 მ<sup>3</sup>/სთ სუფთა წყლის მოცულობა.

განგაზიანებით პიეზომეტრული დაწნევა მანაწილებელ კვანძში (წერტილი 1). ამისათვის დაწნევის დანაკარგებს ვანგარიშობთ ორი უბნისათვის: I - უბანი, რომლის სიგრძეა 1250,0 მ (სადაწნეო ავზიდან რკინიგზამდე, ანუ კირის საამქრომდე), ხოლო ხარჯი  $Q_I = 626,0$  მ<sup>3</sup>/სთ და II - უბანი, რკინიგზიდან მანაწილებელ კვანძამდე (წერტილი 1), რომლის სიგრძეა 165,0 მ და ხარჯი  $Q_{II} = 626,0 - 403 = 503,0$  მ<sup>3</sup>/სთ.

ხარჯისათვის  $Q_I = 626,0$  მ<sup>3</sup>/სთ (173,9 ლ/წმ) ცხრილებიდან [4] 400 მმ დიამეტრის ფოლადის მილები-სათვის ვიღებთ 1000  $i = 5,56$  მ; 1250,0 მეტრზე დაიკარგება  $h = 5,56 \times 1,250 = 6,95$  მ; ჯამური დანაკარგები ადგილობრივ წინაღობებზე დანაკარგების გათვალისწინებით  $h_{\text{პლ}} = 6,95 + (0,1 \times 6,95) = 7,64$  მ.

ხარჯისათვის  $Q_{II} = 503,0$  მ<sup>3</sup>/სთ (139,7 ლ/წმ) იგივე მილებისათვის ცხრილებიდან [4] ვღებულობთ 1000  $i = 3,62$  მ; 165,0 მეტრზე დაიკარგება  $h = 3,62 \times 0,165 = 0,6$  მ; წინა შემთხვევის ანალოგიურად  $h_{\text{პლ}} = 0,6 + (0,1 \times 0,6) = 0,66$  მ.

პიეზომეტრული დაწნევა მანაწილებელ კვანძში (წერტილი 1) იქნება

$$H_1^3 = 830,0 - 734,5 - 7,64 - 0,66 = 87,2 \text{ მ}.$$

**SILAGADZE V., MAKHARADZE L., JANGIDZE M. HYDRAULIC ANALYSES OF WATER SUPPLY SYSTEM RECONSTRUCTION FOR DIFFERENT OBJECTS AROUND JSC "MADNEULI" ADMINISTRATION BUILDING**

The article reviews one of the main issues of JSC "Madneuli" project: "Water supply system reconstruction development", the analyses of water supply system reconstruction for different objects around JSC "Madneuli". More precisely, the rational scheme of clean water supply to specific customers is defined, which includes choosing plastic pipe diameters according to expenses for network specific sections by foreseeing economical factors and defining their optimal working parameters.

წერტილიდან 1 დაწყებული წერტილამდე 17 (იხ. ნახ. 1) პლასტმასის მილებისათვის, ცალკეული უბნების მიხედვით, შერჩეულ მილის დიამეტრების და განსაზღვრული ხარჯების მიხედვით, ფორმულით (1) გაანგარიშებული დაწნევის კუთრი დანაკარგების ( $i$ ), დაწნევის ჯამური დანაკარგების ( $h_{\text{პლ}}$ ), გეოდეზიურ სიმაღლეთა სხვაობის, პიეზომეტრული ( $h_{\text{მ}}^3$ ) და თავისუფალი ( $h_{\text{მ}}^{\text{მ}}$ ) დაწნევის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 1.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ობიექტების წყალმომარაგებისათვის, რომლებიც აღნიშნულია 18, 19, 20, 21, 22, 23 წერტილებით (იხ. ნახ. 1) დატოვებული იქნა სისტემაში შემავალი არსებული ფოლადის მილები სათანადო აღჭურვილობით და მათი გაანგარიშებები არ ჩატარებულა.

როგორც ცხრილიდან 1 ჩანს, სუფთა წყლით მოსამარაგებელ ყველა ობიექტთან, მილგაყვანილობის სისტემაში უზრუნველყოფილია საჭირო დაწნევები, რომლებიც იძლევიან მოცემული ობიექტების მიერ სუფთა წყლის მოხმარების საიმედო გარანტიას.

**ლიტერატურა**

1. სს „მადნეულის“ გამდიდრების კულების სატრანსპორტო, შებენიერი წყლისა და წყალმომარაგების სისტემების ტექნიკური გადაიარაღების საკითხებზე საკონსულტაციო და საექსპერტო მომსახურება. ეტაპი 5. წყალმომარაგების სისტემის სარეკონსტრუქციო ღონისძიებების დამუშავება. ეტაპი 5.1. სს „მადნეულის“ ადმინისტრაციული შენობის მიმდებარე ობიექტების წყალმომარაგების სისტემის სარეკონსტრუქციო ღონისძიებების დამუშავება. სახელშეკრულებო თემის დასკვნითი ანგარიში. გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი. თბილისი, 2008. 40 გვ.
2. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Стройиздат, Москва, 1982. 440 с.
3. СНиП II-31-74. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Стройиздат, Москва, 1975.
4. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых труб. Стройиздат, Москва, 1970. 114 с.

**СИЛАГАДЗЕ В.А., МАХАРАДЗЕ Л.И., ДЖАНГИДЗЕ М.В. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕКОНСТРУИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ К АДМИНИСТРАТИВНОМУ ЗДАНИЮ ОБЪЕКТОВ АО «МАДНЕУЛИ»**

В работе рассмотрен, один из основных вопросов проекта «Разработка мероприятий по реконструкции системы водоснабжения», выполненного для АО «Маднеули» - гидравлический анализ реконструируемой системы водоснабжения прилегающих к административному зданию объектов. В частности, исходя из спроса на чистую воду, заранее определенных для отдельных потребителей, разработана рациональная схема подачи воды, которая содержит анализ выбора диаметров пластмассовых труб с учетом экономического фактора и определения в них оптимальных режимных параметров.

**დოქტორანტი ე. ნოწარია, ტიქნ. მიცნ. დოქტორი დ. პატარაია, აკად. დოქტორი ბ. ნოზაძე, აკად. დოქტორი ბ. ჯავახიშვილი, ტიქნ. მიცნ. დოქტორი თ. ჯავახიშვილი, რ. მაისურაძე, ბ. ფურცელაძე. ვანტური სატრანსპორტო სისტემების ძირითადი კონსტრუქციული კვანძების გაუმჯობესების გზები**

*სტატიაში განხილულია არსებული ვანტური სატრანსპორტო სისტემები, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები; ნაჩვენებია კონსტრუქციის ხარვეზები, რომლებიც აფერხებენ მათ პრაქტიკულ გამოყენებას; დამუშავებულია გაუმჯობესებული კონსტრუქციები ისეთი ძირითადი კვანძებისათვის, როგორცაა ვანტური ბაგირების სავალი ნაწილი, საკიდები და საყრდენები; შერჩეულია სავალი ნაწილის გეომეტრია, რომელიც უზრუნველყოფს შემადგენლობის მოძრაობის ტრაექტორიის მაქსიმალურ მიახლოებას სწორხაზოვანთან.*

გასული საუკუნის 70-იანი წლების დასაწყისში შეეცადილმა ინჟინერმა გერხარდ მიულერმა შეიმუშავა სისტემა „აერობუსი“ [1], რომელიც გამოირჩეოდა კონსტრუქციის სიმსუბუქით და საკმაოდ დიდი სიგრძის მალეების რეალიზაციის შესაძლებლობით (იხ. სურ. 1).

აღნიშნული სისტემის მთავარ კონსტრუქციულ სიასხლეს წარმოადგენს მოძრავი შემადგენლობის სავალ ნაწილად ვანტებზე დაკიდებული ბაგირის გამოყენება (იხ. ნახ. 1). ზედა (მზიდი) და ქვედა (სავალი ნაწილი) ბაგირების წინასწარი დაჭიმვით და მათი დამაკავშირებელი საკიდების დაჭიმულობის რეგულირებით იქმნება ერთობლივი, შედარებით ხისტი, კონსტრუქცია და შესაბამისად, მცირდება ვერტიკალური გადაადგილებები (ჩანაღუნები).

მიულერის სატრანსპორტო დანადგარის საცდელი

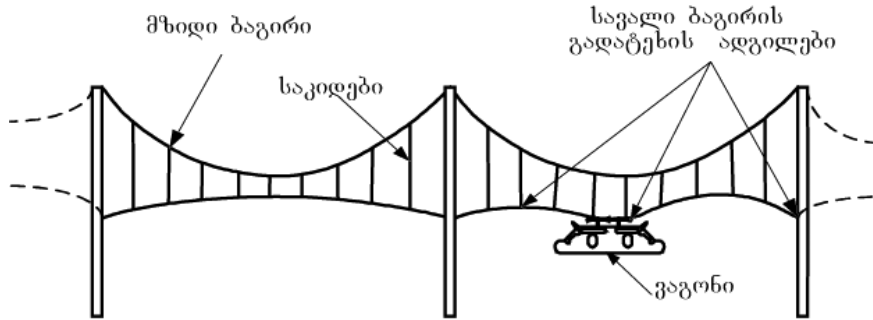
მოდელის პრაქტიკაში გამოცდამ გამოავლინა კონსტრუქციის რამდენიმე ნაკლი. კერძოდ, სავალი ბაგირის ვანტებთან ჩამაგრების წერტილები წარმოადგენდნენ ვიბრაციის ინტენსიურ კერას. ამის გამო ვერ მოხერხდა ტრანსპორტის მოძრაობის საპროექტო სიჩქარეების (80 კმ/სთ და მეტი) განვითარება. აგრეთვე, ვერ იქნა უზრუნველყოფილი აღნიშნული კვანძების დაცვა ნაადრევად მწყობრიდან გამოსვლისგან (ლითონის დაღლილობა) და კონსტრუქციის რღვევის საშიშროებისგან.

მსგავსი დანადგარი - სიმებიანი ტრანსპორტი - დამუშავდა გასული საუკუნის ბოლოს რუსეთში (გენერალური კონსტრუქტორი - ა. იუნიცკი) [2].

2010-2012 წლებში გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში საგრანტო თემატიკის ფარგლებში განხორციელდა თანამედროვე დაკიდებული საბაგირო სატრანსპორტო სისტემის (ვანტური ბაგირების) პრობლემური კონსტრუქციული ნაწილების კვლევა და გაუმჯობესება [3]. სისტემის საბაზო მოდელად აღებული იქნა გ. მიულერის მიერ დამუშავებული ზემოხსენებული ვანტური სატრანსპორტო დანადგარი. კონსტრუქციის მოდელირებისა და გაანგარიშებისას, გარდა ტრადიციული აპარატისა, გამოყენებული იქნა დ. პატარაიას მიერ დამუშავებული დისკრეტულ მოდელზე დაფუძნებული მყარი დეფორმირებადი ტანების მოდელირებისა და გაანგარიშების მეთოდი და სათანადო პროგრამული უზრუნველყოფა [4,5].



სურ. 1. გ. მიულერის „აერობუსი“



ნახ. 1. გ. მიულერის სატრანსპორტო სისტემა

ანალიზის შედეგად, საკიდებთან სავალი გზის მდგრად, წყვეტების (ტეხვების) გარეშე ფორმირებისათვის, ვანტური სატრანსპორტო დანადგარის სავალ ნაწილად უპირატესობა მიენიჭა ჩვენს მიერ დამუშავებულ სპეციალურ კონსტრუქციას - მოქნილ, შედგენილ ლითონის კოჭს. კოჭის პარამეტრები (ფორმა, მასალა, კვეთი) შერჩეულ იქნა იმ პირობით, რომ ის იქნებოდა მზიდუნარიანი და სათანადოდ ხისტი ორ მომიჯნავე საკიდს შორის (არანაკლებ 10 მეტრიან ზონაში) და ამავე დროს მაქსიმალურად მსუბუქი. მოდელირების დროს ვანტური საბაგირო გზის ტიპური მალის სიგრძედ აღებული იქნა 100 მ, ხოლო მანძილი საკიდებს შორის - 10 მ. შეირჩა რამდენიმე ტიპის შედგენილი კოჭის ლითონკონსტრუქციის პროფილი სავალი ნაწილის მოდელირებისთვის და გამოკვლეული იქნა სტატიკური წონასწორობის მდგომარეობები მოძრავი შემადგენლობის პირობით დატვირთვებზე: 1000 კგ/მ, ვაგონის სიგრძე -10 მ. დამუშავდა საყრდენის და სავალი ნაწილის მოდულური აწყობა-მონტაჟის კონსტრუქცია.

გამოკვლეული იქნა დატვირთვის სიდიდისა და განთავსების გავლენა კონსტრუქციის მახასიათებელ პარამეტრებზე და მუშაუნარიანობაზე, აგრეთვე მთლიანი მზიდი სივრცითი სისტემის მდგრადობა და მზიდუნარიანობა.

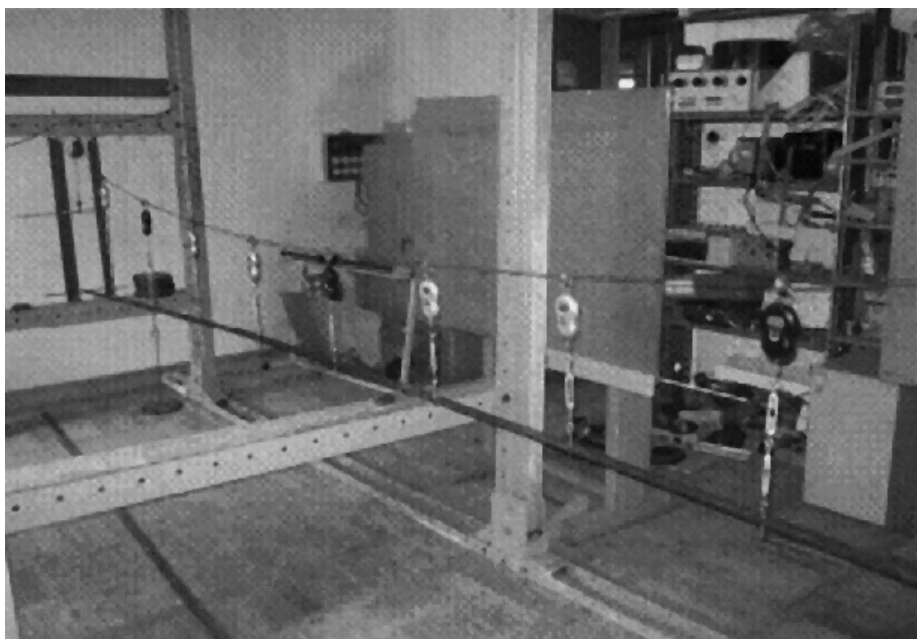
ბა. კომპიუტერული მოდელირებით გამოკვლეული იქნა აგრეთვე ვაგონისათვის მოძრაობის ტრაექტორიის გაწოფივების შესაძლებლობა. დადგინდა, რომ კონკრეტული დატვირთვისათვის წრფესთან მაქსიმალურად მიახლოებული მოძრაობის ტრაექტორის მიღება შესაძლებელია, რაც მიიღწევა სავალი ნაწილის წინასწარი გეომეტრიის ფორმირების შედეგად.

თეორიული კვლევის შედეგების ექსპერიმენტული შემოწმების მიზნით, ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა სისტემის საბაზო კონსტრუქციის და მისი ძირითადი კომპონენტების საკვლევი ლაბორატორიული სტენდი.

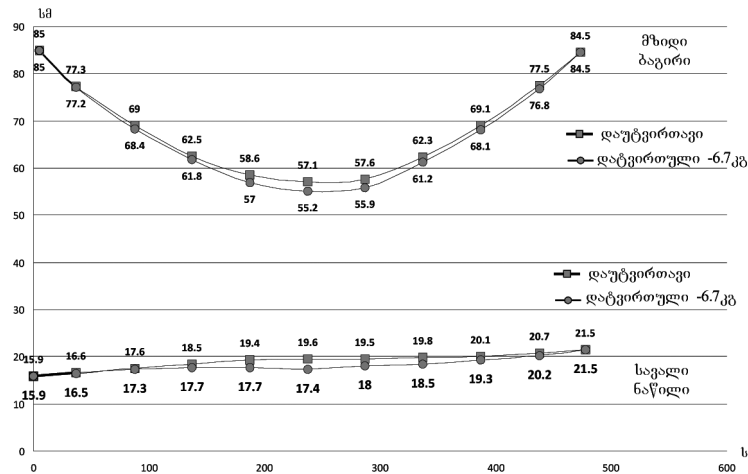
ექსპერიმენტულმა კვლევებმა დაადასტურა როგორც კომპიუტერული მოდელირებით, ასევე ანალიზური და რიცხვითი მეთოდებით მიღებული გაანგარიშებების სისწორე (იხ. ნახ. 2).

ჩატარებული თეორიული კვლევა და ლაბორატორიული ექსპერიმენტები იძლევა შემდეგი დასკვნების გაკეთების საფუძველს:

- ვანტური სატრანსპორტო დანადგარის სავალი ნაწილისათვის ბაგირი, როგორც ეს ჰქონდა გადაწყვეტილი გ. მიულერს, მიზანშეწონილია ჩანაცვლდეს მოქნილი ძელით (კოჭით, რიგელით), რაც მოგვცემს შესაძლებლობას



სურ. 2. ვანტური სატრანსპორტო სისტემის ლაბორატორიული სტენდი



ნახ. 2. სისტემის გეომეტრია დატვირთულ და დაუტვირთავ მდგომარეობაში

თავიდან ავიცილოთ ვიბრაციის კერები საკიდებთან და გავზარდოთ ტრანსპორტირების სიჩქარე, პრაქტიკულად გამოვიციხოთ საკიდებთან ჩამაგრების ადგილებში ლითონის ნაადრევი დაღლა;

- სისტემაზე დინამიკური გავლენის შესამცირებლად საჭიროა საკიდების კონსტრუქციაში მადემფირებული ელემენტების ჩართვა.

სამუშაოს ავტორები მადლობას უხდებიან შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდს, რომლის მიერ დაფინანსებული პროექტის ფარგლებში შესრულდა სტატიაში აღწერილი საგრანტო კვლევა.

**ლიტერატურა**

1. Mueller Gerchard. Tragsystem fuer eine Haengebahn E01 B 25/16, Zuerich, 1969.

**ЦОЦЕРИЯ Э. Ш., ПАТАРАЯ Д. И., НОЗАДЗЕ Г. Ч., ДЖАВАХИШВИЛИ Г. В., ДЖАВАХИШВИЛИ Т. Л., МАИСУРАДЗЕ Р. Г., ПУРЦЕЛАДЗЕ Г. З. ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ УЗЛОВ ВАНТОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

В статье рассмотрены существующие конструкции вантовых транспортных систем, их положительные и отрицательные стороны, а также дефекты конструкции, препятствующие их практическому применению, разработанные нами усовершенствованные конструкции для таких основных узлов, какими являются ходовая часть, опоры и подвески, для которых подобрана такая геометрия ходовой части, при которой траектория подвижного состава максимально близка к прямолинейной.

2. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Струнный транспорт](http://ru.wikipedia.org/wiki/Струнный_транспорт). უკანასკნელად გადამოწმებულია 02-2014.

3. Патарая Д. И., Цоцерия Э. Ш., Нозадзе Г. Ч., Джавахишвили Г. В., Джавахишвили Т. Л., Маисурадзе Р. Г., Шеварденидзе Б. Н., Пурцеладзе Г. З. Усовершенствование конструкции вантовой канатной дороги. Стальные канаты, вып. 8. Астропринт, Одесса, 2010. с.190-198.

4. Патарая Д. И. Расчет и проектирование канатных систем на примере подвесных дорог. Мецниереба, Тбилиси, 1991. 110 с.

5. Стрелец-Стрелецкий Е. Б., Боговис В. Е., Гензерский Ю. В. и др. Лира 9.4. Руководство пользователя. Основы. Учебное пособие. «Факт», Киев, 2008. 164 с.

**TSOTSERIA E., PATARAIA D., NOZADZE G., JAVAKHISHVILI G., JAVAKHISHVILI T., MAISURADZE R., PURTSELADZE G. WAYS IF IMPROVEMENT OF THE MAIN CONSTRUCTIONAL NODES OF GUY TRANSPORT SYSTEMS**

The article reviews existing guy transport systems, their positive and negative sides are examined. The defects of a construction impeding their practical application are designated. Improved constructions are developed for such main nodes as a running gear, support and suspension. Such geometry of a running gear is picked up at which the trajectory of a rolling stock is closest to the rectilinear.

**ღოქტორანტი ე. ნოწარიი**  
**ფეხით სავალი ბაბირბზა-სიღი**

სტატიაში განხილულია ჩვენს მიერ შემოთავაზებული და დაბუშავებული ფეხით სავალი ხიღის საბროექტო ვარიანტი, სადაც დრეკად-დაჭიმულ ელემენტად ტრადიციული ლითონის სპირალური ბაგირის ნაცვლად გამოიყენება სტანდარტული არმატურის ღერო. ნაჩვენებია, რომ ასეთი კონსტრუქციული სიახლე მნიშვნელოვნად აიაფებს ბაგირგზა-ხიღის თვითღირებულებას და ამარტივებს სამონტაჟო პროცესს.

ფეხით სავალი დაკიდებული ხიღები წარმატებით გამოიყენება რთული მთიანი რელიეფის, დაციული ტყე-პარკების, მღინარეების გადასასვლელების, ატრაქციონების, ტურისტული ობიექტების, ჰარმონიული არქიტექტურული გადაწყვეტების პირობებში. დრეკად-დაჭიმულ ელემენტად სტანდარტული არმატურული ღეროს გამოყენებას სა-

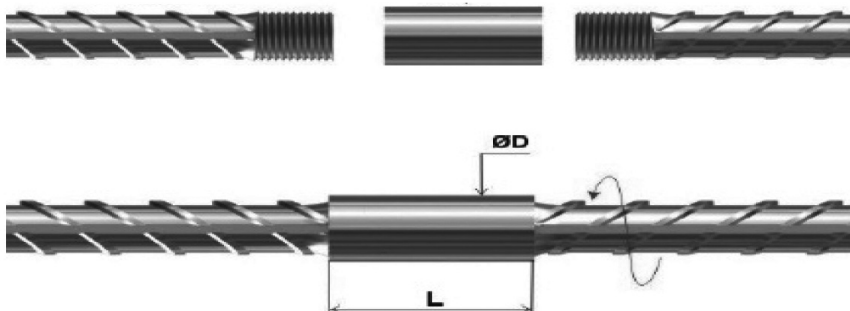
ფუძვლად დაედო დაჭიმული არმატურის შეპირაპირების სამონტაჟო კვანძის მოწყობის ახალი ტექნოლოგიური გადაწყვეტა კუთხვილიანი მაერთებელი ქუროთი [1].

ქარხნული ნორმებით არმატურა იწარმოება 12 მეტრამდე სიგრძით და ძირითადად გამოიყენება სამშენებლო რკინაბეტონის კონსტრუქციებში, სადაც ერთმანეთს უკავშირდება შეღულებით, ან ცვალებადი სიგრძის პირგადლებით.

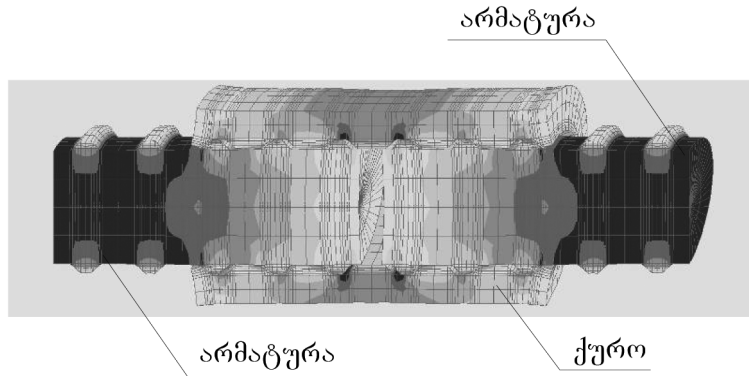
რკინაბეტონის კონსტრუქციებში არმატურის შეპირაპირებისთვის კუთხვილიანი მაერთებელი ქურო ამჟამად საქართველოშიც გამოიყენება. შესაბამისად არსებობს მათი დასამზადებელი დანადგარებიც. მზიდ ელემენტად არმატურის შერჩევა აგრეთვე განაპირობა არმატურის ხელმისაწვდომობამ და შეღარებით დაბალმა ღირებულებამ. ჩვენს მიერ მოდელირებული და გაანგარიშებული იქნა



სურ. 1. დაბუშავებული ფეხით სავალი ხიღი



ნახ. 1. არმატურის შეპირაპირება - კუთხვილიანი მაერთებელი ქურო



ნახ. 2. გაჭიმული კვანძის დაბალი მდგომარეობა

ლითონის ქუროს კვანძის დაბალ-დეფორმირებული მდგომარეობა (იხ. ნახ. 2).

კუთხვილიანი მართებული ქუროს დიამეტრი და სიგრძე დამოკიდებულია არმატურის დიამეტრზე.

ლირა 9.6-ის [2] და დ. პატარაიას საანგარიშო პროგრამული პაკეტის - დისკრეტული მოდელის [3] საფუძველზე შედგენილი საანგარიშო პროგრამების გამოყენებით გაანგარიშებულია კონსტრუქციის მზიდი და სავალი ნაწილის ყველა ძირითადი პარამეტრი, შედგენილია ესკიზური ნახაზები, დადგენილია ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და შედგენილია ხარჯთაღრიცხვა.

წინასწარი მოდელირების და ანალიზის საფუძველზე გადაწყდა და კონსტრუქციისათვის შეირჩა:

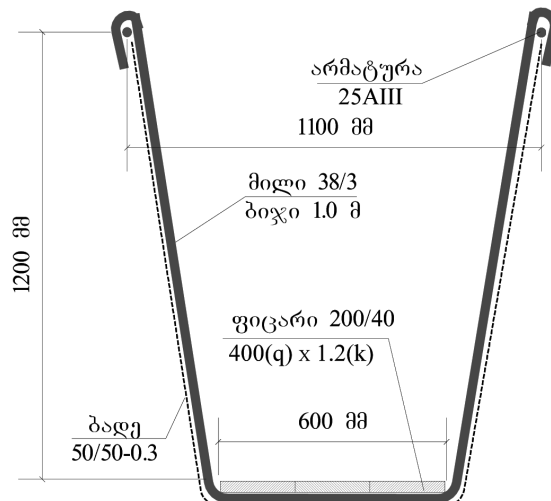
- ხიდის მალის სიგრძე 30-დან 50 მეტრამდე;
- მზიდი „ბაგირის“ ფუნქციას ასრულებს 25-32 მმ დიამეტრის 500S ან AIII კლასის არმატურა;
- საძირკველი - ცალკე მდგომი მონოლითური რკინაბეტონის მასივი ან ანკერის ტიპის ჩასასობი ხიმინჯი;
- სპეციალური ფორმის ლითონის მილებზე დაკიდებული ხის ფიცრების სავალი ნაწილი;
- უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ელემენტია -

ლითონის დამცავი ბადე.

ქვემოთ წარმოდგენილ სამონტაჟო სქემა-ჭრილის ნახაზზე მოცემულია კონსტრუქციის შემადგენელი ელემენტების სორტამენტი და გეომეტრია.

განსაკუთრებით საყურადღებო და აღსანიშნავია სავალი ნაწილის ქვედა ზონის მუშა სივანე - 600 მმ. ქვეყანაში მოქმედი სამშენებლო ნორმების და წესების მიხედვით ფეხით სავალი გადასასვლებისათვის განსაზღვრულია შესაბამისი დროებითი ნორმატიული დატვირთვა - 400 კგ/მ<sup>2</sup>, რასაც აკმაყოფილებს დამუშავებული კონსტრუქცია. სავალი ნაწილის სივანის მომატება პროპორციულად გაზრდის საანგარიშო დატვირთვებს, რაც უარყოფითად იმოქმედებს სისტემის მზიდუნარიანობაზე.

ფეხით სავალი ბაგირგზა-ხიდის კონკრეტული წინასაპროექტო გადაწყვეტები და გაანგარიშების შედეგები შესრულებულია 30 მეტრიანი სიგრძის გადასასვლისთვის. მზიდი მუშა არმატურის დაჭიმულობა განპირობებულია ბაგირგზა-ხიდის მიღებული გეომეტრიით, დროებითი და მუდმივი დატვირთვების გათვალისწინებით. კერძოდ, მოცემული 30 მეტრიანი მალისათვის საკუთარი წონით მიღებული ჩანაღუნი შეადგენს 50 სმ-ს, ხოლო მაქსი-



ნახ. 3. სამონტაჟო სქემა



მალური დატვირთვების კომბინაციით სისტემის ჩანაღუნნი არ აღემატება 100 სმ-ს. ზემოაღნიშნული პარამეტრებიდან გამომდინარე მზიდი მუშა არმატურის მაქსიმალური დაჭიმულობა შეადგენს 18 ტონას. ეს საანგარიშო დატვირთვა შესაბამისად გადაეცემა საძირკვლებს. დასმული ამოცანისთვის საძირკვლების ფუძედ პირობითად განხილულია ორი რადიკალურად განსხვავებული საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი: კლდოვანი (ძირითადი ქანები) და თიხოვანი გრუნტები. თიხოვან გრუნტებზე დაფუძნებისას გამოყენებულია ცალკე მდგომი ბეტონის მასივი, რომელშიც დაანკერდება მზიდი არმატურა. ამავე დროს ის (ბეტონის მასივი) გამოიყენება ხიდის სავალ ნაწილთან დასაკავშირებლად. კლდოვანი გრუნტების შემთხვევაში ლითონის გაგლინული ელემენტი (ჩვენს შემთხვევაში - მილი) დაანკერდება ძირითად ქანებში და მასზე მონტაჟდება მზიდი არმატურა (შედულებით ან კუთხვილიანი კვანძით). დაფუძნების ზემოაღნიშნული გადაწყვეტები პრინციპულად მოიცავს საძირკვლების მოწყობის სრულ სპექტრს. მიუხედავად ამისა, ის მხოლოდ პირობითა და პროექტის რეალიზაციის შემთხვევაში, საძირკვლების ნახაზები უნდა დამუშავდეს ხიდის კონკრეტული ადგილმდებარეობის მიხედვით შესრულებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის საფუძველზე.

საბაზო მოდელის სპეციფიკაციების მიხედვით 30 მეტრიანი ფეხით სავალი ბაგირგზა-ხიდის მასალების გასაშუალოებული თვითღირებულება (დანარიცხების გარეშე) არ აღემატება 3500 ამერიკულ დოლარს. კონსტრუქციების სამონტაჟო სამუშაოები სირთულეს არ წარმოადგენს. ის შესაძლებელია ორ სამუშაო დღეში შეასრულოს პროფესიულად მომზადებულმა ორმა სპეციალისტმა. აქ არ იგულისხმება საძირკვლების მოწყობა და შესაბამისი მიწის სამუშაოები. არც ხიდის კონსტრუქციებისთვის გამოყენებული მასალების წონა და გაბარიტები ქმნიან მათი მიწოდების და ტრანსპორტირების რაიმე სახის პრობლემებს.

**ЦОЦЕРИЯ Э. Ш.  
ПЕШЕХОДНАЯ КАНАТНАЯ ДОРОГА-МОСТ**

В статье рассмотрен предложенный и разработанный нами проектный вариант пешеходного моста, в котором вместо традиционного растянуто-изгибаемого элемента - стального спирального каната, использован стандартный арматурный стержень, что значительно удешевляет себестоимость конечного продукта и упрощает процесс монтажа.

კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ აღნიშნული გადაწყვეტის რეალიზაციისას და ექსპლუატაციის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ისეთ კვანძებს, სადაც მოსალოდნელია ლითონის დაღლილობით გამოწვეული რღვევა. ასეთი კვანძებია გადაბმის ქუროს და საძირკვლებში დაანკერების ზონები. როგორც ალტერნატიული ვარიანტი განხილული იყო აგრეთვე ქუროების გადაბმა სახსრული კავშირით.

**დასკვნა**

ჩატარებული სამუშაო იძლევა საფუძველს ფეხით სავალი ხიდი გამოსაყენებლად შეთავაზებული იქნეს სოფლის მაცხოვრებლებისა და ტურისტების მომსახურებისთვის. კონსტრუქცია მზადაა რეალიზაციისთვის - შედგენილია სათანადო დოკუმენტაცია მუშა ნახაზებითა და მშენებლობისთვის საჭირო სხვა საპროექტო მასალით.

დამუშავებულ ფეხით სავალი ხიდის კონსტრუქციას აქვს შემდეგი უპირატესობები: მცირე ღირებულება, მონტაჟის სიადვილე, ხელმისაწვდომობა დამზადებისა და გამოყენების თვალსაზრისით, კონსტრუქციული სიმარტივე.

**ლიტერატურა**

1. Рябов А. Б. Опыт применения механических муфтовых соединений арматуры и обоснование эффективности их применения. Санкт-Петербург, 2008. 34 с.
2. Стрелец-Стрелецкий Е.Б., Боговис В.Е., Гензерский Ю.В. и др. Лира 9.4. Руководство пользователя. Основы. Учебное пособие. «Факт», Киев, 2008. 164 с.
3. Патарая Д.И. Расчет и проектирование канатных систем на примере подвесных дорог. Мечниереба, Тбилиси, 1991. 110 с.

**TSOTSERIA E.  
PEDESTRIAN ROPEWAY BRIDGE**

In the article the project version of the pedestrian bridge is developed and proposed where as an elastic and stretched element the standard reinforcement bar is used instead of the traditional steel spiral rope. It is shown that such a constructional novelty considerably reduces the price of prime cost of the final product and simplifies the installation process.

**დოქტორანტი ვ. ფიქრიშვილი, მასალათმცოდნეობის მაგისტრი ა. ღვაგუაძე, აკად. დოქტორი ბ. გოდიბაძე, აკად. დოქტორი მ. ოძროსაშვილი**  
**ტანტალ-ალუმინის ინტერმეტალური ნაერთების ფორმირება ცხლად აფეთქებით დაწნეულ ნივთებში**

მოცემული ნაშრომის მთავარი მიზანი იყო შეგვეწყვილა ტანტალ-ალუმინის ინტერმეტალური ნაერთების დაწნევის შესაძლებლობა ცხლად აფეთქებით დაწნევის ტექნოლოგიით, დაგვედგინა თვითგავერცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზისა (თმს) და ცხლად აფეთქებით დაწნევის (ცად) ტექნოლოგიების კომბინირებით ტანტალის ალუმინადების ინტერმეტალური ნაერთების მიღების შესაძლებლობა თეორიული სიმკვრივის სიახლოვეში სრულყოფილი სტრუქტურითა და კარგი მექანიკური მახასიათებლებით. დადგენილია, რომ უდუფექტო ინტერმეტალური კომპოზიციების მისაღებად ცადით დაწნევის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს თმს-ის ინიცირების ტემპერატურას, ანუ 940 °C-ს. შესწავლილია დაწნევილი ტანტალ-ალუმინის ინტერმეტალური ნაერთების მექანიკური და ელექტრული თვისებები.

დღეისათვის მოწინავე ქვეყნებში თანამედროვე ტექნიკისა და მანქანათმშენებლობის განვითარება მთელი აქტუალურობით აყენებს საკითხს ახალი მასალების შექმნისა და მათი წარმოების მიმართულებით. კოსმოსური ტექნოლოგიების განვითარება, ოპტოელექტრონიკა, ლაზერული ტექნოლოგიები სულ უფრო და უფრო ახალ ტექნოლოგიურ მოთხოვნებს უყენებენ არსებულ მასალებს თუ კომპოზიციებს. უფრო მეტიც, ხშირ შემთხვევაში ისინი მოითხოვენ თვისობრივად ახალი მასალების შექმნას ან არსებულის თვისებების გაუმჯობესებას, ერთდროულად მათი გეომეტრიისა და ფორმის შეცვლით, რაც არსებული, ტრადიციული ტექნოლოგიების გამოყენებით შეუძლებელია.

ერთ-ერთ ასეთ მასალების რიგს განეკუთვნება Al-Ta ინტერმეტალური ნაერთების ბაზაზე შექმნილი კომპოზიციები. აღნიშნული ინტერმეტალური კომპოზიციები მათი მაღალი კოროზიამდგობის, უჟანგაობის, არატოქსიკუ-

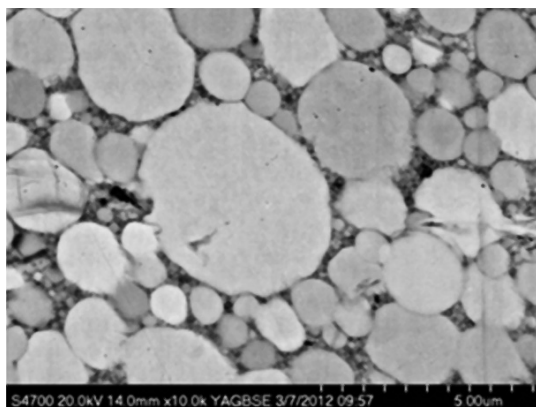
რობისა და დაბალი ფასის გამო შეიძლება განვიხილოთ, როგორც პერსპექტიული მასალები, რომელთაც კოსმოსურ ტექნოლოგიებსა, ელექტრონიკაში და სამხედრო საქმეში (ბალისტიკაში) გამოყენების დიდი პოტენციალი გააჩნიათ.

არსებული ტრადიციული ტექნოლოგიები, როგორცაა სტატიკურად დაწნევა და კომპაქტირების მეთოდები, არ იძლევიან აღნიშნული კომპოზიციებიდან გრძელტანინი ცილინდრული ნაშაადების მიღების შესაძლებლობებს თეორიული სიმკვრივის სიახლოვეში, ერთდროულად სრულყოფილი სტრუქტურითა და გაუმჯობესებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით. ტრადიციული გამოდნობის მეთოდები კი არაეფექტურია და დიდ დანაკარგებთანაა დაკავშირებული.

არსებული ლიტერატურის ანალიზი და საკუთარი გამოცდილება მიგვანიშნებს, რომ ჩვენს მიერ დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად, ანუ Al-Ta კომპოზიციების მაღალი სიმკვრივის ცილინდრული ნაშაადების მისაღებად, შესაძლებელია ცხლად აფეთქებით ორ საფეხურად დაწნევის ტექნოლოგია ყველაზე ეფექტური მეთოდი აღმოჩნდეს.

პირველ საფეხურზე ხდება აღნიშნული ინტერმეტალური კომპოზიციის საწყისი ნარევი ფხვნილების ოთახის ტემპერატურაზე დაწნევა, რაც მიზნად ისახავს მათი წინასწარი სიმკვრივის გაზრდას და დასაწნევი მარცვლების ზედაპირების გააქტიურებას. ეს ოპერაცია უზრუნველყოფს მეორე საფეხურზე ცხლად დაწნევისას ნაშაადებში დიდი წნევის შექმნას, ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობას და ინტერმეტალიდების ჩამოყალიბებას.

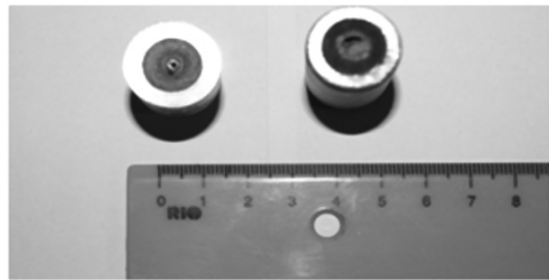
მეორე საფეხურზე უკვე წინასწარ დაწნევილი და გამკვრივებული ნაშაადები ხელმეორედ იწნევა აფეთქებით 800-1100 °C ტემპერატურაზე, რაც ნარევებში ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობას, Al-Ta ინტერმეტალური ნაერთების ჩამოყალიბებას და მათ ბაზაზე ცილინდრული



ნახ. 1. ექსპერიმენტებში გამოყენებული საწყისი ტანტალის ფხვნილის მორფოლოგია



ა



ბ

ნახ. 2. წინასწარ აფეთქებით დაწნეხილი და გაცხელებული Ta-Al კომპოზიციის ნიმუშები: ა - როდესაც ადგილი ჰქონდა თმს პროცესის მიმდინარეობას და წვით სინთეზის რეაქციის შედეგად აირების გამოყოფას; ბ - სხვადასხვა ნიმუშის განიკვეთების სურათები, რომლებიც გვიჩვენებენ სხვადასხვა ზომის რეაქციის ზონებს მათ შემადგენლობაზე დამოკიდებულებით

ნამზადების მიღებას განაპირობებს, თეორიული სიმკვრივის სიახლოვეში (99 %-ზე მეტი თეორიული მნიშვნელობიდან).

აფეთქებით ფორიანი მასალების დაწნეხა გამოკვლეულია მრავალ ნაშრომში, სადაც ნაჩვენებია, რომ მიღებული ნამზადების ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული გამოყენებული მუხტის სიდიდესა და კონფიგურაციაზე [1-4], სადაც დადგენილია წრფივი დამოკიდებულება აფეთქების მუხტსა და მასალის დენადობის ზღვარს შორის, რომლის დროსაც მიიღწეოდა სიმკვრივის ერთგვაროვანი განაწილება. მთელ რიგ გამოკვლევებში [5-8], რომლებშიც ყურადღება ექცეოდა აფეთქებად მასალებს სხვადასხვა დეტონაციის სიჩქარით. ნაჩვენებია, რომ თითოეული გასამკვრივებელი ფხვნილისათვის არსებობს ოპტიმალური წნევა, რომლის დროსაც ნიმუშის მაქსიმალური სიმკვრივე მიიღწევა.

საწყის მასალებად შერჩეულია აშშ-ს „Inframat Advanced Materials“ კომპანიის მიერ წარმოებული და მოწოდებული მაღალი სისუფთავის ტანტალისა და ალუმინის ფხვნილები (99.99 %) სადაც მარცვლის ზომები მერყეობდა 5-10 მიკრონის ფარგლებში. ნახაზზე წარმოდგენილია ექსპერიმენტებში გამოყენებული ტანტალის ფხვნილის მორფოლოგია.

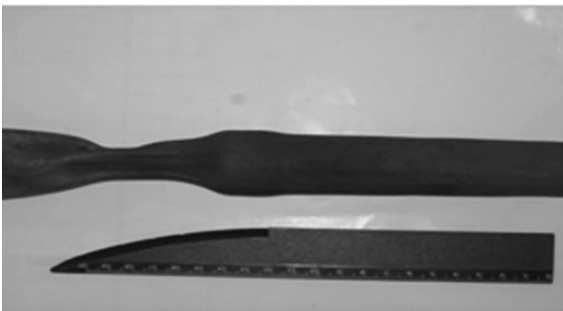
აღსანიშნავია, რომ Ta-Al ფხვნილები რეაქციულ ფხვნილებს მიეკუთვნებიან და მათში თმს პროცესის წარმართვაა შესაძლებელი. კომბინირებული მეთოდის უპირატესობაა პროცესის წარმართვისათვის საჭირო მცირე

დრო, მაღალი წნევა და ტემპერატურა, რაც უზრუნველყოფს არატოქსიკური ინტერმეტალური ნაერთების წარმოქმნას მრავალმხრივი გამოყენებისათვის.

Ni-Al ინტერმეტალური ნაერთების ჩამოყალიბებასთან დაკავშირებით მიღებული წინა შედეგების ანალიზს იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ ძირითადი მიზეზი, რაც ხელს უშლის ალუმინის ნიკელიდების წარმოქმნა-ფორმირებას ცაღ-ით დაწნეხის პროცესში, არის დაბალი სიმკვრივე და დაბალი დატვირთვის ინტენსიურობა (წნევა).

მათთან შედარებით Ta-Al კომპოზიციებში საწყის მასალად ფხვნილების გამოყენება, აფეთქებით დაწნეხის პროცესისა და ინტერმეტალური ფაზების ჩამოყალიბების თავისებურებებიდან გამომდინარე, გაცილებით უფრო პერსპექტიულად გვეჩვენება.

ტანტალის, როგორც მაღალი სიმკვრივის მქონე ელემენტის (16.4 გრ/სმ<sup>3</sup>) და Ta-Al სისტემის მაღალი რეაქტიულობა სწორედ ის მთავარი წინაპირობებია, რაც ამ მიდგომის პერსპექტიულობაზე მიგვიბრუნებს. ცაღის ტექნოლოგიის გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა გაცილებით უფრო მაღალი დატვირთვის ინტენსიურობის (წნევის) განვითარების გზით წარმატებით გადაწყდეს კომპოზიციების წარმოებაში წამოჭრილი არაერთი პრობლემა. ეს ძირითადად განპირობებულია დასაწნეხი ფხვნილის თითქმის ორჯერ უფრო მეტი სიმკვრივით (ვინაიდან მასალებში შექმნილი წნევა მისი სიმკვრივის პირდაპირ პროპორციულია). სიმწვანეების დაძლევის შესაძლებლობა უნდა დაგაკავშიროთ აგრეთვე თვითგავრ-



ა



ბ

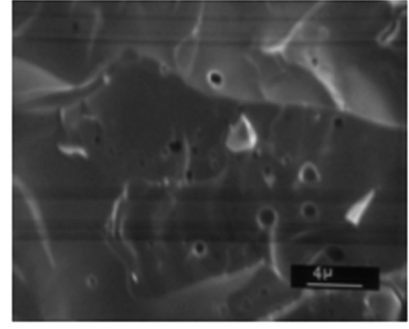
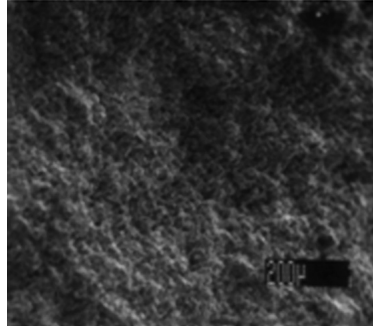
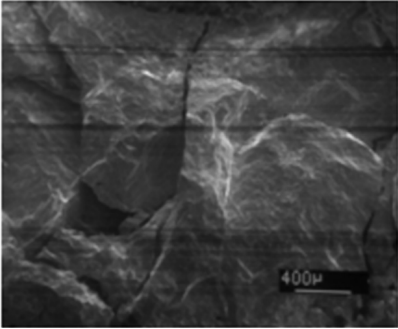
ნახ. 3. ცხლად ორ საფეხურად ცაღ-ის და თმს-ს პროცესების კომბინირებით მიღებული და დაწნეხილი Ta-Al-20 % B<sub>4</sub>C და Ta-Al ცილინდრული ნამზადების ხელები. გაცხელების ტემპერატურა T= 940 °C; წნევა - 10 გპა: ა - Ta-Al-20 % B<sub>4</sub>C; ბ - Ta-Al

ცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის ინიცირების შესაძლებლობასთან, რაც ინტერმეტალური ნაერთების ჩამოყალიბებას უზრუნველყოფს.

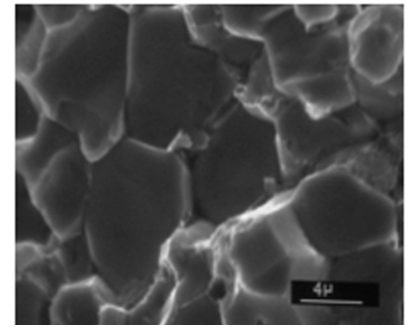
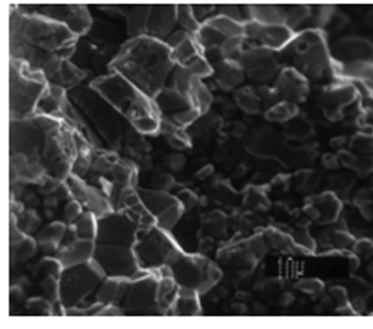
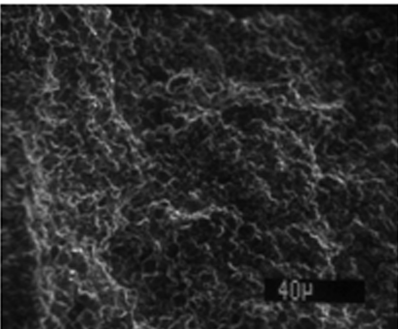
ნახაზზე 2 მოცემულია წინასწარ ოთახის ტემპერატურაზე დაწნეხილი და შემდგომში ცაღ-ით დასაწნეხად

გახურებული ნამზადების სურათები, მათში თმს პროცესების დასაფიქსირებლად.

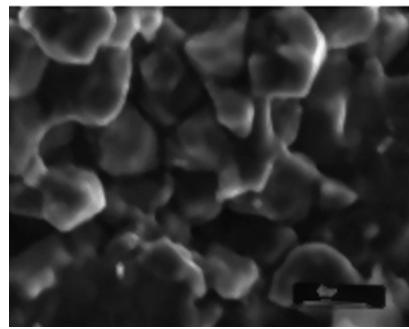
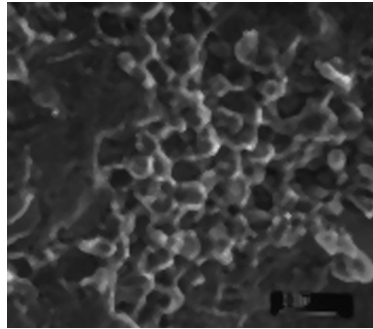
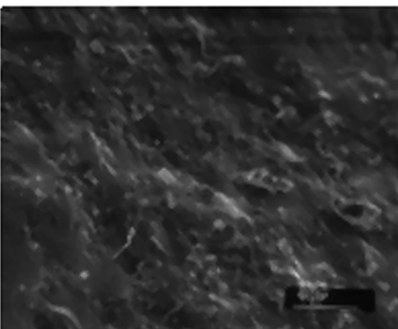
ნახაზზე 3 წარმოდგენილია ორ საფეხურად ცაღ-ით დაწნეხილი სხვადასხვა კომპოზიციის ნამზადები პასიური და აქტიური თმს-პროცესების მიმდინარეობით.



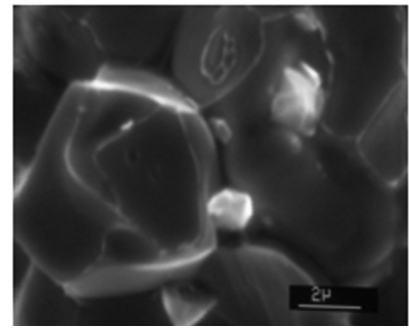
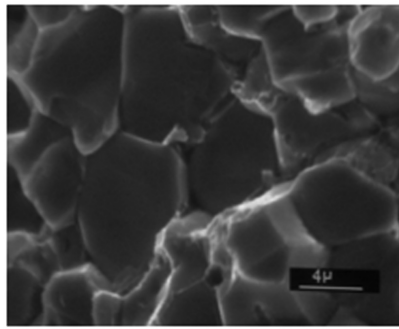
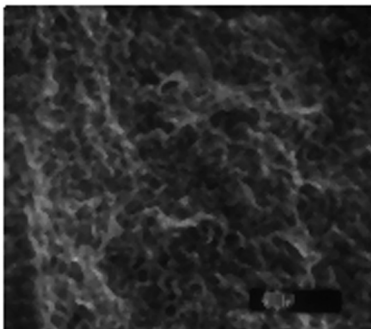
ნახ. 4. აფეთქებით ორ საფეხურად 920 °C-ზე დაწნეხილი Ta-33 %Al (Ta<sub>2</sub>-Al) კომპოზიციის მიკროსტრუქტურა სხვადასხვა გადიდების დროს. დატვირთვის ინტენსიურობა P=10 გპა



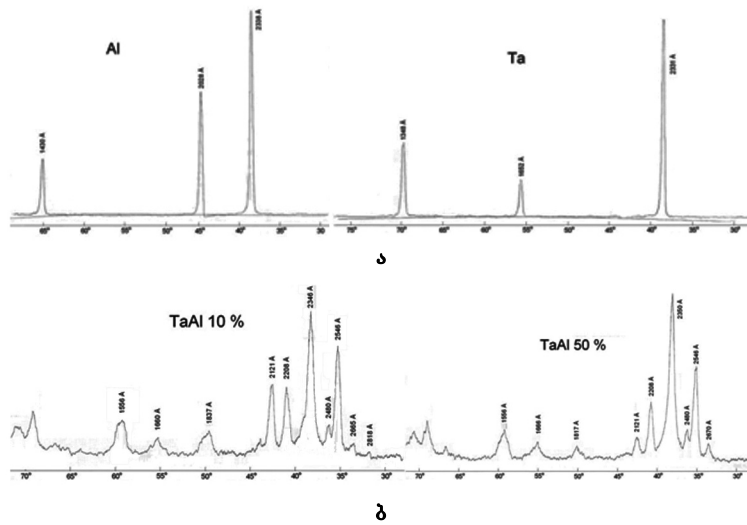
ნახ. 5. აფეთქებით ორ საფეხურად 920 °C-ზე დაწნეხილი Ta-50 %Al (Ta-Al) კომპოზიციის მიკროსტრუქტურა სხვადასხვა გადიდების დროს. დატვირთვის ინტენსიურობა P=10 გპა



ნახ. 6. აფეთქებით ორ საფეხურად 920 °C-ზე დაწნეხილი Ta-66 %Al (Ta-Al2) კომპოზიციის მიკროსტრუქტურა სხვადასხვა გადიდების დროს. დატვირთვის ინტენსიურობა P=10 გპა



ნახ. 7. აფეთქებით ორ საფეხურად 920 °C-ზე დაწნეხილი Ta-75 %Al (Ta-Al3) კომპოზიციის მიკროსტრუქტურა სხვადასხვა გადიდების დროს. დატვირთვის ინტენსიურობა P=10 გპა



ნახ. 8. აფეთქებით ორ საფეხურად 920 °C-ზე დაწნეხილი Ta-Al კომპოზიციების დიფრაქციული სურათი: ა – საწყისი Ta და Al ფხვნილების დიფრაქციული სურათი; ბ – Ta-10%Al და Ta-50%Al ნაწნეხის დიფრაქციული სურათი

სურათებიდან აშკარად ჩანს წვით სინთეზის რეაქციის კვალი (იხ.ნახ. 3, ა, ბ) მაშინ, როდესაც პასიური კომპონენტის ( $B_4C$ ) დამატება მნიშვნელოვნად ამცირებს რეაქციის შედეგად გამოყოფილი აირების რაოდენობასა და წვის ტემპერატურას, რის გამოც შენარჩუნებულია კონტინენტის მთლიანობა (იხ.ნახ. 3,ა).

ამ გზით მიღებული ნიმუშების დამუშავება შემდგომში ხდებოდა სახარატო ჩარხზე გარეგანი ფოლადის კონტინენტის კედლის მოსაცილებლად, იჭრებოდა განივკვეთზე და სიგრძეზე, ალმასის და ნაპერწკლოვან პლაზმურ ხელსაწყოებზე, ჭრის დეფექტების თავიდან ასაცილებლად და მაღალხარისხიანი ზედაპირების მისაღებად. ასეთნაირად დაჭრილი ნიმუშები შემდგომში შესწავლილი იყო მასკანირებელ ელექტრონულ მიკროსკოპზე და დიფრაქციულ რენტგენო-სტრუქტურულ დანადგარზე, სტრუქტურაში მიმდინარე ცვლილებების დასადგენად.

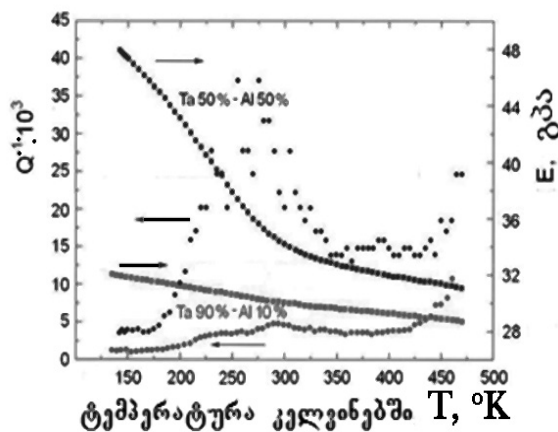
ნახაზებზე 4-7 მოცემულია ცად-ითა და თმს-ს პროცესების კომბინირებით დაწნეხილი სხვადასხვა ფაზური შემადგენლობის Ta-Al კომპოზიციის სტრუქტურები.

როგორც მიკროსტრუქტურების ანალიზიდან გამომ-

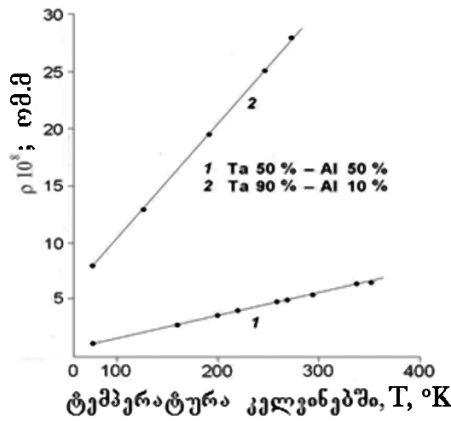
დინარეობს, ყველა შემთხვევაში მიღებული ნიმუშები მაღალი სიმკვრივით გამოირჩევიან და თავისუფალნი არიან ბზარებისა და სხვა დეფექტებისაგან. მიკროსტრუქტურებიდან აშკარად ჩანს მკვეთრად ჩამოყალიბებული ერთფაზა სტრუქტურები, რაც ინტერმეტალიდებს უნდა მიეკუთვნებოდეს.

ნახაზზე 8 წარმოდგენილია აფეთქებით ცხლად დაწნეხილი Ta-Al კომპოზიციის რენტგენოსტრუქტურული დიფრაქციული სურათი, საწყისი ტანტალუმინის ფაზებისა და აფეთქებით დაწნეხვის შემდგომ სხვადასხვა ფაზური შემადგენლობის შემთხვევაში.

წარმოდგენილი დაწნეხილი კომპოზიციების დიფრაქციული სურათების შედარება საწყისი ფხვნილების დიფრაქციულ სურათებთან (იხ. ნახ. 8, ბ) აშკარად გვიჩვენებს ტანტალისა და ალუმინის ახალი ფაზების არსებობას, რაც, რა თქმა უნდა, აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი ტანტალის ალუმინალები უნდა იყოს. რაც შეეხება სუფთა ტანტალისა და ალუმინის ფაზებს და მათ შესაბამის პიკებს დიფრაქციულ სურათზე (იხ.ნახ. 8, ა), აფეთქების შედეგად მიღებულ კომპოზიციებში მათი შე-



ნახ. 9. მექანიკური თვისებების ონგის მოდულისა და რელაქსაციის Q-T (სადაც Q არის ვიბრირების პროცესში ხარისხის ფაქტორი) ცვლილების ხასიათი ცად-ით მიღებულ Ta-Al კომპოზიციებში



ნახ. 10. ცად-ით მიღებულ Ta-Al კომპოზიციების ელექტრული წინააღმდეგობის ცვლილების ხასიათი ტემპერატურაზე და ფაზურ შედგენლობაზე დამოკიდებულებით

ცხრილი 1

ცად-ით დაწნეხილი Ta-Al კომპოზიციის ნიმუშების სისალის მნიშვნელობები

| ნიმუში                                | სისალე              |
|---------------------------------------|---------------------|
| Ta-10 %Al T=950 °C დატვირთვა - 100 გრ | 126.64 (70.9-286.7) |
| Ta-50 %Al T=900 °C დატვირთვა - 100 გრ | 261.5 (31.9-306.9)  |

საბამისი პიკები პრაქტიკულად არ შეიმჩნევა, რაც Ta და Al საწყის ფაზებს შორის მიმდინარე წვით სინთეზის სრულფასოვან რეაქციაზე მიუთითებს.

მიღებული ტანტალის ალუმინაიდების მექანიკური და ელექტრული თვისებების დასადგენად, შესწავლილი იყო დაწნეხილი Ta-10%Al და Ta-50%Al კომპოზიციების იუნგის მოდული და რელაქსაცია ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით. ასევე შესწავლილ იქნა აღნიშნული კომპოზიციების წინააღმდეგობის ცვლილება ტემპერატურის მიხედვით. შედეგები წარმოდგენილია ნახაზზე 9 და 10.

აშკარად ჩანს მექანიკური და ელექტრული თვისებების ცვლილება მათ ფაზურ შემადგენლობაზე დამოკიდებულებით. კერძოდ, რელაქსაციის მაქსიმუმის შედარებით მაღალი მნიშვნელობა Ta-50%Al კომპოზიციის შემთხვევაში მარცვლების საზღვრებზე რელაქსაციებით უნდა იყოს განპირობებული. ასეთ შემთხვევაში პიკის სიმაღლე დამოკიდებულია მარცვლების ფართობზე, რომელიც მაქსიმალურ მნიშვნელობას მამინ ღებულობს, როდესაც ფაზების მოცულობითი თანაფარდობა ტოლია. გარდა აღნიშნულისა, ნიკელის ალუმინაიდების ფაზების ფორმირება (ჩამოყალიბება) ხელს უწყობს აღნიშნულ ეფექტს. ეს მოსაზრება დასტურდება რენტგენოსტრუქტურული კვლევების მონაცემებით, სადაც გამოჟღავნებულია ახალი ინტერმეტალური ფაზების ჩამოყალიბების ფაქტი.

როგორც სურათიდან ჩანს, მექანიკური თვისებების ცვლილებასთან ერთად მნიშვნელოვნად იზრდება წინააღმდეგობა და წინააღმდეგობის ტემპერატურული ფაქტორი

განსაკუთრებით Ta-50 %Al კომპოზიციებისათვის.

ნახაზზე 10 მოცემულია აფეთქებით ორ საფეხურად ცხლად დაწნეხილი Ta-10%Al და Ta-50%Al კომპოზიციების წინააღმდეგობის ცვლილება ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით.

ამგვარად, ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადება საფუძველს იძლევა უდაოდ გამოიკვეთოს ის უპირატესობა, რაც გააჩნია აფეთქებით დაწნეხის ტექნოლოგიაში ტანტალისა და მისი კომპოზიციების გამოყენებას მათი მაღალი სიმტკიცის, ელასტიურობის და ძლიერი რეაქციის უნარიანობის გამო. ყველა შემთხვევაში აღნიშნული მახასიათებლები დასაწინებს მასალაში უზრუნველყოფენ მაღალი ინტენსიურობის დარტყმითი ტალღების შექმნას, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის ფხვნილთა ნარევის შემადგენელი ნაწილაკების მარცვლების ზედაპირების პლასტიკურ დენადობას, აადვილებს ძლიერი მარცვალთშორისი საერთო საზღვრების ჩამოყალიბებას და ახალი ინტერმეტალური ნაერთების სინთეზს.

შემოთ მოცემული შედეგები მკაფიოდ გვიჩვენებენ Ta-Al კომპოზიციების უპირატესობას და პერსპექტიულობას Ni-Al რეაქტიულ სისტემებთან შედარებით, რაც დიდი სიმკვრივის, უდეფექტო ცილინდრული ნაშაბების მიღების შესაძლებლობას იძლევა სრულყოფილი სტრუქტურითა და გაუმჯობესებული მექანიკური თვისებებით.

ცხრილში 1 მოცემულია ცად-ით დაწნეხილითა Ta-Al კომპოზიციის ნიმუშების სისალის მნიშვნელობები დაწნეხის პირობებზე დამოკიდებულებით.

დასკვნები:

1. Ta-Al კომპოზიციებში სრულყოფილი თმს რეაქციის მიმდინარეობა იწყება 940 °C-დან საწყისი ტანტალისა და ალუმინის ფაზების სრული ტრანსფორმაციით ტანტალის ალუმინიდებში. ჩამოყალიბებული ინტერმეტალური ნაერთების ტიპების (T<sub>2</sub>-Al, Ta-Al, Ta-Al<sub>2</sub> და Ta-Al<sub>3</sub>) საწყის ფაზებში კომპონენტების პროცენტული შემცველობა განისაზღვრება ატომური წონების მიხედვით.

2. ჩვენს მიერ შემუშავებული თმს და ცად ტექნოლოგიების კომბინირებითა და ურთიერთშეთავსებით შესაძლებელია ტანტალის ალუმინიდების ინტერმეტალური ნაერთების მიღება თეორიული სიმკვრივის სიახლოვეში სრულყოფილი სტრუქტურითა და კარგი მექანიკური მახასიათებლებით. დადგენილია, რომ ბზარების წარმოქმნის ასაცილებლად და უდუფექტო ინტერმეტალური კომპოზიციების მისაღებად ცად-ით დაწნეხის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს თმს-ის ინიცირების ტემპერატურას, ანუ 940 °C-ს.

3. შესწავლილია დაწნეხილი ტანტალ-ალუმინი ინტერმეტალური ნაერთების მექანიკური და ელექტრული თვისებები. დადგენილია, რომ კომპოზიციის ფაზური შემადგენლობის მიხედვით იცვლება ამ მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ამ ცვლილების ხასიათი სხვადასხვაა.

ლიტერატურა

1. H.P. Li and J.A. Sekhar. "Influence of the Reactant Size on the Micropyretic Synthesis of NiAl Intermetallic Compounds," *J Mater Res*, Vol.10, No.10, October 1995. pp. 2471-2480.

PEIKRISHVILI V., GODIBADZE B., DGEBUADZE A., OKROSASHVILI M.  
FORMING OF INTERMETALLIC Ta-Al COMPOUNDS IN COMPACTED SAMPLES BY HOT SHOCK WAVE

The main objective of this work was to study the possibility of compacting the intermetallic Ta-Al 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's stated that for formation flawless composition materials by HSWC compaction temperature should not exceed temperature of SHS, 940° C. Investigated mechanical and electrical properties of tantalum-aluminum intermetallic materials.

2. Q. Fan, H. Chai, and Z. Jin. "Dissolution-Precipitation Mechanism of Self-Propagating High-Temperature Synthesis of Mononickel Aluminide," *Intermet*, Vol.9, No.7, July 2001. pp.609-619.

3. N. Thadani, A. Advani, I. Song, E. Dunbar, A. Grebe, and R. A. Graham. "Shock-Induced Chemical Reactions and Synthesis of Binary Compounds", *Shock-Wave and High-Strain-Rate Phenomena in Materials*, Edited by M. A. Meyers, L. E. Murr, K. P. Staudhammer, New York, New York, USA, 1992. pp.271-282.

4. N. N. Thadani, S. Work, R. A. Graham, and W. F. Hammett. "Shock-Induced Reactions Syntheses (SRS) of Nickel Aluminides," *J Mater Res*, Vol.7, No.5, 1992. pp.1063-1075.

5. D.E. Alman. "Reaction Synthesis of Ni 36.8 at% Al," *J Mater Sci Lett*, Vol.13, No.7, April 1994. pp.483-486.

6. T. Aizawa. "Shock Reactive Synthesis of Refractory Metal Aluminides and Silicides," *Ceram Eng Sci Proc*, Vol.18, No.4B, 1997. pp. 573-580.

7. L. J. Kecskes, S. T. Szewczyk, A. B. Peikrishvili, and N. M. Chikhradze. "Exothermic Reaction in Hot Explosively Compacted Al-Ni Composites", *Proceeding of the PM2 TEC-2002*, Orlando, USA, 2002.

8. N. Medinski and V. Maqkivi. "Metal Reduction from Aqueous Solutions by Gases," *Hydrometallurgy, Metallurgii, Moscow, Soviet-Union*, 1971. pp.131-171 (Russian).

ПЕЙКРИШВИЛИ В.А., ГОДИБАДЗЕ Б.А., ДГЕБУАДЗЕ А.А., ОКРОСАШВИЛИ М.Н.  
ФОРМИРОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ТАНТАЛ-АЛЮМИНИЯ В ОБРАЗЦАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ГОРЯЧИМ КОМПАКТИРОВАНИЕМ ВЗРЫВОМ

Главной целью данной работы являлось изучение возможности компактирования интерметаллических соединений тантал-алюминия 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 механические и электронные свойства компактированных интерметаллических соединений тантал-алюминий.



აკად. დოქტორი ა. ფიქრიშვილი, აკად. დოქტორი ბ. გოდუაძე, ფიზიკა-მათ. მეცნ. დოქტორი ე. ჩაგალიშვილი, აკად. დოქტორი მ. წიკლაური, მასალათმცოდნეობის მაგისტრი ა. დგუაძე, დოქტორანტი ვ. ფიქრიშვილი

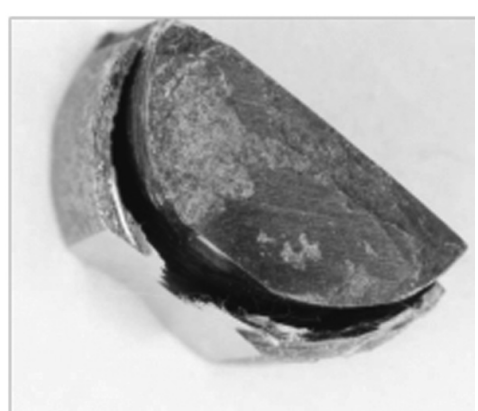
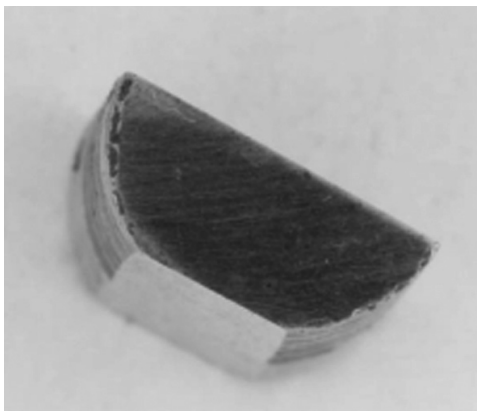
**ცხლად დარტყმითი ტალღებით დანახილი ნანოსტრუქტურული ვოლფრამი-ვერცხლის კომპოზიციის სტრუქტურის შესწავლა**

ნაშრომში განხილულია ტექნოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ნანოკრისტალური ვოლფრამის დაწნებას და უღებვექტო ნაშადადების მიღებას თეორიული სიმკვრივის მახლობლობაში გაუმჯობესებული სიმტკიცის მახასიათებლებით. დაწნებით მიღებულია მაღალი სისაღის W-Ag კომპოზიცია, რომელშიც ნანოკრისტალური ვოლფრამის მარცვლები განთავსებულია ვერცხლის მატრიცაში. შესწავლილი და დადგენილია შეუთავსებელი W და Ag წვეილის ნაწნების ფორმირების პირობები, ვერცხლის რაოდენობის გავლენა სრულყოფილი სტრუქტურის W-Ag კომპოზიციის ნიშუშის მიღებაზე, აგრეთვე ტემპერატურისა და წნევის პარამეტრების მნიშვნელობების გავლენა დაწნების პროცესსა და სრულყოფილი ნაშადადის მიღების საქმეში.

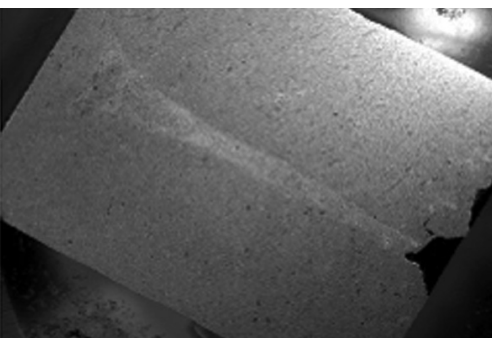
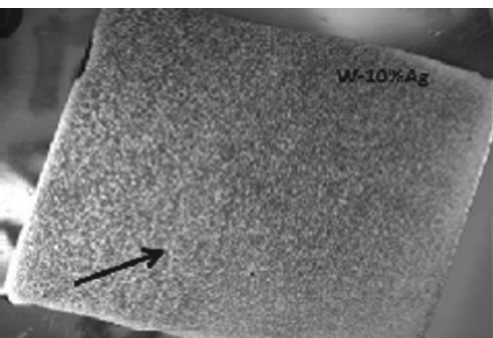
გამოკვლევებში გამოყენებული იყო აშშ-ში წარმოებული ნანოკრისტალური ვოლფრამის ფხვნილები, ზომით 100 ნმ-მდე და ვერცხლის ფხვნილი, ზომით 5-7 მკმ. ფეთქი მასალის სახით გამოყენებული იყო ამონიტი, დეტონაციის სიჩქარით 3.5 კმ/წმ და მისი ნარევები სელიტრასთან.

გამოკვლევებმა, რომელიც ჩატარებული იყო W-Ag კომპოზიციებზე დაგვანახა, რომ მაღალი დეტონაციის სიჩქარის ფეთქებადი მასალის გამოყენების შემთხვევაში (ჰექსოგენი, დეტონაციის სიჩქარე 6.0 კმ/წმ) პირველ საფეხურზე წინასწარი დაწნების პროცესს ყოველთვის მიყვავართ ე.წ. „მახის“ ზონის ფორმირებასთან ცილინდრული კონტინერის ცენტრალურ ნაწილში. ასეთი ნიშუშების შემდგომი ცხლად დაწნება სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში უშედეგო აღმოჩნდა და საბოლოოდ დაწნეხილი ნაშადადები რჩებოდა „მახის“ დეფექტით (სიცარიელით) ან ბზარების მთელი ქსელით და სტრუქტურული არაერთგვაროვნებით) ნიშუშის ცენტრალური ღერძის მთელ სიგრძეზე. ასევე კვლევებით დადგინდა, რომ მიღებული ნაწნების ხარისხზე მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს მის ფაზურ შემადგენლობას. ვერცხლის ფაზის დიდი რაოდენობით შემცველობა იწვევს ნიშუშის ცენტრალურ ნაწილში ვერცხლით გადაჯერებული სტრუქტურული ზონის ფორმირებას.

ნახაზეზე 1 და 2 წარმოდგენილია აფეთქებით ცხლად დაწნეხილი ვოლფრამი-ვერცხლი კომპოზიციის



ნახ. 1. 1050 °C ტემპერატურაზე აფეთქებით დაწნეხილი W-Ag კომპოზიციის მაკროსტრუქტურა: ა - W-10 %Ag; ბ - W-50 %Ag



ნახ. 2. აფეთქებით ცხლად დაწნეხილი ნანოსტრუქტურული ვოლფრამი-ვერცხლის (W-Ag) მაკროსტრუქტურები დატვირთვის პარამეტრების: T=1050 °C და P=10 გპა-ს შემთხვევაში: ა - W-10 %Ag; ბ - W-50 %Ag



ცხლად აფეთქებით ჩატარებული ექსპერიმენტების მახასიათებლები

| ნიმუშები | შემაღვენლობა | W მარცვლის ზომა, ნმ | დაწნების ტემპერატურა, °C |
|----------|--------------|---------------------|--------------------------|
| A        | W-10 %Ag     | 100                 | 1050 და 940              |
| B        | W-20 %Ag     | 100                 | 1050                     |
| C        | W-50 %Ag     | 100                 | 940                      |

ხელები და განივკვეთის მაკროსტრუქტურა სხვადასხვა რაოდენობის შემაღვენელი ფაზებისათვის, რაც შემდგომში დეტალურად იქნა გამოკვლეული სტრუქტურისა და მექანიკური თვისების შესწავლის მიზნით.

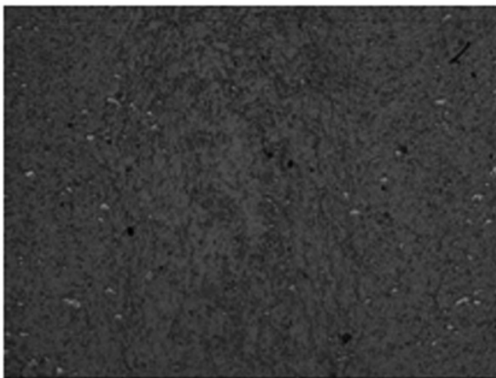
ნიმუშის ცენტრში შეიმჩნევა მახის ტალღის გავლენა, რაც გამოიხატება ღერძის გასწვრივ ვერცხლის კონცენტრაციის გაზრდაში და ნიმუშის ერთგვაროვნების დარღვევაში. ასევე შეიმჩნევა რადიალური ბზარები, რაც თერმიული ძაბვებით უნდა იყოს გამოწვეული.

სხვადასხვა W-Ag კომპოზიციის ფხვნილების გამოყენება 10, 20 და 50 % შემაკავშირებელი ფაზის ვერცხლის შემცველობით გათვლილი იყო იმ მიზნით, რომ მიგველო სხვადასხვა სიმტკიცისა და ელექტრული თვისებების ნაშაადები გაზრდილი დნობის ტემპერატურითა და ცვეთამდეგობით.

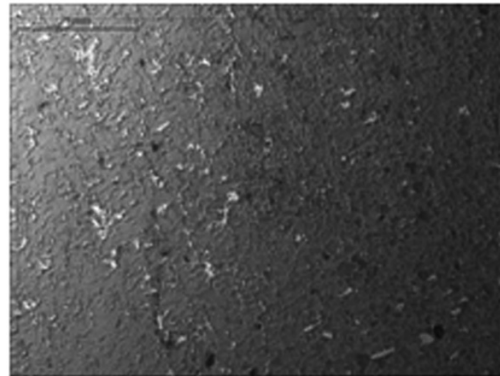
ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო ვერცხლის დნობის ტემპერატურაზე მაღლა 1050 °C და მის ქვემოთ 940 °C ტემპერატურებზე, რათა შეგვეფასებინა დაწნების ტემპერატურის გავლენა მიღებული ნიმუშის სიმკვრივესა და ხარისხზე.

W-Ag კომპოზიციებზე ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ მაღალი დეტონაციის სიჩქარის ფეთქებადი მასალის გამოყენების შემთხვევაში (ჰექსოგენი, დეტონაციის სიჩქარე 6,0 კმ/წმ) პირველ საფეხურზე წინასწარი დაწნების პროცესს ყოველთვის მივყავართ „მახის“ ზონის ფორმირებასთან ცილინდრული კონტეინერის ცენტრალურ ნაწილში. სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში ასეთი ნიმუშების შემდგომი ცხლად დაწნევა უშედეგო აღმოჩნდა და საბოლოოდ დაწნეხილ ნაშაადებში შენარჩუნებული იყო „მახის“ დეფექტები (სიცარიელე - ხვრელით) ნიმუშის ცენტრალური ღერძის მთელ სიგრძეზე. დაბალი დეტონაციის სიჩქარის ფეთქებადი მასალის გამოყენება პირველ საფეხურზე ფხვნილების ვიბრო ჩატვირთვით კომბინაციასთან ერთად სასურველ შედეგს იძლევა და ცივად აფეთქებით დაწნების შემდგომ მიიღება ცილინდრული ფორმის ნაშაადები სწორი გეომეტრიითა და დეფექტების გარეშე.

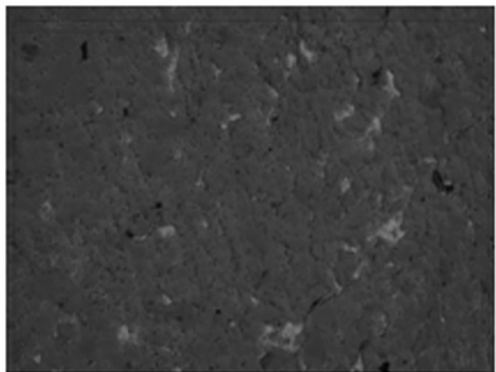
წარმოდგენილ ნაშრომში W-Ag კომპოზიციის ფხვნილები დაიწნეხა ორ ტემპერატურაზე: ერთი Ag დნობის ტემპერატურის ზემოთ და მეორე – მის ქვემოთ. ვერცხლის დნობის ტემპერატურა T=960 °C. იდეა მომდინარე-



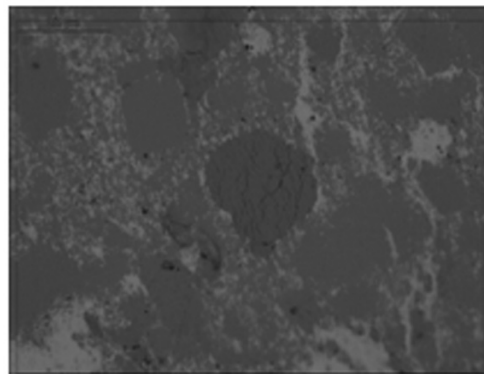
ა



ბ



გ



დ

ნახ. 3. 940 °C ტემპერატურაზე აფეთქებით დაწნეხილი W-10 % Ag კომპოზიციის ფხვნილის მიკროსტრუქტურები. დაწნების ინტენსიურობის 10 გზა შემთხვევაში: ა – X26; ბ – X100; გ – X500; დ – X1000

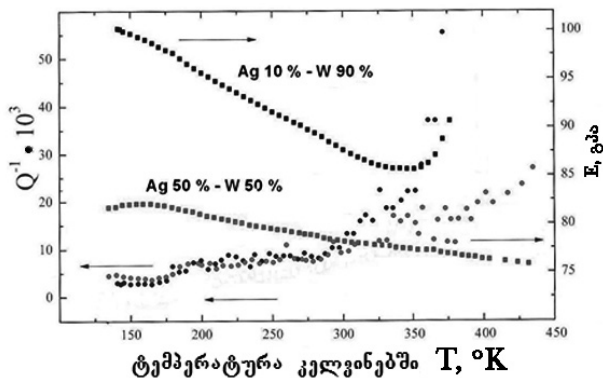
თერმული გაფართოების კოეფიციენტის (თგკ) მნიშვნელობა W-Ag კომპოზიციებისათვის სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში

| შედგენილობა \ ტემპერატურა | (- 60 - (+20) °C | (50 - 350) °C |
|---------------------------|------------------|---------------|
| W - 10 % Ag               | 5,5 μm           | 7,5 μm        |
| W - 50 % Ag               | 9,5 μm           | 13,7 μm       |

ობს სუფთა ნაწი კომპოზიციის ფუნქციონირებაზე ადრე ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან, რა დროსაც დაწინაურდა წარმოება 300-დან 600 °C ტემპერატურამდე და სადაც აფეთქებით ცხლად დაწინაურდა შემდგომ შენარჩუნებული იყო საწყისი ფუნქციონირების მორფოლოგია. რაც შეეხება დნობის ტემპერატურაზე ზემოთ T>960 °C დაწინაურდა ნიმუშებს, მიუხედავად იმისა, რომ მარცვალთშორისი კავშირები გამოირჩევიან მაღალი შეჭიდულობით, ყველა ნიმუშში შეიმჩნევა რადიკალური ბზარების არსებობა, რაც ალბათ განპირობებულია თერმული ძაბვებით. შემდგომში განალიზებული იქნა, რომ დნობის ტემპერატურაზე დაბლა აფეთქებით დაწინაურდა გამოიწვევდა ტემპერატურული გრადიენტის შექმნას და როგორც შედეგი წარმოქმნილი თერმული ბზარების შემცირებასა და გაქრობას. ნათქვამის დადასტურება ნახაზე 3 წარმოდგენილი დაწინაურდა ნიმუშების მაკროსტრუქტურა ბზარების გარეშე.

რაც შეეხება დნობის ტემპერატურის ზემოთ დაწინაურდა, თხევად მდგომარეობაში არსებული ვერცხლის მატრიცა ფაზა უზრუნველყოფს დარტყმითი ტალღების ფორმირება დასაწინაურდა ნამზადის მთელ მოცულობაში წნევის ქვეშ ექსტრუზიას, მარცვალთშორისი სივრცეების (ფორების) სრულად შევსებას და დიდი სიმკვრივის, ფორების გარეშე ნამზადების მიღებას. უარყოფითი მხარე, როგორც ექსპერიმენტებმა დაგანახა, ძლიერი გაცივების გამო, ადგილი აქვს თერმული ძაბვების წარმოქმნას, რაც როგორც შედეგი, მნიშვნელოვნად ასუსტებს მიღებული ნამზადების სიმტკიცის მახასიათებლებს.

დაწინაურდა W-Ag კომპოზიციის სითბოტევადობისა და ელექტრული თვისებების შეფასება, რენტგენოსტრუქტურული კვლევის შედეგების ანალიზი ადასტურებს

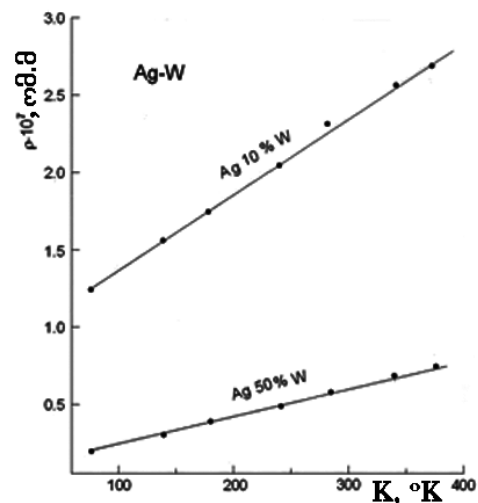


ნახ. 4. 1050 °C ტემპერატურაზე აფეთქებით დაწინაურდა W-10 % და W-50 %Ag კომპოზიციების დრეკადობის მოდული-სა და მექანიკური რელაქსაციის პროცესების ცვალებადობა ტემპერატურის მიხედვით

ჩვენს მიერ გამოყენებულ კანონზომიერებებს და საინტერესო თავისებურებას ავლენს ყველა ნიმუშში, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ მიუხედავად გაცხელების ტემპერატურის სიდიდისა და მარცვლის მცირე ზომისა, ცხლად აფეთქებით დაწინაურდა პროცესში კომპოზიცია ყოველთვის რჩება შეუთავსებელი და არავითარი მყარი ხსნარებისა და ქიმიური ნაერთების წარმოქმნას ადგილი არა აქვს. მიკროსტრუქტურები ვერცხლის მაღალი შემცველობის გამოირჩევიან დეფექტების არსებობით ფორებისა და ბზარების სახით, ხოლო 50 % ვერცხლის შემცველობისა ადგილი აქვს სტრუქტურის არაერთგვაროვნებას ნიმუშის ღერძის გასწვრივ, მთელ სიგრძეზე, რაც საბოლოო ჯამში ნიმუშის თვისებების ანიზოტროპიას იწვევს.

ცხრილში 2 მოცემულია კომპოზიციების თერმული გაფართოების კოეფიციენტის შესწავლის შედეგები, აფეთქებით ცხლად დაწინაურდა W-Ag კომპოზიციისათვის ვერცხლის შემცველობისა და ტემპერატურული რეჟიმის მიხედვით.

W-Ag შეუთავსებელი წყვილის თგკ-ის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ მისი სიდიდე მნიშვნელოვნად განისაზღვრება კომპოზიციაში ვერცხლის რაოდენობის შემცველობით და მის მომატებასთან ერთად კომპოზიციის თგკ იზრდება. რაც შეეხება დაბალი 10 %-ის შემცველობის შემთხვევაში, თგკ-ს მნიშვნელობა საკმაოდ დაბალია და ტემპერატურის ცვლილების მიმართ საკმაოდ სტაბილურობას იჩენს 5.5 μm °C-დან (-60 - +20)°C ტემპერატურულ დიაპაზონში) 7.5 μm °C-მდე (50 - 350) °C ტემ-



ნახ. 5. 1050 °C ტემპერატურაზე აფეთქებით დაწინაურდა W-10 %Ag და W-50 %Ag კომპოზიციების კუთრი წინაღობის ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების გრაფიკული გამოსახულება

პერატურულ დიაპაზონში).

იმისათვის, რომ დაგვედგინა აფეთქებით ცხლად დაწნეხილ W-Ag ნიმუშების სუბსტრუქტურაში მიმდინარე ცვლილებები, შესწავლილი იქნა ამ კომპოზიციებში წინააღობის, დრეკადობის მოდულისა და მექანიკური რელაქსაციის პროცესების ცვლილება ტემპერატურის მიხედვით. შედეგები მოცემულია შესაბამისად ნახაზებზე 4 და 5.

როგორც ნახაზებიდან სჩანს, ვერცხლის კონცენტრაციის გაზრდით კომპოზიციაში დრეკადობის მოდული თავდაპირველად 10 % მცირდება, ხოლო ტემპერატურული სტაბილურობა უმჯობესდება. ამავე დროს რელაქსაციის პროცესები უფრო სწრაფია ტემპერატურის მიხედვით, ვერცხლის დაბალი შემცველობის შემთხვევაში W-10 %Ag კომპოზიციაში. აღნიშნული მიუთითებს იმაზე, რომ ვერცხლის კონცენტრაციის გაზრდის შედეგად W-Ag სისტემა ტემპერატურის მიხედვით უფრო სტაბილური ხდება.

როგორც W-Ag კომპოზიციების წინააღობის ტემპერატურის ცვალებადობასთან დამოკიდებულების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, ზემოთ აღნიშნული მონაცემები კორელაციაში მოდის ნახაზზე 5 მოცემულ შედეგებთან. აღნიშნული გამოიხატება იმაში, რომ ვერცხლის დაბალი შემცველობისას (10 %) კომპოზიციას გააჩნია უფრო დიდი წინააღობა და გაცილებით ძლიერაა დამოკიდებული ტემპერატურის სიდიდეზე.

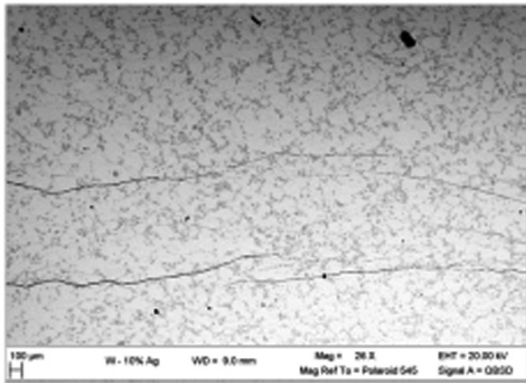
**W-Ag სტრუქტურის შეფასება**

კომპოზიციებში W და Ag ფაზების განაწილების პირდაპირი შესწავლა გვიჩვენებს ამ კომპონენტების პო-

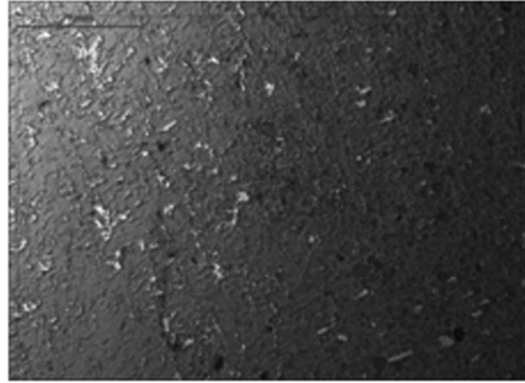
მოგენურ განაწილებას. დაწნეხილ ნიმუშებში, როგორც შეუთავსებელი წყვილისთვისა და მახასიათებელი, მყარი ხსნარების და ქიმიური ნაერთების წარმოქმნას საერთოდ არ აქვს ადგილი. თუმცა როგორც დაწნეხილი ნიმუშების მორფოლოგიის შესწავლა გვიჩვენებს, დაწნეხილი ნიმუშების ხარისხზე და თვისებებზე დიდი გავლენა აქვს კომპოზიციის ფაზურ შემადგენლობასა და დაწნეხის პარამეტრებს (წნევას და ტემპერატურას).

წნევის გავლენის შესწავლამ დაგვანახა, რომ როგორც წინასწარი, ასევე ცხლად დაწნეხის პროცესში ოპტიმალური დატვირთვის ინტენსიურობა არ უნდა აღემატებოდეს 10 გპა-ს. უფრო მაღალ დატვირთვებზე ადგილი აქვს სხვადასხვა დეფექტების ფორმირებას. მაგალითად გამოდგება “მანის” ტალღა, რის შედეგადაც ნიმუშის ცენტრალურ ნაწილში, მთელ სიგრძეზე, შეიმჩნევა სიცარიელე, რაც დარტყმითი ტალღის ფრონტზე დნობა-აორთქლების პროცესით უნდა იყოს გამოწვეული ცენტრალურ ღერძულ ნაწილში დარტყმითი ტალღების შეჯახება/ინტერფერენციისა და მაღალი წნევის განვითარებით.

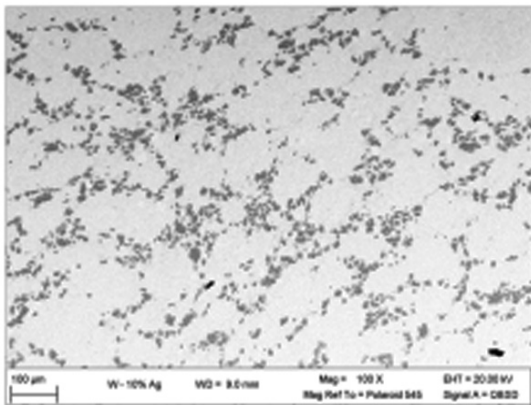
როგორც მაკრო და მიკროსტრუქტურის გამოკვლევებმა გვიჩვენა, დაწნეხის ტემპერატურა არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრი აფეთქებით დაწნეხის ტექნოლოგიაში. ტემპერატურის მომატებით დარტყმითი ტალღის ფრონტზე ადგილი აქვს დასაწნეხი ნაწილაკების მომატებულ დენადობას და მათი ზედაპირების შეჯახების შედეგად მაღალ ტემპერატურებზე ლოკალურ გაღობას და კრისტალიზაციის შედეგად საერთო საზღვრების ფორმირებას. ვინაიდან კრისტალიზაციის პროცესი



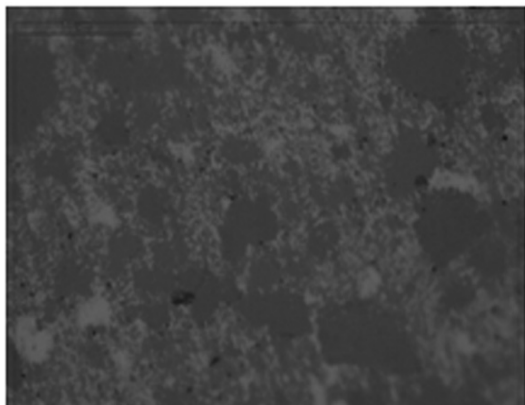
ა



ბ

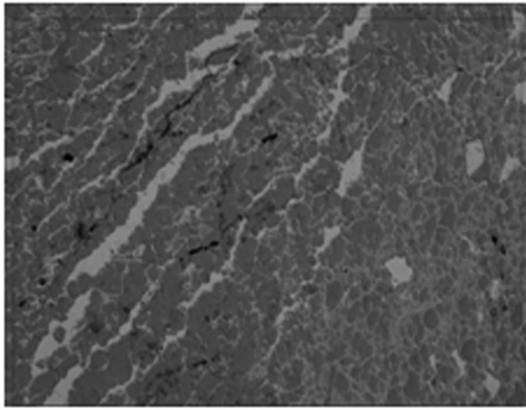


გ

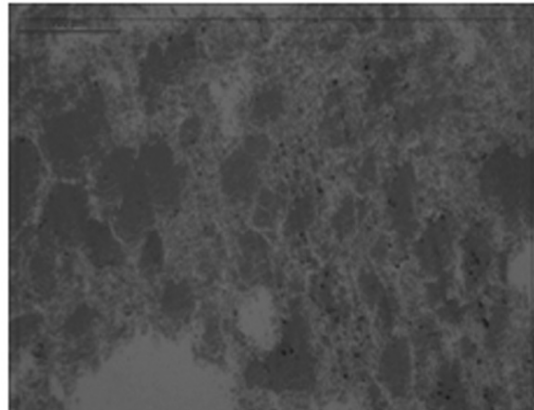


დ

ნახ. 6. აფეთქებით ცხლად დაწნეხილი W-10 %Ag კომპოზიციების მაკრო და მიკროსტრუქტურა დაწნეხის ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით: ა - 1050 °C; ბ - 940 °C; გ - 1050 °C; დ - 940 °C



ა



ბ

ნახ. 7. აფეთქებით ცხლად დაწნეხილი W-20 %Ag სხვადასხვა უბნის მიკროსტრუქტურა 940 °C ტემპერატურაზე 10 გაა წნევით დაწნეხის დროს

აუცილებელია საზღვრების ფორმირებისათვის, ბუნებრივია, რომ დნობის ტემპერატურის მახლობლობაში დატვირთვა მნიშვნელოვნად აადვილებს დაწნეხის მექანიზმის ამუშავებას და დიდი სიმკვრივის ნიბუშის მიღებას. თუმცა უნდა აღინიშნოს რომ მაღალ ტემპერატურაზე დაწნეხას შეიძლება უარყოფითი მხარეც გააჩნდეს, რაც გამოიხატება დიდი გადაციების ხარისხში და როგორც შედეგი, შეიძლება დაწნეხილ ნიბუშში ადგილი ჰქონდეს თერმიული ძაბვების ფორმირებას. აღნიშნულის დადასტურებაა ნახაზი 6, სადაც მოცემულია აფეთქებით სხვადასხვა ტემპერატურაზე დაწნეხილი W-10%Ag კომპოზიციის მაკრო და მიკროსტრუქტურები.

როგორც სტრუქტურებიდან ჩანს დნობის ტემპერატურის ზემოთ 1050 °C ტემპერატურაზე დაწნეხილ ნიბუშებში შეიმჩნევა რადიალური ბზარები (იხ. ნახ. 6, ა), მაშინ როდესაც ტემპერატურის შემცირება და დაწნეხის პროცესის განხორციელება 940 °C ტემპერატურაზე გამოირიცხავს ნაშაღში ბზარების არსებობას (იხ. ნახ. 6, ბ). ორივე ტემპერატურაზე დაწნეხილი ნიბუშის სტრუქტურა გვიჩვენებს ფაზების თანაბარ განაწილებას და მარცვალთშორის მტკიცე კავშირებს.

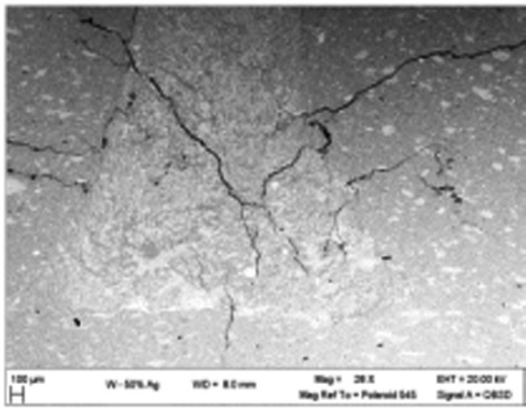
ნახაზზე 7 მოცემულია აფეთქებით ცხლად დაწნეხილი W-20 %Ag ნიბუშის მიკროსტრუქტურა 940 °C ტემპერატურაზე კომპაქტირების შემდეგ.

როგორც მიკროსტრუქტურებიდან ჩანს, ნიბუშების

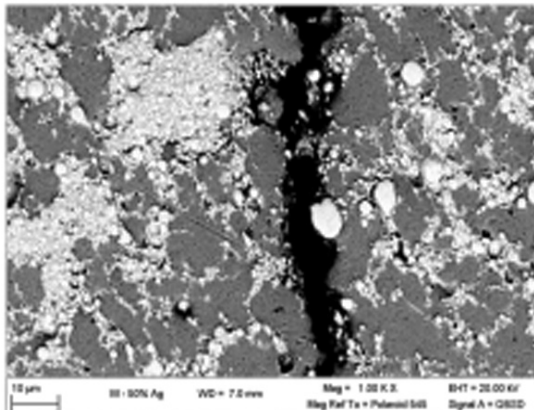
ზოგიერთ უბანში შეიმჩნევა მიკრობზარების არსებობა. ჩვენი აზრით, ეს განპირობებული უნდა იყოს ამ უბნებში ვერცხლის მომატებული რაოდენობით და, როგორც შედეგი, წარმოქმნილი თერმიული დაძაბულობებისაგან. მთლიანობაში ნიბუშები გამოირჩევიან დიდი სიმკვრივითა და მარცვალთშორისი მტკიცე შეჭიდულობით.

ნახაზზე 8 წარმოდგენილია აფეთქებით 940 °C ტემპერატურაზე დაწნეხილი W-50%Ag კომპოზიციის ცენტრალური ღერძის შიგნით ჩამოყალიბებული მიკროსტრუქტურა 10 გაა. წნევით დაწნეხის შემდეგ, როგორც მაკრო და მიკროსტრუქტურის ანალიზიდან გამომდინარეობს, ვერცხლის რაოდენობის შემდგომი მომატება და მისი დნობის ტემპერატურაზე მაღლა W-50 %Ag კომპოზიციების დაწნეხა განპირობებს არა მხოლოდ ცილინდრული ნიბუშის ცენტრალურ ნაწილში, არამედ მის მთელ სიგრძეზე ვერცხლით მდიდარი ზონების ფორმირებას და ნიბუშში რადიალური ბზარების წარმოქმნას. ნიბუშის ცენტრალურ ნაწილში ბზარები ბადის ფორმას ღებულობს. მნიშვნელოვნად გადაიდების შემთხვევაში გაცილებით უკეთ ჩანს შემაკავშირებელი ვერცხლის ფაზის წვრილმარცვლოვანი აგებულება და დაწნეხილ ნიბუშში ფორმირებული მაკრო ბზარის მორფოლოგია (იხ. ნახ. 8, ა, ბ)

მთლიანობაში მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე უნდა აღინიშნოს, რომ ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტებისა და დნობის ტემპერატურების დიდი



ა



ბ

ნახ. 8. 940 °C ტემპერატურაზე აფეთქებით დაწნეხილი W-50 %Ag კომპოზიციის ცენტრალური ღერძის შიგნით ჩამოყალიბებული მიკროსტრუქტურა 10 გაა წნევით დაწნეხის დროს

სხვაობის გამო W-Ag კომპოზიტების აფეთქებით ცხლად დაწნების პროცესში აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ამ კომპოზიტის ფაზური შემადგენლობა და ვერცხლის რაოდენობის მიხედვით შერჩეული იქნეს დაწნების ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმი. კონკრეტულად ვერცხლის რაოდენობის მომატებასთან ერთად, ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტების დიდ სხვაობის გამო სასურველია დაწნების პროცესის შესრულება შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე, რაც კონკრეტულად თავიდან აგვაცილებს თერმული ძაბვების გავლენას და ნიმუშში ბზარების წარმოქმნას. კონკრეტულად, W-10 %Ag კომპოზიტის დაწნებისას ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმი შეიძლება განსაზღვრული იქნეს, როგორც 940 °C-ის ტოლი, ხოლო დატვირთვის ინტენსიურობა 10 გპა-ის ტოლი. რაც შეეხება ვერცხლის მაღალი შემცველობის კომპოზიტებს, რეკომენდირებულია მათი დაწნება 900 °C ტემპერატურის დაბლა 10 გპა დატვირთვის ინტენსიურობით.

**დასკვნები:**

1. შემუშავებულია W-Ag კომპოზიტების ორსაფეხურიანი ცხლად აფეთქებით დაწნების ტექნოლოგია. დადგენილია დაწნების ის ოპტიმალური პარამეტრები, რომლებიც გარანტირებულად უზრუნველყოფენ ორფაზა, უდეფექტო, ჰომოგენური W-Ag კომპოზიტის ფორმირებას, სადაც W განაპირობებს დაბალ ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტს, ცვეთამდეგობასა და მაღალ დნობის მაღალ ტემპერატურას, ხოლო ვერცხლის ფაზა – კომპოზიტის გამტარებლობასა და მის კარგ პლასტიკურ თვისებებს.
2. შესწავლილია დაწნებილი W-Ag კომპოზიტების მაკრო, მიკრო და სუბსტრუქტურა ტექნოლოგიური პარამეტრების ფართო დიაპაზონში. დადგენილია ფორმირებული სტრუქტურების თავისებურებები დაწნების პირობები-

საგან დამოკიდებულებით. დადგენილია, რომ მინიმალური ტემპერატურა ორფაზა W-Ag კომპოზიტის ფორმირებისათვის დაწნების პროცესში უნდა იყოს დნობის ტემპერატურაზე, 960 °C-ზე ნაკლები, ხოლო წნევა - 10 გპა.

**ლიტერატურა**

1. H.P. Li and J.A. Sekhar. "Influence of the Reactant Size on the Micropyretic Synthesis of NiAl Intermetallic Compounds," J Mater Res, Vol.10, No.10, October 1995. pp.2471-2480
2. Q. Fan, H. Chai, and Z. Jin. "Dissolution-Precipitation Mechanism of Self-Propagating High-Temperature Synthesis of MononickelAluminide," Intermet, Vol.9, No.7, July 2001. pp.609-619.
3. N. Thadani, A. Advani, I. Song, E. Dunbar, A. Grebe, and R. A. Graham. "Shock-Induced Chemical Reactions and Synthesis of Binary Compounds", Shock-Wave and High-Strain-Rate Phenomena in Materials, Edited by M. A. Meyers, L. E. Murr, K. P. Staudhammer, New York, New York, USA, 1992. pp.271-282.
4. N. N. Thadani, S.Work, R. A. Graham, and W. F. Hammett. "Shock-Induced Reactions Syntheses (SRS) of Nickel Aluminides," J Mater Res, Vol.7, No.5, 1992. pp.1063-1075.
5. D. E. Alman. "Reaction Synthesis of Ni 36.8 at% Al," J Mater SciLett, Vol.13, No.7, April 1994. pp.483-486.
6. T. Aizawa. "Shock Reactive Synthesis of Refractory Metal Aluminides and Silicides," Ceram EngSciProc, Vol.18, No.4B, 1997. pp. 573-580.
7. L. J. Kecskes, S. T. Szewczyk, A. B. Peikrishvili, and N. M. Chikhradze. "Exothermic Reaction in Hot Explosively Compacted Al-Ni Composites", Proceeding of the PM2 TEC-2002, Orlando, USA, 2002.
8. N. Medinski and V. Maqkivi. "Metal Reduction from Aqueous Solutions by Gases," Hydrometallurg. Metallurgii, Moscow, Soviet-Union, 1971. pp.131-71 (Russian).

PEIKRISHVILI A., GODIBADZE B., CHAGELISHVILI E.,  
TSIKLAURI M., DGEBUADZE A., PEIKRISHVILI V.  
STRUCTURAL INVESTIGATION OF NANO-  
STRUCTURAL TUNGSTEN SILVER COMPOSITES  
COMPACTED BY HOT SHOCK WAVE

The main objective of this work was to develop technology for compaction of nanocrystalline tungsten and formation defect-free billets near theoretical density with improved strength properties; compact and fabricate W-Ag composition of high hardness, with nanocrystalline tungsten particles, embedded in a silver matrix; study and establish conditions for the formation jointing of W-Ag incompatible pair; study the influence of silver amount on formation of samples of the W-Ag composition with improved structure and the importance of the parameters of temperature and pressure for the compacting process and fabricating good billets.

ПЕЙКРИШВИЛИ А.Б., ГОДИБАДЗЕ Б.А.,  
ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш., ЦИКЛАУРИ М.В.,  
ДГЕБУАДЗЕ А.А., ПЕЙКРИШВИЛИ В.А.  
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ  
НАНОСТРУКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ  
ВОЛЬФРАМ-СЕРЕБРО, ПОЛУЧЕННОЙ  
ГОРЯЧИМ КОМПАКТИРОВАНИЕМ  
(ПРЕССОВАНИЕМ) ВЗРЫВОМ

Основной целью настоящей работы являлась разработка технологии, обеспечивающей компактирование нанокристаллического вольфрама и получение бездефектных заготовок почти теоретической плотности с улучшенными прочностными характеристиками; компактирование и получение композиции W-Ag высокой прочности, с частицами нанокристаллического вольфрама, размещенными в серебряной матрице; исследование и установление условий формирования уплотнения несовместимой пары W и Ag; изучение влияния количества серебра на получение образцов композиции W-Ag с совершенной структурой и значения параметров температуры и давления для процесса прессования и получения совершенных заготовок.

ტაძე. ვიც. დოქტორი ო. ლანჩავა, აკად. დოქტორი გ. ნოზაძე,  
აკად. დოქტორი ნ. ზომბორიშვილი, აკად. დოქტორი ზ. ლეგანიძე,  
დოქტორანტი ნ. არუდაშვილი  
საავტომობილო გვირაბში ძლიერი ხანძრის მიერ გამოწვეული  
საფრთხის ანალიზი

სტატიაში მოცემულია სატრანსპორტო გვირაბში ძლიერი ხანძრით გამოწვეული საშიშროების შეფასებითი ანალიზი. განხილულია ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ხანძრის პირობებში საევაკუაციო პერიოდის გაანგარიშებაზე. ნაჩვენებია საევაკუაციო პერიოდის დამოკიდებულება ხანძრის სიმძლავრეზე, ლოკალიზაციის სივრცით პარამეტრებზე და მისი განვითარების აღმავალი ფაზის ხანგრძლივობაზე. აღნიშნულია, რომ საევაკუაციო დროის შუალედი პრაქტიკულად ვერ გადაჭარბებს ხანძრის აღმავალი ფაზის ხანგრძლივობას, ამასთან ადგილი ექნება საევაკუაციო პერიოდის შემცირების ტენდენციას ტოქსიკური აირებისა და ატმოსფერული ჰაერის გაბატონებულ ზონებში ტურბულენტური დიფუზიური პროცესების განვითარების გამო.

თანამედროვე სატრანსპორტო მაგისტრალური გზები გამოირჩევიან სატრანსპორტო ნაკადების დიდი ინტენსიურობით. სატრანსპორტო გვირაბების ფარდობითი წილი, მაგისტრალთა საერთო სიგრძესთან შედარებით, განუზრელად მატულობს. გაზრდილი სატრანსპორტო გამტარუნარიანობის უზრუნველსაყოფად, რთული ლანდშაფტის პირობებში, გვირაბების აგების ტენდენცია მომავალშიდაც შენარჩუნდება, რაც დამატებით მოთხოვნებს დააყენებს ტრანსპორტის ნაკადების უსაფრთხოების გაზრდის თვალსაზრისით.

სატრანსპორტო გვირაბების კონსტრუქციული და საექსპლუატაციო თავისებურებების გამო, ნებისმიერი ავარიული სიტუაცია მკვეთრად მოქმედებს მთელი მაგისტრალის უსაფრთხოებასა და გამტარუნარიანობაზე, ხოლო ძლიერი ხანძრის შემთხვევაში სახეზე გვაქვს კატასტროფა – მასშტაბური მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი.

იმისათვის, რომ შევძლოთ გვირაბში ხანძრის შედეგად

წარმოქმნილი საგანგებო სიტუაციის შეფასება და მართვა, აუცილებელია დამუშავდეს ხანძრის განვითარების სხვადასხვა შესაძლო ადეკვატური სცენარი მოცემული პირობებისათვის.

გვირაბში ხანძრის განვითარების ფიზიკური მოდელის აუცილებელ კომპონენტებს წარმოადგენს ხანძრის სიმძლავრე, სივრცითი მასშტაბი და ხანგრძლივობა. განვიხილოთ აღნიშნული კომპონენტები მითითებული თანმიმდევრობით.

საავტომობილო გვირაბებში გაჩენილი ხანძრის პოტენციური სიმძლავრე დამოკიდებულია ალმოდებულ ავტომობილთა სახეობასა და რაოდენობაზე. ემპირიული მონაცემები აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით მოცემულია ცხრილში 1 [1].

ხანძრის კერის სივრცული მასშტაბის დადგენა ხდება გვირაბის გეომეტრიული ზომებით და ხანძრის ლოკალიზაციის პარამეტრებით. ხანძრის კერის სივრცული მასშტაბი შესაძლებელია განისაზღვროს შემდეგი უტოლობიდან გამომდინარე

$$V_F \leq V_T, \quad (1)$$

სადაც  $V_F = S_T L_T$  არის ხანძრის მიერ დაკავებული მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $V_T = S_T L_T$  - გვირაბის მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $S_T$  - გვირაბის განიკვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $L_T$  - გვირაბის სიგრძე, მ;  $L_F$  - ხანძრის გავრცელების ფარგლების სიგრძე, მ.

ხანძრის ხანგრძლივობა განისაზღვრება მისი განვითარების სცენარით და შედგება 3 ფაზისაგან: ხანძრის აღმავალი ფაზა, პიკური ფაზა და მილევის ფაზა. ხანძრის ხანგრძლივობა განისაზღვრება ფორმულით.

$$T_F = t_{1F} + t_{2F} + t_{3F} \quad (2)$$

ცხრილი 1

სატრანსპორტო გვირაბში ხანძრის დროს გამოყოფილი სიმძლავრე ალმოდებულ მანქანათა რიცხვის მიხედვით

| სატრანსპორტო საშუალებათა სახეობა და რაოდენობა      | ხანძრის დროს გამოყოფილი სიმძლავრე, მეგავატი (მეგვტ) |
|--|---|
| 1 მსუბუქი მანქანა                                  | 5   |
| 2-3 მსუბუქი მანქანა ან მინიავტობუსი                | 8-15  |
| 1 მცირე სატვირთო მანქანა                           | 15-20   |
| 1 ავტობუსი ან სატვირთო მანქანა არასახიფათო ტვირთით | 20-30   |
| 1 დატვირთული ავტომობილები                          | 100   |
| 1 ბენზინმზიდი                                      | 200-300   |



სადაც  $t_{IF}$  არის ხანძრის ხანგრძლივობა აღმავალი განვითარების ფაზაში, წმ;  $t_{IF}$  - ხანძრის ხანგრძლივობა პიკურ ფაზაში, წმ;  $t_{IF}$  - ხანძრის ხანგრძლივობა მიღევის ფაზაში, წმ.

აღნიშნული სიდიდეები ძირითადი სამოდელო ტექნიკური პარამეტრებია, რომელთა სარწმუნოდ დადგენაც შეადგენს გვირაბში ხანძრის შედეგად განვითარებული საგანგებო სიტუაციების შეფასებისა და მართვის ერთ-ერთ ძირითად საფუძველს.

აღამიანთა ევაკუაციისათვის საკმარისი დრო შემოფარგლულია ხანძრის განვითარების პირველი ფაზით და განისაზღვრება უტოლობიდან გამომდინარე

$$t_{EV} \leq t_{IF} \quad (3)$$

ყოველი სატრანსპორტო გვირაბი ხასიათდება ინდივიდუალური ტექნიკური, გეომეტრიული, ბუნებრივი და ტექნოლოგიური მახასიათებელი პარამეტრებით, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხანძრის ხანგრძლივობაზე ყველა ფაზაში. გვირაბები, როგორც წესი, აღჭურვილია სხვადასხვა სავენტილაციო სისტემებით, რომლებიც ხანძრის წარმოქმნის დროს განსაკუთრებულ სამუშაო რეჟიმზე უნდა იქნეს გადაყვანილი. სავენტილაციო სისტემის სათანადო რეჟიმის ფუნქციონირების შესაძლებლობის დადგენის მიზნით შეფასებული უნდა იქნეს ხანძრის კერის ფიზიკური პარამეტრები, რომლებიც გავლენას ახდენენ საევაკუაციო პირობებზე. მიზანშეწონილია ეს მოხდეს კლასიფიკაციის განტოლებით [2]

$$P_F V_F = RT_F \quad (4)$$

სადაც,  $V_F$ ,  $P_F$ ,  $T_F$  - არის შესაბამისად ხანძრის მიერ

დაკავებული მოცულობა, ხანძრის ზონაში განვითარებული წნევა და ტემპერატურა.

აღნიშნული მონაცემების მიხედვით, პირველი მიახლოებით, ხანძრის მიერ გამოწვეული წნევის ნაზარდი, რომელიც აღძრავს სავენტილაციო ნაკადის მამოძრავებელ სათანადო დამატებით წევას, ხანძრის კერასთან შესაძლებელია შევაფასოთ (4) გამოსახულებიდან მიღებული დამოკიდებულებით

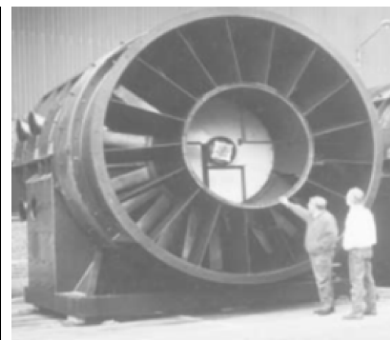
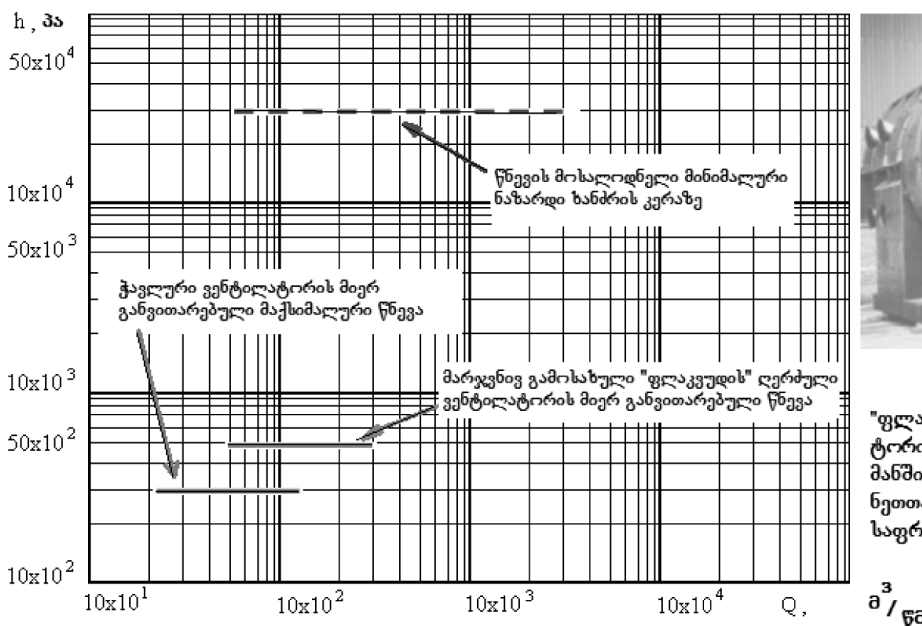
$$\Delta P = (\rho - \rho_0) R \Delta T \quad (5)$$

სადაც  $\Delta T$  არის ხანძრით გამოწვეული ტემპერატურის ნაზარდი, სატრანსპორტო გვირაბში ძლიერი ხანძრის დროს,  $\Delta T \approx 1200^\circ K$ . თუ გავითვალისწინებთ იმ ფაქტს, რომ ხანძრის ზონაში აირთა კუთრი სიმკვრივე ნორმალურ პირობებთან შედარებით დაახლოებით 4-ჯერ ნაკლებია, (5) ფორმულა კიდევ უფრო გამარტივდება და მიიღებს პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის მოსახერხებელ სახეს

$$\Delta P \approx (0,2 - 0,3) P_0 \quad (6)$$

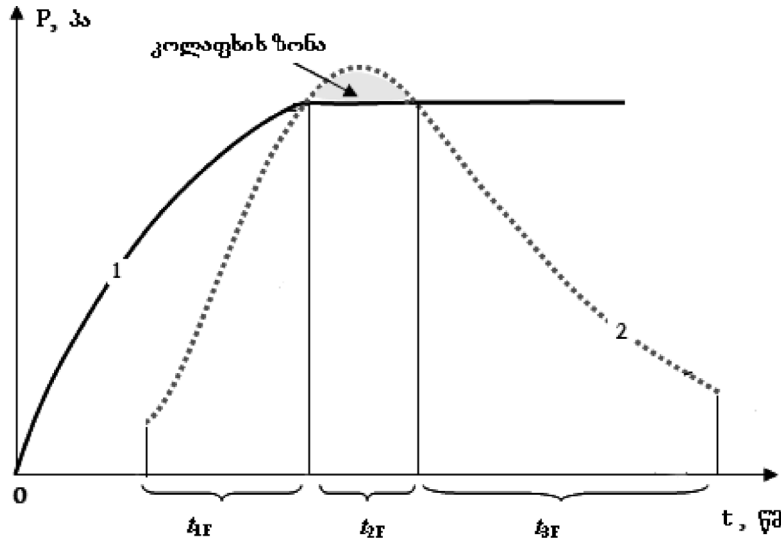
ფორმულიდან (6) ჩანს, რომ ძლიერი ხანძრის პირობებში სავენტილაციო სისტემისათვის მოსალოდნელია კოლაფსი ნაკადების ურთიერთსაპირისპირო მიმართულების შემთხვევაში, რადგან ყველაზე მძლავრი ვენტილატორებიც კი  $0,2 P_0$  სიდიდეზე დაახლოებით ერთი რიგით ნაკლებ წნევას აწვითარებენ. ნახაზზე 1 მოცემულია ხანძრის მიერ აღძრული წნევა და მასთან შედარებულია გვირაბებში გამოყენებული თანამედროვე ჰავალური და ღერძული ვენტილატორების მიერ განვითარებული წნევა.

ვენტილატორის მიერ განვითარებული ნომინალური



"ფლაკუდის" ღერძული ვენტილატორი, რომლის ანალოგიც დგას ლამანში გვირაბში, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ინგლისსა და საფრანგეთს

ნახ. 1. გვირაბში ხანძრის დროს აღძრული და ღერძული (ჰავალური) ვენტილატორების მიერ განვითარებული წნევის ცვალებადობა პერის ხარჯის მიხედვით



ნახ. 2. ვენტილატორის მიერ განვითარებული ნომინალური წნევისა და ძლიერი ხანძრის პროგრესირების პრინციპული სქემა: 1 - ვენტილატორის მიერ განვითარებული სტატიკური წნევა; 2 - ხანძრის მიერ აღძრული წევა (დინამიკური წნევა)

წნევისა და ხანძრის პროგრესირების სცენარის პრინციპული სქემა სატრანსპორტო გვირაბში წარმოდგენილია ნახაზზე 2, რომელზეც დატანილია კოლაფსის ზონის კონტური. აღსანიშნავია, რომ ჩვენს მიერ დამოუკიდებელი 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის, რომლის ტემპერატურა შეადგენს  $1300^{\circ} K$  ხანძრის ხანგრძლივობა აღმაჯალი განვითარების ფაზაში  $t_{1F} \approx 7$  წთ; ხანძრის ხანგრძლივობა პიკურ ფაზაში  $t_{2F} \approx 5$  წთ; ხანძრის ხანგრძლივობა მილევის ფაზაში  $t_{3F} \approx 15$  წთ.

პროექტ „ვერიკას“ მონაცემების მიხედვით კი: 1. ხანძრის თბური სიმძლავრის პიკი მიიღწევა მისი დაწყებიდან 10–20 წთ-ის ფარგლებში; 2. რაც უფრო დიდია სიმძლავრე, მით უფრო გვიან ხდება პიკური მნიშვნელობის დადგომა; 3. პიკური მნიშვნელობის მიღწევის შემდეგ სიმძლავრის ზრდა ხდება წრფივთან მიახლოებული კანონზომიერებით დაახლოებით 4–5 წთ-ის განმავლობაში; 4. ხანძრის მილევა ხდება წრფივი კანონზომიერებით, 15–25 წთ-ის განმავლობაში [3].

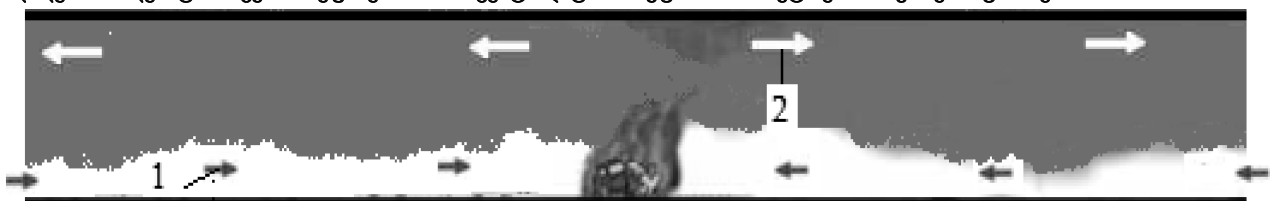
გაეროს ევროპული ეკონომიკური კომისიის რეკომენდაციებით გვირაბების სავენტილაციო სისტემები გაანგარიშებული უნდა იქნეს 30 მგვტ ხანძრის პირობებში ფუნქციონირებისთვის, რომლის ტემპერატურაც შეადგენს  $600^{\circ} K$ . ანალოგიური მიდგომით ხასიათდება გერმანული სტანდარტი RABT, რომლის მიხედვითაც მოხდა რიკოტის გვირაბის მოდერნიზაცია. ასეთ პირობებში ხანძრის მიერ გამოწვეული წნევის ნაზარდი აღწევს  $(0,05 - 0,1) P_0$  სიდიდეს, როდესაც, ჩვენი შეფასებით, სავენტილაციო

სისტემის კოლაფსი თავიდან ვერ იქნება აცილებული.

გვირაბში ძლიერი ხანძრისას აღმაჯალი ფაზის დამახასიათებელი დრო მნიშვნელოვნად შემცირებულია ღია გარემოში ანალოგიური სიმძლავრის ხანძართან შედარებით, რაც კიდევ უფრო ართულებს საგანგებო სიტუაციების მართვის პირობებს.

გვირაბში ხანძრის გავრცელებისთვის ყველაზე არახელსაყრელი სცენარი არის იმ შემთხვევაში, როდესაც გვირაბში არ ფუნქციონირებს მექანიკური ვენტილაცია და არ არის ბუნებრივი წევა, ვინაიდან ამ დროს ხანძრის კერას მინიმალური ინტენსიურობით მიეწოდება ატმოსფერული ჟანგბადი. ზემოაღნიშნულის მიუხედავად, ხანძარი ბუნებრივად მოიპოვებს პრაქტიკულად სრული წვისათვის საკმარის ჟანგბადს, რადგან სათანადო ლიტერატურაში აღწერილი არ არის არასრული წვის ფაქტები, რომელსაც CO-ს 12,5 %-ზე უფრო მაღალ კონცენტრაციაზე დეტონაცია მოყვებოდა. შესაბამისად, განსახილველ შემთხვევაში ხანძრის კერაზე წარმოქმნილი ტოქსიკური აირებით გაჯერებული სავენტილაციო ნაკადი კერიდან ორივე მხარეს გავრცელდება პორტალების მიმართულებით, ხოლო ხანძრის მიერ აღძრული წევის ხარჯზე საპირისპირო მიმართულებით პორტალებიდან სუფთა ჰაერის შემოდინება მოხდება ისეთნაირად, რომ ტოქსიკურ აირებს და ატმოსფერულ ჰაერს ექნებათ გაბატონებული ნაკადების ზონები, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე 3.

იმის გამო, რომ სახეზეა სხვადასხვა თერმოდინამიკური პარამეტრების მქონე ურთიერთსაპირისპირო მი-



ნახ. 3. გვირაბში ხანძრის შედეგად წარმოქმნილი გაბატონებული ნაკადები: 1-ატმოსფერული ჰაერი; 2-ტოქსიკური აირები



მართულების ნაკადების მოძრაობა, ნაკადების წარმოსახვით გამოყოფ საზღვარზე ადგილი ექნება ტურბულენტური სასაზღვრო შრის ჩამოყალიბებას, სადაც ინტენსიური დიფუზიური პროცესების გამო ძალზე სწრაფად მოხდება გვირაბში შემომდინარე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის დაბინძურება ტოქსიკური აირებით, რაც კიდევ უფრო შეამცირებს საევაკუაციო პერიოდს ( $T_{EV}$ ).

ჩვენი შეფასებით საევაკუაციო პერიოდის მნიშვნელოვან შემცირებასთან გვეკონდა საქმე 1999 წელს სენგოტარდის საავტომობილო გვირაბში მომხდარი ხანძრის შემთხვევაში. 190 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის პირობებში, მისი დაწყებიდან ერთი წუთის შემდეგ, გვირაბში სუფთა ჰაერი პრაქტიკულად აღარ იყო, ხანძრის კერაში ტემპერატურა აღწევდა  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , დაიღუპა 39 ადამიანი, მათ შორის 1 მუხანძრე [1, 4].

შესრულებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ:

გვირაბში ხანძრის შემთხვევაში საევენტილაციო სისტემის გამოყენებით საევაკუაციო პერიოდის ხანგრძლივობის ( $T_{EV}$ ) გაზრდა პრაქტიკულად შეუძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ საევენტილაციო ნაკადს და ხანძრის მიერ აღძრულ წვეგას ურთიერთსაპირისპირო მიმართულება აქვთ;

$t_{EV} \leq t_{IF}$  უტოლობით განსაზღვრული საევაკუაციო პერიოდი შესაძლებელია კიდევ უფრო მეტად შემცირდეს ტოქსიკურ აირთა ტურბულენტური დიფუზიის შედეგად

გვირაბის გაბატონებულ ნაკადებს შორის, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ადგილი ექნება გვირაბის საევენტილაციო სისტემის კოლაფსს;

კოლაფსის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელი არის ხანძრის მიერ აღძრული წვეგა, რომელიც დამოკიდებულია ხანძრის კერაზე წნევის ნაზარდის რიცხვით სიდიდეზე. ეს უკანასკნელი შესაძლებელია განისაზღვროს ანალოგიური შემთხვევებისათვის კლაპეირონის განტოლების გამართლებული სახით  $\Delta P \approx (0,2 - 0,3)P_0$ .

#### ლიტერატურა

1. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Report TRANS/AC.7/9, 2001. 59 p.
2. O.Lanchava, N.Ilias, I. Andras, R.Moraru, I.Neag. On the Ventilation of Transport Tunnels in the Presence of a Strong (Heavy) Fire. Annals of the University of Petrosani, Petrosani (Romania), 2007, Vol. 9 (XXXVI), Part 1. pp. 219-227.
3. A.Haack. 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.
4. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Report TRANS/AC.7/11, 2002. 6 p.

ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч.,  
БОЧОРИШВИЛИ Н.А., ЛЕБАНИДЗЕ З.Б.,  
АРУДАШВИЛИ Н.Н.  
АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ, ВЫЗВАННЫХ  
ВЛИЯНИЕМ СИЛЬНОГО ПОЖАРА В  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОННЕЛЯХ

В статье дается анализ опасностей, вызванных влиянием сильного пожара в автомобильных тоннелях; рассмотрены основные факторы, которые влияют на достоверности результатов прогноза промежутка времени, в течение которого имеются возможности эвакуации людей; показана зависимость отмеченного промежутка времени от характеристических параметров пожара: мощности, пространственной локализации и продолжительности восходящей фазы его развития; отмечается, что продолжительность эвакуационного периода практически не будет больше, чем продолжительность восходящей фазы развития пожара, а этот период имеет тенденцию сужения из-за влияния турбулентных диффузионных потоков; полагается, что турбулентные диффузионные потоки возникают между зонами, в которых господствующими являются токсические угарные газы и свежий поток вентиляционного воздуха.

LANCHAVA O., NOZADZE G.,  
BOCHORISHVILI N., LEBANIDZE Z.,  
ARUDASHVILI N.  
HAZARD ANALYSIS DUE TO THE  
INFLUENCE OF THE STRONG FIRES  
IN THE ROAD TUNNELS

In this article presented an analysis of the hazards caused by the influence of strong fires in the road tunnels. Have been considered the main factors that affect the reliability of the results of definition of time period during which there is the possibility of evacuation of people. The dependence of the time period marked by the characteristic parameters of fire: from the power of spatial localization and duration of the ascending phase of its development. It's noted that the duration of the evacuation period, will be less than the duration of the ascending phase of development of a fire and also noted that this period tends to narrowing due to the influence of turbulent diffusion fluxes. The paper supposes that the turbulent diffusion fluxes occur between the zones in which the ruling are toxic carbon gases of fire and fresh ventilation air flow.

**ტაძ. მიცნ. დოქტორი, პროფესორი ზ. სვანიძე,  
 აკად. დოქტორი თ. ცარცვაძე, აკად. დოქტორი ზ. გობინაშვილი  
 ძ. თბილისის საპაერო აუზის ზობიერთი მიმე ლითონით  
 გაჭუჭყიანების დონის შეფასება 2011-2013 წლების მონაცემების მიხედვით**

ნაშრომში მოცემულია ქ. თბილისის საპაერო აუზის ზობიერთი მიმე ლითონით გაჭუჭყიანების დონის შეფასება 2011 – 2013 წლების მონაცემების მიხედვით. დადგენილია საპაერო აუზში ტყვიით, კადმიუმით და თუთიით გაჭუჭყიანების დონე ამ წლებში, გამოვლენილია ქ. თბილისის საპაერო აუზის, ამ ელემენტებით ინტენსიურად გაჭუჭყიანებული უბნები, სადაც ისინი ცოცხალი ორგანიზმებისათვის საშიში რაოდენობითაა წარმოდგენილი. განსაკუთრებით გაზრდილია ტყვიის კონცენტრაცია. შესწავლილია საპაერო აუზში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვის ტყვიით გაჭუჭყიანების დინამიკა. ფაქტობრივმა მასალებმა გვიჩვენა, რომ საკვლევი ობიექტის ტყვიით გაჭუჭყიანებაში საწარმოს როლი მცირეა. აქ ძირითად წყაროს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები, რასაც ადასტურებს ავტოტრანსპორტის რაოდენობა და მათი ინტენსიური მოძრაობის უბნებში ჩატარებული კვლევის შედეგები. აღნიშნულთან დაკავშირებით სასურველია გლობალური მასშტაბით გაფართოვდეს კვლევის არეალი, შესწავლილი იქნეს მიმე ტოქსიკური ლითონების შემცველობა საპაერო აუზში და, საერთოდ, გარემო ობიექტებში, დაისახოს აღმოფხვრის ონკრეტული ღონისძიებები, რათა საქართველოს დელატლას გააჩნდეს ჯანსაღი გარემო.

გარემოს დაცვა მიზნად ისახავს მასში არსებული დაზიანების აღმოფხვრას, ადამიანის და ბუნების სასიცოცხლო საფუძვლების მთლიანობაში შენარჩუნებას, რისი საფრთხეც, სამწუხაროდ, დღეისათვის არსებობს. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ სათბურის ეფექტები, ოზონის შრის დაზიანება, საპაერო აუზში მომწამლავი ნივთიერებების შემცველობის ზრდა, ნიადაგის განოციერებისათვის და მცენარეთა დასაცავად გამოყენებული ქიმიური საშუალებები და სხვ. აქედან გამომდინარე, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებისა და საერთოდ გარემოს დაბინძურება. ადამიანი ხშირად თვით არღვევს ეკოლოგიას, რადგან იგი ყოველთვის არ არის შეგუებული რომელიმე გარკვეულ გარემოს და თავს აძლევს უფლებას შეცვალოს ბუნებრივად მოცემული საცხოვრებელი პირობები, ამიტომ დღეისათვის არსებობს მსოფლიო მასშტაბების ნგრევისა და ადამიანის განადგურების საშიშროება.

ეკოლოგიური პრობლემები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი პატარა ქვეყნისათვის, როგორც საქართველოა. აქ მუდმივად იზრდება საპაერო აუზის დაბინძურება სტაციონარული კერებით, განსაკუთრებით კი ავტოტრანსპორტით, რის შედეგსაც წარმოადგენს მოსახლეობის ჯანმრთელობის გაუარესება. მართალია, გარემოს დაცვის თვალსაზრისით, საქართველოში არასაზარბიელო მდგომარეობაა, მაგრამ მას გააჩნია ყველა პირობა იმისათვის, რათა ქვეყანაში იყოს ეკოლოგიურად ჯანსაღი გარემო რაც, პირველ რიგში, უნდა აისახოს სასოფლო - სამეურნეო პროდუქტებზე. ბუნების დაცვის ღონისძიებებში დიდი მნიშვნელობა აქვს საპაერო აუზის გაჭუჭყიანების კონტროლის გეგმაზომიერ წარმოებას, რაც იძლევა გაჭუჭყიანების დონის შეფასებისა და მისი წყაროების გამოვ-

ლენის საშუალებას. არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება გარემო ობიექტებში მოხვედრილი ქიმიური ელემენტების შემდგომ ბედს, კერძოდ, საპაერო აუზში შესაძლო ქიმიურ გარდაქმნებს, მათი საკვებ პროდუქტებში და ორგანიზმში მოხვედრის შესაძლებლობას. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების წარმოქმნისა და ნივთიერებათა ცვლის უზრუნველყოფაში უდიდესი როლი ენიჭება მიმე ლითონებს, რომელთა ჭარბი რაოდენობით მოხვედრა ორგანიზმში იწვევს სხვადასხვა ფუნქციის დარღვევას, რისთვისაც მათი რაოდენობა მკაცრად არის განსაზღვრული [1]. საპაერო აუზის გამაჭუჭყიანებელ ქიმიურ ელემენტთა შორის კატასტროფულ გავლენას ახდენს ის მაღალი ტოქსიკური თვისებების ელემენტები, რომელთა დადგენა წარმოადგენს უცლიობელ პირობას, მათი კონტროლის მიზნით, რადგან ისინი დამლუპველ გავლენას ახდენს ცოცხალ ორგანიზმზე.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ეკოლოგიური გაჯანსაღების მეცნიერული პროგრამის პროექტი [1] გულისხმობს ბუნებრივი გარემოს ცალკეული სფეროების - მათ შორის საპაერო აუზის დაცვას და მისი გაჭუჭყიანების კონტროლის გეგმაზომიერ წარმოებას, რაც იძლევა გაჭუჭყიანების დონის შეფასებისა და მისი წყაროების გამოვლენის საშუალებას. გაჭუჭყიანების კონკრეტული მიზეზების გამოვლენა რთული კომპლექსური ამოცანაა, მაგრამ ჩვენს ხელთ არსებული მასალების მეცნიერული ანალიზი საშუალებას იძლევა საერთო კანონზომიერების სახით აღვნიშნოთ, რომ გარდა ბუნებრივი ფაქტორებისა გარემოს ამგვარი მდგომარეობის ჩამოყალიბებაში წამყვანი როლი უკავია ანთროპოგენურ ფაქტორებს.

წინამდებარე ნაშრომი ეხება ეკოლოგიურ პრობლემებს, რომელიც შექმნილია საქართველოში სწორედ ანთროპოგენური ზემოქმედებით, კერძოდ, ქ. თბილისის საპაერო აუზში. ვეცადეთ აქ დაგვედგინა მიმე ლითონებით გაჭუჭყიანების დონე, ვინაიდან საკვლევი ობიექტი წარმოადგენს მიმე ლითონების ჭარბი რაოდენობით მოხვედრის გზას ადამიანის ორგანიზმში. ნაშრომში [3,4] მოცემულია საპაერო აუზში მიმე ლითონების შემცველობის შესწავლის საკითხი, მაგრამ რიგ შემთხვევაში ცნობებს ვხვდებით მინარეების შედგენილობასა და კონცენტრაციის შესახებაც. უფრო ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად მიმე ლითონების შემცველობისა და კონცენტრაციის შესახებ ცვლილებების მიზეზების გამოსავლენად, ასევე მეტეოროლოგიური პირობების შესაფასებლად, საჭიროა ანალიზის უფრო სრული მეთოდის გამოყენება. მრავალ მეთოდებს შორის, რომლებიც მიმართულია ნივთიერების შედგენილობის დასადგენად, განსაკუთრებულ ადგოლს იკავებს ჩვენს მიერ გამოყენებული ანალიზის სპექტრალური ატომურ-აბსორბციული მეთოდი [5,6], რაც საშუალებას იძლევა განსაზღვრა ჩატარდეს ელემენტთა ფართო წრისათვის მრავალსახოვან ნივთიერებებში. საპაერო აუზის სინჯი-დან ლითონური მინარეების სწრაფად და ეფექტურად გამოსაყოფად კი გამოყენებულია ბოჭკოვანი ქლატწარმოქმნილი სორბენტი [7]. კონკრეტულ შემთხვევაში ელემენტთა განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ატომურ-აბ-

სორბციული სპექტრომეტრი Analyst-200, კონცენტრირებისათვის კი-ქელატწარმოქმნელი ბოჭკოვანი სორბენტი ПОЛИОРГСВИИ М. საპაერო აუზიდან სინჯი აღებულია ელექტროასპირატორით ЭА-822. ქიმიურ ელემენტთა შორის საპაერო აუზზე ტოქსიკურ გავლენას ახდენს ისეთი, აგრესიულად მიჩნეული ელემენტები, როგორცაა ტყვია, კადმიუმი, თუთია, ამიტომ აქ არჩევანი შემთხვევითი არ არის, რომ დავისათვის მიზნად გაჭუჭყიანების დონის დადგენა ქ. თბილისის საპაერო აუზში, რადგან დიდია ალბათობა აღნიშნული ელემენტებით გაჭუჭყიანებისა საკვლევ ობიექტში. მართალია, ქ.თბილისის ნიადაგი არ არის დატვირთული სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით, მაგრამ ქალაქის მიმდებარე ტერიტორიებზე საპაერო აუზში არსებული ტოქსიკური ნივთიერებების გადატანა ხდება ქარის საშუალებით, რაც აისახება ამ ტერიტორიებზე მოყვანილ ბოსტნეულსა და ხილში, რაც შემდგომში წარმოადგენს უცილობელ კვლევის საგანს.

ნაშრომში წარმოდგენილია ქ.თბილისის საპაერო აუზის ტყვიით, კადმიუმით და თუთიით გაჭუჭყიანების დონე 2011-2013 წლებში, რომელიც მოცემულია ცხრილში 1.

აქ გამოვლენილია ქ. თბილისის საპაერო აუზის საკვლევ ელემენტებით ინტენსიურად გაჭუჭყიანებული უბნები, სადაც ეს ელემენტები ცოცხალი ორგანიზმებისათვის საშიში რაოდენობითაა წარმოდგენილი, განსაკუთრებით გაზრდილია ტყვიის კონცენტრაცია. ქ.თბილისის საპაერო აუზის ლითონებით გაჭუჭყიანების მონიტორინგმა გვიჩვენა, რომ შესწავლილი ობიექტების ტყვიით გაჭუჭყიანებაში საწარმოების როლი მცირეა. აქ ძირითად წყაროს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები, რასაც ადასტურებს ავტოტრანსპორტის რაოდენობა და მათი ინტენსიური მოძრაობის უბნებში ჩატარებული კვლევის შედეგები. დადგენილი იქნა აგრეთვე ქ.თბილისის საპაერო აუზში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირებით ტყვიით გაჭუჭყიანების დინამიკა, რომელიც ასახულია ცხრილში 2.

ფაქტობრივმა მასალებმა გვიჩვენა, რომ საპაერო აუზში ტყვიის კონცენტრაციის ზრდა დღის მონაკვეთიდან მაქსიმუმს აღწევს 16-18 სთ-ის ინტერვალში, ხოლო 22-24 სთ-ის ინტერვალში აღინიშნება შედარებით მცირე მნიშვნელობები.

ცხრილი 1

ელემენტების საშუალო შემცველობა ქ. თბილისის საპაერო აუზში 2011 - 2013 წლები

| №№№ | სინჯის ალების ადგილი      | ელემენტები, მგ/მ <sup>3</sup> |        |       |
|-----|---------------------------|-------------------------------|--------|-------|
|     |                           | Pb                            | Cd     | Zn    |
| 1.  | გმირთა მოედანი            | 0,0071                        | 0,0032 | 0,022 |
|     |                           | 0,0081                        | 0,0036 | 0,031 |
|     |                           | 0,0085                        | 0,0041 | 0,038 |
| 2.  | რკინიგზის სადგური         | 0,0072                        | 0,0044 | 0,025 |
|     |                           | 0,0079                        | 0,0051 | 0,028 |
|     |                           | 0,0088                        | 0,0053 | 0,039 |
| 3.  | დიდუბის ავტოსადგური       | 0,0072                        | 0,0035 | 0,041 |
|     |                           | 0,0081                        | 0,0039 | 0,043 |
|     |                           | 0,0085                        | 0,0041 | 0,045 |
| 4.  | დინამოს სტადიონის წინ     | 0,0069                        | 0,0039 | 0,052 |
|     |                           | 0,0075                        | 0,0025 | 0,055 |
|     |                           | 0,0083                        | 0,0051 | 0,061 |
| 5.  | ავტოსადგური გუნიას ქუჩაზე | 0,0071                        | 0,0061 | 0,045 |
|     |                           | 0,0079                        | 0,0063 | 0,051 |
|     |                           | 0,0085                        | 0,0065 | 0,058 |
| 6.  | ფილარმონიის წინ           | 0,0061                        | 0,0049 | 0,018 |
|     |                           | 0,0079                        | 0,0051 | 0,031 |
|     |                           | 0,0081                        | 0,0056 | 0,025 |
| 7.  | ფილარმონიის წინ           | 0,0064                        | 0,0051 | 0,031 |
|     |                           | 0,0075                        | 0,0053 | 0,033 |
|     |                           | 0,0081                        | 0,0059 | 0,041 |
| 8.  | მარჯანიშვილის მოედანი     | 0,0069                        | 0,0059 | 0,035 |
|     |                           | 0,0075                        | 0,0061 | 0,041 |
|     |                           | 0,0084                        | 0,0063 | 0,043 |
| 9.  | გაგარინის მოედანი         | 0,0065                        | 0,0052 | 0,029 |
|     |                           | 0,0071                        | 0,0055 | 0,031 |
|     |                           | 0,0079                        | 0,0057 | 0,035 |
| 10. | ვაკის პარკი               | 0,0021                        | 0,0015 | 0,011 |
|     |                           | 0,0019                        | 0,0017 | 0,014 |
|     |                           | 0,0023                        | 0,0021 | 0,017 |

ქ. თბილისის საჰაერო აუზში ტყვიის შემცველობის დინამიკა 2011 – 2013 წლებში

| №№ | დაკვირვების პუნქტის დასახელება | ნიმუშის აღების დრო, სთ. | ტყვიის შემცველობა, მგ/მ <sup>3</sup> |         |
|----|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------|
|    |                                |                         | 2011/ 2012 წ.                        | 2013 წ. |
| 1. | თავისუფლების მოედანი           | 8 - 10                  | 0,0045/0,0047                        | 0,0051  |
|    |                                | 16 - 18                 | 0,0052/0,0061                        | 0,0055  |
|    |                                | 22 - 24                 | 0,0042/0,0048                        | 0,0045  |
| 2. | გმირთა მოედანი                 | 8 - 10                  | 0,0051/0,0062                        | 0,0059  |
|    |                                | 16 - 18                 | 0,0071/ 0,0081                       | 0,0075  |
|    |                                | 22 - 24                 | 0,0042/0,0045                        | 0,0047  |
| 3. | ფილარმონიის წინ                | 8 - 10                  | 0,0044/0,0049                        | 0,0048  |
|    |                                | 16 - 18                 | 0,0071/0,0078                        | 0,0079  |
|    |                                | 22 - 24                 | 0,0035/0,0039                        | 0,0045  |
| 4. | გაგარინის მოედანი              | 8 - 10                  | 0,0051/0,0054                        | 0,0052  |
|    |                                | 16 - 18                 | 0,0062/0,0071                        | 0,0072  |
|    |                                | 22 - 24                 | 0,0041/0,0043                        | 0,0042  |
| 5. | მარჯანიშვილის მოედანი          | 8 - 10                  | 0,0042/0,0049                        | 0,0049  |
|    |                                | 16 - 18                 | 0,0078/0,0081                        | 0,0083  |
|    |                                | 22 - 24                 | 0,0039/0,0044                        | 0,0041  |

კვლევის მონაცემების განზოგადებული ანალიზი ერთხელ კიდევ გვჩვენებს, რომ თბილისის საჰაერო აუზის, განსაკუთრებით, ტყვიით გაჯერების მაღალი დონე განპირობებულია ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირებით. აღნიშნულთან დაკავშირებით სასურველია გაფართოვდეს კვლევის არეალი. შესწავლილი იქნას მძიმე ტოქსიკური ლითონების შემცველობა საჰაერო აუზში და საერთოდ გარემო ობიექტებში ფართო მასშტაბით, დაისახოს აღმოფხვრის კონკრეტული ღონისძიებები.

**ლიტერატურა**

1. გ. სანაძე, მ. ციციშვილი. საქართველოს ეკოლოგიური გაჯანსაღების მეცნიერული პროგრამის პროექტი. ეკოლოგიის პრობლემები. „მეცნიერება“, თბილისი, 1990. გვ. 8-40.

2. Феленберг Г. Загрязнение природной среды. В ведение в экологическую химию. Мир, Москва, 1997. 232 с.

3. Гуния Г. С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. Гидрометеиздат, Ленинград, 1985. 83 с.

4. Габашвили Ш. Загрязнение воздуха в Тбилиси. Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы. Гидрометеиздат, Ленинград, 1975. с. 161 – 164.

5. ზ. სვანიძე, უ. ზვიდაძე, გ. გუნია. ატმოსფეროში მიკროელემენტების შემცველობის განსაზღვრის სერვისი. სამეცნიერო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი 3(12), თბილისი, 1997.

6. Хавезов И. Х., Цалев Д. Атомно – абсорбционный анализ. Химия, Ленинград, 1983. 143 с.

7. Мясоедова Г. В., Саввин С.Б. Хелатообразующие сорбенты. Наука, Москва, 1984. 173 с.

**SVANIDZE Z. S., TSERTSVADZE T. T., GOGICHASHVILI B. G. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА Г.ТБИЛИСИ НЕКОТОРЫМИ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПО ДАННЫМ 2011 – 2013 ГОДОВ**

**SVANIDZE Z., TSERTSVADZE T., GOGICHASHVILI B. ASSESSMENT OF THE POLLUTION DEGREE OF TBILISI AIR RESERVOIR BY SOME HEAVY METALS BY 2011-2013 YEARS DATA**

В работе данна оценка уровня загрязнения воздушного бассейна г.Тбилиси некоторыми тяжёлыми металлами по данным 2011–2013 годов. Степень загрязнения воздушного бассейна с свинцом, кадмием и цинком была определена в 2011 – 2013 годах, когда элементы представлены в опасном количестве для живых организмов, особенно увеличена концентрация свинца. Установлена динамика загрязнения воздушного бассейна от свинца выхлопных газов автотранспорта. Установлена, что концентрация свинца в воздушном бассейне ощутимо выше на участках интенсивного движения автотранспорта. В связи выше указанных, желателно расширить научно – исследовательскую сферу с целью изучить содержания тяжёлых токсичных металлов в воздушном бассейне, а также в объектах окружающей среды в больших масштабах. Конкретные меры должны планироваться в целях искоренения, так как Грузия и её столица Тбилиси имеют все условия, чтобы иметь здоровую окружающую среду.

In this work is presented Assessment of the pollution degree of Tbilisi air reservoir by some heavy metals by 2011-2013 years data. Pollution degree of the air reservoir with plumbum, cadmium and zinc in 2011-2013 was determined. Were revealed heavily polluted districts in Tbilisi air reservoir. The districts are polluted by the research elements which are presented in hazardous amount for alive organisms, particularly the plumbum concentrate has been increased. Dynamics of the air reservoir pollution by plumbum from autotransport emission has been carried out. Actual works revealed that the enterprise role is very unimportant in pollution of the research subject by plumbum. Primary source of the pollution is autotransport emission due to a big amount of transport and the research results carried out in the districts of heavy traffic. In connection with the aforementioned, it is recommended to extend the research sphere and study the composition of heavy toxic metals in the air reservoir as well as in the environmental objects at large scale in general. Specific measures should be planned for eradication purposes since Georgia and its capital Tbilisi have all conditions to have a sound environment.

**აკად. დოქტორი ა. ბაქანიშვილი, აკად. დოქტორი ნ. კუკულაძე  
ტიქნიკური უსაფრთხოების ზოგადი მოთხოვნები ფეთქებადი  
მასალების შენახვისას**

ნაშრომში წარმოდგენილია ფეთქებადი მასალების საწყობების კლასიფიკაცია მიწის ზედაპირის მიმართ მათი განლაგების ადგილის, ექსპლუატაციის ვადის და დანიშნულების მიხედვით. განხილულია საშუალო ადგილებზე, ფეთქებადი მასალების ზედაპირულ, ნახევრადჩარმავებულ, ჩარმავებულ და მიწისქვეშა მუდმივ, დროებით და მოკლევადიან საწყობებში ფეთქებადი მასალების მიღების, შენახვისა და გაცემის ზოგადი მოთხოვნები, საწყობების მოწყობის, განიავების, განათების და დაცვის საკითხები, საწყობებში ფეთქებადი მასალების განლაგების წესი. მოცემულია ფეთქებადი მასალების სხვადასხვა ტიპის საწყობების საცავების ტევადობის რიცხვითი მაჩვენებლები, აგრეთვე ფეთქებადი მასალების მიღებას, შენახვასა და გაცემასთან დაკავშირებული იმ საცავებისა და შენობების ჩამონათვალი, რომლებიც შეილება განლაგდეს ფეთქებადი მასალების საწყობის ტერიტორიაზე. განხილულია სამეცნიერო-კვლევით, სასწავლო დაწესებულებებსა და ლაბორატორიებში ფეთქებადი მასალების შენახვის წესი.

ფეთქებადი მასალები მიეკუთვნება საშიშ ნივთიერებათა I კლასს და მათი შენახვისას დაცული უნდა იყოს უსაფრთხოების განსაკუთრებული ზომები [1].

ფეთქებადი მასალები უნდა ინახებოდეს მხოლოდ ამ მიზნისათვის განკუთვნილ სთავსებებში და ადგილებზე. ფეთქებადი მასალების შენახვა ისე უნდა იყოს ორგანიზებული, რომ გამოირიცხოს მათი დანაკლისი და გაფუჭება.

საშუალო ადგილებზე მიტანილი ფეთქებადი მასალები უნდა იყოს მოთავსებული ჩანთებში, კასეტებში, ან ქარხნულად შეფუთული. ფეთქებადი მასალებისა და მაინცირებული საშუალებების ერთად შენახვა აკრძალულია.

აკრძალულია საშუალო ადგილზე მიტანილი ფეთქებადი მასალების აგრეთვე დამუხტული შპურების, ჭაბურღილებისა და კამერების უმეთვალყურეოდ (დაცვის გარეშე) დატოვება. დასახლებულ პუნქტებში ან შენობების (ნაგებობების) შიგნით საამფეთქებლო საშუალების ჩატარების დროს ფეთქებადი მასალები უნდა ინახებოდეს იზოლირებულ სთავსებებში დაცვის მეთვალყურეობის ქვეშ.

ფეთქებადი მასალების შენახვა მუდმივი მეთვალყურეობის (დაცვის) გარეშე დასაშვებია მიწისქვეშა გვირაბებში, თუ ისინი მოთავსებულია სპეციალურად გამოყოფილ შესანახ ადგილებზე – საუბნო პუნქტებში, საკეტიტ ჩაკეტილ ლითონის ყუთებში ან კონტეინერებში (სეიფებში).

საშუალო ადგილებზე დამუხტვამდე ფეთქებადი მასალების შენახვა ნებადართულია საშიშ ზონის გარეთ – ერთი დღე-ღამის, ხოლო საშიშ ზონებში – ერთი ცვლისათვის საჭირო ნორმის რაოდენობით. მასობრივი აფეთქების დროს, სახიფათო ზონაში დასამუხტად საჭირო რაოდენობის ფეთქებადი მასალის შენახვა დაუშვებელია.

ფეთქებადი მასალების შენახვა დამუხტავ მანქანებში (მოდრავი დასამუხტები საშუალებების და პერფორატორული

რული სადგურების გარდა) სამ დღე-ღამეზე მეტი ხნით აკრძალულია.

ჭაურებთან, შტოლნების პირთან, ჯიხურებსა და ფარდულებში ნებადართულია შენახული იქნეს ერთი ცვლისათვის საჭირო ფეთქებადი მასალების რაოდენობა. ჯიხურები და ფარდულები ჭაურიდან ან შტოლნების პირიდან, აგრეთვე შახტის ზედა ნაგებობებიდან დაცილებული უნდა იყოს 50 მეტრით მაინც.

ტერმინში „ფეთქებადი მასალების მიწისზედა საწყობი“ იგულისხმება ძირითადი და დამხმარე დანიშნულების შენობების და ნაგებობების კომპლექსი, რომელიც განლაგებულია საერთო ტერიტორიაზე გამოყოფილ და დაცვით წესით გაფორმებულ მიწის ნაკვეთზე, ხოლო მიწისქვეშა საწყობისათვის კი – ფეთქებადი მასალების შესანახი კამერა, უჯრედი და დამხმარე კამერა, საწყობთან მისასვლელ სამთო გვირაბებთან ერთად. ფეთქებადი მასალების ყველა საწყობი და სხვა შესანახი ადგილები უნდა იყოს აგებული და მოწყობილი დადგენილი წესით დამტკიცებული პროექტების შესაბამისად.

მიწის ზედაპირთან მიმართებით განლაგების ადგილის მიხედვით ფეთქებადი მასალების საწყობები იყოფა: ზედაპირულ, ნახევრადჩარმავებულ, ჩარმავებულ და მიწისქვეშა საწყობებად:

- ზედაპირულს მიეკუთვნება საწყობები, რომელთა სთავსების ძირი განლაგებულია მიწის ზედაპირის დონეზე;
- ნახევრადჩარმავებულს მიეკუთვნება საწყობები, რომელთა საცავების შენობები ჩარმავებულია გრუნტში არაუმეტეს კარნიზისა;
- ჩარმავებულს მიეკუთვნება საწყობები, რომელთა საცავების ზემოთ გრუნტის სისქე არ აღემატება 15 მეტრს;

– მიწისქვეშას მიეკუთვნება საწყობები, რომელთა საცავების ზემოთ გრუნტის სისქე 15 მეტრს აღემატება.

ექსპლუატაციის ვადის მიხედვით საწყობები შეიძლება იყოს: მუდმივი – სამ წელზე მეტი ვადით, დროებითი – ერთიდან სამ წლამდე ვადით, მოკლევადიანი – ერთ წლამდე ვადით. ამასთან, ექსპლუატაციის ვადის ათვლა უნდა მოხდეს ფეთქებადი მასალების შემოზიდვის მომენტიდან.

დანიშნულების მიხედვით საწყობები იყოფა საბაზისოდ და სახარჯოდ. ფეთქებადი მასალების საბაზისო საწყობების საერთო ტევადობა არ იზღუდება. საბაზისო საწყობის ტევადობა განისაზღვრება იმ პირობით, რომ ცალკეული საცავის ტევადობა 42 ტონას არ უნდა აღემატებოდეს.

ზედაპირულ და ნახევრადჩარმავებულ სახარჯო საწყობებში:

- ფეთქებადი მასალების მუდმივი სახარჯო საწყობის ყველა საცავის საერთო ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს: ფეთქებადი ნივთიერებების – 240 ტონას, დეტონატორ-

ების – სამას ათას ცალს, სადელტონაციო ზონრის – 400 ათას მეტრს. ცეცხლგამტარი ზონრის და მისი ანთების საშუალებების რაოდენობა შეუზღუდავია. იმ საწარმოებს, რომელთაც ფეთქებადი მასალები შემოაქვთ სეზონურად და მათ ინახავენ კონტეინერებში ან საცავებში, მუდმივი სახარჯო საწყობის საერთო ტევადობა შეიძლება არ შეეზღუდოს;

– ფეთქებადი მასალების დროებითი სახარჯო საწყობის ყველა საცავის ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს: ფეთქებადი ნივთიერებების – 120 ტონას, დელტონატორების – 150 ათას ცალს, სადელტონაციო ზონრის – 200 ათას მეტრს. ცეცხლგამტარი ზონრის და მისი ანთების საშუალებების რაოდენობა არ იზღუდება;

– ფეთქებადი მასალების მოკლევადიანი სახარჯო საწყობის ყველა საცავის საერთო ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს: ფეთქებადი ნივთიერებების – პროექტის მიხედვით; დელტონატორების – 75 ათას ცალს; სადელტონაციო ზონრის – 100 ათას მეტრს. ცეცხლგამტარი ზონარი და მისი ამნთები საშუალებები არ იზღუდება;

– ფეთქებადი მასალების მუდმივი სახარჯო საწყობის ფეთქებადი ნივთიერებების თითოეული საცავის ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს 120 ტონას, დროებითის – 60 ტონას, მოკლევადიანის – პროექტის მიხედვით;

– ფეთქებადი მასალები კონტეინერებში ინახება სპეციალურ ღია მოედნებზე. მოედნების მოწყობა შეიძლება როგორც ფეთქებადი მასალების საწყობის ტერიტორიაზე, ასევე ნებისმიერ ადგილზე, როგორც საკონტეინერო მოედნების მქონე დამოუკიდებელი საწყობი. საკონტეინერო მოედნების ტევადობა განისაზღვრება ფეთქებადი მასალების საწყობის საცავების ტევადობის ანალოგიურად.

ფეთქებადი მასალების მიწისქვეშა სახარჯო საწყობის საერთო ტევადობა და ცალკეული კამერის, უჯრედის ტევადობა განისაზღვრება პროექტით. ამასთან, ნახშირის შახტებში ფეთქებადი მასალების საწყობის ტევადობა გასაცემი კამერების გარეშე არ უნდა აღემატებოდეს ფეთქებადი ნივთიერებების შვიდი დღე-ღამის მარაგს, ხოლო აფეთქების საშუალებებისა – თხუთმეტი დღე-ღამის მარაგს. კამერული ტიპის საწყობში კამერის ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს 2 ტონა ფეთქებად ნივთიერებას, ხოლო უჯრედული ტიპის საწყობებში – 400 კგ-ს თითოეული უჯრედისათვის.

მიწისქვეშა გვირაბებში მოწყობილი ცალკეული გასაცემი კამერის ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს: ფეთქებადი ნივთიერების 2 ტონას, აფეთქების საშუალებების – შესაბამის რაოდენობას. ცალკეული საუნებ სათავსების ტევადობა: ფეთქებადი ნივთიერების – 1 ტონას, აფეთქების საშუალებების – შესაბამის რაოდენობას.

სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში, ლაბორატორიებსა და სასწავლო დაწესებულებებში ფეთქებადი მასალები უნდა ინახებოდეს მათთვის სპეციალურად განკუთვნილ სივრცეებში. ყოველ სივრცეში (უწვავ კარადაში) შეიძლება შენახული იქნეს ფეთქებადი ნივთიერება არაუმეტეს 10 კგ-ისა ან 500 ცალი დელტონატორი და 300-300 მეტრი სადელტონატორი და ცეცხლგამტარი ზონარი. დასაშვებია ფეთქებადი მასალების შენახვა ერთ სათავსში (ოთახში), მაგრამ სხვადასხვა სივრცეში (უწვავ კარადაში). სივრცეები (უწვავი კარადები) ოთახში ისე უნდა იყოს განლაგებული, რომ გამოირიცხოს დელტონაციის გადაცემა. იმ ორგანიზა-

ციებსა და სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში, სადაც ფეთქებად მასალებს იყენებენ სასწავლო ან ექსპერიმენტული მიზნებისათვის, სამაფეთქებლო სამუშაოზე დაიშვებიან მეცნიერი თანამშრომლები, პედაგოგები და ლაბორანტები, რომლებსაც გავლილი აქვთ 10 დღიანი სტაჟირება.

საბაზისო საწყობში, რომელიც ფეთქებად მასალებს გასაცემს უშუალოდ ამფეთქებელზე და უკან იბრუნებს დაუხარჯავ მასალებს, ამ ოპერაციისათვის საჭირო სათავსი განლაგებული უნდა იყოს საწყობის შესასვლელთან, ფეთქებადი მასალების შესანახი ადგილებიდან არანაკლებ 20 მეტრის დაშორებით. სათავსი, რომელშიც ეს ოპერაციები ტარდება, აგებული უნდა იყოს უწვავი მასალებისაგან და ფეთქებადი ნივთიერებებისა და ინიციერების საშუალებების შესანახად გაყოფილი უნდა იყოს ორ ნაწილად, არანაკლებ 25 სმ სისქის აგურის, ან ბეტონის მთლიანი უწვავი, კაპიტალური კედლით. სათავსი აღჭურვილი უნდა იყოს ორი ტამბურით ფეთქებადი ნივთიერებისა და ინიციერების საშუალებების გასაცემად და მისაღებად. საცავში დასაშვებია არაუმეტეს 3 ტონა ფეთქებადი ნივთიერების და 10 ათასი ცალი დელტონატორის მოთავსება. ამასთან, დელტონატორების ყუთები უნდა მოთავსდეს საცავის განაპირა კედელთან განლაგებულ სტელაჟებზე.

მუდმივ და დროებით სახარჯო საწყობებში ტარის გახსნა და ფეთქებადი მასალების ამფეთქებლებზე გაცემა, აგრეთვე მათგან დაუხარჯავი ფეთქებადი ნივთიერებების, აფეთქების საშუალებების და გამაგანიერებელი აპარატურის დაბრუნება უნდა მოხდეს ცალკე სათავსებში, ან საცავების ტამბურებში, ან ფეთქებადი მასალების მოსამზადებელ შენობებში. ამასთან, უნდა დაიდგას ნაწიბურებიანი მაგიდა დელტონატორების გასაცემად, რომელზეც გადაკრული უნდა იყოს ქეჩა, ქეჩაზე კი ბრეზენტი, ან არანაკლებ 3 მმ სისქის რეზინის ფირფიტა და მაგიდა სადელტონაციო და ცეცხლგამტარი ზონრების დასაჭრელად. ელექტროდელტონატორებზე სტატიკური ელექტრობის საშიში გავლენის თავიდან ასაცილებლად მაგიდა უნდა ჩამიდგეს.

საბაზისო საწყობიდან ფეთქებადი მასალების გაცემა-მიღებისას სადელტონაციო ზონარიანი სარტყამი ვაზნების დამზადება და მომზადება უნდა წარმოებდეს ცალკე შენობაში (სათავსში).

ფეთქებადი მასალების საწყობების საცავების იატაკი უნდა იყოს მოსწორებული, ზვრელების გარეშე, ხოლო კედლები – შეთეთრებული, ან შეღებილი. თითოეული საცავი უნდა ნიავდებოდეს და დაცული უნდა იყოს მომდენ-გამწოვი ბუნებრივი განიავებით. შენობაში უნდა იდგეს თერმომეტრი.

ფეთქებადი მასალების მუდმივ და დროებით საწყობებს უნდა ჰქონდეს ორი სახის განათება – მუშა და სარეზერვო (საავარიო). სამუშაო ადგილების იატაკის განათებულობა უნდა უზრუნველყოფდეს მუშაობის ნორმალურ პირობებს. იმ ადგილებში, სადაც აფეთქების საშუალებებთან გვაქვს საქმე, განათებულობა უნდა იყოს არანაკლებ 30 ლუქსისა.

ფეთქებადი მასალების საწყობების საცავებში ფეთქებადი ნივთიერებების და აფეთქების საშუალებების დასაწყობი სტელაჟები და ფეთქებადი მასალების შტაბელები კედლებიდან დაშორებული უნდა იყოს 20 სმ-ით, ხოლო იატაკიდან – არანაკლებ 10 სმ-ისა. ფეთქებადი ნივთიერებების ტომრები და ყუთები უნდა დალაგდეს ფე-

ნილზე. შტაბელების სიმაღლე არ უნდა აღემატებოდეს 2 მეტრს.

ფეთქებადი ნივთიერებების მექანიზებული წესით სატვირთო-გასატვირთო ოპერაციების შემთხვევებში, ყუთებისა და ტომრების შენახვა დასაშვებია ქვეშეზე განლაგებულ პაკეტებში, რომელთა განლაგების წესი განისაზღვრება პროექტით. შტაბელების მაქსიმალური სიმაღლე არ უნდა აღემატებოდეს 2,6 მეტრს. შტაბელებსა და სტელაჟებს შორის მანძილები უნდა შეადგენდეს შესაბამისად 1,3 და 1,0 მეტრს.

ფეთქებადმასალებიანი ყუთები, ტომრები და სხვა ტარა სტელაჟებზე უნდა განლაგდეს სიმაღლეზე, ერთ ან ორ რიგად, ხოლო შტაბელებში – ტექნიკური პირობების ან სტანდარტების შესაბამისად. B და C ჯგუფის ფეთქებადმასალებიანი და კვამლიანდენთიანი გახსნილი ტარა უნდა დალაგდეს ერთ რიგად. სტელაჟის ზედა თაროს სიმაღლემ აღნიშნული ფეთქებადი მასალებისათვის არ უნდა გადააჭარბოს 1,7 მეტრს, ხოლო სხვა ფეთქებადი მასალებისათვის – 2 მეტრს. მანძილი თაროებს შორის იანგარიშება იმის გათვალისწინებით, რომ მანძილი ფეთქებადი მასალების ყუთებს, ტომრებსა და მათ თავზე მდებარე თაროს შორის დარჩეს არანაკლებ 4 სმ-ისა. აკრძალულია თაროს სიგანეზე ყუთების ორზე მეტ რიგად, ხოლო იმ თაროებზე, რომლებიც კედელთანაა დადგმული გასასვლელის გარეშე – ერთზე მეტ რიგად დალაგება. ფეთქებადი მასალების საცავებში თაროების დასამაგრებელი ღურსმინების, ან ჭანჭიკების თავები უნდა იყოს ჩამალული. თაროების ფიცრებს შორის მანძილი შეიძლება იყოს 3 სმ-მდე. ქვედა თარო უნდა იყოს მთლიანი.

ფეთქებადი მასალების საწყობების სტელაჟების და შტაბელების კამერებთან უნდა გაეკრას ფირნიში, რომელზეც მითითებული უნდა იყოს ფეთქებადი ნივთიერებების, ინციდენტის საშუალებების, ან გამაგანიერებელი აპარატურის დასახელება, მათი რაოდენობა, დაშვადების დრო და შენახვის საგარანტიო ვადა. ფეთქებადი მასალების საწყობებში და სხვა სათავსებში ელექტროდეტონატორები, ელექტროამნთები მილაკები, ელექტროამაღლებლები და მათი შემცველი ნაკეთობები უნდა ინახებოდეს ქარხნული ან სპეციალური შეფუთვით (ტარით).

ამნთები და საკონტროლო მილაკები უნდა დამზადდეს ფეთქებადი მასალების მოსამზადებელი შენობის ცალკე სათავსოში, რომელიც დანარჩენი სათავსებისაგან გამოყოფილი უნდა იყოს უწყავი მასალისაგან აგებული კაპიტალური კედლით. დასაშვებია, აგრეთვე, უწყავი მასალებით გალესილი და შეღებილი ნებისმიერი მასალის კედელიც. მიწისქვეშა საწყობებში ამნთები და საკონტროლო მილაკები უნდა დამზადდეს ამნთები მილაკების დასამზადებელ ცალკე კამერებში. ამნთები და საკონტროლო მილაკების დასამზადებელი მაგიდა რამდენიმე ამფეთქებლის მუშაობისათვის ერთმანეთისაგან გამოყოფილი უნდა იყოს ხის განივი ფარებით.

ამნთები და საკონტროლო მილაკების მოსამზადებელი და შენახვის სათავსების იატაკებზე უნდა დაიგოს რბილი მასალა. დამზადებული ამნთები მილაკები უნდა ინახებოდეს ფეთქებადი მასალების საწყობების საცავებში (გასაცემ კამერებში), რომლებიც შიგნიდან ამოვებული უნდა იყოს რბილი მასალით, ხოლო ყუთები უნდა დაინუროს.

ტემპერატურა ამონიუმის გვარჯილაზე დამზადებული ფეთქებადი ნივთიერებების საწყობების საცავებში და კონტეინერებში არ უნდა აღემატებოდეს 30 °C-ს. ფეთქებადი მასალების კონტეინერების დალაგება ღია მოედნებზე დასაშვებია ორ იარუსად.

ფეთქებადი მასალების ყუთები, ტომრები, კოლოფები და კონტეინერები შესანახ ადგილებზე უნდა დაინუროს ხუფით ან შეიკრას თოკით. ფეთქებადი მასალების საწყობებში ფეთქებადი მასალების სათავსები უნდა დაიკეტოს საკეტით, დაიპლომბოს, ან დაიბეჭდოს. ფეთქებადი მასალების ისეთ სათავსებში, სადაც გამცემების სადღეამისო მორიგეობაა, დაპლომბვა ან დაბეჭდვა აუცილებელი არ არის.

საწყობებში ფეთქებადი მასალების სატვირთო-გასატვირთო ოპერაციები უნდა შესრულდეს ხელით, ან მხოლოდ ამისათვის განკუთვნილი მექანიზმებით. საწყობების შიგა სათავსებში მომუშავე შიგაწვის ძრავიანი მექანიზმები უნდა აღიჭურვოს ნაპერწკალსაქრობით და გამონაბოლქვის განეიტრალების სისტემით. ელექტრომონოცილობის (ელექტროსატვირთავების, ტელფერების და სხვ.) მუშაობა უნდა პასუხობდეს „ელექტროდანაღვარების მონოცილობის წესების“ მოთხოვნებს.

ზედაპირულ მუდმივ საწყობებს უნდა ჰქონდეთ წყალსარიანი თხრილები, მისასვლელი გზები უნდა იყოს სუფთა და წესიერულ მდგომარეობაში, საწყობი უნდა შემოიღობოს და აკრძალული ზონა შემოიფარგლოს ღობიდან არანაკლებ 50 მეტრის მანძილზე. საწყობის ტერიტორიაზე ნებადართულია განლაგდეს მხოლოდ ფეთქებადი ნივთიერებების, ინციდენტის საშუალებებისა და გამაგანიერებელი ასაფეთქებელი აპარატურის საცავები და მათი კონტეინერების მოედნები, ფეთქებადი მასალების გასაცემი შენობა (სათავსი), ფეთქებადი მასალების მოსამზადებელი შენობა, აგრეთვე სხვა ობიექტები, რომლებიც დაკავშირებულია ფეთქებადი მასალების მიღებასთან, შენახვასა და გაცემასთან, ლაბორატორია, საყარაულო კოშკურები, ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებების ფარული. ამასთან, აკრძალული ზონის გარეთ ნებადართულია განლაგდეს ფეთქებადი მასალების გამოსაცემი და გასანადგურებელი, ტარის დასაწვავი პოლიგონი, საყოფაცხოვრებო ადმინისტრაციული სათავსი საწყობის მომსახურე პერსონალისათვის, მექანიზაციის საშუალებების გამართვისა და მომსახურების პუნქტი, საჭაბებები, საწყობები საწვავისათვის, წყალსადენი და საკანალიზაციო სატუმბო სადგურები, სატრანსფორმატორო ქვესადგურები, ტუალეტები.

მანძილი ღობიდან უახლოეს საცავამდე 40 მეტრზე მეტი უნდა იყოს. მთავორიან ადგილებში ეს მანძილი შეიძლება შემცირდეს. ღობე უნდა გაკეთდეს ეკლიანი მავთულის, ხის, აგურის, ქვის, ლითონისაგან და მისი სიმაღლე უნდა იყოს სულ მცირე 2 მეტრი, ხოლო მის ზემოთ არანაკლებ 0,5 მეტრ სიმაღლის ღეროზე უნდა გაიჭიმოს ეკლიანი მავთული ოთხ რიგად.

მუდმივი საწყობების საცავები უნდა მოეწყოს უწყავი მასალისაგან, ცალკეულ შემთხვევებში ხანძარსაწინააღმდეგო საშხურთან შეთანხმებით – მორებით ან კარკასულ-შემქსები მეთოდით. შემქსებ მასალად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მსუბუქი ბეტონი.

თუ მანძილი ფეთქებადი მასალების საცავიდან ან მათი დამზადების ადგილიდან შენობა-ნაგებობებამდე,

ან მათ შორის ნაკლებია უსაფრთხო მანძილებით გათვალისწინებულზე, აუცილებელია მოეწიოს პლასტიკური, ან ფხვიერი გრუნტის ზვინულები, რომელთა სიმაღლე ფეთქებადი მასალების შტაბელების (სტელაჟების) ზედა ღონეზე 1,5 მეტრით მაღალი უნდა იყოს.

ზედაპირული და ნახევრადწარმავებული დროებითი საწყობის საცავი შეიძლება იყოს ფიცრის, თიხატკეპნილის, მიწის და ა.შ. საწყობების საცავებად შეიძლება გამოყენებული იყოს გამოუყენებელი შენობები, ფარდულები, მიწურები და სხვა სათავსები. ეს სათავსები უნდა ნიავებოდეს და დაცული უნდა იყოს წვიმისა და თოვლისაგან. დროებით საწყობში იატაკი უნდა გაკეთდეს ხის, ბეტონის ან თიხატკეპნილის, შემოღობვა უნდა მოეწიოს წნულით, ფიცრებით ან სხვა მსგავსი მასალით და მისი სიმაღლე არ უნდა იყოს 2 მეტრზე ნაკლები. საცავებში მუშა განათებისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს მაღაროს აკუმულატორული სანათები. სხვა მოთხოვნები იგივეა, რაც მუდმივი საწყობებისათვის.

ზედაპირულ და ნახევრადწარმავებულ და მოკლევადიან საწყობებში მოკლევადიანი საშუალების წარმოებისას ფეთქებადი მასალების შენახვა დასაშვებია გამოუყენებელ შენობებში, ფარდულებში, მიწურებში, რკინიგზის ვაკონებში, ავტომანქანებსა და მისაბმელებში. მოკლევადიანი საწყობი უნდა შემოიფარგლოს არანაკლებ 1,5 მეტრი სიმაღლის ღობით. საწყობების საცავების ხის კედლები ხანძრისაგან დაცვის მიზნით აუცილებლად უნდა დაიფაროს კირიან-მარილიანი სამფენა ხსნარით, ხოლო სახურავი, ჭერი და სხვენის კონსტრუქციები უნდა დამზადდეს უწყავი მასალისაგან, ან დაიფაროს უწყავი შედგენილობის ხსნარით. გადასატანი საწყობი უნდა წარმოადგენდეს მტკიცე ფურგონს, რომელიც კაპიტალურად უნდა იყოს დამაგრებული ავტომობილზე, მისაბმელზე ან მარხილზე. ფურგონი უნდა გაკეთდეს ღურალუმინის ან ფიცრისაგან, რომელსაც გარედან შემოკრული უნდა ჰქონდეს ლითონის ფურცელი და შიგნიდან და გარედან დაიფაროს უწყავი ხსნარით. ასეთი საწყობი შეიძლება იყოს თვითმავალი, ან არათვითმავალი. ძარის წინა ნაწილში (მარჯვენა ქვედა კუთხეში) უნდა გაკეთდეს ყუთი (ნაკვეთური) კარით, გარედან ინიცირების საშუალებების მოსათავსებლად, რომელიც შიგნითა მხრიდან ამოგებული უნდა იყოს რბილი მასალით (ქეჩით, რეზინით და სხვ.).

გადასადგობელ არათვითმავალ საწყობს უნდა ჰქონდეს სატრანსპორტო საშუალებასთან ხისტად მიბმის საბუქსირე მოწყობილობა. ფეთქებადი მასალების არათვითმავალი საწყობის ტრანსპორტირებისას მისაბმელის მასამ არ უნდა გადააჭარბოს სატრანსპორტო საშუალების მასის ნახევარს, ან საწვეარის წვეის ძალვის სამ მეოთხედს. ფარდულებში, კარვებსა და სხვა პუნქტებში ფეთქებადი მასალების შენახვისას უზრუნველყოფილი უნდა იყოს მათი დაცვა ატმოსფერული ნალექების და მზის სხივების ზემოქმედებისაგან. ფეთქებადი მასალები უნდა განლაგდეს ფიცარნაგზე, მიწიდან არანაკლებ 20 სმ სიმაღლეზე. ტერიტორია უნდა შემოიღობოს მავთულით, ბაგირით ან ლატნებით.

მიწისქვეშა პირობებში ფეთქებადი მასალები უნდა ინახებოდეს განსაკუთრებულად აღჭურვილ გვირაბებში – კამერებში ან უჯრედებში, რომლებიც ისე უნდა იყოს განლაგებული, რომ ერთში მოთავსებული ფეთქებადი მასა-

ლის აფეთქებამ არ გამოიწვიოს მეზობლად მოთავსებული ფეთქებადი მასალების დეტონაცია. მიწისქვეშა საწყობი უნდა შედგებოდეს გვირაბებისაგან, რომლებიც წარმოადგენენ საწყობს მასში განლაგებული ფეთქებადი მასალების შესანახი კამერებით ან უჯრედებით, აგრეთვე, მისასვლელი გვირაბებისა და დამხმარე კამერებისაგან. დამხმარე კამერები შეიძლება განლაგდეს საწყობთან მისასვლელი გვირაბების ჩიხებში.

მიწისქვეშა და ჩალრმავებულ საწყობებში ასაფეთქებელი, საკონტროლო და გასაზომი ხელსაწყოები და მოწყობილობა, აგრეთვე კასეტები და ჩანთები უნდა ინახებოდეს სპეციალურ სტელაჟებზე ან კარადებში. მიწისქვეშა საწყობებში ნებადართულია გამოყენებული იქნეს მხოლოდ აფეთქებაუსაფრთხო შესრულების აკუმულატორული სატვირთველები ან სატვირთავ-გასატვირთავი საშუალების მექანიზაციის სხვა საშუალებები.

დაუშვებელია ფეთქებადი მასალების საწყობების განთავსება მთავარი მიმართულების გვირაბებს, ქანობებს, ბრემსბერგებსა და მათ სასვლელებს შორის. ფეთქებადი მასალების საწყობის ყველა გვირაბი გამაგრებული უნდა იყოს უწყავი სამაგრი და შეთერებული საღებავით. საწყობი უნდა განიავდეს სუფთა ჰაერის ნაკადით. აკრძალულია საწყობიდან გამომავალი ჰაერის ჭავლის მიმართვა სუფთა ჰაერის ნაკადიან გვირაბებში.

მიწისქვეშა ფეთქებადი მასალების საწყობი უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ხანძრის ჩასაქრობი პირველადი საშუალებებით. დასაშვებია საწყობში მოეწიოს ხანძრის ჩასაქრობი ავტომატიზებული მოწყობილობა. გაზისა და მტვრის მხრივ საშიში მახტების საწყობებში და მისასვლელ გვირაბებში გამოყენებული უნდა იქნეს აფეთქებაუსაფრთხო შესრულების ელექტრომოწყობილობა. საწყობის შესასვლელ კართან და ფეთქებადი მასალების გასაცემ კამერაში უნდა დაიდგას ტელეფონები.

მიწისქვეშა გასაცემ კამერებში ფეთქებადი მასალების შენახვის წესი, მათი მოვლა და დაცვა, ფეთქებადი მასალების მიწისქვეშა საწყობების ანალოგიურია. ფეთქებადი ნივთიერებები და ინიცირების საშუალებები უნდა ინახებოდეს სხვადასხვა განყოფილებებში, რომლებიც ერთმანეთისაგან უნდა გადაიღობოს აკურით, ბეტონით, ან მსგავსი მასალებით, არანაკლებ 25 სმ სისქის კედლით.

აკრძალულია ფეთქებადი მასალების საწყობიდან, გასაცემი კამერიდან ან საუნე შესანახი პუნქტიდან 30 მეტრზე ახლოს საამფეთქებლო საშუალების ჩაატარება, თუ მათში მოთავსებულია ფეთქებადი ნივთიერებები.

ფეთქებადი მასალების ცალკეული საწყობისათვის უნდა დამუშავდეს ავარიის ლიკვიდაციის გეგმა, რომლითაც უნდა განისაზღვროს ავარიულ სიტუაციაში მოქმედების რიგითობა. მიწისქვეშა საწყობების ავარიების ლიკვიდაციის გეგმა უნდა შედიოდეს ავარიების ლიკვიდაციების საერთო გეგმაში.

**ლიტერატურა**

- 1. ა. ბუჟანიშვილი, გ. ბუცხრიკიძე, მ. გოგრიჭიანი, ი. ჭოლოშვილი. საამფეთქებლო საშუალების უსაფრთხოების წესები. შპს „დიაპროექტენტრი“, თბილისი, 2006. 179 გვ.



**БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., КУКУЛАДЗЕ Н.Д.  
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ  
ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**GENERAL REQUIRES OF TECHNICAL  
SAFETY FOR BLASTING MATERIALS  
STORAGE**

В работе дается классификация складов взрывчатых материалов в соответствии их места расположения к поверхности земли, срока эксплуатации и назначения. Рассмотрены общие требования приема, хранения и выдачи взрывчатых материалов на рабочих местах, в постоянных, временных и краткосрочных поверхностных, полуглубленных и подземных складах, вопросы устройства, вентиляции, освещения и охраны складов, правила расположения взрывчатых материалов в складах. Даны численные показатели вместимости хранилищ складов различных типов, а также перечень тех хранилищ и строений для приема, хранения и выдачи взрывчатых материалов, которые могут быть расположены на территории склада взрывчатых материалов. Рассмотрены правила хранения взрывчатых материалов в научно-исследовательских, учебных заведениях и лабораториях.

Classification of blasting materials storehouses in accordance with their location with respect to earth surface, exploitation term and destination is presented in this article. General requires of blasting materials reception, storage and delivery at working places, in permanent, temporary and short-term superficial, half-deepened, deepened and underground storehouses, problems of storehouses ventilation, lighting and guarding are considered. Quantitative indexes of depository capacity for different types of storehouses, as well as the list of depositories and buildings for blasting materials reception, storage and delivery, which may be disposed on the territory of blasting materials storehouses are given. Regulations of blasting materials storage in research, educational institutions and laboratories are considered.

BEZHANISHVILI A., KUKULADZE N.

შპს 622.8.8:614.8

**აკად. დოქტორი ა. გუბანიშვილი, აკად. დოქტორი ნ. კუკულაძე,  
მ. გოგრიძინაძე  
ტიქნოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნები სპეციალური სააფეთქებლო  
სამუშაოების წარმოებისას მიწის ზედაპირზე და წყალქვეშ**

*ნაშრომში მოცემულია ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები მიწის ზედაპირზე განლაგებული, მათ შორის განსაკუთრებული დანიშნულების ობიექტების – ელექტროსადგურების, რკინიგზების და საავტომობილო გზების, ელექტროგადამცემის ხაზების, ქვესადგურების, ქარხნების, რკინიგზის სადგურების, პორტების, სატელეფონო ხაზების სიახლოვეს შენობა-ნაგებობების, სამრეწველო ობიექტების ფუნდამენტების, მაგისტრალური მილსადენების დასაცავ ზონებში და სეისმოდამაზიანების საამფეთქებლო სამუშაოების მიმართ. განხილულია ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები აგრეთვე წყალქვეშ, ნავთობის, გაზის და წყლის ჭაბურღილებში, ჭაობებში, ლითონის, ლითონის კონსტრუქციების და ცხელი მასივების დამსხვრევის მიზნით საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას.*

სადგური უნდა განლაგდეს საშიში ზონის გარეთ. იმ შემთხვევაში, თუ ეს შეუძლებელია, უნდა მოეწყოს სპეციალური თავშესაფრები, რომელთა განლაგების ადგილები უნდა განისაზღვროს პროექტით ან აფეთქების პასპორტით. ხელოვნური, ან ბუნებრივი თავშესაფრები ისე უნდა მოეწყოს, რომ საიმედოდ დაიცვას საამფეთქებლო სამუშაოს შემსრულებლები როგორც აფეთქების ტალღის, ასევე აფეთქების მომწამლავი, შხამიანი გაზების შემოქმედებისაგან. თავშესაფრებთან მისასვლელი გზები არ უნდა იყოს ჩახერგილი. თუ ასაფეთქებლად მომზადებული მუხტები განლაგებულია აღმოსაჩენად რთულ ადგილებზე (ბუჩქნარი და ა.შ.), ხოლო მათი აფეთქება გათვალისწინებულია ცეცხლოვანი ხერხით, მუხტებთან უნდა დაიდგას განმასხვავებელი ნიშნები.

მიწის ზედაპირზე განლაგებულ ობიექტებზე, მათ შორის განსაკუთრებული დანიშნულების ობიექტების სიახლოვეს და წყალქვეშ, საამფეთქებლო სამუშაოები უნდა განხორციელდეს დაინტერესებულ ორგანიზაციებთან შეთანხმების საფუძველზე და მათი წარმოებისას გატარებული უნდა იქნეს უსაფრთხოების მკაცრი ზომები. განსაკუთრებული დანიშნულების ობიექტებს მიეკუთვნება: ელექტროსადგურები, რკინიგზები და საავტომობილო გზები, ელექტროგადამცემის ხაზები, ქარხნები, რკინიგზის სადგურები, პორტები, სატელეფონო ხაზები და სხვ. შემოადინიშნულ ობიექტებზე, ან მათ სიახლოვეს საამფეთქებლო სამუშაოების წარმოებისას საამფეთქებლო

ისეთი ფეთქებადი ნივთიერებების გამოყენებისას, როგორცაა მთლიანი მადელტონირებული ფეთქებადი ნივთიერებები, მადელტონირებული ფეთქებადი ნივთიერებების შემცველი ნაკეთობები ინიცირების საშუალებების გარეშე, ასევე სადელტონაციო ზონების გამოყენებით ჭაბურღილისებრი მუხტებით ქანების მონგრევისას ნებადართულია საცობი მასალების თვითმცლელი ავტო-მანქანებით მიზიდვა. ამასთან, ავტომანქანები აღჭურვილი უნდა იყოს ნაპერწკალსაქრობებით და ცეცხლსაქრობებით [1].

მუშაობის პროცესში საამფეთქებლო სადგურში დაიშვება მხოლოდ ის პერსონალი, რომელიც უშუალოდ ასრულებს საამფეთქებლო სამუშაოებს, აგრეთვე სატრანსპორტ-

ლო საშუალების მძლავრი და პირები, რომლებიც აკონტროლებენ სამფეთქებლო სამუშაოების შესრულებას. სამფეთქებლო სამუშაოების წარმოების პროცესში კავშირისათვის განკუთვნილი რადიოსადგური უნდა დაიდგას ავტომობილის ძარის სპეციალურ ნაკვეთურში. აკრძალულია ამ ნაკვეთურში ელექტროდეტონატორების შენახვა.

ნაკვეთურში, სადაც რადიოსადგურია, დასაშვებია ელექტროსამფეთქებლო მაგისტრალის გატარება, თუ ელექტრომაგისტრალისათვის გამოყენებულია ორსადენიანი ეკრანირებული კაბელი და ეკრანი წინასწარ ჩამიწებულია. შეცდომით ჩართვის თავიდან აცილების მიზნით აკრძალულია სამფეთქებლო მაგისტრალისათვის, ან სატელეფონო კავშირისათვის სადენების გამოყენება აპარატურასთან ჩასართავი, სპეციალური ჩანგლების გარეშე. სამფეთქებლო პუნქტში ასაფეთქებელი სამუშაოების ჩატარებისას დასაშვებია მხოლოდ ერთი ელექტროსამფეთქებლო მაგისტრალის გამოყენება.

ჭაბურღილები, რომლებიც დამუხტულია საცობის გარეშე, აფეთქების მომენტამდე უნდა იმყოფებოდეს მუდმივი დაცვის ქვეშ. საბურღი ინსტრუმენტების, ლატნების და სხვა საბიძგებელი საგნების გამოყენება ჭაბურღილებში მუხტების ჩასაშვებად აკრძალულია. თუ მუხტმა ვერ მიიღწია ჭაბურღილის ძირამდე, აუცილებელია მისი უკან ამოღება. თუ ეს შეუძლებელია, იგი უნდა აფეთქდეს ჩვეულებრივი ხერხით. აკრძალულია მტყუნებული ჭაბურღილის გადაბურღვა იმ შემთხვევაშიც კი, თუ მტყუნებული მუხტი აფეთქებულია.

სეისმოდანზვერვითი სამუშაოების ჩატარებისას, ფეთქებადი ნივთიერებების გამოყენება დასაშვებია დაინტერესებულ ორგანიზაციებთან შეთანხმებული სპეციალური პროექტის მიხედვით.

აფეთქების ადგილზე მიტანილი ფეთქებადი ნივთიერებები, გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატურა უნდა ინახებოდეს სპეციალურად გამოყოფილ ადგილებზე. თუ ფეთქებადი ნივთიერებები, გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატურა ინახება დასამუხტ სახელოსნოში, იგი უნდა განლაგდეს ჭაბურღილის პირიდან არანაკლებ 20 მეტრის მოშორებით. აკრძალულია ქარხნული წესით დამზადებული ფეთქებადი ნივთიერებების მუხტების, გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატურის სამუშაო ადგილზე დაცლა.

გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატურის აღჭურვა და დამუხტვა უნდა განხორციელდეს მათი გამოყენების ინსტრუქციების შესაბამისად:

- გადასაადგილებელ დასამუხტ სახელოსნოებში;
- სპეციალურად მოწყობილ ნაგებობებში (ჯიხური და სხვ.), რომლებიც ჭაბურღილიდან დაშორებული უნდა იყოს არანაკლებ 20 მეტრით;
- ღია მოედნებზე, რომლებიც მომზადებულია ნებისმიერ ამინდში სამუშაოდ.

სამფეთქებლო ვაზნები, ელექტროდეტონატორები, ელექტროსაალებლები, დამუხტული გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატურა სატრანსპორტო საშუალებებზე ისე უნდა იყოს მოთავსებული, რომ გამოირიცხოს მათი სადენების შეხება ლითონის საგნებთან.

გასაგანიერებელი აპარატურისათვის განკუთვნილი ელექტროსაფეთქებლები უნდა შემოწმდეს ქსელის მთლიანობასა და ხილების წინააღმდეგობაზე: აპარატში

მოთავსებამდე, აპარატში მოთავსების შემდეგ, აგრეთვე ჭაბურღილებში აფეთქების წინ.

10 კგ-ზე მეტი მასის დამუხტული გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატების ხელით გადატანისას აუცილებელია გამოყენებული იქნეს სპეციალური სამარჯვები. გასაგანიერებელ და სამფეთქებლო აპარატებში ინიცირების საშუალებები უნდა მოთავსდეს ჭაბურღილში აპარატის ჩაშვების წინ, უშუალოდ ჭაბურღილის პირთან. გასაგანიერებელ და სამფეთქებლო აპარატებში მინიცირებელი საშუალებების მოთავსება დასაშვებია გადასაადგილებელ სახელოსნოებში. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია აპარატის შემთხვევითი აფეთქების საწინააღმდეგო მახლოკირებელი მოწყობილობის გამოყენება.

ჭაბურღილებში გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო სამუშაოების ჩატარება აკრძალულია შემდეგ პირობებში:

- ქარბუქის, ჭექა-ქუხილის და ძლიერი ნისლის (50 მეტრზე ნაკლები ხილვადობის) დროს;
- ხსნარების დამაგაზიანებელ და შთანთქმელ მშრალ ჭაბურღილებში მექანიკური სახეთურების გამოყენების გარეშე.

გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატების ჩაშვება და ამოღება უნდა განხორციელდეს ელექტროსამფეთქებლო მაგისტრალის სადენების ბოლოების სრული იზოლაციის პირობებში. 50 კგ-ზე მეტი მასის, ან 2 მეტრზე მეტი სიგრძის მქონე გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატები ჭაბურღის პირიდან უნდა აიწიოს და ჩაეშვას ამწე მექანიზმის საშუალებით. თუ გასაგანიერებელი, ან სამფეთქებლო აპარატი ვერ ჩაეშვა აფეთქებისათვის განსაზღვრულ დონემდე, ის ამოღებული უნდა იქნეს ჭაბურღილიდან. აპარატების ამოღებისას, ჭაბურღილის პირთან ყოფნის უფლება აქვს მხოლოდ სამფეთქებლო სამუშაოების შემსრულებლებს და ამწე მექანიზმებზე მომუშავე პერსონალს. გამოუყენებელი, გასაგანიერებელი და სამფეთქებლო აპარატები უნდა დაბრუნდეს დასამუხტ სახელოსნოში.

საზღვაო ჭაბურღილებში გასაგანიერებელ-სამფეთქებლო სამუშაოები უნდა განხორციელდეს ამინდის საიმედო პროგნოზის შემდეგ. ქარის სიჩქარისა და ზღვის დეღვის პარამეტრები უნდა განისაზღვროს საბურღი დანადგარებისა და მომუშავე პერსონალის, ასაფეთქებელი მასალების, გადასატანი სატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მახასიათებლების შესაბამისად. დეღვის შესახებ გაფრთხილებისთანავე ჭაბურღილში ჩაშვებული გასაგანიერებელი (სამფეთქებლო) აპარატები დაუყოვნებლივ უნდა აფეთქდეს, მიუხედავად იმისა, თუ რა დონეზე იყო ჩაშვებული იმ პერიოდისათვის.

ჭაობებში სამფეთქებლო სამუშაოების პროექტში გათვალისწინებული უნდა იყოს საწვავი გაზების აფეთქების საწინააღმდეგო ღონისძიებები. ცეცხლოვანი ხერხი დასაშვებია მხოლოდ ერთეული მუხტების აფეთქებისას. ელექტროდეტონატორებით და კაფსულ-დეტონატორებით აფეთქებისას აუცილებელია სპეციალური გარსაცმის დამრტყმელი ვაზნების გამოყენება, რათა დეტონატორზე არ გადაეცეს საცობით დაწოლის წნევა.

არხების და თხრილების აფეთქებით შექმნილ შემთხვევაში სატრანსპორტო მუხტების ფორმირებისას ექსკავატორსა (ტრანშეამთხრელს) და ტრანშეამთხრელის ფეთქებადი ნივთიერებების ჩამლაგებელ ამწეს შორის მანძილი უნდა

შეადგენდეს ექსკავატორის ამოჩაჩვიის და ამწის შემობრუნების რადიუსების ჯამის სულ ცოტა 1,1-ს, ხოლო მანძილი ამწესა და დაცობაზე მოქმედავე ბულდოზერს შორის ამწის შემობრუნების რადიუსის 1,1-ს.

როულ სამთო-გეოლოგიურ პირობებში (მცურავი, ჩამოქცეული ქანები) სადეტონაციო ზონით მეორადი მადეტონირებელი ფეთქებადი ნივთიერებების, სატყორცნი მუხტებისა და ინიციერების საშუალებების გარეშე მადეტონირებელი ფეთქებადი ნივთიერებების შემცველი ნაკეთობების (ბოლიანი დენტის გარდა) მუხტების აფეთქებისას წაგრძელებული, ჰორიზონტალური მუხტების ჩალაგება ნებადართულია გვირაბის გაყვანის მიყოლებით.

დამუხტვა ერთჩაჩვიან ექსკავატორს უნდა ჩამორჩებოდეს არანაკლებ 10 მეტრით.

შენობა-ნაგებობების აფეთქებით ნგრევისას საამფეთქებლო სამუშაოების პროექტში, სხვა საკითხებთან ერთად ნაჩვენები უნდა იყოს დასანგრევი ობიექტის გადაწოლის მიმართულება, აგრეთვე, მისი არასრული ნგრევის შემთხვევაში – ჩასატარებელი ღონისძიებების ნუსხა. აკრძალულია დასანგრევი ობიექტის სიცარიელეში, ნაპრალში ფეთქებადი ნივთიერებების მუხტის მოთავსება და აფეთქება.

პირველი, გამაფრთხილებელი სიგნალი გაიცემა ელექტროდეტონატორებიანი სარტყამი ვაჩნების ჩაწყობის წინ, სადეტონაციო ზონით აფეთქებისას – საამფეთქებლო ქსელის მონტაჟის დაწყების წინ. საშიშ ზონაში, წნევის ქვეშ არსებულ ქვაბებში, მილსადენებში და სხვა ობიექტებზე საჭიროა წნევის შემცირება იმ ორგანიზაციების მიერ დადგენილ ზღვრამდე, რომლებიც ექსპლუატაციას უწევენ ამ ობიექტებს.

სატყეო სამუშაოების წარმოებისას აკრძალულია აფეთქებისათვის მომზადებული მუხტებიანი კუნძების ბურღვა. ცეცხლოვანი აფეთქების მეთოდით კუნძების ამოძირკვის ან რამდენიმე ამფეთქების მიერ ტყის მოჭრის სამუშაოების ჩატარებისას უფროსი ამფეთქებელი ვალდებულია თითოეულ მათგანს მიუთითოს მოძრაობის მიმართულება.

შეყინული შეშის, ან გაქერქილი მორების აფეთქებისას გამოიყენება მხოლოდ დამცავი ფეთქებადი ნივთიერებები. ამასთან, აუცილებელია ინიციერების საშუალებებად ელექტროდეტონატორების გამოყენება და აფეთქების დაწყებამდე ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებების ჩატარება. ტყის დაცურებისას ხერგილების აფეთქებით გახსნის წესს ადგენს საამფეთქებლო სამუშაოების ხელმძღვანელი.

ტყის ხანძრის ლიკვიდაციისათვის ფეთქებადი მასალების ჩამოყრა თვითმფრინავებიდან და ვერტმფრენებიდან დასაშვებია იმ პირობით, თუ ისინი მოთავსებული იქნება სპეციალურ კონტეინერებში. ტორფიან საფარზე ხანძრის ლიკვიდაციისათვის აფეთქებები უნდა ჩატარდეს ხანძრის ზოლიდან არაუახლოეს 10 მეტრისა.

აკრძალულია თხევადი ნიტროეთერების შემცველი ფეთქებადი ნივთიერებების გამოყენება შეყინული მადნის, ნახშირის, მადნის კონცენტრატების, ლითონის ბურბუშელის გაფხვიერებისათვის. ლითონის ბურბუშელის გაფხვიერებისათვის ასევე დაუშვებელია ელექტრული აფეთქება. დაუშვებელია ამონიუმის გვარჯილაზე დამზადებული მინერალური სასუქების აფეთქებით გაფხვიერება. სუფრის მარილის გაფხვიერება დასაშვებია მხოლოდ ქაღალდის

გარსაციანი კაფსულდეტონატორების გამოყენებით.

საამფეთქებლო სამუშაოები ღია ან დახურული (ჩალრმავებული) მაგისტრალური მილსადენების დასაცავ ზონაში უნდა განხორციელდეს იმ ორგანიზაციის წერილობითი თანხმობით, რომელიც ექსპლუატაციას უწევს აღნიშნულ მილსადენს. ამისათვის საამფეთქებლო სამუშაოების შემსრულებელმა ორგანიზაციამ უნდა წარადგინოს პროექტი, რომელიც სრულად უნდა პასუხობდეს „საამფეთქებლო სამუშაოების უსაფრთხოების წესებით“ [1] გათვალისწინებულ მოთხოვნებს.

საამფეთქებლო სამუშაოები ყინულის დამსხვრევისათვის უნდა ჩატარდეს ტექნიკური ზედამხედველის ხელმძღვანელობით. თუ სამუშაოები სრულდება ნავიდან, აუცილებელია მოქმედავეებს დაურიგდეთ მასველი ჟილეტები, ან დამზღვევი სარტყლები. ყინულის დამსხვრევისას ერთ ამფეთქებელს უფლება აქვს ერთჯერადად მოუკიდოს მხოლოდ 12 ამთებ მილაკს. მუხტების აფეთქება უნდა განხორციელდეს შუა მდინარიდან ნაპირებისაკენ, დამრეცი ნაპირიდან სწორი ნაპირისაკენ, მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

მცურავი ყინულის ბელტებზე, ჩახერგილ უბნებზე მუხტების ხელით გადასროლა პირდაპირ ნაპირიდან, ან დაცული ნაგებობებიდან დასაშვებია გამონაკლის შემთხვევაში. მუხტები გადაისროლება სათითაოდ. გადასროლილი მუხტების ცეცხლგამტარი ზონის, ან ამთები მილაკის სიგრძე აიღება არანაკლებ 15 და არაუმეტეს 25 სმ-ისა. წყალქვეშა მუხტებით ყინულის საფარის აფეთქებისას, მუხტები ხერგელებში ჩაიშვება კანაფის, ან სხვა მსგავსი საიმედოდ დასამაგრებელი მასალის საშუალებით.

მუხტების უშუალოდ წყალში ჩაშვების წინ უნდა დადგინდეს ხერგელების ზომები. აკრძალულია მუხტების ჩაშვება ნაპრალეებში.

თუ აფეთქებები წარმოებს გემიდან, ფეთქებადი მასალები ამფეთქებელზე გაიცემა გემის კაპიტნის წერილობითი განკარგულებით საამფეთქებლო სამუშაოების ხელმძღვანელის განაცხადის საფუძველზე.

საამფეთქებლო სამუშაოების წყალქვეშ ჩატარებისათვის შემსრულებელთა შემადგენლობა უნდა განისაზღვროს პროექტით. მუხტების ჩაწყობის უფლება აქვს მხოლოდ ამფეთქებელს. თუ მუხტების საერთო მასა 40 კგ-ს აღემატება, გამოყენებული უნდა იქნეს საამფეთქებლო სამუშაოების საწარმოებლად მოწყობილი თვითმავალი მცურავი საშუალებები. წყლის დინების ძალით ელექტროსაამფეთქებლო ქსელის გაწყვეტის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია მუხტების ერთმანეთთან დაკავშირება ისეთი საშუალებებით, რომლებიც გაუძლებენ მდინარის დინების ძალას.

აფეთქების უფლება აქვს მხოლოდ იმ ამფეთქებელს, რომელმაც ჩააწყო მუხტები. მუხტის კონსტრუქცია უნდა შეირჩეს ისე, რომ იგი თავისუფლად იძირებოდეს წყალში. თითოეულ ჩაშვებულ მუხტს მჭიდროდ უნდა ჩაებას ტივტივა, რომელიც კარგად უნდა ჩანდეს გემიდან (ნავიდან) და საამფეთქებლო ხელსაწყოს განლაგების ადგილიდან. წყალში მუხტების ჩაშვება უნდა განხორციელდეს ამფეთქებლის, ან სპეციალურად დანიშნული ტექნიკური ზედამხედველის ბრძანებით.

საამფეთქებლო სამუშაოების ჩატარება ნისლში, სიბნელებში, აგრეთვე 3 ბალზე მეტი ღელვისას, ან 12 მ/წმ და

მეტი ქარის სიჩქარის შემთხვევებში, აკრძალულია.

ლითონების აფეთქებით მსხვერვისას და აფეთქების ენერჯის გამოყენებით ლითონების დამუშავებისას, სააფეთქებლო სამუშაოები უნდა განხორციელდეს „წესების“ [1] და უსაფრთხოების ტიპური ინსტრუქციების საფუძველზე შედგენილი პროექტების მიხედვით.

იმ სათავსებისა და მოედნების კონსტრუქციები, სადაც ტარდება ლითონის აფეთქებით დამუშავება, გათვლილი უნდა იყოს მაქსიმალურად დასაშვები მასის მუხტის აფეთქებაზე. ასეთი სათავსები და მოედნები ექსპლუატაციაში მიიღება საწარმოს კომისიის მიერ. სათავსები და მოედნები წელიწადში ერთხელ უნდა შემოწმდეს საწარმოს კომისიის მიერ და უნდა შედგეს აქტი მათი შემდგომი ექსპლუატაციის მიზანშეწონილობის შესახებ.

ჯავშანორმოს, რომელშიც ხდება ლითონების მსხვერვა აფეთქებით, უნდა გაუკეთდეს ორი განცალკევებული გამოსასვლელი. ჯავშანორმოს სახურავის მასა და კონსტრუქცია ისე უნდა იყოს გათვლილი, რომ აფეთქებამ არ გამოიწვიოს მისი ადგილიდან დაძვრა, ან დამსხვრევა. ჯავშანორმოს ექსპლუატაციაში შეყვანის წინ, ასევე მისი რემონტის, სახურავის ან კედლის ფილის შეცვლის შემდეგ, ჯავშანორმო უნდა გამოიცადოს სიმტკიცეზე ორმაგი (მაქსიმალურთან შედარებით) მასის მუხტის სამჯერადი აფეთქებით. 80 °C-ზე მეტი ტემპერატურის მქონე ლითონში შპურების დამუხტვა აკრძალულია.

ცხელი მასივების მსხვერვა უნდა განხორციელდეს სპეციალური ინსტრუქციების შესაბამისად. ცხელ მასივებში აფეთქებისათვის გამოიყენება მხოლოდ ამ სამუშაოსათვის განკუთვნილი ფეთქებადი ნივთიერებები. ამასთან, ელექტრული ხერხით აფეთქება აკრძალულია.

თუ შპურში (ჭაბურღილში) ტემპერატურა 80 °C-ზე

ნაკლებია, დასაშვებია მათი დამუხტვა თერმოზოლირებული გარსაცმების გარეშე. ამ შემთხვევაში სარტყამი ვაზნა დამატებით უნდა იქნეს გახვეული პერგამენტში, ან შესახვევ ქაღალდში. აუცილებელია ჩატარდეს სარტყამი ვაზნის საფუთავი მასალის გამოცდა, რისთვისაც ამნობი მილაკი უნდა მოთავსდეს შპურში. თუ დეტონატორი აფეთქდა 5 წუთზე ნაკლებ დროში, საფუთავი მასალის სისქე უნდა გაიზარდოს. თუ შპურში ტემპერატურა 80 °C-ზე მეტია, მუხტი მთლიანად უნდა მოთავსდეს თერმო-მაიზო-ლირებელ გარსაცმში.

200 °C-ზე მეტი ტემპერატურის დროს შპურების დამუხტვა და აფეთქება აკრძალულია. 80 °C-ზე მეტი ტემპერატურის მქონე, ცხელი მასივების აფეთქება გარე მუხტებით აკრძალულია. თუ შპურში ტემპერატურა 80 °C-ზე ნაკლებია, დასაშვებია ერთდროულად დაიმუხტოს 5 შპური, 80 °C-ზე მეტი ტემპერატურისას – მხოლოდ ერთი.

ცხელი მასივების მსხვერვისას შპურების დამუხტვას და აფეთქებას აწარმოებს ორი ამფეთქებელი, სააფეთქებლო სამუშაოების ხელმძღვანელის და ტექნიკური ზედამხედველის თანდასწრებით. თუ ყველა შპურის დამუხტვა 4 წუთში ვერ მოესწრო, ტექნიკური ზედამხედველი ვალდებულია გასცეს ბრძანება დამუხტვის შეწყვეტისა და ხალხის უსაფრთხო ადგილებზე გაყვანის შესახებ.

#### ლიტერატურა

1. ა. ბეჟანიშვილი, გ. ბუცხრიკიძე, მ. გოგრიჭიანი, ი. ჭოლოშვილი. სააფეთქებლო სამუშაოების უსაფრთხოების წესები. შპს „დიაპროექტცენტრი“, თბილისი, 2006. 179 გვ.

**БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., КУКУЛАДЗЕ Н.Д.,  
ГОГРИЧИАНИ М.В.  
ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ  
СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА  
ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ И ПОД ВОДОЙ**

В статье изложены требования технической безопасности при ведении взрывных работ вблизи объектах, расположенных на поверхности земли, в том числе на объектах особого назначения – электростанциях, железных и автомобильных дорогах, линии электропередач, подстанций, заводах, железнодорожных станциях, портах, телефонных линиях с целью разрушения строений и сооружений, фундаментов и труб промышленных объектов, а также в защитных зонах магистрального трубопровода и при сейсмозащитке. Рассмотрены требования технической безопасности при ведении взрывных работ под водой, в скважинах нефти, газа и воды, болоте, для разрушения льда, металла, металлоконструкций и горячих массивов.

**BEZHANISHVILI A., KUKULADZE N.,  
GOGRICHIANI M.  
REQUIRES OF TECHNICAL SAFETY  
FOR SPECIAL BLASTING OPERATIONS  
ON THE SURFACE OF THE GROUND AND  
UNDER WATER**

Requirements for technical safety for special blasting operations not far from objects, disposed on the surface of the ground, including the objects of special destination – electric power stations, railway and automobile roads, electric power lines, substations, factories, railway stations, ports, telephone lines, with the purpose of buildings, industrial objects foundations and pipes destruction, for main pipelines protective zones and seismic protecting. Safety requirements for blasting operations under water, in oil, gas and water holes, swamps, for ice, metals, mettalic designs and hot massif destruction are considered.

**ტაჲჲ. მაცნ. დოჲტორი ვ. სილაბაჲი, აბად. დოჲტორი მ. ჯანბიჲი,  
ს. სტარიაკოვა**  
**მდინარეჲის კალაპოტის გადაკეტვა ჰიდრომექანიზაციის  
გამოყენებით**

სტატიაში განხილულია მდინარეჲის კალაპოტის გადაკეტვის სპეციფიკური საკითხები მშრალად მიწასათხრელი ტექნიკის (ბულდოზერების, სკრეპერების და სხვ.) და მიწასწოვების გამოყენებისას; მოცემულია გადასაკეტი კალაპოტის შევიწროვების სქემები, მიწასწოვებით ჰიდრონარევის (ჰულობის) მიწოდების ორიგინალური ხერხი და თეორიულად დასაბუთებულია ამ ხერხის და სქემების გამოყენების დადებითი გავლენა გადაკეტვის პროცესზე.

ჰიდროენერგეტიკულ და საირიგაციო მშენებლობაში უმეტეს შემთხვევაში საჭირო ხდება მდინარის ბუნებრივი კალაპოტის გადაკეტვა და ნაკადის გადაშვება ახალ ხელოვნურ კალაპოტში, რათა შესაძლებელი გახდეს ჰიდროტექნიკური ნაგებობის მშენებლობა. მდინარის კალაპოტის გადაკეტვა ასევე შეიძლება საჭირო იყოს წიაღისეულის მოსაპოვებელი კარიერის მშენებლობისათვის (როდესაც წიაღისეული განთავსებულია კალაპოტის ქვეშ ღია წესით დამოუკიდებლობისათვის ხელსაყრელ სიღრმეზე).

ახალ კალაპოტში (რომელიც წინასწარ ეწყობა) მდინარის ნაკადის გადაშვება ხორციელდება გადასაკეტი კვეთის თანდათან შევიწროვებით (პიონერული, ფორთხალური, ან კომბინირებული წესით). კვეთის შევიწროება იწყებს ზედა ბიუფში დონის აწევას და შექმნილი ვარდნილი (ზედა და ქვედა ბიუფებს შორის) უზრუნველყოფს ნაკადის გადადინებას ახალ კალაპოტში. საჭირო ვარდნილის სიდიდე სხვადასხვაა და დამოკიდებულია კონკრეტულ პირობებზე. ვარდნილის სიდიდე უპირატესად განაპირობებს მდინარის კალაპოტის გადაკეტვის ამა თუ იმ ხერხს.

მდინარეჲის კალაპოტის გადაკეტვის არსებული ხერხები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ძირითად სახეებად: 1) გადაკეტვა „ბანკეტის“ მოწყობით; 2) „უბანკეტო“ (მოლექვითი) ხერხი; 3) გადაკეტვა მიმართული აფეთქებით; 4) გადაკეტვა ქვა-ფიჩხის წყობით. პრაქტიკაში გვხვდება აგრეთვე ზღუდარის ტანის მოლექვა მეტალის შპუნტებით შემოღობვაში, გისოსური ძელყორის გამოყენება და სხვა.

გასული საუკუნის 50-იან წლებისათვის, როგორც საბჭოთა კავშირში, ასევე საზღვარგარეთ წყალუხვი (დიდი კუთრი ხარჯებით) მდინარეჲის გადასაკეტად ფართოდ გამოიყენებოდა „ბანკეტის“ მოწყობა ქვის დიდი ნატეხების და ხელოვნური მონოლითების (ბეტონის კუბიკების, ტეტრაედრების) ჩაყრით გამდინარე წყალში.

„ბანკეტის“ ფორმირების ანგარიშს საფუძვლად უდევს ნაკადის დინამიკური ზემოქმედებისადმი ცალკეული არაწატაცებული ნატეხების (სისხობების) წინაღობის პრინციპი, ანუ ნაკადში მიწოდებული მყარი მასალის ჰიდრაულიკური საანგარიშო მახასიათებლებია ჰიდრაულიკური სისხო და ფსკერზე მათი მდგრადობისათვის ნაკადის ზღვრული სიჩქარე.

— ელემენტის ზღვრული დინამიკური წონასწორობის პირობა

$$F - fG = 0,$$

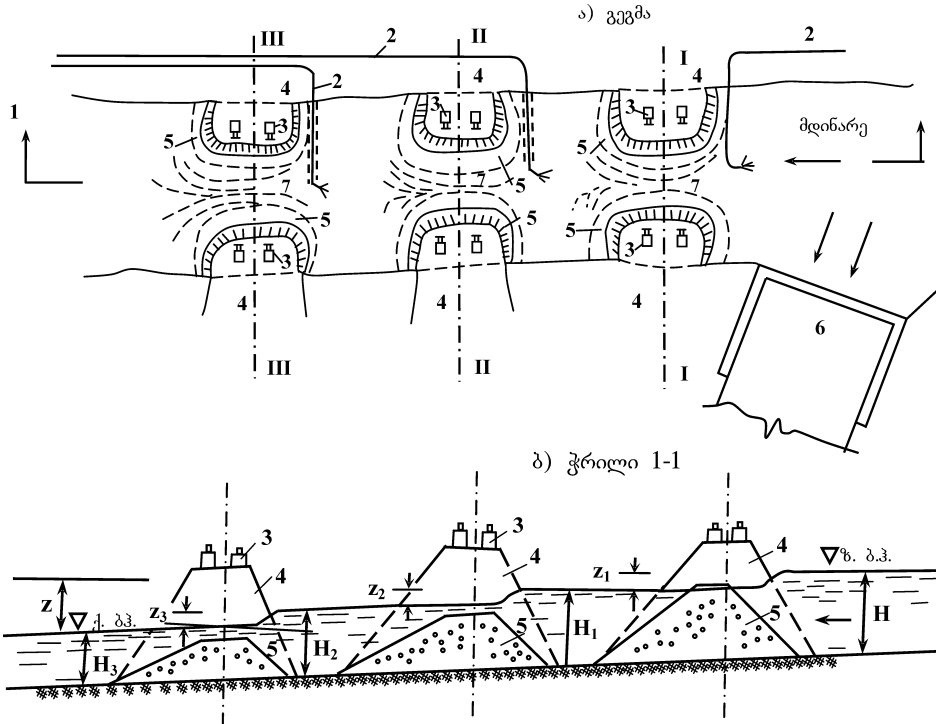
სადაც  $F$  არის ნაკადის შუბლური ზემოქმედება ნაყარის ელემენტზე;  $G$  — ნაყარის ელემენტის წონა წყალში;  $f$  — ნაყარის ელემენტის ხახუნის კოეფიციენტი საგებ შრეზე.

1950-1970 წლებში „ბანკეტის“ ხერხით განხორციელდა არა ერთი მდინარის გადაკეტვა, როგორცაა ირტიში, დონი, სვირი, კაბა, ვოლგა, სირ-დარია, ანგარა, ნარინი, ხუნანე, კოლუმბია, პენდ ორიელე, ენისეი, შექსნა და სხვა. ჩამოთვლილი მდინარეჲის ახალ კალაპოტში გადასართველად საჭირო ვარდნილი მერყეობდა 0,5-5,0 მეტრის დიაპაზონში. შედარებით მოკლე დროში განხორციელებული მდინარეჲის გადაკეტვის არასრული სია გვიჩვენებს, რომ „ბანკეტის“ ხერხი არის ყველაზე უფრო გავრცელებული და ჰიდრაულიკური თვალსაზრისით საიმედო, მაგრამ ის ვერ ჩაითვლება საუკეთესოდ ეკონომიკურად, რადგან საჭიროებს ძვირადღირებული მცურავი ან სტაციონარული ხიდების მოწყობას და მასალების (მძიმე წონიანი ქვებისა და ბეტონის კუბიკების) გამოყენებას. ხშირ შემთხვევაში აღნიშნული ხერხის გამოყენება ხდებოდა სრულიად გაუმართლებლად, როგორც ამას ადგილი ჰქონდა მდინარე შექსნის გადაკეტვისას. კერძოდ, ხარჯი „პრორანში“ (გადაკეტვის ბოლო ფაზის მონაკვეთი) შეადგენდა 20 მ<sup>3</sup>/წმ. ნაკადის სიჩარე 0,7 მ/წმ და საბოლოო ვარდნილის სიდიდე 8 სმ-ს. ნაყარის მოსაწყობად გამოყენებული იყო ქვის ნატეხები და ბეტონის კუბიკები, როცა შეიძლებოდა უფრო იაფი მასალის (ქვიშა, ხრეში) გამოყენება.

ჰიდროტექნიკური მშენებლობის პრაქტიკაში „ბანკეტური“ ხერხის პარალელურად თანდათან ფეხს იკიდებდა ევრეთწოდებული „უბანკეტო“, ანუ გადაკეტვის მოლექვითი ხერხი. მოლექვითი ხერხი მსოფლიოში პირველად დაიწყო საბჭოთა კავშირში 1952 წელს. გადაკეტილი იქნა მდ. რუზის კალაპოტი. ჰიდრომექანიზაციის გამოყენების (გამდინარე წყალში გრუნტის მოლექვის) ერთულ შემთხვევებს, მდინარის კალაპოტში ნაყარის ამოსაყვანად, უფრო ადრეც ჰქონდა ადგილი. მაგალითად, ჯგებირის მოლექვას დნებრის აუზში 1927 წელს, მდინარე ოკის შტოს გადაკეტვა 1947 წელს ქ. კოლომნასთან.

მდინარეჲის გადაკეტვის მოლექვით ხერხს საფუძვლად უდევს ნაკადის უწყვეტი გაჯერება გრუნტით მის ტრანსპორტირების უნარზე მეტად. ამ დროს ნაკადის ენერგიას უპირისპირდება ნაკადის დატვირთვა მიწოდებული გრუნტის მთელი შედგენილობით და არა ცალკეული ნაწილაკების ჰიდრაულიკური სისხო, განსხვავებით „ბანკეტის“ მოწყობის ხერხისა. ნაკადს, მოცემული ჰიდრაულიკური პარამეტრების დროს, შეტივტივებულ და თრევიო რეჲიმში შეუძლია ატრანსპორტიროს გრუნტის განსაზღვრული რაოდენობა. ამ რაოდენობაზე მეტი მიწოდებული გრუნტი ილექება მდინარის ფსკერზე.

გრუნტის მიწოდება ნაკადის გადატვირთვისათვის ხორციელდება სხვადასხვა საშუალებებით. განსაკუთრებით მიზანშეწონილია ამ დროს ჰიდრომექანიზაციის გამოყენება, როგორც მიწის სამუშაოების კომპლექსური მექანიზაციის ერთ-ერთი ეფექტური ხერხი. მისი უპირატესობა მექანიზაციის სხვა სახეებთან შედარებით მდგომარეობს მალალ მწარმოებლობაში, მომსახურე



ნახ. 1. მდინარის კალაპოტის გადაკეტვის სქემა ვარდნილის დანაწევრებით: 1 - I, II, III გადაკეტვის კვეთები; 2 - პულპასადენე-ბი; 3 - ბულდოზერები; 4 - გრუნტის რეზერვი; 5 - მოლექილი ჯებირები; 6 - ახალი კალაპოტი; 7 - პრორანი (გადაკეტვის ბოლო უბანი)

პერსონალის მცირე რიცხოვნობაში და მიღებული მიწის ნაგებობის კარგ ხარისხში.

1950 წლიდან მოყოლებული არა ერთი მდინარე გადაიკეტა ჰიდრომექანიზაციის გამოყენებით (მოლექციითი ხერხით), როგორცაა მდინარეები ახტუბა, ღესნა, რიონი (ქალაქ ფოთთან), თერგი, უზოკსა, კუმა, მურგაბი, აშურის ნოევსკის შტო, საკმარა, ღნეპრი კიევის ჰიდროკვანძთან, მისური, მისისიპი და სხვა.

ყველა ჩამოთვლილ ობიექტზე ზედა და ქვედა ბიეფებს შორის საბოლოო საჭირო ვარდნილი არ აღემატებოდა 0,5-0,7 მეტრს. მიღებულმა საწარმოო გამოცდილებამ აჩვენა, რომ გადაკეტვის მოლექციითი ხერხი, როდესაც საჭირო ვარდნილის სიდიდე 0,6-0,7 მეტრს აღემატება, არაეკონომიურია. მიწოდებული გრუნტის დიდი ნაწილი ნაკადს მიაქვს და იკარგება, ხოლო გადაკეტვის პროცესი კი მიუღებლად დიდ დროში ხდება. შედეგად აღნიშნულმა ხერხმა უფრო ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვა.

ჩვენს მიერ ჩატარდა კვლევები, რომელთა მიზანი იყო ღონისძიებების დამუშავება მდინარეების კალაპოტის გადაკეტვის მოლექციითი ხერხის გამოყენების არის გასაფართოებლად.

კვლევების შედეგად დამუშავდა გადაკეტვის საშუაოთა წარმოების ახალი სქემები და ხერხები, რომელთა გამოყენებით შეიძლება განხორციელდეს მდინარეების კალაპოტის გადაკეტვა „ბანკეტის“ მოწყობის გარეშე (მოლექციითი წესით) ზედა და ქვედა ბიეფის ღონეთა შორის 2 მეტრამდე (ნაცვლად 0,6-0,7 მეტრის) სხვაობის დროს. ამის საშუალებას იძლევა ორი მთავარი ღონისძიება: ა) მდინარის კალაპოტის გადაკეტვა საჭირო ვარდნილის დანაწევრებით და ბ) მიწასაწოვებით ჰიდრონარევის მიწოდება გადასაკეტ კვეთში, წყალქვეშ და ღინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

პირველი ღონისძიების არსი მდგომარეობს შემდეგში: საერთო ვარდნილი, რომელიც საჭიროა მდინარის ხარჯის გადსაყვანად ახალ კალაპოტში, ნაწევრდება მოლექციით

და გრუნტის ჩაყრით ორ ან სამ კვეთში ერთდროულად (იხ. ნახ. 1). გადასაკეტი კვეთები განლაგდება მდინარის კალაპოტის სიგრძეზე ასაშენებელი ნაგებობის (კაშხლის) ფარგლებში. კვეთების რაოდენობა და მათ შორის მანძილი დამოკიდებულია საერთო ვარდნილის სიდიდეზე და კაშხლის (ჯებირის) ზომებზე ფუძეში. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ სამ კვეთზე მეტის აღება არ არის მიზანშეწონილი, რადგან ადგილი აქვს ტექნიკის გაბნევას (დეკონცენტრაციას) და მათი საერთო საჭიროების ზრდას. ამავდროულად ჰიდრაულიკური ეფექტიც მცირდება.

კალაპოტის შევიწროება „პრორანამდე“ (გადაკეტვის ბოლო ფაზის მონაკვეთამდე) უპირატესად ხდება „პიონერული“ ხერხით ტორსული მოლექციით, ან გრუნტის ჩაყრით. „პრორანთან“ სიახლოვეში წინასწარ ამზადებენ ადგილობრივი გრუნტის რეზერვს 4, განალაგებენ პულპასადენებს 2 და ბულდოზერებს 3, რომელთა რაოდენობა წინასწარ დგინდება ანგარიშით, ნაკადის ტრანსპორტირების უნარის და გადამკეტი ზღუდარების მოცულობის მიხედვით (იხ. ნახ. 1).

აღწერილი გადაკეტვის ხერხის დროს მუშაობა წარმოებს ყველა კვეთში ერთდროულად, ისე რომ არ იქნეს დაშვებული რომელიმე კვეთში ვარდნილის წინსწრება.

ჯამური ვარდნილი კალაპოტის შევიწროების დროს იანგარიშება დამოკიდებულებით [1]

$$z = \frac{V_{საშ.}^2}{\varphi^2 2g} - \frac{V_0^2}{2g} + L \frac{n^2 V_{საშ.}^2}{H_{საშ.}^{4/3}}, \quad (1)$$

სადაც  $V_{საშ.}$  არის ნაკადის საშუალო სიჩქარე „პრორანში“, მ/წმ;  $V_0$  - ნაკადის მოსვლის სიჩქარე, მ/წმ;  $H_{საშ.}$  - ნაკადის საშუალო სიღრმე „პრორანში“, მ;  $L$  - წყალქვეშა ზღუდარის ზედაპირის სიგრძე, მ;  $n$  - სიმქისის კოეფიციენტი.

ფორმულის ბოლო ორი წევრი სიმცირის გამო

შეიძლება ვუგულებლოთ და ვარდნილის გამოსათვლელად მივიღებთ

$$z = \frac{V_{საშ.}^2}{\varphi^2 2g} \quad (2)$$

ნაკადის ენერგეტიკული შეფასებისათვის, რომელიც გაივლის დროის ერთეულში - „პრორანის“ გრძივ მეტრზე, გამრავლებთ ტოლობის ორივე მხარეს წონით კუთრ ხარჯზე  $\gamma q_0$

$$\gamma q_0 \cdot z = \gamma q_0 \frac{V_{საშ.}^2}{\varphi^2 2g} \quad (3)$$

მიღებული გამოსახულების მარცხენა მხარე წარმოადგენს ნაკადის კუთრ სიმძლავრეს  $N$ -ს, რომელიც გადაკეტვის სიძნელის ერთ-ერთი მთავარი მაჩვენებელია.

საერთო ვარდნილის დაყოფით  $n$  ნაწილად ნაკადის კუთრი ენერგია იქნება

$$N_i = \gamma q_0 \frac{z}{n} \quad (4)$$

ვარდნილის საანგარიშო ფორმულიდან (2) სიჩქარე „პრონარში“ იანგარიშება დამოკიდებულებით

$$V_{საშ.} = \varphi \sqrt{2gz} \quad (5)$$

ანუ ვარდნილის დანაწევრებით  $n$  ნაწილად სიჩქარე მცირდება  $\sqrt{n}$ -ჯერ

$$V'_{საშ.} = \varphi \sqrt{2g \frac{z}{n}} = \frac{\varphi \sqrt{gz}}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

და მცირდება ნაკადის ტრანსპორტირების უნარი, რაც აუმჯობესებს მოლექვის პირობებს.

მეორე მთავარი ღონისძიება, რომელიც აფართოებს მდინარეების კალაპოტის „უბანკეტო“ გადაკეტვის გამოყ-

ენების არეალს, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ეს არის მოლექვა პულპის წყალქვეშა და დინების საწინააღმდეგო მიწოდებით. ეს ხერხი ეფუძნება „პრორანში“ ნაკადის კინეტიკური ენერგიის ჩაქრობას პულპის შემხვედრი ნაკადით.

კალაპოტის გადაკეტვის საწყის ეტაპზე მისი შევიწროება წარმოებს „პიონერული“ წესით ტორსული მოლექვით, ერთი ან ორთავე ნაპირიდან. „პრორანის“ ჩაკეტვა ხდება გრუნტის მიწოდებით პულპსადენების საშუალებით, რომელთა ტორსები ჩაიშვება წყალქვეშ დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით (იხ. ნახ. 2). პულპსადენები მოთავსებულია პონტონებზე და აღჭურვილია ბურთულა შემაერთებლებით ტორსის მდგომარეობის საჩვენებელი.

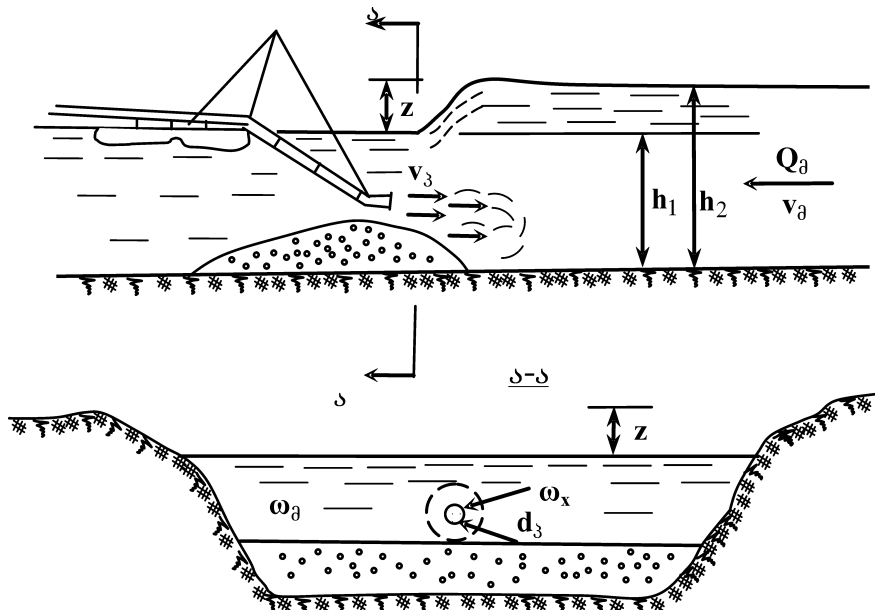
პულპა, გამოშვებული მნიშვნელოვანი სიჩქარით მდინარის ნაკადის დინების საწინააღმდეგოდ, აფერხებს ნაკადის ენერგიას და „პრორანის“ გარკვეულ უბანზე (ფართობზე) წარმოქმნის ჩაქრობის ზონას, რაც ხელსაყრელ პირობებს ქმნის მონალექი და ჩაყრილი გრუნტის დაჯდომისათვის. ამავდროულად შემხვედრი ნაკადების შეჯახებისას ენერგიის კარგვით წარმოიქმნება დამატებითი შეტბორვა, რომელიც ზრდის ახალ კალაპოტში გადასაყვან ხარჯს.

ჩაქრობის ზონის (რომელიც იმავდროულად არის მყარ ნაკადის გაჯერების ფართობი) და დამატებითი შეტბორვის სიდიდის განსაზღვრისათვის ვსაგებლობით არადრეკადი სხეულების შეჯახების საანგარიშო ფორმულებით [2]. დაუშვათ  $m_3$  და  $m_x$  არის შესაჯახებელი პულპისა და მდინარის ნაკადის მასები, რომლებიც ურთიერთ საპირისპიროდ გადაადგილდებიან სიჩქარეებით  $v_3$  და  $v_{მდ.}$ . საერთო სიჩქარე მასების შეჯახების შემდეგ იქნება

$$v = \frac{m_3 \cdot v_3 - m_x \cdot v_{მდ.}}{m_3 + m_x} \quad (7)$$

ანგარიშისათვის ვიხილავთ მასებისა და სიჩქარეების ისეთ თანაფარდობას, რომელთა შეჯახების შემდეგ სიჩქარეები იქნება ნულის ტოლი

$$v = \frac{m_3 \cdot v_3 - m_x \cdot v_{მდ.}}{m_3 + m_x} = 0$$



ნახ. 2. პრორანის ჩაკეტვა პულპის მიწოდებით წყალქვეშ და მდინარის დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით

საიდანაც

$$m_3 \cdot v_3 - m_x \cdot v_{მღ} = 0.$$

თუ გამოვსახავთ წყლისა და პულპის მასებს ხარჯის საშუალებით, გვექნება

$$\frac{Q_x \gamma \cdot v_{მღ}}{g} = \frac{Q_3 \cdot \gamma_3 \cdot v_3}{g};$$

$$Q_x \gamma \cdot v_{მღ} = Q_3 \cdot \gamma_3 \cdot v_3;$$

$$\omega_x \cdot v_{მღ} \cdot \gamma = Q_3 \cdot v_3 \cdot \gamma_3.$$

აქედან ჩაქრობის სავარაუდო ფართობი ( $m^2$ ) ტოლი იქნება

$$\omega_x = \frac{Q_3 \cdot v_3 \cdot \gamma_3}{\gamma \cdot v_{მღ}^2}. \quad (8)$$

დამატებითი შეტბორვის განსასაზღვრავად, რომელიც იქმნება შემხვედრი ნაკადების შეჯახებით, ვპოულობთ სიჩქარეს შეყურსულ კვეთში („პრორანში“). კალაპოტის კვეთი მცირდება პირობითი ფართობით, რომელიც განისაზღვრება გამოსასხელებით (8), ანუ გვექნება, სიჩქარე შემცირებულ კვეთში

$$v_{შ} = \frac{Q_{მღ}}{\omega_{მღ} - \omega_x} = \frac{Q_{მღ}}{v_{მღ} - \frac{Q_3 \cdot \gamma_3 \cdot v_3}{\gamma v_{მღ}^2}}. \quad (9)$$

დამატებით შეტბორვა, შექმნილი ენერჯის კარგვით ნაკადების შეჯახებისას, განისაზღვრება შემდეგი დამოკიდებულებებით

$$\Delta z = \frac{v_{შ}^2}{\varphi^2 2g} - \frac{v_0^2}{2g}; \quad (10)$$

SILAGADZE V., JANGIDZE M.,  
STERIAKOVA S.  
RIVER-BEDS BLOCKAGE BY USING  
HYDROMECHANICS

The article reviews river-beds blockage specific issues during the using of dry excavating equipments (excavators, scrapers etc.) and dredges; narrowing schemes for blocking river-beds, original way of pulp supply by dredges, and theoretically positive effect of using this way and schemes for blocking process are proved.

აბ

$$\Delta z = \frac{\left( \frac{Q_{მღ}}{\omega_{მღ} - \frac{Q_3 \cdot \gamma_3 \cdot v_3}{v_{მღ}^2}} \right)^2}{\varphi^2 2g} - \frac{v_0^2}{2g}, \quad (11)$$

სადაც  $v_0$  არის მოსვლის სიჩქარე.

პულპის წყალქვეშ მიწოდება, ზემოთ აღნიშნულ დადებით მხარეებთან ერთად, მნიშვნელოვნად ამცირებს მყარი ნაწილაკების დაჯდომის ტრაექტორიას. ეს ნათლად ჩანს ტურბულენტურ ნაკადში გრუნტის დაჯდომის დინამიკის საანგარიშო განტოლებებიდან [3]

$$l_x = \frac{H v}{\omega} \ln \left( \frac{\rho_0 - \rho_{kp}}{\rho_x - \rho_{kp}} \right), \quad (12)$$

სადაც  $H$  არის წყლის სიღრმე, რომლის შემცირებით (პულპის წყალქვეშ მიწოდებით) პირდაპირპროპორციულად მცირდება ნაწილაკების დაჯდომის ტრაექტორია.

შემოთავაზებული სიახლეები წარმატებით იქნა გამოყენებული მდინარეების სურხან-დარაის, ვანშის, ვოლგის გადასაკეტად და მიღებულია მნიშვნელოვანი ეკონომია. მხოლოდ ასტრახანის ჰიდროკვანძთან მდინარე ვოლგის გადაკეტვით მიღებულმა ეკონომიამ შეადგინა 1 მილიონ 100 ათასი აშშ დოლარი.

### ლიტერატურა

1. Бородин П.В. Опыт перекрытия русел рек в СССР. Гидротехническое строительство, №8, Москва, 1959. с. 58-64.
2. Самус А.М. Техническая гидравлика. Стройиздат, Москва, 1952. 390 с.
3. Михеев Н.В. Регулирование русел рек в мелиоративных целях. Стройиздат, Москва, 1959. 375 с.

СИЛАГАДЗЕ В.А., ДЖАНГИДZE M.B.,  
СТЕРЯКОВА С.И.  
ПЕРЕКРЫТИЕ РУСЕЛ РЕК С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

В статье рассмотрены специфические вопросы перекрытия русел рек с использованием землеройной техники (бульдозеров и скреперов) и землесосных установок; даны оригинальные схемы стеснения перекрываемого русла и способы подачи пульпы землесосами; теоретически обоснован положительный эффект при использовании этих схем и способов в процессе перекрытия.



AC. DOCTOR JIKIA T.

**IMPROVEMENT OF RESTORATION-RE CULTIVATION METHOD OF ERODED AREAS BY MEANS OF WATER ACCUMULATION**

*Considered in the article method provides carrying out the following procedures. Filling by ground of free space till earth surface, singled out for recultivation area on the depth 35-45 cm, the surface will be covered by waterproof mixture with thickness 3.5-5 cm, produced from ecologically safe materials, excluded infiltration of irrigative water to the depth. After the waterproof layer will be covered by ground mass with the seed of necessary grass, then surface will be smooth out till the earth surface. The neogenic surface should be covered by 2 cm thickness mixture bringing to minimum the evaporation activity.*

„To the competition declared by „Quarry Life Award” in 2012 we presented the theme – “Preservation-growing of biodiversity and landscape’s restoration by recultivation of eroded surfaces using the natural ecologically safe materials”. The main goal of work was restoration-recultivation of damaged by erosion naked slopes, restoration of natural life conditions on the washed slopes and preservation-growing of biodiversity. According to the main goal it was necessary to create from ecologically safe natural materials such a composition which is tenacious and it is characterized by attaching property on the slopes any configuration and composition. Also it was necessary to form the suitable conditions for growing of grass seeds; the method should be cheap, accessible and less laborious. To the above mentioned demands wholly answers created by us composition “Vita”. Therefore the Project was awarded by third place and special prize. On the second hand, parallel to positive properties, the developed by “Vita” slope during the summer session needs irrigation in spite of we deal with arid climatic or other zone. Foresee that from subjected to “Heidelberg Cement” 1000 quarries the certain part is located within the arid climatic zone, the question attain particular significance because of after recultivation-restoration of washed lifeless slopes it is urgently necessary to irri-

gate them during the summer. This process is connected with excessive material and financial expenditures and besides of it causes such an undesirable processes as swamping and salinization of soils. In these cases it should be used overhead irrigation or trickle irrigation methods but creation of this irrigation system demands additional expenditures.

In the air high temperature conditions, when the evaporation of ground water is intensive, the soil salinization processes develop.

To avoid the above mentioned and other undesirable processes restoration of eroded and naked slopes is possible by new original approach. Substance of question is using for restoration of prepared soil and ground layers the accumulation method of irrigation water described below.

In suggested by us method the following procedure is implied. Before the filling of free space of prepared for restoration slope its surface should be covered by impermeable alternative composition of “Vita” with thickness about 3.5 – 5 cm located on the depth 35 – 45 cm from earth surface. This composition excludes infiltration of irrigation water to the depth. To avoid side infiltration the borders of quarry should be covered by same composition. Then impermeable cover will be covered by ground in which the grass seeds are distributed. On the smooth surface of ground “Vita’s” modification composition will be spread with thickness about 2 cm, which decreases significantly evaporation and simultaneously does not hinder aeration conditions. It is necessary for seed’s maturing and creation of normal vegetation conditions.

After realization of Project there does not occur dehydration of seed’s contained life layer, caused by infiltration, there will be preserved the necessary value of aeration and by this way it will be created favorable conditions for growing of grass.

In result of Project’s realization the new origi-

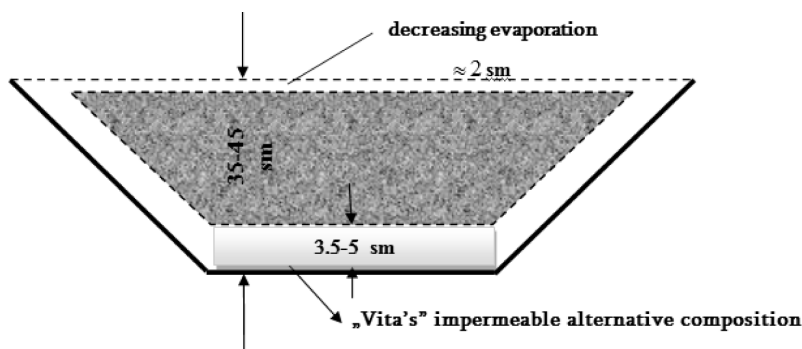


Fig. 1

nal method will be developed for creation in short time the dense grass cover on lifeless naked slopes. Accumulation of irrigation water decreases to minimum water's consumption, which is precondition for reduction in price of work and makes it significantly less laborious. After detailed study of suggested method equipped in the Project students will be able to select directly subjected to development areas and necessary materials, preparing of substance and study its properties in laboratory conditions and then to develop selected area in situ. The carry out above mentioned works gives to students the team labor experience and capability to realize such a works by oneself on other areas.

**ДЖИКИА Т.Р.  
УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДА РЕСТАВРАЦИИ-РЕ-  
КУЛЬТИВАЦИИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПЛОЩА-  
ДЕЙ ПУТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВОДЫ**

Метод, предложенный в статье, предусматривает проведение ряда процедур. Заполнение грунтом до уровня поверхности земли свободного пространства, выделенной для рекультивации площади на глубине 35-45 сантиметров, поверхность покрывается 3,5 – 5 сантиметровой толщины водонепроницаемой смесью, изготовленной из экологически безопасных материалов, которая исключит инфильтрацию ирригационной воды в глубину. После этого, водонепроницаемый слой сверху засыпается грунтовой массой с семенами нужных трав, затем поверхность выравнивается до поверхности земли. На новообразовавшуюся поверхность наносится 2-х сантиметровый слой смеси, который доводит до минимума активность испарения.

**REFERENCES**

1. თ. ჯიქია, უ. ზვიადაძე, მ. ლაპიაშვილი. ეროზირებული ფერდობების დამაგრება-რეკულტივაცია ბუნებრივი მასალების გამოყენებით. ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა“, №1-3, თბილისი, 2000. გვ. 115-117.
2. Отчет об испытании американских препаратов для стабилизации почв. Груз. НИИГиМ. Тбилиси, 1978.
3. T. Jikia, U. Zviadadze, V. Abzianidze, N. Poporadze. Biodiversity maintenance and increase by recultivation of erosive surfaces and the landscape restoration by environmentally safe natural materials. „სამთო ჟურნალი“, №2 (29), თბილისი, 2012. გვ. 78-81.

**თ. ჯიქია  
ეროზირებული ფართობების რესტავრაციის-  
რეკულტივაციის მეთოდის  
გაუმჯობესება წყლის აკუმულირების  
საშუალებით**

სტატიაში შემოთავაზებული მეთოდი ეფუძნება შემდეგი პროცედურის ჩატარებას. რეკულტივაციისთვის განკუთვნილი ფერდობის თავისუფალი სივრცის გრუნტით მიწის ზედაპირამდე ამოვსებამდე, ზედაპირიდან 35-45 სმ-ის სიღრმეზე ფართობის ზედაპირი უნდა დაიფაროს 3.5-5 სმ სისქის ეკოლოგიურად უსაფრთხო მასალებისგან დამზადებული ნაერთით, რომელიც სარწყავი წყლის სიღრმეში ინფილტრაციას გამოიცხავს. ამის შემდეგ, წყალგაუმტარ საფენს ზემოდან დაეყრება გრუნტის მასა, რომლის ზედაპირი ფართობის ზედაპირს გაუსწორდება. გრუნტის მასაში განაწილებული იქნება აღმოსაყენებელი ბალახეულის თესლი. გრუნტის მიწის პირამდე მოსწორებული ზედაპირი იფარება დაახლოებით 2 სმ სისქის ისეთი ნაერთით, რომელიც მნიშვნელოვნად ამცირებს აორთქლების ინტენსიურობას.

УДК 622.2

**ДОКТ. ТЕХН. НАУК. ВАРШАЛОМИДЗЕ Г. Х., АКАД. ДОКТОР ЗАХАРОВ Г. В., ДОКТОРАНТ  
ЛЕКВЕИШВИЛИ Д. Л.**

**ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ СВС ЛИТЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

*В настоящее время режущие детали (зубья) шарошечных буровых долот получают высокоэнергоемкой и сложной технологией порошковой металлургии. В работе предложен новый способ получения твердосплавных зубьев – СВС-литье в поле массовых сил. В отличие от метода порошковой металлургии, методом СВС-литье в поле массовых сил, в одну стадию, в течение одной минуты формируется и материал и изделие. При использовании системы Ti-Cr-Ni-C и W-C расход электроэнергии на единицу продукта ниже на 40%, а стоимость шихтовых материалов дешевле более чем на 20 %. Простота оборудования и технологии является существенным достоинством производства СВС-твердосплавных зубьев шарошечных буровых долот. Полученные разработанным методом твердосплавные зубья для шарошечных буровых долот и дорожно-фрезерных машин имеют высокие эксплуатационные свойства.*

Режущие инструменты для горных машин находят большое применение в промышленности. Их классификация по ассортименту, назначению и требованию очень широка и многообразна [1], чем и обусловлен интерес для решения задач по получению твердосплавных наконечников более дешевым способом.

В современной технике наиболее прогрессивным способом получения твердосплавных наконечников, для режущего инструмента горных и дорожных машин, является порошковая металлургия [2], при которой получают широкий ассортимент изделий из разных материалов. Однако, производство твердосплавных наконечников для режущих инструментов дорожных и горных машин порошковой металлургией, связано с высокой стоимостью шихтовых материалов и сложностью технологии.

Получение твердых сплавов обычным способом литейного производства не применяется, в виду высокой температуры плавления исходных компонентов, при этом возможны большие затраты электроэнергии, потребуются сложное оборудование, а из-за длительности процесса спекания возможны образования не расчетных фаз ухудшающих качество материала и т.п.

В современном материаловедении самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) является одним из самых перспективным научно-техническим направлением [3].

Нашими исследованиями установлено, что под влиянием поля массовых сил, методом СВС технологии, возможно получение в одну стадию литого твердосплавного наконечника для режущих инструментов в виде изделия из дешевых оксидных материалов. Маркетинговые исследования показали, что стоимость только по шихтовым материалам, в зависимости от соотношения компонентов исходной смеси, по предлагаемой инновационной технологии на 10 – 15 % ниже существующих промышленных способов получения твердосплавных наконечников. Высокая техническая, технологическая и экономическая эффективности метода СВС заложены в самом принципе использования быстро-выделяющегося тепла химической реакции вместо нагрева от внешнего источника и получение в одну технологическую стадию изделий заданной формы, размеров, свойств и структуры. Благодаря этому метод СВС успешно конкурирует с традиционными технологиями [4].

Для проведения научно-исследовательских работ по получению литых твердосплавных наконечников для режущих инструментов дорожных и горных машин, нами были исследованы следующие системы Ti-Cr-Ni-C; Ti-Ni-C и W-Co-C.

Исследования процесса синтеза целевых продуктов осуществляли в центробежной установке в интервале перегрузок 0-1100 (g), где g – ускорение свободного падения. Величина центробежного ускорения рассчитывалась по формуле

$$a = \omega^2 \cdot R, \quad (1)$$

где  $\omega = 2\pi \cdot n$ ,

n – частота вращения, которую варьировали от 0 до 40 с<sup>-1</sup>;

R – радиус центробежной машины, которая составляла R = 0,2 м.

Схема установки для изучения влияния поля массовых сил на процесс синтеза целевых продуктов представлена на рис.1

В экспериментах регистрировали глубину разброса, полноту фазоразделения, химический и фазовый состав конечных продуктов, их структуру и физико-химические и механические характеристики.

С целью количественной оценки величины разброса введена – глубина разброса – соотношение массы выброшенной смеси из формы к массе исходной смеси

$$\eta_p = \frac{M_o - M_{II}}{M_{II}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $\eta_p$  - величина глубины разброса;  $M_o$  - масса исходной смеси;  $M_{II}$  - масса продуктов горения.

Полноту выхода целевого продукта, полученного в эксперименте, определяли как соотношение массы целевого продукта к массе исходной смеси

$$\eta_B = \frac{M_a}{M_o} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $\eta_B$  - полнота выхода;  $M_B$  - масса целевого продукта в эксперименте;  $M_o$  - масса исходной смеси.

Известно, что горение высокоэкзотермических составов, к которым относятся исследуемые смеси, при атмосферном давлении сопровождается интенсивным разбросом и одним из приемов позволяющих устранить разброс при горении является воздействие поля массовых сил [4].

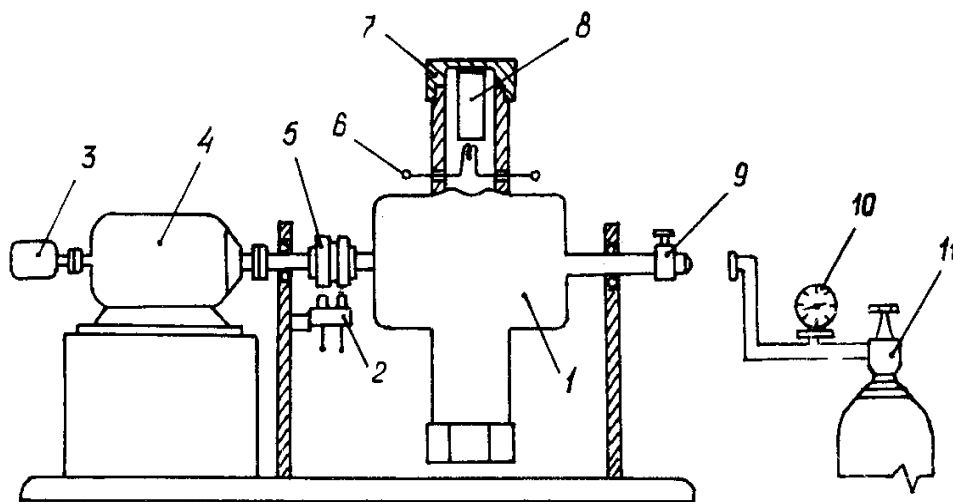


Рис. 1. схема центробежной установки: 1-реакционная камера; 2- скользящий контакт; 3- тахогенератор; 4- электродвигатель; 5- токосъемник; 6- спираль; 7- гайка; 8- форма с исследуемой смесью; 9- вентиль; 10- манометр; 11- баллон с газом

Таблица 1

| №№ | Компоненты исходных смесей  | Примечание                    |
|----|---|-------------------------------|
| 1. | $X(\text{CrO}_3 : \text{TiO}_2 : \text{NiO} : \text{Al}) + y\text{C}$ | Углерод в виде сажи и графита |
| 2. | $X(\text{TiO}_2 : \text{NiO} : \text{Al}) + y\text{C}$                | Углерод в виде сажи и графита |
| 3. | $X(\text{WO}_3 : \text{Co}_3\text{O}_4 : \text{Al}) + y\text{C}$      | Углерод в виде сажи и графита |

Для выявления оптимальных составов с минимальным разбросом для получения литых целевых продуктов нами были исследованы системы, представленные в таблице 1. Для этого варьировали соотношением компонентов и дисперсностью частиц исходных продуктов.

Характер влияния поля массовых сил на глубину разброса -  $\eta_p$  зависит от температуры горения  $T_r$  смеси [4]. Для высокоэкзотермических смесей  $(\text{WO}_3 : \text{Co}_3\text{O}_4 : \text{Al} : \text{C}) + y(\text{NiO} + \text{Al})$  имеется узкий интервал 0-100 а/г сильного влияния перегрузок на  $\eta_p$ . За пределами этого интервала  $\eta_p$  меняется слабо.

Установили, что на абсолютную величину разброса оказывает заметное влияние вид, содержание и дисперсность углерода в исходной смеси,

при этом наиболее сильный разброс наблюдается для высокоэкзотермических составов содержащих сажу.

Горение самой высокоэкзотермической смеси №1 из приведенной в таблице 1, даже при воздействии перегрузок а/г =1000, сопровождалось разбросом. Поэтому эксперименты с данным составом оправданно проводили в закрытом пространстве. На величину а/г сильное влияние оказывает также и масса исходной смеси.

Эксперименты проводились в интервале центробежного ускорения 0 – 1100 (g), с закрытым газоотводным каналом. Из полученных результатов следует, что для исследуемых составов, полнота фазоразделения которых при отсутствии поля мас-

Таблица 2

| №№ | Компоненты исходных смесей  | Состав и содержание исходной смеси  |
|----|---|---|
| 1. | $X(\text{CrO}_3 : \text{TiO}_2 : \text{Al} : \text{C}) + y(\text{NiO} : \text{Al})$ | $\text{CrO}_3 : \text{TiO}_2 : \text{Al} : \text{C} = 0,37:0,3:0,25:0,08$<br>$\text{NiO} : \text{Al} = 0,81:0,19$ |
| 2. | $X(\text{TiO}_2 : \text{NiO} : \text{Al}) + y\text{C}$                              | $\text{TiO}_2 : \text{NiO} : \text{Al} : \text{C} = 0,26:0,47:0,23:0,04$  |
| 3. | $X(\text{WO}_3 : \text{Co}_3\text{O}_4 : \text{Al}) + y\text{C}$                    | $\text{WO}_3 : \text{Co}_3\text{O}_4 : \text{Al} : \text{C} = 0,843:0,035:0,183:0,039$                            |

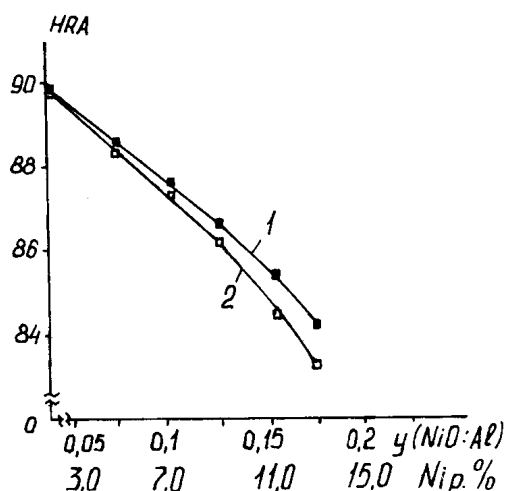


Рис. 2. Влияние термообработки на твердость конечного продукта: исходная смесь № 1 (см. табл.2): 1 - после термообработки; 2 - до термообработки графита,  $d_c = 90 - 160$  мкм;  $M_o = 150$  гр.; диаметр формы – 6 мм, а/г = 1075

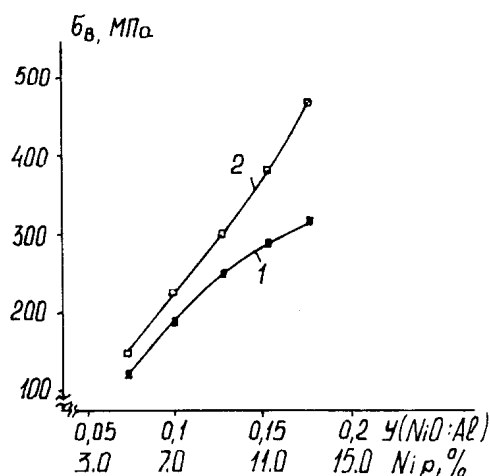
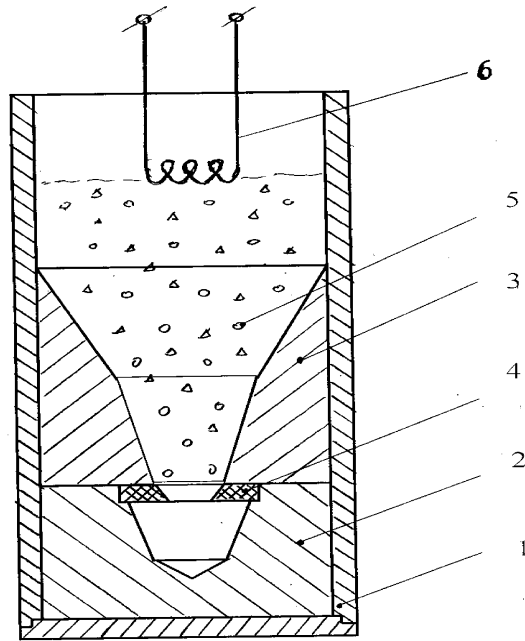


Рис. 3. Влияние термообработки на предел прочности  $\sigma_{\text{изг}}$ : исходная смесь № 1 (см. табл.2): 1 - после термообработки; 2 - до термообработки графита,  $d_c = 90 - 160$  мкм;  $M_o = 190$  гр.; диаметр формы – 6 мм, а/г = 1075



რის. 4. ტეხნოლოგიკური ოსნატკა დღე პოღუნი ტვერდოსპლავნი ნაკონეჩნიკი: 1 - გრაფიტი სტაკანი; 2 - ნიჟნი და 3 - ვერხნი ფერმოობრავიუნი გრაფიტი ელემენტი; 4 - რადელისტი გრაფიტი შაიბა; 5 - ეკსოტერმიკური სმეი; 6 - ინიციური სპირალი

სოვი სილ ნეველიკა, ს როსოტ პერეგრუოკ  $a/g > 100$ , პოღნოტი ვიჟოდი  $\eta_B$  რასოტე დ ვიჟოდი ნა სარსეჩნიე. სლედუეტი ომეტიტი, ჭო ნა  $\eta_B$  ვლიეტი ტაჟე დისპერსნოტი უღროდი.

ვლიენი დისპერსნოტი ჭატიცი უღროდი ნა  $\eta_B$  პო ვიდიმომო ჭო ვიასოტი ს ვლიენი რაზმერი ჭატიცი ნა ტემპერატურა გორენი. ჭემ ბოღსე რაზმერი ჭატიცი უღროდი, ტემ მენსე უღროდი ვ ვოსტანოვიტელნი ეკსოტერმიკური რეაქციი დ ტემ ბოღსე ტემპერატურა გორენი სმეი.

იზ პრევენენი ისლედოვანი უსტანოვილი ოპტიმალნი ტეხნოლოგიკური პარამეტრი დ სოსტავი ისოღონი სმეი დი პოღუნი ლიტი ტვერდი სპლავნი. სოსტავი ისოღონი სმეი პრევენენი ვ ტაბლიცი 2, დისპერსნოტი გრაფიტი სოსტავიტი  $d_c = 90 - 160$  მკმ, ა პრევენენი ექსპერიმენტი დი პოღუნი ლიტი ტვერდი სპლავნი დოღნი ბიტი პრი პერეგრუოკ  $a/g = 1075$ .

ისოღი იზ ოსოვი კრეღენი ტვერდოსპლავნი ნაკონეჩნიკნი, ა იმენნი იხ პაიკა კ მეტალიკური დერჟავკე, ნამი ბილო იზუღენი ვლიენი ტერმოობრავიტი დ მეტალიკური სვიაკი ნა პრეჩნოტი დ

ტვერდოტი ლიტი ტვერდი სპლავნი.

ტერმოობრავიტი პრევიდილი პო რეჟიმი - ნაგრევი დო  $1250$  °C, ვიდერჟკა 1 ოსი, ოღლადენნი ვ პეჩი. რეზულტიტი ექსპერიმენტი იზმერენი ტვერდოტი დ პრედილი პრეჩნოტი ნა იზღიბ  $\sigma_{изг}$  პრევენენი ნა რის. 2 დ 3.

კაკ ვიდიო ს უველიენი სოღერენი სვიაკი ოთ 0 - 13% ტვერდოტი პადეტი ოთ 90 - 83 ედ. HRA (სმ. რის. 2), ა პრეჩნოტი ვოზრასოტი ოთ 150 - 480 მპა (სმ. რის. 3.).

ტერმოობრავიტი ნესოღოტი პოღსეჩე ტვერდოტი დ ზამეტი სნიჟეტი პრეჩნოტი ლიტი ტვერდოტი სპლავნი.

იზ ანალიზი რეზულტიტი პრევენენი ისლედოვანი მოჟო პრედილოჟიტი, ჭო :

- დო ტერმოობრავიტი ტვერდი სპლავნი სოსოტი იზ ზერენი პერესეჩენი ტვერდოტი რასოვრი სგ ვ ტიცი (ტ.კ. პროცესი სვს ოსუღვესოტი პრი ვისოკი ტემპერატურა დ სოროტი ოღლადენი რასოვრი ვისოკი) დ მეტალი-სვიაკი ნიკელი;

- პოსე ტერმოობრავიტი პრიოზოღე რასოდი პერესეჩენი ტვერდოტი რასოვრი ს ვიდელენი იზ



რის. 5. იზობრავიენი გოღოვი პროდუქტი

зерен Cr или карбида хрома и растворение его в матрице, вследствие чего падают прочностные характеристики материала.

Твердость твердого сплава состава №3 (см. табл.1) при соотношении компонентов  $x 70\% + y 30\%$  находится в пределах 79-83 HRA.

Исследования микроструктуры этого материала показали, что получен расчетный фазовый состав материала который состоит из карбида вольфрама WC металл - связки состоящего из Ni-Co. Кроме того материал состоит из крупных карбидных зерен, которые равномерно распределены в металлической матрице. Известно, что крупнозернистая структура материалов имеет большую прочность и ударную вязкость. Этот факт был подтвержден натурными испытаниями твердосплавных вставок изготовленных из материала состава №3 (см. табл.1).

Для натурных испытаний, под влиянием поля массовых сил, были изготовлены и отлиты твердосплавные вставки в специально для этого изготовленную технологическую оснастку. На рис. 4 изображена технологическая оснастка для получения твердосплавной вставки и состоит из: графитового стакана 1, нижней 2 и верхней 3 формообразующих графитовых элементов, разделительной графитовой шайбой 4, экзотермической смеси 5 и иницирующей спирали 6. Все элементы графитовой оснастки, за исключением разделительной графитовой шайбы многоразового использования.

**ბ. ვარშალომიძე, გ. ზახაროვი,  
დ. ლეკვიშვილი**

**თვითბავრცელვადი მაღალტემპერატურული სინთეზის მეთოდით სხვადასხვა ტიპის მასალისა და ნაკეთობის მიღება**

ამჟამად საბურღი საღარავიანი სატეხების მჭრელი დეტალები (კბილები) მიიღება მაღალენერგოტეკვადი და ფხვნილისებრი მეტალურგიის რთული ტექნოლოგიით. ნაშრომში შემოთავაზებულია საღმენადნობიანი კბილების სხმულის მასური ძალების ველში თმს მიღების ახალი ხერხი. ფხვნილისებრი მეტალურგიის მეთოდისგან განსხვავებით, მასური ძალების ველში თმს-სხმულის მეთოდით ერთ სტადიაში, 1 წუთის განმავლობაში, ყალიბდება მასაც და ნაკეთობაც. Ti-Cr-Ni-C და W-C სისტემის გამოყენებისას ელექტროენერგიის ხარჯი ერთეულ პროდუქტზე 40%-ზე ნაკლებია, ხოლო კაზმური მასალების ღირებულება 20%-ზე უფრო იაფი. საბურღი საღარავიანი სატეხების საღმენადნობიანი კბილების დამზადების არსებით ღირსებას წარმოადგენს ამ მოწყობილობის და გამოყენებული ტექნოლოგიის სიმარტივე.

შემუშავებული მეთოდით მიღებულ საღმენადნობიან კბილებს საღარავიანი საბურღი სატეხებისა და სავაო საღარავი მანქანებისათვის აქვთ მაღალი საექსპლუატაციო თვისებები.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что для выбора оптимального технологического параметра, т.е. выбор смесей с минимальными потерями реакционной смеси и получения максимального выхода литого твердого сплава, необходимо применить в качестве углерода графит с дисперсностью частиц  $d_c = 90 - 160$  мкм.

Установлены оптимальные технологические параметры и составы исходных смесей для получения литых твердых сплавов.

На основании проведенных исследований разработана технологическая оснастка для получения изделий.

Изготовлены резцы для дорожно-фрезерных машин из твердосплавных вставок и стальных державок, которые прошли **успешные промышленные испытания**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Порошковая металлургия. Под редакцией И.М.Фидорченко. Справочник. Издательство Наукова Думка, 1985. с. 24-29.

2. Мержанов А. Г., Боровинская И. П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез в химии и технологии тугоплавких соединений. ЖВХО им Д.И.Менделеева, №24, 1979. с. 223-227.

3. Мержанов А.Г., Юхвид В.И., Боровинская И.П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез литых тугоплавких неорганических соединений. Доклады АН СССР, №1, Москва, 1980. с. 120-124.

**G. VARSHALOMIDZE, G. ZAKHAROV,  
D. LEKVEISHVILI**

**RECEIPT OF CASTED WEAR RESISTANCE MATERIALS AND ARTICLES BY METHOD OF SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS (STS)**

Nowadays cutting details (teeth) of rolling drilling cutters are received by powder metallurgy with high energy capacity and complicated technology. New method of hard metal alloys teeth' receipt in the field of mass force is offered in this article. Unlike of powder metallurgy by this method in one stage, during one minute are formed both the material and the product. In case of use Ti-Cr-Ni-C and W-C system expenses for electricity over the unit of product are by 40% lower, and the price of charge materials cheaper more than by 20%. Simplicity of equipment and technology is the essential dignity of drilling rolling cutters hard metal alloys production. These hard metal alloys teeth for rolling drilling cutters and road machines have high exploitation quality.



## კონსტანტინე ბარამიძე

## KONSTANTIN BARAMIDZE

## КОНСТАНТИН БАРАМИДЗЕ

საქართველოს ტექნიკურ ინტელიგენციას მრავალი ღირსეული მეცნიერის სახელი ამშვენებს, რომელთა დაფიქსება შეუძლებელია, რადგან მათ ფესვებზე აღიზარდნენ სწავლულები, რომლებიც დღესაც უანგაროდ მოღვაწეობენ ქართულ მეცნიერებაში. ღირსეული წარ-

სულის არდაფიქსება კი მომავლის ხილია, რომელიც სწორ გზაზე დააყენებს დღეს ჩვენს ქვეყანას, ხელს შეუწყობს ახალგაზრდობის შრომის, მეცნიერული კვლევა-ძიების ჩვევების და ცოდნის სწორად ჩამოყალიბებას.

ასეთ ადამიანთა რიცხვს მიეკუთვნება საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული მოღვაწე, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი კონსტანტინე ბარამიძე. ბატონ კონსტანტინეს წელს 100 წელი შეუსრულდებოდა.

დიდი მეცნიერი, შესანიშნავი პედაგოგი და აღმზრდელი, ღირსეული მამულიშვილი, საზოგადო მოღვაწე, განსაკუთრებული კაცთმოყვარეობით გამორჩეული, იშვიათი ჰუმანური თვისებებით შემკული, ოჯახზე უზომოდ შეყვარებული, მომთხონი და პრინციპული – აი, ასე ახასიათებენ მას თანამოაზრეები და მეგობრები.

კონსტანტინე ბარამიძე დაიბადა 1914 წელს თბილისში რკინიგზელის ოჯახში. ქიმიურ-ტექნოლოგიური ტექნიკუმის დამთავრების შემდეგ იგი შედის საქართველოს ინდუსტრიულ ინსტიტუტში, რომელსაც 1938 წელს წარჩინებით ამთავრებს. მას ახალგაზრდობიდანვე უზომოდ სწრაფვა ჰქონდა მეცნიერული მოღვაწეობისაკენ, რაც შეუმჩვენეველი არ დარჩენიათ მის პედაგოგებს და იგი გაგზავნილ იქნა დნეპროპეტროვსკის სამთო ინსტიტუტის ასპირანტურაში სწავლის გასაგრძელებლად.

ბატონმა კოტემ 1941 წელს ვადაზე ადრე დაასულა ასპირანტურა და საკანდიდატო დისერტაციის წარჩინებით დაცვის შემდეგ დაბრუნდა საქართველოში, სადაც 3 წელი კურიის მოლიბდენის მალაროთა სამმართველოს ხელმძღვანელობდა. 1944 წლიდან კი მისი მთელი ცხოვრება დაკავშირებული იყო მშობლიურ საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტთან, სადაც მრავალი წლის განმავლობაში მუშაობდა პრორექტორის თანამდებობაზე სამეცნიერო და სასწავლო-აღმზრდელობით დარგში. მან მეცნიერული საფუძველი ჩაუყარა საქართველოში სამგზავრო ბაგირგზების განვითარებას. მრავალი წლის განმავლობაში ხელმძღვანელობდა სამთო ელექტრომექანიკის კათედრას, რომლის დამაარსებელიც თვითონვე იყო.

1976 წლიდან 1978 წლამდე, სიცოცხლის ბოლომდე, კონსტანტინე ბარამიძე იყო სამთო ელექტრომექანიკისა და ავტომატიკის კათედრის პროფესორი და ხელმძღვანელობდა მის მიერ შექმნილ სამგზავრო ბაგირგზების სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიას.

ბატონი კონსტანტინე როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ასევე მის ფარგლებს გარეთ ცნობილი იყო, როგორც დიდად განსწავლული და დამსახურებულ მეცნიერი სამთო ელექტრომექანიკისა და ავტომატიკის დარგში. ფუნდამენტური მეცნიერებების ღრმა ცოდნა და მდიდარი შემოქმედებითი მიზნები მას ხელს უწყობდა მრავალი ტექნიკური თუ საინჟინრო იდეის ხორცშესხმაში, რამაც ხელი შეუწყო მრავალი მნიშვნელოვანი პრობლემის გადაჭრას. მისმა ავტორიტეტმა დიდი როლი შეასრულა საქართველოში (აგრეთვე ყოფილ საჭოთა კავშირში) პირველი სპეციალიზებული სამმართველოს “საქბაგირგზის” ჩამოყალიბებაში, რომლის საფუძველზეც შემდგომში შეიქმნა ბაგირგზების დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის სამეცნიერო გაერთიანება “საქსპექტრანსი”.

მას ასამდე სამეცნიერო შრომა აქვს გამოქვეყნებული, მათ შორის ათამდე მონოგრაფია, ოცამდე საავტორო მოწმობა გამოგონებაზე და პატენტი, რამდენიმე სახელმძღვანელო მშობლიურ ენაზე უმაღლესი სასწავლებლებისათვის სამთო მექანიკისა და ავტომატური რეგულირების თეორიის საფუძვლებში. მისი სახელმძღვანელოებით დამუშავებულია და წარმოებაში დანერგილი ავტომატიზაციის ახალი სქემები და მოწყობილობები ბაგირგზებისათვის და მამდიდრებელი ფაბრიკებისათვის.

ბატონმა კოტემ დიდი სამეცნიერო შრომა გასწია საშახტო ამწევი დანადგარების ავტომატიზაციის დარგში. ამ მიმართულებით დიდ ყურადღებას იმსახურებს მისი ხელმძღვანელობით დამუშავებული კიდული ბაგირგზებისა და ამწე დანადგარების ცენტრიდანული მუხრუჭები. ასეთი ტიპის მუხრუჭები წარმოადგენს საფუძველს, რომელზეც აგებულია დისტანციური და ავტომატური მართვის სისტემები ამწე – სატრანსპორტო მანქანებისათვის. ამ სისტემებმა ფართო გავრცელება ჰპოვა კიდული ბაგირგზების პრაქტიკაში როგორც საქართველოში, ასევე მის ფარგლებს გარეთ.

პროფესორ კონსტანტინე ბარამიძის მონოგრაფია „ქანქარის ტიპის კიდული ბაგირგზების ავტომატიზებული ამძრავების ახალი სისტემა“ გამოიცა გერმანულ და ინგლისურ ენებზე ავსტრიაში და იტალიაში. აქ ახლებურად არის გადანწყვეტილი ამწე – სატრანსპორტო მანქანების ავტომატური მართვის საკითხები. მიღებული აქვს პატენტები საზღვარგარეთის ქვეყნებში – ავტრიაში, იტალიაში და იაპონიაში.

მისი ხელმძღვანელობით დამუშავებულია სამგზავრო ბაგირგზების ტექნიკური უსაფრთხოების წესები, რომელიც ამ დარგში ყოფილ საბჭოთა კავშირში წარმოადგენდა სახელმწიფო ნორმატივს.

ბატონი კოტე მრავალი წლის განმავლობაში ღირსეულად წარმოადგენდა ქართულ სამთო მეცნიერებას მრავალ საკავშირო თუ საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ ყრილობებზე და კონფერენციებზე – ვენაში, პარიზში, ციურიხში, ფრაიბერგში და სხვაგან.

დიდია ბატონი კოტე ბარამიძის დამსახურება სამეცნიერო კადრების აღზრდაში. იგი იყო სამთო მეცნიერების მთელი პლედის აღმზრდელი. მისი ხელმძღვანელობით მომზადდა ოცდაათზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატი და დოქტორი, რომლებიც ამჟამად ნაყოფიერად მუშაობენ სამეცნიერო და სასწავლო ინსტიტუტებში, ასევე წარმოებებში. ისინი ვერასოდეს დაივიწყებენ ბატონი კოტეს როგორც მეცნიერ-ხელმძღვანელის, აღმზრდელის, კეთილშობილი ადამიანის დამსახურებას.

მისმა გარდაცვალებამ დიდი გულისტკივილი გამოიწვია როგორც საქართველოში, ისე მის ფარგლებს გარეთ. სამგლოვიარო დეპეშები მოდიოდა საზღვარგარეთის სხვადასხვა ქვეყნიდან - კრაკოვის სამთო-მეტალურგიული აკადემიიდან, ვენის უნივერსიტეტიდან, ბუდაპეშტის ტექნიკური უნივერსიტეტიდან, ფრაიბერგის სამთო აკადემიიდან და სხვა.

აი, რას წერდა ფრაიბერგის სამთო აკადემიის პროფესორი ვ. შტროჟკა: „მრავალი ჩვენგანისათვის პროფესორი კონსტანტინე ბარამიძე დარჩება ღირსეული მეცნიერის, სტუდენტი-ახალგაზრდობის ღირსეული აღმზრდელის მაგალითად. ჩვენ დიდი მადლობელი ვართ მისი ფასდაუღებელი რჩევა-დარიგებებისათვის. იგი მარად იქნება ჩვენს ხსოვნაში“.

ასეთივე მარადიულ მოგონებად დარჩა იგი თავის აღზრდილ მოწაფეებსა და მეცნიერ კოლეგებს შორის. ქართველ ინჟინერთა თაობებს გაჰყვებათ მისი ხსოვნა, როგორც დიდი მამულიშვილისა და მეცნიერის, რომელსაც უზომოდ უყვარდა თავისი ქვეყანა და თავისი ხალხი.

**საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები, გ. წულუკიძის სამთო  
ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლები, „სამთო ყურნალის“ სარედაქციო კოლეგია**





## ზურაბ მგელაძე

### ЗУРАБ МГЕЛАДЗЕ

### ZURAB MGELADZE

დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდა გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორს, მინერალური რესურსების საერთაშორისო, რუსეთის საბუნებისმეტყველო, საქართველოს ეკოლოგიის, ენერჯეტიკის და ეროვნული აკადემიების აკადემიკოსს, საერთაშორისო გეოთერმული, მსოფლიოს „მათემატიკური გეოლოგიის“ და ამერიკის მენავთობე გეოლოგთა ასოციაციების წევრს, საქართველოს ნავთობისა და გაზის მრეწველთა კავშირის თავმჯდომარეს, საქართველოს კათოლიკოს პატრიარქის საერთაშორისო ფონდის, საქართველოს ნავთობისა და გაზის პერსპექტიულობის კომპიუტერული მოდელირების და მონიტორინგის პროექტის დროებითი კომისიის თავმჯდომარეს, ურნალის „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ სამეცნიერო საბჭოს და სარედაქციო კოლეგიის წევრს ზურაბ მგელაძეს.

იგი დაიბადა 1933 წელს თბილისში. 1952 წელს დაამთავრა თბილისის პირველი საშუალო სკოლა, 1957 წელს – „საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი სამთო ინჟინერ-გეოლოგის კვალიფიკაციით“. შრომითი საქმიანობა დაიწყო 1958 წელს, „საქნავთობის“ სისტემაში, კოლექტორის თანამდებობაზე ჭალაღიდის, შემდეგ კახეთში საცხენისისა და პატარძელის ნავთობის საბადოებზე გეოლოგად.

1960 წელს, როდესაც საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა ნავთობისა და გაზის ძიების და ბურღვის კათედრა, იგი რეკომენდებული იქნა ამ კათედრაზე პირველ ასპირანტად, გეოლოგიისა და ძიების დარგში. 1960-63 წლებში იყო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის „ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიებისა და ბურღვის“ კათედრის ასპირანტი, 1963 – 1987 წლებში – ამავე კათედრის ასისტენტი, უფროსი მასწავლებელი, დოცენტი. 1987-91 წლებში ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიებისა და დამუშავების კათედრის გამგე. 1992-1997 წლებში იგი იყო სამთო-გეოლოგიური სასწავლო-სამეცნიერო ინსტიტუტის დირექტორი, 1997-2005 წლებში სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანი. 2005 წლიდან დღემდე ნავთობისა და გაზის დეპარტამენტის პროფესორია. 1964 წლიდან კითხულობს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ლექციებს „ნავთობის და გაზის გეოლოგია და

გეოქიმია“, „ნავთობის და გაზის დაგროვების ძებნა-ძიების თეორიული საფუძვლები და მეთოდები“, „მსოფლიოს ნავთობგაზმეცნიერული პროვინციები და ოლქები“ და „ნავთობგაზმეცნიერული ფორმაციები“. ამავე დროს ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგისტრანტებთან კითხულობს ლექციებს ნავთობისა და გაზის გეოლოგიაში.

1996-97 წლებში შეთავსებით მუშაობდა „საქართველოს საერთაშორისო ნავთობის კორპორაციაში“ (GLOC) ვიცე-პრეზიდენტად, ქართულ-თურქული ერთობლივი შპს „გეოტექსის“ დირექტორთა საბჭოს თავმჯდომარედ. 1997-1999 წლებში ეროვნული კომპანია „საქნავთობის“ სამეთვალყურეო საბჭოს წევრი იყო. 1999-2000 წლებში შეთავსებით მუშაობდა „საქართველოს ნავთობისა და გაზის რესურსების მარეგულირებელი სახელმწიფო სააგენტოს“ (სნგრმსს) უფროსის მოადგილედ სამეცნიერო-ტექნიკურ დარგში, ხოლო 2000-2006 წლებში ასევე შეთავსებით იყო „ანადარკო-ჯორჯიან კომპანი“ -ის მთავარი მრჩეველი გეოლოგიისა და ძიების დარგში. ანადარკომ განახორციელა სამუშაოები შავი ზღვის სამხრეთ ნაწილში და გამოავლინა ოთხი პერსპექტიული უბანი, რომელთაც ზ. მგელაძის ინიციატივით 2003 წელს მიენიჭა სახელწოდებები: „ეგრისი“, „კოლხეთი“, „იბერია“ და „ლაზიკა“ (2003). 2006 წელს მის მიერ დაფუძნებული იქნა შპს „ოქროს საწმისი“.

2007-2013 წლებში შეთავსებით მუშაობდა შპს „სტრეიტ ოილ ენდ გეზ“-ის მთავარ მრჩეველად გეოლოგიის, ძიების და დამუშავების დარგში.

ბატონმა ზურაბმა 1972 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია ე. თბილისში, ხოლო 1992 წელს სადოქტორო დისერტაცია ე. ბაქოში, აზერბაიჯანის მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიის ინსტიტუტში. ამავე წელს მიანიჭა პროფესორის წოდება. მისი სადოქტორო დისერტაცია შემდგომში კომპანია „კონაკოს“ მიერ თარგმნილი იქნა ინგლისურ ენაზე.

პროფესორი ზ. მგელაძე აღიარებული სპეციალისტია ნავთობის და გაზის გეოლოგიაში. მის ძირითად სამეცნიერო მიმართულებას წარმოადგენს საქართველოს მეზოკაინოზოური ნალექების ნავთობგაზიანობის პერსპექტიულობის კვლევა. შესწავლილია საქართველოს დანალექ საფარში ნახშირწყალბადების წარმოშობის,

მათი დაგროვების კანონზომიერებები, გაშუქებულია და დაზუსტებულია რიგი რაიონების სტრატეგიაში, ზედაპირული და სიღრმული ტექტონიკური აგებულება. საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყოფილია ლოკალური და რეგიონული ნავთობგაზმომცველი კომპლექსები, თანავტორებთან ერთად შედგენილია "საქართველოს ტერიტორიის ნავთობის და გაზის საბადოების პერსპექტიული სტრუქტურების და ნავთობგაზგეოლოგიური დარაიონების რუკა" და ახსნა-განმარტებითი ბარათი, რაც მნიშვნელოვანი სიახლეა ნავთობგაზის ტერიტორიების პროგნოზირებისას და მასთან დაკავშირებული სამუშაოების ჩატარებისას. იგი თანამედროვე მეცნიერულ დონეზე აშუქებს საქართველოს ნავთობმომცველი სტრუქტურების აგებულებას და მათზე ძებნა-ძიებითი სამუშაოების წარმოებას. საქართველოს ტერიტორიაზე პირველად მის მიერ ნავთობგაზის ზონებში გამოყოფილ იქნა ნახშირწყალბადების "გახურების მოდელი". არის 100-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი, მათ შორის 3 მონოგრაფიისა და 4 გამოკვლევების, რომლებიც ეხება საქართველოს ტერიტორიაზე ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიების, დამუშავების და ექსპლუატაციის საკითხებს. მისი უშუალო ინიციატივით და ხელმძღვანელობით სტუ-ს გეოლოგიურ ფაკულტეტზე გაიხსნა ნავთობის და გაზის სპეციალობები, რომლის სწავლების შემდეგ ახალგაზრდა სპეციალისტები ეუფლებიან დარგის სამსახურის მთლიან კომპლექსს (ოთხ სპეციალობას: ნავთობის და გაზის ძებნა-ძიებას, ბურღვას, საბადოების დამუშავებას და ნავთობგაზსადენების და ნავთობგაზსაცავების ექსპლუატაციას). აღზრდილი ჰყავს ინჟინერთა და მეცნიერ-მუშაკთა მრავალი თაობა, რომლებიც წარმატებით მუშაობენ, როგორც საქართველოს, ასევე პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში. მისი ხელმძღვანელობით მომზადებული და დასრულია მრავალი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია.

ბატონი ზურაბი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს რესპუბლიკის ნავთობისა და გაზის მრეწველობის აღორძინების და განვითარების საქმეში. იგი იყო კომპანია "საქნავთობის" ნავთობის და გაზის მოპოვების სამმართველოს კონსულტანტი, კომპანია "საქნავთობის" დამფუძნებელთა კავშირის წევრი, კომპანია "რამკოს" დამფუძნებელთა საბჭოს მრჩეველი, კომპანია "ფრონტერას" კონსულტანტი. მის მიერ დამუშავებული რეკომენდაციები გამოყენებულია კომპანია "საქნავთობის" მიერ წარმოებაში.

სრულიად საქართველოს კათალიკოს-პატრიარქის საერთაშორისო ფონდთან შექმნილი ნავთობისა და გაზის კომისიის მიერ თარიღული და უცხოელი სპეციალისტების კვლევითი მასალების სისტემური ანალიზის საფუძველზე მომზადდა კონცეფცია და შემუშავდა რესპუბლიკაში ნავთობისა და გაზის ძებნა-ძიებითი, დამუშავების და ექსპლუატაციო სამუშაოების ჩატარების რეკომენდაციები მეცნიერების და ტექნოლოგიების თანამედროვე მიღწევების გათვალისწინებით.

ბატონი ზურაბი სისტემატურად მონაწილეობს საერთაშორისო სიმპოზიუმებსა და კონფერენციებში. პოსტსაბჭოთა ქვეყნების ნავთობის მრეწველობის მეცნიერებთან ერთად ჩართული იყო სასწავლო-სამეცნიერო და პრაქტიკული საკითხების შემუშავება-გადანწყვეტაში. დღესაც ახლო კავშირი აქვს რუსეთის, ყაზახეთის, უზბეკეთის, თურქმენეთის, ბაშკირეთის და სხვა რესპუბლიკების სამეცნიერო-სასწავლო

დანესებულებებთან, აზერბაიჯანისა და სომხეთის, როგორც ნავთობის, ასევე გეოლოგიურ სამეცნიერო საზოგადოებასთან, მოსკოვის მ. ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტისა და მოსკოვის ი. მ. გუბკინის სახელობის ნავთობისა და გაზის უნივერსიტეტის თანამშრომლებთან, რომლებთან ერთად არის რამდენიმე სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი. სამეცნიერო კონტაქტები აქვს ჩიკაგოს, ატლანტის, ოკლაჰომას (აშშ), თურქეთის ათათურქის სახელობის ერზერუმის, რუმინეთის ქ. პეტროსანის უნივერსიტეტებთან. 90-იან წლებში მ წლის განმავლობაში იგი ატარებდა სტუდენტურ პრაქტიკას კისლოვოდსკის მახლობლად გუბკინის უნივერსიტეტის სასწავლო ცენტრში. ამავე პერიოდში მ. გელაძის ინიციატივით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე უჯამოცდოდ ჩაირიცხა აჭარიდან ჩამოყვანილი 25 ახალგაზრდა.

1997 წლის ივლისში მიწვეული იყო კომპანია „მეგრონის“ მიერ აშშ-ში სამთო მრეწველობის მიღწევების გასაცნობად. 1999 წელს (სნგრმს) და 2000 წელს კომპანია „ანადარკოს“ მიერ მივლინებული იყო აშშ-ში, სადაც მონაწილეობა მიიღო ოკლაჰომას, ტეხასის შტატების და მექსიკის ყურის ნავთობგაზმომცველი უბნების ზოგიერთი გეოლოგიური საძიებო საკითხების გაცნობასა და გადანწყვეტაში. 2000 წელს USAID-ის ეგიდით აშშ-ში გავლილი აქვს ტრენინგების კურსი საერთო მენეჯმენტში, იურიდიულ, საფინანსო-ეკონომიკურ, ნავთობისა და გაზის ტრანსპორტირების, გადამუშავების, გარემოს დაცვის, უსაფრთხოებისა და ჯანდაცობის ინსპექტირების საკითხებში.

დაჯილდოებულია საქართველოს ღირსების ორდენით (1978წ.), რუსეთის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიის საპატიო ნიშნით და აკადემიის საიუბილეო ვერცხლის მედლით (2003წ.), ვიორჯი ნიკოლაძის სახელობის მედლით (2008 წ.), მინიჭებული აქვს რუსეთის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიის "მეცნიერებისა და ხელოვნების რაინდის" საპატიო წოდება და ნიშანი (2010 წ.).

2000 წელს მისი თანავტორობით გამოიცა მონოგრაფია "ლეგენდა და სინამდვილე ნავთობზე", ხოლო 2001 წელს - "ნავთობი: მიღწევები, პრობლემები, პერსპექტივები", რომლებიც მკითხველმა დიდი ინტერესით მიიღო.

ყველა ამ მიღწევას ოუბილარი უმაღლის მის მასწავლებლებს – დიდ გეოლოგებს, რომლებიც იღვნენ საქართველოს ნავთობის გეოლოგიის განვითარების სათავეში, პროფესორებს ალექსანდრე ლალიევსა და ევგრაფ ვახანიას, რომელთა საქმის ღირსეული გამგრძელებელი შემდგომში თავად გახდა.

ბატონი ზურაბის მრავალ დადებით თვისებათა შორის უდავოდ აღსანიშნავია უნარი ყოველთვის და ყველასათვის გამოიხატოს დრო ვისაც მისი დახმარება თუ რჩევა-დარიგება ესაჭიროება. იგი უაღრესად გამორჩეული, მრავალი დადებითი თვისების მატარებელი პიროვნებაა, რამაც განაპირობა მეგობრების, კოლეგების და მოწაფეების მისდამი დამოკიდებულება.

ვუსურვებთ ბატონ ზურაბს დიდხანს სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას და შემოქმედებით წარმატებებს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი,  
ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი,  
"სამთო ჟურნალის" სარედაქციო კოლეგია



## ვლადიმერ სილაგაძე

### ВЛАДИМЕР СИЛАГАДЗЕ

### VLADIMER SILAGADZE

ცნობილ ქართველ მეცნიერს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, ვლადიმერ სილაგაძეს დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდა. იგი დაიბადა 1933 წლის 20 დეკემბერს ბაღდათში. 1951 წელს ოქროს მედალზე დაამთავრა ბაღდათის ვაჟთა საშუალო სკოლა. იმავე წელს შევიდა საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტზე, რომელიც წარჩინებით დაამთავრა 1956 წელს და მიენიჭა ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის კვალიფიკაცია. შრომითი საქმიანობა დაიწყო ამავე წელს საქართველოს წყალთა მეურნეობის სამინისტროს საპროექტო ინსტიტუტ „საქსახწყალპროექტი“ ინჟინრის თანამდებობაზე, სადაც მისი უშუალო მონაწილეობით შესრულდა რამდენიმე მნიშვნელოვანი საირიგაციო, მათ შორის თელეთის მექანიკური მორწყვის პირველი აწვევის სატუმბო სადგურის პროექტი.

1961 წლიდან ე. მოსკოვის საკავშირო ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტი იყო. 1964 წელს ამავე ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოზე წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია. 1964 წელს მუშაობდა აღნიშნული ინსტიტუტის ჰიდრომექანიზაციის ლაბორატორიის უფროს ინჟინრად. 1964 წლის ბოლოს დაბრუნდა საქართველოში და მუშაობა გააგრძელა „საქსახწყალპროექტი“-ში საპროექტო ჯგუფის ხელმძღვანელის თანამდებობაზე. 1965 წლიდან დღემდე მუშაობს გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში, სადაც განვლო ნაყოფიერი შემოქმედებითი გზა უმცროსი მეცნიერი თანამშრომლის თანამდებობიდან განყოფილების ხელმძღვანელამდე.

1973-75 წლებში მივლინებული იყო კუბის რესპუბლიკაში საბჭოთა სპეციალისტების ჰიდრაულიკოსების ჯგუფთან ერთად, სადაც მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა წყალსამეურნეო ობიექტების დაპროექტებასა და მშენებლობაში. მის მიერ დასაბუთებულ იქნა ნიაღვრული (ტროპიკული) წვიმების გავლენის გათვალისწინების აუცილებლობა არხების გამტარუნარიანობის განსაზღვრისას, რაც შეტანილ იქნა საირიგაციო სისტემების დაპროექტების კუბის ნორმატიულ დოკუმენტში. მაღალი პროფესიული და მოქალაქეობრივი თვისებების გამოვლენისათვის მიღებული აქვს კუბაში საბჭოთა კავშირის საელჩოს ოფიციალური მადლობა.

1999 წელს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოზე დაიცვა დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა

დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად სპეციალობით „სამთო მანქანები“.

თავისი სამეცნიერო საქმიანობის ძირითადი ნაწილი (თითქმის 50 წელი) ვ.სილაგაძემ მიუძღვნა სამთო საქმეში მილსადენი ჰიდროტრანსპორტის და ჰიდრომექანიზაციის ეფექტურად გამოყენების საკითხებს, რაშიც მას დიდად დაეხმარა ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის კვალიფიკაცია.

ვ. სილაგაძის სამეცნიერო საქმიანობა ეხება ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების საიმედოობისა და ეფექტურობის ამაღლებული მეთოდებისა და საშუალებების კვლევას და მოიცავს რამდენიმე მიმართულებას: შახტებში ნამუშევარი სივრცის ჰიდრაულიკური ამოვსების მასალების და მიწოდების ტექნოლოგიის შესწავლას; აბრაზიული ჰიდრონარეგების დამჭირხნი საშუალებების (ტუმბოების) და ჩამკვეტ-მარეგულირებელი მოწყობილობების დამუშავებას და კვლევებს; ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების მუშაობის რეჟიმების კვლევასა და სრულყოფას.

ვ. სილაგაძის მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები გამოყენებულია ტყბულის შახტების ჰიდრაულიკური ამოვსების სისტემის დაპროექტებისას; ჭიათურის მანგანუმის გამდიდრების ნარჩენების ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის სარეაბილიტაციო ღონისძიებების დამუშავებისას; მადნეულის სპილენძის მადნების გამდიდრების ნარჩენების და კარიერის მუავე წყლების ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების ტექნიკური გადაიარაღების ღონისძიებების დამუშავებისას. კვლევის შედეგები ასევე რეალიზებულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის სამთო-მამდიდრებელ ობიექტებზე: კრივოი-როვის, უელენოვოროსკ-ილიმსკის, ნორილსკის, კიროვბადის და სხვ. ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებზე, რის შედეგადაც მიღებულია მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და სოციალური ეფექტი. ვ.სილაგაძის ერთერთი გამოგონების რეალიზებით „ასტრახან-ჰიდრომშენმა“ 1974 წელს მიიღო 1,5 მილიონი დოლარის ფაქტიური ეკონომია, რისთვისაც იგი თანავტორთან ერთად დაჯილდოვდა 30 ათასი აშშ დოლარის ოდენობით.

ვ. სილაგაძე მონაწილეა მრავალი რესპუბლიკური, საკავშირო და საერთაშორისო სემინარისა და კონფერენციის. მისი მონაწილეობით დამუშავებული „მილსადენი პნევმოკონტინერული ტრანსპორტის დანადგარის“ მოქმედი მოდელი ექსპონირებული იყო ინდოეთში დელის საერთაშორისო გამოფენაზე 1985 წელს.

გ.სილაგაძე იყო საკავშირო სახელმწიფო საგეგმო კომიტეტის ექსპერტი ნოვოკუზნეცკ-ნოვოსიბირსკის საც-დელ-სამრეწველო ნახშირსადენის პროექტზე.

გ.სილაგაძის ხელმძღვანელობით დაკუთვნილი სამი საკანდიდატო დისერტაცია გამოქვეყნებული აქვს 130-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის ერთი მონოგრაფია და 25 გამოგონება.

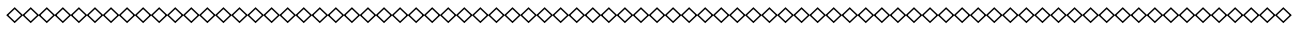
ვ. სილაგაძე ეწეოდა აქტიურ საზოგადოებრივ მოღვაწეობას, იყო სამთო ინსტიტუტის პროფკომიტეტისა და სახალხო კონტროლის თავმჯდომარე. დღესაც სამთო ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრია.

განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ბატონი ვლადიმერის შესანიშნავი ადამიანური თვისებები: პატიოსნება, ღრმა პროფესიონალიზმი, მაღალი შრომისუნარიანობა და პასუხისმგებლობა, კორექტულობა, კომუნიკაბელობა, რითაც უდიდესი სიყვარული და პატივისცემა მოიპოვა ყველგან, სადაც კი უმუშავია. აქვს შესანიშნავი ოჯახი –

ჰყავს მეუღლე, ორი ქალიშვილი და შვილიშვილები.

ვულოცავთ ბატონ ვლადიმერს ამ მნიშვნელოვან საიუბილეო თარიღს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, დიდხანს სიცოცხლეს და ნაყოფიერ შემოქმედებით მოღვაწეობას.

საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები,  
სსიპ გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის დირექცია და  
მეცნიერ-თანამშრომლები,  
სს "მადნეულის",  
ჭიათურის სამთო მამულიდრებელი კომბინატის,  
შპს "საქნახშირის", სს "საქწყალპროექტის"  
თანამშრომლები,  
"სამთო ჟურნალის" სარედაქციო კოლეგია



## უშანგი კავთიაშვილი

## УШАНГИ КАВТИАШВИЛИ

## USHANGI KAVTIASHVILI

საქართველოს სამთო საზოგადოება, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტისა და გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის პროფესორ-მასწავლებლები, მეცნიერ მუშაკები, თანამშრომლები და სტუდენტები ულოცავენ სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის სრულ პროფესორს ბატონ უშანგი კავთიაშვილს დაბადების 80 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 50 წლისთავს.

იგი დაიბადა 1933 წლის 12 ივლისს. 1952 წელს წარჩინებით დაამთავრა ქ.თბილისის ვაჟთა მე-20 საშუალო სკოლა და იმავე წელს სწავლა გააგრძელა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო ფაკულტეტზე. ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ 1957-1961 წლებში მუშაობდა უკრაინის ქ. გორლოვკის შახტე ცვლის უფროსად, უბნის უფროსის მოადგილედ და უბნის უფროსად. 1961-1982 წლებში მუშაობდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამთო საქმის ინსტიტუტში ინჟინრის, უფროსი ინჟინრის, უფროსი მეცნიერ თანამშრომლის თანამდებობებზე. 1982 წელს კონკურსით მუშაობა დაიწყო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების კათედრაზე დოცენტის თანამდებობაზე, სადაც დღემდე აგრძელებს მუშაობას სრული პროფესორის თანამდებობაზე.

1971 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია. წლების განმავლობაში იყო ფაკულტეტის დისერტაციების დაცვის საბჭოს წევრი და მიმართულების ხელმძღვანელი. იგი არის სასწავლო შახტი-ლაბორატორიის ხელმძღვანელი. აქტიურ მონაწილეობას ღებულობდა სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოებში, როგორც თემების პასუხისმგებელი შემსრულებელი. მიღებული შედეგები მნიშვნელოვანია, როგორც სამეცნიერო, ასევე ტექნიკის თვალსაზრისით. იგი ავტორია 50-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომისა, მათ შორის სახელმძღვანელოებისა და მეთოდური მითითებების.

მრავალი წლების მანძილზე კითხულობს ლექციების კურსს საბადოთა მიწისქვეშა დამუშავების ტექნოლოგიის დისციპლინებში.

არის შრომისმოყვარე, გულისხმიერი, პრინციპული, შესანიშნავი ოჯახის მამა, ბაბუა და დიდი ბაბუა. ჰყავს სამი შვილი, ექსვი შვილიშვილი და რვა შვილთაშვილი. აღსანიშნავია ბატონი უშანგის პროფესიონალიზმი, ყოველგვარი საქმისადმი უდიდესი პასუხისმგებლობა, რითაც დიდი სიყვარული და პატივისცემა მოიპოვა კოლეგებსა და ახალგაზრდა თაობებს შორის.

სამთო მეცნიერებისა და საინჟინრო კადრების მომზადების საქმეში განეული წვლილისათვის დაჯილდოებულია საპატიო დიპლომითა და ღირსების ორდენით.



## 80-ე რატიანი

### ГИВИ РАТИАНИ

### GIVI RATIANI

მიმდინარე წლის 16 მაისს დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდებოდა სამთო საქმის ცნობილ სპეციალისტს, მეცნიერსა და პედაგოგს გივი რატიანს.

იგი დაიბადა 1934 წელს დიდი ქართველი სამთოელის ლევან რატიანის ოჯახში. 1953 წელს თბილისის მე-7 საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ ჩაირიცხა ქ. მოსკოვის პოლიგრაფიულ ინსტიტუტში, ხოლო ორი წლის შემდეგ სწავლა გააგრძელა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე, რომელიც 1960 წელს წარჩინებით დაამთავრა სამთო ინჟინერ-ელექტრომექანიკოსის სპეციალობით.

ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ 1960-1962 წლებში მუშაობდა ქ. ტყიბულში „ტყიბულნახშირის“ ტრესტის საპროექტო-საკონსტრუქტორო განყოფილების ინჟინრად და ელექტროტექნიკური ლაბორატორიის უფროსად.

1962 წელს გ. რატიანი ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ასპირანტურაში, სამთო მექანიკისა და სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების კათედრის ბაზაზე. 1970 წელს დაიცვა დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად, ხოლო 1971 წელს მიენიჭა დოცენტის წოდება.

1962 წლიდან გ. რატიანი სიცოცხლის ბოლომდე მუშაობდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე, ეწეოდა ნაყოფიერ სამეცნიერო და პედაგოგიურ მოღვაწეობას. აქტიურად მონაწილეობდა სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოებში. სამეცნიერო ჯგუფთან ერთად ატარებდა ექსპერიმენტებს. იგი ავტორია მრავალი სამეცნი-

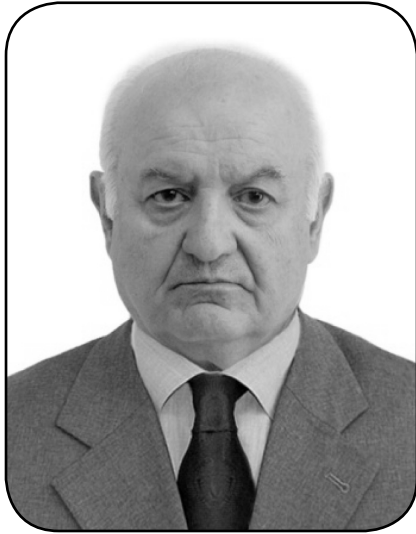
ერო ნაშრომის, სახელმძღვანელოს და გამოგონების, რომელთაგან უმრავლესობა პრაქტიკაში დაინერგა.

ბატონი გივი მაღალპროფესიულ დონეზე კითხულობდა ლექციებს როგორც ქართულ, ასევე რუსულ ენაზე. ხელმძღვანელობდა სტუდენტთა სასწავლო, საწარმოო პრაქტიკებს, საკურსო და სადიპლომო პროექტებს. იყო არაერთი ასპირანტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი და ოპონენტი. წლების განმავლობაში იყო სამთო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს წევრი.

ალსანიშნავია ბატონი გივის პიროვნული ღირსებები – მაღალი ინტელექტი, პატიოსნება, პუნქტუალურობა, საქმისადმი უდიდესი პასუხისმგებლობის გრძნობა. იგი გარეგნულად მკაცრი და პრინციპული, თუმცა შინაგანად ძალიან თბილი, გულისხმიერი, ერთგული, მოსიყვარულე და საიმედო მეგობარი გახლდათ.

ქვეყნის წინაშე ვალმოხდილი წავიდა ჩვენგან 1998 წელს. გივი რატიანის, როგორც ღვაწლმოსილი მეცნიერის, პედაგოგის, ღირსეული ადამიანის მარადიული ხსოვნა მუდამ დარჩება საქართველოს ტექნიკური ინტელიგენციის, მისი კოლეგების და ახლობლების მეხსიერებაში.

**საქართველოს სამთო საზოგადოება, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები, გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერთანამშრომლები, შპს „საქნახშირი“, „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია**



**ნორინგ მოლოდინი**  
**НОРИНГ МОЛОДИНИ**  
**NORING MOLODINI**

საქართველოს სამთო საზოგადოება, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტისა და გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის პროფესორ-მასწავლებლები, მეცნიერი მუშაკები, თანამშრომლები და სტუდენტები ულოცავენ სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ასოცირებულ პროფესორს, აკადემიურ დოქტორს, ბატონ ნორინგ მოლოდინს დაბადების 70 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 45 წლისთავს.

მან საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დამთავრებისთანავე, 1967 წელს, შრომითი საქმიანობა დაიწყო სამთო მანქანების, მალაროს სტაციონარული დანადგარებისა და ტრანსპორტის კათედრაზე, სადაც აქტიურ სამეცნიერო-პედაგოგიურ საქმიანობას ეწევა ამჟამადაც. საკანდიდატო დისერტაცია წარმატებით დაიცვა 1980 წელს პროფესორ ვ. მუსხელიშვილის ხელმძღვანელობით. პროფ. ნ. მოლოდინის ხელმძღვანელობით და უშუალო მონაწილეობით შესრულებულია კვლევები საკონვეიერო ტრანსპორტის აქტუალურ პრობლემებთან დაკავშირებული საკითხების შესასწავლად. მიღებული შედეგები მნიშვნელოვანია, როგორც სამეცნიერო, ასევე ტექნიკის თვალსაზრისით. იგი ავტორია მრავალი სამეცნიერო ნაშრომისა და გამოგონების, რამაც ხელი შეუწყო მას ახალი სასწავლო პროგრამების შედგენაში. პროფ. ნ. მოლოდინის შრომები მოიცავენ სამთო-სატრანსპორტო მანქანების ტრიბოლოგიის, მშრალი და სველი ხახუნის ჰიდროდინამიკის, ხახუნის ამძრავის კონსტრუირებისა და გაანგარიშების საკითხებს. მისი

ხელმძღვანელობით მომზადებულია მრავალი სადიპლომო სამუშაო. იგი მისთვის ჩვეული შემართებით ამჟამადაც აგრძელებს სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას ჩამოთვლილი მიმართულებებით.

აღსანიშნავია ბატონი ნორინგის პიროვნული თვისებები: პატიოსნება, თავმდაბლობა, პროფესიონალიზმი, ყოველგვარი საქმისადმი უდიდესი პასუხისმგებლობა, რითაც დიდი სიყვარული და პატივისცემა მოიპოვა კოლეგებსა და ახალგაზრდა თაობებს შორის.

ვულოცავთ ბატონ ნორინგს საიუბილეო თარიღს და ვუსურვებთ ხანგრძლივ, ნაყოფიერ სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას.







**თამაზ ლორთქიფანიძე**  
**TAMAZ LORTKIPANIDZE**  
**TAMAZ LORTKIPANIDZE**

საქართველოს ტექნიკური დარგის ინტელიგენციას, სამთოელთა და გეოლოგთა საზოგადოებას სულ ახლახანს გამოაკლდა ჭეშმარიტი მამულიშვილი, კეთილშობილი ინტელიგენტი, უანგარო და ერთგული კოლეგა, ფაქიზი და ყურადღებიანი მეგობარი, მომავალ თაობაზე უსაზღვროდ შეყვარებული, ღრმად განსწავლული გეოლოგი, სტუ-ს ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის სრული პროფესორი თამაზ ლორთქიფანიძე.

იგი დაიბადა თბილისში 1929 წლის 6 აგვისტოს, ცნობილი ინტელიგენტების ოჯახში, რომელიც 1932 წელს საცხოვრებლად გადავიდა ქუთაისში.

ბატონმა თამაზმა 1947 წელს წარჩინებით დაამთავრა ქუთაისის ვაჟთა პირველი სკოლა, რის შემდეგაც იმავე წელს სწავლა განაგრძო საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში, რომელიც ასევე წარჩინებით დაამთავრა 1952 წელს, სამთო ინჟინერ-გეოლოგის სპეციალობით.

შრომითი საქმიანობა დაიწყო 1953 წელს „კავკასიანშირგეოლოგიის“, შემდგომ „სპეცგოს“ გეოლოგიურ პარტიებში.

1954 წლიდან ბატონმა თამაზმა მთელი თავისი ცხოვრება დაუკავშირა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტს (შემდგომში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი), სადაც სიცოცხლის ბოლომდე ეწეოდა სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას. ამ ხნის მანძილზე იგი კათედრის თანამშრომლებთან ერთად, პრო-

ფესორ იოსებ ბუაჩუიძის ხელმძღვანელობით უშუალოდ მონაწილეობდა ყველა იმ საქმეში, რაც დაკავშირებული იყო ახალი კათედრის ჩამოყალიბებასთან, მისი ლაბორატორიების აღჭურვაში, აუდიტორიების და კაბინეტების მოწყობაში, საველე პრაქტიკების ორგანიზებაში, სახელმძღვანელოების და მეთოდური ლიტერატურის შედგენასა და გამოცემაში.

მიმართულების აქტუალური პრობლემის გადანყვეტასთან დაკავშირებით სამეცნიერო-კვლევითი თემატიკის დამუშავებაში, თეორიული და პრაქტიკული დატვირთვის მქონე საინჟინრო-გეოლოგიური საძიებო სამუშაოების ჩატარებაში, პროფესორი თამაზ ლორთქიფანიძე, თავის კოლეგებთან ერთად, უშუალოდ და აქტიურად მონაწილეობდა. რეგიონალური საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები ხელს უწყობდნენ არახელსაყრელი გეოლოგიური პროცესების ლოკალიზაციის და ღირებული ტერიტორიების ათვისების მიზნით კავკასიის მთიანი, მთისწინეთის და ვაკე ზონებისთვის მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების შემუშავებას. ბატონი თამაზი ამ დიდი კვლევის შემაჯამებელი ენ. მერვე ტომის (კავკასია, ყირიმი, კარპატები) თანაავტორია, რომელიც 1978 წელს გამოიცა (მონოგრაფია „სსრკ საინჟინრო გეოლოგია“, მოსკოვის უნივერსიტეტის გამომცემლობა).

ამ საკითხს ეძღვნებოდა თამაზ ლორთქიფანიძის საკანდიდატო სადისერტაციო ნაშრომი, რომელიც მან 1981 წელს წარჩინებით დაიცვა.

ბატონი თამაზის ავტორობით 2000 წელს

ქართულ ენაზე პირველად გამოიცა ორიგინალური სახელმძღვანელო „საძიებო ბურღვის საფუძვლები“. ეს იყო ერთ-ერთი მეტად საშური საქმე ინჟინერ-გეოლოგთა მომზადების პროცესში - მშობლიურ ენაზე ესწავლათ ჭაბურღილების ბურღვის ძირითადი საკითხები, პირველ რიგში დაუფლებოდნენ მცირე სიღრმის ჭაბურღილების ტექნიკას, როგორც საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის ძირითად მეთოდს. როგორც ცნობილია, ეს მეთოდი წყალზე ბურღვის დროსაც სპეციალურ სამუშაოებს მოიპოვებს. ბატონი თამაზი წლების მანძილზე თვითონ კითხულობდა ამ საგანში ლექციებს, იყენებდა სპეციალურ თვალსაჩინოებას, აწყობდა სტუდენტებისთვის სავსე პრაქტიკებს საბურღ სარენაო მოედნებზე.

90-იან წლებში პოლიტექნიკური ინსტიტუტი ტექნიკურ უნივერსიტეტად გადაკეთდა, გადავიდა სწავლების ორსაფეხუროვან სისტემაზე (ბაკალავრიატი და მაგისტრატურა), შეიცვალა სასწავლო გეგმები, პროგრამები, სასწავლო პროცესის შინაარსი, უნივერსიტეტის სტრუქტურა. მუშაობა წარიმართა ახალი, ევროპული განათლების სისტემასთან მისადაგებული მოდელით, რამაც ბევრი კორექტივი შემოიტანა სასწავლო პროცესში. თამაზ ლორთქიფანიძე აქტიურად იყო ჩართული ამ საკმაოდ რთულ საქმიანობაში, სასწავლო გეგმების და პროგრამების გარდაქმნაში, სასწავლო პროცესის მოდერნიზებაში.

პროფესორი თამაზ ლორთქიფანიძე, მის კოლეგებთან ერთად, მოთავე იყო ცნობილ მეცნიერთან, ვალერი ლომთაძესთან შემოქმედებითი და საქმიანი კავშირებისა, რომელიც მოღვაწეობდა სანკტ-პეტერბურგის სამთო ინსტიტუტში და ამ უმაღლეს სასწავლებელში საინჟინრო-გეოლოგიური სკოლის ერთ-ერთი ფუძემდებელი იყო. ეს ურთიერთობა თითქმის ორმოც წელს გრძელდებოდა. ბატონი ვალერიის რჩევებმა და რეკომენდაციებმა დიდად შეუწყო ხელი კათედრის თანამშრომლებს საკვალიფიკაციო ნაშრომების დამუშავებაში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო მისი ავტორობით გამოქვეყნებულ სახელმძღვანელოთა ციკლიდან საინჟინრო გეოლოგიაში რიგი მათგანის ქართულ ენაზე თარგმნა და გამოცემა - „საინჟინრო პეტროლოგია“, „საინ-

ჟინრო გეოდინამიკა“; „ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევის მეთოდები“. დასრულებულია რუსულ-ქართული საინჟინრო-გეოლოგიური ლექსიკონის თარგმნაც (ავტორი, პროფ. ვ. ლომთაძე), სადაც წლების მანძილზე დაგროვილი ტერმინები შინაარსობრივად თანამედროვე ენაზეა დაზუსტებული. ბატონ თამაზ ლორთქიფანიძის ძალისხმევით იგი პრაქტიკულად მზადაა გამოსაცემად.

რასაკვირველია ეს არ არის ყოველივე ის, რაც თამაზ ლორთქიფანიძის სამეცნიერო-პედაგოგიურ საქმიანობას ეხება, რა შრომა და ღვაწლი მიუძღვის თავისი კოლეგების, სტუდენტების და საერთოდ საზოგადოების წინაშე, თუნდაც, როგორც საუნივერსიტეტო ეთიკის კომისიის თავმჯდომარეს. დიდი, ძალიან დიდი შრომა გასწია მან 80-იან წლებში თავისი მშობლიური სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სტუდენტების და კოლეგა-მასწავლებლებისათვის, ამ ფაკულტეტის ჯერ როგორც დეკანის მოადგილემ, შემდეგ მომთხოვნმა და ამავე დროს კეთილმოსურნე ხელმძღვანელმა, სტუდენტებისა და კოლეგებისადმი ყურადღებამა და სამართლიანმა დეკანმა.

პროფესორი თამაზ ლორთქიფანიძე იმ ადამიანთა რიცხვს მიეკუთვნება, რომელთა გარეშეც ძნელად წარმოსადგენია საერთოდ სტუდენტთა სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი. უნდა ვიწამუნოთ, რომ დრო და ჟამი ვერაფერს დააკლებს სამთოელებისა და გეოლოგების ზნეობით და შრომით შექმნილ ტრადიციებს, არც დავიწყებას მიეცემიან საინჟინრო განათლების და მეცნიერების შემოქმედი ასეთი რაინდები.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი, საქართველოს სამთო საზოგადოება, სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანატი და მისი პროფესორ-მასწავლებლები, ჰიდროგეოლოგიის და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები, „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია**